

Projectevaluatie Emmertochtsloot

In opdracht van:
Waterschap Drents Overijsselse Delta



Bachelor eindopdracht Civiele Techniek – Universiteit Twente

P.A. Reichart – s1356453

Plaats:	Zwolle
Inleverdatum:	16-2-2017
Versie:	Eindverslag

Projectevaluatie ‘Waterconserveringsplan Emmertochtsloot’

Bachelor eindopdracht Civiele Techniek – Universiteit Twente

Auteur: Dédé Reichart - s1356453

Opdrachtgever: Waterschap Drents Overijsselse Delta

Begeleider UT: Michiel Pezij, MSc
Begeleider WDOD: Marloes ter Haar, MSc

Plaats: Zwolle
Instantie: Waterschap Drents Overijsselse Delta

Inleverdatum: 16-2-2017
Versie: 1.1

SAMENVATTING

In de jaren 1999 en 2000 is het Waterconserveringsplan Emmertochtsloot, in samenwerking met Landschap Overijssel, door Waterschap Groot Salland uitgevoerd. De Emmertochtsloot is één van de Kaderrichtlijn Water (KRW) oppervlaktewaterlichamen in het beheer van het waterschap. Het waterlichaam ontsprong oorspronkelijk bij het dorpje Hoonhorst en stroomt langs verschillende landgoederen richting het noordwesten waar de Emmertochtsloot bij Zwolle uitmond in de (Nieuwe-) Vecht.

Eind jaren zeventig werd ernstige verdroging geconstateerd op één van de landgoederen rondom de Emmertochtsloot. Wegens het verhogen van de afvoercapaciteit om wateronttrekking ten behoeve van de landbouw efficiënter te maken daalde de grondwaterstand in omliggende gebieden. Om verdere verdroging en achteruitgang van het bos en de overige natuur tegen te gaan werd het project Waterconserveringsplan Emmertochtsloot opgezet.

Op dit moment heeft het beherende waterschap (inmiddels na fusie Waterschap Drents Overijsselse Delta) de mogelijkheid om Vechtwater in te laten via een gemaal ten zuiden van Dalfsen. Gedurende het project zijn verschillende maatregelen getroffen om samen met deze wateraanvoer de waterhuishouding in het plangebied en met name in het natuurontwikkelingsgebied de Emmer Hooilanden aanzienlijk te verbeteren (Waterschap Groot Salland, 2009). Via grondwater-gestuurd conserverend peilbeheer moest de grondwaterstand worden verhoogd om zo de verdroging tegen te gaan.

Er is na uitvoering van het project nog niet hydrologisch geëvalueerd en bekeken of de grondwaterstand daadwerkelijk is gestegen. Wel is er onderzoek gedaan naar de waterkwaliteit omdat het water uit de Vecht een lagere kwaliteit heeft dan het gebiedseigen-water.

Aan de hand van verschillende gegevens, peilbuizen en meetpunten met betrekking tot het neerslagoverschot, grond- en oppervlaktewaterstand is data verzameld over verschillende tijdsreeksen. Zo zijn van 1993 t/m 1998 en van 2001 t/m 2006 de gegevens verzameld van neerslag, verdamping, grond- en oppervlaktewaterstand. Gedurende de uitvoering van het project (in 1999 en 2000) waren de meetwaarden onbruikbaar voor evaluatie. Het is voorafgaand aan dit onderzoek onduidelijk of er voldoende data beschikbaar zijn. Daarnaast is er geen concrete evaluatiemethode die het waterschap gebruikt.

Voor vier verschillende peilbuizen en drie oppervlaktemeetpunten zijn resultaten en gebiedsparameters onderzocht. Na analyse en uitwerking blijkt dat de grondwaterstand op het verdroogde landgoed flink is gestegen. De gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) is hier met meer dan 30 cm gestegen. Daarnaast is de grondwaterstand vele male constanter geworden omdat deze door het gemaal niet meer alleen afhankelijk is van neerslag en kwelwater. De veranderingen in grondwaterstand worden voornamelijk bepaald door het peilbeheer. Het oppervlaktewaterpeil wordt, zo laten de resultaten zien, strak binnen de streefpeilen gehouden waardoor de grondwaterstand ook consequent kan worden gewaarborgd.

Het uiteindelijke hoofddoel: het verbeteren van de waterhuishouding, in het projectgebied is dus behaald. De mate waarmee is echter niet geheel duidelijk omdat er geen definitieve en kwantitatief onderbouwde projectplannen (meer) beschikbaar zijn. De voorafgaand beoogde verhoging is daarmee onduidelijk. Daarnaast zijn er voor een kleinschalige evaluatie amper voldoende data beschikbaar. Van de grote hoeveelheid peilbuizen en meetpunten voor grond- en oppervlaktewaterstand zijn uiteindelijk maar weinig data bruikbaar. De meeste meetpunten zijn achteraf geplaatst waardoor er geen uitgebreidere vergelijking kan worden gemaakt met de nul-situatie.

Na ruim vier jaar Bachelor-student te zijn geweest aan Universiteit Twente is het hoog tijd voor de afronding van deze fase. Voor u ligt dan ook de eindrapportage van het uitgevoerde onderzoek bij Waterschap Drents Overijsselse Delta.

De bachelor Civiele Techniek is breed georiënteerd op voornamelijk de drie verschillende civiele takken 'verkeer, water en bouw'. Na de keuze voor de vakgroep water viel al snel de keuze op een waterschap: een organisatie met een belangrijke en maatschappelijke taak maar waarvan weinig buitenstaanders kennis hebben. Zeker een interessante plek voor mij om onderzoek uit te voeren! Wegens de fusie tussen de twee waterschappen 'Groot Salland' en 'Reest en Wieden' sprak Waterschap Drents Overijsselse Delta mij het meest aan van de bereikbare waterschappen vanuit Enschede. Binnen een organisatie verandert na een fusie veel waardoor dit mij een interessant waterschap leek.

Na een gesprek met Marloes ter Haar, afgestudeerd aan de Universiteit Twente en inmiddels werkzaam als hydrologisch onderzoeker bij WDODelta, werd de opdracht gevormd. Met als subdoel om een concrete evaluatiemethodiek voor toekomstprojecten op te stellen moest een ruim 15 jaar oud project worden geëvalueerd op hydrologisch gebied. Aan de hand van verschillende vraagstukken, wegens het nog niet structureel vormen van project- en monitoringsplannen inclusief uiteindelijke evaluaties, heb ik dit met veel plezier mogen uitvoeren. Binnen de prettige werksfeer en –omgeving en het team onderzoek met leuke collega's heb ik een hoop geleerd van de organisatie. Het bijwonen van verschillende vergaderingen, overleggen maar ook excursies en uitjes hebben zeker een bijzondere kijk binnen de organisatie en indrukwekkende ervaring geboden.

Graag wil ik dan ook Marloes ter Haar, haar collega's en het Waterschap als organisatie bedanken voor het bijdragen aan deze leerzame en bijzondere ervaring. Daarnaast wil ik ook Michiel Pezij als begeleider vanuit de universiteit bedanken voor zijn tijd, heldere communicatie en daarmee goede en gestructureerde begeleiding!

Dédé Reichart



Figuur 0-1 Excursie met hydrologische en ecologische onderzoekers, Team Onderzoek-WDOD - 13 december 2016

INHOUDSOPGAVE

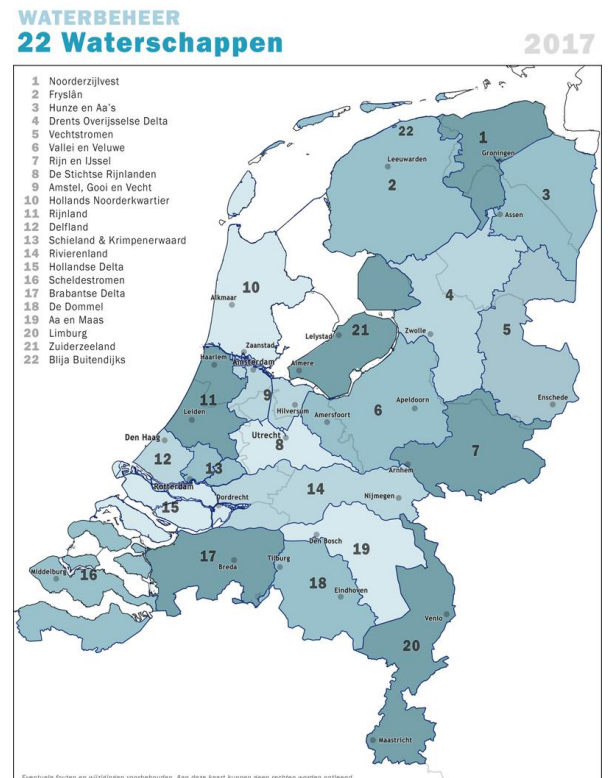
1. INLEIDING ONDERZOEK	8
1.1. PROBLEEMSTELLING	10
1.2. DOEL	10
1.3. ONDERZOEKSVRAGEN.....	10
1.4. LEESWIJZER	10
2. STUDIEGEBIED	11
2.1. EIGENSCHAPPEN	11
2.2. AANLEIDING EN DOELSTELLING PROJECT EMMERTOCHTSLOOT	13
2.3. GETROFFEN MAATREGELEN	15
3. DATA ANALYSE.....	16
3.1. BENODIGDE DATA.....	16
3.2. DATABRONNEN EN GEBRUIKTE MEETPUNTEN.....	17
3.3. SAMENVATTING AANNAMEN.....	18
3.4. VERWACHTING SAMENHANG	19
3.5. KWALITEIT EN BESCHIKBAARHEID DATA	19
4. EFFECTENBEPALING EN EVALUATIE	20
4.1. NEERSLAGOVERSCHOT	20
4.2. WATERINLAAT GEMAAL DEN BERG	21
4.3. EVALUATIE GRONDWATERSTAND	22
4.4. EVALUATIE OPPERVLAKTEWATERSTAND	34
5. DISCUSSIE.....	37
5.1. PROJECTPLAN EN OPGESTELDE DOELEN	37
5.2. DATA: RESULTATEN EN MONITORING	37
6. CONCLUSIE.....	38
6.1. CONCLUSIE	38
6.2. AANBEVELINGEN.....	39
<u>RICHTLIJN AANPAK TOEKOMSTPROJECTEN, -ONDERZOEKEN EN EVALUATIES.....</u>	40
<u>BIBLIOGRAFIE</u>	43

BIJLAGEN	44
ANNEX 1 GEOMORFOLOGISCHE KAART	44
ANNEX 2 HOOGTEKAART STUDIEGEBIED	45
ANNEX 3 MEETPUNTEN GRONDWATERSTAND.....	46
ANNEX 4 MEETPUNTEN OPPERVLAKTEWATERSTAND.....	47
ANNEX 5 MEETPUNTEN GROND- EN OPPERVLAKTEWATERSTAND.....	48
ANNEX 6 PEILVAKKEN STUDIEGEBIED.....	49
ANNEX 7 NEERSLAGGEGEVENS	50
ANNEX 8 STAPSGEWIJZE METHODE DATA	51
ANNEX 9 DEBIETEN GEMAAL DEN BERG	52
ANNEX 10 GRAFIEKEN DEBIETEN GEMAAL EN NEERSLAGOVERSCHOT	53
ANNEX 11 RESULTATEN GRONDWATERSTAND.....	54
ANNEX 12 GEMIDDELDE GRONDWATERSTANDEN	62
ANNEX 13 GRONDWATERSTAND EN NEERSLAGOVERSCHOT	64
ANNEX 14 SYSTEMATISCHE WEERGAVE PROJECTCYCLUS EN EVALUATIEMETHODE	66

1. INLEIDING ONDERZOEK

In Nederland zijn momenteel 22 waterschappen actief (zie Figuur 1-1). Een waterschap is een overheidsinstantie die binnen een bepaalde regio verantwoordelijk is voor het watersysteem-beheer en voor het waterzuiveringsbeheer. Watersysteembeheer houdt in: het reguleren, controleren en bijhouden van de waterkwantiteit, waterkeringen en waterkwaliteit. Onder het waterzuiveringsbeheer valt het zuiveren van afvalwater met rioolwaterzuiveringsinstallaties (RWZI's) (Rijksoverheid, 2015). Daarom voert een waterschap verschillende (dagelijkse) werkzaamheden, projecten en diverse controles uit om zo bovenstaande kerntaken en verantwoordelijkheden te kunnen waarborgen.

Vroeger, in het jaar 1850 bestonden er nog 3500 verschillende waterschappen. Vanwege een verduidelijking van taken en verantwoordelijkheden van een waterschap en verschillende fusies is dit aantal sterk afgenomen tot 22 in 2017 (Overheid.nl, 2017).



Figuur 1-1 Waterschappen op 1 januari 2017
(Wikipedia, 2017)



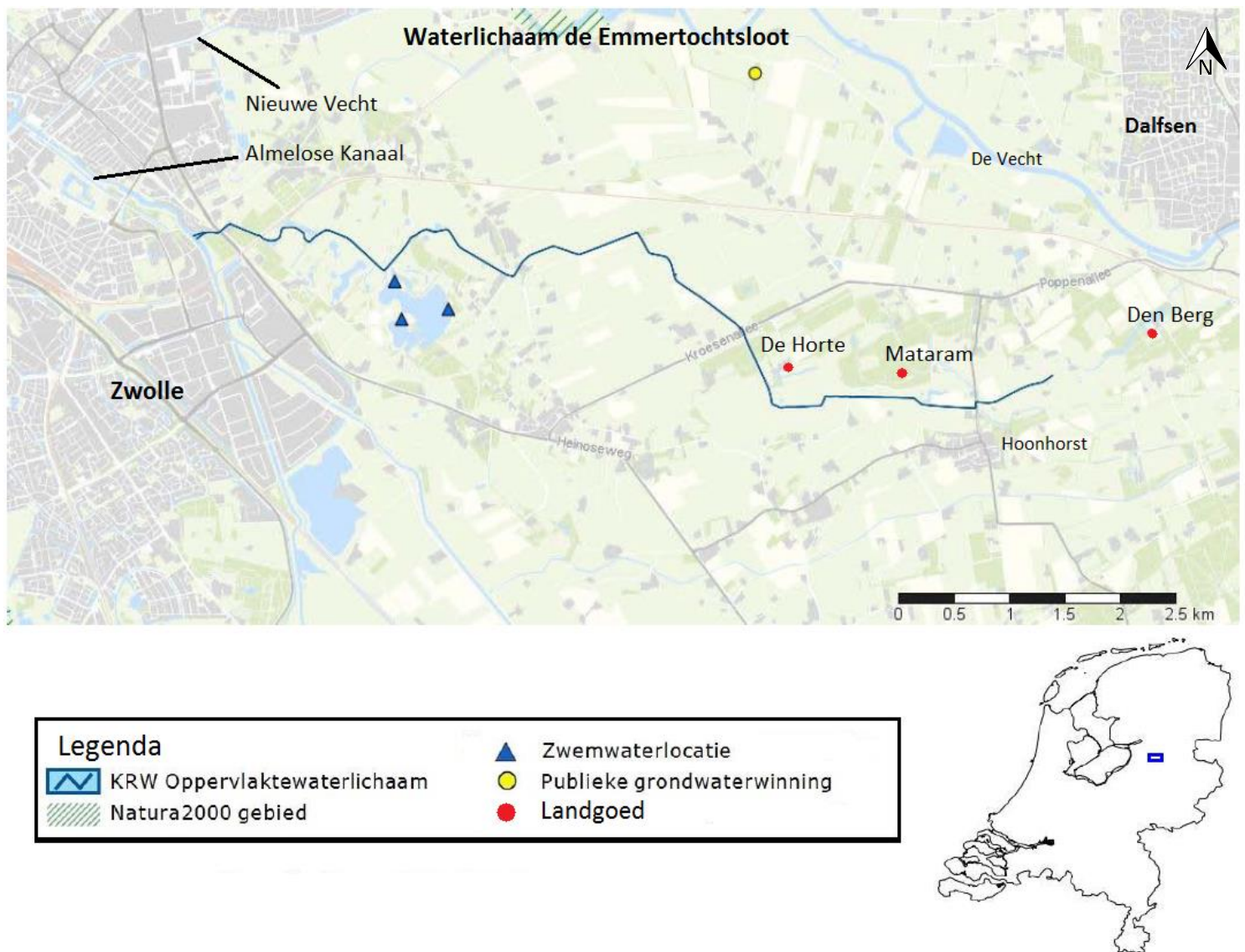
Figuur 1-2 Gebiedskaart WDO (WDO Delta, 2016)

Per 1 januari 2016 zijn ook Waterschap Groot Salland (afgekort WGS) en Waterschap Reest en Wieden gefuseerd tot Waterschap Drents Overijsselse Delta (afgekort WDO Delta). In Figuur 1-2 is het gebied waarvoor WDO Delta verantwoordelijk is weergegeven.

Het beheergebied bestaat in totaal 257.500 ha. met circa 580.000 inwoners en bevat onder andere (WDO Delta, 2016):

- 22 gemeenten
- 7045 kilometer aan watergangen
- 872 kilometer waterkeringen
- 16 RWZI's
- 341 gemalen
- 1892 stuwen

Het voormalig WGS heeft in de periode van 1999 tot 2001 in samenwerking met Landschap Overijssel het project Waterconserveringsplan Emmertochtsloot uitgevoerd. De Emmertochtsloot is een voormalige zijarm van rivier de Vecht, die ten zuiden van Dalfsen richting het noordwesten stroomt. Het is één van de waterlichamen die werd beheerd door het voormalig WGS. Het waterlichaam de Emmertochtsloot (Figuur 1-3) is een relatief kleine beek (voormalig winterdebiet van 0,06 m³/sec en minimaal tot geen zomerdebiet (Jochem & Kiers, 1994)) die ontspringt in de buurt van Hoonhorst en vervolgens langs de landgoederen Mataram en De Horte richting Zwolle stroomt. Uiteindelijk mondt de Emmertochtsloot via het Almelose Kanaal uit in de (Nieuwe-) Vecht.



Figuur 1-3 Waterlichaam de 'Emmertochtsloot' en directe omgeving (Waterschap Drents Overijsselse Delta, 2015)

1.1. Probleemstelling

Na de fusie op 1 januari 2016 is binnen Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDODelta) een nieuwe afdeling 'Onderzoek en Advies' opgericht met als doel om evaluaties en onderzoeken naar uitgevoerde projecten en bijbehorende maatregelen uit te voeren. Er wordt binnen deze afdeling echter geen concrete evaluatiemethode toegepast op projecten. Zo is het in 1999 opgezette en uitgevoerde project Waterconserveringsplan Emmertochtsloot alleen ecologisch geëvalueerd door waterschap Groot Salland. Deze evaluatie heeft voornamelijk betrekking op de waterkwaliteit binnen het projectgebied en de omliggende oevers en natuur. Er is oorspronkelijk afgesproken om in 2004 een hydrologische evaluatie uit te voeren naar de daadwerkelijke effecten op grondwaterstand en oppervlaktewaterstand van de getroffen maatregelen tussen 1999 en 2001, dit is echter nooit gedaan. (Nijboer, 2004)

1.2. Doel

Het hoofddoel van dit onderzoek is om een hydrologische evaluatie van het project Waterconserveringsplan Emmertochtsloot uit te voeren. Met behulp van deze projectevaluatie kan kritisch worden gekeken naar de opgestelde doelen van toen om vervolgens de gebruikte methode toepasbaar te maken voor vervolgprojecten en bijbehorende evaluaties. Onderstaande deelvragen ondersteunen het hoofddoel en beantwoorden de hoofdvraag.

1.3. Onderzoeksvragen

In welke mate zijn met de projectmaatregelen, behorende tot het Waterconserveringsplan Emmertochtsloot, de in 1999 beoogde projectdoelen met betrekking tot grondwaterstand behaald en op welke manier is de gebruikte evaluatiemethode toepasbaar op toekomstige projecten?

Deelvraag 1: Waarom is het Waterconserveringsplan Emmertochtsloot uitgevoerd?

Deelvraag 2: Welke maatregelen zijn er toegepast in het project Waterconserveringsplan Emmertochtsloot?

Deelvraag 3: Wat zijn de effecten van toegepaste maatregelen op de grond- en oppervlaktewaterstand?

Deelvraag 4: Zijn de projectdoelen in beginsel duidelijk geformuleerd, is er juist gemonitord en kan hiermee concreet worden geëvalueerd?

Deelvraag 5: Kan er op basis van de evaluatie van het project Emmertochtsloot een evaluatiemethode worden opgesteld die bruikbaar is voor toekomstige projectevaluaties?

1.4. Leeswijzer

- Hoofdstuk 2 omschrijft een gebiedsanalyse. Daardoor worden meer eigenschappen van het studiegebied duidelijk. Vervolgens wordt de aanleiding van het uitgevoerde project (deelvraag 1) en worden de getroffen maatregelen omschreven (deelvraag 2).
- Hoofdstuk 3 omschrijft de methode voor de data-analyse.
- In hoofdstuk 4 wordt de data geanalyseerd, waarvan de resultaten worden gepresenteerd en geëvalueerd (deelvraag 3).
- In hoofdstuk 5 wordt vervolgens het projectplan, de monitoring en de analyse en bijbehorende evaluatie ter discussie gesteld om vervolgens in hoofdstuk 6 tot conclusies en aanbevelingen te komen (deelvraag 4).
- Tot slot omschrijft het laatste hoofdstuk de gebruikte evaluatiemethodiek en gevonden conclusies gezamenlijk als richtlijnen voor de aanpak van toekomstprojecten. (deelvraag 5)

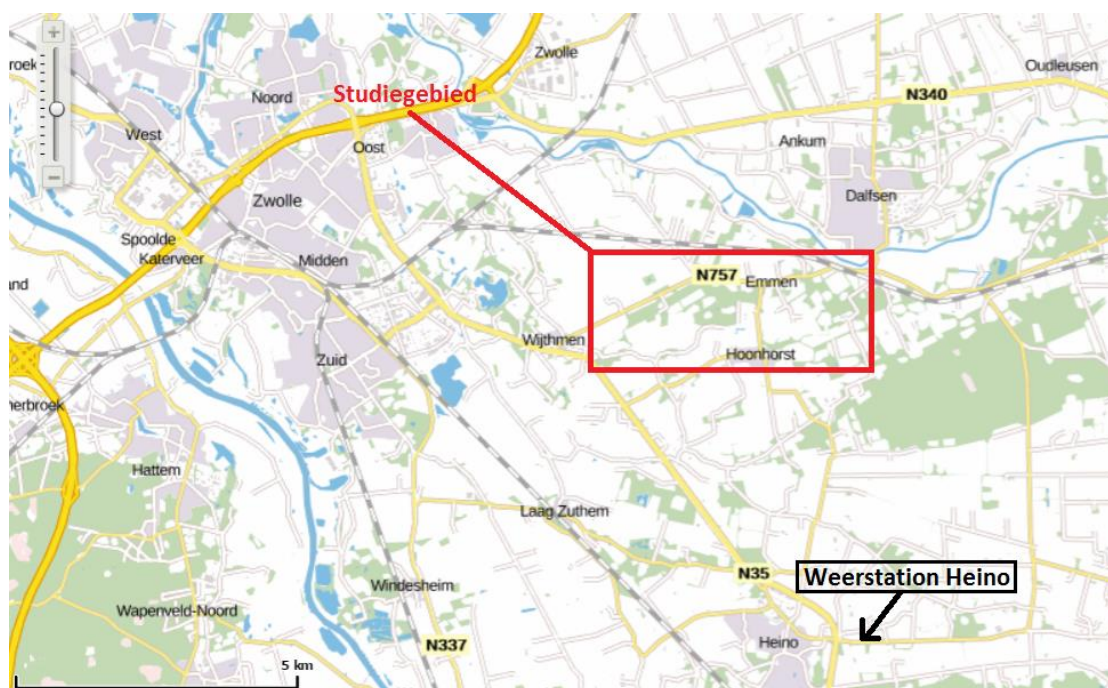
2. STUDIEGEBIED

Dit hoofdstuk omvat een samenvatting van verschillende eerder uitgevoerde studies met betrekking tot de analyse van het studiegebied. Waterschap Bezuiden de Vecht (operationeel nog voor het ontstaan van Waterschap Groot Salland) heeft, samen met Waterleiding Maatschappij Overijssel, in 1994 al een uitgebreide gebiedsomschrijving laten uitvoeren. In dit rapport 'De Emmertochtsloot' (Jochem & Kiers, 1994) zit een analyse van zowel geologische als hydrologische aspecten. Daarnaast is er in dit rapport informatie beschikbaar over de bodemtypen en grondwaterstandtrajecten.

2.1. Eigenschappen

Geschiedenis en ligging

Het studiegebied ligt ten oosten van Zwolle, ten zuidwesten van Dalfsen en ten zuiden van de Vecht (zie Figuur 2-1 en Figuur 2-2). Het oppervlakte van het studiegebied beslaat ongeveer 10 km² en wordt gekenmerkt als een beekdal-landschap. Vanwege het voormalig verloop van de Vechtarm bestaat het bodemtype uit rivierklei en zandige vaaggronden (Waterschap Groot Salland, 2009). In geulen en laagten werden veen- en kleigronden gevormd. Onder andere de kleigronden bij Den Berg en de kleidekken op de lager gelegen gronden bij De Horte behoren tot deze afzetting. Het gebied stond voor bedijking van de Vecht sterk onder invloed van het Vechtwater. Het dekzandlandschap werd deels geërodeerd door de wind terwijl door de Regge en de Vecht later sediment werd afgezet in het dal. Voornamelijk in het Holoceen werd de huidige geomorfologische bodemsamenstelling (zie Annex 1) van het studiegebied en het reliëf van het landschap gevormd.



Figuur 2-1 Overzicht ligging studiegebied (Dinoloket, 2016)

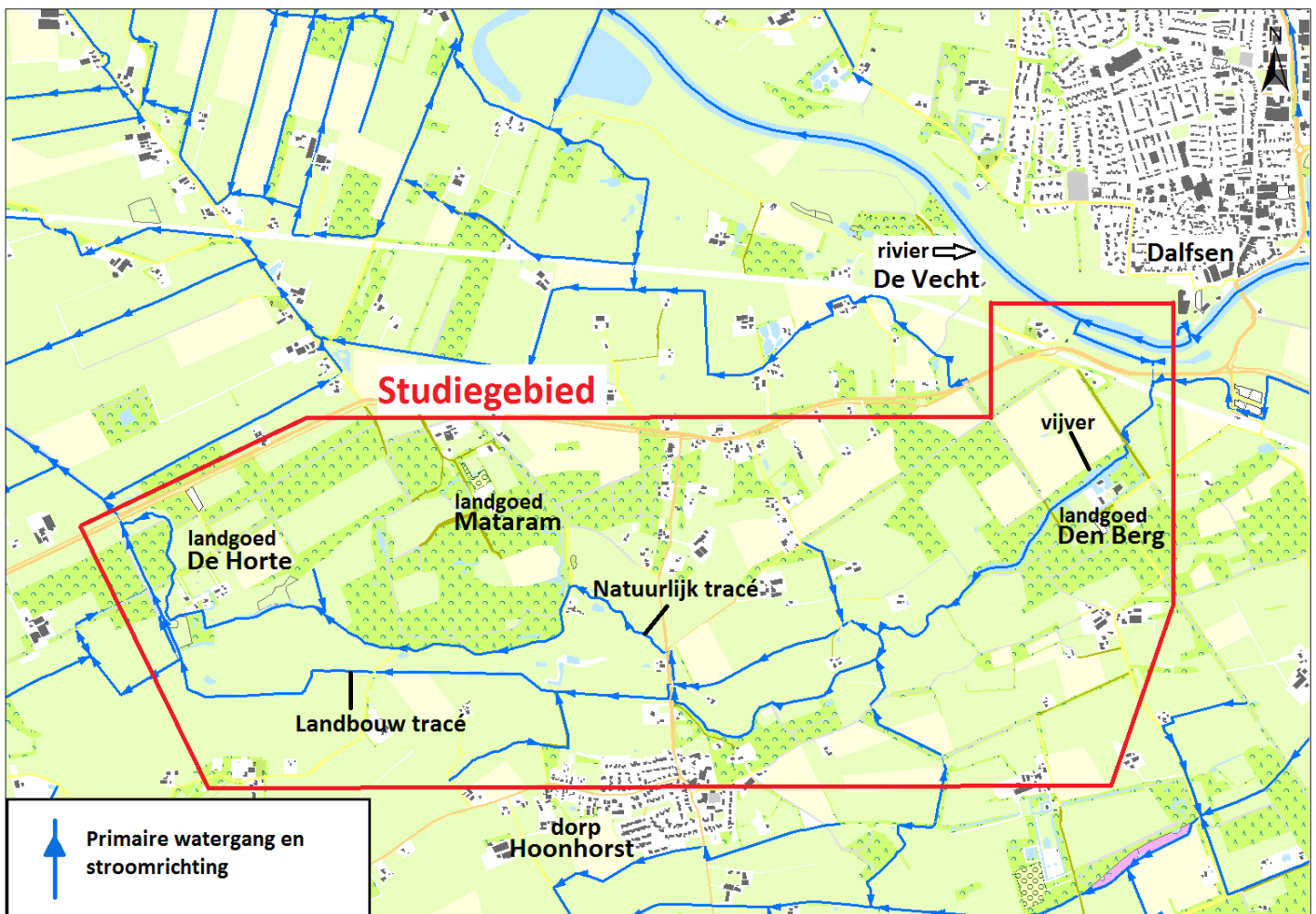
Het gebied wordt geleidelijk van oost naar west lager. De dekzandruggen in het oostelijk deel van het studiegebied veroorzaken meer hoogte verschillen dan in het westelijk deel (zie Annex 2 voor kaart hoogteligging). De maaiveldhoogte varieert van circa 4 m +NAP bij de inlaat in Dalfsen tot circa 1 m +NAP in het westen. Tevens varieert de grondwaterstand binnen het gebied sterk van hoog: grondwatertrap II (GT II) met een gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) 50-80 cm onder maaiveld, tot zeer laag: Gt VII met een gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) 80-120 cm onder maaiveld en GLG >120 cm onder maaiveld (Vries, Groot, Hoogland, & Denneboom, 2003). De indeling van het landschap in het studiegebied is sterk wisselend. De drie landgoederen (Figuur 2-2) bestaan voornamelijk uit bosrijk gebied. Daarnaast zijn er akkers, weilanden en bijbehorende boerderijen te vinden.

De middeleeuwse dijk tussen station Dalfsen en landgoed Den Berg had waarschijnlijk een overlaat functie vanuit de Vecht (Jochem & Kiers, 1994). In de zomer werd het Vechtwater buiten het studiegebied gehouden zodat er gehooit kon worden. Hier komt ook de naam 'Emmer Hooilanden' vandaan. De vijver bij Den Berg (zie Figuur 2-2) bestaat nog gedeeltelijk uit de natuurlijke loop waar in de winter het Vechtwater het gebied in stroomde. De invloed van de Vecht was door toegenomen bedijking in 1840 geminimaliseerd (Jochem & Kiers, 1994). De oorspronkelijke wateraanvoer van de Emmertochtsloot kwam, na aanleg van deze bedijking, alleen vanuit (ondiep) grondwater (regionale kwel) en regenwater.

De Emmertochtsloot heeft van oorsprong, evenals rivier de Vecht en omliggende watergangen, een afwaterende functie. De Emmertochtsloot onttrekt water uit een gebied van ongeveer 579 hectare. Vanwege enkel de wateraanvoer vanuit regionale kwel en neerslag viel de Emmertochtsloot na 1840 in de zomer soms gedeeltelijk droog.

In 1972 is de Emmertochtsloot vergroot om effectievere ontwatering te kunnen realiseren ten behoeve van de landbouwgronden (aangrenzend in het zuiden aan de landgoederen) (Jochem & Kiers, 1994). Het tracé is genormaliseerd en er zijn verschillende stuwen/kunstwerken geplaatst voor het peilbeheer. Hierdoor zijn veel variaties in milieuomstandigheden verloren gegaan en heeft De Emmertochtsloot zijn natuurlijke karakter (kronkelend tracé), verloren (zie Figuur 2-2).

In onderstaand figuur is het huidige verloop van de Emmertochtsloot te zien binnen de lijnen van het studiegebied. Alleen het landbouwtracé behoort tot het KRW-waterlichaam (Figuur 1-3).



Figuur 2-2 Overzicht studiegebied (ArcGIS WDOD 2017)

2.2. Aanleiding en doelstelling project Emmertochtsloot

Het waterschap heeft als taak om voor zowel natuur- als landbouwgebied een gunstige waterhuishouding te creëren. Echter vindt er op veel plaatsen in Nederland verdroging plaats. Dit heeft nadelige gevolgen voor veel natuurgebieden.

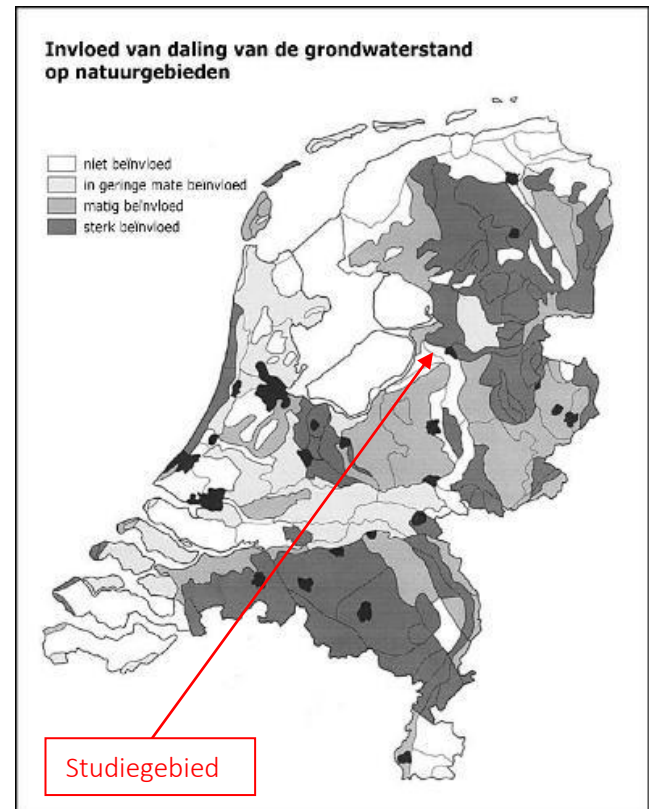
Verdroging

Nederland is in de afgelopen 50 jaar een stuk droger geworden. Dit heeft een daling van de grondwaterstand tot gevolg, waardoor er minder water beschikbaar is voor natuur (Rijksoverheid, 2003). In de 4^e Nota Waterhuishouding (Nederlandse Overheid, 1998) wordt droogte als volgt gedefinieerd:

‘Een gebied wordt als verdroogd aangemerkt als aan dat gebied een natuurfunctie is toegekend en de grondwaterstand in het gebied onvoldoende hoog is dan wel de kwel (water dat omhoog komt) onvoldoende sterk om bescherming van de karakteristieke grondwaterafhankelijke ecologische waarden, waarop functietoekenning is gebaseerd, in dat gebied te garanderen. Een gebied met een natuurfunctie wordt ook als verdroogd aangemerkt als ter compensatie van een te lage grondwaterstand water van onvoldoende kwaliteit moet worden aangevoerd.’

Voorheen natte natuurgebieden ondervinden verdroging door verschillende oorzaken (Rijksoverheid, 2003):

1. De ontwatering en versnelde drainage voor landbouwgronden (ca. 60%).
2. Grondwateronttrekking voor industrie en drinkwater (ca. 30%).
3. Overige oorzaken: toename verhard oppervlak, bebossing en zandwinning (ca. 10%).
4. Verdroging vanwege nutriëntentekort: Het wegvallen van de winterse inundatie (onder water staan gedurende nat seizoen) wegens bedijking (Ontwikkeling + Beheer Natuurkwaliteit, 2009).



Figuur 2-3 Invloed daling grondwaterstand natuur Nederland (Natuurkennis, 2009)

In Figuur 2-3 is te zien dat het studiegebied een ‘matig’ tot ‘zeer sterke’ invloed ondervindt wanneer de grondwaterstand daalt. Dit komt voort uit het type begroeiing en soort natuur wat op een bepaalde mate veranderingen ondervindt en zich hier niet op kan aanpassen.

Oorzaak 1 is voornamelijk van toepassing op de landgoederenzone rond de Emmertochtsloot. Zoals omschreven bij de gebiedsanalyse heeft de Emmertochtsloot een afwaterende werking. Na de uitgevoerde verbreding in 1972 is de ontwaterende functie vergroot. Door de geplaatste stuwen (eveneens in 1972) werd later geprobeerd met peilbeheer grondwaterstanden voor optimale groei van verschillende teelten en vegetatietypen te creëren (Jochem & Kiers, 1994). De grondwaterstand in het studiegebied was echter dusdanig ver gezakt dat het grondwaterpeil vaak onder het stuwpeil staat waardoor in de zomer het water in het gebied niet meer stroomt. Eind jaren zeventig werd dan ook ernstige verdroging geconstateerd in het studiegebied, vooral op de landgoederenzone ten noorden van de Emmertochtsloot.

In Tabel 1 staan de verschillende grondwatertrappen met bijbehorende eigenschappen.

Grondwatertrap (cm-mw)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Gemiddeld hoogste grondwaterstand in cm. beneden maaiveld	< 40	< 40	< 40	> 40	< 40	40 – 80	80 - 140	> 140
Gemiddeld laagste grondwaterstand in cm. beneden maaiveld	< 50	50 – 80	80 – 120	80 – 120	> 120	> 120	> 120	> 160

Tabel 1 Grondwatertrappen (Natuurkennis , 2000)

Binnen het studiegebied bleek dat op sommige plekken de grondwaterstand flink was gedaald. Voornamelijk landgoed De Horte ondervond ernstige verdroging. Hier was de grondwatertrap-klasse 1 tot 2 trappen gestegen (Dijk, 2012).

Landgoed De Horte

Op landgoed 'De Horte' bleek de grootste verdrogings schade op te treden. Op dit landgoed bevinden zich bossen, weidegronden, een landhuis en twee boerderijen. Voordat het gebied geschikt werd gemaakt voor landbouw was dit een zeer nat gebied. Bos groeide op rabatten zodat deze vrij waren van de natte grond (Figuur 2-4). Na de effectievere ontwatering stonden de bossen ineens ver boven het waterpeil waardoor voornamelijk de eiken, maar ook verschillende andere planten en dieren verdwenen. (Monster, 2003)



Figuur 2-4 Rabatten (Wikipedia, 2015)

Ter voorkoming van verdere verdroging en achteruitgang van de natuur is door Landschap Overijssel opdracht gegeven een project uit te voeren. Waterschap Groot Salland startte daarom in de jaren negentig dit project om de Emmertochtsloot weer te verbinden met de Vecht.

Doelstellingen project

Hoofddoel van het project is om door wateraanvoer vanuit de Vecht en peilverhoging in de Emmertochtsloot, de waterhuishouding in het plangebied en met name in het natuurontwikkelingsgebied "Emmer Hooilanden" aanzienlijk te verbeteren (Waterschap Groot Salland, 2009).

Subdoelen zijn:

- Herstellen Emmertochtsloot tussen Den Berg en Zwarte weg en op de Horte;
- Watervoerendheid van de grachten van Den Berg, Mataram en De Horte verbeteren;
- Verbeteren waterkwaliteit in gebied Den Berg – De Horte;
- Scheiding van gebiedsvreemd en gebiedseigen water;
- Grondwater-gestuurd conserverend peilbeheer;
- Optimalisatie van waterhuishouding in landbouwgebied;
- Inrichting natuurvriendelijke oevers;
- Realiseren deel van ecologische verbindingszone tussen Vechtdal en IJsseldal;
- Inrichten en beheren van Emmer Hooilanden met als hoofdfunctie natuur.

(Bron: Waterschap Groot Salland, 2009)

2.3. Getroffen maatregelen

Om de projectdoelstelling te behalen zijn verschillende maatregelen getroffen. Vanaf 1999-2001 zijn grofweg de volgende maatregelen toegepast (Nijboer, 2004):

- Natuur-technische inrichting van een paar tracés langs de Emmertochtsloot;
- Graven van nevengeulen;
- Plaatsen van stuwen;
- Aanleg nieuwe watergangen;
- Scheiding winter- en zomerwater;
- Opzetten winter- en zomerpeil;
- Aanpassen maaiveldhoogten (ophogen van percelen);
- Bouw van gemaal; (bij Dalfsen);
- Aanleg bufferstroken langs natuurvriendelijke oevers;
- Aanpassing slotenpatroon (aanpassen bestaande watergang / graven nieuwe watergang);
- Opstellen inrichting- en beheersplan.

Veel maatregelen zijn van toepassing voor het verbeteren van de ecologie. Voor hydrologische effecten is voornamelijk de waterinlaat van belang. Hiermee kan water in en uit het gebied gelaten worden om zo belangen voor natuur en landbouw in evenwicht te brengen en peilbeheer te vereenvoudigen. De extra watergangen die zijn gerealiseerd hebben als doel om de waterafvoer in de landbouwgebieden goed te laten verlopen zodat de landbouw niet wordt benadeeld.

Waterinlaat

Vanaf een gemaal ten westen van de brug bij Dalfsen loopt sinds 2000 een sloot via landgoed Den Berg richting de Emmertochtsloot. Het water stroomt vanuit de Vecht via de grachten van Den Berg en via de oorspronkelijke route langs de landgoederen Mataram en De Horte, waarna het water het studiegebied weer verlaat.

Om de kwaliteit van het voedselrijke Vechtwater te verbeteren en te hoge concentraties microverontreinigingen te voorkomen is een voorbezinkplas (zie Figuur 2-5) aangelegd waar het inlaatwater via oeverfiltratie in terechtkomt. Vanuit deze plas wordt het water door gemaal Den Berg opgepompt richting de aanvoerwatergang van het plan Emmertochtsloot.



Figuur 2-5 Waterinlaat gemaal Den Berg

Opzetten winter- en zomerpeilen

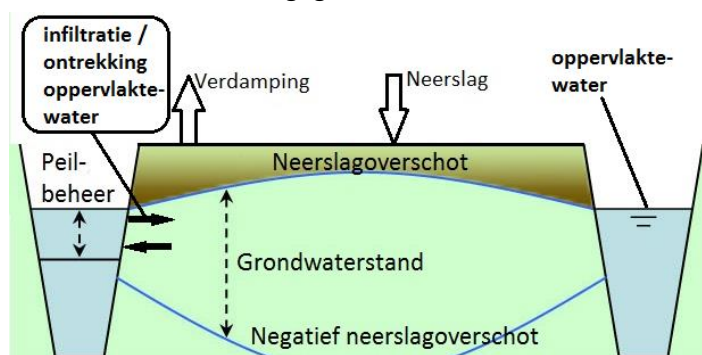
Door het opzetten van de winter- en zomerpeilen in het Emmertochtslootgebied, aangevuld met handhaving van peilen in de benedenloop van de Marswetering en opzetten van de peilen in het plangebied Vechterweerd, is het mogelijk een belangrijke grondwaterstandverhoging te behalen in het voorjaar (relatie peilen en grondwaterstand wordt uitgelegd in hoofdstuk 3.1). Deze verhoging zal waarschijnlijk positieve invloeden hebben op de grondwaterafhankelijke vegetatie en op de hoger gelegen bossen op landgoed De Horte. Wanneer de hoge grondwaterstanden ook doorgevoerd worden op landgoed Mataram zal dit een negatief effect hebben op de lager gelegen bestaande bospercelen. Op landgoed Mataram wordt het grondwaterpeil daarom kunstmatig op het oorspronkelijke niveau gehandhaafd door middel van onderbemaling. (Waterschap Groot Salland, 2009)

3. DATA ANALYSE

Om een effectenbepaling en evaluatie te kunnen schrijven is het van belang data te verzamelen van zowel voor als na het project. Onderstaand hoofdstuk geeft inzicht in hoe deze data zijn verkregen en met welke methode de data worden verwerkt.

3.1. Benodigde data

Voor de evaluatie zijn verschillende meetgegevens van belang: neerslag- en verdampingsgegevens, debieten van het gemaal bij Dalfsen en grond- en oppervlaktewaterstanden. Grondwater wordt gevoed vanuit neerslag en oppervlaktewater en onttrokken door verdamping en afwateringssystemen (eveneens oppervlaktewater). Wanneer er neerslag valt stroomt dit deels af naar oppervlaktewater of afwateringssystemen. De overige neerslag infiltreert of verdampt (Deltares; W. Borren; M.F.P. Bierkens; L. van Vliet, 2011). Wanneer er een neerslagoverschot is zal er water worden toegevoegd aan het grondwater en het grondwaterpeil (tijdelijk) stijgen. Respectievelijk verdwijnt er grondwater wanneer er meer verdampt. Via oppervlaktewater kan eveneens water worden onttrokken of infiltreren. Met behulp van oppervlaktewaterstanden kan de grondwaterstand dan ook deels worden gestuurd. In Figuur 3-1 wordt de relatie weergegeven.

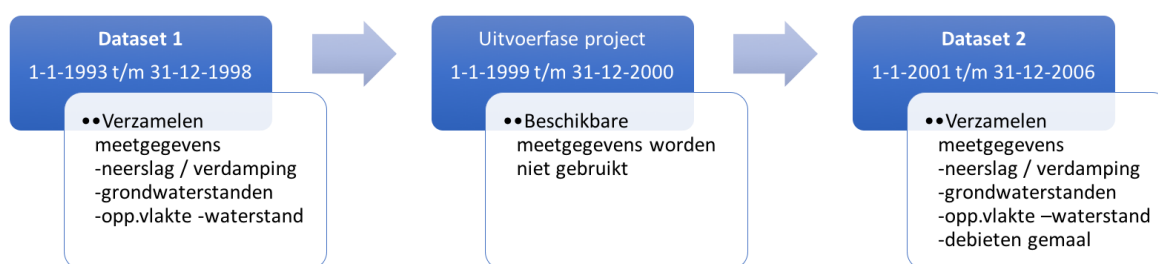


Figuur 3-1 Overzicht relatie grondwaterstand - oppervlaktewaterstand (Deltares 2011)

Binnen het studiegebied (Figuur 2-2) liggen verschillende meetpunten voor zowel oppervlaktewaterstanden als grondwaterstanden. In Annex 3 t/m 5 worden alle beschikbare meetpunten voor zowel grond- als oppervlaktewaterstand weergegeven. Meetpunten met betrekking tot grondwaterstanden buiten een straal van 500 meter rondom de Emmertochtsloot worden uitgesloten. Hierbuiten heeft het oppervlaktewaterpeil uit de Emmertochtsloot namelijk weinig invloed meer op de grondwaterstand.

Tijdreeksen

Het project is uitgevoerd tussen 1999 en 2001. Vanaf 2001 heeft het waterschap de mogelijkheid water in het projectgebied te pompen vanuit de Vecht. In de tijdsperiode van de uitvoering van het project zijn meetgegevens niet bruikbaar voor de evaluatie en effectenbepaling. Omdat de hoeveelheid en beschikbaarheid van de data tussen de meetpunten sterk varieert worden twee verschillende datasets van zes jaar met elkaar vergeleken. Dataset 1 bevat meetgegevens uit de jaren 1993 t/m 1998 en dataset 2 meetgegevens van 2001 t/m 2006. Voorafgaand aan het jaar 1993 is namelijk onvoldoende data beschikbaar waardoor een grotere/langere periode niet kan worden toegepast op de evaluatie. In Figuur 3-2 wordt de tijdlijn met datasets weergegeven.



Figuur 3-2 Tijdlijn met toelichting datasets

3.2. Databronnen en gebruikte meetpunten

De meetgegevens zijn afkomstig uit verschillende bronnen. Deze paragraaf categoriseert de verschillende meetgegevens en licht de bronnen toe.

Neerslag en verdamping

De neerslaggegevens van het weerstation Heino worden gebruikt. Dit weerstation ligt ongeveer 5 km ten zuiden van Hoonhorst (zie Figuur 2-1). Hier heeft het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI) het dichtstbijzijnde weerstation gevestigd waarvan dagelijkse neerslag- en verdampinggegevens beschikbaar zijn. De gebruikte neerslaggegevens zijn weergegeven in Annex 7.

Debiet gemaal

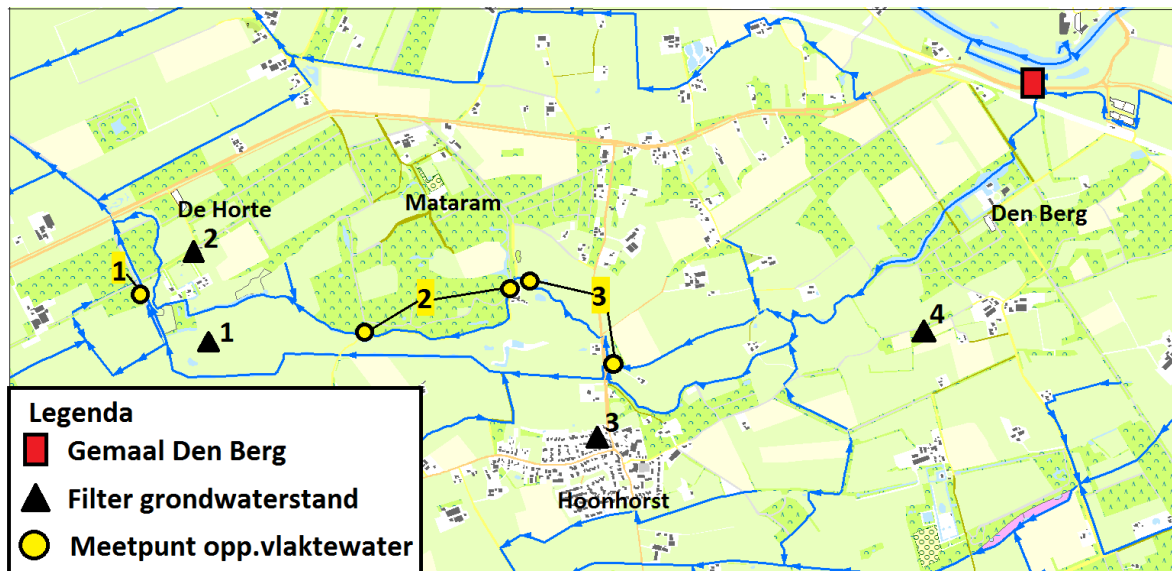
Om uiteindelijk te bepalen of er met het gebouwde gemaal ook daadwerkelijk positieve resultaten worden behaald wordt er gekeken naar de hoeveelheid water die in het projectgebied is gepompt en de effecten op de grond- en oppervlaktewaterstanden daarvan. De verschillende (maandelijks) debieten zijn ook gebruikt in de waterkwaliteitsevaluatie (Waterschap Groot Salland, 2009).

Grond- en oppervlaktewaterstanden

Het evalueren aan de hand van grondwaterstanden is het meest belangrijk vanwege de projectaanleiding. Het waterschap heeft beschikbare data verwerkt in 'WISKI' (Water Information System KISTERS) (KISTERS International, 2016). Hierin zijn verschillende datareeksen met daarin grond- en oppervlaktewaterstanden opgeslagen en op te vragen als CSV-bestanden. Uit overzichtskaarten in ArcGIS kan de naam of het nummer van een peilbuis worden gevonden om vervolgens in WISKI de bijhorende meetgegevens te halen. Daarnaast bevat www.dinoloket.nl een aantal tijdsreeksen met grond- en oppervlaktewaterstanden uit het studiegebied die bruikbaar zijn voor de evaluatie. DINO staat voor Data en Informatie van de Nederlandse Ondergrond en is een uitgifte portaal van TNO, de Geologische Dienst Nederland. Deze peilbuizen zijn dan niet in beheer van het waterschap maar bijvoorbeeld de gemeente geweest. Bijna alle meetgegevens van grond- en oppervlaktewaterstanden komen voort uit metingen twee keer per maand.

Het analyseren en selecteren van de beschikbare meetpunten resulteert uiteindelijk in vier verschillende filters (uit peilbuizen) voor grondwaterstand verspreidt over het studiegebied en vijf verschillende meetpunten voor oppervlaktewaterstand. In Figuur 3-3 staan de gebruikte meetpunten weergegeven. De eerste 2 meetpunten voor grondwaterstand liggen op landgoed De Horte en zullen naar verwachting de belangrijkste rol in de evaluatie vervullen. De verdroging op dit landgoed was immers de aanleiding voor het project. De andere twee filters (bij het dorpje Hoonhorst en richting landgoed Den Berg) kunnen wellicht de effectenbepaling van het project positief of negatief ondersteunen aan de hand van de resultaten. Grondwaterstandverhoging heeft hier echter geen invloed op de verdroging op landgoed De Horte. Deze twee filters liggen wel dichtbij de Emmertochtsloot waardoor er waarschijnlijk ook effecten zichtbaar zijn.

In Annex 8 staat de stapsgewijze methodische aanpak welke is opgesteld voor de effectenbepaling van de grond- en oppervlaktewaterstand. Aan de hand van de meetresultaten kunnen uiteindelijk verschillende grafieken worden getekend en kan tevens de GLG en GHG worden bepaald. Voor beide datasets geldt dat de GLG en GHG over 6 jaar worden berekend. Normaliter gebeurt dit door de drie laagst gemeten, respectievelijk drie hoogst gemeten, waarden uit een hydrologisch jaar te middelen en over acht jaar het langjarig gemiddelde te bepalen (Ontwikkeling & Beheer Natuurkwaliteit, 2016).



Figuur 3-3 Gebruikte meetpunten in studiegebied

Binnen het gebied zijn vijf meetpunten aanwezig voor oppervlaktewaterstand. Echter is er maar een enkel punt wat meetgegevens bevat welke beide datasets beslaan: meetpunt 1. Dit meetpunt ligt echter net na een stuw (zie Annex 6) die in het water van de landbouwtak van de Emmertochtsloot staat. Omdat enkel meetpunt 1 data bevat van beide tijdsreeksen is er verder gezocht naar meetpunten binnen hetzelfde peil-vak. Op die manier kunnen oppervlaktewaterstanden van zowel voor als na het project toch worden vergeleken. De meetpunten die horen bij nummer 2 (Figuur 3-3) behoren tot een ander peil-vak dan de meetpunten met nummer 3. Dit is te zien in Annex 6 waar de peilvakken zijn weergegeven.

3.3. Samenvatting aannamen

Voor het onderzoek worden een aantal aannamen gedaan:

- GW / OW standen gemeten en gebruikt vanaf NAP (afgekort Nieuw Amsterdams Peil) (het maaiveld is tussen 1993 en 2006, niet veranderd)
- Data tussen 1999-2001 worden verwijderd uit de tijdreeksen/datasets. (toegelicht in 3.1)
- Voor het evalueren op basis van grondwaterstand worden GHG's en GLG's over zes jaar berekend. (toegelicht in 3.2)
- De debieten van het gemaal Den Berg worden overgenomen uit het waterkwaliteitsrapport. (toegelicht in 3.2)
- Van de hoeveelheid water die door het gemaal Den Berg wordt gepompt stroomt ongeveer 50% het studiegebied in, de andere helft stroomt richting gebied de Marswetering (Waterschap Groot Salland, 2009).
- Er worden voor de evaluatie 5 verschillende grondwaterpeilfilters gebruikt waarvan 2 filters naast elkaar liggen en als 1 worden beschouwd (toegelicht in 3.2)
- Er worden voor de oppervlaktewaterstanden 5 verschillende meetpunten gebruikt voor 3 resultaatberekeningen. (toegelicht in 3.2)
- Het neerslagoverschot wordt berekend aan de hand van de neerslag- en verdampingsdagwaarden. Deze dagelijkse getallen bij elkaar opgeteld geven een maandtotaal.
- Kwelwater wordt buiten beschouwing gelaten, deze kwelstromen zijn tussen 1993 en 2006 niet veel veranderd.

3.4. Verwachting samenhang

Binnen het studiegebied hebben verschillende elementen invloed op de waterhuishouding. Om de samenhang tussen de verschillende input van data te vergelijken worden verschillende correlaties bekeken en weergegeven. Zo wordt het neerslagoverschot vergeleken met de grondwaterstanden van filter 1 en met de debieten van het gemaal.

3.5. Kwaliteit en beschikbaarheid data

Na het bekijken van de verschillende databronnen blijkt dat er in verschillende tijdsreeksen meetwaarden ontbreken. Dit zal in het volgende hoofdstuk bij de resultaten worden meegenomen bij de evaluatie.

Voor de neerslag en verdamping geldt dat er dagwaarden worden gebruikt. Ook hier ontbreken meetgegevens. Voor de neerslag ontbreken meetwaarden van de maanden augustus tot en met november uit 1998. In dat jaar is er wel ernstige wateroverlast geweest door grote hoeveelheden neerslag. In onder andere krantenartikelen wordt omschreven dat er in sommige plaatsen in Nederland ruim een meter aan neerslag is gevallen in een aantal weken. Dit is extreem hoger dan de gemiddelde hoeveelheid neerslag en zorgde voor veel wateroverlast in heel Nederland (Redactie NRC, 1998). De neerslaggegevens van Zwolle zijn wel beschikbaar in 1998, deze gegevens staan eveneens in Annex 7. De verdampingswaarden echter niet waardoor het neerslagoverschot hier niet uit herleid kan worden. De verdampingswaarden van weerstation Heino zijn ook niet volledig. Uit 1993 ontbreken de waarden van januari tot en met juli. Hierdoor kan het neerslagoverschot voor zowel 1993 als 1998 niet worden berekend.

Voor de grondwaterstand staat in Tabel 2 weergegeven hoeveel meetwaarden er beschikbaar zijn. Wanneer er wordt uitgegaan van een meting twee keer per maand zou er per dataset een totaal van 144 ($2 \times 12 \text{ maanden} \times 6 \text{ jaar}$) waarden beschikbaar moeten zijn. De beschikbaarheid verschilt echter per filter. Voornamelijk dataset 2 van filter 2 bevat weinig meetwaarden. Dit komt door het ontbreken van een groot deel van de metingen uit 2005 en een aantal metingen uit 2001 en 2003.

De kwaliteit van de data is echter wel goed: op een enkele onrealistische uitschieter (bijvoorbeeld een grondwaterstand t.o.v. NAP vele malen hoger dan maaiveldhoogte tussen twee gelijke en lagere waarden in) na zijn de tijdsreeksen volledig bruikbaar voor de effectenbepaling en evaluatie.

<i>Filter GW</i>	<i>Meetwaarden DS1</i>	<i>Meetwaarden DS2</i>	<i>Totaal</i>
<i>Wanneer volledig:</i>	144	144	288
1	133	117	250
2	136	98	234
3	137	140	277
4	121	128	249

Tabel 2 Aantal beschikbare meetwaarden grondwaterstand

De hoeveelheid meetgegevens van de oppervlaktewaterstanden zijn weergegeven in Tabel 3. Voor elk meetpunt geldt dat er relatief (t.o.v. de grondwaterstanden) constanter is gemeten. Alleen dataset 2 van meetpunt 1 bevat minder meetwaarden dan de overige datasets.

<i>Meetpunt OW</i>	<i>Meetwaarden DS1</i>	<i>Meetwaarden DS2</i>	<i>Totaal</i>
<i>Wanneer volledig:</i>	144	144	288
1	137	118	255
2	130	130	260
3	129	130	259

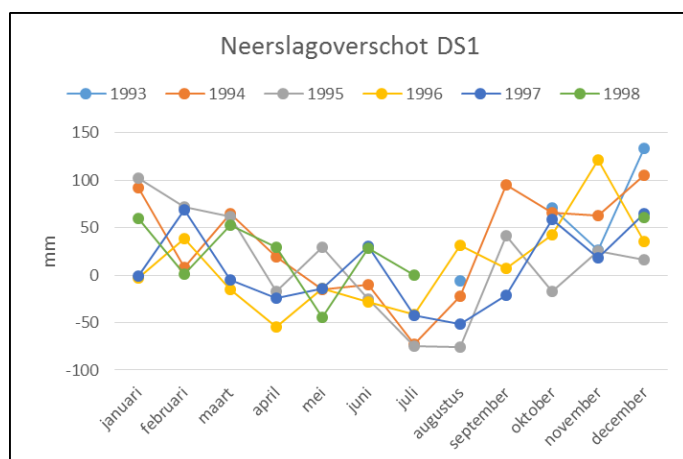
Tabel 3 Aantal beschikbare meetwaarden oppervlaktewaterstand

4. EFFECTENBEPALING EN EVALUATIE

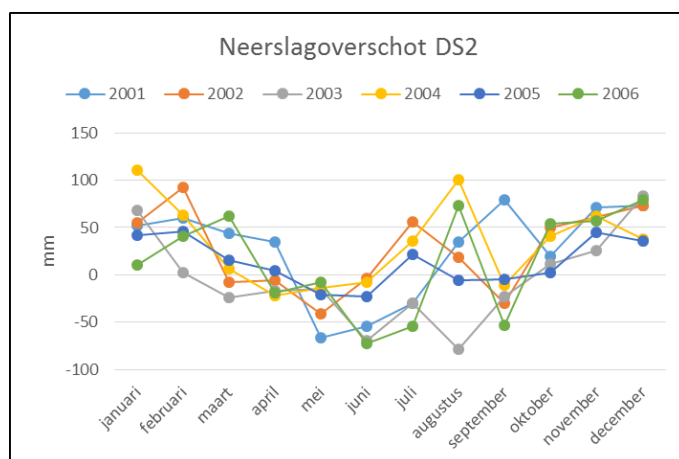
Dit hoofdstuk geeft de resultaten uit de data-analyse weer en beschrijft de neerslag/verdamping, grond- en oppervlaktewaterstand. Per onderdeel worden vervolgens direct de resultaten geëvalueerd en ter discussie gesteld. Daarnaast worden de verschillende resultaten ook gezamenlijk in grafieken weergegeven waardoor de samenhang kan worden bekeken. De maandelijkse debieten van gemaal Den Berg worden weergegeven en eveneens uitgezet tegen het neerslagoverschot.

4.1. Neerslagoverschot

Voorafgaand aan de resultaten van de grondwaterstand en oppervlaktewaterstand is het van belang om de neerslag te bekijken. De watergang werd immers gevoed door neerslag en kwelwater (eigenschappen studiegebied 2.1). De relatie tussen het neerslagoverschot en de grond- en oppervlaktewaterstand wordt later in dit hoofdstuk weergegeven.



Figuur 4-2 Neerslagoverschot dataset 1



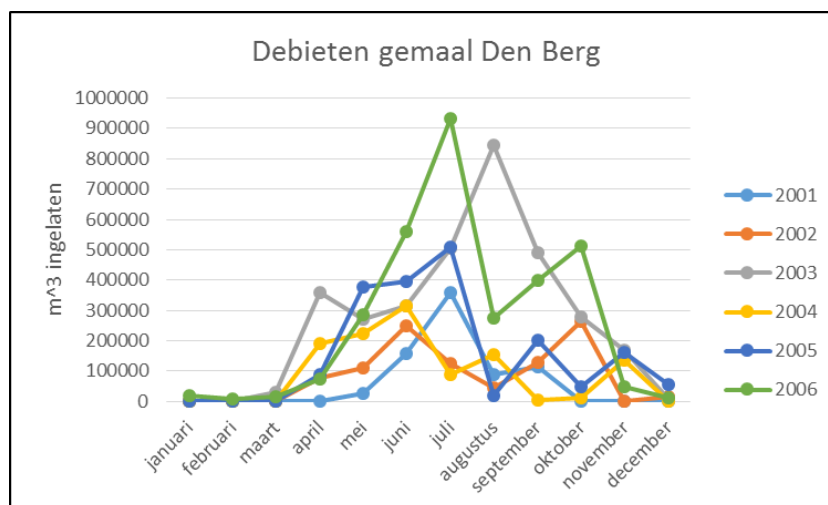
Figuur 4-1 Neerslagoverschot dataset 2

Bovenstaande grafieken laten maandelijks voor beide datasets het neerslagoverschot zien. Het gaat om cumulatieve neerslag – verdampingswaarden. Het is duidelijk te zien dat uit dataset 1 enkele waarden uit 1993 en 1998 ontbreken (data-analyse 3.5). Over het algemeen is te zien dat er in de zomermaanden veelal een neerslagtekort is (negatief neerslagoverschot) en in de wintermaanden een neerslagoverschot. Wat opvalt is dat de maanden augustus in dataset 2 veelal een neerslagoverschot laten zien ten opzichte van dataset 1. De maand augustus is natter geworden. Dit is een voorbeeld van een klimaatverandering. De waarden van september uit dataset 2 laten over het algemeen een neerslagtekort zien, vijf van de zes gemeten jaren hebben een negatief neerslagoverschot. Deze maand is ten opzichte van dataset 1 dus droger geworden. Wanneer men kijkt naar de gehele grafiek is de spreiding van de meetwaarden uit dataset 2 kleiner. Het neerslagoverschot lijkt 'constanter' te zijn geworden over deze zes jaar. Er is echter een aantal maanden uit dataset 2 dat afwijkt van de overige meetwaarden uit dezelfde dataset:

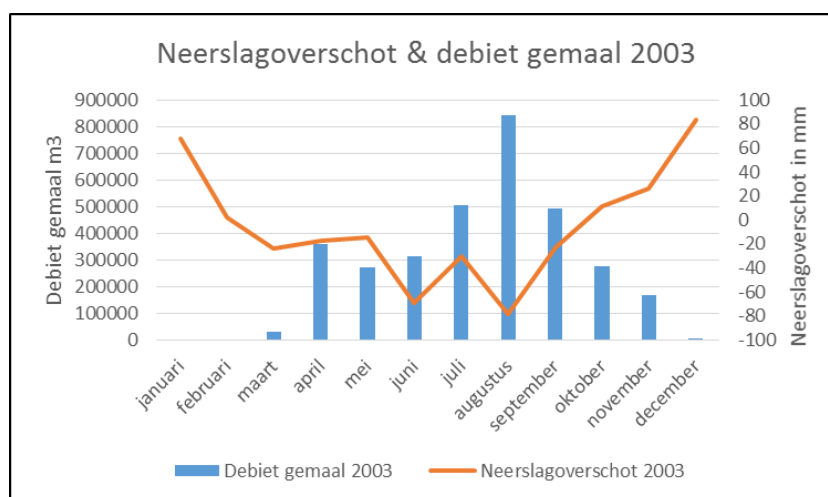
- De maand augustus uit het jaar 2003 heeft een groot neerslagtekort;
- De maand september uit 2001 een groot neerslagoverschot;
- De maand januari uit 2004 heeft een groot neerslagoverschot.

4.2. Waterinlaat gemaal den Berg

Naast de neerslag heeft de waterinlaat door gemaal Den Berg zeer waarschijnlijk een grote invloed op de grond- en oppervlaktewaterstanden. De onderstaande figuren geven de debieten per maand en per jaar weer. In Annex 9 staat de bijhorende tabel met de grootte van het debiet per maand.



Figuur 4-3 Maandelijks debieten gemaal



Figuur 4-4 Neerslagoverschot en debieten gemaal 2003

Bovenstaande grafiek (Figuur 4-4) laat duidelijk zien dat het gemaal een omgekeerd evenredig verband met het neerslagoverschot heeft. In drogere maanden pompt het gemaal meer water het gebied in dan in nattere maanden. De overige jaren uit dataset 2 zijn weergegeven in Annex 10.

4.3. Evaluatie grondwaterstand

Allereerst worden de gemiddelde resultaten van de filters voor beide datasets kort weergegeven. Filter 1 en 2 liggen wat betreft hoogte (zie Annex 2) dicht bij elkaar en kunnen daarom in 1 grafiek worden weergegeven. Dat geldt ook voor filter 3 en 4, die wel een stuk hoger liggen dan filter 1 en 2.

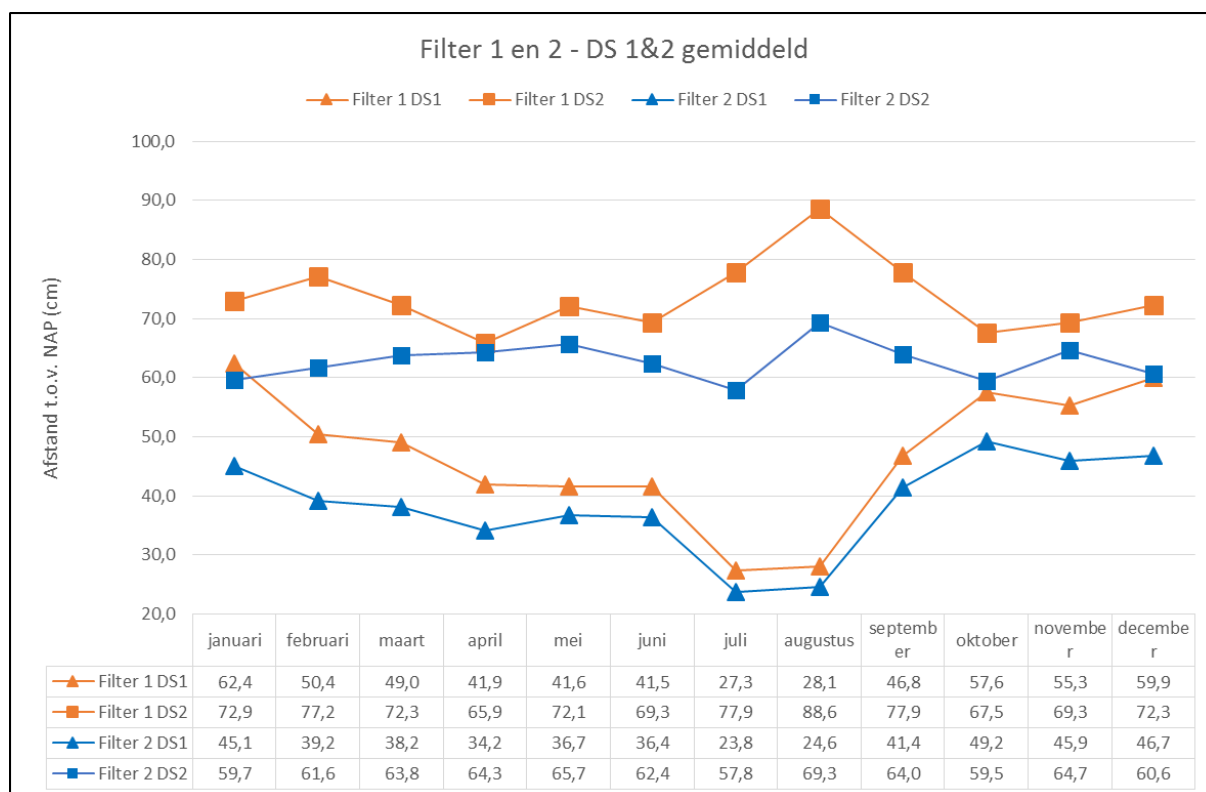
Vervolgens worden de grondwaterstanden per filter apart behandeld. Aan de hand van verschillende resultaten wordt de grondwaterstand per filter geëvalueerd. Zo wordt er onder andere gekeken naar:

- de grafieken die de gemiddelde grondwaterstand weergeven per maand over 6 jaar. Dit geeft inzicht in de gemiddelde verandering;
- de grafieken die alle meetwaarden voor dataset 1 en 2 apart weergeven;
- de gemiddelde grootste en kleinste waarde uit dataset 1 en 2. Dit laat verandering en fluctuatie/spreiding van meetwaarden binnen een bepaalde dataset zien;
- de verandering in de berekende GHG en GLG en de verschillen tussen de datasets. Dit zijn belangrijke parameters voor bijvoorbeeld gebiedsbeschrijving;
- het verschil tussen de GHG en GLG, dit laat de constantheid van de grondwaterstand zien.

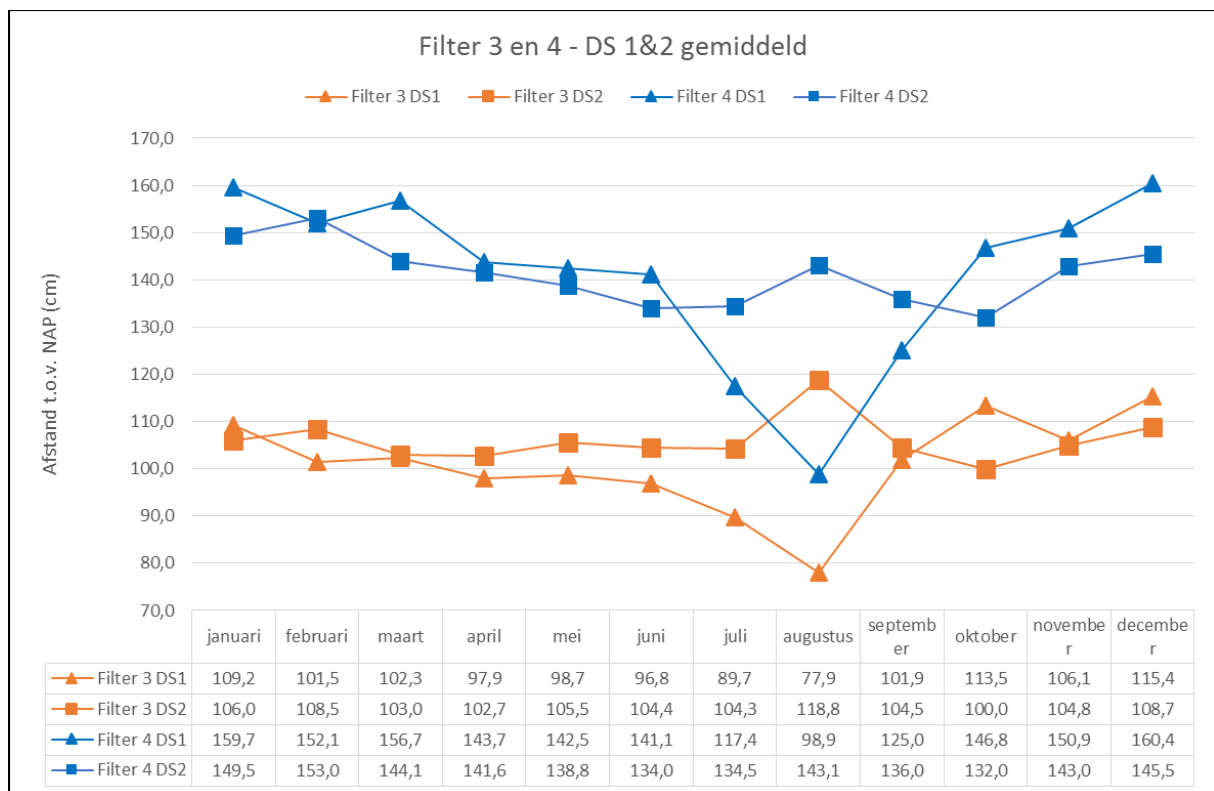
Uiteindelijk worden de resultaten van de grondwaterstand en het neerslagoverschot gezamenlijk weergegeven voor filter 1 om een eventuele samenhang weer te geven.

Resultaten filters gemiddeld

Figuur 4-5 en Figuur 4-6 tonen de gemiddelde meetwaarden per maand over de zes jaar uit dataset 1 en 2. De lichtgekleurde lijn representeert de gemiddelde waarden per maand over 1993 t/m 1998 voor een bepaald filter, de donkere lijn respectievelijk voor 2001 t/m 2006. Alle gebruikte meetgegevens zijn weergegeven onder de figuren in de bijbehorende gegevenstabel. Tevens zijn de gemiddelde meetwaarden per filter apart bijgevoegd in Annex 12.



Figuur 4-5 Maandgemiddelden filter 1 en 2

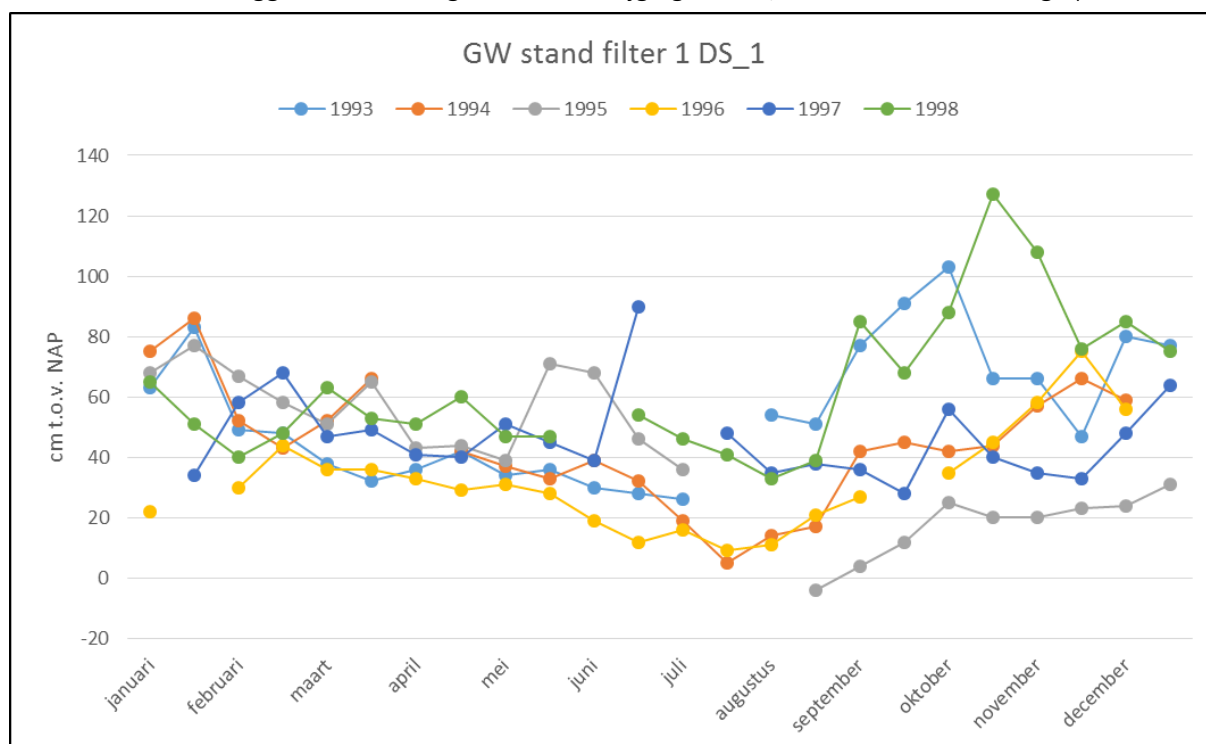


Figuur 4-6 Maandgemiddelden filter 3 en 4

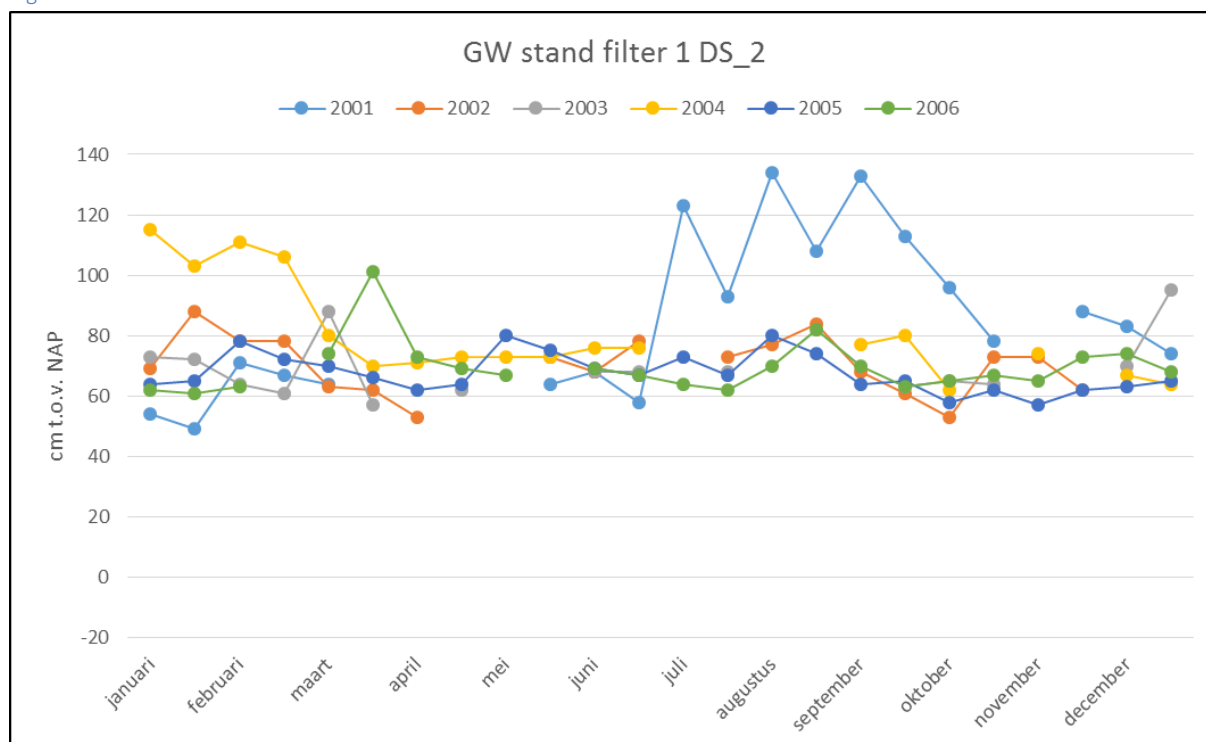
Voor alle vier de gebruikte filters geldt dat in de maanden juli en augustus lage grondwaterstanden in dataset 1 zichtbaar zijn. In dataset 2 is het tegenovergestelde te zien. Door middel van peilbeheer wordt de oppervlaktewaterstand (en vervolgens dus ook de grondwaterstand) verhoogd (Zielman, 2016). Hiermee wordt de veelal drogere maand september (negatief neerslagoverschot, zie Figuur 4-2) opgevangen.

Resultaat Filter 1 – De Horte (Annex 11 pagina 54-55)

In Annex 11 zijn alle bijbehorende meetwaarden en grafieken van filter 1 te vinden. In de grafiek met de gemiddelde waarden (Figuur 4-5) is duidelijk te zien dat de grondwaterstand na het uitgevoerde project rondom filter 1 is gestegen. Voor elke maand is de gemiddelde stijging verschillend. De stijging varieert van ongeveer 10 cm stijging in de wintermaanden tot ruim 60 cm stijging in augustus. Dit komt voornamelijk door de extreem grote meetwaarden uit 2001 (zie Figuur 4-7) die het gemiddelde van filter 1 in dataset 2 sterk omhoog halen. Het gemiddelde wordt hier makkelijk omhoog gehaald vanwege de ontbrekende meetgegevens van augustus uit de jaren 2003 en 2004. Wanneer deze waarden worden weggelaten is er nog steeds een stijging te zien, echter een minder hoge piek.



Figuur 4-8 Meetresultaten filter 1 dataset 1



Figuur 4-7 Meetresultaten filter 1 dataset 2

De figuren 4-7 en 4-8 laten duidelijk zien dat de grondwaterstand constanter is geworden. Op de maanden juli t/m oktober in 2001, de maand december in 2003, de eerste meetwaarden in 2004 en maart 2006 na liggen de meetwaarden erg dicht bij elkaar (binnen een bereik van 25 cm). De grote waarden uit 2001 zijn te verklaren door het grote neerslagoverschot in september 2001. Waarschijnlijk is hier met preventief peilbeheer ter voorkoming van droogte (Figuur 4-2) veel water vastgehouden in het gebied. De grondwaterstand had dus al een opzettelijk verhoogde stand, waarna er onverwacht veel neerslag is gevallen. Hier is waarschijnlijk niet snel genoeg op geanticipeerd waardoor de grondwaterstand flink is gestegen. Dit zelfde geldt voor de maand januari in 2004. Hier is het neerslagoverschot ruim twee keer zo groot als de overige vijf jaren. De laatste waarde in 2003 en de tweede meting in maart 2006 hebben tevens het grootste neerslagoverschot. De grondwaterstand in filter 1 is gevoeliger voor een onvoorspelbaar/afwijkend neerslagoverschot dan de grondwaterstanden uit andere filters. Dit is wellicht te verklaren door het feit dat dit filter tussen het natuurlijk en landbouw-tracé ligt waardoor de grondwaterstand afhankelijker is van de oppervlaktepeilen in beide tracés. Het kan echter ook aan de bodemopbouw liggen. Wanneer de bodem een andere opbouw heeft en bijvoorbeeld poreuzer is infiltreert het grondwater sneller (Deltares; W. Borren; M.F.P. Bierkens; L. van Vliet, 2011).

In Tabel 4 worden de resultaten van verschillende berekeningen voor dataset 1 en 2 weergegeven. De gemiddelde grootste waarde en de gemiddelde kleinste waarden geven de spreiding tussen de gemiddelde meetwaarden weer. Het zijn de uiterste waarden die zijn weergegeven in Figuur 4-5. Het verschil is afgenomen van 35,1 cm naar 22,8 cm. Het bereik van de grondwaterstand is daarmee met bijna 30% afgenomen. Voor GHG en GLG geldt dat zij beide zijn gestegen. De GLG is bijna 40 cm verhoogd. Het verschil tussen de GHG en GLG is bijna gehalveerd, wat bevestigt dat het grondwaterpeil constanter is geworden.

Filter 1	DS 1	DS 2
Gemiddeld grootste waarde	62,4	88,6
Gemiddeld kleinste waarde	27,3	65,9
Vershil in cm	35,1	22,8

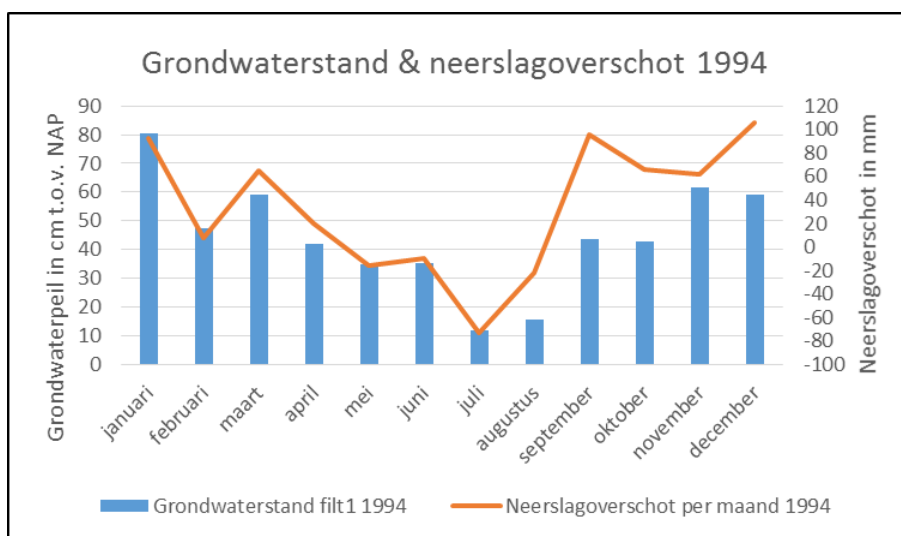
Tabel 4 Berekende resultaten filter 1

	DS 1	DS 2	verschil
GHG	80,8	95,7	14,9
GLG	20,6	59,1	38,5
Vershil in cm	60,2	36,6	

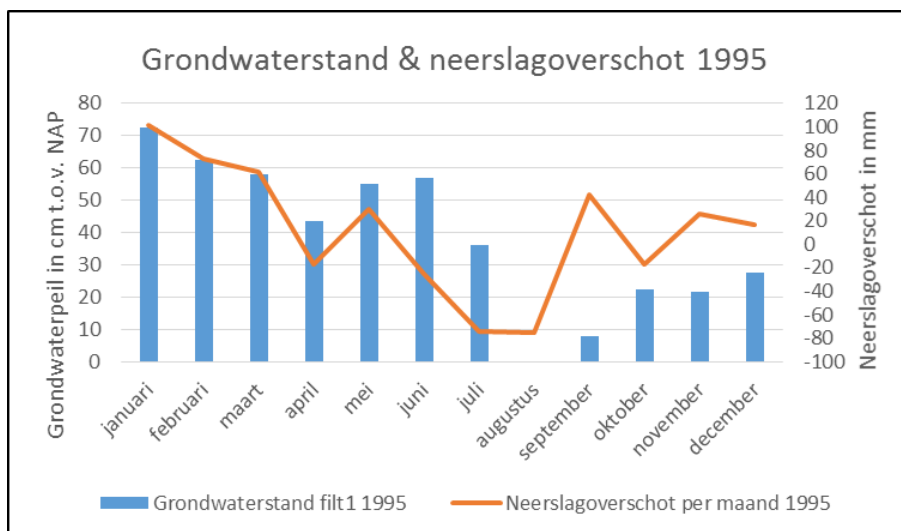
Samenhang neerslag – grondwaterstand filter 1

In bovenstaande effectenbepaling van filter 1 worden enkele resultaten mogelijk verklaard door het neerslagoverschot. Om de samenhang tussen het neerslagoverschot en de grondwaterstand weer te geven zijn beide in een grafiek met dubbele y-as geplott. Voor de grondwaterstand worden de maandgemiddelden genomen en voor het neerslagoverschot de totale maandwaarden. Alle grafieken voor filter 1 worden weergegeven in Annex 13. Om toch een beeld te geven van de samenhang worden voor filter 1 vier resultaten weergegeven: twee grafieken uit dataset 1 en twee grafieken uit dataset 2.

Figuur 4-9 en 4-10 geven duidelijk weer dat het neerslagoverschot samenhangt met de grondwaterstand. Wanneer het neerslagoverschot afneemt en zelfs negatief wordt daalt ook de grondwaterstand. Er stroomt op dat moment ook minder water door de Emmertochtsloot, het oppervlaktewaterpeil is lager. Tevens verdampt er meer water vanuit de grond dan dat er wordt aangevoerd door de neerslag. Beide zorgen voor een grondwaterstandverlaging.

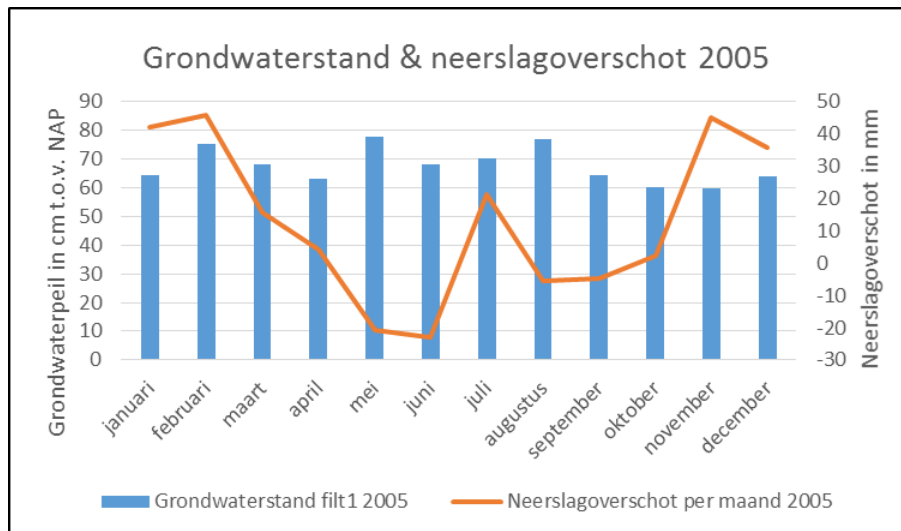


Figuur 4-9 Grondwaterstand en neerslagoverschot 1994

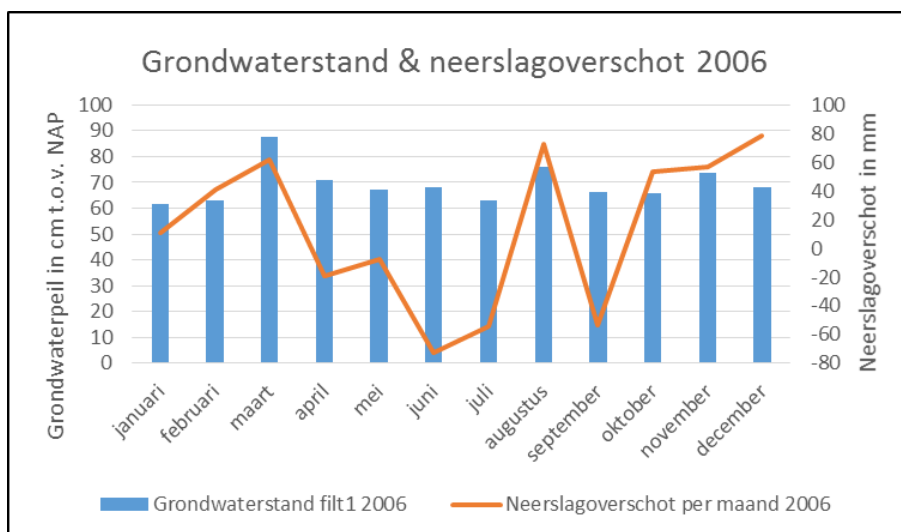


Figuur 4-10 Grondwaterstand en neerslagoverschot 1995

Na het project worden de grondwaterstanden vele malen constanter zo blijkt uit de resultaten van filter 1. In onderstaande grafieken worden eveneens de grondwaterstand en het neerslagoverschot weergegeven voor 2005 en 2006. Er is duidelijk te zien dat de grondwaterstand minder tot nauwelijks meer afhankelijk is van het neerslagoverschot. Bijvoorbeeld, ondanks het neerslagtekort in mei en juni 2005 blijft de grondwaterstand op niveau.



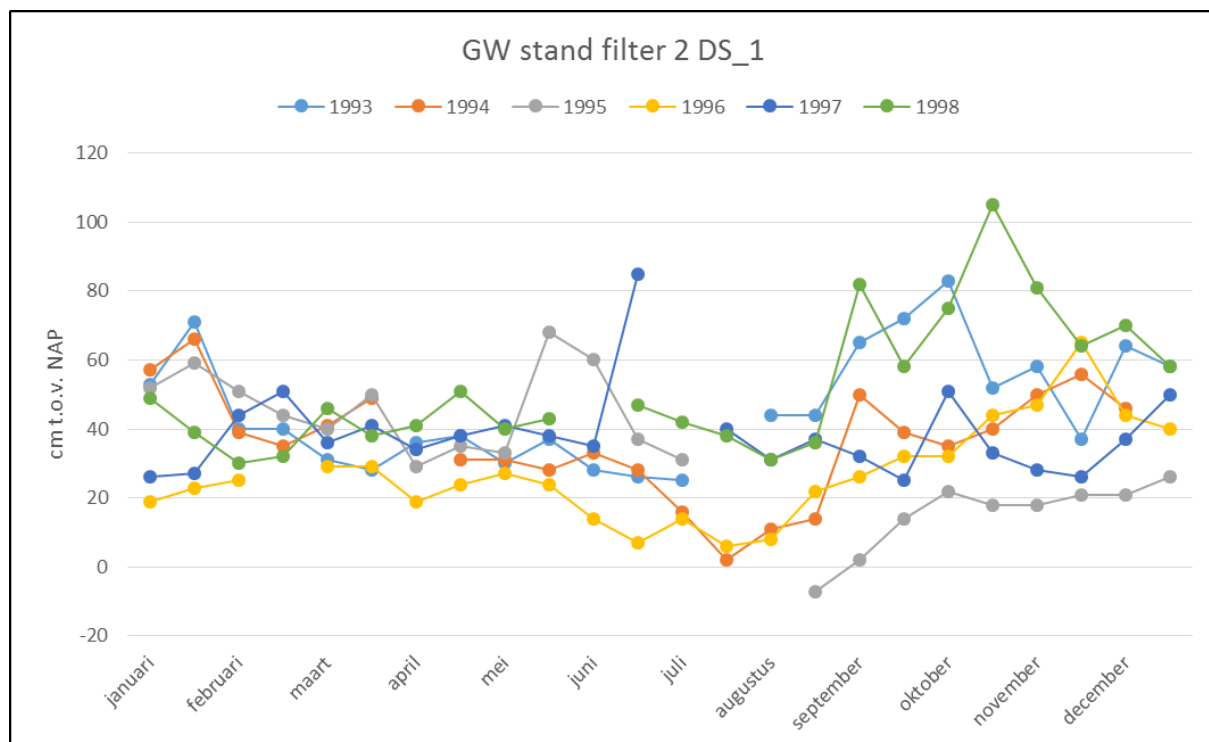
Figuur 4-11 Grondwaterstand en neerslagoverschot 2005



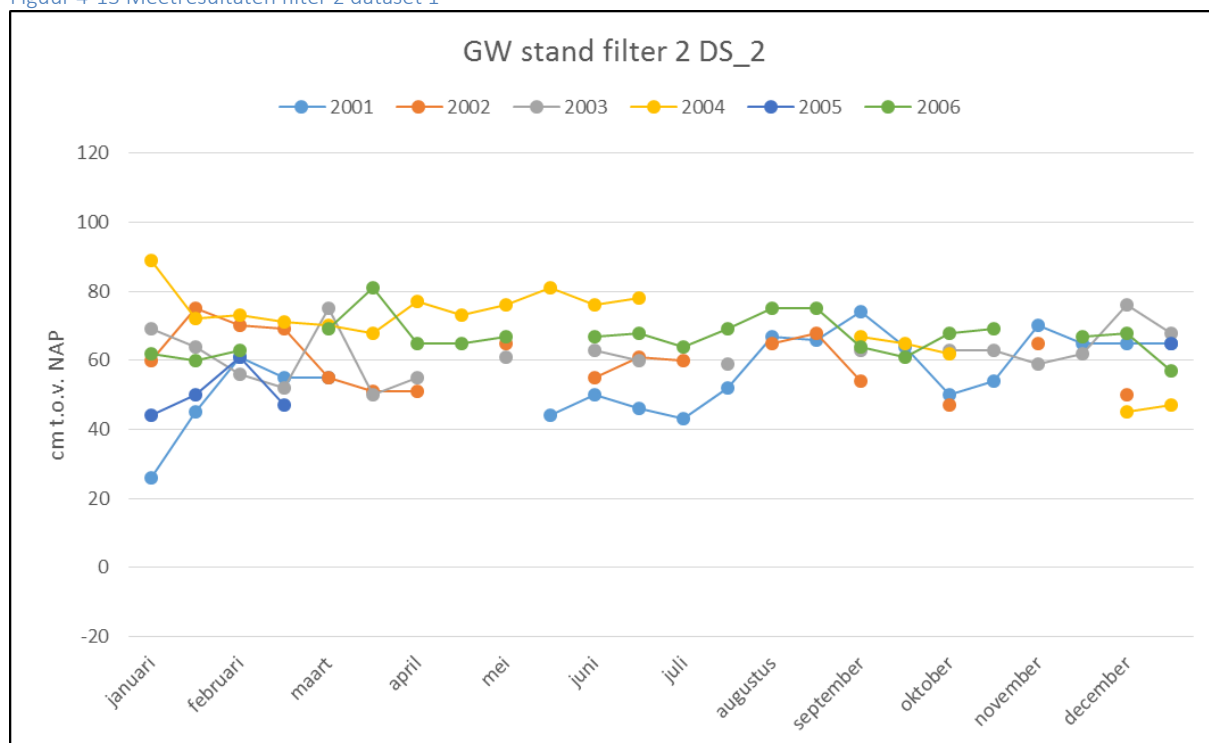
Figuur 4-12 Grondwaterstand en neerslagoverschot 2006

Resultaat Filter 2 – De Horte (Annex 11 pagina 56-57)

Figuur 4-5 laat zien dat rondom filter 2 de grondwaterstand is gestegen. De gemiddelde stijging varieert van ongeveer 10 cm stijging in oktober tot 45 cm stijging in de maand augustus. Uit dataset 2 ontbreken voor filter 2 veel gegevens uit 2005. Dit heeft geen grote invloed op de gemiddelden omdat de overige meetwaarden relatief dicht bij elkaar liggen. Dit is ook te zien aan het verloop van de grafiek (Figuur 4-5) in vergelijking met filter 1 in ditzelfde figuur.



Figuur 4-13 Meetresultaten filter 2 dataset 1



Figuur 4-14 Meetresultaten filter 2 dataset 2

Figuur 4-13 en Figuur 4-14 laten zien dat de grondwaterstand hoger en constanter is geworden. Evenals in filter 1 is te zien dat in januari 2001 de grondwaterstand nog laag is. Ook in januari 2004 is een verhoogde grondwaterstand zichtbaar. Dit zal net als bij filter 1 worden veroorzaakt door het grotere neerslagoverschot uit januari 2004. Hoewel er voor dit filter een groot aantal waarden ontbreekt is het verschil en effect tussen dataset 1 en 2 duidelijk waar te nemen in figuur 4-15 en 4-16.

De waarden uit Tabel 5 bewijzen dat de grondwaterstand constanter is geworden in filter 2. Het verschil tussen de gemiddeld grootste en kleinste waarde is gehalveerd (van 25,4 cm naar 11,5 cm). Het bereik tussen de gemeten waarden is verkleind. Tabel 5 laat eveneens zien dat zowel de GHG als de GLG zijn gestegen. De GHG is 5,4 cm gestegen terwijl de GLG 32,5 cm is toegenomen. Hieruit valt te concluderen dat rondom filter 2 de grondwaterstand een stuk constanter is geworden. Het verschil tussen de GHG en GLG is namelijk afgenomen van 49,8 cm tot 22,7 cm. Dit verschil van 22,7 cm is in hydrologische begrippen klein. Er ontbreken uit dit filter echter veel meetwaarden voor dataset 2 waardoor de berekende resultaten en GHG/GLG minder betrouwbaar zijn.

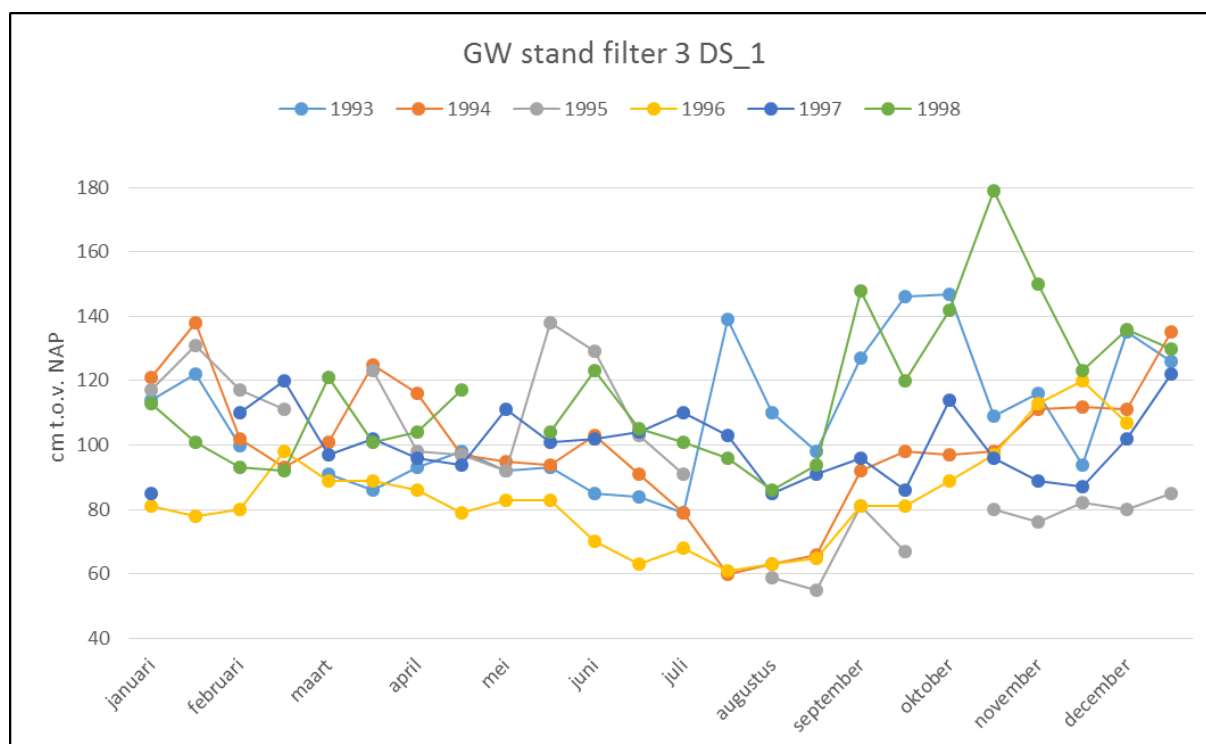
Filter 2	DS 1	DS 2
Gemiddeld grootste waarde	49,2	69,3
Gemiddeld kleinste waarde	23,8	57,8
Vershil in cm	25,4	11,5

Tabel 5 Berekende resultaten filter 2

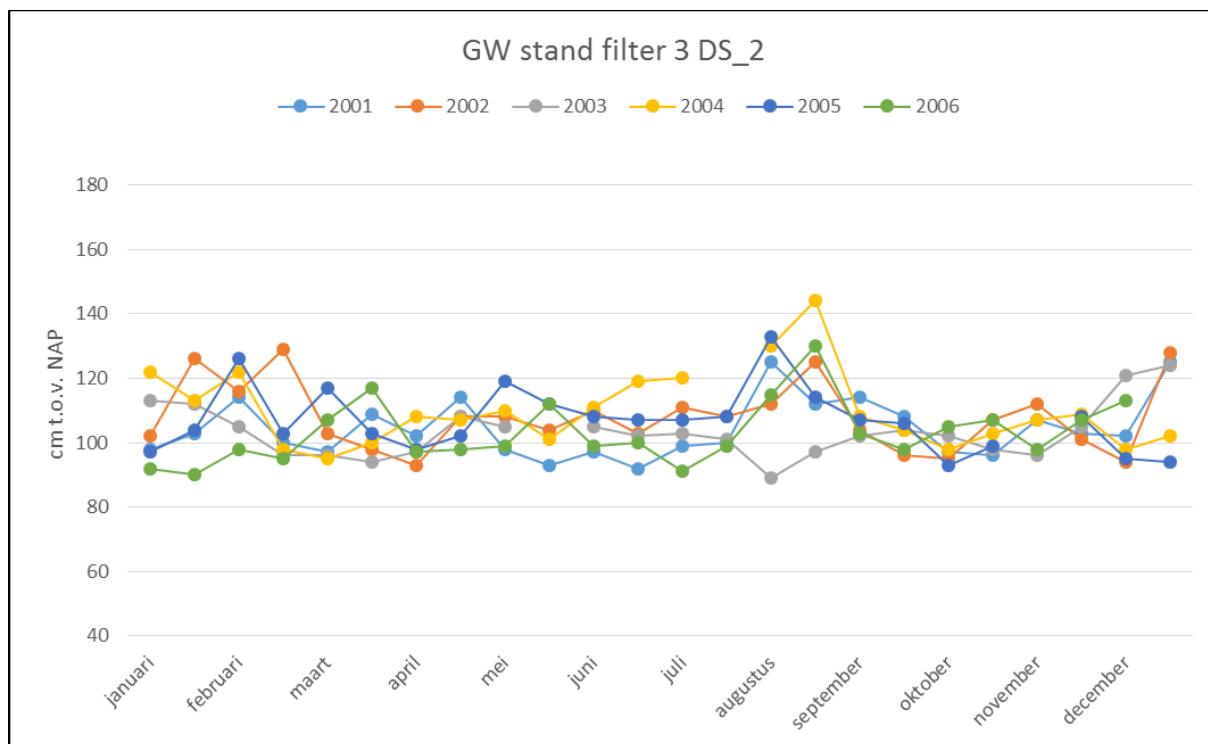
	DS 1	DS 2	verschil
GHG	66,8	72,2	5,4
GLG	17,0	49,5	32,5
Vershil in cm	49,8	22,7	

Resultaat Filter 3– Hoonhorst (Annex 11 pagina 58-59)

De gemiddelde grondwaterstanden voor filter 3 (Figuur 4-6) zijn praktisch gelijk gebleven. In de zomermaanden is een kleine stijging te zien met uitzondering van de maand augustus. Hier is de grondwaterstand vele malen hoger in dataset 2. Dit is de stijging met behulp van peilverhoging. In de wintermaanden, oktober t/m januari, is de grondwaterstand bijna gelijk tussen dataset 1 en 2, behalve in oktober. Dit verschil valt te verklaren door de grote meetwaarden uit 1998 (Figuur 4-15), veroorzaakt door de enorme hoeveelheid neerslag die toen is gevallen (Redactie NRC, 1998). De verschillen in grondwaterstanden tussen dataset 1 en 2 voor filter 3 zijn kleiner dan de verschillen in filter 1 en 2. Hier stond voorafgaand aan het project al continu water in de watergang. De benodigde grondwaterstand-verhoging wegens verdroging zoals op 'De Horte' is hier niet van toepassing geweest.



Figuur 4-15 Meetresultaten filter 3 dataset 1



Figuur 4-16 Meetresultaten filter 3 dataset 2

Ondanks dat de grondwaterstand hier niet significant is gestegen laat Figuur 4-16 duidelijk zien dat de grondwaterstand constanter is geworden. Alleen de grondwaterstand in augustus 2003 wijkt af van de overige jaren door een daling in plaats van stijging. Dit komt waarschijnlijk door het sterk afwijkende (Figuur 4-2) negatieve neerslagoverschot wat normaliter niet voorkomt. De grond- en oppervlaktewaterstanden waren hier waarschijnlijk niet op berekend.

De berekende waarden uit Tabel 6 onderschrijven het constanter worden van de grondwaterstand. De GHG is 9,1 centimeter afgenomen, dit valt te verklaren doordat de piekwaarden uit dataset 1 de GHG uit diezelfde dataset omhoog halen, waar de waarden uit dataset 2 geen extreme pieken bevatten. De GLG is 19,8 cm hoger in dataset 2. De GHG en GLG zijn dus dichterbij elkaar komen te liggen. Door veel gelijkere meetwaarden uit dataset 2 is het verschil tussen de GHG en GLG van beide datasets afgenomen met bijna 50% van 59,4 cm naar 30,7 cm.

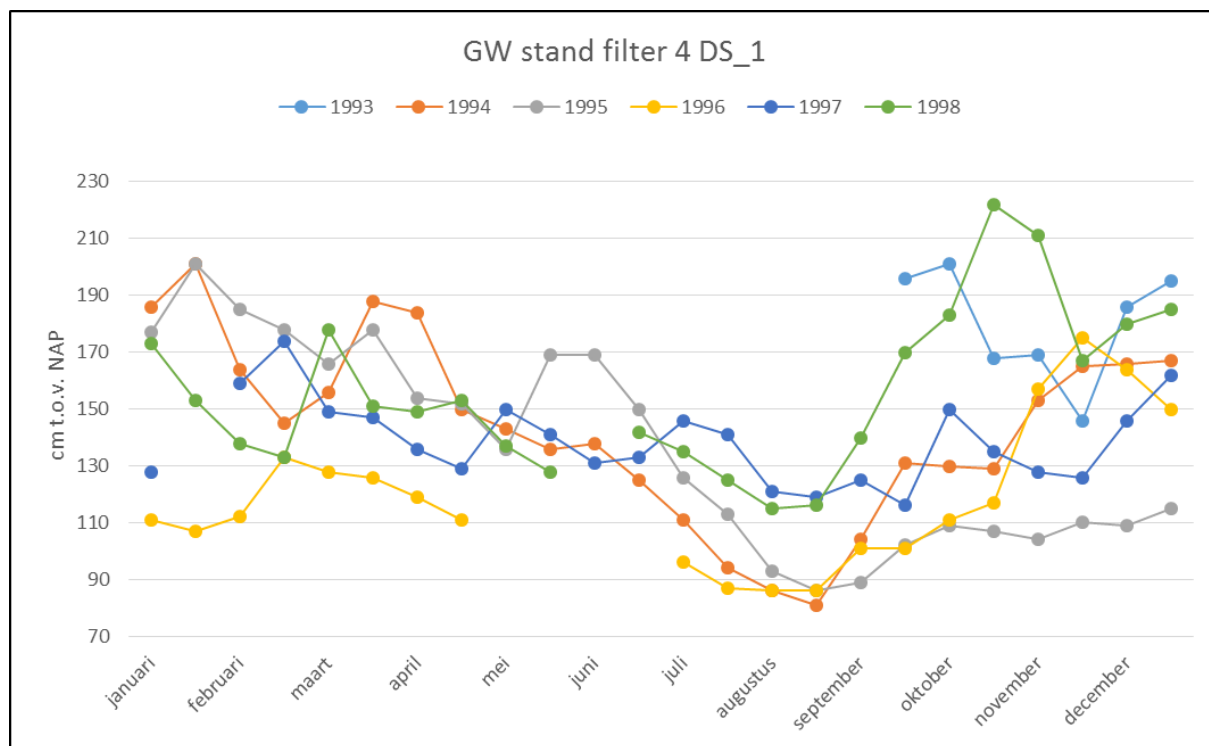
Filter 3	DS 1	DS 2
Gemiddeld grootste waarde	115,4	118,8
Gemiddeld kleinste waarde	77,9	100,0
Vershil in cm	37,4	18,8

Tabel 6 Berekende resultaten filter 3

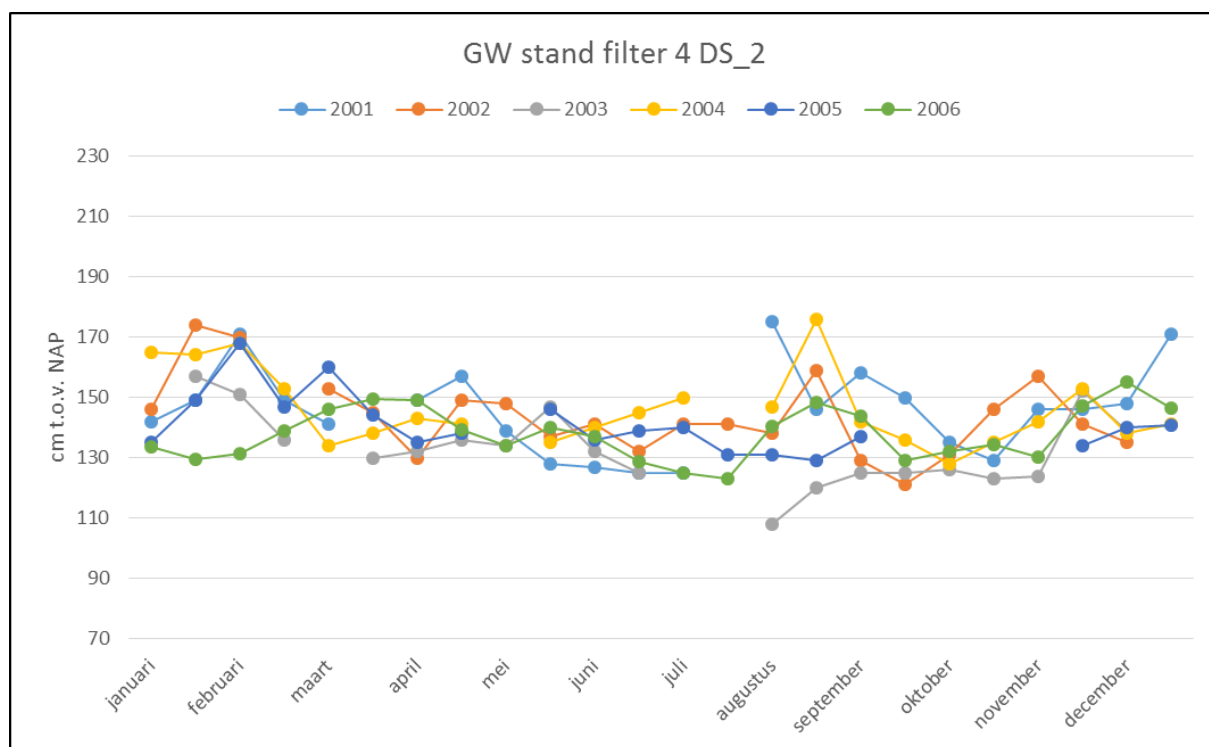
	DS 1	DS 2	verschil
GHG	133,4	124,5	-9,1
GLG	74,0	93,8	19,8
Vershil in cm	59,4	30,7	

Resultaat Filter 4– Den Berg (Annex 11 pagina 60-61)

De gemiddelde grondwaterstanden voor filter 4 (Figuur 4-6) zijn nagenoeg gelijk gebleven met uitzondering van de maand augustus en oktober. In de wintermaanden zijn net als in filter 3 de grondwaterstanden uit dataset 2 gemiddeld iets lager dan in dataset 1. De losse resultaten en de verschillen in berekende waarden komen ook veelal overeen met filter 3.



Figuur 4-17 Meetresultaten filter 4 dataset 1



Figuur 4-18 Meetresultaten filter 4 dataset 2

Voorgaande Figuren 4-17 en 4-18 geven weer dat in dataset 2 de spreiding van de meetwaarden een stuk kleiner is. Hier is de grondwaterstand constanter geworden. Wat opvalt is dat 2003 ten opzichte van de overige vijf jaren een bijzonder lage waarde heeft. Dit komt eveneens door een zeer droge in plaats van natte maand augustus (Figuur 4-2).

In Tabel 7 zijn de bijbehorende gegevens weergegeven. Het verschil tussen de gemiddelde waarden is bijna drie keer zo klein geworden, grafiek 4-8 laat dit zien. De GHG is 23,4 cm afgenomen. Dit komt net als bij filter 3 doordat de piekwaarden, voorkomend in dataset 1 van dit filter, de GHG bepalen. De GLG is 16,0 cm toegenomen waardoor de GLG en GHG nog maar 36 cm verschillen.

Filter 4	DS 1	DS 2
Gemiddeld grootste waarde	160,4	153,0
Gemiddeld kleinste waarde	98,9	132,0
Vershil in cm	61,5	21,1

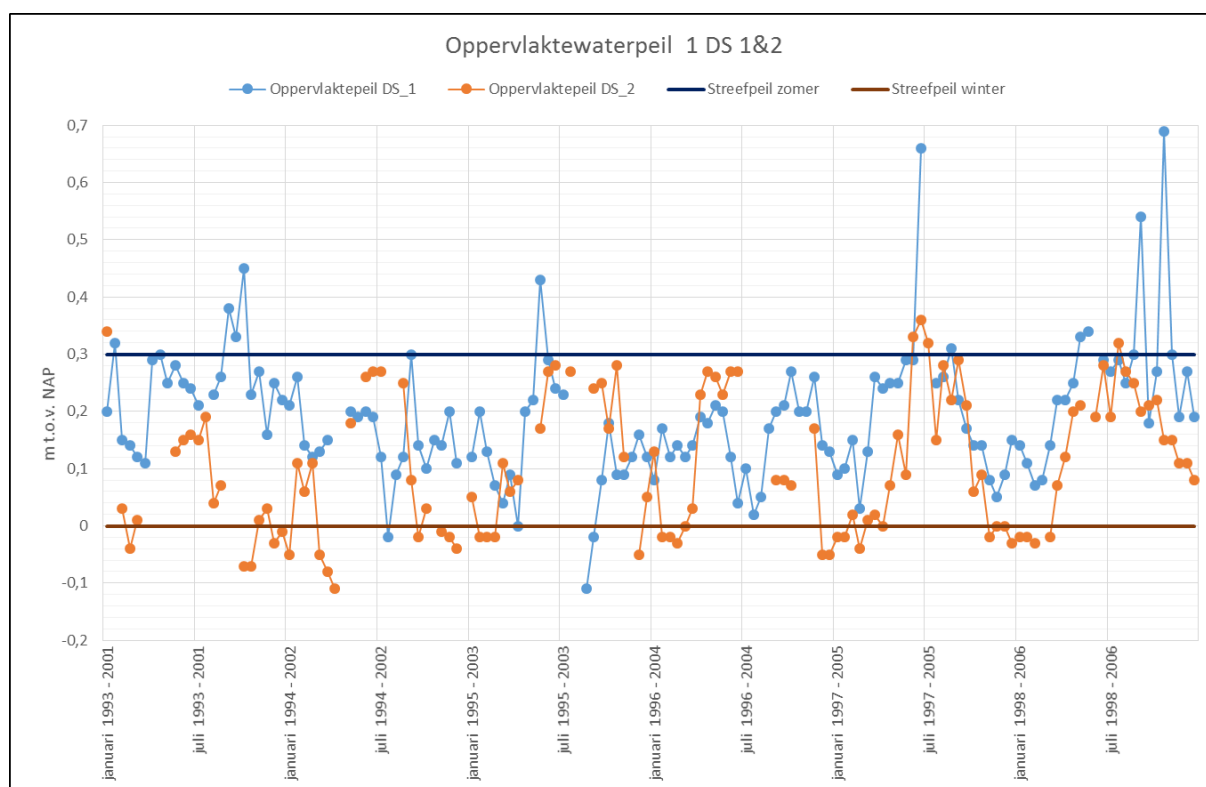
Tabel 7 Berekende resultaten filter 4

	DS 1	DS 2	verschil
GHG	185,6	162,2	-23,4
GLG	110,2	126,2	16,0
Vershil in cm	75,4	36,0	

4.4. Evaluatie oppervlaktewaterstand

De drie grafieken met resultaten van de oppervlaktewaterstand komen van vijf meetpunten. Meetpunt 1 bevat een tijdsreeks met gegevens die zowel dataset 1 en 2 beslaan maar valt echter net buiten het verdrogingsgebied en ligt aan het einde van het landbouwtracé. De meetresultaten 2 en 3 zijn gebaseerd op vier verschillende meetpunten waarvan de resultaten worden gecombineerd om de datasets te kunnen vergelijken (Figuur 3-3). De waarden van dataset 1 en 2 worden gezamenlijk weergegeven in een grafiek waardoor op de horizontale-as de maand voor beide jaartallen staat. In de grafieken zijn ook de streefpeilen geplot om zo meerdere conclusies te kunnen trekken. Het zomerpeil is een maximaal streefpeil, het winterpeil respectievelijk een minimaal streefpeil.

Oppervlaktewaterpeil 1

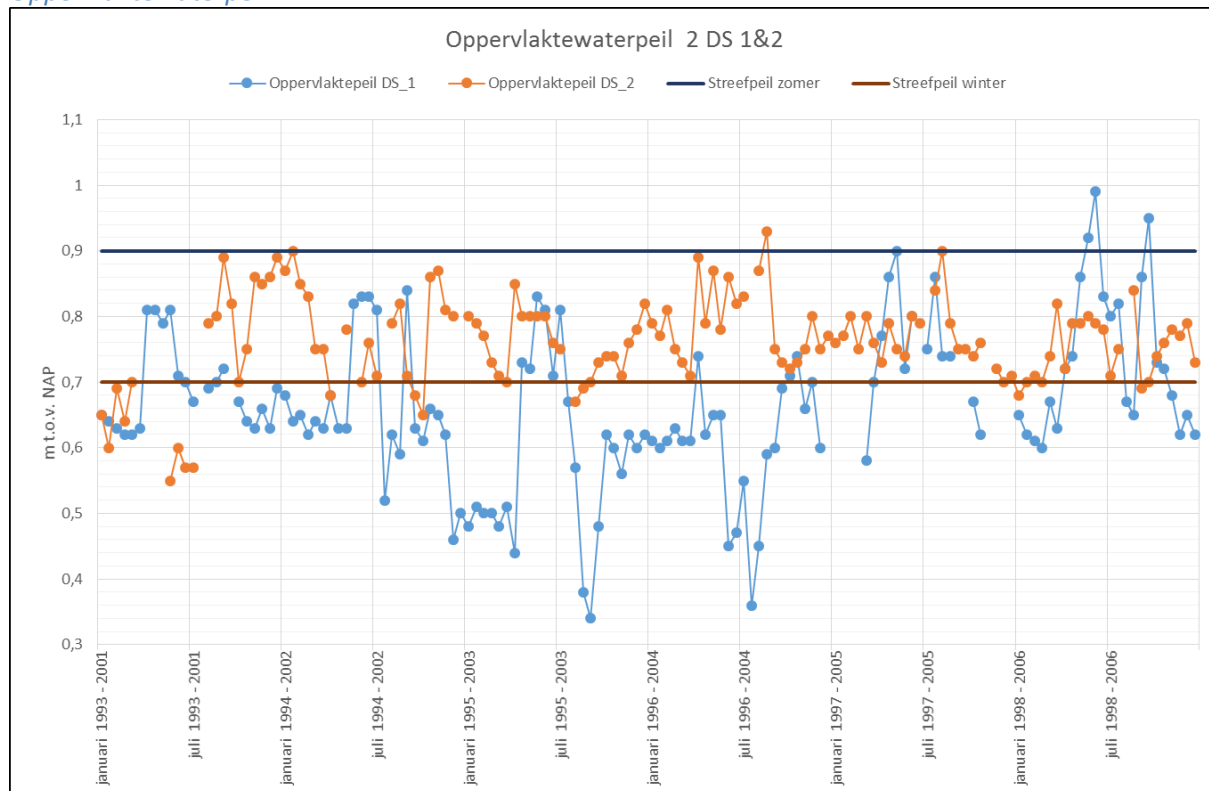


Figuur 4-19 Oppervlaktepeil resultaten meetpunt 1

Figuur 4-19 geeft de meetwaarden van meetpunt 1 weer. De hoogte van het oppervlaktewaterpeil voor dataset 2 ligt regelmatig lager dan dataset 1. Dit kan komen doordat in dataset 1 geen streefpeil werd gehandhaafd en er maximaal water werd onttrokken. Voornamelijk de waarden in dataset 1 in de wintermaanden liggen boven de waarden in dataset 2. Dataset 2 bevat minder extreme pieken dan dataset 1. De pieken eind 1998 (dataset 1) zijn te verklaren door de extreme neerslag uit dat jaar. Hierdoor is het oppervlaktewaterpeil ook toegenomen. De grafiek laat zien dat de waarden uit de wintermaanden uit dataset 2 dichterbij het winter-streefpeil liggen dan voor dataset 1. Op uitzondering van 2001 na zijn er ook, voor de overige jaren uit dataset 2, duidelijke zomerpieken te zien.

Het meetpunt ligt echter niet binnen het 'verdrogingsgebied' en het bijbehorende peil-vak. De resultaten laten zien dat ook voorafgaand aan het project de waarden van het oppervlaktewaterpeil relatief binnen de streefwaarden lagen, al waren deze in de wintermaanden vaak te hoog en in de zomer te laag. Geconcludeerd kan worden dat sinds het afgeronde project het peilbeheer is verbeterd omdat de waarden uit zomer- en wintermaanden dichterbij het streefpeil liggen.

Oppervlaktewaterpeil 2

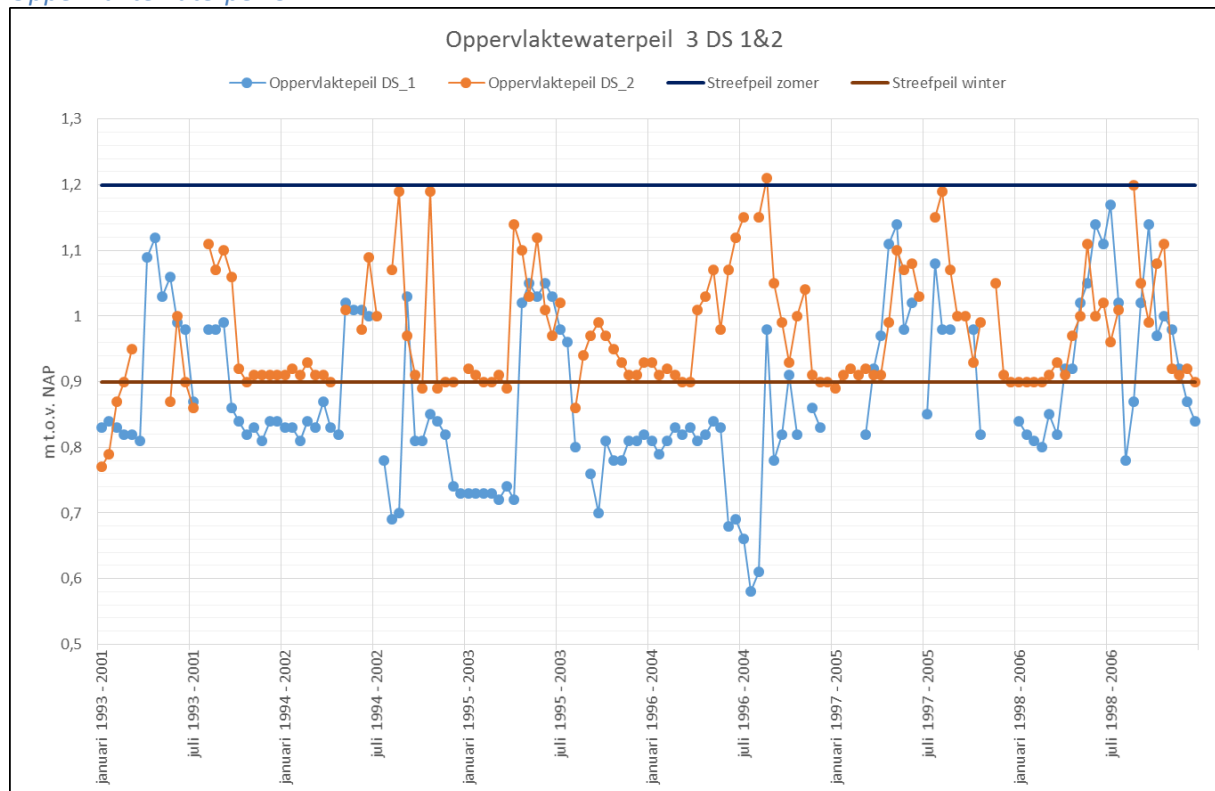


Figuur 4-20 Oppervlaktepeil resultaten meetpunt 2

In bovenstaande grafiek zijn de resultaten van de meetpunten binnen peil-vak 45 (Annex 6) te zien. Het valt meteen op dat de meetwaarden uit dataset 1 bijna allemaal onder de waarden uit dataset 2 liggen en ruim onder de huidige streefpeilen. Voor zowel het huidige zomer- als winterpeil uit dataset 1 geldt dat deze met uitzondering van één waarde uit 1997 en drie waarden uit 1998 niet is behaald. Het waterpeil in dataset 2 blijft bijna de gehele dataset tussen de streefwaarden. Alleen aan het begin van 2001 liggen de waarden nog ruim onder streefpeil. Dit verklaart ook waarom de grondwaterstand in filter 1 en 2 rond deze maanden uit 2001 ver onder de andere meetwaarden lag. Figuur 4-20 laat ook zien dat 2003 een droog jaar is geweest. De meetwaarden wijken in dit jaar het meest af van het nagestreefde zomerpeil.

Daarnaast is het belangrijk om op te merken dat het verschil tussen het gewenste zomer- en winterpeil in dit peil-vak maar 20 cm bevat. De grafiek laat zien dat het oppervlaktewaterpeil gedurende zes jaar op een aantal waarden na tussen de gewenste peilen blijft. Dit vergt nauwkeurig peilbeheer en is alleen mogelijk wanneer er voldoende water beschikbaar is.

Oppervlaktewaterpeil 3



Figuur 4-21 Oppervlaktepeil resultaten 3

Figuur 4-21 geeft de resultaten van de meetpunten binnen peil-vak 376 weer (zie Annex 6). Voor de resultaten uit deze grafiek geldt veelal hetzelfde als voor de resultaten uit Figuur 4-20. De meetwaarden uit dataset 1 liggen regelmatig ver onder huidig winter-streefpeil en bereiken zelfs op geen enkel meetmoment het huidige zomer-streefpeil. Na het uitgevoerde project blijven de waarden vrijwel geheel tussen de streefpeilen. In 2001 staat het water echter nog te laag, evenals tijdens een zomermeting uit 2003.

Er is te zien dat er in de zomermaanden naar een hoger peil wordt gestreefd. Er zijn ondanks het ontbreken van enkele meetwaarden duidelijk zes toppen te zien in de grafiek. De meetwaarden uit bijvoorbeeld zomer 2004 laten goed zien dat door het gemaal en peilbeheer een tegenovergestelde waterstand wordt gegenereerd (in dataset 1 extreem laag in de zomer, in dataset 2 hoog). Door middel van het verhogen van de waterstand kan de grondwaterstand na juli, dus in augustus, worden verhoogd om zo de drogere maanden van de nazomer op te vangen. In september 2001 is ondanks het hoge neerslagoverschot geen piek te zien in de oppervlaktewaterstand. De stuwen zijn waarschijnlijk verder opgezet om zo versnelde afwatering te genereren. In het grondwater blijft dit langer zichtbaar omdat het water niet direct naar het oppervlaktewater stroomt.

5. DISCUSSIE

Voordat een eindconclusie kan worden geschreven over de evaluatie van het project moet kritisch worden gekeken naar de input van het onderzoek. De terugkoppeling naar de projectplannen, monitoring en data-analyse zijn hiervoor van belang.

5.1. Projectplan en opgestelde doelen

In het projectplan zou informatie moeten staan over onder andere de aanleiding, doelstelling en beoogde maatregelen met eventueel bijbehorende effecten en monitoring. Voor het 'Waterconserveringsplan Emmertochtsloot' is echter geen concreet projectplan (meer) beschikbaar. Volgens verschillende mensen, werkzaam bij het waterschap, werden er in die tijd (ongeveer 20 jaar terug) nog geen duidelijke projectplannen geschreven. Het zou mogelijk kunnen zijn dat er geen definitief projectplan is gemaakt of dat een dergelijk plan is verdwenen. Wel zijn er allerlei technische tekeningen beschikbaar met daarin de ontwerpen voor de maatregelen. Deze tekeningen zijn bewaard in het archief van het verantwoordelijke waterschap (verschillend door de tijd vanwege fusie).

Door middel van het verzamelen van informatie uit verschillende andere bronnen en rapportages kan uiteindelijk wel worden bepaald wat de beoogde doelen zijn geweest. De opgestelde doelen uit hoofdstuk 2.3 zijn dan ook de input voor de evaluatie. Met de doelen kan worden vergeleken of deze zijn behaald. De meeste hydrologische doelen zijn echter niet kwantitatief onderbouwd, waardoor ook niet kwantitatief kan worden beschreven of deze zijn behaald. Een 'grondwaterstandverhoging' is in principe elke stijging. Met behulp van de streefpeilen kan voor de oppervlaktewaterstand wel goed worden gekeken naar het resultaat van het project.

5.2. Data: Resultaten en monitoring

Binnen het studiegebied hebben veel peilbuizen gestaan (zie Annex 3 en 5). De meeste peilbuizen zijn momenteel alweer verwijderd uit het gebied. Enkele buizen meten nog steeds. Voor het evalueren van dit project was data nodig om de situatie voorafgaand aan het project te analyseren. Van de peilbuizen uit Annex 3 en 5 bleken de meeste geplaatst te zijn tussen 2001-2015. Slechts vier verschillende locaties bevatten data van zowel voor als na het project. Om de situatie dus op één plek te bekijken en te kunnen evalueren zijn er veel peilbuizen niet bruikbaar. Praktisch zijn alle meetlocaties die na het project zijn geplaatst niet bruikbaar voor een evaluatie omdat de initiële situatie niet geschetst kan worden. Deze peilbuizen kunnen echter wel gebruikt worden voor het optimaliseren van het peilbeheer wat voordelen met zich mee brengt.

Het ontbreken van veel data voor de projectuitvoering heeft er tevens voor gezorgd dat er voor een tijdsreeks van zes jaar gekozen moest worden. Wanneer er meer data beschikbaar waren geweest voorafgaand aan het project had dit langer kunnen zijn. De GHG en GLG zijn nu per deze zes jaar uitgerekend terwijl hier officieel acht beschikbare meetjaren voor nodig zijn. Wanneer echter naar de meetwaarden en resultaten uit dataset 2 wordt gekeken is te zien dat er over de zes jaar uiteindelijk niet heel erg veel meer verandert waardoor de GHG en GLG ook niet meer veel zou veranderen wanneer er wel acht jaren aan data beschikbaar zou zijn. Voor zowel de grond- als oppervlaktewaterstand geldt namelijk dat er na 2001 nauwelijks extreme waarden meer voor komen. Binnen de gebruikte tijdsreeksen en data ontbreekt een aantal meetwaarden. Dit wordt bij de data-analyse toegelicht en is bij de resultaten ook duidelijk zichtbaar. Vooral uit de dataset 2 van filter 2 (grondwaterstand) ontbreken een hoop waarden. Daarnaast ontbreekt uit de neerslag en verdampingsgegevens nog een aantal gegevens waardoor bijvoorbeeld de grote hoeveelheid neerslag en het hoogwater in 1998 niet kan worden bevestigd met meetgegevens vanuit weerstation Heino.

6. CONCLUSIE

Onderzoeksvraag

In het uitgevoerde onderzoek stond de volgende onderzoeksvraag centraal:

In welke mate zijn met de projectmaatregelen, behorende tot het 'Waterconserveringsplan Emmertochtsloot', de in 1999 beoogde projectdoelen met betrekking tot grondwaterstand behaald en op welke manier is de gebruikte evaluatiemethode toepasbaar op toekomstige projecten?

6.1. Conclusie

Binnen het studiegebied was door het efficiënter maken van de waterafvoer van de Emmertochtsloot ten behoeve van de landbouw de grondwaterstand flink gedaald. Voornamelijk op landgoed De Horte, waar zich bosrijke natuurgebieden bevinden, vond hierdoor verdroging plaats. Het 'Waterconserveringsplan Emmertochtsloot' is opgezet om via wateraanvoer vanuit de Vecht en peilverhoging in de Emmertochtsloot de waterhuishouding te verbeteren. Voorafgaand aan het project waren de Emmertochtsloot en omliggende landgoederen alleen afhankelijk van kwelwater en neerslag.

Om een 'verbeterde waterhuishouding en peilverhoging' te realiseren zijn verschillende maatregelen getroffen. Zo zijn er naast de bouw van het gemaal bij landgoed Den Berg nieuwe watergangen gegraven, stuwen geplaatst en nieuwe streefpeilen ontwikkeld. De waterinlaat is bedoeld voor het aanvullen van neerslagtekorten. De nieuwe watergangen en stuwen moeten zorgen voor eenvoudiger te handhaven peilbeheer zonder dat de landbouw wordt benadeeld. De overige maatregelen zijn vooral van toepassing op het verbeteren van de ecologische situatie en hebben geen grote hydrologische gevolgen.

Op basis van de geringe hoeveelheid beschikbare meetgegevens van uiteindelijk vier verschillende grondwaterstandmeetpunten en drie verschillende oppervlaktewaterstandmeetpunten is het project geëvalueerd. Twee van de vier grondwaterstandmeetpunten liggen binnen het verdrogingsgebied op landgoed De Horte en laten beide een flinke stijging (meer dan 20 cm) in de grondwaterstand zien. Voor alle vier de resultaten geldt dat de grondwaterstand vele male constanter is geworden na het uitgevoerde project. De resultaten van de oppervlaktewaterstanden waarmee het grondwaterpeil wordt 'gestuurd' laten tevens zien dat het oppervlaktewaterpeil binnen de streefpeilen kan worden gehandhaafd en dat daardoor zowel de grond- als oppervlaktewaterstand niet meer afhankelijk is van het neerslagtekort in de droge maanden.

De projectdoelen zijn helaas voorafgaand aan het project onduidelijk geformuleerd of niet (meer) beschikbaar. Er zijn geen kwantitatief onderbouwde uitwerkingen van de verschillende doelen en bijbehorende maatregelen beschikbaar waardoor het concreet antwoorden op de 'mate van het projectsucces' lastig is. Aan de hand van de beschikbare en gevonden resultaten kan worden geconcludeerd dat de grondwaterstand significant is verhoogd. De GHG en GLG van de filters die zich bevinden binnen het verdrogingsgebied zijn structureel verhoogd en verbeterd. Daarnaast zijn de grondwaterstanden in het gehele gebied constanter, de verschillen tussen de GHG en GLG zijn veel kleiner geworden. De streefpeilen van de oppervlaktewaterstanden waarmee deze grondwaterstanden worden bereikt kunnen door het uitgevoerde project goed en structureel worden gehandhaafd.

Al met al kan gezegd worden dat, ondanks de geringe hoeveelheid beschikbare data, het project succesvol is geweest. De grondwaterstand is verhoogd waardoor de verdrogingsproblemen op landgoed De Horte zijn verholpen.

6.2. Aanbevelingen

Deze paragraaf beschrijft kort enkele aanbevelingen vanuit deze projectevaluatie voor eventueel vervolgonderzoek. De daadwerkelijke uitwerking van de evaluatiemethode gecombineerd met criteria voor toekomstprojecten zijn uitgewerkt in het volgende hoofdstuk.

Projectplan

Projectinformatie met betrekking tot aanleiding(en), doel(en) en beoogde maatregelen inclusief effecten behoren tot een volledig projectplan. Wanneer meerdere organisaties, instanties en personen werkzaam zijn binnen een project is het handig om deze betrokken personen inclusief rol volledig en duidelijk te documenteren. Voor deze projectevaluatie zijn allerlei verschillende informatiebronnen gebruikt om tot een projectomschrijving te komen. Wanneer er bij een projectontwikkeling goed wordt gedocumenteerd kan dit een gestructureerde basis bieden voor evaluaties en kunnen deze in het vervolg eenvoudiger en concreter worden uitgevoerd.

Monitoring

Er zijn binnen het studiegebied een hoop meetpunten te vinden. Maar bij geen enkel meetpunt staat een daadwerkelijk doel/reden van de geplaatste buis. Binnen WISKI is het wel mogelijk om .txt bestanden of beschrijvingen toe te voegen aan de meetpunten. Voor de duidelijkheid zouden hier omschrijvingen kunnen worden bijgevoegd zodat de meetgegevens en informatie van het meetpunt gezamenlijk worden gearcheeerd.

Vervolgonderzoek studiegebied Emmertochtsloot

Op basis van de uitgevoerde hydrologische en waterkwaliteitsevaluatie zou een gezamenlijk conclusie geschreven kunnen worden. Het project is helaas een flink aantal jaar geleden uitgevoerd waardoor dit weinig teweeg zal brengen. Wel kan er kritisch worden gekeken naar de hoeveelheid peilbuizen die zijn geplaatst (en weer weggehaald) om zo te kunnen concluderen of deze buizen en bijbehorende meetwaarden nuttig zijn geweest. In het vervolg kunnen monitoringsplannen voor andere projecten hierdoor aangepast worden.

Ook zijn er na 2001 nog kleinere projecten uitgevoerd binnen het studiegebied. Zo zijn verschillende vistrappen aangelegd, automatische stuwen geplaatst en zijn verschillende natuurlijke oevers verbeterd. Omdat er binnen het gebied eigenschappen veranderen kan er nog onderzoek worden gedaan naar het efficiënter maken van het peilbeheer. In goed overleg met de beheerders van de landgoederen en boeren kan er wellicht wat worden verbeterd.

Vervolg aanpak projecten, monitoren en evaluaties

Het ontbreken van een concrete evaluatiemethode binnen het waterschap heeft samen met de gevonden conclusies en genoemde aanbevelingen geleid tot een richtlijn voor toekomstige projecten. In het volgende hoofdstuk staat deze richtlijn en aanpak verwerkt tot een mogelijk stappenplan voor vervolg projecten, monitoringsplannen en evaluaties.

RICHTLIJN AANPAK TOEKOMSTPROJECTEN, -ONDERZOEKEN EN EVALUATIES

Aan de hand van de uitgevoerde evaluatie met bijbehorende conclusies en aanbevelingen wordt in dit hoofdstuk een korte, concrete en brede aanpak voor toekomstige projecten omschreven. Hiervoor zijn richtlijnen voor het projectplan en het monitoringsplan beschreven. Een goede projectevaluatie kan namelijk alleen worden uitgevoerd wanneer er voldoende gegevens en informatie beschikbaar zijn. Het projectplan vormt daarom de basis voor evaluatie en eventueel vervolgonderzoek.

Opstellen projectplan

Voor het opstellen van een bruikbaar en duidelijk projectplan zijn de volgende inhoudelijke onderdelen van belang:

1. Documenteren wie er werkzaam zijn aan de projectontwikkeling/het projectplan. (Wie)
 - Aan elk project werken meerdere personen/afdelingen/organisaties samen. Voor evaluatie, vervolgonwikkeling, uitbreiding of andere vraagstukken van een project kan men altijd terecht bij/op zoek naar de betrokken persoon/personen.
2. Omschrijven van (probleem)situatie projectgebied. (Wat en waar)
 - Onder het omschrijven van (probleem)situatie valt een gebiedsomschrijving met het bijbehorende probleem. De situatieomschrijving is van belang om ook in de toekomst een beeld te hebben van de beginsituatie/nul-situatie. Het is van belang om relevante projectinformatie (gebiedseigenschappen) (direct!) te documenteren. Hierbij behoren ook meetdata met betrekking op het project. Wanneer er weinig bekend is moet er dus direct onderzoek worden gedaan en/of gestart worden met het inwinnen van data. Tussen het afronden van het projectplan en het uitvoeren van het project zit (vaak) voldoende tijd om meetgegevens te verzamelen.
(note: een project ontstaat niet altijd uit een op te lossen probleem, een gewenste verbetering kan ook aanleiding zijn).
3. Omschrijven toekomstscenario('s) / aanleiding van het project. (Waarom)
 - Waarom moet het project uitgevoerd worden?
 - Waarom vormt de situatie (in de toekomst) een probleem?
4. Omschrijven doelen, minimale eisen, wensen etc.. (Wat en hoeveel)
 - Nadat de aanleiding van het project duidelijk is kunnen doelen opgesteld worden. Hierbij is het van belang dat doelen SMART geformuleerd worden.
 - **Specifiek** Elk doel wordt los concreet opgeschreven, dit wil zeggen dat het een waarneembaar resultaat moet omschrijven.
 - **Meetbaar** Elk doel moet een zichtbaar/kwantitatief en toetsbaar resultaat bevatten.
 - **Acceptabel** Welke stakeholders hebben invloed/worden beïnvloed op/door de doelen, vormt dit geen probleem.
 - **Realistisch** Op welke manier zijn de doelen realistisch en haalbaar.
 - **Tijdsgebonden** In welke tijdsperiode dienen de doelen behaald te zijn/ hoelang gaat het duren

5. Omschrijven oplossingen / maatregelen behorende tot het project en de beoogde effecten (Hoe)

- Welke maatregelen/oplossingen biedt het project en wat zijn de bijbehorende gemodelleerde/verwachte effecten per maatregel.
- Een belangrijke vraag (toetsing en directe terugkoppeling naar de doelen kan worden gemaakt):
Zijn de effecten realistisch en worden de doelen met de maatregelen daadwerkelijk behaald?

Wanneer het projectplan definitief is moet het (digitaal) worden gearchiveerd. Op die manier gaan belangrijke gegevens niet verloren. Voor een uitgebreide evaluatie op bijvoorbeeld ecologisch gebied kunnen soms wel twintig jaren verstrijken voordat de evaluatie wordt uitgevoerd.

Opstellen monitoringsplan

Met de resultaten van het monitoren/onderzoeken moet uiteindelijk het bereiken van de doelen kunnen worden getest. Aan de hand van de omschreven doelen in het projectplan kan een concreet monitoringsplan worden opgesteld. Hierin is het wederom van belang dat er goed wordt onderbouwd waarom er bepaald onderzoek/monitoring wordt uitgevoerd.

Zoals bij 'opstellen projectplan' punt 2 wordt omschreven is het van belang om over voldoende gegevens van de nul-situatie te beschikken. Dit is tijdens het uitvoeren van een evaluatie van belang om een specifieke effectbepaling uit te kunnen voeren. Hierbij is het van belang dat er goed wordt gekeken naar waar en hoe er gegevens worden verzameld. Na het uitvoeren van het project de monitoring anders doen dan voor het project zorgt ervoor dat er geen bruikbare verschillenanalyse kan worden gemaakt. Veranderingen in het verkrijgen van meetgegevens voor en na het project moeten worden geminimaliseerd.

1. Kunnen vanuit de resultaten uit beoogde monitoring de doelen worden getoetst?
 - De doelen zijn meetbaar geformuleerd, het monitoringsplan moet resultaten kunnen bieden voor elke opgesteld doel.
 - Aan de hand van de doelen moet er gekeken worden hoeveel data er nodig is en hoelang er gemeten moet worden.
2. Is er kritisch gekeken naar de gegevens van de nul-situatie?
 - Voor uiteindelijke evaluatie moet er (meestal) worden vergeleken met de nul-situatie, daarom is het van belang dat het monitoringsplan hierbij aansluit.
3. Zijn alle plannen voor monitoring gestructureerd opgeslagen?
 - Door de jaren heen kan er veel veranderen aan bijvoorbeeld gebiedseigenschappen/organisatiestructuur (denk aan verandering werknemers), daarom is gestructureerde documentatie van het monitoringsplan (wat, waarom en hoe) van belang.

Uitvoeren projectevaluatie

Bij het uitvoeren van een evaluatie is het van belang de beoogde doelen te toetsen aan de hand van de effecten van de maatregelen. Daarom dient informatie uit het projectplan met de beginsituatie te worden vergeleken met de situatie na het treffen van de maatregelen. In Annex 8 staat uitgewerkt hoe de data-evaluatie van dit onderzoek is uitgevoerd. Meer globaal en stapsgewijs is een evaluatie als volgt uit te voeren:

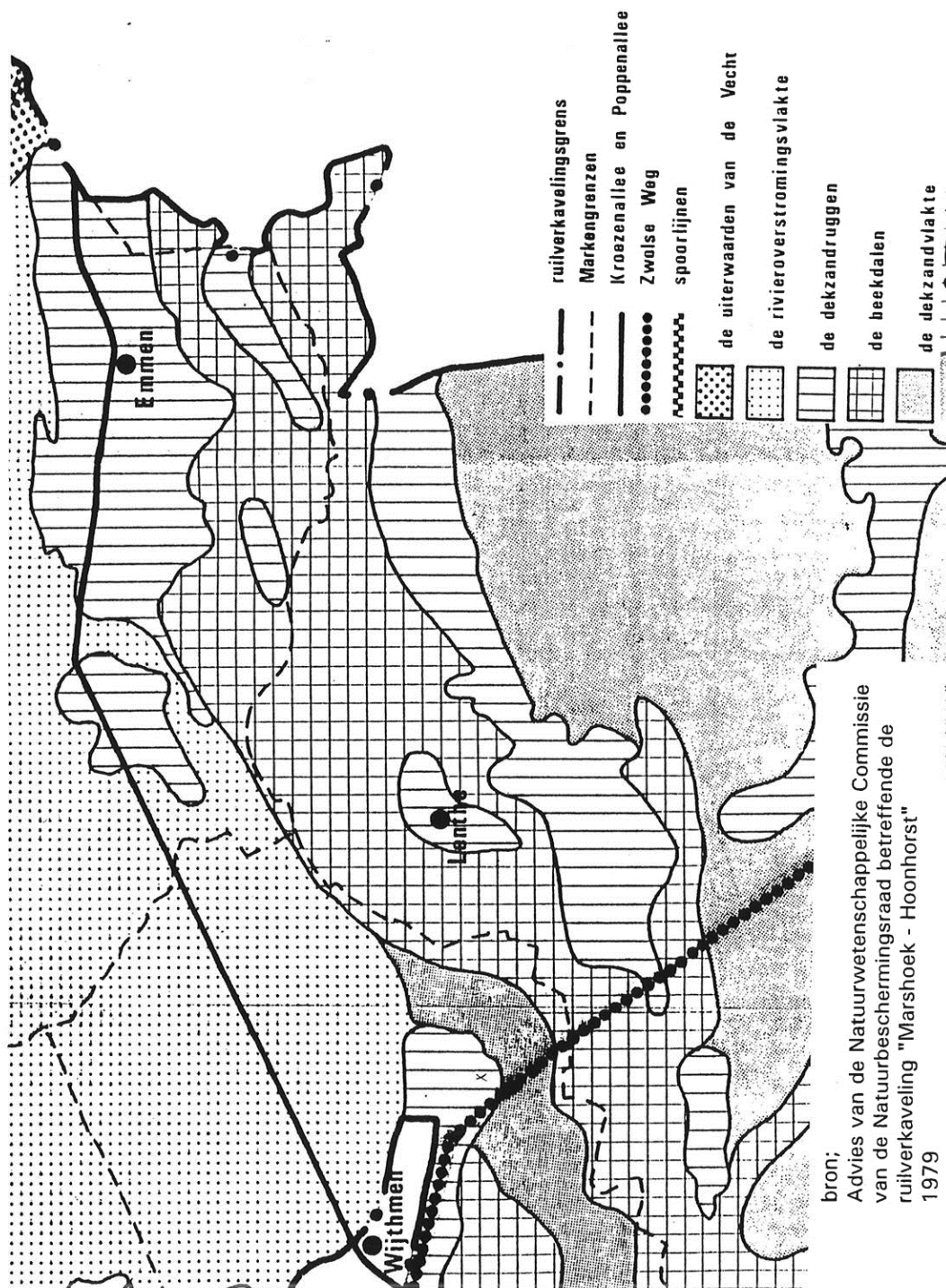
1. Verzamelen informatie project (samenvatten projectplan)
 - Gebiedsanalyse projectgebied
 - Probleembeschrijving / aanleiding van het project
 - De aanpak van het probleem: de uitgevoerde maatregelen
 - De beoogde doelen (kwantitatief onderbouwd)
2. Verzamelen van data voor effectenbepaling
 - Uit het projectplan en het monitoren moeten gegevens van zowel voor als na het project worden ingewonnen om effecten te bepalen.
 - De data moet met elkaar vergelijkbaar zijn en zo min mogelijk variabelen te bevatten.
 - Er moet voldoende data beschikbaar zijn en de data moet een significante periode beslaan (dit is voor elk project anders, ecologische effecten op waterkwaliteit zijn soms pas na enkele jaren zichtbaar)
3. Uitwerken en analyseren resultaten
 - De data dient met elkaar te worden vergeleken waarna de resultaten kunnen worden weergegeven.
 - Aan de hand van het bekijken van de resultaten kan de effectenbepaling worden uitgevoerd: Wat hebben de maatregelen voor effect gegenereerd? (*note: aan de hand van de resultaten kunnen ook andere effecten zichtbaar worden*).
4. Schrijven conclusie en eventueel vervolg
 - Aan de hand van de vergelijking tussen de effectenbepaling en de beoogde doelen kan worden geconcludeerd in welke mate het project is geslaagd.
 - De effecten/gevolgen van het project kunnen gewenst en ongewenst zijn, hierdoor moet er wellicht aanpassingen/vervolgstappen worden gedaan/gemaakt. Met behulp van de conclusie kan worden gesteld of bijvoorbeeld de doelen moeten worden bijgesteld of dat het project is afgerond.
 - Wanneer de doelen moeten worden bijgesteld begint de cyclus weer opnieuw.

In Annex 14 staat een systematische weergave van bovenstaande richtlijnen met betrekking tot projecten.

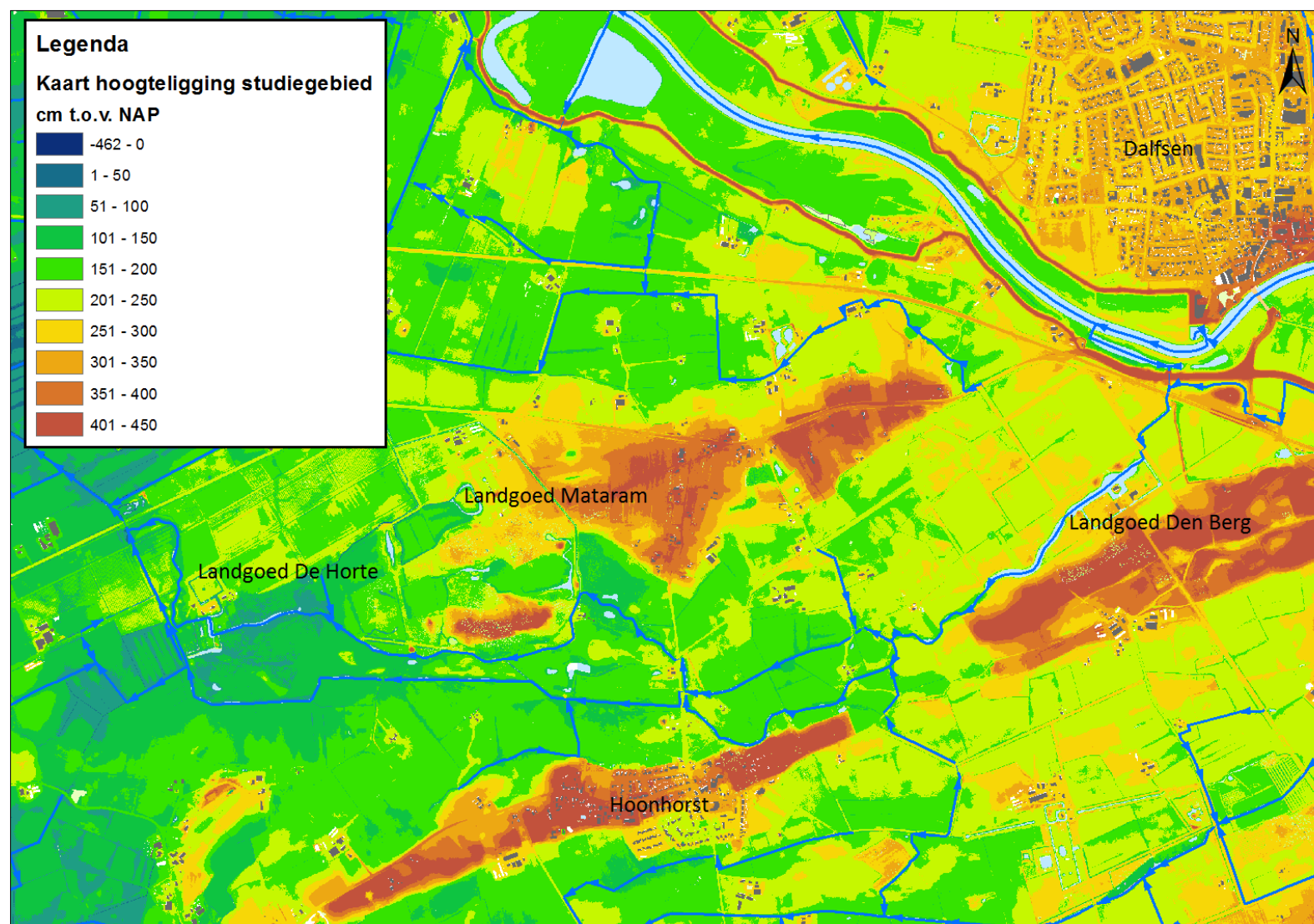
BIBLIOGRAFIE

- Deltares; W. Borren; M.F.P. Bierkens; L. van Vliet. (2011). *Dynamisch peilbeheer*. Opgehaald van Deltafact, STOWA: <http://deltaproof.stowa.nl/Templates/pdf.aspx?rld=6>
- Dijk, E. (2012, oktober 12). Waterberging en natuurontwikkeling hand in hand bij Emmertochtsloot. *Waterschap Groot Salland, interne en externe mediapublicaties*, pp. 1-3.
- Grontmij, A. &. (1998). Waterconserveringsplan Emmertochtsloot. *Situatie - Definitief*. W.M.O/D.L.G. en Waterschap Groot Salland, Zwolle.
- Jochem, R., & Kiers, G. (1994). *De Emmertochtsloot*. Internationale Agrarische Hogeschool Larenstein, Hydrologie & Waterbeheer, Zwolle. Opgeroepen op 11 2016
- KISTERS International. (2016). Opgehaald van kisters.eu: <http://www.kisters.eu/water/software/wiski-measurement-data-management.html>
- Monster, B. (2003, 02 24). De Horte gaat terug in de tijd. *Reformatorisch Dagblad*.
- Nederlandse Overheid. (1998). *4e Nota Waterhuishouding*.
- Nijboer, R. C. (2004). *Alterra-rapport 1067*. Opgehaald van Wageningen University & Research: <http://library.wur.nl/WebQuery/wurpubs/fulltext/36350>
- Ontwikkeling & Beheer Natuurkwaliteit. (2016). Opgehaald van Natuurkennis: <http://www.natuurkennis.nl/index.php?hoofdgroep=6&niveau=3&id=8>
- Overheid.nl. (2017). Opgehaald van almanak.overheid.nl/waterschappen: <https://almanak.overheid.nl/categorie/32/Waterschappen/>
- Redactie NRC. (1998, oktober 29). Veel schade door ernstige wateroverlast. *NRC*.
- Rijksoverheid. (2003). *Oorzaken en effecten van verdroging*. Opgehaald van Compendium voor de Leefomgeving: <http://www.clo.nl/indicatoren/nl027803-oorzaken-en-effecten-van-verdroging>
- Rijksoverheid. (2015). Opgehaald van <https://www.rijksoverheid.nl/onderwerpen/provincies/vraag-en-antwoord/wat-is-een-waterschap>
- Schoonderwoerd, H., Klein, J. d., & Daamen, W. (1997). *Effecten van het waterconserveringsplan Marswetering en het wateraanvoorplan Emmertochtsloot*. Maurik: Daamen Schoonderwoerd & de Klein.
- Vries, F. d., Groot, W. d., Hoogland, T., & Denneboom, J. (2003). *De Bodemkaart van Nederland digitaal*. Wageningen: Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte.
- Waterschap Drents Overijsselse Delta. (2015). *KRW Factsheets*.
- Waterschap Groot Salland. (2009). *Eindevaluatie Waterkwaliteitsonderzoek, Waterconserveringsplan Emmertochtsloot*. Ecologie en Kwaliteit.
- Zielman, J. (2016, december 1). (Project-)Gebiedsverkenning met peilbeheerder. (P. Reichart, Interviewer)

C GEOMORFOLOGISCHE KAART



Annex 2 Hoogtekaart studiegebied



Figuur 0-1 Kaart maaiveldhoogte studiegebied in cm t.o.v. NAP

Annex 3 Meetpunten grondwaterstand



Figuur 0-2 Beschikbare meetpunten grondwaterstand WDOD

Annex 4 Meetpunten oppervlaktewaterstand



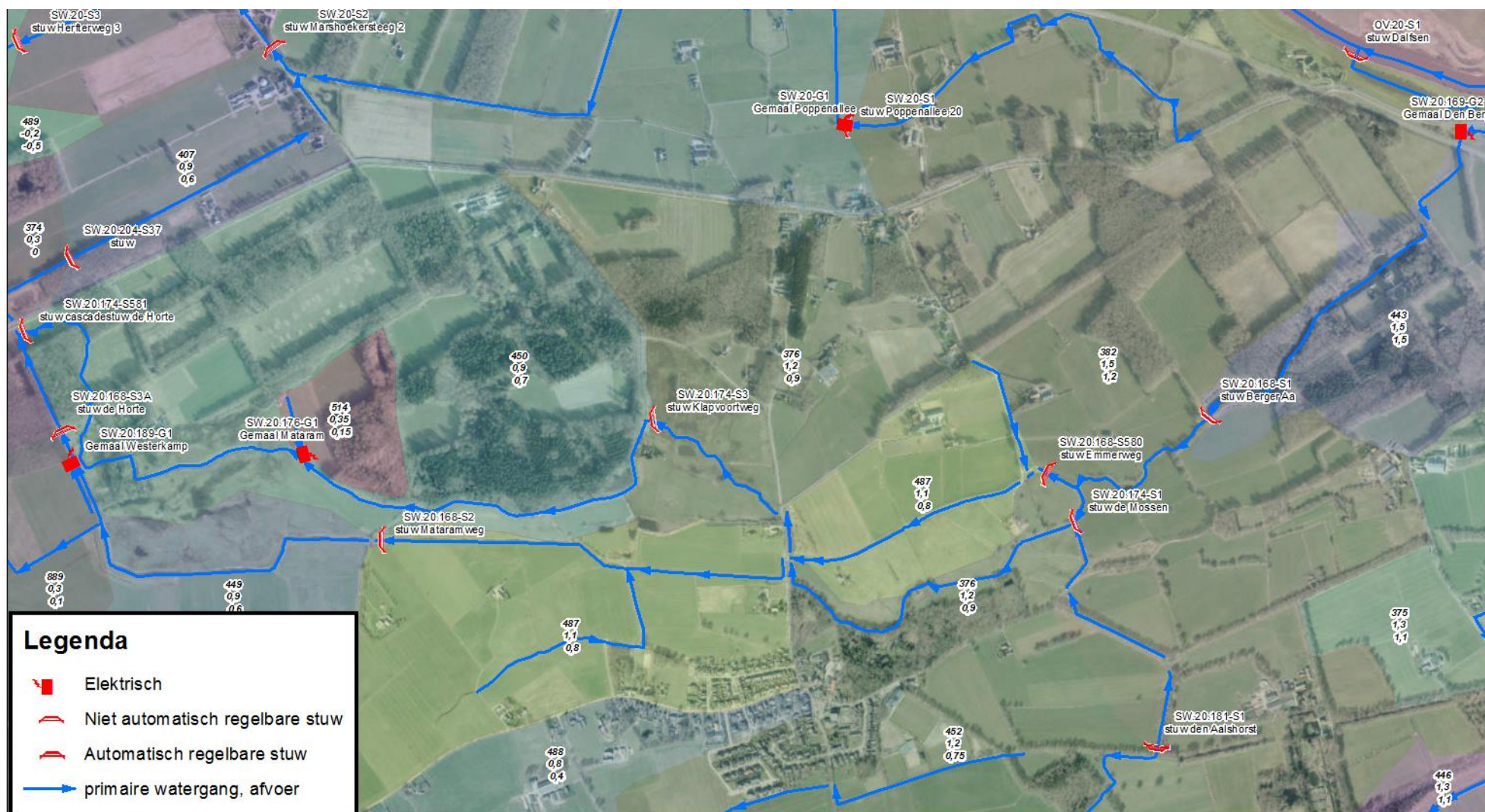
Figuur 0-3 Beschikbare meetpunten oppervlaktewaterstand WDO D

Annex 5 Meetpunten grond- en oppervlaktewaterstand



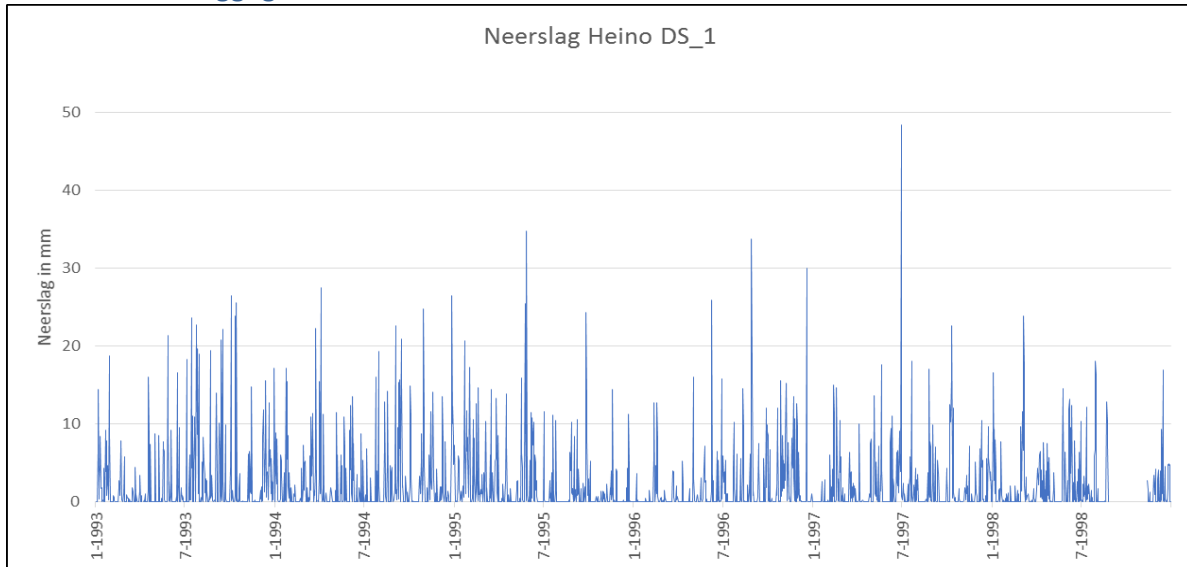
Figuur 0-4 Beschikbare meetpunten grond- en oppervlaktewaterstand Dinoloket

Annex 6 Peilvakken studiegebied

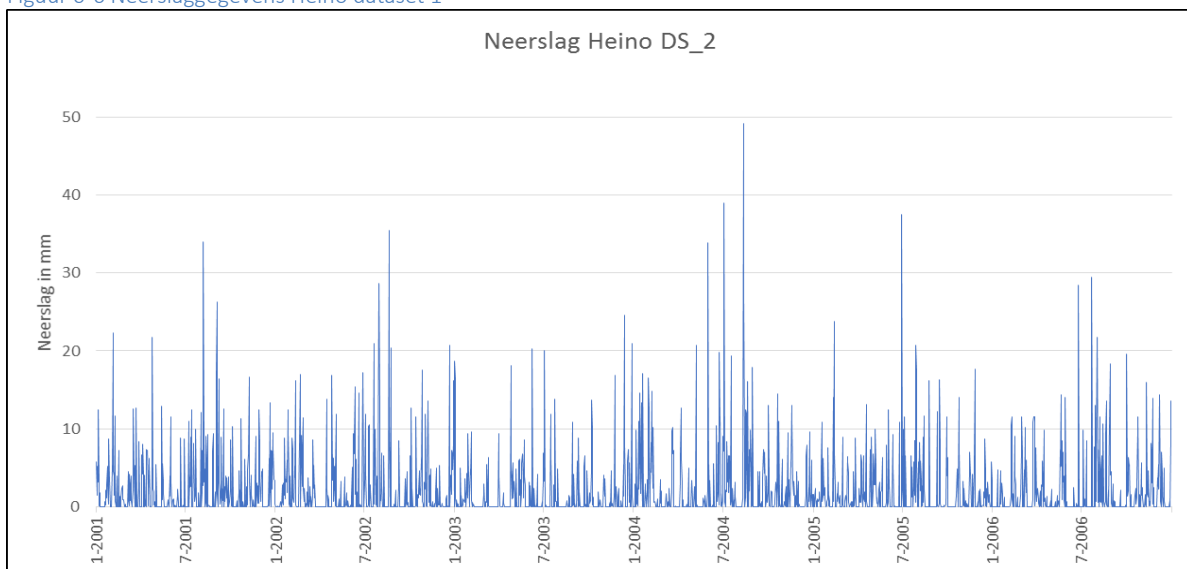


Figuur 0-5 Overzicht studiegebied met peilvakken incl. streefpeilen, stuwen en gemalen WDOD

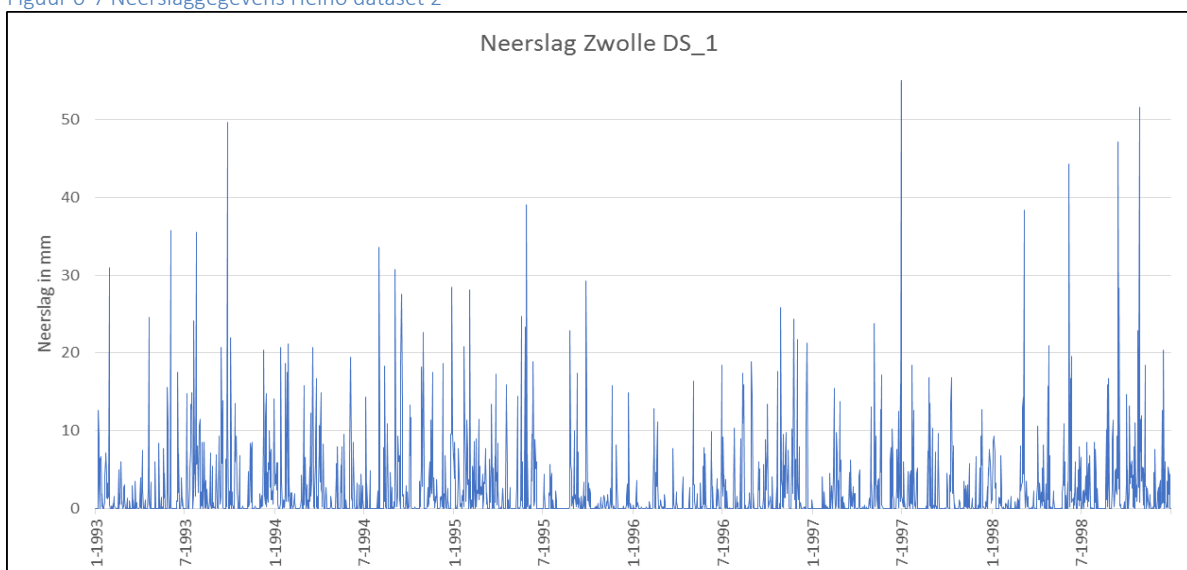
Annex 7 Neerslaggegevens



Figuur 0-6 Neerslaggegevens Heino dataset 1



Figuur 0-7 Neerslaggegevens Heino dataset 2



Figuur 0-8 Neerslaggegevens Zwolle dataset 1

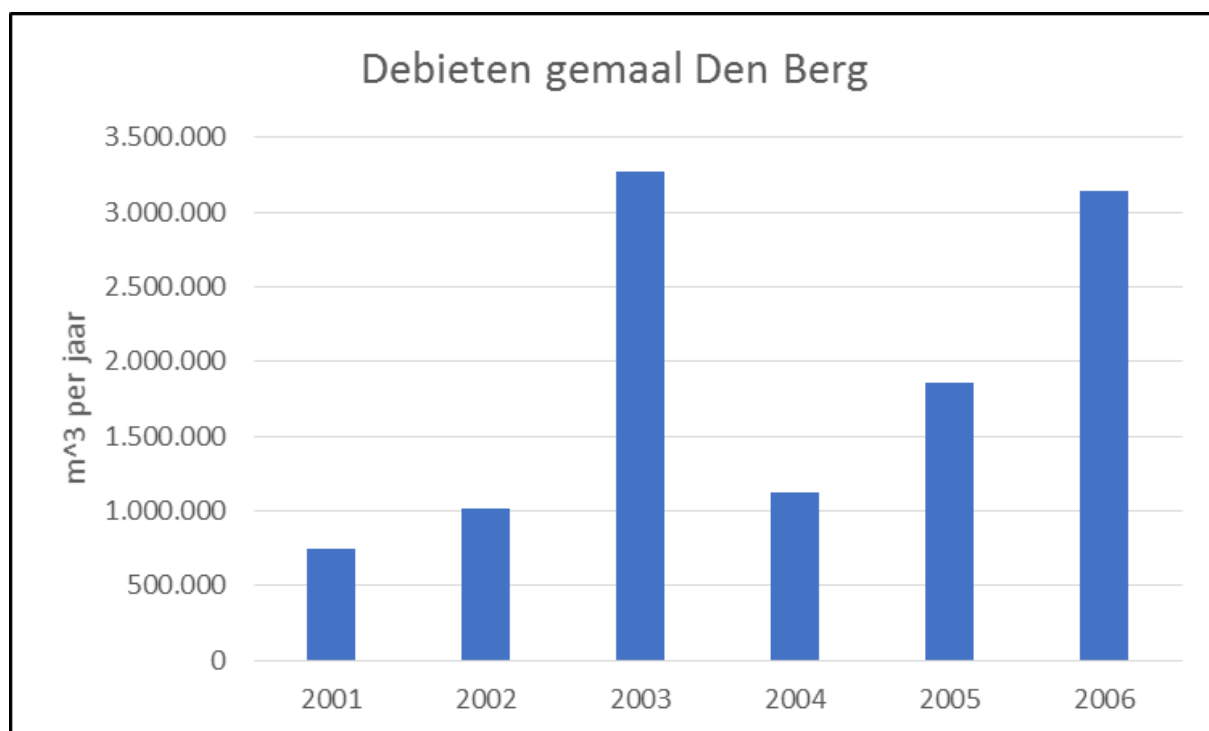
Annex 8 Stapsgewijze methode data

1. Het verzamelen en bekijken van alle peilbuizen/meetpunten vanuit ArcGIS, WISKI en Dinoloket binnen de datascope.
In verschillende programma's staan de digitale meetgegevens opgeslagen. Na het vastgestelde studiegebied kan vervolgens worden gekeken naar welke meetpunten erbinnen vallen.
2. Het selecteren van peilbuizen/meetpunten aan de hand van beschikbaarheid data (vallen metingen binnen de gekozen tijdreeks).
Vervolgens kan per meetpunt worden gekeken naar de inhoud van de data. Voor een projectevaluatie dient geanalyseerd te worden welke peilbuizen tijdsreeksen bevat op 1 locatie.
3. Het downloaden van de data.
De tijdreeksen kunnen veelal worden gedownload als csv, txt of xlsx bestand. Vervolgens zijn deze in Microsoft Excel te verwerken. De reeks kan gesplitst worden naar kolommen (datum, hoogte t.o.v. NAP etc.) waardoor er vervolgens verder kan worden gegaan met de data.
4. Het controleren en analyseren van de data (ontbreken er waarden, foutieve waarden etc.).
Voordat een dataset kan worden gebruikt moeten ontbrekende waarden worden opgevuld. Wanneer er een dataset moet worden vergeleken met een andere dataset moeten beiden gelijke lengte hebben. Er is geen data ingevuld maar wel een lege cel in combinatie met de ontbrekende datum van de meting. Op die manier is elke dataset 144 eenheden lang gemaakt.
5. Het berekenen van gemiddelden, GLG en GHG.
Met de tijdreeks kunnen verschillende gebiedsparameters worden berekend. De gemiddelden per maand of enkele maandelijkse waarde (wanneer er een meting ontbreekt) kunnen over de gehele dataset worden gemiddeld. Ook de GHG en GLG kunnen uit de tijdsreeks worden gehaald. Per dataset worden voor de zes jaren voor elk jaar de drie hoogst gemeten waarden en respectievelijk laagst gemeten waarden gemiddeld. Deze gemiddelde hoogste en laagste per jaar worden dan vervolgens weer gemiddeld voor de gehele dataset. In Annex 11 staan de bijbehorende meetwaarden bij de berekening van de GHG en GLG.
6. Weergeven van resultaten per peilbuis.
De uiteindelijke tijdsreeksen kunnen worden weergegeven in verschillende grafieken. Hierdoor is snel en eenvoudig te zien of er nog bijzonderheden in de meetwaarden voorkomen.
7. Extreme waarden verwijderen uit datasets
Een grondwaterstand kan niet binnen een halve maand extreem zijn verhoogd (en vervolgens een halve maand later weer terug op het oude niveau zitten) of ineens boven het maaiveld staan. Deze extreme waarden kunnen dan worden verwijderd uit de gegevens.
8. Het opnieuw visualiseren van resultaten per peilbuis en gecombineerd
De gemiddelde waarden maar ook de eindresultaten van de grondwaterstand kunnen nu overzichtelijk worden weergegeven. Daarnaast kunnen de resultaten worden uitgezet tegen overige informatie zoals het neerslagoverschot.
9. Het vergelijken van dataset 1 met dataset 2.
Omdat de gegevens van dataset 1 en 2 beiden 6 jaar weergeven kan er een vergelijking worden gemaakt. Hiervoor worden bijvoorbeeld de as-grootten gelijk gehouden zodat de vergelijking eenvoudiger is te maken.

Annex 9 Debieten gemaal Den Berg

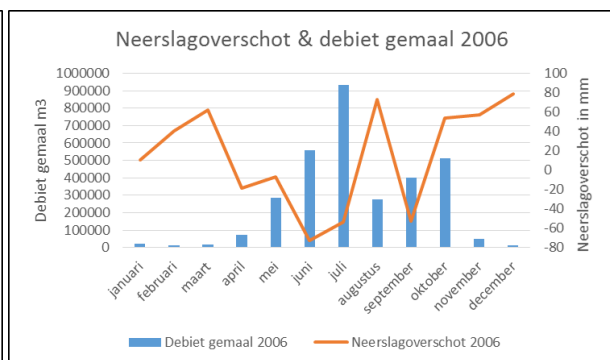
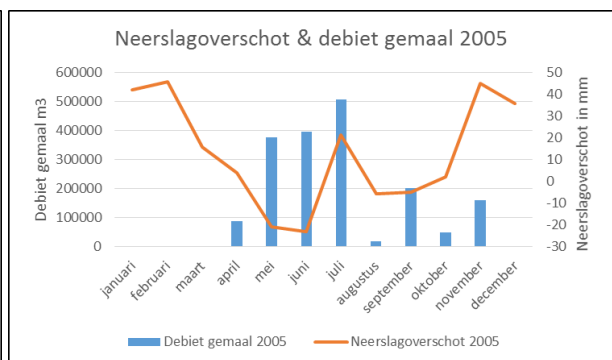
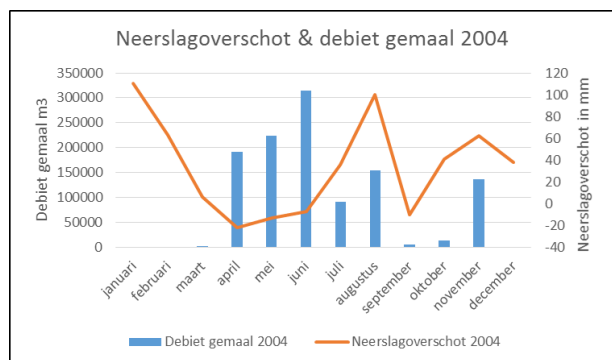
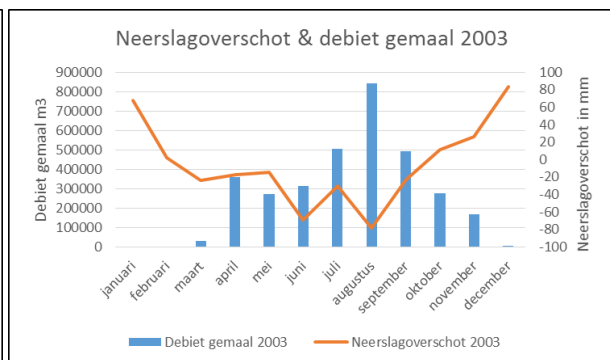
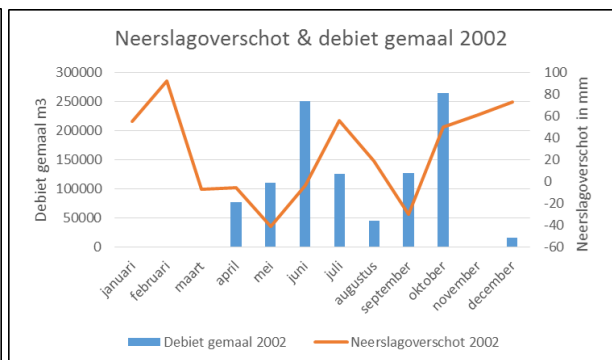
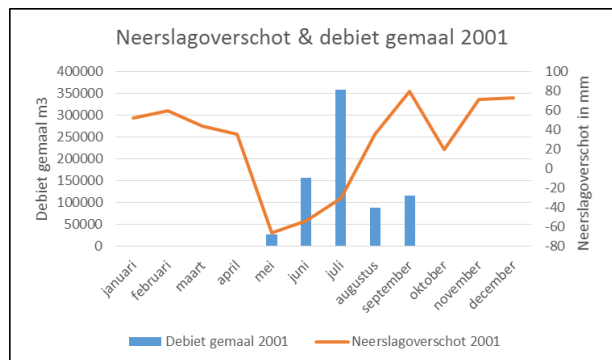
	2001	2002	2003	2004	2005	2006
januari	0	0	0	0	0	20880
februari	0	0	0	0	0	10080
maart	576	0	30792	1320	0	15264
april	0	77184	360216	191376	88336	73152
mei	26520	109584	271200	222936	376156	286128
juni	156336	250464	313968	314040	397229	560304
juli	358200	125232	505776	90552	507099	931680
augustus	88176	44376	844344	154320	19956	274896
september	116016	127392	491928	4920	201751	398592
oktober	0	264144	278232	12864	48888	512928
november	0	0	167736	136440	161183	47952
december	0	15312	7656	0	56120	10368
totaal aantal m3 ingelaten	745.824	1.013.688	3.271.848	1.128.768	1.856.718	3.142.224

Tabel 8 debieten gemaal Den Berg maandelijks en totaal



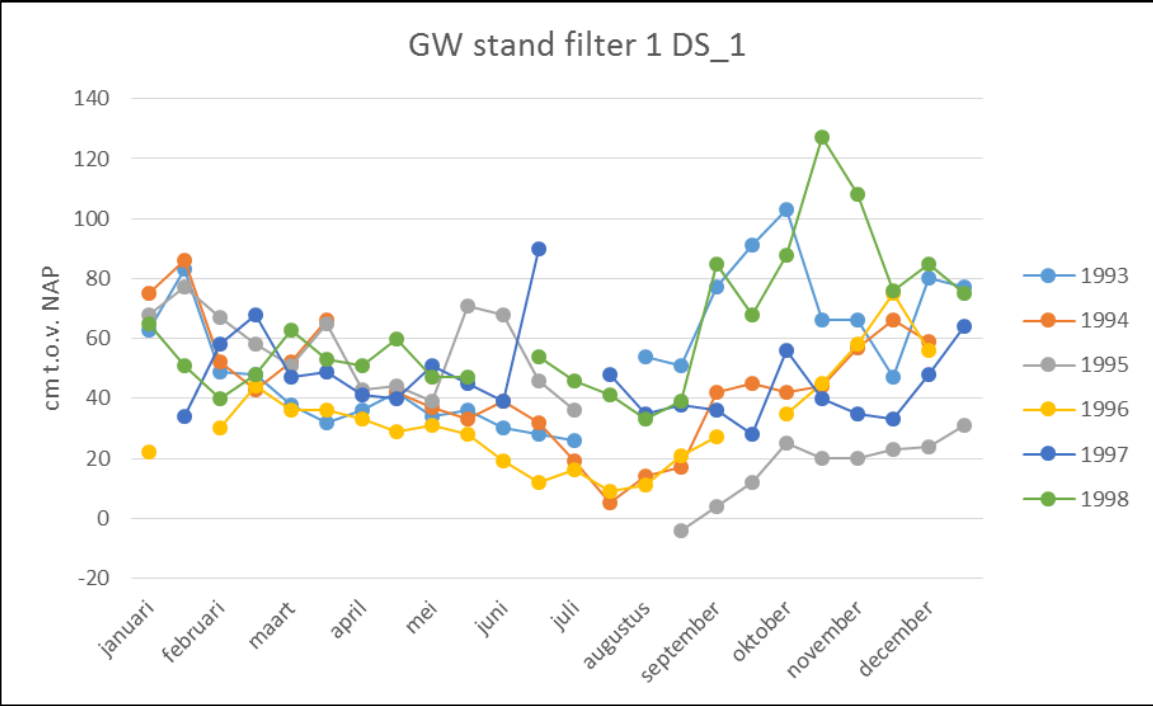
Figuur 0-9 Jaarlijkse debieten

Annex 10 Grafieken debieten gemaal en neerslagoverschot



Annex 11 Resultaten grondwaterstand
 Filter 1 - De Horte DS1

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
januari	63	75	68	22		65
januari	83	86	77		34	51
februari	49	52	67	30	58	40
februari	48	43	58	44	68	48
maart	38	52	51	36	47	63
maart	32	66	65	36	49	53
april	36		43	33	41	51
april	42	42	44	29	40	60
mei	34	37	39	31	51	47
mei	36	33	71	28	45	47
juni	30	39	68	19	39	
juni	28	32	46	12	90	54
juli	26	19	36	16		46
juli		5		9	48	41
augustus	54	14		11	35	33
augustus	51	17	-4	21	38	39
september	77	42	4	27	36	85
september	91	45	12		28	68
oktober	103	42	25	35	56	88
oktober	66	44	20	45	40	127
november	66	57	20	58	35	108
november	47	66	23	75	33	76
december	80	59	24	56	48	85
december	77		31		64	75



Tabel 9 Grondwaterstanden DS1 filter 1 in cm t.o.v. NAP

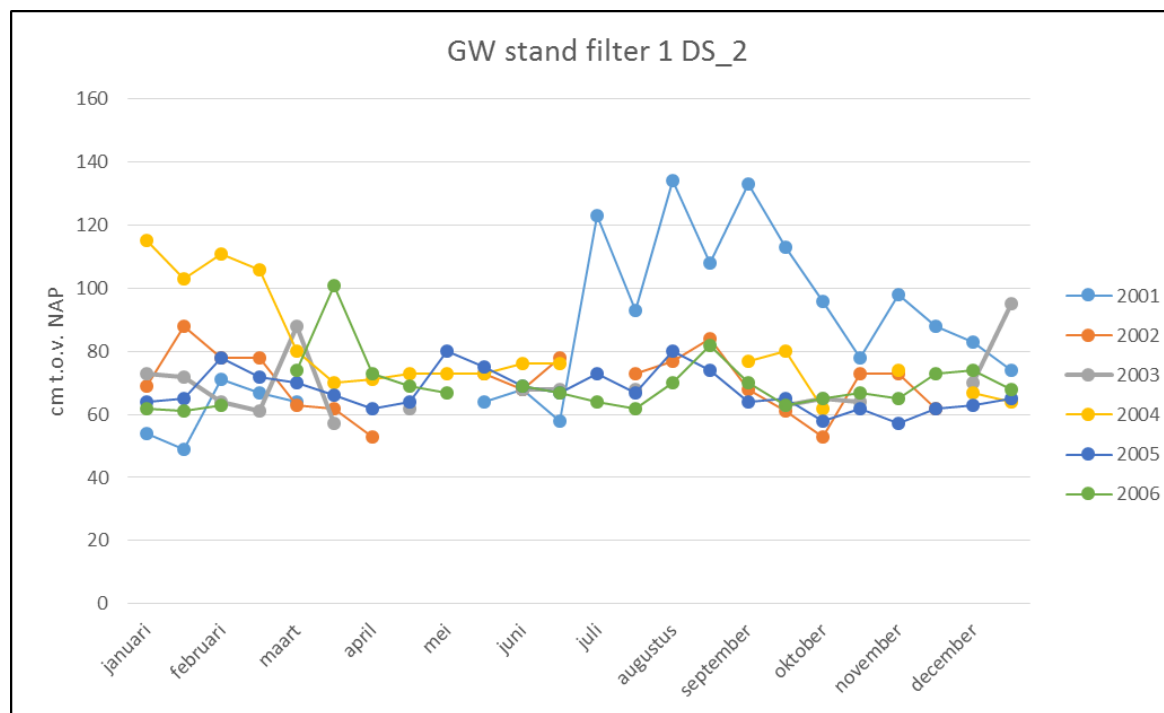
DS1 filter 1	1993	1994	1995	1996	1997	1998
	103	86	77	75	90	127
	91	75	71	58	68	108
	83	66	68	56	64	88
GHG						
	92,3	75,7	72	63	74	107,7
						80,8
	26	5	-4	9	28	33
	28	14	4	11	33	39
	30	17	12	12	34	40
GLG						
	28,0	12	4	10,7	31,7	37,3
						20,6

Tabel 10 GHG en GLG DS1 filter 1 in cm t.o.v. NAP

Figuur 0-10 Grondwaterstanden DS1 filter 1

Filter 1 - De Horte DS2

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
januari	54	69	73	115	64	62
januari	49	88	72	103	65	61
februari	71	78	64	111	78	63
februari	67	78	61	106	72	
maart	64	63	88	80	70	74
maart		62	57	70	66	101
april		53		71	62	73
april			62	73	64	69
mei				73	80	67
mei	64	73		73	75	
juni	68	68	68	76	69	69
juni	58	78	68	76	67	67
juli	123				73	64
juli	93	73	68		67	62
augustus	134	77			80	70
augustus	108	84			74	82
september	133	68		77	64	70
september	113	61	63	80	65	63
oktober	96	53	65	62	58	65
oktober	78	73	64		62	67
november	98	73		74	57	65
november	88	62			62	73
december	83		70	67	63	74
december	74		95	64	65	68



Tabel 11 Grondwaterstanden DS2 filter 1 in cm t.o.v. NAP

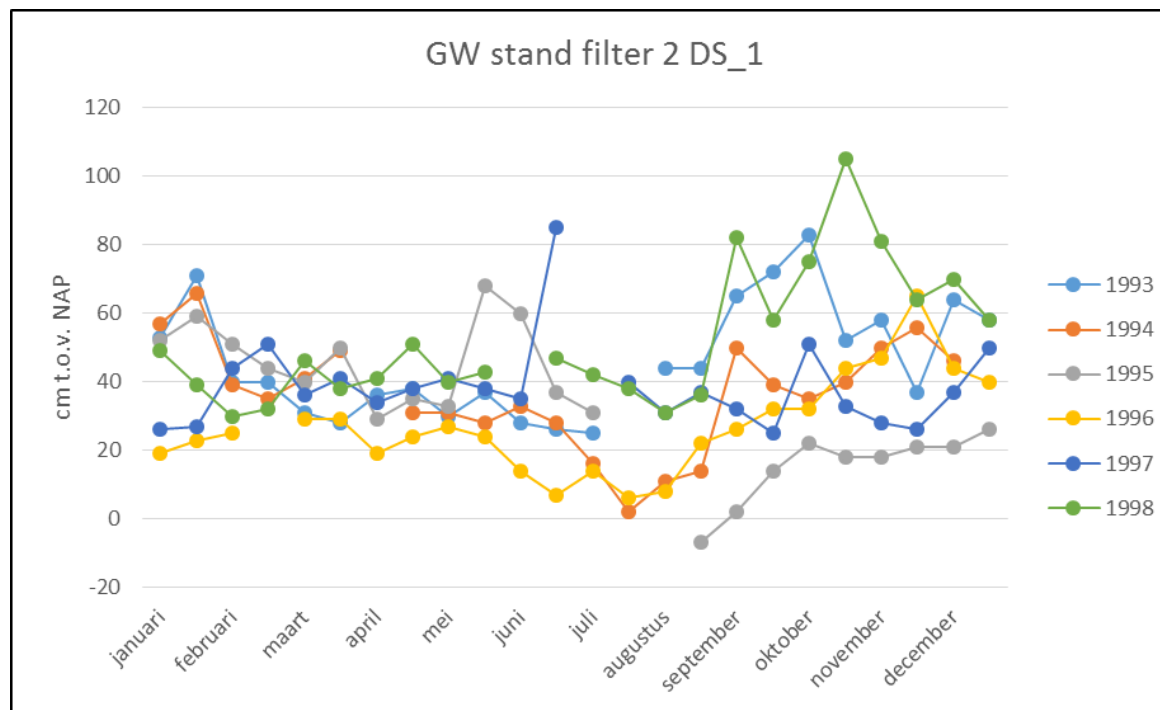
DS2 filter 1	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	134	88	95	115	80	101
	133	84	88	111	80	82
	123	78	73	106	78	74
GHG						
	130	83,3	85,3	110,7	79,3	85,7
						95,7
	49	53	57	62	57	61
	54	53	61	64	58	62
	58	61	62	67	62	62
GLG						
	53,7	55,7	60	64,3	59,0	61,7
						59,1

Tabel 12 GHG en GLG DS2 filter 1 in cm t.o.v. NAP

Figuur 0-11 Grondwaterstanden DS2 filter 1

Filter 2 - De Horte DS1

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
januari	53	57	52	19	26	49
januari	71	66	59	23	27	39
februari	40	39	51	25	44	30
februari	40	35	44		51	32
maart	31	41	40	29	36	46
maart	28	49	50	29	41	38
april	36		29	19	34	41
april	38	31	35	24	38	51
mei	30	31	33	27	41	40
mei	37	28	68	24	38	43
juni	28	33	60	14	35	
juni	26	28	37	7	85	47
juli	25	16	31	14		42
juli		2		6	40	38
augustus	44	11		8	31	31
augustus	44	14	-7	22	37	36
september	65	50	2	26	32	82
september	72	39	14	32	25	58
oktober	83	35	22	32	51	75
oktober	52	40	18	44	33	105
november	58	50	18	47	28	81
november	37	56	21	65	26	64
december	64	46	21	44	37	70
december	58		26	40	50	58



Tabel 13 Grondwaterstanden DS1 filter 2 in cm t.o.v. NAP

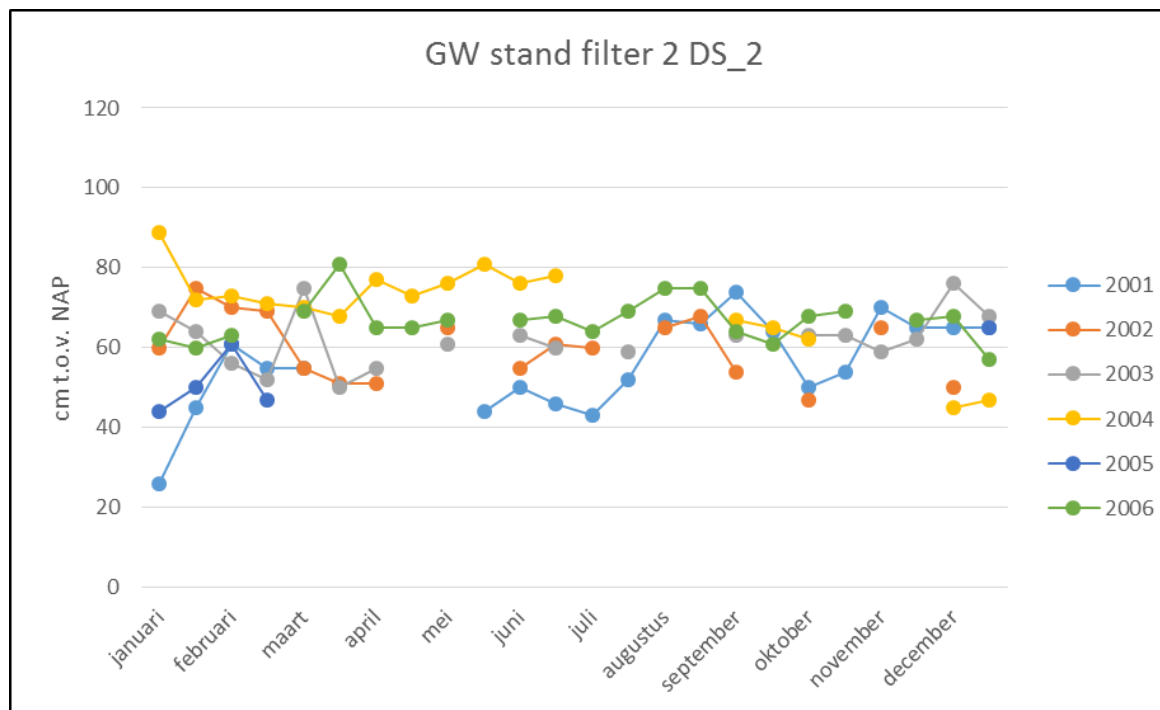
Figuur 0-12 Grondwaterstanden DS1 filter 2

DS1 filter 2	1993	1994	1995	1996	1997	1998
	83	66	68	65	85	105
	72	57	60	47	51	82
	71	56	59	44	51	81
GHG						
	75,3	59,7	62,3	52	62,3	89,3
GLG						
	25	2	-7	6	25	30
	26	11	2	7	26	31
	28	14	14	8	26	32
GLG						
	26,3	9	3	7	25,7	31,0

Tabel 14 GHG en GLG DS1 filter 2 in cm t.o.v. NAP

Filter 2 - De Horte DS2

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
januari	26	60	69	89	44	62
januari	45	75	64	72	50	60
februari	61	70	56	73	61	63
februari	55	69	52	71	47	
maart	55	55	75	70		69
maart		51	50	68		81
april		51	55	77		65
april				73		65
mei		65	61	76		67
mei	44			81		
juni	50	55	63	76		67
juni	46	61	60	78		68
juli	43	60				64
juli	52		59			69
augustus	67	65				75
augustus	66	68				75
september	74	54	63	67		64
september	64			65		61
oktober	50	47	63	62		68
oktober	54		63			69
november	70	65	59			
november	65		62			67
december	65	50	76	45		68
december	65		68	47	65	57



Tabel 15 Grondwaterstanden DS2 filter 2 in cm t.o.v. NAP

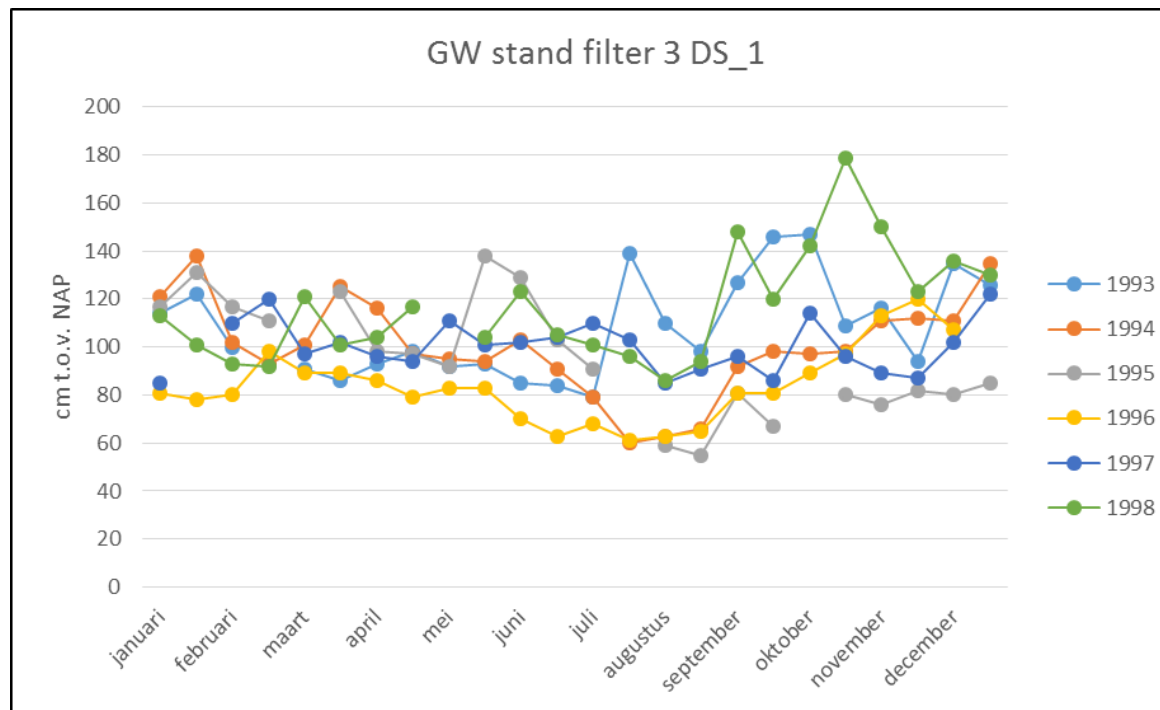
DS2 filter 2	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	74	75	76	89	65	81
	70	70	75	81	61	75
	67	69	69	78	50	75
GHG						
	70,3	71,3	73,3	82,7	58,7	77,0
						72,2
	26	47	50	45	44	57
	43	50	52	47	47	60
	44	51	55	62	50	61
GLG						
	37,7	49,3	52,3	51,3	47	59,3
						49,5

Tabel 16 GHG en GLG DS2 filter 2 in cm t.o.v. NAP

Figuur 0-13 Grondwaterstanden DS2 filter 2

Filter 3 – Hoonhorst DS1

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
januari	114	121	117	81	85	113
januari	122	138	131	78		101
februari	100	102	117	80	110	93
februari		93	111	98	120	92
maart	91	101		89	97	121
maart	86	125	123	89	102	101
april	93	116	98	86	96	104
april	98	97	97	79	94	117
mei	92	95	92	83	111	
mei	93	94	138	83	101	104
juni	85	103	129	70	102	123
juni	84	91	103	63	104	105
juli	79	79	91	68	110	101
juli	139	60		61	103	96
augustus	110	63	59	63	85	86
augustus	98	66	55	65	91	94
september	127	92	81	81	96	148
september	146	98	67	81	86	120
oktober	147	97		89	114	142
oktober	109	98	80	97	96	179
november	116	111	76	113	89	150
november	94	112	82	120	87	123
december	135	111	80	107	102	136
december	126	135	85		122	130



Tabel 17 Grondwaterstanden DS1 filter 3 in cm t.o.v. NAP

DS1 filter 3	1993	1994	1995	1996	1997	1998
	147	138	138	120	122	179
	146	135	131	113	120	150
	139	125	129	107	114	148
GHG	144	132,7	132,7	113,3	118,7	159
						133,4
	79	60	55	61	85	86
	84	63	59	63	85	92
	85	66	67	63	86	93
GLG						
	82,7	63	60,3	62,3	85,3	90,3
						74,0

Tabel 18 GHG en GLG DS1 filter 3 in cm t.o.v. NAP

Figuur 0-14 Grondwaterstanden DS1 filter 3

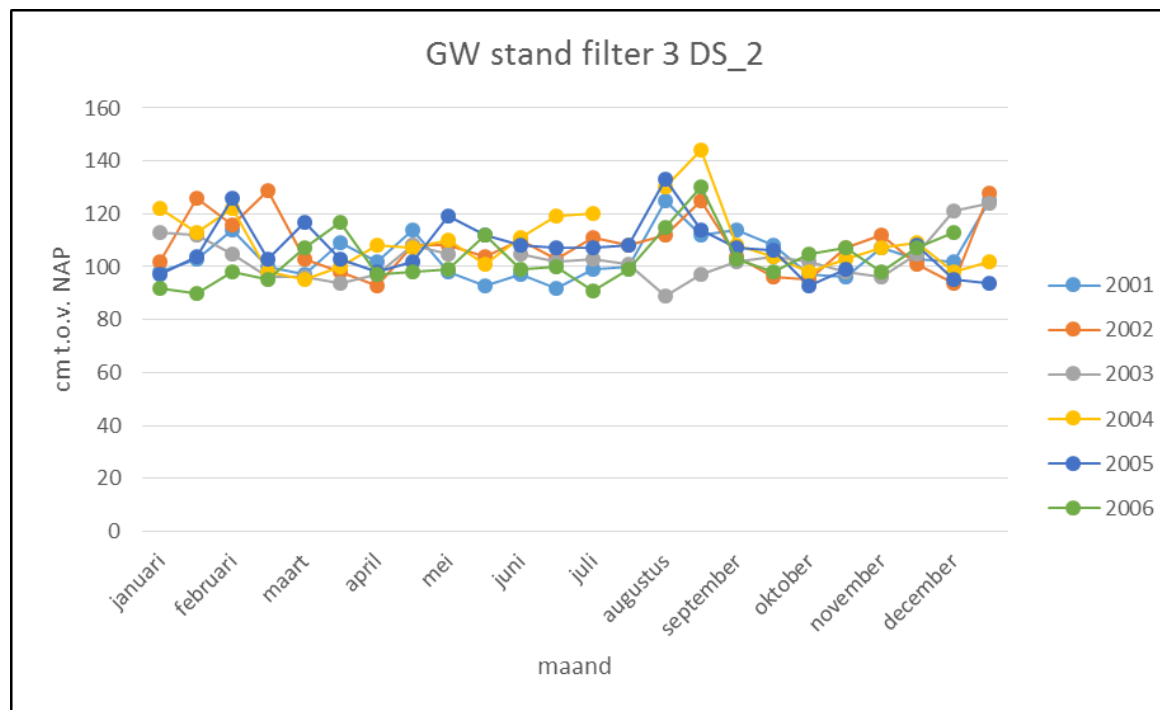
Filter 3 – Hoonhorst DS2

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
januari	98	102	113	122	97	92
januari	103	126	112	113	104	90
februari	114	116	105	122	126	98
februari	100	129	96	98	103	95
maart	97	103	96	95	117	107
maart	109	98	94	100	103	117
april	102	93	97	108	98	97
april	114	108	108	107	102	98
mei	98	108	105	110	119	99
mei	93	104		101	112	112
juni	97	110	105	111	108	99
juni	92	103	102	119	107	100
juli	99	111	103	120	107	91
juli	100	108	101		108	99
augustus	125	112	89	130	133	115
augustus	112	125	97	144	114	130
september	114	104	102	108	107	103
september	108	96	104	104	106	98
oktober	97	95	102	98	93	105
oktober	96	107	98	103	99	107
november	107	112	96	107		98
november	103	101	105	109	108	107
december	102	94	121	98	95	113
december	125	128	124	102	94	

Tabel 19 Grondwaterstanden DS2 filter 3 in cm t.o.v. NAP

DS2 filter 3	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	125	129	124	144	133	130
	125	128	121	130	126	117
	114	126	113	122	119	115
GHG						
	121,3	127,7	119,3	132	126	120,7
						124,5
	92	93	89	95	93	90
	93	94	94	98	94	91
	96	95	96	98	95	92
GLG						
	93,7	94	93	97	94	91
						93,8

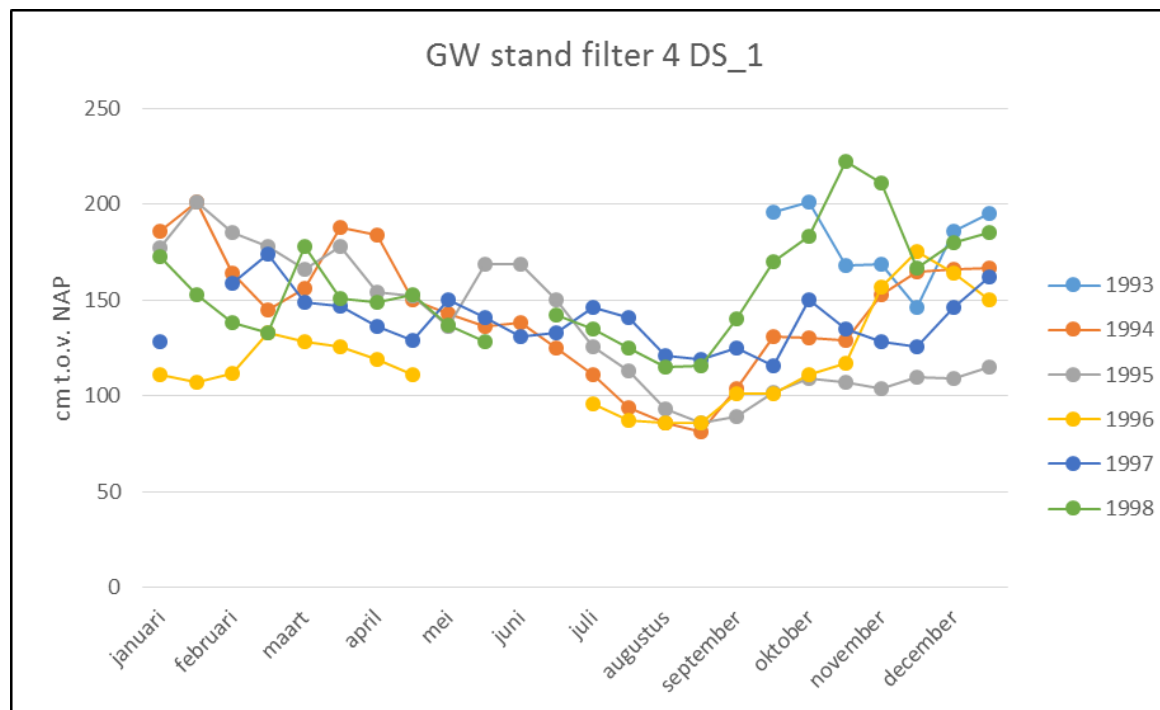
Tabel 20 GHG en GLG DS2 filter 3 in cm t.o.v. NAP



Figuur 0-15 Grondwaterstanden DS2 filter 3

Filter 4 – Den Berg DS1

	1993	1994	1995	1996	1997	1998
januari		186	177	111	128	173
januari		201	201	107		153
februari		164	185	112	159	138
februari		145	178	133	174	133
maart		156	166	128	149	178
maart		188	178	126	147	151
april		184	154	119	136	149
april		150	152	111	129	153
mei		143	136		150	137
mei		136	169		141	128
juni		138	169		131	
juni		125	150		133	142
juli		111	126	96	146	135
juli		94	113	87	141	125
augustus		86	93	86	121	115
augustus		81	86	86	119	116
september		104	89	101	125	140
september	196	131	102	101	116	170
oktober	201	130	109	111	150	183
oktober	168	129	107	117	135	222
november	169	153	104	157	128	211
november	146	165	110	175	126	167
december	186	166	109	164	146	180
december	195	167	115	150	162	185



Tabel 21 Grondwaterstanden DS1 filter 4 in cm t.o.v. NAP

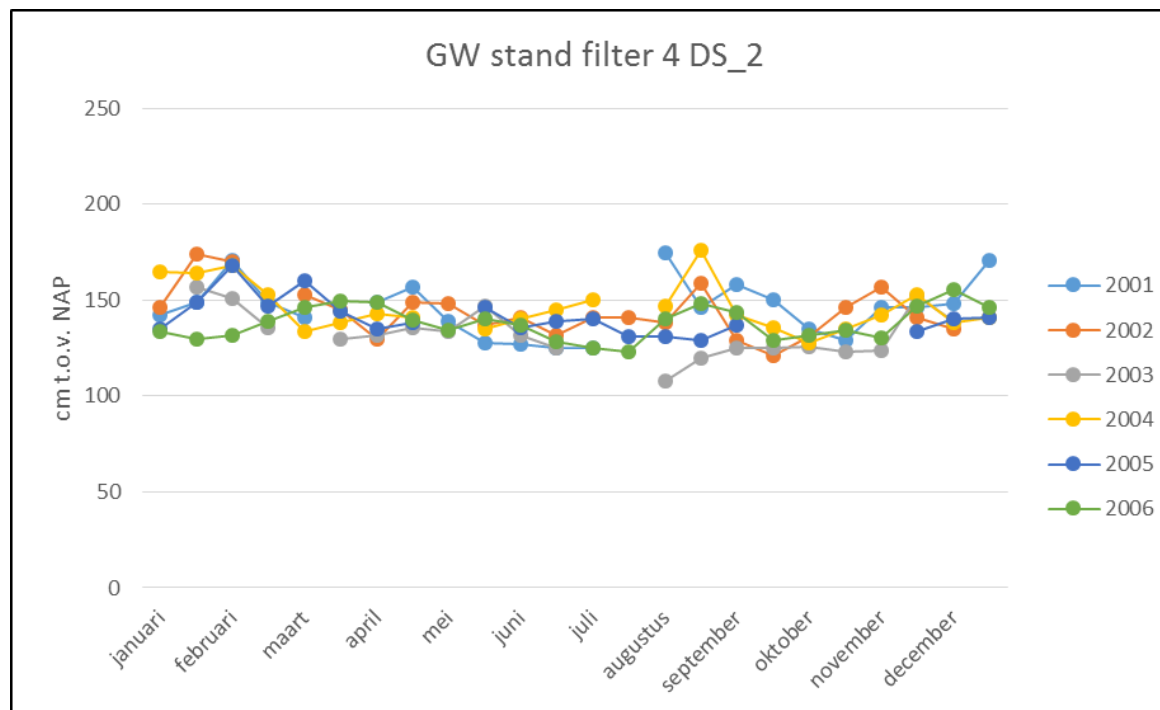
DS1 filter 4	1993	1994	1995	1996	1997	1998
	201	201	201	175	174	222
	196	188	185	164	162	211
	195	186	178	157	159	185
GHG						
	197,3	191,7	188	165	165	206
						185,6
	146	81	86	86	116	115
	168	86	89	86	119	116
	169	94	93	87	121	125
GLG						
	161	87	89,3	86	118,7	118,7
						110,2

Tabel 22 GHG en GLG DS1 filter 4 in cm t.o.v. NAP

Figuur 0-16 Grondwaterstanden DS1 filter 4

Filter 4 – Den Berg DS2

	2001	2002	2003	2004	2005	2006
januari	142	146		165	135	134
januari	149	174	157	164	149	130
februari	171	170	151	168	168	131
februari	149		136	153	147	139
maart	141	153		134	160	146
maart		145	130	138	144	149
april	149	130	132	143	135	149
april	157	149	136	141	138	139
mei	139	148	134			134
mei	128	137	147	135	146	140
juni	127	141	132	140	136	137
juni	125	132	125	145	139	129
juli	125	141		150	140	125
juli		141			131	123
augustus	175	138	108	147	131	140
augustus	146	159	120	176	129	148
september	158	129	125	142	137	144
september	150	121	125	136		129
oktober	135	131	126	128		132
oktober	129	146	123	135		135
november	146	157	124	142		130
november	146	141	152	153	134	147
december	148	135	139	138	140	155
december	171			141	141	147



Tabel 23 Grondwaterstanden DS2 filter 4 in cm t.o.v. NAP

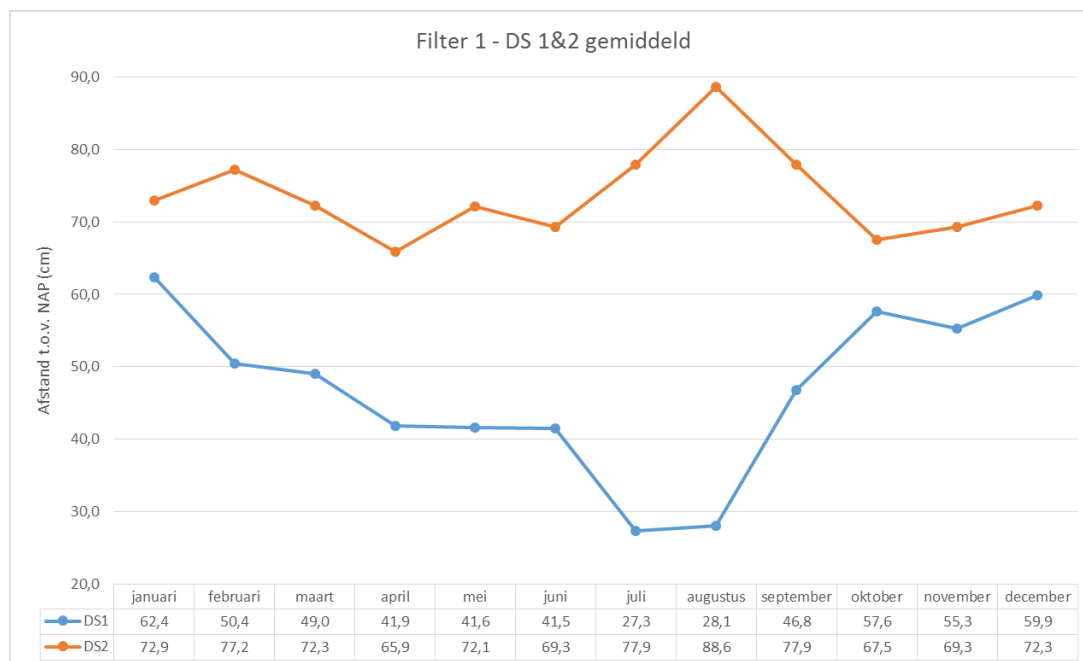
Figuur 0-17 Grondwaterstanden DS2 filter 4

DS2 filter 4	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	175	174	157	176	168	155
	171	170	152	168	160	149
	171	159	151	165	149	149
GHG						
	172,3	167,7	153,3	169,7	159	151,0
						162,2
GLG						
	125	121	108	128	129	123
	125	129	120	134	131	125
	127	130	123	135	131	129
GLG						
	125,7	126,7	117	132,3	130,3	125,7
						126,3

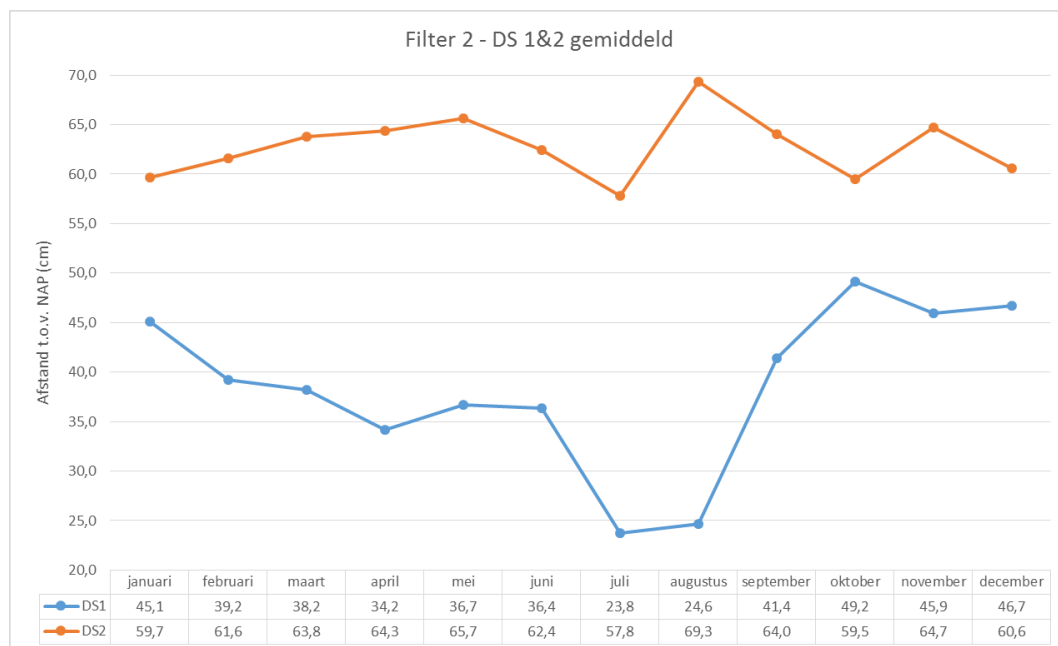
Tabel 24 GHG en GLG DS2 filter 2 in cm t.o.v. NAP

Annex 12 Gemiddelde grondwaterstanden

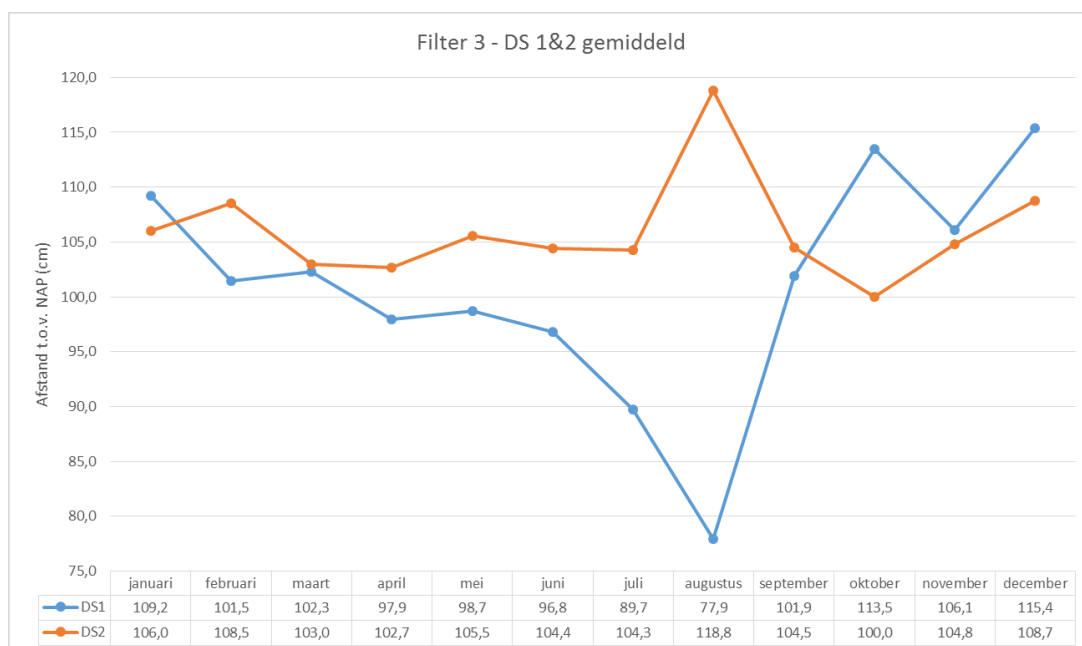
Filter 1 – De Horte



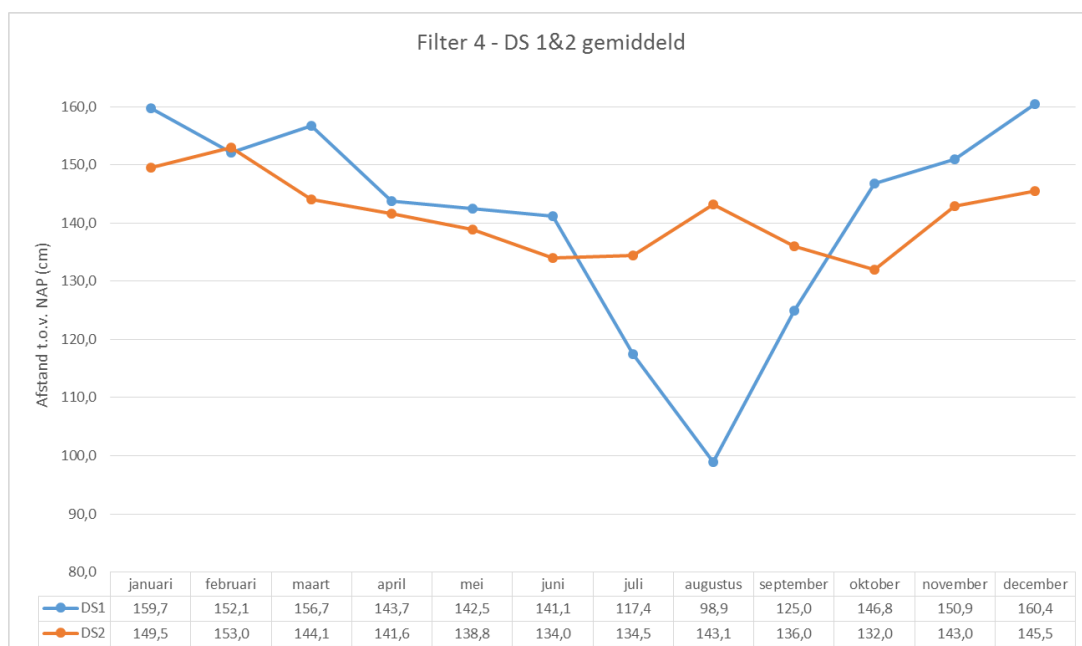
Filter 2 – De Horte



Filter 3 – Hoonhorst

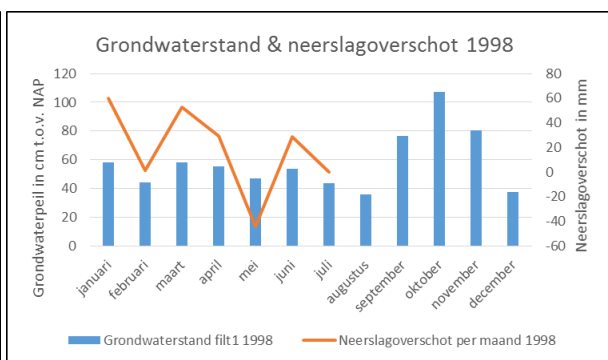
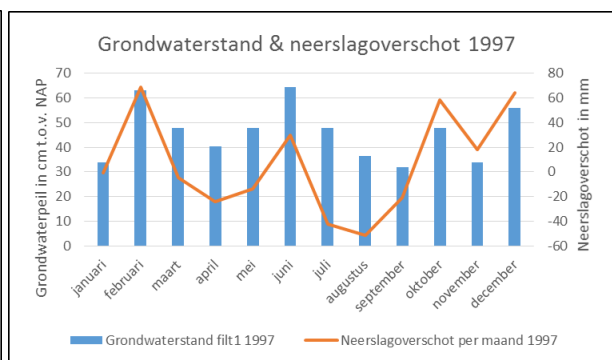
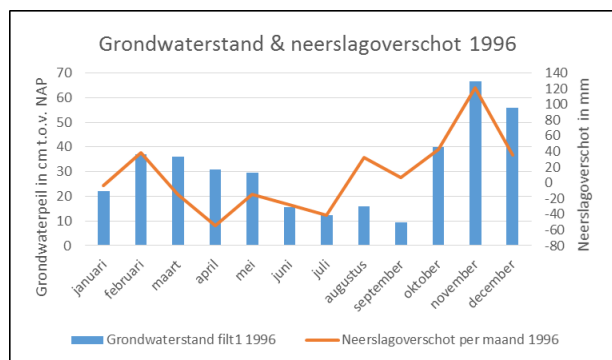
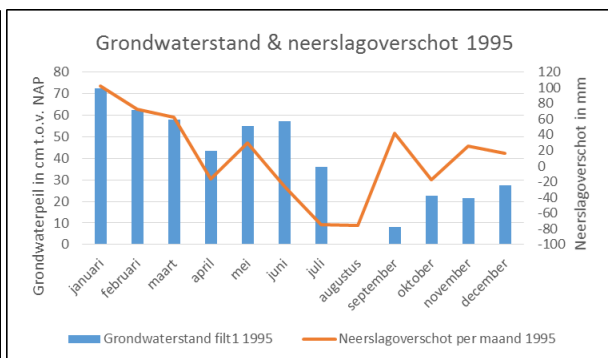
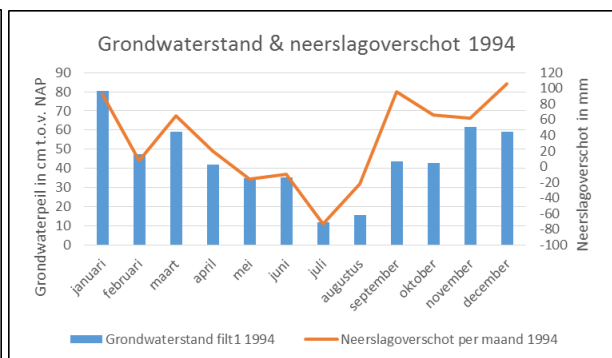
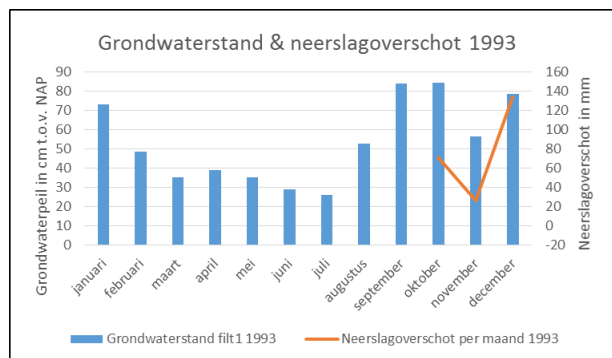


Filter 4 - Den Berg

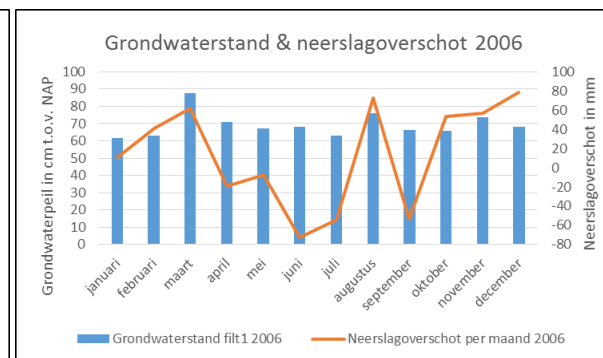
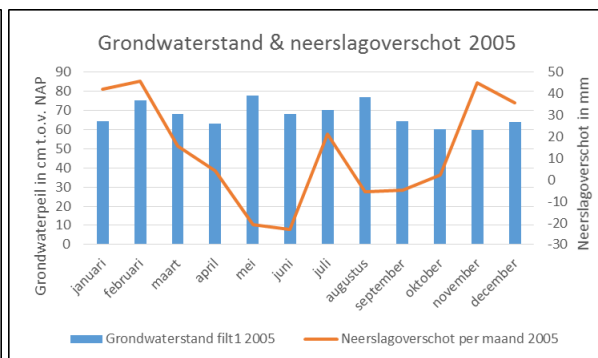
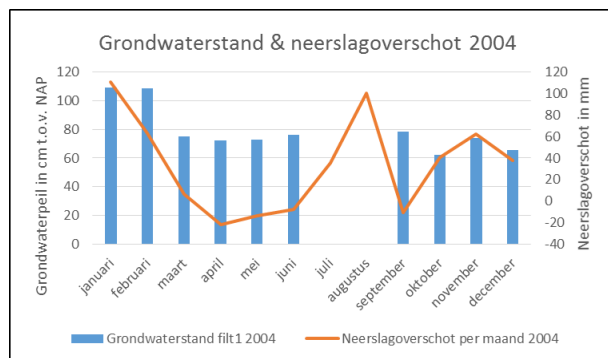
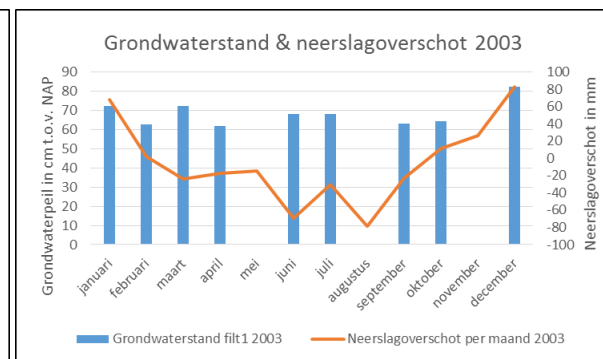
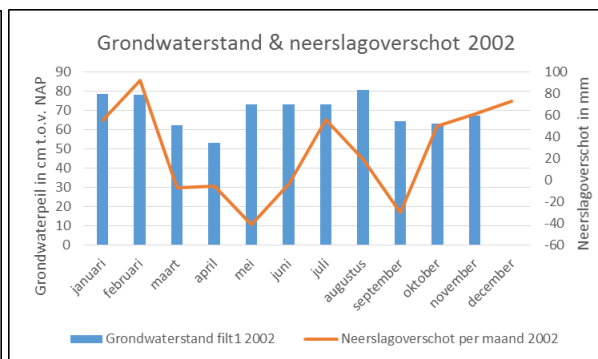
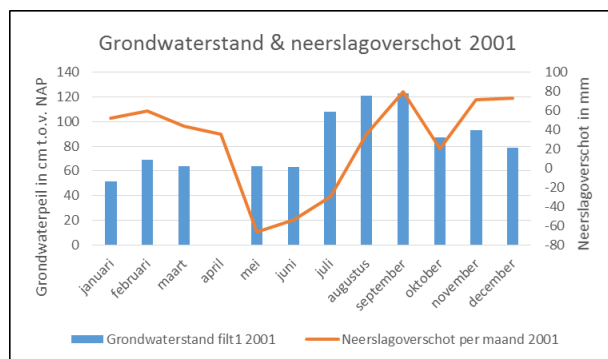


Annex 13 Grondwaterstand en neerslagoverschot

Filter 1 DS1



Filter 1 DS2



Annex 14 Systematische weergave projectcyclus en evaluatiemethode

