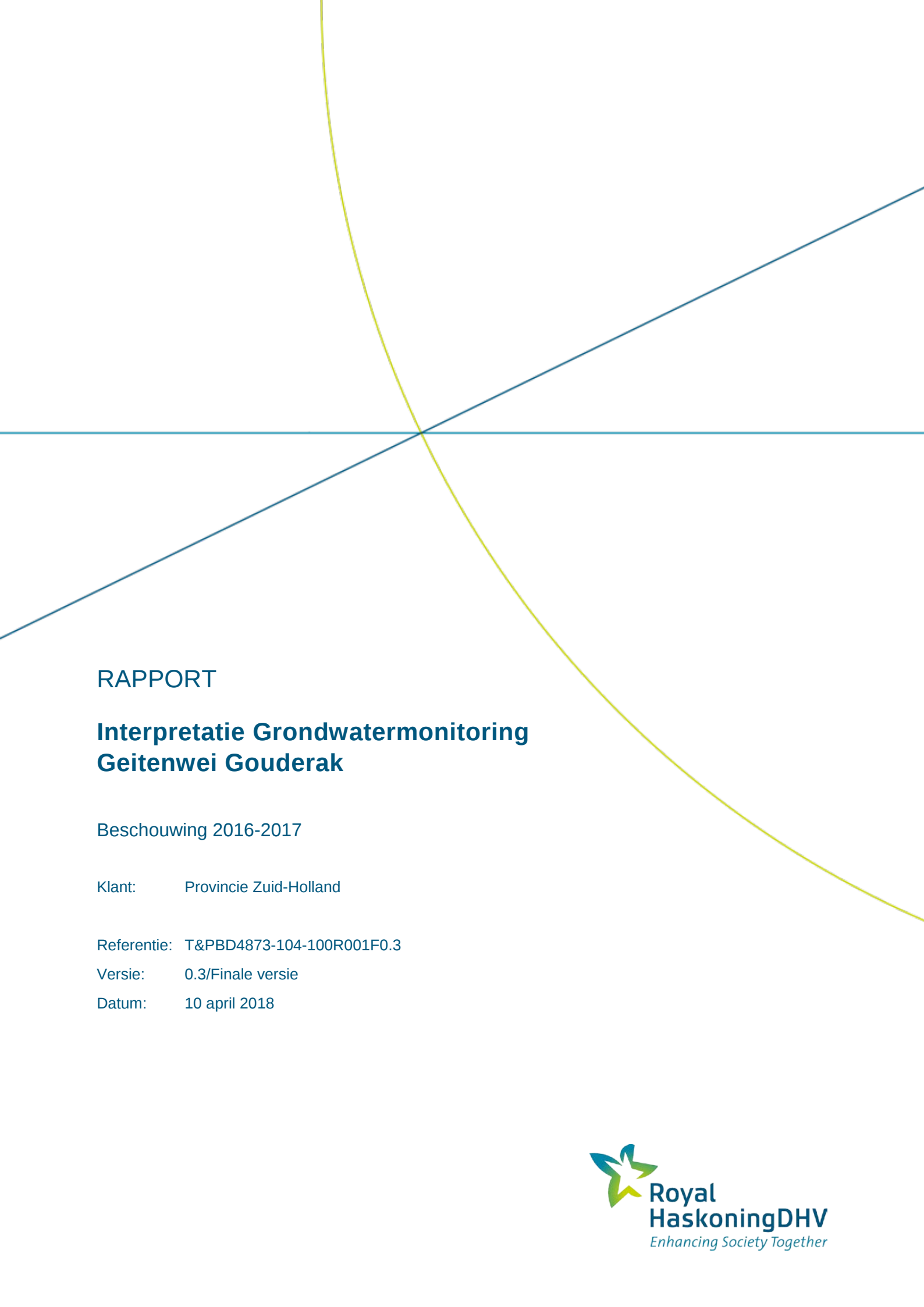




RAPPORT

Interpretatie Grondwatermonitoring Geitenwei Gouderak

Beschouwing 2016-2017

Klant: Provincie Zuid-Holland

Referentie: T&PBD4873-104-100R001F0.3

Versie: 0.3/Finale versie

Datum: 10 april 2018

HASKONINGDHV NEDERLAND B.V.

George Hintzenweg 85
3068 AX ROTTERDAM
Netherlands

Transport & Planning
Trade register number: 56515154

+31 88 348 90 00 **T**
+31 10 209 44 26 **F**
info@rhdhv.com **E**
royalhaskoningdhv.com **W**

Titel document: Interpretatie Grondwatermonitoring Geitenwei Gouderak

Ondertitel: Rapport
Referentie: T&PBD4873-104-100R001F0.3
Versie: 0.3/Finale versie
Datum: 10 april 2018
Projectnaam: Herstel sanering leeflaag zelling Geitenwei Gouderak
Projectnummer: BD4873-104-100
Auteur(s): Tony Kok, Steven Klinge

Opgesteld door: Tony Kok, Boris Smulders

Gecontroleerd door: Boris Smulders

Datum/Initialen: 10/4/2018

Goedgekeurd door: Steven Klinge

Datum/Initialen: 10/4/2018

Classificatie

Projectgerelateerd



Disclaimer

No part of these specifications/printed matter may be reproduced and/or published by print, photocopy, microfilm or by any other means, without the prior written permission of HaskoningDHV Nederland B.V.; nor may they be used, without such permission, for any purposes other than that for which they were produced. HaskoningDHV Nederland B.V. accepts no responsibility or liability for these specifications/printed matter to any party other than the persons by whom it was commissioned and as concluded under that Appointment. The integrated QHSE management system of HaskoningDHV Nederland B.V. has been certified in accordance with ISO 9001:2015, ISO 14001:2015 and OHSAS 18001:2007.

Inhoud

1	INLEIDING	1
2	GEOHYDROLOGISCH SYSTEEM	2
2.1	Algemeen, bodemopbouw en geotechnische voorzieningen	2
2.1.1	Bodemopbouw en geohydrologie	2
2.1.2	Damwand	3
2.1.3	Golfbreker/vooroever	4
2.2	Folie en geotextiel	4
2.3	Drains	5
2.4	Grondwatermonitoringssysteem	6
2.4.1	Drainputten	6
2.4.2	Peilbuizen	8
2.5	Externe factoren	8
2.5.1	Neerslag en verdamping	8
2.5.2	Oppervlaktewaterpeil en getijden Hollandse IJssel	9
2.5.3	Stijghoogte eerste watervoerende pakket	11
3	MONITORING	12
3.1	Actie- en signaalwaarden	12
3.2	Drains en drainputten	12
3.3	Peilbuizen	15
3.4	Interpretatie van gemeten waterstanden in de stort	16
3.4.1	Inleiding	16
3.4.2	Waterbalansmodel periode 1-11-2015 t/m 3-11-2017	16
3.4.3	Waterbalansmodellen DR04 en DR10 periode 3-2017 t/m 11-2017	20
3.4.4	Statische analyse van de meetreeksen	23
3.4.5	Conclusies interpretatie van gemeten waterstanden in het stort	24
3.5	Voorkomen instroom van oppervlaktewater	24
4	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	26

Bijlagen

- A1 NAZORGSYSTEEM GEITENWEI**
- A2 LIGGING MONITORINGSSYSTEEM**
- A3 DATA DRAINPUTTEN**
- A4 DATA PEILBUIZEN**
- A5 RESULTATEN STATISTISCHE ANALYSE MENYANTHES**
- A6 NOTITIE: Onderzoek stabiliteit bij hogere waterstand**

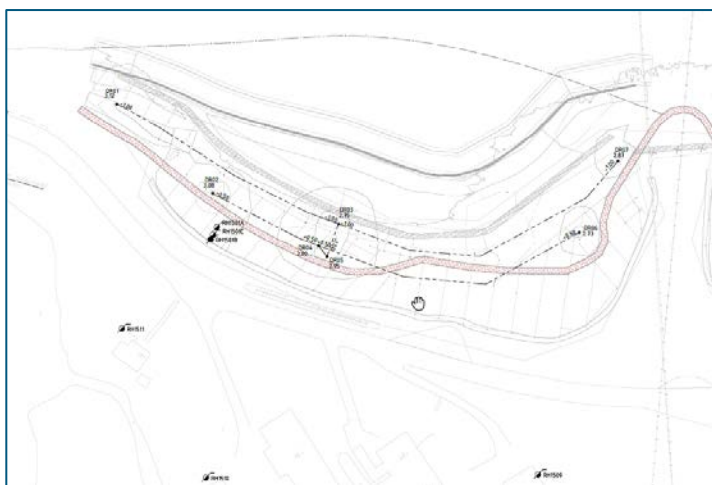
1 INLEIDING

In opdracht van de provincie Zuid-Holland, project team Hollandsche IJssel is een bodemsanering in twee fasen uitgevoerd op de locatie Zelling Geitenwei. Aanleiding van de sanering was de voorgenomen herinrichting, in het kader van het project Hollandsche IJssel, van vele buitendijks gelegen locaties langs de Hollandsche IJssel. De locatie Zelling Geitenwei is zo'n locatie. De locatie is in gebruik geweest als stortplaats/ opgehoogd met puin en (chemisch) afval.

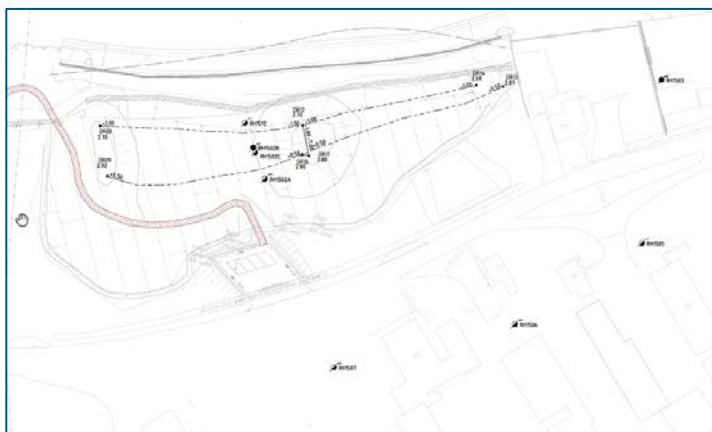
Door te kiezen voor de IBC-saneringsvariant, het niet geheel verwijderen van de aanwezige verontreiniging (stortmateriaal) en een leeflaag aan te brengen, is nazorg vereist.

Onderdeel van de nazorg is de monitoring van de grondwaterstanden in het stort. Aangezien de grondwaterstand in het stort zich nog niet heeft gestabiliseerd op het gewenste niveau is voorliggende beschouwing opgesteld. Door middel van een waterbalansmodel is inzicht verkregen in de processen die de grondwaterstanden in het stort bepalen:

- Neerslag
- Verdamping
- Infiltratie naar het eerste watervoerende pakket
- Drainage door de Hollandse IJssel
- Instroom van water vanuit de Hollandse IJssel bij overschrijding van drempelwaarde (folie hoogte)



Westzijde



Oostzijde

Figuur 1 Overzicht peilbuizen en drainageputten stortlocatie Zelling Geitenwei (uit bijlage A2)

2 GEOHYDROLOGISCH SYSTEEM

2.1 Algemeen, bodemopbouw en geotechnische voorzieningen

De voorzieningen die zijn aangelegd welke dienst doen als nazorgsysteem voor de beheersing van het grondwatervniveau in het stort bestaan voor de Geitenwei uit:

- Folie en geotextiel aangebracht onder de leeflaag;
- Drains in het stortpakket;
- Een grondwatermonitoringssysteem (drainputten en peilbuizen).

Daarnaast zijn ook geotechnische voorzieningen getroffen die tevens geohydrologische invloeden hebben. Deze zijn na de beschrijving van de bodemopbouw en geohydrologie opgenomen in de hier volgende paragrafen. Van de aangelegde nazorgsystemen is in bijlage A1 de tekening opgenomen.

2.1.1 Bodemopbouw en geohydrologie

De lokale bodemopbouw op de locatie is beschreven in tabel 1. Hierbij wordt opgemerkt dat deze globaal is en plaatselijk sterk kan afwijken, mede door de uitgevoerde sanering.

Tabel 1: Lokale bodemopbouw.

Diepte (m-NAP)	Diepte m-m v	Diepte m-mv)	Geohydrologische eenheid	Doorlatendheid c (m ² /dag) of weerstand kD (dagen)
+3,6 tot +3,1	0 tot 0,5	Klei	Afdeklaag	c=0
+3,1 tot -3,4	0,5 tot 6,5	Stortmateriaal	Afvalstort	Onbekend
-3,4 tot -10,9	6,5 tot 11,5	Zware zavel/ lichte klei	Deklaag	C= 2.500 á 3.000
-10,9 tot -15,9	11,5 tot 16,5	Veen	Deklaag	C=10.000

Grondsoort	b.k. laag [m NAP]
Klei, afdekking*	+2,0
Vuilstort	+1,5
Klei, slap	-3,4
Klei, matig, boven	-6,0
Veen, matig**	-7,3
Klei, matig	-13,2
Zand, matig	-15,8

Deze lokale bodemopbouw is geverifieerd in de rapportage met de berekeningen voor de damwand- en oeverbekleding (Arthe, rapport nr: ACS14139-R01-01, 27 maart 2015) en het daarin opgenomen grondonderzoek. Uit de uitgevoerde sonderingen blijkt weinig variatie in de bodemopbouw.

In tabel 2 is de regionale bodemopbouw weergegeven. In deze geschematiseerde bodemopbouw is de bodemopbouw vanaf het stortmateriaal weergegeven.

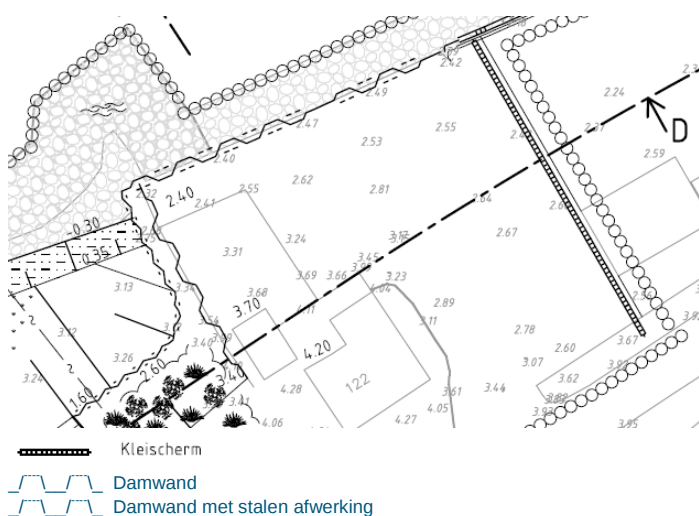
Tabel 2: Regionale bodemopbouw

Diepte (m-NAP)	Samenstelling	Geohydrologische eenheid	Formatie
+3,6 tot -18	Klei en veen	Deklaag	Holocene afzetting
-18 tot -46	Grind houdende matig tot grof zand	1e WVP	Kreftenheye, Urk en Sterksel
-46 tot -55	Klei	1e scheidende laag	Kedichem
-55 tot -90	Fijn tot matig grof zand	2e WVP	Kedichem
-90 tot -100	Klei	2e Scheidende laag	Tegelen
-100 tot -250	Fijn tot matig grofzand	3e WVP	Tegelen en Maassluis

2.1.2 Damwand

In eerste fase van de sanering is bij de Kattendijk 122 een damwand geplaatst ter voorkoming van verspreiding van verontreiniging naar de rivier. De bovenkant van de damwand ligt op +2,2 NAP en heeft een planklengte van 10 tot 15 m. De damwand is over een lengte van 60 m geplaatst (AZ36-700, staalkwaliteit S240) en is afgewerkt met stalen deksloof.

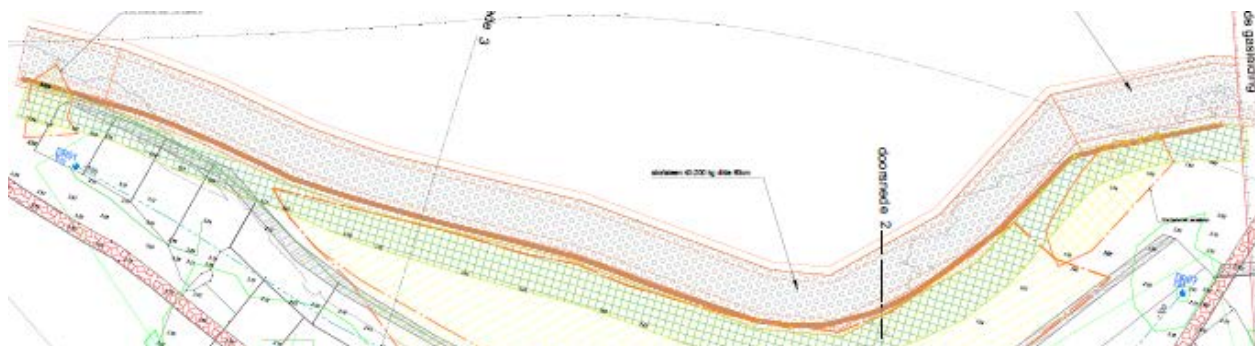
Figuur 2: Ligging damwand en kleischerm (eerste fase).



In de tweede fase is aan de vooroever een stalen damwand aangebracht (AZ17-700, staalkwaliteit S240 opgegeven levensduur van 50 jaar) gestaffeld aangebracht tot een diepte van 17,7 (in het zand) en 13,7 – NAP en afgewerkt op NAP -0,3 m. Doel van de damwand aan de vooroever is om te voorkomen dat de aangebrachte leeflaag afschuift naar de rivier. Verder worden de stroombanen van het grondwater naar de rivier afgesneden en buigen af naar de ondergrond.

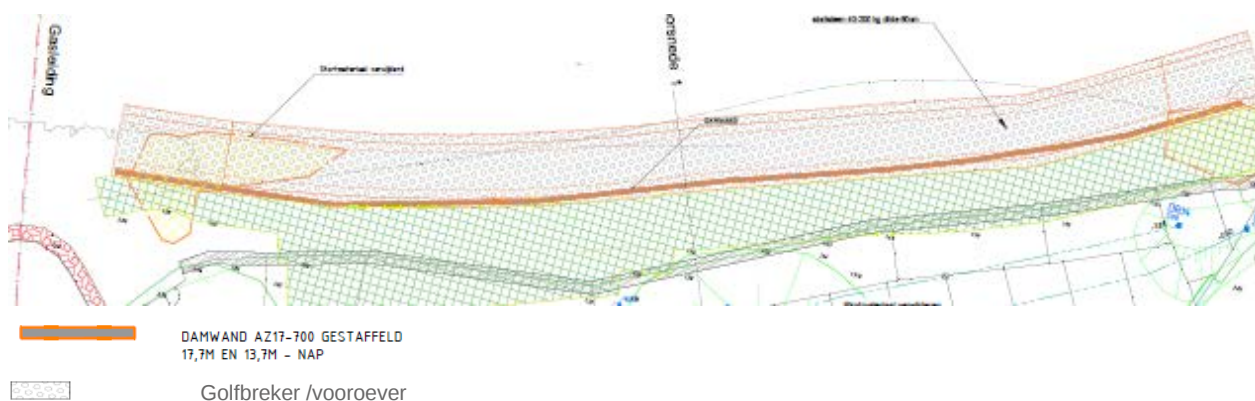
Ten westen van de gasleiding is de damwand over een oeverlengte van 164 m aangebracht.

Figuur 3a: Ligging damwand westelijk van gasleiding (tweede fase).



Ten oosten van de gasleiding is de damwand aangebracht over een oeverlengte van 133 m.

Figuur 3b: Ligging damwand oostelijk van gasleiding (tweede fase).

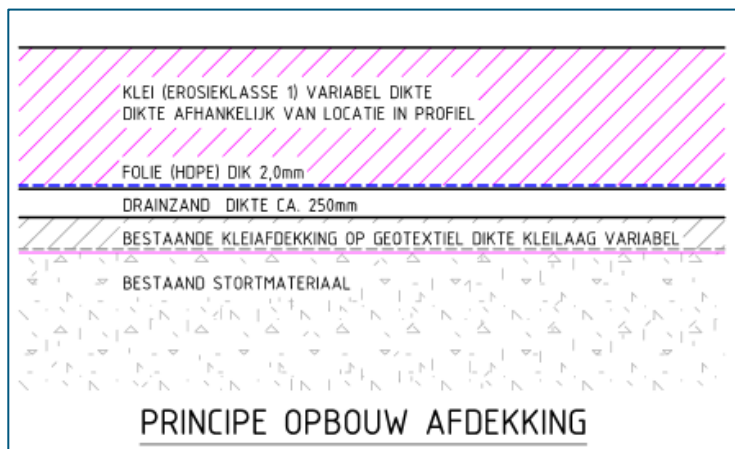


2.1.3 Golfbreker/vooroever

De golfbreker/vooroever dient om de golf- en stroombelastingen op te vangen en zodoende erosie van de aangebrachte leeflaag duurzaam te voorkomen. Hiervoor is er stortsteen: 40 -200 kg (grauwacke) met een dikte van 60 cm op een geotextiel (geolon PP60) aangebracht. De golfbreker/vooroever is afgewerkt op maximaal NAP +0,70 m. In figuur 4a en 4b is de golfbreker en vooroever weergegeven.

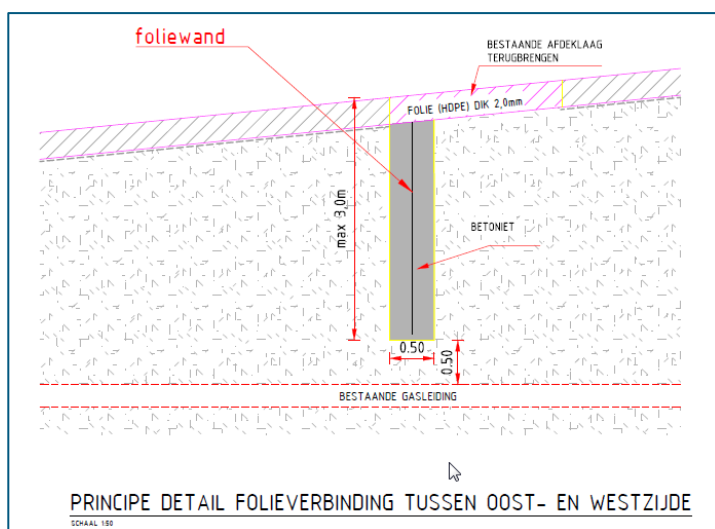
2.2 Folie en geotextiel

De stortplaats is afgedekt met folie met daarop een laag van erosiebestendige klei met een dikte variërend van 0,3-1,3 m. Onder de folie is een steunlaag van drainzand aangelegd. De folie is afgedekt met geleverde schone klei. Om de folie aan te kunnen leggen is aan de rivierzijde een sleuf gerealiseerd. In deze sleuf is de folie aangebracht in de bestaande kleidrempel, welke is aangelegd tijdens de eerste saneringswerkzaamheden en aangevuld met bentoniet.



Figuur 4: Opbouw leeflaag en folie

Bij de gasleiding is de onderstaande opbouw gerealiseerd;



Figuur 4: Opbouw leeflaag en folie gasleiding

Tussen de ontluuchtingsstrook en de Kattendijk is tijdens de sanering vóór 2015 op het geotextiel een kleilaag aangebracht. Aan de oostzijde is de stook waar waterdoorlatend geotextiel is aangebracht breder dan aan de westzijde. Hierdoor kan aan de oostzijde meer neerslag intreden in het stortlichaam. De folies van west en oost komen hier samen door middel van een verticaal scherm. Er zit geen overlap tussen de twee delen.

2.3 Drains

De aangelegde folie moet voorkomen dat regenwater in het stort kan infiltreren. Om de water-overspanningen in het stort te reguleren is een drainage (in drainzand) onder de folie aangebracht.

Op basis van de uitgevoerde analyse mag bij een helling van de folie van 1:17 (gemiddelde) maximaal 20,7 kPa waterdruk tegen de folieconstructie aan staan. Dit komt overeen met 2,1 m waterkolom. De teen van het talud, op de waterlijn, is daarbij maatgevend, omdat dit het laagste punt is en de grondwaterstand in het stortpakket na de werkzaamheden overal gelijk wordt verondersteld. Uitgaande van een

laagwaterlijn van NAP -0,3 m en een wateroverspanning van 2,1 m, is de maximaal toegestane grondwaterstand NAP +1,8 m (Grontmij rapport: Geotechnisch Haalbaarheidsanalyse GM-0128450, 24 maart 2014). Ook is het mogelijk dat door de beperking van de infiltratie de grondwaterstanden zakken waardoor mogelijk zettingen kunnen ontstaan (zie rapport Grontmij: Hydrologische effecten ophoging, GM0128991 kenmerk 334980, 27 maart 2014). Dit is met name voor de gasleiding van belang. Het drainagesysteem kan zodanig worden aangepast dat rivierwater kan worden geïnfiltreerd.

Om het grondwaterpeil te kunnen beheersen is per zijde 1 drainpaar aangelegd (totaal 4 drainstrengen). De meest noordelijke drain is op een diepte van 1,0 m –NAP aangelegd en de meest zuidelijke drain op een diepte van 0,5 m –NAP. Drains zijn rond 100 mm en omhuld met polypropyleenvezels. De drains zijn van oost naar west in het stort gelegen en worden onderbroken ter plaatse van de gasleiding, die de locatie doorsnijdt.

In de bovengenoemde geotechnische haalbaarheidsanalyse van Grontmij is de maximaal toelaatbare grondwaterstand (stijghoogte) in het stortmateriaal vastgesteld op +1,8 m NAP (actiewaarde). Na realisatie van de folieconstructie blijkt dat deze actiewaarde geregeld wordt overschreden. In de notitie van 22 november 2017 (I&BBD4873N002D0.1. opgenomen in bijlage A6) is onderzocht of een hogere grondwaterstand (dan de actiewaarde) in het stort toelaatbaar is zonder dat schade ontstaat aan de folieconstructie. Hiervoor is een review uitgevoerd op de berekeningen van Grontmij, ten aanzien van de uitgangspunten en wijze van berekenen. Onderzocht is wat de variabelen zijn die de maximaal toelaatbare waterstand onder het folie bepalen. In bijlage A6 is deze notitie opgenomen waarin een heroverweging van de hieronder genoemde maximale grondwaterstanden van de oost- en de westzijde is opgenomen. De signaalwaarde voor de minimale grondwaterstand waren reeds vastgesteld op 1,3 m+NAP en de actiewaarde op 1,2 m+NAP (voorkomen zetting bij gasleiding). De actie- en signaalwaarden zijn in onderstaande tabel weergegeven:

Tabel 3; Huidige en nieuwe signaal- en actiewaarden grondwaterstand

	Locatie	Huidige waarde	Nieuwe maximale waarde	Huidige (= nieuwe) minimale waarde
Signaalwaarde	Westzijde	+1,6 NAP	+2,27 NAP	1,3 m+NAP
	Oostzijde		+1,61 NAP	
Actiewaarde	Westzijde	+1,8 NAP	+2,77 NAP	1,2 m+NAP
	Oostzijde		+2,11 NAP	

2.4 Grondwatermonitoringssysteem

Met de monitoring worden de volgende aspecten gecontroleerd:

1. Het monitoren van de verontreiniging in het grondwater en
2. Het controleren van de grondwaterstand in het stort.

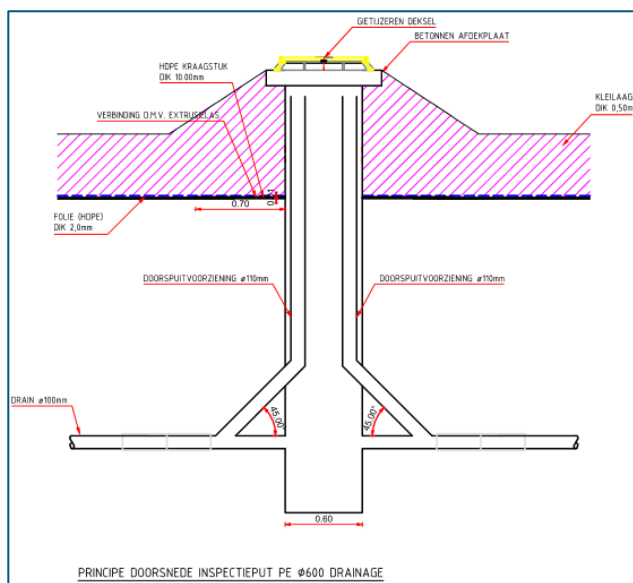
In deze rapportage wordt alleen ingegaan op de monitoring van de grondwaterstanden. In het meetnet zijn de peilbuizen en in het stort aangebrachte inspectieputten opgenomen. De grondwaterstand van het stort wordt gemeten in de inspectieputten en peilbuizen.

2.4.1 Drainputten

De grondwaterstand wordt gecontroleerd in de inspectieputten (totaal 14 stuks) van de drains. In de verzamelputten van de 2 drainparen worden divers (met telemetrie) geplaatst (installatie door ODMH/Bodemzorg). Met deze divers wordt 'realtime' inzicht verkregen in de stijghoogte in de

controledrainages. Tevens is het mogelijk om bij een bepaald niveau een melding te krijgen en kan de verwachting dat de stijghoogte daalt, gevolgd worden.

In overleg met de Omgevingsdienst (ODMH) zal worden besloten of en hoe de divers zullen worden ingezet. De pompen worden bij een te hoge of te lage grondwaterstand geplaatst en aangezet. Indien grondwater onttrokken moet worden zal ook een grondwaterzuiveringsvoorziening worden gerealiseerd, een en ander afhankelijk van het debiet.



Figuur 5: Drainputten met aansluiting drainage

De metingen in de drainputten zijn in het eerste jaar maandelijks uitgevoerd. Na 1 jaar wordt de frequentie geëvalueerd. In onderstaande tabel zijn de drainputten weergegeven en in tabel 6 de monitoringspeilbuizen. In bijlage A2 is een tekening opgenomen met de ligging van de peilbuizen en drainageputten.

Tabel 4: Drainputten en ligging

Naam	locatie	Coördinaten
dr01	Westelijke zijde stort, noord west	105123.555/ 443417.761
dr02	Westelijke zijde stort, noord west	105115.678/ 443416.097
dr03	Westelijke zijde stort, midden noord	105013.287/ 443392.776
dr04	Westelijke zijde stort, midden zuid	105071.707/ 443381.552
dr05	Westelijke zijde stort, midden zuid	105069.298/ 443389.997
dr06	Westelijke zijde stort, zuid oost	105011.478/ 443373.081
dr07	Westelijke zijde stort, noord oost	105017.791/ 443359.232
dr08	Oostelijke zijde stort, noord west	104972.591/ 443358.469
dr09	Oostelijke zijde stort, zuid west	104967.728/ 443336.357
dr10	Oostelijke zijde stort, midden zuid	104902.709/ 443320.243
dr11	Oostelijke zijde stort, midden zuid	104899.165/ 443312.593
dr12	Oostelijke zijde stort, midden noord	104902.244,443310.447
dr13	Oostelijke zijde stort, zuid oost	104866.881/443318.584

dr14	Oostelijke zijde stort, Noord Oost	104834.157/443334.795
------	------------------------------------	-----------------------

2.4.2 Peilbuizen

De grondwaterstand wordt tevens gecontroleerd in de monitoringspeilbuizen.
De in de tabel opgenomen peilbuizen zijn het afgelopen jaar een aantal malen gepeild t.o.v. NAP.

Tabel 5: Peilbuizen en ligging

Peilbuis (Nr filter)	Diepte filter	Locatie	Coördinaat X	Coördinaat Y	Coördinaat Z (bkpb)
In stort (bron)					
RH1501 (1)	Onder gws	in stort, westzijde	104870,533	443309,735	3,439
RH1502 (1)	Onder gws	in stort, oostzijde	105063,013	443371,498	2,569
RH1512 (1)	onder gws	in stort, westzijde	105052,668	443385,785	2,563
Onder stort (verticale verspreiding)					
RH1501 (2)	7-9	in stort, westzijde	104869,826	443305,948	3,642
RH1501 (3)	11-13	in stort, westzijde	104869,9	443305,838	3,618
RH1501 (4)	16-18	in stort, westzijde	104870,083	443307,385	3,575
RH1502 (2)	7-9	in stort, oostzijde	105057,113	443379,585	2,640
RH1502 (3)	11-13	in stort, oostzijde	105057,123	443379,492	2,600
RH1502 (4)	16-18	in stort, oostzijde	105058,086	443378,234	2,662
In stort (achter kleischerm in puinstort)					
RH1503 (1)	1,5-3,5	puinstort	105168,299	443432,881	2,369
RH1503 (2)	7-9	Puinstort	105168,299	443432,881	2,369
Buiten stort (horizontale verspreiding)					
RH1505 (1)	2,0-4,0	binnendijs poldergebied	105176,353	443384,541	-1,403
RH1506 (1)	2,0-4,0	binnendijs poldergebied	105176,353	443384,541	-1,403
RH1507 (1)	2,0-4,0	binnendijs poldergebied	105098,442	443323,282	-1,873
RH1509 (1)	2,0-4,0	binnendijs poldergebied	104975,511	443268,651	-1,742
RH1510 (1)	2,0-4,0	binnendijs poldergebied	104975,511	443268,651	-1,742
RH1511 (1)	2,0-4,0	binnendijs poldergebied	104853,002	443275,295	-0,5

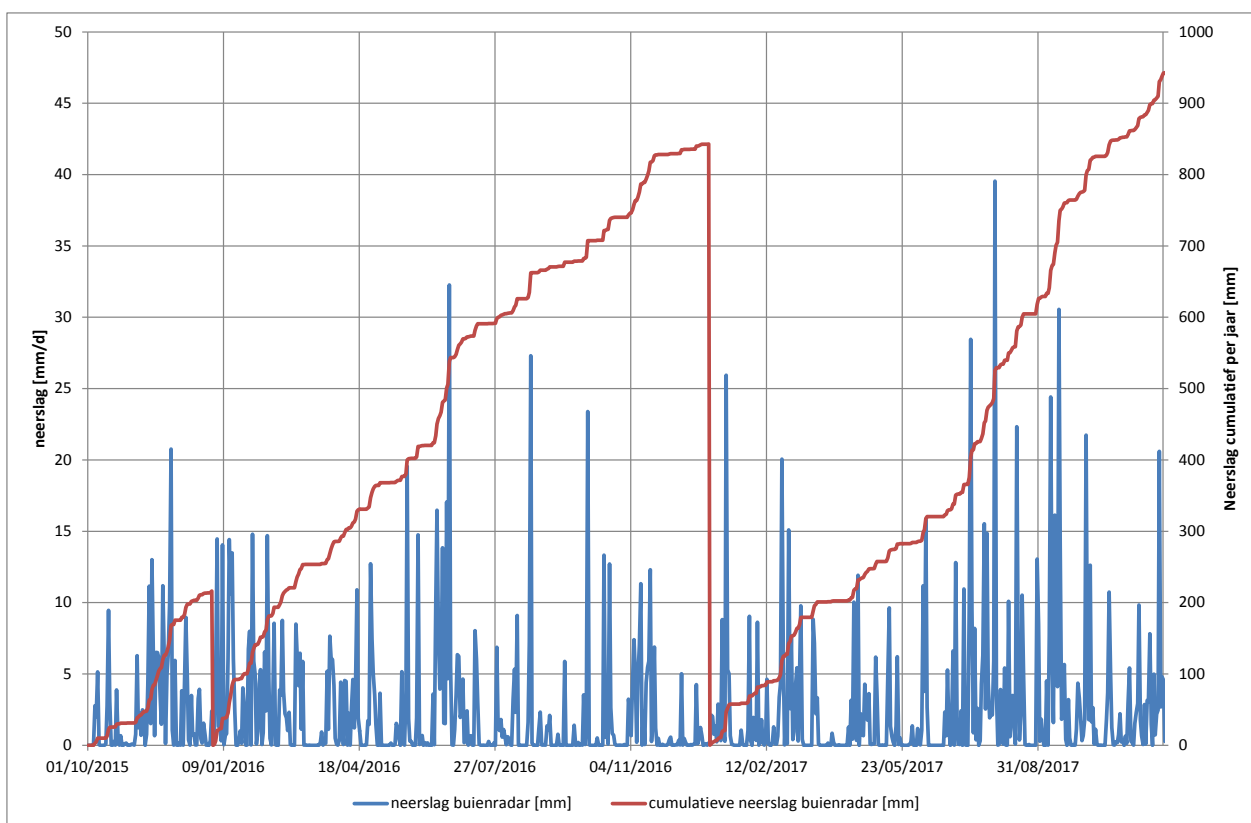
2.5 Externe factoren

Op de grondwaterstanden in het stort zijn externe factoren van invloed. Hieronder zijn de meest invloedrijke factoren beschouwd.

2.5.1 Neerslag en verdamping

Doordat niet het gehele stort is afgesloten door middel van folie treedt er aanvulling op in het niet afgesloten deel door neerslag. Ook zal hier een deel weer verdampen. Het verschil tussen de neerslag en

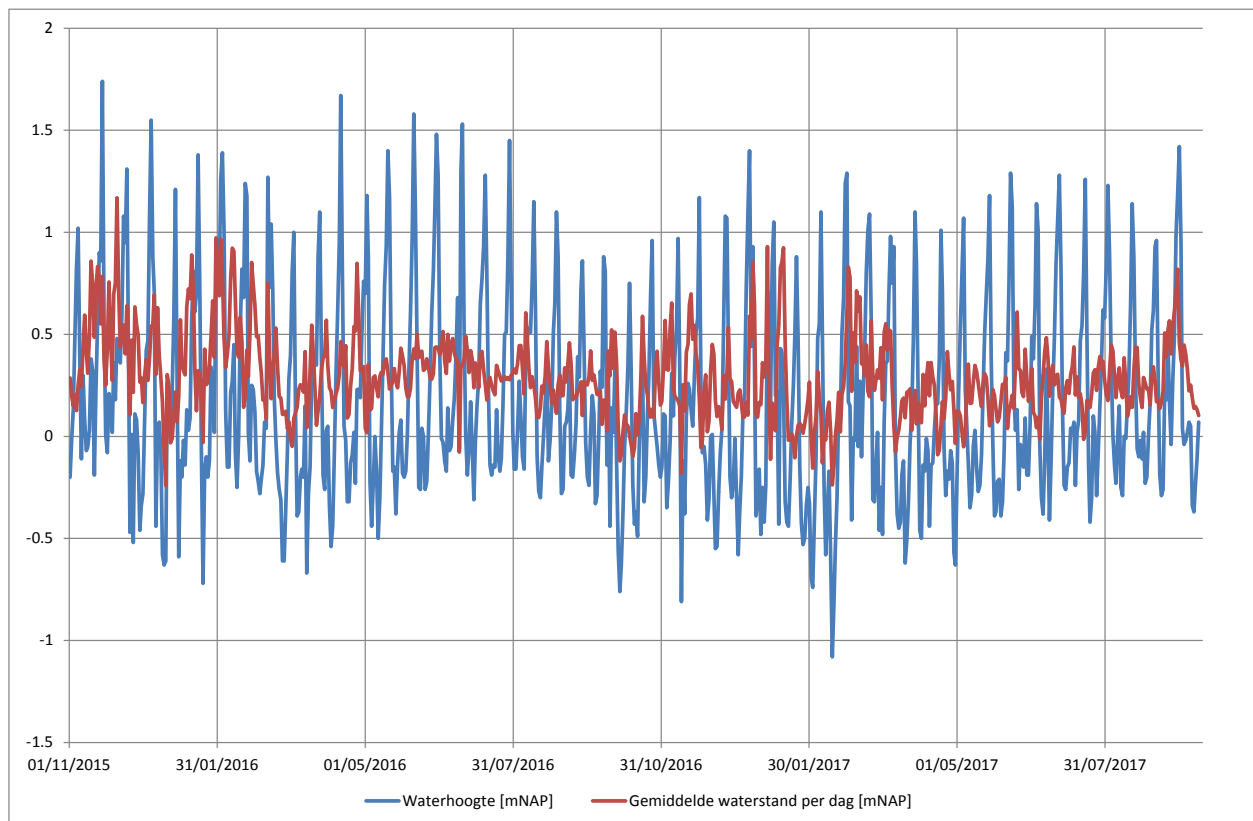
verdamping wordt het netto neerslagoverschot genoemd. Op basis van neerslaggegevens verkregen met de buienradar voor de locatie Geitenwei in de periode 1 november 2015 tot en met 31 november 2017, bedraagt de gemiddelde hoeveelheid neerslag in deze periode 2,5 mm/dag. De totale hoeveelheid neerslag bedroeg in de laatste twee maanden van 2015 216 mm, in geheel 2016 843 mm en in 2017 tot en met november 974 mm (zie figuur 5). De gemiddelde verdamping ter plaatse van Rotterdam was in deze periode 1,5 mm/d.



Figuur 6: Neerslagverloop Gouda periode 1 oktober 2015 t/m 30 november 2017

2.5.2 Oppervlaktewaterpeil en getijden Hollandse IJssel

Het peil op de Hollandse IJssel staat onder invloed van getijdebewegingen. Het gemiddelde peil ter plaatse van het meetpunt Gouda brug (stroomopwaarts van de locatie) bedroeg in de periode van 1 november 2015 tot en met 30 november 2017 +0,32 m NAP. In deze periode bedroeg het hoogst gemeten waterpeil bij een meetinterval van 10 minuten, +2,43 m NAP. Het laagst gemeten waterpeil bedroeg hier in deze periode -1,25 m NAP. Het volgende meetpunt oppervlaktewater ligt bij Krimpen aan de IJssel (stroomafwaarts van de locatie). Hier is in 2017 gemiddeld een 0,004 m lagere waterstand gemeten dan bij Brug Gouda. De waterstand ter plaatse van de Brug bij Gouda is dus representatief voor de waterstand van het oppervlaktewater bij de locatie Geitenwei Goudarak. Het daggemiddelde varieerde in deze periode van -0,31 tot +1,17 m NAP. Omdat grondwaterstroming een relatief langzaam proces is, wordt de stroming van grondwater vrijwel niet beïnvloed door de relatief snelle getijdebewegingen, maar wel door de gemiddelde waterstand. In figuur 6 zijn zowel de getijdebewegingen als de daggemiddelden weergegeven voor De Hollandse IJssel bij Gouda. Op 11 januari is de Stormvloedkering tijdelijk gesloten. Het effect is terug te zien in de daggemiddelden die oplopen naar circa +1,0 m NAP.



Figuur 7: Waterstand Hollandse IJssel in de periode 1 november 2015 tot en met 30 september 2017

Het gemiddelde oppervlaktewaterpeil bedraagt +0.32 m NAP. Dit is circa 1,8 m lager dan de maximaal toelaatbare waterstand in het stort (+ 2,11 m NAP).

Gemiddeld zal de Hollandse IJssel een drainerende werking hebben. De mate van drainage hangt af van de weerstand tussen het stortpakket en de Hollandse IJssel. De intreeweerstand, ter plaatse van stormmateriaal/damwand en aan weerszijden van het stort zijn van belang omdat het stormmateriaal hier overgaat in oorspronkelijke bodem.



Figuur 8: Ligging Stormvloedkering Hollandse IJssel

2.5.3 Stijghoogte eerste watervoerende pakket

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket (ca -5 m NAP) ligt aanzienlijk lager dan de waterstand in het stort (+1,5 tot +2,0 m NAP). Hierdoor treedt infiltratie van water naar het eerste watervoerende pakket op. De mate van infiltratie hangt af van de weerstand van de holocene deklaag. Volgens voorgaande rapportages bedraagt deze weerstand 5.000 tot 10.000 dagen. Bij deze hoge weerstand is het aandeel uitstomend water van het stortmateriaal naar het watervoerende pakket klein.

3 MONITORING

3.1 Actie- en signaalwaarden

Om de wateroverspanningen door hoge grondwaterstanden in het stort te reguleren (behoud folie) is een drainage onder de folie aangebracht. Ook is mogelijk dat door de beperking van de infiltratie de grondwaterstanden zakken waardoor mogelijk zettingen kunnen ontstaan. Dit is met name voor de gasleiding van belang.

Tabel 6: Aangepaste signaal- en actiewaarden **maximale** grondwaterstand

	Locatie	
Signaalwaarde	Westzijde	+2,27 NAP
	Oostzijde	+1,61 NAP
Actiewaarde	Westzijde	+2,77 NAP
	Oostzijde	+2,11 NAP

De signaalwaarde voor de **minimale** grondwaterstand stellen we vast op +1,3 m NAP en de actiewaarde op +1,2 m NAP (voorkomen zetting bij gasleiding).

Bij overschrijding van de signaalwaarde (minimale en maximale) worden de volgende maatregelen getroffen:

- de grondwaterstandsmetingen zullen tweewekelijks worden uitgevoerd.
- bij verder stijgende grondwaterstanden tot boven de actiewaarde maximale grondwaterstand zal in overleg met het bevoegd gezag pompcapaciteit worden ingezet.
- Bij verder dalende grondwaterstanden tot onder de +1,2 m NAP (actiewaarde minimale grondwaterstand) zal in overleg met het bevoegd gezag en de Gasunie pompcapaciteit voor infiltratie worden ingezet.

Zodra de resultaten van de grondwaterstandsmetingen weer aan de signaalwaardes voldoen wordt het reguliere meetprogramma hervat.

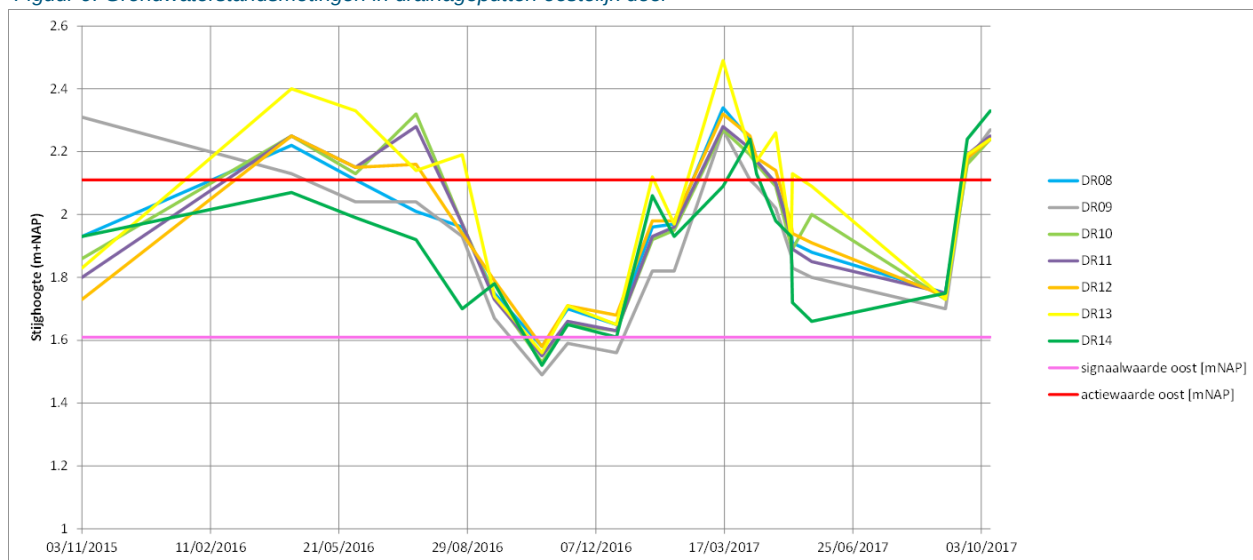
3.2 Drains en drainputten

In het kader van de nazorg zijn in de afgelopen periode de grondwaterstanden in de drainputten gemeten. De meetperiode van de drainputten loopt van 3 november 2015 tot en met oktober 2017.

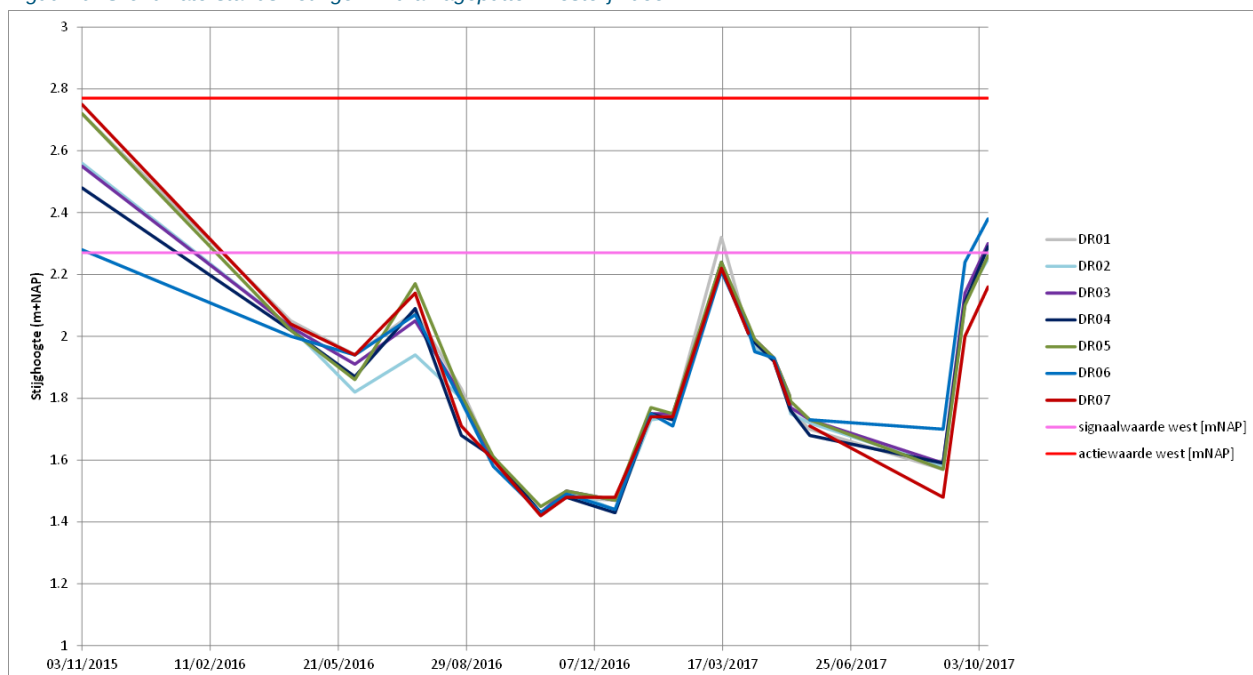
In twee van de drainputten (DR04 en DR10) zijn divers geplaatst voor automatische grondwaterstandsmetingen.

- Van drainput DR04 zijn uurmetingen beschikbaar van de periode 6 april 2017 tot en met 3 november 2017
- Van drainput DR10 zijn uurmetingen beschikbaar van de periode 30 maart 2017 tot en met 13 oktober 2017

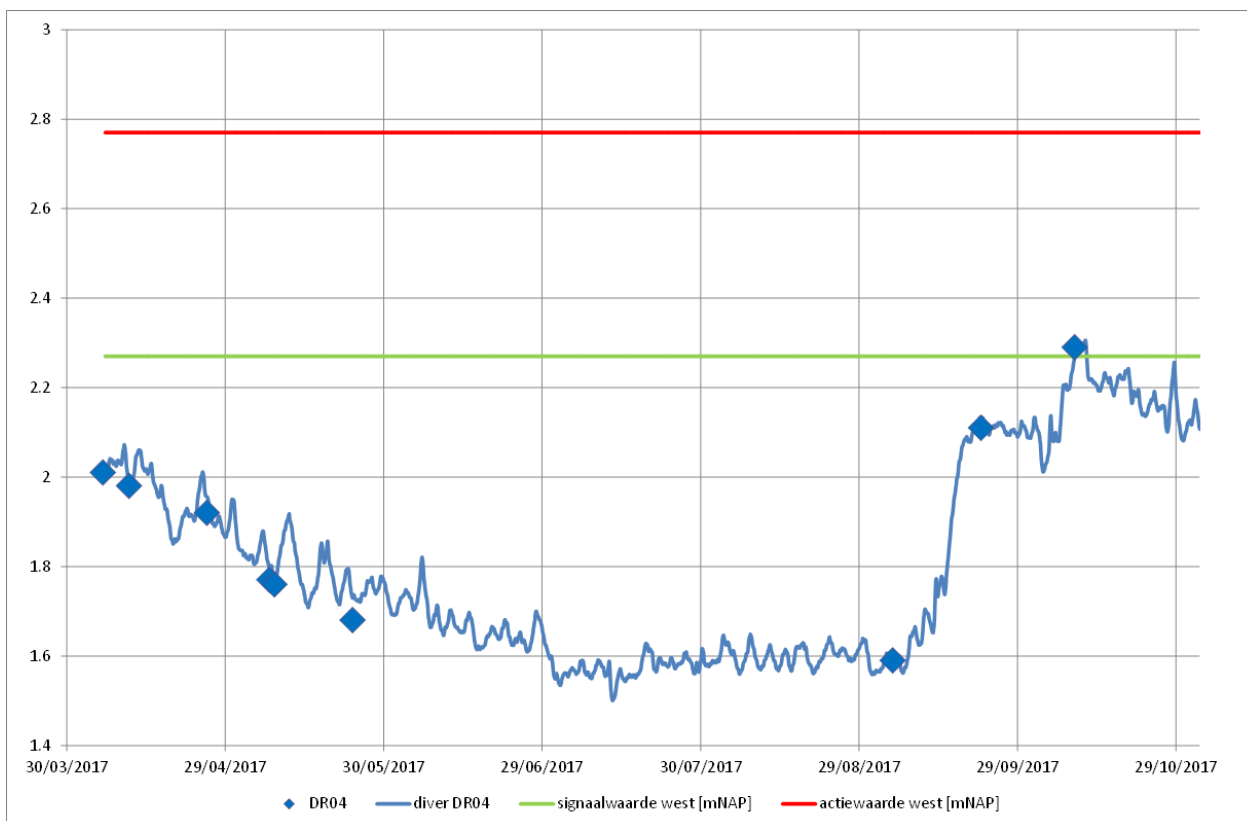
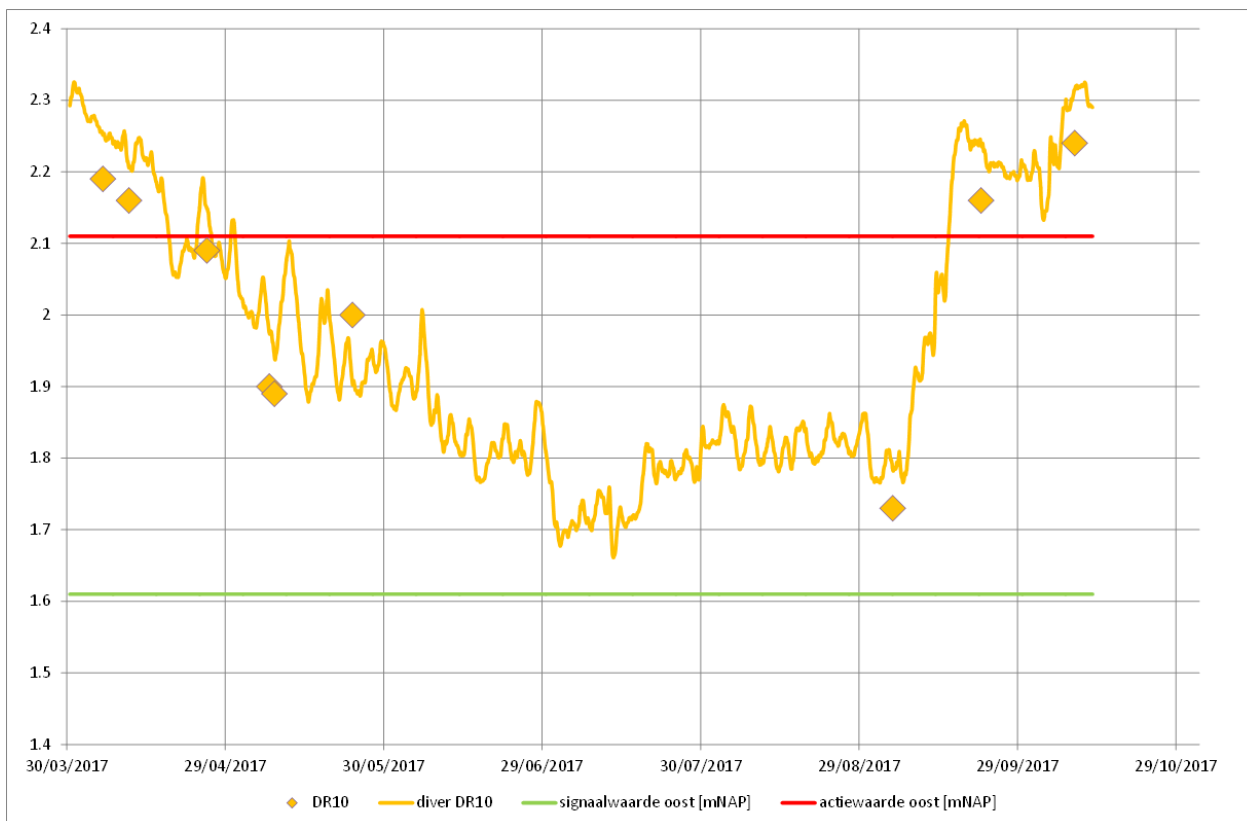
Figuur 9: Grondwaterstandsmetingen in drainageputten oostelijk deel



Figuur10: Grondwaterstandsmetingen in drainageputten westelijk deel



Figuur 11: Divermetingen en handmetingen in drainageputten **DR04 (Oostelijk deel)** en **DR10 (westelijk deel)**



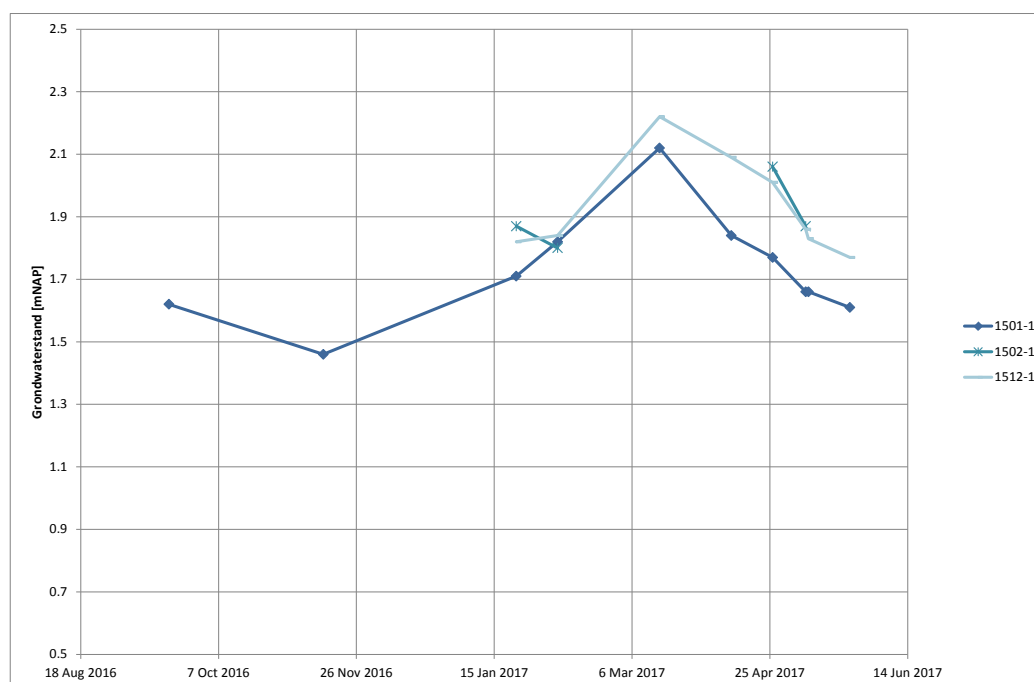
Zoals te zien is in bovenstaande grafieken fluctueert de grondwaterstand in het stort. Uit de analyse van de gegevens (uitgevoerd binnen de opdrachttermijn van RHDHV) kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De metingen in het westelijkdeel van het stort geven gemiddeld 0,11 m hogere grondwaterstand te zien dan de gemiddelde grondwaterstanden aan oostzijde van het stort. De oorzaak hiervan is niet duidelijk;
- Voor het westelijke deel geldt: In het winterseizoen stijgen de waterstanden tot boven de signaalwaarde en in de zomer dalen deze weer tot onder de signaalwaarden;
- Voor het oostelijke deel geldt: In het winterseizoen stijgen de waterstanden tot boven de actiewaarde en in de zomer dalen deze weer tot onder de actiewaarden.

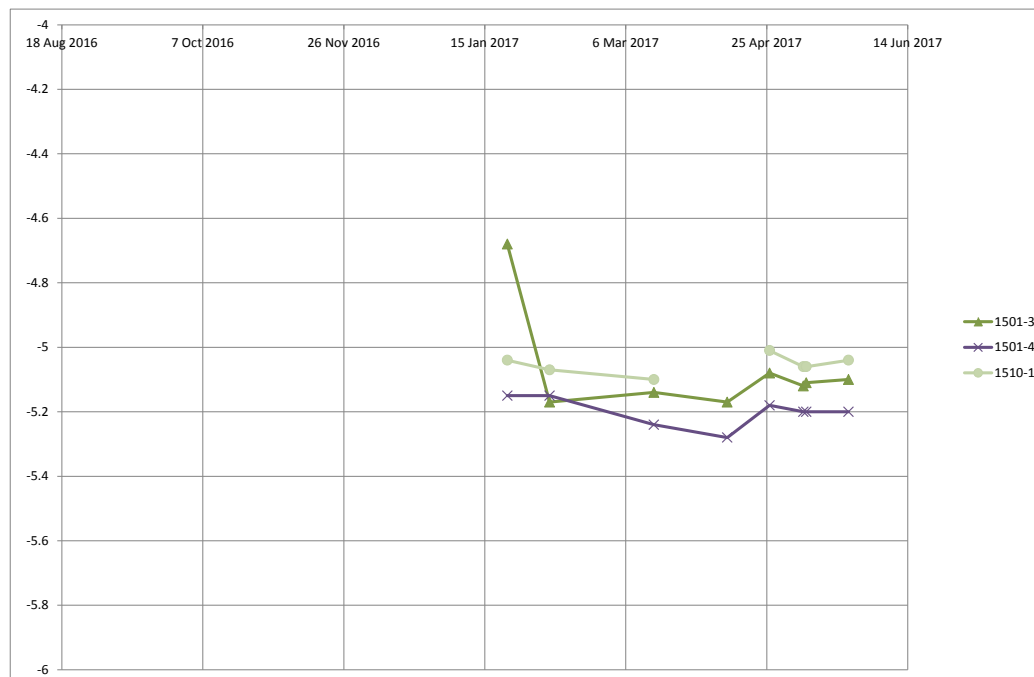
In paragraaf 3.4 worden de metingen geïnterpreteerd op basis van een water balansmodel.

3.3 Peilbuizen

In onderstaande grafieken zijn de resultaten van de peilbuizen weergegeven welke in het stort zijn geplaatst (figuur 11) en die van de peilbuizen die in het watervoerende pakket zijn geplaatst (figuur 12).



Figuur 12: Gemeten grondwaterstanden in het stort



Figuur 13: Gemeten stijghoogtes eerste watervoerende pakket

Uit de analyse van de gegevens kunnen de volgende conclusies worden getrokken:

- De in de peilbuizen gemeten waterstanden in het stort liggen van begin 2016 tot juni 2017 tussen de +1,45 en de +2,20 m NAP.
- De gemeten stijghoogtes in het eerste watervoerende pakket liggen tussen de -5,30 en de -4,65 m NAP.

3.4 Interpretatie van gemeten waterstanden in het stort

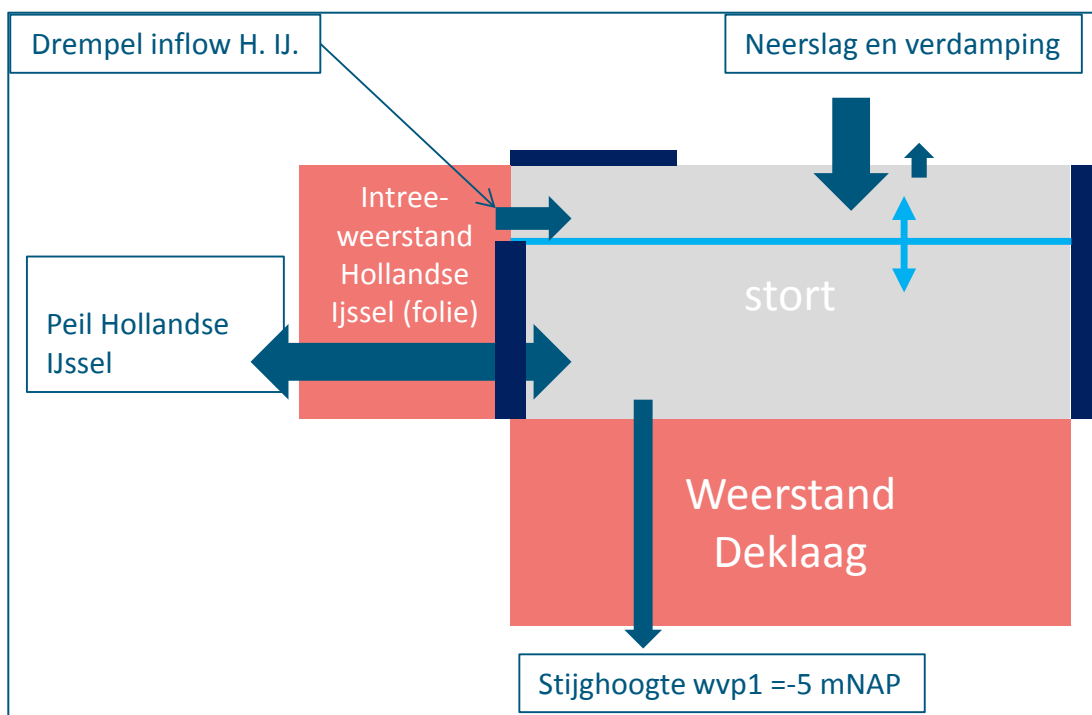
3.4.1 Inleiding

Op basis van een analyse van de gemeten waterstanden in de drainage, in de peilbuizen en het oppervlaktewater en de hoeveelheid neerslag en verdamping, met een waterbalansmodel, is onderzocht welke factoren de waterstanden in het stort bepalen. Het begrip van welke factoren de waterbalans beïnvloeden is van belang voor de keuze van eventuele maatregelen om hoge waterstanden in het stort te voorkomen. Het model kan worden gebruikt om voorspellingen te doen en om de effectiviteit van maatregelen te beoordelen. Het waterbalansmodel is opgesteld om de gedurende 2 jaar (november 2015 tot en met oktober 2017) uitgevoerde handmetingen te interpreteren en om de processen te identificeren en te kwantificeren die de waterstanden in het stort bepalen. Daarnaast zijn twee waterbalansmodellen opgesteld om 2 divermeetreeksen van drainageput DR04 en DR10 te interpreteren. Naast het opstellen en doorrekenen van waterbalansmodellen is een statistische analyse uitgevoerd van de gemeten waterstanden in het stort met behulp van Menyanthes (KWR).

3.4.2 Waterbalansmodel periode 1-11-2015 t/m 3-11-2017

Voor de periode van 1 november 2015 tot en met 3 november 2017 (tijdstep 1 dag) is een eenvoudig waterbalansmodel opgesteld in een spreadsheet. In dit model treedt aanvoer op in de vorm van het netto neerslagoverschot. De afvoer die optreedt zijn infiltratie naar het eerste watervoerende pakket, drainage naar het oppervlaktewater en verdamping. Om de relatief hoge waterstand in begin 2016 en in januari

2017 te verklaren is een aanvoerterm in de vorm van instrooming van water van de Hollandse IJssel bij een waterpeil dat hoger is dan een ingevoerde drempelwaarde. Voor de bepaling van het optreden van deze instroom is per dag de hoogst gemeten waterstand in de Hollandse IJssel gebruikt. Het stort is gedeeltelijk afgedekt met folie, waardoor de instroom van neerslag wordt beperkt. Het effect van de neerslag neemt anderzijds weer toe doordat water dat op de weg ten zuiden van de stortplaats valt af kan stromen over het open gedeelte van de stort. De stijghoogte in het eerst watervoerende pakket is in het model -5 m NAP.



Figuur 14: Waterbalansmodel stort Geitenwei

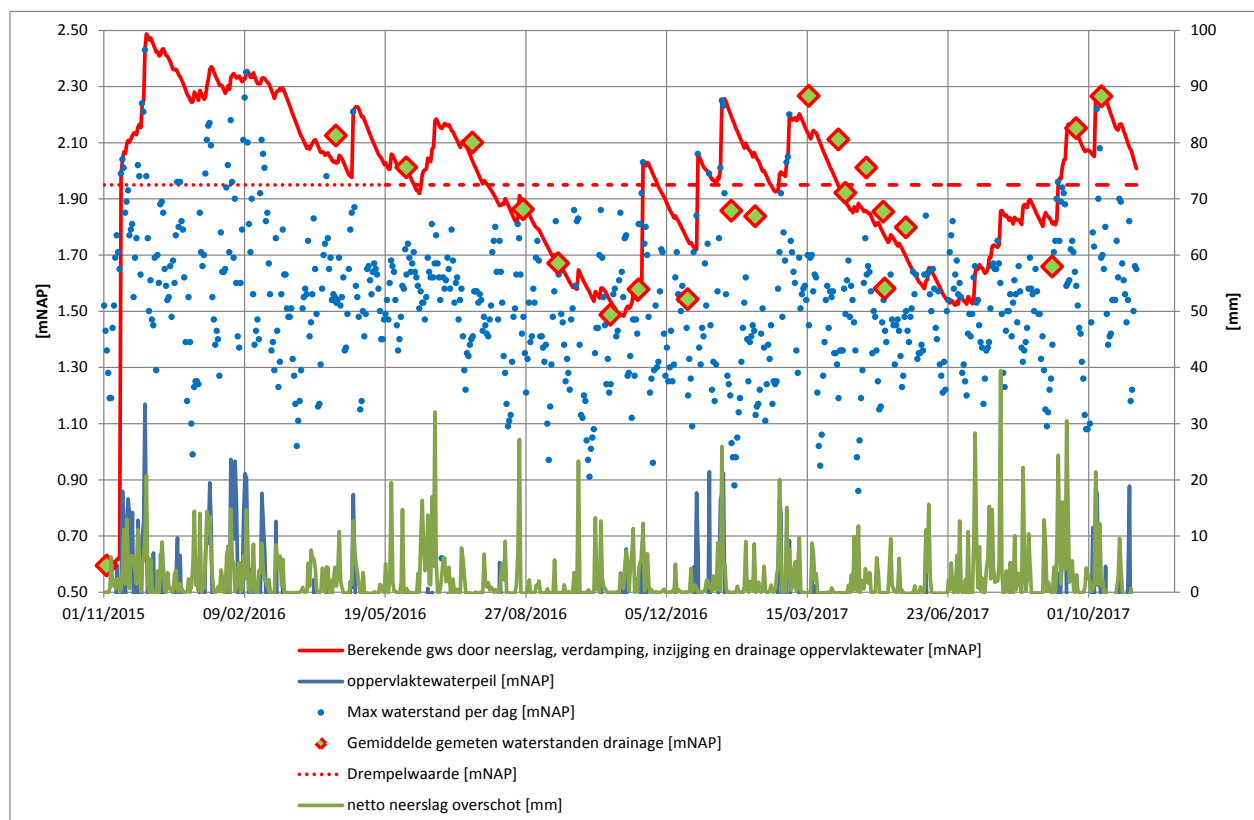
In het waterbalansmodel is een periode van 1 november 2015 tot en met 3 november 2017 doorerekend met tijdstappen van 1 dag. De berekende waarden zijn gefit op de gemiddelde meetwaarden van de grondwaterstanden in de drainageputten. De drainageputten zijn per stortgedeelte (oost en west) onderling verbonden door middel van horizontale drainage. De drainagebuizen liggen in een omstorting van filtergrind. Het stortmateriaal is naar verwachting goed doorlatend. Door de hoge doorlatendheid van stortmateriaal, filtergrind en de onderlinge verbinding van de drainagebuizen geven de waterniveaus in de drainageputten de waterstand in de stort goed weer.

Met het waterbalansmodel zijn de volgende parameters bepaald door middel van het optimaliseren van de correlatie tussen de gemeten waarden en de berekende waarden:

- De drempelwaarde voor instroom van water uit de Hollandse IJssel: +1.95 m NAP
- Percentage van het oppervlak van de stort dat bijdraagt aan neerslag en verdamping: 165% (dit wil zeggen dat een deel van de weg ook bijdraagt aan de totale hoeveelheid instromend regenwater)
- De porositeit van het stortmateriaal: 0.50
- De correctiefactor voor de verdamping (gewasfactor): 0.05

Deze combinatie van parameterwaarden resulteert in een correlatiecoëfficiënt van 0.93 tussen de gemeten en de berekende waterstanden in de drainageputten. De weerstand tussen het stort en het oppervlaktewater bedraagt 183 dagen.

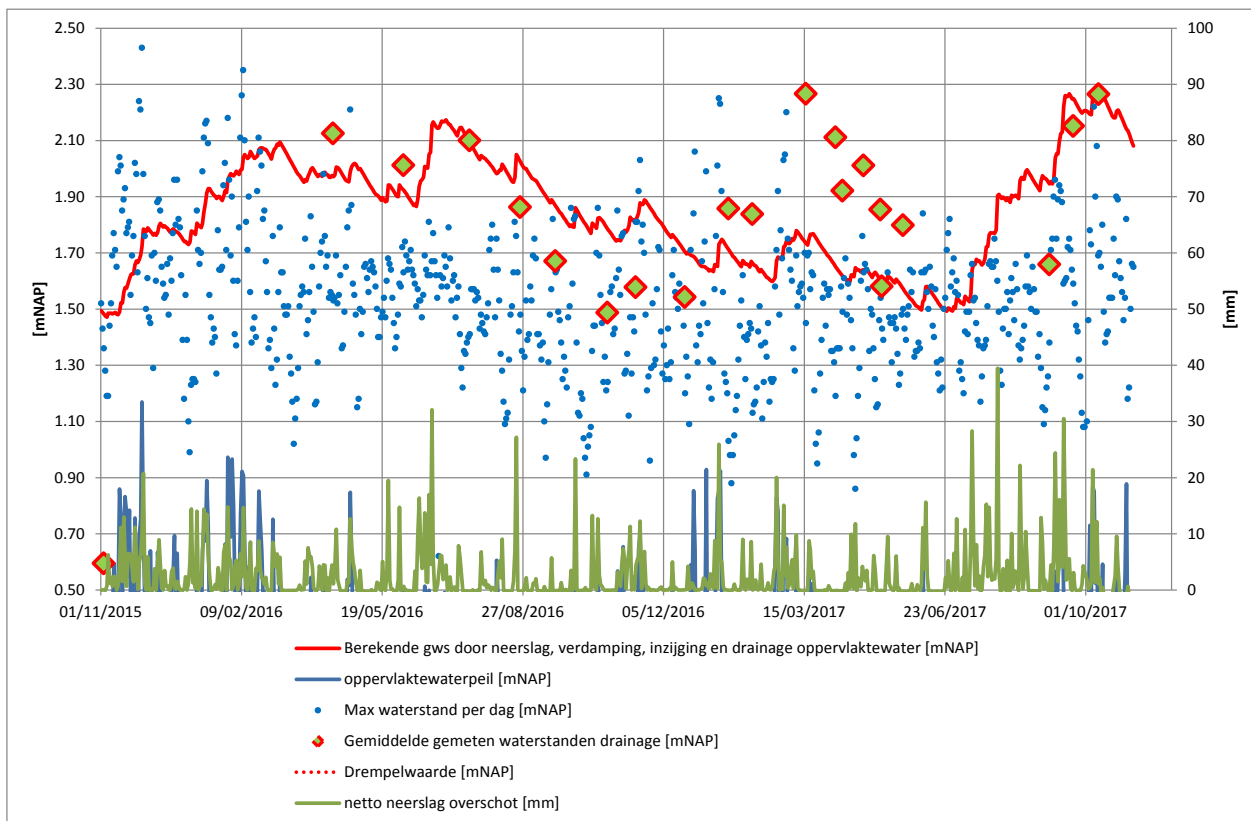
Het resultaat van deze waterbalansberekening is weergegeven in figuur 14. De rode lijn geeft de berekende waterstanden in het stort. De groen rode ruitjes geven de gemiddelde meetwaarden in de drainage putten weer.



Figuur 15: Berekende waterstanden in stort met behulp van waterbalansmodel met drempelwaarde van +1.95 m NAP

Om het effect van de vrije instroom van oppervlaktewater te laten zien zijn modelberekeningen uitgevoerd zonder drempelwaarde voor instroom van oppervlaktewater. Om de gemeten waarden zo goed mogelijk te benaderen, zonder uit te gaan van instroom van oppervlaktewater bij overschrijding van een drempelwaarde, is de bijdrage van neerslag verhoogd tot 175% van het stortoppervlak. Dit betekent dat de bijdrage van runoff van de weg is verhoogd om de beste fit te krijgen van de meetwaarden. De correlatiecoëfficiënt tussen de berekende en de gemeten waarden bedraagt voor de meest optimale combinatie van parameterwaarden voor deze situatie 0.50. De weerstand tussen het stort en het oppervlaktewater bedraagt in deze berekening 260 dagen.

In de figuur 15 zijn de berekende waterstanden weergegeven zonder drempelwaarde voor de instroom van water van de Hollandse IJssel.



Figuur 16: Berekende waterstanden in stort met behulp van waterbalansmodel zonder drempelwaarde.

Toepassing van een drempelwaarde voor instroom van oppervlakte water, bij een niveau van +1.95 m NAP, geeft een betere fit van de waterstanden dan wanneer er vanuit wordt gegaan dat er geen water instroomt bij hoog water. Een correlatiecoëfficiënt tussen gemeten en berekende waterstanden van 0.93 indien wordt uitgegaan van een drempelwaarde versus 0.50 indien geen drempelwaarde wordt gemodelleerd. Het toepassen van deze drempelwaarde verklaart:

- de verhoogde waterstand in het stort in het begin van 2016 en
- de verhoging van de waterstand in maart en oktober van 2017.

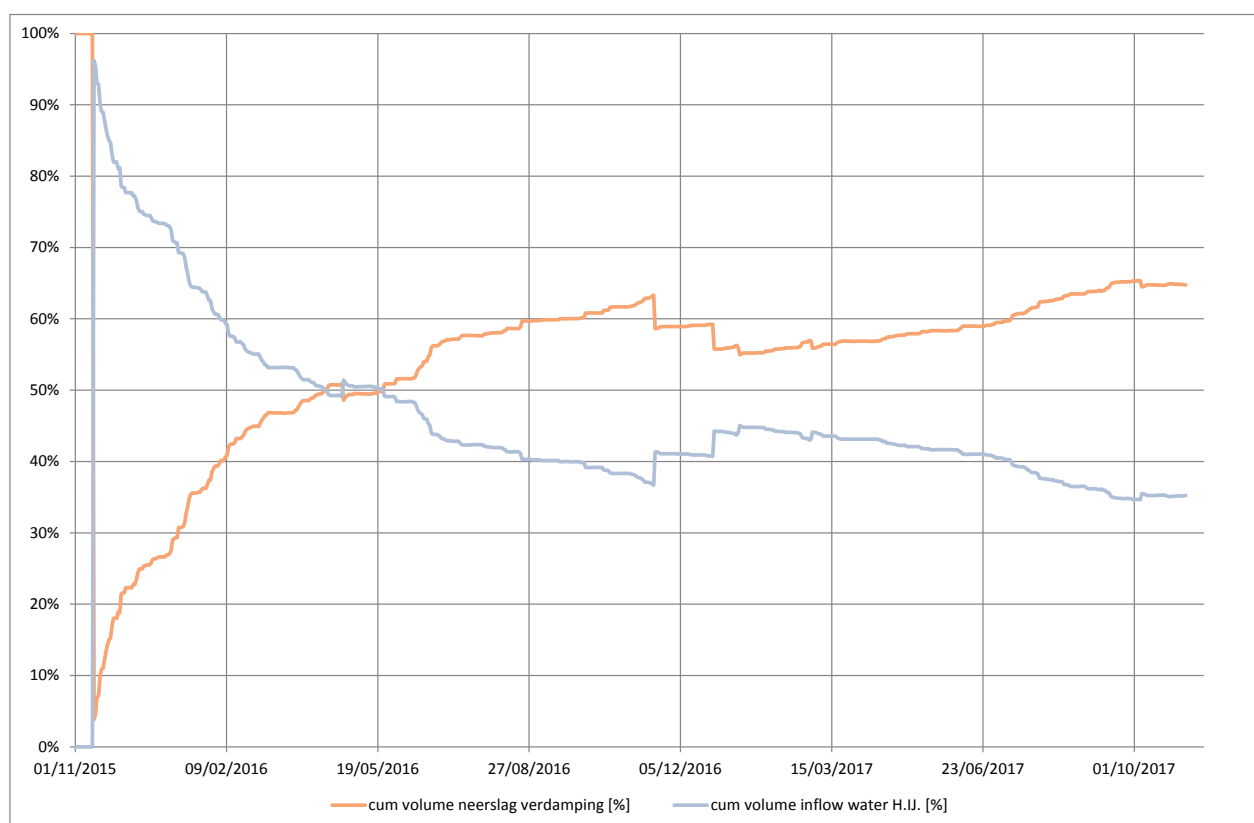
Een drempelwaarde van zowel kleiner dan +1.90 als groter dan +2.10 m NAP resulteert in een slechtere fit van de meetwaarden. Uitgaande van een drempelwaarde van +1.95 mNAP bedraagt de intreeweerstand van de Hollandse IJssel 183 dagen bij de beste fit van de meetwaarden (figuur 14). Uitgaande van geen instroom van water van de Hollandse IJssel wordt de beste fit van de grondwaterstanden berekend bij een intreeweerstand van de Hollandse IJssel van 260 dagen (figuur 15).

De drempelwaarde van +1.95 m NAP is gedurende de periode 1 november 2015 tot en met 3 november 2017 41 dagen overschreden:

- 28 dagen in de periode november 2015 tot en met april 2016
- 4 dagen november 2016 tot en met maart 2017
- 4 dagen in oktober 2017

Het waterbalansmodel geeft een goede fit van de gemiddeld gemeten grondwaterstanden in de drainagebuizen in het stort. De hoge waterstanden in het stort in de eerste maanden van 2016 en in januari 2017 zijn te verklaren door instroom van water van de Hollandse IJssel bij een overschrijding van +1.95 m NAP (drempelwaarde).

Het water in het stort is van twee bronnen afkomstig: regenwater en rivierwater. Door middel van het waterbalansmodel is de bijdrage van beide bronnen berekend voor de periode van 2 jaar van november 2015 tot en met oktober 2017. In figuur 16 is het resultaat hiervan in grafiek weergegeven. Aanvankelijk als de drempelwaarde nog niet is overschreden, is 100% van het water afkomstig van regenwater. Bij de eerste keer overschrijden van de drempelwaarde bestaat het aandeel ingestroomd water voor 95% uit rivierwater. Hierna daalt dit aandeel, omdat er dan vrijwel alleen aanvulling uit neerslag water is, tot circa 37%. De drempelwaarde wordt in deze periode wel een aantal keren overschreden, maar omdat het waterpeil in het stort dan nog hoog is, treedt er vrijwel geen aanvulling door rivierwater op. Dat gebeurt pas als het grondwaterpeil in het stort is uitgezakt tot ruim onder de drempelwaarde en de drempelwaarde begin 2017 weer wordt overschreden. Uiteindelijk na 2 jaar is de verhouding rivierwater/regenwater ongeveer 35/65.

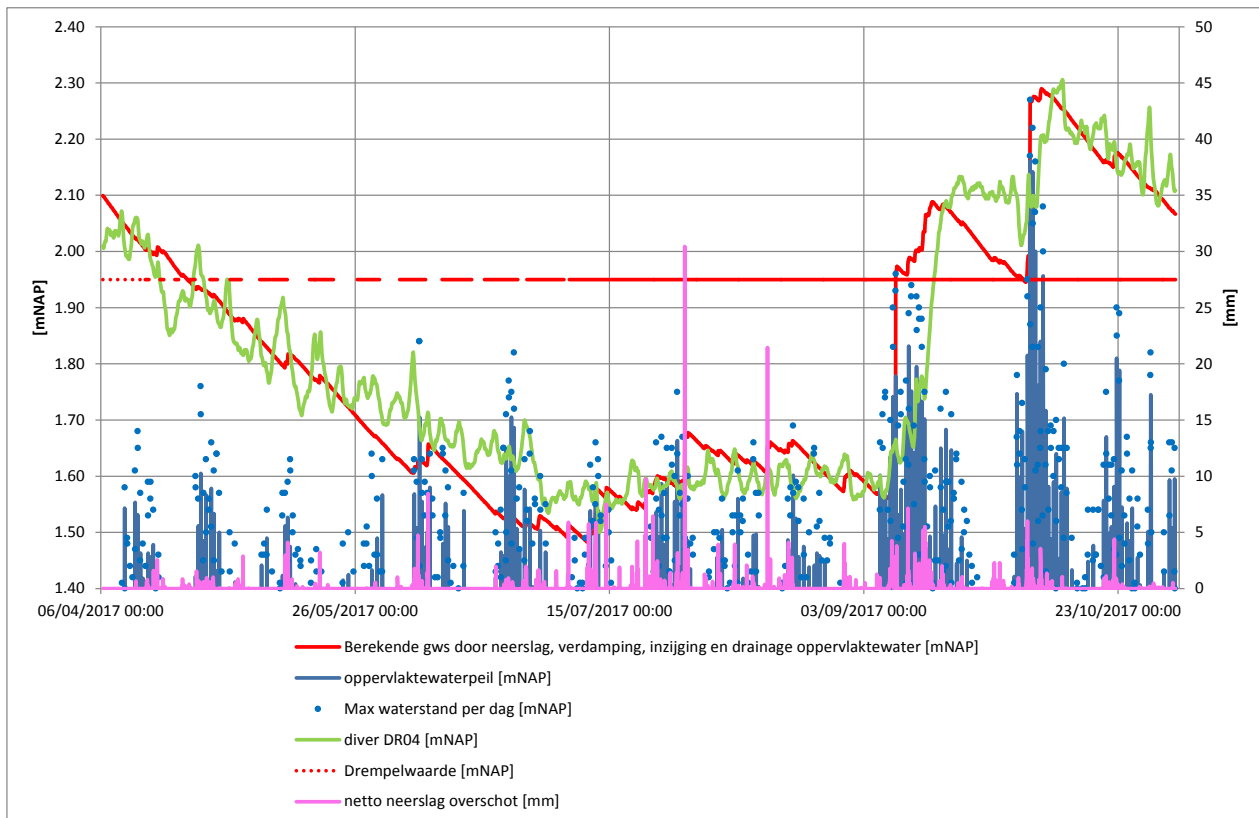


Figuur 17: Berekende aandeel van neerslag en oppervlaktewater in het stort.

3.4.3 Waterbalansmodellen DR04 en DR10 periode 3-2017 t/m 11-2017

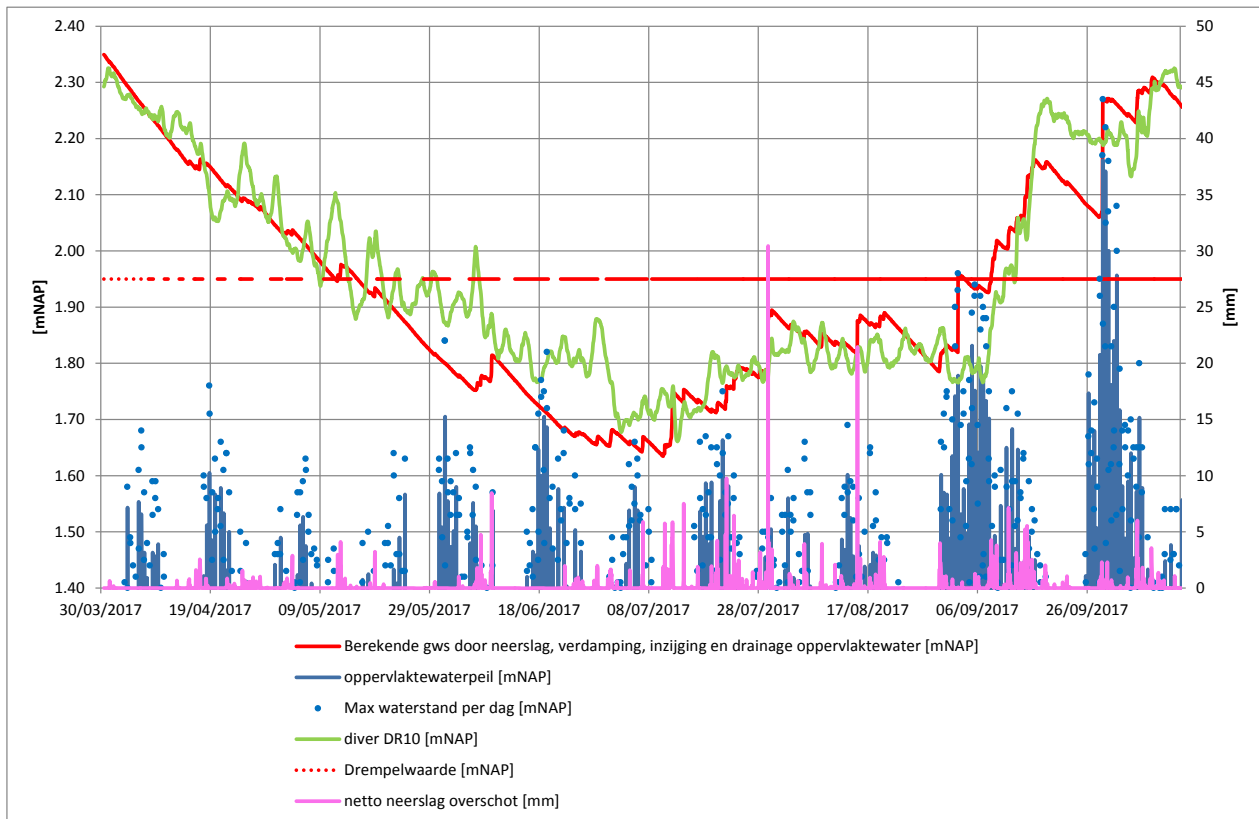
In de periode maart/april 2017 tot en met oktober/november 2017 (tijdstap 1 uur) is het waterbalansmodel aangepast voor de interpretatie van de meetreeks van de diver van DR04 in het oostelijk deel van het stort en voor DR10 in het westelijk deel van het stort. De tijdstappen zijn verkleind naar 1 uur. In figuur 17 is het resultaat van de berekening voor het oostelijk deel (DR04) weergegeven, uitgaande van de modelparameters bepaald met het oorspronkelijke waterbalansmodel. Uit de berekening blijkt dat de waterstand in het stort in de eerste periode van de meetreeks alleen bepaald wordt door wegzijging, neerslag en verdamping. De hoge waterstanden in de laatste perioden worden verklaard door het instromen van rivierwater (maxima > 1.95 m NAP). De berekende (rode) lijn volgt de metingen (groene lijn) niet exact, omdat de aanvulling door rivier- en regenwater niet direct meetbaar is in de

drainageputten. Het kost enkele dagen voordat het water vanaf maaiveld het grondwater bereikt. Verder worden de dagelijkse fluctuaties in de divermetingen niet nagebootst door het model. Onduidelijk is waardoor deze dagelijkse fluctuaties worden veroorzaakt.



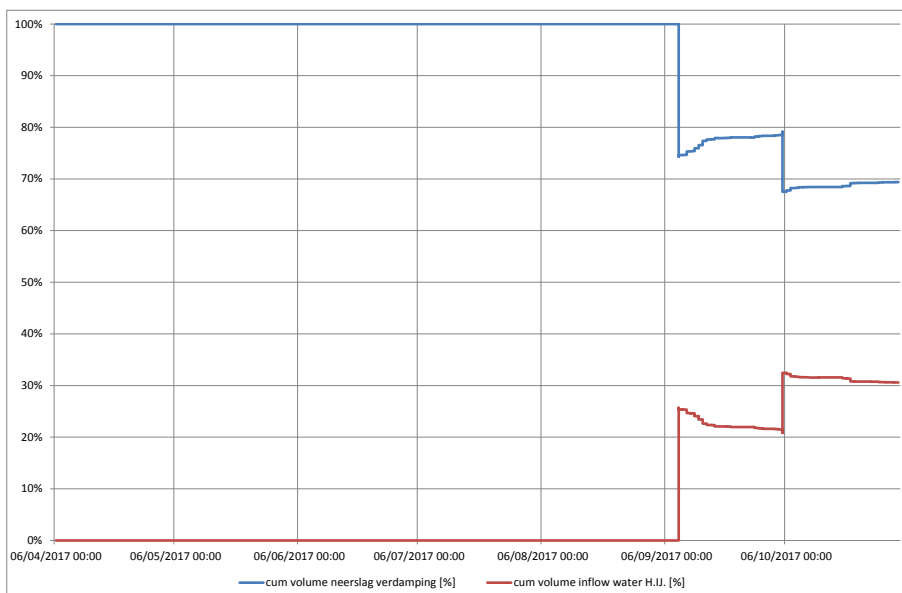
Figuur 18: Berekende waterstanden in oostelijke stort (DR04) met behulp van waterbalansmodel met drempelwaarde van +1.95 m NAP

In figuur 18 is het resultaat van de berekening voor het westelijk deel (DR10) weergegeven. Het berekeningsresultaat van het model voor DR10 is vergelijkbaar met dat van het model voor DR04. Voor beide modellen kunnen de hoge waterstanden eind 2017 slechts verklaard worden door een overschrijding van de drempelwaarde.

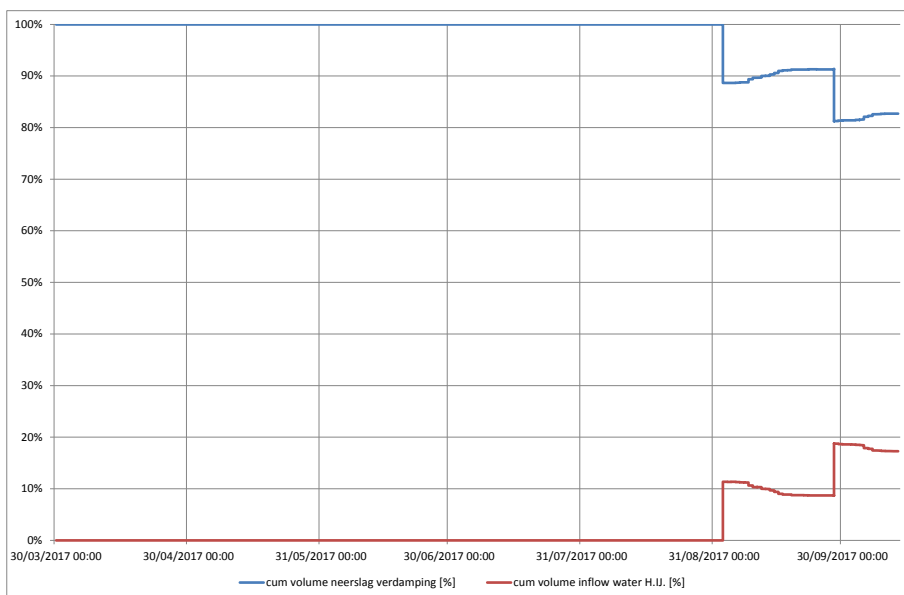


Figuur 19: Berekende waterstanden in westelijke stort (DR10) met behulp van waterbalansmodel met drempelwaarde van +1.95 m NAP

In de figuren 19 en 20 wordt het aandeel van regenwater en rivierwater, voor de meetperiode van beide divers, in grafiek weergegeven. Zolang de drempelwaarde niet wordt overschreden is de bijdrage van neerslag 100%. Bij overschrijding van de drempelwaarde eind 2017 wordt het aandeel rivierwater 25-30% in het oostelijke deel en 10-20 % in het westelijke deel van het stort.



Figuur 20: Berekende aandeel van neerslag en oppervlaktewater in het oostelijke deel van de stort (DR04).



Figuur 21: Berekende aandeel van neerslag en oppervlaktewater in het westelijke deel van de stort (DR10).

3.4.4 Statische analyse van de meetreeksen

Om te onderzoeken door welke variabele en in welke mate deze variabelen waterstanden worden bepaald kunnen statische trendanalyses worden uitgevoerd. Het programma Menyanthes (KWR) is ontwikkeld om deze zogenaamde trendanalyse uit te voeren op grondwaterstanden. Menyanthes wordt veelvuldig gebruikt in de geohydrologie. Met het programma kan worden onderzocht wat de bijdrage is van verschillende factoren op de gemeten grondwaterstanden of stijghoogten. Deze factoren kunnen zijn:

- Neerslag
- Verdamping
- Grondwateronttrekkingen
- Oppervlaktewaterpeilen (incl.Polderpeilen)

Door reeksen van deze factoren in te voeren (verklarende reeksen) kunnen de effecten van de variaties hierin worden berekend op grondwaterstanden.

Voor de locatie Geitenwei zijn alle meetreeksen van de drainageputten ingevoerd. Daarnaast is de waterstand van de Hollandse IJssel, Neerslag en verdamping van weerstation Rotterdam ingevoerd. Dit zijn de 3 verklarende reeksen die de waterstanden in het stort bepalen.

De resultaten van de statistische analyse zijn opgenomen in bijlage A5 bij deze rapportage. Uit de resultaten blijkt dat het verloop van de waterstanden statistisch niet goed zijn te verklaren op basis van de neerslag en verdamping en de waterstanden van de Hollandse IJssel.

Handmetingen drainageputten DR01 tot en met DR14:

De handmeetreeksen van deze putten, die zijn uitgevoerd in de afgelopen 2 jaar, zijn ingevoerd en geanalyseerd met modeltijd stappen van 1 dag. Het blijkt uit de analyse dat de metingen onvoldoende kunnen worden verklaard door de verklarende reeksen. De afwijkingen van de berekende waarden ten opzichte van de metingen zijn te groot.

Divermetingen drainageputten DR04 en DR10:

De divermeetreeksen van de drainageputten DR04 en DR10 met tijdstappen van 1 uur zijn ingevoerd. De verklarende reeksen, het peil van de Hollandse IJssel, de neerslag en verdamping zijn ook met tijdstappen van 1 uur ingevoerd. Het blijkt dat het verloop van beide drainageputten redelijk goed kan worden nagebootst op basis van de verklarende reeksen. Echter dit kan alleen indien de neerslag en de verdamping met een extreem hoge factor ($>100\times$) worden vermenigvuldigd. Deze waarden zijn niet realistisch.

3.4.5 Conclusies interpretatie van gemeten waterstanden in het stort

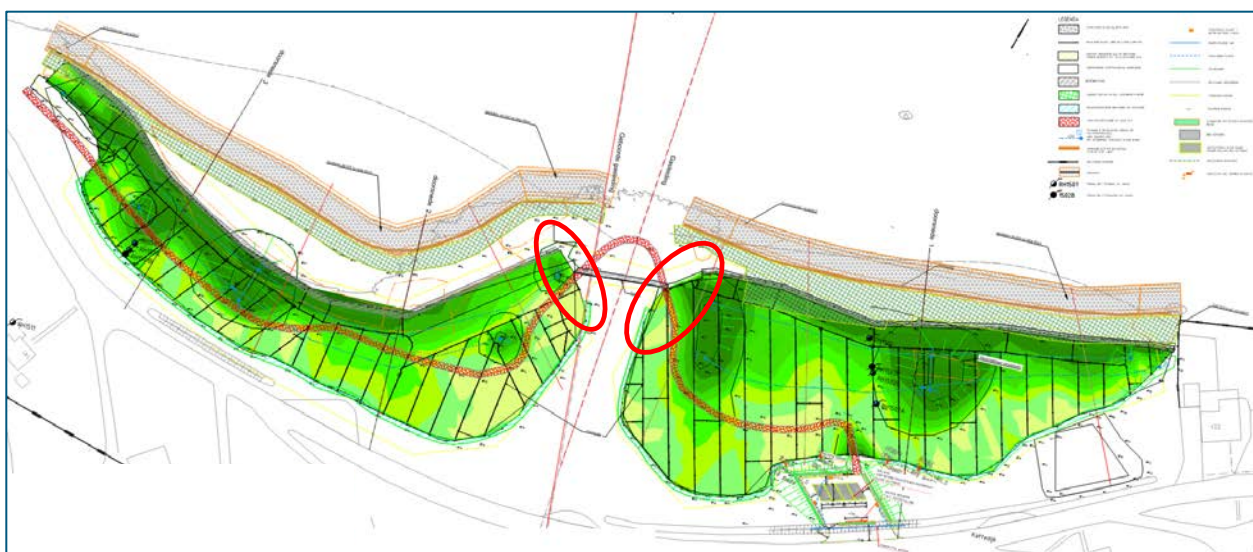
De waterstanden in het stort kunnen goed worden nagebootst door middel van een waterbalansmodel. Uit de modelberekeningen blijkt dat de waterstanden in het stort alleen goed kunnen worden berekend indien ervan wordt uitgegaan dat er instroom van rivierwater optreedt bij waterstanden in de Hollandse IJssel die hoger zijn dan circa +1,95 m NAP. Deze hoge waterstanden komen incidenteel voor: 41 keer in de periode november 2015 tot en met oktober 2017. Het water in het stort stroomt langzaam uit naar de rivier. De weerstand naar de rivier toe bedraagt 183 dagen.

Uitgaande van dit model bedraagt de verhouding rivierwater/regenwater in het stort na twee jaar ongeveer 35/65. Indien geen wijzigingen worden aangebracht aan het stort die de hoeveelheid intredend water beïnvloeden zal deze verhouding in deze orde van grootte blijven.

De processen die ten grondslag liggen aan de waterstanden in het stort zijn ingewikkelder dan met statistische functies in Menyanthes kunnen worden verklaard. Om bijvoorbeeld de drempelfunctie statistisch te onderbouwen moeten ingewikkelder analyses worden uitgevoerd.

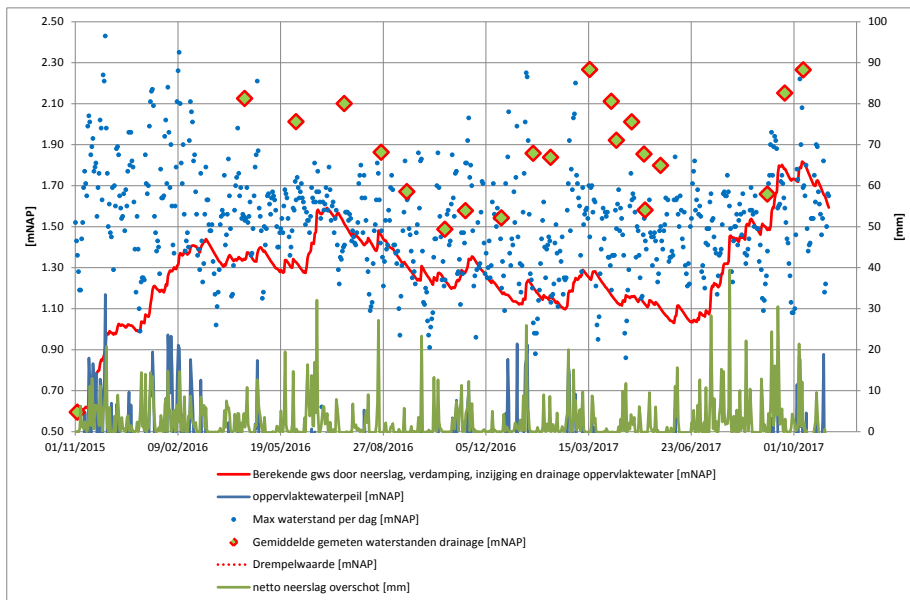
3.5 Voorkomen instroom van oppervlaktewater

De folie die aan de zijde van de Hollandse IJssel zorgt voor een afdichting die echter niet volledig is, waardoor bij hoogwater toch water in het stort kan stromen. Rondom de gasleiding is er geen volledige afdichting (zie figuur 21). Het water dat hier instroomt verplaatst zich snel via het drainagesysteem dat bestaat uit een pakket goed doorlatend materiaal. (drainagebuizen en drainagezand) door het gehele stort. Hierdoor laten alle drainageputten vergelijkbare waterstanden zien.



Figuur 22: Locaties waar de afdichting van het stort onvoldoende is (ter plaatse van de rode ovalen).

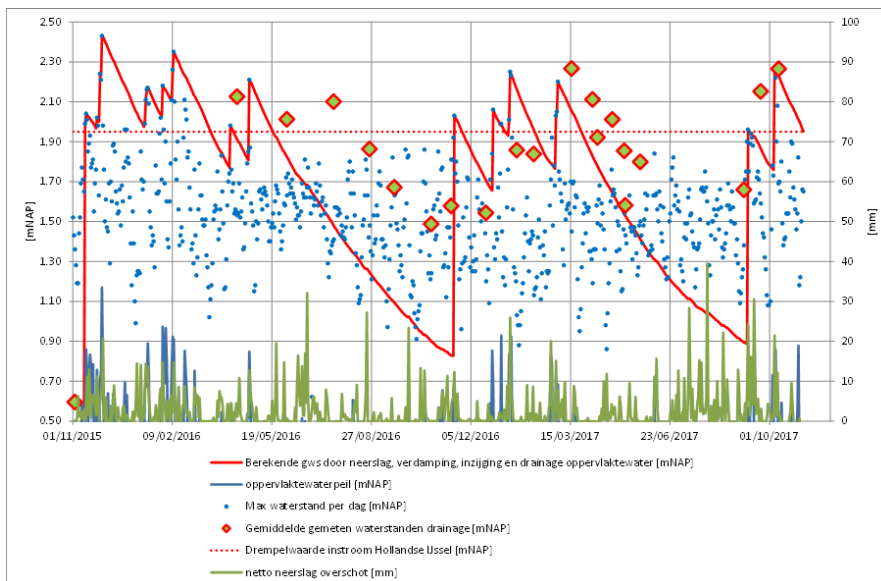
Het voorkomen van instroom van water vanuit de Hollandse IJssel resulteert in een verlaging van de waterstand in het stort. In figuur 22 is weergegeven wat het effect zou zijn geweest in de periode van november 2015 tot en met oktober 2017 als er geen oppervlaktewater zou instromen in het stort. De berekende waterstand in het stort ligt tussen +1,00 en de +1,80 m NAP gedurende de gehele beschouwde periode, afgezien van de initiële waterstand en de eerste maanden hierna.



Figuur 23: Berekende waterstanden in stort met behulp van waterbalansmodel zonder instroom van oppervlaktewater

3.6 Voorkomen instroom van regenwater

In onderstaande figuur is het effect van het grotendeels afdichten van de bovenzijde weergegeven (90% minder instroom). Hieruit blijkt dat de waterstanden worden nog steeds te hoog zijn ten gevolge van de instroom van Hollandse IJsselwater. De gemiddelde grondwaterstand ligt wel lager omdat er minder instroom van regenwater is.



Figuur 24: Berekende waterstanden in stort met behulp van waterbalansmodel met minder instroom van regenwater

4 SAMENVATTING EN CONCLUSIES

De stortplaats Zelling Geitenwei is gedeeltelijk geïsoleerd door het aanbrengen van een folie en een kleilaag. De stortplaats is voor circa 50% afgedekt met folie. Hierdoor kan nog wel neerslag intreden in het stort. Ook afstromend water van de weg kan instromen in het stort.

In de stortplaats zijn drainageleidingen aangebracht die kunnen worden ingezet om het waterpeil in het stort te verlagen. Het drainagesysteem wordt nog niet ingezet voor afvoer van water. De drainageputten worden tot nu toe gebruikt om de waterstanden in het stort te monitoren. Voor de stabiliteit van de folie en de hier boven aangebrachte afdeklaag is een maximum toelaatbare waterstand in het stort afgeleid (Grontmij) van +1,80 m NAP (actiewaarde). Deze actiewaarde is herbeschouwd door RHDHV en de notitie hierover is opgenomen als bijlage (A6). Hieruit is voor de westzijde een actiewaarde voor de **maximale** grondwaterstand van +2,77 m NAP en voor de oostzijde van +2,11 m NAP bepaald. In onderstaande tabel zijn de nieuwe signaal- en actiewaarde weergegeven:

	Locatie	nieuwe maximale waarde	minimale waarde
Signaalwaarde	Westzijde	+2,27 NAP	1,3 m+NAP
	Oostzijde	+1,61 NAP	
Actiewaarde	Westzijde	+2,77 NAP	1,2 m+NAP
	Oostzijde	+2,11 NAP	

Uit de monitoring, in periode november 2015 tot en met oktober 2017, blijkt dat de waterstanden aan de westzijde in het stort de nieuwe actiewaarde van +2,77 m NAP niet overschrijden. Aan de oostzijde wordt de actiewaarde van +2.11 NAP een aantal malen overschreden.

Op basis van een waterbalansstudie, met tijdstappen van 1 dag, is afgeleid dat deze hoge waterstanden in het stort worden veroorzaakt doordat naast neerslag ook water uit de Hollandse IJssel instroomt in het stort, indien het oppervlaktewaterpeil hoger is dan +1.95 m NAP. De Hollandse IJssel staat onder invloed van getijdebewegingen. In de monitoringsperiode is het peil van +1,95 m NAP in de Hollandse IJssel in 41 dagen overschreden, tijdens hoogtij.

De gemeten waterstanden in het stort kunnen volledig worden verklaard door:

- Neerslag en verdamping (neerslag station Gouda en verdamping ter plaatse van meteostation Rotterdam);
- De stijghoogte in het watervoerende pakket (circa -5 m NAP);
- Het dagelijks gemiddelde peil in de Hollandse IJssel;
- Het dagelijks maximum peil in de Hollandse IJssel;
- Het invoeren van een drempelwaarde van +1,95 m NAP. Overschrijding van deze waarde in de Hollandse IJssel leidt tot instroom van oppervlaktewater in het stort.

Uit de modelberekeningen blijkt dat de intredeweerstand van de Hollandse IJssel circa 183 dagen bedraagt.

De processen die de waterstand in het stort bepalen zijn complexer dan met het statistische programma Menyanthes kan worden verklaard. Het opgestelde waterbalansmodel met tijdstappen van 1 dag levert voldoende verklaring voor de optredende processen.

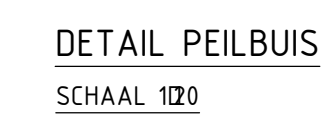
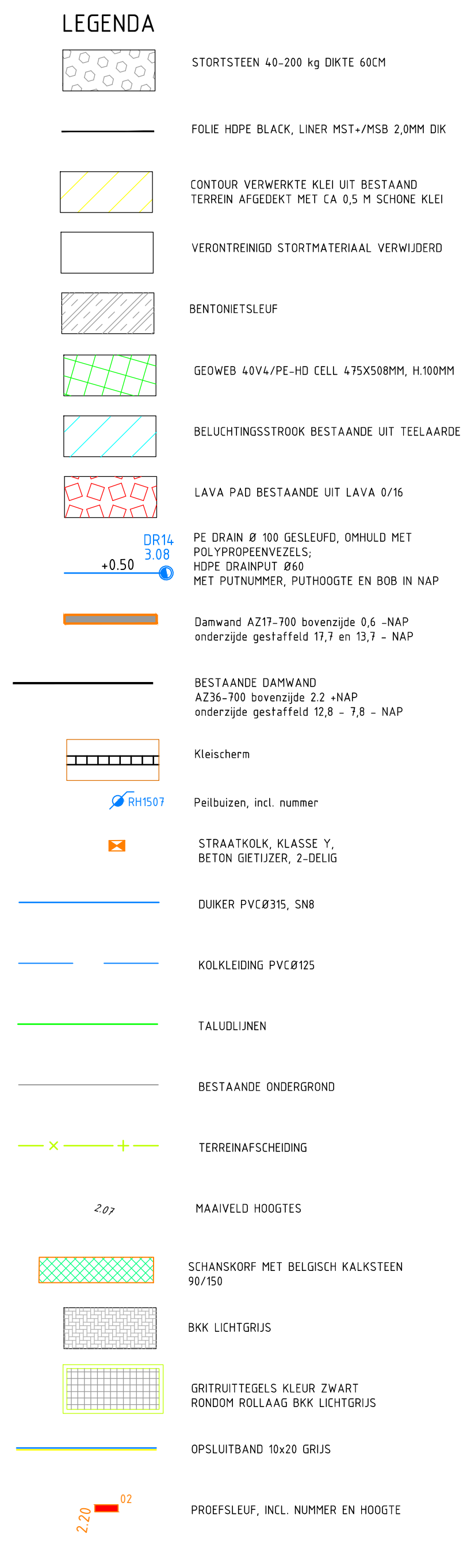
Het voorkomen van instroom van oppervlaktewater uit de Hollandse IJssel in het stort resulteert in verlaging van de waterstanden in het stort, waardoor actieve drainage niet noodzakelijk is om het peil in

het stort aan de oostzijde onder de actiewaarden te houden en te voorkomen dat verontreiniging uitstroomt.

Door het afdichten van beide stortgedeelten rondom de gasleiding kan de instroom van water uit de Hollandse IJssel worden voorkomen. Hierdoor zal de waterstand binnen het stort onder normale omstandigheden waarschijnlijk tussen de +1,00 en de +1,80 m NAP en dus onder de actiewaarde. Bij extreem veel neerslag zal de waterstand in het stort ook na afdichten van het gebied rondom de gasleiding de actiewaarde overschrijden.

Ook met de nu vastgestelde actiewaarde betekent het dat er tot actie moet worden overgegaan conform de maatregelen in het Nazorgplan. De actie kan bestaan uit het opstarten van drainage (actief pompen bij te hoge waterstanden) of het afdichten van het stort rondom de gasleiding. De afweging van deze keuze moet nog worden gemaakt. Een ander mogelijkheid is om een meer uitgebreide berekening voor de herbeschouwde actiewaarde uit te voeren waarna deze mogelijk nog meer kan worden verhoogd (zie bijlage A6).

A1 NAZORGSYSTEEM GEITENWEI MET DWARSDOORSNEDES



WATEN IN METERS DIAMETERS IN MILLIMETERS HOOGTEMATEN IN METERS T.O.V. N.A.P.		BUNNIK en MILIEUETEC Weppert 21a - 2415 BV Nieuwerbrug Postbus 1191 - 2415 AD Bolognareg Telefoon: 0348 - 698 447 Telefax: 0348 - 698 461 Website: www.vandansongroep.nl E-mail: info@vandansongroep.nl			
BUNNIK		MILIEUETEC			
Project		Gebied		Titel	
Geitenwei		PvdS		Revisie	
Opdrachtgever		Formaat		Datum	
Provincie Zuid-Holland		Din		18-1-2016	
Onderaand		Taal		Oors	
Herstel afdekking zelling Geitenwei Goudarker		Oors		AO 1450	
Wijzigingen		Schied		Tijds	
CODE DATUM GETIENDEP. OMSCHRIJVING		Tijds		1.250	
- 10-2-2016 PvdS Omschrijvingen veranderd		Proefproef		15M14078	
- 21-05-2016 SvU Diverse		Proefproef		101	
- 09-09-2016 SvU Putnummers en talud bij parkerplaats aangepast		Bachproef			
- 24-01-2018 SvU diverse teksten aangepast					
- - -					

[illegible][illegible]

doorsnede 3

Afstand	Nieuwe hoogte m.v.	Hoogte folie
0.00	0.00	0.00
1.00	0.00	0.00
2.00	0.00	0.00
3.00	0.00	0.00
4.00	0.00	0.00
5.00	0.00	0.00
6.00	0.00	0.00
7.00	0.00	0.00
8.00	0.00	0.00
9.00	0.00	0.00
10.00	0.00	0.00

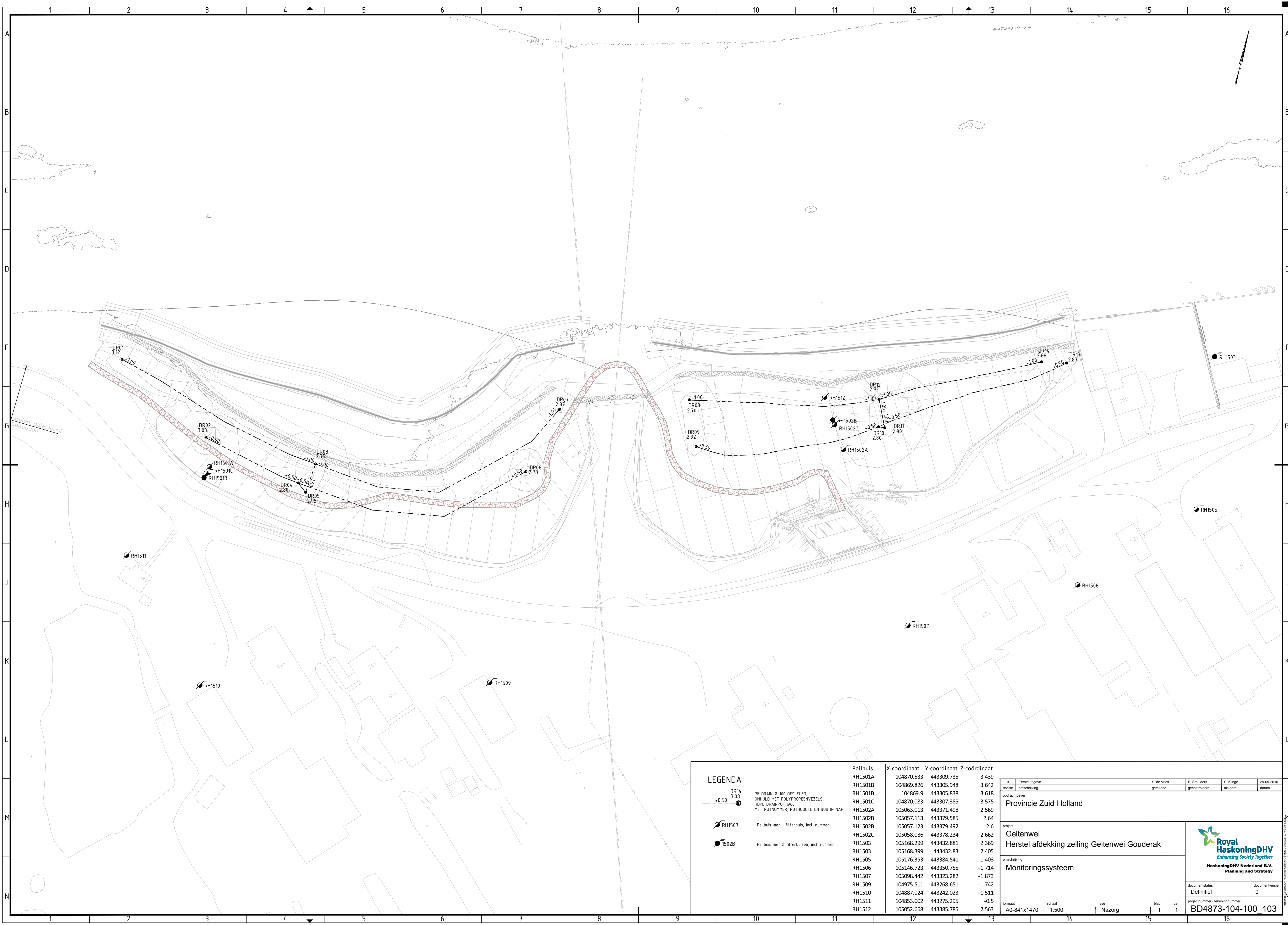
MATEN IN METERS
DIAMETERS IN MILLIMETERS
HOOGTEMATEN IN METERS T.O.V. N.A.P.

	KLEI, LICHT VERONTREINIGD, HERSCHIKT IN HET DERK		DRAINZAND		GEOLON PP60
	STORTSTEEN 40-200KG		GEOD EB 40V4DPE-HD CELL 475D508MM, H.100MM		DRAINS
	FOLIE HDPE BLACK, LINER MST+DMSB 2,0MM		LAVA PAD BESTAANDE UIT LAVA 0016		DAMD AND AZ17-700 GESTAFFELD 17,7M EN 13,7M
	TOPLAAG KLEI, EROSIERKLASSE 1		BESTAANDE STORTMATERIAAL		BELUCHTINGSSTROOK BESTAANDE UIT TEF AARDJ


 BUNNIX en MILIEUTECH
 Weypoort 21a - 2415 BV Nieuwerbrug
 Postbus 198 - 2410 AD Bodegraven
 Telefoon: 0348 - 688 447
 Telefax: 0348 - 688 647
 Website: www.vandoorngroep.nl
 E-mail: info@vandoorngroep.nl

Ems, Inlog, verduurzaming, verspreiden				Status	
Project				Revisie	
Geitenwei				Getekend	
Opdrachtgever				PvdS	
Provincie Zuid-Holland				Datum	
Onderdeel				18-1-2016	
Herstel afdekking zelling Geitenwei Gouderak				Formaat	
				A1.0	
Wijzigingen				Schaal	
				1:100	
CODE	DATUM	GETEKEND	OMSCHRIJVING	Projectnummer	
-	10-2-2016	PvdS	opmerkingen verwerkt	15M14078	
-	15-06-2016	SDv	Diverse	Tekeningnummer	
-	09-09-2016	SDv	profielen uitgebreid	801	
-	24-01-2018	SDv	Talud drainkoffers aangepast	Bladnummer	
-	-	-	-		

A2 LIGGING MONITORINGSSYSTEEM



LEGENDA

- DR14
3.08
+0.50
- RH1507
- RH1502B

PE DRAIN Ø 100 GESLEUFD,
OMHULD MET POLYPROPYLENVEZELS;
HDPE DRAINPUT Ø60
MET PUTNUMMER, PUTHOOGTE EN BOB IN NAP

Peilbuis met 1 filterbuis, incl. nummer

Peilbuis met 2 filterbuizen, incl. nummer

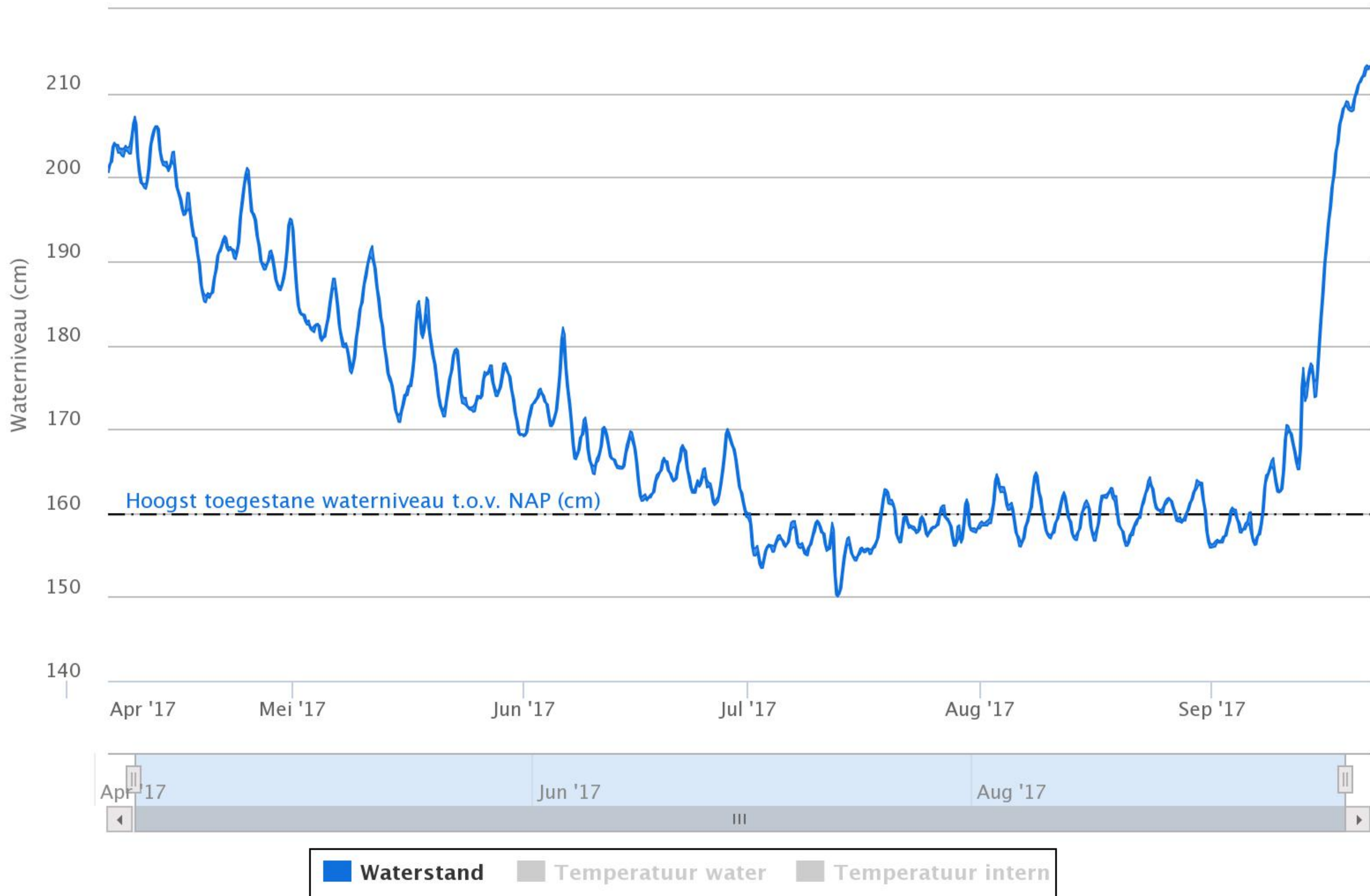
Peilbuis	X-coördinaat	Y-coördinaat	Z-coördinaat
RH1501A	104870.533	443309.735	3.439
RH1501B	104869.826	443305.948	3.642
RH1501B	104869.9	443305.838	3.618
RH1501C	104870.083	443307.385	3.575
RH1502A	105063.013	443371.498	2.569
RH1502B	105057.113	443379.585	2.64
RH1502B	105057.123	443379.492	2.6
RH1502C	105058.086	443378.234	2.662
RH1503	105168.299	443432.881	2.369
RH1503	105168.399	443432.83	2.405
RH1505	105176.353	443384.541	-1.403
RH1506	105146.723	443350.755	-1.714
RH1507	105098.442	443323.282	-1.873
RH1509	104975.511	443268.651	-1.742
RH1510	104887.024	443242.023	-1.511
RH1511	104853.002	443275.295	-0.5
RH1512	105052.668	443385.785	2.563

0	Eerste uitgave	S. de Vries	B. Smulders	S. Klinge	29-09-2016
revisie	omschrijving	getekend	gecontroleerd	akkoord	datum
opdrachtgever					
Provincie Zuid-Holland					
project					
Geitenwei					
Herstel afdekking zeiling Geitenwei Gouderak					
omschrijving					
Monitoringssysteem					
 Royal HaskoningDHV <i>Enhancing Society Together</i> HaskoningDHV Nederland B.V. Planning and Strategy					
documentstatus			documentversie		
Definitief			0		
projectnummer / tekeningnummer					
BD4873-104-100 103					

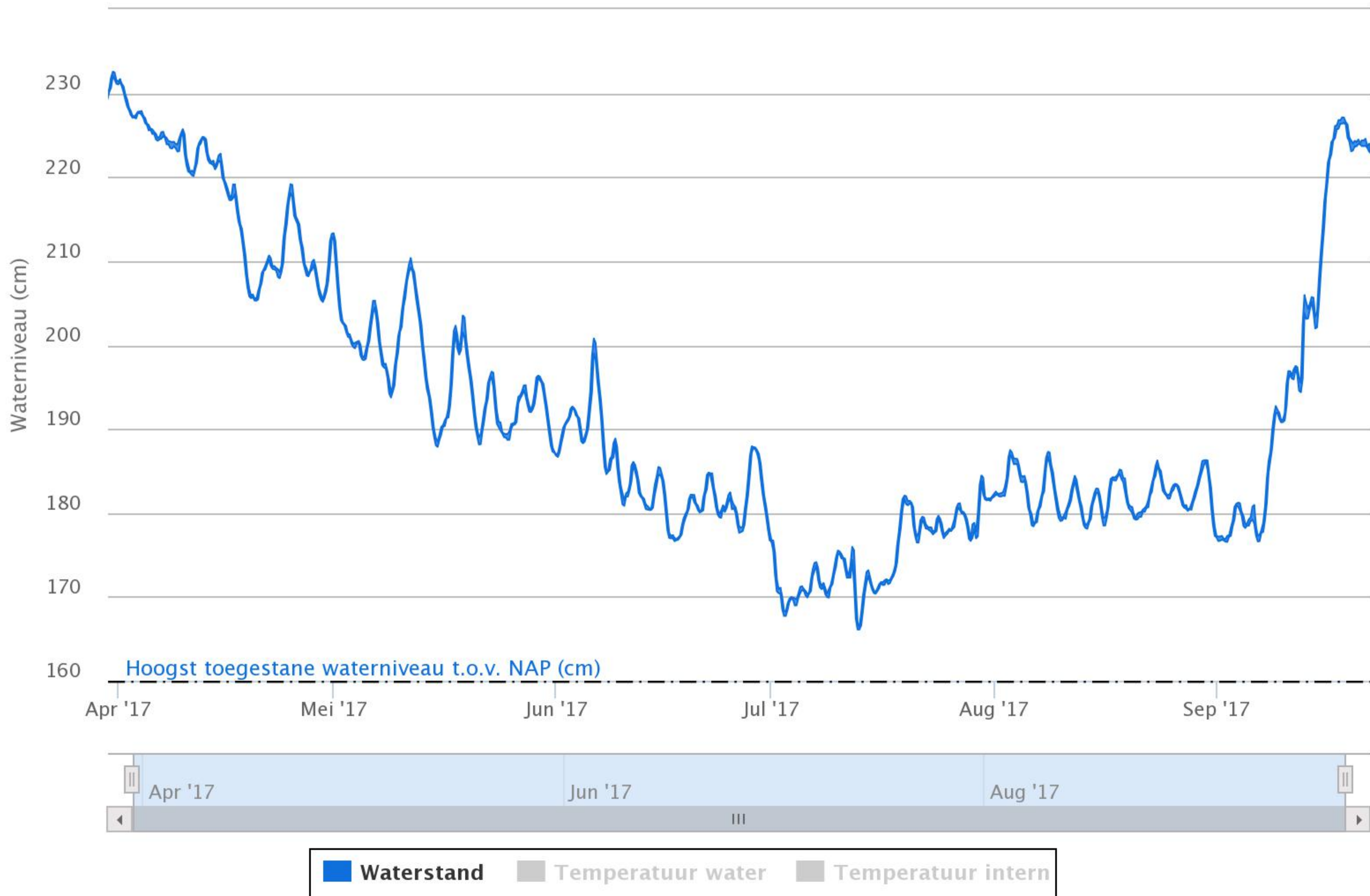
A3 DATA DRAINPUTTEN

[illegible]

Meetpunt "DR04"(17032708)



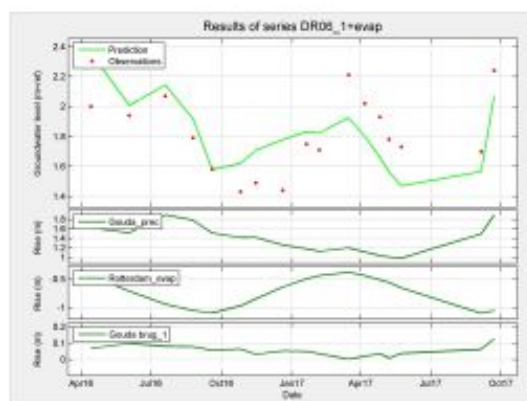
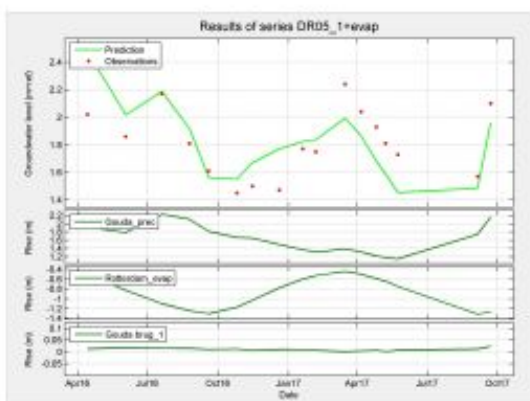
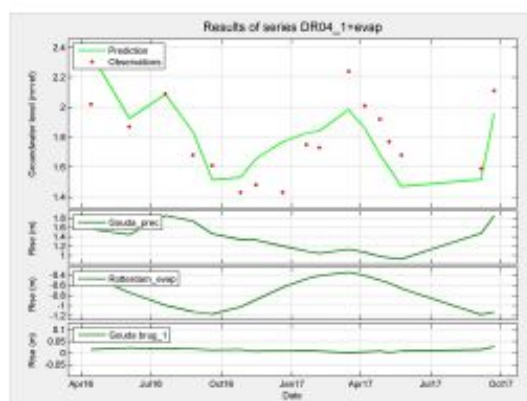
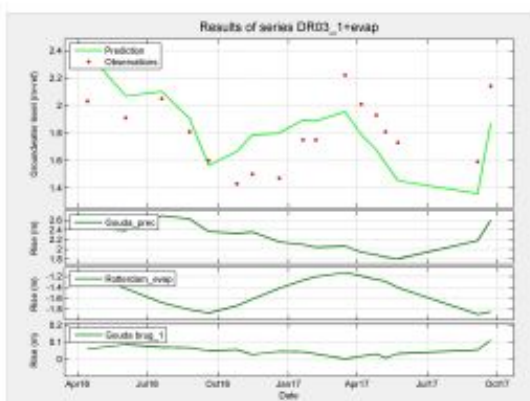
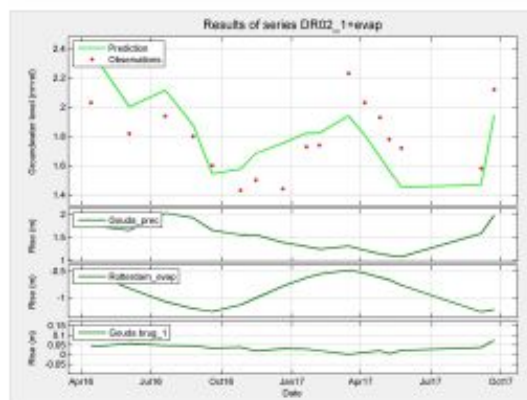
Meetpunt "DR10"(17032709)

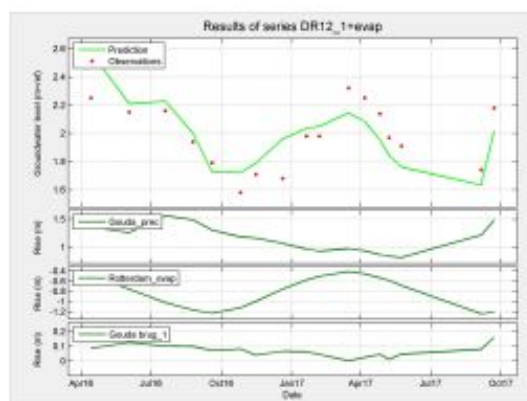
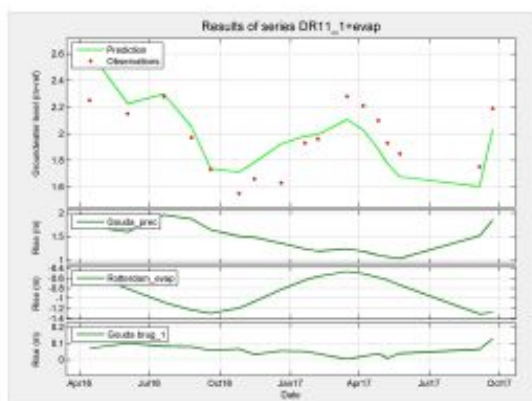
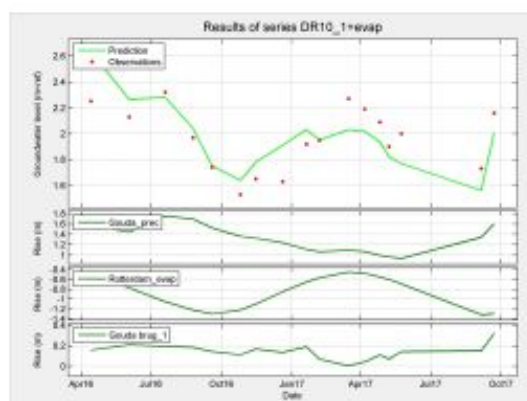
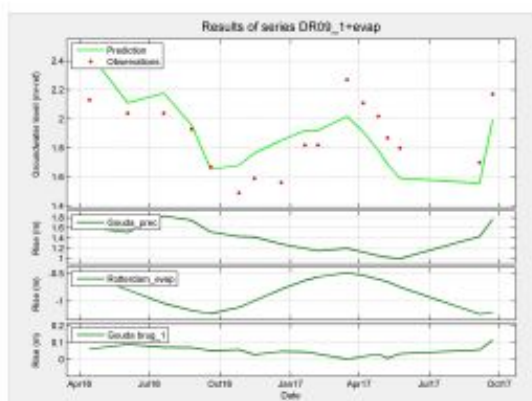
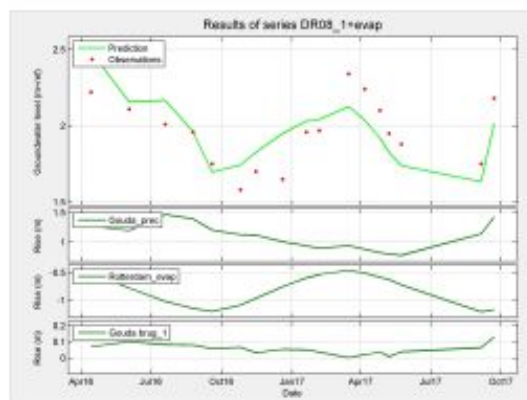
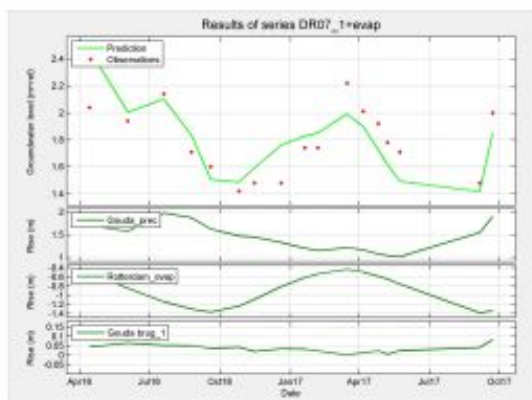


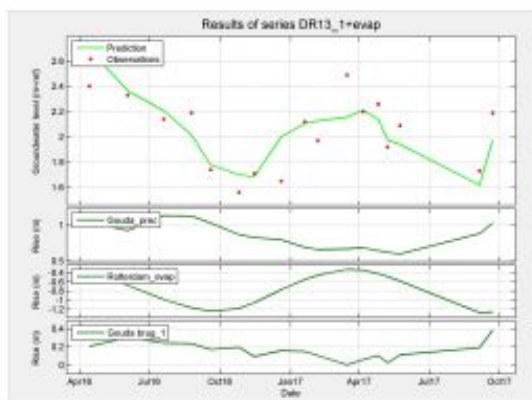
A4 DATA PEILBUIZEN

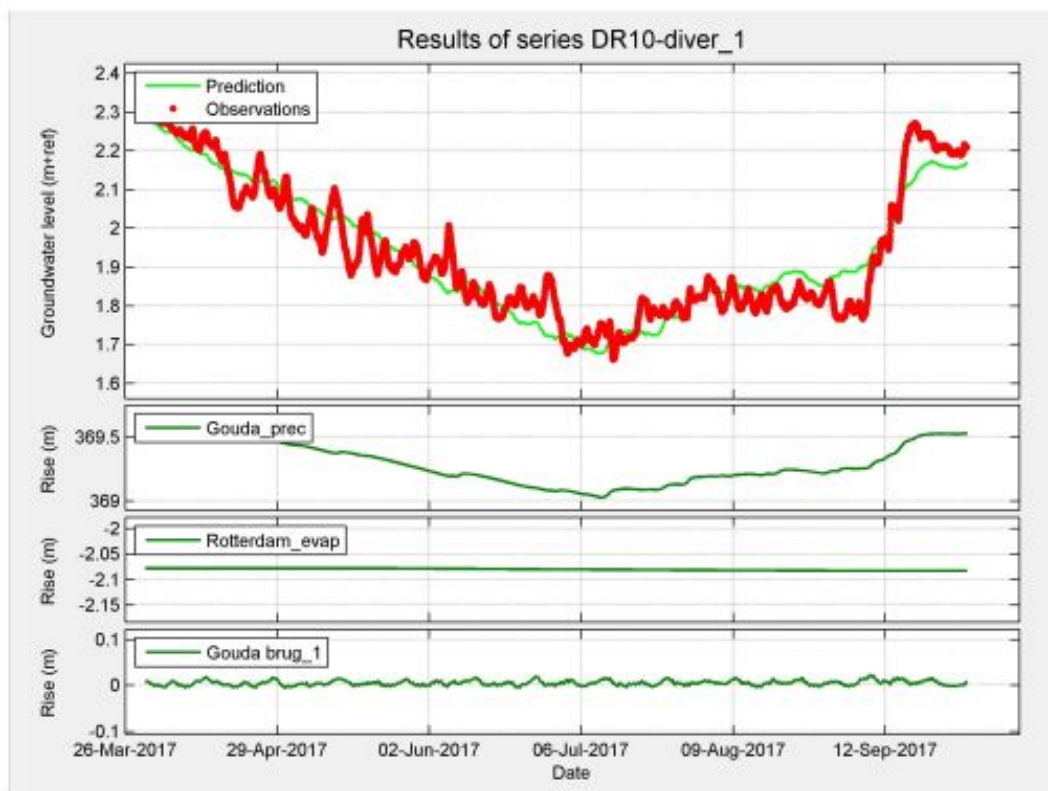
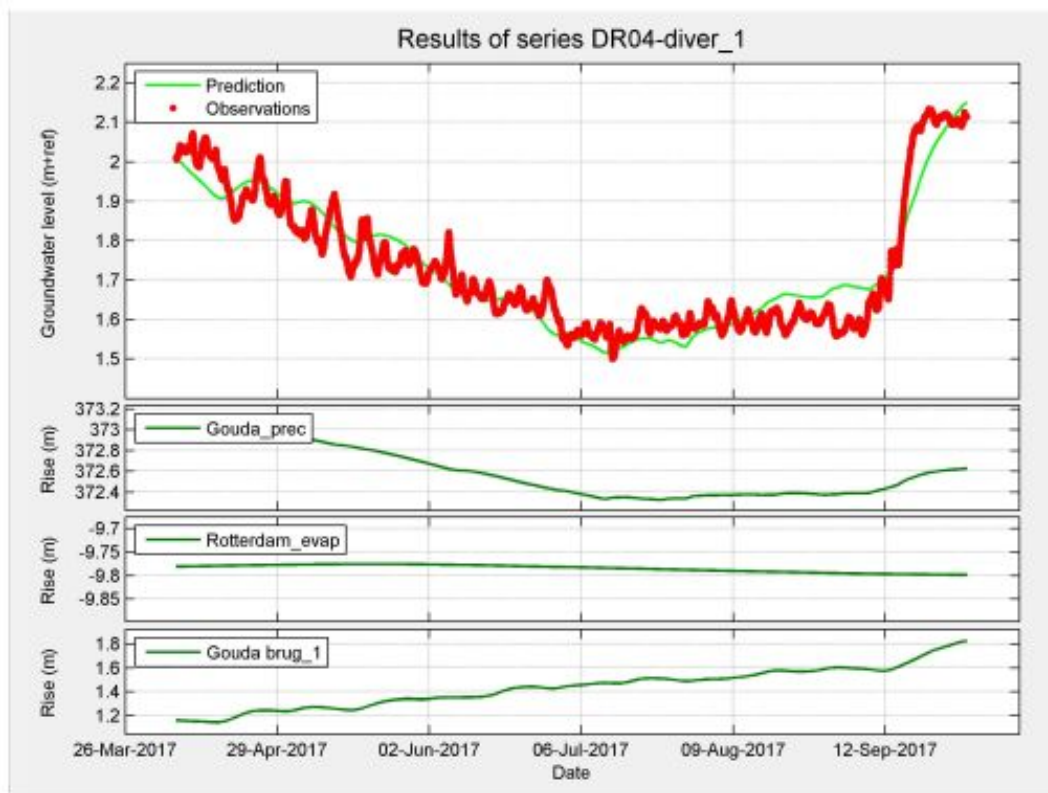
[illegible]

A5 RESULTATEN STATISTISCHE ANALYSE MENYANTHES









A6 NOTITIE: Onderzoek stabiliteit bij hogere waterstand

Vraag PZH	Uitleg RHDHV
Als ik het goed begrijp gaat het er om dat door een te hoge waterdruk onder de folie er een instabiliteit kan ontstaan waardoor er afschuiving ontstaat	Klopt, hierbij kunnen 2 mechanismen een rol spelen: 1) door de hoge waterdruk neemt de spanning tussen de korrels af en daarmee de sterkte van de grond. Bij aanwezigheid van een folie en/of waterspanning in een specifieke grondlaag kan afschuiven optreden. Dit is vergelijkbaar aan Macro-stabiliteit maar dan langs een recht glijvlak, zie figuur 2 in de notitie. 2) aanvullend is het opdrijven van de folie gecontroleerd.
Wat zijn de criteria geweest voor de bepaling van de ligging van de drie raaien waarvoor de herberekening is uitgevoerd (relatie met laatste opmerking)	De raaien zijn niet bepaald adhv criteria. Gebruik is gemaakt van de beschikbare doorsneden.
Volgens RHDHV is het kritieke glijvlak tussen de zandlaag (20 cm dik direct onder de folie) en het stortmateriaal maatgevend en niet het vlak tussen de folie en de zandlaag. De reden behoeft meer toelichting door RHDHV	In het gebied (decimeters) onder de folie heerst een hoge waterdruk. Bij een steil talud kan er door dit gebied een glijvlak ontstaan. Omdat het stortmateriaal (volgens de uitgangspunten) een veel lagere hoek van inwendige wrijving heeft dan zand, is de wrijving langs/door het slib lager dan de wrijving langs het (ruwere) zand.
Het gewijzigde glijvlak betekent ook dat het gewicht van de zandlaag meegenomen moet worden in de berekening van de gronddruk (kolom 2, tabel 2). Is dit gebeurd?	Tabel 2 betreft een overzicht van de resultaten uit het Grontmij rapport
Graag een verbeeldende toelichting hoe de afschuiving er uit ziet als de toelaatbare stijghoogte wordt overschreden. Dus hoe ziet een 'calamiteit' er uit. En wat gebeurt er met de folie? Gaat die stuk?	De afschuiving kan plaatsvinden volgens het glijvlak geschetst in figuur 2. Het deel van de folie dat boven de grondwaterstand ligt en langs de randen van de afschuiving zal weerstand bieden tegen de afschuiving, waardoor trekspanningen ontstaan in de folie. Als het hele folie wordt meegetrokken zal deze mogelijk verfrommelen rondom de bentonietstrook.
Grontmij heeft de berekening uitgevoerd voor een helling van 1:17. Je mag dan ook veronderstellen dat bij het uitvlakken van de ondergrond deze helling als een maximum is aangehouden. Uit tabel blijkt dat hellingen 1:12 en 1:7,5 (!) steiler zijn. Daar is kennelijk bij de uitvoering niet opgestuurd. Juist een steilere helling blijkt – niet onverwacht – kritisch te zijn voor afschuiving (1:7,5 een toelaatbare stijghoogte van +2,11 mNAP	Grontmij heeft een haalbaarheidsstudie gedaan. Voor het DO moeten aanvullende berekeningen worden uitgevoerd. In de DO tekeningen zijn kennelijk andere hellingen aangegeven, ook de hoogte ligging van de folie is aangepast en de dekking van klei. Vooralsnog is niet bekend waarop dat is gebaseerd.
De dikte van de kleilaag – volgens ontwerp 1,50 m – blijkt in de praktijk beduidend minder te zijn!?	Zie bovenstaande toelichting
Onder 4.1: een nadere toelichting op de aanname voor de berekening zijnde 'oneindig talud'. En waarom 'conservatief' vanwege de gehele geometrie? Het begrip conservatief uitleggen	Met conservatief wordt hier veilig bedoeld. In werkelijkheid. De aandrijvende belasting die ontstaat als gevolg van het gewicht van de kleidekking op het folie (onder een helling) wordt tegengewerkt door de aanwezige grond, <u>onderaan</u> de helling. Deze tegenwerkende grond wordt bij het 'oneindige talud' niet meegenomen.
De folie zit aan de zijde van HIJ als het ware 'verankerd' in een betonietstrook in de kleidrempel. Heeft dit fenomeen een remmende invloed op de afschuiving?	Waarschijnlijk niet of zeer beperkt.
De toelaatbare stijghoogten zoals +2,24 en +2,11 mNAP zijn berekend voor de raaien. Is de gehanteerde helling een gemiddelde? Kan voor het gehele oppervlak van de folie worden aangegeven waar de 'zwakke' plekken zitten. Op basis daarvan kan je bekijken welke maatregelen – zoals verdikking van de kleiafdekking – genomen kunnen worden om de toelaatbare stijghoogte op te schroeven	Vooralsnog is niet bekend of de raaien een gemiddelde helling geven in een bepaald gebied. Hiervoor is nader onderzoek nodig. Zoals gezegd zijn de gegeven waarden veilig (conservatief) omdat gerekend is met een 'oneindig talud'. De waarden kunnen mogelijk worden opgeschroefd door stabiliteitsberekeningen te maken voor afschuiving langs een recht glijvlak (figuur 2) met bijvoorbeeld DStability of Plaxis. Tevens moeten dan definitief ontwerp berekeningen gemaakt worden ter onderbouwing van het gerealiseerde ontwerp.