

Aanvullend onderzoek behoeftedekking drinkwater provincie Utrecht



27 juni 2017

**Aanvullend onderzoek
behoefte dekking drinkwater
provincie Utrecht**

Verantwoording

Titel	Aanvullend onderzoek behoeftedekking drinkwater provincie Utrecht
Opdrachtgever	Vitens N.V.
Projectleider	Mariska Overbeek - te Vaarwerk
Auteur(s)	Mariska Overbeek - te Vaarwerk en Willem Capel
Projectnummer	1234190
Aantal pagina's	60 (exclusief bijlagen)
Datum	27 juni 2017
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven

Colofon

Tauw bv
BU Water & Ruimtelijke Kwaliteit
Handelskade 37
Postbus 133
7400 AC Deventer
Telefoon +31 57 06 99 91 1

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding.....	9
1.1 Context	9
1.2 Uitgevoerde uitwerkende studies	9
1.3 Doel voorliggende studie	10
1.4 Leeswijzer	10
2 Modelinstrumentarium.....	12
2.1 Gebruikt modelinstrumentarium	12
2.2 Gevolgde stappen	12
2.3 Betrouwbaarheid modellen.....	13
3 Verkennende berekeningen	15
3.1 Verkennende scenario's Schalkwijk	15
3.1.1 Locatie onttrekkingsputten	15
3.1.2 Hydrologische effecten Schalkwijk	16
3.2 Verkennende scenario's Eemdijk	19
3.2.1 Locatie onttrekkingsputten	19
3.2.2 Hydrologische effecten Eemdijk	20
4 Optimale verdeelsleutel 10 Mm³/jaar	23
4.1 Inleiding	23
4.2 Omgevingseffecten Eemdijk.....	23
4.3 Omgevingseffecten Schalkwijk.....	24
4.4 Verdeelsleutel op basis van omgevingseffecten	25
5 Hydrologische effecten optimale verdeelsleutel	26
5.1 Hydrologische effecten uitbreiding 3 Mm ³ /jaar Eemdijk	26
5.1.1 Grondwaterstanden	26
5.1.2 Kwel en wegzijging	27
5.1.3 Grondwaterbeschermingsgebied en boringsvrije zone	28
5.2 Hydrologische effecten 7 Mm ³ /jaar Schalkwijk	30
5.2.1 Grondwaterstanden	30
5.2.2 Kwel en wegzijging	31
5.2.3 Grondwaterbeschermingsgebied en boringsvrije zone	32

6	Omgevingseffecten en beschermbaarheid optimale verdeelsleutel	34
6.1	Inleiding	34
6.2	Natuur	34
6.2.1	Methode	34
6.2.2	Effecten natuur bij uitbreiding winning Eemdijk met 3 Mm ³ /jaar	36
6.2.3	Effecten natuur bij winning Schalkwijk met 7 Mm ³ /jaar	41
6.2.4	Eindoordeel effecten natuur	45
6.3	Landbouw	46
6.3.1	Methodiek	46
6.3.2	Effecten landbouw bij uitbreiding winning Eemdijk met 3 Mm ³ /jaar	47
6.3.3	Effecten landbouw bij winning Schalkwijk met 7 Mm ³ /jaar	48
6.3.4	Eindoordeel effecten landbouw	50
6.4	Stedelijk gebied en infrastructuur (zetting)	50
6.4.1	Methodiek	50
6.4.2	Resultaten	51
6.5	Archeologie	53
6.5.1	Monumenten	53
6.5.2	Trefkans	53
6.5.3	Eindoordeel archeologische effecten	54
6.6	Beschermbaarheid	54
6.6.1	Verandering grondwaterbeschermingsgebied	54
6.6.2	Risicovolle landgebruik functies	55
6.6.3	Risicovolle activiteiten binnen nieuw beschermingsgebied	56
6.6.4	Eindbeoordeling beschermbaarheid	57
7	Samenvattende conclusies en aandachtspunten	58

Bijlage(n)

- 1 Toelichting modellen
- 2 Rapportage tijdreeksmodellering Holk en Eemdijk
- 3 Kwalitatief oordeel omgevingseffecten voor bepalen optimale verdeelsleutel

1 Inleiding

1.1 Context

In de Lange Termijn Visie Wininfrastructuur Vitens 2010-2040 'Zicht op Water' hebben Vitens en de provincies binnen het voorzieningsgebied van Vitens een convenant getekend 'Verkenning Interprovinciale Drinkwaterleveringen'. Doel is om de noodzaak en mogelijkheden voor interprovinciale leveringen in beeld te brengen, zodat per provincie de nodige keuzes voor inrichting van de toekomstige infrastructuur gemaakt kunnen worden. In dat kader zijn diverse onderzoeken voorzien, waaronder onderzoeken voor de drinkwatervoorziening in Centraal en West Nederland.

1.2 Uitgevoerde uitwerkende studies

In 2013 is een verkennend onderzoek uitgevoerd naar verschillende alternatieven voor de drinkwaterwinning in Utrecht en het Gooi (Verkennend Onderzoek IPL Centraal en WEST NL, Royal HaskoningDHV, juli 2013). Als resultaat van deze studie zijn kansrijke oplossingsrichtingen geformuleerd waarvoor nader onderzoek en uitwerking nodig is. Vervolgens zijn twee uitwerkende studies uitgevoerd in 2014 (beide gerapporteerd begin 2015). De eerste studie is gericht op de vraag hoe invulling kan worden gegeven aan het verwachte tekort in de dekking van de vraag naar drinkwater op de lange termijn (horizon tot 2040) in de provincie Utrecht. Dit tekort heeft een omvang van in totaal 10 Mm³/jaar en treedt vooral op rond de steden Amersfoort en Utrecht. De tweede studie is gericht op een duurzame inpassing van de drinkwaterproductie op de locatie Loosdrecht. In de rapportage 'Uitwerking Interprovinciale Drinkwaterlevering provincie Utrecht' zijn de resultaten gepresenteerd.

Voor de eerste studie zijn de geohydrologische effecten en de omgevingseffecten van verschillende scenario's in beeld gebracht. Deze scenario's bestonden uit meerdere winlocaties en variërende winhoeveelheden. Door Vitens is in samenwerking met de provincies een beslissing opgesteld met daarin een stappenplan voor het vervolg (zie kader).

Kader: Vervolgstappen voor capaciteitsstekort provincie Utrecht (bestuurlijk besluit december 2014)

Onderzoek starten naar hoe de benodigde 10 Mm³/jaar te verdelen over de drie geschikte locaties (bijvoorbeeld meer dan 3 Mm³/jaar op de locatie Schalkwijk en minder dan 4 Mm³/jaar bij Eemdijk), rekening houdend met de verdeling in de tijd op basis van de (geactualiseerde) prognose van de vraag en van de bestaande capaciteit om drinkwater te produceren.

De sleutel voor deze verdeling ligt in de hoeveelheid water die gewonnen kan worden op de locatie Schalkwijk. Het ligt voor de hand het onderzoek hiernaar, maar ook het organiseren van de inspraak en het gebruiken van de gebiedskennis van omgevingspartijen vorm te geven via een beknopte milieueffectrapportage (waarvoor solide basis al is gelegd in de voorgaande studies) met als doel het aanreiken aan Bevoegd Gezagen van informatie nodig om te kunnen besluiten over het bepalen van de vergunningen voor optimale verdeling over de drie winlocaties.

Vooralsnog de huidige vergunningshoeveelheid van de winning Holk handhaven. Dit formaliseren door het besluit tot reductie van de vergunning aan te houden. Definitieve besluitvorming ten aanzien van de vergunning Holk vindt plaats nadat de onderzoeken van de opties zijn uitgevoerd en de effecten op vergelijkbare wijze conform de tot nu toe gebruikte methode in beeld zijn gebracht.

1.3 Doel voorliggende studie

Voorliggende rapportage betreft het aanvullende onderzoek om vast te stellen welke potentie elke locatie heeft en hoe de benodigde 10 Mm³/jaar het beste kan worden verdeeld over de winlocaties Eemdijk, Holk en Schalkwijk.

Gedurende de uitvoering van de studie is in 2016 vanuit de provincie Gelderland aangegeven dat de wincapaciteit bij de winning Holk op termijn wellicht nodig is om aan de behoefte van de provincie Gelderland te dekken. Op basis hiervan is het oplossen van het capaciteitsstekort van de provincie Utrecht geconcentreerd op de winlocaties Eemdijk en Schalkwijk. Voor beide locaties zijn allereerst verkennende berekeningen uitgevoerd om te komen tot een mogelijke verdeelsleutel over beide onttrekkingslocaties. Deze verdeelsleutel is definitief doorgerekend en de geohydrologische effecten en omgevingseffecten zijn in beeld gebracht.

In dit onderzoek is eveneens onderzocht wat de kwaliteit is van het gebruikte modelinstrumentarium in relatie tot de uitkomsten in 2014. Daar waar nodig zijn verbeteringen doorgevoerd.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is een toelichting opgenomen van het gebruikte modelinstrumentarium. Vervolgens zijn in de hoofdstuk 3 de resultaten van de verkennende berekeningen opgenomen voor de winlocaties Schalkwijk en Eemdijk. In hoofdstuk 4 is aangegeven hoe de optimale verdeelsleutel

van 10 Mm³/jaar over beide windebieten is vastgesteld. Vervolgens zijn in hoofdstuk 5 de detailberekeningen uitgevoerd voor de optimale verdeelsleutel en zijn in hoofdstuk 6 de omgevingseffecten daarvan weergegeven. In hoofdstuk 7 zijn de samenvattende conclusies en aandachtspunten voor het vervolgproces opgenomen.

2 Modelinstrumentarium

2.1 Gebruikt modelinstrumentarium

In paragraaf 1.2 is aangegeven welke uitvoerende studies de afgelopen jaren zijn uitgevoerd. Gedurende die jaren zijn er diverse ontwikkelingen geweest rondom het regionale model AZURE.

In 2014 zijn de uitwerkende studies voor het programma 'Interprovinciale levering van drinkwater voor Centraal en West Nederland' uitgevoerd. De geohydrologische effecten van de onderzochte winningsalternatieven zijn destijds doorgerekend met twee regionale modellen, namelijk AZURE 1.01 en het HYDROMEDAH model opgeleverd in 2009. Beide modellen zijn in het kader van deze studie beoordeeld. In de tussentijd is een nieuwere versie van het AZURE model (versie 1.02) beschikbaar gekomen. Deze nieuwe versie is gebruikt bij deze studie en is deels aangepast. De winning Eemdijk is doorgerekend met een aangepast AZURE 1.02 model en de winning Schalkwijk met een aangepast HYDROMEDAH model.

2.2 Gevolgde stappen

Eind 2015 is een discussie ontstaan over de betrouwbaarheid van de gebruikte modellen. Dit betrof het oorspronkelijke AZURE 1.01 model en het HYDROMEDAH model opgeleverd in 2009. In de expertsessie begin 2016 is dit nader besproken en is een aantal modelaspecten nader onder de loep genomen. Tijdens de expertsessie is een aantal adviezen en aanbevelingen naar voren gekomen. Dit is vastgelegd in een notitie en opgenomen in bijlage 1.

Vervolgens heeft een aanvullend onderzoek van de modellen plaatsgevonden op basis van hetgeen in de notitie van begin 2016 is vastgelegd.

De belangrijkste bevindingen ten aanzien van het AZURE model zijn de foutieve industriële winningen, het gebruik van de SFT-package en de twijfels over de hoge weerstand van scheidende lagen. Ook is tijdens de expertmeeting begin 2016 de vraag gerezen of de berekende effecten wel overeenkomen met werkelijk gemeten effecten. De winning Holk is gereduceerd en de winning Eemdijk is opgestart en daarom is het mogelijk om het effect daarvan uit gemeten stijghoogtemetingen te herleiden en te vergelijken met de berekende effecten. Deze visuele beoordeling heeft plaatsgevonden en op basis daarvan waren er sterke vermoedens dat het toen gebruikte model de effecten overschat. Het lastige bij een visuele beoordeling is dat het exacte effect en kleine effecten niet visueel vastgesteld kunnen worden. Dit kan wel met een statistische analyse (tijdstijghoogtemodellering of tijdreeksanalyse).

Voor het HYDROMEDAH model geldt dat de effecten van de winning Schalkwijk 'aan de zuidelijke modelrand hing'. Dit betekent dat het HYDROMEDAH model aan de zuidzijde niet ver genoeg reikt en dat het model aan de zuidzijde vergroot moet worden. Het uitbreiden van het HYDROMEDAH model is uitgevoerd op basis van gegevens uit MORIA 3.0. Geconcludeerd is dat

het modelgebied nu voldoende groot is. Met dit model zijn vervolgens de verkennende scenario's van Schalkwijk doorgerekend. De resultaten daarvan zijn opgenomen in hoofdstuk 3 van voorliggende studie.

Het uitgevoerde aanvullende onderzoek is in mei 2016 afgerond en besproken. Een beschrijving van de uitgevoerde werkzaamheden is opgenomen in bijlage 2.

Besloten is om een tijdreeksmodellering op te starten en het AZURE model aan te passen.

De volgende aanpassingen zijn daarbij afgesproken:

- Geen gebruik maken van een schalingsfactor (er zijn veel onduidelijkheden over de schalingsfactor en bij diverse studies wordt de schalingsfactor nu standaard uitgezet)
- Schematiseren juiste industriële winningen en
- Eventueel calibreren weerstandwaarde scheidende laag (C5) op basis van de resultaten uit de tijdreeksmodellering

In september 2016 is gestart met het uitvoeren van de tijdreeksmodellering en het aanpassen van het AZURE-model.

Door KWR is een tijdreeksmodellering uitgevoerd met behulp van het programma Menyantes.

Op basis van de tijdreeksmodellering is voor 41 meetpunten vastgesteld wat het effect is van de reductie van Holk en de opstart van de winning Eemdijk. De bevindingen van dit onderzoek zijn 20 december 2016 besproken in de expertsessie en het rapport is opgenomen in bijlage 2.

Deels gelijktijdig en op basis van de bevindingen uit de tijdreeksmodellering is het AZURE model aangepast. Aangezien op dat moment een nieuwere versie van het AZURE model beschikbaar (versie 1.02) is gekomen is besloten het meest recente model te gebruiken. De bevindingen van de modelaanpassingen zijn eveneens besproken in de expertsessie van 20 december 2016 en besloten is om met dit model de verkennende berekeningen voor Eemdijk uit te voeren. De resultaten van deze verkennende berekeningen aan Eemdijk zijn opgenomen in hoofdstuk 3 van voorliggende studie. De uitgevoerde modelaanpassingen zijn opgenomen in een notitie en ook deze notitie is opgenomen in bijlage 1.

Eind januari 2017 is een keuze gemaakt voor een optimale verdeelsleutel tussen de winlocatie Eemdijk en Schalkwijk. Vervolgens zijn de effecten met de instationaire modellen doorgerekend, waarbij rekening is gehouden met een voldoende lange voorperiode in het rekenmodel. Dit is noodzakelijk om te voorkomen dat de effecten van een opstartende winning in beeld worden gebracht.

2.3 Betrouwbaarheid modellen

Voor deze studie is gebruik gemaakt van de nieuwste versies van de modellen. AZURE is nog in ontwikkeling en hebben we daarom gecontroleerd op inconsistenties en onvolkomenheden. In het model zijn actuele onttrekkingsdebieten van (industriële) winningen ingebracht. HYDROMEDAH is aan de zuidzijde uitgebreid met gegevens uit MORIA om geen ongewenste effecten te krijgen

als gevolg van de modelrand. De controles en aanpassingen zijn uitgevoerd in overleg met deskundigen.

De berekende effecten van de winningen Holk en Eemdijk zijn vergeleken met gemeten effecten in het verleden (daarvoor is gebruik gemaakt van tijdreeksanalyses). De modelberekeningen blijken goed overeen te komen. Dat geeft vertrouwen dat de modellen voorspelkracht hebben en dat de berekeningen en inschattingen een goed beeld geven van de te verwachten effecten van de (uitbreidingen) van de winningen.

3 Verkennende berekeningen

3.1 Verkennende scenario's Schalkwijk

In de vorige studie (2014) zijn de effecten berekend van een nieuwe winning Schalkwijk met een onttrekkingshoeveelheid van 3 Mm³/jaar. Uitkomst was dat er bij deze hoeveelheid geen negatieve omgevingseffecten optreden. Mogelijk kan op deze nieuwe locatie meer grondwater worden onttrokken, zonder dat er negatieve effecten ontstaan. In dit hoofdstuk wordt onderzocht welk windebiet voor Schalkwijk mogelijk lijkt op basis van een kwalitatieve inschatting van de omgevingseffecten. Hierbij is met windebieten 3, 4, 5, 6 en 7 Mm³/jaar gerekend.

In paragraaf 3.1.1 zijn de (vooralsnog fictieve) locaties van de onttrekkingsputten weergegeven zoals ze in het model zijn opgenomen en in paragraaf 3.1.2 zijn de berekende hydrologische effecten beschreven (op basis van oriënterende, stationaire berekeningen).

3.1.1 Locatie onttrekkingsputten

In figuur 3.1 zijn de nieuwe pompputlocaties weergegeven bij een debiet van 7 Mm³/jaar.

Uitgangspunt is hierbij dat een pompput maximaal 80 m³/uur (700.800 m³/jaar) kan onttrekken.

Op die manier is per onttrekkingsdebiet het benodigd aantal pompputten berekend.

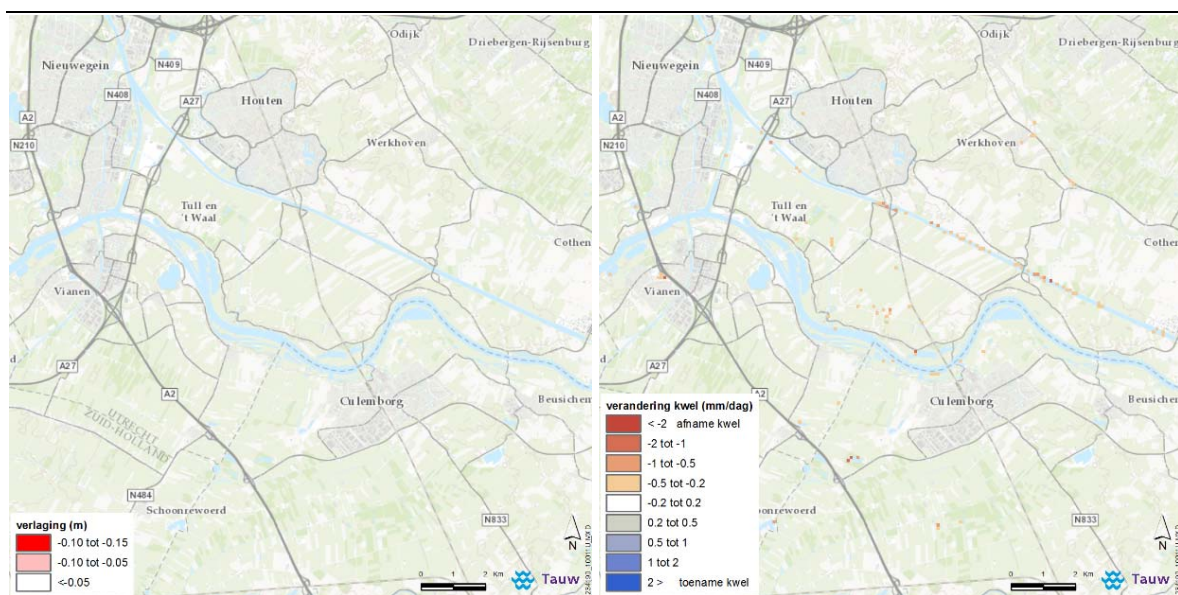


Figuur 3.1 Nieuwe locatie pompputten Schalkwijk bij 7 Mm³/jaar

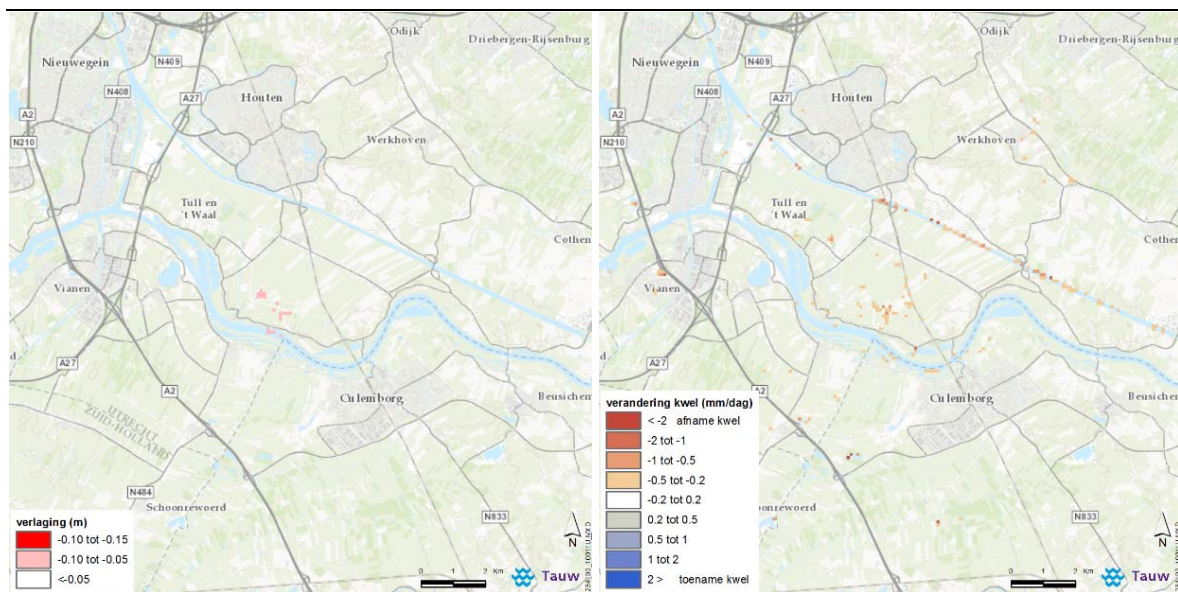
3.1.2 Hydrologische effecten Schalkwijk

In figuren 3.2 t/m 3.6 zijn de stationair berekende freatische grondwaterstandsverlagings (links) en de berekende fluxveranderingen (rechts) weergegeven voor verschillende onttrekkingsdebiëten.

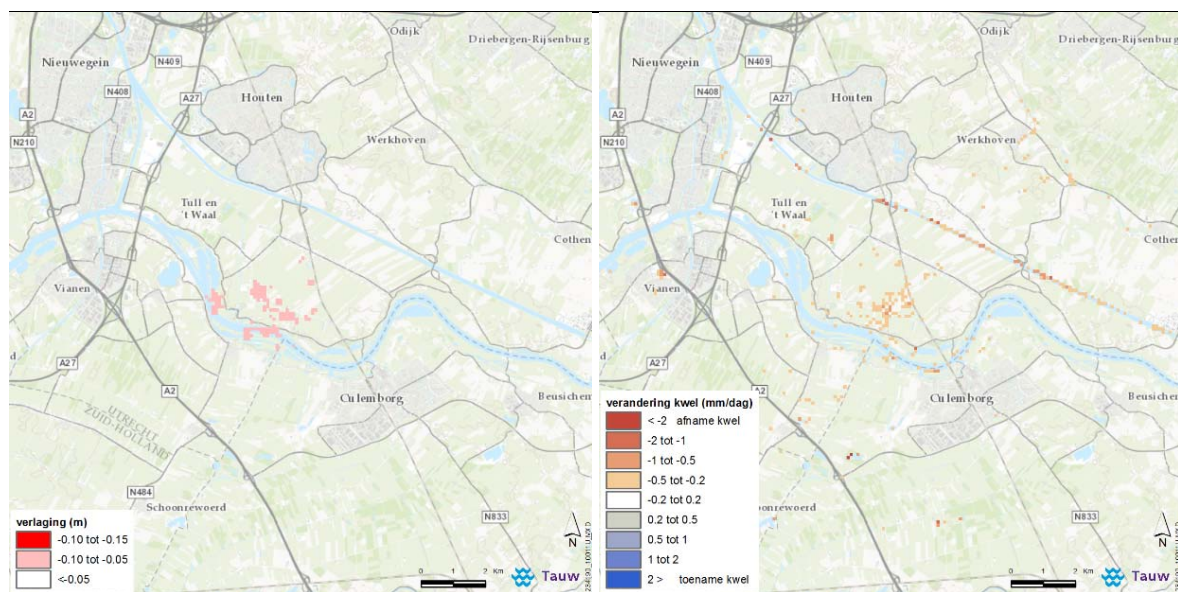
Uit de figuren blijkt dat er bij het windebiet van 3 Mm³/jaar nauwelijks grondwaterstandsverlaging wordt berekend. Op een aantal locaties wordt wel een zeer beperkte afname van de kwel berekend. Bij 4 Mm³/jaar worden voor een klein gebied een grondwaterstandsverlaging berekend. Het gebied met een berekende grondwaterstandsverlaging neemt met iedere debiettoename van 1 Mm³/jaar toe. De hoeveelheid blijft echter beperkt. Bij de windebieten van 4 t/m 6 Mm³/jaar is de berekende (freatische) grondwaterstandsverlaging 5 tot 10 cm. Bij een windebiet van 7 Mm³/jaar is dit maximaal 10 cm.



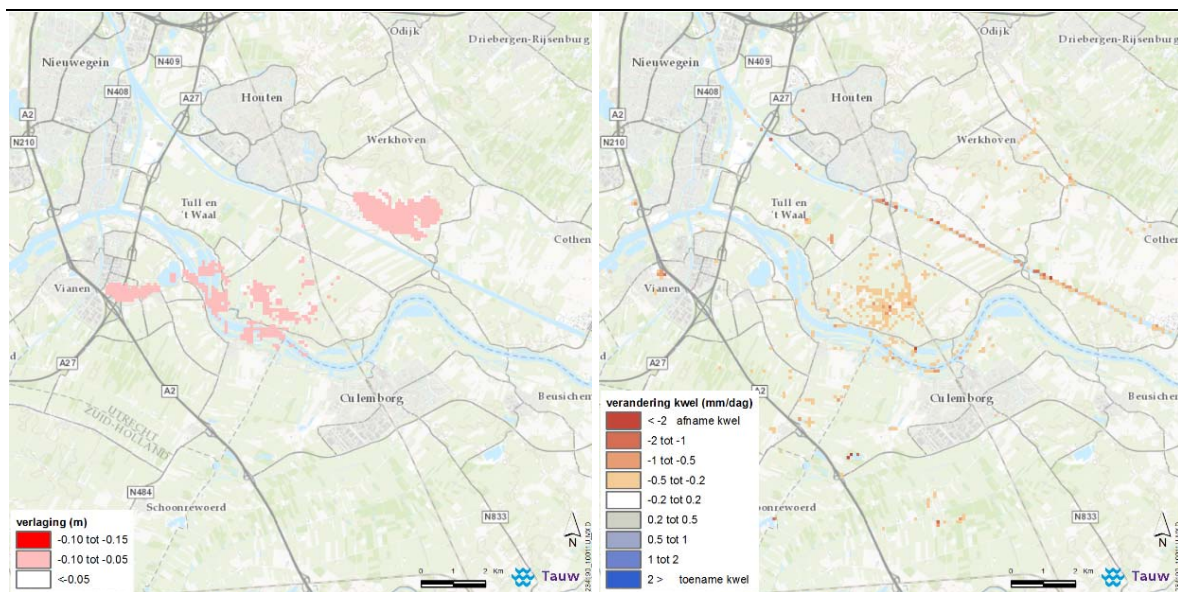
Figuur 3.2 Stationair berekende grondwaterstandsverlaging (links) en verandering kwel (rechts) bij windebiet van 3 Mm³/jaar bij Schalkwijk



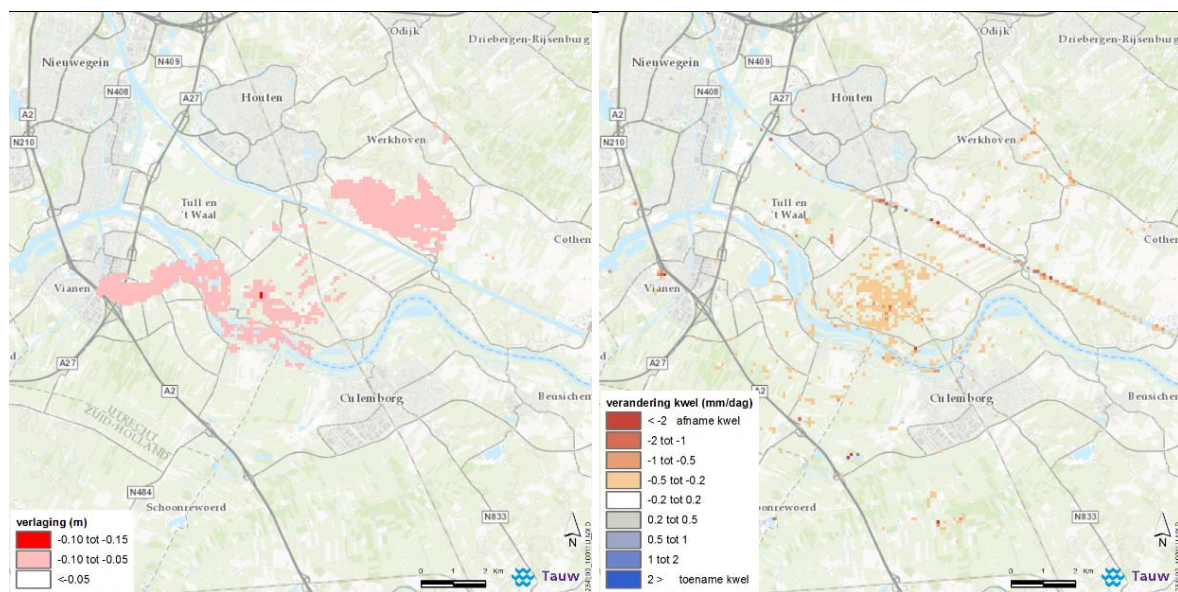
Figuur 3.3 Stationair berekende grondwaterstandsverlaging (links) en verandering kwel flux (rechts) bij windebiet van 4 Mm³/jaar bij Schalkwijk



Figuur 3.4 Stationair berekende grondwaterstandsverlaging (links) en verandering kwel flux (rechts) bij windebiet van 5 Mm³/jaar bij Schalkwijk



Figuur 3.5 Stationair berekende grondwaterstandsverlaging (links) en verandering kwelflux (rechts) bij windebiet van 6 Mm³/jaar bij Schalkwijk



Figuur 3.6 Stationair berekende grondwaterstandsverlaging (links) en verandering kwelflux (rechts) bij windebiet van 7 Mm³/jaar bij Schalkwijk

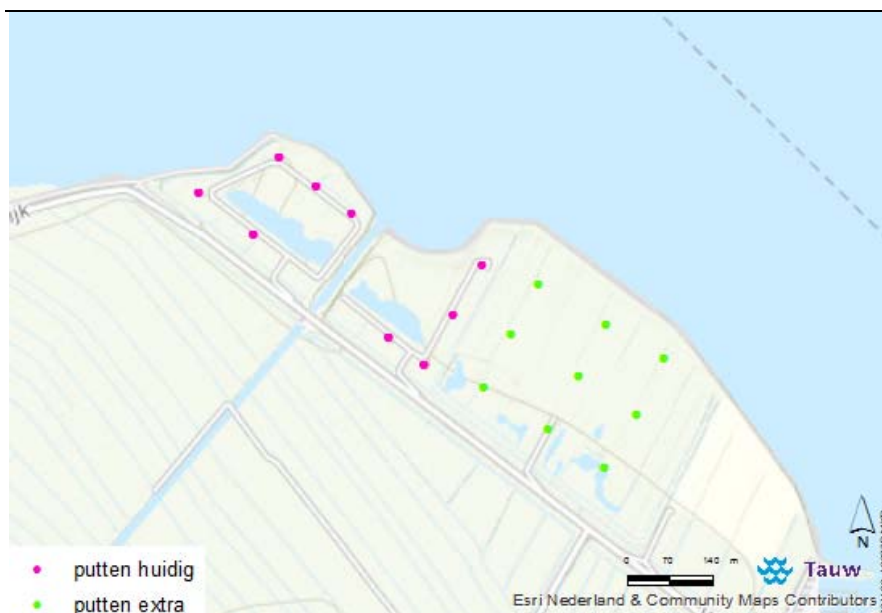
3.2 Verkennende scenario's Eemdijk

In de vorige studie (2014) zijn de effecten van een debietsverhoging (+4 Mm³/jaar) voor de winningslocatie Eemdijk doorgerekend met het AZURE 1.0 model. In deze studie zijn de debietsverhogingen +2, +3, +4 en +5 Mm³/jaar doorgerekend met AZURE 1.0.2. Voor de initiële situatie is uitgegaan van het vergunde debiet van 5 Mm³/jaar voor Eemdijk. De winning bij Holk is voor alle scenario's op een vergunde debiet van 10 Mm³/jaar gehouden.

In paragraaf 3.2.1 zijn de locaties van de onttrekkingsputten weergegeven zoals ze in het model zijn opgenomen en in paragraaf 3.2.2 zijn de berekende hydrologische effecten beschreven (op basis van oriënterende, stationaire berekeningen).

3.2.1 Locatie onttrekkingsputten

Voor het doorrekenen van de scenario's zijn extra pompputten toegevoegd. In figuur 3.7 is het voorsnog gebruikte puttenveld weergegeven. Het uitgangspunt hierbij was dat het onttrekkingsdebiet per pompput niet boven het huidige onttrekkingsdebiet van 63 m³/uur mag uitkomen. Op deze manier is per scenario het benodigd aantal pompputten berekend. Het scenario +5 Mm³/jaar geeft een verdubbeling van het initiële onttrekkingsdebiet, en dus een verdubbeling van het aantal pompputten. Voor de filterstelling is uitgegaan van de modellen 7 en 8.

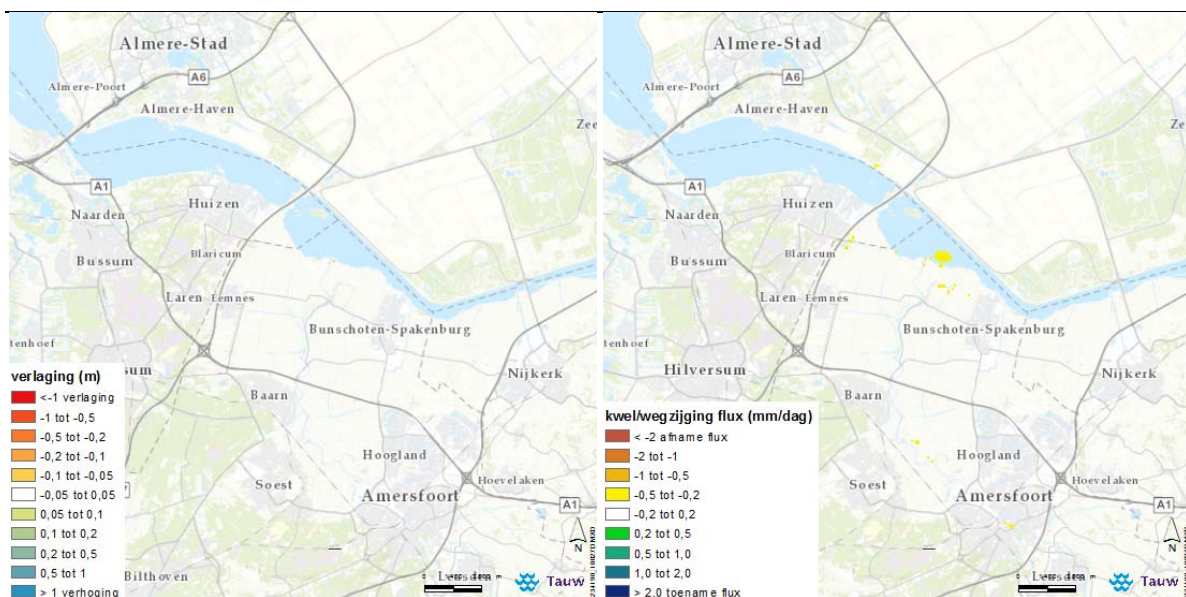


Figuur 3.7 Het huidige en nieuw gedachte pompputtenveld voor de winningslocatie Eemdijk

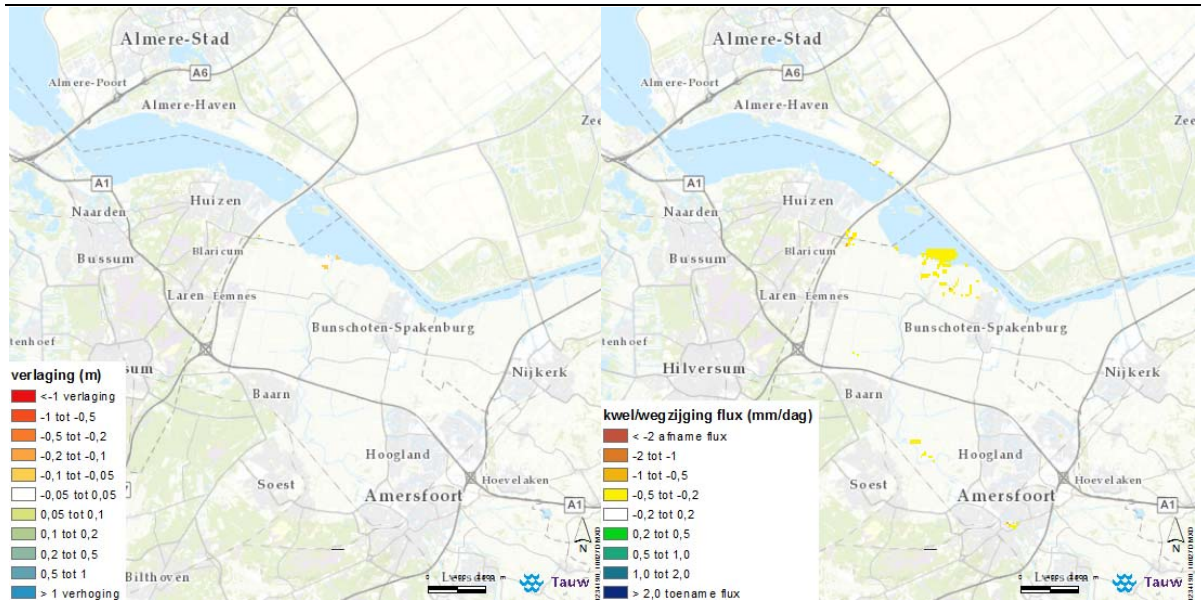
3.2.2 Hydrologische effecten Eemdijk

In figuren 3.8 t/m 3.11 zijn de stationair berekende freatische grondwaterstandsverlagingen (links) en de berekende fluxveranderingen (rechts) weergegeven voor verschillende onttrekkingsdebieten.

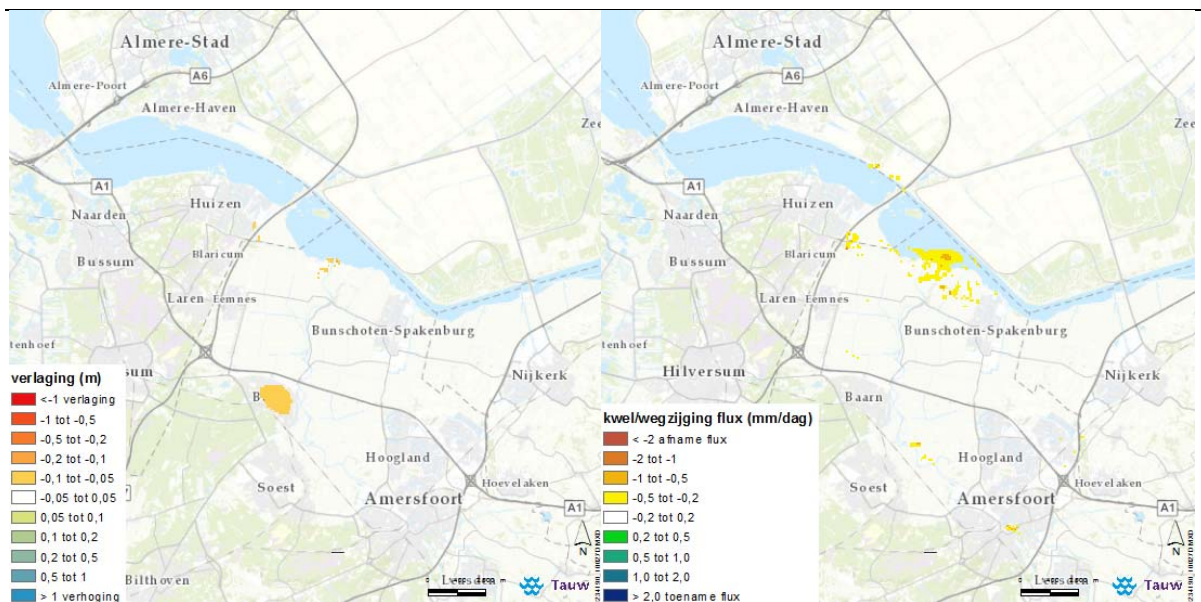
Uit de figuren blijkt dat bij een toename van 2 Mm³/jaar er nauwelijks freatische grondwaterstandsverlagingen worden berekend. Op een aantal locaties in de buurt van de onttrekkingslocatie wordt wel een afname van de kwelflux berekend. Het gebied met een berekende grondwaterstandsverlaging neemt met iedere debietstoename van 1 Mm³/jaar toe. De grootte van de grondwaterstandsverlaging blijft echter beperkt tussen de 5 en 10 cm. De maximaal berekende verlaging bij een toename van 5 Mm³/jaar bedraagt 11 cm.



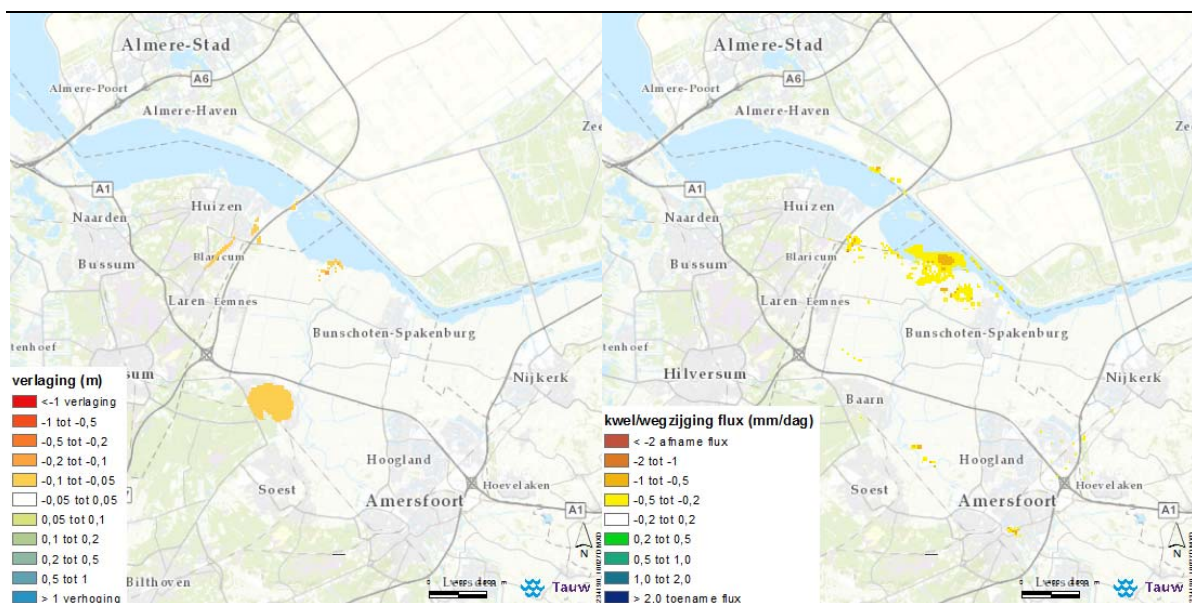
Figuur 3.8 Stationair berekende grondwaterstandsverlagingen (links) en verandering van kwelflux (rechts) bij een toename van 2 Mm³/jaar bij Eemdijk



Figuur 3.9 Stationair berekende grondwaterstandsverlagingen (links) en verandering van kwelflux (rechts) bij een toename van 3 Mm³/jaar bij Eemdijk



Figuur 3.10 Stationair berekende grondwaterstandsverlagingen (links) en verandering van kwelflux (rechts) bij een toename van 4 Mm³/jaar bij Eemdijk



Figuur 3.11 Stationair berekende grondwaterstandsverlagingen (links) en verandering van kwelflux (rechts) bij een toename van 5 Mm³/jaar bij Eemdijk

4 Optimale verdeelsleutel 10 Mm³/jaar

4.1 Inleiding

De optimale verdeelsleutel voor 10 Mm³/jaar over de winningen Eemdijk en Schalkwijk is bepaald aan de hand van de verkennende berekeningen (zoals gepresenteerd in hoofdstuk 3) en van een inschatting van de omgevingseffecten op basis van expertkennis. Hiervoor is gebruik gemaakt van de opgedane kennis in de studie 'Uitwerking Interprovinciale Drinkwaterlevering provincie Utrecht' van januari 2015. Voor de uitbreiding van de winning Eemdijk geldt dat de berekende effecten bij een uitbreiding van +5 Mm³/jaar vergelijkbaar zijn met de berekende effecten van +4 Mm³/jaar in de voorgaande studie. Daarom is voor de winning bij Eemdijk gebruik gemaakt van de destijds berekende omgevingseffecten bij de kwalitatieve beschouwing. Voor Schalkwijk is in de voorgaande studie gekeken naar een winning van 3 Mm³/jaar. Voor een winhoeveelheid van 7 Mm³/jaar kan dan geen gebruik meer gemaakt worden van de destijds berekende omgevingseffecten. Voor de kwalitatieve beschouwing van de omgevingseffecten voor Schalkwijk is daarom op basis van de informatie uit voorgaande studie een aanvullende beschouwing gemaakt van de omgevingseffecten.

In bijlage 3 is de gebruikte achtergrondinformatie opgenomen. Aan deze bijlage zijn ook 2 aanvullende notities opgenomen van KWR, waarin de kwalitatieve beschouwingen voor natuur zijn opgenomen. In deze 2 notities is de volgende informatie opgenomen:

- Mogelijke effecten winning Schalkwijk: de conclusie is opgenomen in paragraaf 1.1 van de eerste notitie in bijlage 3
- Optimale verdeling winningshoeveelheden Eemdijk en Schalkwijk vanuit natuuroverwegingen: de bevindingen zijn meegenomen in paragraaf 4.3 en de effecten van winning Eemdijk zijn opgenomen in paragraaf 2.1 van de eerste notitie in bijlage 3

4.2 Omgevingseffecten Eemdijk

De omgevingseffecten op stedelijk gebied, natuur, landbouw en zetting zijn kwalitatief beoordeeld voor de verschillende windebieten. In onderstaande tabel is de beoordeling opgenomen. De aangegeven beoordeling heeft niet als doel om in absolute zin een uitspraak te doen, maar is met name bedoeld om de onderlinge vergelijking tussen de verschillende windebieten te kunnen maken.

Tabel 4.1: Kwalitatief oordeel omgevingseffecten winning Eemdijk (geen MER-beoordeling, maar onderling vergelijk)

Debiet	Natuur	Landbouw	Zetting (bodemdaling)	Stedelijk (zetting en droogvallen houten paalkoppen)
+2	0	0	0-	0
+3	0-	0	-	0
+4	-	0	-	0-
+5	--	0+	--	-

Voor de locatie Eemdijk zijn de belangrijkste aandachtspunten de effecten op natuur en de effecten op zettingsgevoelige bodems (veenweidegebied). Vanaf een windebiet van 4 Mm³/jaar moet voor zowel natuur als voor zetting rekening gehouden worden met een niet meer te verwaarlozen effect. Bovendien geldt dat de effecten op natuur optreden bij kwetsbare grondwaterafhankelijke natuur. De maximale uitbreiding van de onttrekkingshoeveelheid voor de winlocatie Eemdijk komt op basis van voorgaande berekeningen en kwalitatief oordeel van omgevingseffecten uit op 2 tot 3 Mm³/jaar.

4.3 Omgevingseffecten Schalkwijk

De omgevingseffecten op stedelijk gebied, natuur, landbouw en zetting zijn kwalitatief beoordeeld voor de verschillende windebieten. In onderstaande tabel is de beoordeling opgenomen. De aangegeven beoordeling heeft niet als doel om in absolute zin een uitspraak te doen, maar is met name bedoeld om de onderlinge vergelijking tussen de verschillende windebieten te kunnen maken.

Tabel 4.2 Kwalitatief oordeel omgevingseffecten nieuwe winning Schalkwijk (geen MER-beoordeling, maar onderling vergelijk)

Debiet	Natuur	Landbouw	Zetting (bodemdaling)	Stedelijk (zetting en droogvallen houten paalkoppen)
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0
5	0	0+	0	0
6	0	0+	0-	0-
7	0-	0+	-	-

Voor de locatie Schalkwijk zijn de belangrijkste aandachtspunten de effecten op stedelijk gebied en de effecten op zettingsgevoelige bodems (rivierkleigronden). Vanaf een windebiet van 7 Mm³/jaar moet rekening gehouden worden met een niet meer te verwaarlozen effect. De maximale onttrekkingshoeveelheid voor de winlocatie Schalkwijk komt op basis van voorgaande berekeningen en kwalitatief oordeel van omgevingseffecten uit op 6 tot 7 Mm³/jaar.

4.4 Verdeelsleutel op basis van omgevingseffecten

Om de optimale verdeelsleutel vast te stellen is als eerste gekeken welke winhoeveelheid bij beide winlocaties als maximaal wordt gezien. Vervolgens is beoordeeld hoe dan het beste 10 Mm³/jaar kan worden verdeeld over deze twee locaties.

Het maximale onttrekkingsdebiet op basis van de kwalitatief ingeschatte omgevingseffecten komt nauwelijks tot een totale hoeveelheid van 10 Mm³/jaar. Voor het vaststellen van de maximale potentie is het voorkomen van omgevingseffecten echter geen harde eis. Bij de vergelijking van de winlocatie Eemdijk met de winlocatie Schalkwijk valt op dat de omgevingseffecten bij een winhoeveelheid van 7 Mm³/jaar bij Schalkwijk ongeveer vergeleken kunnen worden met de omgevingseffecten van 3 Mm³/jaar bij Eemdijk. Voor de locatie Eemdijk is een onttrekkingshoeveelheid van 3 Mm³/jaar ook gelimiteerd door de aanwezigheid van zettingsgevoelige bodems en ook bodemtypes die zettingsgevoeliger zijn dan bij Schalkwijk, waarmee de '-' beoordeling bij Eemdijk waarschijnlijk van grotere orde is dan bij Schalkwijk.

Bepalend bij de optimale verdeelsleutel is het potentiële effect op natuur en de zettingsrisico's. Voor de optimale verdeelsleutel van 10 Mm³/jaar wordt uitgegaan van:

- Eemdijk: uitbreiding met 3 Mm³/jaar
- Schalkwijk: 7 Mm³/jaar

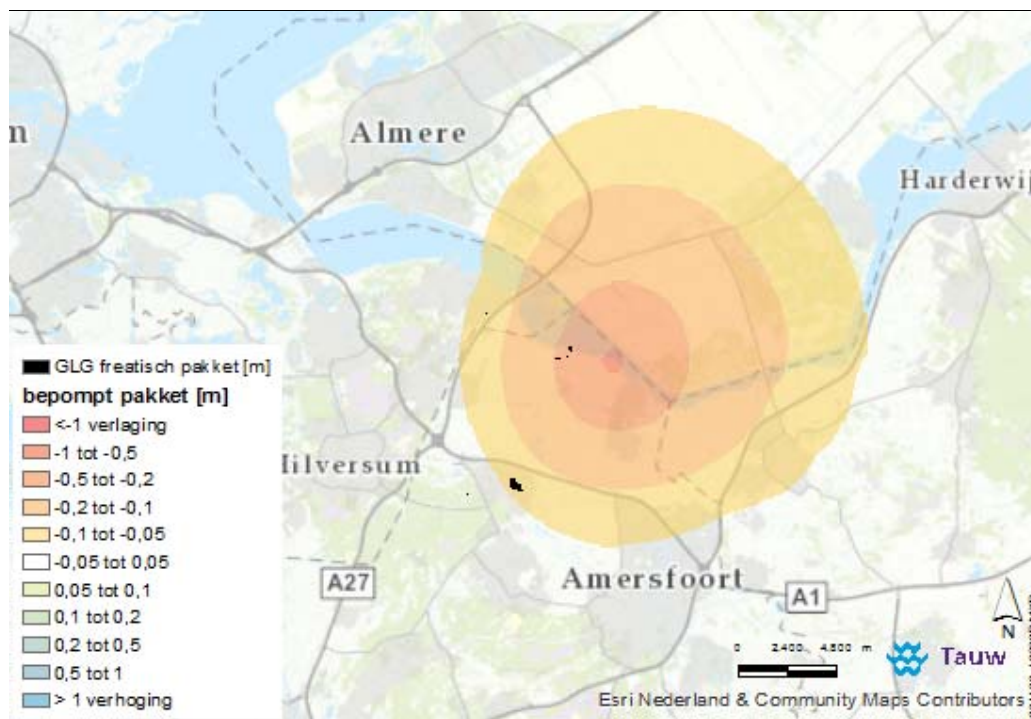
5 Hydrologische effecten optimale verdeelsleutel

5.1 Hydrologische effecten uitbreiding 3 Mm³/jaar Eemdijk

5.1.1 Grondwaterstanden

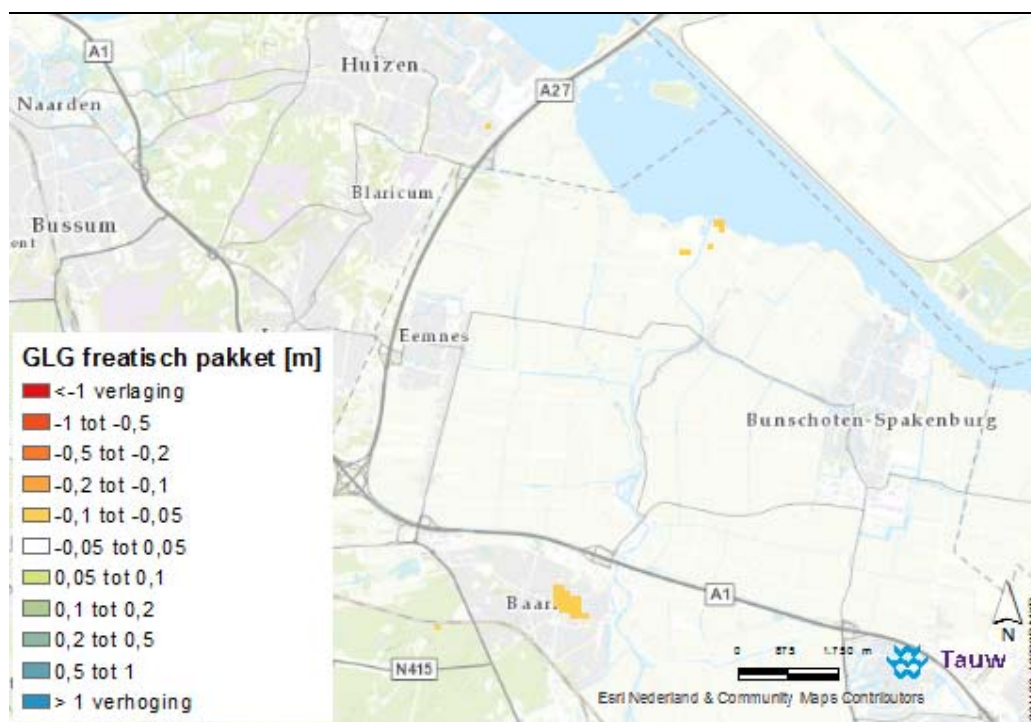
Voor de winning Eemdijk zijn op basis van instationaire berekeningen de effecten op de grondwaterstanden vastgesteld (zie figuur 5.1 en 5.2).

In figuur 5.1 is de verlaging van de stijghoogte in het bempompte pakket weergegeven. In het bempompte pakket is de stijghoogteverandering maximaal 80 cm nabij de winning en ligt de 5 cm verlagingscontour op 8 tot 14 km van de winlocatie.



Figuur 5.1 Verlaging stijghoogte bempompt pakket door de toename van de winning bij Eemdijk met 3 Mm³/jaar (in de figuur is ook de omvang van het freatische effect weergegeven in het zwart)

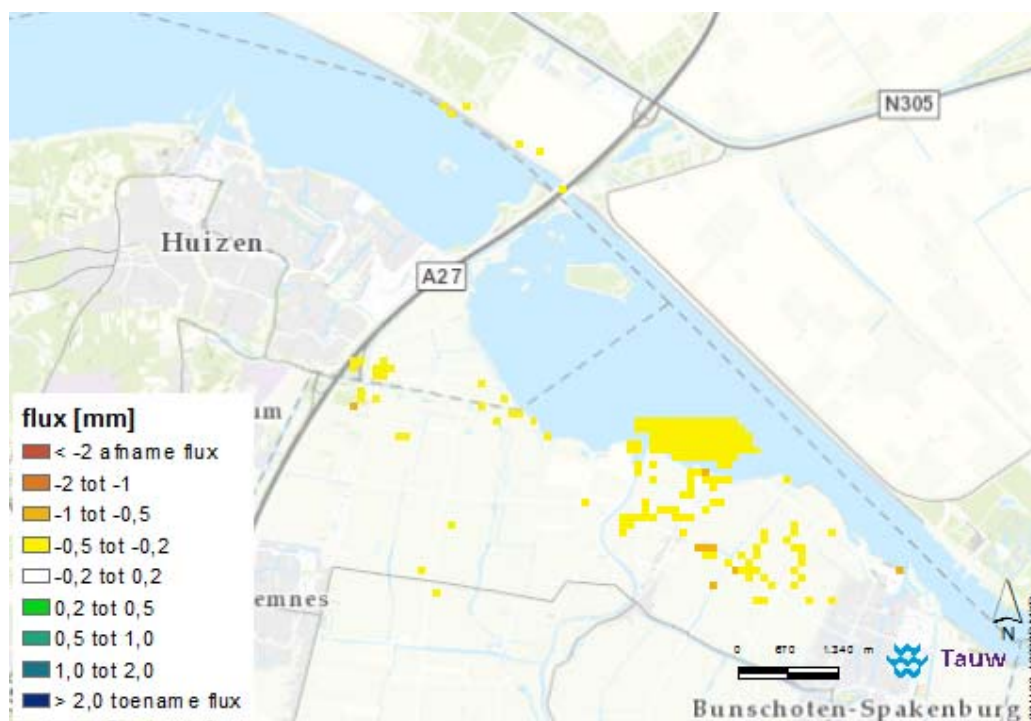
In figuur 5.2 is de verlaging van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) weergegeven. De verlaging van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) zijn vergelijkbaar. Op de stuwwal bij Huizen en Baarn en in de polder nabij de monding van de Eem is sprake van een freatische verlaging tot 10 cm.



Figuur 5.2 Verlaging GLG in freatisch pakket door de toename van de winning bij Eemdijk met 3 Mm³/jaar

5.1.2 Kwel en wegzijging

In figuur 5.3 is de verandering van de kwel weergegeven. Nabij de oever en langs de randen van het Eemmeer treedt een fluxverandering (toename wegzijging) op tot circa 1 mm/dag.

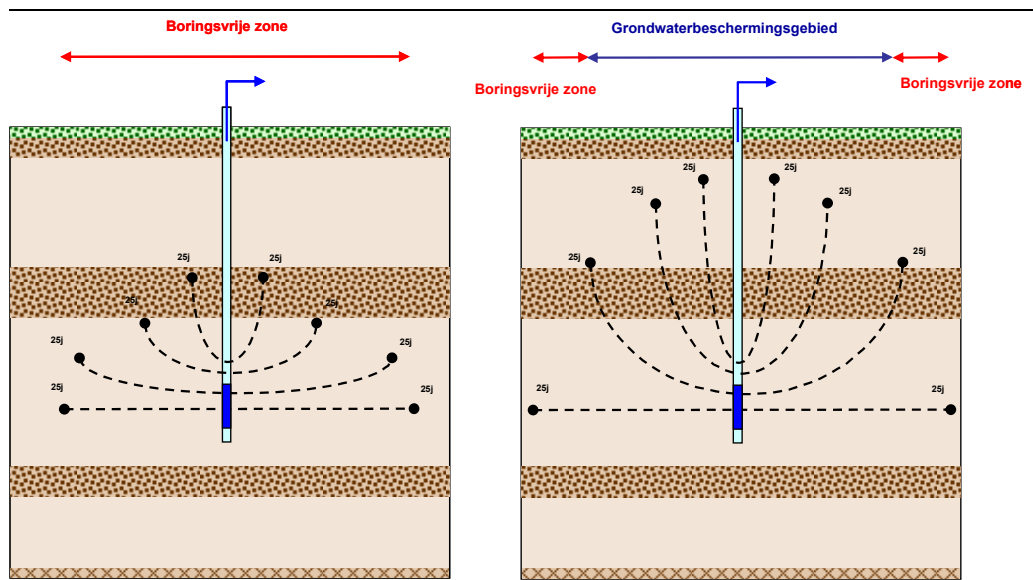


Figuur 5.3 Verandering gemiddelde kwel/wegzijging (0.2-1 mm/dag) door de (toename van de) winning Eemdijk

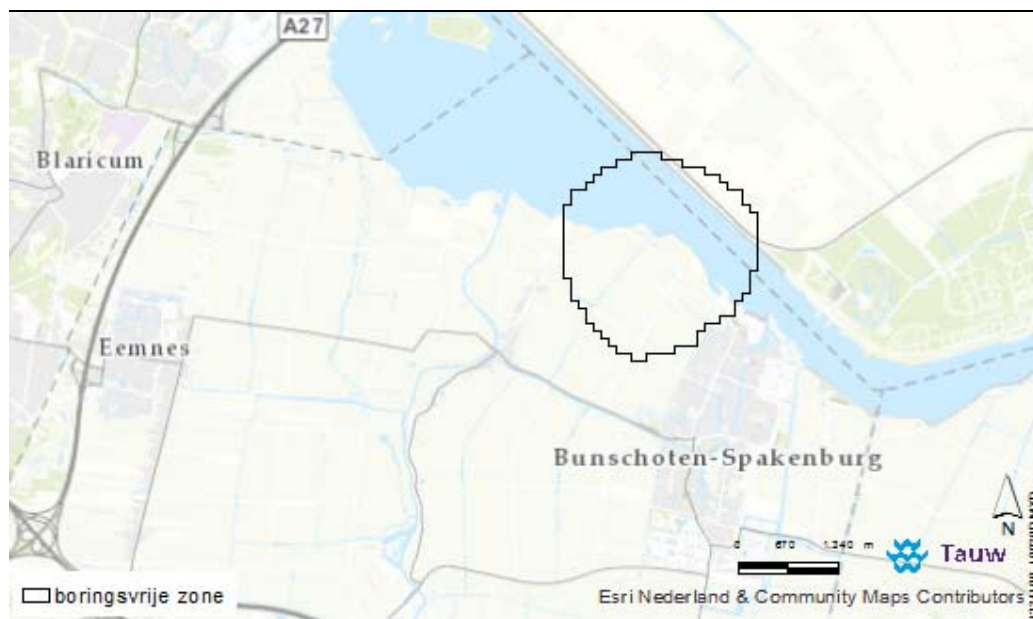
5.1.3 Grondwaterbeschermingsgebied en boringsvrije zone

Het grondwaterbeschermingsgebied is berekend volgens de systematiek zoals weergegeven in onderstaand figuur. Dit is de systematiek zoals toegepast door de provincie Utrecht. Met het model zijn startpunten in de gepompte laag gekozen om de begrenzing van de boringsvrije zone vast te stellen. Vervolgens zijn startpunten aan de onderzijde/basis van de eerste watervoerende laag gestart om het grondwaterbeschermingsgebied vast te stellen. In beide gevallen is dit voor een periode van 25 jaar uitgevoerd.

Uit de berekeningen volgt dat de stroombanen vanuit het eerste watervoerende pakket niet binnen 25 jaar in de pompputten terechtkomen. Dit houdt in dat er geen sprake is van een grondwaterbeschermingsgebied. In figuur 5.5 is de berekende boringsvrije zone weergegeven voor de totale winhoeveelheid, inclusief de uitbreiding met 3 Mm³/jaar.



Figuur 5.4 Schematische weergave vaststelling boringsvrije zone en grondwaterbeschermingsgebied



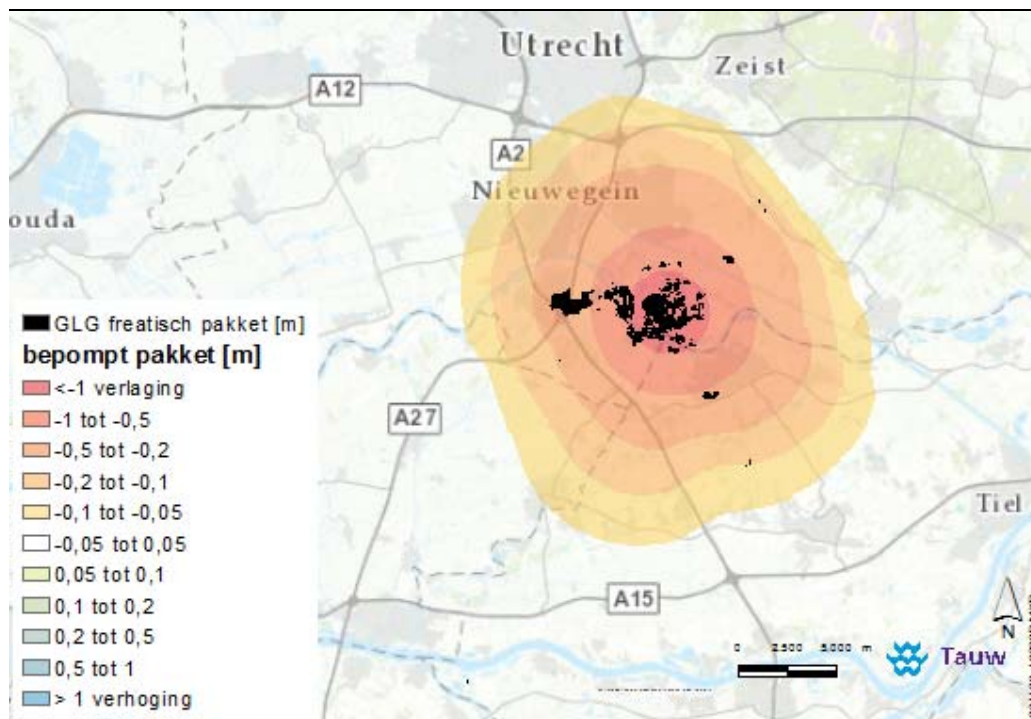
Figuur 5.5 De berekende boringsvrije zone (25 jaar) voor de winning Eemdijk (totale hoeveelheid, inclusief toename 3 Mm³/jaar)

5.2 Hydrologische effecten 7 Mm³/jaar Schalkwijk

5.2.1 Grondwaterstanden

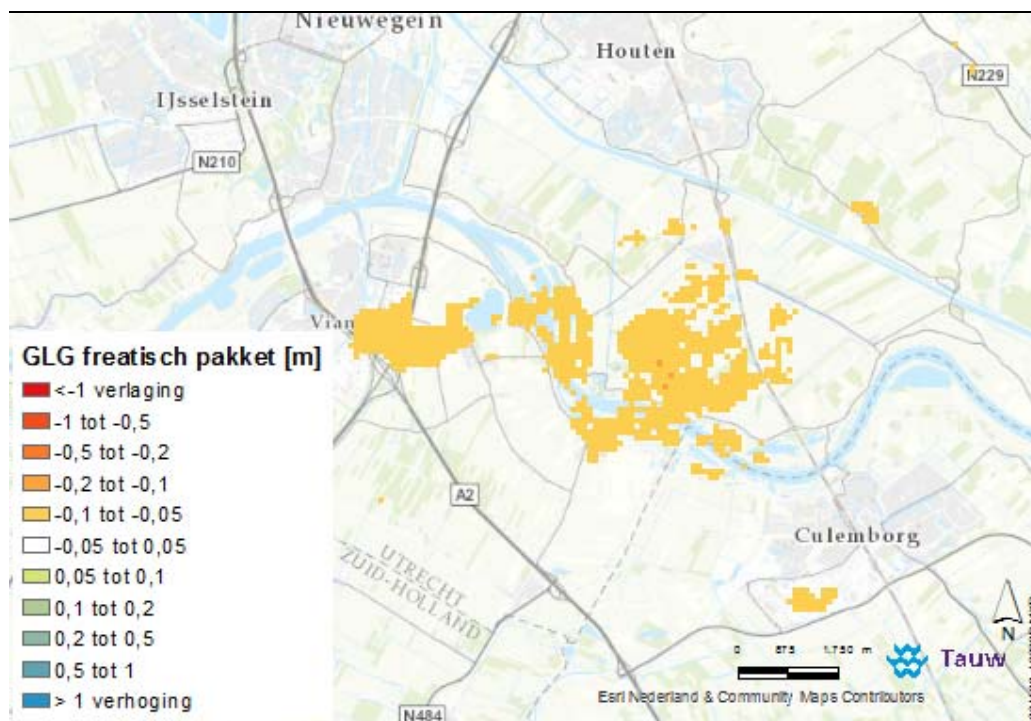
Voor de winning Schalkwijk zijn op basis van instationaire berekeningen de effecten op de grondwaterstanden vastgesteld (zie figuur 5.6 en 5.7).

In figuur 5.6 is de verlaging van de stijghoogte in het gepompte pakket weergegeven. In het gepompte pakket is de stijghoogteverandering maximaal 100 cm nabij de winning en ligt de 5 cm verlagingcontour op 9 tot 11 km van de winlocatie.



Figuur 5.6 Verlaging stijghoogte gepompt pakket door winning Schalkwijk van 7 Mm³/jaar (in de figuur is ook de omvang van het freatische effect weergegeven in het zwart)

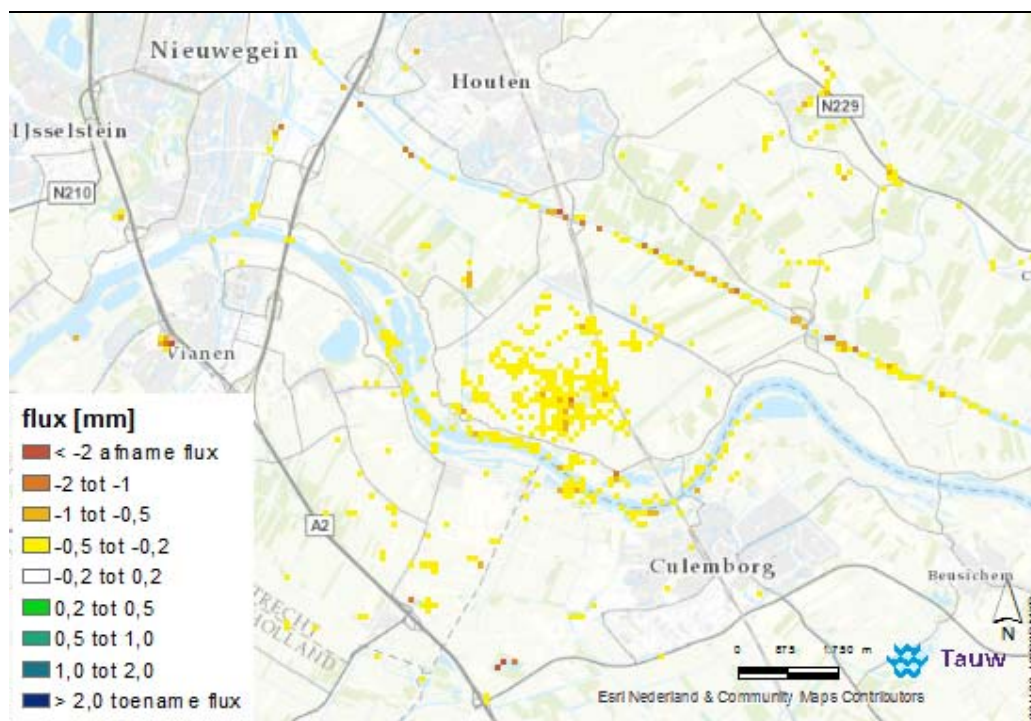
In figuur 5.7 is de verlaging van de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) weergegeven. De verlaging van de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddelde Voorjaars Grondwaterstand (GVG) zijn vergelijkbaar. Rondom de winningslocatie en ter plaatse van oost Vianen treedt een freatische GLG-verlaging van 5 tot 10 cm op.



Figuur 5.7 Verlaging GLG in fretaisch pakket voor de winning Schalkwijk van 7 Mm³/jaar

5.2.2 Kwel en wegzijging

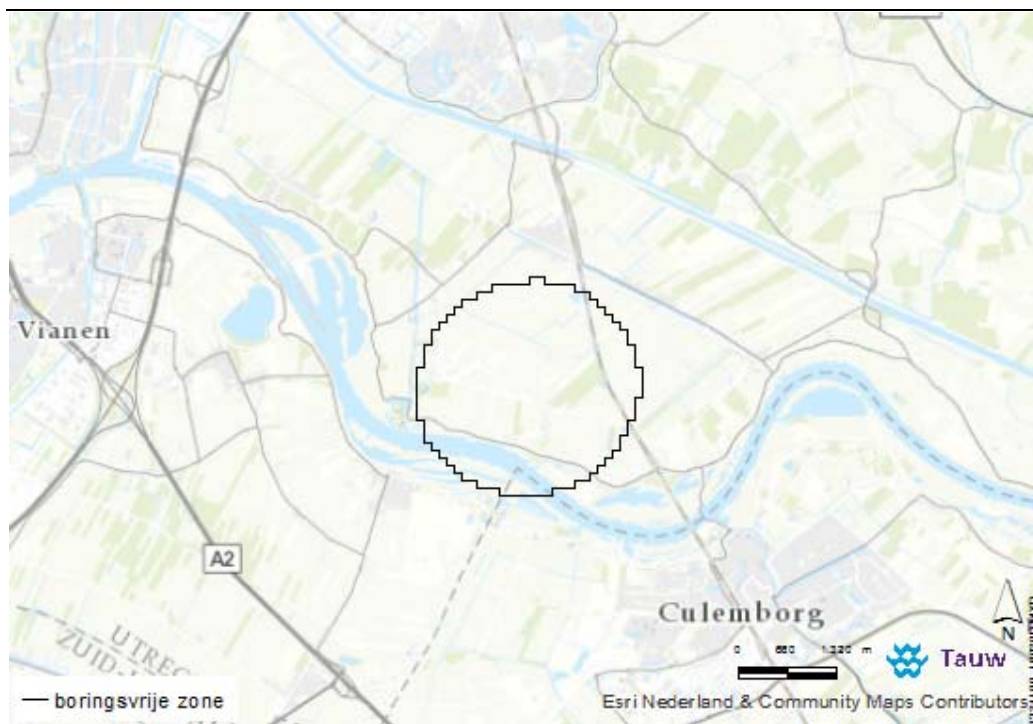
In figuur 5.8 is de verandering van de kwel weergegeven. Rondom de rivier de Lek, de winningslocatie en ter plaatse van het Amsterdam-Rijnkanaal treden fluxverandering op. De fluxveranderingen in de Lek en het Amsterdam-Rijnkanaal zijn veranderingen in voeding vanuit de omgeving naar het oppervlaktewater. Er is daar geen sprake van een fluxverandering in termen van kwel en wegzijging.



Figuur 5.8 Verandering gemiddelde kwel/wegzijing (0.2-1 mm/dag) door de winning Schalkwijk

5.2.3 Grondwaterbeschermingsgebied en boringsvrije zone

Uit de berekeningen volgt dat de stroombanen vanuit het eerste watervoerende pakket niet binnen 25 jaar in de pompputten terechtkomen. Dit houdt in dat er geen sprake is van een grondwaterbeschermingsgebied. In figuur 5.9 is de berekende boringsvrije zone weergegeven.



Figuur 5.9 De berekende boringsvrije zone (25 jaar) voor de winning Schalkwijk

6 Omgevingseffecten en beschermbaarheid optimale verdeelsleutel

6.1 Inleiding

In dit hoofdstuk zijn de omgevingseffecten en de beschermbaarheid van de winning weergegeven voor de optimale verdeelsleutel, zijnde een uitbreiding van de winning Eemdijk met 3 Mm³/jaar en een winning van 7 Mm³/jaar bij Schalkwijk.

Achtereenvolgens wordt uitgegaan op de volgende omgevingseffecten:

- Natuur (bijdrage KWR)
- Landbouw
- Stedelijk gebied en infrastructuur (zetting)
- Archeologie

Vervolgens wordt ingegaan op de beschermbaarheid van de winningen.

6.2 Natuur

6.2.1 Methode

Om de ecologische effecten te bepalen is gekeken waar binnen Natura 2000 gebieden en binnen het Nationale Natuur Netwerk (NNN) grondwaterafhankelijke natuur voorkomt die gevoelig is voor de voorspelde hydrologische veranderingen. Er is een schatting gemaakt in hoeverre deze veranderingen mogelijk leiden tot nadelige effecten op de grondwaterafhankelijke natuur. Uit het nationale Natuurnetwerk zijn daartoe de beheertypen geselecteerd die grondwaterafhankelijk zijn. Daarbij is onderscheid gemaakt tussen beheertypen die altijd grondwaterafhankelijk zijn, en beheertypen die soms wel en soms niet grondwaterafhankelijk zijn (tabel 6.1). Gebruik is gemaakt van de beheertypenkaarten van de provincies Noord-Holland, Utrecht en Gelderland voor 2017.

Nagegaan is waar binnen Natura 2000 en NNN gebieden op plekken met grondwaterafhankelijke natuur grondwaterstandsdaling en/of vermindering van kwelflux optreden. Op basis van ligging en bodemtype, en waar beschikbaar, informatie over de aanwezige vegetatie, is een inschatting gemaakt van de mogelijk effecten.

Voor de grondwaterstandsdaling is in de effectbepaling uitgegaan van de gemiddelde voorjaars-grondwaterstand (GVG). Deze variabele is gekozen omdat de grondwaterstand aan het begin van het groeiseizoen voor grondwaterafhankelijke natuur de meest kritische is. De verlaging in GHG en GLG wijken overigens slechts marginaal af van de veranderingen in GVG en laten vrijwel hetzelfde beeld zien. In de figuren is de verandering van de GVG vanaf 2 cm

weergegeven, terwijl het in de hydrologie gebruikelijk is om uit te gaan van effecten vanaf 5 cm. Een effect groter dan 5 cm is vanuit hydrologisch oogpunt pas significant. Kleinere effecten kunnen niet worden vastgesteld aan de hand van monitoring en ook de modelnauwkeurigheid speelt een rol bij deze keuze. Vanuit natuuroogpunt is de tendens steeds vaker dat gekeken wordt naar kleinere effecten en daarom zijn de effecten op natuur beoordeeld vanaf een effect van 2 cm.

Voor kwelafname is uitgegaan van de berekende kwelfluxen in kwelgebieden. Bij het Eemmeer is daarnaast ook rekening gehouden met de toegenomen wegzijging.

Tabel 6.1 Overzicht (potentieel) grondwaterafhankelijke natuurbeheertypen

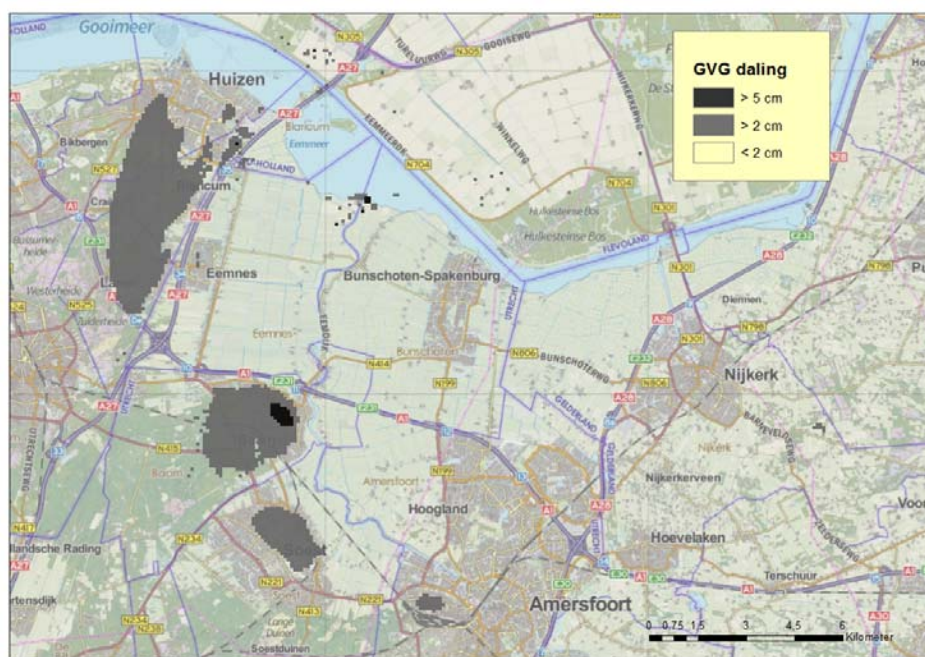
Beheertype		Grondwaterafhankelijkheid*
N05.01	Moeras	1
N05.02	Gemaaid rietland	1
N06.01	Veenmosrietland en moerasheide	1
N06.02	Trilveen	1
N06.03	Hoogveen	1
N06.04	Vochtige heide	1
N06.05	Zwakgebufferd ven	1
N06.06	Zuur ven of hoogveenven	1
N08.03	Vochtige duinvallei	1
N10.01	Nat schraalland	1
N10.02	Vochtig hooiland	1
N14.02	Hoog- en laagveenbos	1
N17.05	Wilgengriend	1
N08.04	Duinheide	2
N13.01	Vochtig weidevogelgrasland	2
N13.02	Wintergastenweide	2
N14.01	Rivier- en beekbegeleidend bos	2
N14.03	Haagbeuken- en essenbos	2
N15.01	Duinbos	2
N16.02	Vochtig bos met productie	2
N17.01	Vochtig hakhout en Middenbos	2
N17.03	Park- en Stinzenbos	2
N17.04	Eendenkooi	2
N17.06	Vochtig en hellinghakhout	2

*) 1 = *obligaat grondwaterafhankelijk*, 2 = *facultatief grondwaterafhankelijk (afhankelijk van locatie en bodemopbouw)*

6.2.2 Effecten natuur bij uitbreiding winning Eemdijk met 3 Mm³/jaar

Effecten op Natura2000- en NNN-gebieden

In figuur 6.1 zijn de veranderingen in de GVG aangegeven.

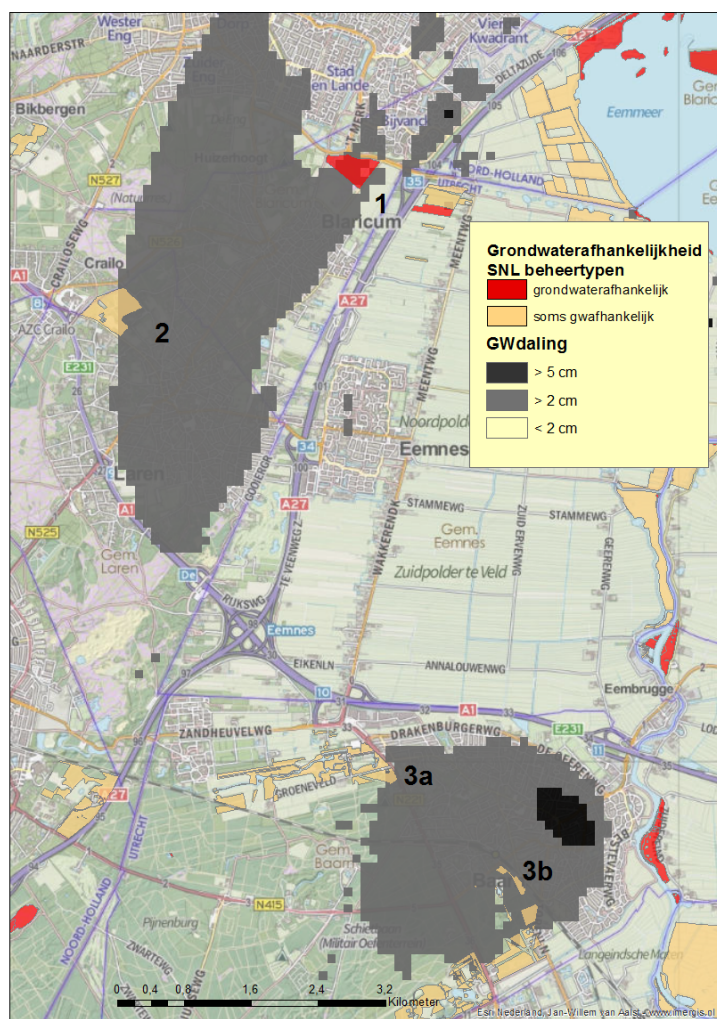


Figuur 6.1 Daling GVG bij een winning van 3 Mm³/jaar bij Eemdijk

Zoals te zien in de figuur lijken grondwaterstandsdingen voornamelijk op te treden in het overgangsgebied naar het Gooi. Hier liggen binnen de 2 cm contour een aantal plekken met potentieel grondwaterafhankelijke natuur op basis van de beheertypenkaart. Ook bij de monding van de Eem en ten oosten van Nijkerk komen een paar kleine gebiedjes voor met dalingen van meer dan 2 cm. Dat is echter op plekken waar geen grondwaterafhankelijke natuur voorkomt. Een paar pixels overlappen met een smalle moerasstrook langs het Eemmeer die ligt binnen het Natura 2000 gebied Eemmeer en Gooimeer Zuidoever. Dat lijkt echter vooral een artefact van de gebruikte gridcelgrootte. Binnen de oeverstrook langs het Eemmeer zijn geen

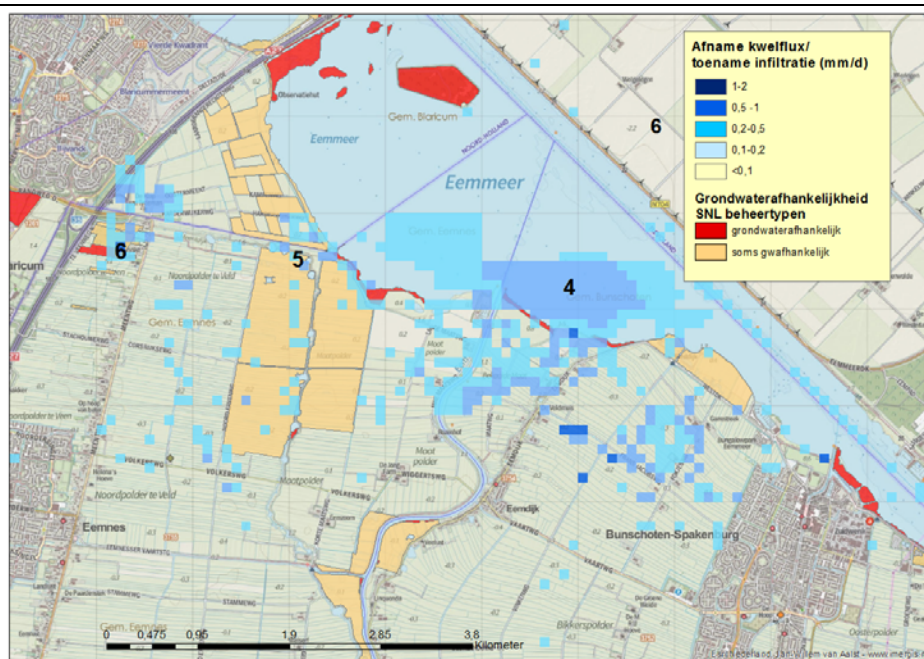
(grond)waterstands dalingen te verwachten omdat het moeras in direct contact staat met het Eemmeer.

Figuur 6.2 laat zien waar op de overgang naar het Gooi grondwaterstands dalingen optreden op plekken met potentieel grondwaterafhankelijke natuur.



Figuur 6.2 Locaties waar dalingen van de GVG > 2 cm optreden op plekken met grondwaterafhankelijke beheertypen. De nummers verwijzen naar de hieronder beschreven gebieden

In figuur 6.3 zijn de veranderingen van de fluxen weergegeven. Dit betreft een afname van de kwelflux of een toename van de wegzijging. Veranderingen in kwelfluxen zijn vrijwel geheel beperkt tot de omgeving van winlocatie Eemdijk en de oostelijke flank van het Gooi. Toename van de wegzijging is hier meegenomen omdat dit in het Eemmeer mogelijk een rol speelt. Een afname van de kwelflux dan wel een toename van de wegzijging met meer dan 0,1 mm per dag wordt binnen gebieden met een natuurfunctie alleen voorspeld in het Eemmeer ten noorden van Eemdijk (4), in het weidevogelgebied ten westen van Eemdijk (5) en in de Valse Bosjes (6) ten oosten van Huizen.



Figuur 6.3 Afname kwelflux/toename wegzijging in omgeving Eemdijk. De nummers verwijzen naar de hieronder beschreven gebieden

1 Groeve Oostermeent

Groeve Oostermeent is een Beschermd Natuurmonument van het Goois Natuurreservaat dat door provincie als waterparel is aangewezen. Het noordelijke deel van de groeve staat als vochtige heide aangegeven (N6.04). In het gebied komt een afwisseling van vochtige en droge heide, droge schraalgraslanden en plasjes met voedselarm zwak gebufferd water voor. De groeve is in 1975 afgegraven tot grondwaterniveau en recent zijn nog vernattingsmaatregelen uitgevoerd. Soorten die hier voorkomen zijn Klokjesgentiaan, Kleine Zonnedauw, Grote Wolfsklauw, Pilvaren en Veenpluis (Van Os, 2010). Volgens van Os lag de

voorjaarsgrondwaterstand in 2009 op veel plekken aan of boven maaiveld. Binnen het gebied daalt de grondwaterstand mogelijk 2 tot 3 cm. Deze effecten op de grondwaterstand zijn gering.

2 Parkbos Crailo

Bij het gebied ten oosten van Crailo gaat het om een park-stinzenbos (N17.03) dat vanwege de ondergrond (gY30F-VII, grofzandige holtpodzol met grondwatertrap VII) met zekerheid niet grondwaterafhankelijk is.

3 Parkbossen Baarn

Ten westen van Baarn ligt een klein deel van het in landgoed *Groeneveld* (3a) binnen de 2 cm contour van de berekende verlagingen. De bodem bestaat in het landgoed hydromorfe gronden (lage enkeerdgronden met grondwatertrap III en gooreerdgronden met grondwatertrap II) en het bos is hier dus naar verwachting wel grondwaterafhankelijk. Dalingen van 2 cm of meer treden echter alleen op aan de uiterste zuid-oostrand van het gebied, op de overgang naar een hoger gelegen haarpodzol. Het is uiterst onwaarschijnlijk dat de geringe grondwaterdaling hier nadelige effecten heeft op de vegetatie.

In het *Baarnse Bos* (3b) liggen een aantal als park-stinzenbos aangegeven percelen binnen de 2 cm contour. De aanwezige bodemtypen (hoge enkeerdgronden, duinvaaggronden en haarpodzolen met Gt VII) wijzen echter op diepe grondwaterstanden, zodat ook hier geen effecten op de vegetatie te verwachten zijn.

4 Eemmeer

Het Eemmeer is aangewezen als Natura 2000 gebied (Eemmeer en Gooimeer Zuidoever) vanwege het belang van een aantal watervogels. De oppervlaktewaterkwaliteit is matig, onder meer door de aanvoer van voedselrijk oppervlaktewater vanuit de Eem. Als gevolg van de winning bij Eemdijk neemt in een beperkt deel van gebied de inzigging van oppervlaktewater toe met maximaal 0,5 mm/d. De verminderde aanvoer van grondwater zal naar verwachting niet leiden tot een significante veranderingen in nutriëntengehaltes, en zal daarom naar verwachting geen negatieve effecten hebben op de vogelsoorten waarvoor het gebied is aangewezen. Dit zal echter nog wel goed uitgezocht en onderbouwd moeten worden.

5 Weidevogelgebieden ten westen van de Eemmonding

Ten westen van de Eemmonding ligt een weidevogelgebied dat in het beheerplan van de provincie Utrecht staat aangegeven als vochtig weidevogelgrasland (N13.01). Er wordt voor het weidevogelgebied geen grondwaterstandsdeling berekend en ook de kwelafname is gering: de in figuur 1 aangegeven flux-veranderingen hebben vooral betrekking op een toename van de wegzijging. Er zijn dan ook geen effecten op weidevogels of op slootvegetaties binnen het weidevogelgebied te verwachten.

6 Valse Bosjes

Ten oosten van Huizen ligt in de Eemvallei ten zuiden van de 'Theetuin Eemnes' het natuurgebiedje 'De Valse Bosjes' van NM. De bosjes zelf bestaan uit voormalig hakhout op een relatief dunne veengrond op de overgang van zand- naar veen. Op de beheerkaart van de provincie Utrecht voor 2015 worden de bosjes aangeduid als beheertype Rivier- en beekbegeleidend bos (N14.01). In de studie Goed Water Centraal is het gebied onder de naam 'Noordpolder te Veen' beschreven en is gekeken naar de effecten van lokale en regionale antiverdrogingsmaatregelen (Bloemen, 1998). Het bosgebied bestond volgens de studie eind vorige eeuw grotendeels uit verdroogd Elzenbos, met op de natte delen een matig ontwikkeld Elzenbroekbos met soorten als Elzenzegge, Pluimzegge en Waterviolier. In het Elzenbroekbos kwamen veelvuldig plantensoorten voor die wijzen op stagnatie van regenwater. In de sloten kwamen veel soorten voor die indiceren voor kwel (Waterviolier, Dotterbloem en Holpijp). Een voorwaarde voor goed ontwikkelde Elzenzegge-elzenbroekbossen is de aanwezigheid van kwel. De kwelflux neemt lokaal af met 0,2 tot 0,3 mm per dag, met één uitschieter (1 pixel) van 0,8 mm. Dat heeft naar verwachting negatieve gevolgen voor de hier aanwezige vegetatie, niet alleen in het broekbosje maar mogelijk ook in het vochtig hooiland (beheertype N10.02) dat ten zuiden van het bosje als beheertype staat aangegeven. Daarbij moet wel de kanttekening worden gemaakt dat de schaal waarop de kwel is berekend (met pixels van 100 bij 100 meter) eigenlijk te grof is om lokale effecten binnen dit broekbosgebiedje goed te kunnen berekenen.

Effect op strikt beschermde soorten (habitatrichtlijnsoorten)

In de ruime omgeving van het effectgebied van de waterwinning komen diverse beschermde (grond)waterafhankelijke soorten voor die strikt beschermd zijn (HR-soorten, tabel 3 Flora- en faunawet). Het betreft de groene glazenmaker, gevlekte witsnuitlibel, heikikker, poelkikker, kamsalamander, rugstreepad, noordse woelmuis, otter en bever.

Gebieden waar een grondwaterstanddaling optreedt tussen 5 en 10 cm liggen binnen het stedelijk gebied van Huizen en Baarn. De genoemde beschermde soorten zijn niet te verwachten in binnenstedelijk gebied. Effecten zijn daarom uitgesloten. Ten noorden van Eemdijk treedt ook een grondwaterstanddaling op tussen 5 en 10 cm en is sprake van een toename van de wegzijging. Aangezien dit gebied een oppervlaktewater gestuurd poldergebied is zijn effecten op populatieniveau niet te verwachten.

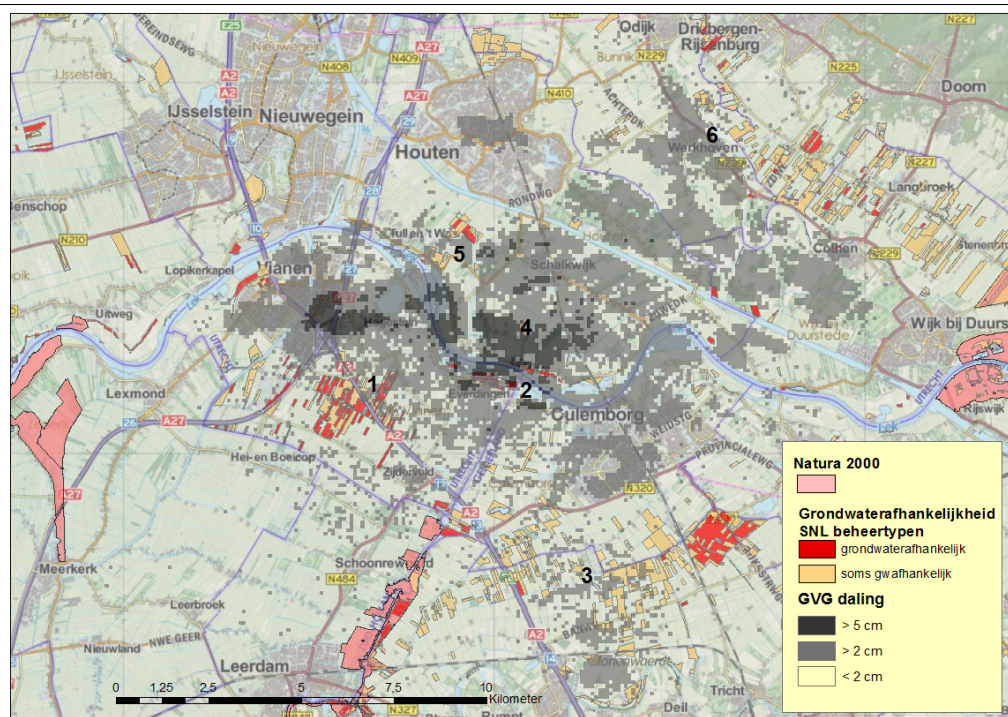
Effect op KRW waterlichaam

Het beïnvloedingsgebied van de onttrekking ligt deels in het Eemmeer, de Eem en Noorderwetering. De effecten zijn beperkt en gezien de omvang van de betreffende waterlichamen worden effecten op KRW-doelen niet verwacht.

6.2.3 Effecten natuur bij winning Schalkwijk met 7 Mm³/jaar

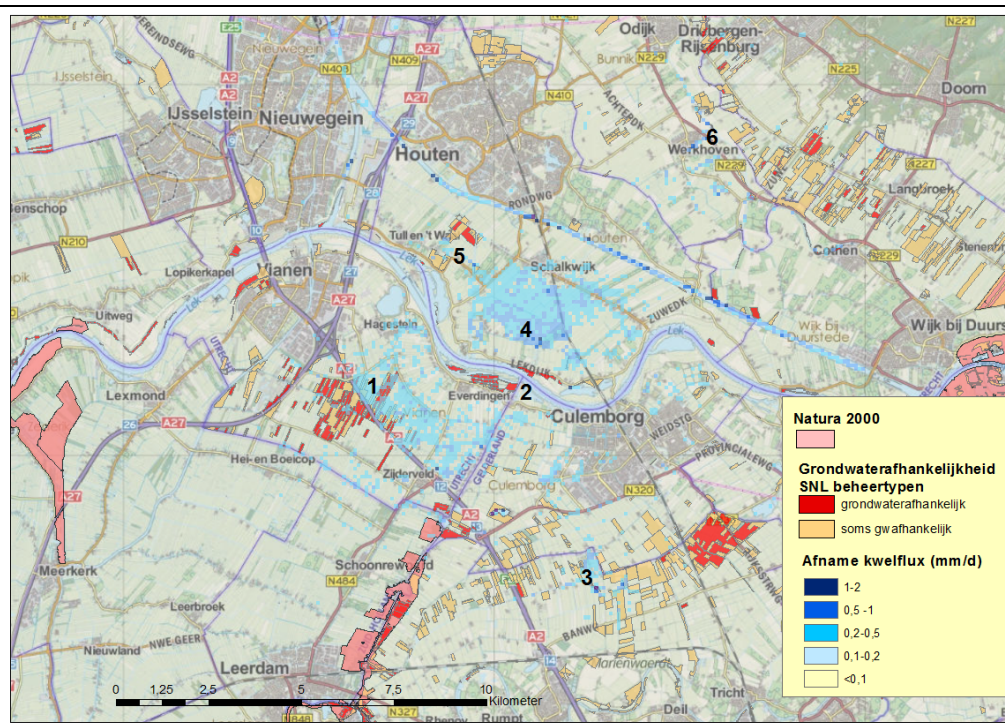
Effecten op Natura2000- en NNN-gebieden

In figuur 6.4 zijn de veranderingen in de GVG aangegeven en in figuur 6.5 zijn de veranderingen van de fluxen opgenomen.



Figuur 6.4 Locaties waar dalingen van de GVG groter dan 2 cm optreden op plekken met grondwaterafhankelijke beheertypen. De nummers verwijzen naar de hieronder beschreven gebieden

In figuur 6.4 is de gemiddelde daling van de GVG aangegeven bij een winning van 7 Mm³/jaar. Het gebied dat wordt beïnvloed door grondwaterstandsdeling is groot, maar afgezien van de omgeving van winlocatie Schalkwijk en Vianen is de daling van de grondwaterstand beperkt (< 5 cm). Verlagen treden vooral op in landbouwgebieden en stedelijk gebied. Natte gebieden met veel grondwaterafhankelijke natuur zoals het gebied van de Langbroeker Wetering, Polder Bolgerijen, de Regulieren en het Lage Veld worden niet of nauwelijks beïnvloed door grondwaterstandsdeling. Er worden geen dalingen voorspeld in Natura 2000 gebieden. Wel liggen er een aantal NNN gebieden met (potentieel) grondwaterafhankelijke natuur binnen de 2 cm contour. Het gaat om een beperkt aantal gebieden.



Figuur 6.5 Afname kwelflux/toename wegzijging in omgeving Schalkwijk. De nummers verwijzen naar de hieronder beschreven gebieden

In figuur 6.5 is aangegeven waar in de omgeving van Schalkwijk een afname van de kwelflux te verwachten is. Kwelafname is vooral te verwachten in de polder Blokhoven (rondom de beoogde winlocatie) ten zuiden van Schalkwijk (4), waar de kwelflux over een groter oppervlak -met meer dan 0,2 mm- afneemt. Ook ten zuiden van de Lek, tussen Everdingen en de A27 is een groter gebied waar de kwelflux afneemt, maar de daling is hier geringer (overwegend tussen de 0,1 en 0,2 mm). Daarnaast komen op een verspreid aantal plekken nog gebiedjes voor waar vanwege dunneren een deklaag of door insnijding door de deklaag (Amsterdam-Rijnkanaal bijvoorbeeld) de gevoeligheid voor een afname in de stijghoogte wat groter is.

In de volgende opsomming zal worden aangegeven in hoeverre er effecten te verwachten zijn binnen de NNN-gebieden met grondwaterafhankelijke natuur waar een grondwaterstandsvaling van meer dan 2 cm en/of een kwelfluxafname van meer dan 0,1 mm is voorspeld. Aanvullend zal ook worden ingegaan op mogelijke ecologische effecten binnen polder Blokhoven (gebied 4 in de figuren 6.4 en 6.5). Hier liggen weliswaar geen gebieden die deel uitmaken van het NNN, maar hier treedt wel de grootste daling van grondwaterstand en kwelflux op.

1 Polder Boven-Autena

In de Polders Bolgerijen, Autena en Boven-Autena komt een afwisseling van grienden, hooi- en weilanden en populierenbos voor, waarvan een groot deel in bezit is van Utrechts Landschap. Het gebied staat volgens het beheerplan (Stichting Utrechts Landschap 2010) onder invloed van kwel vanuit de Linge en Lek. De vochtige hooilanden bestaan deels uit dotterbloemhooilanden met onder meer Dotterbloem en Moeraskartelblad.

In het deel ten noorden van de A2 (Boven-Autena) treden lokaal grondwaterdalingen op van 2 tot 3 cm. Het gaat om zeer kleine veranderingen die naar verwachting voldoende kunnen worden opgevangen door aangepast peilbeheer. Wel treden in deze polder kwelfluxveranderingen op die potentieel nadelig kunnen zijn voor de hier aanwezige kwelgevoede vochtige hooilanden. De kwelafname is weliswaar gering (overwegend tussen de 0,1 en 0,2 mm per dag), maar gezien de beperkte kwelflux in het gebied (overwegend tussen de 0,5 en 0,8 mm/d) gaat het wel om een substantiële afname die kan leiden tot een veranderingen in grondwatersamenstelling binnen de graslandpercelen door een verminderde grondwateraanvoer naar wortelzone.

2 Lekuiterwaarden bij Culemborg

De Lek-uiterwaarden maken integraal deel uit van het NNN, met als beheertypen N12.02 (Kruiden- en faunarijk grasland), N05.01 (Moeras), N16.02 (Vochtig bos met productie) en N02.01 (Rivier). Moeras en vochtig bos met productie zijn in principe gevoelig voor grondwaterstands daling. Het is echter de vraag of de hier berekende grondwaterstands daling wel klopt omdat de grondwaterstand in Lekuiterwaarden vooral bepaald wordt door rivierpeil. De hier berekende grondwaterstands daling van 3 tot 6 cm, die niet alleen wordt berekend voor de uiterwaarden maar ook voor de Lek zelf is een modelartefact (het model berekent grondwaterstands dalingen en niet waterstanden ter plaatse van de Lek).

3 Lage veld ten zuiden van Culemborg

Ten noorden van landgoed Mariënwaerd liggen in het Lage Veld een aantal vochtige bossen met productiefunctie (beheertype N16.02) en een stuk essenbos (beheertype N14.03). Hier worden beperkte veranderingen in kwelflux verwacht. Omdat de grootste veranderingen in kwelflux optreden buiten de bosgebieden, én omdat deze bossen op de hier aanwezige kleigronden weinig gevoelig zijn voor veranderingen in waterhuishouding (vocht- en basenvoorziening worden op deze ontwaterde kleigronden vooral bepaald door de bodemeigenschappen) zijn er geen effecten te verwachten van de hier optredende veranderingen in kwelflux.

4 Polder Blokhoven ten zuiden van Schalkwijk

Dit is het gebied waar de grootste grondwaterstands daling en kwelafname te verwachten is. Het poldergebied bestaat grotendeels uit weilanden in agrarisch beheer. Er liggen geen natuurgebieden of bosjes die deel uitmaken van het NNN. Het is niet duidelijk welke natuurwaarden

voorkomen in het agrarisch gebied en in hoeverre deze afhankelijk zijn van kwel en/of ondiepe grondwaterstanden. Botanische waarden zijn in agrarisch gebied vooral te verwachten in door (rivier)kwel gevoede sloten en slootoevers, waar afname kwel kan leiden tot verslechtering waterkwaliteit; voorkomen van Holpijp (veel), Waterviolier en Dotterbloem (sporadisch) (bron: data NDFP opgenomen in viewer Ecologie door Tauw in eerder onderzoek) indiceren dat er wel kwelgevoede slootvegetaties voorkomen maar de soortenrijkdom en betekenis voor natuurbehoud zijn niet duidelijk. Het agrarisch gebied is mogelijk belangrijk voor weidevogels: in graslanden komen grondwaterafhankelijke soorten als Grutto, Tureluur en Watersnip voor (bron: data NDFP opgenomen in viewer Ecologie door Tauw in eerdere onderzoek), dichtheid is echter uit gegevens viewer Ecologie niet te bepalen.

In het centrum van het gebied is de kwelflux meer dan 1 mm/dag, zodat de hier voorspelde verlaging van rond de 0,2 mm per dag niet zal leiden tot het verdwijnen van kwel. Aan de randen van het gebied, waar de kwelfluxen lager zijn, kan deze daling echter wel leiden tot het verdwijnen van kwel. Grondwaterstands dalingen van meer dan 2 cm worden vooral voorspeld rond de Achterdijk, aan de zuidkant van de polder. Gezien de aanwezigheid van bebouwing en intensiever gebruik van huiskavels zijn hier minder grondwaterafhankelijke natuurwaarden te verwachten. In het centrum van het gebied treden lokaal grondwaterstands verlagingen op van 5 tot 6 cm die mogelijk nadelige effecten hebben op de hier aanwezige weidevogels. Opzetten van peilen kan helpen om de grondwaterstanden in het voorjaar te verhogen, maar zal weer leiden tot nadelige effecten op de kwelaanvoer.

5 Parkbossen ten oosten van Tull en 't Waal

Ten oosten van Tull en 't Waal, in de polder Schalkwijk, treden beperkte grondwaterstands dalingen en veranderingen in kwelfluxen op binnen vochtig hooiland (N10.02) en essenbos (N14.03). Het essenbos is op de hier aanwezige zware kleigronden weinig gevoelig zijn voor veranderingen in waterhuishouding: de vocht- en basenvoorziening worden op ontwaterde kleigronden vooral bepaald door de bodemeigenschappen. Er zijn daarom geen effecten te verwachten van de hier voorspelde (geringe) veranderingen in grondwaterstand en kwelflux. In het vochtig hooiland is de grondwaterstands daling gering, slechts in een klein deel wordt een verlaging van 2 cm voorspeld. Dit zal naar verwachting geen nadelige effecten opleveren in dit vochtige hooiland. Gezien de ligging op kleigrond is het oppervlaktewaterbeheer hier naar verwachting meer bepalend voor vochttoestand en basenrijkdom dan de stijghoogte onder de deklaag.

6 Omgeving Kromme Rijn bij Werkhoven

Langs de Kromme Rijn bij Werkhoven ligt een aantal percelen met vochtig bos met productie (N16.02) en essenbos (N14.03) waar een grondwaterstands daling van meer dan 2 cm wordt voorspeld. Omdat de bossen op de hier aanwezige zavel- kleigronden weinig gevoelig zijn voor veranderingen in waterhuishouding (vocht- en basenvoorziening worden op deze ontwaterde

kleigronden vooral bepaald door de bodemeigenschappen) worden geen nadelige effecten op deze bossen verwacht. Bij de samenkomst van de Oude Kromme Rijn en de Kromme Rijn ligt een klein moerasje waar een kwelafname van bijna 0,3 mm per dag wordt voorspeld. Het is echter niet duidelijk (a) of deze kwelafname geldt voor het oppervlaktewater (Kromme Rijn) of voor het betreffende perceel, en ook (b) is niet duidelijk of de vegetatie kwelafhankelijke is. Gezien de ligging aan de Kromme Rijn op een kleiige bodem is het waarschijnlijker dat de hier aanwezige vegetatie voor buffering afhankelijk is van oppervlaktewater en/of bodem. Het is daarom de vraag of hier daadwerkelijk effecten te verwachten zijn.

Effect op strikt beschermde soorten (habitatrictlijnsoorten)

In de ruime omgeving van het effectgebied van de waterwinning komen diverse beschermde (grond)waterafhankelijke soorten voor die strikt beschermd zijn (HR-soorten, tabel 3 Flora- en faunawet). Het betreft de heikikker, bever, kamsalamander, poelkikker en rugstreeppad.

Gebieden waar deze soorten voorkomen is bij het Amsterdam-Rijnkanaal en in de directe omgeving van de Lek. Veranderingen in grondwaterstanden bij het Amsterdam-Rijnkanaal treden niet op en de grondwaterstandveranderingen in de Lek treden op in een gebied met een sterk dynamisch en fluctuerend (grond)watersysteem. Effecten zijn daarom ook niet te verwachten.

Effect op KRW waterlichaam

Het beïnvloedingsgebied van de onttrekking strekt zich uit tot het Amsterdam-Rijnkanaal en de Nederrijn/Lek. De effecten zijn beperkt en gezien de omvang van de betreffende waterlichamen worden effecten op KRW-doelen niet verwacht.

6.2.4 Eindoordeel effecten natuur

De eindbeoordeling voor de effecten op natuur voor een uitbreiding van de winning bij Eemdijk met 3 Mm³/jaar is:

- Negatieve effecten van grondwaterstandsval op grondwaterafhankelijke natuur zijn alleen te verwachten in Groeve Oostermeent. De voorspelde dalingen zijn zo gering (< 3 cm) dat effecten naar verwachting goed zijn te mitigeren door maatregelen in terrein en in omgeving.
- In de Valse Bosjes ten oosten van Blaricum zal de afname van de kwel mogelijk negatieve effecten hebben op het hier aanwezige elzenbroekbos

De eindbeoordeling voor de effecten op natuur voor een winning bij Schalkwijk met 7 Mm³/jaar is:

- Nadelige ecologische effecten zijn vooral te verwachten in polder Blokhoven ten zuiden van Schalkwijk en de polder Boven-Autena in de Vijfherenlanden ten zuiden van Vianen
- In de polder Blokhoven komt geen beschermde grondwaterafhankelijke natuur voor die deel uitmaakt van Natura 2000 of het NNN. In het gebied treden echter wel relatief grote

hydrologische veranderingen op die nadelige effecten kunnen hebben op aanwezige weidevogels en op vegetatie en fauna van sloten en slootkanten

- In polder Boven-Autena zijn de veranderingen in grondwaterstand en kwelflux minder groot. Desondanks kunnen hier nadelige effecten optreden vanwege de aanwezigheid van waardevolle kwelafhankelijke natuur
- In de overige gebieden zijn nadelige effecten niet of nauwelijks te verwachten omdat de hydrologische veranderingen gering zijn en/of omdat de vegetatie op betreffende klei- en zavelbodems niet of nauwelijks grondwaterafhankelijk zijn

Een aandachtspunt is dat bij het bepalen van de optimale verdeelsleutel tussen de winningen Eemdijk en Schalkwijk in het gebied ten oosten van Nijkerk, met relatief veel grondwaterafhankelijke natuur, dalingen laten zien in de gemiddelde grondwaterstand (GG) van meer dan 2 cm. Bij de instationaire berekening waarvan nu in de effectbeoordeling is uitgegaan worden in het betreffende gebied vrijwel geen dalingen berekend. Omdat de grondwaterstandsdingen in dit gebied een niet onbelangrijke rol hebben gespeeld in de verdeling van de winningen kan het zijn dat een optimale verdeling vanuit ecologische overwegingen ligt bij een iets grotere winning in Eemdijk (richting 4 Mm³/jaar) en iets lagere winning in Schalkwijk (richting 6 Mm³/jaar).

6.3 Landbouw

In deze paragraaf worden de effecten op landbouw beschreven. Daarbij zijn natschade en droogteschade apart van elkaar beschouwd.

6.3.1 Methodiek

Voor het huidige areaal landbouwgrond (bron: LGN6) binnen het invloedsgebied van de winningen (5 cm contour GxG) is de opbrengstdepressie berekend met het programma Waterlood (2014), dat gebaseerd is op de HELP-tabellen. Op basis van de berekeningsresultaten is per winningsalternatief de toename of afname van de droogteschade en natschade berekend. Extra droogteschade of natschade kan in principe (gedeeltelijk) gemitigeerd worden door technische maatregelen (wateraanvoer of extra ontwatering) of financieel worden gecompenseerd.

Nauwkeurigheid landbouwschadeberekeningen

De landbouwschadeberekeningen zijn uitgevoerd met een cellsize van 25 bij 25 m (gebaseerd op de detailniveau van het LGN6). Voor de berekende grondwaterstanden (in m-mv) is uitgegaan van de modelresultaten. De grondwaterstanden zijn berekend met een cellsize van 100 bij 100 m en moeten gezien worden als richtinggevend. Voor de waterloodberekeningen zijn de grondwaterstanden vergrid naar 25 bij 25 m. Alhoewel in de volgende subparagraaf harde getallen staan, zijn de berekende opbrengstveranderingen niet meer dan indicaties.

6.3.2 Effecten landbouw bij uitbreiding winning Eemdijk met 3 Mm³/jaar

De berekende opbrengstverandering voor nat- en droogteschade zijn ruimtelijk weergegeven in figuur 6.6 en figuur 6.7. Uit de figuren blijkt dat de berekende veranderingen in natschade en droogteschade bijna nihil is.



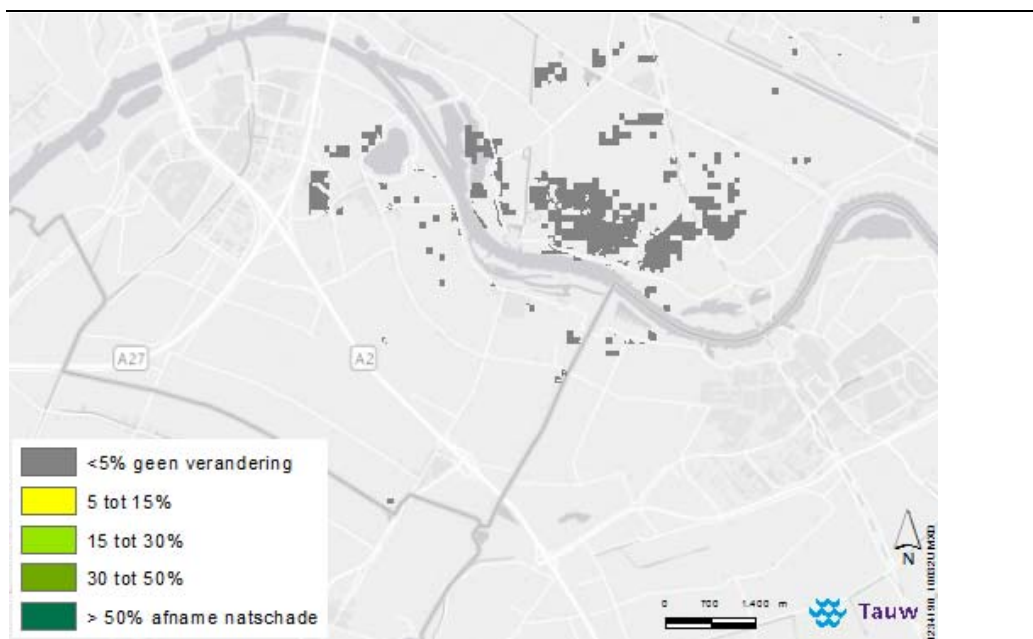
Figuur 6.6 Verandering van natschade door de winning Eemdijk



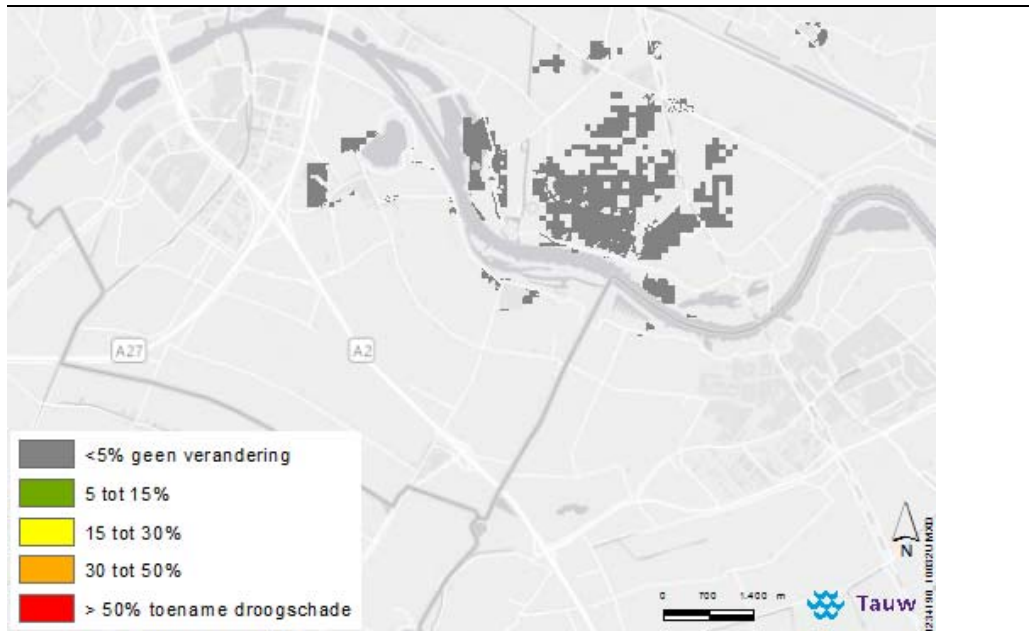
Figuur 6.7 Verandering van droogteschade door de winning Eemdijk

6.3.3 Effecten landbouw bij winning Schalkwijk met 7 Mm³/jaar

De berekende opbrengstverandering voor nat- en droogteschade zijn ruimtelijk weergegeven in figuur 6.8 en figuur 6.9. Uit de figuren blijkt dat de berekende veranderingen in natschade en droogteschade kleiner is dan 5 %.



Figuur 6.8 Verandering van natschade door de winning Schalkwijk



Figuur 6.9 Verandering van droogteschade door de winning Schalkwijk

De gemiddelde schades, totale arealen en totale landbouwschades (%*ha) zijn weergegeven in de tabellen 6.2 en 6.3. Ook hieruit blijkt dat de totale schade beperkt is en dat er zowel sprake is van een afname van de natschade als een toename van de droogteschade.

Tabel 6.2 Natschade landbouw

	Referentie Eemdijk	+ 3Mm ³ /jaar Eemdijk	Referentie Schalkwijk	+ 7Mm ³ /jaar Schalkwijk
Natschade (%)	0	-0,76	8,72	-1,60
Natschade (ha)	0	1	350	350
% * ha	0	-0,76	3.052	-560

Tabel 6.3 Droogteschade landbouw

	Referentie Eemdijk	+ 3Mm ³ /jaar Eemdijk	Referentie Schalkwijk	+ 7Mm ³ /jaar Schalkwijk
Natschade (%)	0.26	0.3	15	1,41
Natschade (ha)	1	1	455	455
% * ha	0.26	0.3	6.832	642

6.3.4 Eindoordeel effecten landbouw

Bij een toename van winning neemt de droogteschade toe en de huidige natschade af. Bij de winning Eemdijk is het freatische invloedsgebied beperkt. De verandering in nat en droogteschades zijn in dit gebied ook beperkt waardoor de totale landbouwschade (%*ha) minimaal is. Bij de winning Schalkwijk is het freatische invloedsgebied groter. De afname in natschade (1,6 %) en toename in droogteschade (1,4 %) is echter beperkt.

6.4 Stedelijk gebied en infrastructuur (zetting)

In deze paragraaf wordt aandacht besteed aan de effecten op stedelijk gebied en infrastructuur. De risico's met betrekking tot zetting door grondwaterstandverlaging worden beschreven.

6.4.1 Methodiek

Het zettingsrisico en de kans op schade door verlaging van de GLG zijn vooral afhankelijk van de (ondiepe) bodemopbouw en de funderingswijze van de betreffende objecten. Op basis van het bodemtype (veenlagen en/of veenweidegebieden) en de berekende stijghoogteverlaging in het 1^e watervoerende pakket (modellaag 2) zijn de locaties met zettingsgevoelige bebouwing en infrastructuur bepaald. Als basis voor het definiëren van zettingsgevoelige bodems zijn de volgende bronbestanden gebruikt:

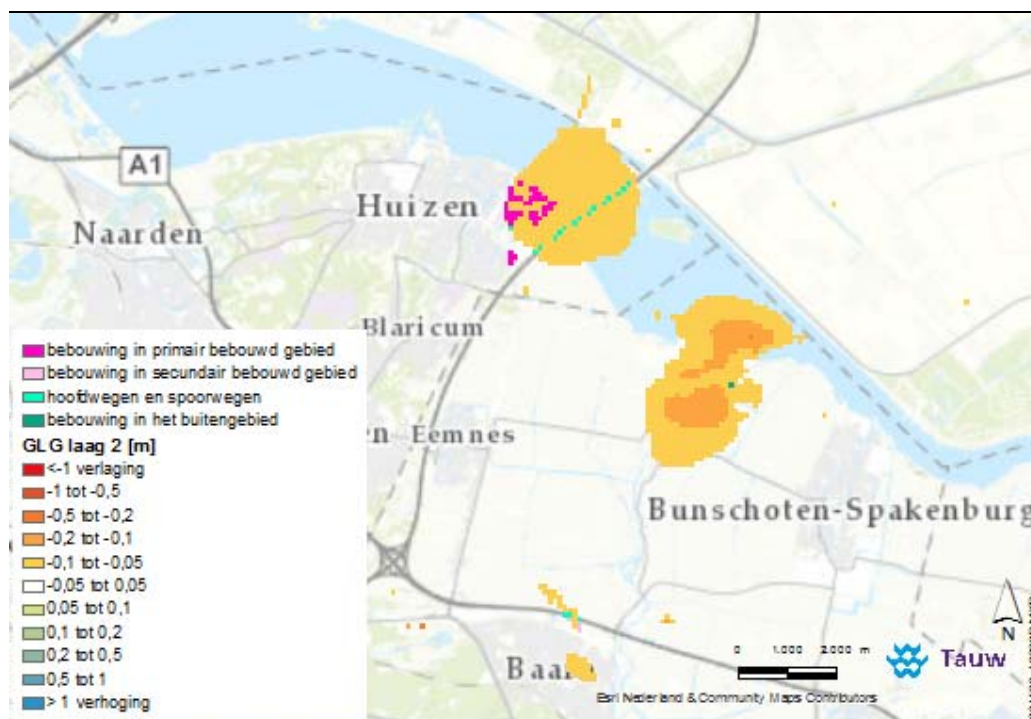
- Bodemkaart veengronden (provincie Utrecht)
- Veenweidegebieden (bron provincie Gelderland)
- Slappe grond (bron: provincie Noord-Holland)
- Veenkaart (bron: provincie Noord-Holland)

Voorgaande methodiek brengt de zettingsgevoelige gebieden in beeld (maaiveld-daling/daling funderingen). Een ander belangrijk aandachtspunt is het risico op droogval van houten palen. Dit risico doet zich in principe in dezelfde gebieden voor met dien verstande dat het bij droogval van houten palen gaat om daling van de freatische grondwaterspiegel. Deze is enigszins kleiner in omvang dan de berekende stijghoogteverlaging in het 1^e watervoerend pakket (modellaag 2). Hiervoor is echter geen aparte analyse uitgevoerd.

6.4.2 Resultaten

In figuur 6.10 is de locatie van de geïnventariseerde zettingsgevoelige gebieden bij de winning Eemdijk weergegeven. Bij de winning Eemdijk is een potentieel zettingsrisico voor bebouwing en infrastructuur bij een stijghoogteverlaging van meer dan 5 cm in het eerste watervoerende pakket in combinatie met zettingsgevoelige veenbodems. In deze gebieden is mogelijk ook een risico op droogval van houten palen.

Bij de winning Schalkwijk wordt wel een stijghoogteverlaging van meer dan 5 cm onder bebouwing verwacht, maar zijn de lokale bodemtypen minder zettingsgevoelig.



Figuur 6.10 Zettingsgevoelige bebouwing en infrastructuur binnen verlagingscontour Eemdijk in het 1e watervoerend pakket (modellaag 2)

Het areaal met bestaande bebouwing en infrastructuur (volgens LGN6) en een zettingsrisico (en droogval houten palen) is opgenomen in tabel 6.4.

Tabel 6.4 Oppervlakte zetting gevoelige bebouwing en infrastructuur

Scenario	Oppervlakte (ha)
Eemdijk +3 Mm ³ /jaar	63
Schalkwijk +7 Mm ³ /jaar	-

Opgemerkt wordt dat bij de bepaling van het zettingsrisico is uitgegaan van zogenaamde 'geclassificeerde' zettingsgevoelige bodems. Dit wil nog niet zeggen dat nergens buiten de door ons geselecteerde gebieden zettingsgevoelige veenlaagjes kunnen voorkomen. Opgemerkt wordt dat droogval van houten palen waarschijnlijk te mitigeren is (bijvoorbeeld door middel van opzetten van peilen). Echter deze maatregel verhoogt het risico op

grondwateroverlast en is daarmee niet altijd wenselijk. Het mitigeren van zettingen vanwege stijghoogteverlagingen in het watervoerend pakket is niet mogelijk.

6.5 Archeologie

In deze paragraaf worden de effecten op archeologische waarden beschreven. Analyses zijn gebaseerd op de bestaande archeologische monumenten in het gebied en op de trefkans voor het aantreffen van archeologische resten binnen het invloedsgebied van de winning.

6.5.1 Monumenten

Op basis van de archeologische monumentenkaart is het aantal monumenten binnen het beïnvloedsgebied geïnventariseerd. Het aantal locaties binnen de 5 cm effectcontour (GLG) is opgenomen in tabel 6.5. Binnen de 5 cm verlagingcontour van Eemdijk bevinden zich geen archeologische monumenten.

Tabel 6.5 Aantal archeologische monumenten binnen de 5 cm effectcontour GLG

Scenario	Aantal archeologische monumenten (n)
Eemdijk +3 Mm ³ /jaar	-
Schalkwijk +7 Mm ³ /jaar	12

6.5.2 Trefkans

Op basis van de IKAW kaart (indicatieve kaart van archeologische waarden) is de trefkans (hoog, middelhoog, laag en zeer laag) binnen de 5 cm effectcontour (GLG) van de archeologische waarden geanalyseerd. De IKAW kaart geeft een globaal inzicht in de mate waarin archeologische resten in een gebied kunnen worden aangetroffen. In tabel 6.6 is deze mate weergegeven (ha) per scenario bij de winlocaties Eemdijk en Schalkwijk.

Er is sprake van een lage, middelhoge of hoge trefkans, onderverdeeld in twee hoofdklassen: land en water. Het water bestaat uit de grote waterlichamen: IJsselmeer, Randmeren en grotere rivieren. Hier treden geen grondwaterstandsverlagingen op. De kleinere wateren vallen echter onder de hoofdklasse land, de trefkans is hiervoor onbekend en benoemd onder een aparte klasse: 'Land, Trefkans onbekend (water)'. Over het algemeen is de mate waarin archeologische resten in de verschillende gebieden worden aangetroffen laag.

Tabel 6.6 Trefkans archeologische waarden gebaseerd op IKAW (ha)

Scenario	Waarde	Trefkans (ha)	Trefkans (%)
Eemdijk +3 Mm ³ /jaar	Land, Hoge trefkans	-	-
	Land, Middelhoge trefkans	1	3
	Land, Lage trefkans	4	13
	Land, Niet gekarteerd	24	80
	Land, Trefkans onbekend (water)	-	-
	Water, Middelhoge trefkans	1	3
	Totaal		30
Schalkwijk +7 Mm ³ /jaar	Land, Hoge trefkans	397	41
	Land, Middelhoge trefkans	21	2
	Land, Lage trefkans	468	49
	Land, Niet gekarteerd	-	-
	Land, Trefkans onbekend (water)	76	8
	Water, Middelhoge trefkans	-	-
	Totaal		962

6.5.3 Eendoordeel archeologische effecten

Bij de locatie Eemdijk komen geen archeologische monumenten voor en bij de winning Schalkwijk in totaal 12 stuks. Volgens de IKAW kaart is de trefkans over het algemeen laag voor Eemdijk en is in gebieden de trefkans voor Schalkwijk hoger.

Omdat de grondwaterstandsveranderingen in het freatische pakket beperkt zijn (tot circa 10 cm) wordt het risico op aantasting van archeologische monumenten en waarden gering geacht.

6.6 Beschermbaarheid

Dit thema is beoordeeld op basis van het areaal of het aantal objecten met risicovolle activiteiten voor de grondwaterkwaliteit binnen het grondwaterbeschermingsgebied of binnen de boringsvrije zone.

6.6.1 Verandering grondwaterbeschermingsgebied

Wanneer een winning wordt uitgebreid (of een nieuwe winning gestart) vindt er een verandering plaats in de omvang van de grondwaterbeschermingszone (25-jaarszone). Bij uitbreiding van een winning wordt de oppervlakte van de grondwaterbeschermingszone groter.

Uit de stroombaanberekeningen blijkt echter dat er voor beide winningen geen grondwaterbeschermingsgebieden (25-jaars zone) nodig is. In deze paragraaf is uitgegaan van de boringsvrije zone (25-jaarszone gepompt pakket).

De verandering van de boringsvrije zone ten opzichte van de referentie is weergegeven in tabel 6.7. Bij de winning Eemdijk wordt de boringsvrije zone 192 ha groter. Bij de winning Schalkwijk is sprake van een nieuwe boringsvrije zone van 660 ha.

Tabel 6.7 Verandering (stijging) van de boringsvrije zone tov referentie (indicatief)

Scenario	Verandering t.o.v. referentie (ha)
Eemdijk +3 Mm ³ /jaar	192
Schalkwijk 7 Mm ³ /jaar	660

6.6.2 Risicovolle landgebruik functies

Binnen de berekende boringsvrije zone zijn de risicovolle landgebruik functies geïnventariseerd. De verschillende landgebruik functies zijn teruggebracht naar 3 verschillende categorieën (bron: Royal HaskoningDHV, 2012):

- *Stedelijk gebied*; Het areaal stedelijk gebied is gesommeerd binnen de boringsvrije zone. De ligging van het stedelijk gebied is gebaseerd op het LGN6 aangevuld met toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen volgens NKN (bron: Royal HaskoningDHV, 2012). De score is gebaseerd op de fractie landgebruik stedelijk gebied binnen de 25-jaarszone
- *Akkerbouw*; De hoeveelheid akkerbouw is gesommeerd binnen de boringsvrije zone. De ligging van de akkerbouwgebieden is gebaseerd op het LGN6. De score is gebaseerd op de fractie landgebruik akkerbouw binnen de boringsvrije zone
- *Gras op droge zandgrond*; De hoeveelheid grasland op droge grond is gesommeerd binnen de boringsvrije zone. Deze gebieden zijn bepaald aan de hand van de LGN6 (landbouw_gras) waaraan een grondwatertrap van 6, 7 of 8 is toegekend. De score is gebaseerd op de fractie van de boringsvrije zone met dit type landgebruik

In tabel 6.8 zijn de risicovolle landgebruiksfuncties binnen de boringsvrije zone weergegeven in procenten en in hectares. Bij de winning Eemdijk neemt het areaal stedelijk gebied toe van 4 naar 6 %. Bij de nieuwe winning Schalkwijk ligt 7 % van de boringsvrije zone in stedelijk gebied en bestaat 10 % uit akkerbouwpercelen.

Tabel 6.8 Landgebruiksfuncties binnen boringsvrije zone

Type landgebruik	Procenten (%)			Hectare (ha)		
	Stad	Akker	Gras op droge grond	Stad	Akker	Gras op droge grond
Eemdijk referentie	4	2	0	15	11	0
Eemdijk +3 Mm ³ /jaar	6	3	0	34	25	0
Schalkwijk +7 Mm ³ /jaar	7	10	0	46	163	0

Tussen Vianen en Hagestein is het bestemmingsplan Hoef en Haag (uitbreiding woonwijk) vastgesteld. Deze wijk ligt buiten de beschermingszone.

6.6.3 Risicovolle activiteiten binnen nieuw beschermingsgebied

Binnen de berekende boringsvrije zone zijn de risicovolle activiteiten geïnventariseerd. Het gaat daarbij om de volgende activiteiten:

- *Stortplaatsen*; Het aantal bekende stortplaatsen binnen de boringsvrije zone is gesommeerd. De ligging van de stortplaatsen zijn opgevraagd bij de provincies. De aanwezigheid van 1 of meer stortplaatsen binnen boringsvrije zone is als negatief beoordeeld voor de beschermbaarheid. Gegevens zijn gebruikt van Royal HaskoningDHV (2012)
- *Verontreinigingen*; Het aantal bekende grondwaterverontreinigingen boven de interventiewaarde binnen de boringsvrije zone is gesommeerd. De ligging van de wbb-locaties is opgevraagd bij de provincies. Gebruik is gemaakt van de gegevens van Royal HaskoningDHV (2012), de verontreinigingen van de provincie Gelderland zijn geactualiseerd (2014)
- *Bedrijven milieucategorie*; Het aantal bedrijven met een hoge milieucategorie binnen de boringsvrije zone is gesommeerd. De meest actuele gegevens zijn gehaald uit de gebiedsdossiers van de verschillende provincies
- *Bodem energie systemen (WKO's)*; Het aantal open WKO systemen binnen de boringsvrije zone is gesommeerd. De meest actuele gegevens zijn opgevraagd bij provincie Utrecht en Gelderland (2014)

Stortplaatsen, verontreinigingen en bedrijven met een hoge milieucategorie zijn risicovolle activiteiten die plaatsvinden aan maaiveld en mogelijk invloed hebben tot een diepte van het 1^e watervoerend pakket (met uitzondering van diepe grondwaterverontreinigingen). Bodemenergiesystemen worden echter veelal in de diepere pakketten geplaatst.

De risicovolle objecten en activiteiten binnen de boringsvrije zone zijn weergegeven in tabel 6.9. Bij beide winningen zijn geen objecten/activiteiten aanwezig in de 25-jaarszone.

Tabel 6.9 Risicovolle activiteiten binnen groboringsvrije zone

Scenario	Stortplaatsen	Grondwaterverontreinigingen	(open) WKO	Bedrijven
Eemdijk referentie	0	0	0	0
Eemdijk +3 Mm ³ /jaar	0	0	0	0
Schalkwijk +7 Mm ³ /jaar	0	0	0	0

In gebiedsdossiers van de winning Eemdijk is geen sprake van bedrijven van bepaalde milieucategorie binnen de 25-jaarszone. In de boringsvrije zone van de nieuwe winning langs de

Lek staan geen bedrijven (er is geen gebiedsdossier want er wordt hier nog geen water gewonnen).

6.6.4 Eindbeoordeling beschermbaarheid

De risico's met betrekking tot de beschermbaarheid van de winalternatieven op basis van het areaal landgebruik en het aantal risicovolle objecten/activiteiten zijn beperkt. Bovendien is de beoordeling gebaseerd op de contouren van de boringsvrije zone, omdat er geen sprake is van een grondwaterbeschermingsgebied.

7 Samenvattende conclusies en aandachtspunten

Voorliggende rapportage geeft inzicht in de optimale verdeelsleutel van 10 Mm³/jaar drinkwatercapaciteit. De opgave daarbij was het verdelen van deze capaciteit over drie geschikte locaties: welke potentie heeft elke locatie en hoe kan de benodigde 10 Mm³/jaar het beste worden verdeeld over de winlocaties Eemdijk, Holk en Schalkwijk?

Gedurende de uitvoering van de studie is in 2016 vanuit de provincie Gelderland aangegeven dat de wincapaciteit bij de winning Holk op termijn wellicht nodig is om aan de behoefte dekking van de provincie Gelderland te voldoen. Op basis hiervan is het oplossen van het capaciteitstekort van de provincie Utrecht geconcentreerd op de winlocaties Eemdijk en Schalkwijk.

Voor de locaties Eemdijk en Schalkwijk zijn verkennende berekeningen uitgevoerd en zijn de omgevingseffecten kwalitatief ingeschat. Op basis daarvan is de optimale verdeelsleutel vastgesteld, zijnde een uitbreiding van de winning Eemdijk met 3 Mm³/jaar en een nieuwe winning bij Schalkwijk van 7 Mm³/jaar. Bepalende omgevingsaspecten voor deze verdeling zijn de effecten op natuur en de zettingsgevoeligheid van de bodem geweest. Ook heeft meegespeeld dat bij de vergelijking van de winlocatie Eemdijk met de winlocatie Schalkwijk opvalt dat de omgevingseffecten bij een winhoeveelheid van 7 Mm³/jaar bij Schalkwijk ongeveer vergeleken kunnen worden met de omgevingseffecten van 3 Mm³/jaar bij Eemdijk.

De hydrologische effecten van een uitbreiding van de winning bij Eemdijk met 3 Mm³/jaar en een nieuwe winlocatie van 7 Mm³/jaar bij Schalkwijk zijn doorgerekend met instationaire (tijdafhankelijke) modellen, zodat de effecten voor de winter, het voorjaar en de zomersituatie vastgesteld kunnen worden. Op basis van de hydrologische effecten zijn de omgevingseffecten bepaald. De omgevingseffecten voor natuur, landbouw en zetting en archeologie zijn indicatief in beeld gebracht en leveren enkele aandachtspunten op voor verdere planvorming. Deze aandachtspunten zijn hieronder genoemd. De overall bevinding is dat een uitbreiding van de winning Eemdijk met 3 Mm³/jaar en de nieuwe winning bij Schalkwijk met 7 Mm³/jaar nauwelijks leidt tot omgevingseffecten. Zo effecten al optreden of zijn vast te stellen, ze zijn te mitigeren of te compenseren. Bij het in beeld brengen van de hydrologische effecten en de omgevingseffecten is voor de uitbreiding van de winning Eemdijk al rekening gehouden met het niet reduceren van de winning Holk en is eveneens rekening gehouden met omliggende bestaande waterwinningen. Voor de winning Schalkwijk is eveneens rekening gehouden met de cumulatieve effecten van omliggende, reeds bestaande waterwinningen.

De belangrijkste bevindingen en aandachtspunten bij verdere planvorming voor de effecten op natuur zijn:

- Eemdijk:
 - Effecten op grondwaterafhankelijke natuur bij Groeve Oostmeent zijn naar verwachting te mitigeren
 - Afname van kwel heeft mogelijk wel negatieve effecten op het Elsenbroekbos in de Valse Bosjes bij Blaricum
- Schalkwijk:
 - In de polder Blokhoven (rondom de gedachte winlocatie) kunnen mogelijk effecten optreden voor weidevogels en op vegetatie en fauna van sloten en slootkanten
 - In De polder Boven-Autena zijn de veranderingen in grondwaterstand en kwelflux niet zo groot, maar vanwege de aanwezige waardevolle kwelafhankelijke natuur mogelijk wel nadelig

Bij verdere planvorming kan worden onderzocht op welke wijze effecten op natuur kunnen worden gemitigeerd.

De belangrijkste bevindingen en aandachtspunten bij verdere planvorming voor de effecten op landbouw zijn:

- Eemdijk:
 - Uit de berekeningen blijkt dat er nagenoeg geen effecten zijn te verwachten
 - Bij de verdere planvorming verdient het de aanbeveling om de effecten op landbouw in samenspel met bodemdaling (zetting) te beschouwen
- Schalkwijk:
 - Uit de berekeningen blijkt dat sprake is van een kleine afname van de natschade en een kleine toename van de droogteschade

De belangrijkste bevindingen en aandachtspunten bij verdere planvorming voor de effecten op zetting zijn:

- Eemdijk:
 - Binnen het invloedgebied van de winning is een potentieel zettingsrisico voor bebouwing en infrastructuur vanwege de aanwezigheid van zettingsgevoelige veenbodems
 - Er is een risico op droogval van houten palen
- Schalkwijk:
 - Binnen het invloedgebied van de winning is het potentieel zettingsrisico kleiner dan bij Eemdijk, omdat de lokale bodemopbouw minder zettingsgevoelig is

In dit stadium is voor de bepaling van het zettingsrisico uitgegaan van zogenaamde 'geclassificeerde' zettingsgevoelige bodems. Dit wil zeggen dat lokaal aanwezige zettingsgevoelige veenlaagjes alsnog kunnen leiden tot zetting. Bij verdere planvorming is een nadere analyse van de zettingsgevoeligheid van bodems aan te bevelen.

De belangrijkste bevindingen en aandachtspunten bij verdere planvorming voor de effecten op archeologie zijn:

- Eemdijk:
 - Binnen het invloedgebied komen geen archeologische monumenten voor
 - De indicatieve kaart van archeologische waarden geeft aan dat over het algemeen sprake is van een lage trefkans en in combinatie met geringe grondwaterstands dalingen wordt het risico op aantasting gering geacht
- Schalkwijk:
 - Binnen het invloedgebied komen archeologische monumenten voor.
 - De indicatieve kaart van archeologische waarden geeft aan dat ook sprake is van een hoge trefkans, maar het risico op aantasting wordt gering geacht door de geringe grondwaterstands dalingen

Bij de verdere planvorming blijft het belangrijk om de eventuele effecten op archeologische monumenten en waarden te blijven onderzoeken.

De beschermbaarheid van de winning wordt geregeld met het vaststellen van een boringsvrije zone (25-jaar), waarmee het toekomstige drinkwater in het gepompte pakket wordt beschermd. Daarnaast wordt de beschermbaarheid geregeld met het vaststellen van een grondwater-beschermingsgebied (25-jaar), waarmee het toekomstige drinkwater wordt beschermd voor invloeden vanaf maaiveld.

Uit de berekeningen blijkt dat voor zowel de winning Eemdijk als Schalkwijk het niet noodzakelijk is om een grondwaterbeschermingsgebied (25-jaar) in te stellen. De beschermbaarheid van de winningen is in deze studie in beeld gebracht aan de hand van de berekende boringsvrije zone en daaruit is geconcludeerd dat het risico beperkt is.

Belangrijk aandachtspunt bij verdere planvorming is het verkrijgen van meer inzicht in de verbreiding van de scheidende lagen op basis van beschikbare boringen en sonderingen. Met het verkregen inzicht kan het grondwatermodel worden aangepast en kunnen de effecten nauwkeuriger worden ingeschat.

Bijlage

1

Toelichting modellen



Notitie

Contactpersoon Willem Capel

Datum 7 januari 2016

Kenmerk N001-1234190HWC-wga-V02-NL

Toelichting modellen behoeftedekking drinkwater provincie Utrecht

In 2014 heeft Tauw/KWR in opdracht van Vitens en de provincies Utrecht en Gelderland gewerkt aan de uitwerkende studies voor het programma “Interprovinciale levering van drinkwater voor Centraal en West Nederland”. Een van deze studies heeft zich geconcentreerd op de zoektocht naar uitbreiding van de drinkwatercapaciteit in Utrecht met een hoeveelheid van 10 miljoen m³ per jaar.

Voor de uitbreiding is gekeken naar een drietal mogelijkheden voor grondwaterwinning te weten:

- Handhaven vergunde hoeveelheid op locatie Holk (3 Mm³/jaar)
- Uitbreiding van locatie Eemdijk (4 Mm³/jaar)
- Nieuwe winning nabij de lek (3 Mm³/jaar), in deze notitie verder genoemd als locatie Schalkwijk

De geohydrologische effecten van deze winningsalternatieven zijn in 2014 doorerekend met een tweetal regionale modellen (AZURE en HYDROMEDAH). Een nadere toelichting op deze berekeningen is opgenomen in de rapportage “Effecten op grondwatersituatie uitwerkende IPL studies Centraal en West Nederland” (R001-1224560HWC-mdf-V03-NL, september 2014)

In de afgelopen tijd is er relatief veel discussie ontstaan over de betrouwbaarheid van de modellen. Op 12 januari 2016 zal daarom een expert-sessie worden gehouden met de geohydrologen van de diverse partijen. Doel van dit overleg is om consensus te bereiken of het wel of niet noodzakelijk is om herziene berekeningen met een eventueel aangepast modelinstrumentarium uit te voeren. Anders gezegd: Geven de reeds uitgevoerde modelberekeningen uit 2014 een voldoende betrouwbaar beeld van de geohydrologische effecten om een afweging te maken voor de keuze van de verdeelsleutel van de totale hoeveelheid van 10 Mm³/jaar over de drie genoemde drinkwaterwinningen.

Ter voorbereiding op deze sessie hebben wij een nadere beschouwing gemaakt op het in 2014 gebruikte modelinstrumentarium, als input voor de expert-sessie. Deze notitie bevat de volgende beschouwingen:

- Lagenopbouw en parameterwaarden
- Bevindingen van andere AZURE-studies en inschatting van effect op de in 2014 uitgevoerde berekening
- Conclusies en aanbevelingen

Het betreft geen uitgebreide beoordeling maar dient als opmaat voor de bijeenkomst van 12 januari 2016.

1.2 Lagenopbouw en parameterwaarden

Algemeen

Alle drie de winningen (zowel Eemdijk, Holk als Schalkwijk) betreffen een zogenaamde diepe winning met daarboven een scheidende laag. Belangrijke factor in het ontstaan van zogenaamde freatische effecten is allereerst de doorvertaling van de effecten naar het bovenliggende eerste watervoerend pakket, anders gezegd de weerstand van de scheidende laag (scheidende lagen) boven de winning. Dit is de eerste belangrijke factor waar consensus over moet zijn, los van het hele topsysteem. In deze paragraaf wordt daarom per winning de lagenbouw en de weerstanden van de scheidende lagen nader in beschouwing genomen.

We hebben bij de beschouwing gebruikt gemaakt van informatie die is verzameld tijdens de studie HYKAWI (Hydrologische Karakteristieken Winningen) in opdracht van Vitens, eveneens uitgevoerd in 2014 met hetzelfde instrumentarium.

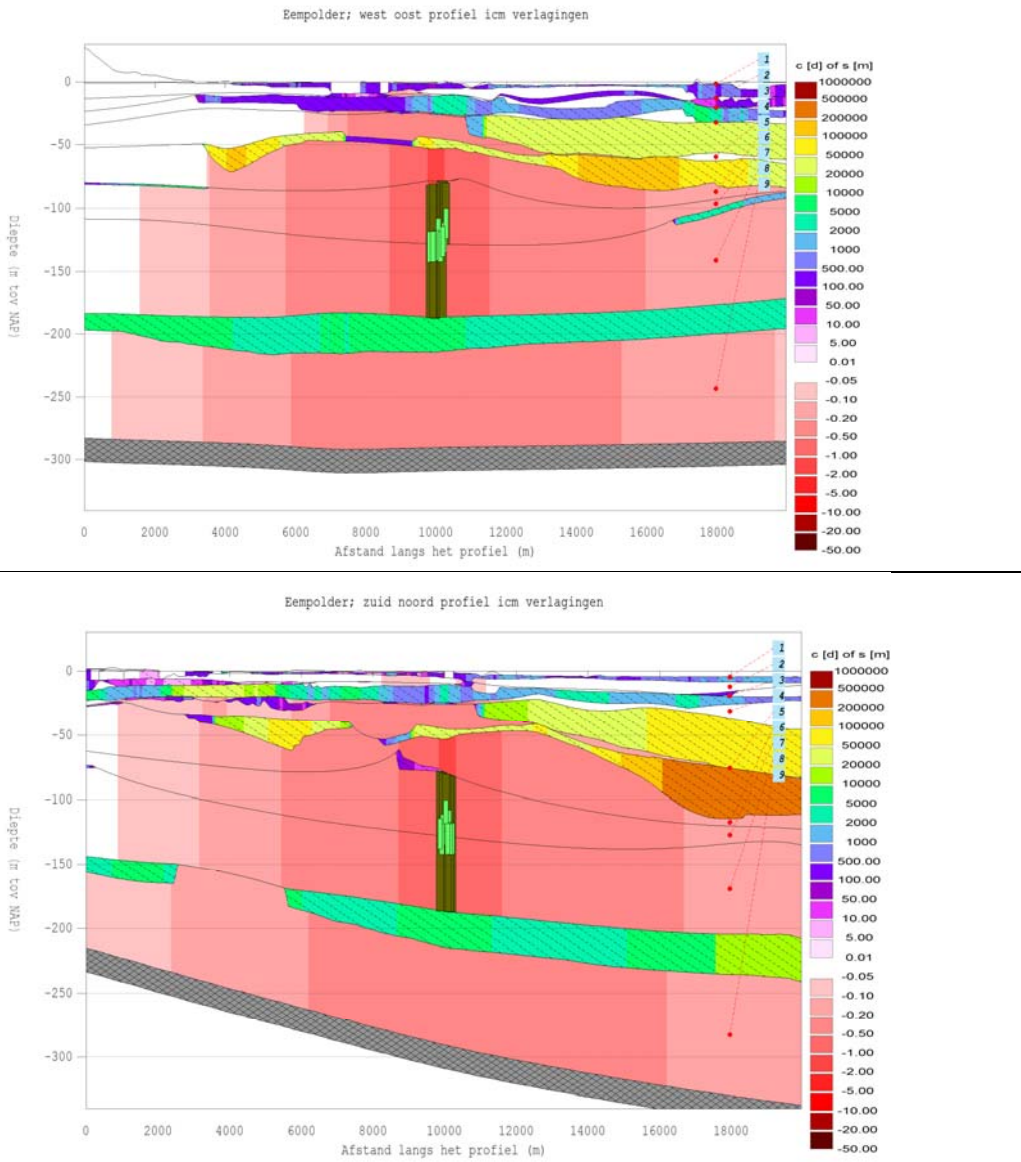
Eemdijk

In figuur 1 is de lagenopbouw van het AZURE-model bij Eemdijk opgenomen. Het betreft zowel een west-oost profiel als een zuid-noord profiel. In figuur 2 zijn de parameterwaarden opgenomen. De winning bevindt zich in laag 7 en 8. De weerstand van laag 5 is de eerste scheidende laag boven de winning. Wat opvalt, is de relatief grote weerstandswaarde van deze scheidende laag. Deze bedraagt enkele 10-tallen duizenden dagen boven de winning. Ook de weerstand van c3 heeft soms best hoge waarden (5.000 à 10.000 dagen bij een dikte van circa 10 à 15 m, wel gebaseerd op GEOTOP). Mede door de relatief hoge waarden van de scheidende lagen, treden er relatief weinig effecten op naar het freatisch grondwater.

De kD-waarde van de bepompde lagen (7 en 8) bedraagt gemiddeld circa 4400 m²/dag. Op grond van een dikte van circa 100 m geeft dit een k-waarde van circa 44 m/dag. Dit is een plausible waarde.

Advies:

Check realiteitswaarde van weerstand scheidende laag boven de winning aan de hand van pompproeven of lokale informatie (bijvoorbeeld andere modellen).

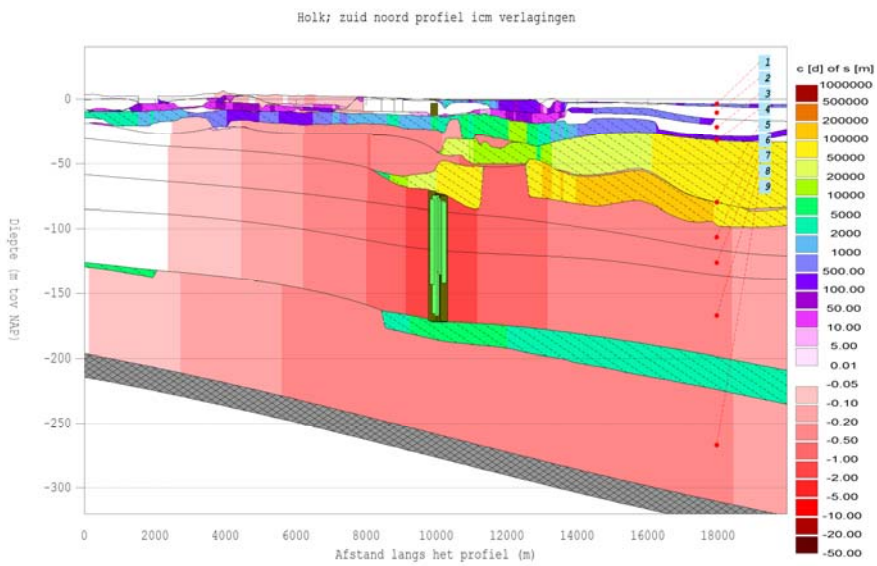
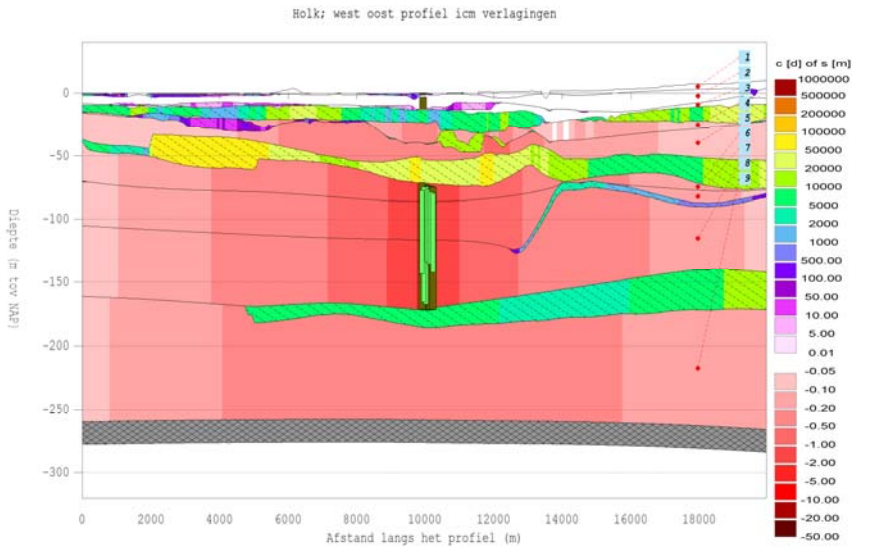


Figuur 1 Doorsnede Azure model pompstation Eemdijk met de c-waarden voor de verschillende lagen (bron Hykawi), verlaging beeld is verschil aan/uit (5 Mm³/jaar)

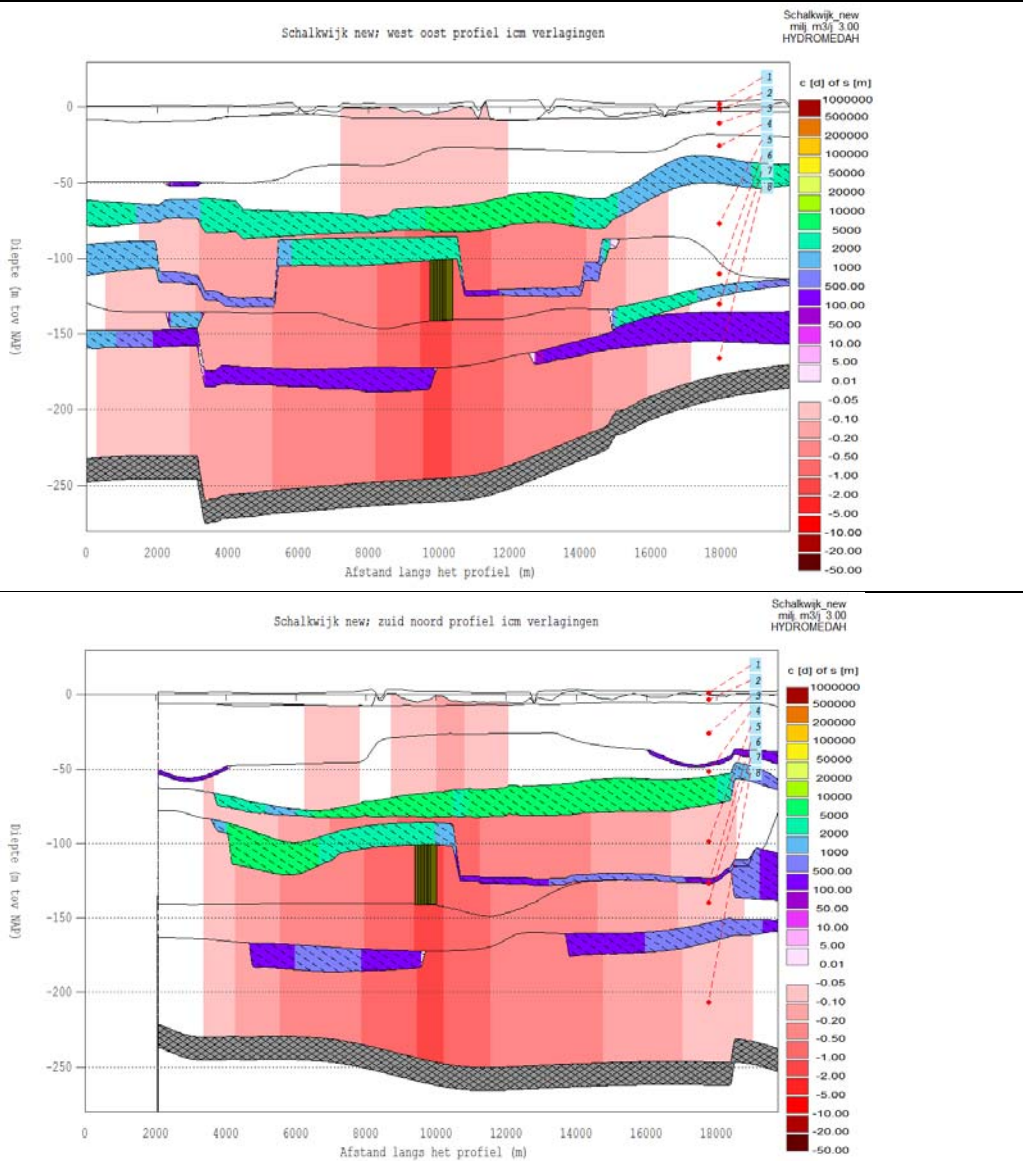


Advies:

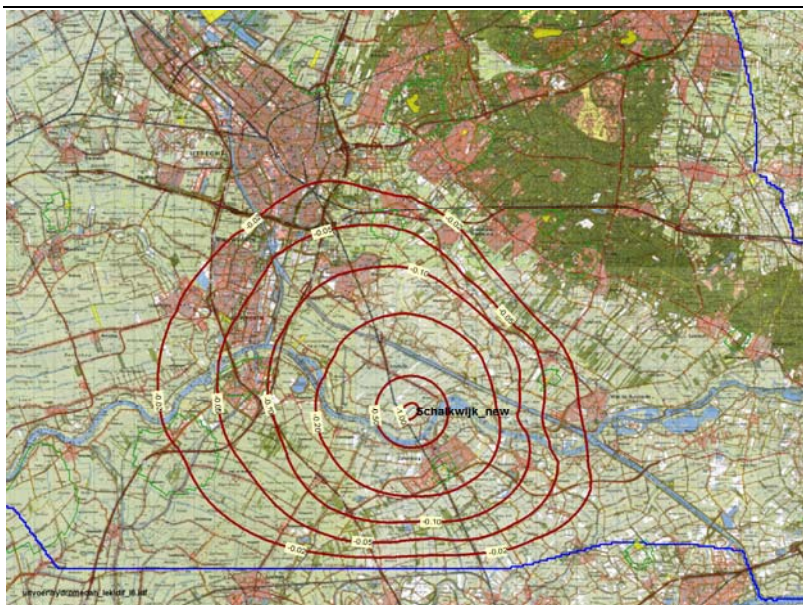
Check realiteitswaarde van weerstand scheidende laag boven de winning aan de hand van pompproeven? Of lokale informatie/model?



Figuur 3 Doorsnede Azure model pompstation Holk met de c-waarden voor de verschillende lagen (bron Hykawi), verlagingsbeeld is verschil aan/uit (7 Mm³/jaar)



Figuur 5 Doorsnede HYDROMEDAH model pompstation Schalkwijk met de c-waarden voor de verschillende lagen, verlagingensbeeld is verschil aan/uit (3 Mm³/jaar).



Figuur 7 Effect winning Schalkwijk in bepompde laag, blauw is modelrand HYDROMEDAH

1.3 Bevindingen AZURE in andere studies

Er zijn een tweetal studies beoordeeld, waarbij controle is uitgevoerd op de plausibiliteit van het AZURE. Het betreft:

- Systeemanalyse AZURE Flevoland (Tauw, 2015)
- iMODValidator Test AZURE 1.01 (Grontmij, 2015)

In respectievelijk tabel 1 en tabel 2 zijn de belangrijkste bevindingen opgenomen. Tevens is in de eindkolom per onderdeel een conclusie gegeven wat dit betekent voor de berekeningen die wij in 2014 met AZURE 1.0 hebben uitgevoerd. Hierbij zijn een tweetal kleuren gebruikt. Rood betekent dat deze bevindingen grote invloed hebben op de modeluitkomsten van 2014, oranje betekent mogelijke effecten.

Tabel 1 Constateringen van onderzoek “Hydrologische systeem- en modelanalyse AZURE Flevoland”

Onderdeel	Constatering	Locatie	Effect op berekeningen 2014
ISG-bestanden	AZURE 1.01: Door een fout in de runfile zitten alle leggerwatergangen in modellaag 1. Een gedeelte van de leggerwatergangen hoort in modellaag 2 te zitten.	ook in omgeving Eemdijk en Holk	In 2014 is Azure1.0 gebruikt. Files zijn goed aan gestuurd.
SFT-package (formule van de Lange)	In Flevoland veroorzaakt de formule dat vrijwel alle afvoer via drains en kleischeuren plaatsvindt en dus vrijwel geen afvoer plaats vindt via de waterlopen.	De SFT-package komt ook in de omgeving van	Het effect hiervan is dat het oppervlaktewaterstelsel mogelijk een te hoge weerstand heeft. Bij

Onderdeel	Constatering	Locatie	Effect op berekeningen 2014
	De waterlopen krijgen door de Formule van de Lange een extra weerstand	Eemdijk en Holk voor	lagere weerstanden zullen de effecten op de freatische grondwaterstand kleiner zijn dan nu berekend. In de feitelijke berekende grondwaterstanden zitten hierdoor wel "fouten"

In tabel 2 zijn de bevindingen van de Grontmij opgenomen. Veel van deze bevindingen hebben betrekking op het topsysteem. Omdat de effecten van de winning klein zijn, vanwege de weerstand van de scheidende lagen boven de winning, zullen ook de effecten van "inconsistentie" in het topsysteem naar verwachting beperkt zijn. De feitelijk berekende grondwaterstanden kunnen hierdoor wel niet plausibel zijn.

Tabel 2 Constateringen iMODValidatortest I en II AZURE 1.01¹

Onderdeel	Constatering	Locatie	Effect op berekeningen 2014
Lagenmodel	Het lagenmodel is voor relatief grote gebieden niet meer consistent met de gebruikte kD- en C-waarden. Een groot deel van gevonden onvolkomenheden kan worden verklaard doordat voor complexen de boven- en onderkant van de slecht doorlatende lagen niet duidelijk te definiëren zijn. Daarom kan niet beoordeeld worden of er onvolkomenheden zitten in de gebruikte kD- en C-waarden. Doordat het lagenmodel niet meer consistent is met de kD- en c-waarden kunnen er geen betrouwbare stroombanen berekend worden.	onbekend	De berekening van de grondwaterbeschermingsgebieden en boringsvrije zone moet als niet betrouwbaar worden gezien. Advies: Nadere controle tops en bottems ter plaatse van winning Eemdijk en Holk. Indien grote afwijkingen deze herzien en nieuwe berekeningen uitvoeren.
Topsysteem overlandflow	SOF-niveau (overlandflow) onder maaiveldniveau	ook in omgeving Eemdijk en Holk	Mogelijk bij Eemdijk een klein effect in aftoppen grondwaterstanden (c.q. effect in GHG-situatie). Aangezien we ook de GLG hebben berekend en er geen wezenlijke verschillen zijn, is het effect hiervan naar verwachting gering.
Topsysteem-rivers	Inconsistenties van RIV-bestanden Bodemhoogte > maaiveldniveau	niet in omgeving Eemdijk en Holk onbekend	Vanwege locatie geen effect Mogelijk minder ontwatering dan in werkelijkheid aanwezig. Effecten zullen bij aanpassing minder worden. Feitelijk niveau grondwaterstanden mogelijk te hoog

¹ Januari 2015: iMODValidator Test AZURE 1.01, kenmerk GM-0152082, revisie D2, Grontmij
 September 2015: iMODValidator Test II AZURE 1.01, Test II van ANI, WEL, ISG, HEAD en FLF, Grontmij

Onderdeel	Constatering	Locatie	Effect op berekeningen 2014
	Conductance buiten verwacht bereik	onbekend	Onbekend, verkeerde weerstanden van topsysteem kan effecten hebben op de uitkomsten.
	Waterlooppeil > SOF-vlak	onbekend	Onbekend, naar verwachting beperkt tot geen effect
	Winterpeil > zomerpeil	niet in omgeving Eemdijk en Holk	Vanwege locatie geen effect
	Geïsoleerde RIV-peil cellen	onbekend	Naar verwachting alleen lokaal fenomeen, effect zal dan beperkt zijn.
	Peilsprongen > 2 meter	onbekend	Naar verwachting alleen lokaal fenomeen, effect zal dan beperkt zijn.
Topsysteem- drainage	Inconsistenties bodemhoogte vs. conductance	niet in omgeving Eemdijk en Holk	Vanwege locatie geen effect
	Drainageniveaus boven maaiveldniveau	niet in omgeving Eemdijk en Holk	Vanwege locatie geen effect
	Drainageniveaus onder RIV-peilen	ook in omgeving Eemdijk en Holk	Te lage drainageniveaus kunnen effecten hebben op de uitkomsten (zowel feitelijk grondwaterstandsniveau als effect).
Onttrekkingen	Er zijn relatief veel filters gevonden in de verkeerde modellaag	onbekend	Voor de effectberekening is dit geen probleem wel voor feitelijk niveau. Eventueel controle uitvoeren in omgeving Holk en Eemdijk
	Er zijn relatief veel filters die qua filterstelling wel in de juiste modellaag zitten, maar die in een relatief kleine watervoerend pakket	onbekend	Idem
	Er zijn relatief veel filters met een filterstelling boven maaiveld	onbekend	Idem
	Er zijn filters met een foute filterstelling (bovenkant < onderkant)	onbekend	Idem
	Fouten in tijdreeks	onbekend	Idem
	Grote onttrekkingen bij woonplaats (kan fout o.b.v. postcode zijn)	onbekend	Idem
ISG-bestanden	In het Veluwe gebied zijn zomer- en winterpeilen omgewisseld	niet in omgeving Eemdijk en Holk	Vanwege locatie geen effect
	Er zijn in het peil sprongen van meer dan 4 m gevonden	onbekend	Naar verwachting alleen lokaal fenomeen, effect zal dan beperkt zijn.
Anisotropie	Er zijn enkele groepen cellen zonder kD-waarde, maar wel met anisotropie	niet in omgeving Eemdijk en Holk	Vanwege locatie geen effect
	Er zijn enkele klein groepen cellen met een anisotropiefactor groter dan 1.0	onbekend	Vanwege omvang geen significant effect

1.4 Conclusies en aanbevelingen

De belangrijkste conclusies en aanbevelingen zijn:

- De weerstanden van de scheidende lagen bij pompstation Eemdijk en Holk lijken aan de hoge kant. Aanbevolen wordt om de realiteitsgehalte hiervan nader te onderzoeken door vergelijking met pompproeven of lokale info/modellen
 - De winning Schalkwijk hangt te veel aan de rand van het model om daarmee grotere winhoeveelheden door te rekenen. Aanbevolen wordt om het model uit te breiden of een ander model (bijvoorbeeld NHI) toe te passen
 - De berekende grondwaterbeschermingsgebieden met AZURE worden als niet betrouwbaar gezien. Eerst is het nodig om de top en bottums van de lagen goed te checken en indien nodig aan te passen
 - Door toepassing van SFT pakkage (formule van de Lange) heeft het oppervlaktewaterstelsel (ISG) mogelijk een te hoge weerstand. Dit heeft gevolgen voor de feitelijk berekend grondwaterstand en budgetverdeling (drains, kleischeuren en rivers). Bij aanpassing van deze weerstand zal naar verwachting de effecten van de winning Eemdijk en Holk kleiner worden dan nu is berekend
 - In AZURE zitten diverse consistentiefouten in het topsysteem. De belangrijkste die mogelijk invloed hebben zijn:
 - Drainageniveau onder rivierpeil
 - Vreemde waarden in conductance
- De verwachting is dat door aanpassing van deze consistentiefouten de uitkomsten van de berekening uit 2015 niet wezenlijk zullen doen wijzigingen. De parametrisering zal er meer toe doen dan deze consistentiefouten.

Notitie

Contactpersoon Margrietha Bor

Datum 25 mei 2016

Kenmerk N002-1234190BMP-mdg-V02-NL

Aanvullend onderzoek modellen behoeftedekking drinkwater provincie Utrecht

1.1 Aanleiding

Op 12 januari 2016 heeft een expert-overleg plaatsgevonden met als doel om de kwaliteit van het gebruikte modelinstrumentarium (AZURE 1.01 en HYDROMEDAH) met elkaar te bespreken. De reden hiervoor was gelegen in het feit dat er de afgelopen tijd discussie is ontstaan over de betrouwbaarheid van de modellen. Ter voorbereiding op het expert-overleg is een nadere beschouwing gemaakt op het in 2014 gebruikte modelinstrumentarium. Daarbij is gekeken naar:

- Lagenopbouw en parameterwaarden
- Beschouwing op de bevindingen van andere AZURE-studies en inschatting van het effect op de in 2014 uitgevoerde berekeningen

Het resultaat van deze bevindingen is opgenomen in de notitie "Toelichting modellen behoeftedekking drinkwater provincie Utrecht" (kenmerk N001-1234190HWC-mdg-V01-NL, d.d. 7 januari 2016), welke eveneens in deze bijlage is toegevoegd.

In het overleg is gezamenlijk afgesproken om aanvullend onderzoek te verrichten naar de volgende aspecten:

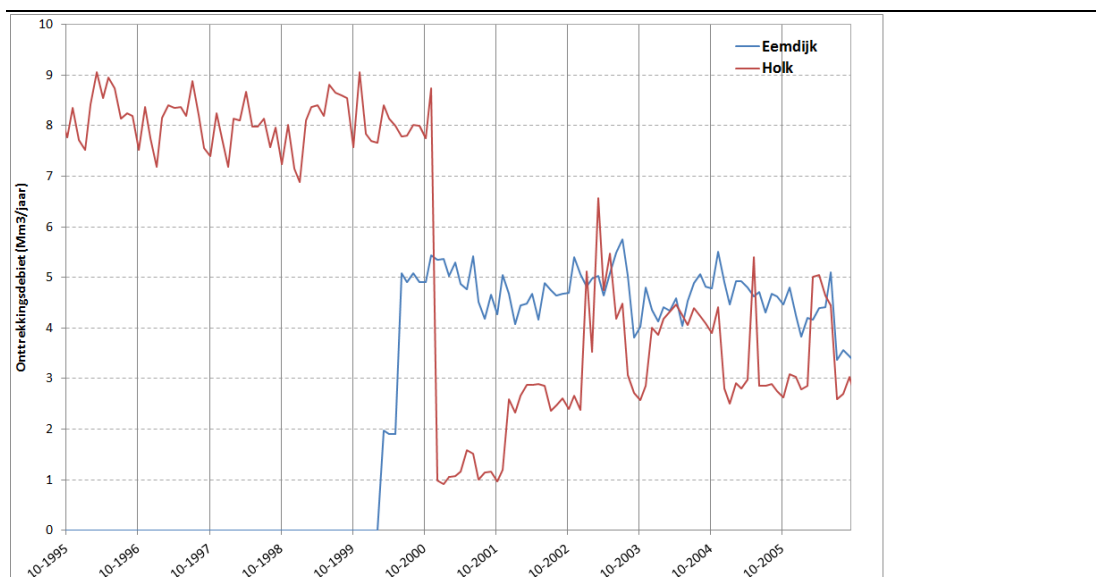
- De weerstanden van scheidende lagen bij Eemdijk en Holk: een realiteitscheck doen door het beschouwen (visueel weergeven) van tijdreeksen van stijghoogten (in watervoerende pakket en bovenliggende lagen) nabij de winningen en te kijken hoe start winning Eemdijk en reductie winning Holk uitwerken op de stijghoogten
- Onzeker is of de pakketdiktes en k-waarden (en dus grondwatersnelheden, verblijftijden en grondwaterbeschermingsgebieden) in AZURE en HYDROMEDAH realistisch zijn. Dus deze worden gecheckt nabij de winningen
- AZURE berekeningen zijn uitgevoerd met toepassing van het zogenaamde SFT-package, zo is onlangs gebleken. Hiermee is de weerstand tussen grond- en oppervlaktewater overschat, alsmede de effecten op de grondwaterstand. Het niet meenemen van de SFT-package
- HYDROMEDAH model is naar de zuidkant onvoldoende uitgestrekt. Model 'hangt aan de rand'. Dus, voorafgaand aan nieuwe berekeningen, het model naar de zuidkant uitbreiden met MORIA-informatie. We gebruiken hiervoor de HYDROMEDAH versie met GEOTOP
- Er is twijfel of industriële winningen in de beide modellen in de juiste modellaag zitten en het juiste teken hebben. Dus worden de relevante/grote winningen, bijvoorbeeld de winningen groter dan 100.000 m³/jaar gecheckt

In deze notitie zijn de resultaten beschreven van dit aanvullende onderzoek.

1.2 Realiteitsgehalte weerstand scheidende lagen Eemdijk en Holk

1.2.1 Werkwijze

Ter plaatse van de winningen Eemdijk en Holk wordt de weerstand van de scheidende lagen te hoog geacht. Om dit te onderzoeken zijn tijdstijgtoegtelijnen van de gemeten stijghoogten visueel beoordeeld op effecten. In figuur 1 zijn de gemeten onttrekkingsdebieten van Eemdijk en Holk weergegeven. Winning Eemdijk is opgestart in 2000 met een windebiet van circa 5 Mm³/jaar. Vanaf 2000 is het windebiet van Holk afgenomen van 7 à 8 Mm³/jaar naar circa 4,5 Mm³/jaar. Vanwege het relatief plotselinge karakter kunnen deze wijzigingen in onttrekkingshoeveelheden min of meer gezien worden als pompproeven, dan wel stopproeven.



Figuur 1 Gemeten onttrekkingsdebieten omgerekend naar Mm³/jaar (bron: Vitens)

Getracht is om op basis van visuele beoordelingen van de gemeten grondwaterstanden en stijghoogte het effect van de winning af te leiden. Mogelijk is het effect van de debietswijzigingen terug te zien in de gemeten grondwaterstanden en stijghoogten. Indien dit het geval is, kan het gemeten verschil in stijghoogte vergeleken worden met het berekende verschil. Wanneer het berekende verschil significant afwijkt van het gemeten verschil, betekent dit dat de weerstand van de scheidende lagen in werkelijkheid anders is dan in het model is aangenomen.

Op basis van stijghoogtegegevens afkomstig uit de ijkset van AZURE en peilbuizen uit het Dinoloket zijn tijdstijgtoegtegrafieken gemaakt. De peilbuizen in de directe omgeving van de

winning zijn onderzocht op zichtbare veranderingen van de grondwaterstand rond 2000, wanneer de winning is opgestart of afgebouwd.

1.2.2 Resultaten

In bijlage 1 van deze notitie zijn de tijdstijghoogtelijnen weergegeven en is eveneens aangegeven of er een visueel effect kon worden bepaald. Vervolgens zijn in bijlage 2 van deze notitie de resultaten op kaart weergegeven.

Eemdijk

De winning Eemdijk is opgestart in 2000, waardoor een daling van de grondwaterstand verwacht wordt. Tabel 1 toont alle beschouwde tijdstijghoogtelijnen en het geschat effect van het opstarten van de winning. Voor een groot deel van de peilbuisdata is geen visueel effect af te leiden, omdat er geen effect is of het effect is te klein om dit visueel te kunnen bepalen. Daarnaast is het berekend effect bij een debietsverandering van 4 Mm³/jaar (scenario 2 uit berekeningen 2014) weergegeven. Dit is dus 1 Mm³/jaar minder dan in werkelijkheid is opgetreden.

Uit tabel 1 valt op dat voor het gepompt pakket het visueel afgeleid effect significant kleiner is dan het berekend effect. Hetzelfde geldt voor het pakket erboven. In het eerste watervoerend pakket is er geen visueel effect afgeleid en is deze ook niet berekend. Uit de resultaten kan worden afgeleid dat de combinatie van de kD van het gepompt pakket en de c-waarde van de scheidende laag erboven (spreidingslengte) in het model mogelijk te groot is. Aangezien de gemiddelde k-waarde van het gepompte pakket een plausibele waarde heeft van 44 m/dag, bevestigt deze bevindingen het beeld de c-waarde in het model te groot is.

Tabel 1 Beschouwde tijdstijghoogtelijnen en het geschat effect van het opstarten van de winning Eemdijk

Naam peilbuis	Laag	Watervoerend pakket	X-coördinaat	Y-coördinaat	Visueel afgeleid effect (m) bij debietverandering van circa 5 Mm ³ /jaar*	Berekend effect (m) bij debietverandering van 4 Mm ³ /jaar*
B32B0454-001	1	1	154756	473661	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B26D0089-002	2	1	155300	477130	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B26D0034-002	3	1	154900	475115	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
EEWP004001	3	1	151949	473482	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B32B0214-002	4	2	151223	472200	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.19
B26D0033-002	5	2	151495	478400	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.24
EEWP004002	5	2	151949	473482	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.28
EEWP004003	5	2	151949	473482	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.28
EEWP004004	5	2	151949	473482	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.28

Naam peilbuis	Laag	Watervoerend pakket	X-coördinaat	Y-coördinaat	Visueel afgeleid effect (m) bij debietverandering van circa 5 Mm ³ /jaar*	Berekend effect (m) bij debietverandering van 4 Mm ³ /jaar*
B32B0002-003	6	3 (bepompt)	153936	472054	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.24
B32A0443-003	6	3 (bepompt)	149975	472480	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.18
B32A0462-004	6	3 (bepompt)	149193	472872	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.16
B32A0157-003	6	3 (bepompt)	148244	474271	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.14
EEWP004005	6	3 (bepompt)	151949	473482	-0.2	-0.31
B32B0019-002	7	3 (bepompt)	153992	474592	-0.4	-0.42
B32A0441-004	7	3 (bepompt)	146125	470939	Geen effect af te leiden uit de grafiek	-0.05
EEWP004006	7	3 (bepompt)	151949	473482	-0.1	-0.31
EEWP004007	7	3 (bepompt)	151949	473482	-0.1	-0.31
EEWP004008	8	3 (bepompt)	151949	473482	-0.1	-0.31
EEWP004009	8	3 (bepompt)	151949	473482	-0.1	-0.31
EEWP004010	8	3 (bepompt)	151949	473482	-0.2	-0.31
EEWP004011	8	3 (bepompt)	151949	473482	-0.1	-0.31
EEWP004012	8	3 (bepompt)	151949	473482	-0.1	-0.31
EEWP004013	9	4	151949	473482	-0.2	Niet berekend

*Een negatieve berekend effect een daling in de stijghoogte/grondwaterstand

Holk

De winning Holk is afgebouwd in 2000 waardoor een daling van de grondwaterstand verwacht wordt. Tabel 2 toont alle beschouwde tijdstijgheightlijnen en het geschat effect van het afbouwen van het onttrekkingsdebiet van de winning. Ook voor Holk geldt dat voor een groot deel van de peilbuisdata geen visueel effect is af te leiden, omdat er geen effect is of het effect is te klein om dit visueel te kunnen waarnemen. Daarnaast is het berekend effect bij een debietsverandering van 3 Mm³/jaar (scenario 1 uit berekeningen 2014) weergegeven. Dit is dus 1 Mm³/jaar minder dan in werkelijk is opgetreden. Het werkelijke debiet is sinds 2001 immers circa 4 Mm³/jaar. Uit tabel 2 en bijlage 2 blijkt dat in het bepompt pakket nabij de pompputten het visueel afgeleid effect in dezelfde orde van grootte is als het berekende effect. Op grotere afstand wordt in dit pakket echter wel een significant effect berekend terwijl deze visueel niet is waar te nemen. Hetzelfde geldt voor het pakket erboven.

Tabel 2 Beschouwde tijdstijghoogtelijnen en het geschat effect van het opstarten van de winning Holk

Naam peilbuis	Laag	Watervoerend pakket	X-coördi-naat	Y-coördi-naat	Visueel afgeleid effect bij debietverandering van circa 4 Mm ³ /jaar	Berekend effect bij debietverandering van 3 Mm ³ /jaar
B32B0453-001	1	1	157880	468920	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B32B0402-001	1	1	156490	470340	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B32B0540-001	1	1	157930	472960	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B39B0416-001	1	1	158630	449910	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B32B0396-001	1	1	159520	472580	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B32E0207-001	1	1	160230	470260	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B32B0409-001	1	1	157610	467750	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
32EL0078001	2	1	161170	473480	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
32BP0209001	2	1	155640	471350	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
32BP0005001	2	1	158100	470800	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
32EP0048001	3	1	160390	474460	Geen effect af te leiden uit de grafiek	<0.05
B32B0164-02	4	2	158130	470980	0.35 m	0.21
32BP0209002	4	2	155640	471350	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.19
32BP0005002	4	2	158100	470800	0.25	0.21
B32B0215-002	5	2	155198	470217	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.18
B32B0164-03	5	2	158130	470980	0.5 m	0.21
32BP0005003	5	2	158100	470800	0.4	0.22
B32B0042-002	6	3 (bepompt)	158850	468000	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.18
B32B0208-004	6	3 (bepompt)	155300	471395	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.26
B32B0164-04	6	3 (bepompt)	158130	470980	1.5 m	0.94
32EP0048002	6	3 (bepompt)	160390	474460	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.2
32BP0209003	6	3 (bepompt)	155640	471350	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.28
32BP0209004	6	3 (bepompt)	155640	471350	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.28
32BP0005004	6	3 (bepompt)	158100	470800	0.75	0.74
B32B0008-004	7	3 (bepompt)	158425	473800	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.28
32EP0048003	8	3 (bepompt)	160390	474460	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.2
32BP0209005	8	3 (bepompt)	155640	471350	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.28
32BP0209006	8	3 (bepompt)	155640	471350	Geen effect af te leiden uit de grafiek	0.28
32BP0209007	9	4	155640	471350	Geen effect af te leiden uit de grafiek	nvt

1.2.3 Conclusie en advies

Eemdijk

Bij Eemdijk ontbreken meetgegevens dichtbij het puttenveld. Op enige afstand berekenen we in het bepompte pakket een grotere verlaging dan op basis van de visuele waarneming uit de tijdstijghoogtelijnen is waargenomen. De oorzaak is hoogst waarschijnlijk de hoge c-waarde van de scheidende laag boven het bepompte pakket. Het gevolg is dat de spreidingslengte te hoog is. Dit resulteert in een stijghoogteverlaging in het bepompt pakket die zich in horizontale richting te ver uitstrekt. Naar het oosten en zuiden, wigt de scheidende laag uit, waardoor bij grotere onttrekkingshoeveelheden aan de "randen" freatische effecten ontstaan. Dit effect is in de berekening van 2014 overschat. Anderzijds kan het zo zijn dat ter plaatse van het puttenveld er door de kleinere spreidingslengte meer verlaging in het bepompte pakket ontstaat dan berekend en daardoor mogelijk ook meer freatische effecten dichtbij het puttenveld. Het ontbreekt aan peilbuisgegevens om dit op basis van metingen te bevestigen.

In de studie van 2014 hebben we gezien dat bij een verhoging van de onttrekkingshoeveelheid op Eemdijk van 3,7 en 4 Mm³/jaar negatieve effecten op grondwaterafhankelijke natuur richting Utrechtse Heuvelrug niet zijn uit te sluiten. Conclusie was dat er een bovengrens zit aan de uitbreiding van circa 2 Mm³/jaar. Op grond van de bevinding kan nu worden gesteld, dat er mogelijk toch een grotere uitbreiding op Eemdijk mogelijk is. Aandachtspunt blijft wel de zettingsgevoeligheid van het gebied.

Holk

Holk is vergelijkbaar met Eemdijk. Voordeel van Holk is dat er nabij het puttenveld wel peilbuizen aanwezig zijn. Deze bevestigen het feit dat bij het puttenveld in het bepompte pakket in werkelijkheid meer verlaging optreedt dan berekend. Op afstand is dit andersom. Ook hier is de oorzaak hoogstwaarschijnlijk een te hoge spreidingslengte van het bepompte pakket, veroorzaakt door de hoge weerstanden in het model. In het freatisch grondwater zijn geen effecten visueel uit de tijdstijghoogtelijnen afgeleid (komt daarmee overeen met de berekening). Daarbij wordt wel opgemerkt dat kleine effecten (orde grootte 5 à 10 cm) visueel niet af te leiden zijn uit de meetgegevens. Daarvoor is aanvullend onderzoek nodig.

In de studie van 2014 is geconcludeerd dat handhaving van de vergunde hoeveelheid op Holk beperkte en volledig mitigeerbare omgevingseffecten heeft. Deze conclusies zal bij aanpassing van het model op basis van de meetgegevens naar verwachting niet wijzigen.

Advies

Voor het bepalen van de optimale verdeling van 10 Mm³/jaar over de drie puttenvelden is op dit moment voldoende inzicht op de te verwachten omgevingseffecten bij Eemdijk en Holk. Indien

wordt overgegaan tot vergunningaanvraag wordt aanbevolen allereerst aanvullend onderzoek te doen naar de opgetreden effecten van de pompstations door middel van tijdreeksanalyse. Er heeft nu een visuele beoordeling plaatsgevonden, maar een tijdreeksanalyse geeft een nauwkeuriger beeld van de effecten. Vervolgens kan het model op basis van deze bevindingen worden verbeterd.

1.1 Realisatiegehalte pakketdiktes en k-waarden

1.1.1 Werkwijze

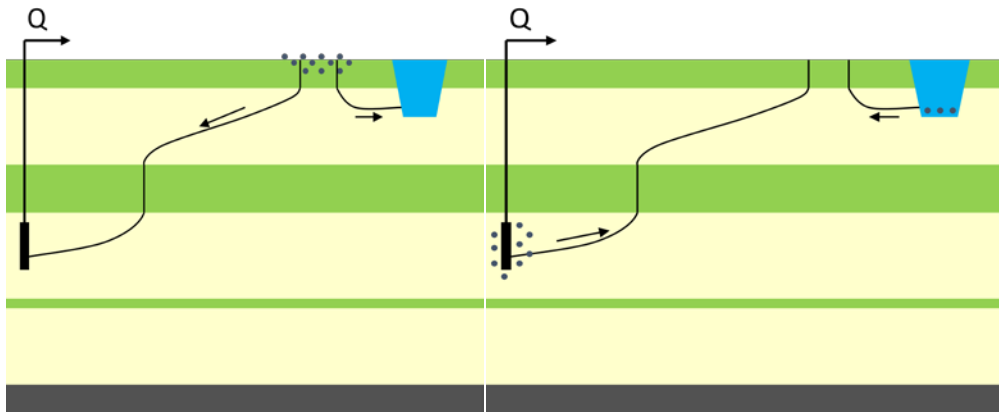
Het is onduidelijk of de pakketdiktes en k-waarden van AZURE en HYDROMEDAH realistisch zijn. Wanneer deze niet realistisch zijn, zijn de berekende stroombanen, intrekgebieden en grondwaterbeschermingsgebieden minder betrouwbaar. Een mogelijke controle is het inschatten van de realiteitswaarde van de doorlatendheid (k-waarde). Op basis van de dikten van de lagen en de kD-waarden zijn de k-waarden berekend. Deze zijn weergegeven in bijlage 3. De dikten van de lagen zijn berekend met de lagenmodellen die apart bij de modflowmodellen zijn opgeleverd. Deze lagenmodellen worden gebruikt bij het berekenen van stroombanen. Daarnaast zijn van de intrekgebieden (gebaseerd op stroombaanberekening vanaf maaiveld) ook de stroomsnelheden berekend. Indien sprake is van zeer hoge stroomsnelheden, dan dient dit als indicator voor een nadere analyse op plausibiliteit. Ter verduidelijking is in het onderstaande kader beschreven hoe stroombanen berekend worden.

Het berekenen van stroombanen

Stroombaanberekeningen kunnen zowel met de grondwaterstroming mee vanaf maaiveld berekend (forward trace) als tegen de grondwaterstroming in uitgaande van de put (backward trace), zie onderstaande figuur.

Forward tracing

Bij forward tracing wordt de stroombanen vanaf het maaiveld met de grondwaterstroming mee berekend met een raster van punten; dit zijn de deeltjes waarvoor de stroomlijnen worden berekend en gevisualiseerd. De berekende stroombanen kunnen worden omgezet naar verblijftijden welke door middel van kleuren kunnen worden getoond.



Figuur Forward tracing (links) en backward tracing (rechts)

Backward tracing

Bij de backward trace berekening wordt rond de onttrekkingsputten op korte afstand uit het centrum van de onttrekkingscel radiale startpunten gepositioneerd. Het aantal radiale startpunten is bepaald door het debiet van de put te delen door een van te voren opgegeven stroombaandebiet en daarnaast verdeeld over de dikte van de modellaag waarin de onttrekkingscel is gelegen. Elke stroombaan krijgt op deze wijze een identiek debiet toegekend gelijk aan het specifieke putdebiet gedeeld door het totaal aantal stroombanen.

1.1.2 Resultaat

k-waarden Eemdijk en Holk

Tabel 3 toont de range van k-waarden die zijn gevonden en de consequenties indien deze minder reëel worden geacht. K-waarden boven 100 m/dag worden te hoog geacht. Uit de tabel blijkt dat de k-waarden van modellaag 1, 8 en 9 plaatselijk te hoog zijn, maar dat dit geen tot nauwelijks gevolgen heeft op de uitkomsten van de berekende stroombanen.

Tabel 3 k-waarden Eemdijk en Holk

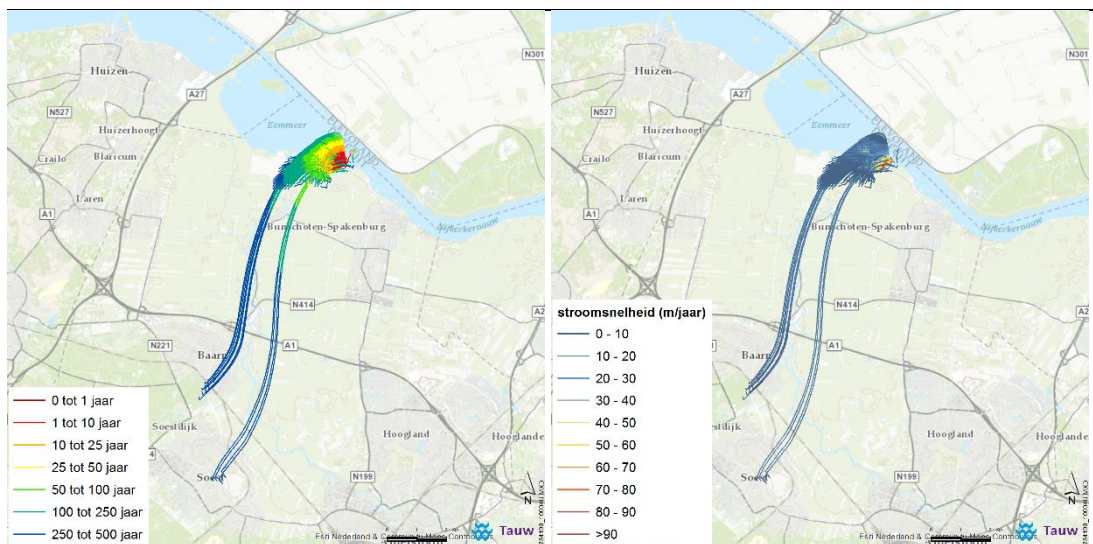
Modellaag	k-waarden (m/dag)	Reëel	Gevolgen voor berekening stroombanen
1	<1 tot 500	Nee	Op de locaties met hoge k-waarden bevinden de stroombanen in diepere lagen, dus er zijn geen gevolgen voor de plausibiliteit van de berekende stroombanen
2	1 tot 50	Ja	Nvt
3	5 tot 50	Ja	Nvt
4	2 tot 50	Ja	Nvt
5	2 tot 50	Ja	Nvt
6	1 tot 100	Ja	Nvt
7	20 tot 100	Ja	Nvt
8	10 tot 200	Nee	Het gebied met een k-waarde boven de 100 m/dag bevindt zich op voldoende afstand van de winningen eemdijk en holk, dus er wordt geen effect op de berekening verwacht.
9	50 tot 10.000	Nee	Dit is niet plausibel maar heeft geen effect op de berekeningen, omdat de c8 een hoge weerstand heeft

Stroombanen Eemdijk

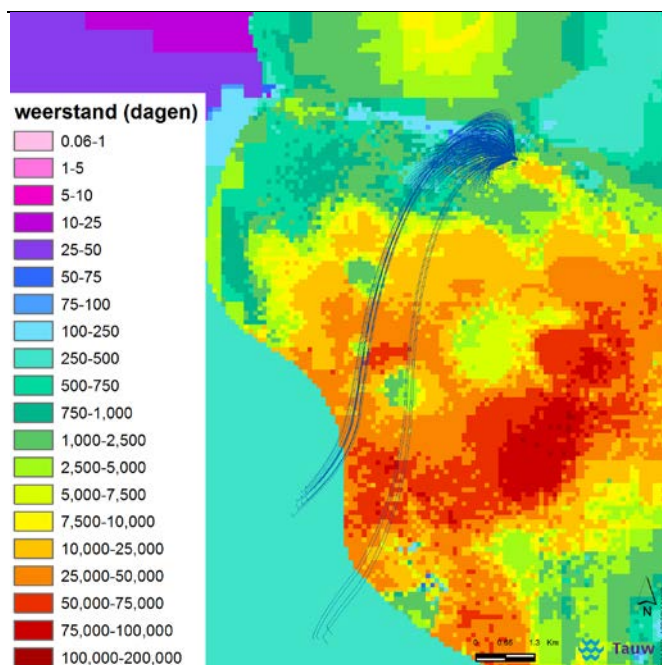
Figuur 2 toont de berekende stroombanen en stroomsnelheden voor de referentiesituatie (debiet= 5 Mm³/jaar) van Eemdijk. Opvallend is de twee lange slierten van de stroombanen. Om te onderzoeken of dit 'racebanen' zijn, zijn de stroomsnelheden berekend. Bij racebanen is de stroomsnelheid onrealistisch hoog doordat de kD-waarde van een pakket te hoog is in vergelijking met de dikte van het pakket. Uit figuur 2 blijkt dat de stroomsnelheden van de slierten 10 tot 20 m/jaar bedraagt. Dit is niet hoog en er is dus geen sprake van racebanen. Vervolgens is naar de c-waarden gekeken in het model, zie figuur 3. Hieruit blijkt dat de weerstand van modellaag 3 ter plaatse van de slierten groot (tot 100.000 dagen) is. De slierten worden veroorzaakt doordat een groot deel van de deeltjes die worden uitgezet in het model niet door deze laag komen. Een mogelijkheid is om met backward trace te rekenen, maar deze methode wijkt af van de aangehouden methode van de eerdere IPL-studie¹. In figuur 4 zijn de stroombanen en stroomsnelheden die met backward trace zijn berekend weergegeven. De vorm van deze stroombanen wordt aannemelijk geacht. Voor het grootste deel zijn de stroomsnelheden ook aannemelijk. Echter ten oosten komen op grote afstand van de

¹ Tauw, Effecten op de grondwatersituatie uitwerkende IPL studies Centraal en West Nederland, kenmerk R001-1224560HWC-mdg-V03-NL, d.d. 16 september 2014

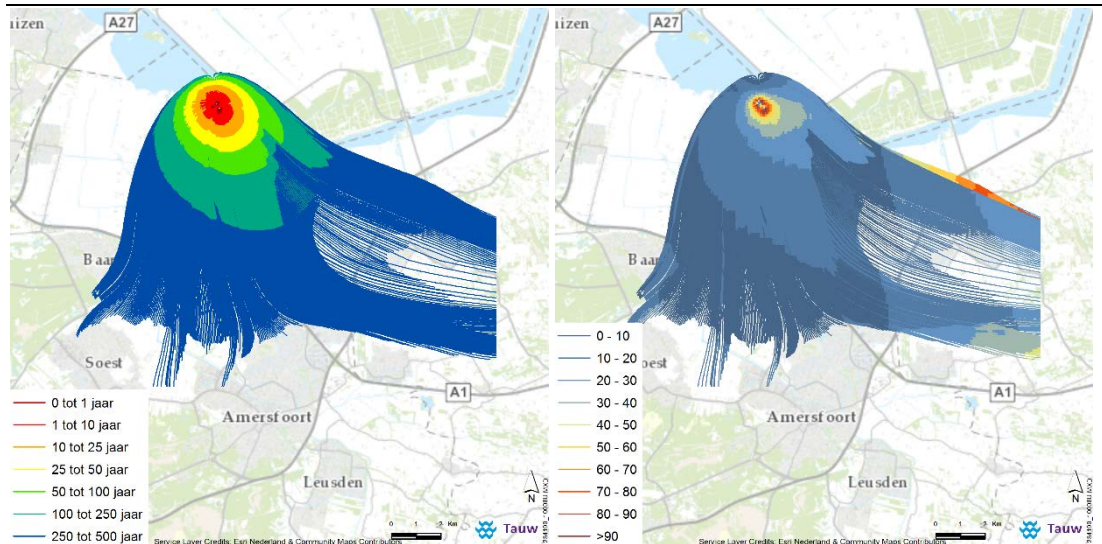
pompputten grote snelheden voor. Dit wordt onwaarschijnlijk geacht, maar heeft nauwelijks invloed op de uitkomsten en reeds getrokken conclusies.



Figuur 2 Stroombanen (forward trace) en stroomsnelheden Eemdijk (debiet=5 Mm³/jaar)



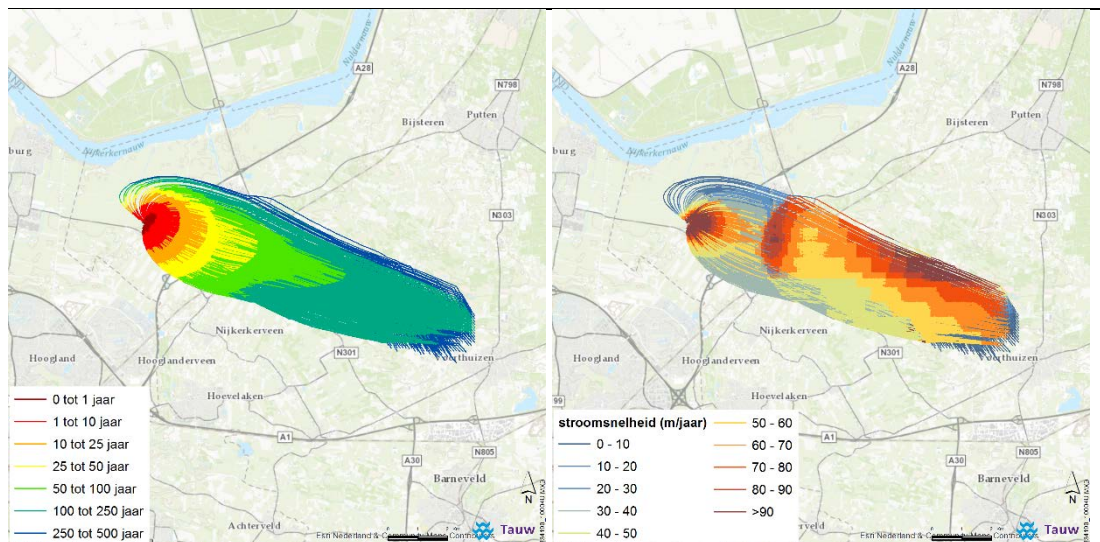
Figuur 3 Stroombanen Eemdijk in combinatie met c-waarde modellaag 3



Figuur 4 Stroombanen (backward trace) en stroomsnelheden Eemdijk (debet=5 Mm³/jaar)

Stroombanen Holk

Figuur 5 toont de berekende stroombanen en stroomsnelheden voor de referentiesituatie (debet=7 Mm³/jaar) van Holk. De stroombanen zien er aannemelijk uit. Uit de stroomsnelheid valt op dat de stroomsnelheid in de pluim vrij hoog is (>90 m/jaar). Daarnaast lijkt er een soort “muur” voor te komen. Aldaar worden de stroomsnelheden onrealistisch geacht.



Figuur 5 Stroombanen (forward trace) en stroomsnelheden Holk (debet=7 Mm³/jaar)

Gevolg van voorgaande is dat bij aanpassing van het model naar meer realistische waarden (wijzigen van k en D, kD blijft gelijk) het berekend intrekgebied een iets ander patroon krijgt. Gezien de beperkte aanwezigheid van gevoelige functies in de omgeving van de winning en het feit dat de winning beschermd wordt door scheidende lagen, zullen de conclusies van het onderzoek in 2014 hierdoor niet wezenlijk wijzigingen.

k-waarden Schalkwijk

Uit de berekende k-waarden in bijlage 3 valt op dat de k-waarde langs nodata gebieden erg hoog zijn, waarschijnlijk als gevolg van een interpolatie. Dit wordt niet realistisch geacht. Tabel 6 toont de range van k-waarden die zijn gevonden en de consequenties indien deze niet reëel worden geacht. K-waarden boven 100 m/dag worden zeer onwaarschijnlijk geacht. Uit de tabel blijkt dat de k-waarden van modellaag 2, 4, 5, 7 en 8 plaatselijk te hoog zijn en dat dit mogelijk effect heeft op de betrouwbaarheid van de stroombaanberekeningen.

Tabel 4 k-waarden Schalkwijk

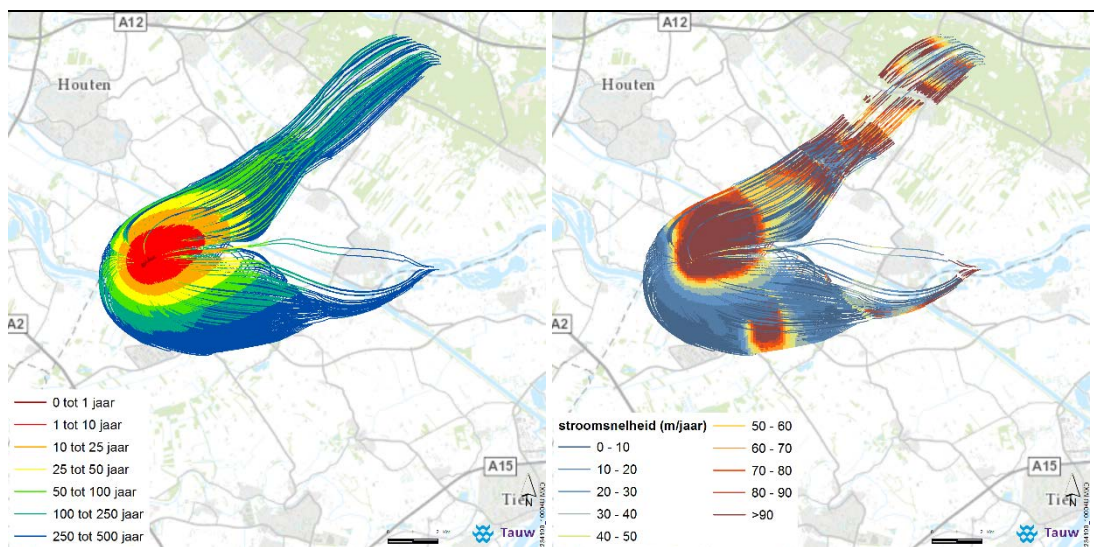
Modellaag	k-waarden (m/dag)	Reëel	Gevolgen voor berekening stroombanen
1	<1 tot 20	Ja	
2	1 tot >10.000	Nee	Ten zuiden van de Lek komen doorlatendheden hoger dan 100 m/dag voor. Dit heeft mogelijk effect op berekende stroombanen
3	10 tot 100	Ja*	
4	5 tot >10.000	Nee	Ten noordoosten van de winning komen doorlatendheden hoger dan 100 m/dag voor. Dit heeft mogelijk effect op berekende stroombanen
5	2 tot >10.000	Nee	Ten westen van de winning komen doorlatendheden hoger dan 100 m/dag voor. Dit heeft mogelijk effect op berekende stroombanen
6	<1 tot >10.000	Ja*	
7	10 tot >10.000	Nee	Ten noordoosten van de winning komen doorlatendheden hoger dan 100 m/dag voor. Dit heeft mogelijk effect op berekende stroombanen
8	20 tot >10.000	Nee	Ten noordoosten van de winning komen doorlatendheden hoger dan 100 m/dag voor. Dit heeft mogelijk effect op berekende stroombanen

*doorlatendheden groter dan 100 m/dag komen wel voor, maar niet in de omgeving van de berekende stroombanen

Stroombanen Schalkwijk

Figuur 6 toont de berekende stroombanen en stroomsnelheden voor scenario 1 (debiet= 3 Mm³/jaar) van Schalkwijk. Als eerste valt op dat de stroombanen twee 'takken' heeft. Uit nadere analyse blijkt dat dit wordt veroorzaakt door drinkwaterwinning van Vitens ten zuiden van Cothen.

Buiten de omgeving van de pompputten komen snelheden groter dan 90 m/jaar voor in een vlekkelig patroon. Ter plaatse van de putten wordt deze snelheid realistisch geacht, maar buiten de omgeving van de putten niet. Waarschijnlijk zijn hoge k-waarden (in combinatie met een kleine dikte van de laag) de oorzaak van deze hoge snelheden. Als gevolg hiervan zal het berekende beschermingsgebied mogelijk wijzigen.



Figuur 6 Stroombanen (forward trace) en stroomsnelheden Schalkwijk (debiet=3 Mm³/jaar)

1.1.3 Conclusie en advies

Voor alle drie de winningen zijn opmerkingen te maken over de mate van stroming, verder weg van de puttenvelden (zogenaamde racebanen). Voor Eemdijk en Holk worden de effecten van deze racebanen op de beschermbaarheid van de winning beperkt geacht. Voor winning Schalkwijk is -gezien deze onzekerheid- in een groter gebied gekeken naar de gevoelige functies ten aanzien van beschermbaarheid.

Voor het definitief bepalen van de boringsvrije zone en grondwaterbeschermingsgebieden (in kader van vergunningaanvraag) blijft dit een aandachtspunt. Er wordt geadviseerd om voor elke locatie nader te analyseren waardoor de mogelijk onrealistische stroomsnelheden veroorzaakt en hoe dit eventueel opgelost kan worden (vermoedelijk te hoge k-waarde en te kleine dikte van de betreffende laag).

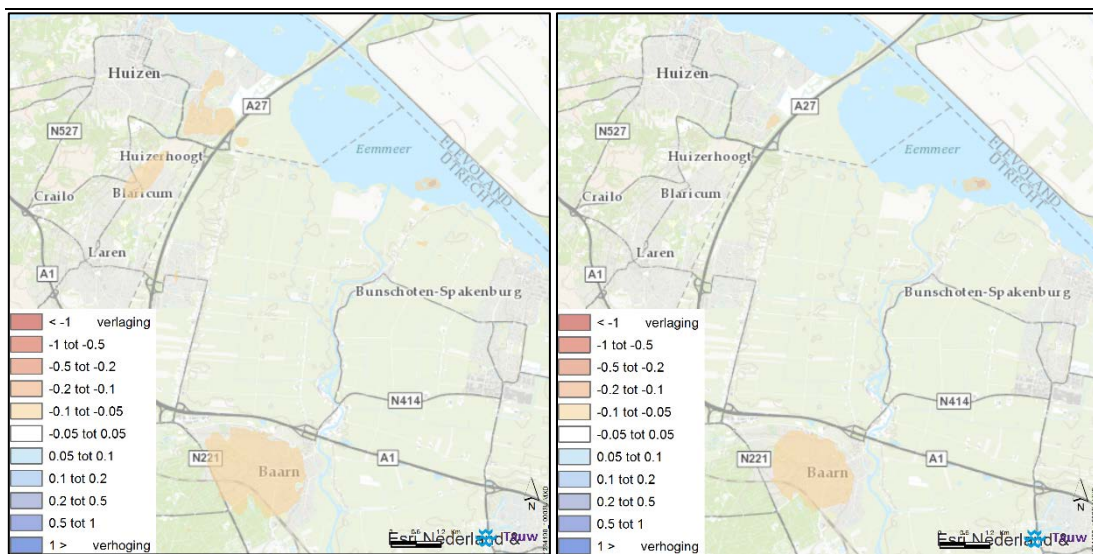
1.2 Effect foutieve SFT-package

1.2.1 Werkwijze

Uit de uitgevoerde modelanalyse van AZURE² voor Flevoland is gebleken dat door gebruik van de SFT- package de waterbodempweerstand wordt overschat. Technisch ingewikkeld, maar simpel gezegd komt het er op neer dat bij verschaling in het modelnetwerk de juiste weerstanden aan waterlopen worden toegekend. Uit genoemde studie is gebleken dat in poldergebieden er een fout optreedt in deze module, waardoor aan de waterbodempweerstand van de legerwatergangen een extra weerstand wordt toegekend die niet reëel is. Door het uitzetten van de betreffende module (de hierna genoemde SFT-package), krijgen de waterlopen weer de juist bodempweerstand. Om het effect van deze overschatting te bepalen is de referentie situatie voor Eemdijk en het scenario +4 Mm³/jaar zonder SFT-package berekend.

1.2.2 Resultaat

In figuur 7 is de berekende verandering van de GVG weergegeven met en zonder SFT-package als gevolg van een toename van het debiet met 4 Mm³/jaar.

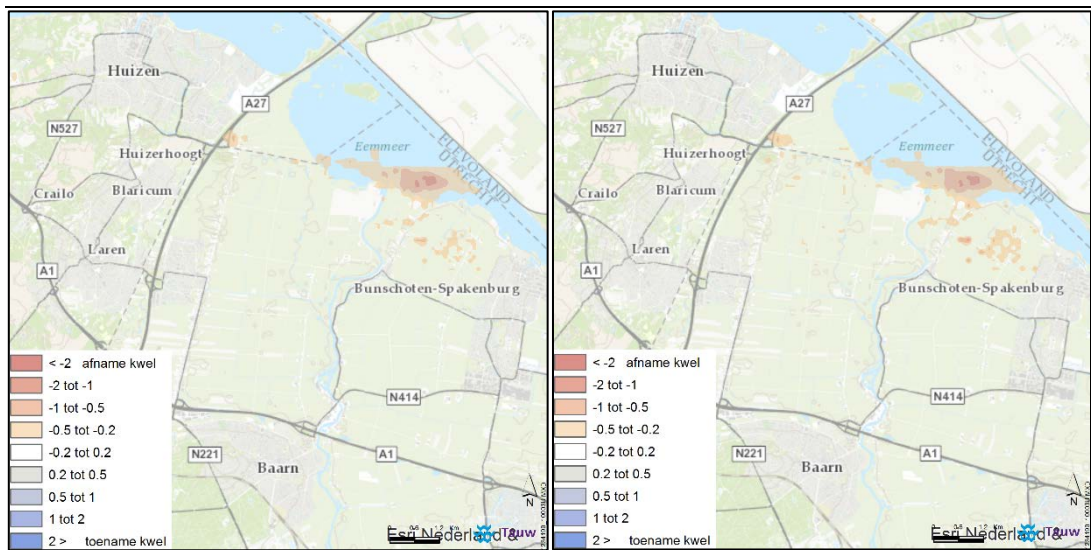


Figuur 7 Verandering GVG (m) met SFT-package (links) en zonder SFT-package (rechts)

Uit de figuur blijkt dat de berekende verandering afneemt wanneer de SFT package niet wordt gebruikt. Dit is conform de verwachting. Door het uitzetten van de SFT-package neemt de weerstand van het oppervlaktewatersysteem af. Daardoor krijgt het oppervlaktewatersysteem meer invloed en zorgt deze voor een verdere demping van de effecten. Met andere woorden met

² Tauw, Hydrologische systeem- en modelanalyse AZURE Flevoland, kenmerk R001-1234034BMP-mdg-V01_eindconcept, d.d. 25 februari 2016 (concept)

het uitzetten van SFT-package worden de berekende grondwaterstandsverlagingen minder. Dit betekent dat de berekende effecten bij de voorgaande studie in werkelijkheid geringer kunnen zijn. Figuur 8 toont de gemiddeld hoogste kwel/wegzijing met en zonder SFT-package. Er is geen verschil tussen de 2 figuren.



berekende grondwaterstanden. Het heeft geen invloed op de effectberekening van de grondwaterstanden. Aanpassing van deze fouten zullen de conclusies van het onderzoek uit 2014 niet wezenlijk doen veranderen.

Tabel 5 Controle grote industriële winningen

Provincie	Vergunninghouder	plaats	X	Y	bovenkant put (m NAP)	onderkant put (m NAP)	In modellaag	Juiste modellaag obv filterstelling
Utrecht	COBERCO	Hoogland (Amersfoort)	154200	466400	-25	-50	niet in model	laag 4, 5 en 6
	GRAVIS KENNEMERLAND BV	Bunschoten	155000	473600	0	-90	laag 1, 3, 5, 6 en 7	laag 1 t/m 7
	KOELEWIJN'S HARINGINL. B.V.	Bunschoten – Spakenburg	154700	474100	-95	-100	laag 7	laag 7
	KOELEWIJN'S HARINGINLEGGERIJ	Bunschoten	155000	473900	-55	-70	laag 6	laag 6
	POLYGRAM RECORD SERVICE BV	Baarn	148500	468800	-65	-105	niet in model	laag 6, 7 en 8
	POLYNORM NV	Bunschoten	154100	471100	-10	-30	niet in model	laag 3, 4 en 5
	POMPSTATION BAARN	Baarn	146600	469100	-17	-41	laag 5	laag 5 en 6
	nhi_120224	Bunschoten - Spakenburg	155000	473800	-53.9	-68.9	6	niet in overzicht provincie
	nhi_120214	Bunschoten - Spakenburg	154600	473500	-94.5	-109.5	7	niet in overzicht provincie
Gelderland	FRIESLAND FOODS WESTERN EUROPE	Nijkerk	161170	472000	77.5	126	laag 1	laag 6 t/m 8
	FRIESLAND FOODS WESTERN EUROPE	Nijkerk	161170	472000	131	181	laag 1	laag 8
	BOR V/D PLUIMVEESLACHTERIJ	Nijkerk, Nijkerkerveen	160330	468480	94	109	laag 1	laag 7 en 8

In HYDROMEDAH is per tijdstap de onttrekkingen opgenomen met de coördinaten en het debiet. Dit is anders dan bij AZURE waarbij er per modellaag een overzicht is gegeven met winningen inclusief filterstelling. Omdat Hydromedah deze informatie mist, kan de filterstelling en het voorkomen van een winning niet gecontroleerd worden.

1.4 Uitbreiding HYDROMEDAH

1.4.1 Werkwijze

Omdat de berekende stijghoogteverlaging als gevolg van drinkwaterwinning Schalkwijk aan de modelrand “hangt”, is HYDROMEDAH aan de zuidzijde uitgebreid met MORIA. Voor de uitbreiding van het lagenmodel (kD- en c-waarden) is gekozen voor het recent opgeleverde lagenmodel van MORIA3.0. De overige basisbestanden (zoals waterlopen, buisdrainage) zijn overgenomen uit MORIA 2.2. De stationaire koppeling van beide modellen is gecontroleerd op een correcte aansluiting van de modellagen. Tabel 6 toont welke lagen gekoppeld zijn. Op de grens tussen beide modellen is geïnterpoleerd om “harde” grenzen te voorkomen. In bijlage 4 zijn de kD- en c-waarden van het uitgebreide model in de omgeving van Schalkwijk weergegeven.

HYDROMEDAH (8-laags model) heeft een andere laagindeling dan MORIA3.0 (19-laags model). Om de juiste modellagen aan elkaar te koppelen zijn de modellagen van beide modellen op basis van REGIS-lagen gekoppeld. De gebruikte bronnen hiervoor zijn:

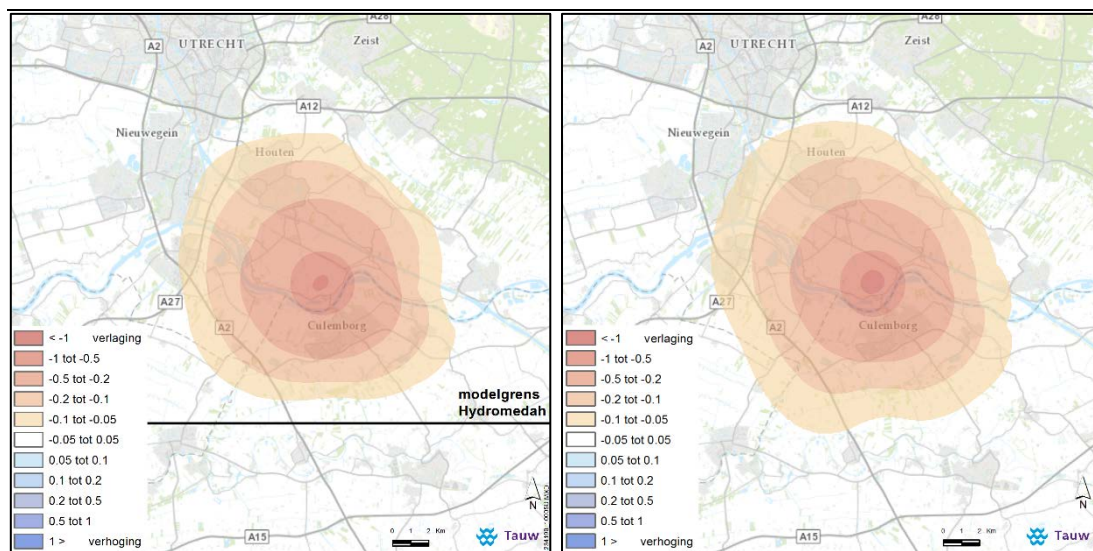
- Deltares, Ontwikkeling HYDROMEDAH: Deelrapport MODFLOW-model, kenmerk 0912-0231, d.d. 23 december 2009
- RoyalHaskoningDHV, Lagenmodel MORIA, kenmerk WATBE1595101100R001D01, d.d. 21 januari 2016

Tabel 6 Koppeling Kd- en c-lagen HYDROMEDAH en MORIA3.0

HYDROMEDAH	MORIA3.0
kD1	kD1+kD2
C1 (geotop)	C1 (geotop) +C2
kD2	kD3 t/m kD6
C2	C3 t/m c6
kD3	kD7 t/m kD9
C3	C7 t/m c9
kD4	kD10 t/m kD12
C4	C10 t/m c12
kD5	kD13 + kD14
C5	C13 + c14
kD6 (bepompte laag)	0.33*kD15
C6	Komt niet voor in MORIA3.0, op 0,1 dag gezet
kD7	0.33*kD15
C7	C15
kD8	0.33*kD15

1.4.2 Resultaat

Figuur 9 toont de berekende stijghoogteverlaging met HYDROMEDAH (links) en het uitgebreide model van een nieuwe winning ter plaatse van Schalkwijk met een onttrekkingshoeveelheid van 3 Mm³/jaar. Uit deze figuur blijkt dat de berekende verlaging van het uitgebreide model zich verder naar het zuiden uitstrekt. Dit is conform de verwachting.

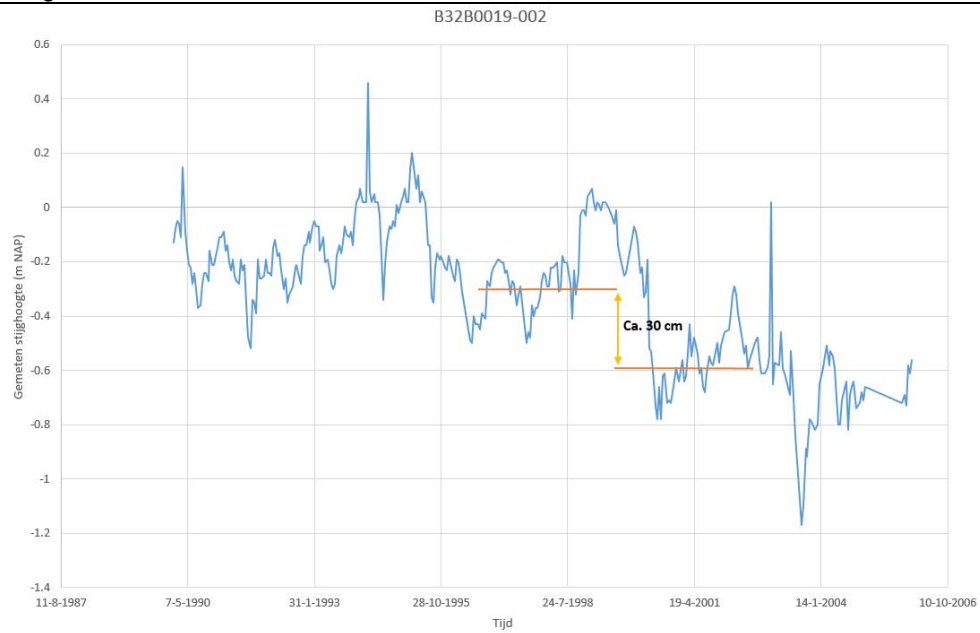


Figuur 9 Berekende gemiddelde stijghoogteverandering (m) in bepompte laag (modellaaag 6). Links: HYDROMEDAH & Rechts HYDROMEDAH gekoppeld aan MORIA3.0

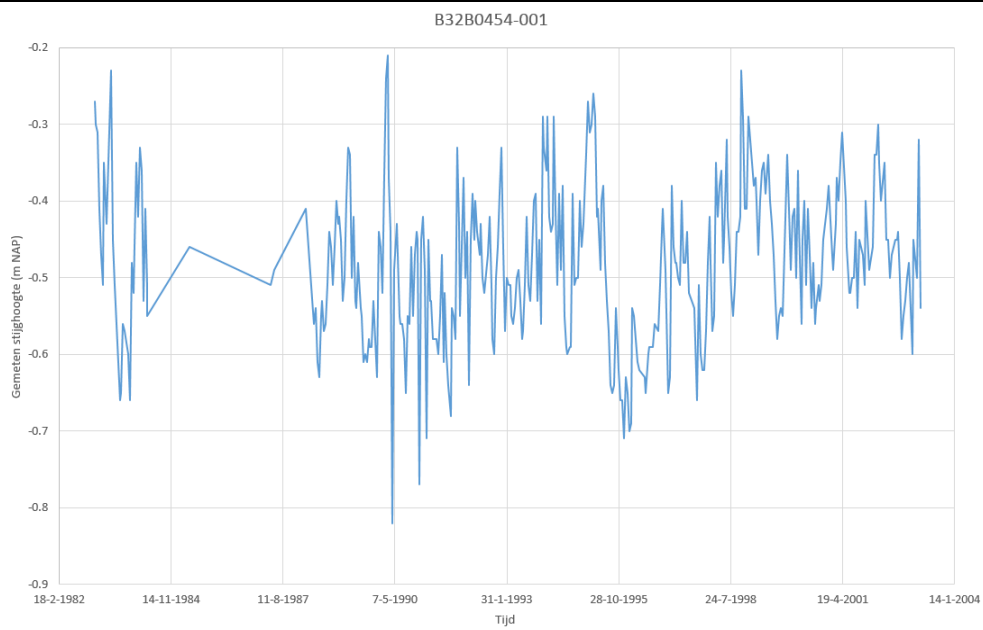
Bijlage 1: Visuele beoordeling tijdstijghoogtelijnen

Tijdstijhoogtegrafieken Eemdijk

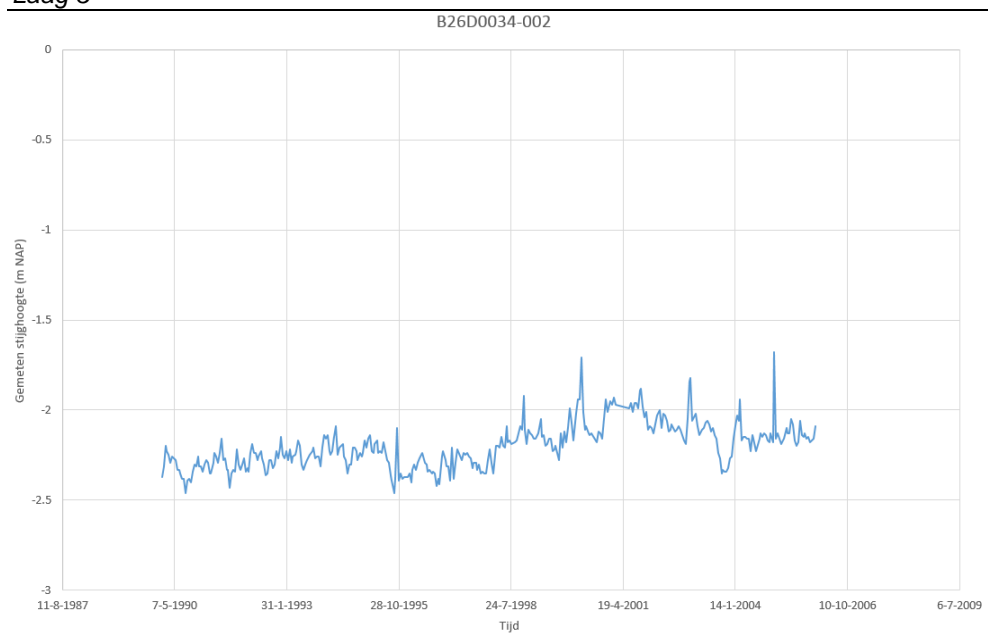
Laag 7



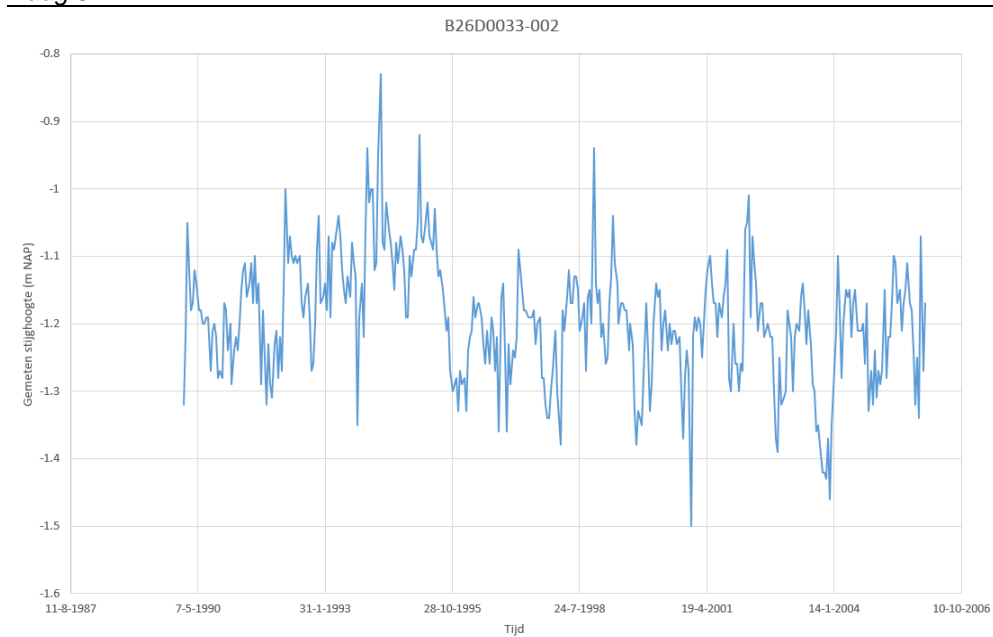
Laag 1



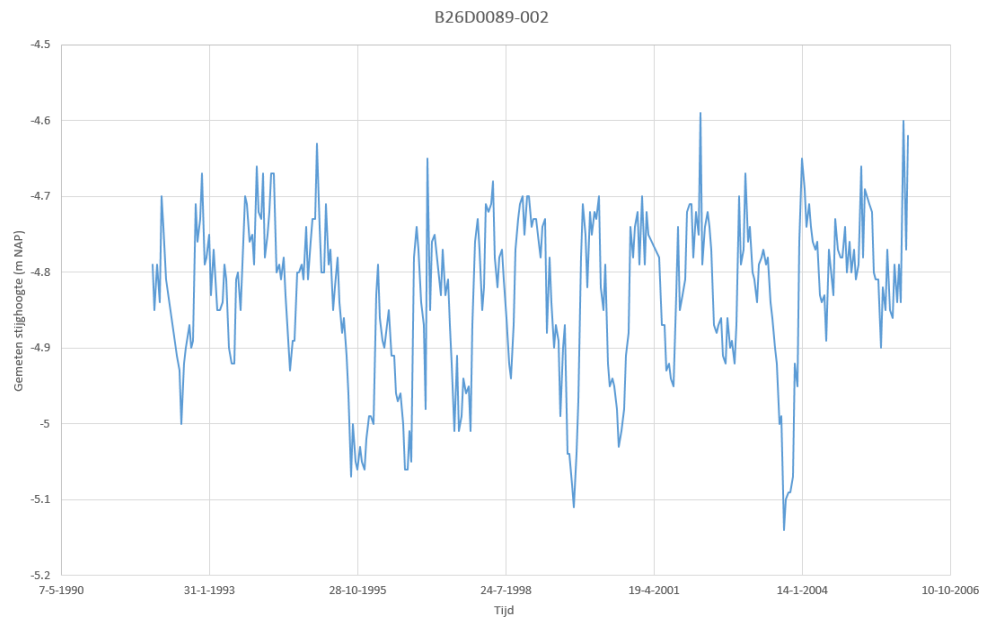
Laag 3



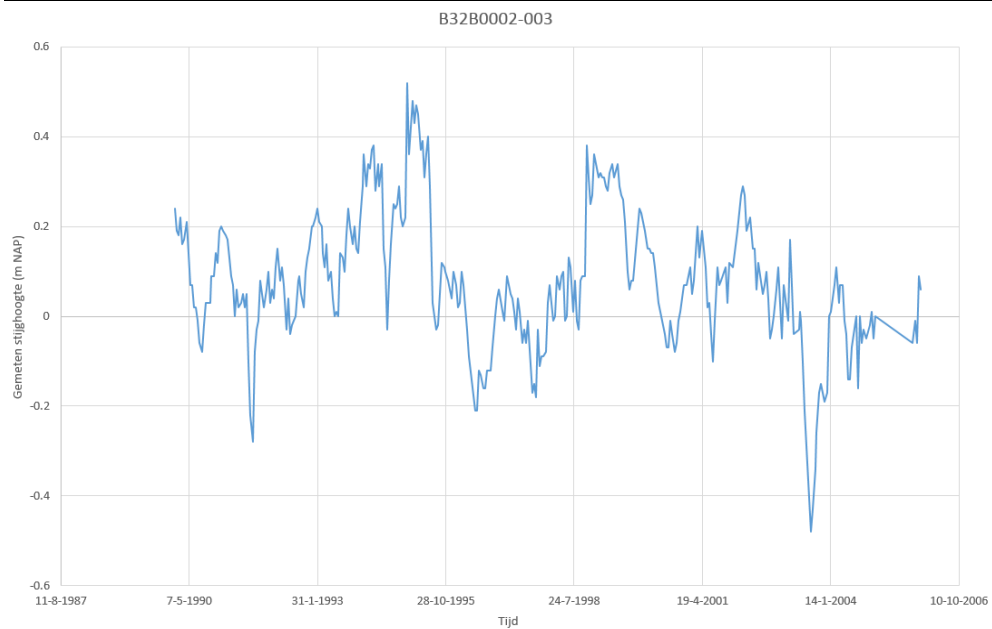
Laag 5



Laag 2

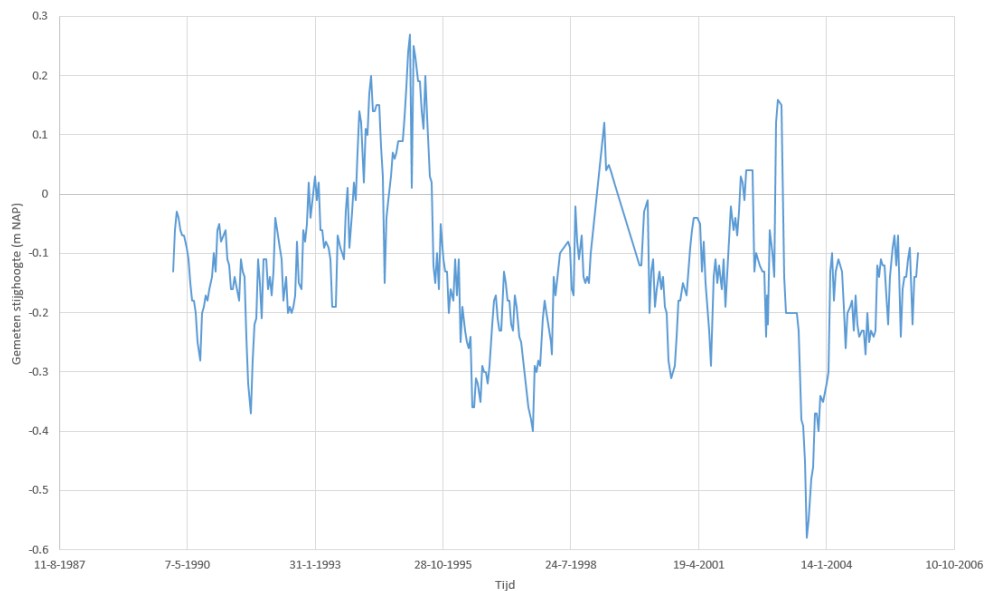


Laag 6



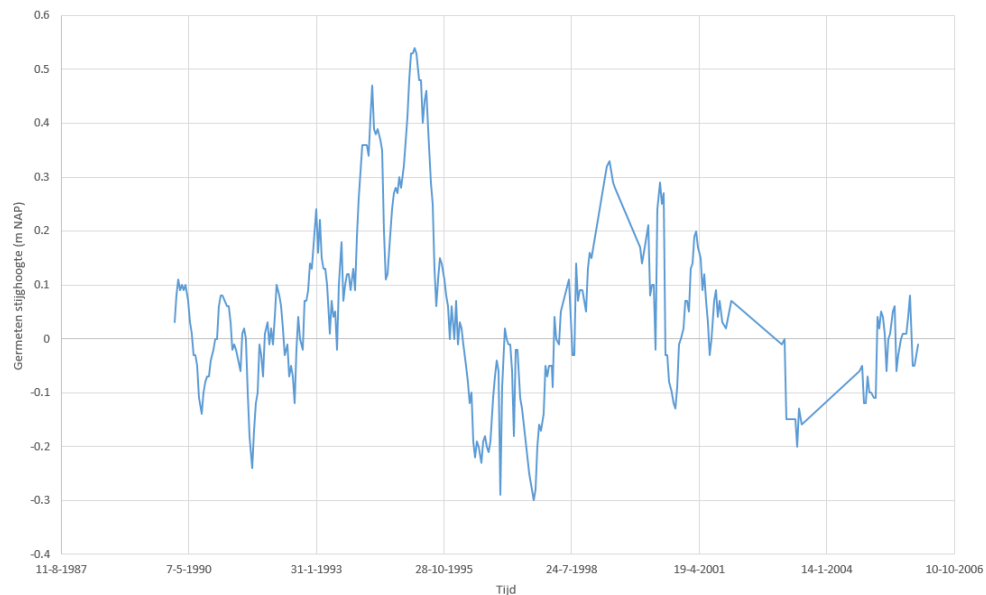
Laag 4

B32B0214-002

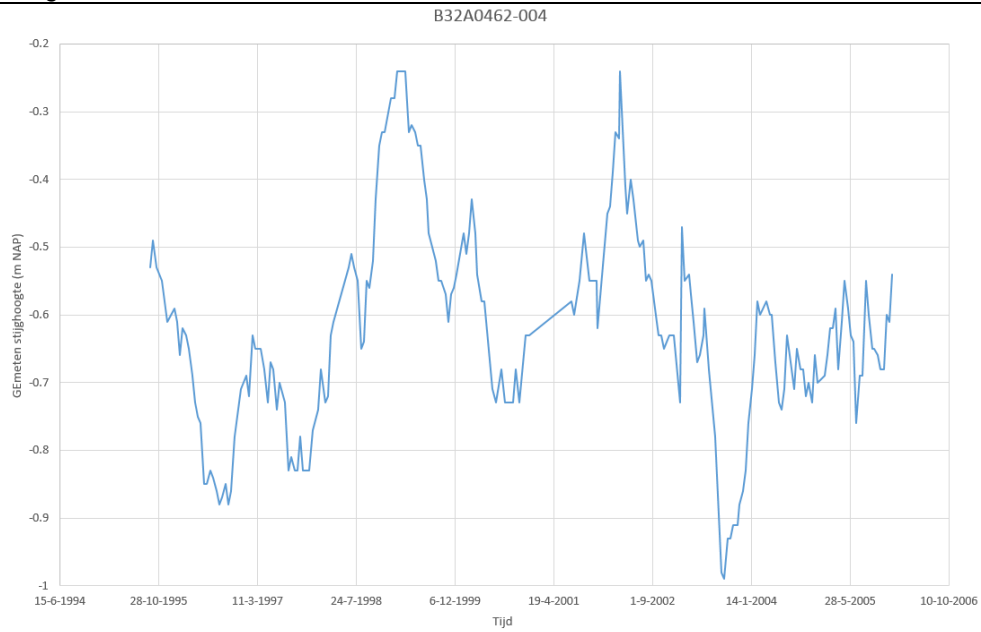


Laag 6

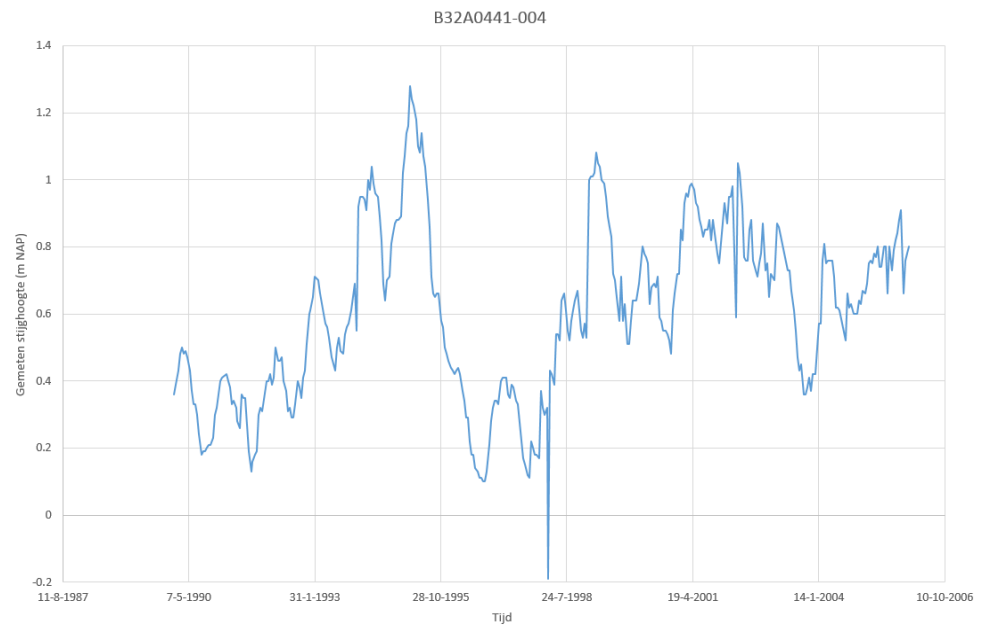
B32A0443-003



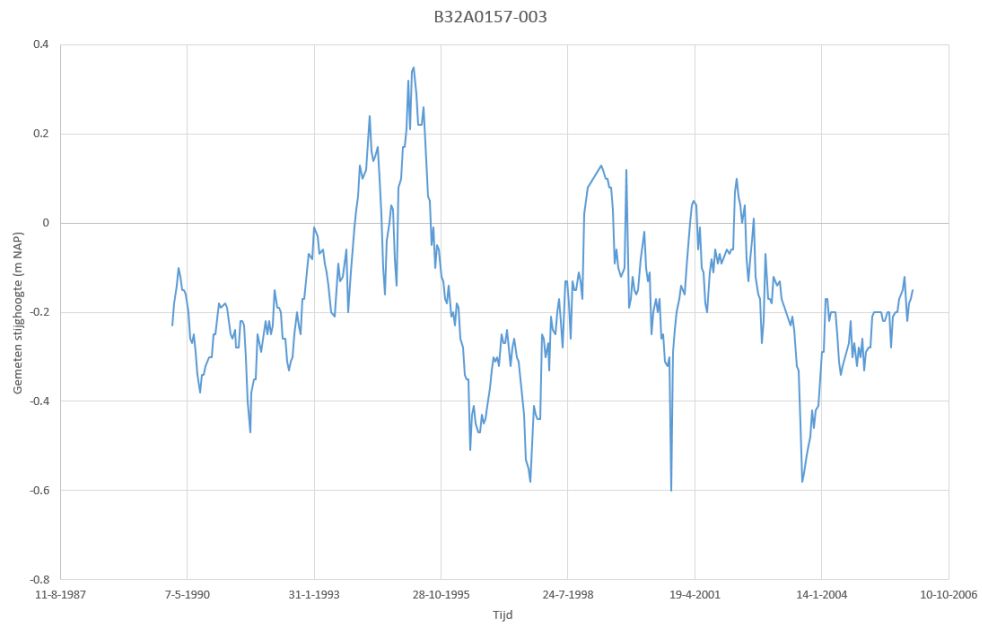
Laag 6



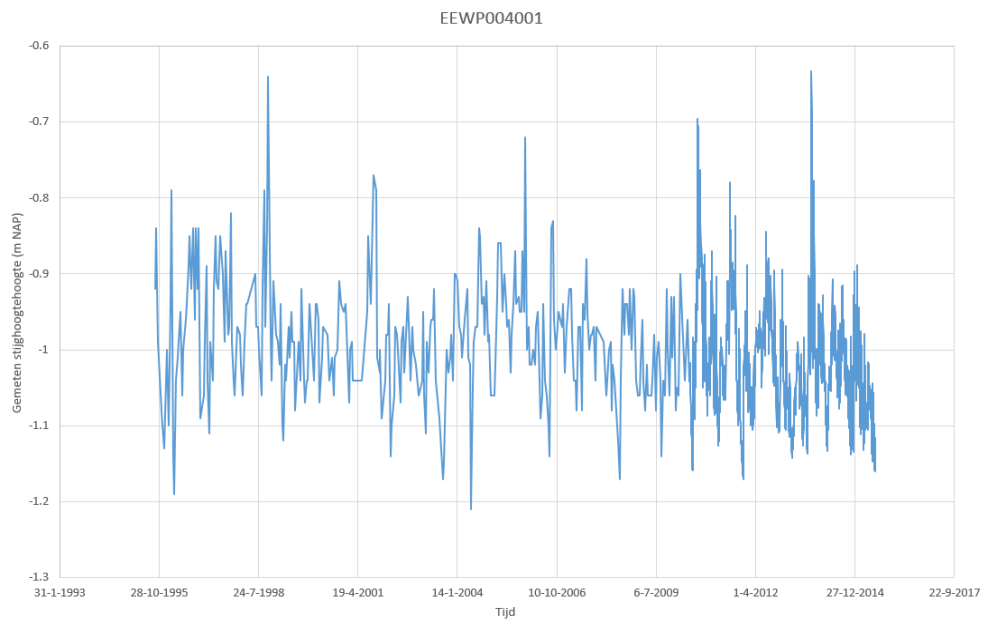
Laag 7



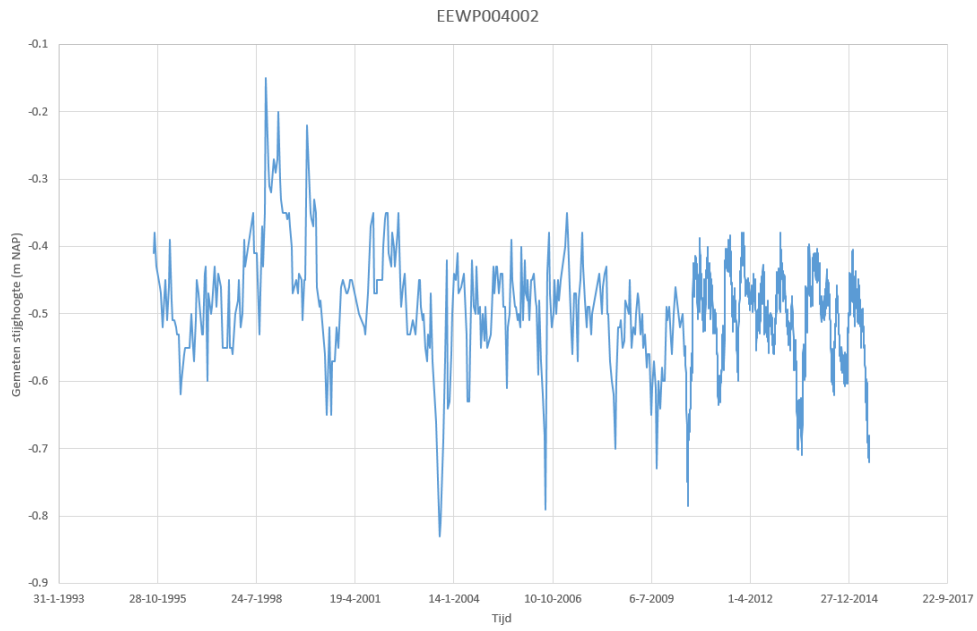
Laag 6



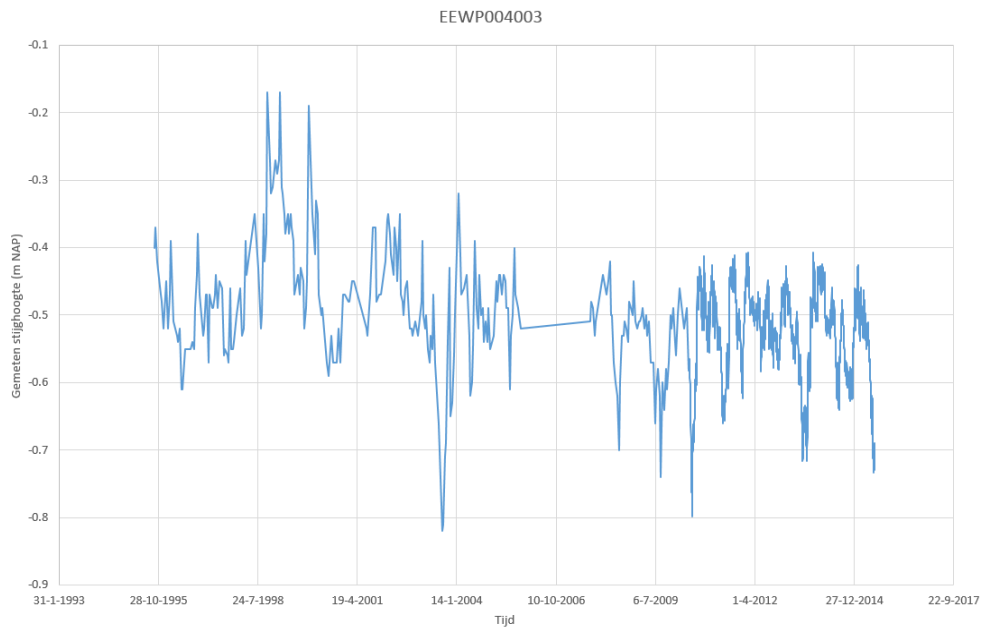
Laag 3



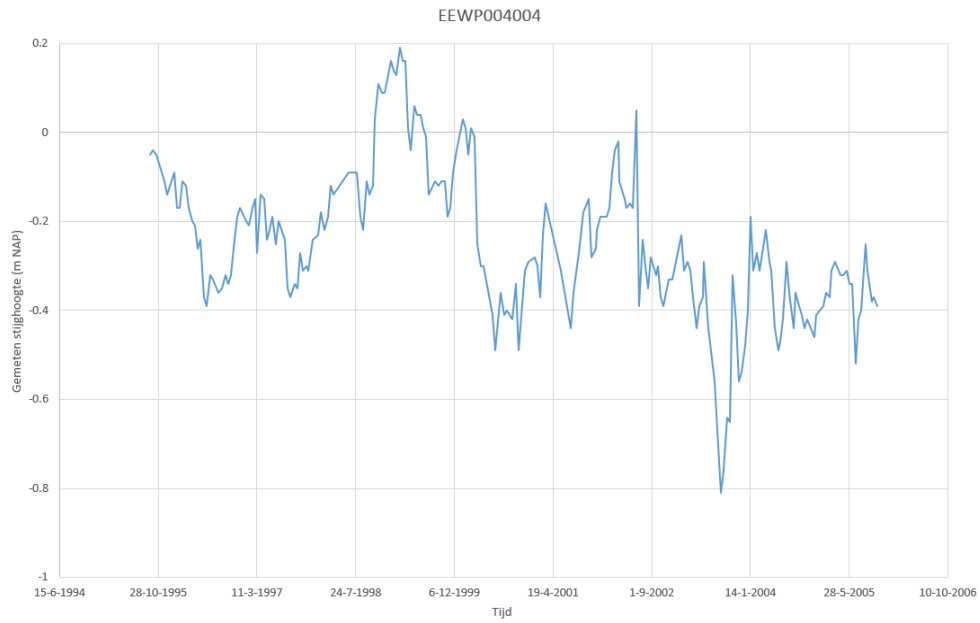
Laag 5



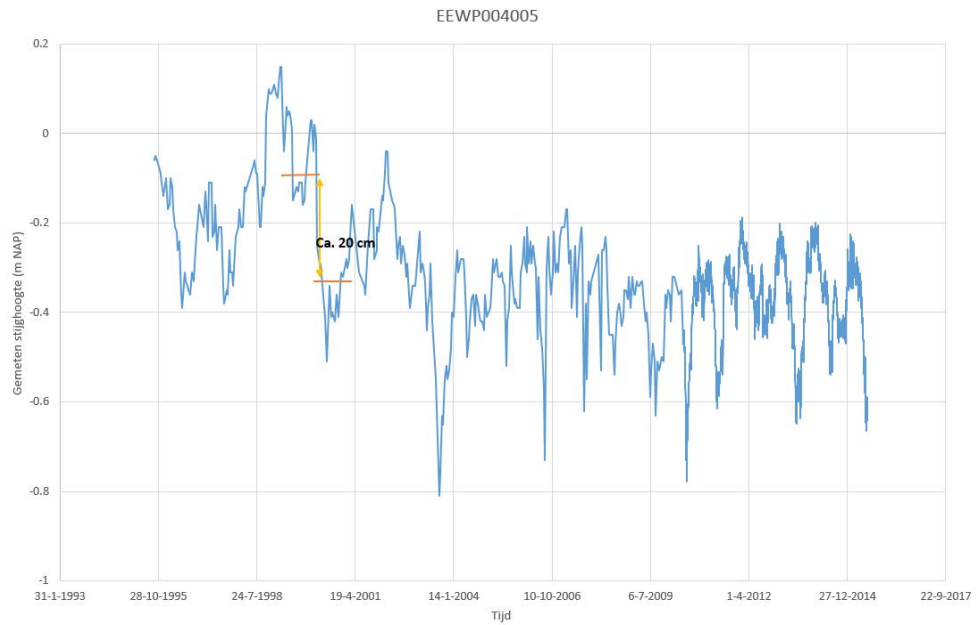
Laag 5



Laag 5



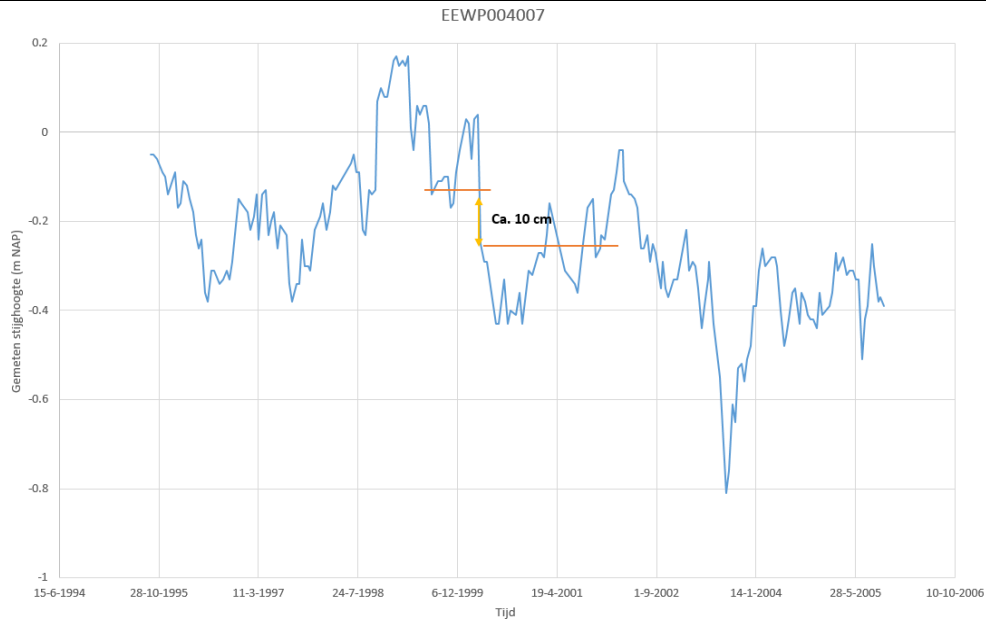
Laag 6



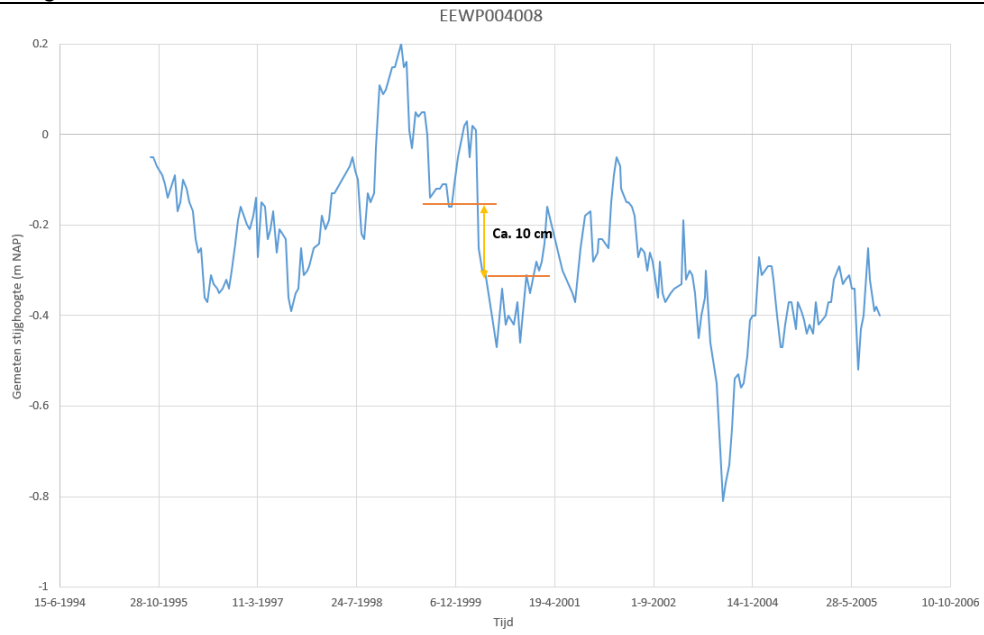
Laag 7



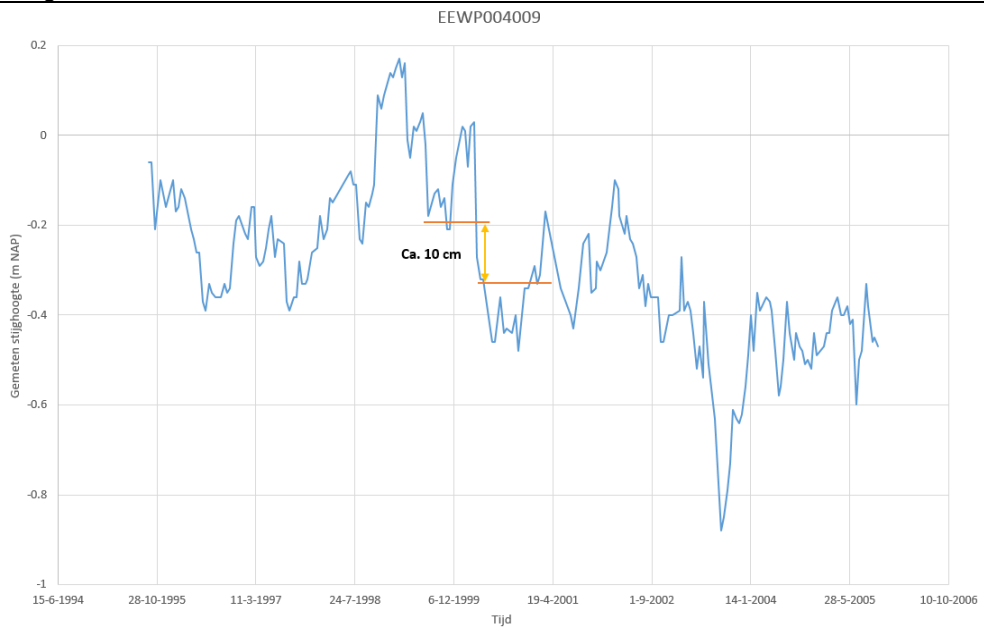
Laag 7



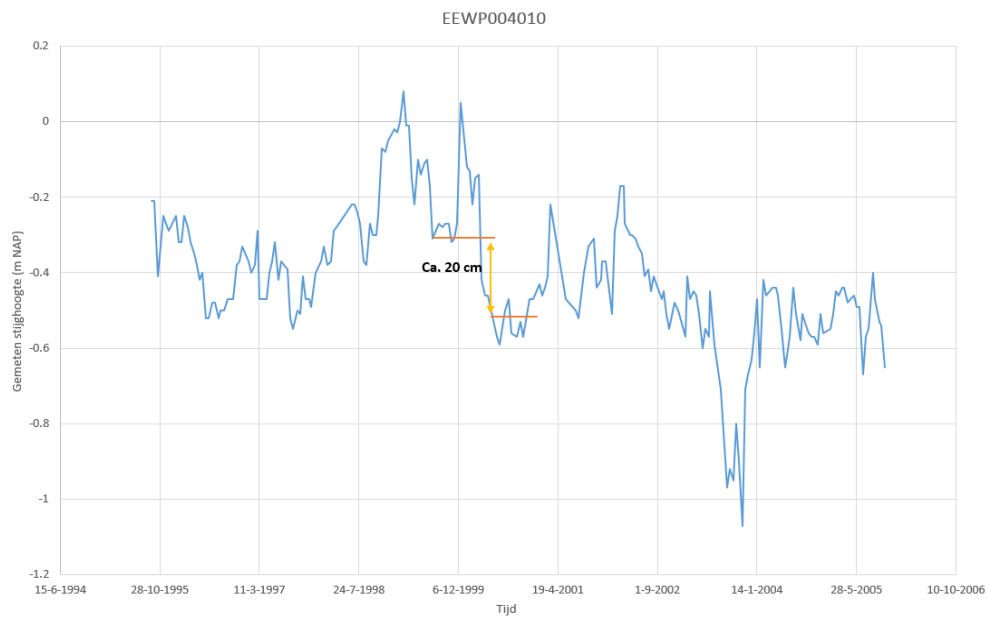
Laag 8



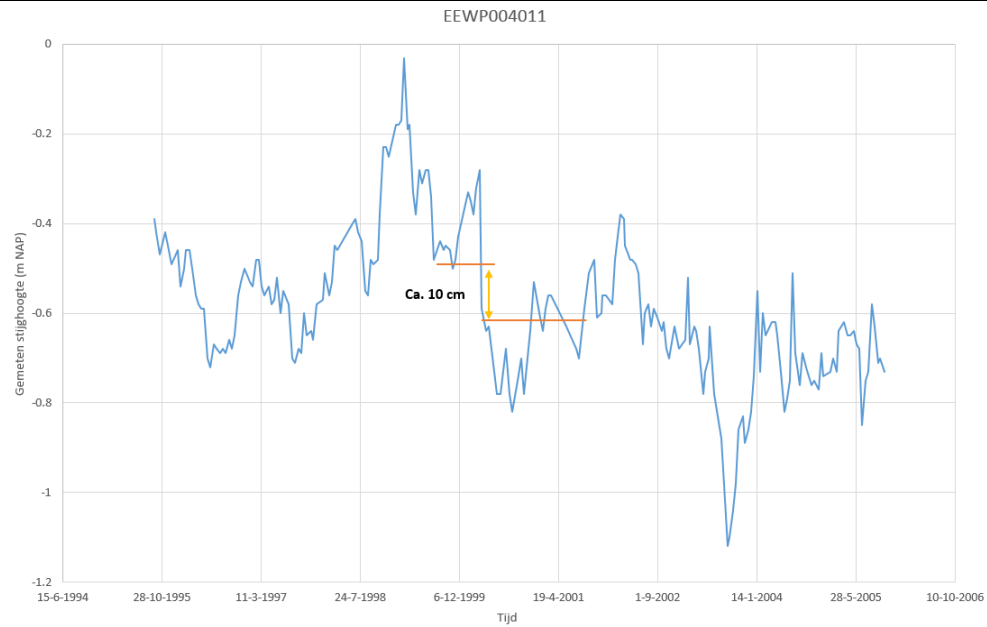
Laag 8



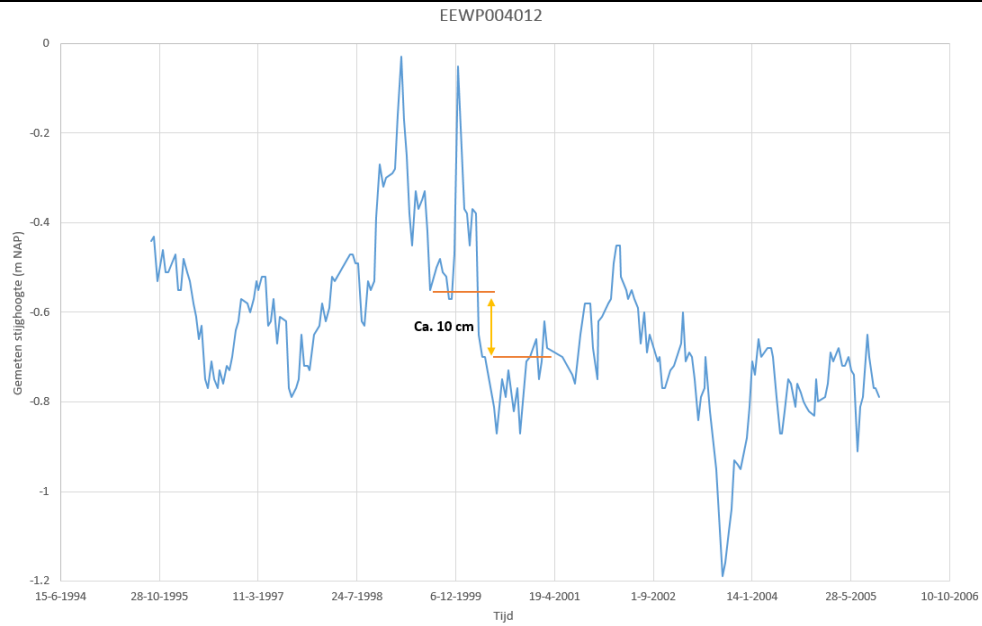
Laag 8



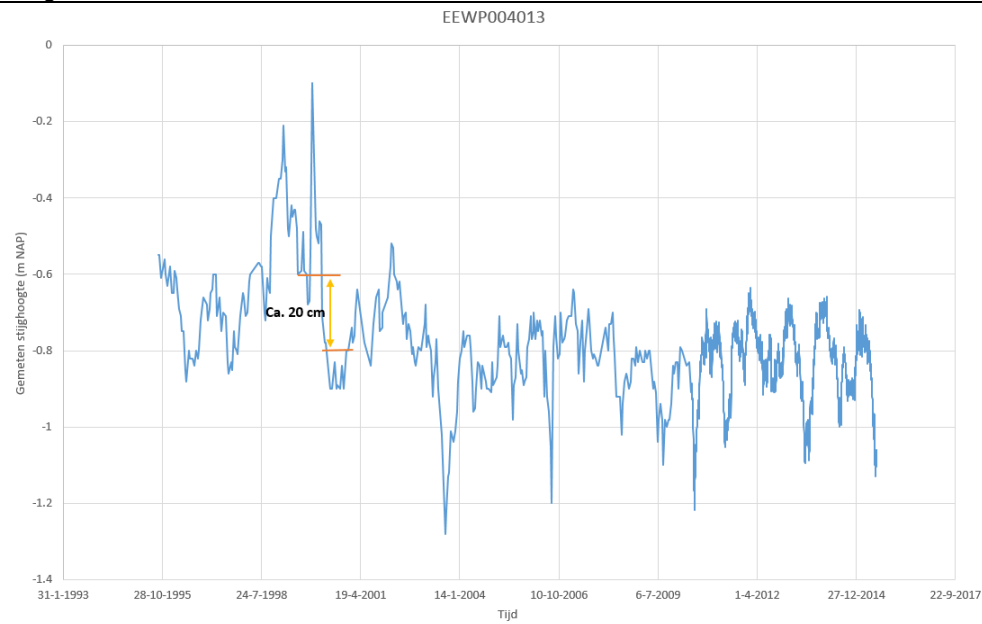
Laag 8



Laag 8

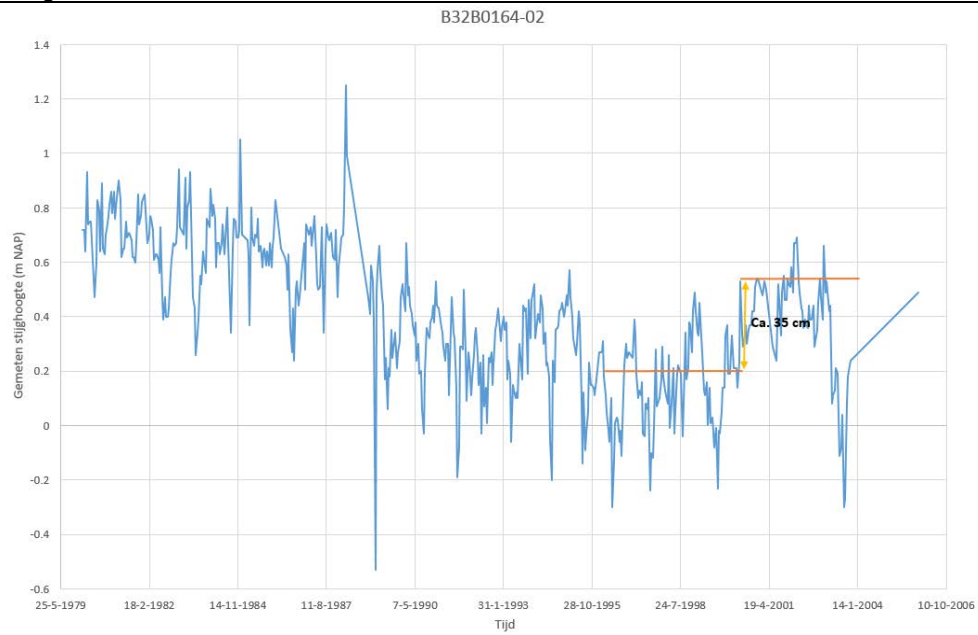


Laag 9

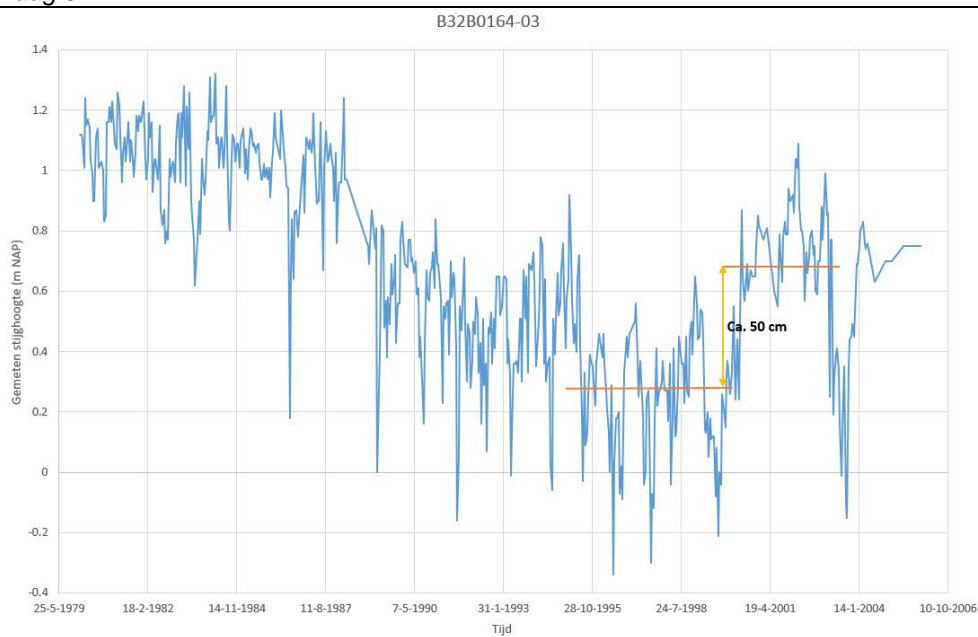


Tijdstijhoogtegrafieken Holk

Laag 4

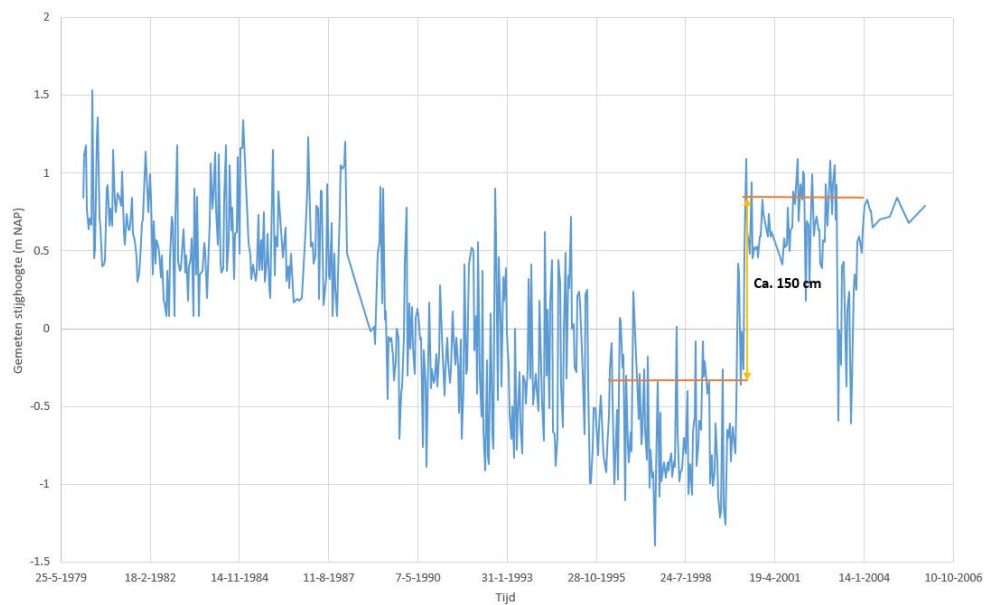


Laag 5



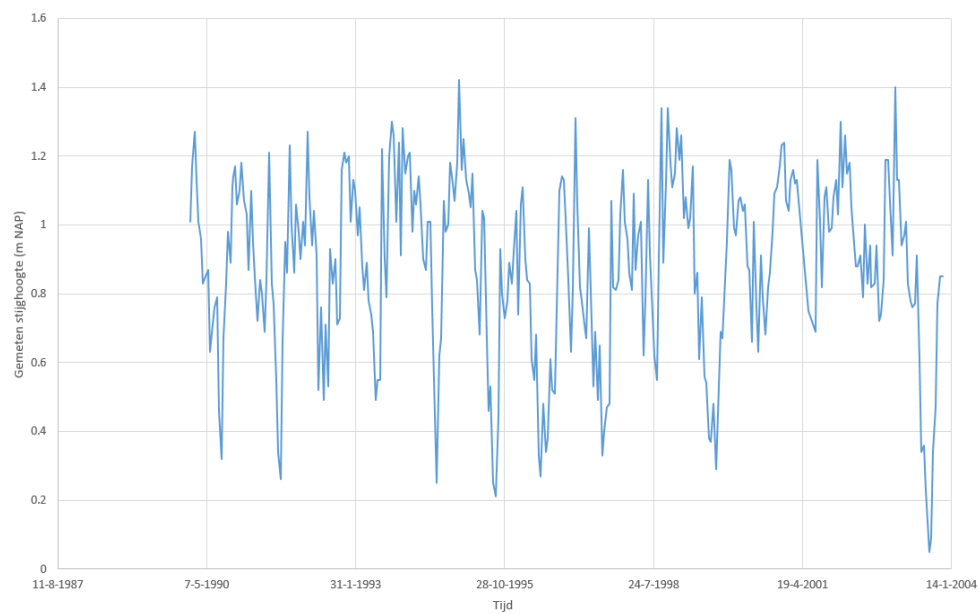
Laag 6

B32B0164-04



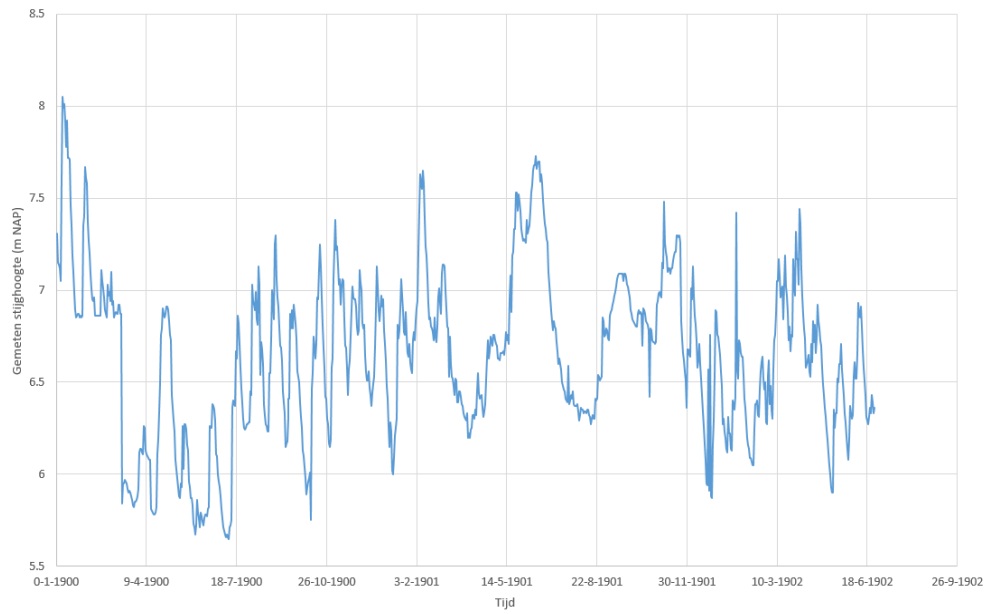
Laag 1

B32B0453-001



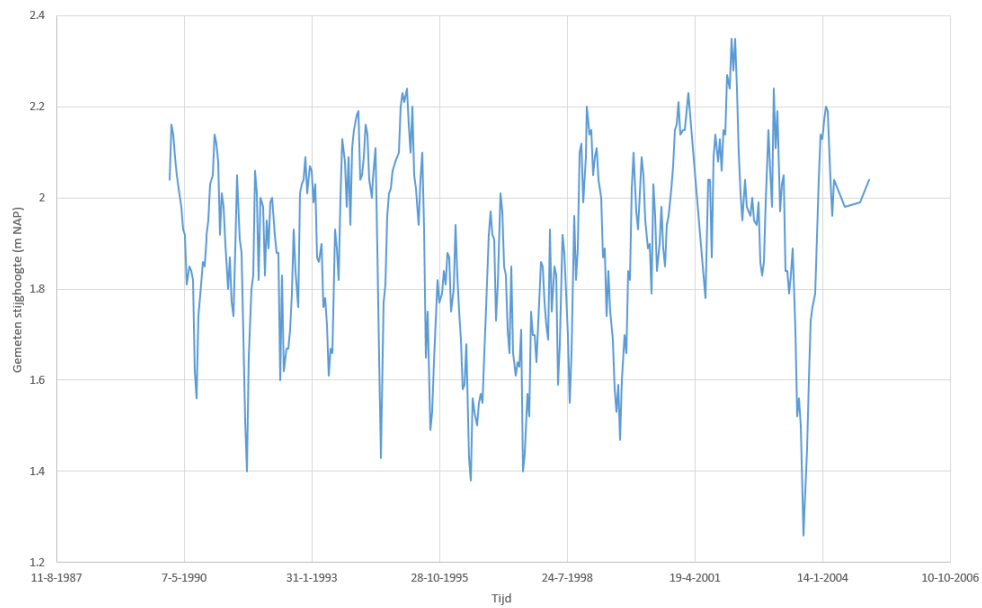
Laag 1

B39B0416-001

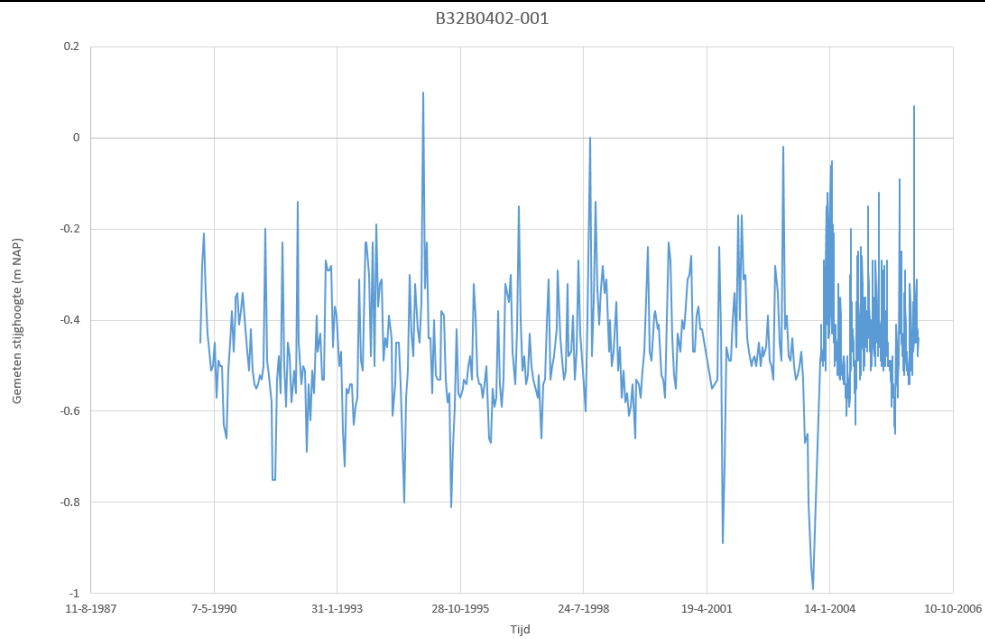


Laag 6

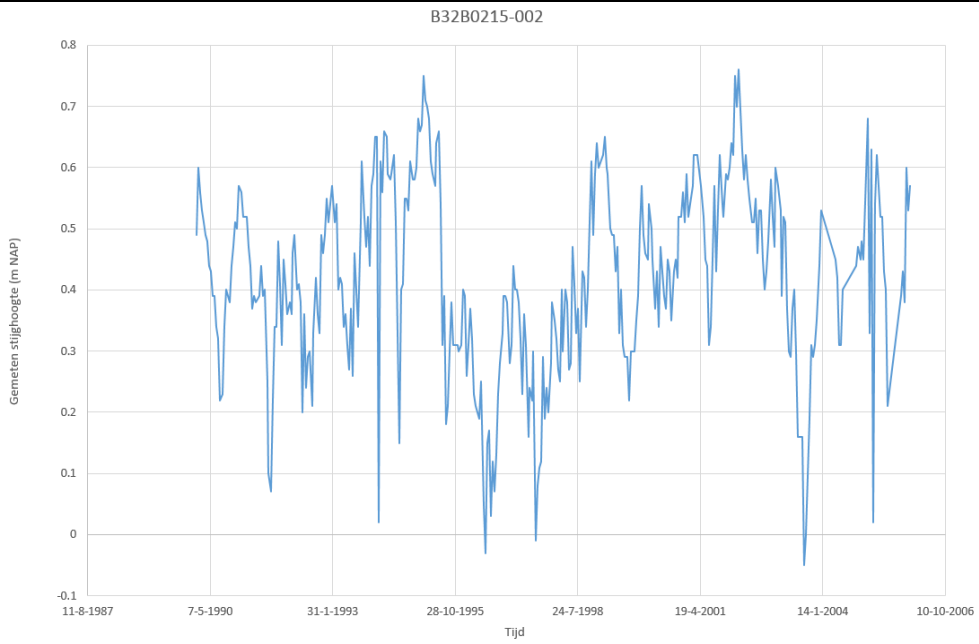
B32B0042-002



Laag 1

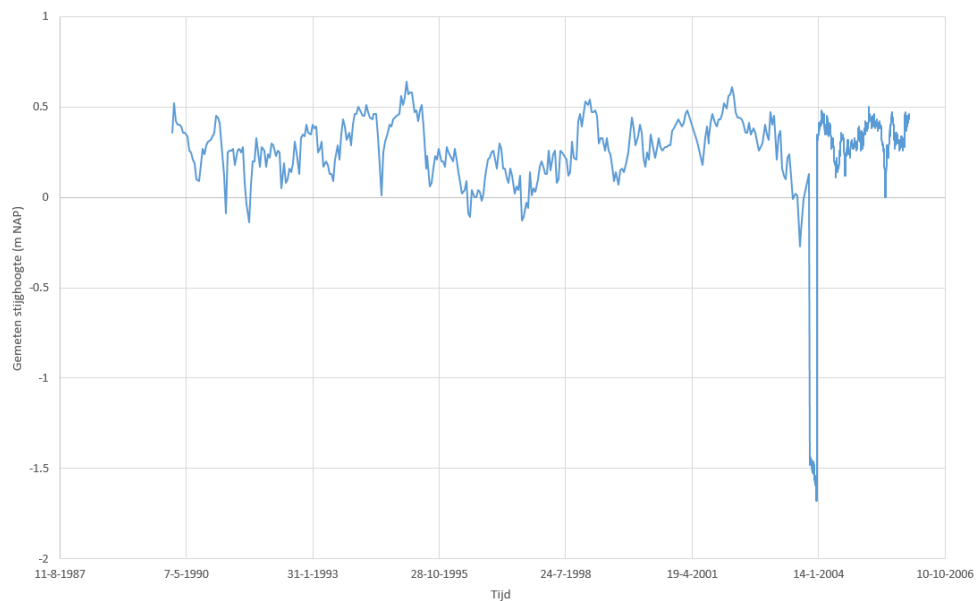


Laag 5



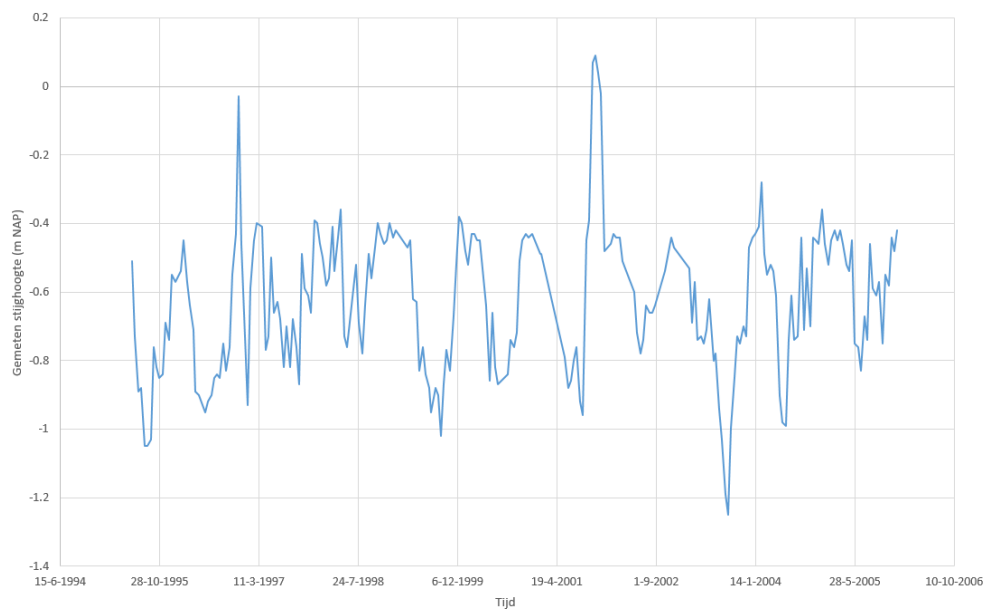
Laag 6

B32B0208-004

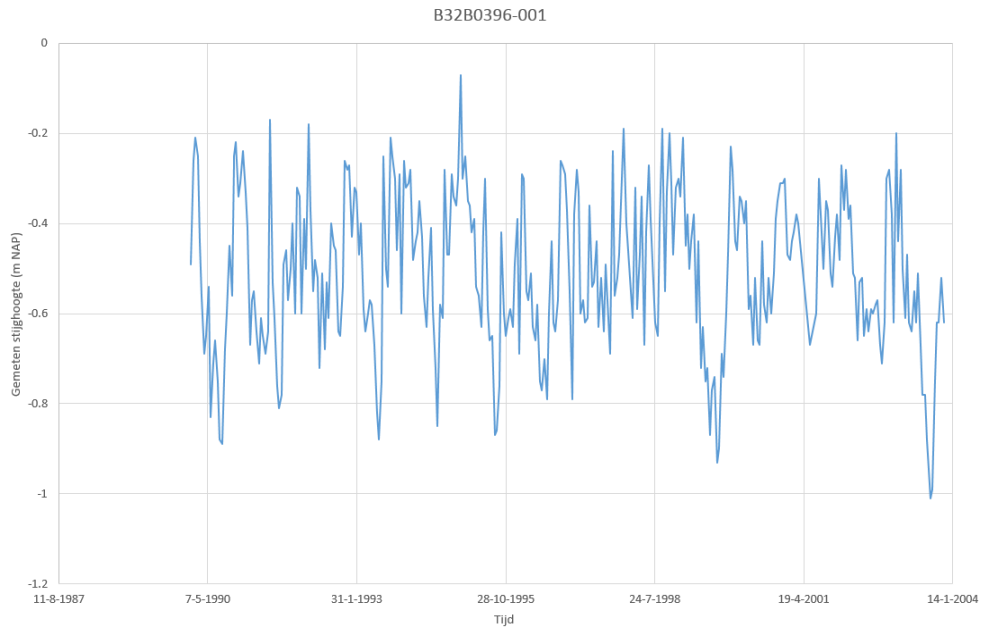


Laag 1

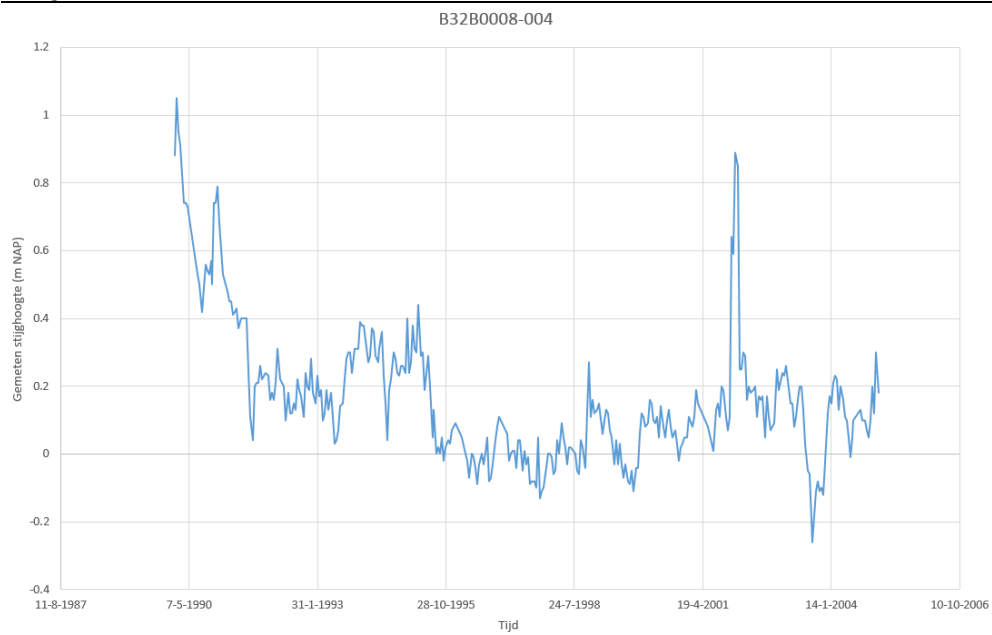
B32B0540-001



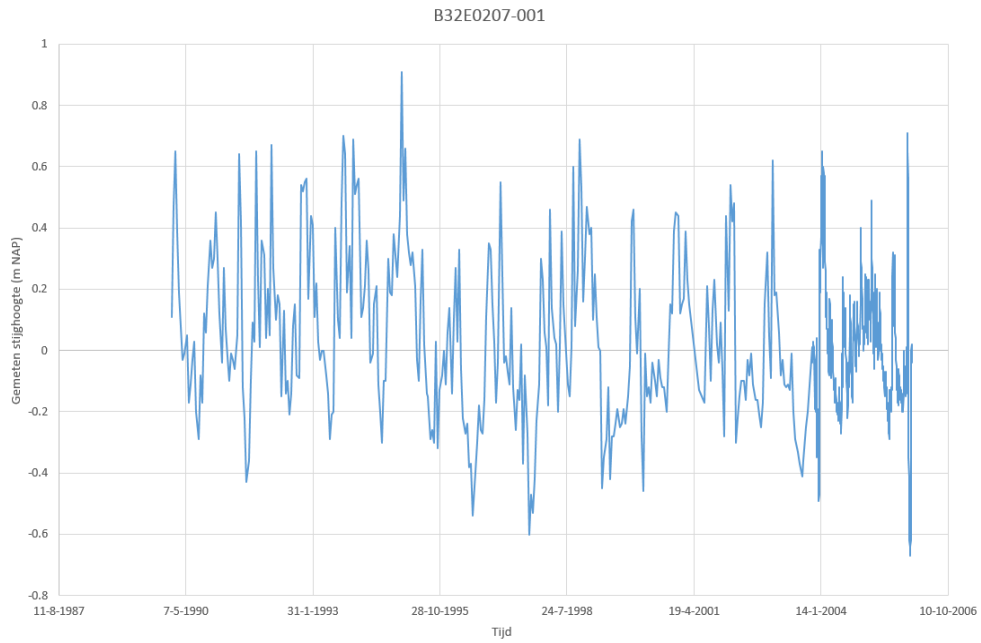
Laag 1



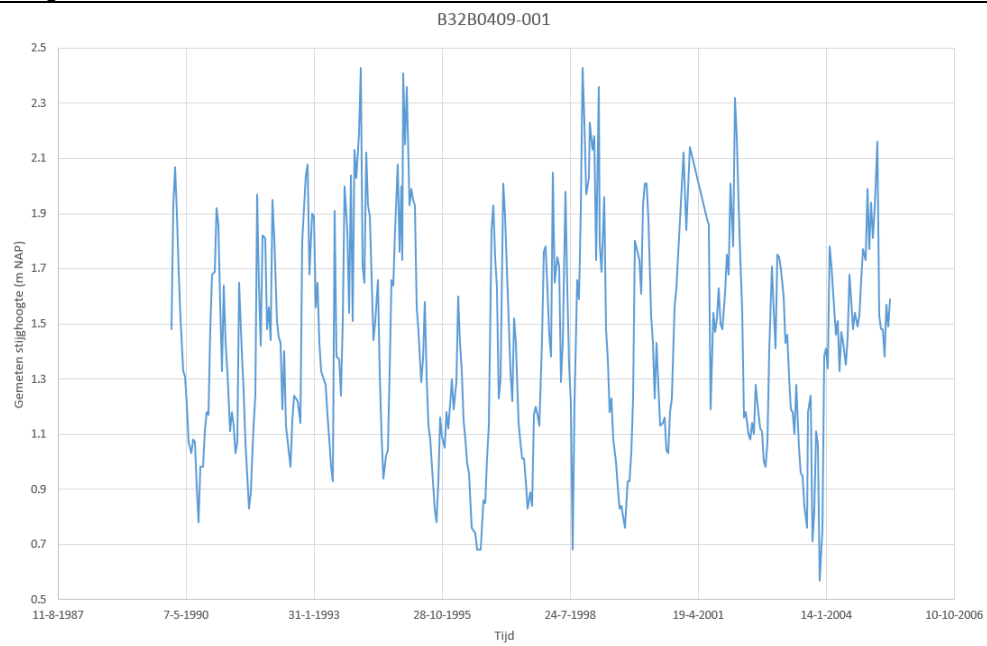
Laag 7



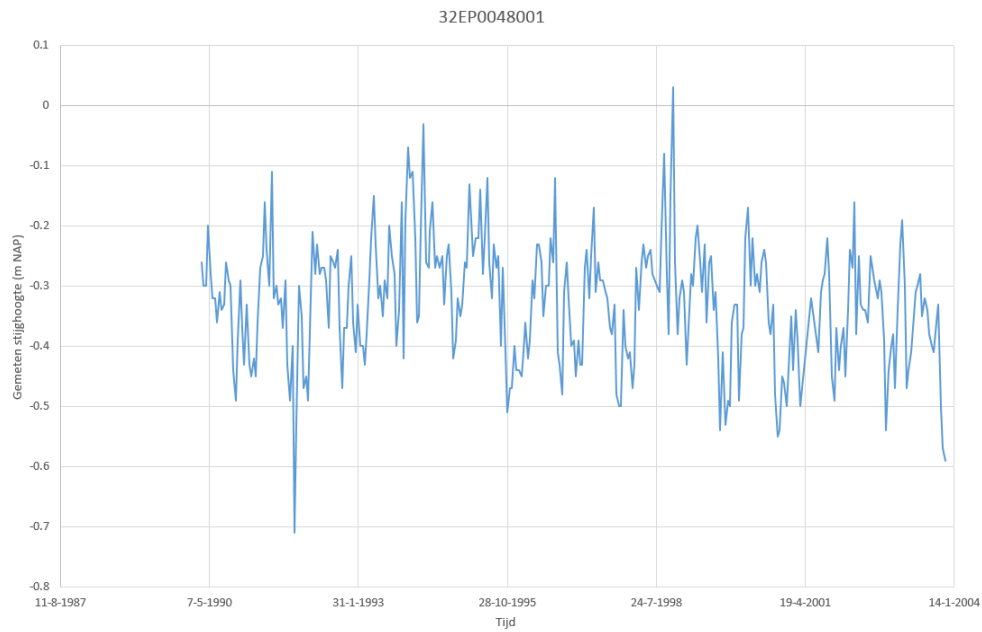
Laag 1



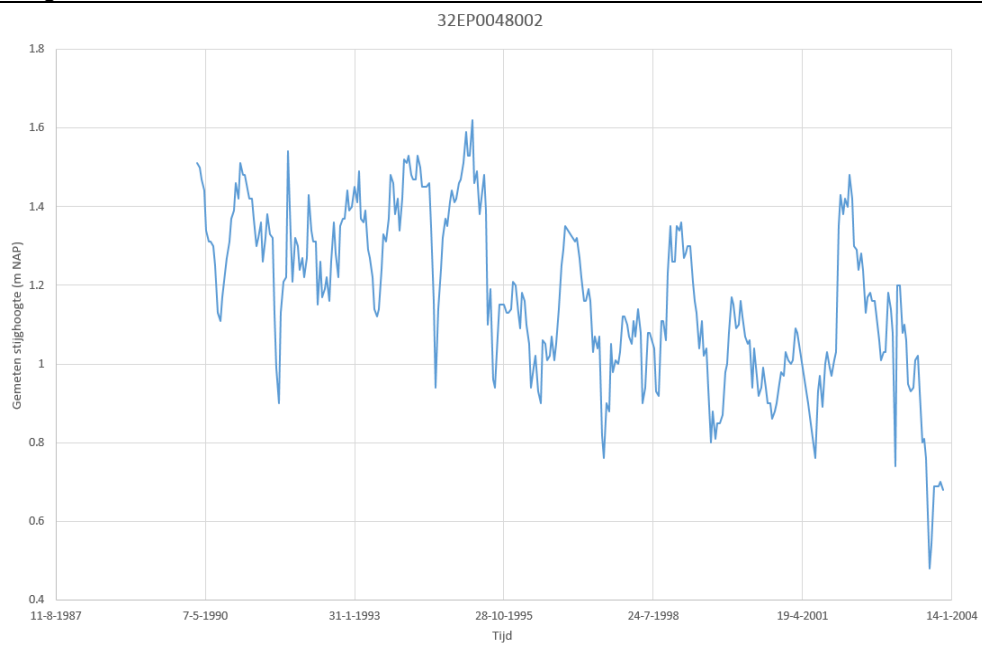
Laag 1



Laag 3

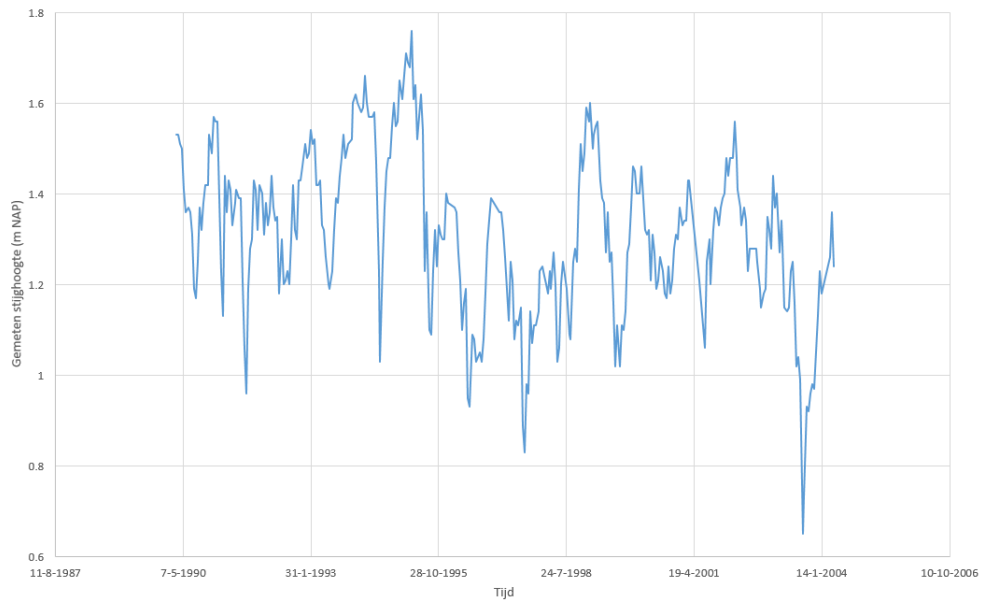


Laag 6



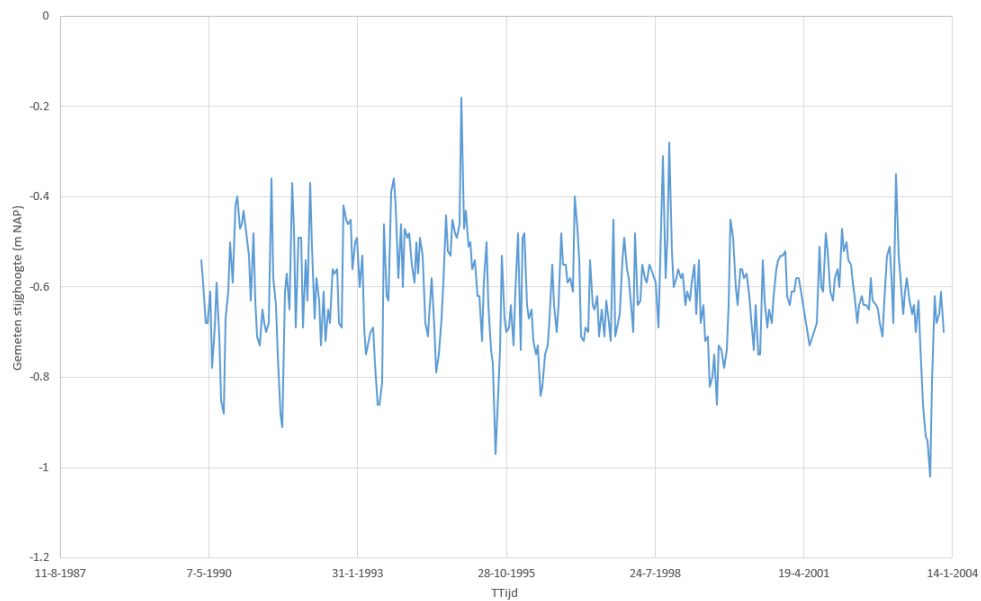
Laag 8

32EP0048003

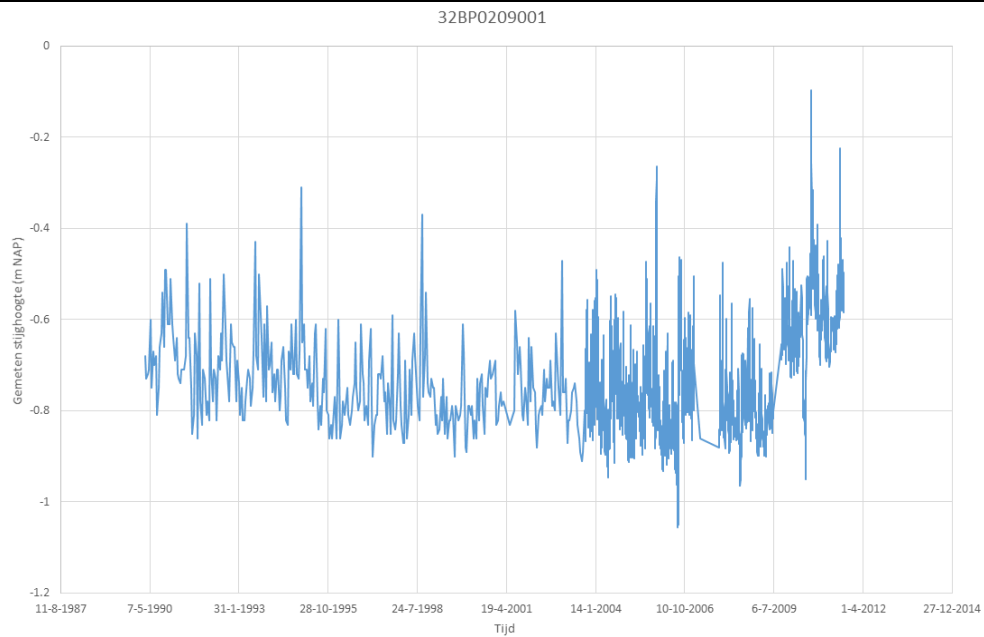


Laag 2

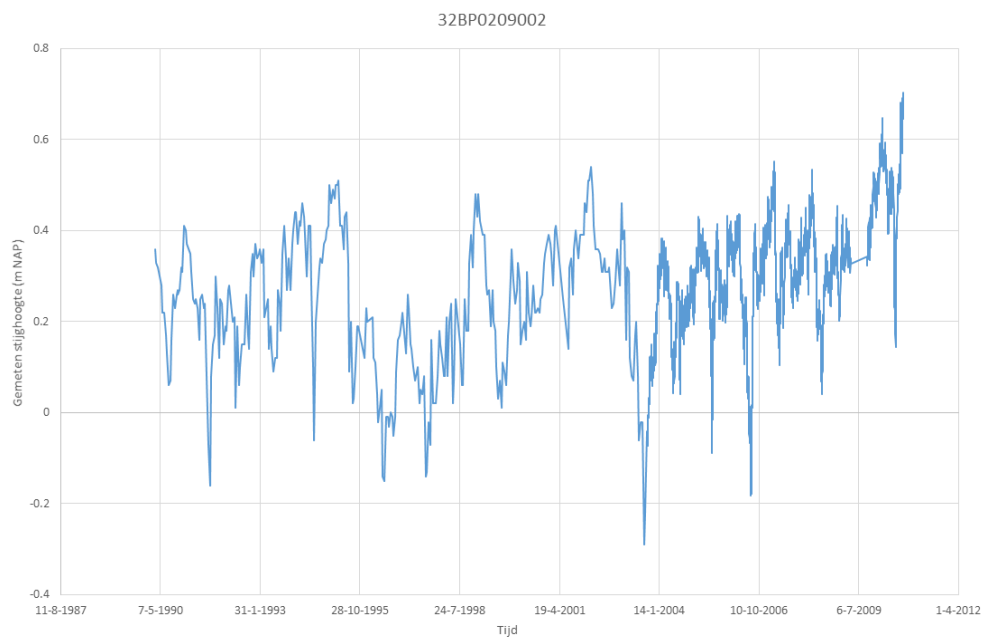
32EL0078001



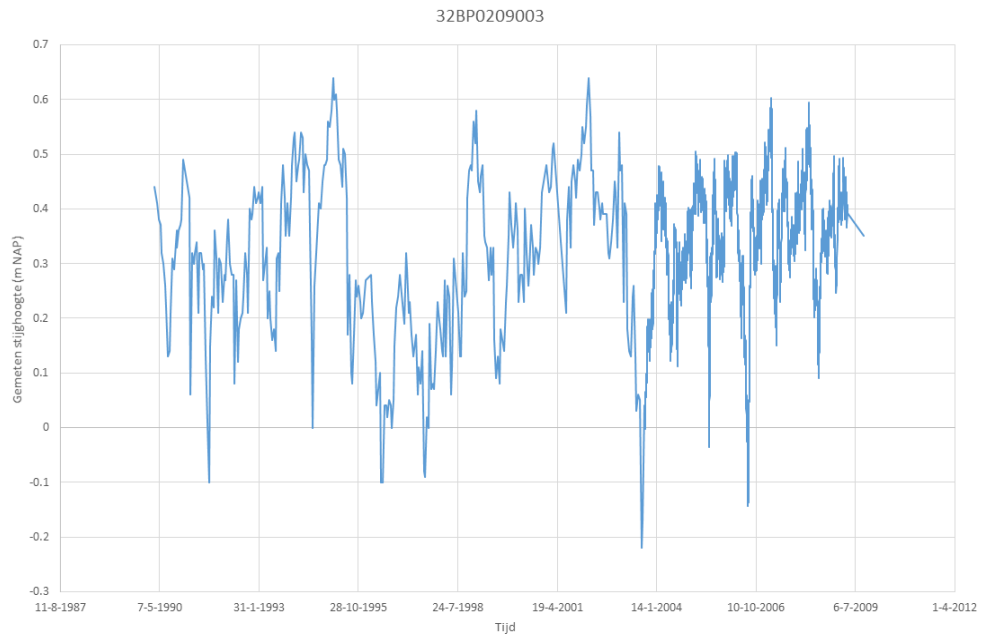
Laag 2



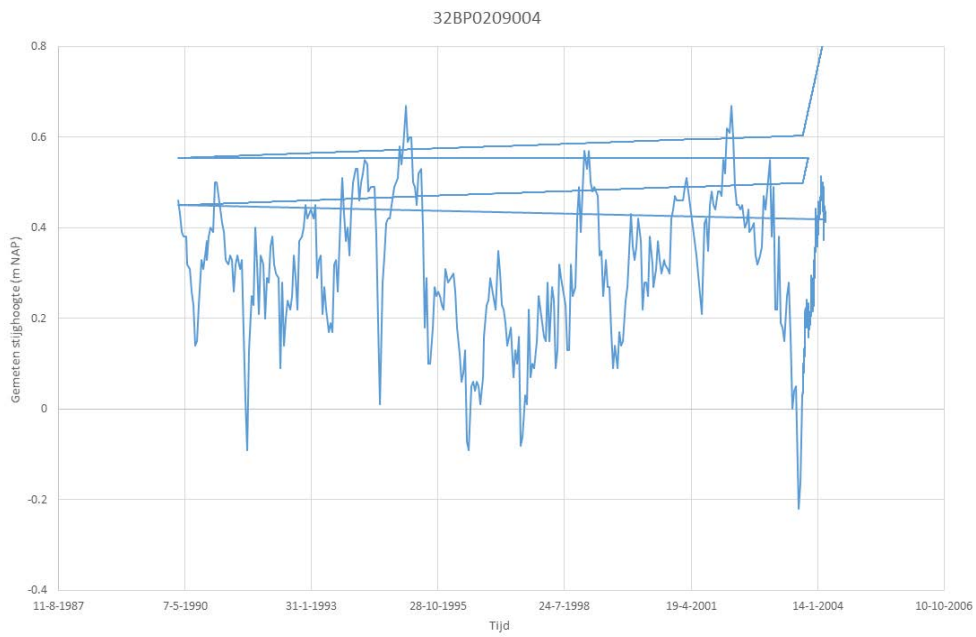
Laag 4



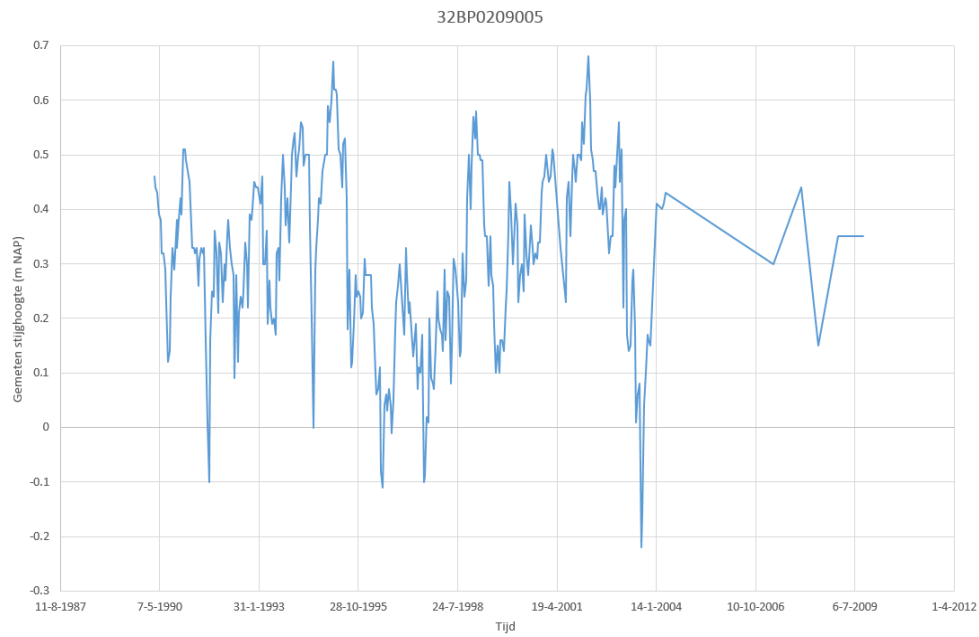
Laag 6



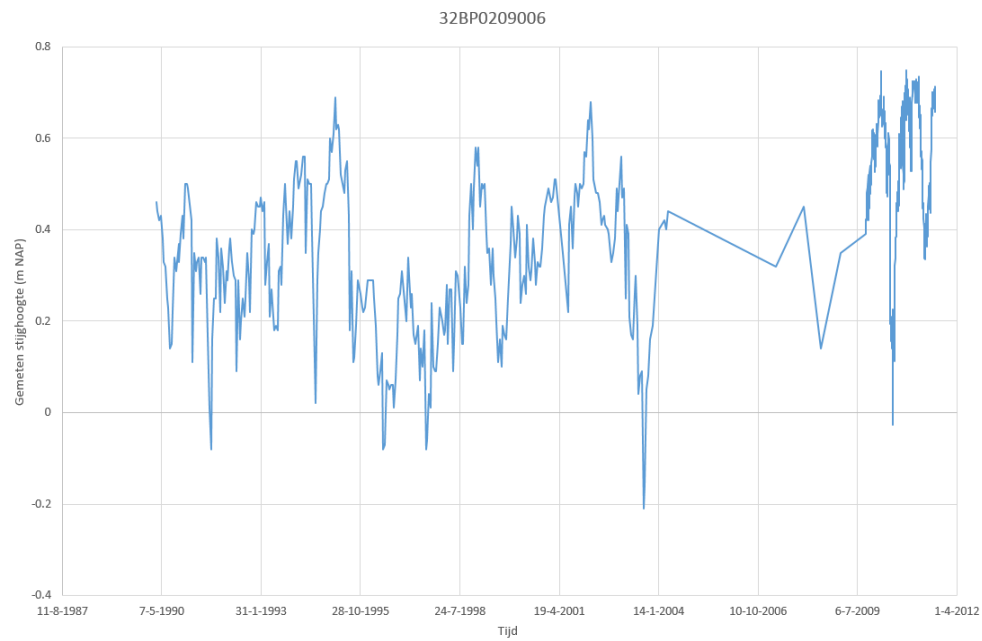
Laag 6



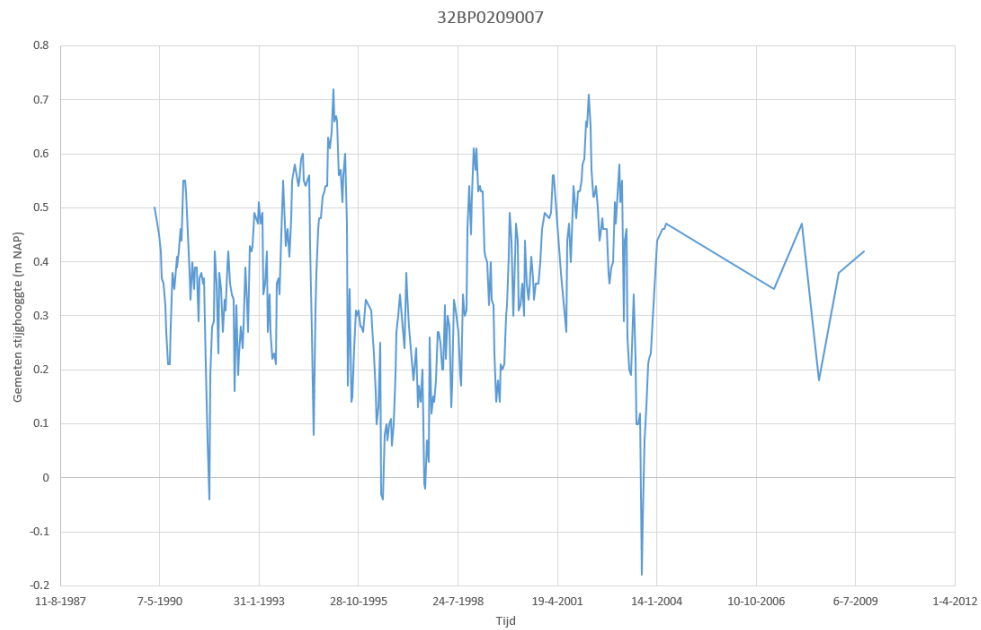
Laag 8



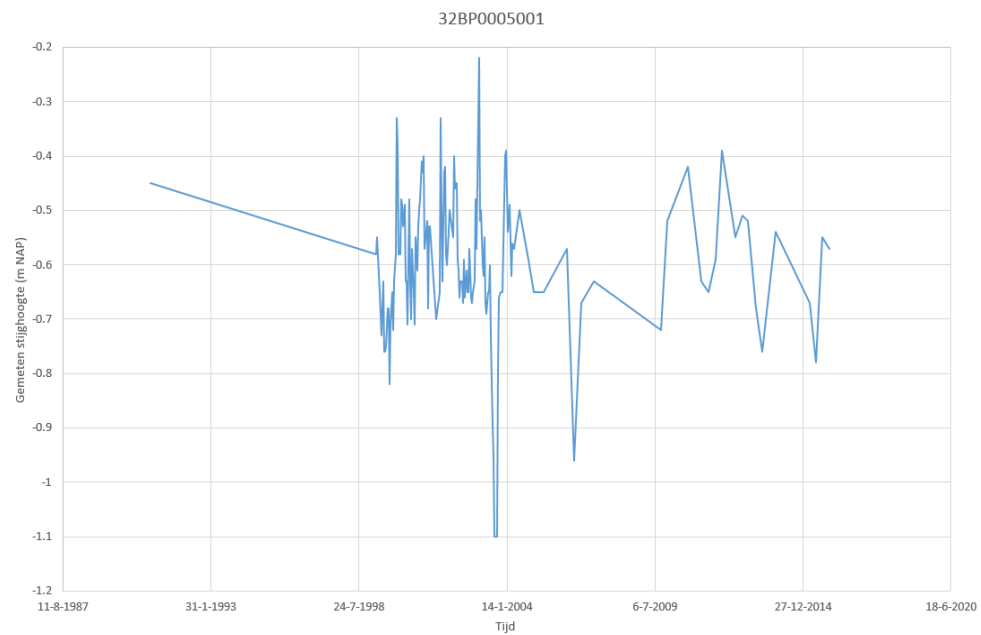
Laag 8



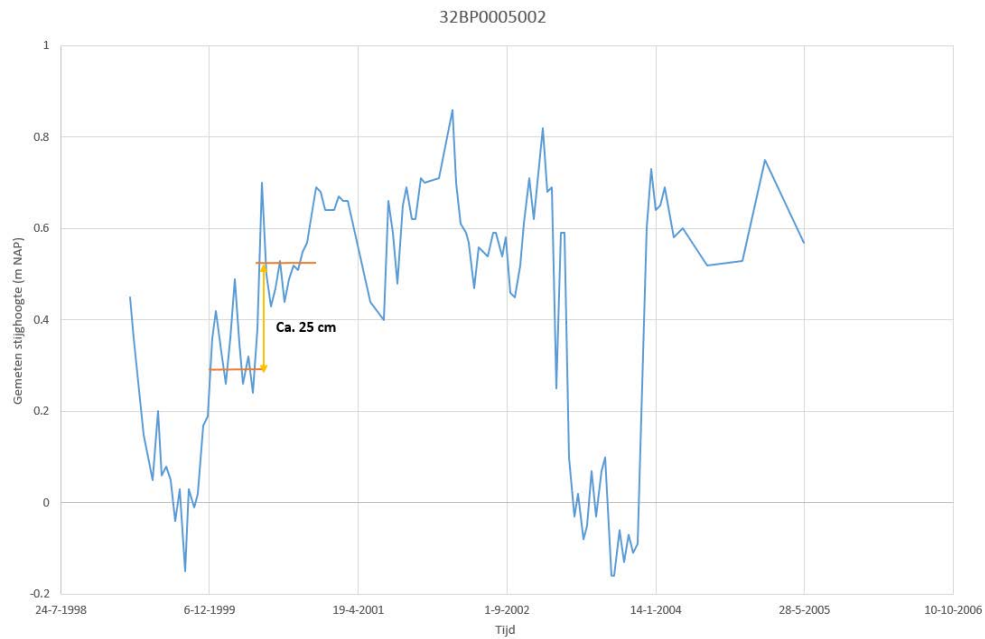
Laag 9



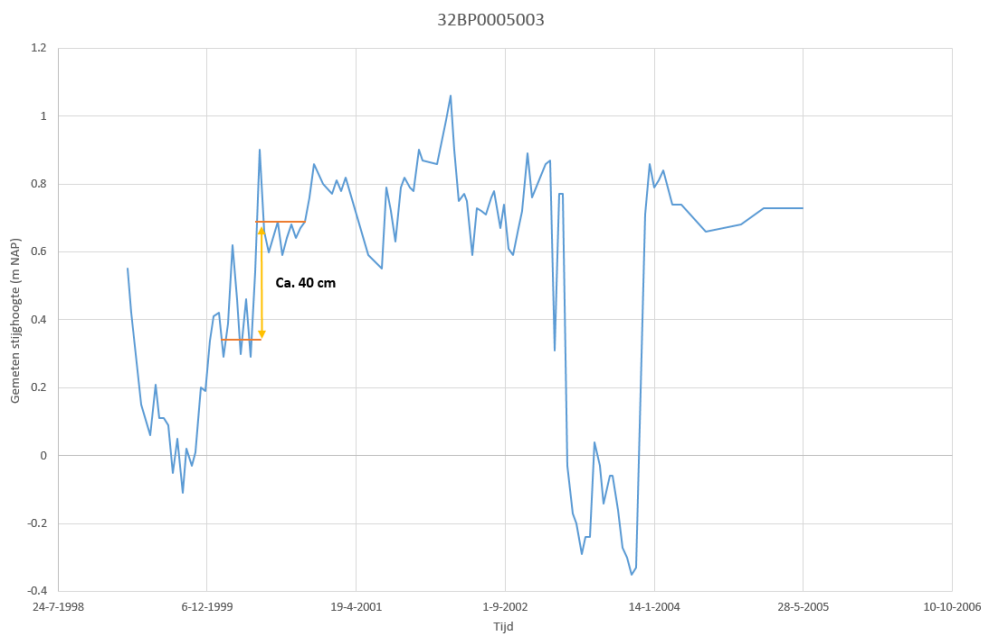
Laag 2



Laag 4

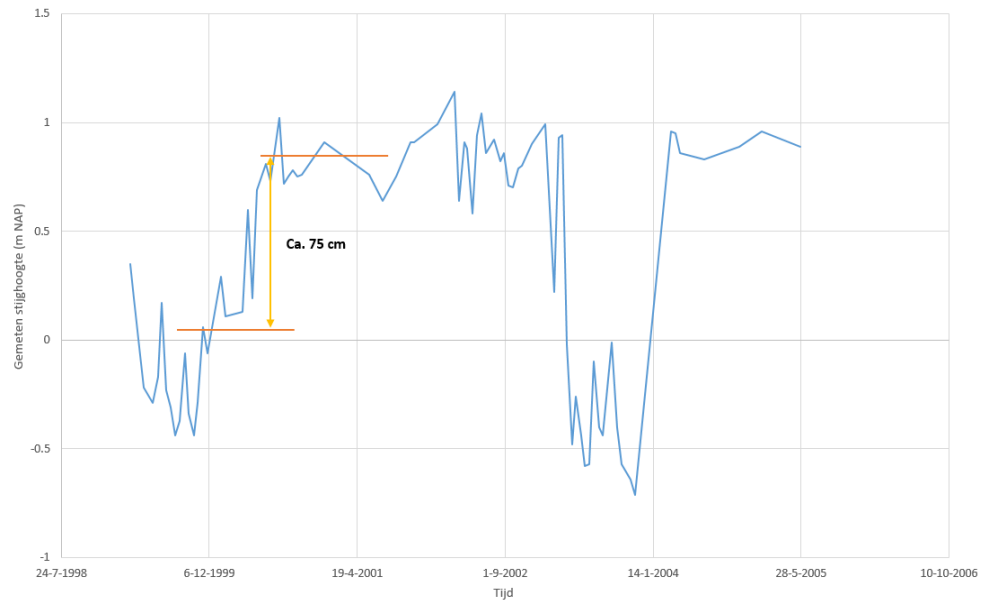


Laag 5



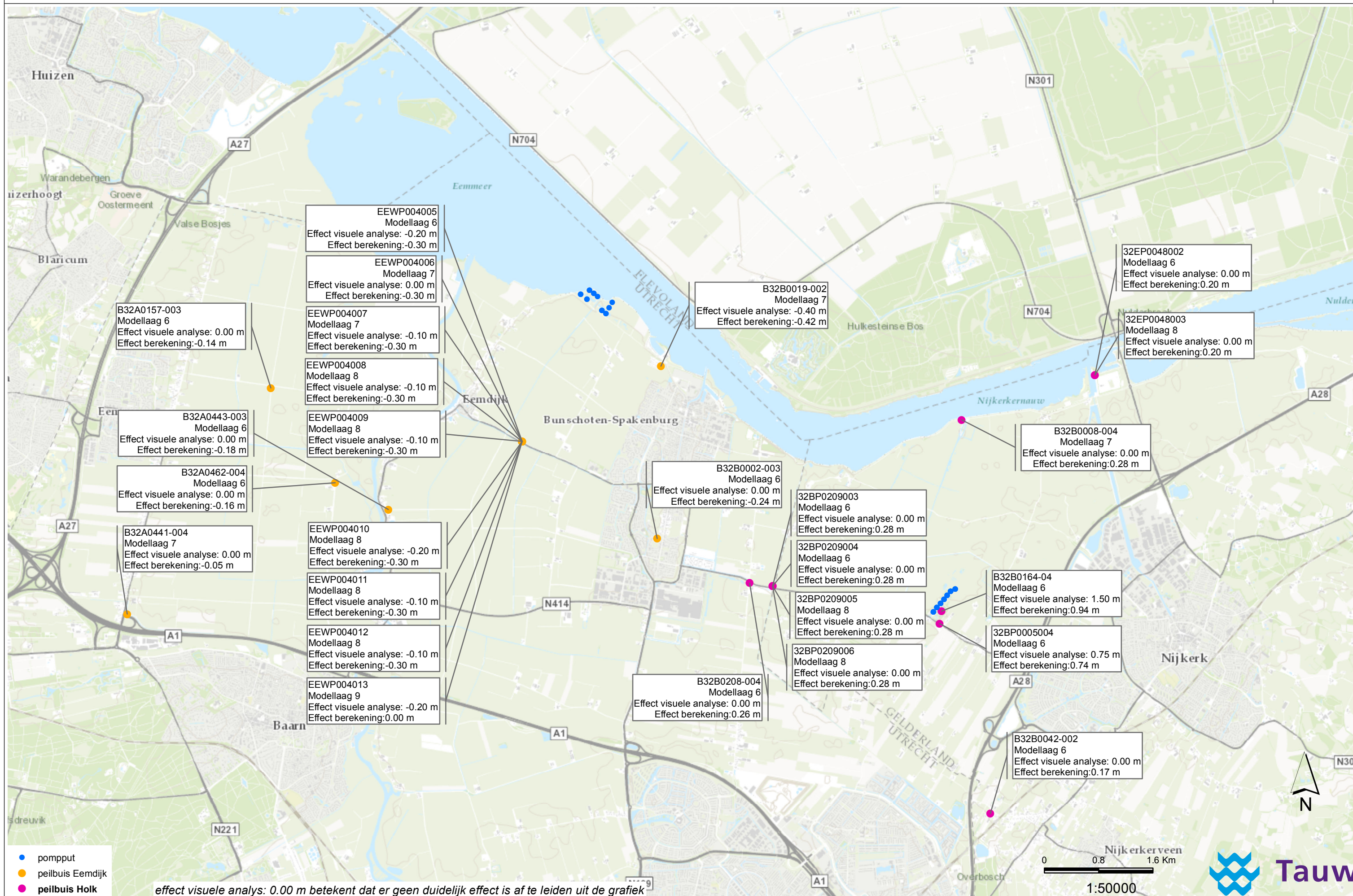
Laag 6

32BP0005004

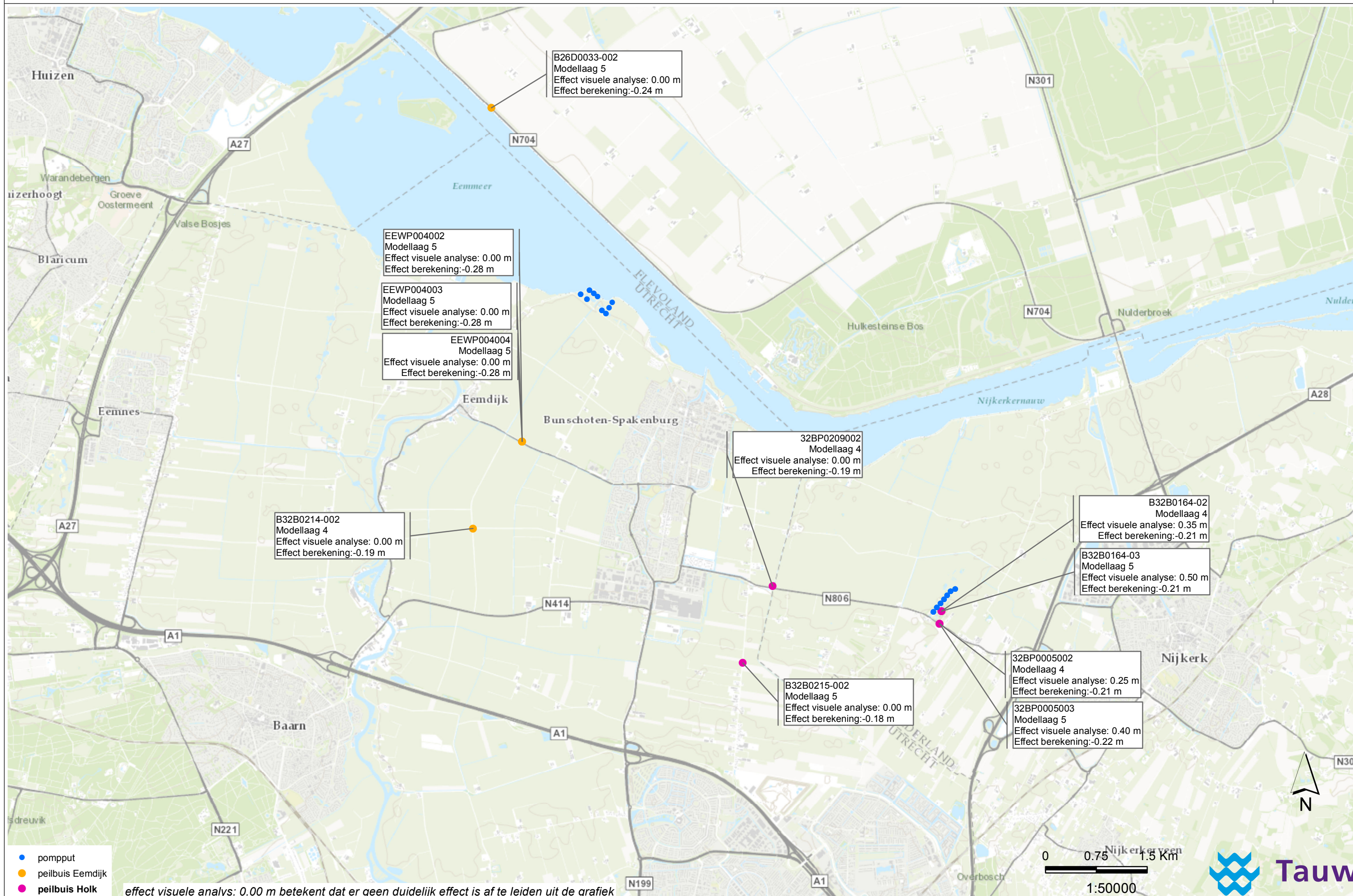


Bijlage 2: Visueel effect bepompt pakket en pakket erboven

Effect visuele analyse en berekend effect in het bepompd pakket



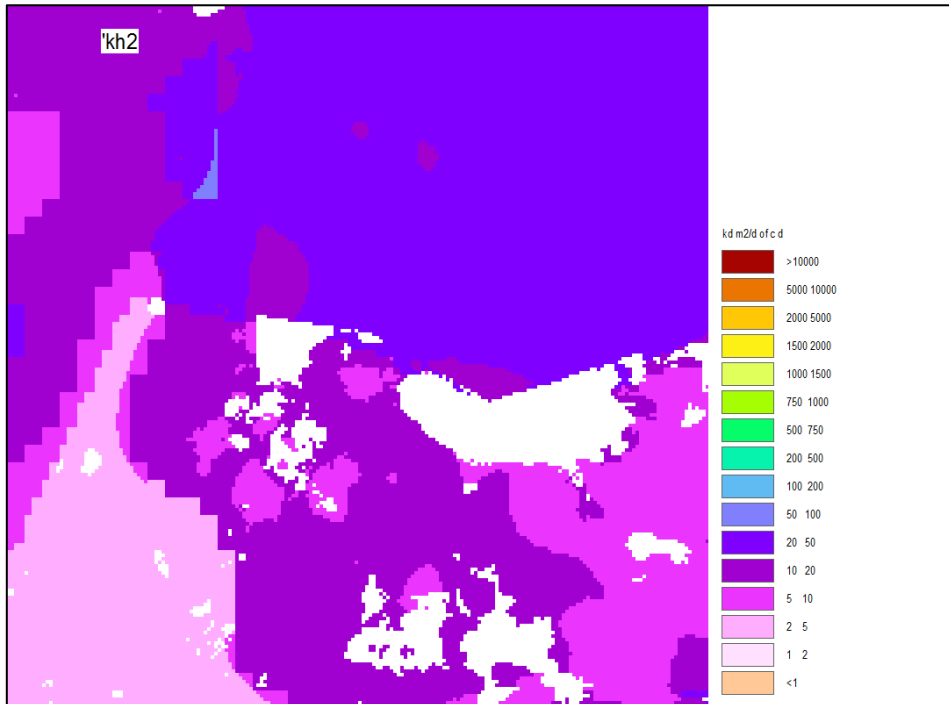
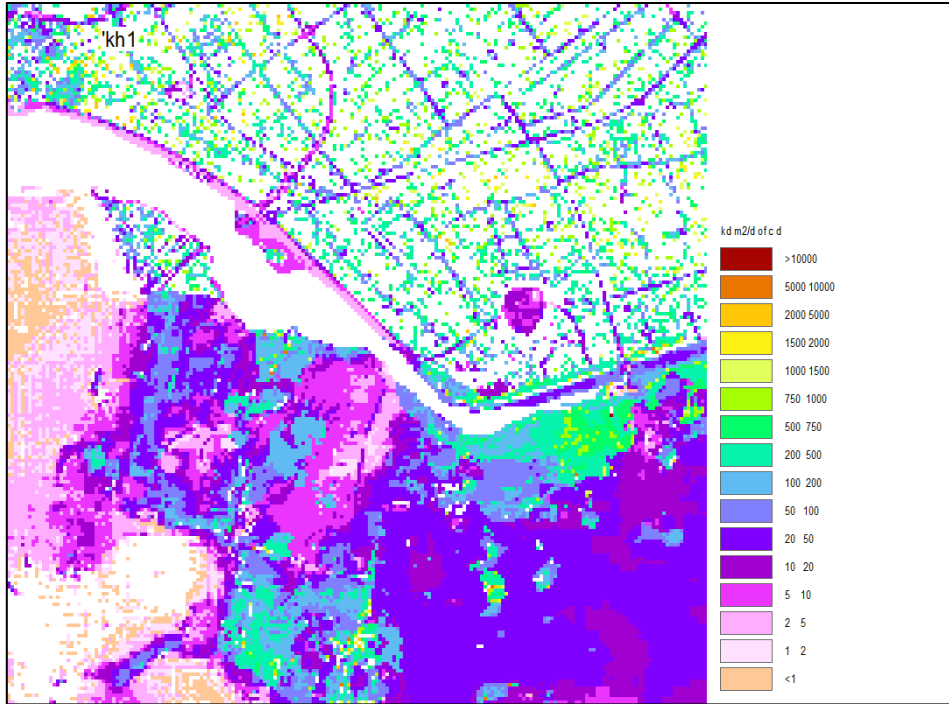
Effect visuele analyse en berekend effect in het tweede watervoerend pakket

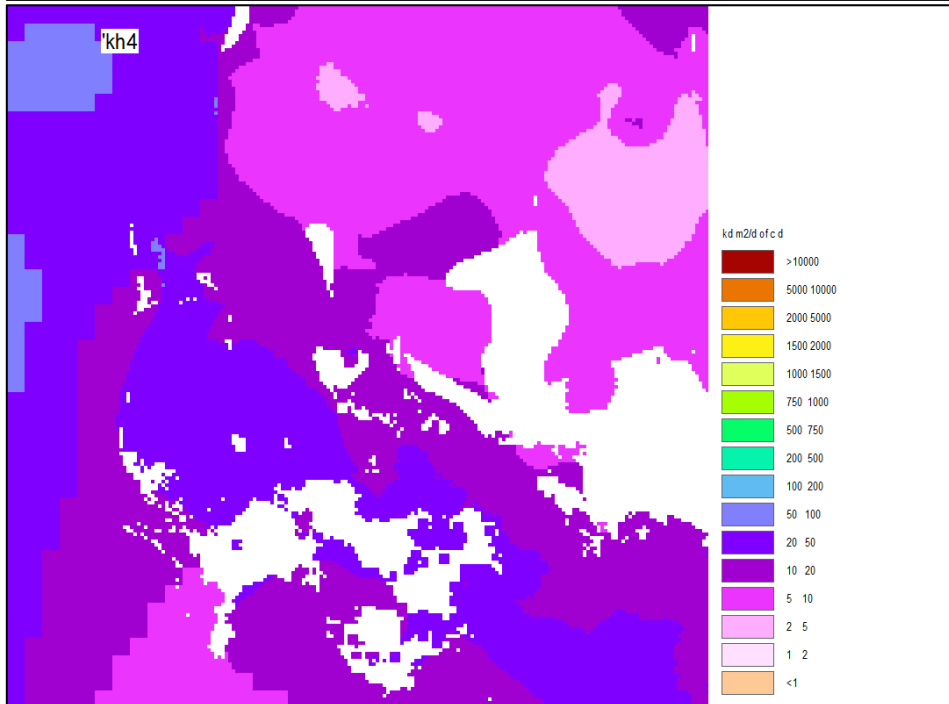
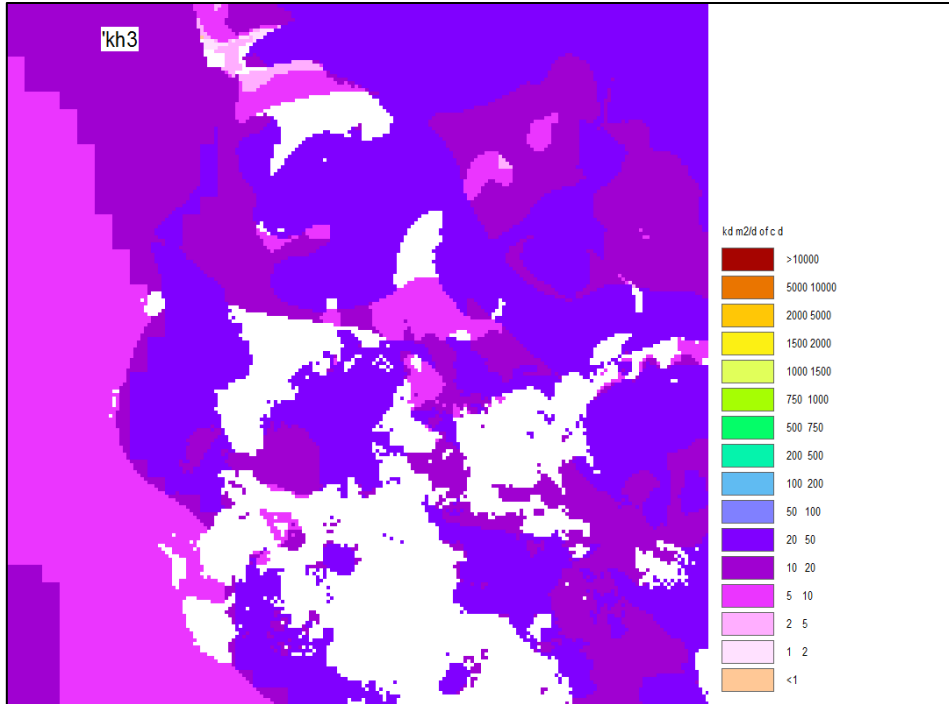


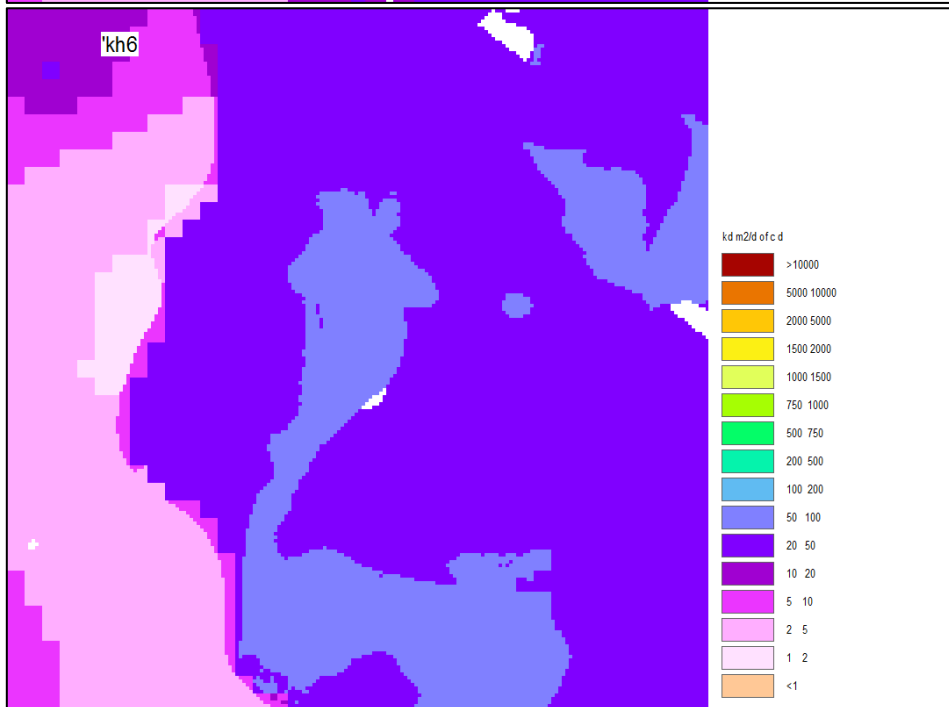
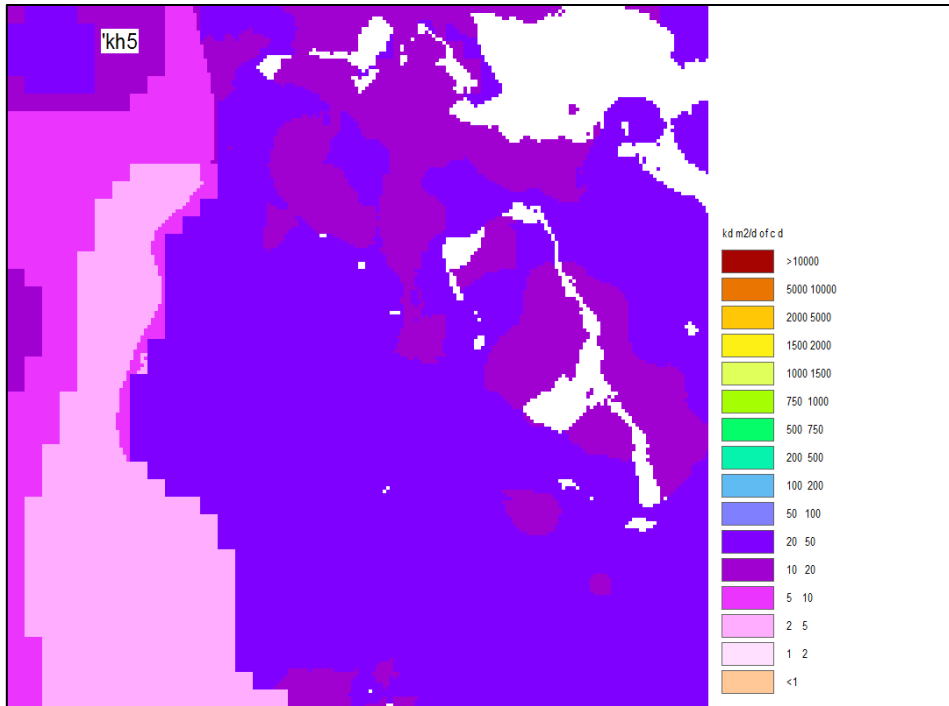
effect visuele analys: 0.00 m betekent dat er geen duidelijk effect is af te leiden uit de grafiek

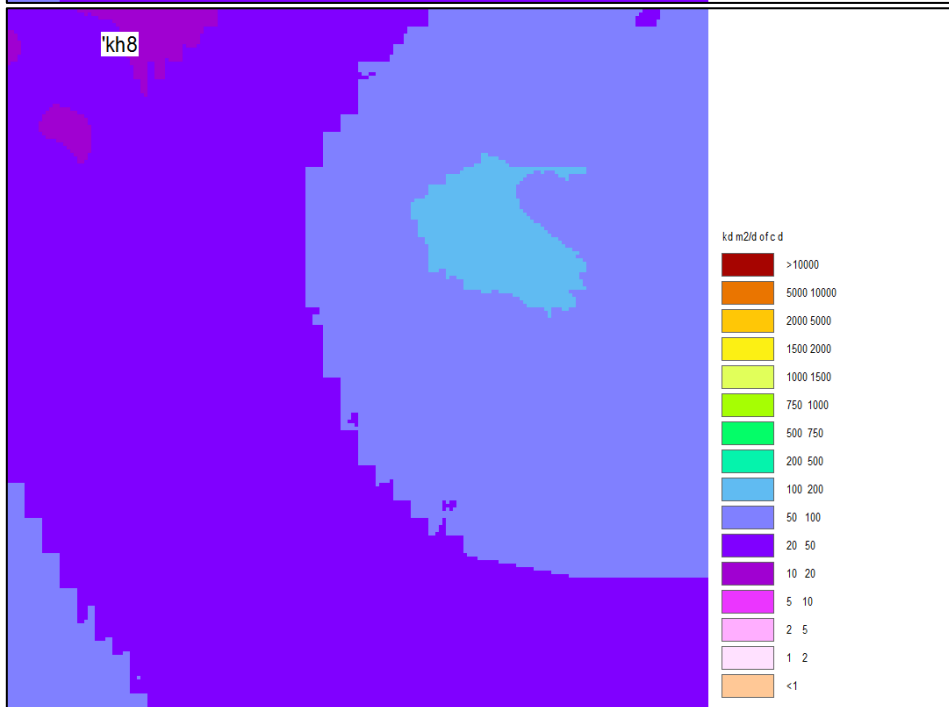
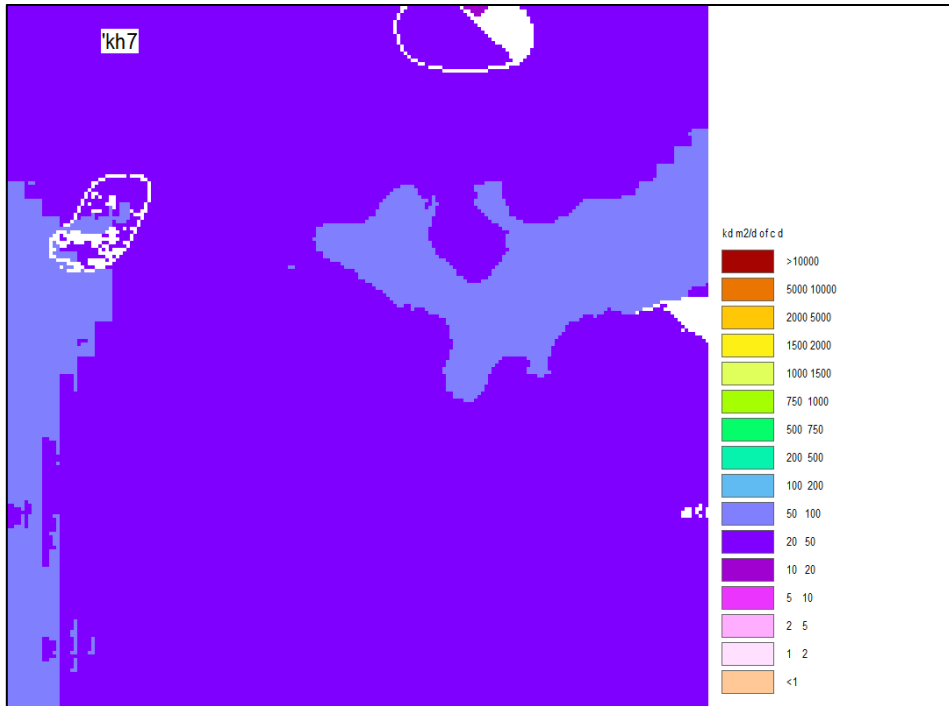
Bijlage 3: Kh-waarden modellen

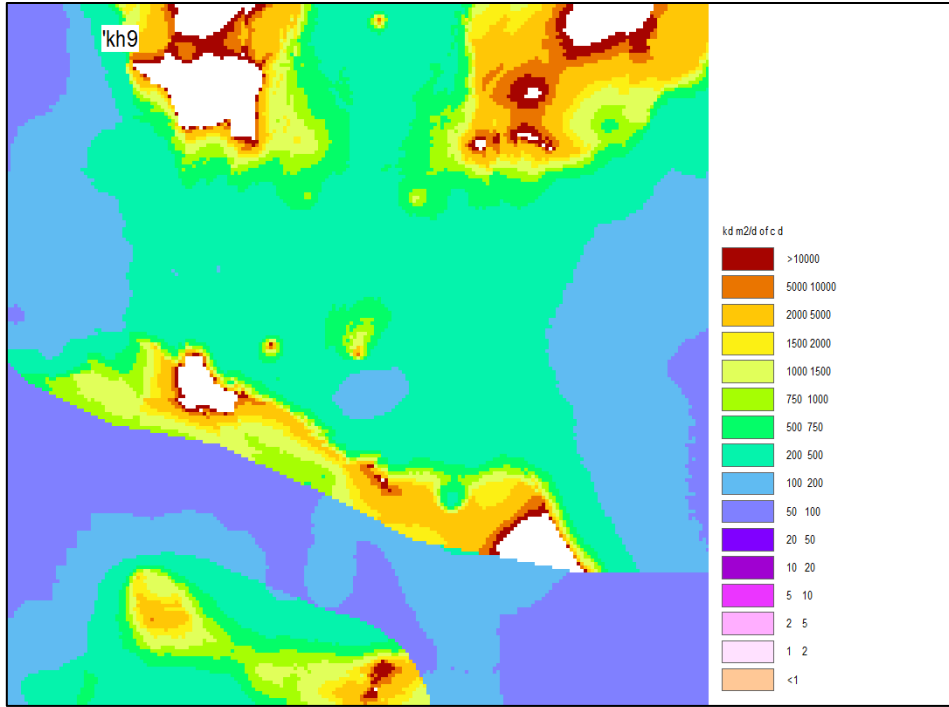
Eemdijk



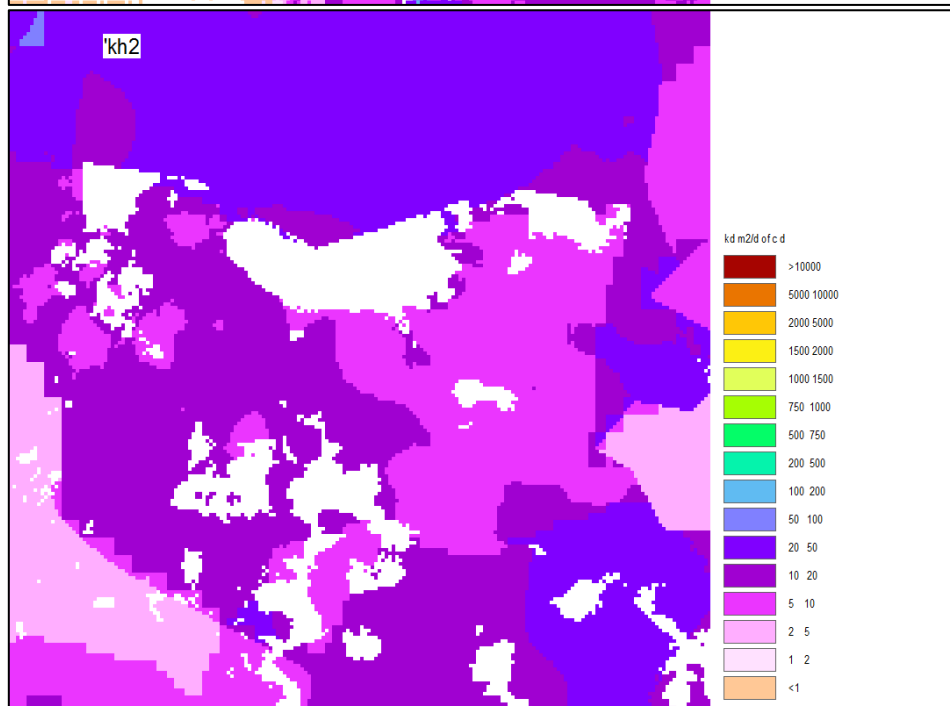
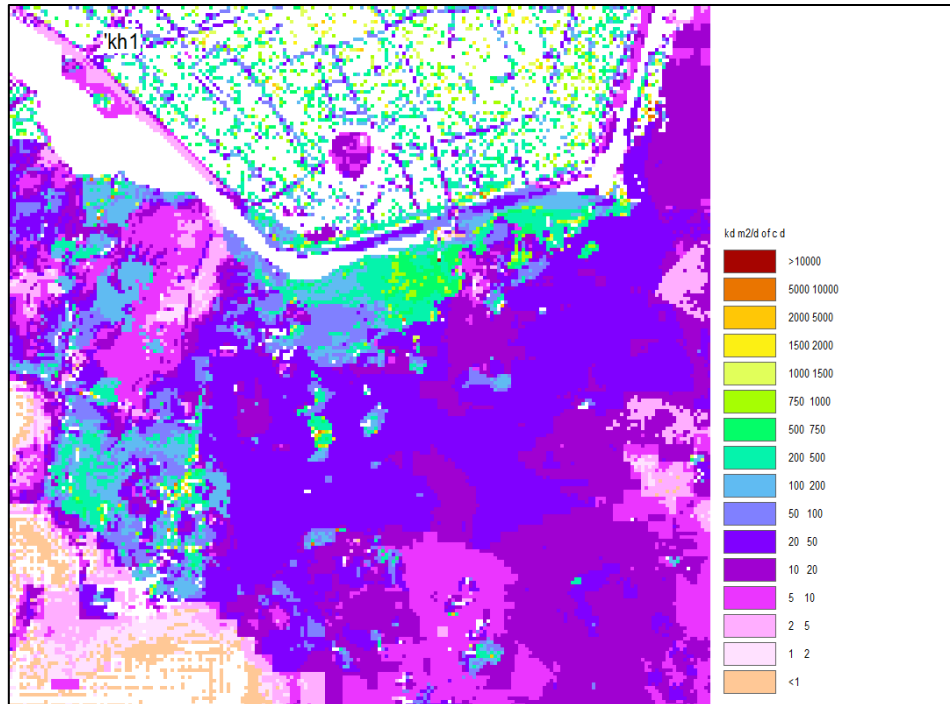


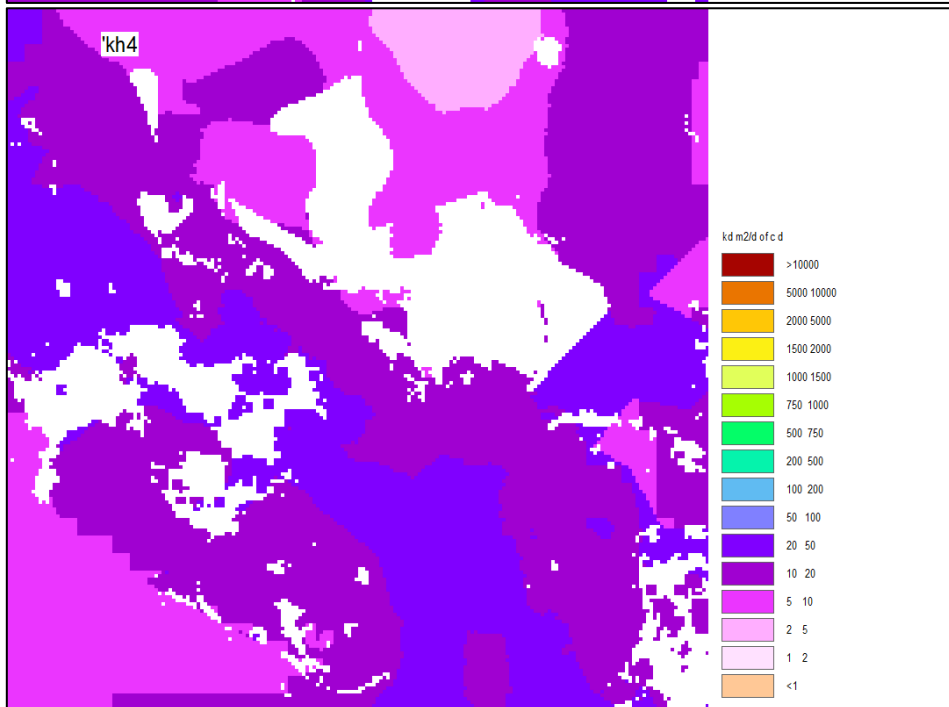
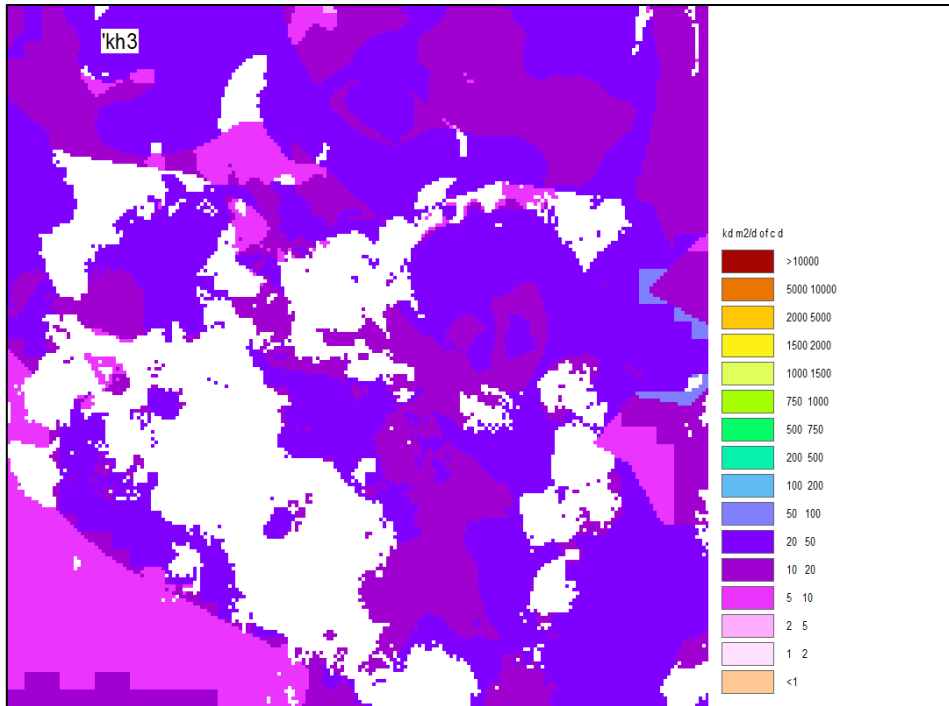


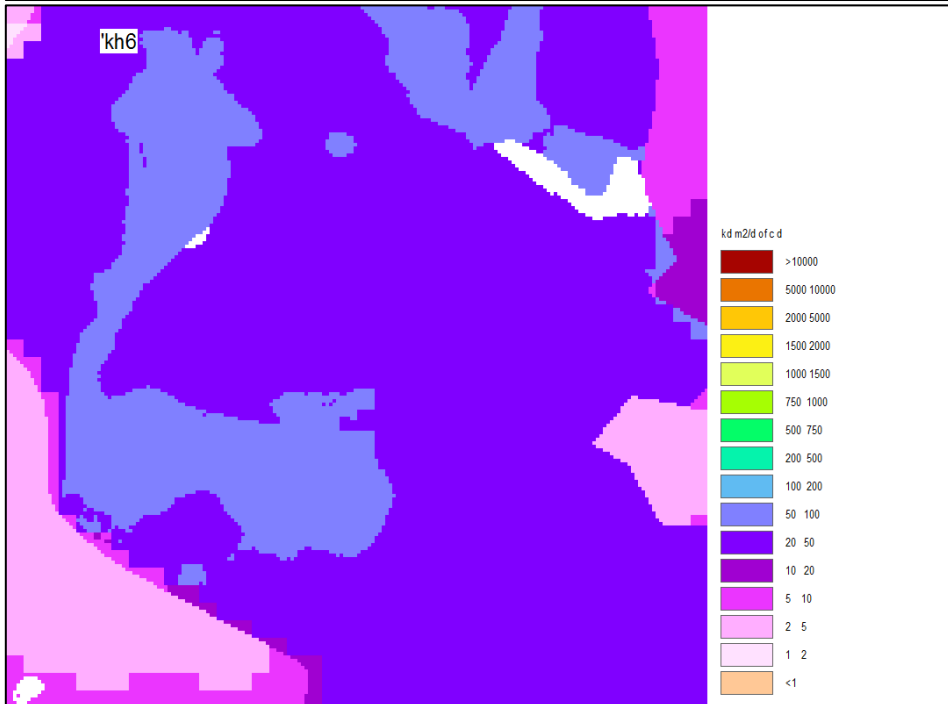
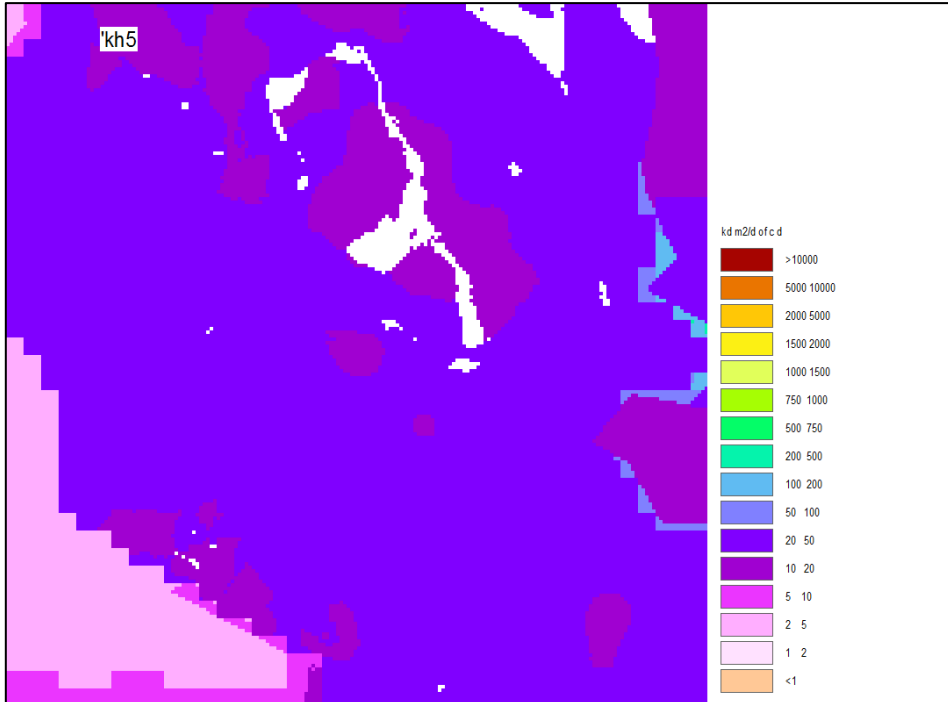


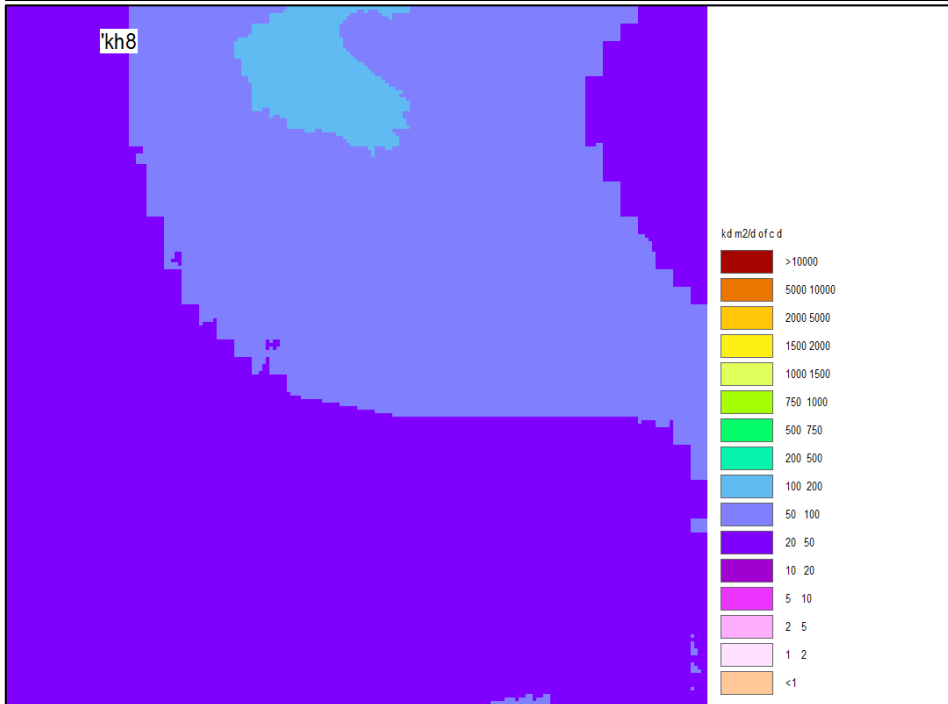
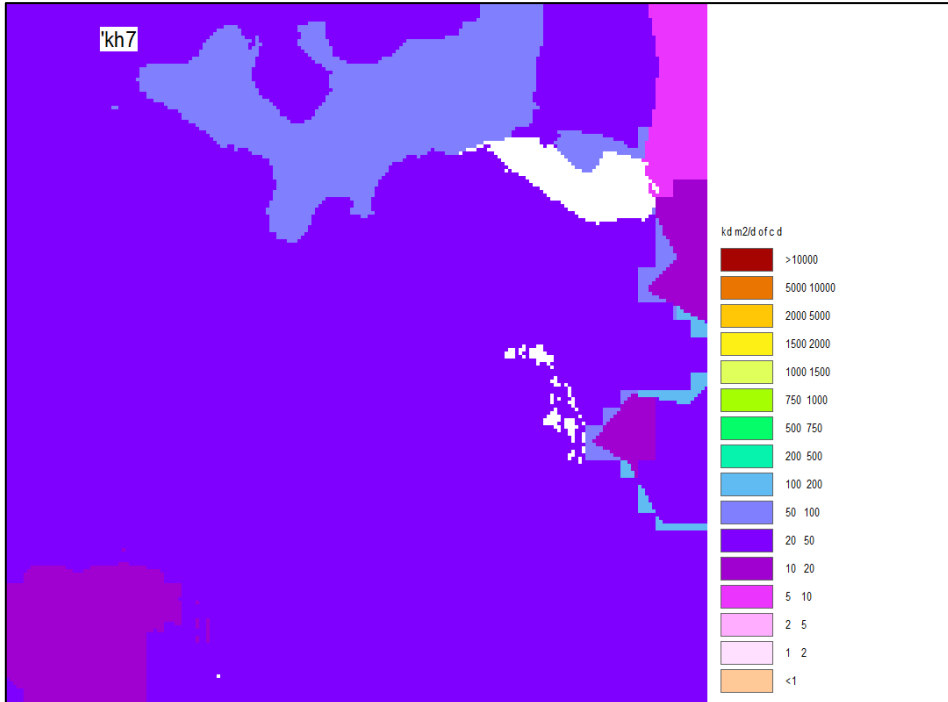


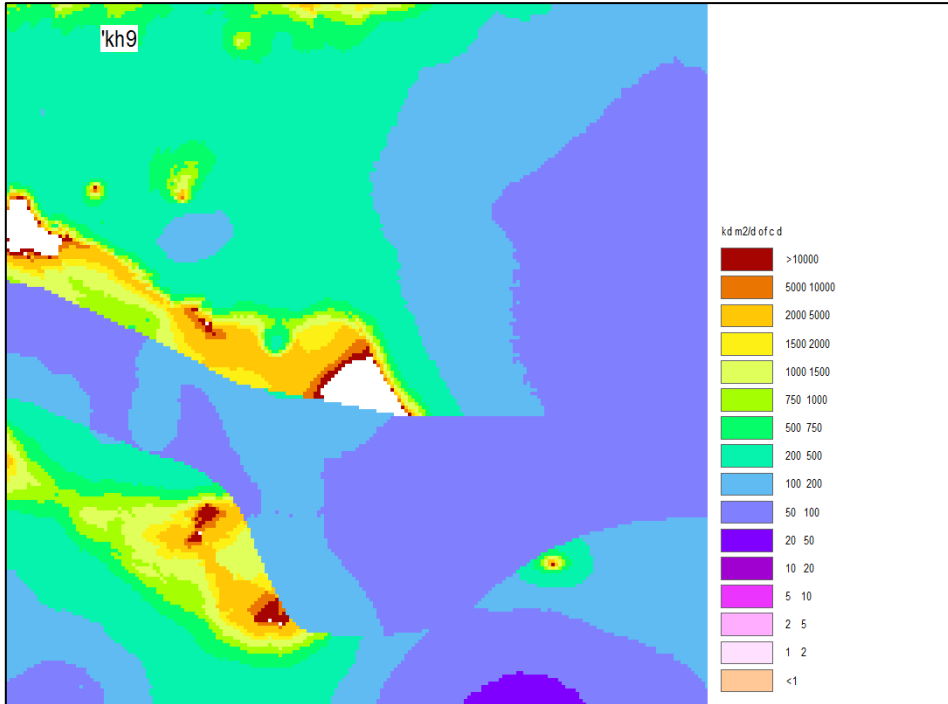
Holk



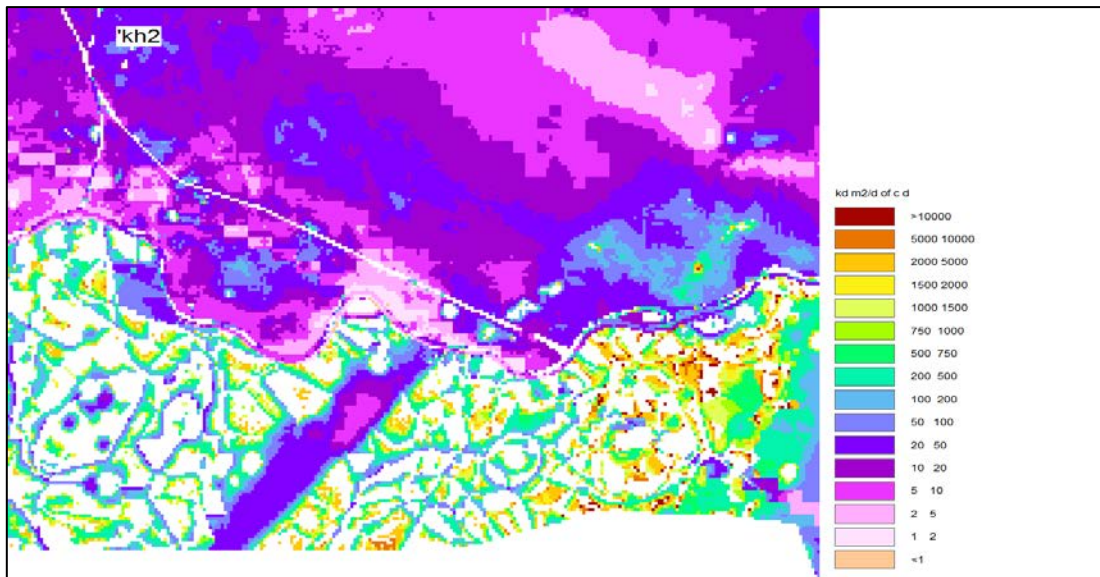
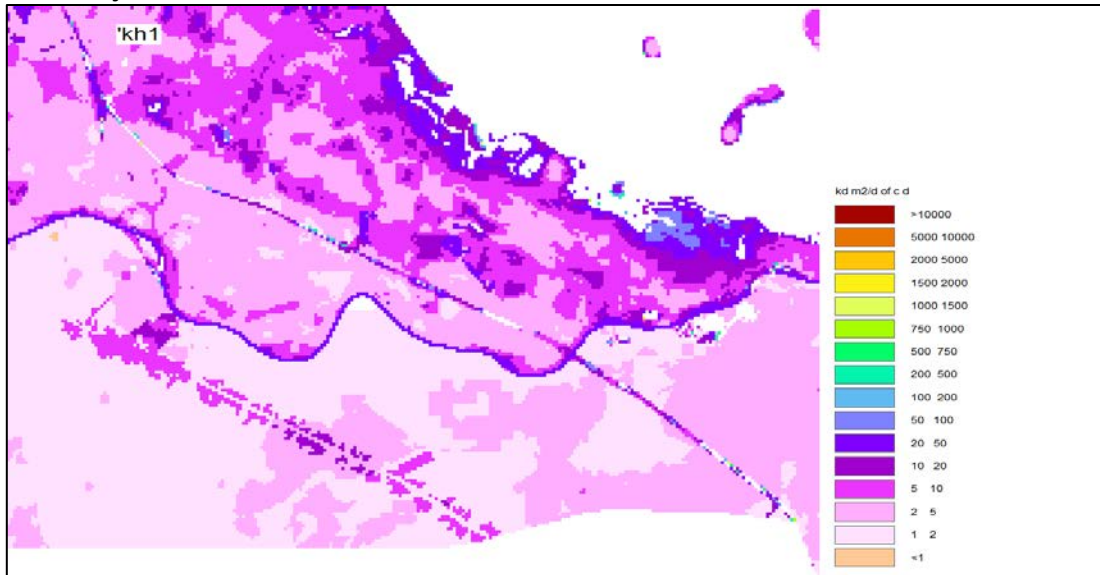


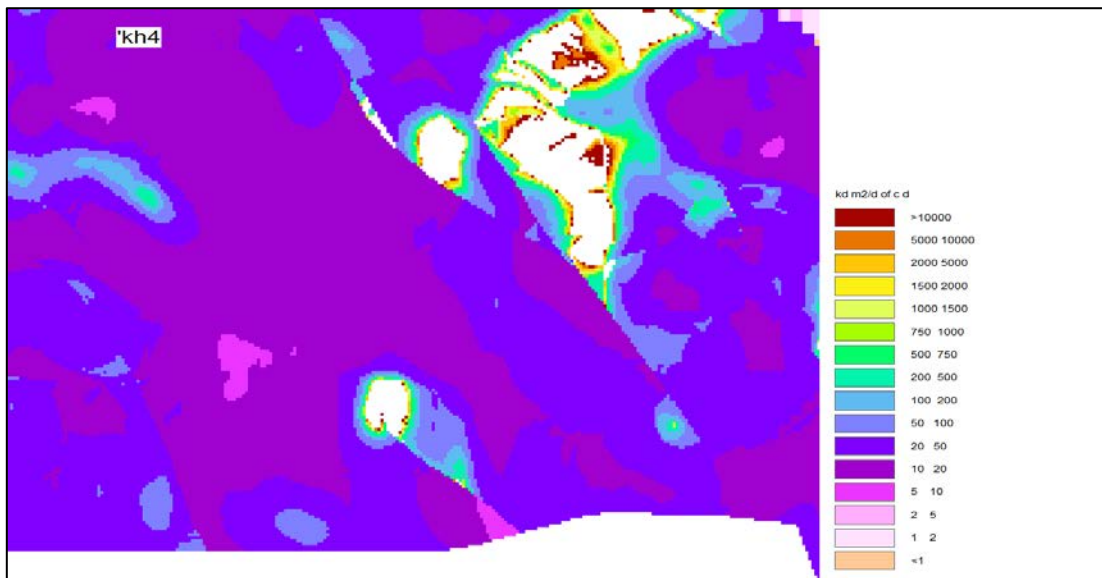
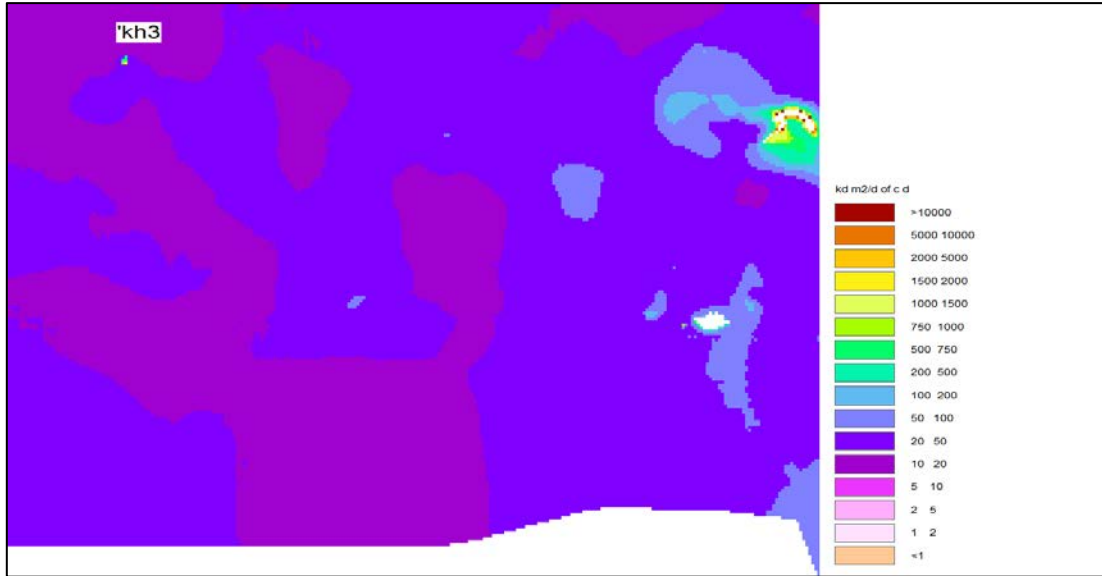


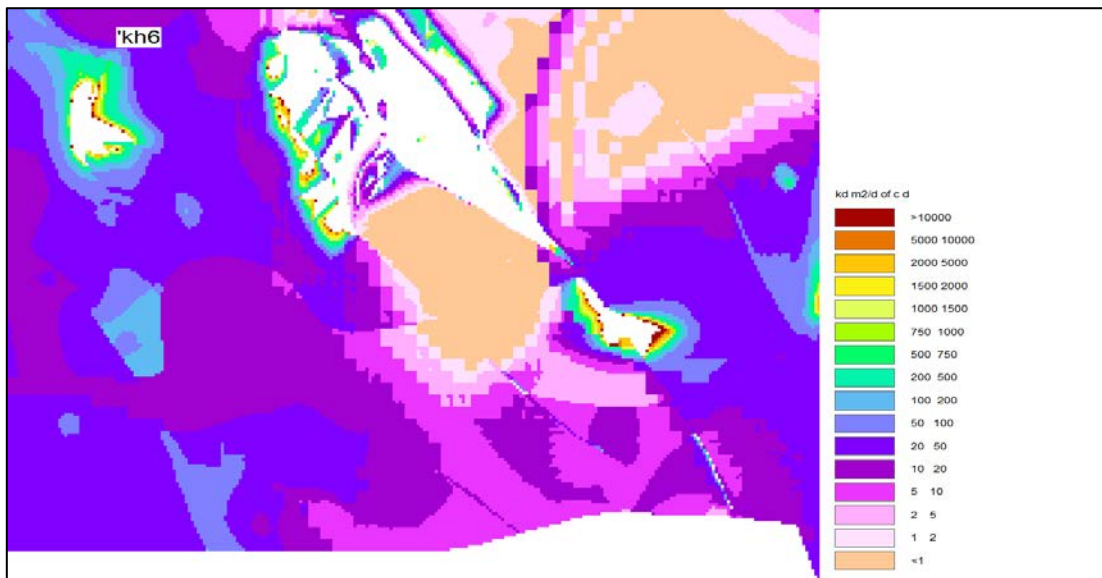
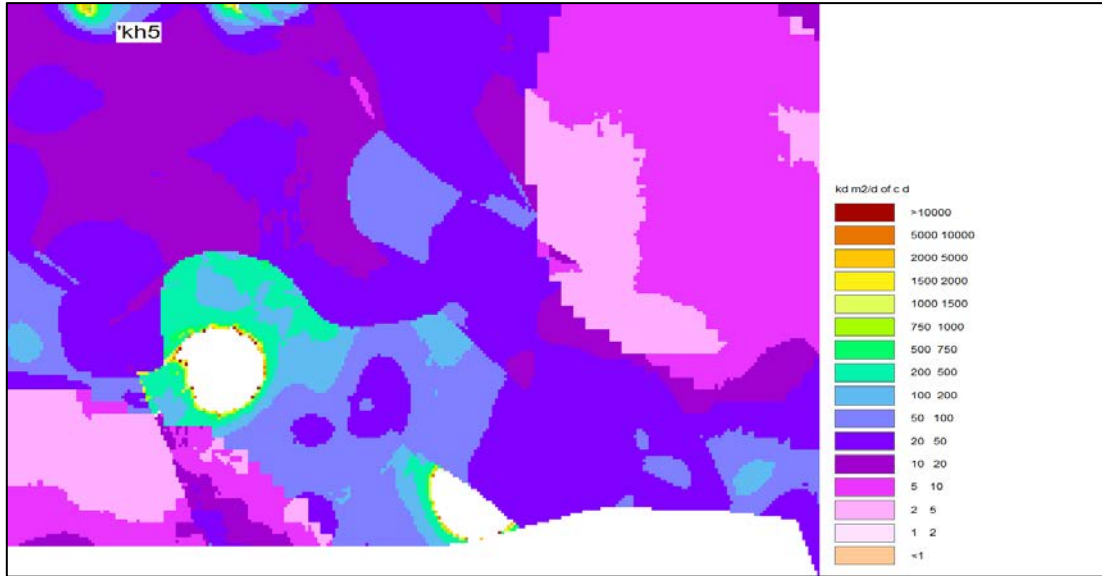


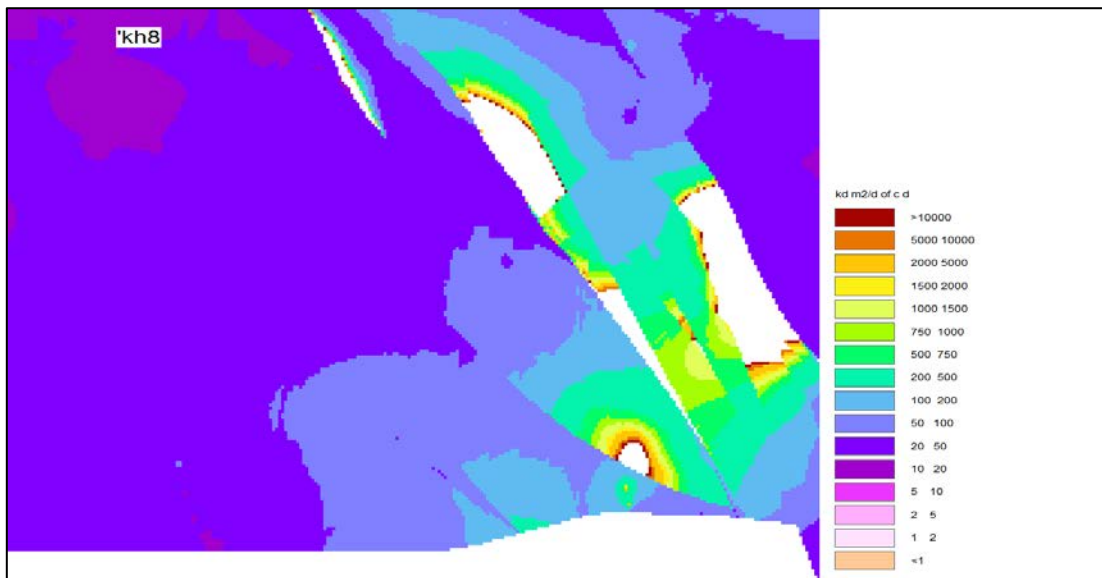
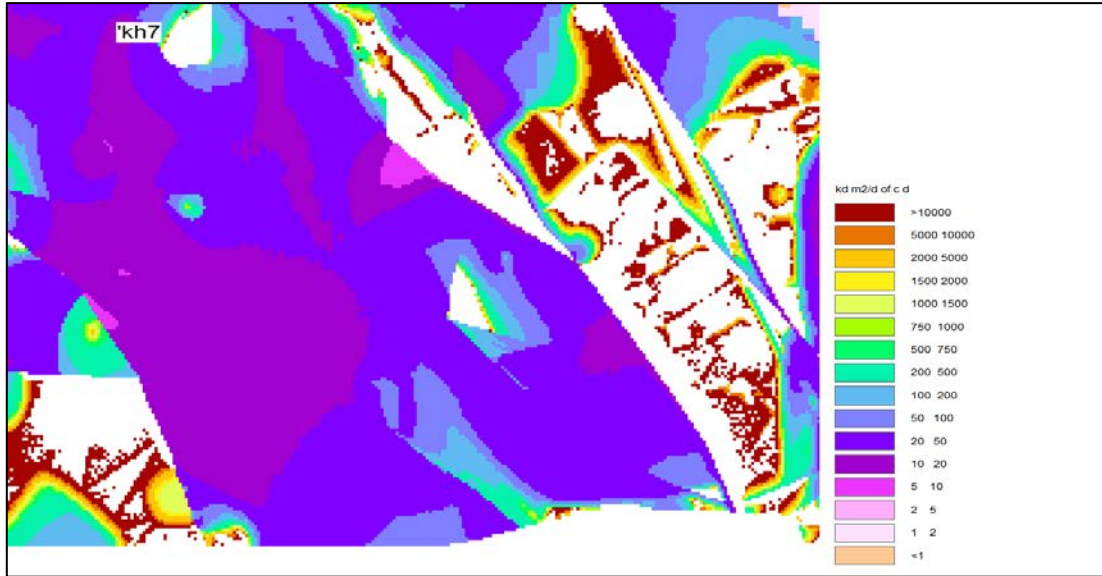


Schalkwijk

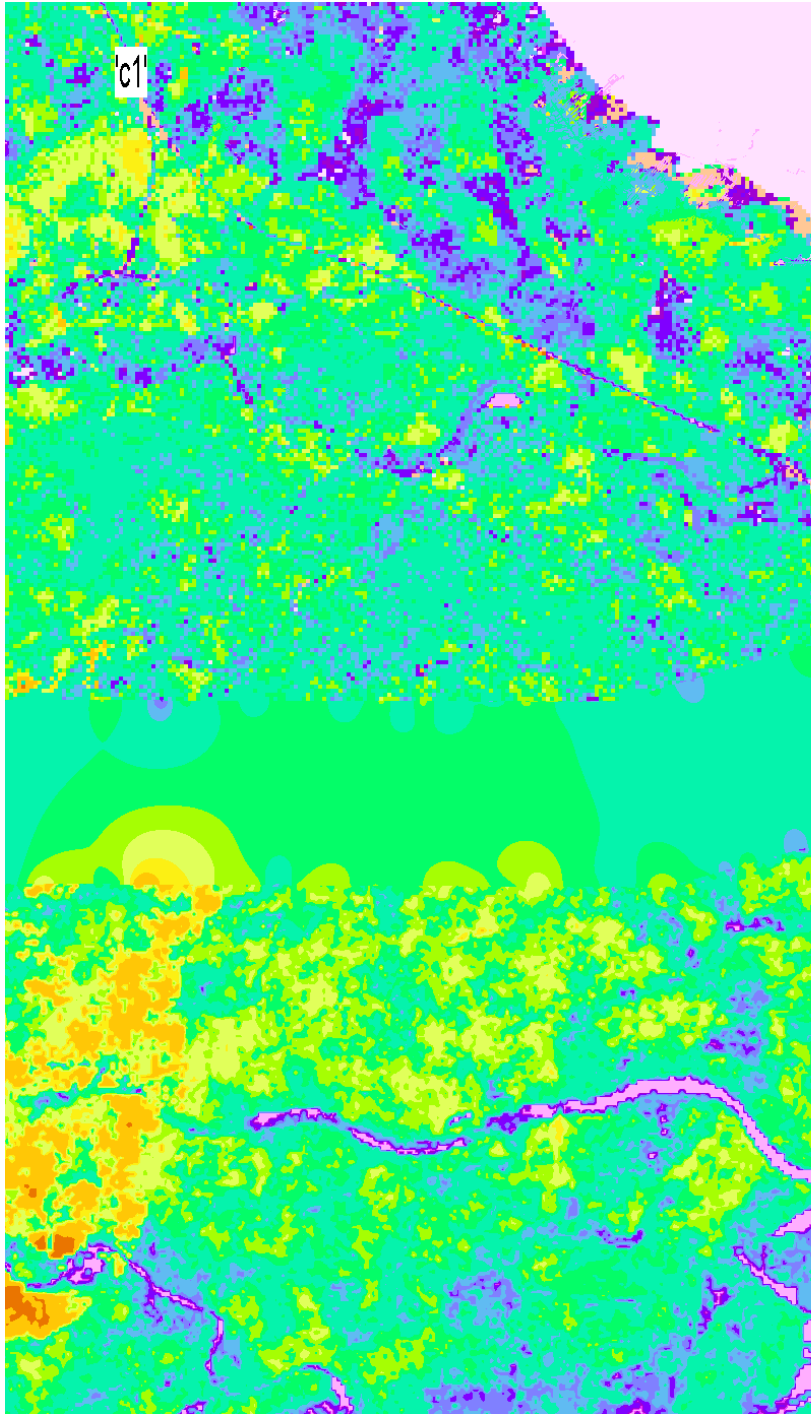


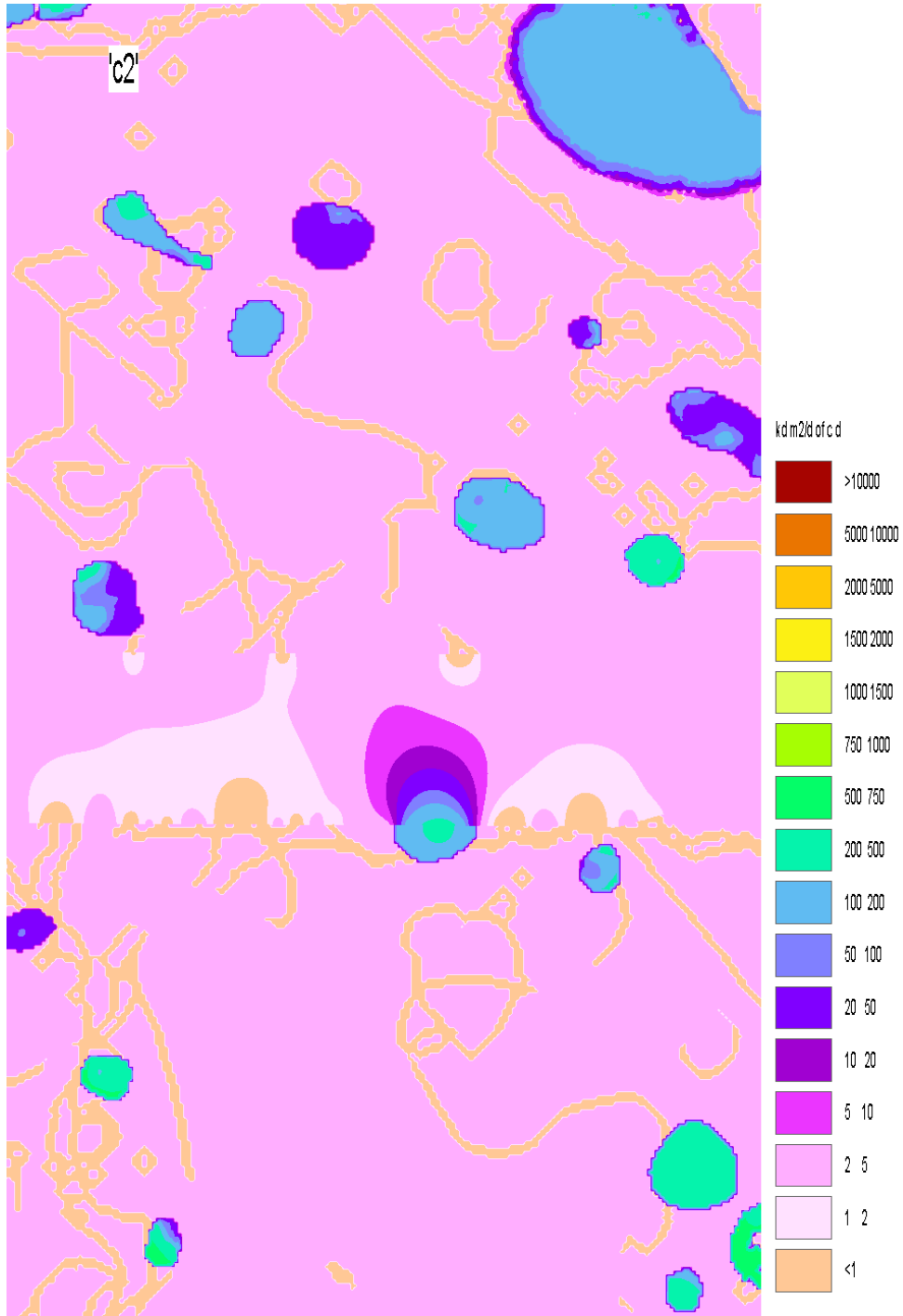


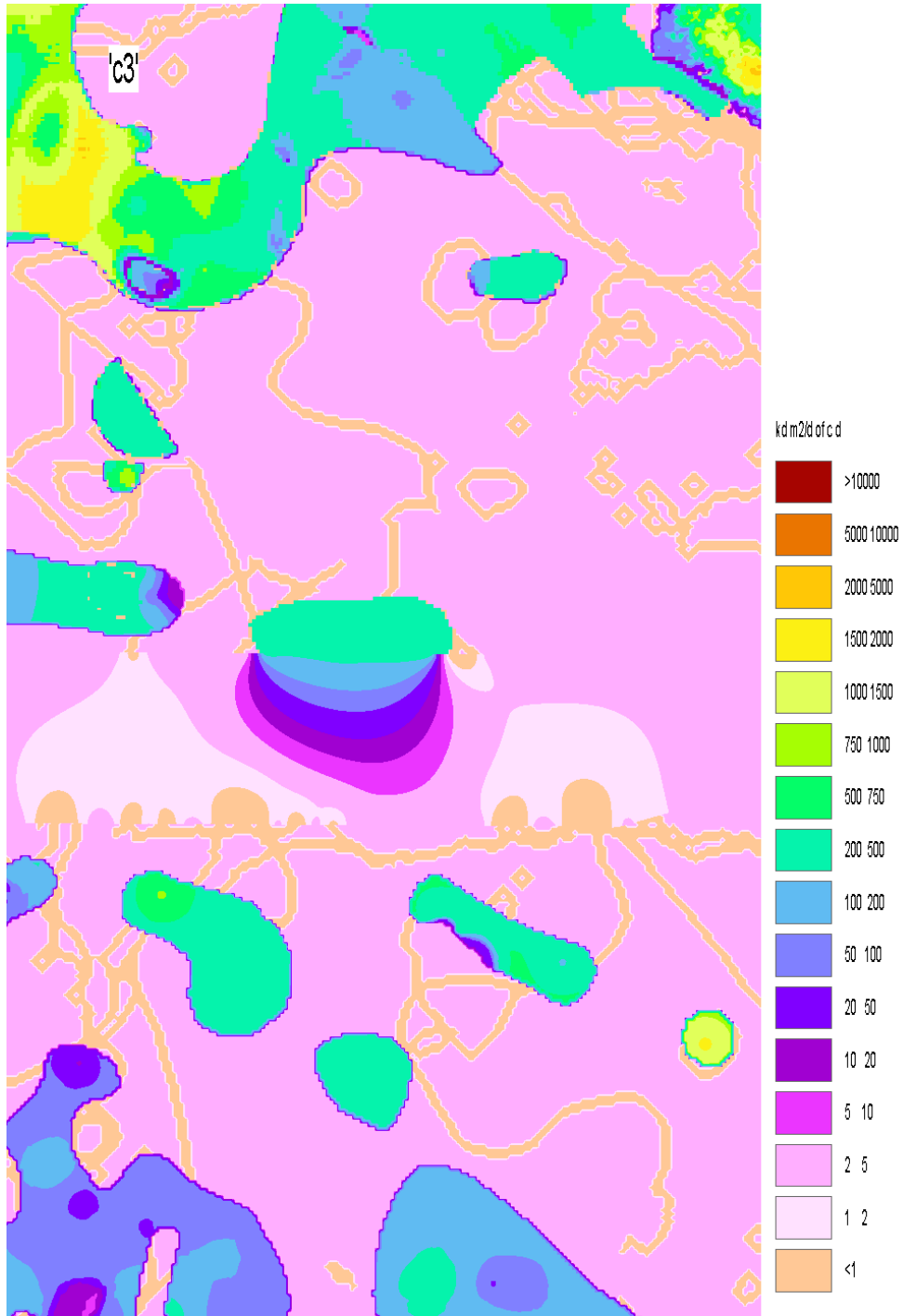


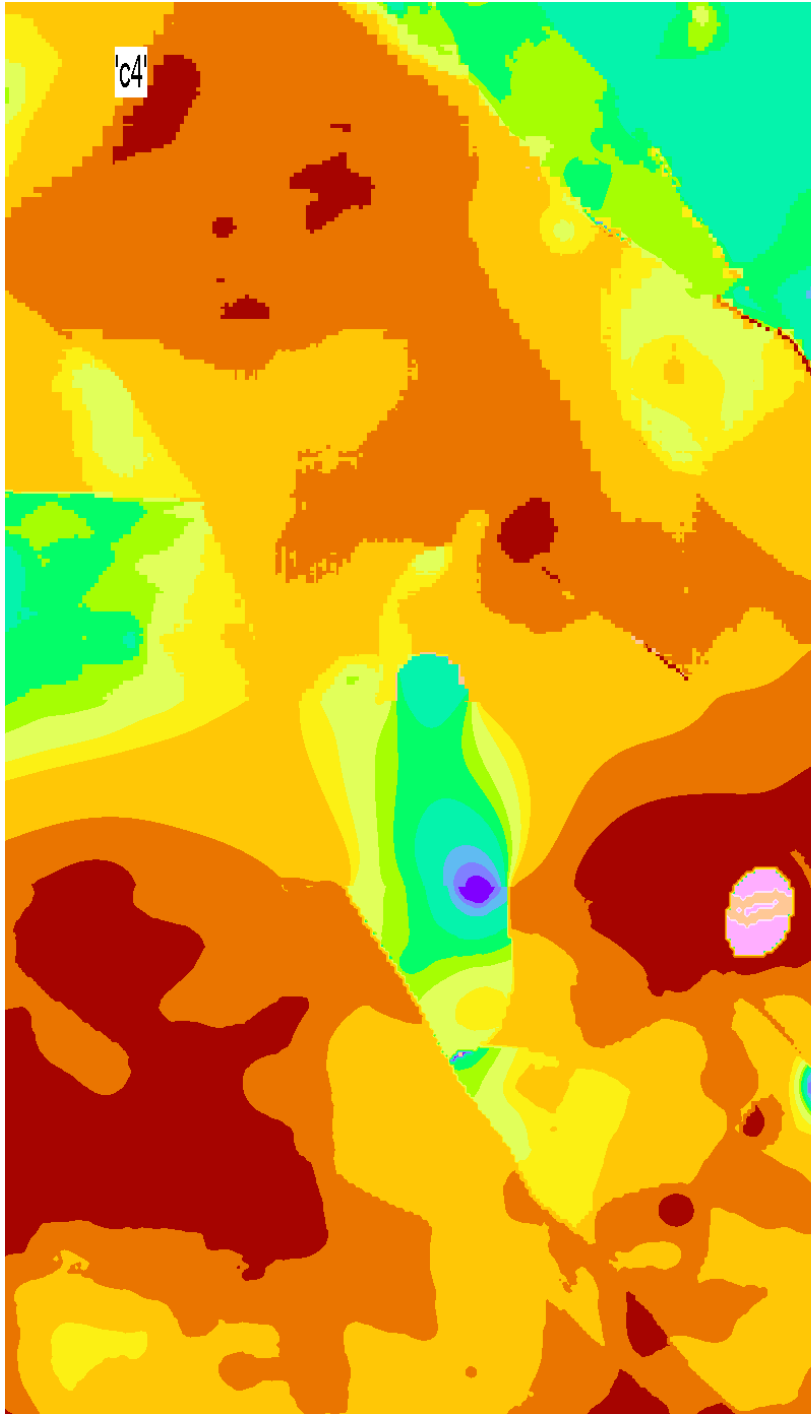


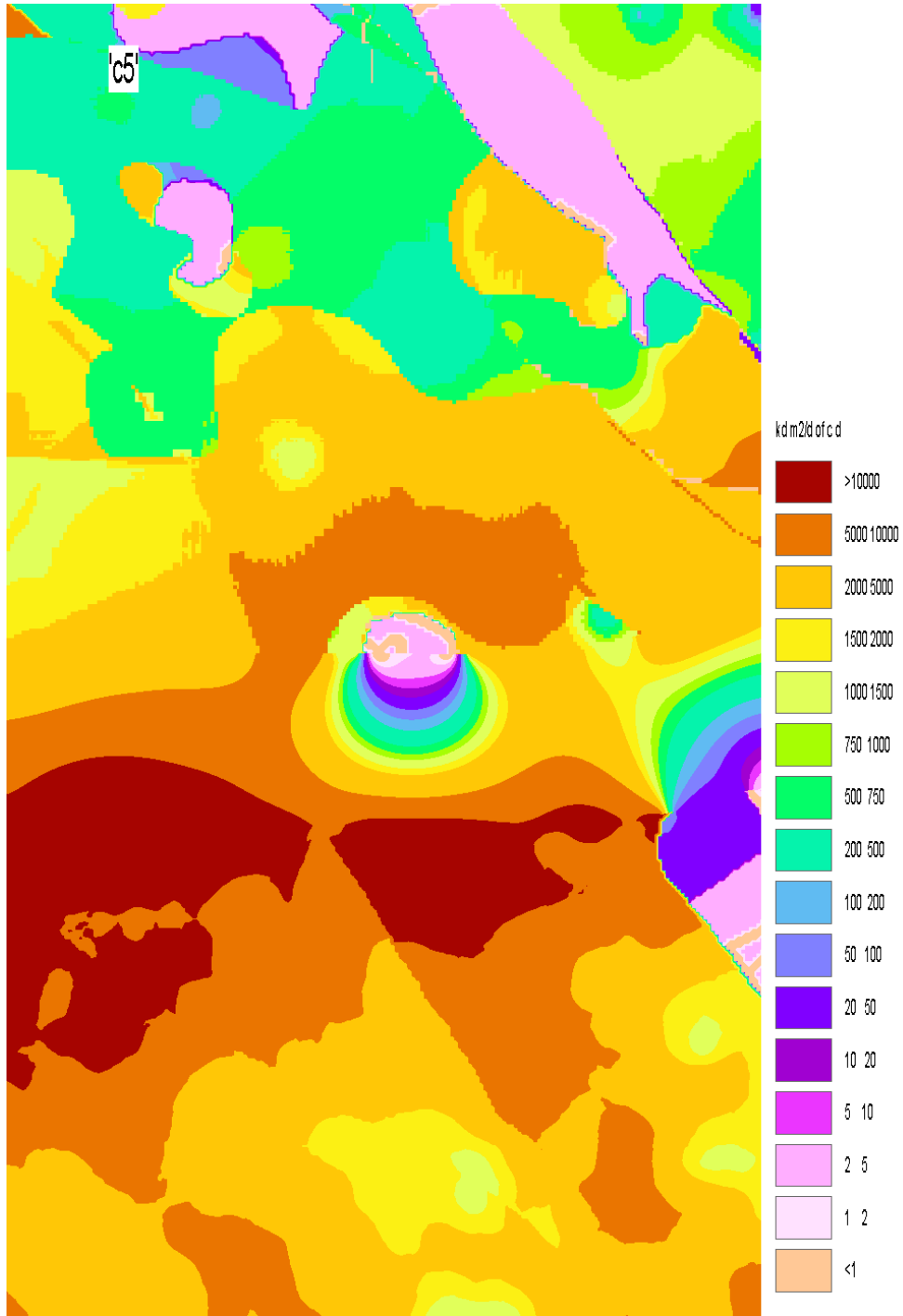
Bijlage 4: kD en c-waarden uitgebreide versie HYDROMEDAH

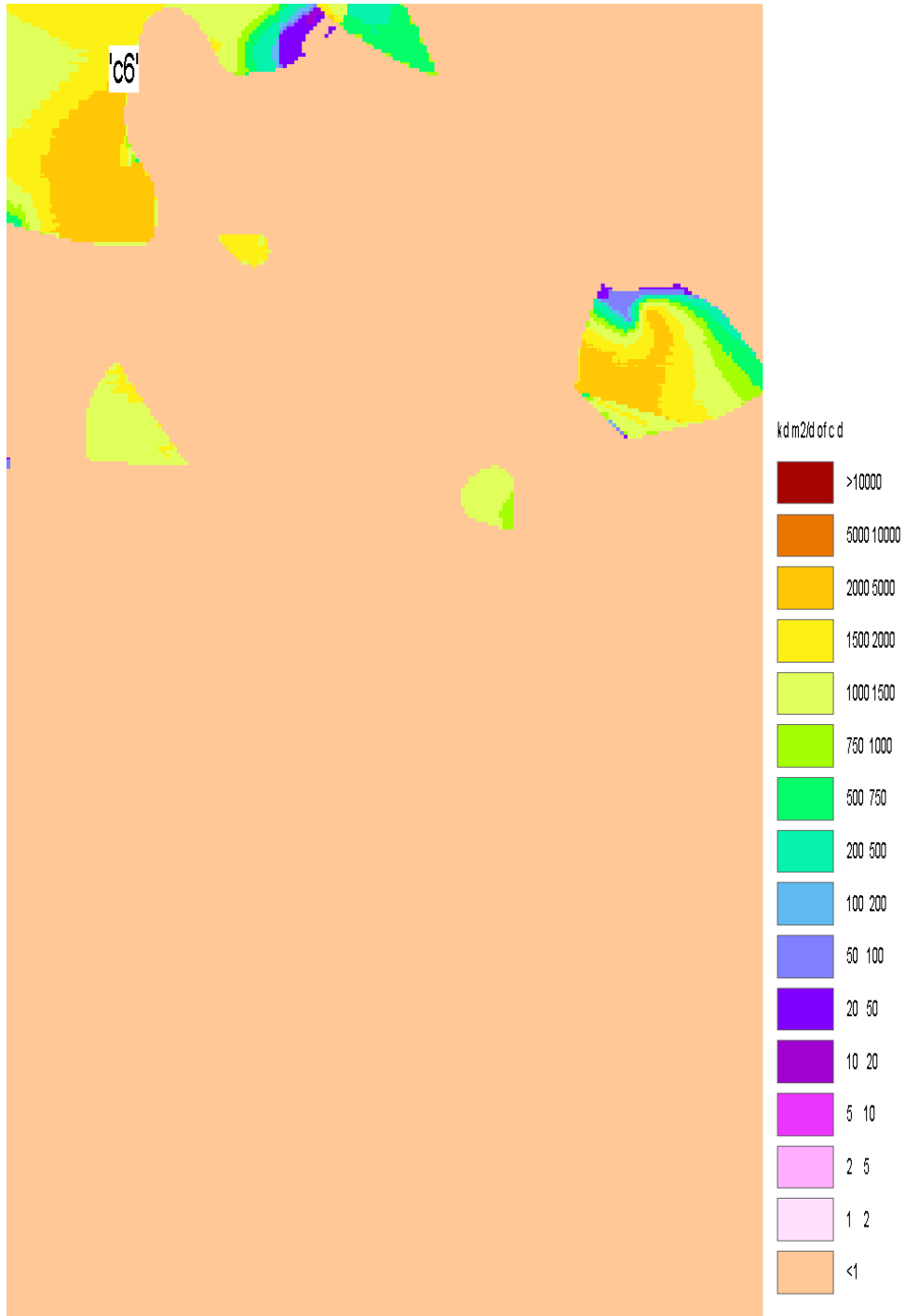


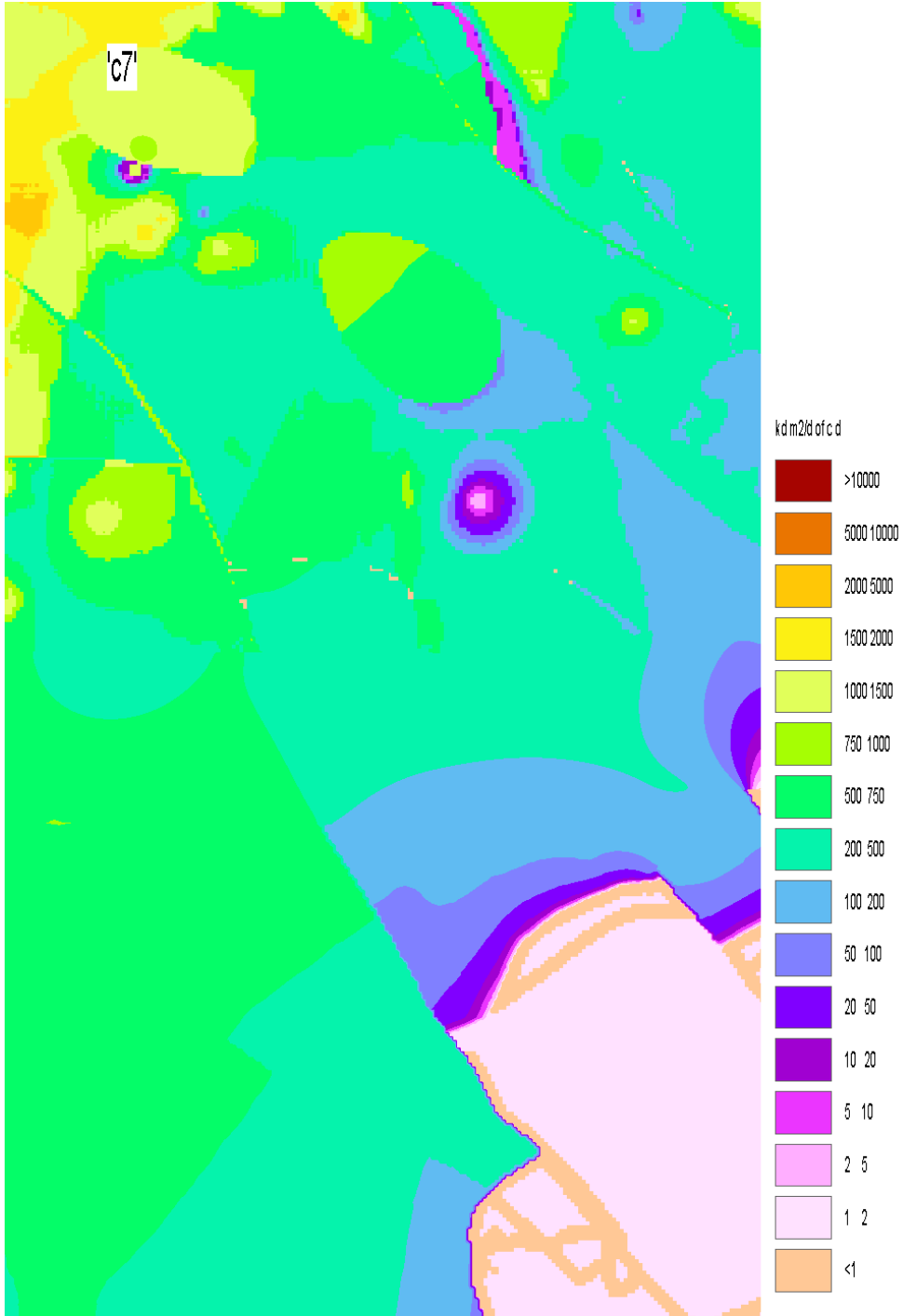


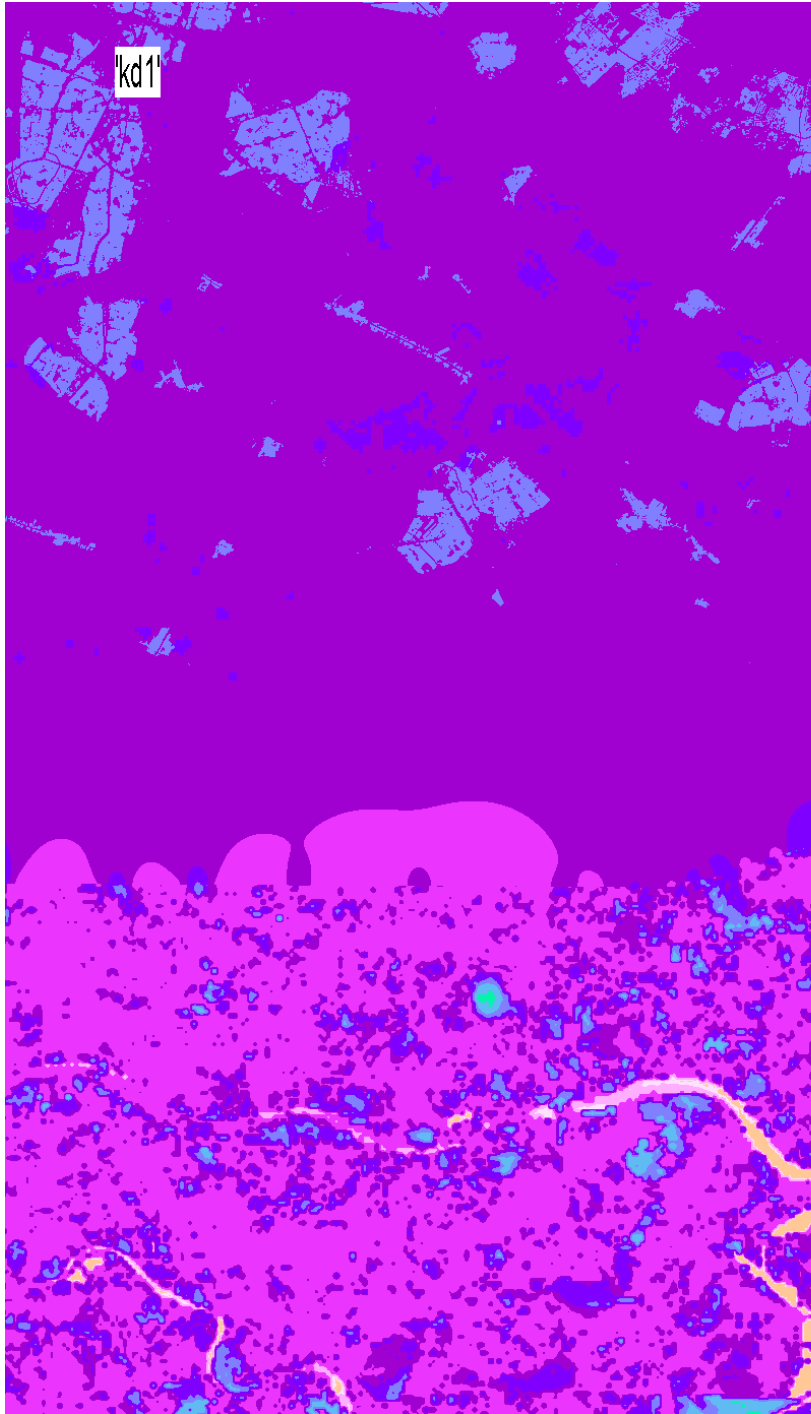








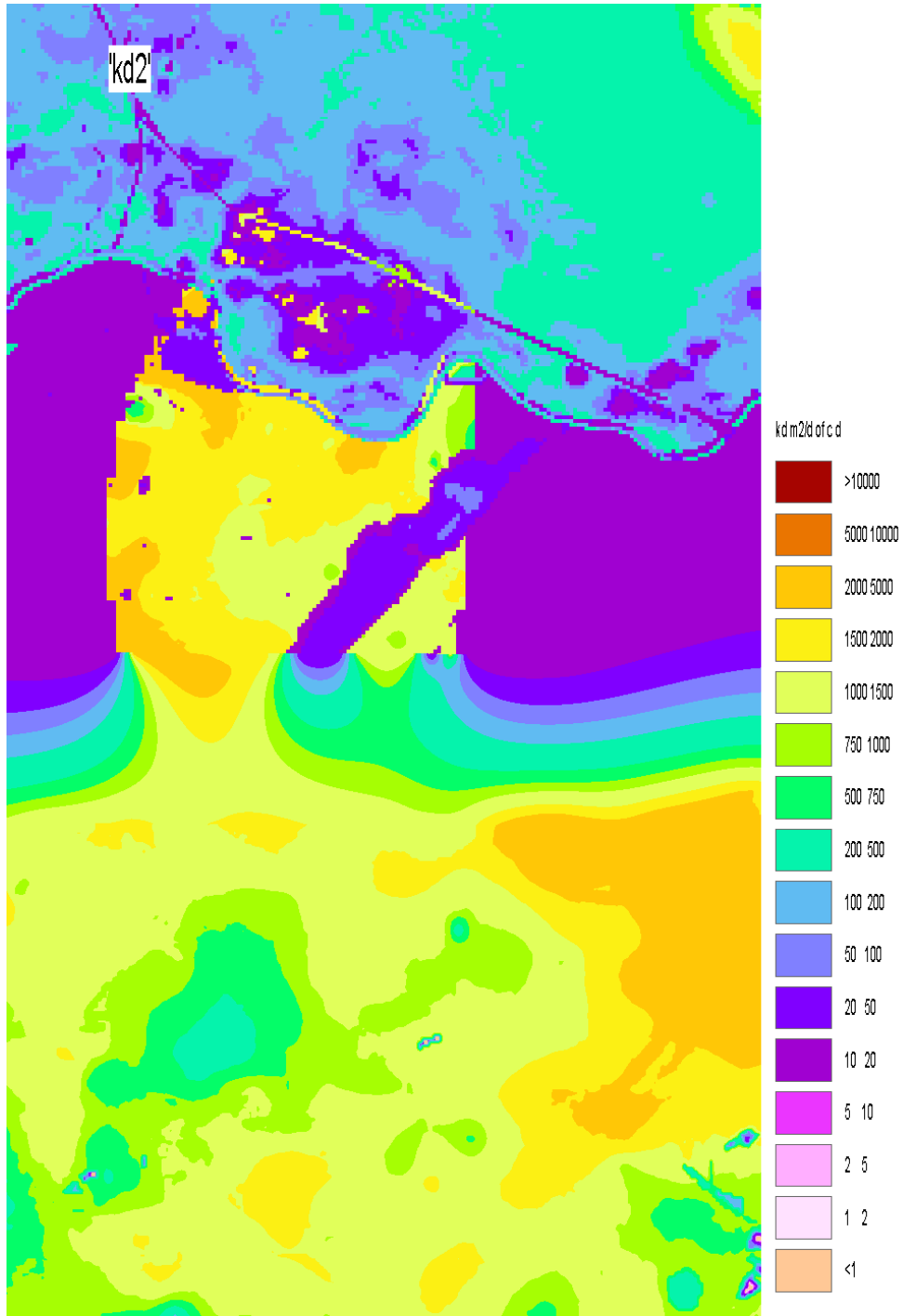


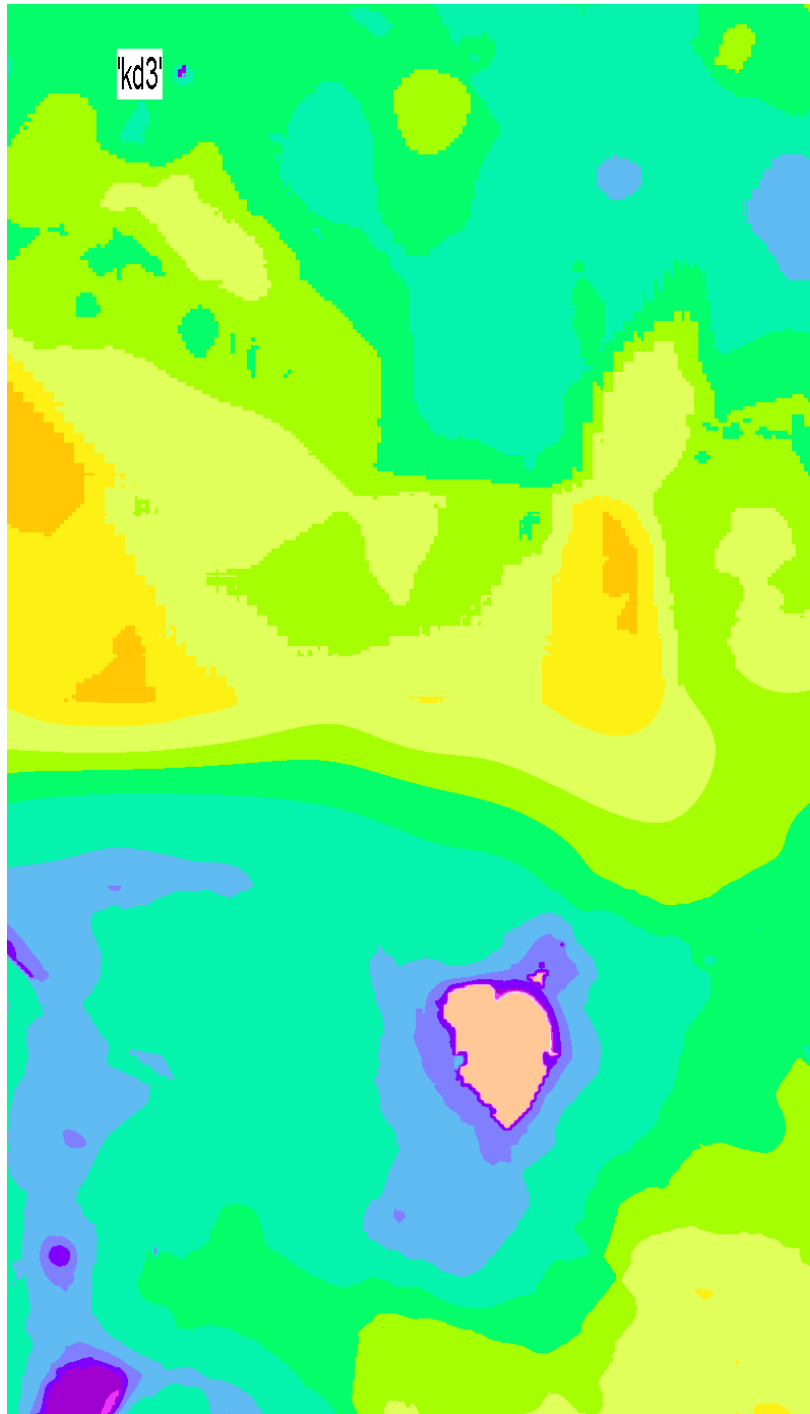


'kd1'

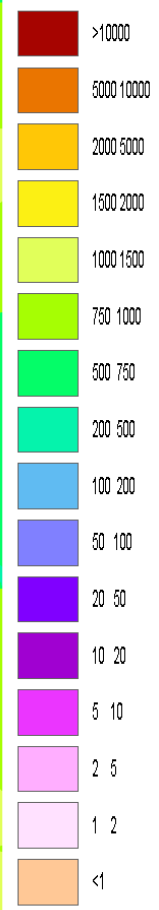
kd m2/d of c d



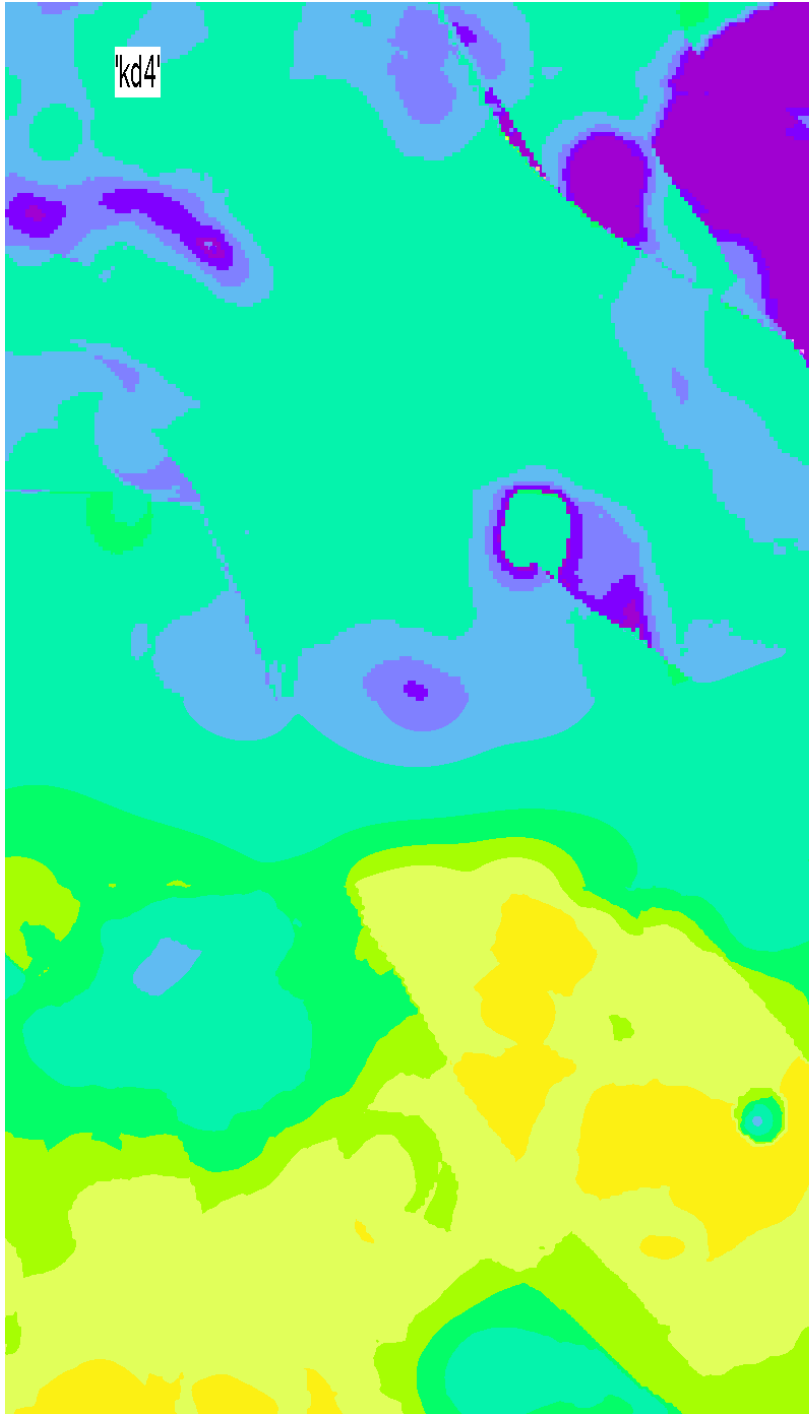


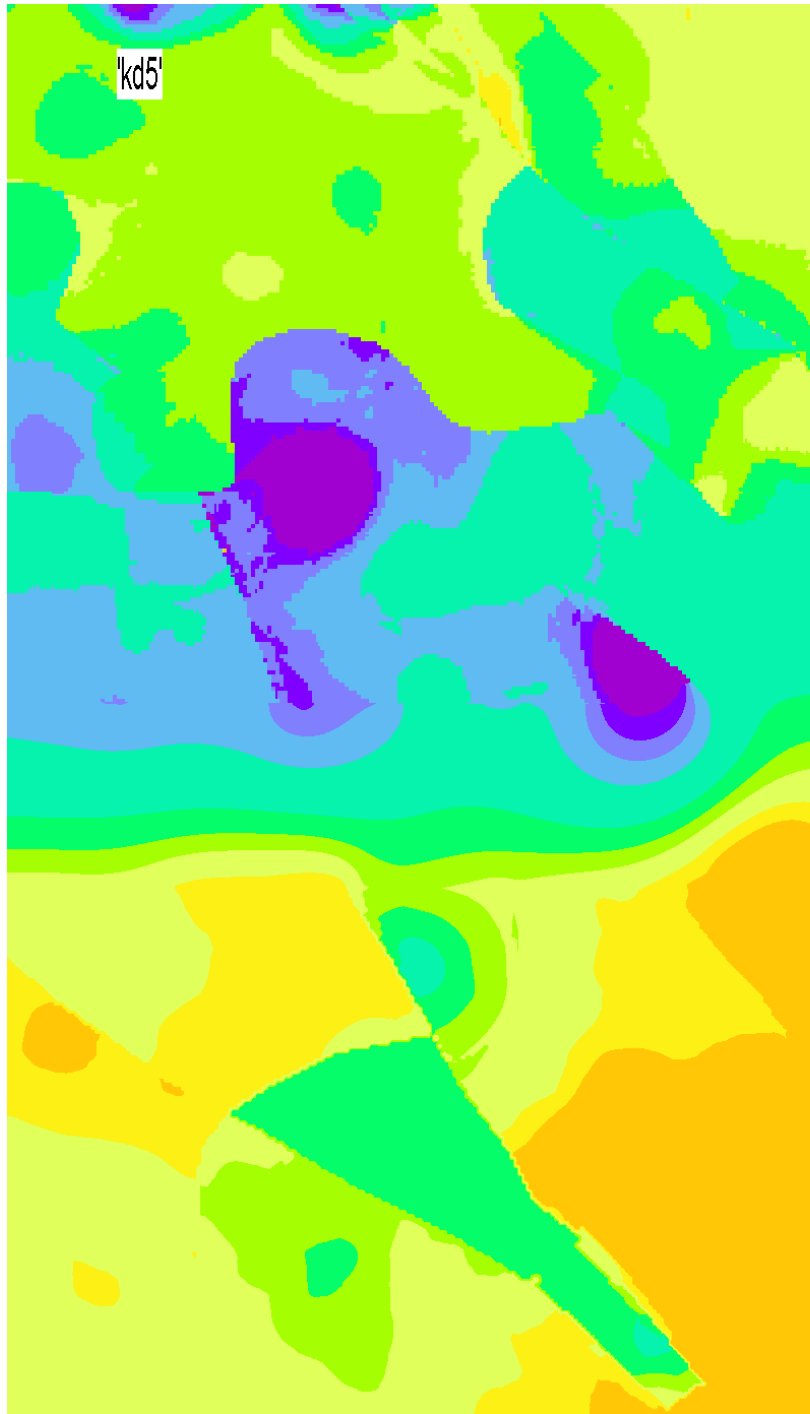


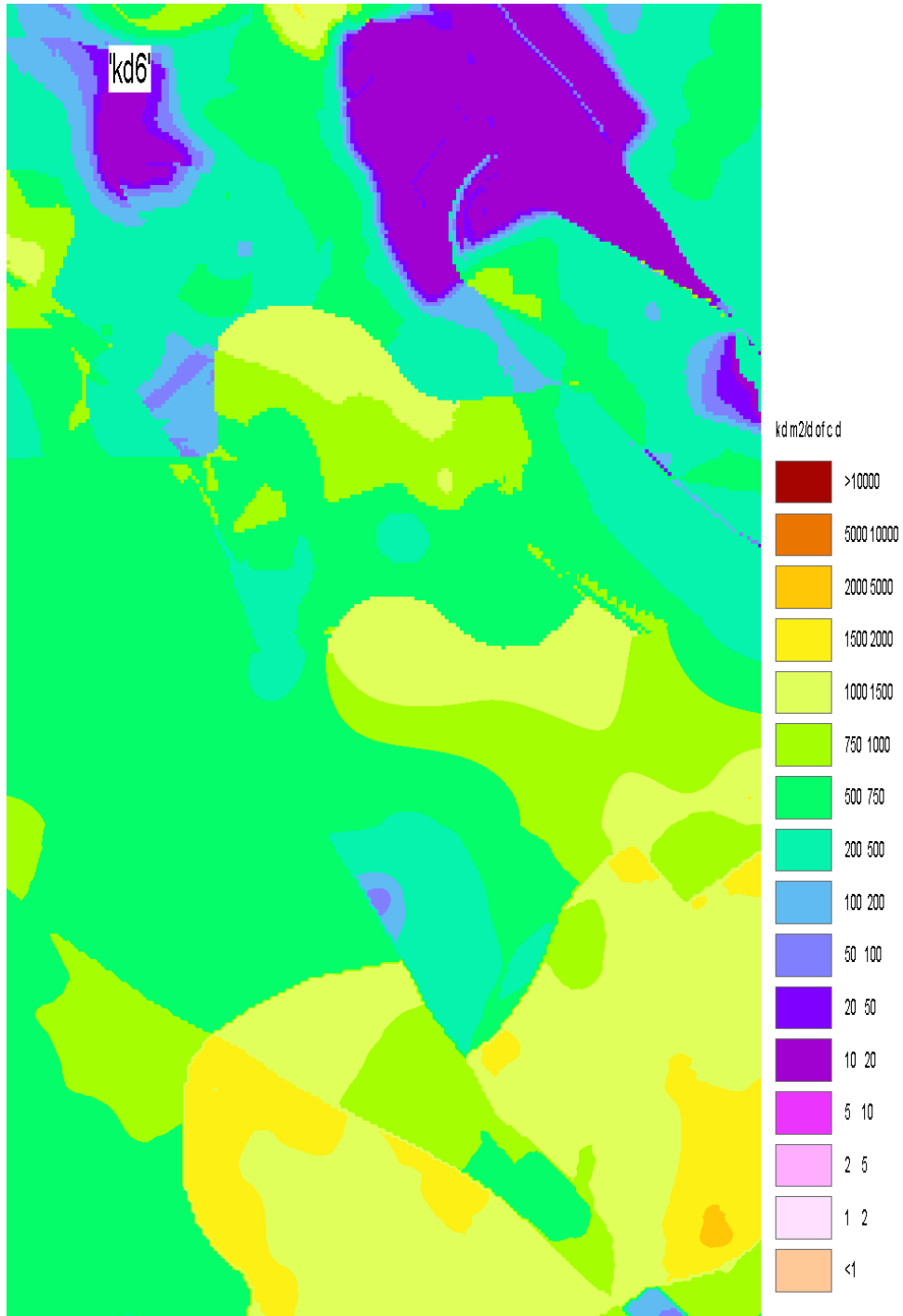
kd m2/d of c d

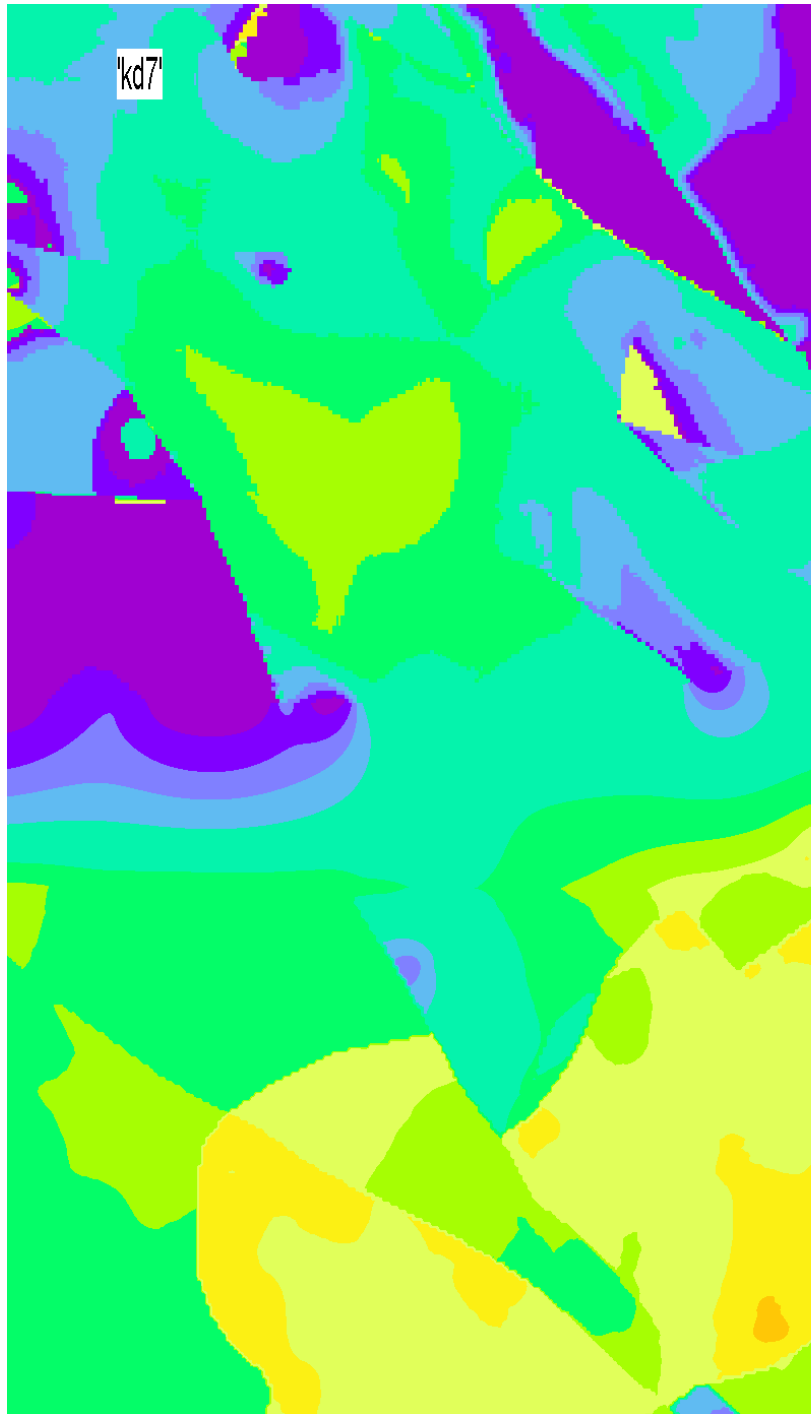


'kd4'

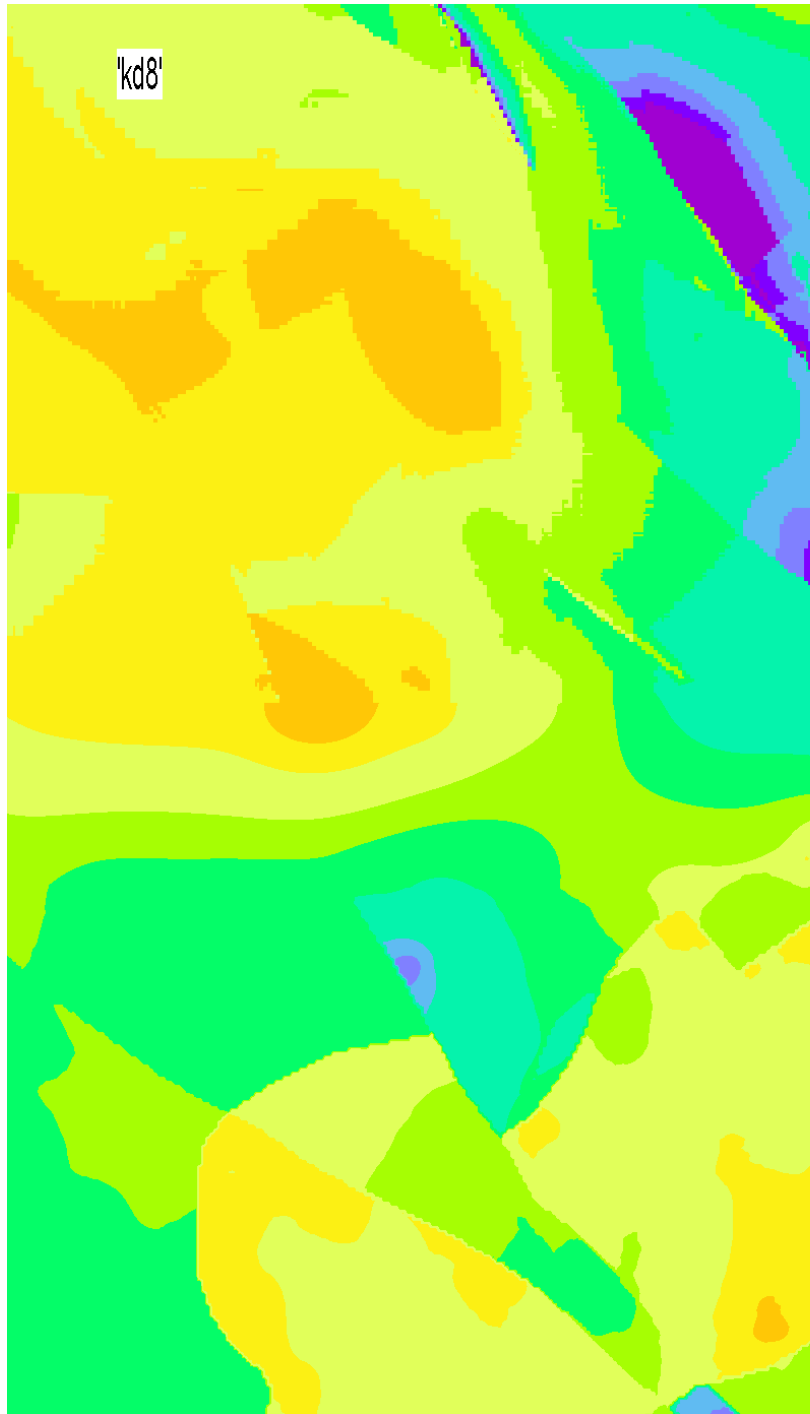








'kd8'



Notitie: Verbetering model voor Eemdijk en Holk

Contactpersoon Mariska Overbeek, Hendrik Kok en André Blonk

Datum 22 maart 2017

Kenmerk N003-1234190HKO-mdg-V02-NL

1 Aanpassingen en controle van Azure voor Eemdijk en Holk

1.1 Aanleiding

In het kader van het programma 'Interprovinciale levering van drinkwater' is onderzoek uitgevoerd naar de uitbreiding van de drinkwatercapaciteit in Utrecht met een hoeveelheid van 10 miljoen m³. In 2015 en 2016 zijn effectenstudies van deze uitbreiding van de drinkwatercapaciteit uitgevoerd, waarbij gebruik is gemaakt van Azure versie 1.0.¹. De betrouwbaarheid van de in eerdere studies gebruikte grondwatermodellen wordt echter in twijfel getrokken. Uit de beoordeling is het volgende gebleken:

- De weerstand van de scheidende lagen boven de winningen Eemdijk en Holk zijn onwaarschijnlijk hoog
- De stroomsnelheden van winning Holk zijn onwaarschijnlijk hoog
- Het gebruik van de SFT-package wordt in twijfel getrokken
- Schematisatie van een aantal industriële winningen is niet correct

In de tussentijd is door Deltares gewerkt aan versie 1.0.2 van het AZURE-model. In deze versie zijn fouten (in met name het TOP-systeem) verbeterd.

Tijdens de expertmeeting van 2 juni 2016 is bovendien sprake van een scope-wijziging. Naar voren is gekomen dat de provincie Gelderland op lange termijn de winning Holk mogelijk zelf wil inzetten voor haar drinkwaterbehoefte. De vraagstelling is nu gewijzigd, waardoor aanvullende berekeningen uitgevoerd moeten worden.

De aanvullende berekeningen worden uitgevoerd met zowel de stationaire als instationaire versie van Azure 1.0.2. De instationaire modelversie heeft een modelperiode van 2001 tot en met 2005. In de volgende paragrafen zijn de uitgevoerde werkzaamheden voor de verbeteringen opgenomen.

1.2 Weerstanden scheidende lagen Azure 1.0.2

Uit de evaluatie van de lagenopbouw van Azure 1.0.2 blijkt dat de weerstanden C₃ en C₅ mogelijk te hoog zijn ter hoogte van de winningslocaties Holk en Eemdijk. Omdat de onttrekkingen plaatsvinden in modellagen 6, 7 en 8, kunnen deze (te) hoge weerstanden de effecten op het

¹ R001-1225031HWC-kzo-V03-NL, R001-1234190BMP-wga-V01

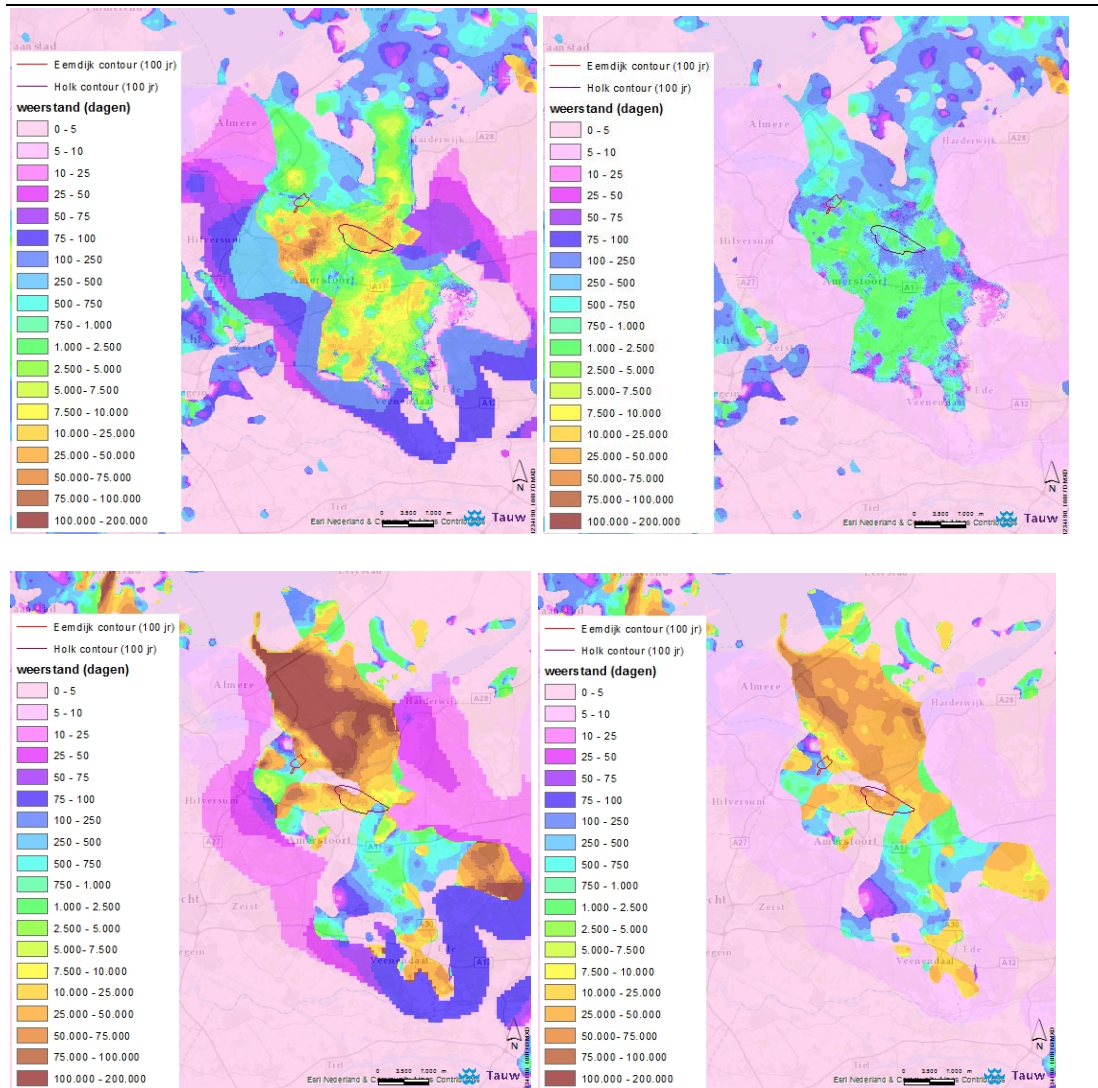
freatische water onderschatten. De lagenopbouw en -parameterisatie van Azure 1.0.2 is gebaseerd op de REGIS II en GEOTOP modellen van TNO. De definitieve parameterisatie is aangepast aan de hand van de, door Deltares uitgevoerde kalibratie.

In onderstaande tabel zijn de gemiddelde weerstanden van scheidende laag 3 en scheidende laag 5 weergegeven voor beide winlocaties.

Tabel 1.1 Gemiddelde C₃ en C₅ weerstanden voor de winningslocaties in dagen

	C₃ Eemdijk	C₅ Eemdijk	C₃ Holk	C₅ Holk
Azure 1.0.2	1.658	16.578	22.258	23.700
Pre-kalibratie	508	6.970	739	32.769
verschil	1.150	9.608	21.519	-9.069

In figuur 1.1 zijn de tussenproducten van de C₃ en C₅ weerstanden (pre-kalibratie) van het AZURE 1.0 model en de C₃ en C₅ weerstanden van het huidige AZURE 1.02 weergegeven in ruimtelijke zin. Wat opvalt is dat er rondom de winningslocaties Holk en Eemdijk grote verschillen bestaan tussen de gebruikte weerstanden in AZURE 1.0.2 en de niet gekalibreerde weerstanden van het AZURE 1.0 model.

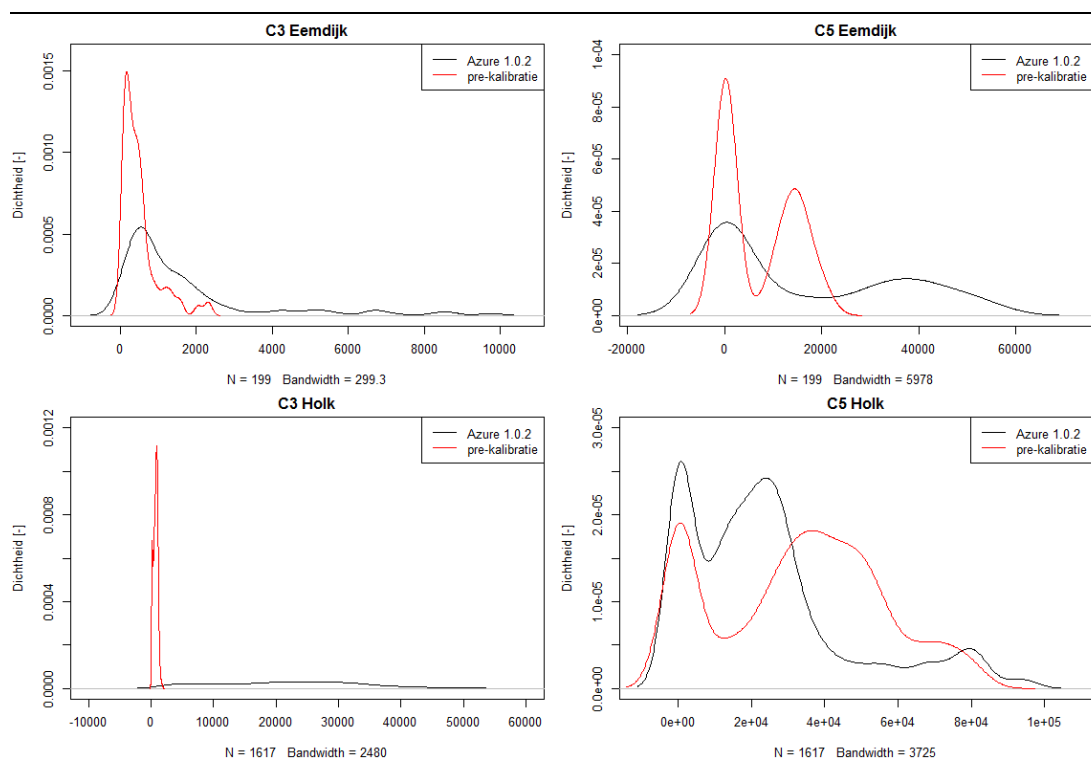


Figuur 1.1 De C_3 en C_5 (boven en onder)weerstanden zoals gebruikt in het Azure 1.0.2 model (links) en voor de initiële (pre-kalibratie) situatie (rechts). De 100 jaarszone zijn weergegeven voor de twee winningslocaties Eemdijk en Holk

In figuur 1.2 zijn deze weerstandwaarden van beide de C_3 en C_5 rondom de winningslocaties (100 jaarszone) weergegeven in een dichtheidsgrafiek.

Gemiddeld genomen treden de grootste verschillen in C_3 weerstanden op ter hoogte van winningslocatie Holk. De kalibratie heeft in de meeste gevallen geresulteerd in hogere C_3 en C_5 weerstanden. Alleen de C_5 weerstanden ter hoogte van de winningslocatie Holk zijn lager

geworden na kalibratie. Ook laten de figuren zien dat de kalibratie heeft geresulteerd in een toegenomen bandbreedte/variatie van C_3 en C_5 weerstandswaarden. Alleen ter hoogte van de winningslocatie Holk hebben de C_5 weerstandswaarden een vergelijkbare verdeling.



Figuur 1.2 Dichtheidsverdeling van de C_3 en C_5 weerstanden ter hoogte van de winningslocaties Eemdijk en Holk (100 jaarszone) gebruikt in het Azure 1.0.2 model en in de initiële (pre-kalibratie) situatie

1.3 Industriële grondwateronttrekkingen

Op basis van de effectenstudie van 2016² zijn 8 foutieve industriële grondwateronttrekkingen in het stationaire en instationaire Azure model aangepast. In figuur 1.3 zijn de aangepaste winningslocaties weergegeven op een kaart.

² R001-1234190BMP-wga-V01


Figuur 1.3 Aangepaste winningslocatie industriële grondwaterontrekkingen

In tabel 1.2 zijn de aangepaste grondwaterontrekkingen weergegeven.

Tabel 1.2 Aangepaste Industriële grondwaterontrekkingen in Azure 1.0.2

Locatie	X	Y	Bovenkant filter [mNAP]	Onderkant filter [mNAP]	Laag oud	Laag nieuw	Debiet
1 Amersfoort	154200	466400	-25	-50	niet	niet	
2 Baarn	148500	468800	-65	-105	niet	niet	
3 Bunschoten- Spakenburg	155000	473800	-54	-69	6	niet	
4 Bunschoten- Spakenburg	154600	473500	-94,5	-109,5	7	niet	
5 Bunschoten	154100	471100	-10	-30	niet	4, 5	LGR
6 Nijkerk	161170	472000	-77.5	-181	1	6, 7, 8	AZURE
7 Baarn	146600	469100	-17	-41	niet	niet	
8 Nijkerk	160330	468480	-94	-109	1	7, 8	AZURE

Voor de winningen 1, 2 en 7 geldt dat deze niet in het model waren opgenomen. Op basis van het Landelijke Grondwater Register (LGR) bleek echter dat deze winningen respectievelijk in 1993, 1977 en 2000 gestopt waren. Aangezien de modelperiode van het instationaire AZURE model

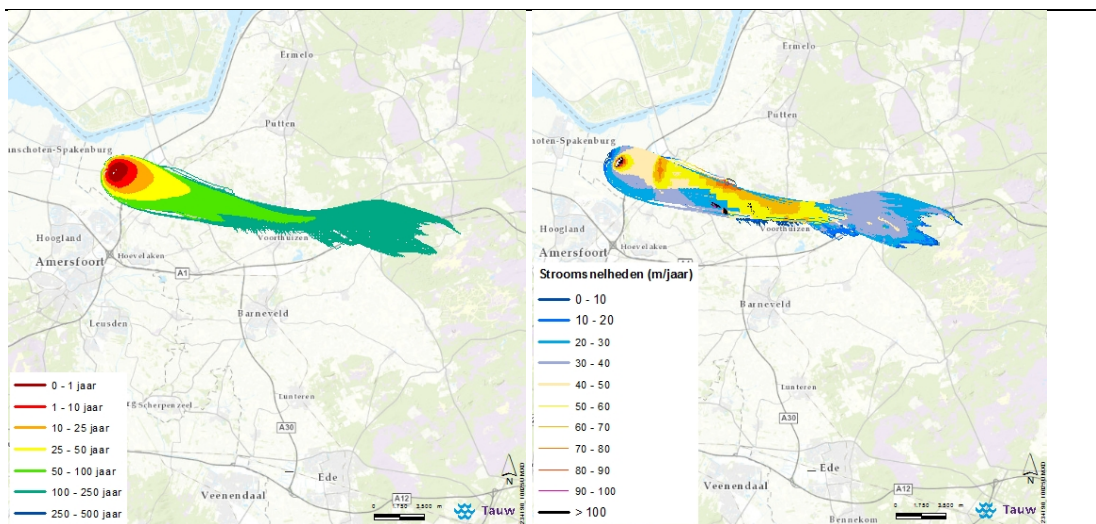
vanaf 2001 loopt, zijn deze winningen ook niet ingevoerd in het stationaire en instationaire AZURE model. De winningen 3 en 4 waren opgenomen in het AZURE model, maar waren niet geregistreerd in het LGR. Deze winningen zijn daarom ook uit het stationaire en instationaire AZURE model verwijderd.

Winning 5 was niet opgenomen in het AZURE model maar wel geregistreerd in het LGR. Dit is aangepast in het stationaire en instationaire AZURE model. Hierbij is het geregistreerde kwartaaldebieten van het LGR gebruikt tussen de periode 2001 en 2005.

De winningen 6 en 8 waren wel opgenomen in het AZURE model maar bleken op basis van de filterstelling toegekend aan een verkeerde modellaag. Dit is aangepast in het stationaire en instationaire AZURE model. De onttrekkingsdebieten voor de winningen 5,6 en 8 zijn op basis van de filterstelling en -transmissiviteit (kD) (her)verdeeld over de betreffende modellen.

1.4 Stroombaanberekeningen winning Holk

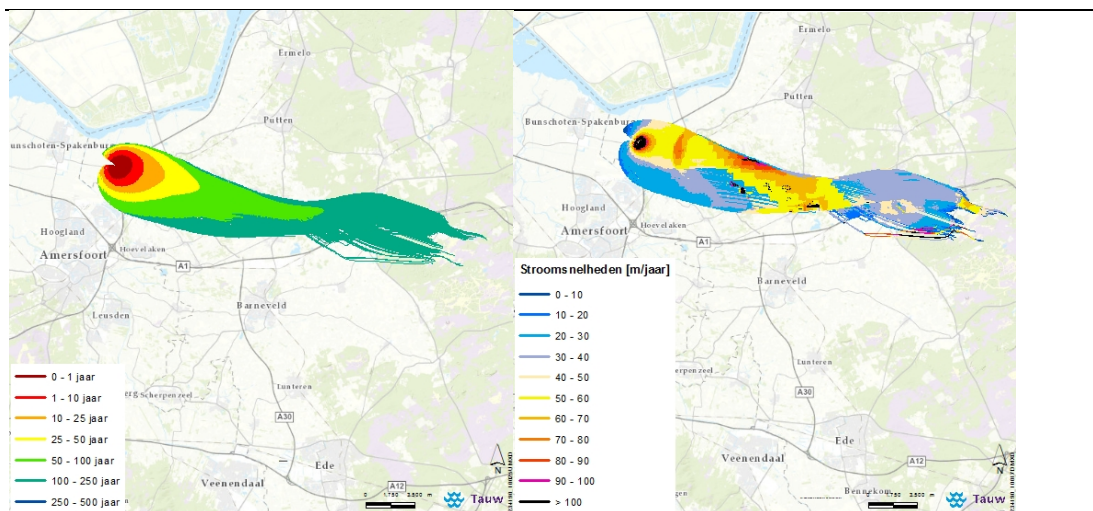
De berekening van de stroombanen met AZURE 1.0 toonde stroomsnelheden groter dan 90 m/jaar op enige afstand van de winlocatie. Deze stroomsnelheden zijn hoog en worden als minder betrouwbaar beschouwd. Voor deze studie is gekeken of bij het AZURE 1.0.2 model deze hoger stroomsnelheden nog steeds optreden. In figuur 1.4 zijn de berekende stroombanen en stroomsnelheden voor de winningslocatie Holk weergegeven.



Figuur 1.4 Stroombanen (forward trace) en stroomsnelheden voor de winningslocatie Holk (instationair, debiet van 5 Mm³/jaar). De stroombanen zijn berekend met het stationaire AZURE 1.0.2 model

De berekende stroombanen hebben eenzelfde oriëntatie als de berekende stroombanen met versie 1.0, de vorm van de 'pluim' verschilt. Wat opvalt, is dat de stroomsnelheden in de pluim niet boven de 90 m/jaar uitkomen. Omdat eerder stroombaanberekeningen zijn berekend

op basis van een onttrekkingsdebiet van 7 Mm³/jaar voor Holk, zijn de berekeningen nogmaals uitgevoerd. In figuur 1.5 zijn de berekende stroombanen en stroomsnelheden voor een winningsdebiet van 7 Mm³/jaar weergegeven.



Figuur 1.5 Stroombanen (forward trace) en stroomsnelheden voor de winningslocatie Holk (instationair, debiet van 7 Mm³/jaar). De stroombanen zijn berekend met het instationaire Azure 1.0.2 model

Wat opvalt, is dat er nu wel stroomsnelheden boven de 90 m/jaar optreden in het midden, aan de rand van de 'pluim'. Het model is ter plaatse van de hoge stroomsnelheden gecontroleerd en er zijn geen grote fouten geconstateerd, waarop het model aangepast kon worden.

2 Kalibratie AZURE 1.0.2 op basis van tijdreeksanalyse

Tijdens deze studie is het AZURE 1.0.2 model gekalibreerd op basis van de resultaten uit de tijdreeksmodellering die is uitgevoerd door KRW in 2016. Met deze tijdreeksmodellering is het verschil in grondwaterstanden en stijghoogtes, als gevolg van het opstarten van de winning bij Eemdijk en het reduceren van het winningsdebiet bij Holk in 2000, gekwantificeerd. Het berekende verschil van de tijdreeksanalyse is gebruikt om stationaire modeluitkomsten te toetsen en de weerstand van de scheidende laag te kalibreren. Gedurende het kalibratieproces is uiteindelijk gevarieerd met de weerstand van de 3^e scheidende laag en de 5^e scheidende laag en de kD-waarden van de watervoerende pakketten.

2.1 Uitgangspunten

De gebruikte peilbuizen voor de tijdreeksanalyse zijn op basis van de filterstelling toegekend aan de betreffende modellagen van het AZURE 1.0.2 model. In sommige gevallen werd een peilbuis op basis van de filterstelling in een scheidende laag van het AZURE model berekend. In dit geval

is de peilbuis toegekend aan de boven of ondergelegen modellaag (laag met de grootste filterlengte). In de bijlage van deze notitie is een tabel opgenomen met de gebruikte peilbuislocaties, toegekende modellagen en berekende verschil in grondwater-/stijghoogteniveau in de tijdreeksanalyse. Het betreft een totaal van 41 meetpunten, verdeeld over 17 locaties en 8 modellagen.

Voor zowel de tijdreeksanalyse als voor de modelsimulaties zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd:

- Voor Holk een afname van 4,5 Mm³/jaar met een gemiddeld onttrekkingsdebiet van 7,7 Mm³/jaar (voor 2000) naar een gemiddeld onttrekkingsdebiet van 3,2 Mm³/jaar (na 2000)
- Voor Eemdijk een toename van 4,7 Mm³/jaar met een gemiddeld onttrekkingsdebiet van 4,7 Mm³/jaar (na het opstarten in 2000)

Bij de modelkalibratie zijn de veranderingen in onttrekkingsdebieten gecombineerd doorgerekend. Dit houdt ook in dat de effecten van de reductie en de opstart elkaar deels compenseren. Hierdoor vallen de berekende effecten ook lager uit als de in 2016 gepresenteerde effecten door Bor et al.

2.2 PEST-methode

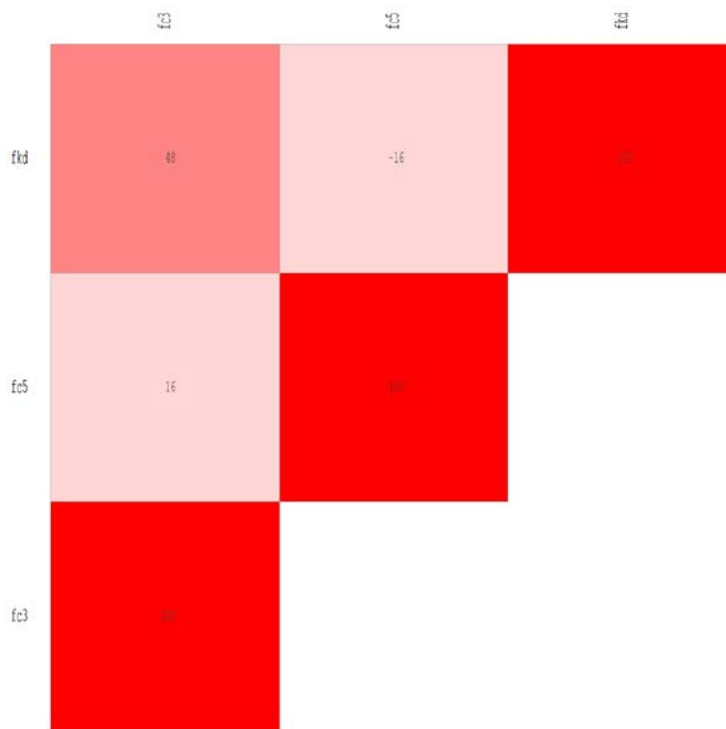
Voor de kalibratie van het AZURE 1.0.2 model is de PEST-methode gebruik. De volgende uitgangspunten zijn gehanteerd tijdens de PEST-procedure:

- De rekenresolutie voor de PEST-runs is 250 m
- De aanpassingsfactoren zijn toegepast voor het gebruikte rekenvenster, de aanpassingsfactoren zijn dus niet ruimtelijk gedifferentieerd
- De gebruikte meetpunten hebben een gelijke weging
- Vrijheidsgraden aanpassingsfactoren initieel op 1, voor C een bandbreedte van 0,01 tot 10, voor de KD een bandbreedte van 0,1 tot 10

In totaal is een viertal PEST-runs uitgevoerd:

- PEST 1: de C₅ als één aanpassingsfactor fc3
- PEST 2: de C₃ en C₅ als twee aanpassingsfactoren fc3 en fc5
- PEST 3: de C₃ en C₅ als twee aanpassingsfactoren fc3 en fc5 in combinatie met de KD₆, KD₇ en KD₈ als gezamenlijke derde aanpassingsfactor fkd
- PEST4: gelijke aanpassingsfactoren als in PEST 3, met het niet meenemen van B32B0164_4 (hoogst gemeten verandering direct gelegen naast de winlocatie en daarmee erg bepalend voor de kalibratie)

De gevoeligheid van de verschillende parameters is weergegeven in figuur 2.1. Uit deze gegevens blijkt dat er een redelijke correlatie is tussen de C₃ weerstand en de KD van de modellagen 5 t/m 7.



Figuur 2.1 Berekende correlatie gebruikte parameters

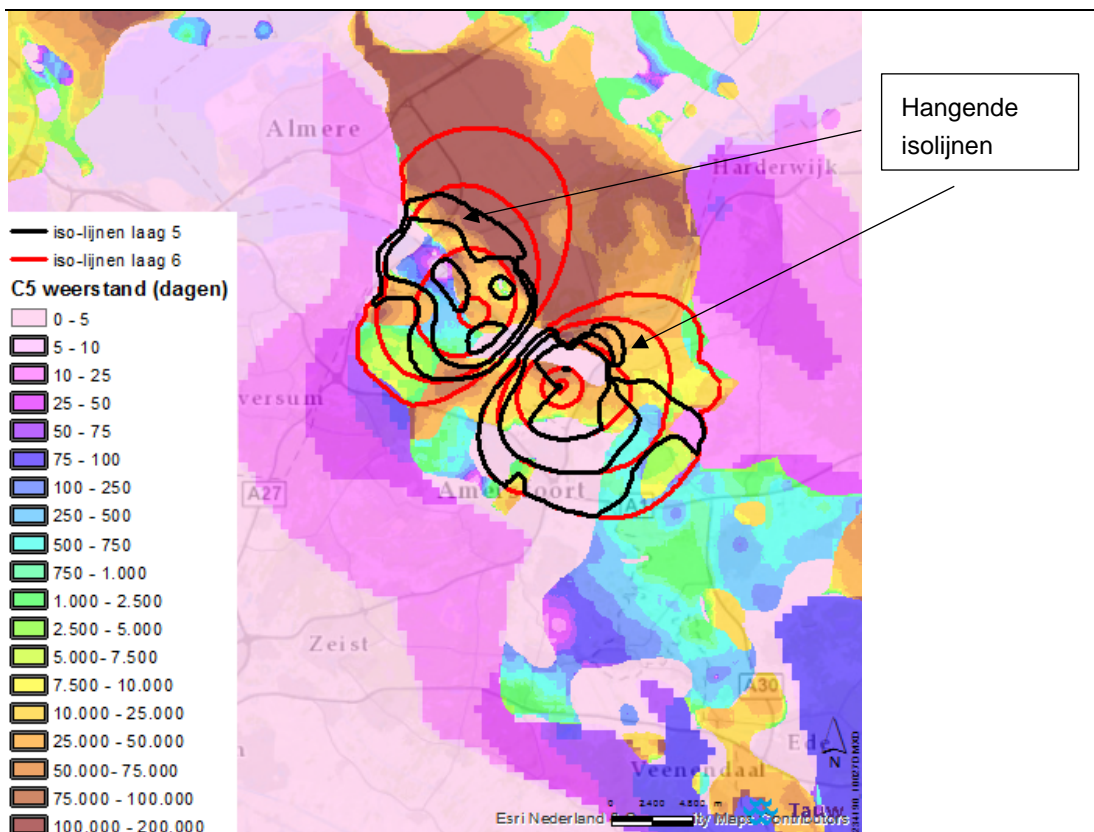
2.3 Kalibratieresultaten

De resultaten van de PEST-4 run zijn weergegeven in tabel 2.1. De modelprestatie wordt uitgedrukt in een aantal statistische kenmerken. Een belangrijke parameter is de kwadratensom. De kwadratensom is de som van de gekwadraterde afwijking van het gemiddelde. De resultaten laten zien dat de kwadratensom van 0,189 afneemt tot 0,143 wat een verbetering is van circa 24 %. Hierbij moet worden genoemd dat het AZURE 1.0.2 model al verrassend goed presteert ten aanzien van de gesimuleerde effecten.

Tabel 2.1 Aanpassingsfactor op basis van de PEST-4 run

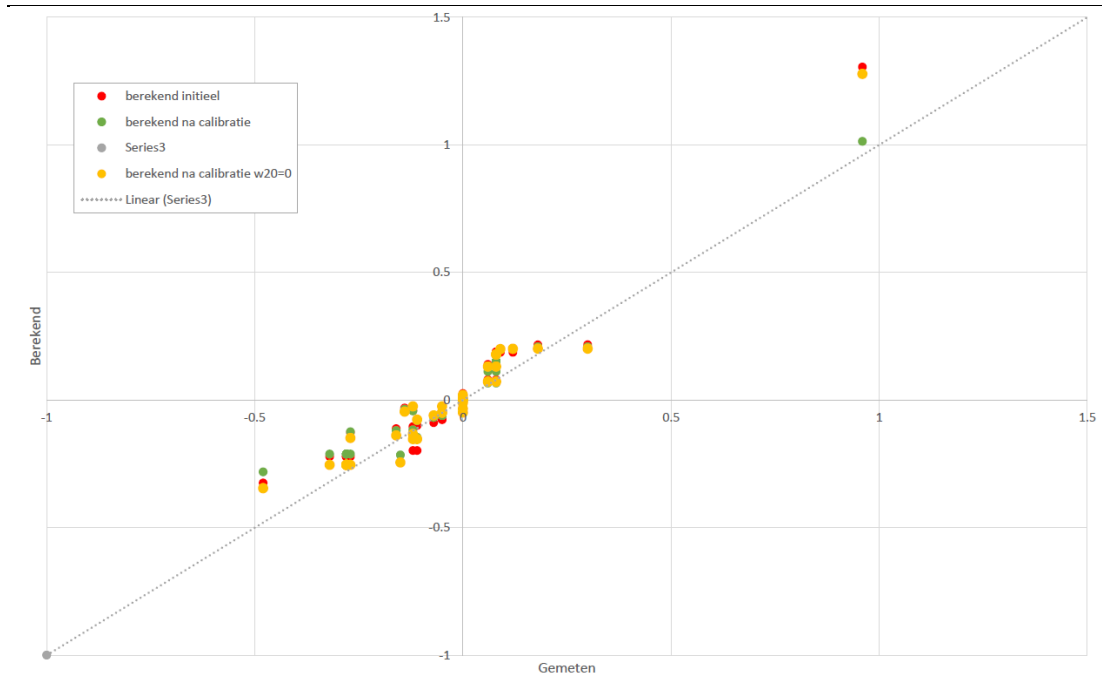
Zone	Parameter	codering	Aanpassingsfactor	Kwadratensom initieel	Kwadratensom na aanpassingsfactor
Rekenvenster	Weerstand laag 3	fc3	1,449	0,189	0,143
Rekenvenster	Weerstand laag 5	fc5	9,970	0,189	0,143
Rekenvenster	kD laag 6 t/m 8	fcd	1,029	0,189	0,143

De aanpassingsfactor voor laag 5 loopt tegen de bovengrens aan (vrijheidsgraden tot factor 10 met een initiële waarde van 1). Dit houdt in dat het model meer weerstand zoekt. Deze hoge aanpassingsfactor geeft aan dat het model de lagere weerstanden (de locaties waar weinig tot geen weerstand aanwezig is) wil verhogen. In figuur 2.2 zijn de isolijnen van laag 5 en 6 geprojecteerd op de C₅ weerstandslaag en is te zien dat de effecten inderdaad blijven hangen tegen de gebieden met meer weerstand. Het vermoeden bestaat dat de verbreiding van de weerstandbiedende laag niet helemaal correct is.



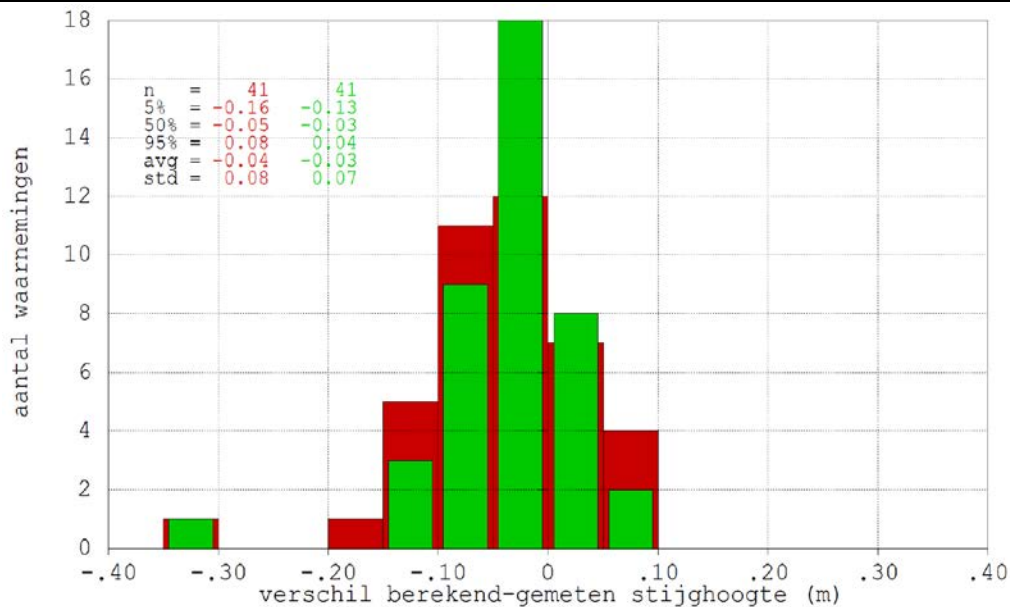
Figuur 2.2 Hangende isolijnen modellaag 5 en 6 geprojecteerd op de C₅ weerstanden

In figuur 2.3 zijn de gemeten en berekende stijghoogte weergegeven. Uit de figuur blijkt dat na kalibratie de gemeten effecten en berekende effecten beter overeenkomen (meer richting de 1:1 lijn). De oranje en groene punten geven de resultaten voor de PEST-3 en PEST-4 run. Voor de PEST-4 run is het hoogste meetpunt (rechts boven in de grafiek) niet meegenomen in de kalibratie.



Figuur 2.3 Gemeten en berekende stijghoogte met met in groen en oranje de berekende stijghoogte op basis van de PEST-3 en PEST-4 runs

In figuur 2.4 is het verschil van de berekende en gemeten stijghoogten in een histogram weergegeven. In de figuur zijn ook de statistische kenmerken voor en na kalibratie weergegeven. Hieruit blijkt dat de gemiddelde fout (standaard deviatie) van 0,08 is afgenomen tot 0,07. Dit is een kleine verbetering.



Figuur 2.4 Histogram statistieken van gemeten heads (rood) en de berekende heads met het aangepaste model op basis van de PEST-4 run (groen)

2.4 Conclusie op basis van kalibratie

De hier genoemde kalibratie resultaten en methodiek is tijdens de expertsessie op 20 december 2016 geëvalueerd. Tijdens deze bijeenkomst is het volgende besloten:

- Het model presteert ook zonder kalibratie al vrij goed
- De PEST-analyse van het AZURE 1.0.2 model resulteert in het verhogen van de C_3 en C_5 weerstanden waarbij de aanpassingsfactor voor de C_5 tegen de bovengrens aanloopt. Deze aanpassing zijn waarschijnlijk noodzakelijk voor de gebieden met lagere C_5 weerstanden. Dit betekent echter dat eventuele verdere kalibratie in zones zal moeten worden uitgevoerd, terwijl de oorzaak waarschijnlijk gevonden moet worden in de verbreiding van de scheidende laag. Het zoneren van de kalibratie of het verhogen van de laagste weerstanden leidt niet per definitie tot een beter model
- Op basis hiervan is besloten dat het AZURE 1.0.2 model zonder aanvullende kalibratie gebruikt zal worden voor het berekenen van de effecten bij Eemdijk. In de tussentijd kan informatie verzameld worden om de verbreiding van de scheidende lagen naar de toekomst toe beter te schematiseren. Het te gebruiken model geeft wellicht een lichte overschatting van het freatische effect, maar er kan op dit moment niet uitgesloten worden dat de scheidende laag in het geheel voorkomt

Bijlage 1

Gebruikte meetpunten voor de kalibratie

X	Y	peilbuis	modellaag	dH tijdreeksanalyse	Aquifer (A) / scheidende laag (C)
158130	470980	B32B0164_2	4	0,18	A
158130	470980	B32B0164_3	6	0,3	A
158130	470980	B32B0164_4	6	0,96	A
155640	471350	32BP0209_3	6	0,08	C
155640	471350	32BP0209_4	6	0,08	A
155640	471350	32BP0209_5	8	0,08	A
155640	471350	32BP0209_6	9	0,08	C
155640	471350	32BP0209_7	9	0,06	C
155300	471395	B32B0208_3	6	0,06	A
155300	471395	B32B0208_4	6	0,08	A
158850	468000	B32B0042_1	5	0,09	A
158850	468000	B32B0042_2	7	0,12	A
153992	474592	B32B0019_1	5	-0,15	A
153992	474592	B32B0019_2	7	-0,48	A
151949	473482	EEWP004_2	5	-0,11	A
151949	473482	EEWP004_3	5	-0,12	A
151949	473482	EEWP004_5	6	-0,28	A
151949	473482	EEWP004_6	7	-0,28	A
151949	473482	EEWP004_7	7	-0,28	A
151949	473482	EEWP004_8	8	-0,28	A
151949	473482	EEWP004_9	8	-0,32	A
151949	473482	EEWP004_10	8	-0,28	A
151949	473482	EEWP004_11	8	-0,27	A
151949	473482	EEWP004_13	9	-0,27	A
153936	472054	B32B0002_3	6	-0,14	A
151223	472200	B32B0214_2	4	-0,11	A
149975	472480	B32A0443_2	5	-0,07	A
149975	472480	B32A0443_3	6	-0,16	A
149193	472872	B32A0462_2	4	-0,05	A
149193	472872	B32A0462_3	5	-0,05	A
149193	472872	B32A0462_4	6	-0,12	A
148244	474271	B32A0157_2	5	-0,05	A
148244	474271	B32A0157_3	5	-0,12	A
146125	470939	B32A0441_2	4	0	C
146125	470939	B32A0441_4	7	0	A
153936	472054	B32B0002_2	4	0	A
159520	472580	B32B0396_1	2	0	C

X	Y	peilbuis	modellaag	dH tijdreeksanalyse	Aquifer (A) / scheidende laag (C)
154030	471440	B32B0397_1	1	0	A
157610	467750	B32B0409_1	1	0	A
157880	468920	B32B0453_1	1	0	A
153561	473425	B32B2356_1	2	0	C

Bijlage

2

Rapportage tijdreeksmodellering Holk en Eemdijk



KWR 2016.101 | December 2016

Tijdreeksanalyse effect winningen Eemdijk en Holk

Tijdreeksanalyse effect winningen Eemdijk en Holk

KWR 2016.101 | December 2016

Opdrachtnummer

401305

Projectmanager

ir. Martin van der Schans

Opdrachtgever

Tauw (Willem Capel)

Kwaliteitsborger

Dr.ir. Gijsbert Cirkel

Auteur

Ing. Inke Leunk

Verzonden aan

Willem Capel

Jaar van publicatie
2016

Meer informatie

ir. J.A. Boere

T

E

PO Box 1072
3430 BB Nieuwegein
The Netherlands

T +31 (0)30 60 69 511

F +31 (0)30 60 61 165

E info@kwrwater.nl

I www.kwrwater.nl



KWR | September 2016 © KWR

Alle rechten voorbehouden.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen, of enig andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Doel	3
2	Methode	4
2.1	Tijdreeksanalyse algemeen	4
2.2	Beoordelingscriteria	4
3	Gegevens	6
3.1	Gebiedsbeschrijving	6
3.2	Grondwaterstanden en stijghoogten	7
3.3	Verklarende variabelen	8
4	Uitkomst eerste tijdreeksanalyses	11
5	Resultaten tijdreeksanalyse	12
5.1	Geen invloed van de winningen	12
5.2	Invloed Eemdijk	12
5.3	Invloed Holk	13
6	Vergelijking met uitkomsten model	15
6.1	Vergelijking effecten Eemdijk	15
6.2	Vergelijking effecten Holk	17
7	Conclusies	19
8	Literatuur	20

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In mei 2016 heeft Tauw een onderzoek uitgebracht waarin is gekeken naar de kwaliteit van het modelinstrumentarium dat gebruikt is voor de effectberekening van de winningen Holk en Eemdijk op lokale stijghoogtes (Bor et al., 2016). In dit onderzoek is het effect van de winningen Eemdijk en Holk visueel uit stijghoogtereeksen bepaald en berekend met het modelinstrumentarium.

Om de numerieke modeluitkomsten nauwkeuriger te kunnen toetsen heeft Tauw aan KWR gevraagd om het verlagingseffect van de winningen Eemdijk en Holk te onderzoeken met behulp van tijdreeksanalyse.

1.2 Doel

Het doel van deze studie is het met tijdreeksanalyse vaststellen van het effect van het opstarten van de winning Eemdijk en het verminderen van de winning Holk op de grondwaterstanden en stijghoogtes in de omgeving van de winningen.

2 Methode

2.1 Tijdreeksanalyse algemeen

Met tijdreeksanalyse wordt geprobeerd het verloop van de grondwaterstand en stijghoogte te verklaren uit verschillende invloeden. De neerslag en verdamping zijn normaliter de belangrijkste factoren die het verloop van de grondwaterstand bepalen. Daarnaast verwachten we in deze studie ook invloed van de winningen Eemdijk en Holk. Bij gebrek aan gegevens zijn andere mogelijke invloeden zoals peilbeheer buiten beschouwing gelaten.

Voor iedere ingevoerde invloedsfactor schat het tijdreeksmodel de grootte van het effect op de grondwaterstand. Op die manier wordt het effect van meteorologische factoren van de effecten van andere factoren gescheiden. De modellen worden vervolgens beoordeeld, hierbij wordt onderzocht hoe betrouwbaar (in statistische zin) en hoe plausibel (in hydrologische zin) de berekende effecten zijn.

Voor elke meetreeks zijn vier modellen gemaakt met het programma Menyanthes. Hiervoor zijn de volgende verklarende variabelen gebruikt:

1. Neerslag en verdamping
2. Neerslag, verdamping en winning Eemdijk
3. Neerslag, verdamping en winning Holk
4. Neerslag, verdamping en winningen Eemdijk en Holk

Menyanthes geeft als uitkomst het effect van een onttrekking van 1 m³/dag als uitvoer. Om de resultaten van de tijdreeksanalyse te kunnen vergelijken met de resultaten van het door Bor et al (2016) uitgevoerde onderzoek, is het effect omgerekend naar:

- Eemdijk: effect van 4 miljoen m³/jaar
- Holk: effect van 3 miljoen m³/jaar

De in dit rapport gepresenteerde effecten zijn dus niet de werkelijk opgetreden verlagingen of verhogingen, maar het effect van een onttrekking van 3 miljoen m³/jaar op Holk en 4 miljoen m³/jaar op Eemdijk. Omdat er is gerekend met effecten van onttrekking gaat het om verlagingen van de grondwaterstanden.

2.2 Beoordelingscriteria

Elk tijdreeksmodel is op de volgende punten beoordeeld:

- De verklaarde variantie moet 70% of meer zijn.
- Het effect van de opgegeven verklarende reeksen (neerslag, verdamping, winning) moet betrouwbaar zijn.
- De 'verdampings'factor moet tussen 0.5 en 2 liggen.
- De reekslengte moet langer zijn dan 3 keer de invloedstijd van de neerslag.

In een aantal gevallen geven meerdere modellen volgens deze criteria een betrouwbare verklaring van het verloop van de grondwaterstand. In deze gevallen is gekeken naar de volgende punten om te bepalen welke van de modellen het beste is:

- Verklaarde variantie; bij minder dan 5% verschil in verklaarde variantie kiezen we voor het model met de minste verklarende variabelen.
- De ligging van de peilbuis.

- De uitkomsten van de modellering van andere peilfilters op dezelfde locatie.

3 Gegevens

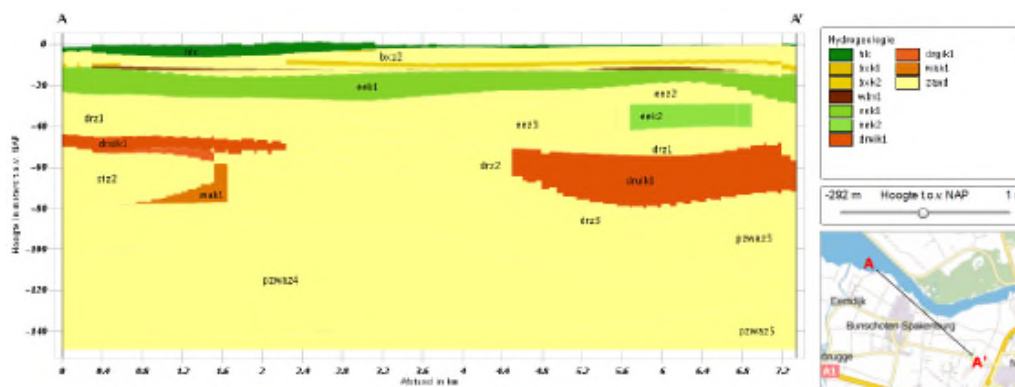
3.1 Gebiedsbeschrijving

De winning Eemdijk ligt ten noordwesten van Bunschoten-Spakenburg. De winning Holk ligt tussen Bunschoten-Spakenburg en Nijkerk.

In Regis (www.dinoloket.nl) is een dwarsdoorsnede gemaakt van de ondergrond. Volgens de REGIS schematisatie is in het hele gebied een scheidende laag van de Eem formatie aanwezig tussen -10 en -25 m NAP. Voor deze laag is een matig tot hoge weerstand opgegeven. Verspreid komt tussen -40 en -75 m NAP een kleilaag van de formatie van Drenthe voor, waarvoor een zeer hoge weerstand is opgegeven.



FIGUUR 3-1: LIGGING WINGEBIEDEN EEMDIJK EN HOLK

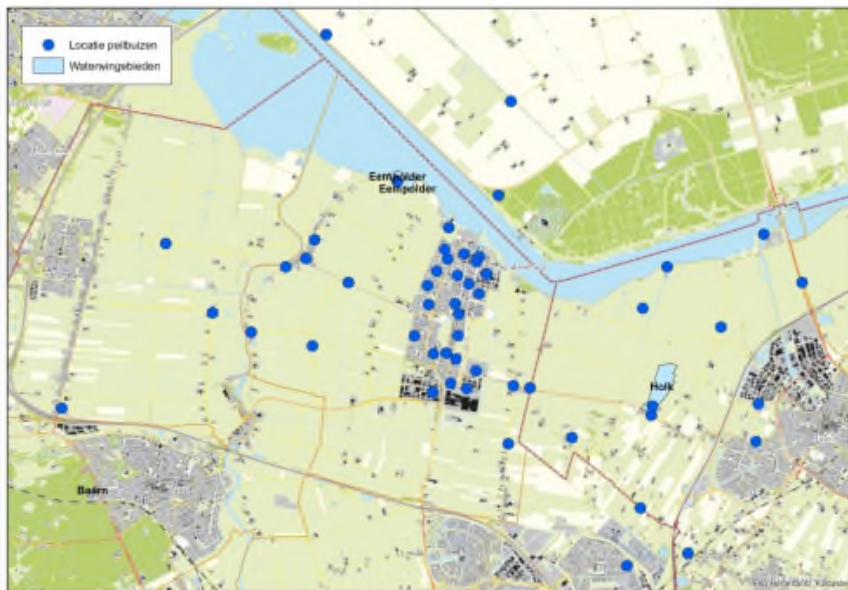


FIGUUR 3-2: DWARSDOORSNEDE REGIS

3.2 Grondwaterstanden en stijghoogten

Er zijn door de opdrachtgever de volgende drie sets gegevens van grondwaterstanden en stijghoogten aangeleverd:

1. Het Vitensbestand *Buizen_Vitens.men*. De grondwaterstanden in deze dataset wijken een factor honderd af (cm NAP in plaats van m NAP). Dit is gecorrigeerd.
2. Het Dinobestand *dc078eed-9735-4201-b76e-d1f33e051b88.zip*. Drie locaties komen zowel in het Vitens als in het Dinobestand voor: 32BP0209, 32BP0005 en EEWP004 (=32BP0283). Voor deze locaties is gebruik gemaakt van de waarden uit het Vitens bestand omdat deze al gecorrigeerd zijn. De reeksen van 32BP0209 en 32BP0005 beginnen in de Dino dataset eerder, deze oude gegevens uit Dino zijn aan de Vitens-reeksen gekoppeld.
De volgende reeksen bevatten geen metingen en zijn daarom verwijderd: 32BL0037, 32BL0043, 32BP0258 (filter 1 t/m 8), B32B2069, B32B0488, B32B0399, B32B0389.
3. Het Dinobestand *Grondwaterstanden_Put.zip*. Uit deze file zijn alleen de reeksen gebruikt die wel in het rapport (Bor et al., 2016) zijn opgenomen, maar nog niet in de eerder aangeleverde twee datasets.



FIGUUR 3-3: LIGGING AANGELEVERDE PEILBUIZEN

In het bestand *Buizen_Vitens.men* zijn geen filterdieptes opgenomen, deze zijn daarom opgezocht in het Dinobestand *Grondwaterstanden_Put.zip*. Op basis van de ligging is bepaald dat peilbuis EEWP004 onder de NITG code B32B0283 in Dino is opgenomen. De meeste peilbuizen (46%) liggen ondiep, tot -10 m NAP.

TABEL 3-1: AANTAL PEILBUIZEN PER DIEPTEBEREIK

Diepte (m NAP)	Aantal peilbuizen	% van totaal
-50 - -213	29	26
-20 - -50	23	21
-10 - -20	8	7
+1 - -10	52	46
totaal	112	100

3.3 Verklarende variabelen

3.3.1 Meteorologie

De neerslaggegevens zijn afkomstig van de neerslagstations Spakenburg en Nijkerk. De verdamping is afkomstig van Soesterberg en De Bilt. Soesterberg ligt het dichtst bij en daarom heeft deze locatie de voorkeur. Helaas zijn van dit station alleen gegevens van de periode 1993-2008 beschikbaar, daarom is vóór 1993 en na 2008 de verdamping van De Bilt gebruikt. De gegevens van neerslag en verdamping zijn afkomstig van het KNMI (neerslag: www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/monv/reeksen, verdamping: www.knmi.nl/nederland-nu/klimatologie/uurgegevens).

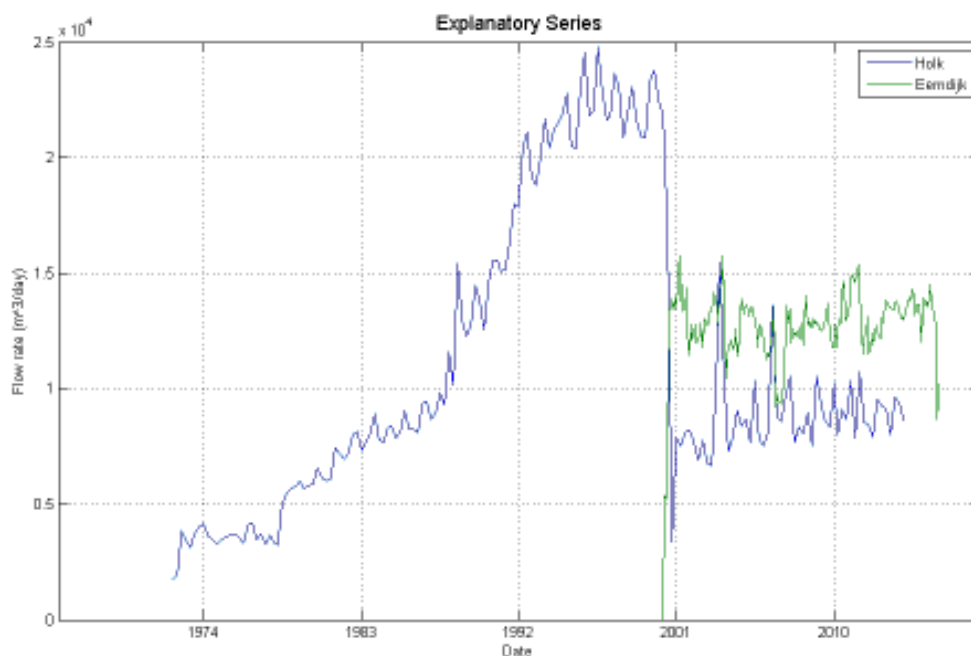
Bij de tijdreeksanalyse is voor iedere peilbuis het dichtstbijzijnde neerslagstation gekozen.

3.3.2 Drinkwaterwinningen

De drinkwaterwinningen Eemdijk en Holk zijn als verklarende reeksen opgenomen. De onttrekkingsgegevens van Eemdijk zijn op maandbasis aangeleverd vanaf de start van de winning tot eind 2015. Van de onttrekking Holk zijn kwartaalgegevens aangeleverd voor de periode 1972 - 2013. De pompputten van de winning Eemdijk hebben filters tussen -110 en -140 m NAP, bij de winning Holk vindt de onttrekking plaats tussen -75 en -150 m NAP.

In de periode 1972 - 1995 neemt de onttrekking op de winning Holk gestaag toe. Vanaf het derde kwartaal van 2000 neemt de onttrekking op de winning Holk ineens zeer sterk af. In de periode 1991 tot 2000 werd gemiddeld 7,76 miljoen m³ per jaar onttrokken, dit neemt af naar gemiddeld 3,23 miljoen m³ per jaar over de periode 2001-2013. Dit is een afname van 4,5 miljoen m³ per jaar.

De onttrekking op de winning Eemdijk start in april 2000. De gemiddelde onttrekking over de periode 2001-2015 is 4,7 miljoen m³ per jaar



FIGUUR 3-4: VERLOOP VAN DE ONTTREKKING OP DE WINNINGEN EEMDIJK EN HOLK

3.3.3 Overige invloeden

Waarschijnlijk wordt de ondiepe grondwaterstand beïnvloed door lokaal oppervlaktewater. Omdat er voor deze analyse geen gegevens van oppervlaktewaterstanden zijn aangeleverd, is de invloed van lokaal oppervlaktewater in deze analyse niet meegenomen.

In de omgeving van de winningen heeft de aanleg van de Flevopolder een grote invloed gehad op de grondwaterstanden en stijghoogten. In de periode 1967-1968 is Zuidelijk Flevoland ontwaterd, het effect hiervan ijlt nog lang na in de stijghoogtes. In de periode 1970 tot begin jaren 90 neemt de onttrekking op de winning Holk langzaam toe. We verwachten dat het effect van de aanleg van de Flevopolder en dat van de toenemende onttrekking op de winning Holk moeilijk van elkaar te scheiden zijn. De snelle afname van de winning Holk en de start van de winning Eemdijk in 2000 zijn wel duidelijk te onderscheiden

van het effect van de aanleg van de Flevopolder. Om een verstorend effect van de aanleg van de Flevopolder uit de modellering te houden gebruiken we de tijdreeksen vanaf 1991.

4 Uitkomst eerste tijdreeksanalyses

De modellen zijn individueel bekeken en hierbij zijn de volgende bijzonderheden opgemerkt:

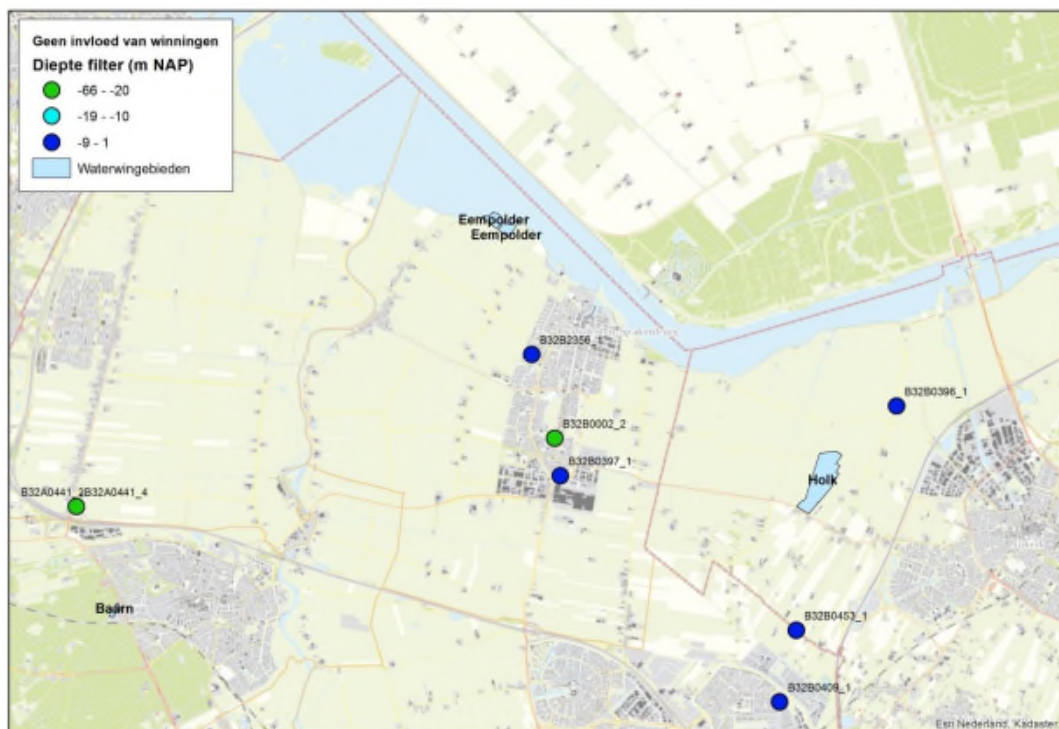
- In een aantal reeksen is een aantal vreemde observaties aanwezig, waardoor geen bevredigend tijdreeksmodel opgesteld kon worden. In bijlage I zijn figuren van de genoemde meetreeksen opgenomen. De reeksen zijn aangepast en opnieuw gemodelleerd. Het gaat om:
 - B32A0157_3. In 2007 stijgt de grondwaterstand ineens 40 cm. Een dergelijke abrupte sprong is fysisch onwaarschijnlijk. We hebben de analyse uitgevoerd op de metingen tot aan de sprong.
 - Aan het eind van de meetreeks van B32A0443, filter 3 zit een aantal onverklaarbare sprongen. De metingen van 2007 zijn daarom uit de te modelleren reeks verwijderd.
 - B32A0462_2. Eén uitbijter in 2002 is verwijderd.
 - B32B0008, filter 1 en 2. In het najaar van 2003 is de grondwaterstand plotseling een stuk lager. Dit zou kunnen komen door bijvoorbeeld een tijdelijke bemaling. Deze verlaging staat los van de drinkwaterwinningen, de reeks is daarom opnieuw gemodelleerd zonder deze metingen.
 - B32B0019, filter 1. In 2008 en 2009 bevat deze reeks een aantal onverklaarbare vreemde metingen. Met deze metingen is de reeks niet betrouwbaar te modelleren. Daarom is een nieuwe tijdreeksanalyse gemaakt met de reeks zonder de afwijkende metingen in 2008 en 2009.
 - B32B0208, filter 2, 3 en 4. In november en december 2003 is de grondwaterstand/stijghoogte ineens circa 1,5 m lager dan de metingen daarvoor en daarna. Dit valt samen met het installeren van de dataloggers. Mogelijk gaat het hier om een meetfout. De reeksen zijn opnieuw gemodelleerd zonder deze periode.
- De stijghoogte bij B32B0164, filter 4 wordt beïnvloed door het aan- en uitschakelen van nabij gelegen pompputten van de winning Holk. Hierdoor ontstaat een sterk piekerig verloop van de stijghoogte dat niet kan worden verklaard met de totale onttrekking per maand als verklarende reeks. Het effect van de winning kan wel betrouwbaar gemodelleerd worden, maar de individuele pieken niet.

5 Resultaten tijdreeksanalyse

In Bijlage II staan de uitkomsten van de tijdreeksanalyse per locatie in tabellen. Daarnaast is in bijlage II een bovenaanzicht gegeven met de locaties waar het verloop van de grondwaterstand betrouwbaar is gemodelleerd.

5.1 Geen invloed van de winningen

Bij 8 reeksen is het verloop van de grondwaterstand verklaard uit alleen neerslag en verdamping en is geen effect van één van de twee winningen gevonden. Vijf van de acht reeksen zijn ondiep. Bij B32A0441 is in de diepere filters geen effect gevonden, dit is te verklaren uit de grote afstand van de peilbuis tot de winningen. Bij B32B0002 vinden we geen effect bij filter 2, op -24 m NAP, terwijl er op -47 m NAP wel een klein effect is gevonden. In het boorprofiel is van -41,5 - -45 m NAP een leem/kleilaag aangegeven, waarschijnlijk is hierdoor het effect van de winning naar boven toe gedempt.



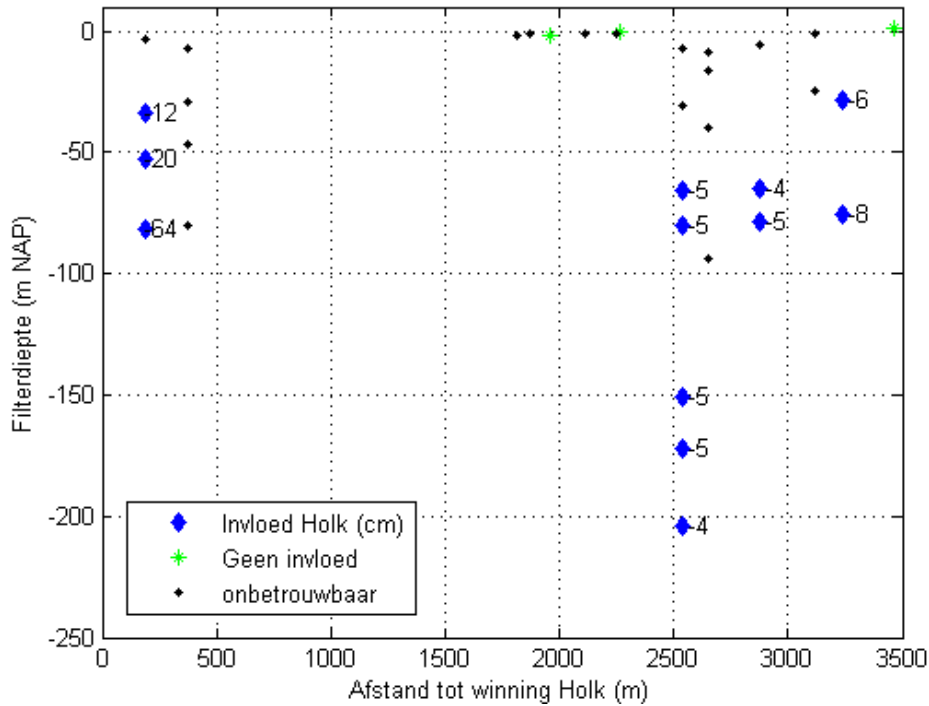
FIGUUR 5-1: GEEN INVLOED VAN DE WINNINGEN EEMDIJK EN HOLK, VERLOOP VAN DE GRONDWATERSTAND VERKLAARD MET ENKEL NEERSLAG EN VERDAMPING

5.2 Invloed Eemdijk

Op 7 locaties (in totaal 21 filters) kan het verloop van de grondwaterstand betrouwbaar gemodelleerd worden met neerslag, verdamping en de winning Eemdijk als verklarende variabelen. In Figuur 5-2 is het effect van de winning Eemdijk op de stijghoogte in een dwarsdoorsnede weergegeven. Hier zien we duidelijk dat vooral in de diepere filters effect

winning Holk op de stijghoogte in een dwarsdoorsnede weergegeven. Ook hier zien we in de ondiepe filters geen effect van de winning.

In bijlage II is het effect van de winning Holk met het 95% betrouwbaarheidsinterval opgenomen. In de bijlage is zowel het effect van een onttrekking van 3 miljoen m³/jaar als het effect van een vermindering van de onttrekking met 4,7 miljoen m³/jaar opgenomen.



FIGUUR 5-3: EFFECT VAN DE WINNING HOLK (CM / 3 MILJOEN M³ ONTTREKKING PER JAAR)

Bijzonderheden:

- Peilbuis 32BP0005 ligt vlak bij de winning, met filters op de windiepte. Het lukt niet om de stijghoogte hier betrouwbaar te modelleren. Dit komt doordat de reeksen kort zijn (1999-2005) met een lage meetfrequentie.
- Bij filter 6 van 32BP0209 zit een sprong in de metingen in juli 2009. De sprong valt samen met de start van de hoogfrequente metingen, mogelijk gaat het hier om een meetfout. Met de tijdreeksanalyse is een sprong van 22 cm gevonden.
- De stijghoogte bij B32B0008 kan niet betrouwbaar gemodelleerd worden. De peilbuis ligt wat betreft afstand tot de winning tussen 32BP0209 en B32B0208, waar wel effect is gemodelleerd. B32B0008 ligt echter op een heel andere locatie, langs het randmeer, terwijl de andere twee peilbuizen ten westen van de winning liggen.

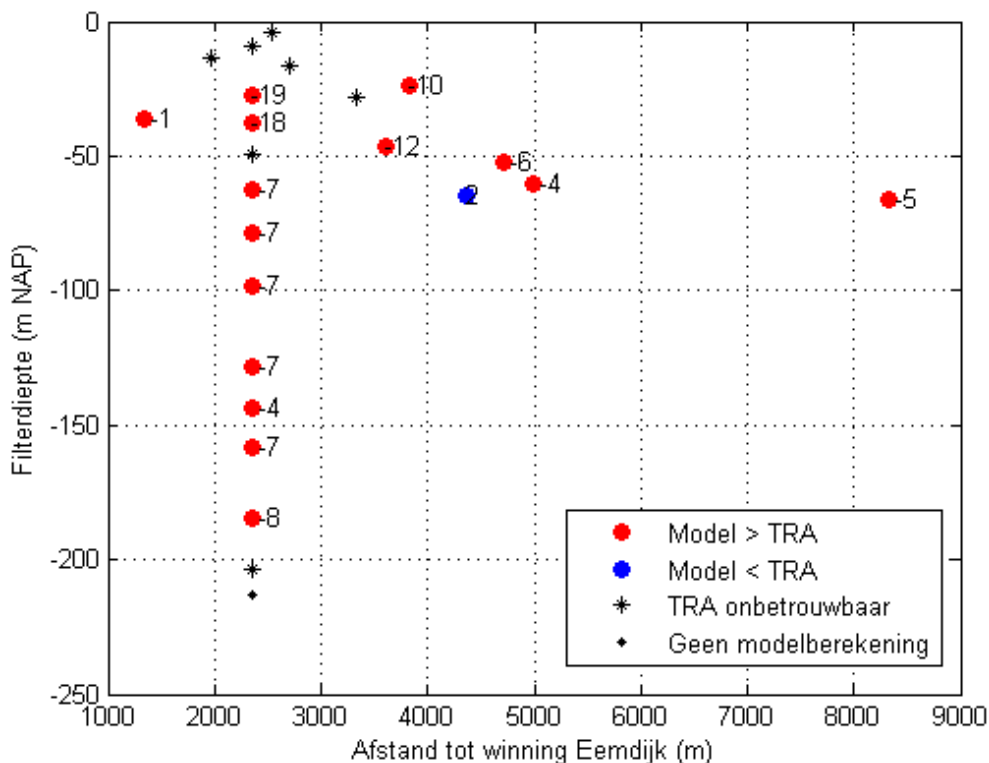
6 Vergelijking met uitkomsten model

6.1 Vergelijking effecten Eemdijk

In mei 2016 heeft Tauw een onderzoek uitgebracht waarin is gekeken naar de kwaliteit van het modelinstrumentarium dat gebruikt is om de effecten van een aantal onttrekkingen te berekenen (Bor et al., 2016). In dit onderzoek is het effect van de winningen Eemdijk en Holk visueel bepaald uit de stijghoogtereeksen en berekend met het model. De door Bor et al. (2016) bepaalde effecten zijn in bijlage III weergegeven.

In Figuur 6-1 en Tabel 6-1 zijn de uitkomsten van de modelberekening van Bor et al. (2016) vergeleken met de uitkomsten van de tijdreeksanalyse. In Figuur 6-1 is in rood aangegeven op welke locaties Bor et al. (2016) een groter effect van de winning Eemdijk hebben gemodelleerd dan met de tijdreeksanalyse in deze studie is vastgesteld.

Het met tijdreeksanalyse gemodelleerde effect van de winning Eemdijk is op 1 locatie na overal kleiner dan het door Bor et al. (2016) gemodelleerde effect.



FIGUUR 6-1: VERSCHIL (IN CM) TUSSEN EFFECT VAN 4 MILJOEN M3 ONTTREKING OP EEMDIJK VOLGENS MODEL BOR ET AL (2016) EN TIJDREEKSMODEL

TABEL 6-1: INVLOED VAN WINNING EEMDIJK (4 MILJOEN M3/JAAR) VOLGENS BOR ET AL (VISUEEL EN MODEL) EN TIJDREEKSANALYSE MET VERSCHIL TUSSEN MODEL EN TIJDREEKSANALYSE

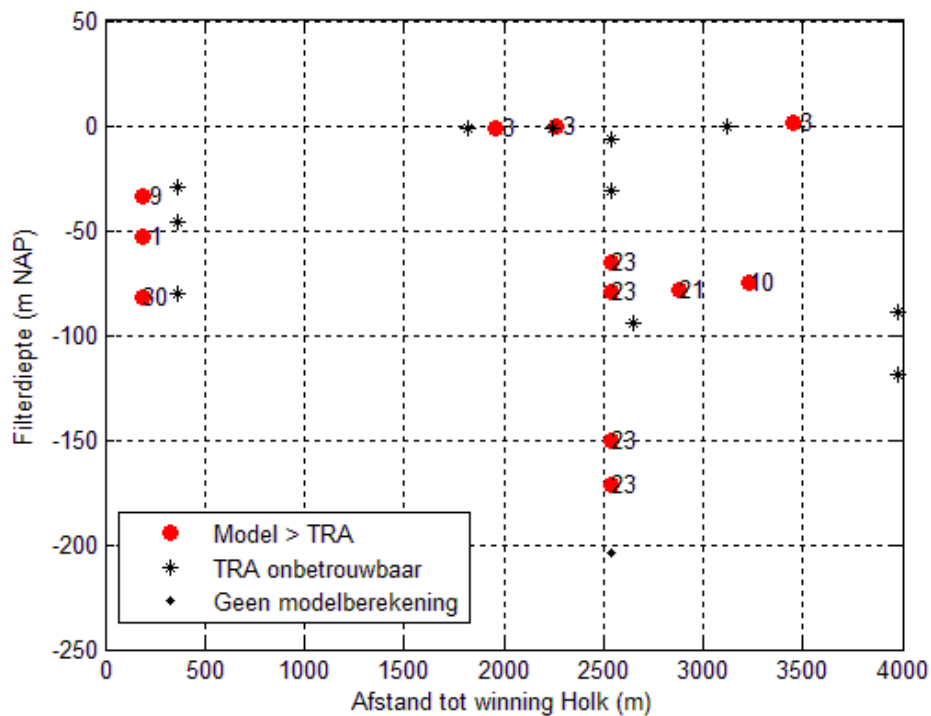
Peilfilter	Filterdiepte	Afstand tot Eemdijk (m)	Visueel (m)	Model (m)	TRA (m)	Vershil (m)
B32B0019_2	-35.90	1337	-0.4	-0.42	-0.41	-0.01
B26D0034_2	-13.35	1962	nee	<0.5	Onb*	
EEWP004_13	-213.39	2351	-0.2	Nb*	-0.23	
EEWP004_12	-203.39	2351	-0.1	-0.31	-0.25	-0.06
EEWP004_11	-184.39	2351	-0.1	-0.31	-0.23	-0.08
EEWP004_10	-158.39	2351	-0.2	-0.31	-0.24	-0.07
EEWP004_9	-143.39	2351	-0.1	-0.31	-0.27	-0.04
EEWP004_8	-128.39	2351	-0.1	-0.31	-0.24	-0.07
EEWP004_7	-98.39	2351	-0.1	-0.31	-0.24	-0.07
EEWP004_6	-78.39	2351	-0.1	-0.31	-0.24	-0.07
EEWP004_5	-62.39	2351	-0.2	-0.31	-0.24	-0.07
EEWP004_4	-49.39	2351	nee	-0.28	Onb	
EEWP004_3	-37.39	2351	nee	-0.28	-0.10	-0.18
EEWP004_2	-27.39	2351	nee	-0.28	-0.09	-0.19
EEWP004_1	-9.39	2351	nee	<0.5	Onb	
B32B0454_1	-4.21	2540	nee	<0.5	Onb	
B26D0089_2	-16.52	2709	nee	<0.5	Onb	
B26D0033_2	-28.00	3335	nee	-0.24	Onb	
B32B0002_3	-46.68	3607	nee	-0.24	-0.12	-0.12
B32B0214_2	-23.79	3824	nee	-0.19	-0.09	-0.10
B32A0443_3	-64.99	4356	nee	-0.18	-0.20	0.02
B32A0462_4	-52.07	4707	nee	-0.16	-0.10	-0.06
B32A0157_3	-60.05	4986	nee	-0.14	-0.10	-0.04
B32A0441_4	-66.09	8331	nee	-0.05	0.00	-0.05

* Nb = niet berekend; * Onb = onbetrouwbaar

6.2 Vergelijking effecten Holk

In Figuur 6-2 zijn de door Bor et al. (2016) berekende effecten van de winning Holk vergeleken met de effecten volgens de tijdreeksanalyse. In de tijdreeksanalyse is het effect van Holk omgerekend naar de verlaging die een onttrekking van 3 miljoen m³/jaar zou veroorzaken. In werkelijkheid is de winning Holk met 3 miljoen m³/jaar verminderd en dit heeft een stijging van de grondwaterstand veroorzaakt. Voor deze vergelijking is daarom gebruik gemaakt van de verhoging als gevolg van 3 miljoen m³/jaar minder onttrekking op de winning Holk.

Op alle locaties is door Bor et al. (2016) een groter effect van de winning Holk berekend dan met de tijdreeksanalyse in deze studie is vastgesteld. Voor de drie ondiepe filters geldt dat door Bor et al. (2016) een effect van <0.05 m is bepaald, met de tijdreeksanalyse is hier geen effect gevonden. We gaan er vanuit dat <0.05 m betekent dat er wel een klein effect is gevonden, daarom wordt een klein verschil aangegeven.



FIGUUR 6-2: VERSCHIL (IN CM) TUSSEN EFFECT VAN 3 MILJOEN M³ ONTTREKING OP HOLK VOLGENS MODEL BOR ET AL (2016) EN TIJDREEKSMODEL

TABEL 6-2 INVLOED VAN WINNING HOLK (3 MILJOEN M3/JAAR) VOLGENS BOR ET AL (VISUEEL EN MODEL) EN TIJDREEKSANALYSE MET VERSCHIL TUSSEN MODEL EN TIJDREEKSANALYSE

Peilfilter	Filterdiepte	Afstand tot Holk (m)	Visueel (m)	Model (m)	TRA (m)	Verschil (m)
B32B0164_2	-33.95	184	0.35	0.21	0.12	0.09
B32B0164_3	-52.95	184	0.5	0.21	0.2	0.01
B32B0164_4	-81.95	184	1.5	0.94	0.64	0.3
32BP0005_2	-29.29	367	0.25	0.21	Onb*	
32BP0005_3	-46.29	367	0.4	0.22	Onb	
32BP0005_4	-80.29	367	0.75	0.74	Onb	
B32B0540_1	-1.6	1816	nee	< 0.5	Onb	
B32B0396_1	-1.64	1959	nee	< 0.5	0	0.03
B32E0207_1	-0.88	2248	nee	< 0.5	Onb	
B32B0453_1	-0.11	2259	nee	< 0.5	0	0.03
32BP0209_1	-6.78	2537	nee	< 0.5	Onb	
32BP0209_2	-30.78	2537	nee	0.19	Onb	
32BP0209_3	-65.78	2537	nee	0.28	0.05	0.23
32BP0209_4	-79.78	2537	nee	0.28	0.05	0.23
32BP0209_5	-150.78	2537	nee	0.28	0.05	0.23
32BP0209_6	-171.78	2537	nee	0.28	0.05	0.23
32BP0209_7	-203.78	2537	nee	Nb*	0.04	
B32B0008_4	-94	2652	nee	0.28	Onb	
B32B0208_3	-64.87	2880	nee	Nb	0.04	
B32B0208_4	-78.87	2880	nee	0.26	0.05	0.21
B32B0215_1	-0.74	3118	nee	0.18	Onb	
B32B0042_1	-28.2	3232	nee	Nb	0.06	
B32B0042_2	-75.2	3232	nee	0.18	0.08	0.1
B32B0409_1	1.17	3456	nee	< 0.5	0	0.03
32EP0048_2	-89	3977	nee	0.2	Onb	
32EP0048_3	-119	3977	nee	0.2	Onb	

* Nb = niet berekend; * Onb = onbetrouwbaar

7 Conclusies

Met tijdreeksanalyse is in 21 meetreeksen een effect van de winning Eemdijk vastgesteld. Het effect van een onttrekking van 4 miljoen m³/jaar op de winning Eemdijk neemt af van 41 cm in het gepompte pakket op 1,3 km tot 4 cm op circa 30 m NAP op een afstand van circa 5 km. De verlaging vlakbij de winning blijkt niet betrouwbaar te modelleren omdat de hier beschikbare tijdreeks te laat start en de stijghoogtevariaties te sterk beïnvloed worden door het aan- en uitschakelen van nabijgelegen pompputten.

Met tijdreeksanalyse is in 12 meetreeksen een effect van de winning Holk vastgesteld. Het effect van een onttrekking van 3 miljoen m³/jaar op de winning Holk neemt af van 64 cm op 180 m tot 4 cm op een afstand van circa 2,5 km van de winning.

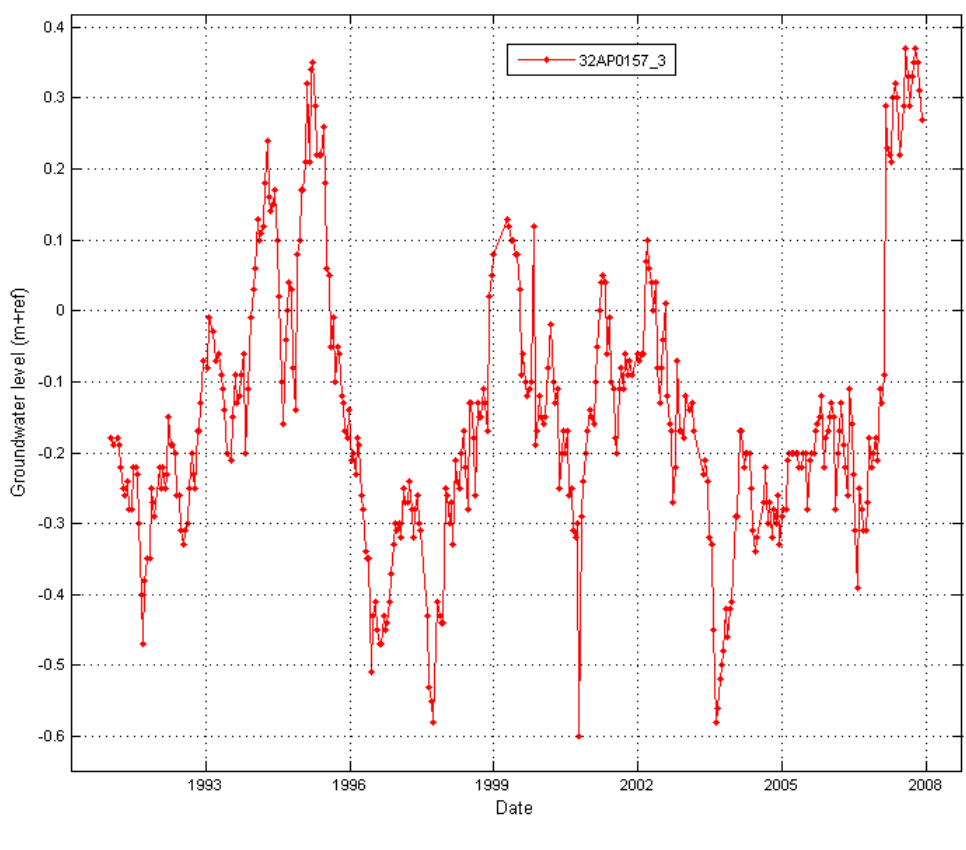
Voor zowel Eemdijk als voor Holk geldt dat de met tijdreeksanalyse vastgestelde stijghoogteverlagingen op de meeste locaties duidelijk kleiner zijn dan de door Bor et al., (2016) met een numeriek model bepaalde verlagingen.

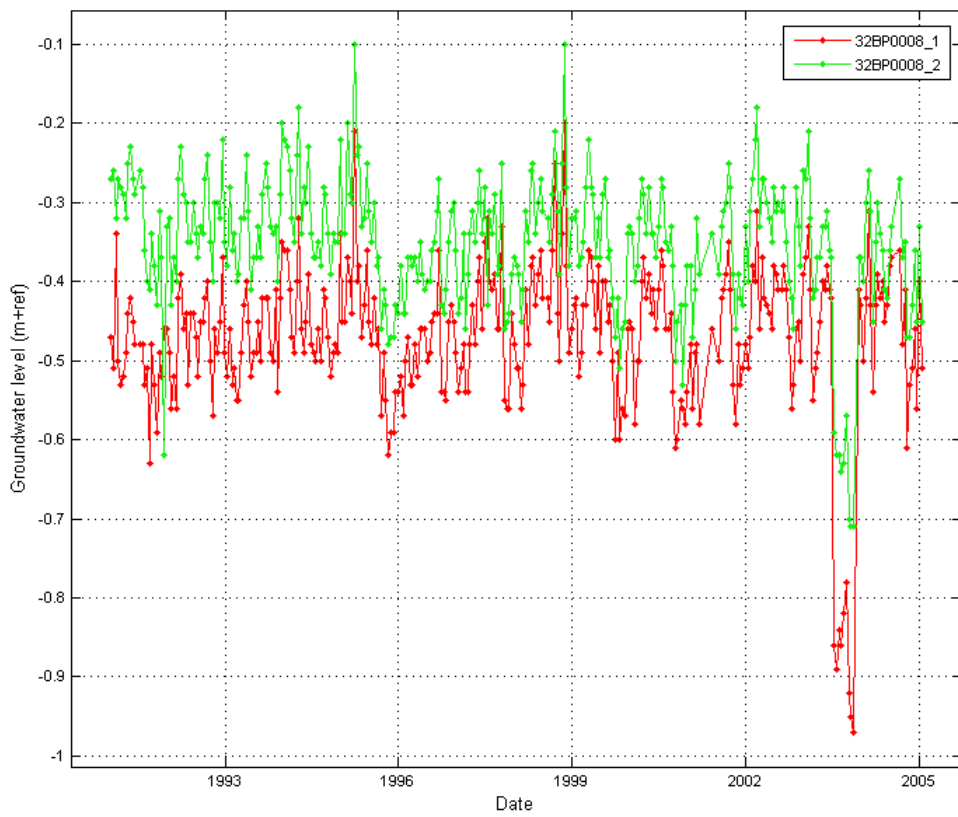
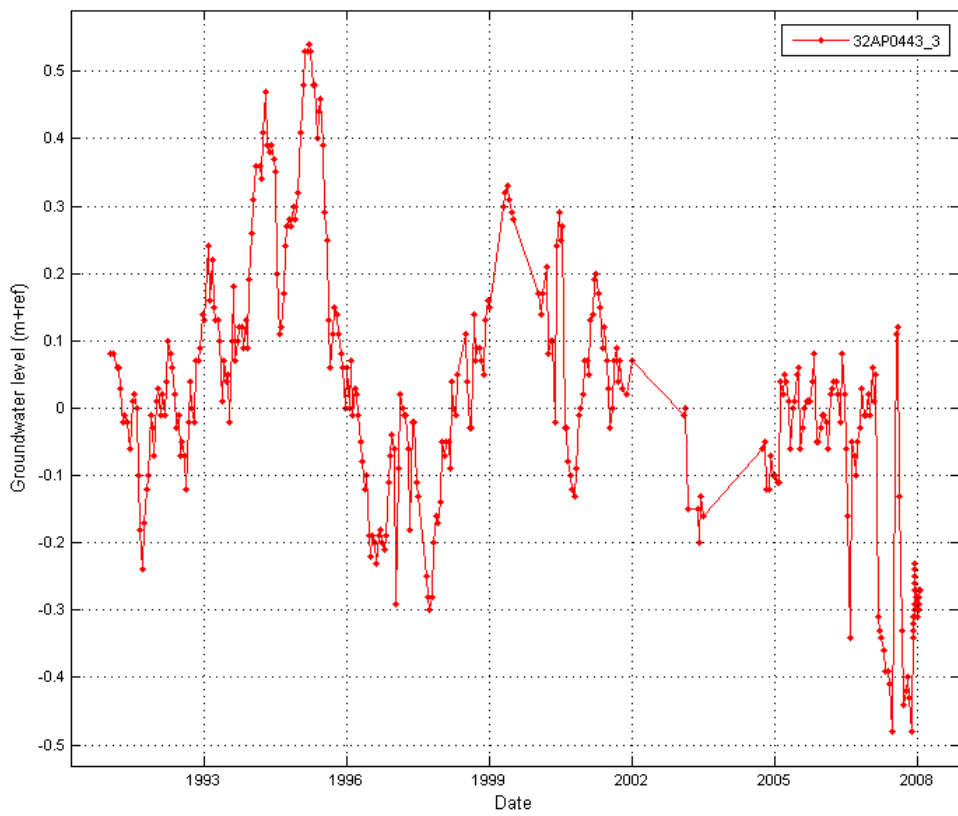
In dit rapport is gekeken naar het effect van een onttrekking van 4 miljoen m³/jaar op de winning Eemdijk en een onttrekking van 3 miljoen m³/jaar op de winning Holk om een vergelijking met het eerdere onderzoek mogelijk te maken. Op winning Eemdijk is de onttrekking toegenomen van 0 naar gemiddeld 4,7 miljoen m³ per jaar. De onttrekking op de winning Holk is afgenomen met gemiddeld 4,5 miljoen m³ per jaar (periode 2001-2013 vergeleken met 1991-2000). De effecten van deze gemiddelde toe- en afname zijn in apart in bijlage 2 opgenomen.

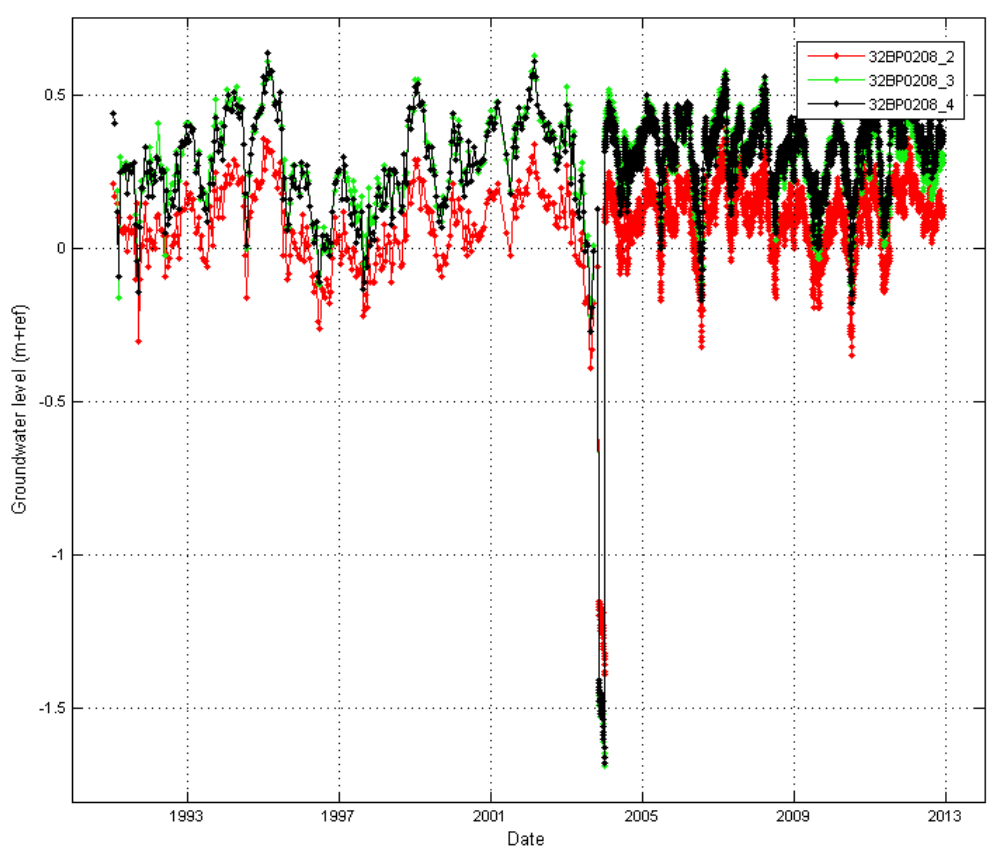
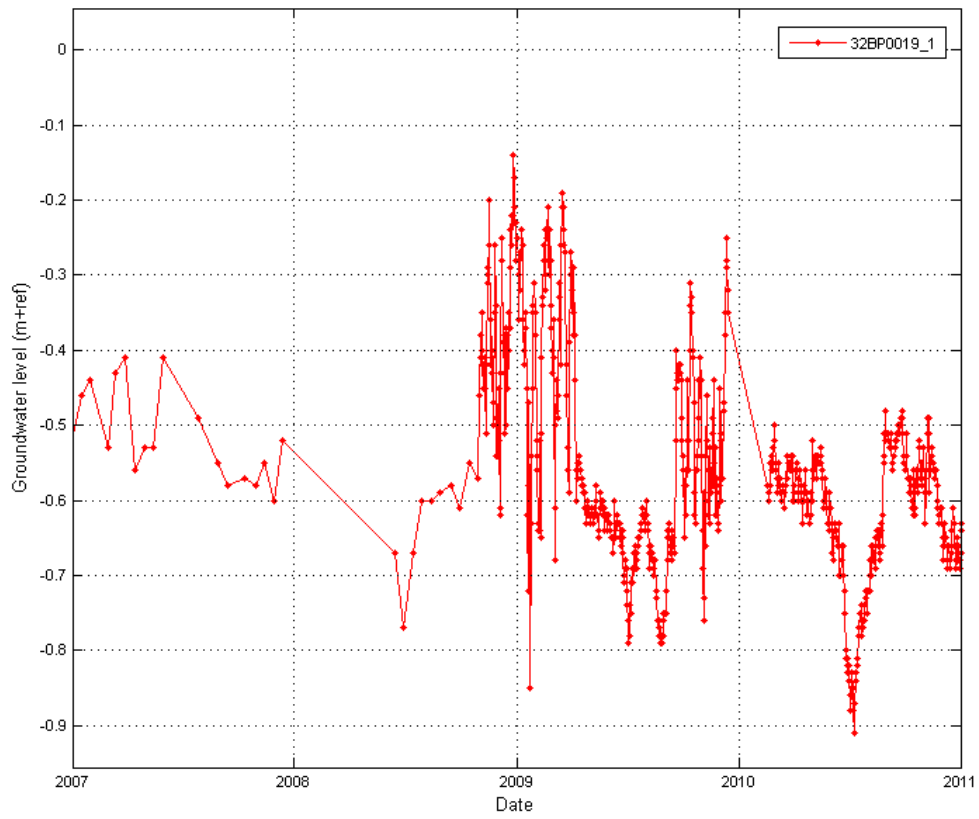
8 Literatuur

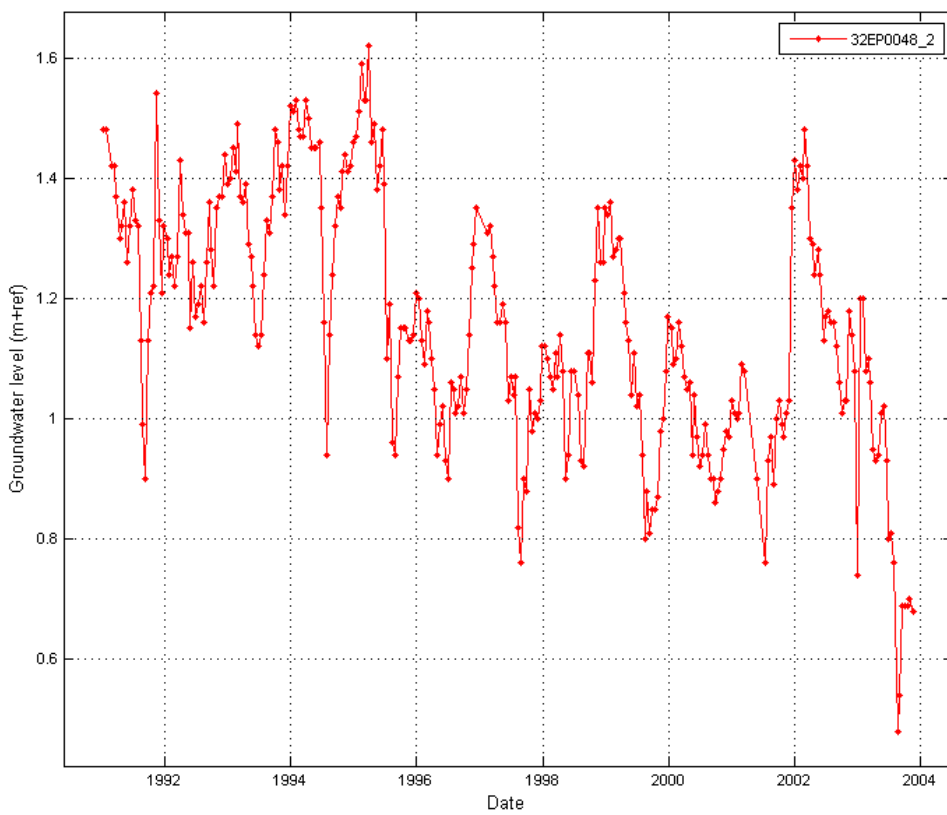
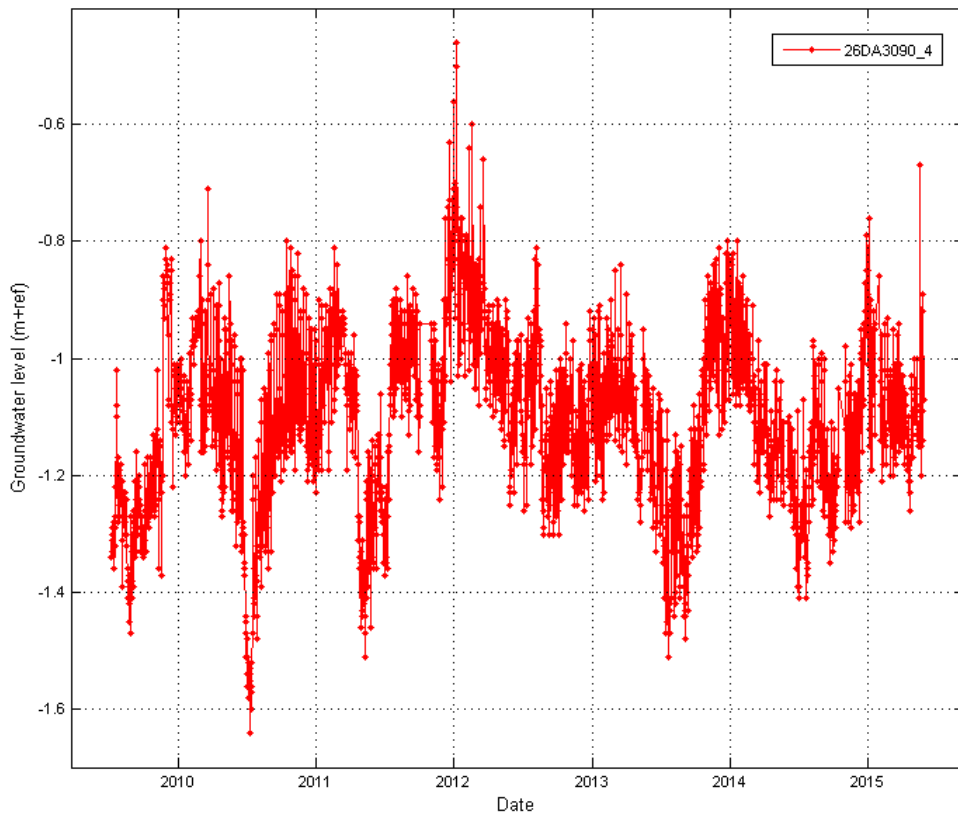
Bor, M, W. Capel, Schuller, M. (2016) Aanvullend onderzoek behoefte drinkwater provincie Utrecht. Concept mei 2016. Tauw, Deventer, 2016.

Bijlage I Besproken tijdreeksen









TABEL 8-1: GEMODELLEERDE INVLOED VAN 4 MILJOEN M3 ONTTREKING PER JAAR OP WINNING EEMDIJK

Peilfilter	Filterdiepte	Afstand tot Eemdijk	winning	Effect (m bij onttrekking van 4 mln m ³ /jaar)	95% Betrouwbaarheidsinterval	
B32B0019_1	-35.9	1337	Eemdijk	-0.13	-0.15	-0.10
B32B0019_2	-95.9	1337	Eemdijk	-0.41	-0.44	-0.39
EEWP004_2	-27.39	2351	Eemdijk	-0.09	-0.10	-0.07
EEWP004_3	-37.39	2351	Eemdijk	-0.10	-0.11	-0.08
EEWP004_5	-62.39	2351	Eemdijk	-0.24	-0.26	-0.21
EEWP004_6	-78.39	2351	Eemdijk	-0.24	-0.29	-0.20
EEWP004_7	-98.39	2351	Eemdijk	-0.24	-0.28	-0.19
EEWP004_8	-128.39	2351	Eemdijk	-0.24	-0.29	-0.19
EEWP004_9	-143.39	2351	Eemdijk	-0.27	-0.31	-0.23
EEWP004_10	-158.39	2351	Eemdijk	-0.24	-0.28	-0.19
EEWP004_11	-184.39	2351	Eemdijk	-0.23	-0.28	-0.19
EEWP004_13	-213.39	2351	Eemdijk	-0.23	-0.25	-0.20
B32B0002_3	-46.68	3607	Eemdijk	-0.12	-0.16	-0.08
B32B0214_2	-23.79	3824	Eemdijk	-0.09	-0.12	-0.06
B32A0443_2	-30.95	4356	Eemdijk	-0.06	-0.06	-0.05
B32A0443_3	-64.99	4356	Eemdijk	-0.14	-0.20	-0.09
B32A0462_2	-21.07	4707	Eemdijk	-0.04	-0.06	-0.03
B32A0462_3	-35.07	4707	Eemdijk	-0.04	-0.06	-0.02
B32A0462_4	-52.07	4707	Eemdijk	-0.10	-0.14	-0.07
B32A0157_2	-30.05	4986	Eemdijk	-0.04	-0.06	-0.02
B32A0157_3	-60.05	4986	Eemdijk	-0.10	-0.13	-0.07

TABEL 8-2: GEMODELLEERDE INVLOED VAN 4,7 MILJOEN M3 ONTTREKKING PER JAAR OP WINNING EEMDIJK

Peilfilter	Filter diepte	Afstand tot Eemdijk	Effect (m bij onttrekking van 4,7 mln m ³ /jaar)	95% betrouwbaarheids-interval	
B32B0019_1	-35.9	1337	-0.15	-0.18	-0.11
B32B0019_2	-95.9	1337	-0.48	-0.51	-0.46
EEWP004_2	-27.39	2351	-0.11	-0.12	-0.08
EEWP004_3	-37.39	2351	-0.12	-0.13	-0.09
EEWP004_5	-62.39	2351	-0.28	-0.30	-0.25
EEWP004_6	-78.39	2351	-0.28	-0.34	-0.24
EEWP004_7	-98.39	2351	-0.28	-0.33	-0.23
EEWP004_8	-128.39	2351	-0.28	-0.34	-0.22
EEWP004_9	-143.39	2351	-0.32	-0.36	-0.28
EEWP004_10	-158.39	2351	-0.28	-0.33	-0.23
EEWP004_11	-184.39	2351	-0.27	-0.33	-0.22
EEWP004_13	-213.39	2351	-0.27	-0.29	-0.24
B32B0002_3	-46.68	3607	-0.14	-0.19	-0.10
B32B0214_2	-23.79	3824	-0.11	-0.14	-0.07
B32A0443_2	-30.95	4356	-0.07	-0.07	-0.06
B32A0443_3	-64.99	4356	-0.16	-0.23	-0.11
B32A0462_2	-21.07	4707	-0.05	-0.07	-0.03
B32A0462_3	-35.07	4707	-0.05	-0.07	-0.02
B32A0462_4	-52.07	4707	-0.12	-0.16	-0.08
B32A0157_2	-30.05	4986	-0.05	-0.07	-0.02
B32A0157_3	-60.05	4986	-0.12	-0.15	-0.09

TABEL 8-3: GEMODELLEERDE INVLOED VAN 3 MILJOEN M3 ONTTREKKING PER JAAR OP WINNING HOLK

Peilfilter	Filterdiepte	Afstand tot Holk	winning	Effect (m bij onttrekking van 3 mln m ³ /jaar)	95% Betrouwbaarheidsinterval	
B32B0164_2	-33.95	189	Holk	-0.12	-0.14	-0.10
B32B0164_3	-52.95	189	Holk	-0.20	-0.22	-0.17
B32B0164_4	-81.95	189	Holk	-0.64	-0.70	-0.58
32BP0209_3	-65.78	2538	Holk	-0.05	-0.07	-0.03
32BP0209_4	-79.78	2538	Holk	-0.05	-0.09	-0.02
32BP0209_5	-150.78	2538	Holk	-0.05	-0.07	-0.02
32BP0209_6	-171.78	2538	Holk	-0.05	-0.07	-0.02
32BP0209_7	-203.78	2538	Holk	-0.04	-0.07	-0.02
B32B0208_3	-64.87	2880	Holk	-0.04	-0.08	0.00
B32B0208_4	-78.87	2880	Holk	-0.05	-0.07	-0.03
B32B0042_1	-28.2	3236	Holk	-0.06	-0.09	-0.04
B32B0042_2	-75.2	3236	Holk	-0.08	-0.10	-0.05

TABEL 8-4: GEMODELLEERDE INVLOED VAN VERMINDERING VAN DE WINNING HOLK MET 4,7 MILJOEN M3 ONTTREKKING PER JAAR

Peilfilter	Filterdiepte	Afstand tot Holk	Effect (m bij afname van de onttrekking met 4.5 mln m ³ /jaar)	95% betrouwbaarheidsinterval	
B32B0164_2	-33.95	189	0.18	0.21	0.15
B32B0164_3	-52.95	189	0.30	0.33	0.26
B32B0164_4	-81.95	189	0.96	1.04	0.87
32BP0209_3	-65.78	2538	0.08	0.11	0.05
32BP0209_4	-79.78	2538	0.08	0.13	0.03
32BP0209_5	-150.78	2538	0.08	0.11	0.03
32BP0209_6	-171.78	2538	0.08	0.10	0.03
32BP0209_7	-203.78	2538	0.06	0.10	0.03
B32B0208_3	-64.87	2880	0.06	0.12	0.00
B32B0208_4	-78.87	2880	0.08	0.10	0.05
B32B0042_1	-28.2	3236	0.09	0.13	0.06
B32B0042_2	-75.2	3236	0.12	0.15	0.08

TABEL 8-5: LOCATIE WAAR GEEN EFFECT VAN EEN WINNING IS GEVONDEN.

Peilfilter	Filterdiepte	Afstand tot Eemdijk (m)	Afstand tot Holk (m)
B32A0441_2	-12.01	8331	12048
B32A0441_4	-66.09	8331	12048
B32B0002_2	-23.88	3607	4328
B32B0396_1	-1.64	7109	1956
B32B0397_1	-1.28	4225	4150
B32B0409_1	1.17	9032	3460
B32B0453_1	-0.11	8198	2263
B32B2356_1	-1.4	2186	5135

TABEL 8-6: MEETREKSEN DIE NIET BETROUWBAAR TE MODELLEREN ZIJN

Peilfilter	Filterdiepte	Afstand tot Eemdijk (m)	Afstand tot Holk (m)
32BP0005_1	-7.29	6926	371
32BP0005_2	-29.29	6926	371
32BP0005_3	-46.29	6926	371
32BP0005_4	-80.29	6926	371
32BP0209_1	-6.78	4931	2538
32BP0209_2	-30.78	4931	2538
32EL0078_1	-2.34	8369	3789
32EP0048_1	-17	7409	3973
32EP0048_2	-89	7409	3973
32EP0048_3	-119	7409	3973
B26D0033_1	-6.25	3335	9916
B26D0033_2	-28	3335	9916
B26D0033_3	-40.15	3335	9916
B26D0034_1	-5.9	1962	5172
B26D0034_2	-13.35	1962	5172
B26D0089_1	-6.02	2709	6661
B26D0089_2	-16.52	2709	6661
B26D0090_1	-6.3	125	6818
B26D0090_4	-56.3	125	6818
B32A0157_1	-6.35	4986	10402
B32A0441_1	-2.98	8331	12048
B32A0441_3	-28.04	8331	12048
B32A0443_1	-4.91	4356	8301

B32A0462_1	-8.57	4707	9139
B32B0002_1	-14.78	3607	4328
B32B0008_1	-9	5642	2648
B32B0008_2	-16	5642	2648
B32B0008_3	-40	5642	2648
B32B0008_4	-94	5642	2648
B32B0164_1	-2.95	6826	189
B32B0164_4	-81.95	6826	189
B32B0208_1	-5.87	4722	2880
B32B0214_1	-12.29	3824	7025
B32B0215_1	-0.74	5748	3120
B32B0215_2	-24.49	5748	3120
B32B0238_1	-2.93	2540	4231
B32B0238_2	-10.92	2540	4231
B32B0238_3	-29.45	2540	4231
B32B0402_1	-1.11	6239	1872
B32B0454_1	-4.21	2540	4231
B32B0540_1	-1.6	5516	1812
B32B2345_1	-1.69	4415	3817
B32B2346_1	-1.33	4335	4507
B32B2347_1	-1.32	3771	4111
B32B2348_1	-1.78	3564	4574
B32B2349_1	-1.92	3158	5035
B32B2350_1	-2.14	3339	4180
B32B2351_1	-1.28	2935	4317
B32B2352_1	-1.37	2572	4954
B32B2353_1	-1.8	2714	4471
B32B2354_1	-1.52	2764	4138
B32B2355_1	-2.87	2486	4415
B32B2357_1	-1.76	2219	4702
B32B2358_1	-1.4	1962	5110
B32B2359_1	-1.24	1832	5049
B32B2360_1	-1.43	1634	5209
B32B2361_1	-3.42	1940	4832
B32B2362_1	-0.64	2191	4554
B32B2363_1	-1.88	2222	4539
B32B2364_1	-6.39	2222	4539
B32B2365_1	-0.96	2553	4218
B32B2366_1	-6.64	2553	4218
B32B2367_1	-1.61	4132	3668
B32B2368_1	-4.36	2959	7943

B32B2369_1	-2.41	2531	7621
B32B2370_1	-1.8	2166	7607
B32E0207_1	-0.88	8910	2249
B32E1197_1	-1.23	8513	2108
EEWP004_1	-9.39	2351	6640
EEWP004_4	-49.39	2351	6640
EEWP004_12	-203.39	2351	6640

Bijlage III Effecten volgens Bor et al. (2016)

code	Eemdijk visueel	Eemdijk berekend (4mln)
B32B0454_1	nee	<0.5
B32B0002_3	nee	-0.24
B32B0019_2	-0.4	-0.42
B32B0214_2	nee	-0.19
EEWP004_1	nee	<0.5
EEWP004_2	nee	-0.28
EEWP004_3	nee	-0.28
EEWP004_4	nee	-0.28
EEWP004_5	-0.2	-0.31
EEWP004_6	-0.1	-0.31
EEWP004_7	-0.1	-0.31
EEWP004_8	-0.1	-0.31
EEWP004_9	-0.1	-0.31
EEWP004_10	-0.2	-0.31
EEWP004_11	-0.1	-0.31
EEWP004_12	-0.1	-0.31
EEWP004_13	-0.2	niet berekend
B26D0089_2	nee	<0.5
B26D0034_2	nee	<0.5
B26D0033_2	nee	-0.24
B32A0443_3	nee	-0.18
B32A0462_4	nee	-0.16
B32A0157_3	nee	-0.14
B32A0441_4	nee	-0.05

code	Holkvisueel	Holk berekend (3mln)
B32B0402_1	nee	<0.5
32BP0005_1	nee	<0.5
32BP0005_2	0.25	0.21
32BP0005_3	0.4	0.22

32BP0005_4	0.75	0.74
B32B0164_2	0.35	0.21
B32B0164_3	0.5	0.21
B32B0164_4	1.5	0.94
B32B0208_4	nee	0.26
32BP0209_1	nee	<0.5
32BP0209_2	nee	0.19
32BP0209_3	nee	0.28
32BP0209_4	nee	0.28
32BP0209_5	nee	0.28
32BP0209_6	nee	0.28
32BP0209_7	nee	nvt
B32B0215_1	nee	0.18
32EL0078_1	nee	<0.5
32EP0048_1	nee	<0.5
32EP0048_2	nee	0.2
32EP0048_3	nee	0.2
B32B0453_1	nee	<0.5
B32B0540_1	nee	<0.5
B32B0396_1	nee	<0.5
B32E0207_1	nee	<0.5
B32B0409_1	nee	<0.5
B32B0042_2	nee	0.18
B32B0008_4	nee	0.28

Bijlage

3

Kwalitatief oordeel omgevingseffecten voor bepalen optimale verdeelsleutel



Notitie: Achtergrondinformatie optimale verdeelsleutel

Contactpersoon Willem Capel en Mariska Overbeek - te Vaarwerk

Datum 22 maart 2017

Kenmerk N004-1234190OVM-kzo-V03-NL

Optimale verdeelsleutel: achtergrondinformatie omgevingseffecten

De optimale verdeelsleutel voor 10 Mm³/jaar over de winningen Eemdijk en Schalkwijk is bepaald aan de hand van de verkennende berekeningen (zoals gepresenteerd in hoofdstuk 3) en van een inschatting van de omgevingseffecten op basis van expertkennis. Hiervoor is gebruik gemaakt van de opgedane kennis in de studie 'Uitwerking Interprovinciale Drinkwaterlevering provincie Utrecht' van januari 2015. Voor de uitbreiding van de winning Eemdijk geldt dat de berekende effecten bij een uitbreiding van +5 Mm³/jaar vergelijkbaar zijn met de berekende effecten van +4 Mm³/jaar in de voorgaande studie. Daarom is voor de winning bij Eemdijk gebruik gemaakt van de destijds berekende omgevingseffecten bij de kwalitatieve beschouwing. Voor Schalkwijk is in de voorgaande studie gekeken naar een winning van 3 Mm³/jaar. Voor een winhoeveelheid van 7 Mm³/jaar kan dan geen gebruik meer gemaakt worden van de destijds berekende omgevingseffecten. Voor de kwalitatieve beschouwing van de omgevingseffecten voor Schalkwijk is daarom op basis van de informatie uit voorgaande studie een aanvullende beschouwing gemaakt van de omgevingseffecten.

In deze bijlage zijn 2 aanvullende notities opgenomen van KWR, waarin de kwalitatieve beschouwingen voor natuur zijn opgenomen. In deze 2 notities is de volgende informatie opgenomen:

- Mogelijke effecten winning Schalkwijk: de conclusie is opgenomen in paragraaf 1.1 van deze notitie
- Optimale verdeling winningshoeveelheden Eemdijk en Schalkwijk vanuit natuuroverwegingen: de bevindingen zijn meegenomen in hoofdstuk 4 van de rapportage en in paragraaf 2.1 van deze notitie (effecten Eemdijk)

1 Omgevingseffecten Schalkwijk

Op basis van de hydrologische effecten (hoofdstuk 3) zijn de omgevingseffecten kwalitatief bepaald. De methodiek en informatie van de vorige studie zijn daarbij leidend.

1.1 Natuur

In tabel 1.1 is een samenvattend overzicht weergegeven van de relevante aanwezige grondwaterafhankelijke natuurwaarden. Deze tabel is overgenomen uit de voorgaande studie¹. Uit deze tabel blijkt dat de grondwaterafhankelijke natuurwaarden zich bevinden in de directe omgeving van het Amsterdam Rijnkanaal en de Lek.

Tabel 1.1 Grondwaterafhankelijke natuurwaarden

Categorie	Benaming (locatie)	Type
Natura 2000-gebied (habitattypen)	n.v.t.	n.v.t.
Beschermd Natuurmonument	n.v.t.	n.v.t.
EHS	Amsterdam-Rijnkanaal Directe omgeving Lek	n.v.t. (zie paragraaf 4.3.2)
Strikt beschermde soorten (Habitatrichtlijnsorten)	Amsterdam-Rijnkanaal Directe omgeving Lek	Heikikker Bever, heikikker, kamsalamander, poelkikker, rugstreeppad
KRW waterlichaam	Amsterdam-Rijnkanaal Nederrijn, Lek	M7b Grote diepe kanalen met scheepvaart R7 Langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei
HEN-/SED-wateren	n.v.t.	n.v.t.
TOP-gebieden	n.v.t.	n.v.t.

Door KWR is het mogelijke effect van winning Schalkwijk onderzocht bij een onttrekkingshoeveelheid van 7 Mm³/jaar. Zie aanvullende notitie in deze bijlage. Bij een winhoeveelheid van 7 Mm³/jaar zijn geen effecten op Natura2000-gebieden te verwachten. Mogelijk is wel sprake van beïnvloeding van grondwaterafhankelijke natuur binnen het Nationaal Natuur Netwerk (NNN). Voor de effecten op Natura 2000-gebieden is eveneens gekeken naar de kans op cumulatieve effecten. Uit de berekeningen volgt dat bij een windebiet van 7 Mm³/jaar de effecten op Natura 2000-gebieden in ieder geval kleiner zijn dan 2 cm en daarom kan geen sprake zijn van cumulatieve natuureffecten.

¹ Tauw, Uitwerking Interprovinciale Drinkwaterlevering provincie Utrecht, kenmerk R001-1225031HWC-kzo-V03-NL, d.d. 13-01-2015

1.2 Landbouw

Bij de vorige berekeningen is Watnood gebruikt om de effecten op landbouw te berekenen. Omdat we de effecten in dit rapport kwalitatief beschrijven zijn de effecten niet opnieuw met Watnood berekend. We hebben met behulp van de HELP-tabellen² die de basis van Watnood vormen het effect bij de maximale berekende grondwaterstandsverlaging op de meest voorkomende landbouwtypen bepaald. Dit geeft een indicatie van de consequenties op landbouw. De maximaal stationair berekende grondwaterstandsverlaging is 10,2 cm bij 7 Mm³/jaar. Deze verlaging is van de berekende GHG en GLG in de situatie zonder winning afgetrokken. Het bodemtype ter plaatse van de maximale grondwaterstandsverlaging is volgens de bodemkaart Rn47Cv (kalkloze poldervaaggrond, zware klei, moerige materiaal dieper dan 80 cm –mv en doorgaans dieper dan 120 cm –mv).

Tabellen 1.2 tot en met 1.4 tonen de berekende landbouwschade voor grasland (meest voorkomend), snijmais en granen. Uit de tabellen blijkt dat vanwege de hoge GHG de natschade in de winter afneemt als gevolg van grondwaterstandsverlaging. In de zomer neemt de droogschade toe door de lagere grondwaterstand. Uit de combinatieschade blijkt de grondwaterstandsverlaging een licht positief effect (afname maximaal 6 %) heeft op de landbouw. Op basis van bovenstaande analyse lijkt het erop dat de effecten op de landbouw positief zullen zijn.

Tabel 1.2 Berekende landbouwschade bij grasland zonder herinzaaikosten

	Referentie	7 Mm ³ /jaar	Vershil
GHG (cm –mv)	6	16	10
GLG (cm – mv)	131	141	10
Natschade (%)	23	17	-6
Droogschade (%)	16	18	+2
Combinatieschade (%)	35	32	-3

Tabel 1.3 Berekende landbouwschade bij snijmais zonder herinzaaikosten

	Referentie	7 Mm ³ /jaar	Vershil
GHG (cm –mv)	6	16	10
GLG (cm – mv)	131	141	10
Natschade (%)	37	27	-10
Droogschade (%)	13	17	+4
Combinatieschade (%)	45	39	-6

² <http://help200x.alterra.nl/>

Tabel 1.4 Berekende landbouwschade bij granen zonder herinzaaikosten

	Referentie	7 Mm ³ /jaar	Vershil
GHG (cm –mv)	6	16	10
GLG (cm – mv)	131	141	10
Natschade (%)	37	27	-10
Droogschade (%)	11	15	+4
Combinatieschade (%)	44	38	-6

1.3 Stedelijk gebied en infrastructuur (zetting)

Het zettingsrisico en de kans op schade door verlaging van de GLG zijn vooral afhankelijk van de (ondiepe) bodemopbouw en de funderingswijze van de betreffende objecten. Als basis voor het definiëren van zettingsgevoelige bodems zijn de volgende bronbestanden gebruikt:

- Bodemkaart veengronden
- Veenweidegebieden (bron provincie Gelderland)

Ter plaatse van Schalkwijk komen er geen veengronden voor en daarom het zettingsrisico wordt klein geacht. Opgemerkt wordt dat bij de bepaling van het zettingsrisico is uitgegaan van zogenaamde 'geclassificeerde' zettingsgevoelige bodems. Dit wil nog niet zeggen dat nergens daarbuiten zettingsgevoelige veenlaagjes kunnen voorkomen. Er komt in de omgeving wel veel kleigrond voor. Deze grondsoort is ook zettingsgevoelig, maar in mindere mate dan veen. Echter, voor Schalkwijk blijft de omvang en/of mate van de freatische grondwaterstandsverlagingen en stijghoogteverlagingen in het 1^e watervoerend pakket beperkt, waardoor het risico op zettingsschade als klein wordt ingeschat. Wel zien we dat er bij een onttrekkingshoeveelheid van 6 Mm³/jaar grondwaterstandsverlagingen optreden in stedelijk gebied (onder andere Vianen). Dit hoeft niet gelijk te leiden tot schade, maar het risico erop wordt wel groter.

Voorgaande methodiek brengt de zettingsgevoelige gebieden in beeld (maaiveld daling/daling funderingen). Een ander belangrijk aandachtspunt is het risico op droogval van houten palen. Dit risico doet zich in principe in dezelfde gebieden voor met dien verstande dat het bij droogval van houten palen gaat om daling van de freatische grondwaterspiegel. Opgemerkt wordt dat droogval van houten palen waarschijnlijk te mitigeren is (bijvoorbeeld) door middel van opzetten van peilen). Echter deze maatregel verhoogt het risico op grondwateroverlast en is daarmee niet altijd wenselijk. Het mitigeren van zettingen vanwege stijghoogteverlagingen in het watervoerend pakket is niet mogelijk. Ook dit risico wordt groter vanaf een onttrekkingshoeveelheid van 6 Mm³/jaar.

1.4 Archeologie

Binnen het invloedgebied van de maximale berekende grondwaterstandsverlaging bij 7 Mm³/jaar bevinden zich gebieden met een grote trefkans op archeologische waarden. Daarnaast bevinden zich circa 20 archeologische monumenten binnen het invloedgebied. Omdat de grondwaterstandsveranderingen in het freatische pakket beperkt zijn (tot 10,2 cm) wordt het risico op aantasting van archeologische monumenten gering geacht.

1.5 Beschermbaarheid

De beschermbaarheid van de winning wordt beoordeeld op basis van het berekende grondwaterbeschermingsgebied. Dit gebied betreft de 25-jaarszone die wordt afgeleid uit de berekende stroombanen. In paragraaf 2.4 is geconcludeerd dat een deel van de stroombanen minder betrouwbaar zijn (zogenaamde racebanen). Hierdoor wordt de berekende 25-jaarszone mogelijk iets groter en verschuift enigszins. Om deze reden is ook gekeken naar gevoelige functie in een iets groter gebied dan de bekende 25-jaarszone.

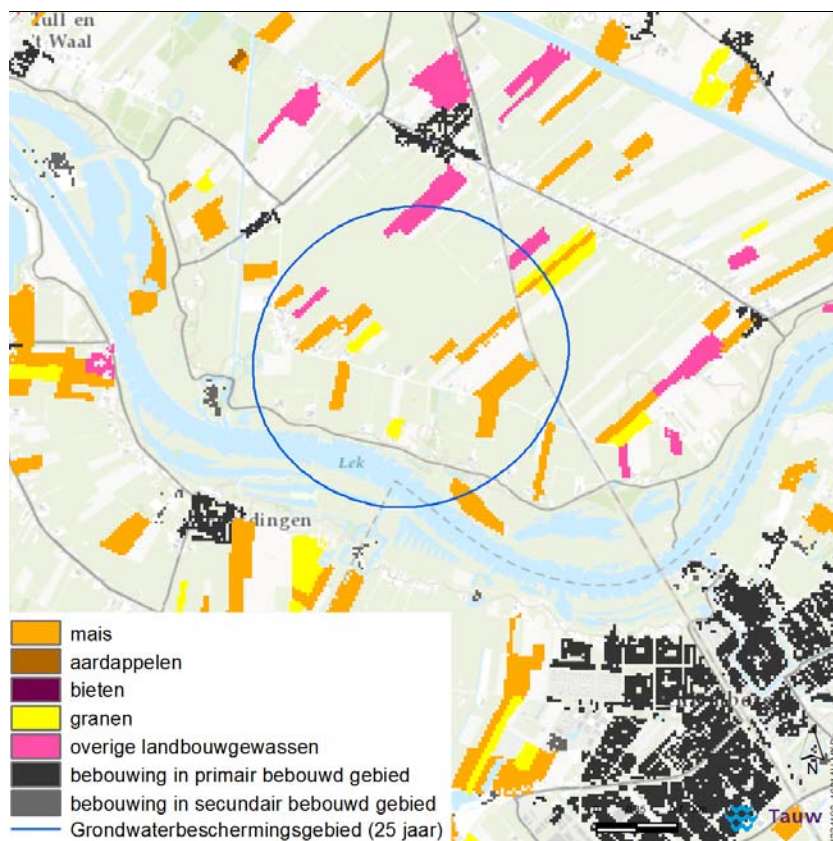
Voor de beschermbaarheid is gekeken naar risicovolle landgebruikfuncties en risicovolle activiteiten. Het voorkomen hiervan is vergeleken met de 25-jaarszone bij een windebiet van 7 Mm³/jaar.

1.5.1 Risicovolle landgebruikfuncties

Binnen de berekende 25-jaarzones zijn de risicovolle landgebruikfuncties geïnventariseerd. De verschillende landgebruikfuncties zijn teruggebracht naar 3 verschillende categorieën (bron: Royal HaskoningDHV, 2012):

- *Stedelijk gebied*; De ligging van het stedelijk gebied is gebaseerd op het LGN6 aangevuld met toekomstige ruimtelijke ontwikkelingen volgens NKN (bron: Royal HaskoningDHV, 2012)
- *Akkerbouw*; De ligging van de akkerbouwgebieden is gebaseerd op het LGN6
- *Gras op droge zandgrond*; Deze gebieden zijn bepaald aan de hand van de LGN6 (landbouw gras) waaraan een grondwatertrap van 6, 7 of 8 is toegekend

Figuur 1.1 toont het landgebruik met de berekende 25-jaarszone bij een windebiet van 7 Mm³/jaar. De 25-jaarszone is bepaald met het uitgebreide HYDROMEDAH-model. Uit de figuur blijkt dat er geen stedelijk gebied binnen de 25-jaarszone valt. Wanneer het model verbeterd wordt en de 25-jaarszone wat wijzigt, kan het zijn dat een kleine kern binnen de zone komt te vallen (= aandachtspunt). Verder toont de figuur dat er binnen de 25-jaarszone en omgeving mais, granen en overige landbouwgewassen voorkomen. Er komt in de omgeving geen gras op droge zandgrond voor.



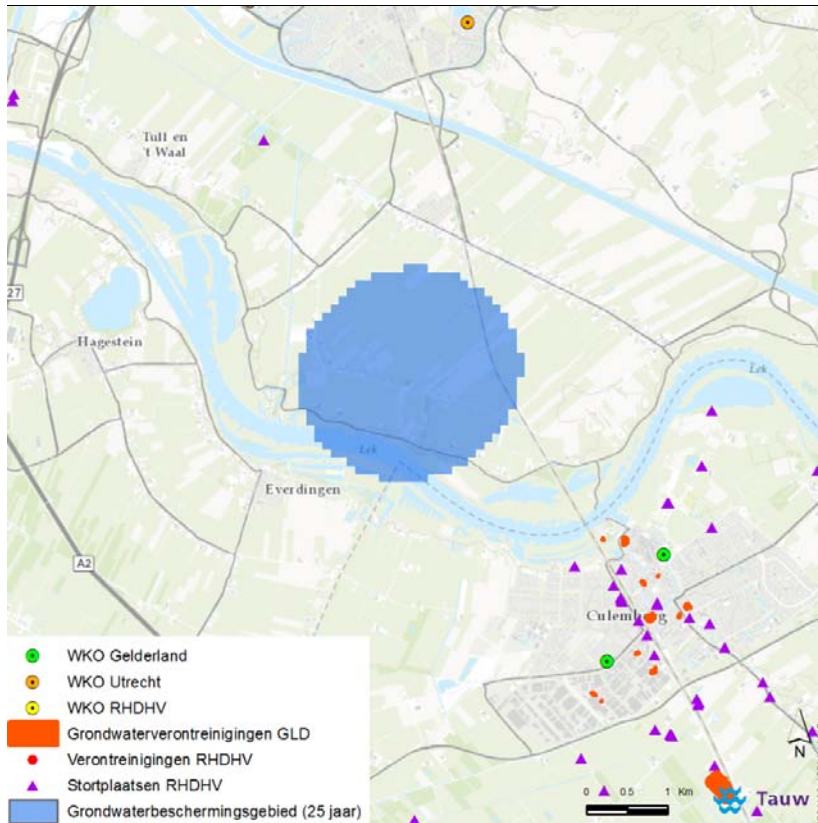
Figuur 1.1 Landgebruik (LGN6) en berekende 25-jaarszone bij 7 Mm³/jaar

1.5.2 Risicovolle activiteiten

Binnen de berekende 25-jaarzones zijn de risicovolle activiteiten geïnventariseerd. Het gaat daarbij om de volgende activiteiten:

- Het voorkomen van stortplaatsen
- Het aantal bekende grondwaterverontreinigingen boven de interventiewaarde
- Bedrijven met hoge milieucategorie
- Bodem energie systemen (WKO's)

Figuur 1.2 toont de berekende 25-jaarszone en de risicovolle activiteiten. Uit de figuur blijkt dat er in een ruime zone van de 25-jaarszone geen stortplaatsen, grondwaterverontreinigingen of WKO's voorkomen. Ook bevinden zich in de omgeving geen bedrijven (met uitzondering van agrarische bedrijven). Overigens is er geen gebiedsdossier want de winning is nog niet gerealiseerd.



Figuur 1.2 Risicovolle activiteiten en berekende 25-jaarszone bij 7 Mm³/jaar

2 Omgevingseffecten Eemdijk

De omgevingseffecten van Eemdijk zijn in de studie Interprovinciale Drinkwaterlevering provincie Utrecht in beeld gebracht. Voor de uitbreiding van de winning Eemdijk geldt dat de berekende effecten bij een uitbreiding van +5 Mm³/jaar vergelijkbaar zijn met de berekende effecten van +4 Mm³/jaar in de voorgaande studie. Daarom is voor de winning bij Eemdijk gebruik gemaakt van de destijds berekende omgevingseffecten bij de kwalitatieve beschouwing. In dit hoofdstuk is de relevante informatie overgenomen.

2.1 Effecten op natuur

In de navolgende tabel is een samenvattend overzicht weergegeven van de relevante aanwezige grondwaterafhankelijke natuurwaarden.

Tabel 2.1 Grondwaterafhankelijke natuurwaarden Eemdijk

Categorie	Benaming (locatie)	Type
Natura 2000-gebied (habitattypen)	Eemmeer & Gooimeer Zuidoever	n.v.t.
Beschermd Natuurmonument EHS	Groeve Oostermeent Eemmeer Groeve Oostermeent De Valse bosjes Eemland	Zie EHS
Strikt beschermde soorten (Habitatrichtlijnsorten)		Groene glazenmaker, gevlekte witsnuitlibel, heikikker, poelkikker, kamsalamander, rugstreeppad, noordse woelmuis, otter, bever
KRW waterlichaam	Randmeren Zuid Eem Noorderwetering	M14 Ondiepe (matig grote) gebufferde plassen R7 Langzaam stromende rivier/nevengeul op zand/klei M3 gebufferde regionale kanalen
HEN-/SED-wateren	n.v.t.	n.v.t.
TOP-gebieden	n.v.t.	n.v.t.

De effecten zijn bepaald aan de hand van de berekende GxG's en kwelfluxen binnen de relevante beheertypen en locaties. Bij een toename van de winning met 5 Mm³/jaar is er een aantal gebieden waar negatieve effecten te verwachten zijn:

- Direct ten zuiden van Huizen ligt de Groeve Oostermeent, onderdeel van Beschermd Natuurmonument Goois Natuurreservaat en door provincie aangewezen als waterparel. De



grondwaterstand daalt lokaal met meer dan 5 cm en daarmee zijn vrijwel zeker negatieve effecten te verwachten

- Ten oosten van Huizen ligt in de Eemvallei ten zuiden van de 'Theetuin Eemnes' het natuurgebiedje 'De Valse Bosjes' van Natuurmonumenten. Grootste hydrologische knelpunt volgens de in het verleden uitgevoerde studie Goed Water Centraal vormt de zomergrondwaterstand, die in het broekbos wegzakt tot circa 80 cm onder maaiveld. De berekende effecten op de grondwaterstanden zijn beperkt. Bij de variant Eemdijk (+5 Mm³/jaar) treedt een fluxverandering op. Negatieve effecten op de vegetatie zijn niet uit te sluiten
- Op de overgang naar de Veluwe gaat het om het gebied Kruishaarse Heide. Gezien het landschapstype en de aanwezige beheertypen is dit gebied zeer gevoelig voor grondwaterstands daling

Strikt beschermde soorten

In de ruime omgeving van het effectgebied van de waterwinning komen diverse beschermde (grond)waterafhankelijke soorten voor die strikt beschermd zijn (HR-soorten/tabel 3 Flora- en faunawet).

De grondwaterstanddaling bij een uitbreiding van 5 Mm³/jaar bedraagt minder dan 10 cm. Grotere gebieden waar dit optreedt liggen binnen het stedelijk gebied van Huizen en Baarn. Hier treedt nagenoeg geen wijziging in kwel op. Genoemde beschermde soorten zijn hier niet te verwachten in binnenstedelijk gebied. Effecten in deze gebieden zijn uitgesloten.

Ten noorden van Omdijk is sprake van beperkte grondwaterstanddaling (met zeer lokaal maximaal 14 cm). Het betreft een oppervlaktewater gestuurd poldergebied. Van kwelafname is vooral sprake in het Eemmeer. Verder is zeer lokaal sprake van lichte kwelafname.

Voortplantingswateren en leefgebied van genoemde strikt beschermde soorten komen hierdoor niet in het gedrang. Eventuele effecten op soortniveau zijn gezien de omvang middels lokale maatregelen te voorkomen. Effecten op populatieniveau zijn niet te verwachten.

KRW waterlichaam

Het beïnvloedingsgebied van de onttrekking ligt deels in het Eemmeer, de Eem en Noorderwetering. De effecten zijn beperkt tot enkele centimeters grondwaterstanddaling. Tevens is lokaal sprake van minder kwel. Gezien de omvang van betreffende waterlichamen en de beperkte effecten, worden effecten op KRW-doelen niet verwacht.

Effectbeoordeling natuur

Op basis van bovenvermelde effectbeoordeling kan gesteld worden dat effecten niet volledig uit te sluiten zijn. Lokaal zijn effecten op de Ecologische Hoofdstructuur, een Beschermd

Natuurmonument en enkele strikt beschermde soorten niet op voorhand uit te sluiten door lichte wijzigingen in grondwaterstanddaling en kwelfluxen.

2.2 Effecten op landbouw

Bij een winhoeveelheid van 5 Mm³/jaar is sprake van een lichte afname van de huidige natschade en is mogelijk een licht positief effect te verwachten.

2.3 Effecten op stedelijk gebied en infrastructuur

Bij de alternatieven voor Eemdijk is er een potentieel zettingsrisico voor bebouwing en infrastructuur door een stijghoogteverlaging van meer dan 5 cm in het eerste watervoerende pakket in combinatie met zettingsgevoelige veenbodems. In deze gebieden is mogelijk ook een risico op droogval van houten palen.

Opgemerkt wordt dat bij de bepaling van het zettingsrisico is uitgegaan van zogenaamde 'geclassificeerde' zettingsgevoelige bodems. Dit wil nog niet zeggen dat nergens buiten de door ons geselecteerde gebieden zettingsgevoelige veenlaagjes kunnen voorkomen.

Opgemerkt wordt dat droogval van houten palen waarschijnlijk te mitigeren is (bijvoorbeeld) door middel van opzetten van peilen). Echter deze maatregel verhoogt het risico op grondwateroverlast en is daarmee niet altijd wenselijk. Het mitigeren van zettingen vanwege stijghoogteverlagingen in het watervoerend pakket is niet mogelijk.

2.4 Effecten op archeologische waarden

De effecten op archeologische waarden zijn gebaseerd op de bestaande archeologische monumenten in het gebied en op de trefkans voor het aantreffen van archeologische resten binnen het invloedsgebied van de winning. Omdat de grondwaterstandsveranderingen in het freatische pakket beperkt zijn wordt het risico op aantasting van archeologische monumenten en waarden gering geacht.

2.5 Beschermbaarheid

Dit thema is beoordeeld op basis van het areaal of het aantal objecten met risicovolle activiteiten voor de grondwaterkwaliteit binnen de 25-jaarzone.

Risicovolle landgebruiksfuncties

Binnen de berekende 25-jaarzones zijn de risicovolle landgebruiksfuncties geïnventariseerd. De verschillende landgebruiksfuncties zijn teruggebracht naar 3 verschillende categorieën (bron: Royal HaskoningDHV, 2012):

- *Stedelijk gebied*; Het areaal stedelijk gebied is gesommeerd binnen de 25-jaarszone. De ligging van het stedelijk gebied is gebaseerd op het LGN6 aangevuld met toekomstige

ruimtelijke ontwikkelingen volgens NKN (bron: Royal HaskoningDHV, 2012). De score is gebaseerd op de fractie landgebruik stedelijk gebied binnen de 25-jaarszone

- *Akkerbouw*; De hoeveelheid akkerbouw is gesommeerd binnen de 25-jaarszone. De ligging van de akkerbouwgebieden is gebaseerd op het LGN6. De score is gebaseerd op de fractie landgebruik akkerbouw binnen de 25-jaarszone
- *Gras op droge zandgrond*; De hoeveelheid grasland op droge grond is gesommeerd binnen de 25-jaarszone. Deze gebieden zijn bepaald aan de hand van de LGN6 (landbouw_gras) waaraan een grondwatertrap van 6, 7 of 8 is toegekend. De score is gebaseerd op de fractie van de 25-jaarszone met dit type landgebruik

Bij de winning Eemdijk neemt het areaal stedelijk gebied iets toe.

Risicovolle activiteiten

Binnen de berekende 25-jaarzones zijn de risicovolle activiteiten geïnventariseerd. Het gaat daarbij om de volgende activiteiten:

- Stortplaatsen; Het aantal bekende stortplaatsen binnen de 25-jaarszones is gesommeerd. De ligging van de stortplaatsen zijn opgevraagd bij de provincies. De aanwezigheid van 1 of meer stortplaatsen binnen de 25-jaarszone is als negatief beoordeeld voor de beschermbaarheid. Gegevens zijn gebruikt van Royal HaskoningDHV (2012)
- Verontreinigingen; Het aantal bekende grondwaterverontreinigingen boven de interventiewaarde binnen de 25-jaarszone is gesommeerd. De ligging van de wbb-locaties is opgevraagd bij de provincies. Gebruik is gemaakt van de gegevens van Royal HaskoningDHV (2012), de verontreinigingen van de provincie Gelderland zijn geactualiseerd
- Bedrijven milieucategorie: Het aantal bedrijven met een hoge milieucategorie binnen de 25-jaarszone is gesommeerd. De meest actuele gegevens zijn gehaald uit de gebiedsdossiers van de verschillende provincies
- Bodem energie systemen (WKO's): Het aantal open WKO-systemen binnen de 25-jaarszone is gesommeerd. De meest actuele gegevens zijn opgevraagd bij provincie Utrecht en Gelderland

Bij de winning Eemdijk zijn geen objecten/activiteiten aanwezig. In het gebiedsdossier van de winning Eemdijk is geen sprake van bedrijven van bepaalde milieucategorie binnen de 25-jaarszone.

Totaal beoordeling beschermbaarheid

De risico's met betrekking tot de beschermbaarheid van de winalternatieven op basis van het areaal landgebruik en het aantal risicovolle objecten/activiteiten zijn beperkt.