



Hydrologische uitgangspunten voor het ontwerp Reggedal Enter

3mei 2017

Samenvatting

Ten behoeve van de herinrichting van het Reggedal Enter is een uitgebreide hydrologische modelstudie uitgevoerd om de juiste maatvoering van de Regge te bepalen en de effecten op de omgeving inzichtelijk te krijgen. Bij de modelstudie is gebruik gemaakt van een oppervlaktewatermodel (SOBEK), grondwatermodel (Twente) en het Waternoodinstrumentarium. Er is voor gekozen om een compleet nieuw oppervlaktewatermodel te bouwen om zodoende alle uitgevoerde projecten langs en in de omgeving van de Regge mee te kunnen nemen in het ontwerp. Het model bevat alle watergangen en kunstwerken van de legger binnen het modelgebied. Daarnaast zijn de meest actuele gegevens van de rioleringsplannen van de kernen Goor, Enter en Rijssen opgevraagd en verwerkt in het model. Ook het grondwatermodel is geactualiseerd, o.a. door het opnemen van de verplaatste waterwinning Ypelo-Wierden. Met het Waternoodinstrumentarium zijn tenslotte de effecten op de droogteschade en de natschade in beeld gebracht. De modelbouw en de modelberekeningen zijn uitgevoerd door Arcadis en hebben een doorlooptijd gehad van ruim twee jaar.

In het model is ook de Doorbraak opgenomen (vanaf zijtak Twentekanaal). In het referentiemodel is de Doorbraak als autonome ontwikkeling opgenomen omdat over (de effecten van) de Doorbraak al besluitvorming heeft plaatsgevonden. Er wordt in het referentiemodel uit gegaan van de volledige afvoer die door de Doorbraak gaat.

De randvoorwaarden voor het ontwerp zijn geweest een (half) natuurlijke Regge waarbij de toename van de droogteschade en natschade buiten het begrensde beekdal niet groter mag zijn dan 5% en daarnaast moet de Regge bevaarbaar zijn voor de Enterse Zomp tussen de Enterse Waarf en de Pelmolten.

Er zijn vier varianten doorgerekend waarbij het vertrekpunt altijd is geweest het inrichtingsplan “Van Binnengait tot Zuna” uit december 2010. Daarnaast zijn als uitgangspunten gehanteerd dat alle huidige stuwen uit de Boven Regge worden verwijderd en dat er één nieuwe stuw (met vast peil en voorzien van vispassage) komt te liggen benedenstrooms de instroom van de Twickelervaart, locatie Entermors. Om de verdroging als gevolg van een stuwloze Boven Regge te compenseren wordt er water ingelaten uit het Twentekanaal. De genoemde uitgangspunten zijn in overeenstemming met bestuursbesluiten uit de periode 2010-2012.

De eerste drie varianten zijn opgesteld en doorgerekend in de periode december 2014 – januari 2016. Op 16 februari 2016 zijn deze drie varianten gepresenteerd aan het dagelijks bestuur. Ingestemd is om variant 3 te gebruiken als vertrekpunt voor de verdere schetsontwerpsessie met de betrokken eigenaren uit het Reggedal. In variant 3 worden drie nieuwe inlaatpunten gecreëerd, te weten 1) Oude Poelsbeek, 2) Oude Hagmolenbeek en 3) Twickelervaart. De totale inlaathoeveelheid in de zomerperiode bedraagt $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$. Dit is overeenkomstig de afspraken met Rijkswaterstaat (RWS) in het kader van het Waterakkoord Twentekanal / Overijsselse Vecht. De bodemhoogte van de Boven Regge ligt in variant 3 nagenoeg op het niveau van de huidige Boven Regge. Dit is gedaan om effecten op de grondwaterstanden in de winter zo minimaal mogelijk te houden.

De periode maart 2016 – januari 2017 is gebruikt voor het uitwerken van het schetsontwerp, het voeren van ruim 70 keukentafelgesprekken in het gebied en het laten opstellen van een second opinion op de modelrapportage zoals opgeleverd op 11 mei 2016. Dit heeft geleid tot het verder optimaliseren en aanpassen van de modellering, uitgevoerd in de periode december 2016 – april 2017. Het eindresultaat is variant 4, de definitieve modelvariant.

Uit de modelberekeningen blijkt dat:

- Het effect op de droogteschade in het Reggedal Enter positief is (afname droogteschade)
- Er rondom Exoo enige vernatting in de winter optreedt, maar dat dit slechts beperkt doorwerkt in extra natschade buiten het begrensde beekdal. Verwacht wordt dat dit met lokaal maatwerk grotendeels kan worden opgelost.
- Met $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ waterinlaat een waterdiepte in de Boven Regge wordt gecreëerd van 0,92 – 1,02 m in de zomer, terwijl de minimaal vereiste waterdiepte voor de zomp 0,8 meter is. Hiermee kan de waterinlaat

worden gezien als een *innovatieve* oplossing voor de bevaarbaarheid van de zomp. Ter vergelijking: door 1,2 m³/s extra water in te laten in de zomer, zal de afvoer in de zomer met factor 4 toenemen ten opzichte van de huidige situatie.

- Er door de waterinlaat een stroomsnelheid in de Boven- en Midden Regge wordt bereikt die voldoet aan de doelstellingen vanuit de KRW (10/20-50 cm/s bij reguliere afvoeren).
- Er bovenstrooms de verwijderde stuw Potlee (variant 1 t/m 3), gelegen buiten het projectgebied Reggedal Enter, droogteschade optreedt. Geadviseerd wordt om deze stuw in een volgend project te behouden (met vast peil) en te voorzien van een vispassage. In variant 4 is stuw Potlee daarom gehandhaafd.

Ten aanzien van de waterinlaat moet worden opgemerkt dat in een tijd met extreme droogte, het kan voorkomen dat er geen water kan worden ingelaten uit het Twentekanaal. RWS geeft echter aan dat dit sinds de verdringingsreeks bestaat (ca. 15 jaar) nog nooit is voorgekomen.

Voorliggend onderzoek is geen projectplan volgens de Waterwet.

Inhoudsopgave

Samenvatting	2
1. Inleiding	6
1.1 Reggedal Enter	6
1.2 Van 1998 (Reggevisie) naar 2016	6
1.3 Doelstelling rapport	8
2. Modelgebied en toetsingskader	10
2.1 Begrenzing modelgebied	10
2.2 Gebiedsbeschrijving	10
2.3 Toetsingskader	14
2.4 Modellen	16
3. Oppervlaktewatermodel	18
3.1 Channel Flow	18
3.2 Rainfall-Runoff	21
3.3 Neerslag- en afvoersituaties	22
3.4 Model huidige situatie	24
3.5 Kalibratie en Validatie	25
3.6 Referentiesituatie oppervlaktewater	27
4. Grondwatermodel	29
4.1 Model huidige situatie	29
4.2 Toetsing grondwatermodel huidige situatie	29
4.3 Referentiesituatie grondwater	30
5. Referentiesituatie	32
5.1 Oppervlaktewater	32
5.2 Grondwater	34
5.3 Nat en droogteschade landbouw	34
6. Ontwerpsituatie(s)	36
6.1 Uitgangspunten 3 varianten	36
6.2 Natuurontwikkeling Deldenerbroek (Oude Hagmolenbeek)	37
6.3 Waterinlaat Twentekanaal (Waterakkoord Twenthekanalen)	37
6.4 Dimensionering ontwerp	39
6.5 Rekenresultaten variant 3	40
Oppervlaktewater	40
Grondwater	43
Nat- en droogteschade landbouw	44
7. Conclusies en vervolgstappen	46
8. Variant 4	47
4 100 Hydrologisch ontwerp Reggedal Enter	

8.1	Schetsontwerp & keukentafelgesprekken	47
8.2	Second opinion	47
8.3	Consequenties ontwerp	48
8.4	1D2D-model	48
8.5	Variant 4: uitgangspunten	51
8.6	Variant 4: effecten	53
8.7	Beschouwing aanbevelingen second opinion	60
8.8	Verdichting monitoringsmeetnet	64
9.	Literatuur	66
	Bijlage 1: Vergelijking grondwaterstanden gemeten vs. Berekend	68
	Bijlage 2: Vergelijking grondwaterstanden gemeten vs. Berekend tijdstijghoogtelijnen	69
	Bijlage 3: Lengteprofiel Boven Regge	83
	Bijlage 4: Lengteprofiel Midden Regge Exosche Aa	84
	Bijlage 5: Memo Inlaten kanaalwater Reggesysteem en doorvoer naar Drents Overijsselse Delta	85
	Bijlage 6: Grondwatereffecten variant 4 winter- en zomergrondwaterstand	98

1. Inleiding

1.1 *Reggedal Enter*

De provincie Overijssel en het waterschap Vechtstromen zijn gezamenlijk een project gestart voor het realiseren van 115 hectare nieuwe natuur en 11,5 km beekherstel in het Reggedal bij Enter. Het gaat hier om de gronden die in opdracht van de provincie door de Uitvoeringscommissie Enter zijn vrij geruild ten behoeve van nieuwe natuur.

In de eerste fase van het project heeft de provincie via een openbare inschrijving een nieuwe eigenaar en beheerder voor 84 ha natuurgrond gezocht. De combinatie 'Bolscher meer dan vlees' en Coulisse is als winnaar uit deze aanbesteding gekomen. De tweede fase van het project gaat over de inrichting van de gronden. Hiervoor wordt door het waterschap Vechtstromen een inrichtingsplan opgesteld en uitgevoerd. De nieuwe eigenaar/beheerder en de eigenaren die al grond in het projectgebied hebben liggen, zullen bij het ontwerpproces betrokken worden. Ook de directe omgeving en andere belanghebbenden worden bij het planproces betrokken.

Een belangrijk onderdeel van het inrichtingsplan is het hydrologisch ontwerp van het Reggedal. Het hydrologisch ontwerp is de basis voor de maatvoering van de herin te richten Regge (diepte, breedte, peilen, etc.) alsmede van de natuurpercelen direct langs de Regge die dienst doen als (meestromende) berging bij hogere afvoeren. Het hydrologisch ontwerp is ook bepalend voor de effecten op de omgeving (grondwaterstanden, opbrengstdepressies, bevaarbaarheid vanaf de Lee, etc.). De basis voor het hydrologisch ontwerp is de Reggevisie (1998). In deze Reggevisie is aangegeven dat de Regge weer een meanderende rivier moet worden.

1.2 *Van 1998 (Reggevisie) naar 2016*

Reggevisie

Veel natuurlijke, vrij afstromende en meanderende beken en rivieren in Nederland zijn in het verleden gekanaliseerd. Gebieden die voorheen drassig en moerassig waren, werden daarmee geschikt gemaakt voor bewoning of een landbouwkundige functie. Rond 1900 is de Regge gekanaliseerd en er zijn ontwateringsmiddelen in het rivierdal aangelegd waardoor de drassige gebieden en moerassen verdwenen. Met de toenemende aandacht voor natuurwaarden is eind 20ste eeuw duidelijk geworden dat de verbetermaatregelen ook een aantal nadelen hebben. Met name verdroging als gevolg van gedaalde grondwaterstanden en versnelde en verhoogde piekafvoeren tijdens hoogwater worden tegenwoordig algemeen erkend als ongewenste effecten van de doorgevoerde maatregelen. Daarnaast zijn door de diverse kanalisatierondes meerdere kenmerkende plant- en diersoorten verdwenen of sterk in aantal afgenomen. Het beleid van de waterbeheerders is erop gericht om waar mogelijk de beken en rivieren te herstellen. De eisen die vanuit de Kaderrichtlijn Water (KRW) worden gesteld, zullen dit proces versnellen.

In 1998 is de Reggevisie vastgesteld, in opdracht van toenmalig waterschap Regge en Dinkel en Dienst Landelijk Gebied. In de Reggevisie is aangegeven dat de Regge weer een meanderende rivier moet worden. Door hermeandering vertragen en dempen de afvoerpieken tijdens hoogwateromstandigheden en krijgen natuurlijke morfologische processen, zoals uitschuring en aanzanding in bochten, met bijbehorende positieve effecten voor flora en fauna, weer een kans. Met flankerende maatregelen zoals versmalling of verondieping van het rivierprofiel kan hermeandering mogelijk ook bijdragen aan de verdrogingsbestrijding en aan natuurontwikkeling in het Reggedal. Voor het herin te richten Reggedal Enter is in de Reggevisie onder andere uitgegaan van een stuwloze Regge op het betreffende traject. Dit betekent dat conform de Reggevisie de stuwen Potlee, Binnengait, Entermors en Exoo zouden moeten worden verwijderd.

Concrete uitwerking van de Reggevisie

Met het project 'Concrete uitwerking Reggevisie' hebben de Dienst Landelijk Gebied, Waterschap Regge en Dinkel en het adviesbureau HKV in 2008 de mogelijkheden onderzocht om de meandering van de Regge tussen het Twentekanaal bij Goor en het uitstroompunt in de Vecht zoveel mogelijk te herstellen. Hiertoe is door HKV een oppervlaktewatermodel (SOBEK) gebouwd waarmee de effecten op de beekpeilen en de omgeving inzichtelijk konden worden gemaakt. Er zijn met dit model meerdere varianten doorgerekend waarbij verschillende effecten op de omgeving inzichtelijk werden.

Op 17 september 2008 heeft het Algemeen Bestuur naar aanleiding van genoemd onderzoek o.a. besloten de stuwen in de Boven Regge te verwijderen. Dit besluit is daarna door het Dagelijks Bestuur verder uitgewerkt maar stuitte op veel weerstand bij de landbouw en bij de Regionale stichting Enterse zomp. Dit heeft ertoe geleid dat het Algemeen Bestuur van het toenmalige waterschap Regge en Dinkel op 31 oktober 2012 heeft besloten om:

1. Bij de toekomstige herinrichting van de Boven Regge één nieuwe stuw met vistrap te plaatsen in de Regge ter hoogte van Entermors;
2. Waarbij tevens water vanuit het Twentekanaal wordt ingelaten om de verdrogingseffecten voor de landbouw te bestrijden; *)
3. In gezamenlijkheid met de Regionale stichting Enterse zomp te zoeken naar een innovatieve oplossing om de bevaarbaarheid voor de zomp tussen Enter en Exoo te waarborgen (behoudens extreme omstandigheden).

*) Als randvoorwaarde geldt dat voor landbouwareaal buiten de begrenzing nieuwe natuur de opbrengstdepressie als gevolg van verdroging maximaal 5% mag bedragen. NB. In latere contacten met het bestuur is deze randvoorwaarde gedetailleerder vertaald naar: maximaal 5% effect droogteschade of 5% natschade volgens Waterlood (oude versie).

Eerdere berekeningen

In 2009 zijn voor de Regge vanaf de stuw bij Zuna tot aan de Holtdijksbeek bij Goor geohydrologische berekeningen gemaakt voor de situatie dat alle vier stuwen bovenstrooms van Zuna zouden worden verwijderd. Er werd voortgeborduurd op eerdere berekeningen van HKV. Er zijn zes scenario's doorgerekend waarvan de *zesde*: Boven Regge ongestuwd met een extra stuw in de Twickelervaart bestuurlijk is vastgesteld (I).

In een later stadium (na weerstand vanuit de landbouw) zijn nog eens drie scenario's doorgerekend, waarvan de *negende*: stuw in de Regge bij Entermors en waterinlaat bestuurlijk zijn vastgesteld (II).

Een gedeelte van de Regge zou zo ondiep worden dat de zomp daar bij tijden niet kan varen. Na protest uit de hoek van de stichting Enterse zomp is overeengekomen dat er een innovatieve oplossing zal worden gezocht voor de bevaarbaarheid (tijdelijke peilverhoging) maar dat de Regge wel een natuurlijke inrichting blijft houden (III). Hiervoor zijn destijds *geen* aanvullende berekeningen gemaakt.

In 2013 worden de plannen rond de inrichting van de Regge overgeheveld naar de provinciale pilot om verkoop, inrichting en beheer van Nieuwe natuur rond de Regge op de openbare markt te zetten. Het waterschap wordt gevraagd voor de water gerelateerde zaken een programma van eisen op te stellen.

2014-heden

De effecten van de herinrichting van de Regge inclusief de beoogde waterinlaat uit het Twentekanaal moeten inzichtelijk worden gemaakt. Het HKV SOBEK-model is inmiddels 7 jaren oud en de laatste jaren is er erg veel veranderd in het gebied; deeltrajecten van de Regge door Goor en in Elsenerbroek zijn heringericht (2012-2013), de aanleg van de Doorbraak - die uiteindelijk afvoert op de Midden Regge - is voltooid, de Exosche Aa is gebaggerd en de Wendel en de waterbuffer Dakhorst zijn aangelegd. In het Deldenerbroek is de Oude Hagmolenbeek heringericht in het kader van de Landinrichting Enter. Daarnaast bevat het HKV-model niet alle

leggerwaterlopen in het gebied, maar alleen de meest relevante geachte waterlopen. Er is daarom een nieuw SOBEK-model gebouwd waarin direct alle recent uitgevoerde projecten worden verwerkt en waarin alle leggerwatergangen in het gebied worden opgenomen zodat de effecten nog beter in beeld kunnen worden gebracht.

1.3 Doelstelling rapport

Bij het opstellen van het hydrologisch ontwerp van het Reggedal Enter is een groot aantal gegevens, modellen en methodes gebruikt. In het ontwerpproces zijn keuzes gemaakt om negatieve effecten van het ontwerp zoveel mogelijk te reduceren en waar mogelijk zelfs om te slaan in verbeteringen. Deze rapportage geeft inzicht in de gebruikte gegevens, modellen, methodes en de gemaakte keuzes om een beoordeling van het hydrologische ontwerp mogelijk te maken. Dit hydrologische ontwerp vormt de basis voor het verdere ontwerpproces en het projectplan Waterwet. Naast het geven van inzicht in de achtergronden van het ontwerpproces en de methodes, geeft deze rapportage inzicht in de effecten op de omgeving:

- Waterstanden en waterdieptes bij verschillende afvoersituaties: 1/100 Q, ¼ Q, T1, T10 en T100
- Inundaties bij T1, T10 en T100
- Grondwaterstanden GHG, GLG en GVG en de effecten (verschilkaarten ten opzichte van de referentie)
- Opbrengstdepressies uitgedrukt in droogteschade en natschade

De bouw van het basis (referentie)model en het doorrekenen van de eerste drie varianten heeft plaatsgevonden in de periode december 2014 tot en met januari 2016. Dit traject is beschreven in de hoofdstukken 1 tot en met 7. Vervolgens is de periode maart 2016 tot februari 2017 gebruikt voor het opstellen van het schetsontwerp – met als vertrekpunt variant 3 – en het laten uitvoeren van een second opinion op de modellering zoals uitgevoerd in 2015 met de bijbehorende modelrapportage. De periode december 2016 – april 2017 is gebruikt voor het verbeteren c.q. aanpassen van de uitgevoerde modellering op basis van de second opinion, het VO schetsontwerp en ruim 70 keukentafelgesprekken. Dit heeft geleid tot de definitieve modelvariant: variant 4. Dit is beschreven in hoofdstuk 8.

Achtereenvolgens wordt beschreven:

Hoofdstuk 2: modelgebied en toetsingskader

Hoofdstuk 3: oppervlaktewatermodel

Hoofdstuk 4: grondwatermodel

Hoofdstuk 5: referentiesituatie

Hoofdstuk 6: ontwerpsituaties (variant 1 t/m 3)

Hoofdstuk 7: vervolgstappen

Hoofdstuk 8: variant 4

Hoofdstuk 9: literatuur

Aan deze rapportage en de totstandkoming van het hydrologisch ontwerp hebben de volgende personen meegewerkt:

- Arcadis (modelbouw & begeleiding ontwerpproces): Harmen van der Werfhorst, Bart Oude Grote Beverborg & Floris Zevenbergen;
- Waterschap Vechtstromen: Friso Koop, Erik Broeze, Jan van Klompenburg & Gerdrik Bruins

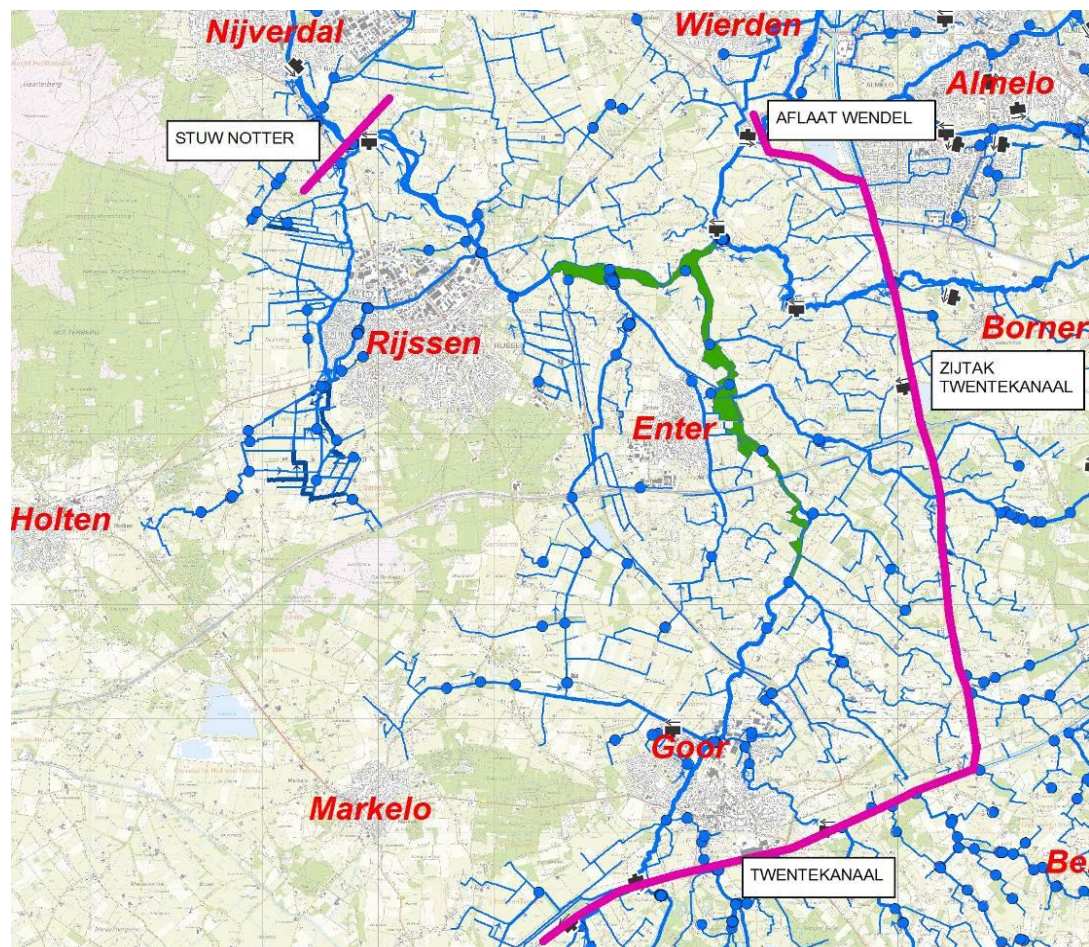
Daarnaast is o.a. gebruik gemaakt van gebieds- en veldkennis van Marcel Wessels (gebiedsbeheerder Vechtstromen), de klankbordgroep Reggedal Enter, de ontwerpbegeleidingsgroep Reggedal Enter en de regionale Stichting Enterse Zomp aan wie (tussentijdse) resultaten zijn gepresenteerd.

Voorliggend onderzoek is geen projectplan volgens de Waterwet, maar vormt de input daarvoor.

2. Modelgebied en toetsingskader

2.1 Begrenzing modelgebied

Het modelgebied heeft een omvang van circa 17.000 hectare en is weergegeven in figuur 1 en bevat de Boven Regge vanaf het Twentekanaal ten zuiden van Goor tot aan de Midden Regge bij stuw Notter. De zijtak van het Twentekanaal vormt de modelgrens aan de oostzijde. Het Twentekanaal vormt aan de zuid- en oostzijde de grens van het modelgebied omdat in de toekomst water ingelaten zal worden vanuit het Twentekanaal naar de Regge. Aan de westzijde begrensd de stuwwal van Holten-Markelo het modelgebied. De afluut van de Wendel vormt aan de noordoostzijde de modelgrens. Het begrensde Reggedal (nieuwe natuur) is met groen weergegeven in *figuur 1*.

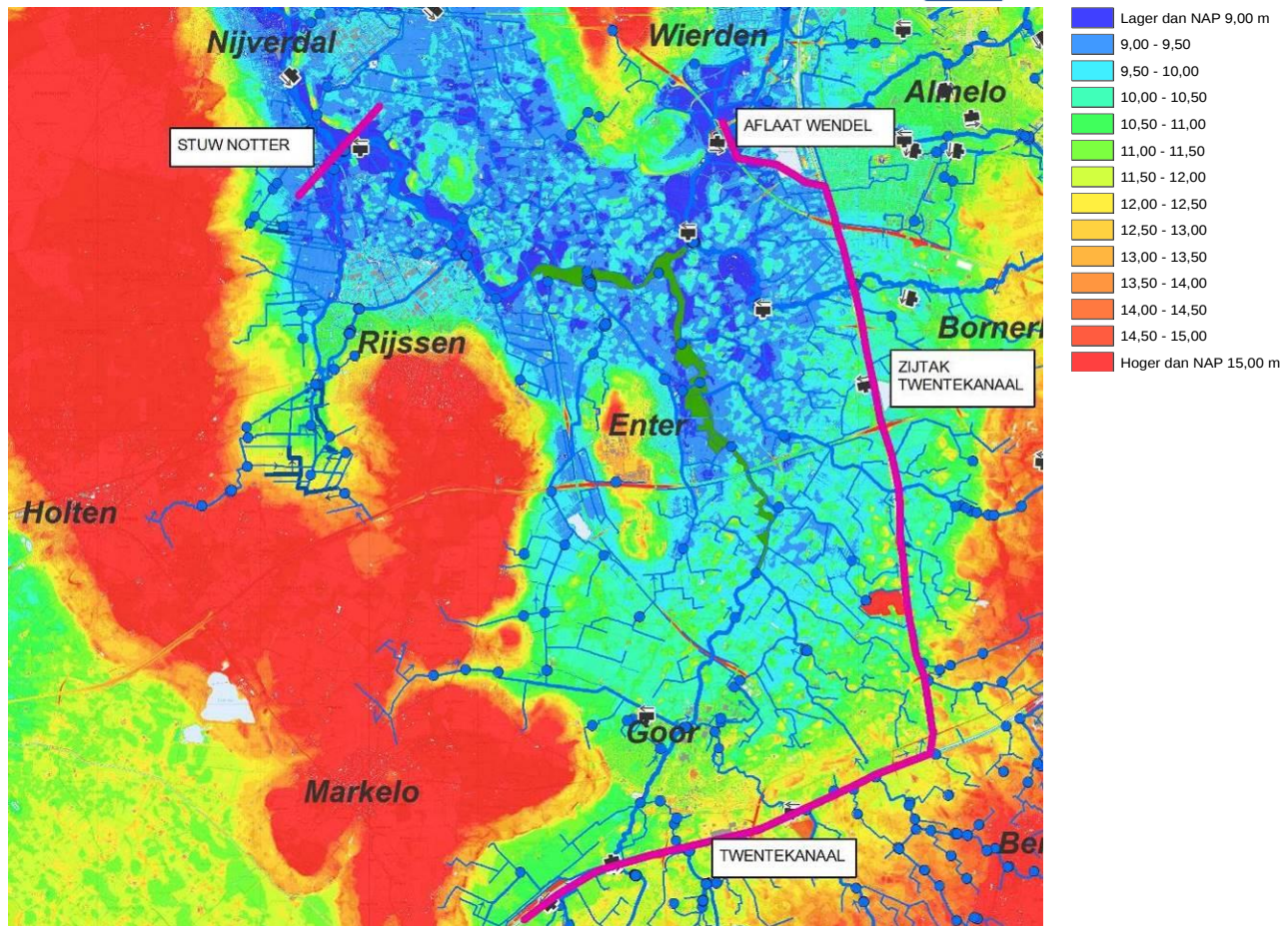


Figuur 1 modelgebied

2.2 Gebiedsbeschrijving

Maaiveldhoogte

In *Figuur 2* is het verloop van de maaiveldhoogtes binnen het modelgebied weergegeven. Wat naast de duidelijke ligging van de stuwwal tussen Nijverdal-Holten-Markelo opvalt, is de vlakke ligging van het gebied langs de Regge tussen Goor en Enter.



Figuur 2 maaiveldhoogte modelgebied (AHN 2012, 5x5 m)

Grondgebruik

Het huidige grondgebruik in het gebied heeft overwegend een agrarische functie en bestaat hoofdzakelijk uit grasland en maïsland. Rond de Oude Hagmolenbeek ligt het te ontwikkelen natuurgebied Deldenerbroek. Hierbij wordt ook de Oude Hagmolenbeek helemaal heringericht.

De drie kernen Goor, Enter en Rijssen wateren met hun verhard gebied af op de Regge.

Oppervlaktewater

De totale lengte van de Regge binnen het modelgebied is ca. 21,5 km (13,2 km Boven Regge & 8,3 km Midden Regge). In de Boven Regge tussen Goor en Exoo zijn vier (schotbalk)stuwen aanwezig, waarvan er drie gelegen zijn binnen het her in te richten Reggedal (circa 11,5 km), van boven- naar benedenstrooms:

1. Stuw Potlee met zomerpeil 9,1 en winterpeil 8,55 m NAP (gelegen buiten Reggedal Enter)
2. Stuw Binnengait met zomerpeil 8,4 en winterpeil 8,2 m NAP
3. Stuw Entermors met zomerpeil 8,1 en winterpeil 7,8 m NAP
4. Stuw Exoo met zomerpeil 7,7 en winterpeil 7,26 m NAP

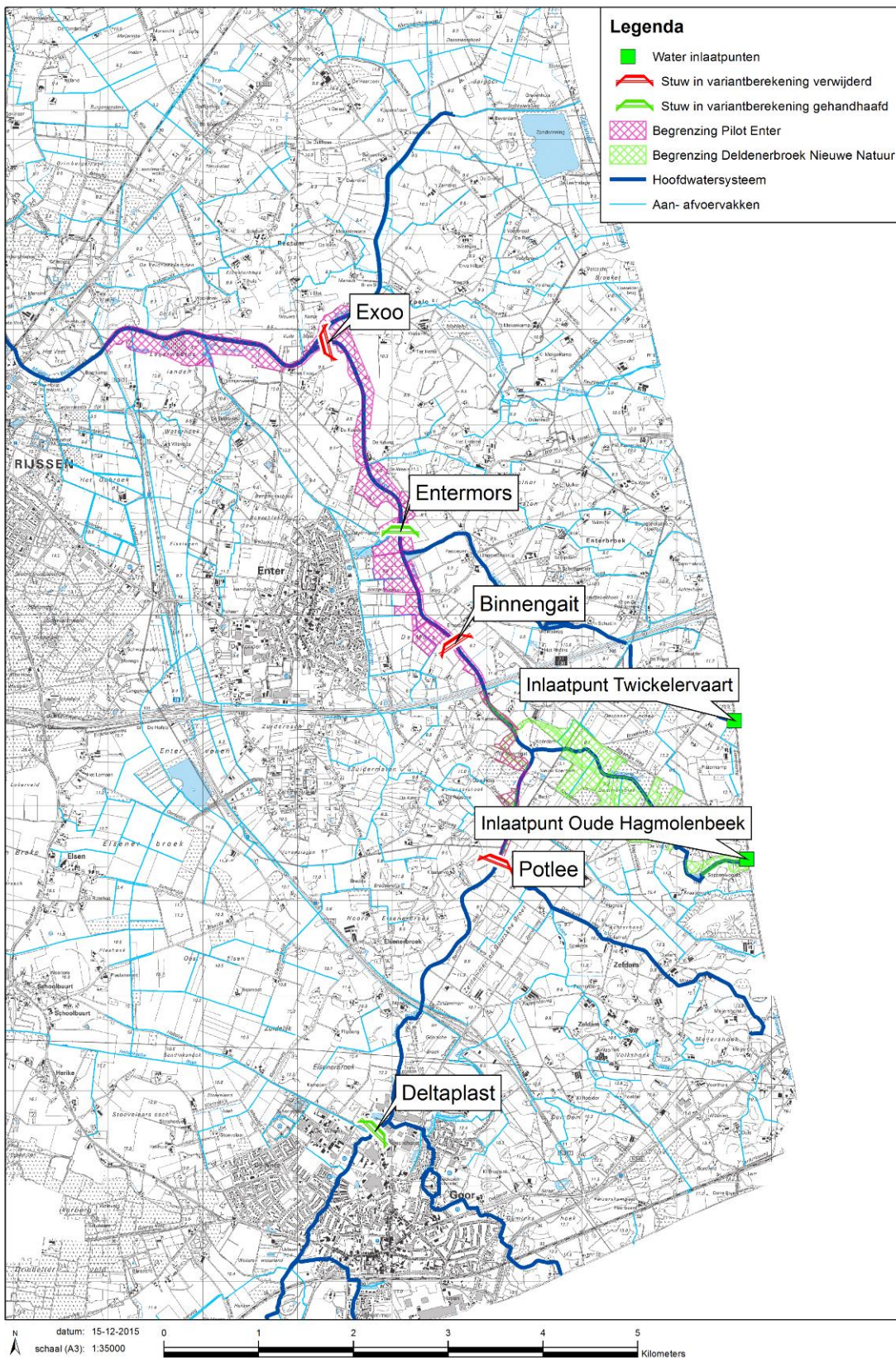


Stuw Potlee (links) en stuw Binnengait (rechts)



Stuw Entermors (links) en stuw Exoo (rechts)

De ligging van de stuwen is weergegeven in *Figuur 3*.



Figuur 3 ligging stuwen Boven Regge

Stuw Deltaplast in Goor valt buiten het Reggedal en heeft een vast peil van 9,5 m NAP. Stuw Notter in de Midden Regge heeft een vast peil van 7,0 m NAP.

Naast de Regge zijn alle leggerwatergangen die in het modelgebied liggen, opgenomen in het model. Het betreft o.a. de Doorbraak, de Exosche Aa en watergangen die bestemd zijn voor toekomstige waterinlaat zoals de Oude Poelsbeek, de Oude Hagmolenbeek en de Twickelervaart. De Doorbraak en de Twickelervaart hebben ook bovenstrooms de zijtak van het Twentekanaal nog een (aanzienlijk) stroomgebied. Hier is in het model gewerkt met een randvoorwaarde voor de afvoer ter plaatse van de onderdoorgang met het Twentekanaal.

Waterwinningen

Binnen het modelgebied zijn twee drinkwaterwinningen van Vitens aanwezig: winning Herikervlier bij Goor/Markelo en winning Wierden (recentelijk deels verplaatst naar Rectum-Ypelo). In de noordoosthoek van het modelgebied ligt waterbuffer Dakhorst van Vitens. De waterbuffer dient als compensatie voor de winning bij Rectum-Ypelo. Via een gemaaltje wordt water uit de Exosche Aa opgepompt en in het gebied gelaten. Hier kan het infiltreren naar het grondwater.

Enterse Zomp

In Enter ligt de Enterse Waarf van waaruit over de Boven Regge in benedenstroomse richting kan worden gevaren met de Enterse zomp. De zomp heeft een rijke historie voor wat betreft het varen op de Regge. In de huidige situatie kan de zomp varen tot aan stuw Exoo. Bij het verwijderen van deze stuw komt er een potentiële vaarroute bij tot aan Rijssen (mits de waterdiepte voldoende is).

Het vaarseizoen van de zomp gelegen in Enter loopt vanaf april tot en met november. Het hoogseizoen wat betreft het toerisme ligt in de maanden juli en augustus.

2.3 Toetsingskader

Neerslaggebeurtenissen en afvoersituaties

Onderstaande neerslaggebeurtenissen (T, uitgedrukt in mm per tijdspanne) en afvoersituaties (Q in m³/s) worden gebruikt bij de toetsing van het ontwerp:

Tabel 1 neerslaggebeurtenissen en afvoersituaties

Neerslag gebeurtenis c.q. afvoersituatie	Frequentie van voorkomen (statistisch)	Gebruikt voor
T=1, 10 en 100	1x per 1, 10 en 100 jaar	Toetsen aan hoogwaternormen T1, T10 en T100
½ Q	Wordt circa 10-20 dagen per jaar bereikt of overschreden	Bepalen afmetingen basisprofiel
¼ Q	Wordt circa 80 dagen per jaar bereikt of overschreden	Bepalen GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand; wintersituatie)
1/100 Q	Wordt circa 90% van de zomerperiode bereikt of overschreden (ofwel; afvoer die 347 dagen per jaar wordt overschreden)	Bepalen GLG (gemiddeld laagste grondwaterstand; zomersituatie)

Kaderrichtlijn water (KRW)

De Boven Regge wordt omschreven als een R5-type: langzaam stromende middenloop/benedenloop op zand. De Midden Regge wordt omschreven als een R6-type: langzaam stromend riviertje op zand/klei. De volgende streefwaarden gelden voor de stroomsnelheden:

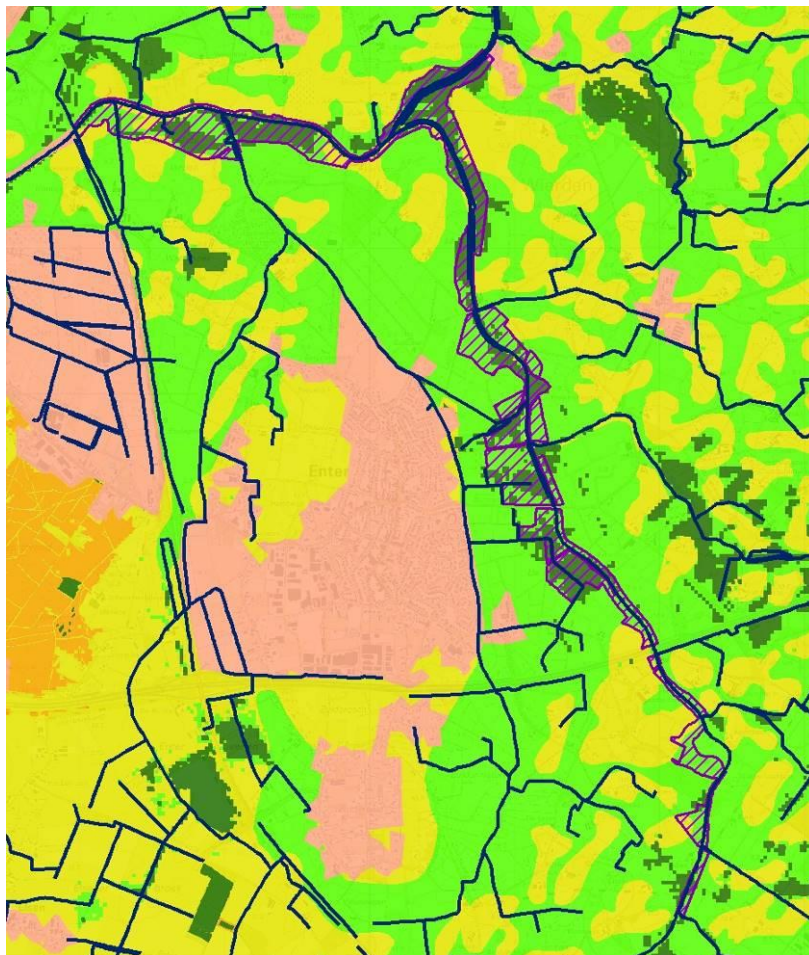
R5-type: stroomsnelheid tussen 10-50 cm/s

R6-type: stroomsnelheid tussen 20-50 cm/s

Bron: STOWA, 2012.

Wateroverlastnormen

In onderstaande figuur zijn de wateroverlastnormen weergegeven.



- Leggerwatergang waterschap Vechtstromen
- Reggedal
- T=0,05
- T=1
- T=10
- T=25
- T=50
- T=100

Figuur 4 wateroverlastnormen Reggedal Enter (waterbeheerplan WVS 2016-2021)

De gronden langs de Regge hebben wateroverlastnormen van $T=1$ of $T=10$. Dit betekent dat percelen jaarlijks ($T=1$) dan wel eens per 10-25 jaar ($T=10$) mogen inunderen bij extreme neerslag.

Randvoorwaarden effecten op de omgeving

Er zijn een aantal 'harde' randvoorwaarden gesteld waaraan het definitieve ontwerp moet voldoen:

1. Buiten het begrensde beekdal (functie natuur) mogen de droogteschade en/of de natschade op de landbouw niet groter zijn dan 5%.
2. De bevaarbaarheid voor de Enterse zomp tussen de Enterse Waarf en Rijssen moet worden geborgd (behoudens extremen omstandigheden).

Ad. 1

Het bestuursbesluit is niet eenduidig of de randvoorwaarde van niet meer dan 5% toename van verdroging en/of vernatting per perceel, *per ha of voor het hele landbouwareaal van een agrariër* geldt.

Ad. 2

Voor de bevaarbaarheid van de zomp worden eisen gesteld wat betreft de waterdiepte en doorvaart (breedte, lengte, hoogte). De Regionale Stichting Enterse Zomp geeft aan dat de minimaal vereiste waterdiepte 80 cm moet zijn. Berekeningen van Brian Stokvis van Universiteit Twente (Onderzoek naar de bevaarbaarheid van de Regge voor de Enterse Zomp, juli 2015) heeft de benodigde waterdiepte berekend op basis van de maximale belading en de benodigde ruimte onder de kiel en komt hiermee op 0,63 m. Echter zijn in deze berekening enkele kanttekeningen en onzekerheden buiten beschouwing gelaten. Met name de buitenboordmotor speelt hierin een rol. De minimale waterdiepte van 80 cm volgens de stichting Enterse Zomp is op basis van de berekeningen met deze kanttekeningen te verklaren.

Verder stelt de Regionale Stichting Enterse Zomp dat een minimale rivierbreedte van 5 m vereist is en een minimale doorvaarhoogte van 2,4 m. Tevens wordt aan meanders de eis gesteld dat hier 'ten alle tijden' een lengte van 14 m behaald wordt. Daarnaast is voor de buitenbochten een steil talud vereist, zodat hier voldoende diepte is (Stokvis, B., 2015).

2.4 Modellen

Om de effecten van de herinrichting op de (grond)waterstanden en de stroomsnelheden in beeld te brengen is het gebruik van modellen noodzakelijk. Hierin is onderscheid te maken tussen oppervlaktewatermodellen en grondwatermodellen. De resultaten van het oppervlaktewatermodel dienen in het grondwatermodel te worden ingebracht. Er is gekozen om een nieuw oppervlaktewatermodel op te stellen in SOBEK (versie 2.13.002) waarin alle leggerwatergangen en kunstwerken zijn opgenomen. SOBEK wordt gebruikt om integrale watersystemen te modelleren en te ontwerpen en is algemeen geaccepteerde modelsoftware bij waterschappen, adviesbureaus en onderzoeksinstituten binnen de watersector.

De modeluitkomsten van SOBEK vormen input voor een grondwatermodel waarmee de effecten op de grondwaterstanden zijn bepaald. De input voor het grondwatermodel zijn de berekende peilen bij 1/100 Q- en bij ¼ Q-afvoersituatie en de bodemhoogtes van de waterlopen. Er is gewerkt met het grondwatermodel Twente (WRD2013), een gedetailleerd grondwatermodel dat is ontwikkeld door Deltares (voorheen o.a. TNO-NITG) en verbeterd door adviesbureau TAUW. Het grondwatermodel rekent met een gridgrootte van 25 m. Daarmee zijn hoegenaamd alle waterlopen afzonderlijk in het model opgenomen.

De resultaten van de berekeningen met het grondwatermodel vormen vervolgens weer de input voor de berekeningen van de droogteschade en natschade van de grondgebruiksfunctie landbouw langs de beek. De droogteschade en natschade worden uitgedrukt in percentages op een schaal van 0 tot 100% en worden berekend met het Waternood-instrument van STOWA (WATERNOOD2.0). Dit programma berekent opbrengsten op basis van de zogenaamde HELP-methode. Deze methode geeft de opbrengstdepressie in termen van droogte- en natschade, afhankelijk van grondsoort, gewas en grondwatertrap (variatie van grondwaterstanden in de tijd).

Oppervlaktewatermodel (SOBEK):

Oppervlaktewaterpeilen en stroomsnelheden



Grondwatermodel Twente:

Grondwaterstanden en kwel-/infiltratiefluxen



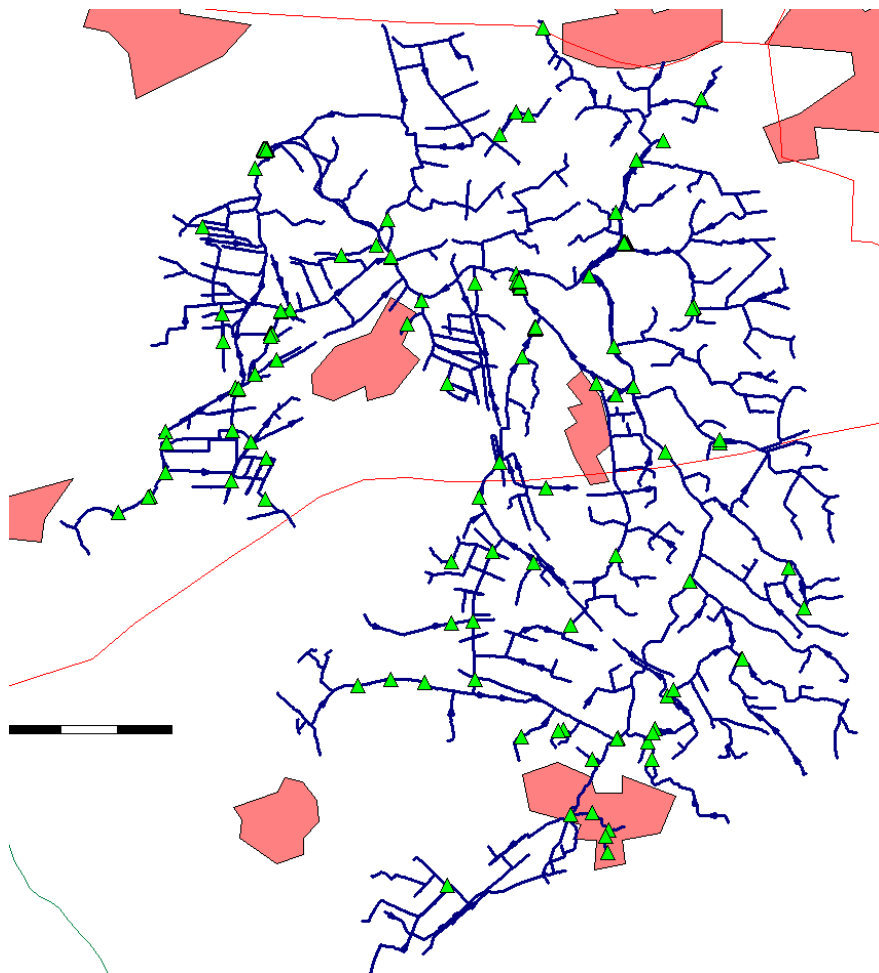
Waternoodinstrumentarium:

Droogteschade en natschade landbouw

3. Oppervlaktewatermodel

3.1 Channel Flow

Alle leggerwatergangen binnen het modelgebied zijn opgenomen in het model, inclusief alle bijbehorende kunstwerken. In *Figuur* zijn de in het model opgenomen leggerwatergangen en stuwen weergegeven.



Figuur 5 overzicht leggerwatergangen en stuwen in het model

Voor de gegevens van de watergangen (bodemhoogte, bodembreedte, talud, etc.) is uitgegaan van de legger tenzij er reden toe was andere broninformatie te gebruiken. Deze reden kan zijn een recent heringericht traject (project), een traject dat door stedelijk gebied loopt of een te groot verschil tussen legger en de werkelijke ingemeten situatie. Van de volgende trajecten is uitgegaan van de werkelijke ingemeten situatie:

- Project Regge door Goor (inclusief Holtdijksbeek): revisiemeting
- Project Regge Elsenerbroek: revisiemeting
- Twickelervaart: ingemeten profielen
- Midden Regge, nog niet heringerichte traject: ingemeten profielen

Voor de Doorbraak is uitgegaan van de profielen uit het SOBEK-model van de Doorbraak. Het maaiveld langs de Doorbraak is overgenomen uit het AHN 2012. De aanpassing in de stuw aan de Keursweg is verwerkt in het model.

Het Vitens-project waterbuffer Dakhorst is verwerkt in het model; hier zijn de revisiegegevens gebruikt.

Ruwheidscoëfficiënt van de waterlopen

Aan de waterlopen dient een ruwheidcoëfficiënt toegekend te worden. De ruwheidcoëfficiënt is afhankelijk van de eigenschappen van het materiaal van de wand en mate van begroeiing van de waterlopen en wordt uitgedrukt in een Bos en Bijkerk waarde. Bij een Bos en Bijkerk waarde hoort een bepaalde mate van begroeiing. Hierbij geldt hoe sterker de begroeiingsgraad in een waterloop, hoe lager de Bos en Bijkerk waarde. In *Tabel 2* is weergegeven welke begroeiingsgraad hoort bij welke Bos en Bijkerk waarde.

Tabel 2 begroeiingsgraad behorende bij Bos- en Bijkerkwaarden

Begroeiingsgraad	γ -waarde (Bos en Bijkerk)
Zeerschoon	45 - 30
Schoon	35 - 20
Licht begroeid	25 - 15
Matig begroeid	20 - 10
Vrij sterk begroeid	16 - 05
Zeersterk begroeid	< 10

Voor de waterlopen waarvan de legger is ingevoerd in het model, is een Bos en Bijkerk-waarde van 34 voor de winter aangehouden en een waarde van 23 voor de zomer. Voor de waterlopen waarvan de revisie is ingevoerd in het model, is gewerkt met een waarde van 23 voor de winter en 15 voor de zomer (zie *Tabel 3*). Dit verschil tussen de legger en de revisie is op deze manier gekozen omdat de heringerichte waterlopen (revisie) vaak een extensiever beheer en onderhoud hebben om te voldoen aan de Kaderrichtlijn Water-eisen. Hierbij hoort een hogere mate van begroeiing (en een lagere Bos- en Bijkerk waarde).

In aanvulling op bovenstaande heeft de Entergraven ook een hogere ruwheidscoëfficiënt gekregen. De Entergraven is in 2013 heringericht en is daarmee voorzien van natuurvriendelijke oevers waarop meer begroeiing wordt toegestaan.

Tabel 3 uitgangspunten Bos- en bijkerkwaarden winter en zomer

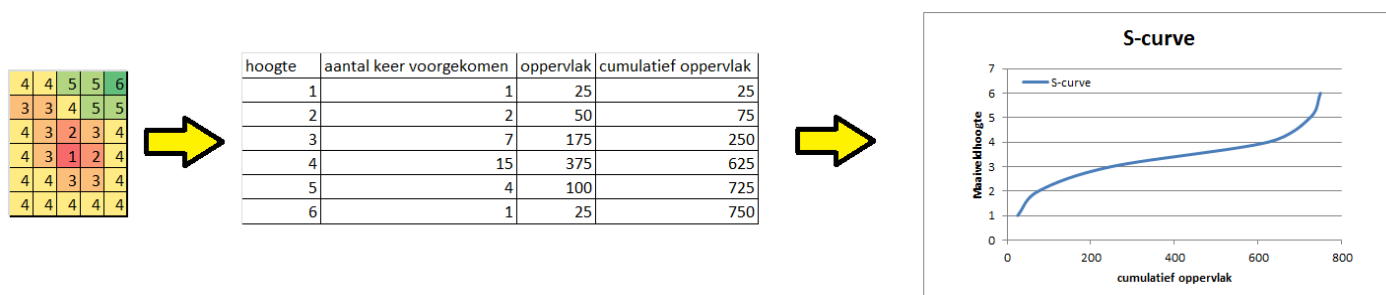
Situatie	γ -waarde leggersituatie	γ -waarde revisie
1/4Q (winter)	34	23
1/100Q (zomer)	23	15

Berging in het model

De hoogtes van het maaiveld zijn in het SOBEK-model opgenomen, zodat in extreme situaties (wanneer de mogelijkheid bestaat dat het maaiveld onder water komt te staan) de berging zo goed mogelijk in de berekening wordt meegenomen. In het SOBEK-model zijn de maaiveldhoogtes opgenomen uit het meest recente AHN (AHN2 uit 2012). De maaiveldhoogtes zijn meegenomen in alle afwaterende eenheden en in dwarsprofielen van de Regge. Voor de afwaterende eenheden zijn de maaiveldhoogtes samengevat in zogenaamde 'S-Curves' per afwaterende eenheid. Dat wil eigenlijk zoveel zeggen dat alle waarden die in het AHN, binnen de desbetreffende

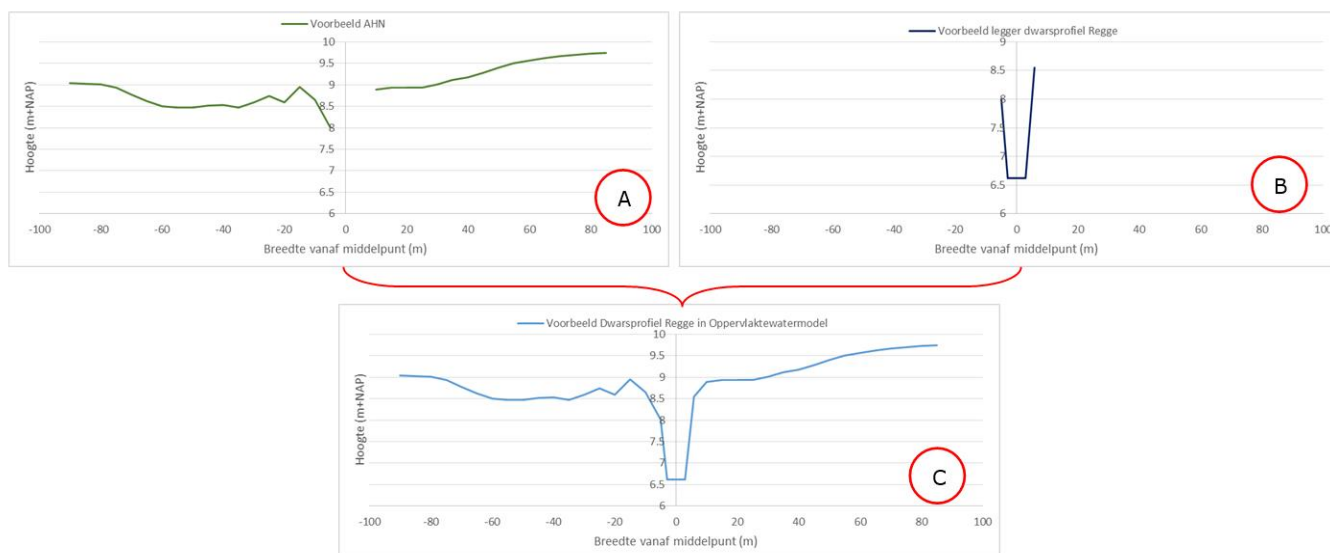
afwateringseenheid, voorkomen zijn gesorteerd van laag naar hoog en vervolgens samengevat. In de 'S-Curve' worden de waarden samengevat door van iedere hoogte het totale oppervlak van die desbetreffende hoogte op te tellen en vervolgens het cumulatieve oppervlak te bepalen. Als die waarden op volgorde worden gezet in een grafiek zet ontstaat er een lijn die een S-vorm heeft.

In de onderstaande figuur is geprobeerd het S-curve principe duidelijk te maken. Zo zal er in het onderstaande voorbeeld bij een waterstand van net boven hoogte 1 het cumulatieve oppervlak van 25 overstromen. Stijgt de waterstand naar boven hoogte 3 dan zal het oppervlak van de hoogtes 1, 2 en 3 overstromen om tot het cumulatieve oppervlak te komen van 250. Wanneer het oppervlak wordt gecombineerd met een diepte (of dikte van de schijf water) geeft dat de hoeveelheid berging in m^3 .

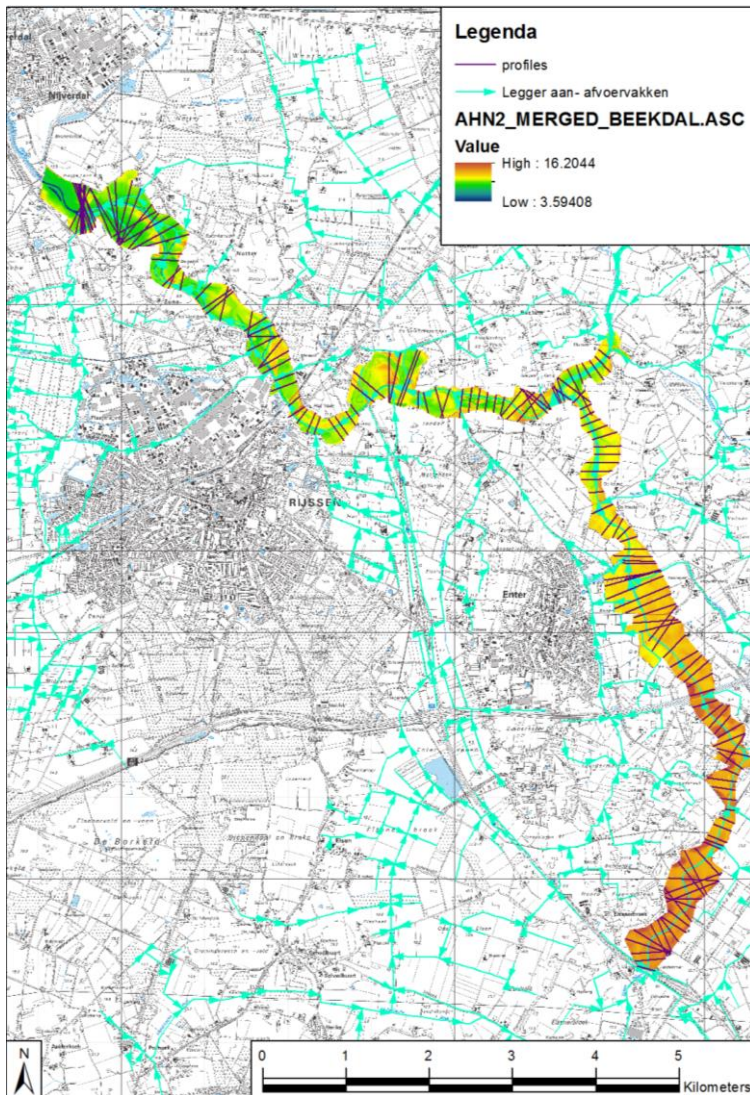


Figuur 6 schematisatie principes S-curves. Oppervlaktes in dit voorbeeld zijn in m^2

Langs de Regge zijn de maaiveldhoogtes niet als S-curve opgenomen, maar is het legger-profiel gekoppeld aan het AHN. Ter hoogte van elk legger dwarsprofiel is de hoogte van het AHN opgenomen in stappen van 5 m vanaf het middelpunt van het legger dwarsprofiel tot waar de hoogte een natuurlijke begrenzing van het beekdal vormt. Hierdoor ontstaat een dwarsdoorsnede van het AHN, zoals te zien is in *Figuur deel A*. Deze dwarsdoorsnede is samengevoegd met het legger dwarsprofiel (*Figuur deel B*) wat resulteert in een dwarsprofiel dat gebruikt is voor het model (*deel C*). Langs de Regge is het namelijk mogelijk dat bij hoge waterstanden het water in het beekdal mee gaat stromen. De meestromende berging in het beekdal is meegenomen middels dwarsprofielen om de 100 meter die zijn weergegeven in *Figuur*.



Figuur 7 Schematisatie van het principe ontstaan van het dwarsprofiel in het SOBEK-model uit onderdelen van het AHN en van legger dwarsprofielen van de Regge.



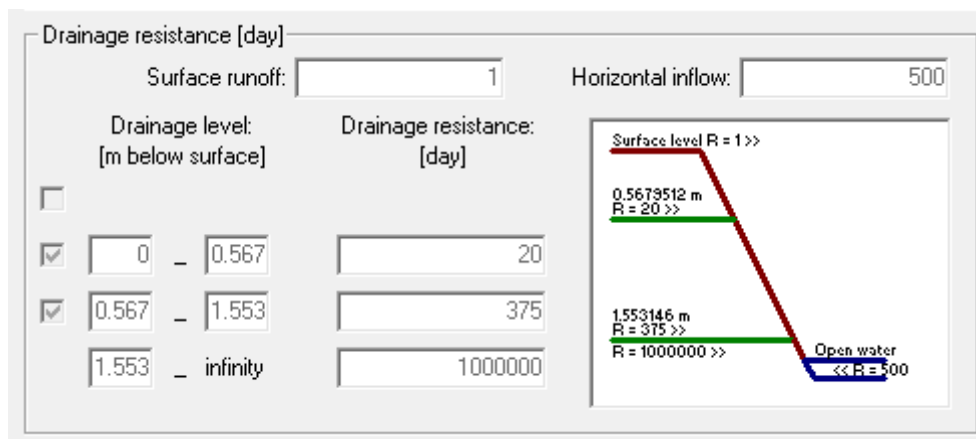
Figuur 8 locaties dwarsprofielen meestromende berging Reggedal (alleen van toepassing voor variant 1 t/m 3)

3.2 Rainfall-Runoff

De vertaling van neerslag naar afvoer gebeurt in SOBEK binnen de RR-module (Rainfall-Runoff-module). De manier waarop neerslag tot afvoer komt verschilt per gebied en komt tot uiting door de tijd die neerslag nodig heeft om in de watergang terecht te komen. Binnen de RR-module wordt daarbij onderscheid gemaakt in landelijk en stedelijk gebied.

Landelijk gebied

Voor het landelijk gebied is in de schematisatie gebruikt gemaakt van de afwaterende eenheden. Per afwaterende eenheid (>900 eenheden voor het hele modelgebied) zijn gegevens en uitgangspunten opgenomen voor aspecten als bodemopbouw, grondgebruik en (initiële) grondwaterstand. De initiële grondwaterstand is berekend met een stationaire situatie die zorgt voor 1/4Q afvoersituatie. Hierbij is rekening gehouden met een snelle en langzame afvoercomponent die tot uiting komt in de bodemschematisatie. In *Figuur* is een voorbeeld gegeven voor een bodemschematisatie, in dit geval een beekdalgrond, zoals die is opgenomen voor het landelijke gebied.



Figuur 9 voorbeeld opbouw bodem in RR-unpaved

Stedelijk gebied

Binnen het stedelijke gebied is het verharde oppervlak grotendeels aangesloten op de riolering. Voor het andere deel is het afgekoppeld en loost het direct of indirect (via WADI's of infiltratievoorzieningen) op het oppervlaktewatersysteem. Voor de verharde oppervlakken die zijn aangesloten op de riolering is onderscheid te maken in het type rioolstelsel waarop geloosd wordt, zoals gemengd-, gescheiden- of verbeterd gescheiden stelsel. In geval van heftige neerslag is het mogelijk dat het water uit het rioolstelsel overstort op het oppervlaktewatersysteem. Het overige deel wordt afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). De overstorten van de kernen Goor, Enter en Rijssen zijn allemaal opgenomen in het model. Hiertoe is o.a. gebruik gemaakt van de meest actuele basisrioleringsplannen (BRP). Met name in Rijssen is het nodige gewijzigd aan de opvang en verwerking van hemelwater. Specifiek voor Rijssen is daarom ook gebruik gemaakt van het SOBEK-model van Rijssen met daarin de meest recente informatie ten aanzien van de stedelijke waterafvoer (bron: Oranjewoud & Gemeente Rijssen-Holten).

In het SOBEK-model wordt het stedelijk gebied verdeeld in kleinere delen op basis van de verdeling uit het BRP. Van elk deel wordt de oppervlakte bepaald die de neerslag opvangt. Van deze neerslag wordt een deel gebufferd. Afhankelijk van het gebied wordt een eerste aantal millimeters neerslag opgevangen op straat en een tweede aantal millimeters neerslag opgevangen in het riool. De overige neerslag wordt afgevoerd. Tot een bepaalde capaciteit (afhankelijk van het gebied) kan dit worden afgevoerd naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI). Bij overschrijding van deze capaciteit wordt de overige afvoer geloosd op het oppervlaktewater. Voor het jaar 2014 zijn de afvoeren van de verschillende RWZI's (Rijssen en Goor) op het oppervlaktewater gemeten. Dit is voor het model gebruikt als input.

3.3 Neerslag- en afvoersituaties

In het SOBEK-model worden verschillende neerslag- en afvoersituaties doorgerekend. De afvoersituaties 1/100Q en 1/4Q zijn stationair en zijn gebaseerd op de afvoerfactoren zoals in het Cultuurtechnisch Vademecum (tabel 4.2.1. op blz. 551) is beschreven. In deze methode wordt op basis van de grondwatertrap (uit de bodemkaart) de specifieke afvoer berekend. In de onderstaande tabel (Tabel 4) is de afvoercoëfficiënt per grondwatertrap gegeven.

Tabel 4 afvoercoëfficiënten per grondwatertrap

Grondwatertrap	Afvoercoëfficiënt [l/s/ha]
I	1,67
II	1,50
II*	1,33
III	1,33
III*	1,00
IV	1,00
V	1,00
V*	0,67
VI	0,67
VII	0,33
VII*	0,10

Voor dit modelgebied is de maatgevende afvoer (afvoersituatie bij 1Q) 0,81 l/s/ha. Vervolgens kan deze maatgevende afvoer worden verschaald naar de gewenste afvoersituatie, zoals in onderstaande tabel (Tabel 5) is gedaan.

Tabel 5 verscaling maatgevende afvoer

Ontwerpsituatie	Relatief [%]	Absoluut [l/s/ha]
Maatgevende afvoer	100	0,81
¼ Q	25	0,20
1/100 Q	1	0,008

Zoals in de voorgaande paragraaf is genoemd wordt er in het oppervlaktewatermodel ook dynamisch gerekend met bui-situaties. Voor de herhalingstijden T1, T10 en T100 zijn buien opgenomen in een reeks welke variëren in intensiteit en duur. Deze reeksen bevatten in totaal 10 buien met verschillende intensiteit en duur. In de onderstaande tabel is het aantal millimeters en duur van de verschillende buien gegeven, welke voor de kortdurende buien is gebaseerd op de statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren (KNMI, 2007). En voor de lange buiduren is dit gebaseerd op de rapportage van de STOWA (Statistiek van extreme neerslag in Nederland, STOWA, 2004).

Tabel 6 Neerslaghoeveelheden extreme neerslag

Duur van de bui	Aantal millimeter bij herhalingstijd T=1	Aantal millimeter bij herhalingstijd T=10	Aantal millimeter bij herhalingstijd T=100
15 minuten	9	18	29
30 minuten	11	23	37
60 minuten	14	27	43
2 uur	17	31	48
4 uur	21	36	55
8 uur	25,7	39,1	59,2
12 uur	27	46	68
1 dag	33	54	79
2 dagen	41	65	92
4 dagen	52	80	109

Daarbovenop is de ontwerp-bui van het waterschap aan de reeks van 10 buien toegevoegd, zoals deze in het Handboek hydrologie (Waterschap Regge en Dinkel, 2012) is opgenomen. Bij het waterschap wordt dit ook wel de “Reest en Wieden bui” genoemd, aangezien deze bui in het beheergebied van het voormalige Waterschap Reest en Wieden daadwerkelijk is gevallen. Dit is een 10-daagse bui welke begint met een stationaire neerslagsituatie van 1mm per dag waarna de neerslagpiek volgt. In *Tabel 7* is de opbouw van de bui voor de verschillende extremen gegeven.

Tabel 7 opbouw Reest en Wieden-bui

Dag	Neerslag [mm per dag]		
	T=1	T=10	T=100
1	1	1	1
2	8	15	20
3	7	10	14
4	6	10	13
5	5	6	7
6	21	29	39
7	18	26	35
8	3	5	6
9	6	10	14
10	3	5	7

Bovenstaande neerslag- en afvoersituaties zijn volgens de onderstaande indeling (zie *Tabel 8*) in het SOBEK-model opgegeven. De neerslag- en afvoersituaties (bui-bestanden) corresponderen met de opgegeven randvoorwaarden in het model.

Tabel 8 rekenperiodes SOBEK-model

Startdatum	Einddatum	Neerslag/afvoersituatie
1-4-2000	31-9-2000	1/100Q
1-10-2000	31-12-2000	1/4Q
1-1-2001	31-12-2001	T=1-reeks waarin iedere maand een nieuwe bui begint
1-1-2002	31-12-2002	T=10-reeks waarin iedere maand een nieuwe bui begint
1-1-2003	31-12-2003	T=100-reeks waarin ieder maand een nieuwe bui begint

3.4 Model huidige situatie

Het model met de huidige situatie bevat de waterlopen uit de meest actuele legger gegevens of de meest actueel gemeten dwarsprofielen. Dit model is gebruikt voor de kalibratie en de validatie (zie verder §3.5). Ook de Doorbraak is in dit model opgenomen, maar dan wel zonder de volledige afvoer; deze zal er pas in 2016 stapsgewijs op worden gezet (zie §3.6, referentiemodel).

Tabel 9 De afvoeren tot 2016 (huidige situatie) van de Doorbraak in het model

	1/100Q	$\frac{1}{4}$ Q	T=1	T=10	T=100
Afvoer Doorbraak huidige situatie	0,1 [m³/s]	0,25 [m³/s]	1 [m³/s]	1,55 [m³/s]	2 [m³/s]

Droogleggingskaarten ¼ Q, T1 en T10

Van het model met de huidige situatie zijn droogleggingskaarten gemaakt van de afvoersituaties bij ¼ Q, T1 en T10. De droogleggingskaarten laten het verschil zien tussen het berekende peil in de waterlopen en de maaiveldhoogtes in het gebied. Voor de 1/4 Q-situatie zijn er aanvullend een drietal berekeningen uitgevoerd met verschillende stromingsweerstand (wandruwheid). Zoals eerder genoemd in § 3.1 heeft de wandruwheid invloed op de waterstanden. Om een inschatting te maken van deze gevoeligheid is er voor de Bos en Bijkerkwaard 15, 23 en 30 een berekening uitgevoerd. Uit deze berekeningen blijkt dat de waterstand in vlakke gebieden 10 tot 15 centimeter kan oplopen bij een grotere wandruwheid (verschil tussen Bos en Bijkerkwaarde 15 en 30). Dat betekent dat de waterstanden als gevolg van een toename van de begroeiing 10 tot 15 centimeter hoger kan worden.

De kaartbeelden met de drooglegging zijn gebruikt voor een eerste toetsing van de modeluitkomsten, dus nog vóór de kalibratie en validatie. De kaarten zijn intern besproken met de (interne) projectgroep Reggedal Enter. Daarnaast zijn de kaarten besproken met een aantal gebiedsdeskundigen (in- en extern). De besprekingen van de kaartbeelden hebben geleid tot enkele verbeteringen in het model op het gebied van ingestelde zomer- en winterpeilen. Na deze aanpassingen is gestart met de kalibratie en validatie op basis van gemeten afvoeren in het gebied.

3.5 Kalibratie en Validatie

Met de modelberekeningen is het gewenst om de huidige situatie zo nauwkeurig mogelijk te kunnen berekenen. Daarbij is het belangrijk om te realiseren dat een model een versimpeling van de werkelijkheid is waarin de hydrologische processen die van belang zijn zo goed mogelijk zijn vertaald in de berekeningen. Ten grondslag aan deze berekeningen zitten aannames en uitgangspunten van verschillende parameters die onderdeel vormen van de berekeningen. De nauwkeurigheid van het model hangt samen met de gekozen aannames en uitgangspunten en kan worden getoetst door berekende afvoeren en/of peilen te vergelijken met gemeten afvoeren en/of peilen. Bij de kalibratie van het model wordt gezorgd dat het model nauwkeuriger wordt door parameters te wijzigen zodat het model beter de werkelijkheid beschrijft. Bij de validatie wordt dan getoetst of het model ook voor een andere situatie goed blijft functioneren.

Het SOBEK-model is geijkt door de gemeten afvoer over de stuw Notter te vergelijken met de afvoer die het model berekend. Stuw Notter vormt de benedenstroomse grens van het modelgebied en is daarmee de meest geschikte locatie om de afvoer van het gehele modelgebied te iken. Tevens is het achterhalen van de afvoer bij stuwen een gebruikelijke methode. De 'gemeten' afvoer is namelijk bepaald aan de hand van boven- en benedenstroomse gemeten waterstanden en een bijbehorende overlaatformule vertaald naar

In het Cultuurtechnisch Vademecum wordt vermeld dat de afvoerformule voor een lange rechthoekige overlaat (zoals stuw Notter) luidt:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} * g^{1/2} * C_v * C_d * b * h_s^{3/2}$$

Deze formule is om te rekenen tot de onderstaande formule die ook wordt genoemd in het Cultuurtechnisch Vademecum en die wordt gebruikt in SOBEK:

$$Q = 1,705 * C_v * C_d * b * h_s^{3/2}$$

Hierbij staan C_v en C_d voor de snelheidscoëfficiënt en de afvoercoëfficiënt, respectievelijk. De waarden hiervoor zijn bij de vergelijkingen gelijk. b staat voor de breedte van de stuw. h_s staat voor de overstorthoogte, oftewel hoeveel hoger de bovenstroomse waterstand is ten opzichte van de bovenkant van de stuw.

Indien de benedenstroomse waterstand een bepaalde hoogte bereikt ontstaat er een stremmende factor. Deze is meegenomen in de berekeningen en de methode hiervoor is te vinden in het Cultuurtechnisch Vademecum.

Aan de hand van deze methode is de 'gemeten' afvoer bepaald.

een afvoer. Een soortgelijke afvoerformule uit het Cultuurtechnisch Vademecum¹ is hiernaast gegeven. Er is geijkt aan de hand van afvoer, omdat stuw Notter gedeeltelijk een geautomatiseerde regelbare stuw is waarvan de overlaat op en neer kan bewegen. Dit zorgt ervoor dat de bovenstroomse waterstand ondanks een toename in afvoer niet of nauwelijks stijgt. In dit geval ligt het voor de hand om het model te toetsen op basis van de gemeten afvoeren.

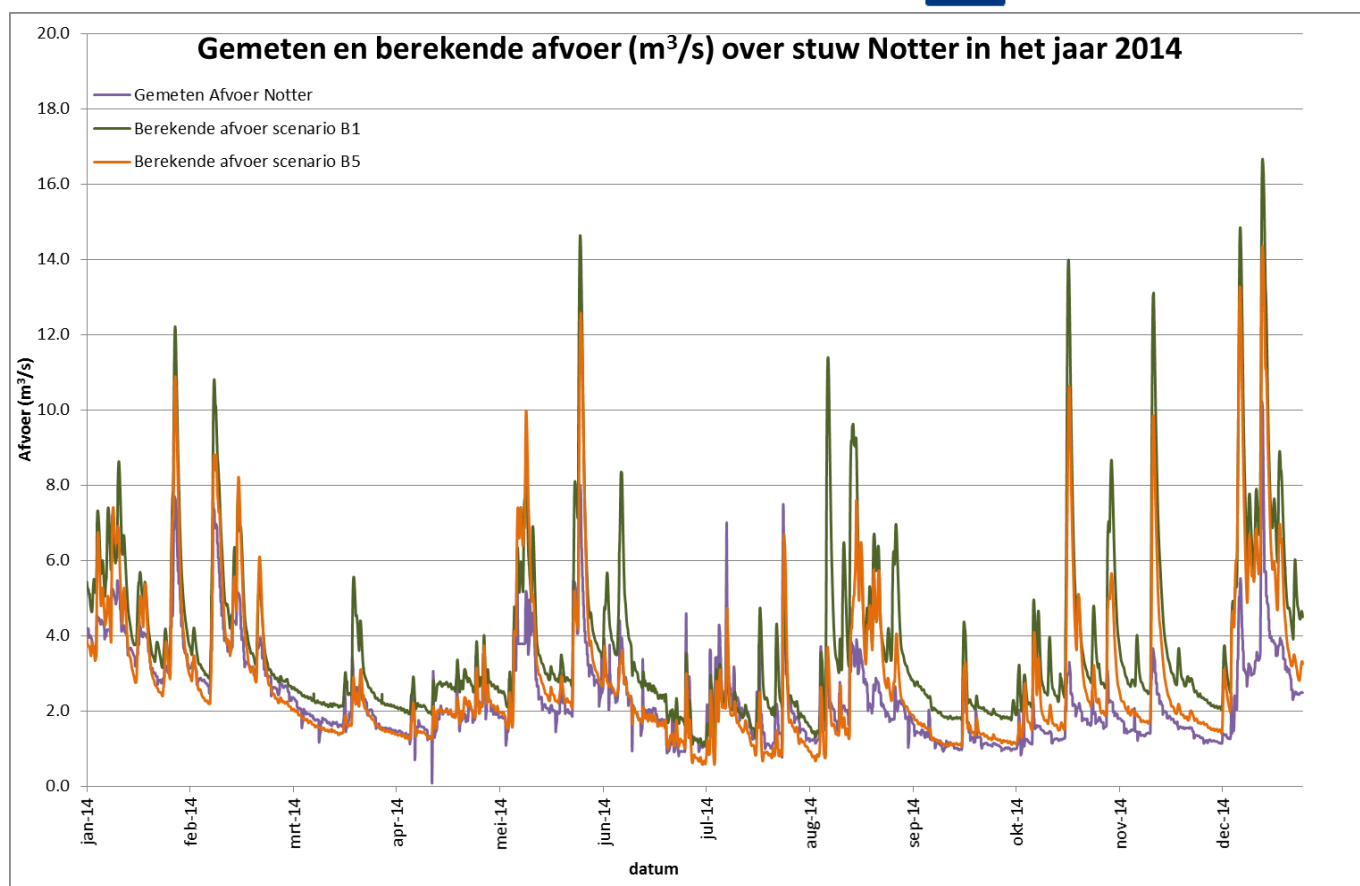
Voor de ijking is het kalenderjaar 2014 gebruikt, omdat voor dit jaar voldoende meetgegevens beschikbaar zijn. Ook is er van dit jaar bekend wat de afvoeren zijn van de rioolwaterzuiveringsinstallaties in Rijssen en Goor, die in droge perioden een groot aandeel van de afvoer bepalen.

Geografische spreiding van neerslag

De resultaten van de eerste modelberekeningen toonden aan dat het model de afvoer overschatte. Uit een aantal herberekeningen met het model bleek dat de neerslag werd overschat. De neerslag was afkomstig van metingen van het neerslagstation Twenthe. Bij het gebruik van gemeten neerslagdata afkomstig van de neerslagstations Hupsel en Heino is er sprake van minder overschatting van de afvoer. Uit vergelijking van de neerslagdata blijkt dat het neerslagstation Twenthe in het jaar 2014 meer neerslag heeft gemeten dan de neerslagstations Hupsel en Heino. Uit deze analyse blijkt dat er in het modelgebied een geografische spreiding is in de hoeveelheid aan neerslag. Om het model nauwkeuriger te maken is het modelgebied in 11 deelgebieden onderverdeeld. Met behulp van de neerslagradar Lizard is voor elk deelgebied nauwkeurig bepaald hoeveel neerslag daadwerkelijk is gevallen.

In de kalibratie/validatie zijn er een aantal berekeningen uitgevoerd met verschillende inputgegevens. De berekende afvoer in de berekening B1 is berekend met de neerslag van het neerslagstation Twenthe. De berekende afvoer in berekening B5 is berekend met de neerslag die in de 11 deelgebieden is bepaald met behulp van Lizard.

Uit *Figuur* blijkt dat na aanpassing van de spreiding van de neerslag de gemeten en berekende afvoer goed overeenkomen. Het blijft na aanpassing van de neerslag voorkomen dat enkele berekende piekafvoeren overschat worden ten opzichte van de gemeten piekafvoeren, maar de basis afvoer komt goed overeen. Naar aanleiding van dit resultaat kan worden aangenomen dat het model voldoende nauwkeurig functioneert om input te genereren voor het grondwatermodel.



Figuur 10 Gemeten en berekende afvoer over stuw Notter

Verdere kalibratie en validatie zal niet per definitie leiden tot een verbetering van het model. Voor de kalibratie is de nauwkeurigheid van de gemeten afvoer limiterend. De gemeten afvoer is voor verdere kalibratie te gevoelig voor aanpassing in de parameters van de in het bovenstaande tekstvak genoemde afvoerformule. Deze afvoerformule heeft een bepaalde foutmarge, oftewel kleine aanpassingen in de parameters van die formule zorgen ervoor dat de gemeten afvoer minder of meer is dan de gemodelleerde afvoer. De huidige gemodelleerde afvoer valt binnen deze foutmarge. Dit wijst erop dat verdere kalibratie van het model niet zal leiden tot een verbetering van de nauwkeurigheid.

Voor verdere validatie zijn er meetgegevens uit een ander jaar nodig om het model nauwkeurig te laten rekenen. Onder andere de afvoeren van de RWZI's zijn voor andere jaren niet beschikbaar, terwijl deze bij lage afvoer situaties een groot aandeel uitmaken van de debieten. Zonder deze aanvullende gegevens kan een andere periode niet zo nauwkeurig als het jaar 2014 worden doorgerekend waardoor er onterecht aangetoond kan worden dat het model in die periode minder nauwkeurig is.

3.6 Referentiesituatie oppervlaktewater

Het referentiemodel is het model ten opzichte waarvan de effecten van de herinrichting worden berekend. In het referentiemodel zijn twee autonome ontwikkelingen opgenomen die niet in het model met de huidige zitten. Het betreft ontwikkelingen waarvan de besluitvorming al heeft plaatsgevonden en waarvan de uitvoering op relatief korte termijn verwacht kan worden. De volgende autonome ontwikkelingen zijn opgenomen in het referentiemodel:

1. De aansluiting van de volledige afvoer van de Doorbraak op de Exosche Aa en Midden Regge. Naar verwachting is de aanleg van de Doorbraak eind 2016 afgerond. De afvoer zal stapsgewijs worden opgeschroefd naar de berekende afvoerhoeveelheid. In het referentiemodel is gerekend met de volledige afvoer van de Doorbraak, welke benedenstrooms het Doorbraak project (waar de Doorbraak in de Exosche Aa uitkomt). Deze afvoerhoeveelheden zijn afkomstig uit de definitieve hydraulische rapportage van de Doorbraak (Waterschap Regge en Dinkel, 2007).

Tabel 10 afvoer Doorbraak referentiesituatie

	1/100Q	¼ Q	T=1	T=10	T=100
Afvoer Doorbraak referentie situatie	0,2 [m³/s]	4,0 [m³/s]	14 [m³/s]	19 [m³/s]	24 [m³/s]

2. Voor de afvoer door de Twickelervaart wordt uitgegaan van de toekomstige waterverdeling ter hoogte van de Noordmolen, conform variant 2 uit het bestuursbesluit van mei 2011¹. Voor de Twickelervaart bij de Noordmolen geldt derhalve:

De Twickelervaart (ter plaatse van de Noordmolen) houdt zoveel mogelijk de huidige afvoer. Alleen 1/4Q wordt dus in 'de toekomst' significant anders.

Tabel 11 afvoer Twickelervaart huidige - en referentiesituatie

	1/100Q	¼ Q	T=1	T=10	T=100
Afvoer Twickelervaart huidige situatie	0,12 [m³/s]	0,21 [m³/s]	0,69 [m³/s]	1 [m³/s]	1,29 [m³/s]
Afvoer Twickelervaart referentie situatie	0,12 [m³/s]	0,13 [m³/s]	0,63 [m³/s]	0,95 [m³/s]	1,26 [m³/s]

De herinrichting van de Oude Hagmolenbeek in het Deldenerbroek is niet opgenomen in het referentiemodel. Voor de Oude Hagmolenbeek is in het referentiemodel gerekend met de afmetingen zoals opgenomen in de legger anno 2015.

De aflat van de Wendel (klepstuw naar de Exosche Aa) is in 2012 aangepast; alleen bij extreme afvoeren stroomt er water over de klep naar de Exosche Aa. Deze afvoer over de klepstuw vormt in het oppervlaktewatermodel een bovenstroomse randvoorwaarde. In de kalibratie van het oppervlaktewatermodel (model huidige situatie) is de gemeten afvoer over de klepstuw ingevoerd. Voor de referentiesituatie en de bestuursvariant is het uitgangspunt dat er geen water vanuit de Wendel naar de Exosche Aa stroomt (in lijn met het bestuursbesluit rondom de scheiding van landelijk en stedelijk water). In de praktijk is het echter wel mogelijk dat er water over deze stuw heen gaat, maar dat zal enkel zijn in extreme situaties, wanneer het peil bovenstrooms de aflat van de Wendel boven de 8,3 + m NAP komt. Momenteel loopt de waterstand in de Wendel en Wierdense Aa te snel op als gevolg van een hydraulisch knelpunt in de Veeneleiding, waardoor de aflat van de Wendel te vaak wordt ingezet. Momenteel wordt er gezocht naar een oplossing voor dit hydraulische knelpunt, zodat de noodafloat ook conform het bestuursbesluit gaat functioneren.

Het bovenliggende gebied van deze aflat bestaat voornamelijk uit stedelijk gebied, waardoor de maatgevende buien, welke verantwoordelijk zijn voor de hoogste peilen, kortdurende heftige buien zijn. De maatgevende buien in het Reggedal zijn langdurig en vallen daarmee niet samen met de kortdurende stedelijke buien welke deels over de aflat komen. Daarmee heeft de stedelijke afvoerpiek die over de aflat van de Wendel komt geen invloed op de maatgevende situatie in het Reggedal.

¹ Optimalisatie waterverdeling waterlichamen Azelerbeek, Hagmolenbeek en Twickelervaart, W. Wassink, 7 juni 2011.

4. Grondwatermodel

4.1 Model huidige situatie

Er is gewerkt met het grondwatermodel Twente, een gedetailleerd grondwatermodel dat is ontwikkeld door Deltares (voorheen o.a. TNO-NITG) en recentelijk verbeterd door adviesbureau TAUW. Dit in het kader van de planm.e.r. 'Zoektocht Twente' (Aanpassing instationair WRD2012-grondwatermodel, TAUW, 2014). Daarmee is het omgedoopt tot het WRD2013-model. TAUW heeft een vlakdekkende regionale kalibratie van dit model uitgevoerd. De kalibratieperiode van het grondwatermodel is de periode 1989-2001. Deze periode bevat meerdere natte en droge jaren. Het uitgangspunt voor deze berekening van de huidige situatie is de hydrologische database die door TAUW is opgeleverd.

Het grondwatermodel rekent met een gridgrootte van 25 m, waardoor vrijwel alle waterlopen afzonderlijk in het model zijn opgenomen. Doordat vrijwel alle waterlopen afzonderlijk zijn meegenomen is er tussen de waterlopen een opbolling van de grondwaterstand zichtbaar.

4.2 Toetsing grondwatermodel huidige situatie

Om het functioneren van het grondwatermodel in het modelgebied te toetsen zijn de gemodelleerde grondwaterstanden vergeleken met gemeten grondwaterstanden in peilbuizen. Aanvullend is er gekeken naar de hoeveelheid afvoer die het grondwatermodel heeft berekend in het jaar 2014 in vergelijking tot de afvoer die in 2014 is gemeten bij stuw Notter.

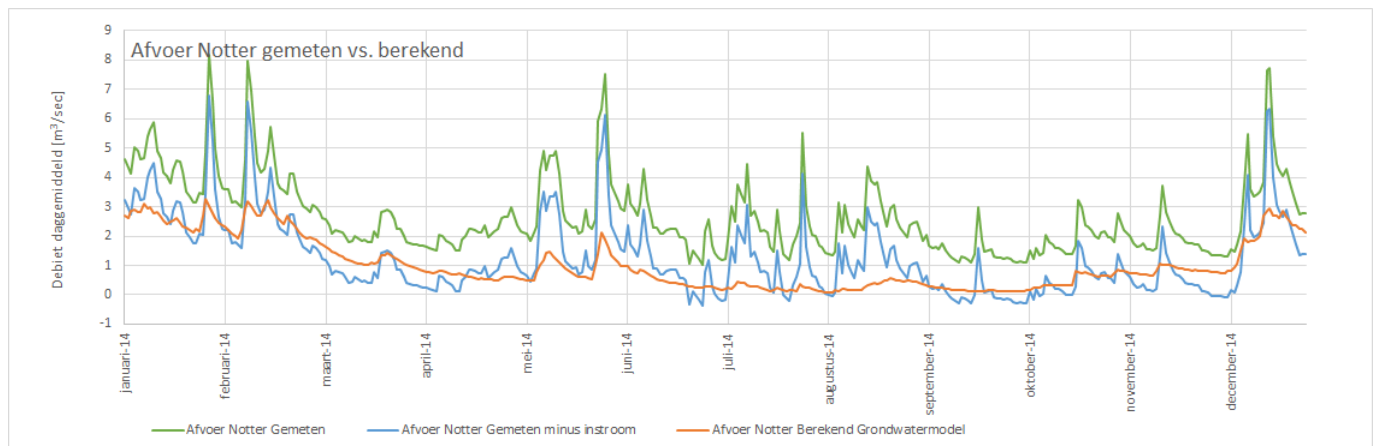
Voor de vergelijking van de grondwaterstanden zijn de peilbuizen van het waterschap gebruikt uit het monitoringsmeetnet van de Regge en Deldenerbroek. De peilbuizen uit dit meetnet zijn geplaatst in 2010. In Bijlage 1: Vergelijking grondwaterstanden gemeten vs. Berekend is een kaartje opgenomen met de locaties van de desbetreffende grondwatermeetpunten.

De periode waarover is gemeten komt niet overeen met de gemodelleerde periode van het grondwatermodel (van 1989 tot 2001), waardoor een directe vergelijking niet mogelijk is. Om toch een vergelijking mogelijk te maken is de periode die het grondwatermodel berekent verlengd tot 2015. In het grondwatermodel zitten een aantal tijdsafhankelijk onderdelen die moeten worden verlengd om een juiste grondwaterstand te berekenen in de periode na 2001. Deze tijdsafhankelijke onderdelen zijn neerslag, verdamping, het oppervlaktewatersysteem en de onttrekkingen. De neerslag en verdampinggegevens zijn overgenomen uit MIPWA. Voor het oppervlaktewatersysteem is van 1989 tot 2001 gebruikt gemaakt van de zomer- en winterpeilen uit de huidige hydrologische database. Voor de periode van 2002 tot 2015 is gebruik gemaakt van de resultaten uit het oppervlaktewatermodel. Wat betreft de onttrekkingen is er in het grondwatermodel een onderscheid gemaakt in kleine onttrekkingen, industriële onttrekkingen en onttrekkingsputten van Vitens voor de drinkwaterwinning. Van de kleine en industriële onttrekkingen is de aanname gedaan dat deze onttrekkingshoeveelheden gelijk zijn gebleven in de tijd. Wat betreft de onttrekkingshoeveelheden van de drinkwaterwinning van Vitens was de reeks met de onttrekkingsdebieten compleet tot 2011. Voor de periode 2010-2015 is wederom de aanname gedaan dat het onttrokken debiet constant is gebleven, met als uitzondering de drinkwaterwinning Wierden waarvan bekend is dat er na 2010 de nodige wijzigingen zijn doorgevoerd. Voor de drinkwaterwinning Wierden zijn de gegevens van het nieuwe winveld Rectum-Ypelo opgevraagd en als zodanig in het grondwatermodel ingevoerd.

De tijdstijghoogtelijnen van de gemeten en berekende grondwaterstanden zijn in Bijlage 2: Vergelijking grondwaterstanden gemeten vs. Berekend tijdstijghoogtelijnen opgenomen. Uit de tijdstijghoogtelijnen is te

concluderen dat de systeemdynamiek goed wordt berekend. De wintergrondwaterstand wordt uitzonderlijk goed benaderd. De zomergrondwaterstand lijkt iets (circa 20 cm) te worden onderschat.

In de onderstaande grafiek (*Figuur*) is de gemeten en berekende afvoer bij stuw Notter gegeven. Het lijkt er op dat de afvoermeting van Notter wordt onderschat. Om een vergelijking te maken met de berekende afvoer is het water dat bovenstrooms via o.a. de Doorbraak en Twickelervaart het gebied binnen stroomt van de gemeten afvoer van Notter afgetrokken. Echter in de zomersituatie ontstaat er dan een negatief debiet, wat suggereert dat er meer water infiltreert dan draineert in de zomer. Het lijkt er dan ook op dat de gemeten afvoer bij Notter wordt onderschat. Deze conclusie komt overeen met eerdere onderzoek dat is uitgevoerd naar de afvoeren op de Boven en Midden Regge (Van der Scheer, 2004). Uit de onderstaande grafiek lijkt dat de berekende afvoer redelijk goed overeenkomt met de gemeten afvoer. De afvoerpieken die zijn gemeten komen in een grondwatermodel minder goed tot uitdrukking, maar de algemene tendens komt goed naar voren.



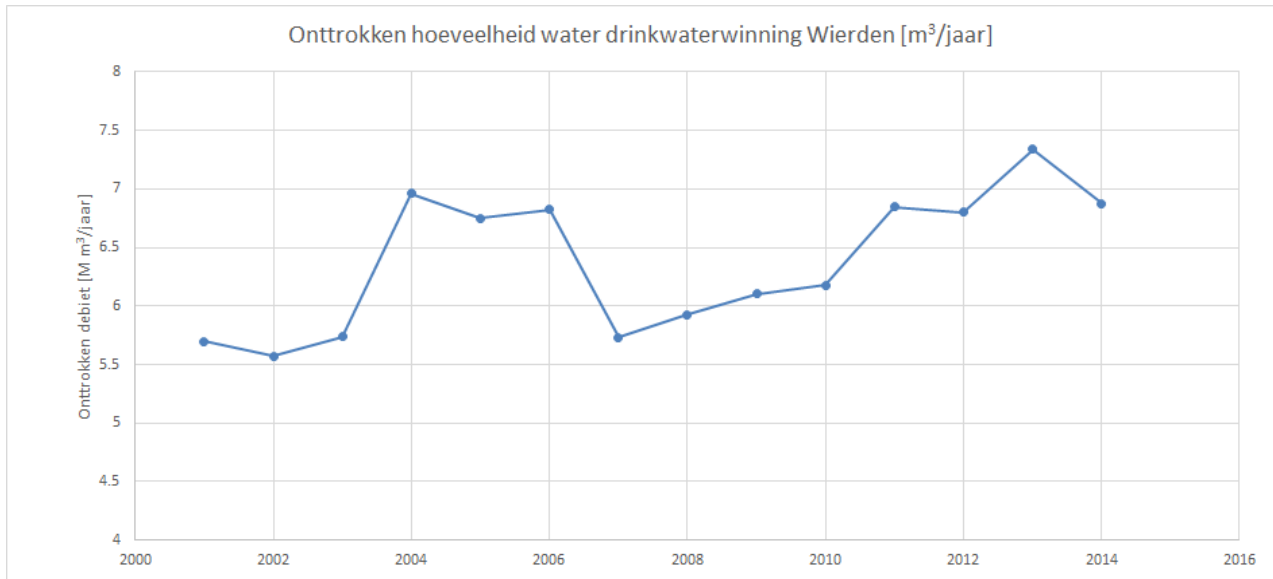
Figuur 4 Gemeten en berekende afvoer met het grondwatermodel stuw Notter

Op basis van de vergelijking tussen de gemeten en berekende grondwaterstanden en afvoeren kan worden geconcludeerd dat het grondwatermodel de huidige situatie voldoende goed simuleert. De systeemdynamiek wordt voldoende goed benaderd, waardoor het grondwatermodel bruikbaar wordt geacht om effectberekeningen mee uit te voeren.

4.3 Referentiesituatie grondwater

Het model van de huidige situatie is representatief voor de periode van 1989-2001. Het uitgangspunt voor deze berekening is de hydrologische database die door TAUW is opgeleverd. Echter zijn er na 2001 een aantal wezenlijke veranderingen in het hydrologische systeem doorgevoerd. Deze wijzigingen zijn dan ook in het model opgenomen om een juiste referentiesituatie te kunnen berekenen. De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd:

- Oppervlaktewatersysteem uit het oppervlaktewatermodel welke is berekend voor de referentiesituatie zoals is beschreven in §3.6;
- Waterbuffer Dakhorst;
- Puttenverplaatsing drinkwaterwinning Wierden met de vergunde onttrekkingshoeveelheid van 8 miljoen m³/jaar. Het daadwerkelijk onttrokken debiet ligt nog onder de vergunde hoeveelheid. De daadwerkelijk onttrokken hoeveelheid is in de onderstaande grafiek (*Figuur*) weergegeven.



Figuur 12 Daadwerkelijk onttrokken debiet drinkwaterwinning Wierden

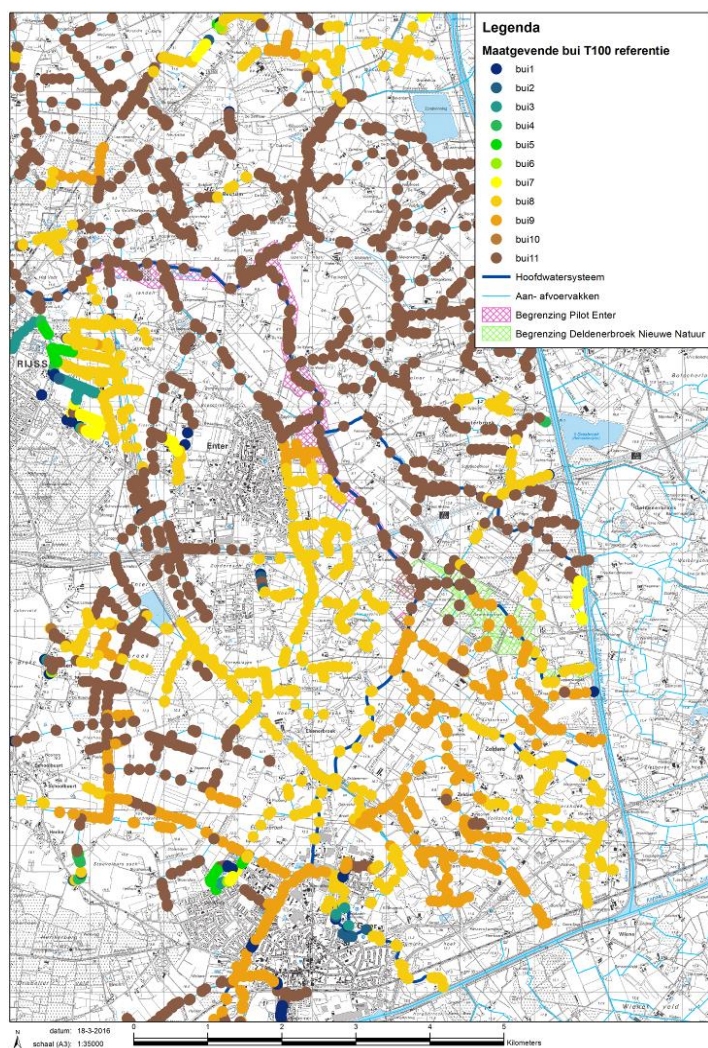
5. Referentiesituatie

5.1 Oppervlaktewater

Op de rekenpunten van het oppervlaktewatermodel in SOBEK zijn voor de 1/100Q, 1/4Q, T=1, T=10 en T=100 de waterstanden berekend. Zoals in §3.3 staat beschreven is er voor de dynamische situaties een reeks buien doorgerekend. Afhankelijk van de locatie in het watersysteem is een korte dan wel een lange bui maatgevend als het gaat om het hoogst berekende peil. In *Figuur* is per rekenpunt van het model de maatgevende buisituatie gegeven. Hieruit blijkt dat de buien die één dag of langer duren resulteren in de hoogste peilen. Echter rondom

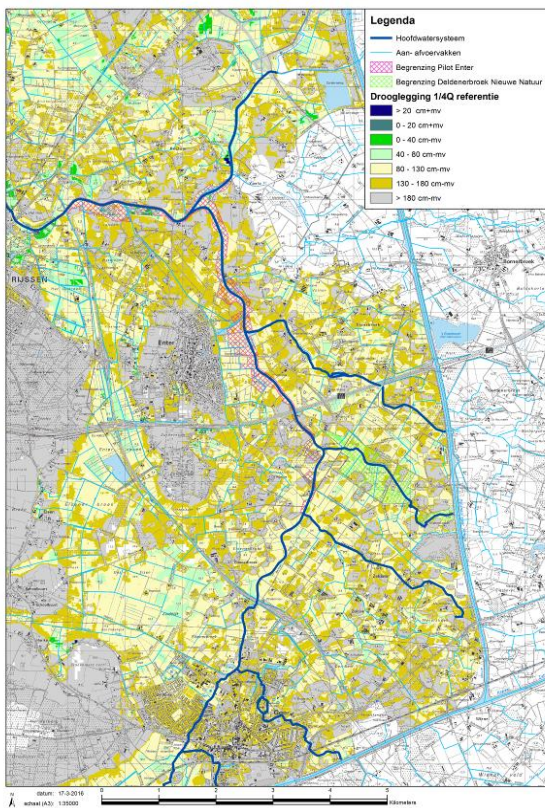
gebieden met veel verhard oppervlak zijn het de korte intensieve buien die verantwoordelijk zijn voor de hoogste peilen.

De berekende waterstanden zijn vlakdekkend gemaakt door deze lineair te interpoleren tussen de rekenpunten. Hierbij is rekening gehouden met de begrenzing van de afwaterende eenheden. Vervolgens is het vlakdekkende peil afgetrokken van het AHN2 5m-grid, waardoor de drooglegging in beeld is gebracht. Deze droogleggingskaarten geven aan wat het verschil is tussen de berekende waterstand en het maaiveld en zijn voor de 1/4Q, T=1, T=10 en T=100-situatie gemaakt. Op de volgende pagina is in *Figuur* tot en met *Figuur* de berekende drooglegging gepresenteerd. Vanzelfsprekend komt in de 1/4Q-situatie de grootste drooglegging voor in het gebied. Het grootste deel van het gebied heeft een drooglegging van meer dan 80 centimeter. In de T=1 situatie zijn er een aantal gronden in het beekdal van de Midden Regge en Exosche Aa die inunderen. Bij de T=10 en T=100 nemen de inundaties verder toe. Het afwaterende gebied van de Doorbraak is in de (effect)kaartbeelden niet opgenomen in deze rapportage. De effecten van de Doorbraak zijn al gepresenteerd in het rapport 'De Doorbraak, hydraulisch ontwerp' (Van der Scheer, WRD, 2007). De herinrichting

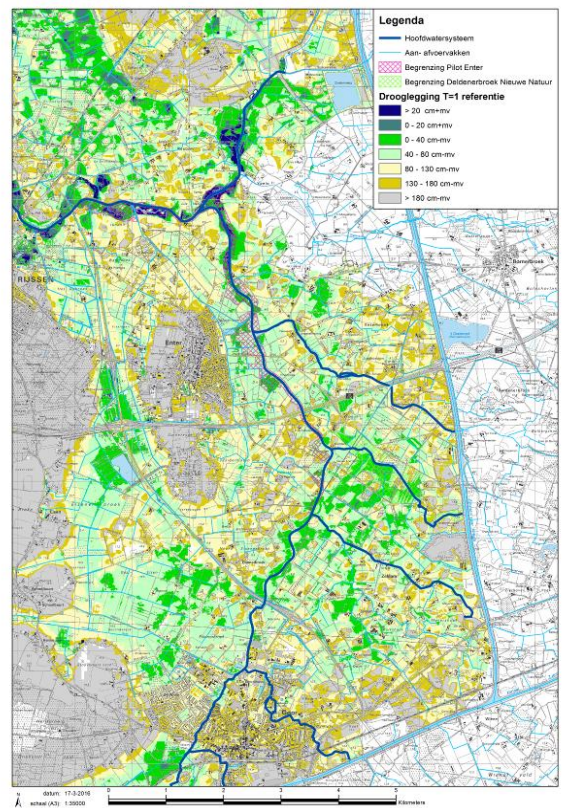


Figuur 13 maatgevende buisituatie T=100 referentie

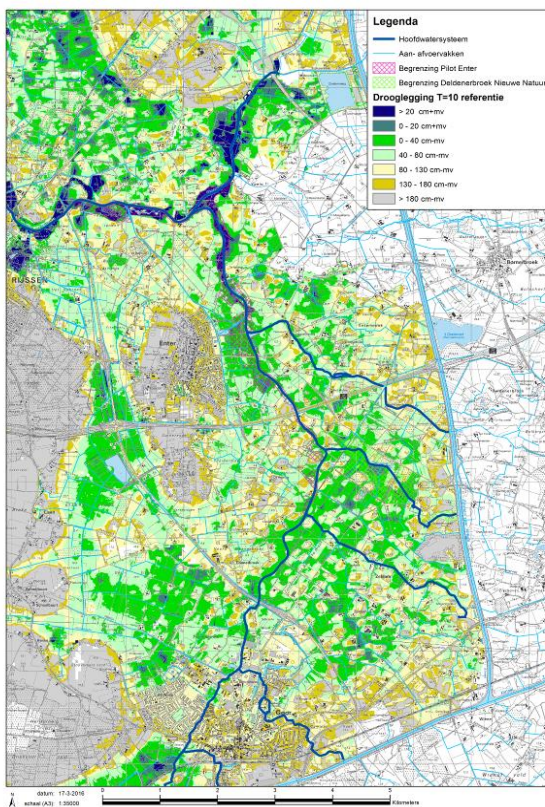
van de Regge in het Reggedal Enter heeft geen effect op het afwaterende gebied van de Doorbraak.



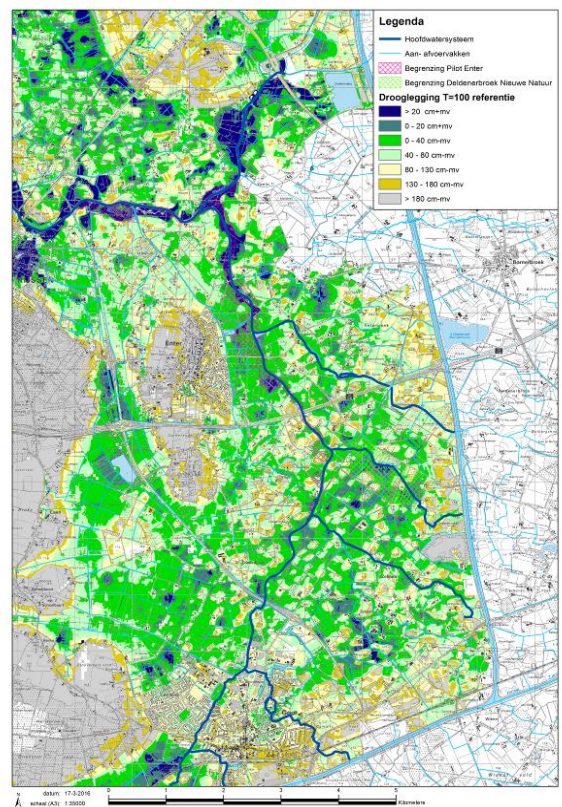
Figuur 14 Drooglegging 1/4Q referentiesituatie



Figuur 15 Drooglegging T=1 referentiesituatie



Figuur 16 Drooglegging T=10 referentiesituatie

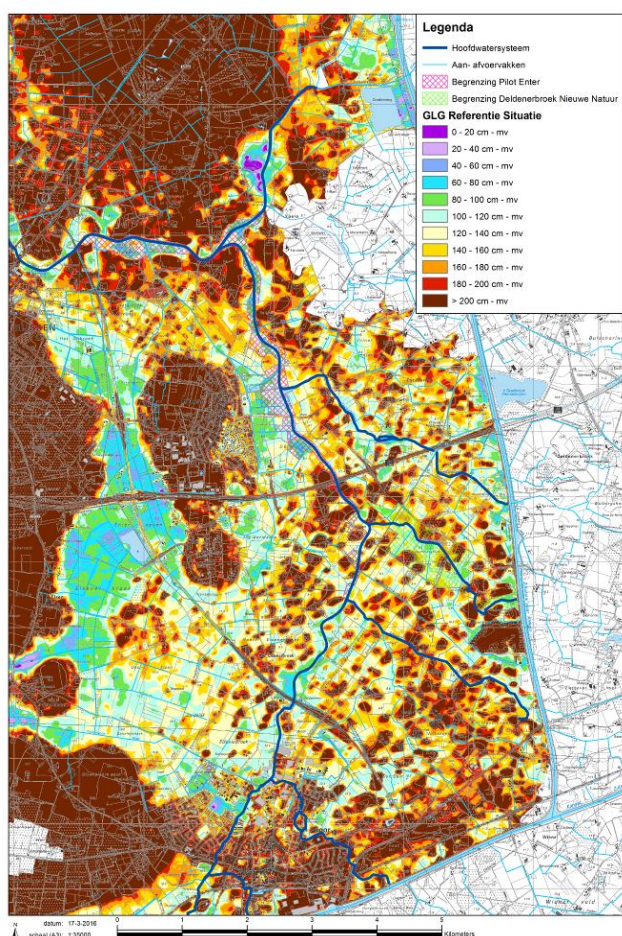


Figuur 17 Drooglegging T=100 referentiesituatie

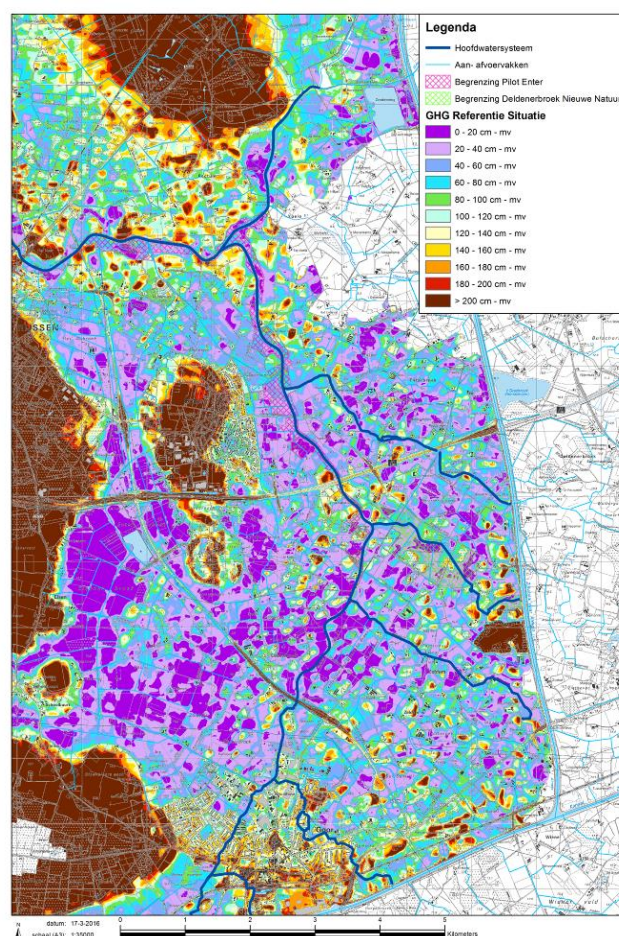
5.2 Grondwater

De resultaten van het oppervlaktewatermodel zijn overgenomen in het grondwatermodel. De bodemhoogtes en breedtes en waterpeilen van het oppervlaktewatersysteem vormen een belangrijke randvoorwaarde voor het grondwatermodel. Hiervoor zijn de zomer en winterwaterstand van het oppervlaktewatersysteem van belang. In het grondwatermodel gaat de zomersituatie in op 1 mei en is het resultaat van de 1/100Q-situatie. Voor de wintersituatie is de 1/4Q-situatie als randvoorwaarde opgenomen, welke in oktober ingaat.

In *Figuur 18* en *Figuur 19* zijn de resultaten van het grondwatermodel gegeven voor de zomer- en wintersituatie. Op basis van het neerslagtekort in de zomer zakken de grondwaterstanden dieper weg. En als gevolg van het neerslagoverschot zijn de grondwaterstanden in de winter vanzelfsprekend hoger. De verschillende stuwwallen zijn kenmerkend door de diepe grondwaterstanden en de natte kwelzone aan de voet van de stuwwal. De dekzandkopjes ten zuid-oosten van Enter zijn ook duidelijk terug te zien in de berekende grondwaterstanden. In het beekdal van de Regge ligt de grondwaterstand dicht aan maaiveld.



Figuur 18 zomergrondwaterstand referentiesituatie



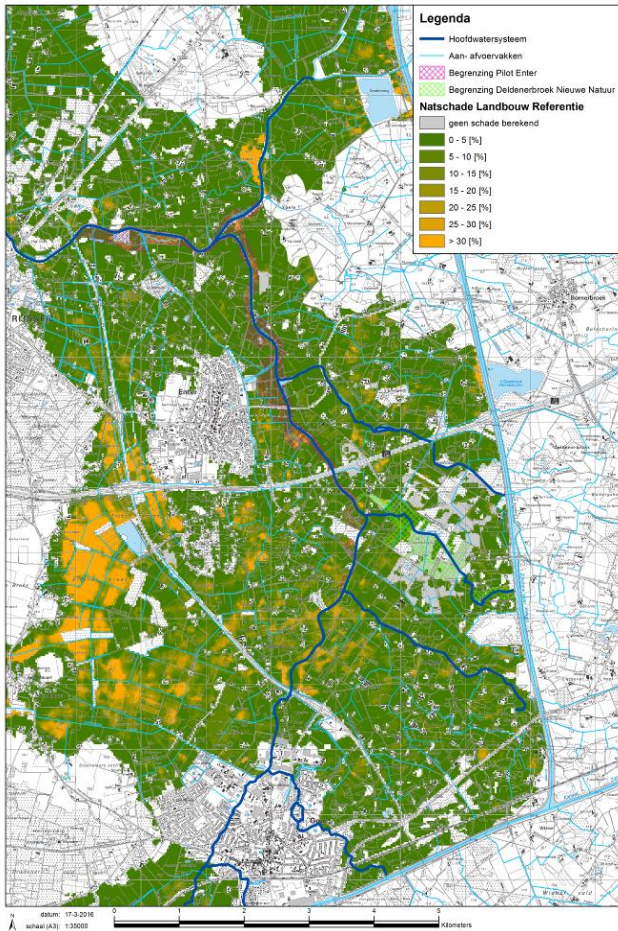
Figuur 19 wintergrondwaterstand referentiesituatie

5.3 Nat en droogteschade landbouw

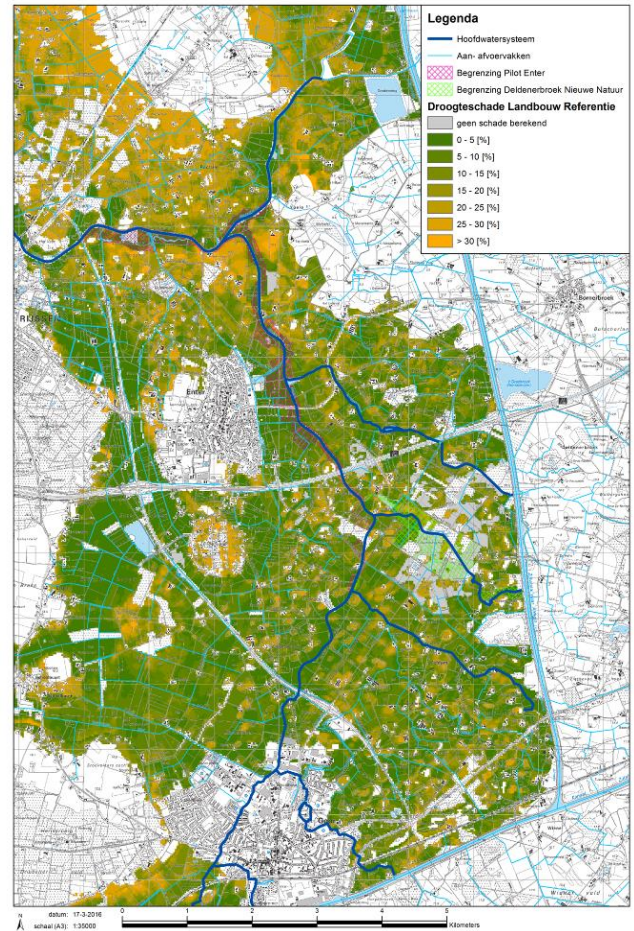
De landbouwopbrengsten zijn sterk afhankelijk van het watersysteem. Met name in het groeiseizoen is voldoende water van belang en in het vroege voorjaar willen agrariërs voldoende draagkracht om, met zware machines, het land te bewerken. Tevens zijn de gewassen afhankelijk van nat- en droogteschade als gevolg van hoge- danwel lage grondwaterstanden. Op basis van de berekende GLG en GHG, het landgebruik en de bodemkaart is het

mogelijk om met behulp van de HELP-tabellen en de WATERNOOD-systematiek de nat- en droogteschade te berekenen. In *Figuur* is de natschade voor de landbouw gepresenteerd. Hieruit blijkt dat de natschade in het gebied gering is. Echter aan de voet van de stuwwal, ten zuidwesten van Enter komt er wel natschade voor. Deze zone ligt echter op grote afstand van het begrensde Reggedal.

In *Figuur* is de droogteschade voor de landbouw gegeven. Hieruit blijkt dat droogteschade voorkomt met name in de hogere delen van het gebied. Vergeleken met de natschade, is de berekende droogteschade in het modelgebied duidelijk groter. Dit geldt met name voor het gebied langs de Midden Regge.



Figuur 20 natschade landbouw referentiesituatie



Figuur 21 droogteschade landbouw referentiesituatie

6. Ontwerpsituatie(s)

6.1 Uitgangspunten 3 varianten

Er zijn drie varianten doorgerekend. Variant 1 was de eerste basisvariant; de uitgangspunten zijn hieronder beschreven. De randvoorwaarden ten aanzien van de effecten op de omgeving (droogteschade & natschade en de bevaarbaarheid van de zomp) werden echter niet gehaald bij deze variant. Variant 2 was een verdere optimalisatie van variant 1, maar ook hier werden de randvoorwaarden niet voldoende gehaald. In variant 3 was dat wél het geval.

Het rapport 'Van Binnengait tot Zuna' (Arcadis, 2010) is het vertrekpunt geweest voor deze varianten. In dit rapport is de inrichting van de Regge tussen Goor en Nijverdal beschreven. Verder zijn de volgende drie grote 'beslismomenten' bepalend geweest:

- I. Het bestuursbesluit in juni 2010 om de stuwen in de Boven Regge te verwijderen
- II. Het bestuursbesluit - na mediation – op 10 mei 2011 om 1 stuw te handhaven bij Entermors
- III. De overeenkomst d.d. 26 september 2012 met de Stichting Enterse zomp over de bevaarbaarheid van de Regge

Bij elkaar gevoegd levert dit de volgende uitgangspunten op:

1. De huidige Boven Regge-stuwen Potlee, Binnengait, Entermors en Exoo worden verwijderd.
2. Direct benedenstrooms de instroom van de Twickelervaart komt een nieuwe stuw (met vispassage) te liggen. De stuw krijgt een vast peil van 7,8 m NAP.
3. Voor de Boven Regge tussen Elsenerbroek en Exoo wordt uitgegaan van een af te graven 'stroomdal' (overstromingsstrook) met een breedte van (maximaal) 50 m met hierin de Regge. Het stroomdal stroomt mee vanaf $\frac{1}{2}$ Q.
4. Het traject tussen het uitgevoerde project Elsenerbroek en de instroom van de Potlee wordt (vooralsnog) niet heringericht; hier zijn geen gronden beschikbaar voor herinrichting.
5. Ter hoogte van de Midden Regge vormt de huidige Regge de hoogwatergeul welke meestroomt vanaf $\frac{1}{2}$ Q. De 'nieuwe' Regge wordt hier (nieuw) meanderend gegraven. De nieuwe Regge en de hoogwatergeul zijn elke meandergolfenlengte (400-500 m) verbonden. Zowel boven- als benedenstrooms van de aansluitingen liggen drempels in de hoogwatergeul om te voorkomen dat de hoogwatergeul bij lage afvoeren meestroomt en teveel draineert.
6. In de Exosche Aa wordt geen nevengeul aangelegd. Het profiel wordt hier – van de instroom van de Doorbraak tot aan Exoo - een verlengde (kopie) van de Doorbraak.
7. Voor de Oude Hagmolenbeek in het Deldenerbroek wordt uitgegaan van het ontwerp conform de verleende watervergunning voor het project Deldenerbroek De Oude Hagmolenbeek wordt gevoed met water uit het Twentekanaal.
8. Naast het nieuwe inlaatpunt op de Oude Hagmolenbeek, worden nieuwe inlaatpunten uit het Twentekanaal gecreëerd op de Oude Poelsbeek (50 l/s, jaarrond) en Twickelervaart. De bestaande inlaatpunten blijven gehandhaafd: Oude Bolscherbeek (75 l/s) & inlaat Vitens-Herikervliet (138 l/s)

Ruwheidscoëfficiënt van de waterlopen

Ten aanzien van de te hanteren wandruwheidscoëfficiënten (stromingsweerstand) worden de uitgangspunten overgenomen uit de HKV-modelstudies 'Concrete uitwerking van de Reggevisie' (HKV, januari 2008) en 'Invoegen meanderende Regge in 1D model' (HKV, april 2009). In onderstaande tabel zijn de gehanteerde Bos en Bijkerkwaarden weergegeven.

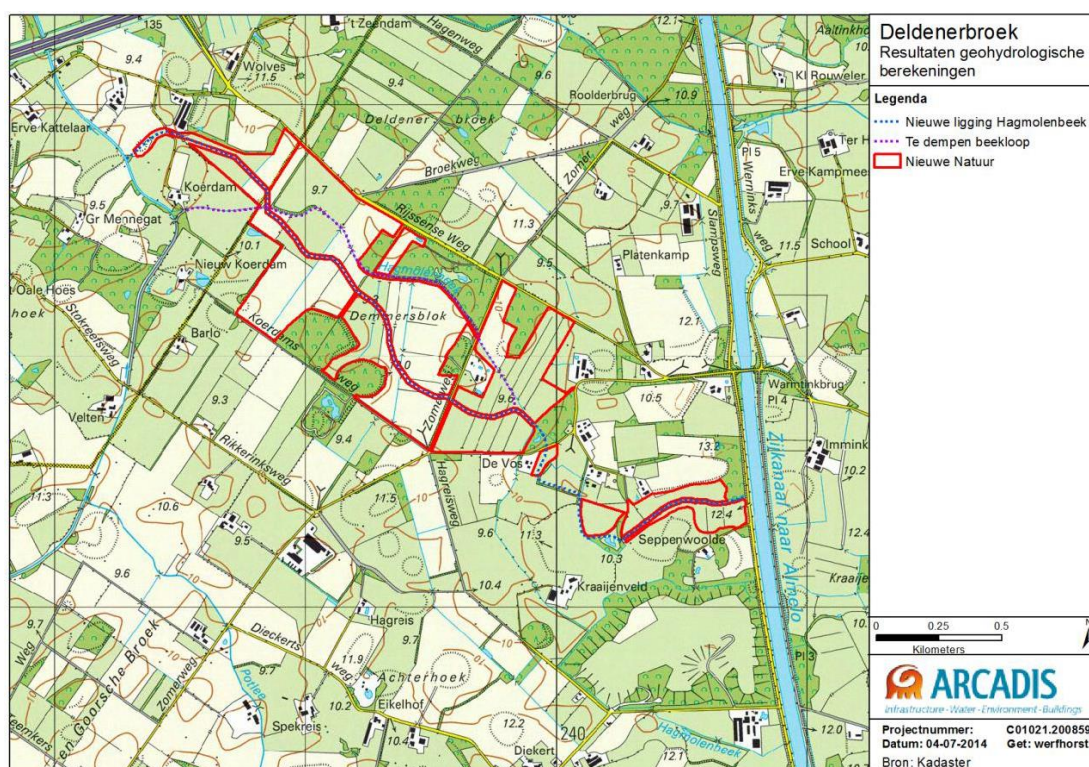
Voor de overstromingsvlakte is HKV uitgegaan van een hydraulische ruwheid die past bij een natuurlijk beheerde begroeiing van 1/3 deel bos/struweel, 1/3 deel onbegraasd verruigd gras en 1/3 deel moeras, wat vergelijkbaar is met de wandruwheidscoëfficiënt Bos en Bijkerk 15.

Tabel 12 gehanteerde wandruwheidscoëfficiënten

Situatie	γ -waarde zomer	γ -waarde winter
Boven Regge	23	34
Stroomdal Boven Regge	15	23
Midden Regge	23	34
Midden Regge hoogwatergeul	15	23
Exosche Aa	23	34

6.2 Natuurontwikkeling Deldenerbroek (Oude Hagmolenbeek)

Het natuurontwikkelingsgebied Deldenerbroek maakt deel uit van de landinrichting Enter. Binnen het Deldenerbroek stroomt de Oude Hagmolenbeek. De Oude Hagmolenbeek wordt verlegd en de dimensies van de Oude Hagmolenbeek worden aangepast zodat wateraanvoer voor de Boven Regge gerealiseerd kan worden. Binnen het Deldenerbroek zijn in het kader van de EHS (Ecologische Hoofd Structuur) gronden verworven. Deze gronden worden als nieuwe natuur ingericht. Er is uiteindelijk gekozen voor een scenario met een zo optimaal mogelijke situatie voor de natuur en een minimalisatie van de nadelige effecten op de omliggende landbouwpercelen (Arcadis & Dienst Landelijk Gebied, 2014). Dit scenario is overgenomen in het ontwerp voor het Reggedal. Het projectgebied is in beeld gebracht in *Figuur* .



Figuur 22 Projectgebied Deldenerbroek (Arcadis & Dienst Landelijk Gebied, 2014)

6.3 Waterinlaat Twentekanaal (Waterakkoord Twenthekanalen)

In het Waterakkoord Twenthekanalen / Overijsselsche Vecht (Rijkswaterstaat, 2012) is vastgelegd dat waterschap Vechtstroom – toen nog waterschap Regge en Dinkel – in de ‘ nabije toekomst’ tot 1,2 m³/s mag inlaten ten

behoefte van een stromende Regge. In de maatgevende situatie lift dit debiet mee met een deel van de wateraanvoerbehoefte van het voormalige waterschap Groot Salland nu Waterschap Drents Overijsselse Delta.

Over de concrete inlaathoeveelheid per inlaatlocatie bestond ten tijde van het opstellen van het waterakkoord (2012) nog geen duidelijkheid. Het akkoord dateert uit september 2012 en is voor een periode van 4 jaren vastgesteld. Op 4 juni 2015 heeft er overleg plaatsgevonden tussen Waterschap Vechtstromen en Rijkswaterstaat met als doel een verdere afstemming van de beoogde waterinlaat. Belangrijke onderwerpen waren:

1. De inlaathoeveelheid per inlaatlocatie
2. De waarborging van de inlaathoeveelheid (garantie tot inlaat, ook bij droogte?)
3. De afstemming met waterschap Groot Salland
4. De wet- en regelgeving omtrent de inlaatconstructies
5. Het inlichten van de coördinatiecommissie waterakkoord Twentekanalen

Ad. 1

Ten aanzien van de waterinlaat is gerekend met de inlaathoeveelheden zoals deze in *Tabel 13* per variant is aangegeven. De ligging van de inlaatpunten Oude Hagmolenbeek en Twickelervaart zijn weergegeven in figuur 3. Hier wordt water ingelaten uit de zijtak van het Twentekanaal. Het inlaatpunt Oude Poelsbeek ligt bovenstrooms Goor, buiten het begrensde Reggedal Enter. Hier wordt water ingelaten uit het Twentekanaal.

Tabel 13 inlaathoeveelheden in m³/s per variant

Inlaatpunt	Variant 1		Variant 2		Variant 3	
	zomer	Winter	zomer	Winter	zomer	Winter
Oude Hagmolenbeek	500	500	500	0	650	0
Twickelervaart	250	0	650	0	500	0
Oude Poelsbeek	50	50	50	50	50	50
Totaal	800	550	1.200	50	1.200	50

Variant 1 was een eerste oefening om te bekijken wat de effecten van de inlaat waren. In variant 2 en 3 is de inlaathoeveelheid verder aangescherpt, waarbij in variant 3 de inlaathoeveelheden op de Oude Hagmolenbeek en de Twickelervaart zijn omgedraaid om de effecten langs de Twickelervaart te minimaliseren. In totaal wordt er in de zomerperiode 1,2 m³/s ingelaten op de Boven Regge. Dit is overeenkomstig de afspraken die zijn gemaakt met Rijkswaterstaat (RWS) ten aanzien van de inlaathoeveelheden in het kader van het Waterakkoord Twentekanalen / Overijsselse Vecht. Gedurende het hydrologische ontwerpproces is hier meerdere keren overleg over gevoerd met RWS en de effecten van de varianten zijn op 18 februari gepresenteerd tijdens het overleg van de Coördinatie Commissie Waterakkoord Twente Kanalen - Overijsselse Vecht.

Ad. 2

In tijden van extreme droogte kan het in theorie zo zijn dat er geen water kan worden ingelaten uit het Twentekanaal. RWS geeft echter aan dat dit sinds de verdringsreeks bestaat (ca. 15 jaar) nog niet is voorgekomen.

Ad. 3 t/m 5

Deze punten worden verder uitgewerkt tijdens het verdere ontwerpproces (zie vervolgstappen, hoofdstuk 7). De Coördinatie Commissie Waterakkoord Twente Kanalen - Overijsselse Vecht is 18 februari 2016 tijdens een overleg te sluis Eefde verder ingelicht over de plannen.

Effect inlaat op waterkwaliteit

In algemene zin is het zo dat door de waterinlaat in combinatie met het verwijderen van stuwen er meer stroming ontstaat bij reguliere afvoersituaties (zie verder ook paragraaf 6.5). In de huidige situatie is er nauwelijks sprake van stroming in de zomer.

Een toename van de stroming is gunstig voor het ecologisch functioneren van het Reggesysteem. Stroming bevordert natuurlijke rivierprocessen als erosie en sedimentatie en stroming is gunstig voor de populatie rheofiele (stromingsminnende) vissoorten. Deze soorten scoren het hoogst op de KRW-maatlat. Daarnaast heeft stromend water doorgaans ook hogere zuurstofgehalten.

In Bijlage 5: Memo Inlaten kanaalwater Reggesysteem en doorvoer naar Drents Overijsselse Delta is de memo “Inlaten kanaalwater Reggesysteem en doorvoer naar Waterschap Drents Overijsselse Delta” opgenomen. Hierin wordt o.a. verder ingegaan op het kwaliteitsaspect. Op basis van een kwalitatieve beoordeling wordt geconcludeerd dat de extra hoeveelheid kanaalwater (extra ten opzichte van de huidige inlaathoeveelheid bij droogtes) geen negatieve effecten heeft op het waterkwaliteitsniveau van de Regge en de Vecht.

6.4 Dimensionering ontwerp

Variant 1 en variant 2 zijn qua dimensionering van de Regge gelijk voor de bodemhoogte en de bodembreedte. Het enige verschil tussen deze twee varianten zijn de waterinlaathoeveelheden.

De bodemhoogtes en bodembreedtes van het ontwerp staan in de onderstaande tabel (*Tabel 14*) gegeven. Deze hoogtes en breedtes zijn conform het inrichtingsplan ‘Van Binnengait tot Zuna’.

Tabel 14 bodembreedtes en bodemhoogtes van variant 1 en 2

	Bodembreedte bovenstrooms (m)	Bodembreedte benedenstrooms (m)	Bodemhoogte bovenstrooms (m NAP)	Bodemhoogte benedenstrooms (m NAP)
Boven Regge ²	5,0	5,0	7,3	6,7
Midden Regge ³	8,0	8,5	6,25	6,05
Exosche Aa ⁴	4,5	4,5	6,7	6,55

In variant 3 zijn de bodemhoogtes en bodembreedtes van de Regge aangepast ten opzichte van variant 1 en 2. De bodemhoogte van de Boven Regge is verlaagd naar nagenoeg hetzelfde niveau als de huidige situatie. Dit is gedaan om de effecten op de wintergrondwaterstanden (GHG) zo beperkt mogelijk te houden. Ook de bodemhoogte van Midden Regge en de Exosche Aa is enigszins verlaagd ten opzichte van variant 1 en 2; eveneens met als doel om de effecten op de op de wintergrondwaterstanden (GHG) zo beperkt mogelijk te houden. De ‘bodemval’ van de Boven Regge naar de Midden Regge ter hoogte van Exoo is vereffend; de bodem heeft hier in variant 3 een vloeiend verloop.

Om de afvoercapaciteit van de Midden Regge iets te vergroten, is daarnaast de bodembreedte hier met 1,5 meter vergroot. Zodoende wordt het opstuwende effect van de Midden Regge in bovenstroomse richting (Exosche Aa) minimaal.

² Boven Regge vanaf stuw Entermors tot aan Exoo

³ Midden Regge van Exoo tot aan einde plangebied

⁴ Exosche Aa vanaf instroom Doorbraak tot aan Exoo

In onderstaande tabel zijn de bodembreedtes en bodemhoogtes van variant 3 weergegeven; tussen haakjes het verschil ten opzichte van variant 1 en 2.

Tabel 15 bodembreedtes en bodemhoogtes van variant 3 en het verschil t.o.v. variant 1 en 2

	Bodembreedte bovenstrooms (m)	Bodembreedte benedenstrooms (m)	Bodemhoogte bovenstrooms (m NAP)	Bodemhoogte benedenstrooms (m NAP)
Boven Regge ²	5,0	5,0	6,9 (-0,4)	6,15 (-0,55)
Midden Regge ³	9,5 (+1,5)	10 (+1,5)	6,15 (-0,1)	5,65 (-0,4)
Exosche Aa ⁴	5,0 (+0,5)	5,0 (+0,5)	6,7	6,15 (-0,4)

6.5 Rekenresultaten variant 3

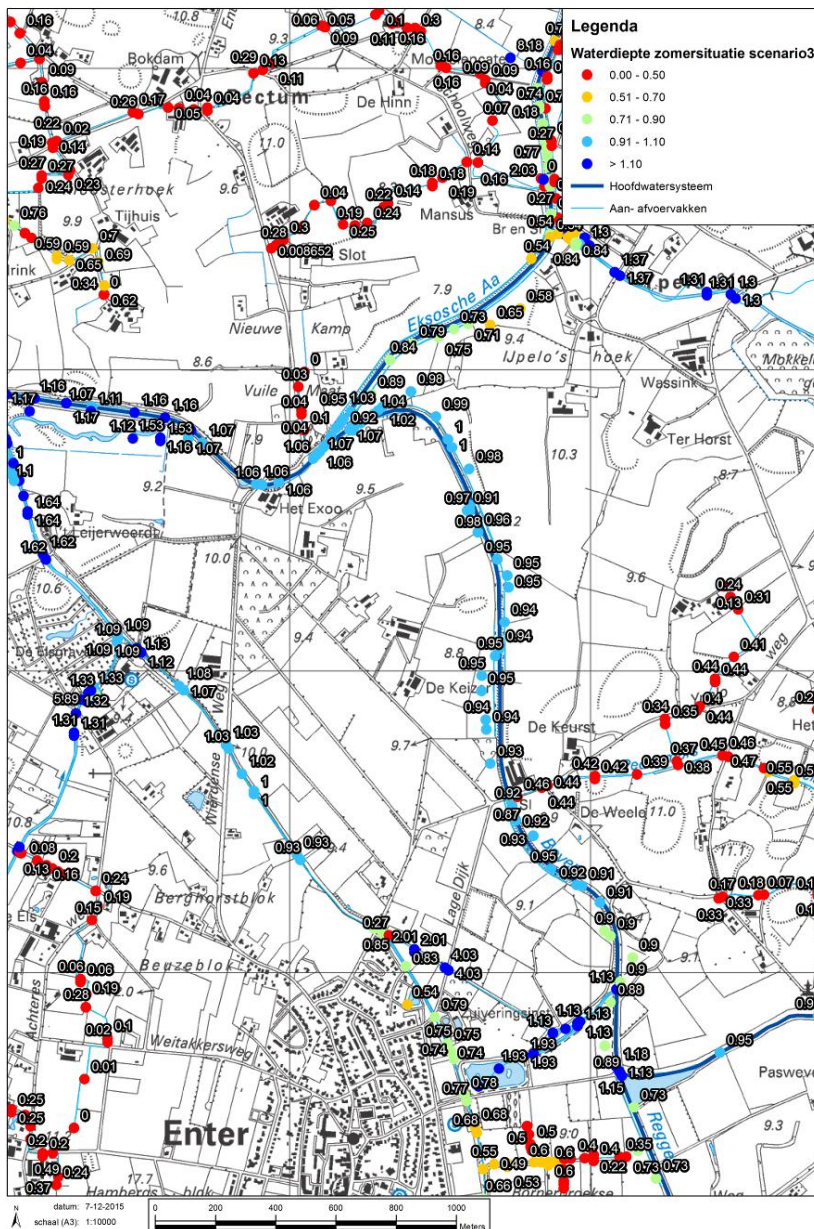
De veranderingen in het watersysteem leiden tot gewijzigde peilen en stroomsnelheden in het oppervlaktewater. De resultaten van het oppervlaktewatermodel zijn, net zoals voor de referentiesituatie is gedaan, overgebracht naar het grondwatermodel. De effecten die zijn berekend geven het verschil weer met de referentiesituatie. Zoals eerder genoemd zijn er drie varianten doorgerekend, waarbij de derde variant qua berekende effecten goed aansluit op de gestelde randvoorwaarden ten aanzien van de droogteschade & natschade en de bevaarbaarheid van de zomp. Om die reden wordt enkel de derde variant in deze rapportage verder toegelicht. In de onderstaande sub -paragrafen worden voor zowel het oppervlaktewatersysteem als het grondwatersysteem de resultaten beschreven.

Oppervlaktewater

Het ontwerp van variant 3 is doorgevoerd in SOBEK en voor de verschillende afvoer- en bui-situaties doorgerekend. De resultaten van het ontwerp zijn op verschillende manieren inzichtelijk gemaakt. Zo zijn er voor de tracés Midden Regge – Exosche Aa en Boven Regge vanaf Exoo tot aan Elsenerbroek lengteprofielen gemaakt waarin de bodemhoogtes met zomer- en winterpeilen van zowel de huidige situatie en het ontwerp zijn opgenomen. Aanvullend zijn de berekende stroomsnelheden in het lengteprofiel inzichtelijk gemaakt. De lengteprofielen zijn in de bijlage opgenomen

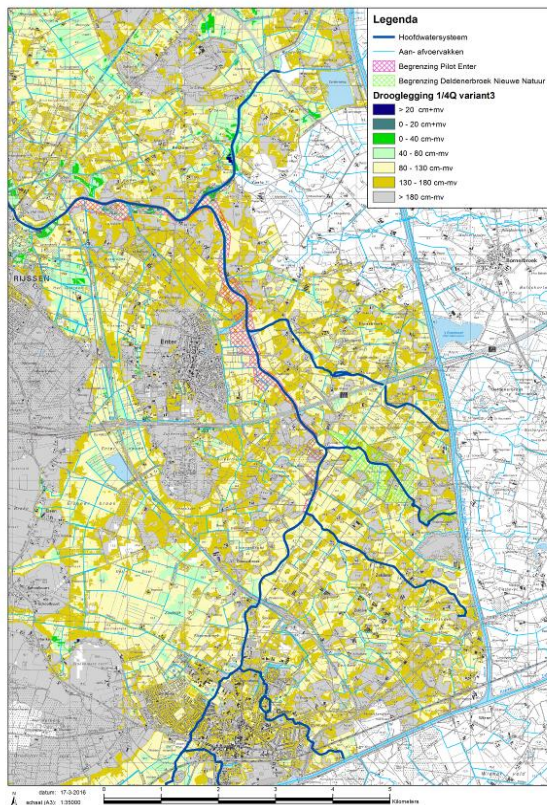
en Bijlage 4: Lengteprofiel Midden Regge Exosche Aa). Zoals uit de lengteprofielen blijkt neemt de stroomsnelheid in de ontwerpsituatie toe als gevolg van de waterinlaat. Vanaf de instroom van de Oude Hagmolenbeek voldoet de stroomsnelheid aan de geldende KRW-norm: streefwaarde Boven Regge 10-50 cm/s en Midden Regge 20-50 cm/s bij 1/100 Q – ¼ Q (zomer-, respectievelijk voorjaarsafvoersituatie). In de huidige gestuwde situatie zonder waterinlaat worden deze streefwaarden niet gehaald (stroomsnelheid in een zomersituatie bijna “nul”). De waterinlaat is de belangrijkste factor voor het verhogen van de stroomsnelheden ten opzichte van de huidige situatie.

Zoals eerder in deze rapportage is genoemd dient er in de Boven Regge voldoende waterdiepte te zijn voor de Enterse zomp. De Enterse Zomp heeft een minimale waterdiepte nodig van 0,8 meter. De Enterse zomp vaart vanaf de Enterse Waarf richting Exoo. In *Figuur* is de waterdiepte in de zomersituatie gegeven voor de ontwerpsituatie. Mede dankzij de waterinlaat voldoet het ontwerp ruim aan de gestelde norm met betrekking tot de waterdiepte.

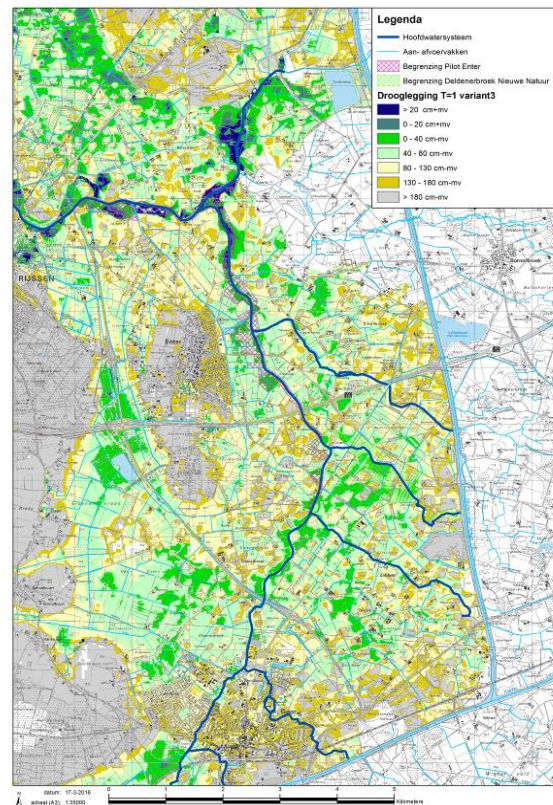


Figuur 23 waterdiepte zomersituatie variant3

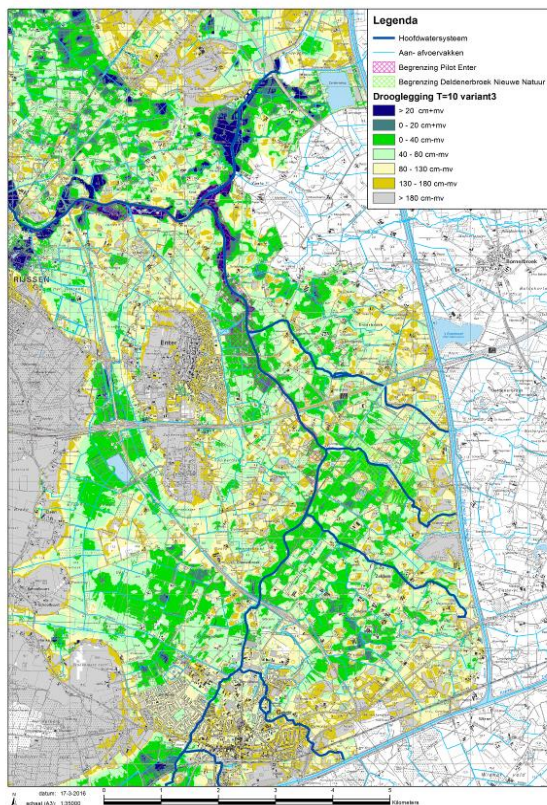
Op basis van de berekende peilen zijn wederom droogleggingskaarten gemaakt en in de onderstaande figuren gepresenteerd (*Figuur* tot en met *Figuur*). Wanneer deze kaarten worden vergeleken met de figuren van de referentiesituatie (*Figuur* tot en met *Figuur*) is te zien dat als gevolg van de aanpassingen in het watersysteem er een geringe afname is van de drooglegging. De verandering is echter niet significant.



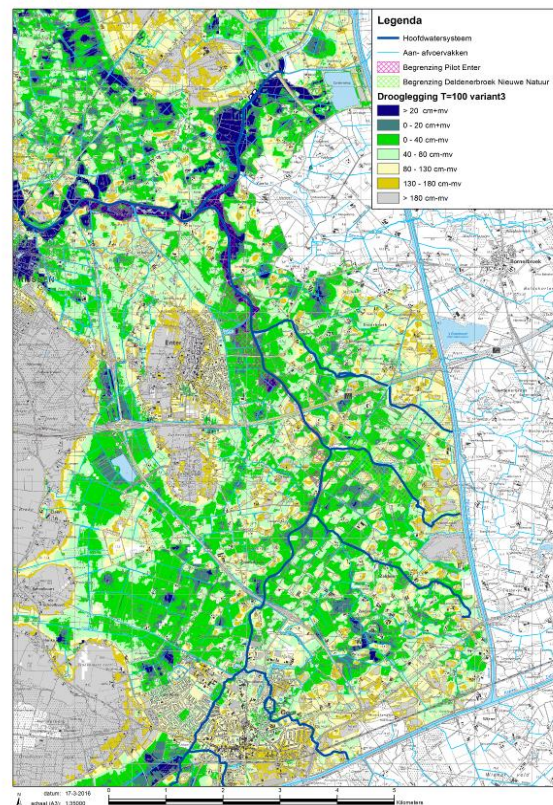
Figuur 24 drooglegging 1/4Q variant3



Figuur 25 drooglegging T=1 variant3



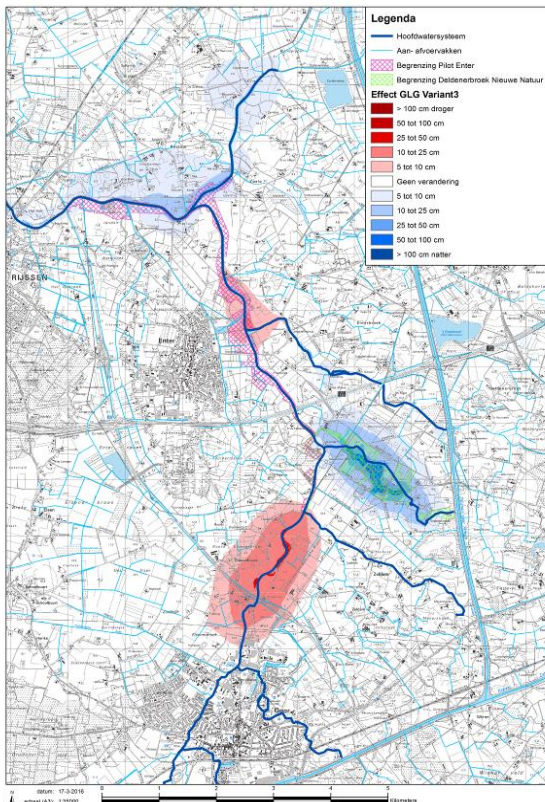
Figuur 26 drooglegging T=10 variant3



Figuur 27 drooglegging T=100 variant3

Grondwater

Met behulp van het grondwatermodel zijn de effecten op de grondwaterstanden berekend. Dit is gedaan door de resultaten uit het SOBEK-model, voor de 1/100Q en 1/4Q-situatie, over te zetten naar het grondwatermodel. Door de berekende zomer- en wintergrondwaterstand van de ontwerpsituatie van de referentiesituatie af te trekken wordt de verandering van de grondwaterstand inzichtelijk. In de onderstaande figuren (*Figuur 27* en *Figuur 28*) is het effect op de zomer- en wintergrondwaterstand gegeven.



Figuur 28 effect zomergrondwaterstand variant3

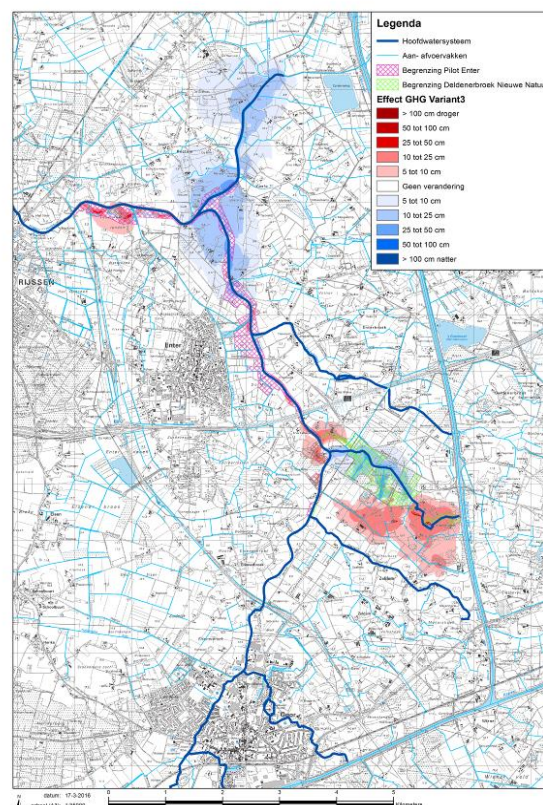
In de zomersituatie is er rondom de Midden Regge en Exosche Aa een geringe stijging van de zomergrondwaterstand te zien, tot iets meer dan 10 centimeter. Ten noorden van de Midden Regge dempt dit effect uit over een lengte van ongeveer 1 kilometer. Ten zuiden van de Midden Regge is het effect minder groot en is het op een afstand van 300 meter vanaf de Midden Regge uitgewerkt. Voor de Boven Regge is een beperkte daling van de zomergrondwaterstand te zien (5-10 cm daling) welke in de richting van de stuw Entermors zijn hoogtepunt bereikt. De oorzaak hiervan is dat stuw Entermors in het ontwerp (variant 3) iets verder bovenstrooms is geplaatst. Wanneer deze stuw in het definitieve ontwerp op de huidige locatie van stuw Entermors blijft staan is de verwachting dat deze beperkte daling van de zomergrondwaterstand nagenoeg zal verdwijnen.

Als gevolg van de waterinlaat is er in de Twickelervaart net benedenstrooms de duiker onder het Twentekanaal en net benedenstrooms de automatische stuw Schuttebelt een zeer geringe stijging van de zomergrondwaterstand te zien in een eveneens zeer klein effectgebied. Rondom het Deldenerbroek is als gevolg van de waterinlaat en maaiveldverlaging een behoorlijke stijging van de zomergrondwaterstand te zien rondom de Oude Hagmolenbeek. De effecten die hier zijn te zien komen

overeen met de verleende watervergunning voor het project Deldenerbroek, gebaseerd op de rapportage 'Geohydrologisch onderzoek Deldenerbroek' Arcadis & Dienst Landelijk Gebied, 2014).

Als gevolg van het verwijderen van de stuw Potlee, gelegen buiten het begrensde Reggedal, is er 10 tot 25 centimeter daling van de zomergrondwaterstand berekend bovenstrooms de huidige stuwlocatie; dit effect dempt over een lengte van 750 meter uit.

In de wintersituatie (*Figuur*) is er ten zuiden van de huidige ligging van de Midden Regge een daling van de grondwaterstand te zien als gevolg van het verleggen van het tracé van de Midden Regge. Rondom de Exosche Aa en het eerste deel van de Boven Regge is er aan weerszijden van de Boven Regge en de Exosche Aa in een strook van ongeveer 500 meter een grondwaterstandstijging te zien welke gemiddeld circa 15 centimeter is. Bovenstrooms stuw Entermors zijn de effecten verwaarloosbaar. Rondom het Deldenerbroek is er in het nieuwe natuurgebied een stijging van de wintergrondwaterstand te zien. In het zuidelijke deel rondom de sloot langs de Rikkeringsweg is juist een daling van de wintergrondwaterstand te zien als gevolg van het optimaliseren van de afwatering voor de landbouw. De effecten in het Deldenerbroek komen overeen met de verleende watervergunning voor het Deldenerbroekproject.



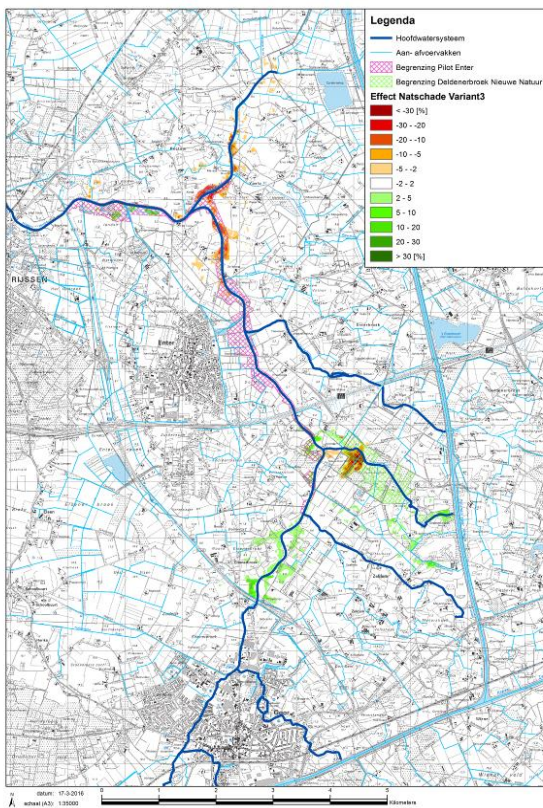
Figuur 29 effect wintergrondwaterstand variant3

Nat- en droogteschade landbouw

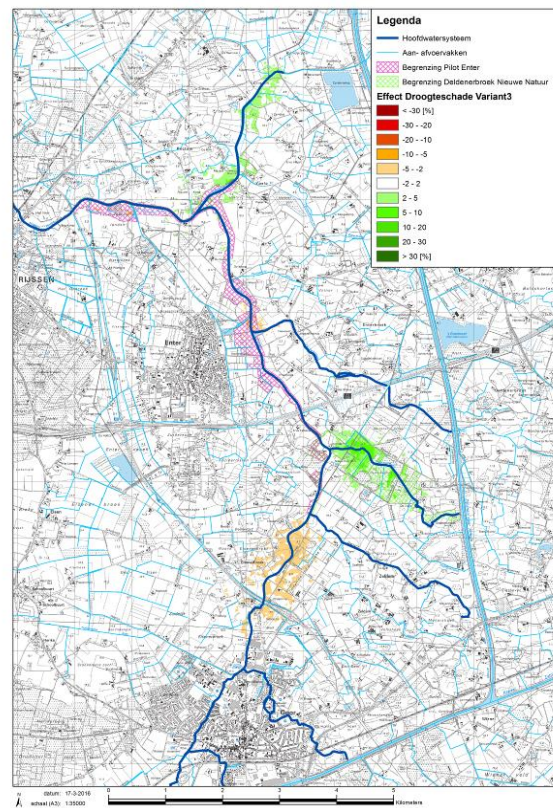
Met behulp van het WATERNOOD-instrument is de nat- en droogteschade voor de landbouw berekend voor variant3. Het effect op de nat- en droogteschade is bepaald door deze af te trekken van de nat- en droogteschade zoals deze voor de referentiesituatie is berekend. Het berekende effect op de natschade blijft grotendeels binnen de begrenzing van het Pilotgebied Enter. Rondom Exoo zijn er een beperkt aantal percelen buiten de begrenzing waar het effect op de natschade groter is dan 5%. Dit zijn laag gelegen percelen; het is bij de begrenzing van het Reggedal destijds namelijk niet gelukt om alle laag gelegen percelen op te nemen binnen de begrenzing. Hierdoor liggen er ook laagtes buiten het begrensde beekdal. Naar verwachting is de toename van de natschade op deze percelen op te lossen met lokaal maatwerk, in overleg met de betreffende grondeigenaren.

De toename van de natschade rond de Oude Hagmolenbeek valt binnen de begrenzing van het nieuwe natuurgebied Deldenerbroek.

Wat betreft het effect op de droogteschade levert de ontwerpsituatie van variant3 een positief effect op voor de landbouw: de droogteschade neemt af. Alleen bovenstrooms stuw Potlee – gelegen buiten het begrensde Reggedal – is een toename van de droogteschade te zien van tussen de 2 en 5%.



Figuur 30 effect natschade landbouw variant3



Figuur 31 effect droogteschade landbouw variant3

7. Conclusies en vervolgstappen

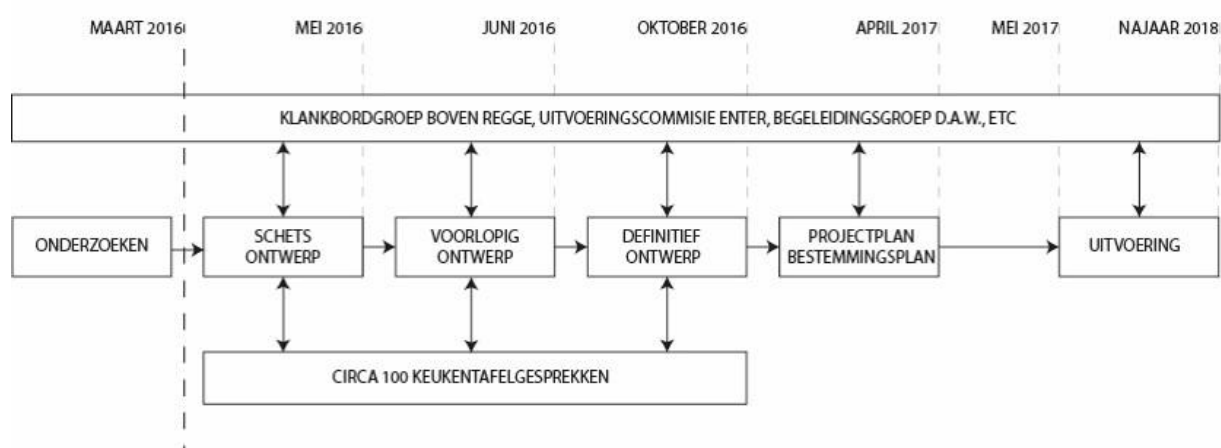
Uit variant3 van de modelstudie blijkt dat:

- Het effect op de droogteschade in het Reggedal Enter positief is (geen toename droogteschade)
- Er rondom Exoo enige vernatting in de winter optreedt, maar dat dit slechts beperkt doorwerkt in extra natschade buiten het begrensde beekdal. Verwacht wordt dat dit met lokaal maatwerk en in overleg met betrokken eigenaren technisch kan worden opgelost.
- Met 1,2 m³/s waterinlaat een waterdiepte in de Boven Regge wordt gecreëerd van 0,90 – 1,0 m in de zomer, terwijl de minimaal vereiste waterdiepte voor de zomp 0,8 meter is. Hiermee kan de waterinlaat worden gezien als een “innovatieve” oplossing voor de bevaarbaarheid van de zomp. Ter vergelijking: door 1,2 m³/s extra water in te laten in de zomer, zal de afvoerhoeveelheid in de zomer met factor 4 toenemen ten opzichte van de huidige situatie.
- Er door de waterinlaat een stroomsnelheid in de Boven- en Midden Regge wordt bereikt die voldoet aan de doelstellingen vanuit de KRW (10/20-50 cm/s bij reguliere afvoeren).
- Er bovenstrooms de verwijderde stuw Potlee, gelegen buiten het projectgebied Reggedal Enter, droogteschade optreedt. Geadviseerd wordt om deze stuw te behouden (met vast peil) en te voorzien van een vispassage.

Ten aanzien van de waterinlaat moet worden opgemerkt dat in een tijd met extreme droogte, het kan voorkomen dat er geen water kan worden ingelaten uit het Twentekanaal. RWS geeft echter aan dat dit sinds de verdringingsreeks bestaat (ca. 15 jaar) nog niet is voorgekomen.

Vermeld dient te worden dat gepresenteerde resultaten de hydrologische input vormt voor de verdere planuitwerking met betrokken eigenaren. Deze planuitwerking van schetsontwerp tot definitief ontwerp zal, zoals in onderstaande figuur (*Figuur*) is weergegeven, in 2016-2017 plaats vinden.

REGGEDAL ENTER



Figuur 32 Planvormingsproces Reggedal Enter

Voorliggend onderzoek is dus geen projectplan volgens de Waterwet. Na afstemming en overleg met direct betrokken eigenaren, zal eind 2016/begin 2017 een projectplan op grond van artikel 5.4, eerste lid van de Waterwet, worden vastgesteld door het bestuur van het waterschap.

8. Variant 4

8.1 Schetsontwerp & keukentafelgesprekken

De rekenresultaten van variant 3 zijn gebruikt bij de uitwerking van de plannen in een schetsontwerp, welke is uitgewerkt in 2016. Dit schetsontwerp en de rekenresultaten van variant 3 zijn aan de keukentafel besproken met direct betrokken eigenaren en bureaus van het plangebied. Deze gesprekken hebben verbetervoorstellen opgeleverd die bij de verdere detailuitwerking van het schetsontwerp in een definitief ontwerp verwerkt zijn. Ook de algemene inloopbijeenkomst van 5 oktober 2016 heeft een (beperkt) aantal verbetervoorstellen opgeleverd die in het definitief ontwerp verwerkt zijn. Het schetsontwerp en de keukentafelgesprekken vormen tezamen met de resultaten van een second opinion op de modelrapportage de input voor de vierde en definitieve variant. In de volgende paragrafen wordt verder ingegaan op de second opinion en de definitieve (vierde) variant.

8.2 Second opinion

Het adviesbureau *HKV lijn in water* heeft in opdracht van Waterschap Vechtstromen een second opinion uitgevoerd op de modelstudie Reggedal Enter. Gezien de grote diversiteit aan belangen in het Reggedal en het nieuwe toekomstige watersysteem met een meanderende Regge met waterinlaat, hecht het waterschap aan een zo zorgvuldig mogelijke onderbouwing van de hydrologische uitgangspunten. Daarom is *HKV lijn in water* gevraagd om het uitgevoerde hydrologische modelproces tegen het licht te houden. HKV heeft hierbij de modelrapportage “Hydrologische uitgangspunten voor het ontwerp Reggedal Enter” (definitief, 11 mei 2016) beschouwd, aangevuld met enkele interviews met betrokkenen van Waterschap Vechtstromen alsmede met de Regionale Stichting Enterse Zomp. De focus heeft gelegen op het beoordelen van variant 3. Dit is de variant waarmee het dagelijks bestuur van het waterschap heeft ingestemd om verder het schetsontwerp mee uit te werken. HKV heeft de gebruikte modellen zelf (dus de software) niet geanalyseerd.

De bevindingen van HKV zijn beschreven in de rapportage “Second opinion Modelstudie ontwerp Reggedal Enter” (PR3337.10, september 2016).

Op hoofdlijnen adviseert HKV het volgende:

1. Ten aanzien van de bevaarbaarheid de eisen aan het ontwerp op bevaarbaarheid en het uiteindelijke ontwerp kritisch en in detail tegen het licht laten houden door een expert op het gebied van bevaarbaarheid óf in het ontwerp rekening houden met een terugvaloptie voor het geval de bevaarbaarheid onverhoopt in de praktijk niet kan worden gerealiseerd.
2. De morfologische stabiliteit van het ontwerp wat betreft de bodemligging in de modelstudie te onderbouwen.
3. De stationaire afvoeren te bepalen op basis van recente afvoermetingen over een periode van 10 jaar. De gebruikte stationaire afvoeren voor het bepalen van de 1/4Q en de 1/100Q oppervlaktewaterstanden zijn afgeleid uit afvoernormen uit 1987. Deze afvoernormen zijn door reeds opgetreden klimaatontwikkeling achterhaald.
4. De Qh-relatie van stuw Notter te ijken, zodat met de meetgegevens van de stuw voldoende nauwkeurige afvoeren kunnen worden afgeleid. Hiermee kunnen vervolgens de gebruikte stationaire afvoeren worden getoetst en zo nodig aangepast.
5. De randvoorwaarden en parameters van de oppervlaktewatermodellering beter te onderbouwen:

- a. voor alle opgelegde randen in de modellering een onderbouwing van de juistheid van de gekozen waarden op te nemen en daarnaast ook aan te geven welke onzekerheid kan worden verwacht in de gekozen waarden (klimaat, infiltratie etc.).
 - b. de bandbreedtes in de gekozen ruwheden te definiëren.
- 6. De onzekerheden in de grondwatermodellering mee te nemen in de toetsing aan het toetsingskader:
 - a. Voor de gemeten en gesimuleerde grondwaterstanden de gemiddelde afwijking en standaardafwijking te bepalen;
 - b. nader onderzoek te doen naar de systematische onderschatting van de GLG met ongeveer 0,20 m in het grondwatermodel.
 - c. De onzekerheden in de berekening van droogte- en natschade te bepalen.
- 7. Voor de hoogwatermodellering – het berekenen van de waterstanden bij extreme afvoersituaties – een 1D2D-model te bouwen/gebruiken in plaats van een 1D-model.

Voor een gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar het hierboven genoemde rapport “Second opinion Modelstudie ontwerp Reggedal Enter”.

8.3 Consequenties ontwerp

De resultaten van de second opinion zijn besproken met de Regionale Stichting Enterse Zomp en de Klankbordgroep Reggedal Enter. Hierbij is naast de rapportage van HKV ook een reactiememo van het waterschap meegestuurd (memo “Second opinion HKV; hoe nu verder?”, Waterschap Vechtstromen d.d. 31-10-2016). In deze memo is beschreven welke aanbevelingen van HKV worden overgenomen door het waterschap. Conclusie is dat alle aanbevelingen zijn beschouwd in variant 4. Voor deze variant is het 1D-model van de varianten 1 tot en met 3 omgebouwd tot een 1D2D-model. In paragraaf 8.4 wordt dit 1D2D-model verder toegelicht. Verder is conform de aanbevelingen nader ingezoomd op bandbreedtes in de berekende peilen, grondwaterstanden en droog- en natschades (bandbreedtes als gevolg van gewijzigd klimaat, morfologische stabiliteit, gekozen ruwheden, etc.). De resultaten hiervan worden beschreven in paragraaf 8.7.

8.4 1D2D-model

HKV heeft in haar second opinion aangegeven dat ze voor de hoogwatermodellering – het berekenen van de waterstanden bij extreme afvoersituaties – een 1D2D-model hadden opgesteld in plaats van een 1D-model. Het waterschap heeft bij de varianten 1 t/m 3 gewerkt met een 1D-modellering i.p.v. een 1D2D-modellering.

De belangrijkste toetsingskaders voor het hydrologisch ontwerp van het Reggedal Enter zijn de effecten op de grondwaterstanden, de effecten op de droogte- en natschade voor de landbouw en de uiteindelijke waterdieptes in het traject waar de Enterse Zomp moet kunnen varen. De effecten op deze aspecten worden afgeleid uit de stationaire afvoeren bij 1/100 Q en een ¼ Q. De stationaire afvoeren kunnen goed worden berekend met een 1D-model.

In het verleden is er voor de gehele Regge zowel een 1D als een 1D2D-model gebouwd. Het 1D-model is afgeleid uit het 1D2D-model (HKV, Invoegen meanderende Regge in 1D-model, 2009). De 2D-module berekent inundatiedieptes en stroomsnelheden van overstromingen vanuit de waterlopen over het rivierdal. De 2D-schematisatie bestaat uit een hoogtegrid met daarin de maaiveldhoogtes en een ruwheidsgrid met daarin de ruwheidswaarden van het landgebruik in het rivierdal. Hierdoor kunnen met een 1D2D-model extreme afvoersituaties in theorie beter worden benaderd. 1D2D-modellen hebben echter lange rekentijden. De belangrijkste reden voor het bouwen van een 1D-model was daarom ook de kortere rekentijd van een 1D-model ten opzichte van een 1D2D-model. HKV concludeerde in 2009 dat het 1D-model bij lage afvoeren naar verwachting realistischere resultaten levert. De stroming en berging op het rivierdal is naar verwachting beter te

berekenen met het 1D2D-model. Verder stelde HKV dat zowel het 1D-model als het 1D2D-model sterkere en zwakkere kanten hebben. De verschillen in verloop van de afvoergolf tussen beide modellen waren niet groot; het verschil in maximale afvoer was minder dan 10% (HKV, 2009). Beide modellen zijn een weergave van de werkelijkheid en welk model op welk moment de beste resultaten oplevert, hangt af van de vraag en de te berekenen situatie (HKV, 2009).

Alles overziend is voor de varianten 1 t/m 3 gekozen voor het bouwen van een 1D-model omdat:

1. in dit geval de stationaire afvoeren het meest bepalend zijn voor het ontwerp (belangrijkste toetsingskaders zijn immers de effecten op de grondwaterstanden, de effecten op de droog- en natschade en de effecten op de waterdieptes)
2. een 1D-model een kortere rekentijd heeft
3. de overige deelprojecten langs de Regge ook allemaal zijn doorgerekend met een 1D-model (HKV, 2009)

Voor variant 4 is, op advies van HKV, alsnog een 1D2D-model gebouwd. Hieronder volgt kort een toelichting op dit 1D2D-model. Voor een meer gedetailleerde beschrijving wordt verwezen naar de memo “Sobek 1D-2D Regge” (Arcadis, 10 feb 2017).

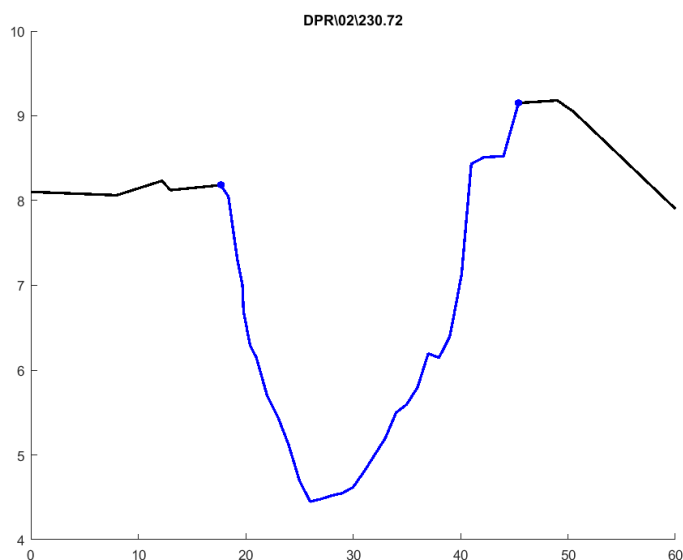
Voor de uitbreiding van het 1D-model van de Regge met een 2D schematisatie van het beekdal is uitgegaan van het bestaande model dat is gebruikt voor de varianten 1 t/m 3 en het 0,5 m resolutie AHN. Dit 0,5 m AHN is vertaald naar een 25 m resolutie-raster waarmee in het 1D2D-model gerekend is. Voor de koppeling tussen 1D en 2D zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

Opzet van het 2D model:

- het 2D model heeft een resolutie van 25 m bij 25 m. De rekentijd van het gecombineerde 1D2D model bleek bepalend voor de uiteindelijk gekozen resolutie. Resoluties van 5 of 10 m bleken te leiden tot reketijden van een of meerdere maanden. Bij 25 m blijft dit beperkt tot vergelijkbare reketijden als het 1D model.
- bij het aanmaken van de 2D schematisatie is ervoor gezorgd dat de hooggelegen elementen in het landschap goed in de schematisatie worden meegenomen. De N347, de N350 en de spoorlijn ten noordwesten daarvan zijn duidelijk hooggelegen elementen die het water tegenhouden en belangrijk zijn om in de schematisatie mee te nemen. Andere hooggelegen wegen zijn de Zunaweg tussen Zuna en Notter, de Enterweg ten zuiden van Rectum, de Ypeloschoolweg over de Exoosche Aa, de Ypeloweg ten noordoosten en de Bornerbroekseweg ten oosten van Enter, de A1 en de juist ten zuiden daarvan gelegen Kartelaarsdijk en in het zuiden de Rikkerinksweg, de Twickelerweg en de A347.

Aanpassingen aan het 1D model:

- in het beekdal zijn de 1D profielen ingekort zodanig dat die het beekprofiel dekken van linker oever tot rechter oever. Dit is alleen uitgevoerd voor de profielen die overlappen met de 2D schematisatie. Uiteindelijk zijn er 140 profielen op deze manier aangepast.



Figuur 33: Aanpassing van het oorspronkelijke 1D profiel (zwart) voor toepassing in het gecombineerde 1D2D model (blauw).

- de afwateringsprofielen (S-curves, zie figuur 6 en 7) die in het 1D model zijn toegepast tussen de RR-punten en de riviertakken zijn zodanig aangepast dat deze niet direct gaan overstromen.

Koppeling van het 1D en 2D model:

- er is langs het 1D model zo vaak als mogelijk een koppeling gemaakt naar de 2D schematisatie.
- de overgang van 1D naar 2D stroming vindt plaats zodra de waterstand het niveau van de laagste van beide oevers overschrijdt en de bodemligging in de koppelingspunten wordt automatisch opgehoogd tot datzelfde niveau.

In onderstaande tabel is voor vier locaties het verschil in berekende peilen tussen 1D en 1D2D weergegeven. Het betreft de referentiesituaties.

Tabel 16 verschil 1D en 1D2D-model op 4 locaties

Locatie	1D (m NAP)	1D2D (m NAP)	Vershil (cm)
Boven Regge A1 (bovenstrooms)			
1/4Q	8,32	8,32	0
T1	8,85	8,91	+6
T10	9,04	9,11	+7
T100	9,17	9,24	+7
Boven Regge Entermors (instroom Lee)			
¼ Q	7,5	7,5	0
T1	8,45	8,59	+14
T10	8,68	8,82	+14
T100	8,85	8,97	+12

Boven Regge Exoo			
1/4Q	7,38	7,38	0
T1	8,35	8,52	+17
T10	8,59	8,74	+15
T100	8,78	8,90	+12
Midden Regge Leijerweerd			
1/4Q	7,33	7,33	0
T1	8,23	8,46	+23
T10	8,45	8,65	+20
T100	8,62	8,79	+17

Geconcludeerd kan worden dat bij reguliere voorjaarsafvoeren ($\frac{1}{4}$ Q) er geen verschillen zijn tussen het 1D en het 1D2D-model. Dit was ook te verwachten aangezien het 1D2D-model specifiek bedoeld is voor de hoogwaterafvoeren. Het 1D2D-model berekent bij T1 circa 6-23 cm hogere peilen. Het verschil wordt in benedenstroomse richting groter. Bij T10 berekent het 1D2D circa 7-20 cm hogere peilen en bij T100 bedraagt het verschil 7-17 cm.

Voor alle afvoersituaties geldt dat het verschil groter wordt in benedenstroomse richting; hoe groter het debiet, hoe groter het verschil tussen 1D en 1D2D. De verschillen zijn het grootst in de T1-situatie. Bij deze afvoeren beginnen de uiterwaarden (Boven Regge) en de hoogwatergeulen (Midden Regge) echt mee te doen in de berging.

Het is duidelijk dat in de extreme situaties in het 1D2D-model hogere waterstanden zijn berekend. In hoeverre dit de werkelijkheid beter benaderd kan niet worden geverifieerd, aangezien er geen oppervlaktewatermeetpunten aanwezig zijn om deze hypothese aan te staven. Desalniettemin kan wel worden gesteld dat er minder informatie is geschematiseerd waardoor er zo min mogelijk 'karakteristieken' (hoge en lage delen) van het beekdal 'verloren' zijn gegaan in het schematiseren. Daarmee kan dan wel de verwachting worden uitgesproken dat de berekende extreme peilen van het 1D2D-model een grotere betrouwbaarheid hebben.

8.5 Variant 4: uitgangspunten

Referentiesituatie variant 4

Voor de referentiesituatie zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

Oude Hagmolenbeek

In variant 3 (december 2015) is de herinrichting van de Oude Hagmolenbeek in het Deldenerbroek nog niet opgenomen in het referentiemodel. Voor de Oude Hagmolenbeek is in variant 3 in het referentiemodel gerekend met de afmetingen zoals opgenomen in de legger anno 2015 (dus de leggersituatie vóór de herinrichting in 2016). Inmiddels is de Oude Hagmolenbeek in 2016 heringericht. In het referentiemodel ten behoeve van variant 4 wordt de Oude Hagmolenbeek opgenomen zoals deze is aangelegd in 2016 (het ontwerp daarvan wordt overgenomen in SOBEK). De waterinlaat (zie tabel 14 hieronder) wordt echter niet meegenomen in het referentiemodel. De waterinlaat wordt in de variantberekening (variant 4) opgenomen.

Doorbraak

Conform referentiesituatie variant 3 (zie paragraaf 3.6)

Twickelervaart

Referentiesituatie waterverdeling ter hoogte van de Noordmolen conform variant 3 (zie paragraaf 3.6). Daarnaast zal de Twickelervaart ten behoeve van de waterinlaat weer op leggerdiepte worden gebracht. Daarom zijn voor de Twickelervaart in de nieuwe referentiesituatie niet de ingemeten profielen (zoals in variant 3), maar de leggerprofielen ingevoerd.

Variant 4

Het Voorlopig Ontwerp (VO) van april 2017 is de basis voor variant 4. Verder zijn de volgende wijzigingen doorgevoerd ten opzichte van variant 3:

Waterinlaat

Voor de waterinlaat zijn de volgende hoeveelheden aangehouden (in rood de afwijkingen t.o.v. variant 3):

Tabel 17 inlaathoeveelheden in l/s per variant

Inlaatpunt	Variant 3		Variant 4	
	zomer l/s	Winter l/s	zomer l/s	Winter l/s
Oude Hagmolenbeek	650	0	650	200
Twickelervaart	500	0	500	0
Oude Poelsbeek	50	50	50	0
Totaal	1.200	50	1.200	200

De zomerse inlaathoeveelheid blijft op 1.200 liter per seconde. Dit is nodig om de Regge op peil te houden. Ten opzichte van variant 3 is de inlaathoeveelheid in de winter in de Oude Poelsbeek op “nul” gezet en de inlaathoeveelheid in de Oude Hagmolenbeek op 200 liter per seconde; dit is nodig om plasdras-berm langs de Oude Hagmolenbeek niet droog te laten vallen (afsprake gemaakt binnen de Landinrichting Enter).

Twickelervaart

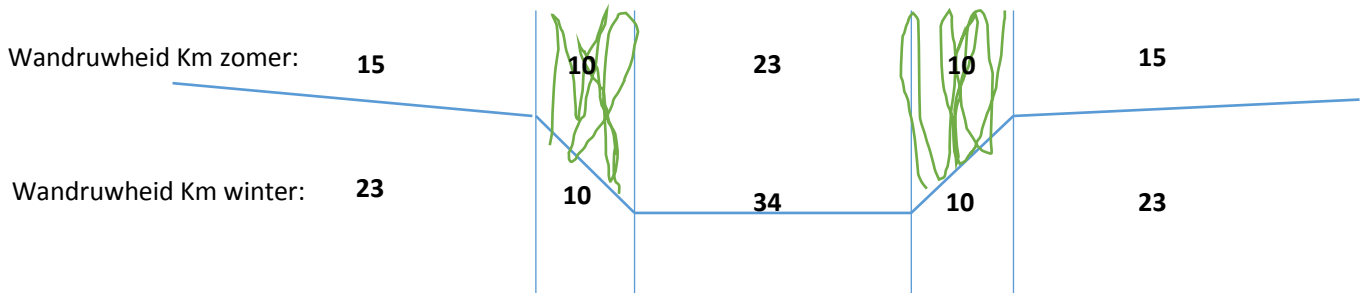
Het zomerpeil van stuw Schuttebelt is verlaagd van 8,8 m NAP naar 8,75 m NAP om natte omstandigheden in het zomerhalfjaar te mitigeren. Het winterpeil blijft gehandhaafd (8,6 m NAP).

Stuw Potlee

Stuw Potlee blijft gehandhaafd met het huidige zomer- en winterpeil, omdat de stuw buiten het projectgebied ligt.

Wandruwheden

Voor de wandruwheden (Km: K-manning) zijn de volgende waarden aangehouden voor de Boven Regge en de Midden Regge:



Km 10: zeer sterk begroeide waterloop. Rietkragen (of russen) langs de kanten.

Km 15: vrij sterk begroeid. Profiel voor deel vol gegroeid, hier en daar tot oppervlakte. Soms doorlopende rietkragen.

Km 23: licht begroeide waterloop. Lichte aaneengesloten begroeiing van bodem en taluds met waterpest, riet en flap. Soms stroomgeulen in bodem en begroeiing.

Km 34: schone waterloop. Bodem en taluds zeer licht begroeid (enkele cm) of plaatselijke begroeiing met veel kale plekken. Weinig riet.

Figuur 34: wandruwheden variant 4

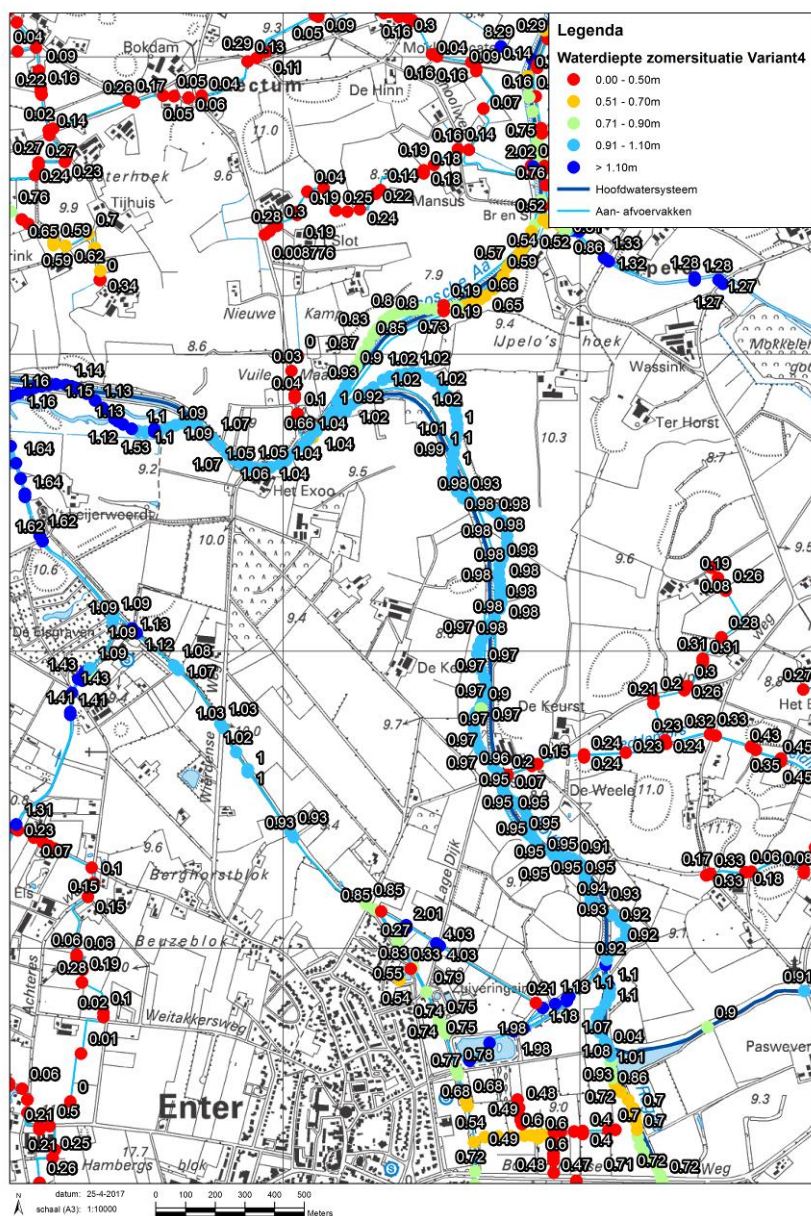
De bodem dient 'schoon' worden gehouden i.v.m. de bevaarbaarheid, wat betekent 1 tot 3 x per jaar maaien en geen dood hout op de bodem. Dood hout (struiken/bomen) mag wel blijven liggen in het natte en droge talud. Voor de oever (nat en droog talud) is K-manning 10 aangehouden: dit betekent zeer sterk begroeid.

Voor de hoogwatergeul langs de Midden Regge is dezelfde wandruwheid aangehouden als voor de uiterwaarden langs de Boven Regge (vrij sterk begroeid in de zomer en licht begroeid in de winter).

8.6 Variant 4: effecten

Waterdiepte zomersituatie

De toekomstige waterdieptes in de zomersituatie bij 1,2 m³/s waterinlaat zijn weergegeven in figuur 35.

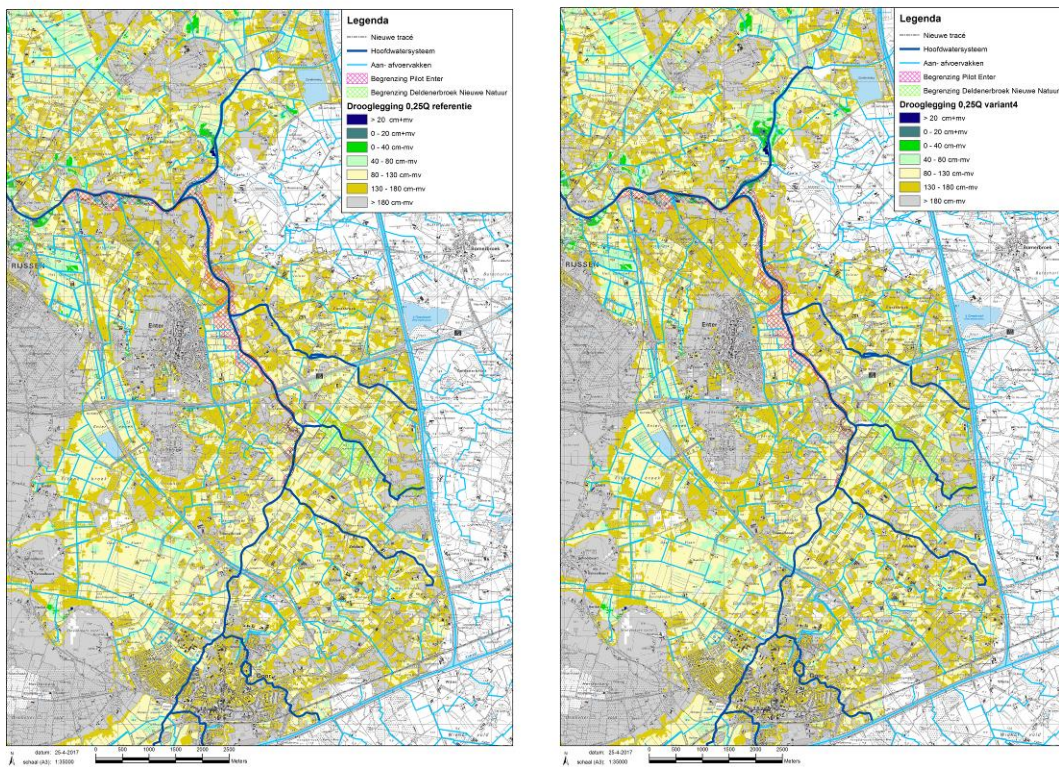


Figuur 35 waterdiepte zomersituatie variant 4

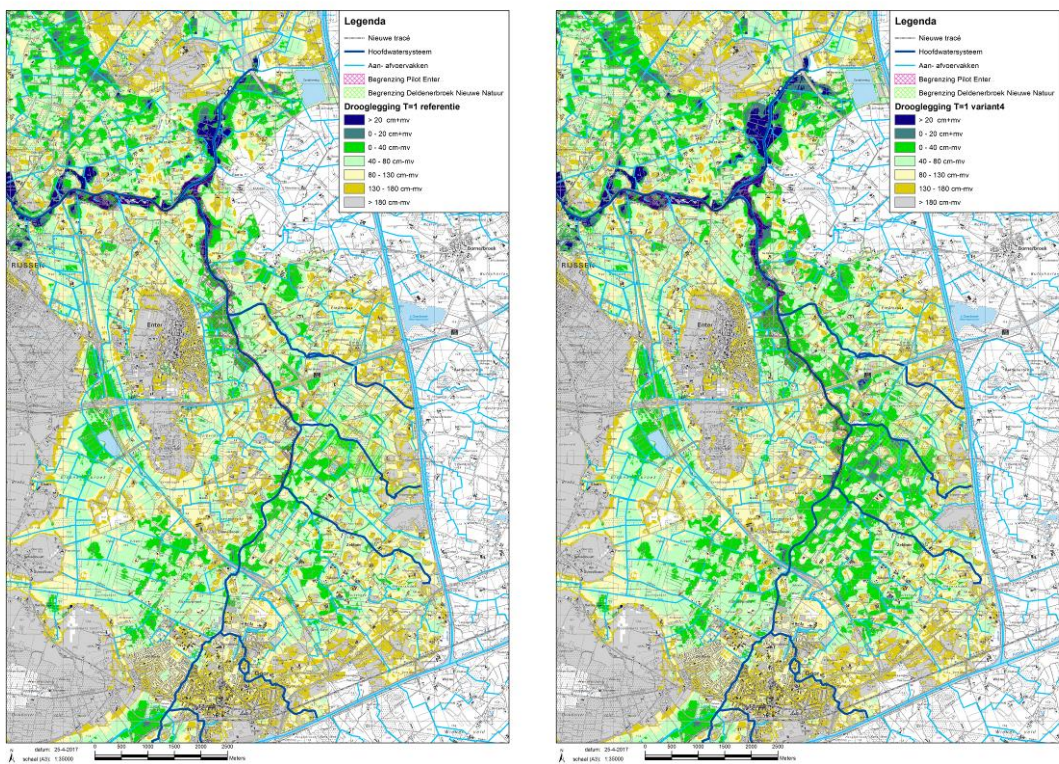
De toekomstige waterdieptes in de zomersituatie bedragen tussen de instroom van de Lee en Exoo 0,92 – 1,02 meter. Op de Midden Regge liggen de waterdieptes tussen 1,02 en 1,16 meter.

Effecten drooglegging

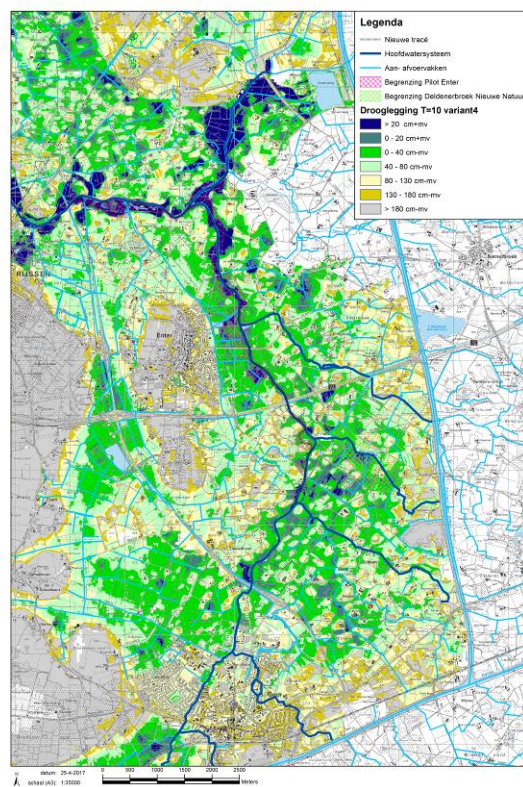
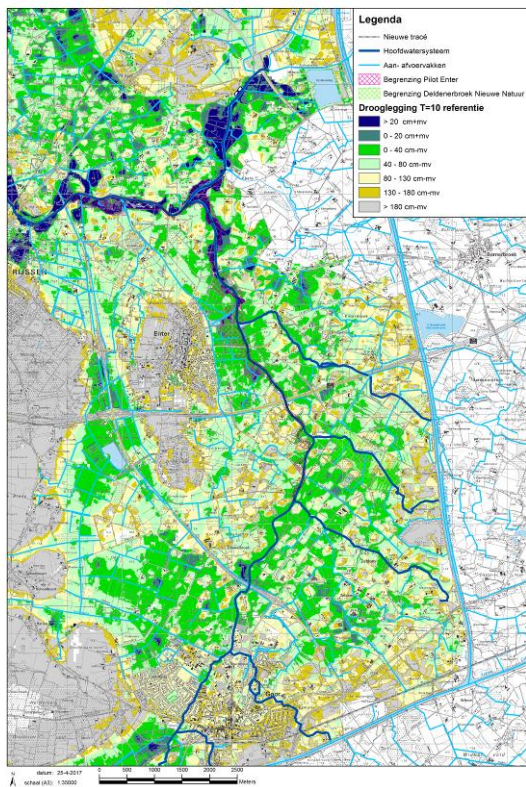
In de figuren 36 t/m 43 zijn de drooglegging in de referentiesituaties alsmede de drooglegging bij variant 4 weergegeven voor de afvoeren 0,25 Q, T1, T10 en T100.



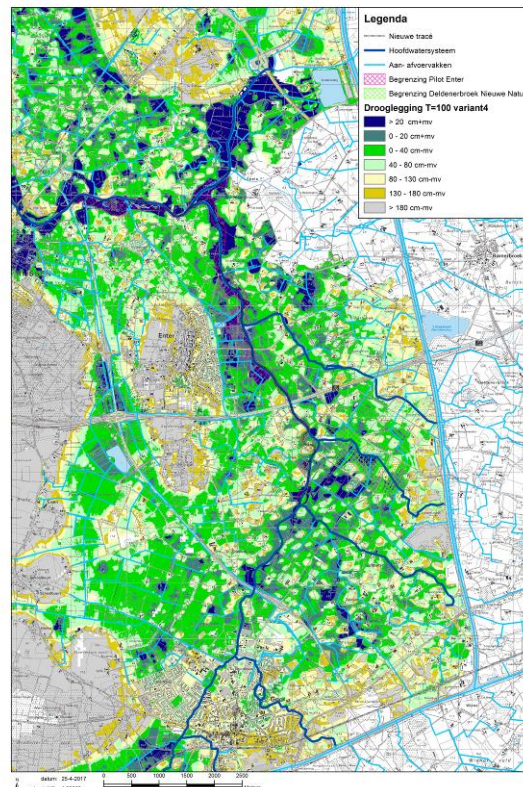
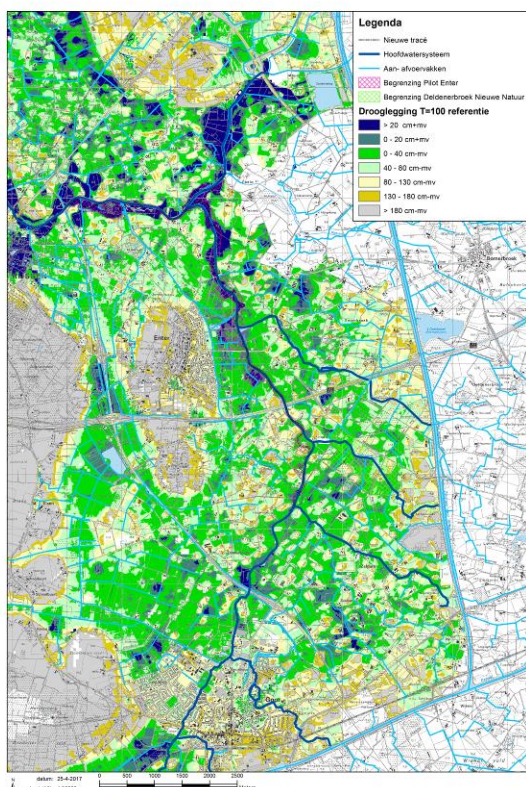
Figuur 36 en figuur 37 drooglegging 1/4Q referentie (links) en variant 4 (rechts)



Figuur 38 en figuur 39 drooglegging T1 referentie (links) en variant 4 (rechts)



Figuur 40 en figuur 41 drooglegging T10 referentie (links) en variant 4 (rechts)



Figuur 42 en figuur 43 drooglegging T100 referentie (links) en variant 4 (rechts)

Uit de figuren 36 en 37 kan worden afgeleid dat de drooglegging in de reguliere voorjaarsafvoersituatie 0,25 Q nauwelijks wijzigt als gevolg van het ontwerp conform variant 4. Bij de extreme afvoersituaties T1, T10 en T100

wordt de drooglegging als gevolg van het ontwerp geringer. Ten opzichte van de berekening van variant 3 zijn de berekende effecten op de drooglegging ook groter. Dit is voor een deel te wijten aan het feit dat er nu met een 1D2D-model wordt gerekend. Anderzijds is er nu ook gerekend met een grotere wandruwheid voor het natte talud van het dwarsprofiel. Echter als de inundaties worden vergeleken met de normenkaart zoals deze is opgenomen in paragraaf 2.3 voldoet het ontwerp vrijwel in het hele gebied aan de gestelde normen. De laagste delen in het Reggedal hebben een T=1 norm. Deze gronden mogen jaarlijks inunderen. Verder geldt voor het overgrote deel van het projectgebied de T=10-norm (zie *Figuur 4 wateroverlastnormen Reggedal Enter (waterbeheerplan WVS 2016-2021)*). Er zijn een aantal percelen waar, volgens de berekening, in de huidige situatie niet wordt voldaan aan de gestelde norm. Op deze locaties nemen, in een aantal gevallen, de inundatiedieptes en omvang iets toe.

Bij de berekening van de drooglegging dient wel een kanttekening te worden geplaatst: de maatgevende situatie in een groot deel van het projectgebied wordt bepaald door de Reest&Wieden-bui (bui 11 uit de reeks, zie ook paragraaf 5.1). Als de volumina van de Reest&Wieden-bui worden geanalyseerd, dan blijkt de Reest&Wieden-bui een overschatting te zijn van de T1, T10 en T100. Hierbij geldt dat de overschatting toeneemt naarmate de herhalingsstijd groter wordt. In tabel 18 zijn de daadwerkelijke herhalingsstijden voor de Reest&Wieden-bui weergegeven.

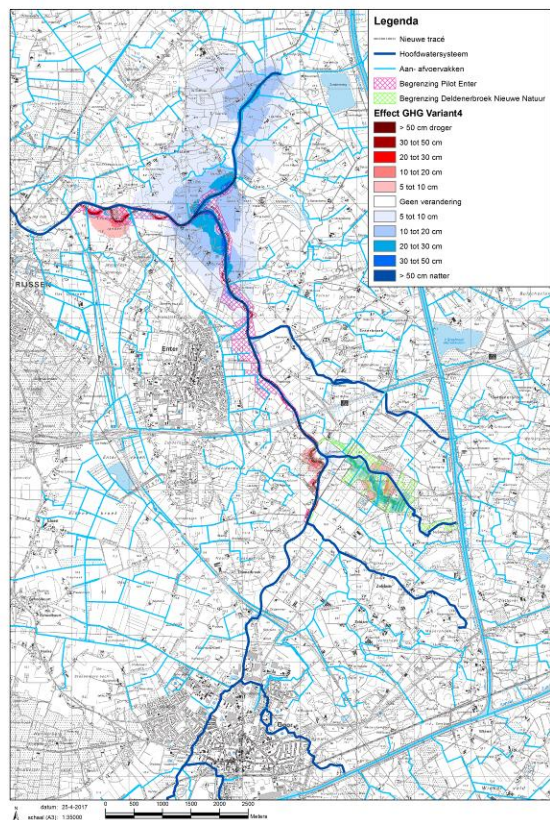
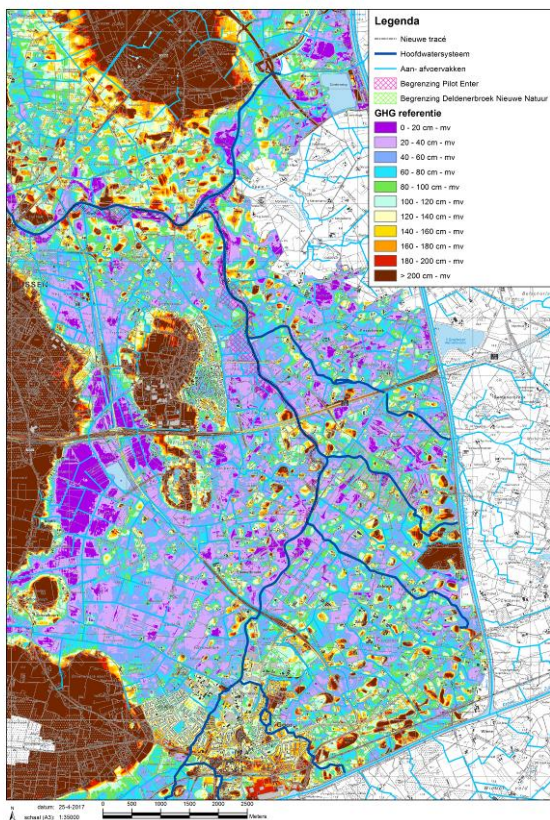
Tabel 18 inlaathoeveelheden in l/s per variant

Situatie	Maximale herhalingsstijd in de Reest&Wieden-bui
T1	1,2 jaar
T10	17,9 jaar
T100	486 jaar

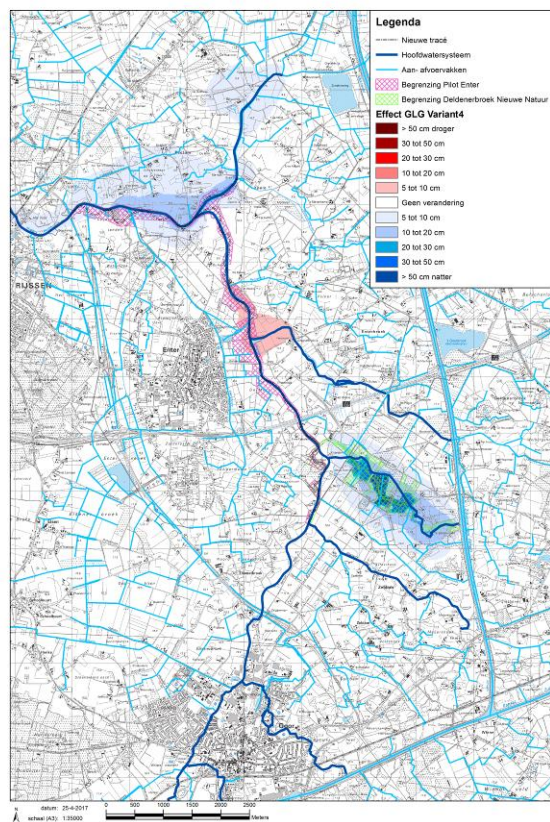
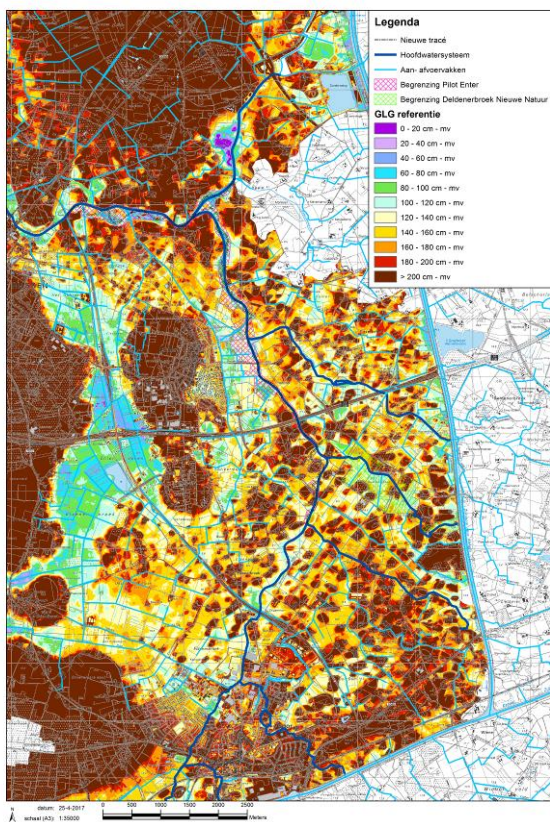
Geconcludeerd wordt dat de berekende piekafvoeren worden overschat (NB. HKV concludeerde in de second opinion dat het oorspronkelijke 1d-model de afvoerpieken structureel overschatte en voor een groot deel van de pieken met een factor 2).

Effecten grondwaterstanden

In de figuren 44 t/m 47 zijn de GHG en de GLG in de referentiesituatie weergegeven (in centimeter beneden maaiveld) alsmede de effecten hierop (aanvullend zijn deze kaarten ook op groter formaat in de Bijlage 6: Grondwatereffecten variant 4 winter- en zomergrondwaterstand opgenomen)



Figuur 44 en figuur 45 GHG referentie (links) en effect op de GHG variant 4 (rechts)

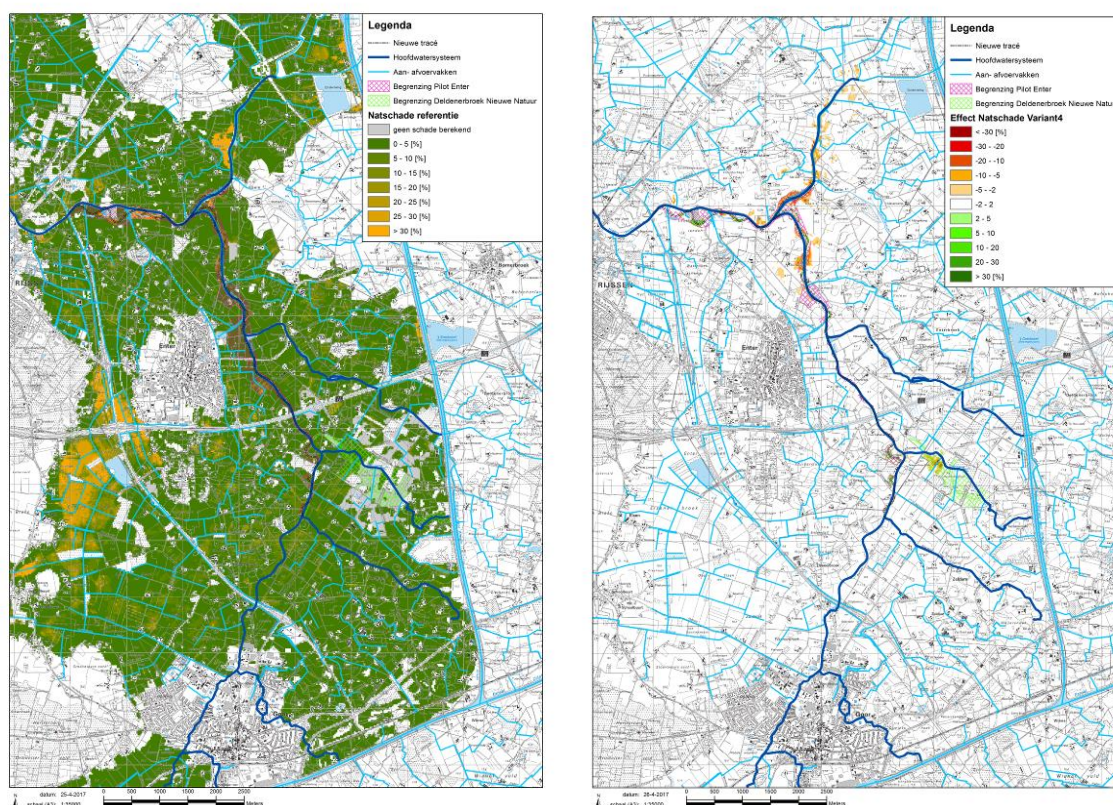


Figuur 46 en figuur 47 GLG referentie (links) en effect op de GLG variant 4 (rechts)

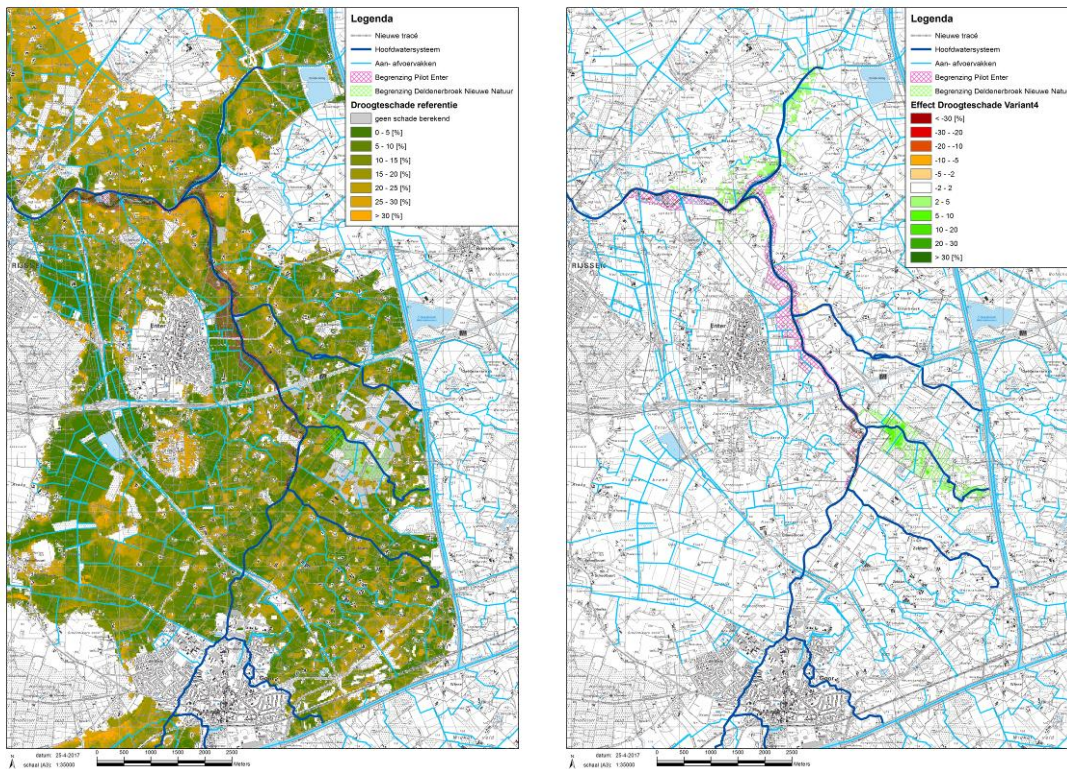
De effecten op de grondwaterstanden van variant 4 komen in hoofdlijn overeen met de effecten van variant 3, behoudens de effecten rond stuw Potlee (in variant 4 niet meer zichtbaar doordat de stuw gehandhaafd blijft) en daarnaast zijn de effecten in en rond het Deldenerbroek iets gewijzigd t.o.v. variant 3. Dit komt doordat in variant 4 de Oude Hagmolenbeek in de referentiesituatie is ingebracht conform het ontwerp (in de referentiesituatie van variant 3 zit de leggersituatie van vóór de herinrichting) en de inlaatsituatie in de winter is in variant 4 gewijzigd (200 l/s in variant 4 en 0 l/s in variant 3).

Effecten opbrengst landbouw

In de figuren 48 t/m 51 zijn de natschade en de droogteschade in de referentiesituatie weergegeven (in procenten; 0% is geen schade, 100% is maximale schade) alsmede de effecten hierop.



Figuur 48 en figuur 49 natschade referentie (links) en effect op de natschade variant 4 (rechts)



Figuur 50 en figuur 51 droogteschade referentie (links) en effect op de droogteschade variant 4 (rechts)

Uit de figuren kan worden opgemaakt dat de toename van de natschade hoofdzakelijk binnen het begrensde Reggedal blijft. Dit is uiteindelijk in de praktijk géén schade, omdat het Reggedal een natuurfunctie krijgt. De enkele kleine “vlekjes” met een toename van natschade buiten het begrensde Reggedal, zullen bij de uitvoering gemitigeerd worden (o.a. door ophoging van percelen).

Het effect op de droogteschade is positief; de droogteschade wordt minder.

8.7 Beschouwing aanbevelingen second opinion

1. Het ontwerp en de ontwerpeisen voor bevaarbaarheid van de Enterse zomp op de Regge kritisch tegen het licht houden door een expert òf uitwerken terugval optie.
2. Morfologische stabiliteit
3. Stationaire afvoernormen i.r.t. klimaatontwikkeling
4. Meetgegevens stuw Notter
5. Bandbreedtes berekende peilen i.r.t. wandruwheden en infiltratie
6. Onzekerheden grondwatermodellering en droog & natschade
7. Hoogwatermodellering (1d2d)

Ad. 1

Eén van de aanbevelingen in de *Second opinion modelstudie Reggedal Enter* (HKV september 2016) luidt om het ontwerp en de ontwerpeisen voor bevaarbaarheid van de Enterse zomp op de Regge kritisch tegen het licht te houden.

De randvoorwaarden voor bevaarbaarheid (het te bevaren traject tussen de Enterse waarf en de Pelmolen in Rijssen) zijn hoofdzakelijk door ervaringsdeskundigen (lees: de schippers van de zomp) opgesteld. Daarnaast is in 2015 een gedegen onderzoek gedaan door Brian Stokvis (Bachelor Thesis, UT Twente juli 2015) naar de eigenschappen van de Enterse zomp en de normen voor bevaarbaarheid. Zijn bevindingen luiden:

- Diepgang zomp met volle belading (accu's en 25 personen): 0,48 m
- Squat (ruimte tussen kiel bodem) minimaal vereist: 0,15 m
- Totaal vereiste waterdiepte om te varen: 0,63 m
- Marge in verband met zandbanken en plantengroei: 0,17 m
- Waterdiepte (minimale norm) voor bevaarbaarheid: 0,8 m
- Breedte zomp 2,75 m
- Lengte zomp incl. roer: 14 m
- Vereiste minimale breedte waterbodembodem: 5,0 m in de rechtstand

Er is nader onderzoek gedaan naar de manoeuvreerbaarheid van de zomp in de bochten van de Regge (WVS, april 2017). De minimale bochtstraal voor een vaarruimte van 14 bij 5 meter in de bocht bedraagt 60 m. (NB. De zomp is 2,75 m breed.) Er is één bocht in het ontwerp met een kleinere bochtstraal t.w. 35 meter (nabij de Lee). Als in deze bocht de bodem 0,75 m breder wordt gemaakt, wordt dezelfde manoeuvreerruimte gehaald als bij bochtstralen van 60 meter er groter.

Samengeval zijn de minimale ontwerpeisen voor bevaarbaarheid voor de zomp:

- Waterdiepte 0,8m
- Bodembreedte 5,0 m (in de rechtstand)
- Bochtstraal meander 60 m OF: de bodembreedte 5,75 m bij een bochtstraal van 35 m
- Doorvaarthoogte 2,4 m

Het ontwerp van de Regge bij Enter voldoet aan deze eisen.

Terugvaloptie

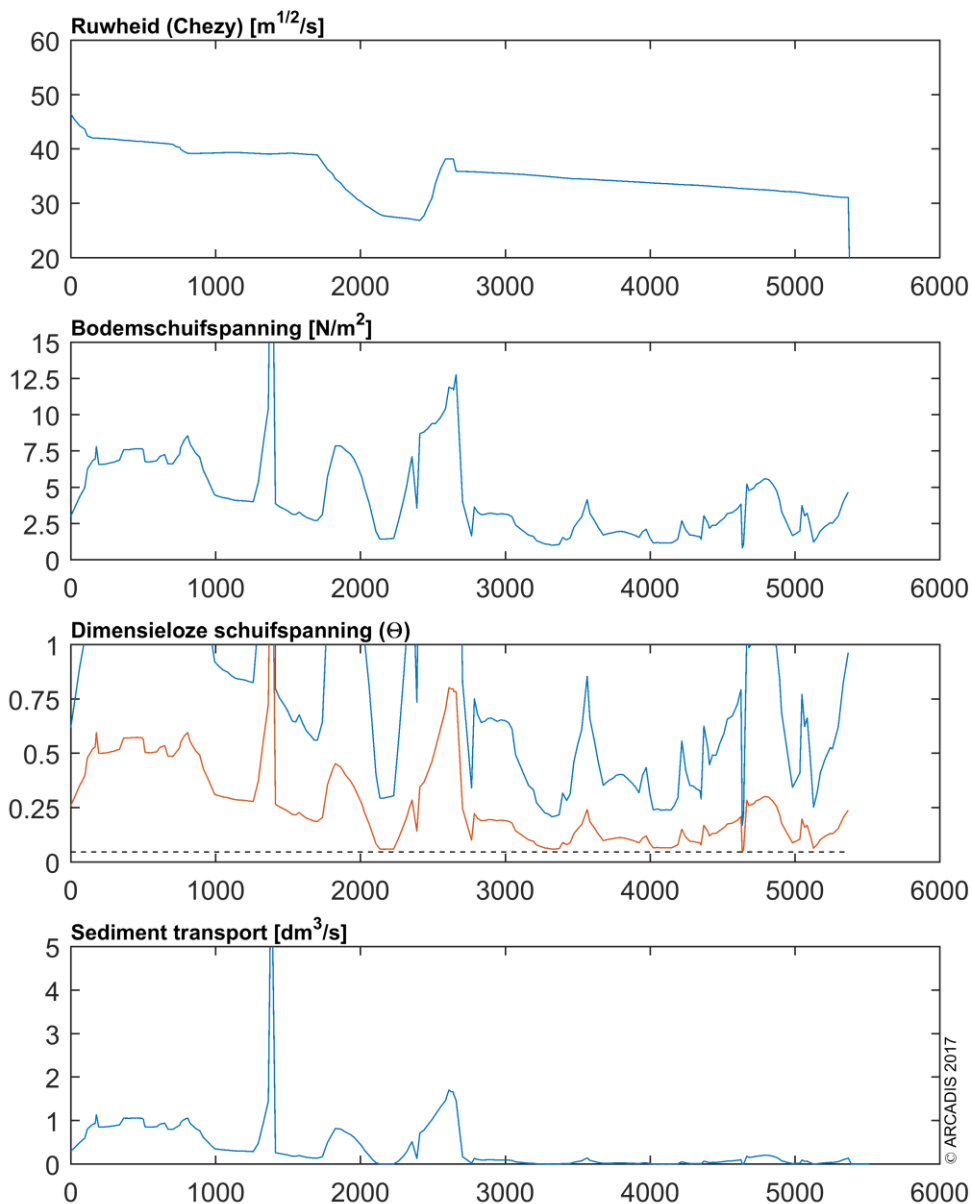
Mocht blijken dat na uitvoering van het ontwerp onverhoopt niet kan worden voldaan aan bovengenoemde ontwerpeisen, en dus de bevaarbaarheid voor de zomp in het geding komt, dan bestaat de mogelijkheid van een technische constructie in de Regge om het waterniveau bij afvaarten van de zomp tijdelijk te verhogen. Een dergelijke (innovatieve) constructie zal parallel aan de uitvoering van het project worden ontworpen. Voor deze constructie zijn tot nu toe geen financiële middelen gereserveerd.

Ad. 2

Op basis van het 1D/2D model is een inschatting gemaakt van de morfologische gevolgen. Dit betreft een eerste inschatting omdat een 1D/2D model niet het meest geschikte instrument is voor sediment transport berekeningen. De verhouding van afvoer over het 1D en 2D deel van de berekening kan problemen opleveren. Door de ooghalen bekeken ontstaat toch wel een logisch beeld uit de berekeningen. Op basis van de T=1 situatie is er een inschatting gemaakt van de morfologische activiteit; dit betreft een afvoer die relatief vaak voorkomt maar toch een vrij hoge afvoer geeft. In veel riviersystemen is dit de morfologisch significante afvoer.

Vanaf de Boven Regge nemen de afvoeren toe in de richting de Midden Regge. Hier komt de Exose Aa in de Regge (bij ca. 2700 m). In de bijgevoegde figuren op de volgende pagina zijn de belangrijkste parameters in het berekenen van het sediment transport afgebeeld. De bodemschuifspanning is op de Boven Regge kleiner dan op de Midden Regge. De grote variatie in de bodemschuifspanning in de Midden Regge wordt deels veroorzaakt door het model; we verwachten dat de variatie in werkelijkheid minder zal zijn. Dit betekent dat de hier gepresenteerde figuren een overdreven beeld geven van de erosie en sedimentatie langs de Midden Regge.

Het algemene beeld van het sediment transport is dat het transport op de Boven Regge gering is, en op de Midden Regge is er een significant transport. De beschouwde situatie betreft een piek moment tijdens een T=1 bui. Buiten deze piek om zijn de transporten gering tot afwezig.



file:C01021.200946/RunProfTransport

Ad. 3

De gebruikte stationaire afvoeren voor het bepalen van de 1/4Q en de 1/100Q oppervlaktewaterstanden zijn afgeleid uit afvoernormen uit 1987. Deze afvoernormen zijn door al reeds opgetreden klimaatontwikkeling achterhaald. Het advies van HKV was om de stationaire afvoeren te bepalen op basis van recente afvoermetingen over een periode van 10 jaar. Echter beschikt het waterschap helaas niet over een voldoende betrouwbare meetreeks om dergelijke stationaire afvoeren uit te bepalen. Om toch een beeld te krijgen in hoeverre de berekende waterstanden gevoelig zijn voor de grootte van de afvoernorm zijn er aanvullende berekeningen uitgevoerd. In deze aanvullende berekeningen is de 1/4Q-situatie verhoogd met 10% en is de 1/100Q-situatie verlaagd met 10%. Hierbij zijn de randvoorwaarden van de afvoer vanuit de Doorbraak en Twickelervaart ook meegenomen. De hoeveelheid water die actief in het toekomstige systeem wordt ingelaten is echter niet veranderd, ervan uitgaande dat deze niet onderhevig is aan klimaatverandering.

Uit deze rekenexercitie blijkt dat de berekende waterstanden voor de Midden- en Boven Regge in het projectgebied bij een 1/4Qplus10% gemiddeld genomen 3 cm hoger en maximaal 4 cm hoger uitvallen. Uit de

berekening van de $1/100Q_{\text{minus}10\%}$ is er geen verandering van de waterstand terug te zien, wat ook niet vreemd is aangezien de afvoer voor het grootste deel bestaat uit aangevoerd/ingelaten water.

Uit bovenstaande kan worden geconcludeerd dat de waterstanden niet significant wijzigen als gevolg van een dergelijke toe- of afname van de afvoercoëfficiënt.

Ad. 4

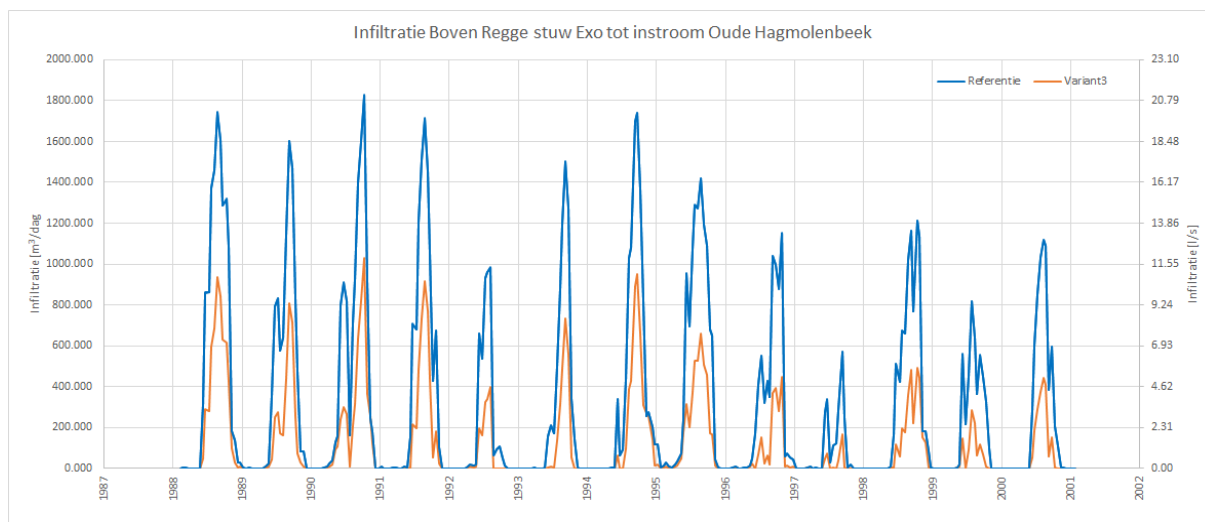
Het waterschap heeft besloten om een geheel nieuw, permanent debietmeetpunt (type “Flo-Sonic”) te gaan plaatsen bij stuw Notter. De Flo-Sonic is uitermate geschikt voor het nauwkeurig meten van het debiet op deze locatie, zowel bij lagere afvoeren als bij piekafvoeren. Het meetpunt wordt geplaatst in april 2017. Na het plaatsen zal bij verschillende afvoeren twee keer een ijking plaatsvinden. Op basis van de ijking en de eerste metingen wordt een formule vastgesteld op basis waarvan het debiet kan worden berekend. Na een tweede ijking zal bekeken worden in hoeverre aanpassing van de formules nodig zijn.

De plaatsing van het nieuwe meetpunt valt samen met de oplevering van het hydrologisch ontwerp (april 2017). De nieuwe metingen kunnen daarom niet meer worden meegenomen in het hydrologisch ontwerp. Wél kunnen en zullen ze worden gebruikt voor het analyseren van de optredende peilen en afvoeren ná herinrichting.

Ad. 5

In de eerste variantenstudie (1 t/m 3) is reeds ingegaan op bandbreedtes in berekende peilen bij verschillende wandruwheden. Dit is beschreven in paragraaf 3.4. Om een inschatting te maken van de bandbreedtes is er voor de Bos en Bijkerkwaard 15, 23 en 30 een berekening uitgevoerd. Uit deze berekeningen blijkt dat de waterstand in vlakke gebieden 10 tot 15 centimeter kan oplopen bij een grotere wandruwheid (verschil tussen Bos en Bijkerkwaarde 15 en 30). Dat betekent dat de waterstanden als gevolg van een toename van de begroeiing 10 tot 15 centimeter hoger kan worden. De berekende bandbreedtes zullen hetzelfde zijn in het 1d2d-model dat gebruikt is voor variant 4.

In bijlage 5 van deze rapportage (Memo inlaten kanaalwater Reggesysteem en doorvoer naar Drents Overijsselse Delta) wordt o.a. ingegaan op infiltratieverliezen tijdens de waterinlaat. In het ontwerp van de Reggedal Enter wordt in de zomersituatie rekening gehouden met een waterinlaat van 1,2 m³/s vanuit de Twentekanal. Deze waterinlaat is verdeeld over verschillende inlaatpunten waarvan de inlaat bij de Twickelervaart en Oude Hagemolenbeek de belangrijkste zijn. Met behulp van het grondwatermodel is de hoeveelheid infiltratie berekend voor de Boven Regge vanaf de instroom van de Oude Hagmolenbeek tot aan de huidige locatie van stuw Exoo (zie figuur 52). Dit tracé heeft een lengte van circa 5 kilometer. Het grootste deel van de tijd heeft de Regge een drainerende functie, immers het grootste deel van het jaar is de grondwaterstand hoger dan het oppervlaktewaterpeil. In de huidige situatie wordt het peil kunstmatig hoog gehouden door de stuwen in de Boven Regge, waardoor er relatief veel water kan infiltreren. Doordat de stuwen worden verwijderd zal de hoeveelheid water dat infiltreert afnemen. In de onderstaande grafiek is de hoeveelheid water dat infiltreert (over het tracé van circa 5km) gegeven voor de referentiesituatie en de ontwerpsituatie.



Figuur 52 infiltratie Boven Regge stuw Exo tot instroom Oude Hagmolenbeek

Uit de modelberekening blijkt dat in de zomer van 1990 de grootste infiltratie heeft plaats gevonden. In de referentiesituatie infiltreerde er een hoeveelheid van ongeveer 1.800 m³/dag wat omgerekend ongeveer 21 l/s bedraagt. In de ontwerpsituatie is dit afgenomen tot ongeveer 1.000 m³/dag wat omgerekend ongeveer 12 l/s is. Deze infiltratiehoeveelheden zijn berekend voor een tracé met een lengte van ongeveer 5 km. Als op basis van deze gegevens de hoeveelheid water dat infiltreert wordt geëxtrapoleerd naar de totale lengte van 25 km (de gehele Regge) dan komt de totale infiltratiehoeveelheid uit op ongeveer 105 l/s in de referentiesituatie en 60 l/s in de ontwerpsituatie. Ten opzichte van de totale inlaathoeveelheid van 1,2 m³/s is het verlies daarmee ongeveer 5%. Dergelijke geringe verliezen hebben geen effect op de waterstanden.

Ad. 6

Ten aanzien van de onzekerheden in de grondwatermodellering en daarmee ook in de berekende droog- en natschades, heeft het waterschap besloten om het monitoringsmeetnet met peilbuizen te verdichten. Dat er een onderschatting van de GLG met ongeveer 0,20 m in het grondwatermodel lijkt te zitten, is reeds vastgesteld in paragraaf 4.2 van dit rapport. Dat er daarnaast enige marge kan zitten in de berekende droog- en natschade op basis van de HELP-tabellen uit de WATERNOOD-systematiek (paragraaf 5.3 van dit rapport) is landelijk bekend en ook toegelicht in overleggen met de grondgebruikers en eigenaren. Een nieuwe methode is echter nog niet operationeel. Juist vanwege deze onzekerheden heeft het waterschap ingezet op een zeer uitgebreid gebiedsproces waarbij wij de modelberekeningen ter toetsing zijn voorgelegd aan de betrokken in het gebied (o.a. de keukentafelgesprekken). De reacties waren in het algemeen zeer acceptabel. Verder (model)onderzoek naar mogelijke verbeteringen van de prestaties van het grondwatermodel, betekent niet direct dat eventuele 'marges' (verschil theorie-praktijk) worden weggenomen. Een model blijft een simulatie van de werkelijkheid. Vandaar dat het waterschap inzet op extra monitoring van oppervlaktewater- en grondwaterstanden in de praktijk. Hiermee kan worden getoetst of de werkelijke effecten overeenkomen met de berekende effecten. Hier wordt verder op ingegaan in paragraaf 8.8.

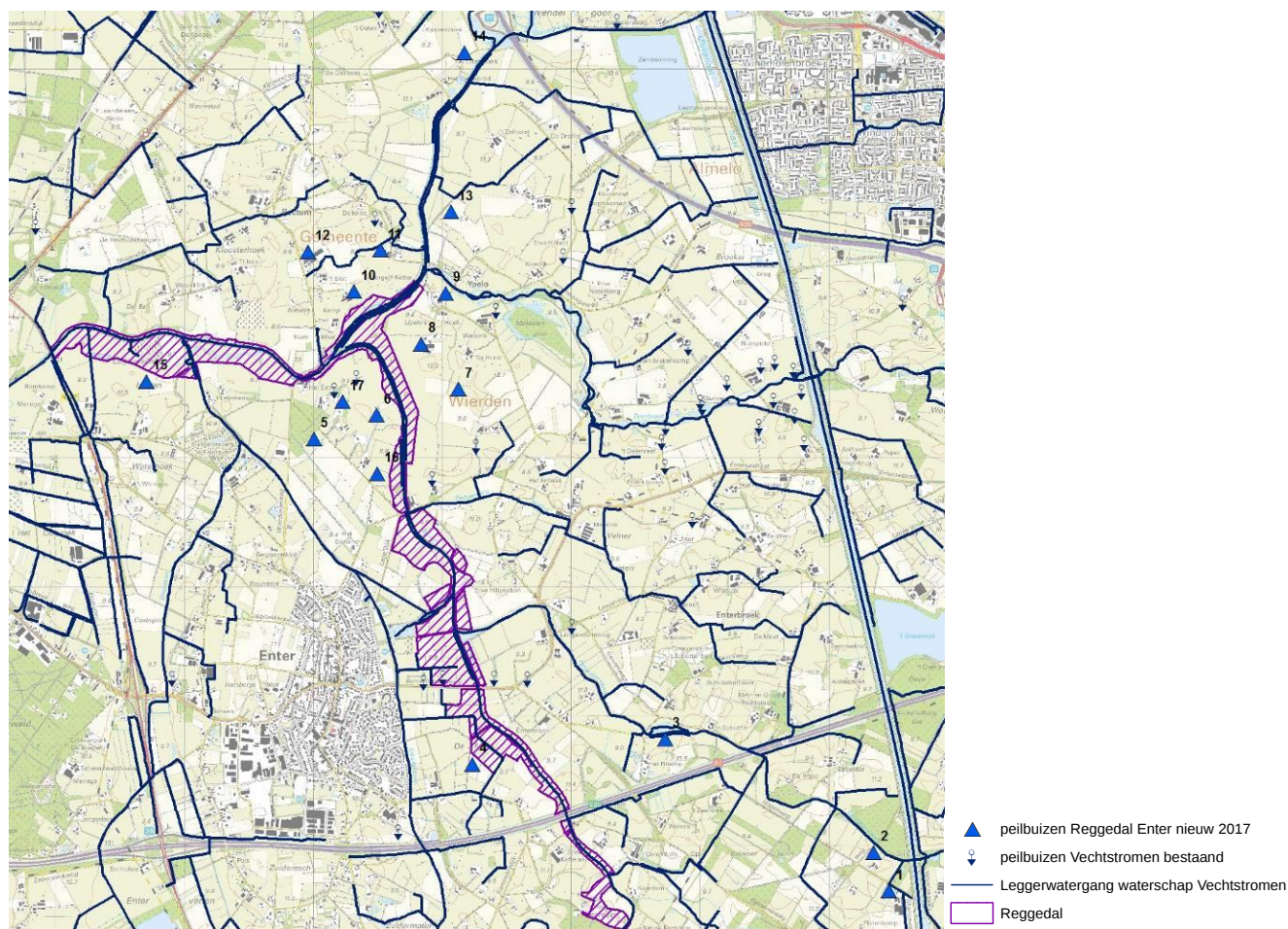
Ad. 7

De aangepaste hoogwatermodellering is toegelicht in paragraaf 8.4.

8.8 Verdichting monitoringsmeetnet

Grondwater

In de huidige situatie staan er langs de Regge en in het Deldenerbroek al een aantal raaien met peilbuizen. Deze zijn geplaatst in 2010. De gegevens van deze peilbuizen zijn gebruikt voor de toetsing van de huidige situatie van het grondwatermodel (zie verder paragraaf 4.2 en bijlage 1). In het kader van het project *Reggedal Enter* wordt dit bestaande meetnet uitgebreid met 17 peilbuizen. De locaties van deze peilbuizen zijn gebaseerd op de berekende effecten van variant 3 en op informatie uit keukentafelgesprekken. In figuur 53 zijn de locaties weergegeven. In het Deldenerbroek worden in het kader van dit project geen nieuwe peilbuizen bijgeplaatst, omdat dit al is gebeurd in het kader het project *Oude Hagmolenbeek Deldenerbroek* zelf.

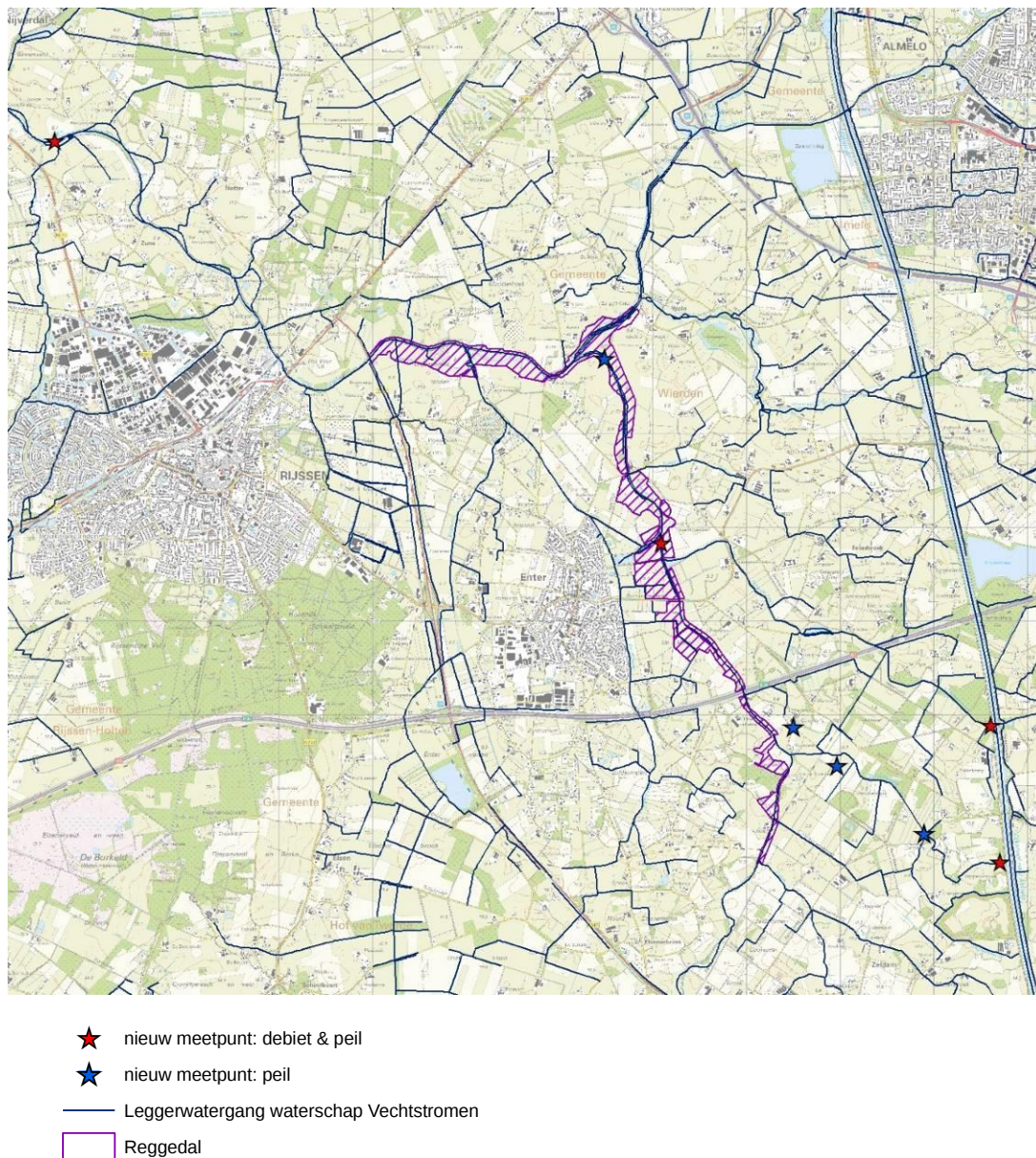


Figuur 53 uitbreiding meetnet grondwater Reggedal

Oppervlaktewater

Naar aanleiding van de second opinion van HKV is het afvoermeetpunt bij stuw Notter in de Midden Regge vervangen door een (permanent) nieuw akoestisch meetpunt. Dit meetpunt is geplaatst in april 2017.

Bij de inlaatpunten in de Oude Hagmolenbeek en de Twickelervaart, alsmede bij de nieuwe stuw/vispassage bij Entermors, worden ook afvoermeetpunten geplaatst. Daarnaast worden een aantal nieuwe peilmeetpunten geplaatst in de Boven Regge (bij Exoo) en in de Oude Hagmolenbeek. De nieuw te plaatsen meetpunten zijn weergegeven in onderstaande figuur. Bestaande meetpunten, zoals het meetpunt in de Twickelervaart bij stuw Schuttebelt, zijn niet in de figuur weergegeven.



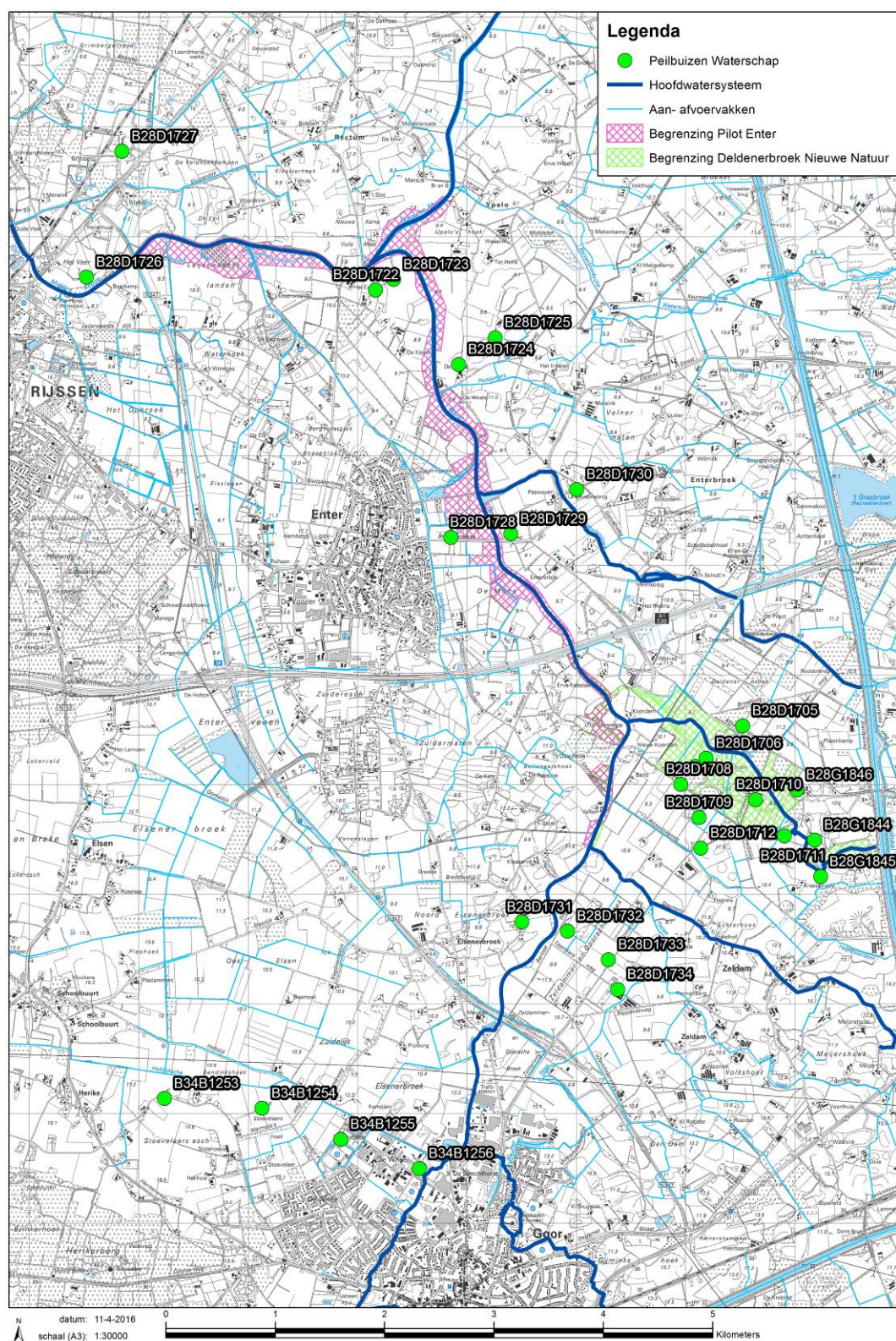
Figuur 54 uitbreiding meetnet oppervlaktewater Reggedal

9. Literatuur

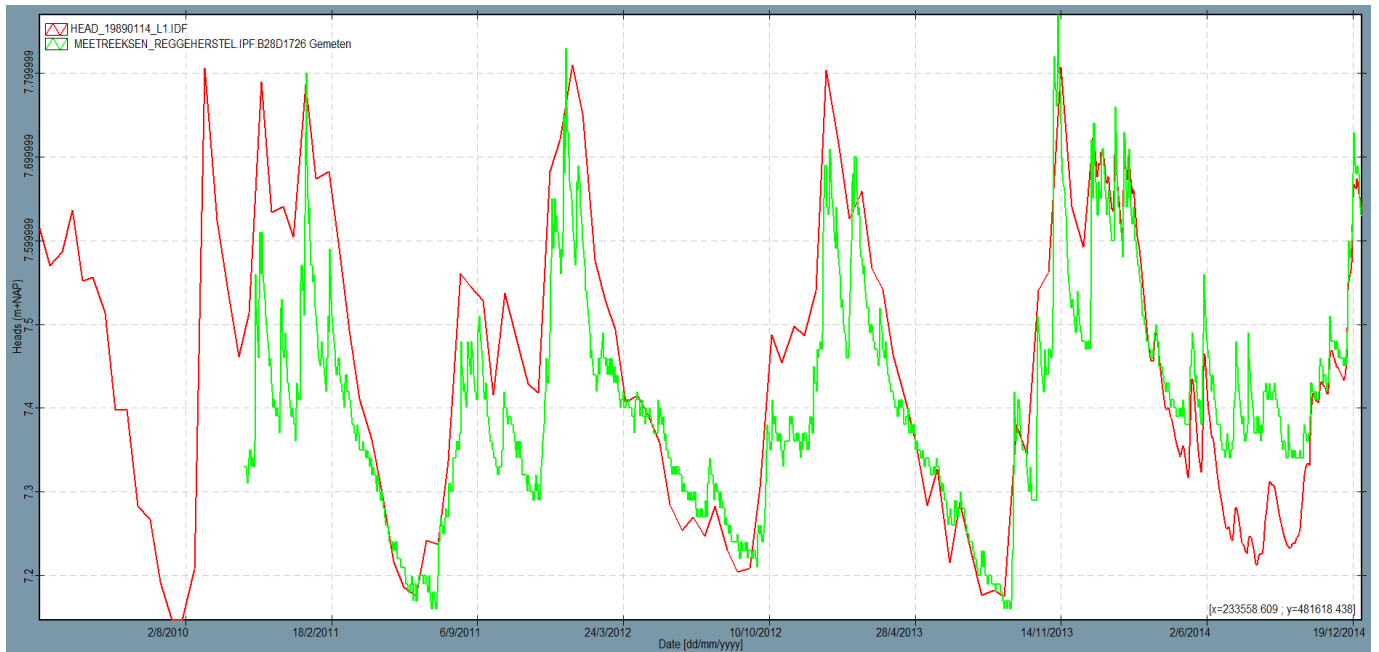
1. Arcadis & Dienst Landelijk Gebied, 2014. Geohydrologisch onderzoek Deldenerbroek. 17 juli 2014.
2. Buishand, T.A. & Wijngaard, J.B., Statistiek van extreme neerslag voor korte neerslagduren, KNMI, 2007.
3. De Graaff, B., Groot, S., Termes, P., 2008. Concrete uitwerking van de Reggevisie. Van verzamelleiding tot meanderende rivier. HKV lijn in Water, januari 2008.

4. Groot, S., 2009. Invoegen meanderende Regge in 1D model. HKV lijn in Water, april 2009.
5. Landinrichting Enter & Ruilverkaveling Rijssen & Arcadis, 2010. Van Binnen Gait tot Zuna. Inrichtingsplan voor de Regge tussen Goor en Nijverdal. 15 december 2010.
6. Rijkswaterstaat, 2012. Waterakkoord Twenthekanalen / Overijsselsche Vecht. September 2012.
7. Steentjes, B.J. & K. van 't Slot, 2012. Basisrioleringsplan Rijssen. Oranjewoud, 24 februari 2012.
8. Stokvis, B., 2015. Onderzoek naar de bevaarbaarheid van de Regge voor de Enterse Zomp. Bachelor thesis, Universiteit Twente, juli 2015.
9. STOWA 2004-26 Statistiek van extreme neerslag in Nederland 2004-26, STOWA rapportnummer 2004-31. ISBN 90.5773.261.0.
10. STOWA 2012-31 Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. STOWA rapportnummer 2012-31. ISBN 978.90.5773.569.1
11. Van der Scheer, J, Afvoeren Boven en Midden Regge, Waterschap Regge en Dinkel, 2004.
12. Van der Scheer, J, De Doorbraak Hydraulisch ontwerp, Waterschap Regge en Dinkel, 2007.
13. Wassink, W, Optimalisatie waterverdeling waterlichamen Azelerbeek, Hagmolenbeek en Twickelervaart, Waterschap Regge en Dinkel, 7 juni 2011.
14. Waterschap Regge en Dinkel, Handboek hydrologie 2012, 31 oktober 2012.

Bijlage 1: Vergelijking grondwaterstanden gemeten vs. Berekend



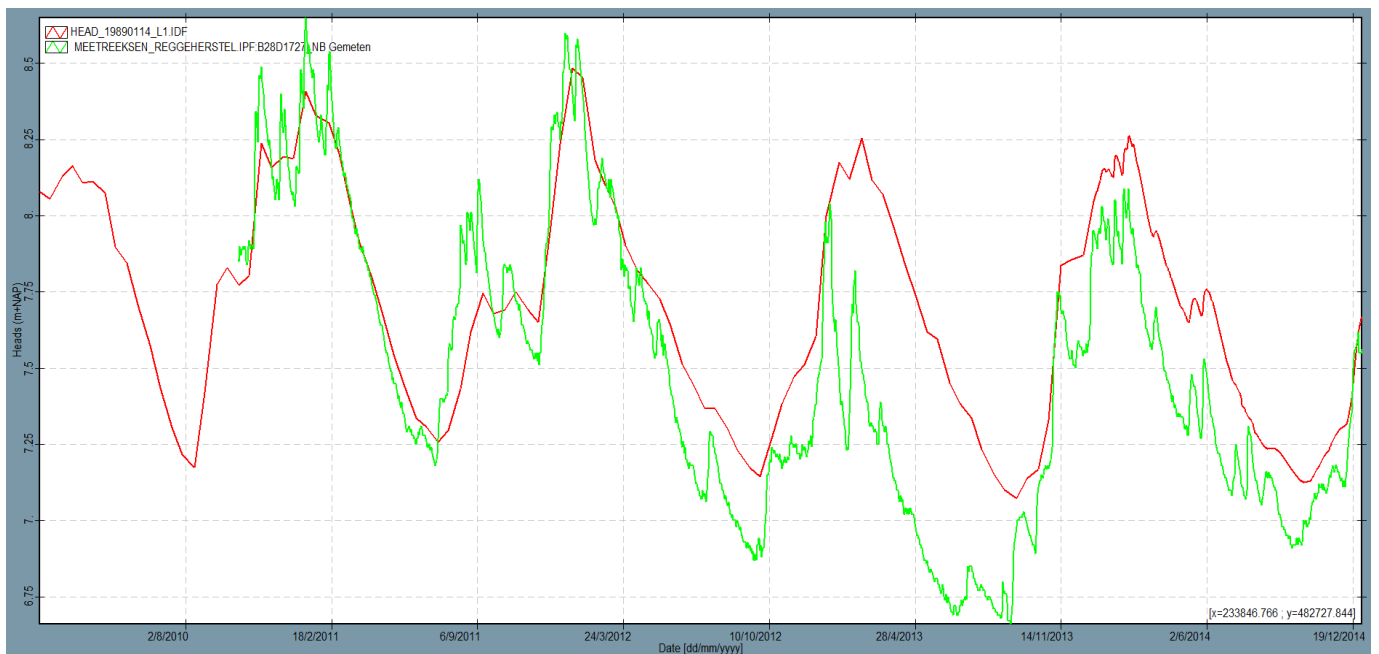
Bijlage 2: Vergelijking grondwaterstanden gemeten vs. Berekend tijdstijghoogtelijnen



Peilbuis van het waterschap B28D1726 ten noorden van de Midden Regge.

GHG wordt correct berekend.

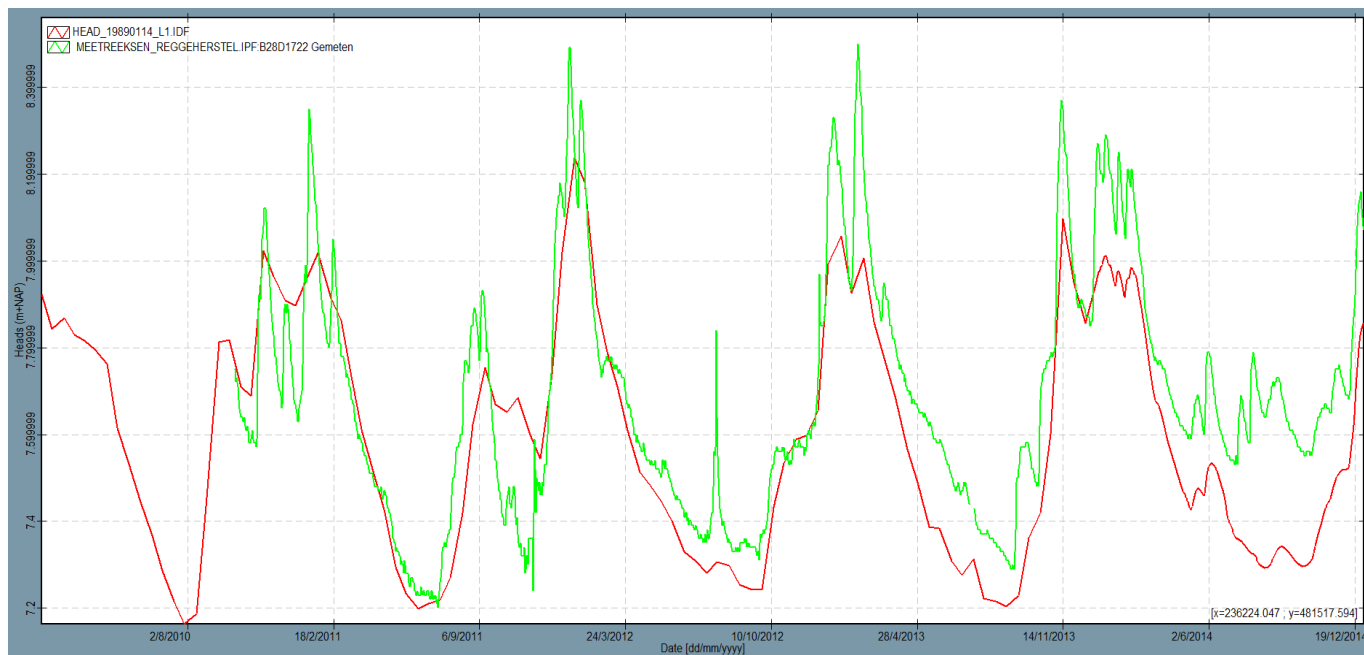
GLG wordt correct berekend alleen in de zomer van 2014 wordt de grondwaterstand ca. 10 cm te laag berekend.



Peilbuis van het waterschap B28D1727 ten noorden van de Midden Regge.

GHG wordt correct berekend.

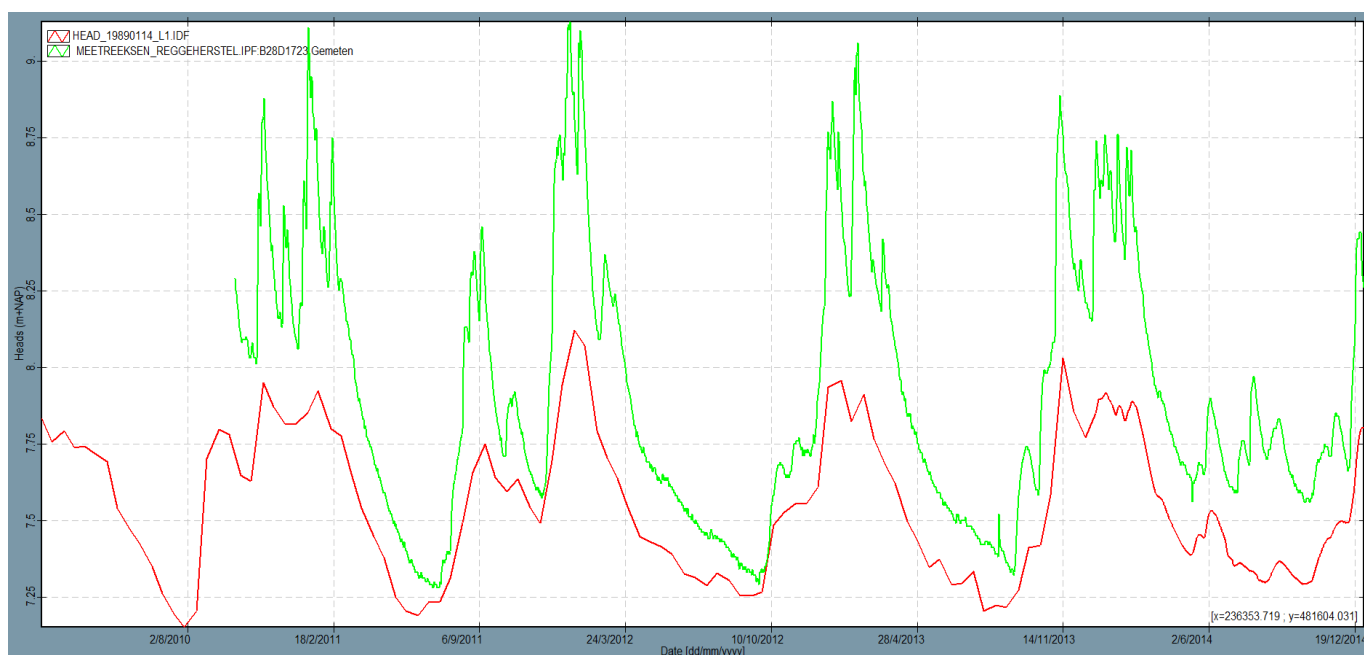
GLG wordt redelijk goed berekend echter vanaf 2012 wordt de grondwaterstand structureel overschat. Uit de controle handmeting bleek echter ook een afwijking van 25 à 30 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1722 ten zuiden van de Midden Regge ter hoogte van de instroom van de Exosche Aa.

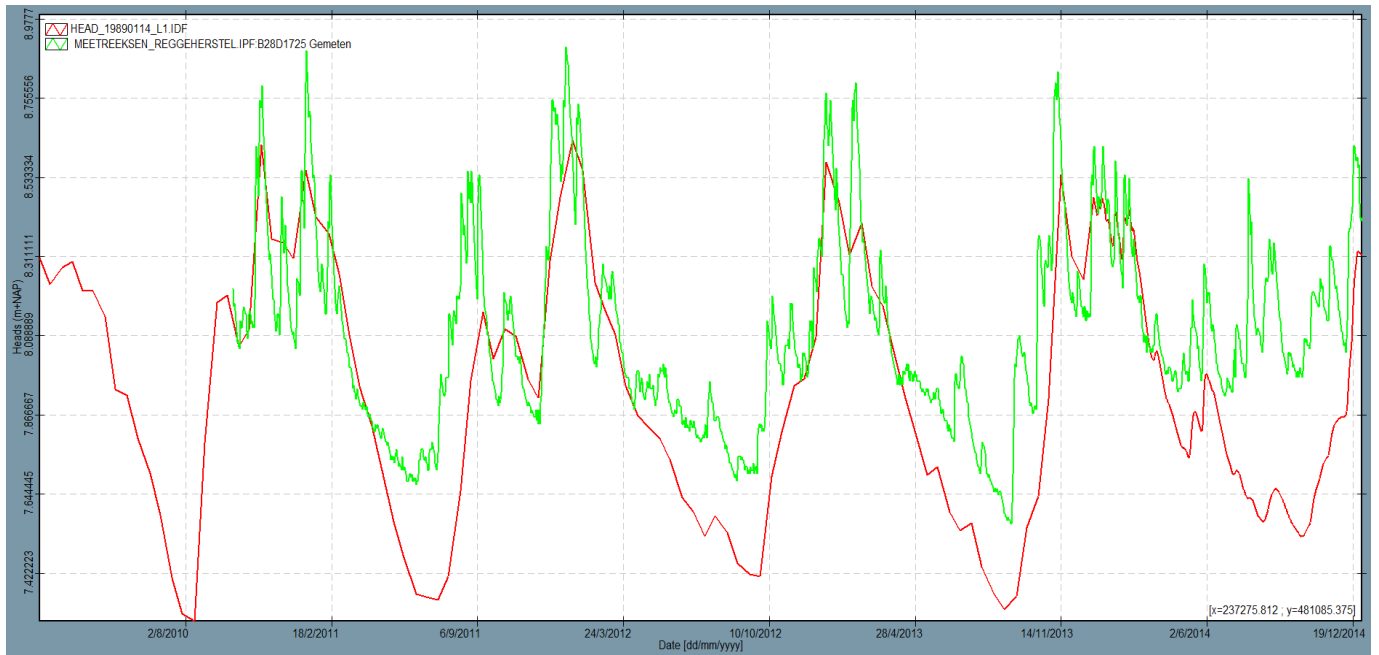
GHG lijkt wat te worden onderschat. Echter is het ook mogelijk dat de pieken 'gemist' worden in de berekening i.v.m. rekenresultaat van de 14^e en 28^e.

GLG wordt ook iets onderschat.

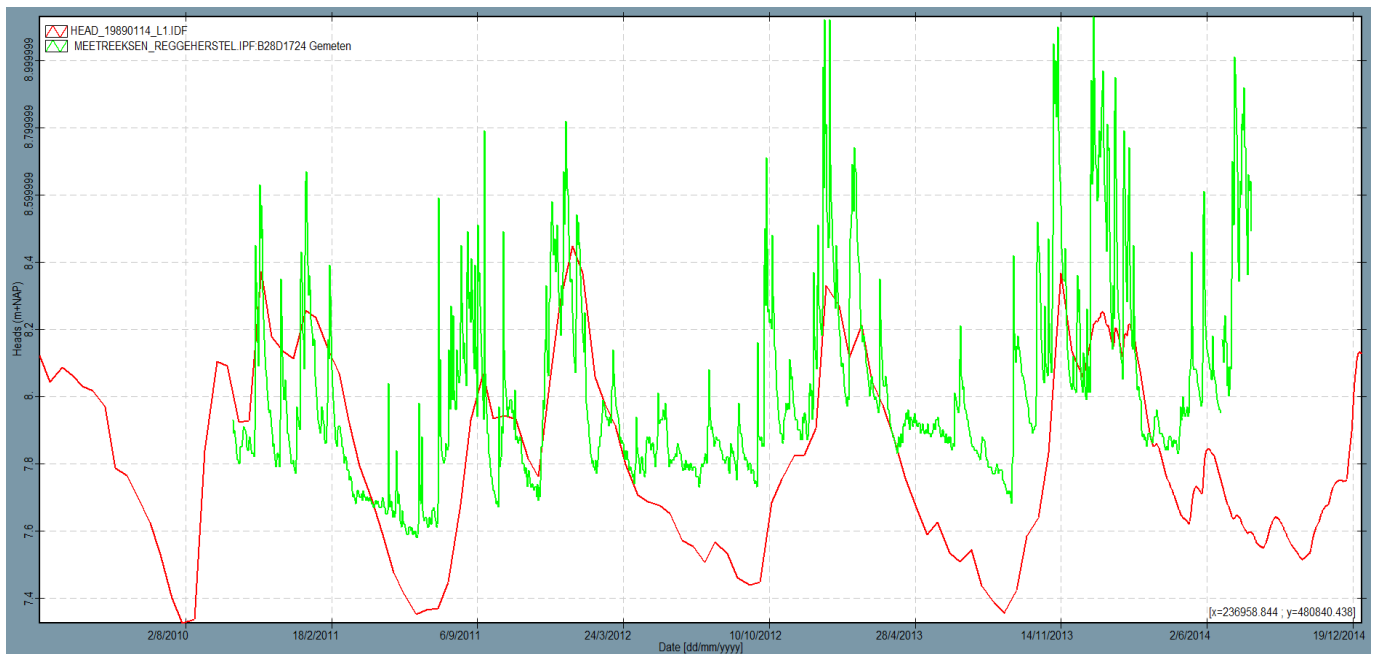


Peilbuis van het waterschap B28D1723 ten zuiden van de Midden Regge ter hoogte van de instroom van de Exosche Aa. Deze meting staat dicht bij de Regge.

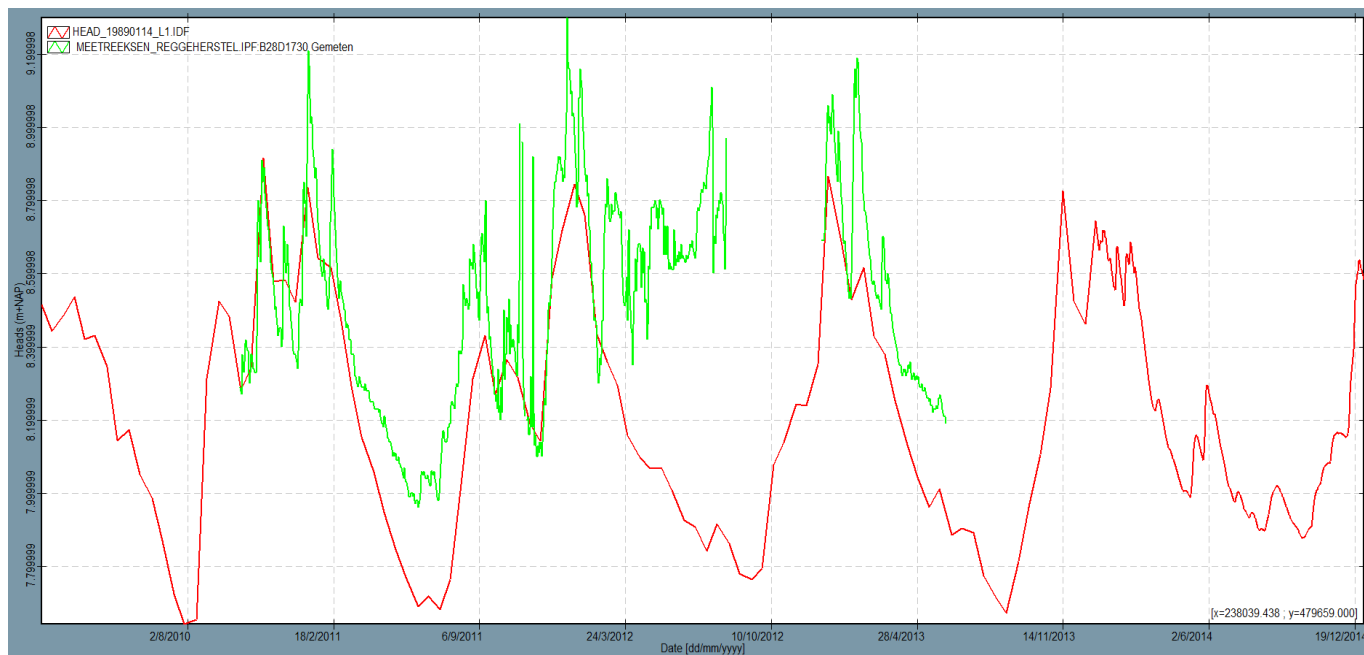
De GHG wordt flink onderschat. Hier lijkt wat vreemds aan de hand aangezien deze peilbuis op ca. 200 meter afstand van peilbuis B28D1722 staat, maar de GHG loopt 60 tot 80 cm hoger op terwijl de GLG hoegenaamd gelijk is.



Peilbuis van het waterschap B28D1725 ten oosten van de Boven Regge ter hoogte van de Peddemorsleiding.
De GHG wordt goed berekend.
De GLG wordt ca. 20 cm te laag berekend.



Peilbuis van het waterschap B28D1724 ten oosten van de Boven Regge ter hoogte van de Peddemorsleiding.
De GHG lijkt iets te worden onderschat.
De GLG wordt ook onderschat met een afwijking van ongeveer 20cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1730 ten oosten van de Boven Regge en Twickelervaart. De kwaliteit van deze meting is discutabel. Er komen veel gaten voor in de reeks.

GHG lijkt aardig goed berekend te worden.

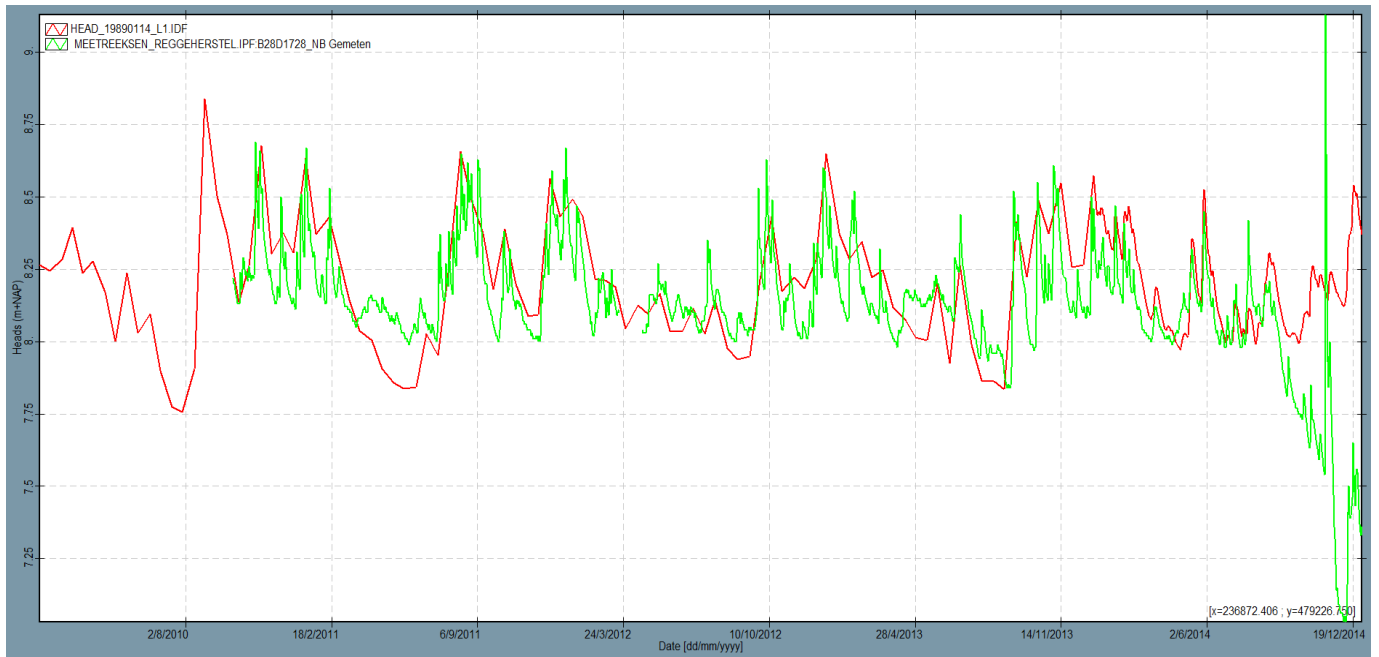
GLG wordt te laag berekend (voor zover de metingen laten zien) mogelijk wordt de infiltratie vanuit de Twickelervaart onderschat.



Peilbuis van het waterschap B28D1729 nabij de Boven Regge en Twickelervaart.

De GHG wordt correct berekend.

De GLG wordt wederom onderschat. De afwijking is ongeveer 15 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1728 tussen de Engergraven en Boven Regge. In de tweede helft van 2014 lijkt er iets vreemds aan de hand met de meting. De metingen in de tweede helft van 2014 corresponderen niet met de rest van de reeks.

GHG wordt correct berekend.

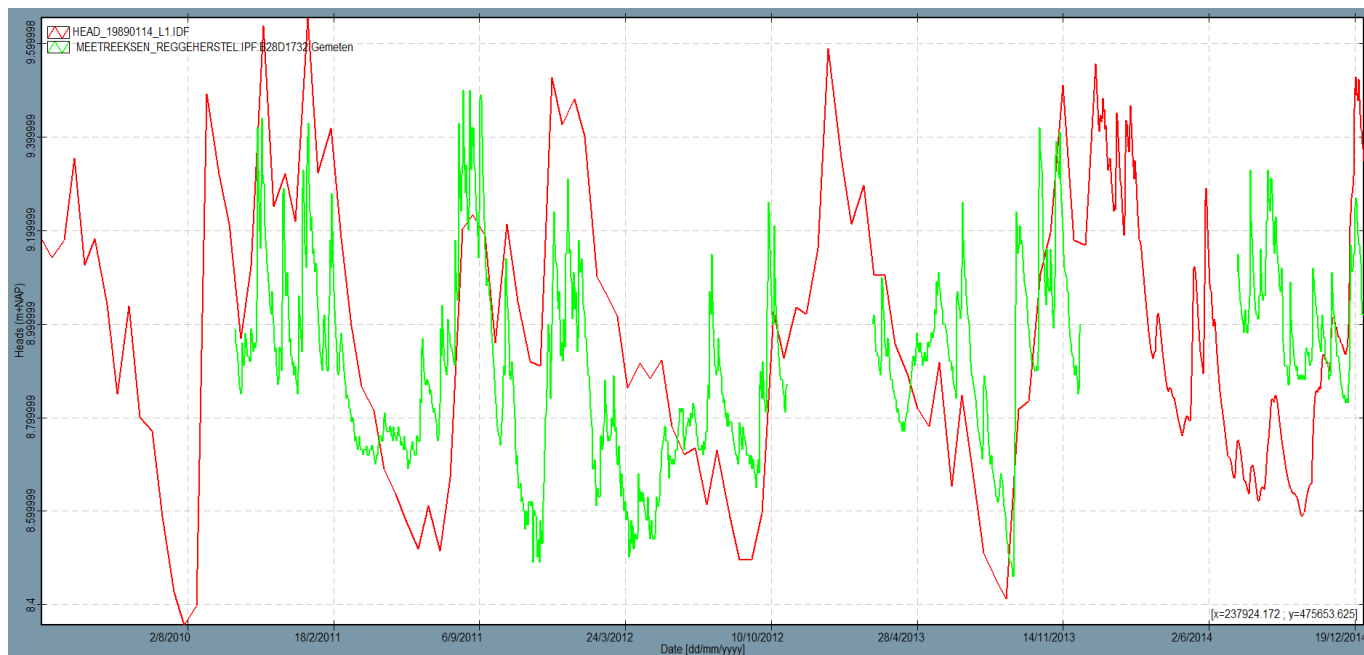
GLG wordt ook correct berekend.



Peilbuis van het waterschap B28D1731 ten westen van de Boven Regge ter hoogte van Elsenerbroek.

GHG wordt correct berekend.

GLG wordt correct berekend

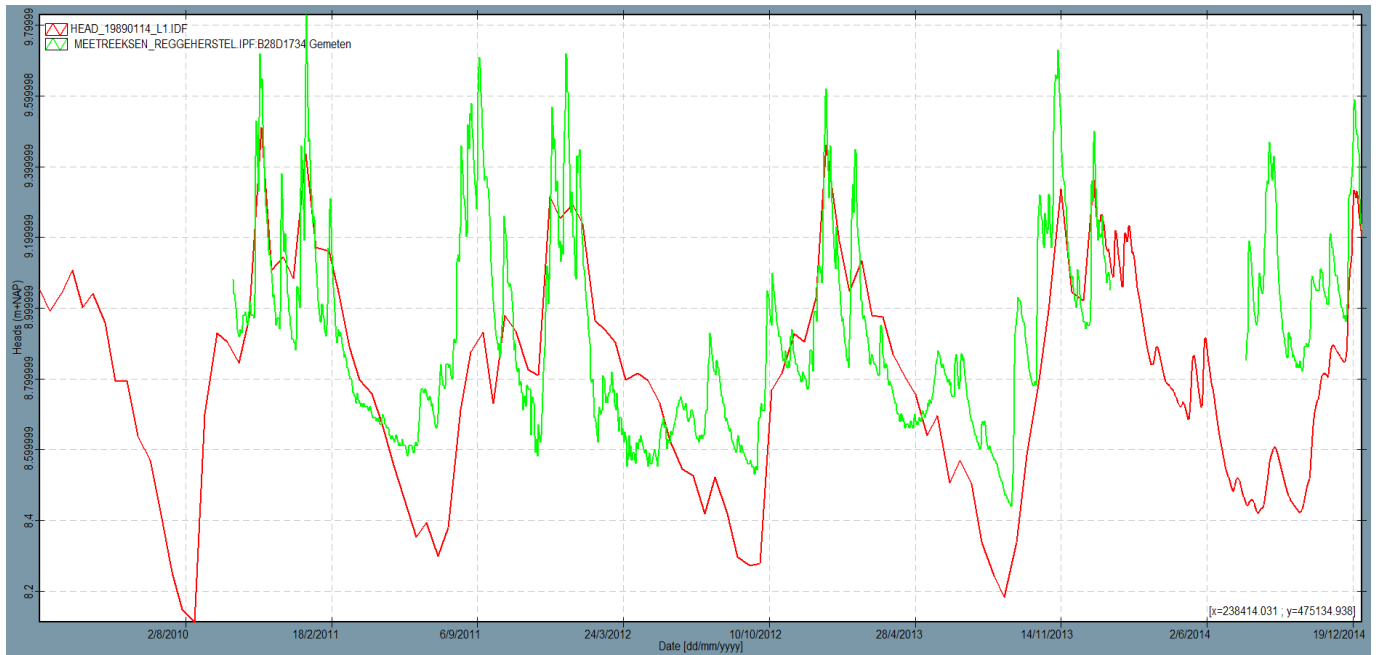


Peilbuis van het waterschap B28D1732 ten oosten van de Boven Regge ter hoogte van Elsenerbroek. Deze meetreeks moet met enige voorzichtigheid worden beschouwd in verband met de uitvoering van Elsenerbroek. GHG lijkt iets te worden overschat. GLG lijkt redelijk goed benaderd te worden.



Peilbuis van het waterschap B28D1733 ten oosten van de Boven Regge ter hoogte van Elsenerbroek. Deze meetreeks moet met enige voorzichtigheid worden beschouwd in verband met de uitvoering van Elsenerbroek.

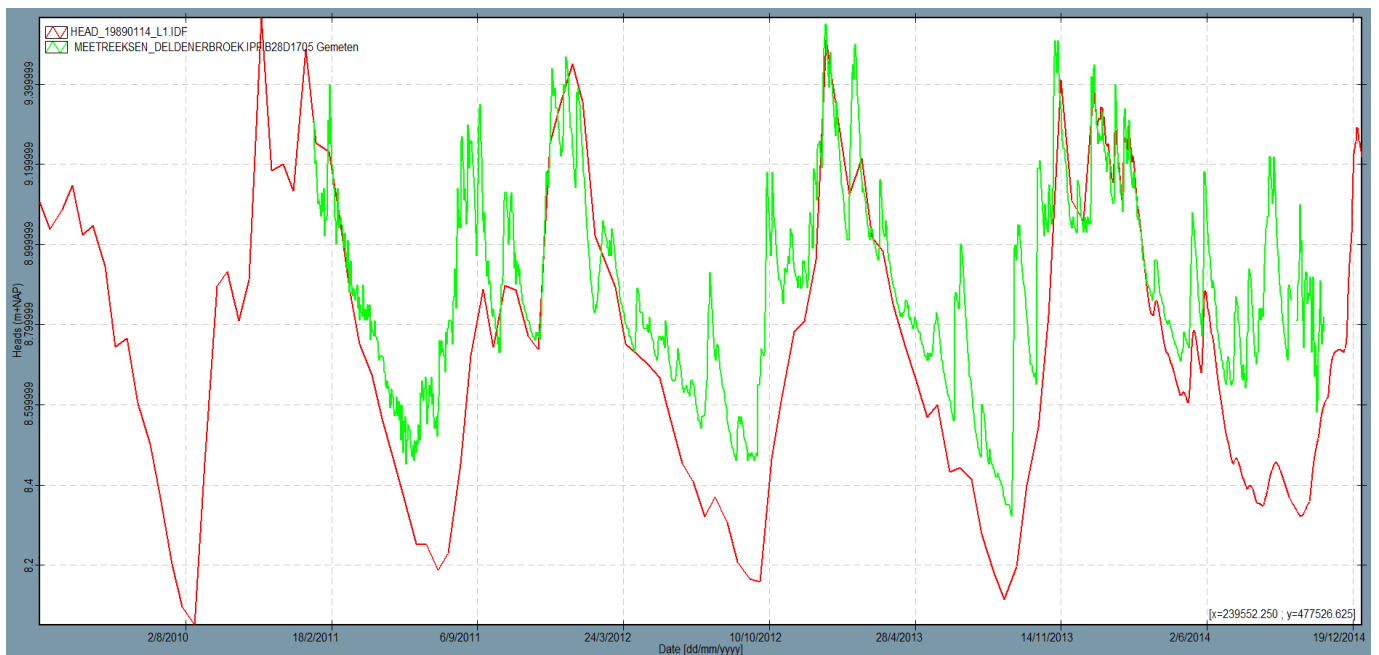
De GHG wordt redelijk goed berekend. De pieken lijken iets te worden onderschat, het is ook mogelijk dat de pieken 'gemist' worden in de berekening i.v.m. rekenresultaat van de 14^e en 28^e. De GLG wordt behoorlijk onderschat. De afwijking is 30 tot 40 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1734 ten oosten van de Boven Regge ter hoogte van Elsenerbroek. Deze meetreeks moet met enige voorzichtigheid worden beschouwd in verband met de uitvoering van Elsenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

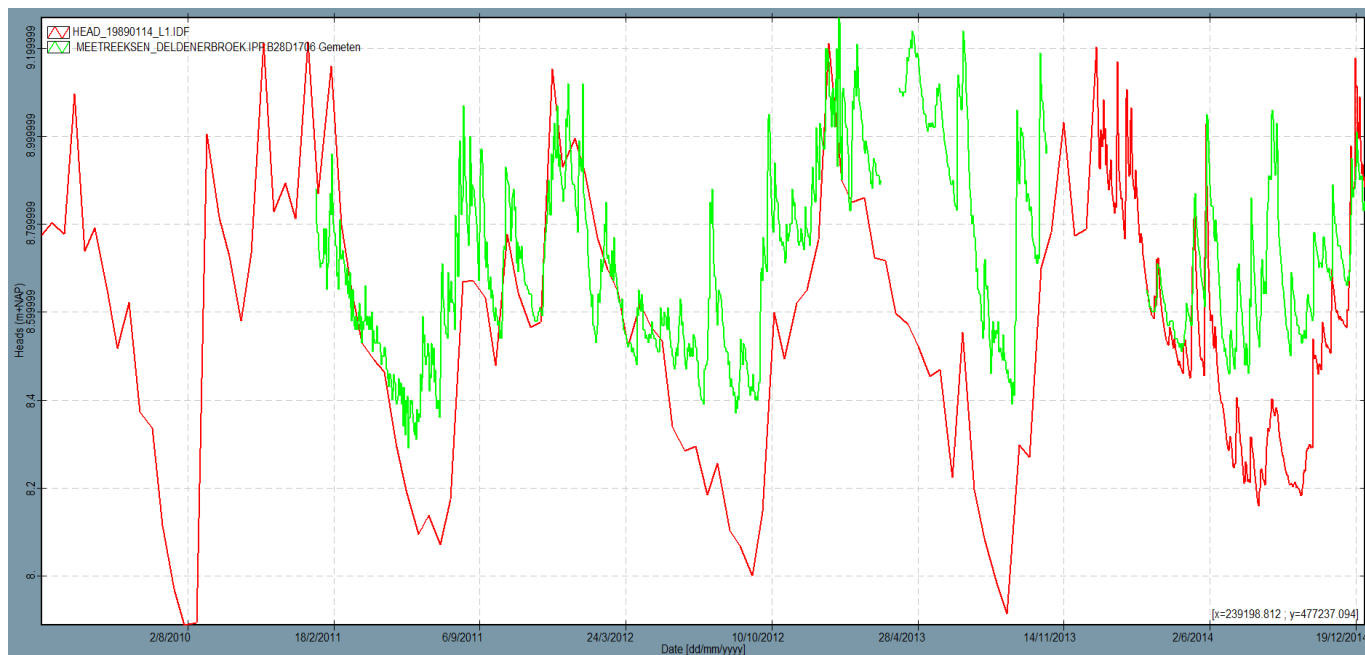
De GLG lijkt wederom iets te worden onderschat. Afwijking is ongeveer 20 centimeter.



Peilbuis van het waterschap B28D1705 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

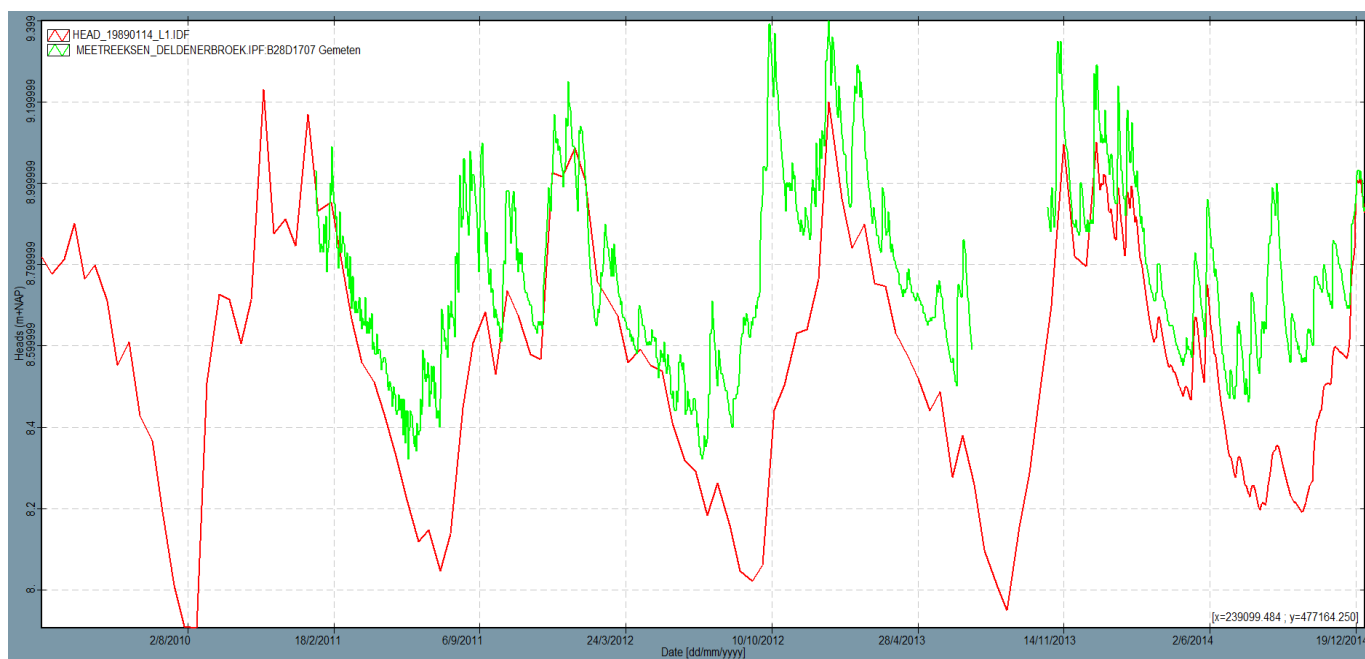
De GLG wordt onderschat met ca 25 tot 30 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1706 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

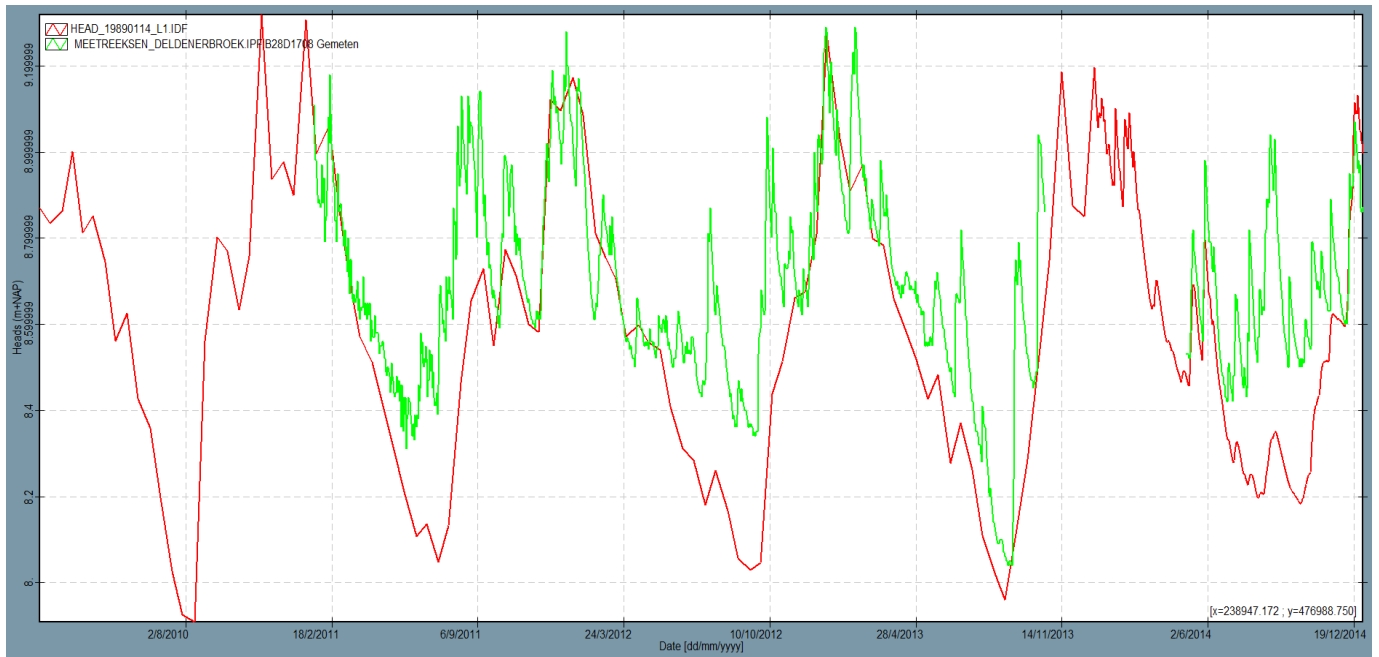
De GLG wordt onderschat met ca 30 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1707 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

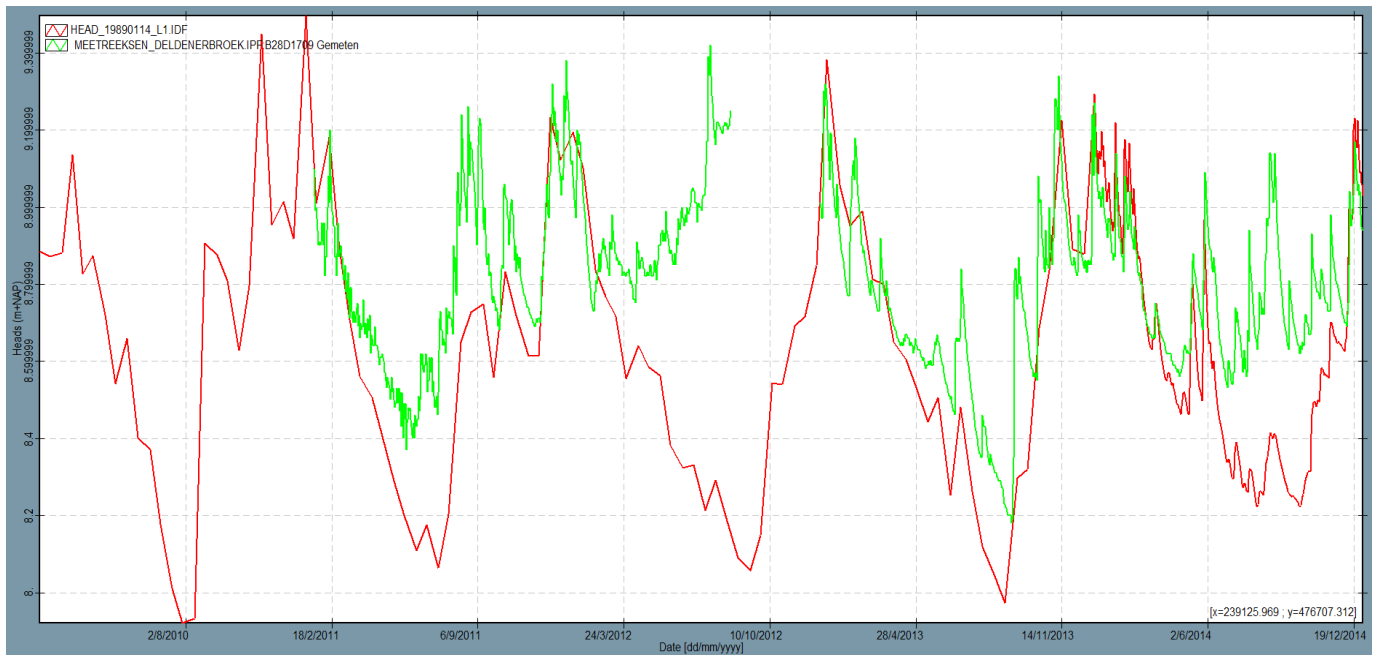
De GLG wordt onderschat met ca 25 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1708 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

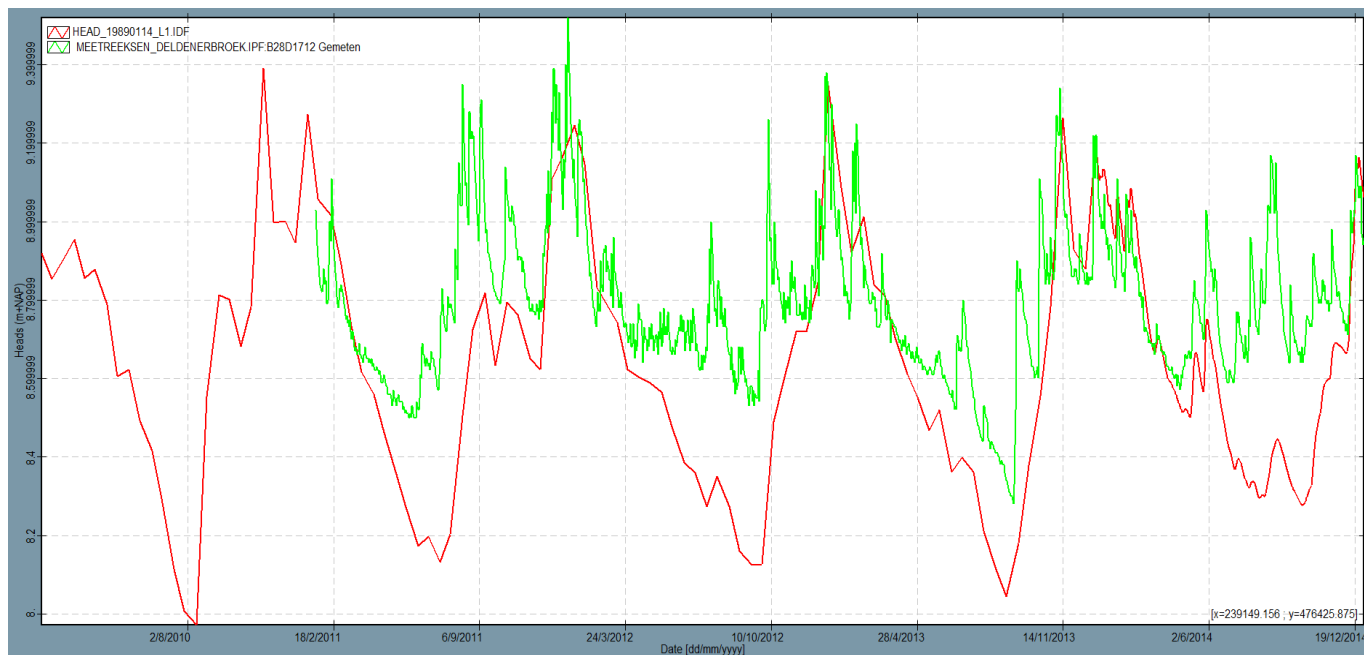
De GLG wordt onderschat met ca 20 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1709 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

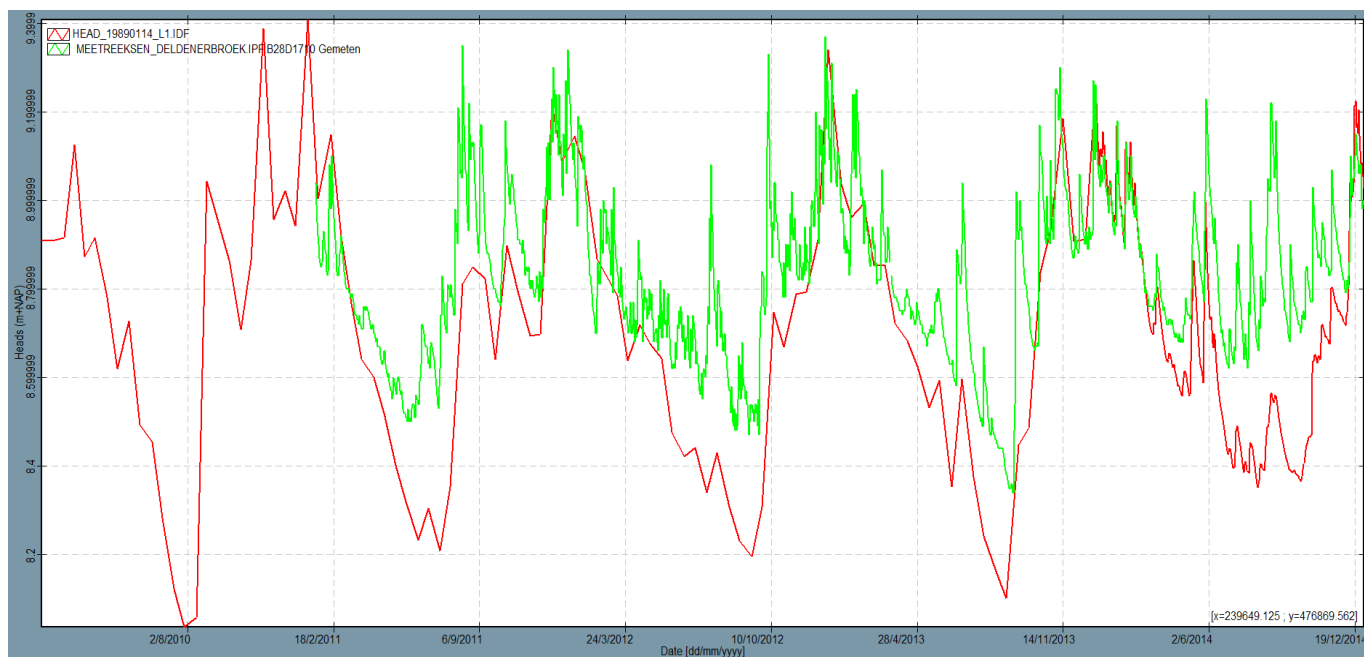
De GLG wordt onderschat met ca 25 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1712 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

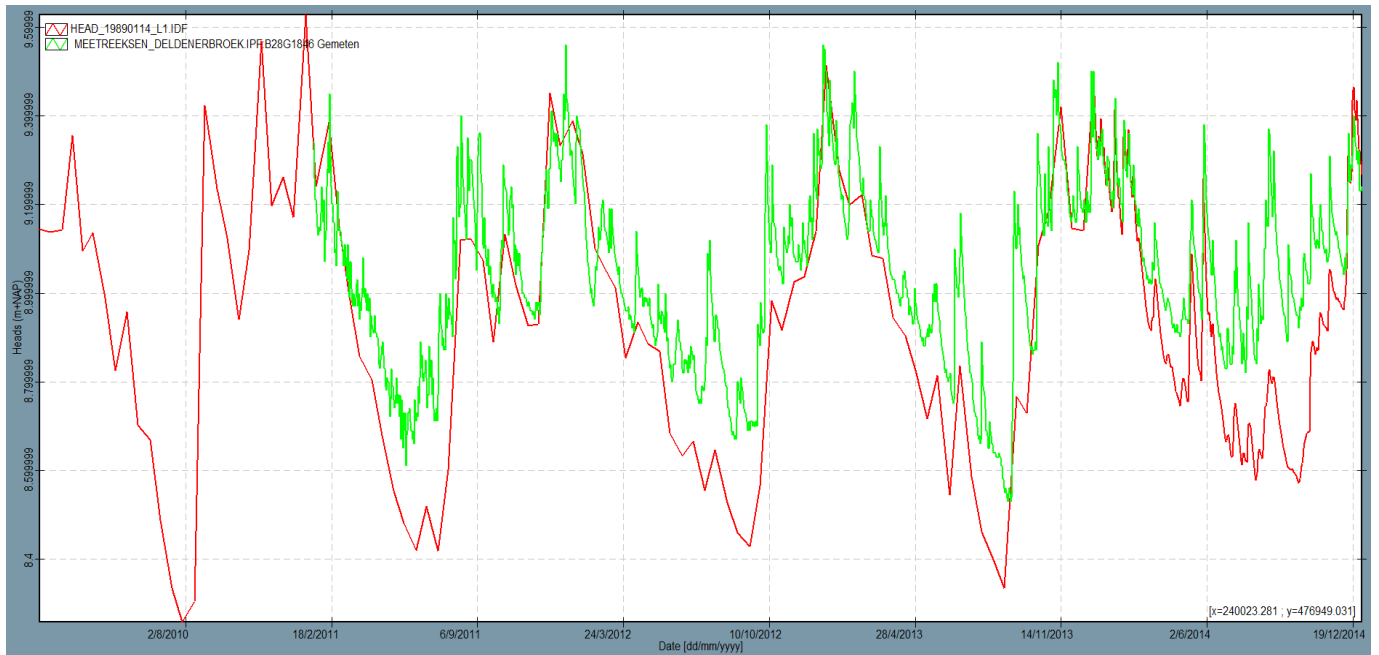
De GLG wordt behoorlijk onderschat met ca 40 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1710 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

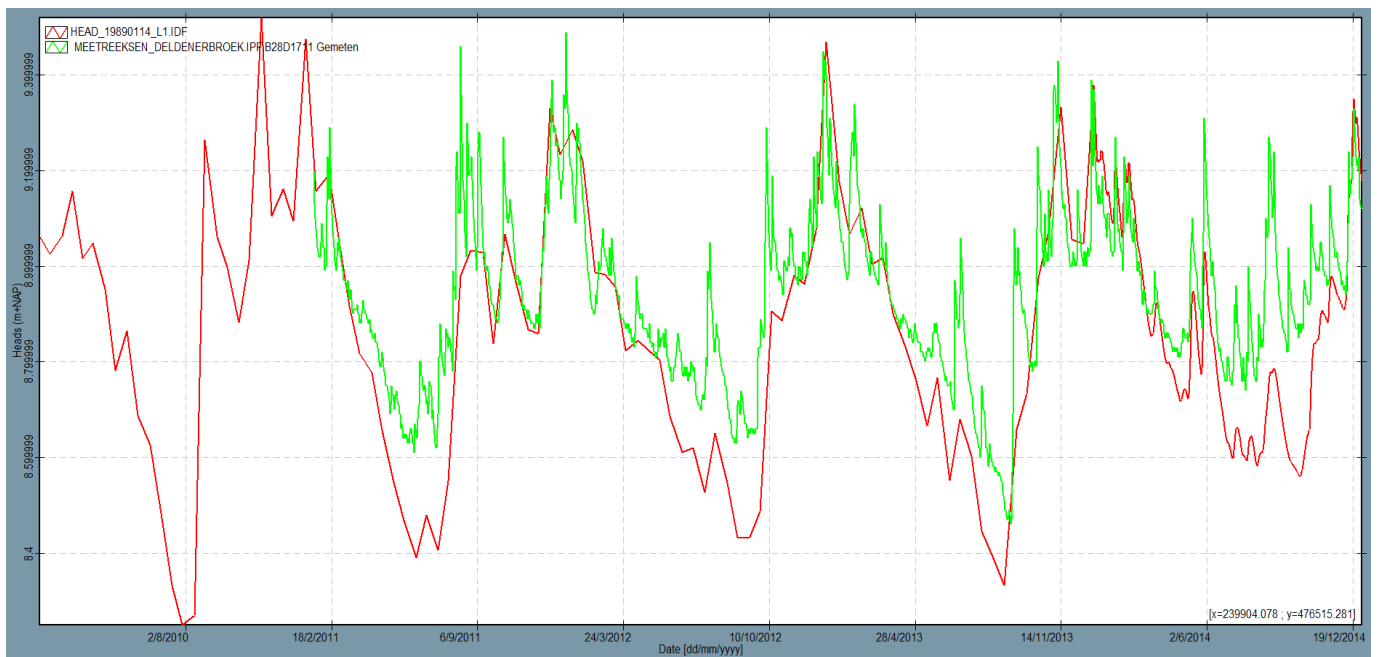
De GLG wordt onderschat met ca 25 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1846 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

De GLG wordt onderschat met ca 20 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1711 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

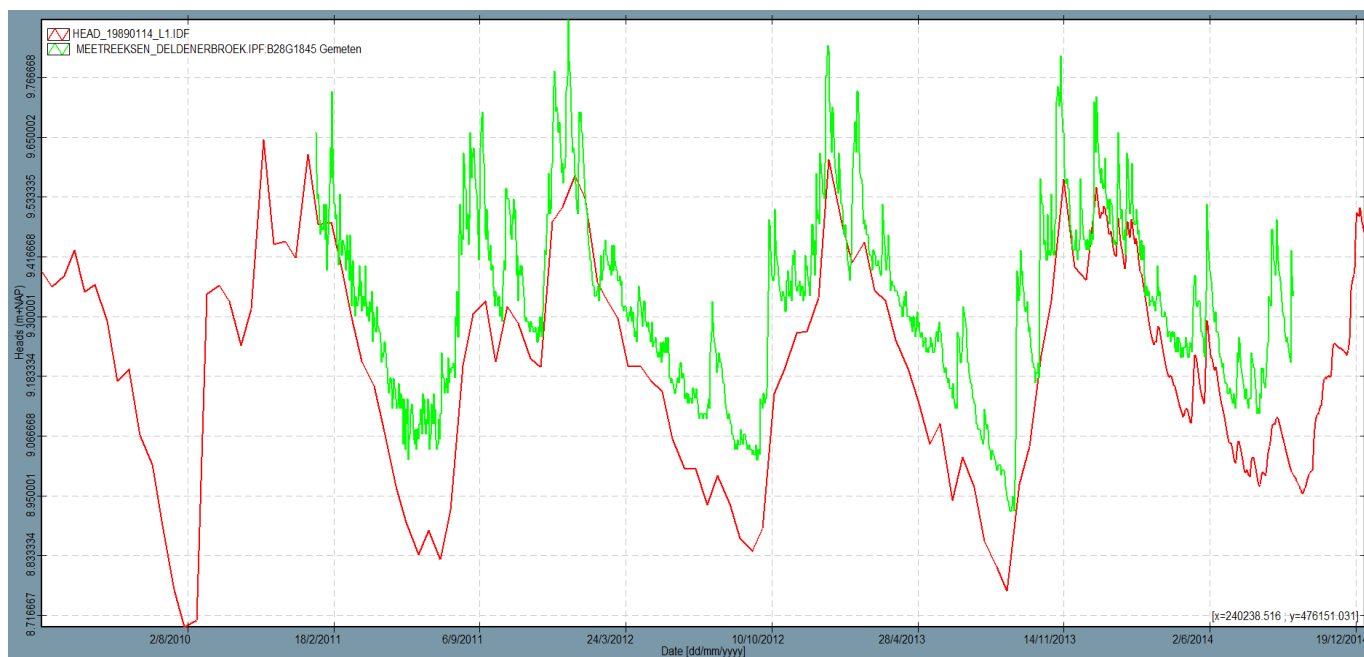
De GLG wordt onderschat met ca 20 cm.



Peilbuis van het waterschap B28D1844 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt onderschat met ongeveer 20 cm.

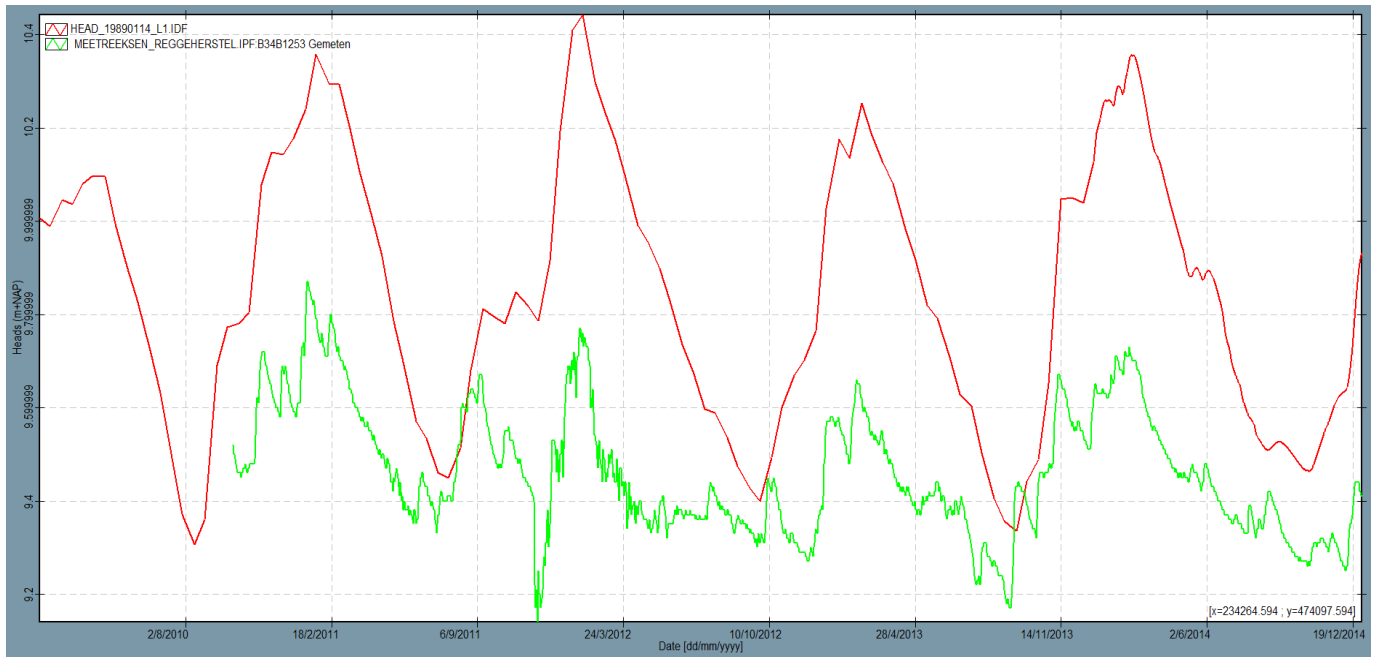
De GLG wordt eveneens met ongeveer 20 cm onderschat.



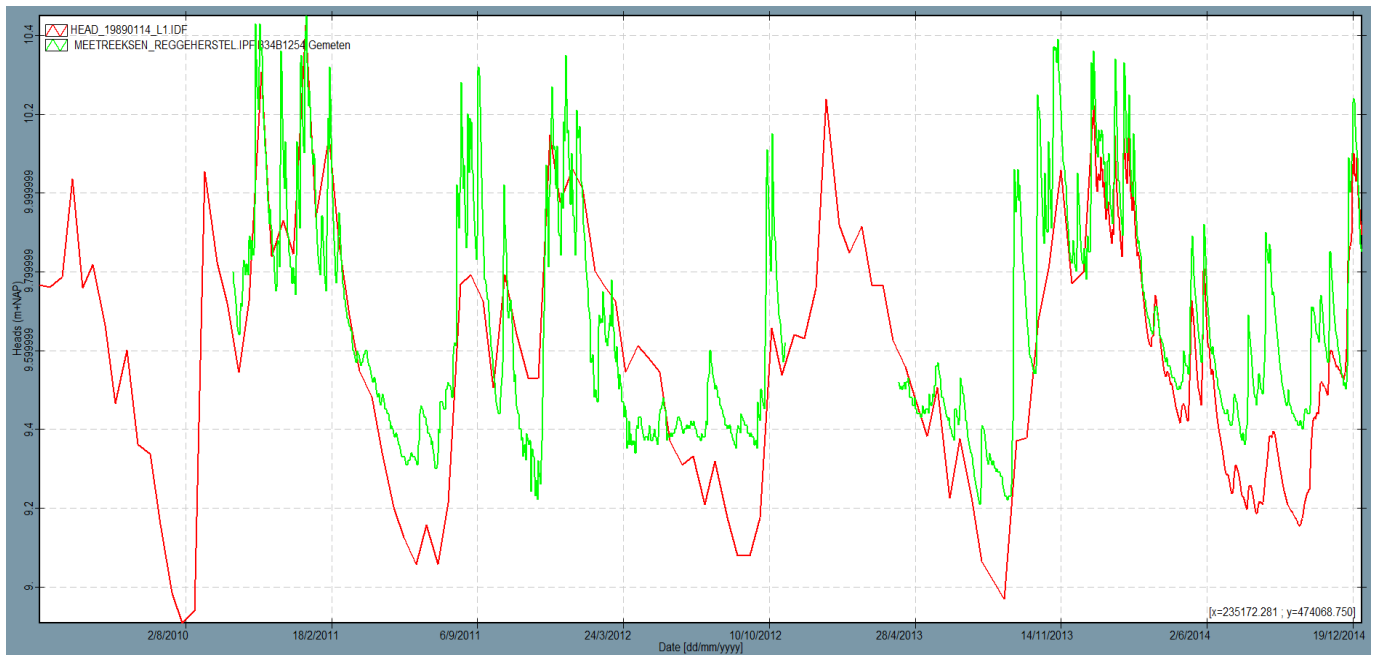
Peilbuis van het waterschap B28D1845 ter plaatse van het Deldenerbroek.

De GHG wordt correct berekend.

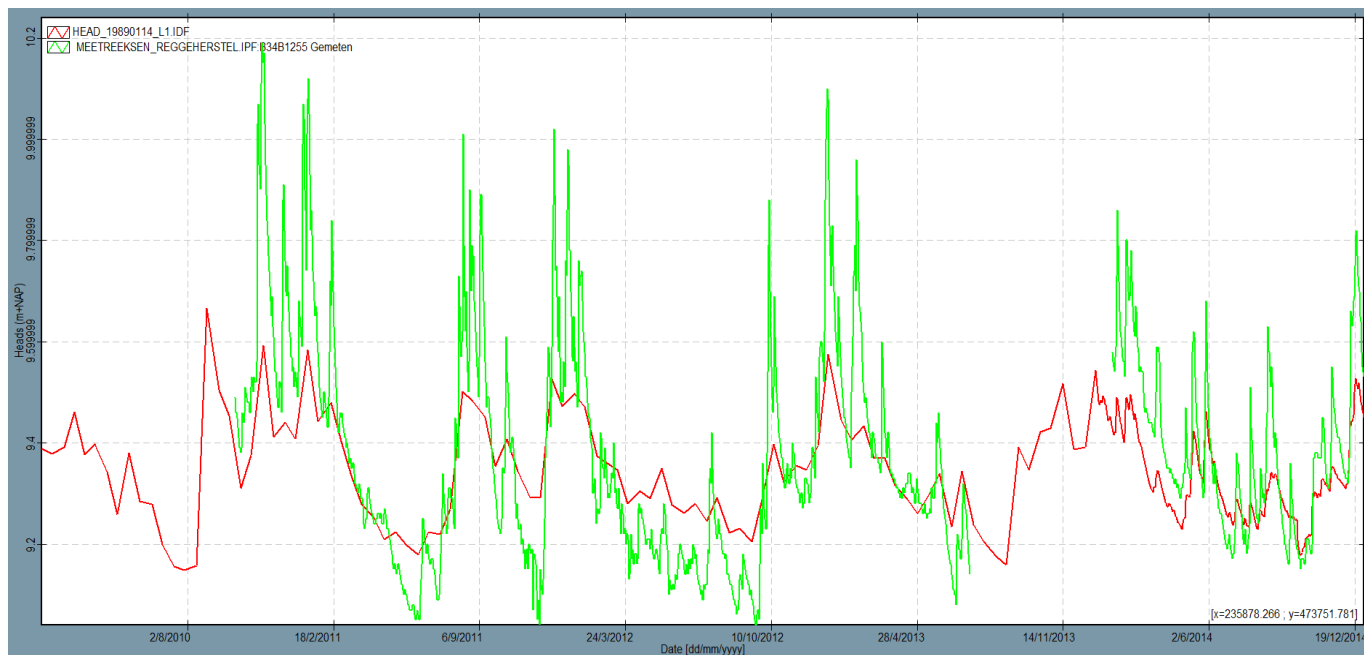
De GLG wordt met ca. 20 cm onderschat.



Peilbuis van het waterschap B34B1253 meest oostelijke meetpunt langs de Holtdijksbeek. De gemeten en berekende reeks wijken sterk af. De opbouw van de bodem is hier hoogst waarschijnlijk de oorzaak van.

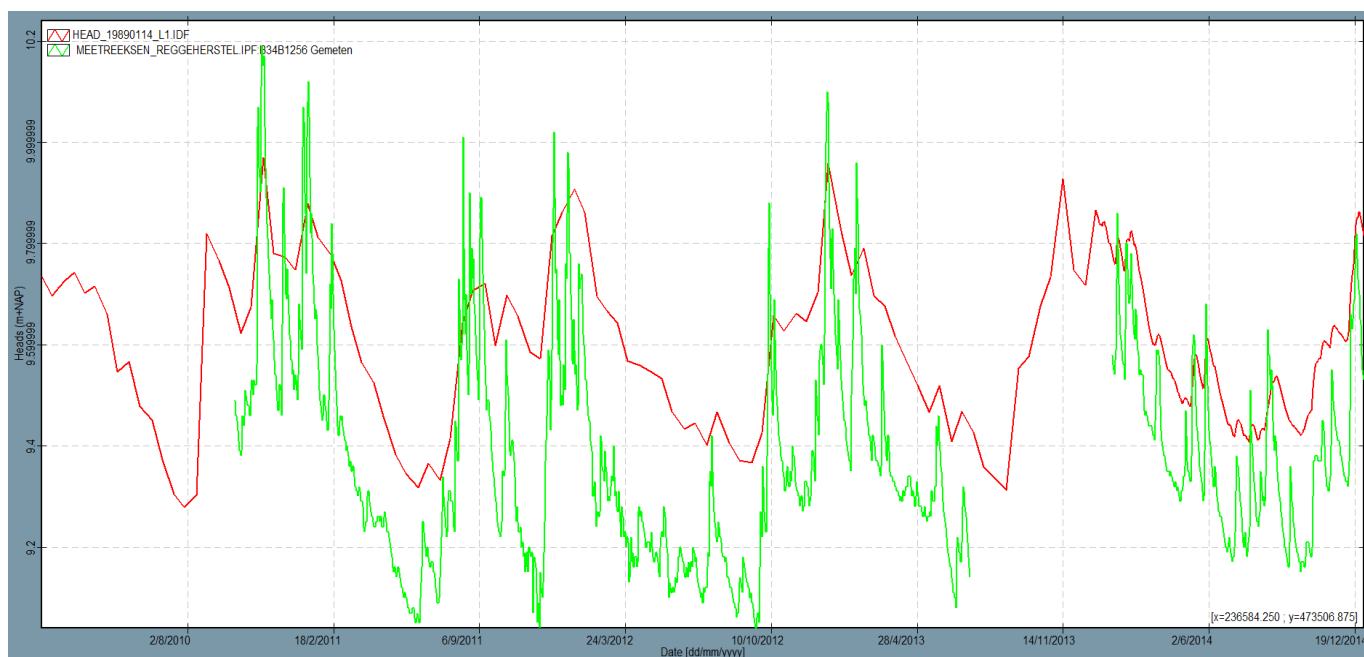


Peilbuis van het waterschap B34B1254 meetpunt langs de Holtdijksbeek.
De GHG wordt correct berekend.
De GLG wordt met ca. 20 cm onderschat.



Peilbuis van het waterschap B34B1255 meetpunt langs de Houtdijsbeek.

De berekende fluctuatie is te klein. De GHG wordt onderschat en de GLG wordt overschat.

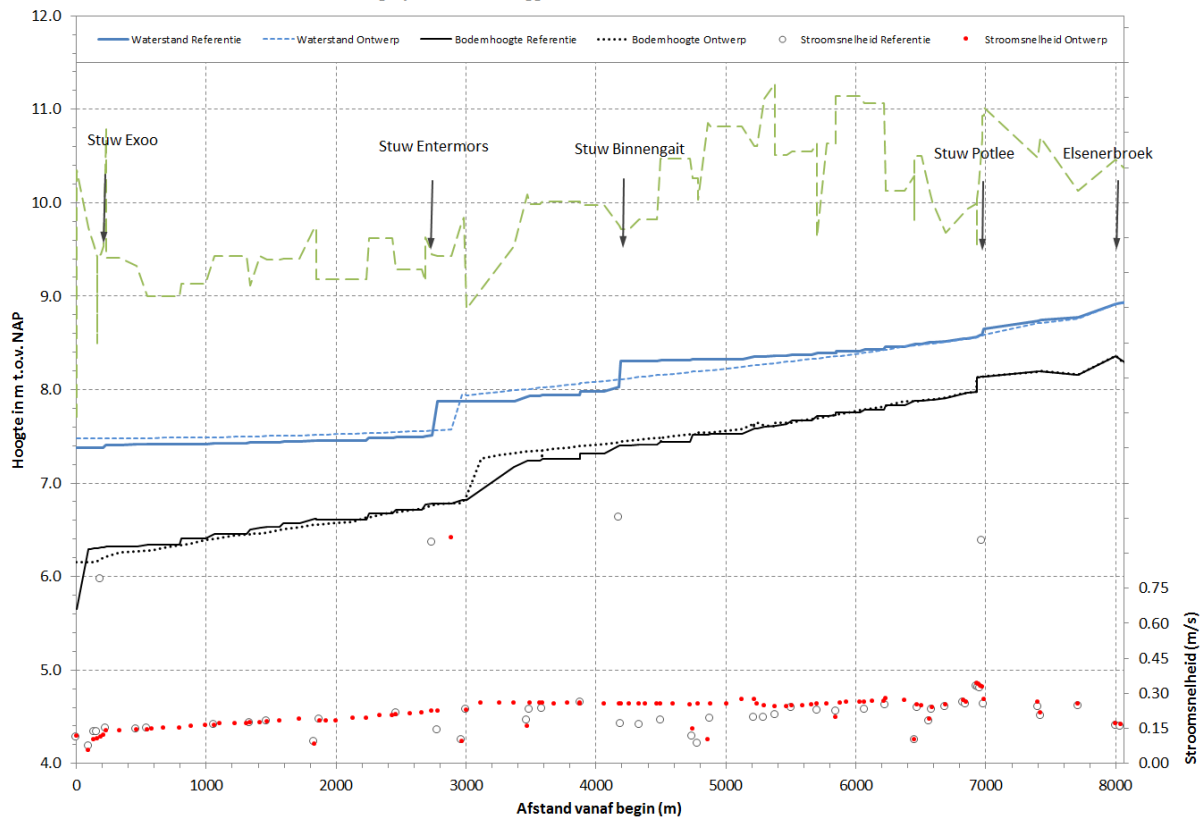


Peilbuis van het waterschap B34B1256 meetpunt langs de Houtdijsbeek.

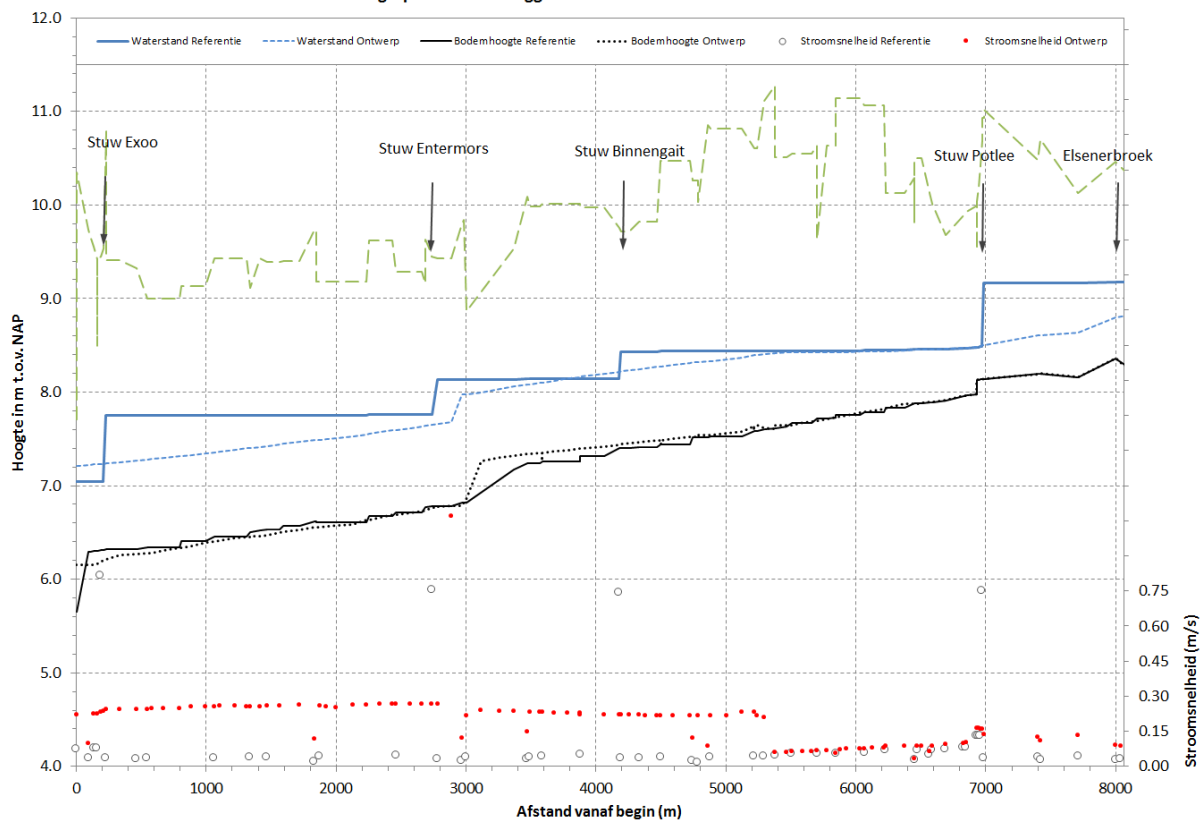
De GHG wordt redelijk goed benaderd, maar de systeemeigenschappen lijken hier niet goed in het model te zitten.

Bijlage 3: Lengteprofiel Boven Regge

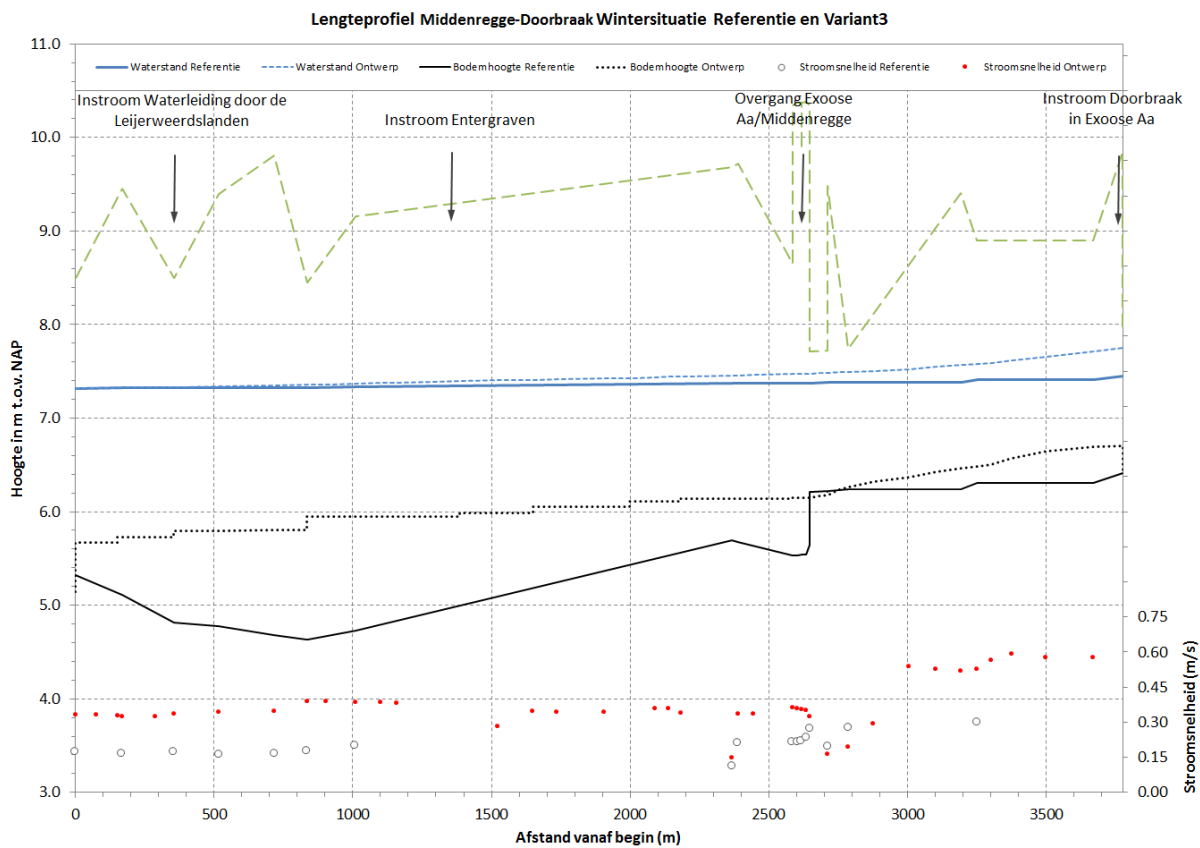
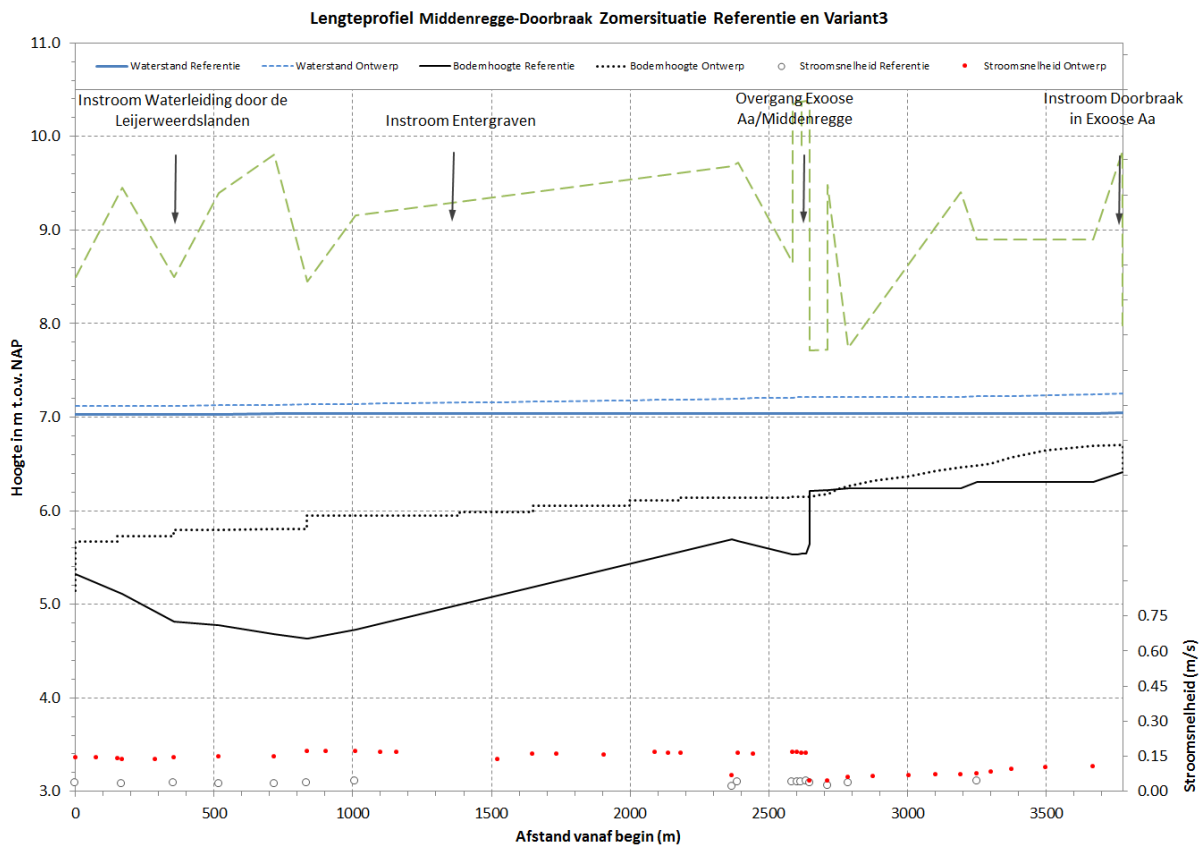
Lengteprofiel Bovenregge Wintersituatie Referentie en Variant3



Lengteprofiel Bovenregge Zomersituatie Referentie en Variant3



Bijlage 4: Lengteprofiel Midden Regge Exosche Aa



Bijlage 5: Memo Inlaten kanaalwater Reggesysteem en doorvoer naar Drents Overijsselse Delta

Datum: 21 april 2016

Opstellers: Bart Oude Groote Beverborg, Gerdrik Bruins

Besproken met WDOD op: 12 januari 2017 met Hedwig van Putten en Gerben Tromp

Aanleiding:

Op dit moment is waterschap Vechtstromen (WVS) samen met de provincie Overijssel bezig met de planvoorbereiding voor het Reggedal Enter. Het waterschap heeft plannen om de Boven Regge her in te richten en een viertal stuwen te verwijderen. Om de effecten van verdroging te mitigeren zal op een drietal punten extra water vanuit het Twentekanaal worden ingelaten op de Regge. Het betreft 1 inlaatpunt in het Twentekanaal (Poelsbeek, nr. 104) *) en 2 inlaatpunten in de zijtak Almelo (Oude Hagmolenbeek, nr. 103 en Twickelervaat, nr. 106). Zie bijlage 1 met het overzicht van de watervoorzieningsgebieden vanuit het Waterakkoord Twentekanalen/Overijsselse Vecht (2012). De totale hoeveelheid bedraagt maximaal 1,2 m³/sec, waarbij alleen in het zomerseizoen de volledige hoeveelheid water wordt ingelaten (winterperiode circa 0,65 m³/s).

Volgens het Waterakkoord bedragen de huidige maximale aanvoerdebieten uit het Twentekanaal voor respectievelijk WVS en Waterschap Drents Overijsselse Delta (WDOD, voormalig waterschap Groot Salland) 11,81 m³/sec en 6,89 m³/sec. Dit zijn debieten die in geval van watertekort bij Eefde vanuit de IJssel moeten worden opgepompt en staan los van wateraanvoer door de Vecht vanuit Duitsland.

Het genoemd maximale debiet van 1,2 m³/sec is geen extra aanvulling op het aanvoerdebiet van WVS maar maakt onderdeel uit van het aanvoerdebiet van WDOD. Dit wordt in par. 2 verder uitgelegd. In het Waterakkoord Twentekanalen (2012) is al aangegeven dat dit debiet in de maatgevende situatie meelift met een deel van de wateraanvoerbehoefte voor WDOD (voetnoot, pagina 53). WVS voert via nieuwe inlaten het water dat bestemd is voor WDOD via een nieuwe route door. In plaats van via Kanaal Almelo-De Haandrik, wordt het water via de Regge naar de Vecht gevoerd.

*) de nummering inlaatpunten conform het Waterakkoord Twentekanalen RWS

Afspraken:

WVS is samen met WDOD in gesprek om afspraken te maken over de condities waarop dit (Regge)water wordt doorgevoerd naar het gebied van WDOD. Goede onderlinge afspraken moeten worden gemaakt, waar het gaat om:

1. Waterkwantiteit
2. Waterkwaliteit
3. Kosten

Hierna worden onderdeel 1 en 2 verder uitgewerkt. Het onderdeel kosten wordt via onderlinge afspraken separaat vastgelegd.

Waterkwantiteit:

Sluis Aadorp (Kanaal Almelo-de Haandrik) is nu bepalend voor de huidige wateraanvoer van watervoorzieningsgebieden voor zowel WVS als WDOD. De toekomstige inlaat via de Regge beïnvloedt de huidige wateraanvoer voor de inlaatpunten 75, 76, 77, 78, 79, 80 en 81 van WDOD. Zie bijlage 3 Waterinlaatpunten en debiet. De hoeveelheid ingelaten water via Sluis Aadorp wisselt met de jaren en is vanzelfsprekend afhankelijk van de (droogte)omstandigheden in het betreffende jaar. In 2012 en 2013 was het percentage inlaatwater bij Aadorp en het totaal onttrokken water voor beide waterschappen om en nabij gelijk.

	2012	2013
Waterschap Drents Overijsselse Delta (voormalig waterschap Groot Salland)	34,49%	34,79%
Waterschap Regge en Dinkel	29,80%	19,78%
Waterschap Velt en Vecht	6,49%	17,23%

De totale inlaat via Aadorp bedroeg in 2012 10.395.990 m³, in 2013 ging het om 12.354.151 m³.

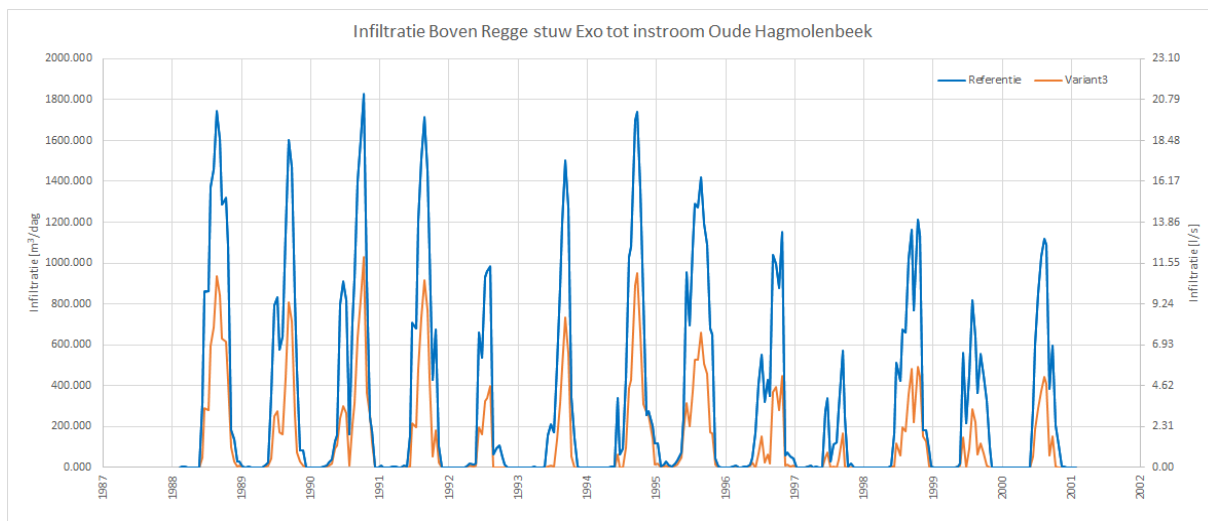
Nieuwe waterinlaat Boven Regge

Bij het ontwerp van een natuurlijke Bovenregge (zonder stuwen) wordt er van uitgegaan dat waterschap Vechtstromen kanaalwater inlaat via een drietal nieuwe inlaatpunten tijdens droge (zomerse) omstandigheden teneinde de Boven Regge (tot Exoo) op peil te houden.

De verwachting is dat vooral in de maanden juni, juli en augustus extra water vanuit het kanaal wordt ingelaten op de Regge. Dit komt overeen met de registraties van de provincie Overijssel, waarbij te zien is in welke maanden sluis Aadorp actief is en inlaatwater wordt afgenomen.

Bij extreme droge situaties mag er geen water vanuit het Twentekanaal worden ingelaten in het Reggesysteem. Dit komt overeen met de in het waterakkoord beschreven regeling ten tijde van het optreden van een watertekortsituatie. De in artikel 3 beschreven verplichting tot het aanvoeren van water vervalt zodra een watertekortsituatie optreedt of Rijkswaterstaat, op basis van een belangenafweging door de Landelijke droogtecommissie Waterverdeling (LCW) ten aanzien van de minimaal gewenste IJsselafvoer, beperkingen stelt aan de aanvoer vanuit de IJssel bij gemaal Eefde. NB. Sinds de zogenaamde Verdringingsreeks bestaat (15 jaar) heeft deze situatie zich echter nog niet voorgedaan.

In het ontwerp van de Reggedal Enter wordt in de zomersituatie rekening gehouden met een waterinlaat van 1,2 m³/s vanuit de Twentekanaal. Deze waterinlaat is verdeeld over verschillende inlaatpunten waarvan de inlaat bij de Twickelervaart en Oude Hagemolenbeek de belangrijkste zijn. Met behulp van het grondwatermodel is de hoeveelheid infiltratie berekend voor de Boven Regge vanaf de instroom van de Oude Hagemolenbeek tot aan de huidige locatie van stuw Exoo. Dit tracé heeft een lengte van circa 5 kilometer. Het grootste deel van de tijd heeft de Regge een drainerende functie, immers het grootste deel van het jaar is de grondwaterstand hoger dan het oppervlaktewaterpeil. In de huidige situatie wordt het peil kunstmatig hoog gehouden door de stuwen in het de Boven Regge, waardoor er relatief veel water kan infiltreren. Doordat de stuwen worden verwijderd zal de hoeveelheid water dat infiltreert afnemen. In de onderstaande grafiek is de hoeveelheid water dat infiltreert (over het tracé van circa 5 km) gegeven voor de referentiesituatie en de ontwerpsituatie.



Uit de modelberekening blijkt dat in de zomer van 1990 de grootste infiltratie heeft plaats gevonden. In de referentiesituatie infiltreerde er een hoeveelheid van ongeveer 1800 m³/dag wat omgerekend ongeveer 21 l/s bedraagt. In de ontwerpsituatie is dit afgenomen tot ongeveer 1000 m³/dag wat omgerekend ongeveer 12 l/s is. Zoals eerder genoemd zijn deze infiltratiehoeveelheden berekend voor een tracé met een lengte van ongeveer 5 km. Als op basis van deze gegevens de hoeveelheid water dat infiltreert wordt geëxtrapoleerd naar de totale lengte van 25 km dan komt de totale infiltratiehoeveelheid uit op ongeveer 105 l/s in de referentiesituatie en 60 l/s in de ontwerpsituatie. Ten opzichte van de totale inlaathoeveelheid van 1,2 m³/s is het verlies daarmee ongeveer 5%.

Voor WDOD geldt in algemene zin dat de extra wateraanvoer via de Regge als positief wordt gezien, omdat de inlaat bij Aadorp een kritiek punt is en de veranderende aanvoerroute via de Regge betekent dat er permanent meer water wordt aangevoerd.

Waterkwaliteit:

De drie nieuwe inlaatpunten in het Twentekanaal zorgen voor een wijziging van de aanvoerroute van kanaalwater voor de inlaatpunten 75, 76, 77, 78, 79, 80 en 81 van WGS. 1,2 m³/s wordt immers via de Regge naar de Vecht aangevoerd in plaats van via kanaal Almelo-De Haandrik. De hoeveelheid water voor WDOD wordt door de permanente aanvoer via de Regge niet minder, maar eerder meer. Immers WDOD ontvangt juist ook water in tijden dat hier vanuit een tekort nog geen behoefte is.

Extra hoeveelheid

De aandacht voor de waterkwaliteitsaspecten van kanaalwater ten behoeve van de verschillende watervoorzieningsgebieden is niet nieuw. Immers gebeurt dit nu al, zoals vastgelegd in het waterakkoord Twentekanalen/Overijsselse Vecht. Al eerder is gekeken naar de consequenties van het inlaten van water vanuit o.a. het Twentekanaal. E.e.a. staat in de notitie Waterinlaat uit 1999 van Regge en Dinkel.

Probleemstoffen

In het Twentekanaal vinden waterkwaliteitsmetingen plaats, deze worden gemeten bij het meetpunt Wiene. Op basis van de normstelling 2014 kent het Twentekanaal bij Wiene een aantal extra probleemstoffen, zie hiervoor onderstaande tabel.

Waterloop	Normstelling	Normoverschrijding	
IJssel	2014	PAK's	som benzo(ghi)peryleen en indeno(1,2,3-cd)pyreen (sBghiPnP)
		Metalen	kobalt (Co) selenium (Se)
Twentekanaal (Wiene)	2014	PAK's	benzo(ghi)peryleen indeno(1,2,3-cd)pyreen
		Insecticide	lindaan (sHCH4)
		Metalen	koper (Cu) seleen (Se) zink (Zn)
		Nutriënten	ammonium (NH4)
Twentekanaal (Wiene)	2015	PAK's	benzo(a)antraceen (BaA) chryseen (Chr) benzo(a)pyreen (BaP) benzo(b)fluoranteen (BbF) fluoranteen (Flu) benzo(ghi)peryleen (BghiPe)
		Metalen	kobalt (Co) selenium (Se) zink (Zn) zilver (Ag) kwik (hg)
		Insecticide	lindaan (sHCH4)
		Organotinverb.	tributyltin (TC4ySn)

Probleemstoffen IJssel en Twentekanaal (Wiene) op basis van datareeks 2012-2014 bij normstelling 2014 en 2015

Probleemstoffen zijn stoffen die één of meerdere KRW-normen overschrijden. Toetsing vindt veelal plaats op basis van de jaargemiddelde waarde. Veel probleemstoffen in het Twentekanaal kennen echter een seizoensgebonden voorkomen. Bijlage 2 laat zien dat concentraties van veel in bovenstaande tabel vermelde probleemstoffen, waaronder diverse PAK's en metalen, in de voorziene inlaatperiode juni-september relatief laag zijn ten opzichte van in het bijzonder het winterhalfjaar.

Zout

In de jaren '90 was het zoutgehalte in Twentekanaal hoog en nadrukkelijk hoger dan het zoutgehalte van de waterlopen waarin het water wordt ingelaten. In de afgelopen decennia is het zoutgehalte van de Rijn echter sterk afgenomen. Dit blijkt uit een analyse van de relatie tussen afvoer en chlorideconcentraties in de Rijn in de periode 1997-2008. Deze 'verzoeting' van de Rijn is vermoedelijk het gevolg van de sanering van de afvalbergen van de kalimijnen nabij Mulhouse (lit. 1). Daarbij past wel de volgende kanttekening. Chloride is een conservatieve stof. Dat wil zeggen dat het gehalte alleen afhankelijk is van de belasting, de natuurlijke achtergrond en van de mate van verdunning. Hoe lager het debiet, hoe hoger de gehalten. In een periode van (extreem) lage afvoeren in combinatie met hoge temperaturen (in de zomer) kan de chlorideconcentratie van het inlaatwater sterk toenemen. Ook de concentratie van enkele metalen nemen toe bij extreem lage (Rijn)afvoeren, waaronder die van cadmium, koper, zink, kwik en lood. Voor nikkel en lood geldt dit echter niet (lit. 2).

1. Bonte, M & G. Zwolsman (2009). Klimaatverandering en verzoeting van de Rijn. Vakblad H₂O-20.
2. Zwolsman G. & A. Doomen (2005). Waterkwaliteit van de Rijn en de Maas bij (extreem) lage afvoeren. KIWA N.V., Nieuwegein

Fosfaat/Stikstof

Op basis van zomergemiddelde 2012, 2013 en 2014 en de vergelijking van waarden tussen het Twentekanaal en Regge (nabij de instroom in de Vecht) blijkt dat het gehalte aan totaal fosfaat in het Twentekanaal lager ligt dan benedenstrooms in de Regge. Wat betreft het totaal stikstof geldt het omgekeerde: het gehalte in het Twentekanaal is hoger dan benedenstrooms in de Regge.

Effecten

Ingeschat wordt dat de extra hoeveelheid kanaalwater (extra ten opzichte van de huidige inlaathoeveelheid bij droogtes) geen direct negatief effect heeft op het waterkwaliteitsniveau van de Regge en de Vecht.

Een belangrijk issue is dat het hele Reggesysteem wordt ingericht op basis van een ecologische ambitie, waarbij herinrichting van het profiel plaatsvindt om de KRW doelstellingen te bereiken. O.a. het aantakken van oude meanders en realiseren van natuurlijke oevers draagt bij aan het verbeteren van de waterkwaliteit.

Discussie en conclusies waterkwaliteit

Ecologische impact inlaat

Er zijn in de recente literatuur geen concrete aanwijzingen te vinden van negatieve ecologische effecten van waterinlaat in situaties van stromend water op een (overwegend) minerale waterbodem. Negatieve effecten van (sulfaatrijk) inlaatwater kunnen wel optreden in situaties van stagnatie bij een (sterk) organische waterbodem en een zuurstofarme waterkolom. Inrichting en beheer van de Regge (waaronder het voorgestane inlaatbeheer) is juist gericht op het voorkomen van een dergelijke ongewenste situatie. Sterker: hydrologische verandering (te weinig wateraanvoer) en stromingsverandering (door o.a. opstuwing) hebben in de regel voor stromende wateren een grotere negatieve impact op de aanwezigheid van (typische) beekfauna – en flora, dan een oppervlaktewaterkwaliteit – vanzelfsprekend binnen zekere marges – die niet volledig voldoet aan de normstelling. Waterinlaat – met name in de hoogzomerperiode – ter compensatie van het verwijderen van stuwen is derhalve een goed verdedigbare maatregel. In combinatie met de grotere en nieuwe meandering van de Regge wordt gezorgd voor meer variatie en stromingsverschillen in binnen- en buitenbochten, welke de waterkwaliteit positief kan beïnvloeden.

Tenslotte. In het artikel '*Waterplanten in natuurvriendelijke oevers langs scheepvaart-kanalen*' (lit. 3) wordt op geen enkele wijze verband gelegd tussen de vegetatie-ontwikkeling langs het Twentekanaal en het zoutgehalte van het kanaalwater.

Lit. 3 Boedeltje, G. e.a. (2009). Waterplanten in natuurvriendelijke oevers langs scheepvaart-kanalen. De Levende Natuur, juli 2009.

Ecotoxicologische impact inlaat

Voor zover bekend is er geen (recente) literatuur beschikbaar met verwijzingen naar ecotoxicologische effecten – acuut dan wel chronisch – na inlaat van Rijn- dan wel IJsselwater in beeksystemen met een overwegend minerale waterbodem. Bovendien wordt in bijlage 2 aangetoond dat veel probleemstoffen een seizoensgebonden voorkomen hebben met juist lage(re) concentraties in de (hoog)zomerperiode.

Impact inlaat op haalbaarheid KRW-waterkwaliteitsnormen

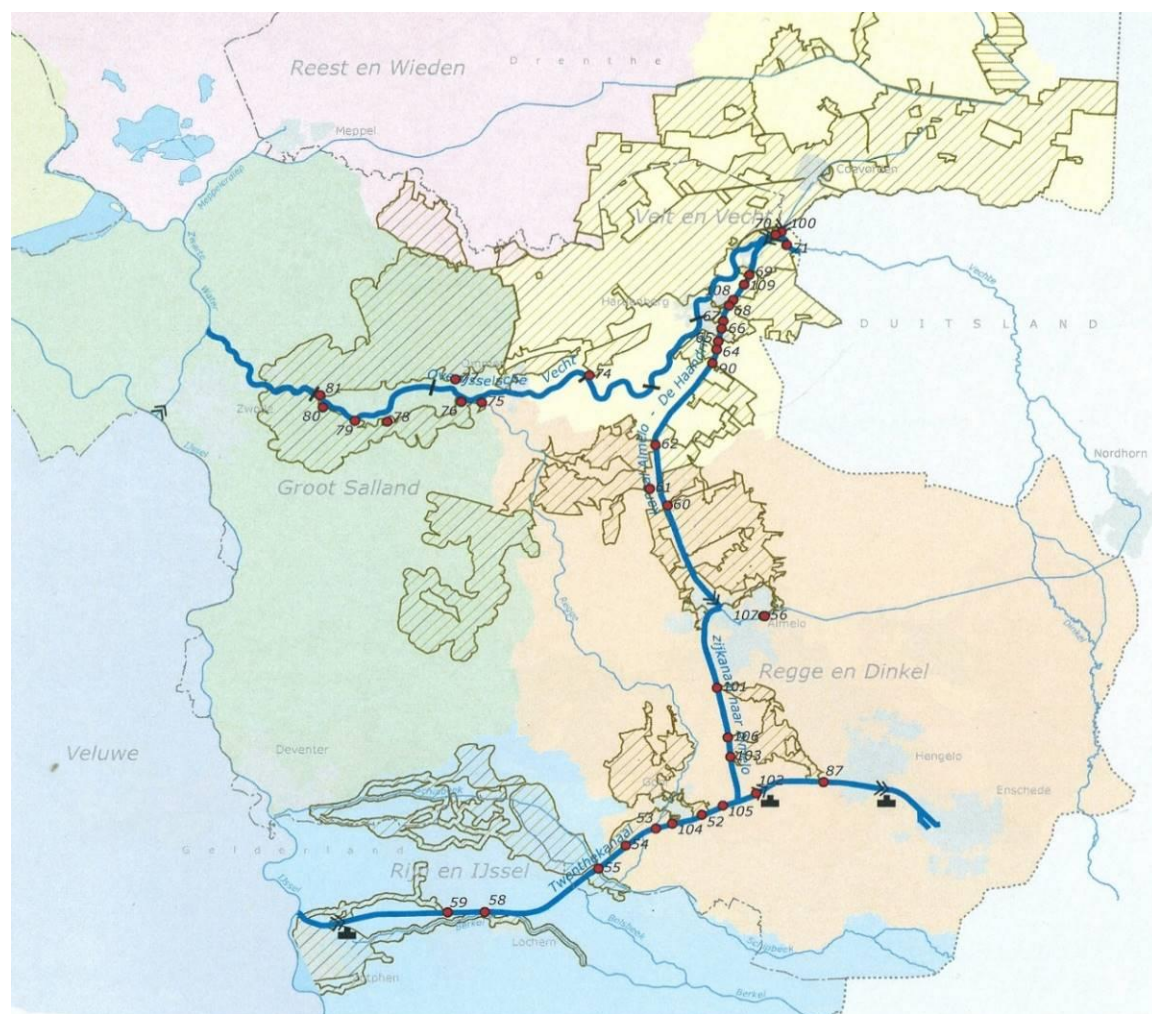
Op basis van de uitgevoerde quickscan lijkt het niet reëel om te veronderstellen dat als gevolg van het voorgestane (gewijzigde) inlaatre regime de fysisch-chemische waterkwaliteit van de Regge en de Vecht niet acceptabel verslechterd in termen van KRW-normen. Een absolute uitspraak hierover kan echter pas gedaan worden op basis van meer detail en intensief onderzoek op basis van massabalansen. Daarentegen is de verwachting dat de ecologische kwaliteit van de Regge, in termen van KRW-normen, verbeterd onder invloed van het voorgestane inlaatre regime (in combinatie met het verwijderen van stuwen).

Calamiteiten

Zodra zich in het beheersgebied van de Regge een calamiteit voordoet of dreigt voor te doen, waarbij de mogelijkheid bestaat dat een of meer van de andere partijen betrokken kunnen worden, is het waterschap Vechtstromen eerstverantwoordelijke voor het signaleren, melden en bestrijden van de calamiteit overeenkomstig het waterakkoord.

Het bestrijden van een (al dan niet dreigende) calamiteit geschiedt op basis van en in overeenstemming met het calamiteitenplan/-draaiboek van het waterschap. Overeenkomstig het waterakkoord is de oeverfiltratiewinning Vechterweerd opgenomen in calamiteitenplan en wordt Vitens geïnformeerd bij calamiteiten die van invloed kunnen zijn op deze winning.

Bijlage 5.1: Watervoorzieningsgebieden Waterakkoord Twenthekanaal Overijsselsche Vecht



kaart 2

Waterakkoord Twenthekanaal/ Overijsselsche Vecht

watervoorzieningsgebieden

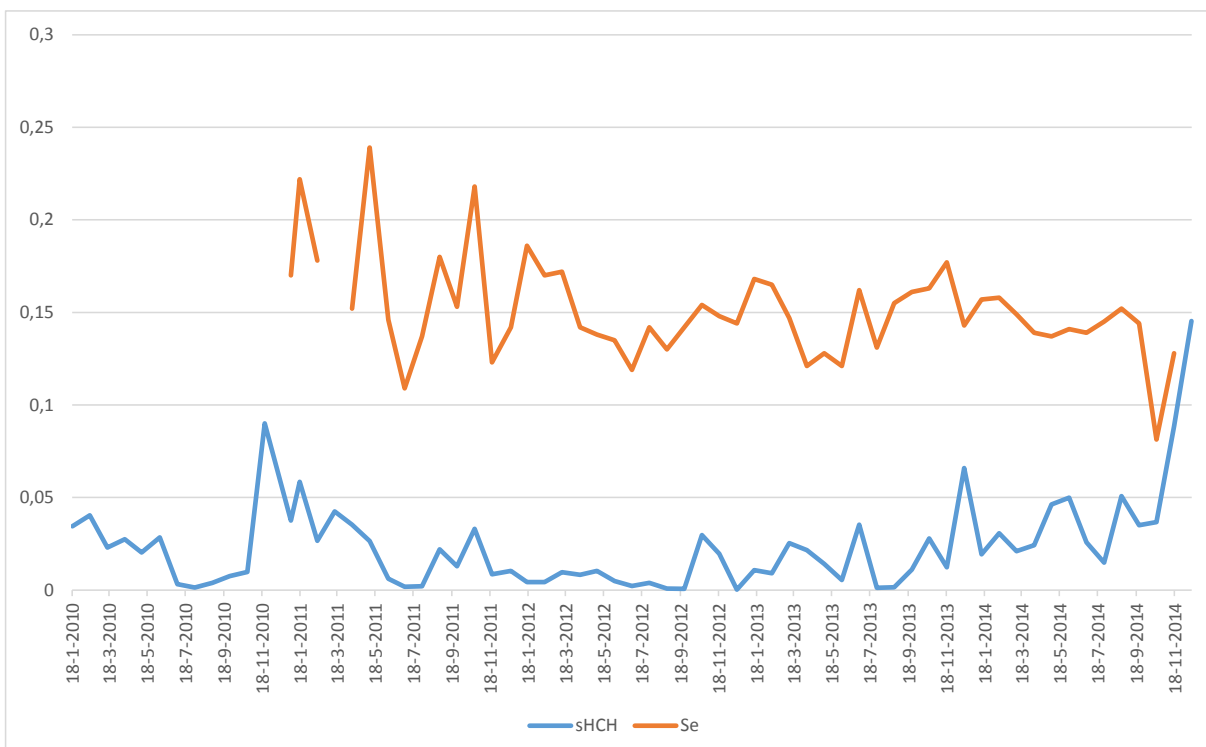
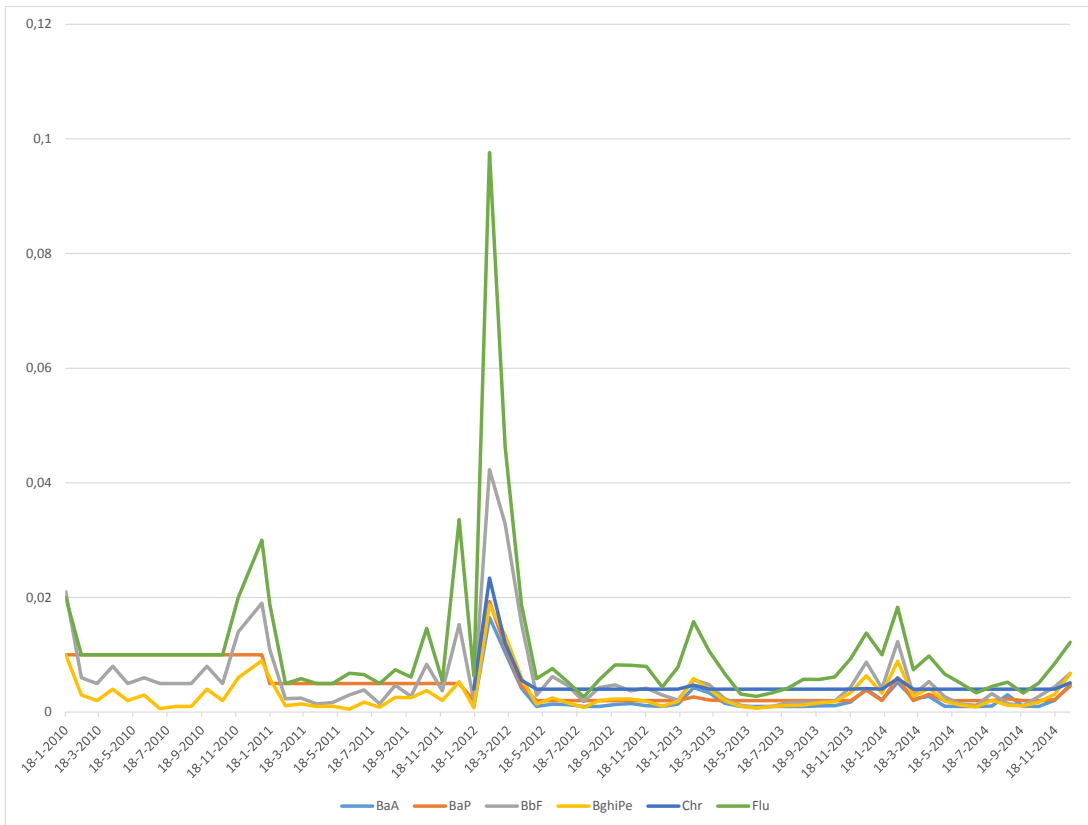


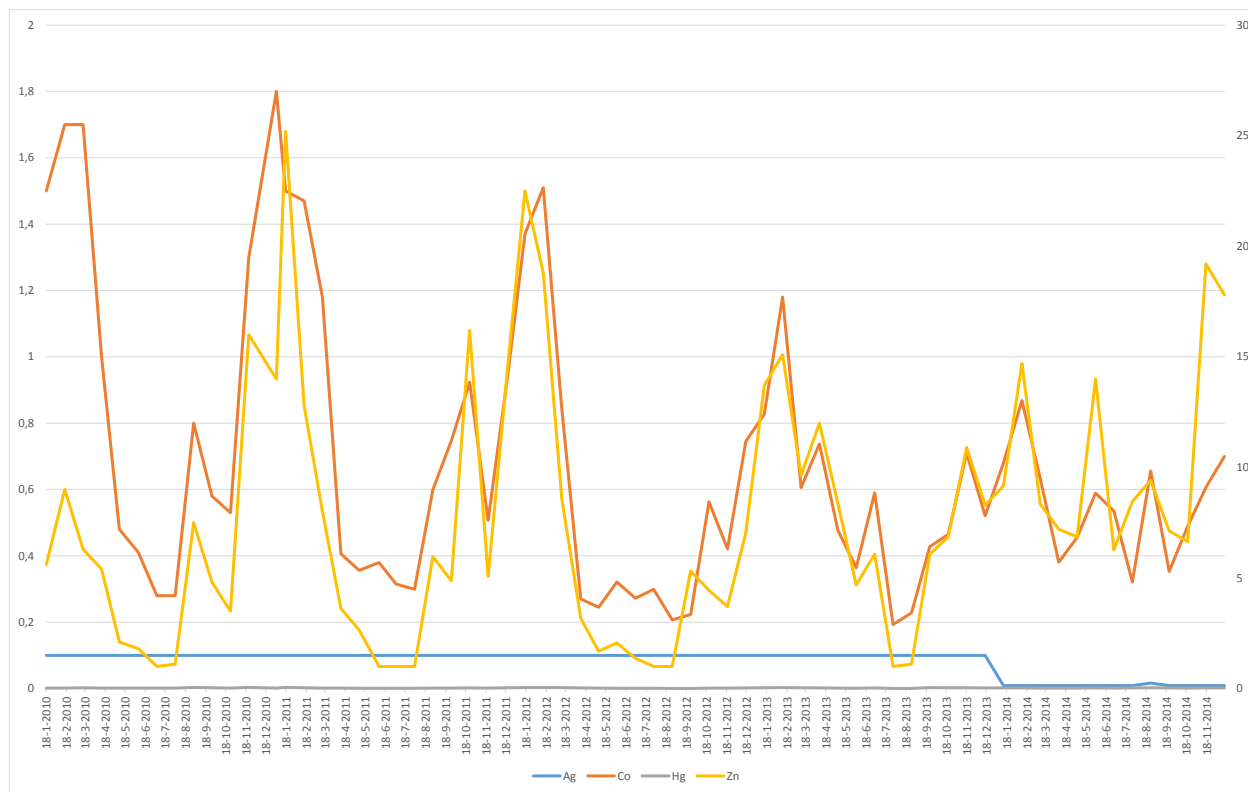
Beleidsinformatie febr.2012 nr.10274302

0 10km

provincie Overijssel

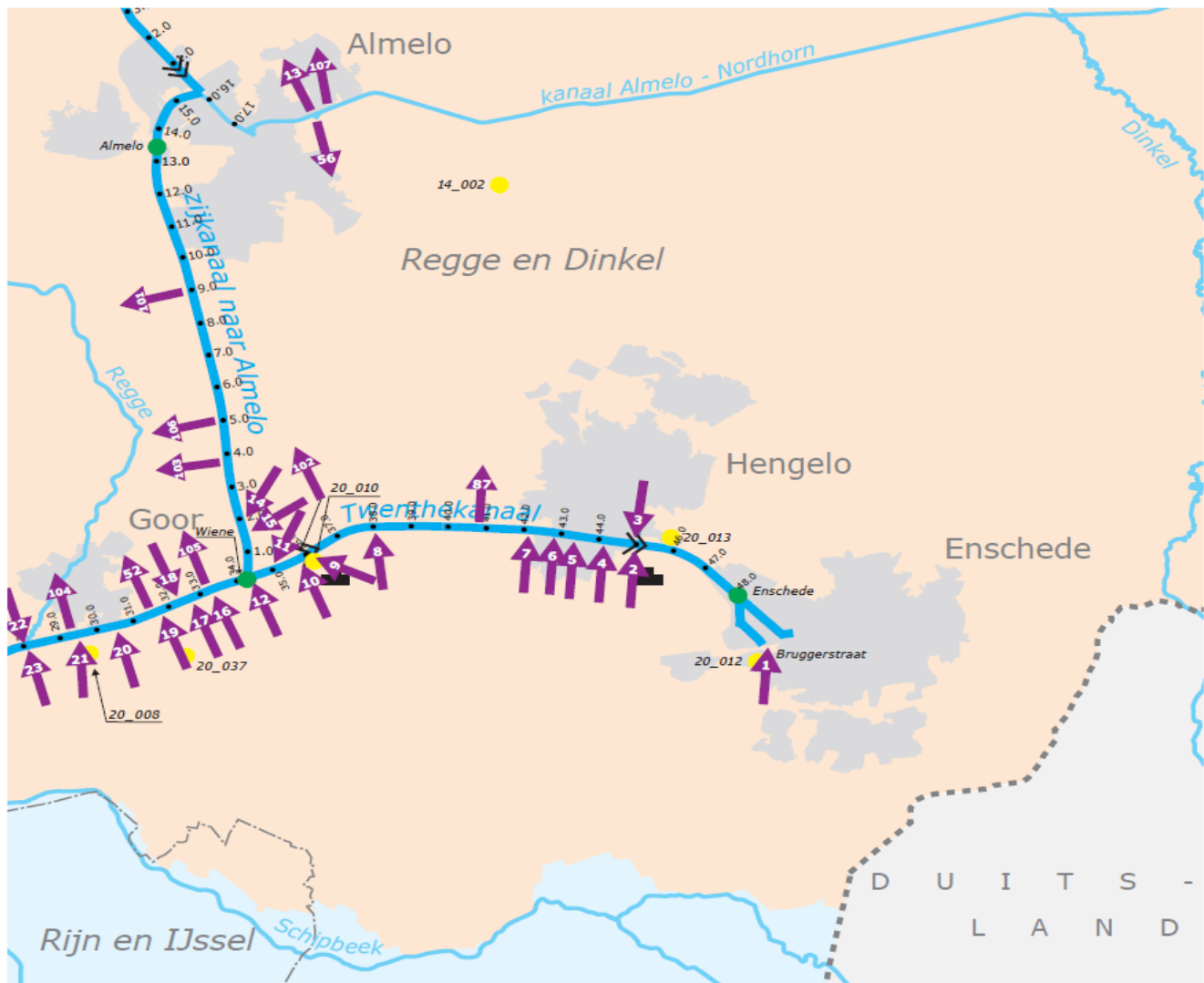
Bijlage 5.2: Seizoensgebonden voorkomen diverse probleemstoffen in Twentekanaal (Wiene)





Bijlage 5.3: Waterinlaatpunten en debieten Waterakkoord Twentekanalen

Punt	Km	Aanvoer	Q _{max}	Ha's/Waterschap
Twenthekanaal; Hoofdkanaal				
87	39,80	Twickelervaart Delden	0,31	1.563/WRD
102	36,02	Hagmolenbeek (20-0-4-7)	0,04	176/WRD
105	33,46	[toek. inl.] Potlee	0,07	289/WRD
52	31,79	Toek. inl. Bolscherbeek	0,18	1.194/WRD
104	29,57	[toek. inl.] Oude Poelsbeek	0,10	n.v.t./WRD
53	28,11	[g.] inl. Stokkumerflier	0,42	1.043/WRD
54	25,72	[g.] aanv. Herikervlier tbv WMO	0,14	723/WRD
55	22,95	inl. Schipbeek	1,40	6.598/WRIJ
Twenthekanaal; Zijkanaal naar Almelo				
56	>16,00	inl. dr. J. Banisschuiven	0,43	n.v.t./WRD
107	>16,00	[inl.] Hedeman	0,00	21/WRD
101	8,69	[toek. inl.] Doorbraak	0,16	644/WRD
57	6,8	Grasbroek (vervallen)	----	(ten behoeve van Vitens) n.v.t./RWS
106	4,88	[toek. inl.] Twickelervaart (onderleider)	0,15	611/WRD
103	3,40	[toek. inl.] Hagmolenbeek (3-0-3-2)	0,05	211/WRD
Twenthekanaal; Hoofdkanaal				
58	14,8	inl. Lochem	1,30	3.112/WRIJ
59	11,18	inl. Herkel (Eefbeek)	0,20	687/WRIJ
Kanaal Almelo - de Haandrik				
60	8,53	inl. dr. Vriezenveense Veenkan.	0,88	4.226/WRD
61	10,10	inl. Vroomshoop		
		- Gemaal Eelerberg	1,73	6.100/WGS
		- inl. Vroomshoop	1,50	2.193/WRD
62	13,8	inlaat Geerdijk Hammervlier	0,80	1.323/WRD
63	15,12	2 inl. dr. Nieuwe Stroomkanaal	0,24	686/WVV
90	20,80	inl. Boerendijk of Lijntje (Dooze)	0,33	1.114/WVV
64	21,91	inl. dr. Brucht	0,16	389/WVV
65	22,50	inl. dr. Zilverveen	0,03	86/WVV
66	23,49	inl. Emtenbroek	0,03	85/WVV
67	23,05	inl. dr. Eggenweg/Hoogeweg	0,13	335/WVV
68	25,33	Radewijkerbeek	0,82	2.039/WVV
108	25,70	[inl. dr.] Baalderveld	0,02	n.v.t./WVV
109	27,18	[toek. inl.] Roskam	0,04	180/WVV
69	28,50	inl. dr. Loozen	0,02	56/WVV
70	31,3	inl. dr. Holthema (ged.)	0,06	210/WVV
100		Coevorden Vechtkanaal		
		gemaal Langewijk	0,36	1.200/WGS
		gemaal Langewijk (doorvoer)	0,58	2.000/WRW
		gemaal Langewijk (doorvoer)	0,14	327/WVV
		gemaal Emsland 1	1,00	3.331/WGS
		gemaal Emsland 2	0,16	523/WGS
		gebied Den Oosterhuis	0,07	225/WRW
		diverse inlaten WVV	3,96	15.832/WVV
		gemaal Stieltjeskanaalsluis	1,20	n.v.t./prov. Dr.
Overijsselsche Vecht				
71	1,14	[inl. dr.] Holthema (ged.)	0,24	599/WVV
74	26,73	[g.] Junne I (Staggen)	0,36	612/WVV
75	35,60	[g.] gemaal Vilsteren (Piepenplas)	0,31	25/WGS
76	36,40	inl. Marswetering	0,32	1.600/WGS
77	37,78	[g.] gemaal de Stouwe	1,00	3.331/WGS
78	43,03	[g.] gemaal Rechteren (kanneel)	0,16	47/WGS
79	45,84	[g.] gemaal Den Berg	0,43	1.425/WGS
80	48,00	[g.] Gemaal Vechterweerd	0,43	1.425/WGS
81	48,90	inl. dr. Broekhuizen	0,84	2.798/WGS
84	49,1	inl. dr. oeverwinning tbv Vitens	0,15	WGS



kaart 5

Waterakkoord Twenthekanaal/ Overijsselsche Vecht

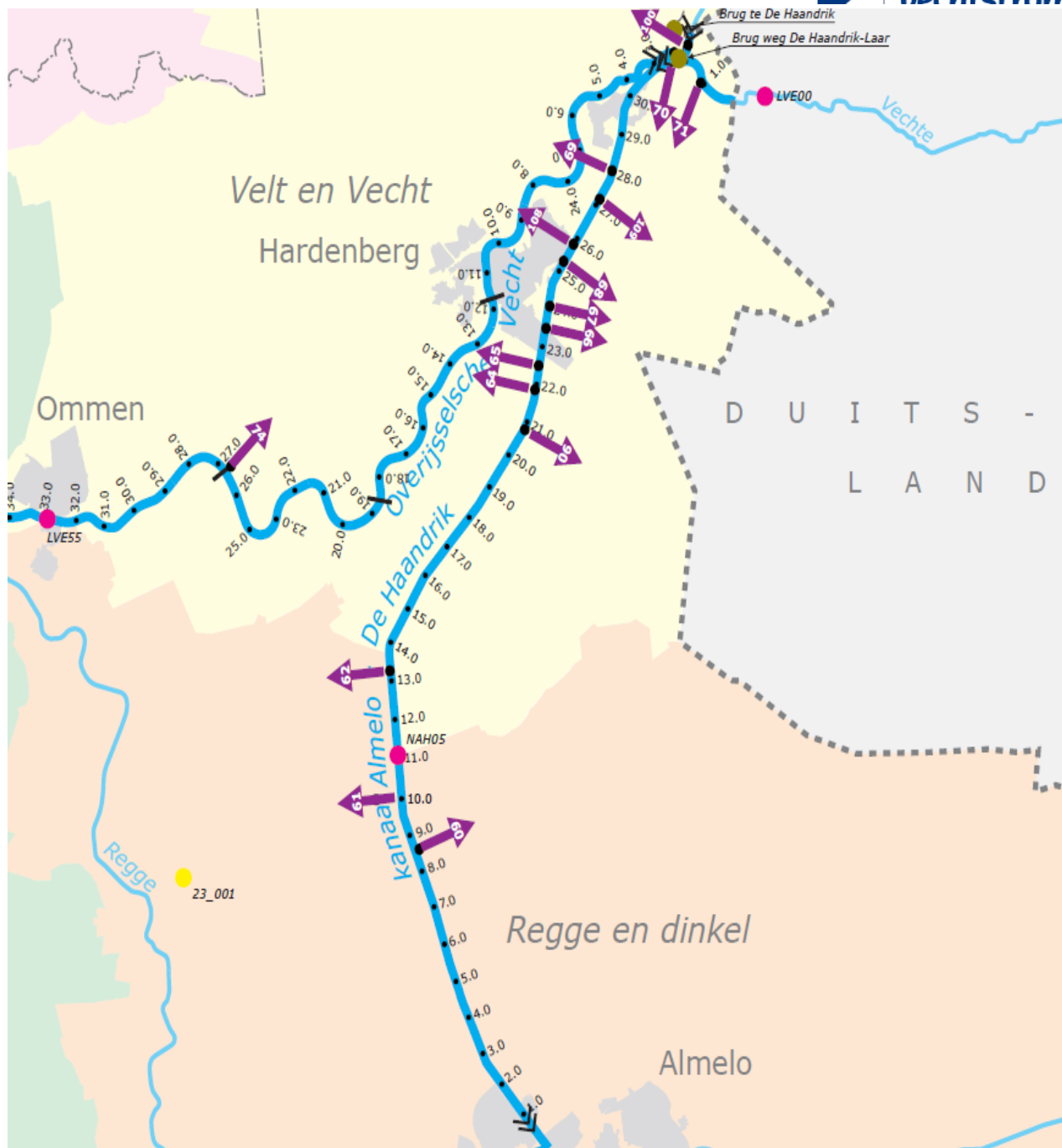
aanvoeren en afvoeren Twenthekanaal tussen Goor en
Enschede/zijkanaal naar Almelo

aanduidingen

- aanvoerpunt
- afvoerpunt
- monsterlocatie waterkwaliteit Rijn en IJssel
- monsterlocatie waterkwaliteit Rijkswaterstaat
- monsterlocatie waterkwaliteit Regge en Dinkel

overige aanduidingen

- oppervlaktewater
- gemaal
- sluis
- 10.0 kilometerpunt
- stedelijk gebied
- rijksgrans
- provinciegrens



kaart 6

Waterakkoord Twenthekanaal/ Overijsselsche Vecht

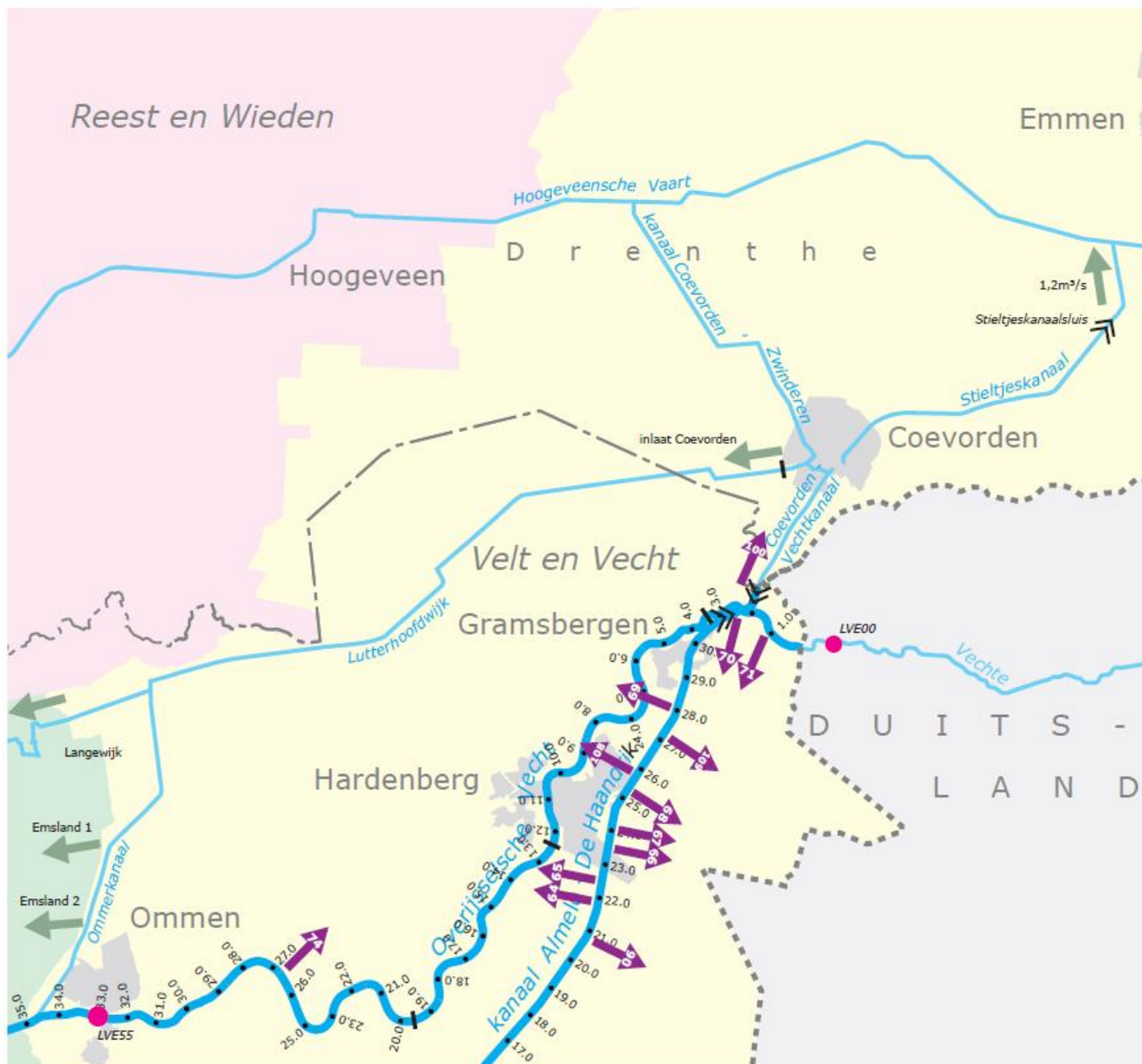
aanvoeren kanaal Almelo - De Haandrik en Overijsselsche
Vecht tussen Ommen en Duitse grens

aanduidingen

overige aanduidingen

- aanvoerpunt
- monsterlocatie waterkwaliteit Groot Salland
- monsterlocatie waterkwaliteit zuiveringschap Drenthe
- monsterlocatie waterkwaliteit Regge en Dinkel

- oppervlaktewater
- sluis
- stuw
- kilometerpunt
- stedelijk gebied
- rijksgrens
- provinciegrens



kaart 7

Waterakkoord Twenthekanaal/ Overijsselsche Vecht

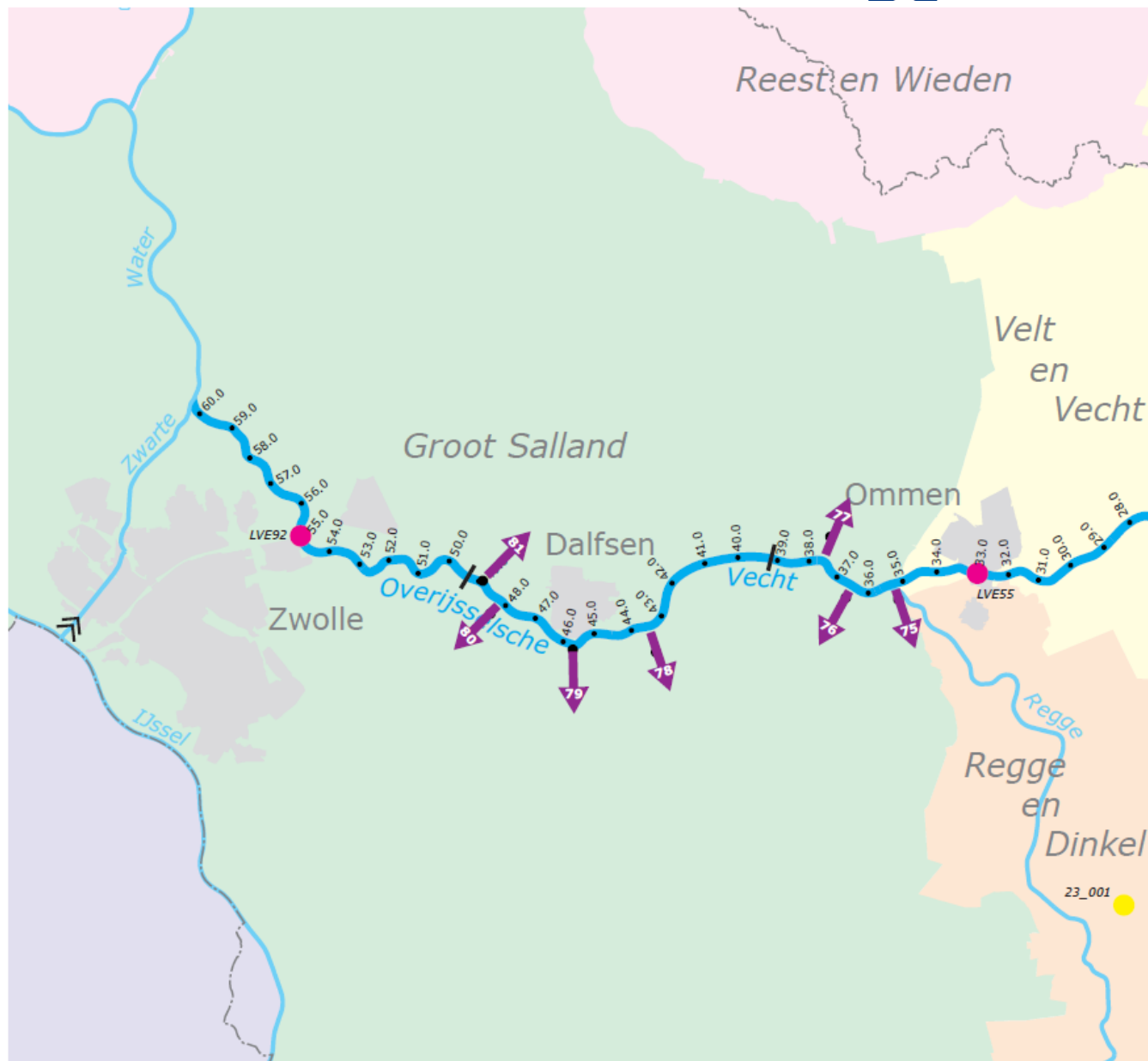
aanvoeren kanaal Almelo - De Haandrik en Overijsselsche
Vecht tussen Ommen en Duitse grens

- aanduidingen
-  aanvoerpunt
 -  aanvoerpunt, vallen buiten waterakkoord
 -  monsterlocatie waterkwaliteit Groot Salland
 -  monsterlocatie waterkwaliteit zuiveringsschap Drenthe

- overige aanduidingen
-  oppervlaktewater
 -  sluis
 -  stuw
 -  10.0 kilometerpunt
 -  stedelijk gebied
 -  rijksgrens
 -  provinciegrens

Beleidsinformatie dec.2011 nr.11274071

0 4km



kaart 8

Waterakkoord Twenthekanalen/ Overijsselsche Vecht

aanvoeren Overijsselsche Vecht tussen Zwolle en Ommen

aanduidingen

- aanvoerpunt
- monsterlocatie waterkwaliteit Groot Salland
- monsterlocatie waterkwaliteit Regge en Dinkel

overige aanduidingen

- oppervlaktewater
- sluis
- stuw
- 10.0 kilometerpunt
- stedelijk gebied
- provinciegrens

Bijlage 6: Grondwatereffecten variant 4 winter- en zomergrondwaterstand

