



Hoogheemraadschap van

**Rijnland**

**Watergebiedsplan  
Polder Bonte Kriel en Hellegatspolder**

*Toelichting bij (ontwerp)peilbesluit  
Cluster 4 Duin- en Bollenstreek*

**15.005459**

Archimedesweg 1  
postadres:  
postbus 156  
2300 AD Leiden  
telefoon (071) 3 063 063  
telefax (071) 5 123916

Susanne Groot  
Doeke Kampman  
Pieter Buijs-Heine  
Afdeling Beleid en Planontwikkeling

Januari 2015

## Samenvatting

### Inleiding

Het hoogheemraadschap van Rijnland heeft het doel van het programma wateroverlast (NBW) en peilbeheer omschreven als: het watersysteem op orde brengen en houden, rekening houdend met klimaatveranderingen. Het ‘op orde brengen’ dient uiterlijk in 2025 te zijn gerealiseerd. Daarbinnen zijn de doelen van een watergebiedsplan als volgt:

- Vaststellen maatregelenpakket om het **watersysteem op orde** te krijgen. Het gaat daarbij om maatregelen zodat het watersysteem goed kan functioneren qua berging, water aan- en afvoer, beheer & onderhoud en inrichting;
- Vastleggen van gewenste waterpeilen in een **actueel peilbesluit**, inclusief een peilafweging en eventueel benodigde maatregelen;
- Binnen de grenzen van het watergebiedsplan is vastgesteld hoe **peilafwijkingen gereguleerd** worden (dus overgenomen, vergund of gesaneerd);
- Bij bovenstaande punten wordt middels een **integrale benadering** gekeken naar mogelijke verbeteringen in waterkwaliteit en ecologie, grondwater en belendende beleidsvelden als cultuurhistorie en recreatie.

### Gebiedsbeschrijving

Onderstaand figuur toont de ligging van Polder de Bonte Kriel en de Hellegatpolder, beide liggend ten (noord)oosten van Sassenheim. De Hellegatpolder grenst aan de Kagerplassen. Beide polders zijn overwegend in gebruik als grasland. Polder de Bonte Kriel heeft echter ook een gedeelte dat als bollengrond en een gedeelte dat als stedelijk gebied (Sassenheim) in gebruik is.



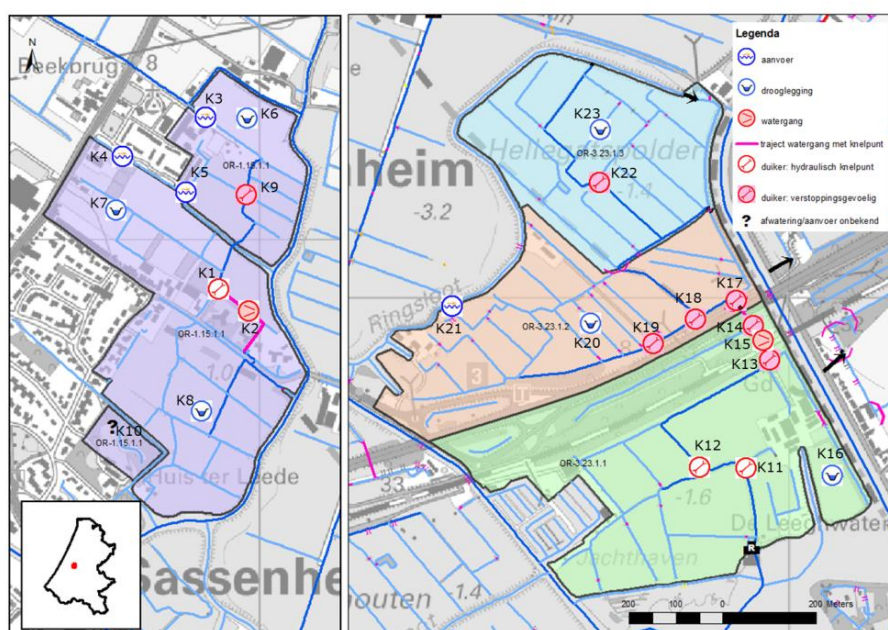
Figuur Polder Bonte Kriel (links) en Hellegatpolder (rechts)

## Watersysteemanalyse

De Polder de Bonte Kriel bestaat uit één peilgebied, welke wordt doorsneden door de boezem op twee plekken. Er loopt een hoofdroute van het gemaal de polder in. Deze splitst zich in een korte en een langere tak, die na enkele bochten ook nog de boezem doorkruist met een syfon. Het watersysteem van de Hellegatspolder is minder complex: hier stroomt het water af via een hoofdwatergang over twee verschillende stuwen van het hoogste peilvak (1.3) naar het hoofdvak (1.1).

Bij de analyse van het aan- en afvoer hoofdwatersysteem, de berging en de functiefacilitering zijn diverse knelpunten naar voren gekomen. Onderstaand figuur en Tabel 1 geven een beeld van alle geïdentificeerde knelpunten, inclusief indeling in type onderwerp.

Uit de knelpunten is de ‘hoofdopgave’ voor beide polders gedestilleerd. Voor beide polders geldt dat de hoofdafvoer niet overal soepel kan verlopen, mede als gevolg van verstoppingsgevoeligheid.



**Figuur 1** Kaart met alle geanalyseerde knelpunten in de Bonte Kriel (links) en de Hellegatspolder (rechts).

**Tabel 1** Knelpunten in de twee polders

Polder	Onderwerp	Knelpunt	Omschrijving
Bonte Kriel	afvoer	K1	Verzakte duiker 013-033-00018 met te kleine afvoercapaciteit.
	afvoer	K2	Primaire watergang die slecht onderhouden kan worden vanwege de bereikbaarheid.
	aanvoer	K3	Inlaat in beheer bij particulier, geen controle op afsluiting bij hoogwater.
	aanvoer	K4	Inlaat in beheer bij particulier, geen controle op afsluiting bij hoogwater.
	aanvoer	K5	Inlaat is onbereikbaar vanwege schutting.
	drooglegging	K6	Gebied functioneert als hoogwatervoorziening (niet-erkend); bij polderpeil is drooglegging te groot.
	drooglegging	K7	Gebied functioneert als hoogwatervoorziening (niet-erkend); bij polderpeil is drooglegging te groot.
	drooglegging	K8	Peilbesluitpeil wordt niet gehandhaafd vanwege te kleine drooglegging en overlast.
	onderhoud	K9	Duiker 013-033-00017 is verstoppingsgevoelig (diameter 300).
	af/aanvoer	K10	Onduidelijk hoe dit deel verbonden is met de rest van het peilvak.

<b>Hellegat</b>	afvoer	K11	Verzakte duiker 048-033-00042 met te kleine afvoercapaciteit.
	afvoer	K12	Duiker 048-033-00041 met te kleine afvoercapaciteit.
	onderhoud	K13	Duiker 048-033-00040 is verstoppingsgevoelig.
	onderhoud	K14	Duiker 048-033-00039 is verstoppingsgevoelig.
	onderhoud	K15	Watergang 048-058-00094 is verstoppingsgevoelig.
	drooglegging	K16	Camping in peilvak 1 functioneert als onderbemaling (niet-erkend); bij polderpeil is drooglegging in de zomer te klein.
	onderhoud	K17, K18 en K19	Duikers (resp. 048-033-00045, 048-033-00043 en 048-033-00044) zijn verstoppingsgevoelig.
	drooglegging	K20	Winterpeil is laag en zomerpeil is hoog → wijkt af van peilvak 1 zonder duidelijke reden.
	aanvoer	K21	Locatie particuliere inlaat onbekend.
	onderhoud	K22	Duiker 048-033-00021 zou verstoppingsgevoelig zijn, maar dit wordt niet door de ingelanden herkend.
	drooglegging	K23	Drooglegging winter is volgens richtlijn te groot; beheerder stelt dat de drooglegging te klein is.

### Peilvoorstel

Op basis van de voorkomende functies zijn de optimale peilen bepaald en is bekeken of de voorgestelde peilen geen negatieve gevolgen hebben. De afweging vindt plaats op basis van de effecten op het watersysteem, uitstralingseffecten (grondwater), waterkwaliteit, landbouw, natuur, archeologische en cultuurhistorische waarden, landschap, bebouwing, financiële belangen en geconstateerde knelpunten. Na de afweging is het resultaat een peilvoorstel.

De onderstaande tabel geeft de waterpeilen conform het vigerende peilbesluit en de praktijk.

**Tabel 2 Huidig peilbesluit en praktijkpeilen in Polder de Bonte Kriel en de Hellegatpolder**

peilvak	Peilbesluitpeilen [NAP+m]		Praktijkpeilen [NAP+m]		Opmerking
	winter	zomer	winter	zomer	
Polder de Bonte Kriel 1.1	-1,57	-1,47	-1,60	-1,52	verlaging sinds najaar 2012
Hellegatpolder 1.1	-2,29	-2,15	-2,29	-2,15	
Hellegatpolder 1.2	-2,23	-2,13	-2,29?	-2,05?	geen metingen beschikbaar
Hellegatpolder 1.3	-2,09	-2,03	?	?	geen metingen beschikbaar

### Polder de Bonte Kriel, peilvak 1.1

Polder de Bonte Kriel heeft volgens het vigerend peilbesluit één peilvak met een zomerpeil van NAP-1,47 m en een winterpeil van NAP-1,57 m. Het praktijkpeil is echter lager, met uitzondering van die gebieden die als hoogwatervoorziening in gebruik zijn. Het lagere praktijkpeil is ingesteld vanwege te kleine droogleggingen en wateroverlast in vooral het benedenstrooms gelegen grasland (knelpunt 8). Dit volgt zowel uit de praktijk als uit de berekeningen. De lagere praktijkpeilen faciliteren de functie grasland. Het voorstel is deze praktijkpeilen vast te stellen. Dit is een verlaging met 3 cm bij winterpeil en 5 cm bij zomerpeil ten opzichte van het vigerend peilbesluit.

In de hoger gelegen zandgronden voldoet het peilbesluitpeil niet voor bollenteelt, omdat de drooglegging te groot is (knelpunten 7 en 8). Deze gebieden hebben op basis van maaiveldhoogte en functie bestaansrecht als hoogwatervoorziening. Hiervoor moeten vergunningen worden aangevraagd.

### Hellegatspolder, peilvak 1.1

Peilvak 1.1 in de Hellegatspolder heeft een peilbesluitpeil van NAP-2,29 m voor de winter en NAP-2,15 m voor de zomer. Deze peilen worden in de praktijk ook gehanteerd, behalve bij de camping. Het winterpeil levert gemiddeld genomen een 5 cm te grote drooglegging op. Een peilverhoging van 5 cm zou echter knelpunten voor wateroverlast opleveren (bijlage 4). Het voorstel is daarom de peilen niet te wijzigen.

De camping wordt beheerd als onderbemaling, vooral omdat de zomerdrooglegging bij polderpeil te klein is. Het praktijkpeil is niet bekend. Op basis van functie heeft de camping bestaansrecht als peilafwijking. Hiervoor moet een vergunning worden aangevraagd.

### Hellegatspolder, peilvak 1.2

Peilvak 1.2 in de Hellegatspolder heeft een peilbesluitpeil van NAP-2,23 m voor de winter en NAP-2,13 m voor de zomer. In de praktijk worden andere peilen gehanteerd: in de winter is het peil gelijk aan dat van peilvak 1 (6 cm lager dan peilbesluitpeil) en in de zomer is het ongeveer 10 cm hoger dan dat in peilvak 1 (8 cm hoger dan peilbesluitpeil). Er is hierdoor in de praktijk een peilverschil van 24 cm tussen zomer en winter. Dit grote peilverschil lijkt geen duidelijk doel te dienen; op basis van maaiveldhoogte en landgebruik is er geen aanleiding voor een peilverschil tussen peilvak 1 en 2. Zomer 2014 heeft er een proef gedraaid waarin peilvak 2 op hetzelfde peil als peilvak 1 is gezet (10 cm lager dan praktijkpeil). Er zijn hier geen nadelen van ondervonden.

Het winterpeil resulteert in 8 cm te weinig drooglegging wat voor het aanwezige grasland gewenst is. Ook uit berekeningen blijkt dat dit hoge peil resulteert in wateroverlast (zie bijlage 4). Het voorstel is daarom de peilen in peilvak 2 gelijk te stellen aan die in peilvak 1 en daarmee peilvak 2 als zodanig op te heffen. Dit betekent een peilverlaging van 6 cm in de winter en 2 cm in de zomer ten opzichte van het vigerend peilbesluit.

### Hellegatspolder, peilvak 1.3

Peilvak 1.3 in de Hellegatspolder heeft een peilbesluitpeil van NAP-2,09 m voor de winter en NAP-2,03 m voor de zomer. De praktijkpeilen zijn onbekend. Zomer- en winterpeil liggen dicht bij elkaar en voldoen goed tot redelijk voor het landgebruik. Het verzoek van de beheerder is om het winterpeil te verlagen, vanwege te kleine droogleggingen. Omdat er geen sprake is van wateroverlast is het voorstel op basis van de functiefacilitering (ook nevenfunctie weidevogelgebied), rekening houdend met het veen in de ondergrond, het peil niet te verlagen maar te handhaven. Voor de functie weidevogelgebied zou het peil het liefst verhoogd moeten worden, dit lijkt niet haalbaar gezien de bestaande wens het peil te verlagen. Daarbij komt dat met de komst van vossen in het gebied te weidevogels lijken te zijn vertrokken.

Het voorstel is dan ook om de huidige peilen te continueren.

**Tabel 3 Peilvoorstel voor Polder de Bonte Kriel en de Hellegatspolder**

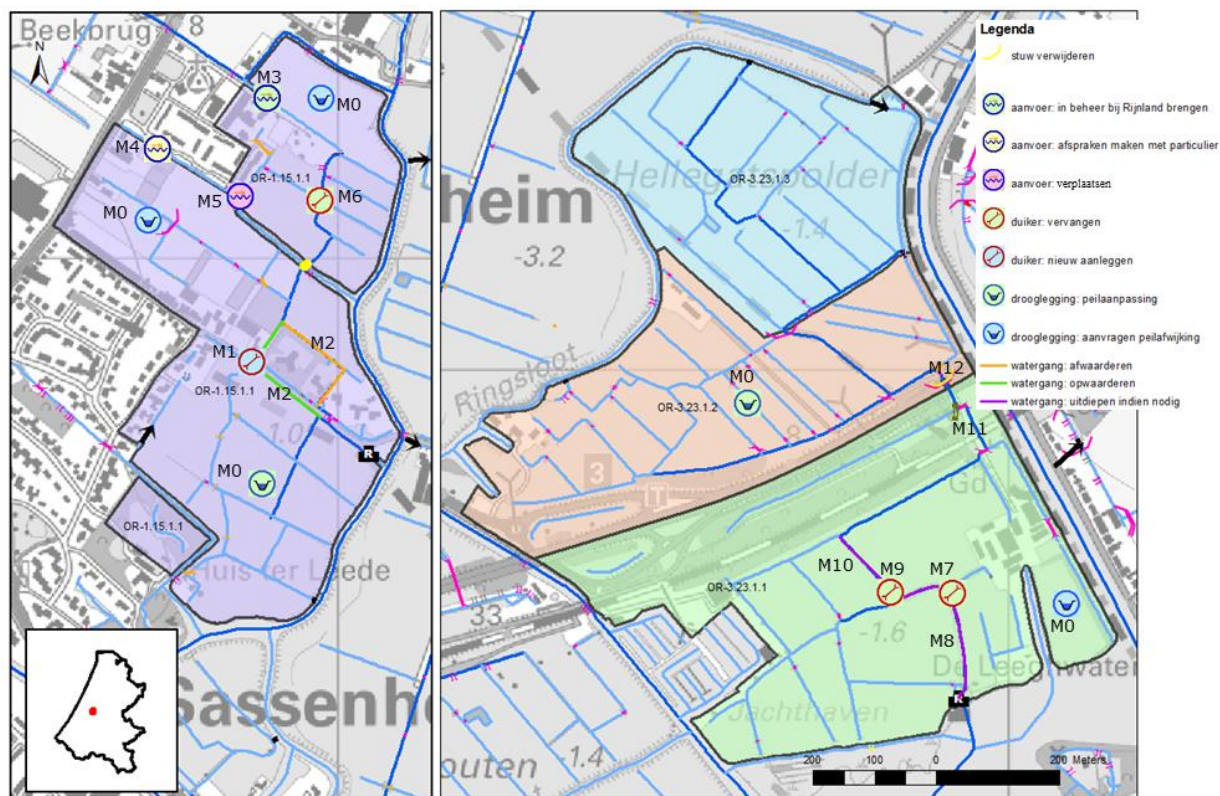
peilvak	voorstel winterpeil [NAP+m]	Vershil t.o.v. vigerend [cm]	voorstel zomerpeil [NAP+m]	Vershil t.o.v. vigerend [cm]
Polder de Bonte Kriel 1.1	-1,60	-0,05	-1,52	-0,03
Hellegatspolder 1.1 (en oorspr. 1.2)	-2,29	0 (-0,02)	-2,15	0 (-0,06)
Hellegatspolder 1.3	-2,09	0	-2,03	0

### Maatregelen

De knelpunten zijn afgewogen op basis van ernst en omvang en er is gekeken naar de technische en financiële mogelijkheden om ze op te lossen. Na een integrale afweging worden onderstaande maatregelen voorgesteld om de hoofdpogave op te lossen. Dit betekent niet dat alle knelpunten worden aangepakt; door een aantal verbeteringen vervalt de urgentie om bijvoorbeeld alle verstoppingsgevoelige duikers aan te pakken. De locaties van de maatregelen zijn getoond op de kaart.

Tabel 4 Voorgestelde maatregelen in Bonte Kriel en de Hellegatspolder

Polder	Knelpunt	Maatregel	Omschrijving maatregel
Bonte Kriel	K1 en K2	M1 en M2	Nieuwe afwateringsroute door aanleg nieuwe duiker rond 1000 (M1, mag ook vierkant met minimale maat). Benoemen 013-058-00020 en 013-058-00041 tot hoofdwatengang en afwaarderen watengang 013-058-00024 (M2).
	K3	M3	Inlaat in beheer brengen bij Rijnland en afsluitbaar maken. Daarnaast dienen afspraken gemaakt met de telers in het gebied over het gebruik ervan, mede door hen.
	K4	M4	Afspreken met particulier dat inlaat dicht gaat in afvoersituaties en dat Rijnland dat kan controleren.
	K5	M5	Inlaat 013-033-00015 verplaatsen en in het beheer van Rijnland brengen. Afspraken maken met particulier over het gebruik ervan, mede door hen.
	K6, K7	M0	Aanvragen vergunningen peilafwijking (geen actie Rijnland).
	K8	M0	Nieuw peilvoorstel
	K9	M6	Vervangen duiker 013-033-00017 door duiker rond 1000.
Hellegat	K11	M7 en M8	Vervangen duiker 048-033-00042 door duiker rond 800 met 30 cm lucht (M7) en indien nodig op diepte brengen van watengang 048-058-00080 (M8) (85 cm)
	K12	M9 en M10	Vervangen duiker 048-033-00041 door duiker rond 800 met 30 cm lucht (M9) en indien nodig op diepte brengen van watengang 048-058-00089 (M10) (55 cm)
	K13	M11	Duikers 048-033-00040 en 048-033-00039 jaarlijks doorspuiten.
	K16	M0	Aanvragen ontheffing voor tijdelijke peilverhoging (geen actie Rijnland).
	K20	M0 en M12	Nieuw peilvoorstel en overdragen stuw. Deze zal alleen in het voorjaar gebruikt worden.
	K23	-	Huidig peil continueren, zijn optimale afweging belangen.



Figuur 2 Kaart met locaties van maatregelen in de Bonte Kriel (links) en de Hellegatspolder (rechts)



## Inhoudsopgave

Samenvatting .....	i
1 Inleiding .....	1
1.1 Aanleiding .....	1
1.2 Doel watergebiedsplan .....	1
1.3 Aanpak, status en procedure .....	1
1.4 Leeswijzer .....	2
2 Kaders en criteria .....	3
2.1 Wettelijk kader en beleidsthema's .....	3
2.2 Overzicht normen en richtlijnen .....	3
2.3 Afwegingscriteria voor peilen en inrichtingsmaatregelen .....	4
3 Gebiedsbeschrijving .....	7
3.1 Polders .....	7
3.1.1 Ligging .....	7
3.1.2 Bodemopbouw .....	8
3.1.3 Maaiveldhoogte .....	8
3.1.4 Landgebruik .....	10
3.2 Watersysteem .....	10
3.2.1 Hoofdstructuur .....	10
3.2.2 Peilen en drooglegging .....	11
3.2.3 Aanvoer en –afvoer .....	13
3.2.4 Waterberging .....	15
3.2.5 Waterkwaliteit en ecologie .....	16
4 Toetsing watersysteem .....	17
4.1 Aan- en afvoer hoofdwatersysteem .....	17
4.1.1 Theorie .....	17
4.1.2 Praktijk .....	18
4.1.3 Conclusie .....	21
4.2 Wateroverlast .....	22
4.2.1 Theorie .....	22
4.2.2 Praktijk .....	23
4.2.3 Conclusie .....	24
4.3 Functiefacilitering .....	24
4.3.1 Theorie .....	24
4.3.2 Praktijk .....	27
4.3.3 Conclusie .....	27
4.4 Knelpunten op een rij .....	27

5	Peilvoorstel en inrichtingsmaatregelen.....	31
5.1	Peilafweging en peilvoorstel.....	31
5.1.1	Polder de Bonte Kriel peilvak 1.1.....	31
5.1.2	Hellegatpolder peilvak 1.1.....	31
5.1.3	Hellegatpolder peilvak 1.2.....	32
5.1.4	Hellegatpolder peilvak 1.3.....	32
5.2	Peilvoorstel.....	32
5.3	Inrichtingsmaatregelen.....	33
5.3.1	Overzicht maatregelen.....	33
5.3.2	Afweging.....	34
5.3.3	Kosten.....	36
5.4	Beheer en onderhoud.....	37
5.5	Metingen en evaluatie.....	38
6	Referenties.....	39
7	Bijlagen.....	40
1.	Waterbalans	
2.	Hydraulische analyse	
3.	Berging	
4.	Waterplannerberekeningen wateroverlast	
5.	Kaarten	
a.	Bodemtype	
b.	Maaiveldhoogte	
c.	Landgebruik	
d.	Watersysteem	
e.	Knelpunten	
f.	Maatregelen	
g.	Peilvoorstel	
h.	Drooglegging bij peilvoorstel	

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Eén van de kerntaken van een waterschap is beheren van het oppervlaktewaterpeil. Langdurige en overvloedige neerslag eind jaren '90 maakte duidelijk dat deze inspanningsverplichting niet meer voldoende was en gaf aanleiding om de commissie Waterbeheer 21e eeuw (commissie Tielrooij) in te stellen. Op basis van het advies van die commissie ([Waterbeleid voor de 21ste eeuw](#), 2000) hebben de waterpartners, Rijk, provincies, gemeenten en waterschappen gezamenlijk het [Nationaal Bestuursakkoord Water](#) (NBW, 2003) opgesteld.

Doel van het NBW is om duidelijkheid en rechtszekerheid te verschaffen waar de overheid verantwoordelijk voor is en waar burgers zelf verantwoordelijk voor zijn bij het voorkomen van wateroverlast. Om dit te objectiveren zijn in het NBW normen afgesproken die, conform het gestelde in de [Waterwet](#), in de provinciale verordening definitief zijn verankerd.

Rijnland heeft in de studie waterbezwaar fase 1 in 2000 de wateropgave voor de boezem vastgesteld. In 2007 is in de studie waterbezwaar fase 2 (Masterplan Toekomstig Waterbezwaar Rijnland) globaal bepaald wat de wateropgave voor de polders is. Hieruit blijkt dat Rijnland een grote opgave heeft, verspreid over een groot deel (circa twee-derde) van de polders. Omdat de berekeningen zeer globaal zijn en niet in een gebiedsproces tot stand zijn gekomen, is nadere uitwerking in deelgebieden (met gebiedsproces) noodzakelijk.

## 1.2 Doel watergebiedsplan

Rijnland heeft het doel van het programma wateroverlast (NBW) en peilbeheer omschreven als “het watersysteem uiterlijk in 2025 op orde brengen, en houden, rekening houdend met klimaatveranderingen”. Daarbinnen zijn de doelen van een watergebiedsplan als volgt:

- Vaststellen maatregelenpakket om het **watersysteem op orde** te krijgen. Het gaat daarbij om maatregelen met betrekking tot de berging, water aan- en afvoer en de hydraulische werking van het watersysteem;
- Vastleggen gewenste waterpeilen in aan **actueel peilbesluit**, inclusief een peilafweging en de te nemen maatregelen;
- Binnen de grenzen van het watergebiedsplan is vastgesteld hoe **peilafwijkingen gereguleerd** worden (dus overgenomen, vergund of gesaneerd);

Bij bovenstaande punten wordt middels een **integrale benadering** gekeken naar mogelijke verbeteringen in waterkwaliteit en ecologie, grondwater en belendende beleidsvelden als cultuurhistorie en recreatie.

## 1.3 Aanpak, status en procedure

Het proces van het op orde brengen van het watersysteem is opgedeeld in drie fasen: planfase, ontwerpfase en uitvoering. Uitgangspunt bij alle fasen is te doen wat nodig is en niet meer. Daarbij is een beperkte doorlooptijd belangrijker dan een hoge kwaliteit. Voorliggend watergebiedsplan beschrijft de planfase.

De planfase start met een inventarisatie: wat is er aan informatie en wat is de huidige situatie. Daarna volgt de analyse van het watersysteem en het vaststellen van de knelpunten en ten slotte het bepalen van oplossingen. Bij de afweging van maatregelen wordt gewerkt volgens de GGOR systematiek (gewenst grondwater en oppervlaktewater regime). Bij het opstellen van het watergebiedsplan is de praktijkinbreng essentieel.

Het watergebiedsplan dient als onderlegger voor het peilbesluit en de kredietaanvraag voor het maatregelenpakket. Op basis van het watergebiedsplan stelt het dagelijks bestuur van Rijnland een ontwerp peilbesluit vast dat ter inzage wordt gelegd. Na behandeling van eventuele zienswijzen wordt

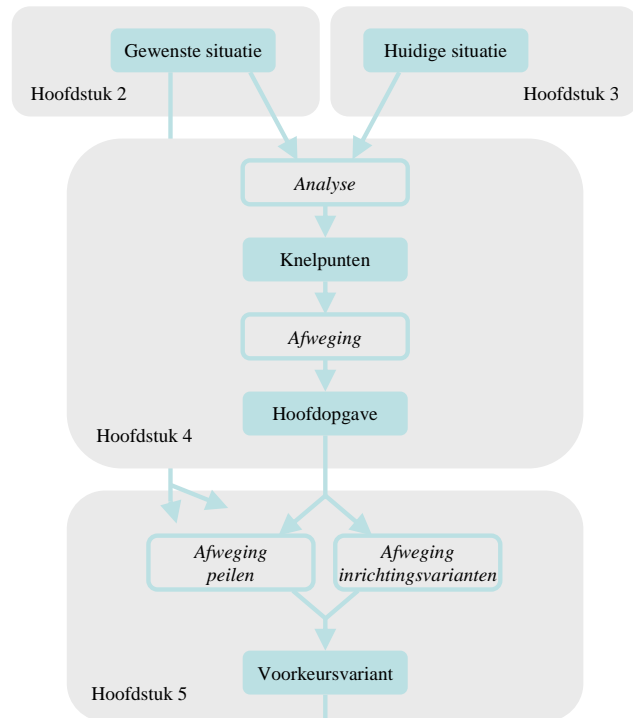
het peilbesluit ter vaststelling aan de verenigde vergadering voorgelegd, alsmede een kredietaanvraag voor het maatregelenpakket. Met de belanghebbenden wordt bekeken wie de maatregelen het meest efficiënt kan uitvoeren.

### 1.4 Leeswijzer

Hoofdstuk 2 beschrijft de gewenste situatie, opgebouwd uit de relevante beleidsthema's, normen en richtlijnen. Hoofdstuk 3 geeft een beschrijving van het gebied, waaruit de huidige situatie blijkt.

Met de gewenste en de huidige situatie als input is in hoofdstuk 4 een analyse gedaan waaruit knelpunten naar voren komen. Met een afweging van de impact van de knelpunten is de hoofdogave bepaald.

Hoofdstuk 5 beschrijft de inrichtingsvarianten en peilen die de hoofdogave kunnen oplossen. Met een afweging tussen de varianten komt een voorkeursvariant naar voren. Daarnaast is het beheer & onderhoud en evaluatie van de maatregelen beschreven in de laatste paragrafen.



## 2 Kaders en criteria

### 2.1 Wettelijk kader en beleidsthema's

De waterschappen zijn in de [Waterwet](#) aangewezen als beheerders van de regionale watersystemen. In de wet wordt als doelstelling van het watersysteembeheer aangegeven:

- Voorkomen van wateroverlast of tekorten;
- Bescherming/verbetering van de chemische en ecologische waterkwaliteit;
- Vervulling maatschappelijke functies.

Het voorkomen van wateroverlast wordt in deze hoofddoelen expliciet genoemd. De andere hoofddoelen geven aan dat bij het beheer en derhalve ook de aanpak van wateroverlast, de maatschappelijke en ecologische functies moet worden gefaciliteerd.

Voor de watergebiedsstudies binnen Rijnland zijn het voorkomen van wateroverlast (NBW) en het faciliteren van functies (peilbeheer) leidend. In de herijking van het WBP4 (Hoogheemraadschap van Rijnland, 2011) is besloten dat de plannen weer (meer) integraal moeten worden opgepakt. Waterkwaliteit en ecologie worden niet meegenomen als opgave, maar voordoende kansen worden benut. Ook grondwater en droogte, en optioneel cultuurhistorie en recreatie worden weer meegenomen in de plannen. Waar mogelijk wordt synergie gevonden met het baggerprogramma en gemaalrenovaties.

Een overzicht van het vigerende beleid en de geldende normen en richtlijnen is gegeven in tabel 2.1.

Tabel 2-1 Overzicht beleid, normen en richtlijnen rond watergebiedsplannen

	Europa	Rijk	Provincie	Rijnland	Gemeente
<b>Functies en peilbeheer</b>		<a href="#">Structuurvisie infrastructuur en ruimte</a>	Structuurvisie (ZH, NH)	<a href="#">Nota peilbeheer</a>	Bestemmingsplan
<b>Wateroverlast</b>		NBW	NBW (normering)	<a href="#">NBW</a> (bergings- en afvoereisen)	NBW
<b>Droogte/verziltting</b>		Deltaprogramma zoetwater			
<b>Waterkwaliteit</b>	KRW			KRW	
<b>Natuur</b>	<a href="#">Natura2000</a>	EHS <a href="#">Natura2000</a>			
<b>Overige</b>			Zwemwaternrichtlijn	Baggerprogramma Programma gemaalrenovaties	

### 2.2 Overzicht normen en richtlijnen

Ingevolge de wettelijke taak hebben de provincies de normering ten aanzien van wateroverlast opgenomen in de Waterverordening Rijnland. De norm is weergegeven in een gemiddelde overstromingskans per jaar (tabel 2.2).

**Tabel 2-2 Normering wateroverlast**

	Landgebruik	Beschermingsnorm	Maaiveldcriterium
Binnen bebouwde kom	Bebouwing	1/100 jaar	0%
	Glastuinbouw	1/50 jaar	1%
	Overige	1/10 jaar	5%
Buiten bebouwde kom	Hoofdinfrastructuur	1/100 jaar	0%
	Glastuinbouw/hoogwaardige land- en tuinbouw	1/50 jaar	1%
	Akkerbouw	1/25 jaar	1%
	Grasland	1/10 jaar	5%

Buiten de bebouwde kom wordt getoetst op overwegend landgebruik. Lokaal grondgebruik met een hoger beschermingsniveau wordt dan niet gehonoreerd. In de verordening is opgenomen dat het gebiedsproces kan komen tot een afwijking van de basisnormering. Dit is met name gericht op situaties waar onevenredige of maatschappelijk onacceptabele inspanningen nodig zijn om aan de normen te voldoen.

De hoofddoelstelling van het peilbeheer van Rijnland is het faciliteren van de functie en duurzaam waterbeheer. In het peilbesluit wordt, op basis van de GGOR-methodiek, een afweging tussen deze twee doelstellingen gemaakt. Bij het in beeld brengen van de functiegeschiktheid wordt nadrukkelijk gekeken naar de grondwaterstanden. Als vertrekpunt voor de analyse worden onderstaande richtwaarden voor de drooglegging gebruikt (tabel 2.3).

**Tabel 2-3 Richtwaarden drooglegging [m] (bron: Nota peilbeheer)**

Bodemtype	Veen	Klei	Moerige gronden	Zand
<b>Grondgebruik</b>				
Grasland	≤ 0,60	0,80 – 0,95	0,85 – 0,90	0,85 – 0,90
Akkerbouw	-	0,90 – 1,25	0,95 – 1,10	0,90 – 1,05
Glastuinbouw	0,55	0,85	-	0,55 – 0,80
Boomteelt	0,45	0,85	-	-
Bollenteelt	-	-	-	0,60 – 0,80
Agrarisch + natuur	≤ 0,55	-	-	-
Natuur	Afh. van doeltype	Afh. van doeltype	Afh. van doeltype	Afh. van doeltype
Stedelijk	1,20	1,20	1,20	1,20

### 2.3 Afwegingscriteria voor peilen en inrichtingsmaatregelen

De basiscriteria voor de te nemen maatregelen zijn effectiviteit en efficiëntie. Draagt de maatregel bij aan de oplossing van het knelpunt (het behalen van de doelstellingen) en wegen de kosten van de maatregel op tegen de baten van de maatregel? Deze baten kunnen op een aantal punten gekwantificeerd worden in de vorm van schadereductie, maar blijven op andere vlakken kwalitatief van aard; verbetering draagvlak, beleving, waterkwaliteit, etc.). Door deze baten naast de kosten te zetten kan er een afweging plaatsvinden.

De effectiviteit wordt dus bepaald in de mate waarin de doelstellingen behaald worden. De hoofddoelstellingen zijn:

- **Functie faciliteren:** De mate waarin de functie(s) in het gebied wordt gefaciliteerd met het vastgestelde peil;
- **Wateroverlast beperken:** De mate waarin de maatregel/variant bijdraagt aan het verlagen van het risico op wateroverlast. Een belangrijk ijkpunt hierbij is de NBW normering en de hiermee samenhangende wateropgave;

De overige doelstellingen zijn:

- **Watertekort beperken:** De mate waarin de maatregel/variant bijdraagt aan het verlagen van het risico op watertekort.
- **Verbetering waterkwaliteit en ecologie:** de mate waarin de waterkwaliteit en ecologie door de inrichting en beheer van het watersysteem wordt gefaciliteerd.
- **Draagvlak:** Mate van draagvlak bij de ingelanden voor het peilbeheer en eventuele maatregelen;
- **Duurzaamheid:** De duurzaamheid van de maatregel/variant, waaronder de robuustheid en flexibiliteit van het watersysteem en de mate waarin de maatregel/variant toekomstbestendig is;
- **Beheer en onderhoud** benodigde inzet voor beheer (vergunningverlening en handhaving) en onderhoud (werkzaamheden om natuurlijke achteruitgang in werking teniet te doen);
- **Uitstralingseffecten;** De mate waarin de maatregel/variant bijdraagt aan de verbetering van het watersysteem of functies buiten het plangebied (externe werking);
- **Overige effecten** op het watersysteem, bijvoorbeeld het functioneren bij calamiteiten, droogte, tegengaan van verzilting, oplossen grondwaterproblemen, effecten op KRW-doelstellingen, ecologie en archeologie, etc.

Naast de effectiviteit is het tweede hoofdcriterium is de efficiëntie van maatregelen. Deze efficiëntie wordt naast de eerder genoemde doelstellingen bepaald door:

- **Kosten:** waarbij in de investeringskosten en de beheer- en onderhoudskosten worden meegenomen;
- **Uitvoeringstermijn** op basis van impact maatregel/variant en mogelijkheid om in synergie met andere projecten uit te voeren.



### 3 Gebiedsbeschrijving

#### 3.1 Polders

##### 3.1.1 Ligging

Figuur 3-1 toont de ligging van Polder de Bonte Kriel en de Hellegatpolder. Polder de Bonte Kriel ligt ten noordoosten van Sassenheim. De Hellegatpolder ligt iets zuidelijker, ten oosten van Sassenheim en grenzend aan de Kagerplassen.



Figuur 3-1 Polder Bonte Kriel (links) en Hellegatpolder (rechts)

Polder de Bonte Kriel bestaat uit één peilvak, OR-1.15.1.1. De hogere delen van de polder bevatten stuwtjes en stuwende duikers, die in particulier beheer zijn. Deze vormen in de praktijk de peilafwijkingen. De Hellegatpolder bestaat uit drie peilvakken; OR-3.23.1.1, OR-3.23.1.2 en OR-3.23.1.3. Tabel 3-1 geeft het oppervlak per peilvak en per polder.

Tabel 3-1 Oppervlak per peilvak

Polder	Peilvak	Oppervlak (ha)
Polder de Bonte Kriel	OR-1.15.1.1	32
Hellegatpolder	OR-3.23.1.1	30
	OR-3.23.1.2	20
	OR-3.23.1.3	17
Totale oppervlak Hellegatpolder		67

### **3.1.2 Bodemopbouw**

De bodemtypes in Polder de Bonte Kriel zijn podzol in zwak lemig fijn zand (57% van het oppervlak) en stuifzand (26%). Het overige gebied is bebouwd, daarvan is geen bodemtype bekend. De bodem in de Hellegatspolder is volledig veengrond met een kleidek. In peilvakken 1 en 2 is een klein deel (circa 5%) bebouwd, hiervan is geen bodemtype bekend. Een kaart met de voorkomende bodemtypes is opgenomen in bijlage 5.

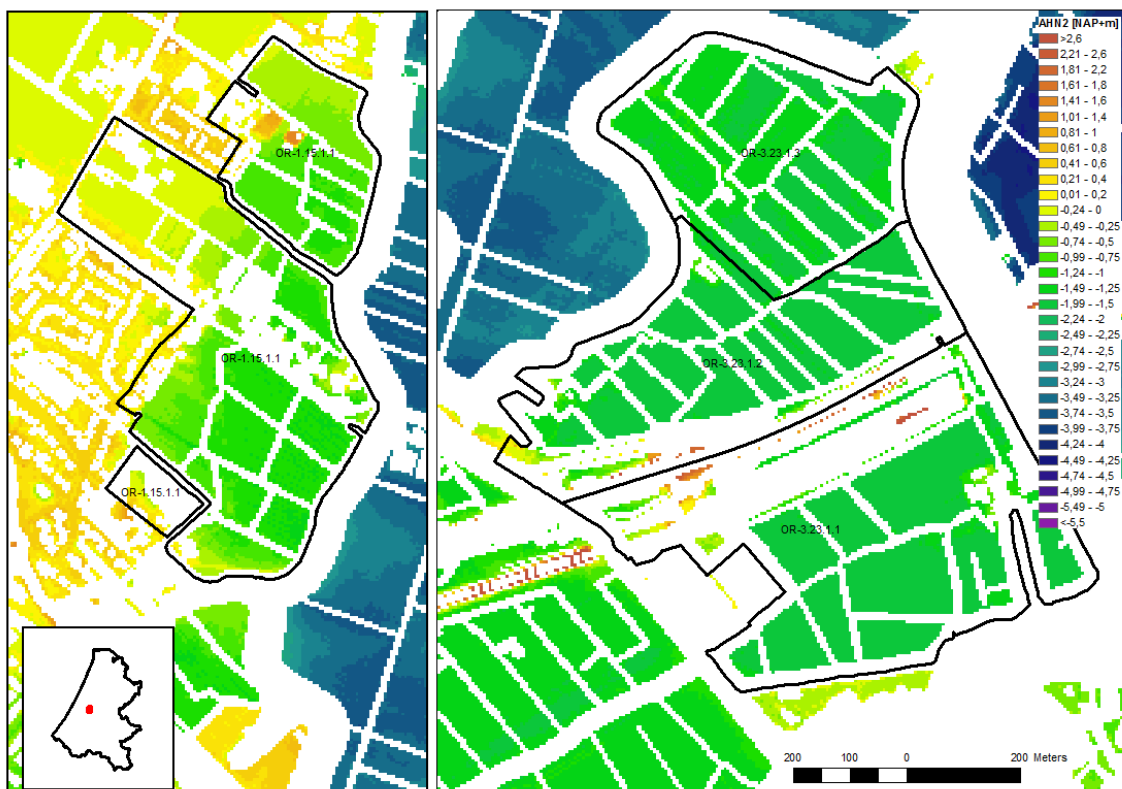
### **3.1.3 Maaiveldhoogte**

De hoogte van het maaiveld in de polder is weergegeven in Figuur 3-2 en is in bijlage 5 opgenomen op kaart. De gemiddelde en mediane maaiveldhoogte per peilvak is gegeven in

Tabel 3-2. Uit Figuur 3-2 wordt duidelijk dat Polder de Bonte Kriel hogere en lagere delen kent, al is het één peilvak. De hogere delen bestaan uit stuifzand, de lagere zijn de podzol-gronden.

De Hellegatpolder is relatief vlak. De drie peilvakken hebben 16 cm verschil in mediane maaiveldhoogte. Rond de grens tussen peilvak 1 en 2 liggen de A44 en de spoorlijn, waar het maaiveld lokaal veel hoger is. Deze hoogtes spelen geen rol in het watersysteem en de peilafweging van de polder, aangezien ze niet voor landbouwdoeleinden worden gebruikt.

De maaiveldddaling in beide polders was in de periode van 1980 tot 2002 ca. 4 tot 5 mm/jaar. Inmiddels lijkt deze daling wat afgezwakt. Op basis van een vergelijking van het AHN1 en AHN2 is de maaiveldddaling ca. 2 mm per jaar, over een periode van 10 jaar.



Figuur 3-2 Maaiveldhoogte (m NAP) in Polder Bonte Kriel (links) en Hellegatpolder (rechts)

**Tabel 3-2** Statistieken maaiveldhoogte

Peilvak	Oppervlak	Maaiveldhoogte			
		Gemiddeld	Mediaan	Maximum	Minimum
	ha	m NAP	m NAP	m NAP	m NAP
OR-1.15.1.1	32	-0,67	-0,77	1,50	-1,51
OR-3.23.1.1	30	-1,50	-1,64	4,97	-1,89
OR-3.23.1.2	20	-1,51	-1,61	2,37	-1,87
OR-3.23.1.3	17	-1,47	-1,48	-1,02	-1,73

### 3.1.4 Landgebruik

Het meest voorkomende landgebruik in beide polder is grasland. In Polder de Bonte Kriel zijn de hogere stuifzandgronden in gebruik voor de teelt van bloem(boll)en, vaste planten en er staan enkele kassen. Daarnaast is er enige bebouwing, vooral langs de noordwestrand van de polder. In de Hellegatspolder is naast grasland vooral bebouwing en infrastructuur aanwezig. Vooral bij de camping 'De Hof van Eeden' en het erf van dhr. Pennings (zuidoostelijke hoek) is er bebouwing.

Het landgebruik in de polder is op kaart weergegeven in bijlage 5. In Tabel 3-3 is de verdeling van landgebruik per peilvak weergegeven.

**Tabel 3-3** Verdeling landgebruik per peilvak. De verdeling is afkomstig uit de LGN6. Per peilgebied is met groen aangegeven welk landgebruik wordt meegenomen in de peilafweging. Het overige landgebruik geldt als randvoorwaarde bij de peilafweging.

Peilvak	Oppervlak	Bebouwing & wegen	Gras	Bollenteelt	Akkers	Glastuinbouw	Overig
	[ha]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]	[%]
OR-1.15.1.1	32	18	68	2 <sup>1</sup>	0	2	10
OR-3.23.1.1	30	19	67	0	0	0	14
OR-3.23.1.2	20	21	75	0	0	0	4
OR-3.23.1.3	17	0	98	0	0	0	2

Naast het bestemde landgebruik dat de basis vormt voor de inrichting van de polders, zijn er in het kader van de provinciale structuurvisie (Provincie Zuid-Holland, 2010) in de Hellegatspolder ook nevenfuncties bestemd. Dit zijn 'belangrijk weidevogelgebied' in peilvak 3 en peilvak 2 en 'parklandschappen' in peilvak 1. Voor de functie van weidevogelgebied is een natuurlijk peilverloop ('s winters hoger dan zomers) en met name in het voorjaar hoge waterstanden (< 50 cm onder maaiveld) gewenst (Vogelbescherming Nederland, 2010). Van de functie parklandschap (landelijke gebieden in de stedelijke invloedssfeer) zijn geen wensen aan het watersysteem bekend.

## 3.2 Watersysteem

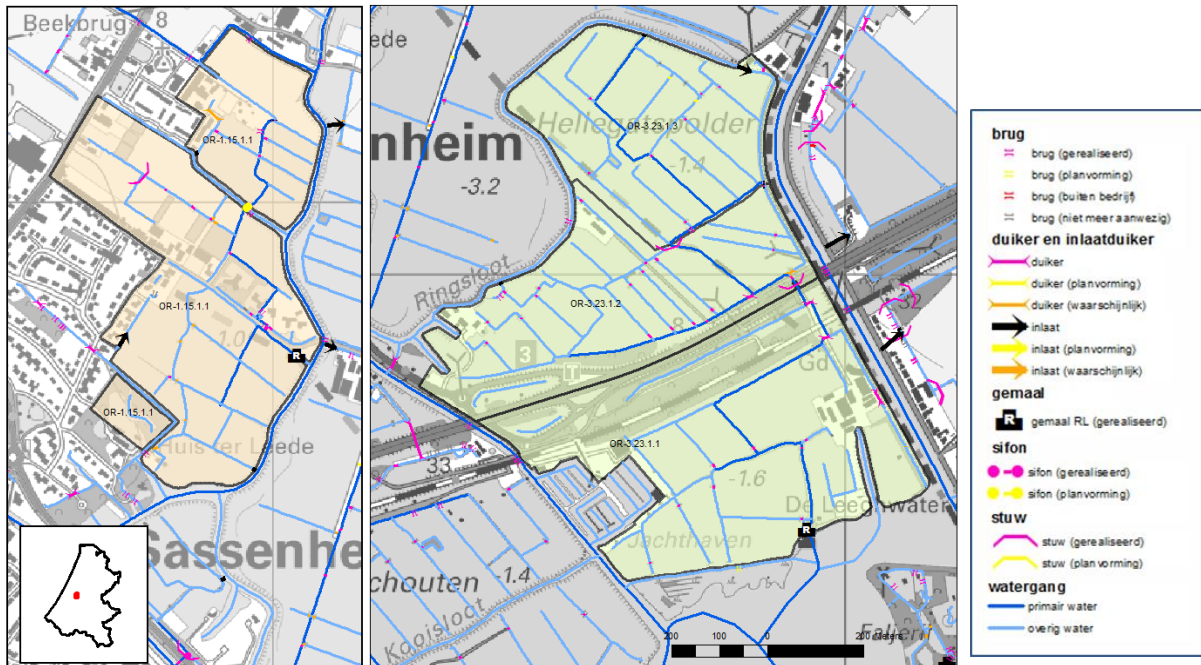
### 3.2.1 Hoofdstructuur

Het peilbeheer wordt bepaald door de vastgestelde peilen en het hydraulisch systeem, de watergangen en de kunstwerken. Dit is vastgelegd in de legger maar kan in de praktijk afwijken. De watersystemen van Polder de Bonte Kriel en de Hellegatspolder zijn weergegeven in Figuur 3-3 en op kaart in bijlage 5. Hierin zijn de peilvakken, de primaire en overige watergangen en de primaire aan- en afvoerkunstwerken weergegeven.

<sup>1</sup> Op basis van de Basisregistratie Percelen is 4,2 ha bollengrond aanwezig: circa 13%.

Het noordelijke deel van Polder de Bonte Kriel staat via een sifon (planvorming op de kaart maar inmiddels (voorjaar 2014) gereed) in verbinding met het zuidelijker gelegen deel. Na de sifon zijn er nog drie duikers in de hooftroute naar het gemaal. De stuwen en stuwende duikers in de hogere gebieden zijn deels opgenomen in de legger, maar zijn geen vergunde peilscheidingen.

De peilvakken in de Hellegatspolder zijn van elkaar gescheiden door stuwen. In peilvak 1 liggen onder de snelweg en het spoor twee duikers dwars op de algemene stroomrichting. Richting gemaal liggen er nog twee duikers in de hoofdwatergang.



Figuur 3-3 Watersysteem in Polder de Bonte Kriel (links) en de Hellegatspolder (rechts)

### 3.2.2 Peilen en drooglegging

#### Peilen

Voor beide polders is het huidige peilbesluit vastgesteld op 25 februari 2002 (en goedgekeurd op 3 juli 2002). Vanaf najaar 2012 wijken de praktijkpeilen in de Bonte Kriel af van de peilbesluitpeilen. In de waterstandsmeting is te zien dat zowel het zomer- als het winterpeil wordt nu ongeveer 3-5 cm lager gehandhaafd. De vastgestelde peilen en de praktijkpeilen staan in Tabel 3-4. In de Hellegatspolder komt het peil in peilvak 1 overeen met het peilbesluitpeil. In peilvakken 2 en 3 wordt het peil niet gelogd maar incidenteel afgelezen. Op basis hiervan is niet te zien of de peilbesluitpeilen worden gehandhaafd. De beheerder stelt dat er in de winter geen peilverschil is tussen peilvak 1 en 2 en dat er in de zomer juist 10 cm verschil is.

Tabel 3-4 Peilbesluitpeilen en praktijkpeilen

peilvak	oppervlak [ha]	peilbesluitpeilen		praktijkpeilen		Opmerking
		[NAP+m]		[NAP+m]		
		winter	zomer	winter	zomer	
OR-1.15.1.1	32	-1,57	-1,47	-1,60	-1,52	verlaging sinds najaar 2012
OR-3.23.1.1	30	-2,29	-2,15	-2,29	-2,15	
OR-3.23.1.2	20	-2,23	-2,13	-2,29?	-2,05?	geen metingen beschikbaar
OR-3.23.1.3	17	-2,09	-2,03	?	?	geen metingen beschikbaar

In de polders zijn geen vergunde peilafwijkingen aanwezig. Wel gelden in de hogere stuifzandgebieden in Polder de Bonte Kriel afwijkende peilen. Hier wordt door particulieren boezemwater ingelaten en via een aantal stuwende duikers afgevoerd. Figuur 3-4 geeft aan waar in de polder dit speelt. In de Hellegatpolder bestaat een onderbemaling bij de camping de Hof van Eeden in peilvak 1.1. Hier wordt de overige watergang door de pomp uitgemalen op de overige watergang die in verbinding staat met de hoofdwatgangen.

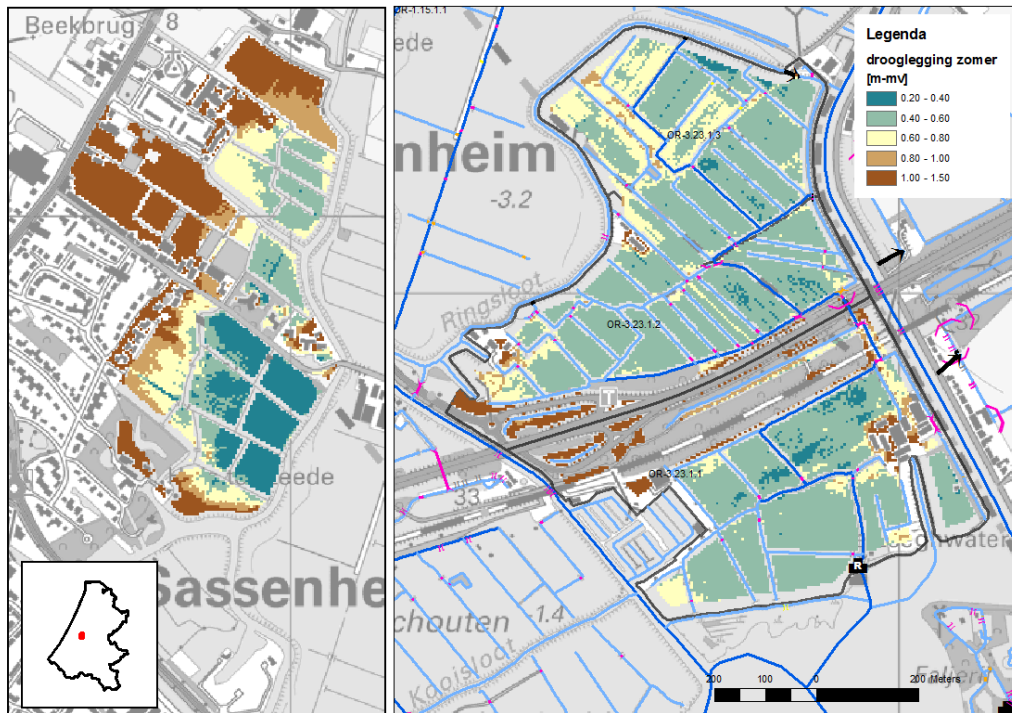


**Figuur 3-4** Hogere delen (groen) met afwijkend peil in Polder de Bonte Kriel (links) en locatie pomp in Hellegatpolder (rechts)

#### Drooglegging

Figuur 3-5 toont de drooglegging bij zomerpeil, uitgaande van de praktijkpeilen voor zover bekend (anders peilbesluitpeilen). In Polder de Bonte Kriel zijn duidelijk de hogere delen te zien, daar is de drooglegging meer dan 1 m. In werkelijkheid is de drooglegging minder vanwege de stuwende duikers, maar deze stuwpeilen zijn bij Rijnland onbekend. Het meest westelijke hooggelegen deel zou volgens de gebruiker op boezempeil staan, dat zou betekenen dat de drooglegging daar 0,80-0,90 m is. In het laagste deel van de polder, de zuidoostelijke hoek vlak voor het gemaal, is de drooglegging met minder dan 40 cm relatief klein. Dit verklaart waarom het praktijkpeil 5 cm lager is dan het peilbesluitpeil; de drooglegging is ook bij het lagere peil deels nog erg klein.

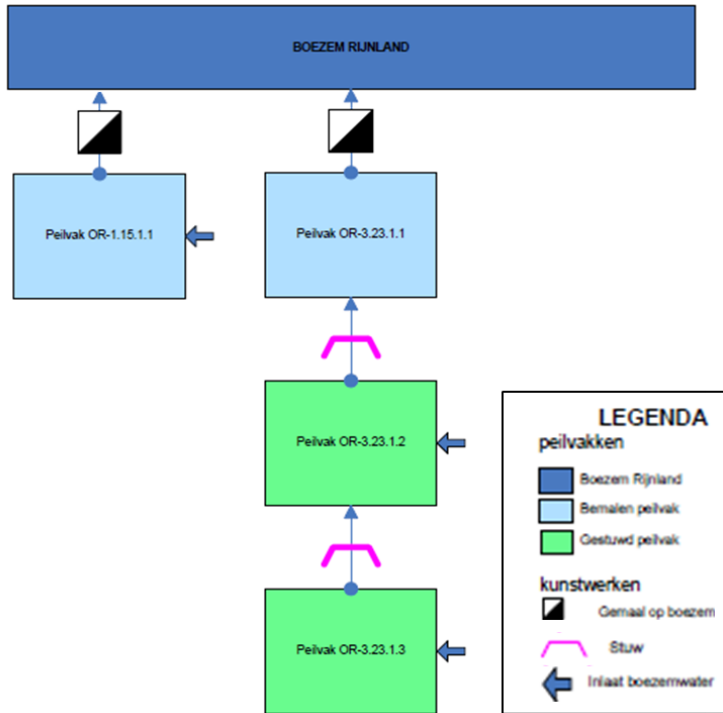
In de Hellegatpolder is de drooglegging in de hele polder uniform en grotendeels tussen 40 en 60 cm. In peilvak 3 zijn wat meer hogere gronden waar de drooglegging tussen 60 en 80 cm schommelt. Mogelijk dat ook hier het praktijkpeil in de zomer wat hoger is dan het peilbesluitpeil, waarmee de drooglegging kleiner zou worden.



Figuur 3-5 Drooglegging bij zomer praktijkpeil Polder de Bonte Kriel (links) en de Hellegatspolder (rechts)

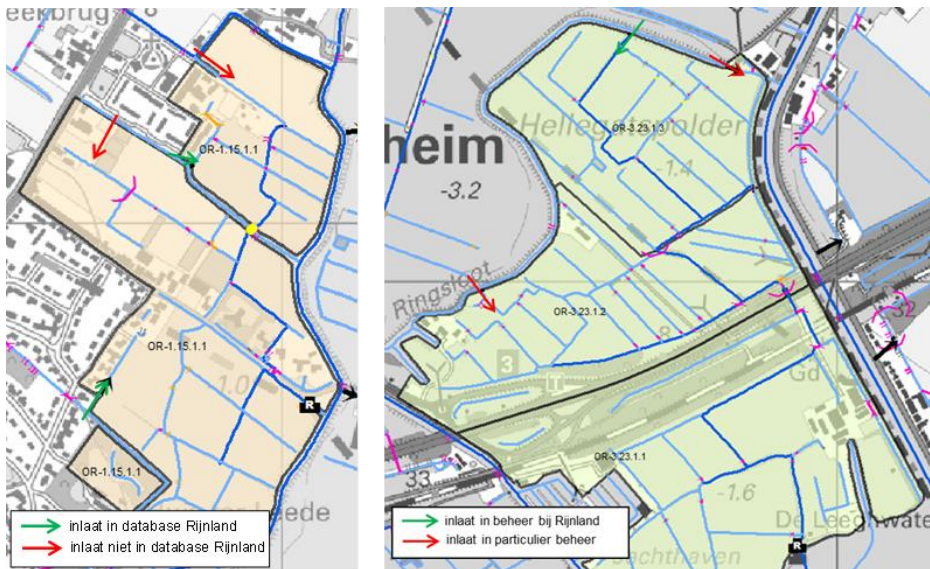
### 3.2.3 Aanvoer en –afvoer

Figuur 3-6 toont het aan- en afvoerschema van de polders. Beide polders malen uit op de boezem. Polder de Bonte Kriel heeft zowel in het noordelijke (bovenstrooms van de sifon) als in het zuidelijke deel inlaten. In de praktijk bedient Rijnland geen van de inlaten, maar wordt door particulieren water ingelaten. In het noordelijke deel op drie locaties, in het zuidelijke deel op één locatie om het water rond de bebouwing door te spoelen en de waterstand op peil te houden. Figuur 3-7 toont deze locaties. In de Rijnlandse database staat nog een inlaat langs de zuidrand van de polder, deze lijkt niet te bestaan.



**Figuur 3-6** Schematisatie van aan- en afvoeren in beide polders

De Hellegatpolder heeft inlaten in peilvak 3 en peilvak 2 (zie Figuur 3-7). Eén van de inlaten in peilvak 3 is in beheer bij Rijnland, de andere inlaten zijn particulier. De meest westelijke inlaat is onbekend bij de watersysteembeheerder.



**Figuur 3-7** Inlaten in Polder de Bonte Kriel (links) en de Hellegatpolder (rechts)

Tabel 3-5 geeft de aan- en afvoercapaciteit van de polders. De aanvoercapaciteit van de Bonte Kriel is ruim voldoende, maar in de praktijk heeft Rijnland geen toegang tot de grootste inlaatduiker en dus geen controle over hoeveel hier wordt ingelaten. Daarnaast kan het hoogheemraadschap de hogere delen niet van water voorzien, zonder gebruik te maken van de particuliere inlaten.

De inlaatcapaciteit van de Hellegatpolder is kleiner dan de richtlijn. Ook komt dit water niet in de hele polder. Vooral de het hogere westelijke deel van peilvak 1.2 wordt hierdoor slecht bediend. De particuliere inlaat in peilvak 3 zou dezelfde afmetingen hebben als de Rijnlandse inlaat. De tweede

particuliere inlaat, in de westhoek van peilvak 2, is wel opgenomen in de legger maar in de praktijk niet te vinden. De watersysteembeheerder meldt dat deze hoek wel nat is, ondanks dat deze wat hoger ligt. We verwachten dan ook dat er wel een inlaat aanwezig is.

**Tabel 3-5 Aan- en afvoercapaciteit**

peilvak	oppervlak	gemaal (afvoer)			aanvoerduikers			
		capaciteit			afmeting	capaciteit		
	[ha]	[m <sup>3</sup> /min]	[mm/dag]	[%] ref	[m]	[m <sup>3</sup> /min]	[mm/dag]	[%] ref
OR-1.15.1.1	32	4,0	19,9	133	0,20 0,06	1,9	8,7	174
OR-3.23.1.1	30	8.5	18,4	121	-	0,68	1,47	29
OR-3.23.1.2	20				-			
OR-3.23.1.3	17				0,12			

\* Afvoercapaciteit stuwten wordt bepaald door de breedte, met de aanname dat met een breedte van 1m 10 m<sup>3</sup>/min kan worden afgevoerd

\* Afvoercapaciteit in mm/dag berekend op basis van afvoerend gebied, inclusief mogelijk bovenstrooms gebied

\* Referentieafvoer is bepaald aan de hand van kentallen 10 m<sup>3</sup>/min/100ha voor landelijk gebied en 15 m<sup>3</sup>/min/100ha voor bebouwd gebied en bollenteelt

\* Aanvoercapaciteit duikers is bepaald door diameter (uitgaande van stroomsnelheid 0,5 m/s). Kunstwerken die door een particulier worden bediend worden in de capaciteitsberekening niet meegenomen.

\* Referentieaanvoer is 5 mm/dag, gerekend voor hele polder

Gebaseerd op de kwel en wegzijgingskaart heeft polder De Bonte Kriel een gemiddelde wegzijging van 0,07 mm/dag (dit is 0,4 % van de gemaalcapaciteit). Langs de dijk langs de Ringsloot Lisserpoelpolder ten zuidwesten van het gemaal treedt kwel op, welke te kleinschalig is voor de provinciale kwelkaart van TNO. Om hoeveel kwel het gaat is niet berekend, maar kan wel worden ingeschat (Mazure, 1936; zie bijlage 1). De kwel die we hiermee schatten is maximaal 7 mm/dag in de kwelzone, zo'n 6% van de gemaalcapaciteit.

De Hellegatspolder heeft op de TNO-kaart gemiddeld 0,04 mm/dag kwel (0,24% van gemaalcapaciteit). Dit is geen significante factor op het aan- en afvoersysteem. Daarnaast is er kwel in peilvak 1.2 als gevolg van de hoog gelegen snelweg. Dit is naar verwachting niet veel (ter vergelijking: minder dan de dijkse kwel in Polder de Bonte Kriel).

### 3.2.4 Waterberging

Een deel van de neerslag die in de polder valt wordt geborgen. Dit deel komt ofwel vertraagd tot afvoer, of wordt gebruikt door vegetatie of verdampt. De berging in de polder vindt plaats in de bodem, in het watersysteem, op het maaiveld van zowel onverhard als verhard oppervlak en in het riool.

Polder De Bonte Kriel heeft 4% open water. Uitgaande van een waterstand in de winter van NAP-1,60 m (praktijkpeil) en een kritieke hoogte van NAP-1,32 m (laagste toetshoogte van grasland) kan de waterstand 28 cm stijgen. Dit levert 11 mm berging op voor de polder als geheel. Op dezelfde wijze is de beschikbare ruimte voor waterstandstijgingen in de peilvakken van de Hellegatspolder berekend.

Voor het bepalen van de beschikbare ruimte voor bodemberging is de grondwaterstand van belang. In de winter is er sprake van opbolling, we nemen aan dat de deze ¼ van de drooglegging bedraagt. De hogere zandgronden in polder De Bonte Kriel hebben in principe een grotere drooglegging omdat ze hoger liggen. Deze gronden zijn echter goed gedraineerd, waardoor de bergingscapaciteit van de bodem niet ten volle benut kan worden. We rekenen daarom met de gemiddelde drooglegging en opbolling en een gemiddelde bergingscapaciteit van 5%.

De berging op het maaiveld, in de vorm van plassen, schatten we in op 1 mm. In beide polders is niet of nauwelijks riool aanwezig, we gaan ervan uit dit geen berging oplevert.

**Tabel 3-6 Bergingscapaciteit in beide polders (bij winterpeil)**

peilvak	oppervlak [ha] (en % open water)	berging [mm]				berging totaal [mm]
		open water	bodem	maaiveld	riool	
OR-1.15.1.1	32 (4%)	11	26	1	0	38
OR-3.23.1.1	30 (5%)	27	19	1	0	47
OR-3.23.1.2	20 (6%)	36	20	1	0	56
OR-3.23.1.3	17 (6%)	28	21	1	0	50

In totaal kan er in de Polder de Bonte Kriel ongeveer 38 mm geborgen worden. In de Hellegatspolder is dat meer: ruim 50 mm. Bij een bui van 55 mm zal er in de Polder de Bonte Kriel nog een substantieel volume moeten worden weggemalen, in de Hellegatspolder is dat minder het geval. Bij beide polders is de bergings- en afvoercapaciteit in combinatie voldoende om een 55 mm bui op te vangen zonder noemenswaardige inundatie. Hierbij is een vereiste dat de bodemberging niet is ‘verbruikt’ door een eerdere substantiële bui.

Een uitvoeriger analyse naar wateroverlast is beschreven in Paragraaf 4.2 en Bijlage 3.

### 3.2.5 Waterkwaliteit en ecologie

De waterkwaliteit in het gebied is net als in de overige duin- en bollenpolders niet goed. De waterkwaliteit en de ecologie in de polders wordt voor een belangrijk deel bepaald door het landgebruik, zowel in de polders als in de streek. In het omliggende boezemwater is sprake van eutrofiering, waardoor aanvullen of doorspoelen met boezemwater niet voor voldoende waterkwaliteit kan zorgen.

Omdat we in Polder de Bonte Kriel en de Hellegatspolder geen ingrijpende maatregelen waar de waterkwaliteit van kan profiteren voorzien, gaan we op dit onderwerp verder niet in.

## 4 Toetsing watersysteem

### 4.1 Aan- en afvoer hoofdwatersysteem

#### 4.1.1 Theorie

Een goede aan- en afvoer is de basis van een goed functionerende polder. Het zorgt ervoor dat peilen goed te handhaven zijn, de beschikbare waterberging effectief ingezet kan worden en dat er op waterkwaliteit gestuurd kan worden.

Naast de capaciteiten van de in- en uitlaatkunstwerken (stuwen, gemalen, inlaten), wordt de aan- en afvoer in de polder bepaald door de capaciteit van watergangen en kunstwerken in het hoofdwatersysteem. Het water in de onderliggende watersystemen heeft enkel een lokale aan- en afvoerfunctie. De hydraulische analyses worden daarom uitgevoerd voor het hoofdwatersysteem van de polder.

Voor de hydraulische analyse van het hoofdwatersysteem wordt gebruik gemaakt van drie richtinggevende referenties:

- De lokale opstuwung in een hoofdwatgang moet kleiner zijn dan 5 cm/km. Dit om te hoge stroomsnelheden en daarmee oeverafkalving te voorkomen;
- Het verval over een duiker moet kleiner zijn dan 2 cm;
- De totale opstuwung mag maximaal 1/3 van de drooglegging bedragen.

De lokale en totale opstuwung in de hoofdwatgangen wordt bekeken door de afmetingen van de watergangen uit de legger te vergelijken met de hoeveelheid water die via de waterloop afgevoerd wordt. Dit leidt tot een lokale opstuwung per watgang bij de maatgevende afvoer, de afvoer die het systeem moet kunnen verwerken. In dezelfde berekening is het verval over duikers bepaald.

#### Afvoer

Figuur 4-1 toont de schematisatie van het hydraulisch systeem van beide polders. Met deze hydraulische modellen zijn de afvoersystemen getoetst. Dit is gedetailleerd beschreven in bijlage 2. In deze paragraaf is alleen het resultaat beschreven.

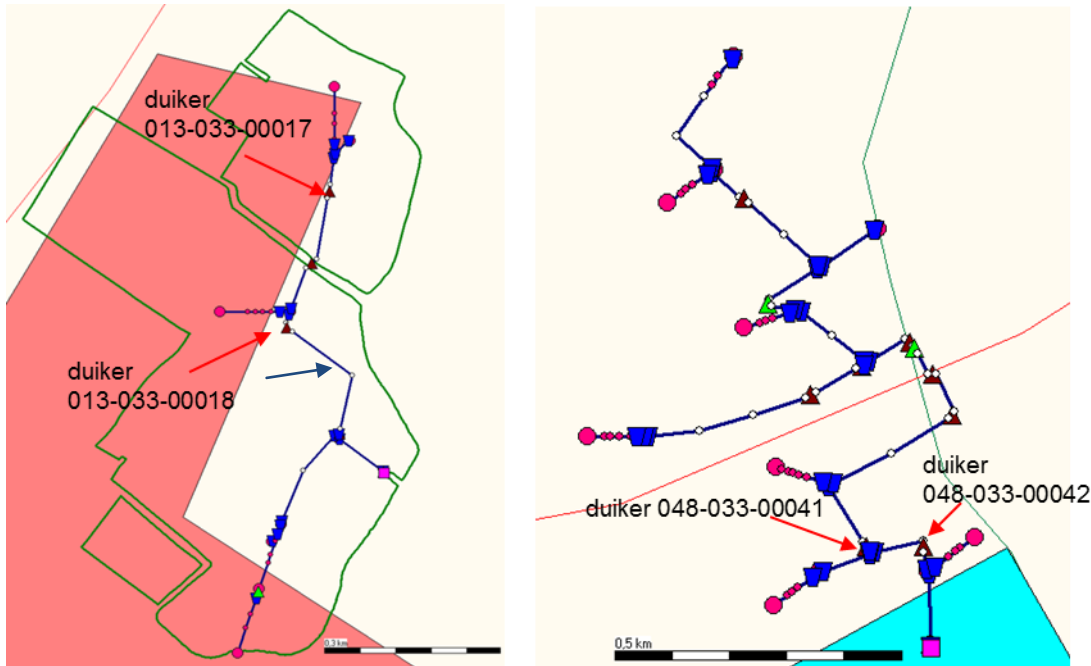
In Polder de Bonte Kriel lijkt één duiker (013-033-00018) te krap. Deze duiker is klein (diameter van 0,30 m) en levert bij maatgevende afvoer een opstuwung van 1,75 cm. Daarnaast is deze duiker momenteel verzakt (dit kan niet worden geschematiseerd in het model) en is de opstuwung dus groter dan berekend. Aangezien er een substantieel deel van de polder door moet afwateren. De overige kunstwerken en alle watergangen voldoen aan de richtlijnen.

In de Hellegatspolder zijn er twee duikers in peilvak 1.1 met weinig afvoercapaciteit (048-033-00041 en 048-033-00042). De duikers hebben een diameter van respectievelijk 0,60 en 0,50 m. Dit is te klein voor duikers zover benedenstreams in de polder, omdat er veel water doorheen moet kunnen stromen. De overige kunstwerken en de watergangen hebben voldoende afvoercapaciteit.

Stuw 048-056-00001 tussen peilvak 1.3 en 1.2 is 0,74 m breed. Bij maatgevende afvoer is de opstuwung 8,9 cm. Stuw 048-056-00002 is 0,70 m breed. Dit resulteert in gemiddeld 11,8 cm opstuwung bij maatgevende afvoer (oplopend tot 14,5 cm als er geen 14,4 mm/dag valt maar 19,9 mm/dag).

#### Aanvoer

De aanvoercapaciteit van de inlaten die Rijnland beheert is onvoldoende. Ook is het niet mogelijk met deze inlaten de hogere delen van de polders van water te voorzien.



Figuur 4-1 Schematisatie van het hydraulisch systeem van Polder de Bonte Kriel (links) en de Hellegatspolder (rechts)

#### 4.1.2 Praktijk

##### Afvoer

In de Bonte Kriel blijkt ook in de praktijk duiker 013-033-00018 een knelpunt te vormen, in ieder geval mede omdat deze verzakt is. Daarnaast is de primaire afvoerroute van deze duiker naar het gemaal vanuit beheer en onderhoud niet optimaal. Deze waterloop (aangegeven met blauwe pijl in Figuur 4-1) is slecht bereikbaar en daardoor slecht te onderhouden. Uit de waterstandsmetingen bij het gemaal valt niet op te maken dat er bovenstrooms een hydraulisch knelpunt is; het water bereikt het gemaal wel. Een duiker bovenstrooms van de syfon (013-033-00017) is vanuit beheer- en onderhoud aangemerkt als knelpunt. Deze duiker heeft een diameter van 300 cm en verstopt snel.

Een deel van het bebouwd gebied voert waarschijnlijk niet via de polder af. De bebouwing langs de Derde Poellaan en de Elbalaan is waarschijnlijk aangesloten op het riool en voert zowel bij normale omstandigheden als bij overstorten niet af naar de polder. Hiermee is in de bergingsanalyses rekening gehouden.

De hogere zandgronden hebben in ieder geval deels bemalen drainage. Mogelijk voert een deel van dit gebied af naar de boezem en niet naar de polder (informatie van teler), maar of dit ook zo is bij hogere waterstanden is niet duidelijk. We gaan er daarom vanuit dat dit gebied wel afwatert op de polder. De telers geven aan hier nooit wateroverlast te ondervinden. In het benedenstroomse deel van de polder (grasland) staat het water wel regelmatig hoog. Of dit betekent dat er daadwerkelijk inundatie optreedt is niet duidelijk. Er worden geen problemen door ondervonden.

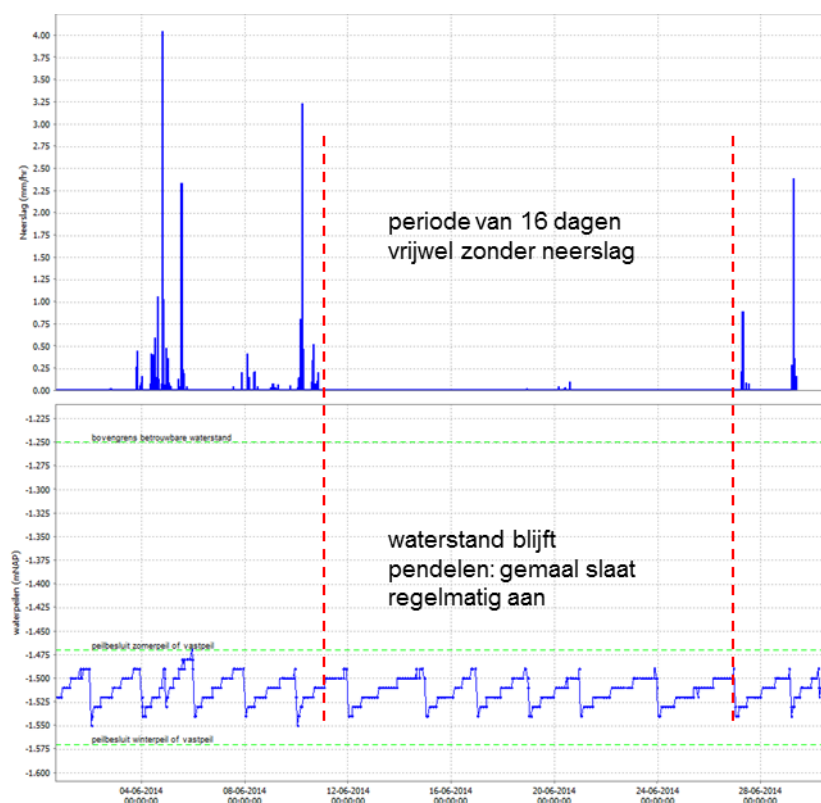
Het gemaal in Polder de Bonte Kriel slaat regelmatig aan, ook in perioden zonder neerslag. Figuur 4-2 toont een periode zonder neerslag waarin de fluctuerende waterstand bij het gemaal aantoont dat het gemaal regelmatig (eens per 2 tot 3 dagen) aanslaat. Het gemaal pompt dan gedurende gemiddeld 2 uur 's nachts water uit de polder, zo'n 480 tot 550 m<sup>3</sup>. De vraag is waar dit water vandaan komt. Omdat er geen of nauwelijks neerslag valt, moet dit kwel of inlaatwater zijn.

Zoals in hoofdstuk 3 vermeld kent de polder in zijn geheel geen significante kwel. Wel is er kwel in een zone langs de dijk ten zuiden van het gemaal. Deze schatten we op maximaal 7 mm/dag, wat neerkomt op 0,004 m<sup>3</sup>/s oftewel 6% van de gemaalcapaciteit (berekend over het oppervlak waarop de

kwel plaatsvindt). Naast deze kwel zijn er inlaten in de polder die Rijnland niet bediend of af kan sluiten. Mogelijk wordt hier meer water ingelaten dan er wordt gebruikt voor de teelt.

Het wegpompen van overtollig water door het gemaal, ook als het droog is, is in verhouding tot de hele polder zo'n 1,5 tot 2 mm. Als dit eens per twee a drie dagen gebeurt, dan is de verwachting dat er op de hogere zandgronden gemiddeld 0,5 tot 1 mm/dag meer wordt ingelaten dan verbruikt. Dat komt overeen met een afvoer van enkele procenten van de gemaalcapaciteit. Samen met de dijke kwel kan het afvoeren van deze inlaat tot 10% van de gemaalcapaciteit vragen.

Het is de vraag of de kwel en inlaat ook tijdens neerslagebeurtenissen een extra last op systeem vormt. De telers stellen dat ze hun inlaten afsluiten in afvoersituaties. Mocht er inderdaad ongeveer 10% van de gemaalcapaciteit nodig zijn om kwel en inlaatwater af te voeren, dan is dat wat betreft afvoercapaciteit geen probleem. De capaciteit van het gemaal is ruim boven de norm. In de analyse naar wateroverlast komen we hierop terug.

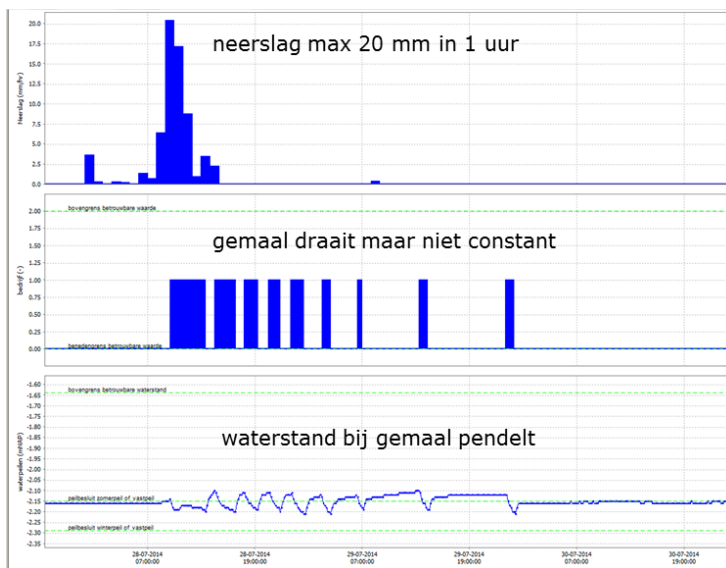


**Figuur 4-2** Neerslag en waterstand in een periode in Polder de Bonte Kriel

In de Hellegatspolder lijkt in de praktijk vooral sprake van een mogelijk knelpunt tussen peilvak 1 en 2. Door zowel de watersysteembeheerder als de grondgebruikers wordt de watergang onder het spoor en de snelweg door aangemerkt als knelpunt. De watergang is gevoelig voor takken en bladafval van de bosschages rond de weg en het spoor. Ook liggen er twee duikers (diameter 0,80 m) ieder met een hoek van 90° op de afvoerrichting. Deze zijn door hun ligging en het aanwezige afval verstoppingsgevoelig. De watersysteembeheerder heeft drie duikers in peilvak 2 en 3 aangemerkt als verstoppingsgevoelig. Deze duikers vergen relatief veel onderhoud. Verder is er onzekerheid over de afmeting van de meest benedenstroomse duiker in peilvak 1 (048-033-00042), deze zou volgens de grondeigenaar een diameter van 800 cm hebben, in plaats van de 500 cm uit de legger. Het is in het veld niet te zien, de duiker bevat geen lucht. Bij de twee benedenstroomse duikers in peilvak 1 die uit de berekening als knelpunt naar voren komen, wordt door de grondeigenaren geen duidelijk knelpunt ervaren. Het gedrag van het gemaal en de waterstand bij het gemaal laat zien dat er een knelpunt is in aanvoer naar het gemaal toe. Figuur 4-3 toont een recente neerslagebeurtenis (28 juli 2014) waarbij in

totaal ruim 50 mm valt in een paar uur tijd. Het gemaal slaat aan, maar ook al vrij snel weer uit omdat de waterstanden te laag worden. Vervolgens lopen de waterstanden weer op en slaat het gemaal weer aan. Dit wijst erop dat het gemaal meer water wegpompt dan dat er aangevoerd kan worden. Ofwel het gemaal heeft een te grote capaciteit, ofwel de aanvoerroute heeft een te kleine capaciteit.

Wanneer neerslag verwacht wordt, wordt de stuw tussen peilvak 1 en 2 verlaagd en wordt voorgemalen. Zowel de watersysteembeheerder als de grondgebruikers zijn hier tevreden over. In de waterstandsmetingen bij het gemaal, zoals getoond in Figuur 4-4, zijn geen grote waterstandsstijgingen te zien. De hoogste stijging treedt op in januari 2010 en bedraagt bijna 15 cm. Deze is echter niet het gevolg van veel neerslag, maar van het feit dat het gemaal tien dagen niet heeft gedraaid. Ook in perioden met extreme neerslag (eind augustus 2010, oktober 2013) reageert de waterstand niet of nauwelijks. De gemaalcapaciteit zoals opgenomen in de legger is niet zodanig groot (121% van normcapaciteit) dat dit te verwachten is. Dit is uitgewerkt in bijlage 1. Vermoedelijk is de gemaalcapaciteit groter dan bij Rijnland bekend is. Hier komen we op terug in de analyse naar wateroverlast.



Figuur 4-3 Neerslag, gemaalactiviteit en waterstandsmetingen bij gemaal Hellegatpolder



**Figuur 4-4** Waterstandsmetingen bij gemaal Hellegatpolder

#### Aanvoer

Van de aanvoer in Polder de Bonte Kriel is in de praktijk weinig bekend. De belangrijkste inlaten (de grootste inlaat en de inlaten op de hogere zandgronden) worden niet door Rijnland bediend. We weten dus niet hoeveel water er wordt ingelaten en of deze inlaten dicht worden gezet in afvoerperioden. Uit de meting ontstaat het vermoeden dat er meer wordt ingelaten dan strikt noodzakelijk voor de teelt en dat hiermee het gemaal wordt belast. Dit is doorspoeling van het systeem, deels misschien onnodig.

De telers op de hogere zandgronden bedienen hun eigen inlaten en kunnen hun waterstanden hiermee voldoende reguleren. Hiermee zijn er in de praktijk geen klachten over de inlaat.

In de Hellegatpolder is voor zover bekend onvoldoende inlaatcapaciteit (ook als de particuliere inlaten meegeteld worden). Van een van de inlaten is onduidelijk of deze bestaat. In de praktijk lijkt het gebied voldoende water te hebben, er zijn geen klachten. Bij zomerpeil staat er overal voldoende water in de sloten. Mogelijk zijn er inlaten die wij niet in beeld hebben. De vraag is dan of deze wel dicht staan in afvoerperioden.

#### **4.1.3 Conclusie**

Voor polder de Bonte Kriel is sprake van een hydraulisch knelpunt door de verzakte duiker (013-033-00018) aangegeven in Figuur 4-1. Daarnaast is de primaire watergang vanaf die duiker slecht te onderhouden en vormt daarmee ook een knelpunt.

Het gemaal maakt meer draaiuren dan op basis van neerslag verwacht wordt. We vermoeden twee bronnen voor dit water:

- Dijkse kwel in een zone langs de Ringsloot dijk van maximaal 7 mm/dag. Dit komt neer op 0,004 m<sup>3</sup>/s (5% van de gemaalcapaciteit).
- Meer inlaat dan wordt verbruikt bij particulier beheerde inlaten. Dit is naar schatting 1 – 2 mm/dag voor de hele polder, oftewel enkele procenten van de gemaalcapaciteit.

In de Hellegatpolder vormen de twee benedenstroomse duikers (048-033-00041 en 048-033-00042, zie Figuur 4-1) hydraulische knelpunten op basis van hun staat en vermoedelijk beperkte afmetingen. Daarnaast zijn er verstoppingsgevoelige locaties tussen peilvak 1 en 2.

## 4.2 Wateroverlast

### 4.2.1 Theorie

Bij extreme neerslag is de afvoer via de aanwezige stuwen en het poldergemaal ontoereikend om de neerslag te verwerken. In die situaties is ruimte nodig om de gevallen neerslag tijdelijk te bergen in het gebied. De neerslag wordt in beginsel opgevangen daar waar het valt. Hierbij onderscheiden we drie typen gebied voor de waterberging: verhard gebied, onverhard gebied en het oppervlaktewater. Nadat neerslag is opgevangen wordt het water afgevoerd. De snelheid en omvang van deze afvoer hangt af van het gebiedstype.

Berging in verhard gebied hangt onder andere af van de aanwezigheid van riolering en plasvorming op straat. Het verhard gebied kent als de berging gevuld is een snelle afvoer naar het watersysteem.

De beschikbare berging op de onverharde ondergrond hangt af van de beschikbare bodemberging en de plasvorming op het land. De bodemberging is weer afhankelijk van het bodemtype en de drooglegging. Het onverhard gebied kent na berging een relatief trage afvoer naar het watersysteem.

De berging in het watersysteem wordt bepaald door de verticale ruimte tussen het streefpeil en het maximaal toelaatbare peil. Het maximaal toelaatbare peil is de maximale waterstand voordat de maaiveldhoogte die bij het maaiveldcriterium hoort wordt behaald (0%, 1% of 5% laagste maaiveldhoogte).

De berging op verhard, onverhard en in het watersysteem is voor ieder peilvak berekend. De berekeningen zijn vastgelegd in bijlage 3. Tabel 4-1 geeft de berekende bergingsruimte in verhouding tot de afvoercapaciteit en maatgevende neerslag. Als maatgevende neerslag hanteren we een neerslag met een kans van voorkomen van eens per 10 jaar (voor grasland) en een met een kans van voorkomen van eens per 50 jaar (voor hoogwaardige teelt in de Bonte Kriel) (Stowa, 2004). Voor de Hellegatspolder is er ruim voldoende berging en afvoercapaciteit om de neerslag die gemiddeld eens per 10 jaar valt af te voeren. Ook bij hogere neerslagintensiteiten (bijvoorbeeld: de T10 neerslag in 12 uur is 46 mm) ontstaan er geen problemen omdat al deze neerslag geborgen kan worden.

Polder de Bonte Kriel heeft voldoende berging en afvoercapaciteit om een eens per 10 jaar neerslag te kunnen verwerken. De neerslag die eens per 50 jaar valt kan niet verwerkt worden, maar dat hoeft ook niet voor de hele polder. Eens per 50 jaar mag grasland in principe inunderen. De hogere zanden voeren in dat geval hun overtollige water af naar de lager en benedenstreams gelegen graslanden. De hoogwaardige teelten op de hogere zandgronden zijn hierdoor wel beschermd tot eens per 50 jaar.

**Tabel 4-1 Totale bergingscapaciteit per peilvak (bij winterpeil) en beoordeling tekort/overschot**

Peilvak	Neerslag (mm/dag)	Berging (mm)				Afvoer (mm/dag)	Tekort/overschot %
		Verhard	Onverhard	Water	Totaal		
OR-1.15.1.1	54/71	0	27	11	38	20	+6%/-18%
OR-3.23.1.1	54	0	20	27	47	18	+27%
OR-3.23.1.2	54	0	21	36	57		
OR-3.23.1.3	54	0	22	28	50		

Deze beschouwingen zijn onderbouwd met berekeningen van waterstandstatistiek in de polders (Waterplanner berekeningen, zie bijlage 4). Hieruit volgt dat in Polder de Bonte Kriel knelpunten optreden op grasland als de vastgestelde peilen worden gehanteerd. Als we uitgaan van de lagere peilen (winter -3 cm en zomer -5 cm), zoals in werkelijkheid al worden gehanteerd (zie paragraaf 3.2.2), zijn er geen knelpunten. De Hellegatspolder kent geen knelpunten voor wateroverlast. Hierbij wordt opgemerkt dat de camping in peilvak 1 als grasland is getoetst.

## 4.2.2 Praktijk

### Ervaringen van ingelanden/beheerder

Voor polder de Bonte Kriel geven de ingelanden en de beheerder aan dat het systeem krap is, maar met het lagere peil van de laatste jaren goed lijkt te functioneren. Dit sluit aan bij onze berekeningen. De ervaring is dat er eerder wateroverlast optreedt op de benedenstrooms gelegen graslanden dan bij de hoogwaardige teelten op de hogere zandgronden. Dit sluit aan bij mogelijke schade en de normen die gelden voor de verschillende landgebruiken. Een uitzondering hierop is mogelijk een kas benedenstrooms in de hogere zandgrond; Figuur 4-5 toont de locatie. Hier geeft de eigenaar aan dat het oppervlaktewater van de aangrenzende primaire waterloop 'regelmatig' tot aan de kas komt. Van echte inundatie is vooralsnog geen sprake. Bekend is dat de duiker precies benedenstrooms van deze kas momenteel beperkend is vanwege een te kleine capaciteit en een verzakking. We gaan ervan uit dat het oplossen van dit knelpunt potentiële problemen bij de kas voorkomt.

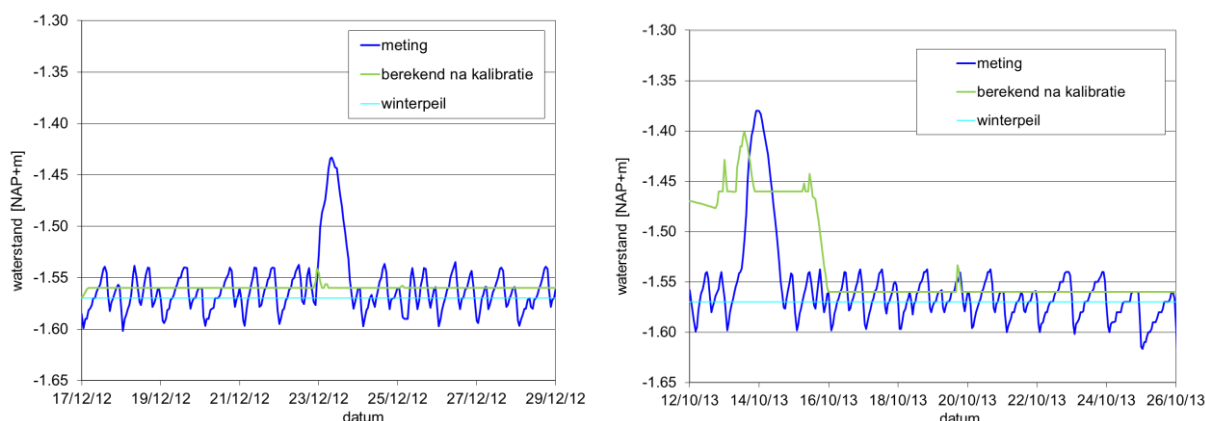
In de Hellegatspolder wordt door zowel de ingelanden als de beheerder geen wateroverlast ervaren. Een uitzondering hierop vormt de camping, waar een pompje geplaatst is om het water weg te pompen (zie Figuur 3-4). De eigenaar van de camping stelt dat dit vooral bij zomerpeil nodig is om wateroverlast te voorkomen. De drooglegging op het campingterrein is bij zomerpeil grotendeels 0,4 tot 0,6 m (zie Figuur 3-5), dit is niet groot.



**Figuur 4-5** Locatie van kas met potentieel knelpunt in relatie tot knellende duiker

### Metingen

De gemeten waterstanden in de Bonte Kriel vertonen regelmatig pieken, waarvan sommige tot (vrijwel) aan maaiveld reiken. Dit past bij het beeld van een krap systeem. Ons vermoeden is wel dat de zandgronden meer afvoeren dan strikt noodzakelijk. Dit leiden we af uit de voortdurende gemaalactiviteit, ook wanneer het niet of weinig regent, en de soms heftige reactie op neerslag. Op basis van berekeningen met een gekalibreerd neerslag-afvoermodel van de polder (zie bijlage 4) verwachten we veel lagere waterstanden dan zijn gemeten, zoals getoond voor december 2012 en oktober 2013 in Figuur 4-6. De oorzaak hiervoor is waarschijnlijk dat er meer water in het systeem is dan wij berekenen. Deels kan dit komen door dijke kwel langs de Ringsloot, maar dit kan het verschil niet volledig verklaren. Rijnland controleert de inlaat en afvoer van de hogere zandgronden niet en heeft dus geen invloed op de mate waarin deze afvoer de benedenstroomse delen van de polder belast. Mogelijk blijven in afvoersituaties de inlaten openstaan en wordt daardoor het watersysteem extra belast. Dit is onderbouwd in bijlage 1.



**Figuur 4-6** Waterstandsmetingen en berekende waterstanden in twee perioden bij gemaal Bonte Kriel

De metingen bevestigen het beeld dat er in de Hellegatspolder geen wateroverlast optreedt. Zoals de voorbeeldperiode in Figuur 4-4 toont, zijn er in de meetreeks (vanaf mei 2006) geen significante waterstandstijgingen vastgelegd als gevolg van neerslag. De aanwezige waterstandstijgingen zijn echter zodanig klein dat het de vraag is hoe dit kan. In principe kan de neerslag die er valt niet zo snel worden afgevoerd dat er geen waterstandstijgingen te zien zijn, ook niet als er effectief is voorgemalen. Een aantal mogelijke oorzaken is onderzocht:

- meer bergingscapaciteit in bodem vanwege andere grondsoort of lagere grondwaterstanden
- vasthouden van water in peilvak 3 en 2 vanwege stuwen en andere hydraulische knelpunten (verstopping)
- extra afvoer mogelijkheid
- grotere gemaalcapaciteit.

Deze analyse is in detail uitgewerkt in bijlage 1. De conclusie is dat enerzijds water wordt vastgehouden in het bovenstroomse gebied, doordat hydraulische knelpunten aanwezig zijn. Daarnaast heeft het gemaal waarschijnlijk een grotere afvoercapaciteit dan in de boeken staat; van ca.  $0,2 \text{ m}^3/\text{s}$  in plaats van  $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ . Hiermee kan het niet-stijgen van de waterstanden bij het gemaal beter verklaard worden.

### 4.2.3 Conclusie

Zowel in polder De Bonte Kriel als in de Hellegatspolder is bij praktijkpeil geen sprake van wateroverlast. In de Bonte Kriel is wel wateroverlast wanneer de peilbesluitpeilen gehanteerd worden. Deze liggen in de winter 3 en in de zomer 5 cm hoger dan de praktijkpeilen. In de polder is mogelijk overlast bij een kas; dit wordt opgelost wanneer de bekende knellende duiker wordt vergroot.

## 4.3 Functiefacilitering

### 4.3.1 Theorie

De theoretische analyse van de functiefacilitering bestaat uit de vergelijking van actuele peilen met optimale peilen per type landgebruik. De optimale peilen zijn bepaald op basis van de richtlijnen voor de drooglegging per type landgebruik (Tabel 2-3). In Tabel 4-2 zijn de actuele en optimale droogleggingen tegen elkaar uitgezet en is in beeld gebracht welke huidige droogleggingen (op basis van praktijkpeil uit Tabel 3-4) niet optimaal zijn.

In polder de Bonte Kriel (OR-1.15.1) zijn drie typen landgebruik onderscheiden: grasland, hoogwaardige teelt (bloemen en vaste planten) en bebouwd gebied. Voor het grasland geeft het huidige praktijkpeil een geschikte drooglegging. Voor de hoogwaardige teelt (op de hogere zandgronden) is het praktijkpeil onbekend, omdat dit door de ingelanden wordt bepaald aan de hand

van stuwende duikers. Bij het praktijk-polderpeil zou de drooglegging meer dan 1,20 m zijn, veel te groot voor de teelt. Het bebouwd gebied ligt relatief hoog ten opzichte van de rest van de polder en heeft daardoor een grote drooglegging. Dit is geschikt voor het landgebruik.

Vanwege het veen in de ondergrond van de Hellegatpolder (OR-3.23.1), is de optimale drooglegging relatief klein (< 60 cm). In peilvak 1 valt de mediane drooglegging van het grasland in de zomer met 51 cm in de optimale range. In Figuur 3-5 is te zien dat het grootste deel van het grasland een zomerdrooglegging tussen 40 en 60 cm heeft. In de winter is de drooglegging 14 cm groter, dat is gemiddeld genomen een 5 centimeter te grote drooglegging. Voor een groot deel van het grasland geldt echter zelfs bij winterpeil dat de drooglegging minder dan 60 cm bedraagt. De camping is apart opgenomen vanwege het afwijkende landgebruik. Hier is de mediane drooglegging in de zomer 48 cm. De optimale drooglegging is vanwege het recreatief gebruik wat groter gesteld dan die van grasland. De drooglegging in de zomer is daardoor kleiner dan optimaal; de winterdrooglegging is met 62 cm goed.

Voor peilvak 2 geldt ook dat de mediane drooglegging in de zomer (met 44 cm) goed is. Het grootste deel van het peilvak heeft een drooglegging tussen 40 en 60 cm. In de winter is het peil vermoedelijk 24 cm lager, de drooglegging in de winter is daarmee 68 cm en groter dan optimaal. Let wel, de actuele peilen waarop getoetst is, zijn in dit peilvak lager dan de peilbesluitpeilen. Voor peilvak 3 geldt dat de mediane zomerdrooglegging met 55 cm optimaal is, maar dat er door de spreiding in maaiveldhoogte ook een spreiding in drooglegging is (zie Figuur 3-5). In de winter is de drooglegging met 61 cm wat groot. Voor de nevenfunctie ‘belangrijk weidevogelgebied’ zou de drooglegging kleiner mogen zijn (maximaal 50 cm in het voorjaar), en in de zomer groter dan in de winter.

**Tabel 4-2 Huidige gemiddelde drooglegging per functie en per peilvak, tov gewenste drooglegging.**  
 Drooglegging in cm tov maaiveld (mediaan berekend obv AHN2, gefilterd voor watergangen, begroeiing en bebouwing in 2011).  
 Huidige drooglegging: Z = zomerpeil, W= winterpeil  
 Gewenste drooglegging: Groen = wenselijk, Oranje = niet optimaal, Rood = onwenselijk.

Polder en peilvak	Functie	Opp %	MV (mNAP)	< 40	40-50	50-60	60-70	70-80	80-90	90-100	100-120	> 120
OR-1.15.1.1	grasland	68	-0,90				Z	W				
	hoogwaardige teelt	14	-0,31									ZW <sup>1</sup>
	(vijver in) bebouwd gebied	18	± 0									ZW
OR-3.23.1.1	grasland	95	-1,64			Z	W					
	camping	5	-1,67		Z		W					
OR-3.23.1.2	grasland <sup>2</sup>	100	-1,61		Z		W					
OR-3.23.1.3	grasland <sup>3</sup>	100	-1,48			Z	W					

<sup>1</sup>Werkelijke peilen onbekend, drooglegging bij praktijkpeil zomer en winter > 120 cm

<sup>2</sup>Praktijkpeil is niet zeker maar wel gebruikt voor analyse (winter gelijk aan peilvak 1, zomer 10 cm hoger dan peilvak 1)

<sup>3</sup>Praktijkpeil is onbekend, drooglegging bij peilbesluitpeil gegeven

### Toetsing peilafwijkingen

Beide polders kennen volgens de legger geen peilafwijkingen. In de praktijk zijn echter de hoge zandgronden in polder de Bonte Kriel hoogwatervoorzieningen en is de camping in de Hellegatpolder een onderbemaling.

In onderstaande tabellen is een voorlopige toetsing uitgevoerd op het bestaansrecht van de hoogwatervoorziening/onderbemaling volgens de Beleidsregel Peilafwijkingen van Rijnland (2006). Hierbij is getoetst of het verschil in gemiddelde maaiveldhoogte van de hoogwatervoorziening/onderbemaling t.o.v. de gemiddelde maaiveldhoogte van het peilvak ten minste 10 cm bedraagt en/of de functie van de hoogwatervoorziening/onderbemaling een optimale drooglegging heeft die ten minste 10 cm afwijkt van de optimale drooglegging van de functie van het peilvak.

**Tabel 4-3 Toetsing hoogwatervoorziening/onderbemaling aan criterium afwijkende maaiveldhoogte\***

peilafwijking**	oppervlakte (ha)	mediane maaiveldhoogte (m t.o.v. NAP)	ligt in peilvak	mediane maaiveldhoogte omliggend peilvak (m t.o.v. NAP)	verschil in maaiveldhoogte (m)	bestaansrecht op basis van verschil in hoogteligging
zandgrond Bonte Kriel deel noord	2,5	-0,47	1	-0,90	0,43	ja
zandgrond Bonte Kriel deel west	5,1	-0,22	1	-0,83	0,61	ja
camping Hellegatpolder	1,5	-1,67	1	-1,64	0,03	nee

\* Bij de toetsing van de hoogwatervoorziening op maaiveldhoogteligging is de mediane maaiveldhoogte van de hoogwatervoorziening berekend én de mediane maaiveldhoogte van het peilvak waarin de hoogwatervoorziening ligt exclusief de hoogwatervoorziening zelf. Bij meerdere hoogwatervoorzieningen in eenzelfde peilvak wordt eerst de hoogwatervoorziening met de meest afwijkende gemiddelde maaiveldhoogte getoetst aan het omliggende peilvak inclusief de overige hoogwatervoorzieningen.

\*\* De ligging van de peilafwijkingen is gegeven in Figuur 4-7



**Figuur 4-7** Momenteel als hoogwatervoorziening functionerende gebieden in polder Bonte Kriel (links) en onderbemaling Hellegatpolder (rechts)

**Tabel 4-4 Toetsing peilafwijkingen aan criterium afwijkende functie**

peilafwijking*	oppervlakte (ha)	functie	ligt in peilvak	functie peilvak	bestaansrecht op basis van verschil in functie
zandgrond Bonte Kriel deel noord	2,5	hoogwaardige teelt	1	grasland	ja

zandgrond Bonte Kriel deel west	5,1	hoogwaardige teelt	1	grasland	ja
camping Hellegatspolder	1,5	camping	1	grasland	ja

\* De ligging van de peilafwijkingen is gegeven in Figuur 4-7

### 4.3.2 Praktijk

In polder de Bonte Kriel zijn de praktijkpeilen 3 cm (winter) tot 5 cm (zomer) lager dan de peilbesluitpeilen. Dit is ingevoerd omdat de ingeland en de watersysteembeheerder het benedenstroomse grasland te nat vonden voor normaal gebruik, en omdat er relatief vaak sprake was van inundaties. De lagere peilen zijn tot tevredenheid van de ingeland gehanteerd sinds najaar 2012. Daarnaast zijn er in de praktijk twee hoogwatervoorzieningen zoals beschreven in paragraaf 4.3.1. Deze hoogwatervoorzieningen hebben een onbekend peil dat trapsgewijs oploopt tot boezemniveau.

In de Hellegatspolder is het praktijkpeil in peilvak 1 (gelijk aan peilbesluitpeil) in orde, er zijn geen klachten over de drooglegging. In peilvak 2 wordt de drooglegging bij peilbesluitpeil in de winter te klein gevonden. De praktijk is dat in de winter peilvak 2 in open verbinding staat met peilvak 1 en dus hetzelfde peil heeft. Hier zijn zowel de ingelanden als de watersysteembeheerder tevreden over. Op basis van maaiveldhoogte, landgebruik en bodemopbouw is er nauwelijks onderscheid tussen deze peilvakken, dus is het logisch dat ze hetzelfde peil hebben. Daarom is in de zomer van 2014 als test de stuw ook opgezet. De ingelanden geven aan dat het peil in peilvak 2 hoger is om ook in de bovenstroomse waterlopen voldoende waterhoogte te hebben zodat de koeien er niet invallen. Op basis van maaiveldhoogte en het watersysteem is dit niet te onderbouwen, dus voeren we een praktijkproef uit met het zomerpeil gelijk aan peilvak 1. De watersysteembeheerder geeft aan dat dit goed functioneert en van de ingelanden zijn geen klachten ontvangen (d.d. september 2014, proef loopt vanaf mei 2014). Het praktijkpeil van peilvak 3 is niet zo zeker omdat er slechts incidenteel waterstanden gemeten zijn. De watersysteembeheerder geeft aan dat het winterpeil wat te hoog is, hij stelt voor het winterpeil 10 cm te verlagen (tot NAP-2,19 m). Verder zijn er geen klachten of opmerkingen over de drooglegging bekend.

### 4.3.3 Conclusie

In polder de Bonte Kriel worden het grasland en het bebouwd gebied met de praktijkpeilen goed gefaciliteerd. Voor de twee gebieden ‘hogere zandgrond’ waar hoogwaardige teelt plaatsvindt levert het polderpeil duidelijk te grote droogleggingen. In de praktijk zijn dit hoogwatervoorzieningen, deze hebben op basis van hun maaiveldhoogte en verschil in functie bestaansrecht.

In de Hellegatspolder zijn voor het grasland de droogleggingen in de zomer goed en in de winter wat groot. In peilvak 2 wordt al een tijdje hetzelfde winterpeil gehanteerd als in peilvak 1 en zomer 2014 is dat ook met het zomerpeil gedaan. Dit is goed bevallen. Gezien de vrijwel gelijke maaiveldhoogte in beide peilvakken is het logisch dat ze hetzelfde peil zouden hebben. Voor peilvak 3 leeft de wens het winterpeil met 10 cm te verlagen. Hierdoor zou de drooglegging 71 cm worden en buiten de optimale range vallen. Ook is dit strijdig met de nevenfunctie ‘belangrijk weidevogelgebied’.

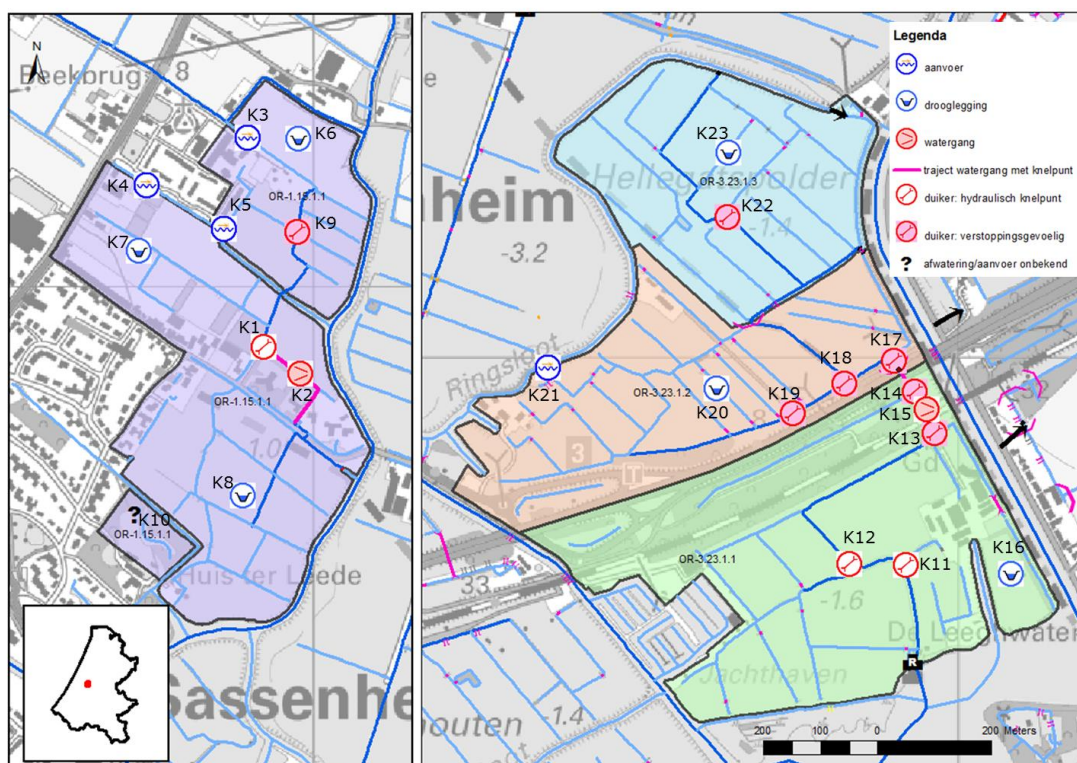
De camping in peilvak 1 heeft bij polderpeil een wat kleine drooglegging, op basis van de functie zou deze groter mogen zijn. Een onderbemaling heeft hier bestaansrecht, op een drooglegging van 60 cm. Een grotere drooglegging is vanwege het veen in de ondergrond niet wenselijk.

## 4.4 Knelpunten op een rij

Bij de analyse van het aan- en afvoer hoofdwatersysteem, de berging en de functiefacilitering zijn diverse knelpunten naar voren gekomen. Figuur 4-1 (en de kaart in bijlage 5) geeft alle geïdentificeerde knelpunten voor beide polders. Tabel 4-5 geeft de omschrijving van alle knelpunten, inclusief het ‘type’ onderwerp. Het onderwerp ‘onderhoud’ behoort weliswaar niet tot de speerpunten

van het Peilbesluit, maar in het zoeken naar maatregelen wordt hier zo goed mogelijk rekening mee gehouden of waar mogelijk een maatregel voor voorgesteld.

De Hoofdopgave van Polder de Bonte Kriel is een hoofdafvoer die niet overal soepel kan verlopen, mede als gevolg van verstoppingsgevoeligheid. Datzelfde geldt voor de Hellegatspolder.



Figuur 4-8 Kaart met alle geanalyseerde knelpunten in de Bonte Kriel (links) en de Hellegatspolder (rechts)

Tabel 4-5 Knelpunten binnen de hoofdopgave

Polder	Onderwerp	Knelpunt	Omschrijving
Bonte Kriel	afvoer	K1	Verzakte duiker 013-033-00018 met te kleine afvoercapaciteit.
	afvoer	K2	Primaire watergang die slecht onderhouden kan worden vanwege de bereikbaarheid.
	aanvoer	K3	Inlaat in beheer bij particulier, geen controle op afsluiting bij hoogwater.
	aanvoer	K4	Inlaat in beheer bij particulier, geen controle op afsluiting bij hoogwater.
	aanvoer	K5	Inlaat is onbereikbaar vanwege schutting.
	drooglegging	K6	Gebied functioneert als hoogwatervoorziening (niet-erkend); bij polderpeil is drooglegging te groot.
	drooglegging	K7	Gebied functioneert als hoogwatervoorziening (niet-erkend); bij polderpeil is drooglegging te groot.
	drooglegging	K8	Peilbesluitpeil wordt niet gehandhaafd vanwege te kleine drooglegging en overlast.
	onderhoud	K9	Duiker 013-033-00017 is verstoppingsgevoelig (diameter 300).
	af/aanvoer	K10	Onduidelijk hoe dit deel verbonden is met de rest van het peilvak.
Hellegat	afvoer	K11	Verzakte duiker 048-033-00042 met te kleine

			afvoercapaciteit.
	afvoer	K12	Duiker 048-033-00041 met te kleine afvoercapaciteit.
	onderhoud	K13	Duiker 048-033-00040 is verstoppingsgevoelig.
	onderhoud	K14	Duiker 048-033-00039 is verstoppingsgevoelig.
	onderhoud	K15	Watergang 048-058-00094 is verstoppingsgevoelig.
	drooglegging	K16	Camping in peilvak 1 functioneert als onderbemaling (niet-erkend); bij polderpeil is drooglegging in de zomer te klein.
	onderhoud	K17	Duiker 048-033-00045 is verstoppingsgevoelig.
	onderhoud	K18	Duiker 048-033-00043 is verstoppingsgevoelig.
	onderhoud	K19	Duiker 048-033-00044 is verstoppingsgevoelig.
	drooglegging	K20	Winterpeil is laag en zomerpeil is hoog → wijkt af van peilvak 1 zonder duidelijke reden.
	aanvoer	K21	Locatie particuliere inlaat onbekend.
	onderhoud	K22	Duiker 048-033-00021 is verstoppingsgevoelig.
	drooglegging	K23	Drooglegging winter is volgens richtlijn te groot; beheerder stelt dat de drooglegging te klein is.



## 5 Peilvoorstel en inrichtingsmaatregelen

### 5.1 Peilafweging en peilvoorstel

In deze sectie wordt eerst per peilvak nagegaan wat gewenste peilen voor dat vak zouden zijn, op basis van de in het gebied voorkomende functies. Dan wordt afgewogen of de voorgestelde peilen geen negatieve gevolgen hebben. Deze afweging vindt plaats op basis van de effecten op het watersysteem, uitstralingseffecten (grondwater), waterkwaliteit, landbouw, natuur, archeologische en cultuurhistorische waarden, landschap, bebouwing, financiële belangen en geconstateerde knelpunten.

Tabel 5-1 geeft voor de peilvakken in beide polders de peilbesluitpeilen en de praktijkpeilen.

**Tabel 5-1 Huidig peilbesluit en praktijkpeilen in Polder de Bonte Kriel en de Hellegatspolder**

peilvak	peilbesluitpeilen		praktijkpeilen		Opmerking
	[NAP+m]		[NAP+m]		
	winter	zomer	winter	zomer	
Polder de Bonte Kriel 1.1	-1,57	-1,47	-1,60	-1,52	verlaging sinds najaar 2012
Hellegatspolder 1.1	-2,29	-2,15	-2,29	-2,15	
Hellegatspolder 1.2	-2,23	-2,13	-2,29?	-2,05?	geen metingen beschikbaar
Hellegatspolder 1.3	-2,09	-2,03	?	?	geen metingen beschikbaar

#### 5.1.1 Polder de Bonte Kriel peilvak 1.1

Polder de Bonte Kriel heeft volgens het vigerend peilbesluit één peilvak met een zomerpeil van NAP-1,47 m en een winterpeil van NAP-1,57 m. Het praktijkpeil is echter lager, met uitzondering van die gebieden die als hoogwatervoorziening in gebruik zijn. Het lagere praktijkpeil is ingesteld vanwege te kleine droogleggingen en wateroverlast in vooral het benedenstrooms gelegen grasland (knelpunt 8). Dit volgt zowel uit de praktijk als uit de berekeningen. De lagere praktijkpeilen faciliteren de functie grasland. Het voorstel is deze praktijkpeilen vast te stellen. Dit is een verlaging met 3 cm bij winterpeil en 5 cm bij zomerpeil ten opzichte van het vigerend peilbesluit. Aangezien hier nauwelijks veen in de bodem aanwezig is, levert deze verlaging geen extra knelpunten op met oxidatie van veen en bodemdaling. Tabel 5-2 geeft het peilvoorstel.

In de hoger gelegen zandgronden voldoet het peilbesluitpeil niet voor bollenteelt, omdat de drooglegging te groot is (knelpunten 7 en 8). Deze gebieden hebben op basis van maaiveldhoogte en functie bestaansrecht als hoogwatervoorziening. Hiervoor moeten vergunningen worden aangevraagd.

De optie om het grasland als onderbemaling in te richten en de gebieden met bollenteelt als hoofdvak is niet efficiënter. Aangezien er een aanzienlijk maaiveldverloop zit in het gebied met bollenteelt, dienen nog steeds hoogwatervoorzieningen te worden gehandhaafd.

#### 5.1.2 Hellegatspolder peilvak 1.1

Peilvak 1.1 in de Hellegatspolder heeft een peilbesluitpeil van NAP-2,29 m voor de winter en NAP-2,15 m voor de zomer. Deze peilen worden in de praktijk ook gehanteerd, behalve bij de camping. Het winterpeil levert gemiddeld genomen een 5 cm te grote drooglegging op. Een peilverhoging van 5 cm zou echter knelpunten voor wateroverlast opleveren (bijlage 4). Het voorstel is daarom de peilen niet te wijzigen. Tabel 5-2 geeft het peilvoorstel.

De camping wordt beheerd als onderbemaling, vooral omdat de zomerdrooglegging bij polderpeil te klein is. Het praktijkpeil is niet bekend. Op basis van functie heeft de camping bestaansrecht als peilafwijking. Hiervoor moet een vergunning worden aangevraagd.

### 5.1.3 Hellegatspolder peilvak 1.2

Peilvak 1.2 in de Hellegatspolder heeft een peilbesluitpeil van NAP-2,23 m voor de winter en NAP-2,13 m voor de zomer. Deze peilen worden in de praktijk niet gehanteerd. In de winter is het peil gelijk aan dat van peilvak 1 (6 cm lager dan peilbesluitpeil) en in de zomer is het ongeveer 10 cm hoger dan dat in peilvak 1 (8 cm hoger dan peilbesluitpeil). Er is hierdoor in de praktijk een peilverschil van 24 cm tussen zomer en winter. Dit grote peilverschil lijkt geen duidelijk doel te dienen. Zomer 2014 heeft er een proef gedraaid waarin peilvak 2 op hetzelfde peil als peilvak 1 is gezet (10 cm lager dan praktijkpeil). Er zijn hier geen nadelen van ondervonden. Op basis van maaiveldhoogte en landgebruik is er geen aanleiding voor een peilverschil tussen peilvak 1 en 2. Het winterpeil resulteert in een 8 cm te grote drooglegging. In de praktijk functioneert deze drooglegging echter beter voor het grasland, en uit berekeningen blijkt dat een peilverhoging zou resulteren in wateroverlast (zie bijlage 4). Het voorstel is daarom de peilen in peilvak 2 gelijkte stellen aan die in peilvak 1 en daarmee peilvak 2 als zodanig op te heffen. Dit betekent een peilverlaging van 6 cm in de winter en 2 cm in de zomer ten opzichte van het vigerend peilbesluit. Tabel 5-2 geeft het peilvoorstel voor het nieuwe peilvak 1.

### 5.1.4 Hellegatspolder peilvak 1.3

Peilvak 1.3 in de Hellegatspolder heeft een peilbesluitpeil van NAP-2,09 m voor de winter en NAP-2,03 m voor de zomer. De praktijkpeilen zijn onbekend. Zomer- en winterpeil liggen dicht bij elkaar en voldoen voor het landgebruik (al is winterpeil eigenlijk 1 cm te laag). Het verzoek van de beheerder is om het winterpeil 10 cm te verlagen vanwege te kleine droogleggingen. Omdat er geen sprake is van wateroverlast is het voorstel op basis van de functiefacilitering (ook nevenfunctie weidevogelgebied), rekening houdend met het veen in de ondergrond, het peil niet te verlagen maar te handhaven. Voor de functie weidevogelgebied zou het peil het liefst verhoogd moeten worden, dit lijkt niet haalbaar gezien de bestaande wens het peil te verlagen. Tabel 5-2 geeft het peilvoorstel, Tabel 5-3 geeft een overzicht van de voorgestelde wijzigingen.

## 5.2 Peilvoorstel

In Tabel 5-2 is het peilvoorstel van beide polders opgenomen. In Tabel 5-3 staat het verschil met de huidige vastgestelde peilen weergegeven.

**Tabel 5-2 Peilvoorstel voor Polder de Bonte Kriel en de Hellegatspolder**

peilvak	voorstel zomerpeil [NAP+m]	voorstel winterpeil [NAP+m]
Polder de Bonte Kriel 1.1	-1,60	-1,52
Hellegatspolder 1.1 (en oorspronkelijke peilvak 1.2)	-2,29	-2,15
Hellegatspolder 1.3	-2,09	-2,03

**Tabel 5-3 Voorgestelde peilwijziging**

peilvak	vastgesteld zomerpeil [NAP+m]	vastgesteld winterpeil [NAP+m]	voorstel zomerpeil [NAP+m]	wijziging zomerpeil [m]	voorstel winterpeil [NAP+m]	wijziging winterpeil [m]
Polder de Bonte Kriel 1.1	-1,47	-1,57	-1,52	-0,05	-1,60	-0,03
Hellegatspolder 1.1	-2,15	-2,29	-2,15	0	-2,29	0
Hellegatspolder 1.2	-2,13	-2,23	-2,15	-0,02	-2,29	-0,06
Hellegatspolder 1.3	-2,0	-2,09	-2,03	0	-2,09	0

Het zomerpeil gaat in rond 1 april, het winterpeil rond 15 oktober, met een marge van enkele weken. Dit is conform de huidige praktijk.

De enige benodigde maatregel om het peilvoorstel uit te kunnen voeren is:

- Het verlagen van de stuw tussen peilvak 1 en 2 in de Hellegatspolder. Aangezien deze nog gebruikt kan worden door de agrariërs in het gebied, wordt hij nog niet verwijderd.

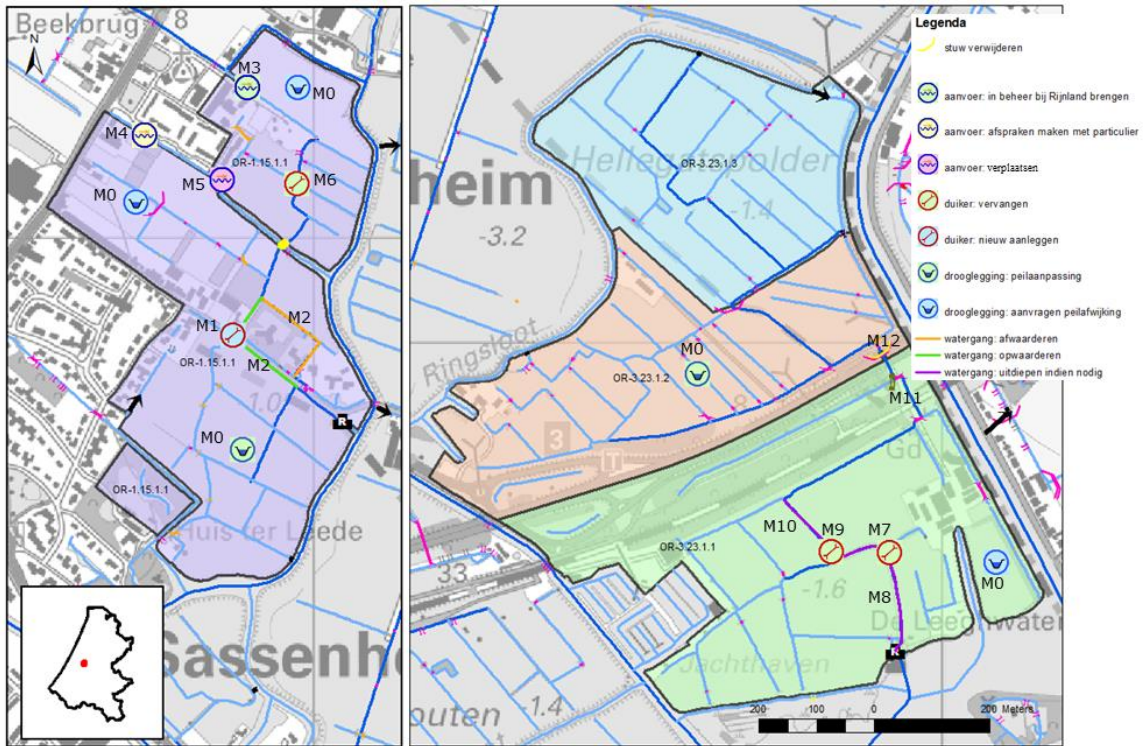
## 5.3 Inrichtingsmaatregelen

### 5.3.1 Overzicht maatregelen

Voor de aanpak van de knelpunten binnen de hoofdoopgave (paragraaf 4.4) zijn maatregelen nodig. Tabel 5-4 geeft de voorgestelde maatregelen per knelpunt. De locaties zijn getoond in Figuur 5-1 en op kaart in bijlage 5. In de volgende paragraaf is de afweging op basis waarvan voor deze maatregelen is gekozen, opgenomen.

**Tabel 5-4 Voorgestelde maatregelen in Bonte Kriel en de Hellegatspolder**

Polder	Knelpunt	Maatregel	Omschrijving maatregel
Bonte Kriel	K1	M1 en M2	Nieuwe afwateringsroute door aanleg nieuwe duiker rond 1000 mm (M1). Benoemen 013-058-00020 en 013-058-00041 tot hoofdwaterringang en afwaarderen waterringang 013-058-00024 (M2). Op deze manier kan het onderhoud eenvoudiger worden uitgevoerd door Rijnland.
	K2	M1 en M2	Nieuwe afwateringsroute door aanleg nieuwe duiker (M1). Benoemen 013-058-00020 en 013-058-00041 tot hoofdwaterringang en afwaarderen waterringang 013-058-00024 (M2).
	K3	M3	Inlaat in beheer brengen bij Rijnland en afsluitbaar maken. Daarnaast dienen afspraken gemaakt met de telers in het gebied over het gebruik ervan, mede door hen.
	K4	M4	Afspreken met particulier dat inlaat dicht gaat in afvoersituaties en dat Rijnland dat kan controleren.
	K5	M5	Inlaat 013-033-00015 verplaatsen naar landbouwperceel zodat deze bereikbaar is. Lengte wordt ca. 15m en duiker moet afgesloten kunnen worden en in het beheer van Rijnland gebracht. Daarnaast dienen afspraken gemaakt met de telers in het gebied over het gebruik ervan, mede door hen.
	K6	M0	Aanvragen vergunning peilafwijking (geen actie Rijnland).
	K7	M0	Aanvragen vergunning peilafwijking (geen actie Rijnland).
	K8	M0	Nieuw peilvoorstel
	K9	M6	Vervangen 013-033-00017 door duiker rond 1000 mm.
Hellegat	K11	M7 en M8	Vervangen 048-033-00042 door duiker rond 800 met 30 cm lucht (M7) en indien nodig op diepte brengen van waterringang 048-058-00080 (M8) (85 cm volgens legger)
	K12	M9 en M10	Vervangen 048-033-00041 door duiker rond 800 met 30 cm lucht (M9) en indien nodig op diepte brengen van waterringang 048-058-00089 (M10) (55 cm volgens legger)
	K13	M11	Vervangen haakse duikers 048-033-00040 en 048-033-00039 door bruggen (dragline schotten)
	K16	M0	Aanvragen vergunning peilafwijking (geen actie Rijnland).
	K20	M0 en M12	Nieuw peilvoorstel en verwijderen stuw.
	K23	-	Geen aanpassing, peilen zijn optimale afweging belangen.



Figuur 5-1 Kaart met locaties van maatregelen in de Bonte Kriel (links) en de Hellegatspolder (rechts).

### 5.3.2 Afweging

Voor sommige knelpunten kunnen meerdere maatregelen worden gedefinieerd. Op basis van effectiviteit, robuustheid, beheer en onderhoud, uitvoerbaarheid en kosten zijn mogelijke maatregelen afgewogen. Hier is per maatregel uit Tabel 5-4 toegelicht waarom voor de betreffende maatregel gekozen is.

#### **Knelpunt K1 en K2: duiker met te kleine afvoercapaciteit en moeilijk te bereiken waterloop**

Het onderhoud van deze waterloop is problematisch, omdat hij niet bereikbaar is. De duiker zou vervangen moeten worden om voldoende afvoercapaciteit te garanderen. Ook omdat de ‘afvoerroute’ via deze waterloop met enige knikken verloopt, kiezen we voor een nieuwe afvoerroute (M2). Hiervoor wordt één nieuwe duiker aangelegd (M1), daar staat tegenover dat de bestaande verzakte duiker niet vervangen hoeft te worden.



Figuur 5-2 Situatie knelpunt K1 en K2 en maatregel M1 en M2

#### **Knelpunt K3 en K4: Inlaat in beheer bij particulier**

Deze inlaten vormen een knelpunt omdat ze vaak open staan (ook in afvoersituaties) en ze niet door Rijnland bediend worden. Een deel van het ingelaten water stroomt de polder in, vooral bij hogere boezemwaterstanden en in afvoersituaties. Dit betekent een extra belasting voor de polder, het watersysteem en het gemaal.

Knelpunt K3 is de meest noordoostelijke inlaat die bestaat uit een duiker in een dam. Door deze in beheer te brengen bij Rijnland (M3) en er een afsluiter op te maken, kan Rijnland hem afsluiten indien nodig. In droge tijden of wanneer aanvoer nodig is, verandert er voor de telers niets. De telers kunnen dan water inlaten ten behoeve van de eigen bedrijfsvoering. Er dienen nadere afspraken te worden gemaakt over het gebruik en sluiten van de inlaat, met als doel om zo min mogelijk water nutteloos in te laten en te verpompen.

Knelpunt K4 is een buis die vanuit de boezem het perceel van de betreffende teler voedt. Deze is niet makkelijk over te nemen door Rijnland. Het voorstel is daarom dat deze inlaat in beheer blijft bij de teler, maar dat de afspraak gemaakt wordt dat de inlaat dichtgaat in afvoersituaties (M4). Bij deze afspraak hoort dat Rijnland dit moet kunnen controleren.

Gezien de hoge ligging van dit deel van de polder is gedacht om het gebied op boezempeil te brengen. Echter, de gemiddelde maaiveldhoogte is in een viertal percelen -0,3 tot 0 mNAP. Voor de verschillende teelten is 60 tot 80 cm drooglegging nodig. Met een boezempeil van -0,6 mNAP is het samenvoegen van deze percelen met de boezem dan ook niet mogelijk.

#### **Knelpunt K5: Inlaat onbereikbaar vanwege schutting**

Deze inlaat is onbereikbaar geworden voor Rijnland vanwege een schutting en een schuur, welke voor de helft is gebouwd op andermans perceel. De inlaat kan dus niet door Rijnland worden geopend of gesloten. De inlaat is voor de teler van grote waarde, aangezien het water via een andere route moeilijk bij zijn percelen kan komen. Het voorstel is dat ook om deze inlaat te verplaatsen en afsluitbaar te maken. Door hem in het beheer van Rijnland te brengen en aanvullende afspraken te maken met de teler over het gebruik en dichtzetten tijdens neerslagperiodes, krijgt Rijnland meer controle over de inlaat van water in de polder en wordt het gemaal verder ontlast.

#### **Knelpunt K6 en K7: Gebied functioneert als hoogwatervoorziening (niet-erkend)**

Op polderpeil zou voor deze beide hogere gelegen gebieden een te grote drooglegging optreden voor het landgebruik (hoogwaardige teelt). Op basis van landgebruik en op basis van maaiveldhoogte komen deze gebieden in aanmerking voor een afwijken peil ten opzichte van de rest van de polder. Beide gebieden hebben slechts een paar (één bij K6 en drie bij K7) eigenaren en de landgebruiksfunctie is dezelfde. Rijnland acht het daarom niet nodig hier aparte peilvakken van te maken. Er kan voor beide gebieden een peilafwijking worden aangevraagd.

#### **Knelpunt K8: Peilbesluitpeil wordt niet gehandhaafd vanwege te kleine drooglegging en overlast.**

Het peil voor deze polder is niet optimaal. In het peilvoorstel is daarom een wijziging opgenomen (paragraaf 5.1.1).

#### **Knelpunt K9: Duiker 013-033-00017 is verstoppingsgevoelig (diameter 300).**

De diameter van deze duiker is met rond 300 kleiner dan wenselijk voor een hoofdwaterring. Omdat er vanwege verstopping veel onderhoud nodig is om de afvoercapaciteit te waarborgen, vervangen we deze duiker door een duiker rond 500.

#### **Knelpunt K11 en K12: Verzakte duiker en/of duiker met te kleine afvoercapaciteit.**

Beide duikers voor het gemaal hebben een te kleine afvoercapaciteit. Deels komt dit mogelijk door verzakking en doordat de watergangen niet op diepte zijn. Het is onduidelijk wat de exacte afmetingen van de bestaande duikers (048-033-00042 en 048-033-00041) zijn, maar ze zijn waarschijnlijk kleiner dan nodig. Ook is niet bekend wat de actuele diepte van de waterlopen (048-058-00080 en 048-058-00089) is.

Het is nodig om de duikers te vervangen (M7 en M9) en de watergangen uit te diepen tot leggerdiepte (M8 en M10). De grootte zou beleidsmatig op rond 1000 mm moeten zijn, maar gezien de huidige bodemligging en duikers en benodigde afvoercapaciteit is rond 800 mm ook voldoende.

**Knelpunt K13, K14 en K15: Twee duikers en watergang zijn verstoppingsgevoelig.**

De hoofdafvoer van de Hellegatspolder gaat onder de (verhoogde) snelweg en spoorlijn door. Onder deze bruggen lopen nog enkele paden en wegen, waar de hoofdwatergang onderdoor loopt via duikers. De watergang (048-058-00094) is voldoende ruim gedimensioneerd is. De afmetingen van de duikers (048-033-00040 en 048-033-00039) zijn met rond 800mm ook ruim genoeg. De duikers liggen echter haaks op de afwaterende watergangen en relatief laag ten opzichte van het streefpeil. Dit leidt in de praktijk vaak tot verstoppingen, aangezien er ook een bosgebiedje op afwatert.

Als oplossingsrichting is een vuilvang in de vorm van een drijvende balk in de overige watergang tussen de snelweg en het spoor geopperd. Naar verwachting komt hier het meeste vuil vandaan. Eventuele opstuwing achter de vuilvang in de overige watergang heeft weinig negatieve effecten. Deze vuilvang zal echter zeer frequent geschoond moeten worden, naar verwachting wekelijks tot maandelijks. Tussentijds kan er nog steeds water onder de balk door stromen. De kosten voor een drijvende balk zijn een paar honderd euro, maar van het beheer in 30 jaar enkele tienduizenden euro's voor het tweewekelijks schonen.

Een andere optie is om de duikers te vervangen 'bruggen' in de vorm van dragline schotten. Aangezien er weliswaar weinig verkeer over de paden rijdt, maar dit wel zwaar materieel is (ca. 4 ton), moet de brug onderheid worden en via landhoofden verlopen. De kosten hiervoor zijn geschat op 2x €10.000. Gezien het feit dat er bovenstrooms weinig risico op wateroverlast bestaat (mede door de voorgestelde peilverlaging) en de afvoer door de duikers ook kan verlopen als er takken voorliggen, wordt deze investering nog niet als rendabel gezien. Het voorstel is dan ook om het jaarlijks tot tweemaal per jaar schonen en doorspuiten van de duikers te accepteren. Dit kost in 30 jaar tijd orde €10.000 aan loonkosten.

**Knelpunt K16: Camping in peilvak 1 functioneert als onderbemaling (niet-erkend)**

Op polderpeil zou dit gebied in de zomer een te kleine drooglegging hebben voor het gebruik als camping. Omdat het een eigenaar betreft wordt hier geen apart peilvak van gemaakt. Op basis van landgebruik kan er een peilafwijking worden aangevraagd.

**Knelpunt K17, K18 en K19: Verstoppingsgevoelige duikers**

De afmetingen van de duikers zijn rond 500 mm (048-033-00043 en 048-033-00044) en rond 1,1m (K17, 048-033-00045), wat voldoende afvoercapaciteit genereert. Doordat er echter veel bomen langs de watergang staan, raken de duiker sneller verstopt. Aangezien het achterliggende land grasland is, er nog een gedeeltelijk alternatieve route is en in andere delen de afvoer al wordt verbeterd, wordt een maatregel (vervanging/vergroting) hier nog niet nodig geacht. Extra uitspuiten van de duikers van rond 500 mm K18 en K19 is wel gewenst (Beheer).

**Knelpunt K20: Winterpeil is laag en zomerpeil is hoog en afwijkend van peilvak 1.**

Dit is opgelost in het nieuwe peilvoorstel (paragraaf 5.1.3). Om dit te realiseren wordt de stuw tussen peilvak 1 en 2 verwijderd (M12).

**Knelpunt K23: Drooglegging winter is volgens richtlijn te groot, maar volgens watersysteembeheerder juist te klein.**

Dit knelpunt wordt niet opgelost, omdat het huidige peil een optimale afweging is (paragraaf 5.1.4). Er zijn geen andere maatregelen dan een peilwijziging die dit knelpunt kunnen verhelpen.

### 5.3.3 Kosten

Tabel 5-5 geeft een inschatting van de kosten per maatregel. Hiermee komen de totale kosten voor Polder de Bonte Kriel op €36.500 en die voor de Hellegatspolder op €25.500. Dit is inclusief voorbereidingskosten (15%), onvoorziene kosten (25%) en BTW (21%).

Beleidsmatig is vastgelegd dat de eigenaar van een duiker ook verantwoordelijk is voor het beheer en onderhoud van de duiker. Bij verstoppingen of schade dient de eigenaar dit te verhelpen. Bij vervanging van een duiker door bijvoorbeeld een grotere, zullen de kosten minus de afschrijvingskosten door Rijnland vergoed worden. Deze afspraken worden in de uitvoeringsfase nader uitgewerkt.

**Tabel 5-5**                    **Overzicht kosten per maatregel**

<b>polder</b>	<b>maatregel</b>		<b>kosten (€)</b>
Bonte Kriel	M0	peilwijziging	-
	M1	Aanleg nieuwe duiker rond 1000 mm	7500
	M2	Opwaarderen en afwaarderen watergangen	-
	M3	Inlaat in beheer brengen bij Rijnland	2000 (+ beheerkosten)
	M4	Afspraken maken met particulier over beheer inlaat	-
	M5	Verwijderen of afsluiten inlaat (slecht bereikbaar)	5000
	M6	Vervangen duiker door duiker rond 1000 mm	7000
<b>Totaal</b>			<b>21500</b>
Hellegat	M7	Vervangen duiker door duiker rond 800 mm	6000
	M8	Verdiepen 250 m watergang tot leggerdiepte	1000
	M9	Vervangen duiker door duiker rond 800 mm	6000
	M10	Verdiepen 200 m watergang tot leggerdiepte	1000
	M12	Verwijderen stuw	1000
<b>Totaal</b>			<b>15000</b>

## **5.4** *Beheer en onderhoud*

### *Polder de Bonte Kriel*

Het beheer en onderhoud van Polder De Bonte Kriel wordt vereenvoudigd, met name doordat de route van een moeilijk bereikbare hoofdwatgang wordt verlegd naar een huidige secundaire watgang. Daarnaast krijgt Rijnland meer controle over de inlaat in de polder. Hiervoor is het ook gewenst dat de ingelanden melding maken van de aanwezige inlaten. Ook dienen zij een vergunning aan te vragen voor de hoogwatervoorzieningen.

Met de huidige voorgestelde maatregelen worden enkele knelpunten niet opgelost, omdat de kosten niet opwegen tegen de baten. Dit houdt in dat Rijnland voldoende capaciteit moet blijven garanderen om jaarlijks tot tweemaal per jaar enkele duikers te schonen of door te spuiten.

Het moment van de overgang van zomer- naar winterpeil is rond september-oktober, enigszins afhankelijk van het weer en de voorspellingen in die maand. De peilverhoging bij de overgang naar zomerpeil vindt plaats tussen april en mei.

De beheermarges zijn de normale 5 cm boven en onder het streefpeil.

### *Hellegatspolder*

In de Hellegatspolder wordt de stuw die peilvak 1.1 en 1.2 scheidt niet meer gebruikt. Alleen de ingelanden zullen deze constructie nog gebruiken in het voorjaar als de koeien de wei ingaan. Door het opzetten van het peil met ca. 10 cm worden de sloten dieper en leren de koeien aan dat ze niet in de sloot kunnen lopen. Daarnaast zullen de ingelanden de secundaire watergangen op diepte moeten houden door voldoende te baggeren. Hierbij is het noodzakelijk om de peilverlaging in het voormalige Peilvak 1.2 ook te volgen in de diepte van het uitbaggeren.

Het moment van de overgang van zomer- naar winterpeil is rond september-oktober, enigszins afhankelijk van het weer en de voorspellingen in die maand. De peilverhoging bij de overgang naar

zomerpeil vindt plaats tussen april en mei. In het hoogste peilvak zal dit relatief vroeg gebeuren, ten behoeve van de weidevogels.

De beheermarges zijn de normale 5 cm boven en onder het streefpeil.

### ***5.5 Metingen en evaluatie***

In beide polders wordt op een aantal plekken de waterstand gemeten. Deze worden ontsloten in Lizard-Fews, zodat geanalyseerd kan worden hoe en waarom heftige peilstijgingen optreden. Dit kan naast de ervaring van de watersysteembeheerder worden gelegd.

Het effect van de maatregelen ter verbetering van de afvoer in de Hellegatspolder kunnen worden afgeleid van de waterstandsmetingen bij het gemaal. Wanneer hier het peil vaker gaat fluctueren, betekent dit dat de afvoerroute beter functioneert en het gemaal minder zal pendelen. Mochten de peilstijgingen tegen de verwachtingen in toch groter zijn dan gewenst in peilvak 1, kan de niet meer actieve stuw tussen het voormalige peilvak 1.1 en 1.2 eenvoudig weer in gebruik genomen worden.

Met de telers in de Polder de Bonte Kriel worden afspraken gemaakt omtrent het inlaten van water voor de teelt. Deze afspraken zullen worden geëvalueerd, opdat beide partijen goed op de hoogte blijven van elkaars belangen en wensen.

Naast bovengenoemde wordt het functioneren van beide polders door de watersysteembeheerder in de gaten gehouden en geven meldingen aanleiding om resterende of nieuwe knelpunten op te sporen.

## 6 Referenties

- Hoogheemraadschap van Rijnland, Beleidsregel Peilafwijkingen, 2006
- Hoogheemraadschap van Rijnland, Masterplan toekomstig waterbezwaar, 2007
- Hoogheemraadschap van Rijnland, Waterbeheerplan 4, 2011
- Mazure, J.P. Kwel en chloor bezwaar in de Wieringermeer. Gepubliceerd als bijlage 10 in: Geohydrologische gesteldheid van de Wieringermeer. Rapport, samengesteld door den dienst der Zuiderzeewerken in samenwerking met het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening. Rapporten en Mededelingen betreffende de Zuiderzeewerken no 5. Algemeene Landsdrukkerij 's Gravenhage, 1936.
- Provincie Zuid-Holland, Structuurvisie Zuid-Holland, Den Haag 2010
- Vogelbescherming Nederland, Brochure Weidevogels voor nu en later, 2010

### Internet:

- Waterbeleid voor de 21ste eeuw, 2000.  
Anders Omgaan met water. Waterbeleid voor de 21ste eeuw. Ministerie van verkeer en waterstaat, 2000.  
<http://www.rijksoverheid.nl/documenten-en-publicaties/notas/2000/12/1/waterbeleid-21ste-eeuwanders-omgaan-met-water.html>
- NBW, 2003.  
Nationaal Bestuursakkoord water  
<http://www.uvw.nl/download.php?f=9b09b01f99ee12bb4630a08d536f1741&target=0>
- Waterwet, 2009  
<http://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/wetgeving-beleid/waterwet/>

## 7 Bijlagen

### Bijlage 1 Waterbalans

#### Hellegatspolder

De waterstandsmetingen in de Hellegatspolder laten vrijwel geen waterstandstijgingen zien. Zoals de voorbeeldperiode in Figuur 4-4 toont, zijn er in de meetreeks (vanaf mei 2006) geen significante waterstandstijgingen vastgelegd. De aanwezig waterstandstijgingen zijn echter zodanig klein dat het de vraag is hoe dit kan. In principe kan de neerslag die er valt niet zo snel worden afgevoerd dat er geen waterstandstijgingen te zien zijn, ook niet als er effectief is voorgemalen. Dit volgt ook uit berekeningen met het neerslag-afvoermodel. Een aantal mogelijke oorzaken is onderzocht:

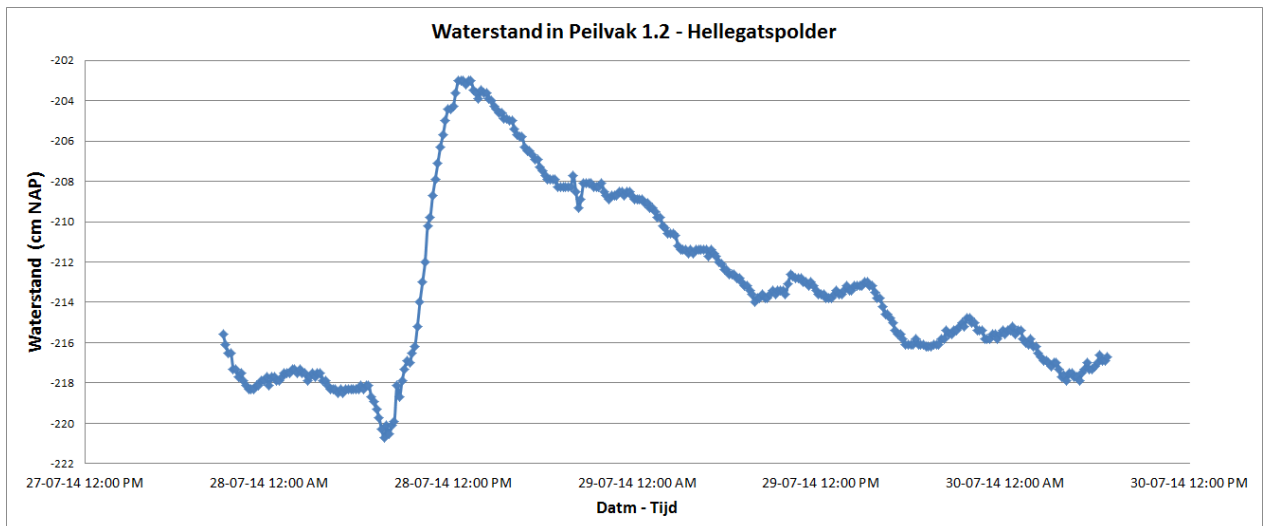
- meer bergingscapaciteit in bodem vanwege andere grondsoort of lagere grondwaterstanden;
- vasthouden van water in peilvak 3 en 2 vanwege stuwen en andere hydraulische knelpunten (verstopping);
- extra afvoer mogelijkheid;
- grotere gemaalcapaciteit.

De berging in de bodem kan hier vanwege de maaiveldhoogtes en peilen niet zodanig groot zijn dat er geen waterstandstijgingen optreden (zie bijlage 4).

Het vasthouden van water in de bovenstroomse peilvakken is onderzocht door in het neerslag-afvoermodel de stuwen tussen de peilvakken op te zetten en de peilvakken 2 en 3 zelfs helemaal af te koppelen. Zelfs met alleen neerslag op en dus afvoer uit peilvak 1, zijn de berekende waterstanden hoger dan de gemeten waterstanden (figuren opgenomen in bijlage 4). Dit betekent dat de bodem de directe neerslag op peilvak 1 niet kan bergen en een deel van de neerslag in het openwater wordt geborgen. Bovendien zou de hoeveelheid water die dan wordt vastgehouden in peilvak 2 en 3 niet geborgen kunnen worden zonder dat hier wateroverlast optreedt. Dit lijkt in de praktijk niet te gebeuren. We concluderen daarom dat het vasthouden van water in peilvak 2 en 3 mogelijk wel een deel van de verwachte waterstandstijgingen in peilvak 1 voorkomt, maar de gemeten waterstanden niet volledig kan verklaren. In hoeverre de waterstanden in peilvak 2 anders reageren dan die in peilvak 1 is onderzocht met een extra waterstandsmeting in peilvak 2. Deze is in de zomer van 2014 geplaatst en toont inderdaad meer waterstandstijgingen aan in het peilvak 2.

Tijdens de zeer heftige neerslag van 28 juli 2014 (ca. 40 mm in een dag), trad een peilstijging op in Peilvak 2 van bijna 20 cm (zie bijgaand figuur). Met deze peilstijging ontstaan nog geen problemen qua wateroverlast. Bovendien was na een dag de peilstijging alweer gehalveerd.

Op basis van de extra meetgegevens kan worden geconcludeerd dat er bovenstrooms van het gemaal extra water wordt vastgehouden. Dit veroorzaakt geen extra problemen, maar kan wel deels verholpen worden door de afvoer naar het gemaal te versoepelen. Zo zal het gemaal ook minder gaan pendelen.



**Figuur B-1 Waterstand in het middelste peilvak 1.2 ten tijde van een zeer heftige bui in de zomer van 2014.**

Een extra afvoermogelijkheid is bij Rijnland niet bekend en ook de grondgebruikers hebben er geen melding van gemaakt. We achten deze optie niet waarschijnlijk.

Naast bovenstaande, vermoeden we dat het gemaal een grotere afvoercapaciteit heeft dan in de legger is opgenomen. Uit berekeningen met het neerslag-afvoermodel blijkt dat een gemaalcapaciteit van  $0,20 \text{ m}^3/\text{s}$  (in plaats van de geregistreerde  $0,14 \text{ m}^3/\text{s}$ ) de gemeten waterstanden beter benaderd. In combinatie met hydraulische knelpunten/het vasthouden van water in peilvak 2 en 3, kan het niet-stijgen van de waterstanden beter verklaard worden. Voorheen is het gemaal in particulier beheer geweest, mogelijk staat er een andere pomp dan bekend is bij Rijnland.



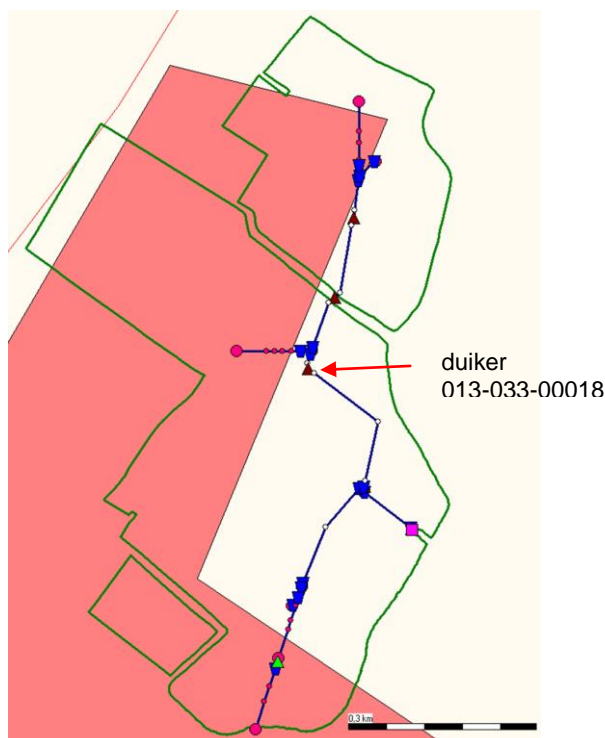
## Bijlage 2 Hydraulische analyse

Deze bijlage beschrijft de hydraulische analyse naar de afvoercapaciteit in beide polders. Hierbij zijn ook de uitgangspunten beschreven die in deze modelstudie zijn gebruikt.

### *Polder de Bonte Kriel*

#### Modellschematisatie

De theoretische analyse naar hydraulische knelpunten is uitgevoerd in een hydraulisch model. Hiervoor is de polder uitgeknipt uit het Rijnland-brede Sobek model (channel flow dat aanvoer ontvangt uit neerslag-afvoerknopen). De basis het model RL\_west. Figuur B-2 toont de schematisatie van Polder de Bonte Kriel.



**Figuur B-2** Modellschematisatie polder de Bonte Kriel

Op dit basismodel is een aantal controles en verbeteringen uitgevoerd. De gegevens van kunstwerken en watergangen zijn vergeleken met de legger:

- KDU\_7968 (duiker 013-033-00017) afmetingen kloppen
- KSY\_145 (syfon 013-037-00002) afmeting te klein, stond erin als 013-037-00001 die in 2013 vervangen is door een grotere: rond 600.
- KDU\_7969 (duiker 013-033-00018). In iris bodemhoogte NAP-1.33 tot NAP\_1.85, in model beide -1.85. Zo schuin lijkt niet logisch. Bodemhoogte waterlopen niet gegeven is in de database van Rijnland, daarom is voor boven en benedenstrooms NAP-1.85 m aangehouden.
- KDU\_7970 (duiker 013-033-00019). In model bodemhoogte NAP-2,47 m, in iris onbekend., Waterloop ligt in model op NAP-1.87 m, duiker lijkt dus erg laag. Diameter is onbekend, in model aangenomen op 1 m. Duiker opgehoogd tot NAP-1,87 m om sobek profiel-verlagingen te voorkomen.
- KGM\_013-036-00021 (gemaal 013-036-00021). In model gaat gemaal aan bij -1,42 en uit bij -1,52. Werkelijke streefpeilen zijn 1,47 en 1,57. Gemaal stuurt dus op zomerpeil met 5 cm marge. Winter is 10 cm lager. Capaciteit 0.067 m<sup>3</sup>/s; klopt.

Daarnaast is de bodemhoogte van de waterlopen verlaagd met het verschil tussen zomer- en winterpeil (10 cm, in model gezet als level shift). Dit is nodig omdat de bodemhoogte in het basismodel bepaald is als waterdiepte ten opzichte van zomerpeil, terwijl dat in werkelijkheid winterpeil is.

Vervolgens is er een case gemaakt om de maatgevende afvoer mee door te rekenen:

- kwel overal op nul;
- verhard gebied/kassen/bollenteelt afvoer is 15 m<sup>3</sup>/min/100ha;
- onverhard gebied afvoer is 10 m<sup>3</sup>/min/100ha;
- dummy WWTP toegevoegd omdat het zo niet rekent;
- Afv\_1052\_pu en Afv\_1053\_pu (paved nodes) liggen over elkaar heen. Beetje uit elkaar geschoven en beide verbonden met WWTP, verbindingen naar CF laten staan;
- gele verdampingsknopen verwijderd, geen verdamping bij maatgevende afvoer;
- Rekenpunten toegevoegd tussen aanvoerlocaties RR zodat te zien is wat er uit welke knoop komt.

De maatgevende afvoer is opgelegd als bui van 21.6 mm/dag voor bebouwd gebied, bollenteelt en kassen en 14.4 mm/dag voor overig gebied (resp. 15 en 10 m<sup>3</sup>/min/100ha)). Het model is op winterstreefpeil doorgerekend voor een periode van twee weken, waarin de afvoer overal stationair wordt. Alle hoofdwatergangen met inliggende kunstwerken zijn getoetst aan de volgende richtlijnen:

- De lokale opstuwing in een hoofdwatergang moet kleiner zijn dan 5 cm/km. Dit om te hoge stroomsnelheden en daarmee oeverafkalving te voorkomen;
- Het verval over een duiker moet kleiner zijn dan 2 cm;
- De totale opstuwing mag maximaal 1/3 van de drooglegging bedragen.

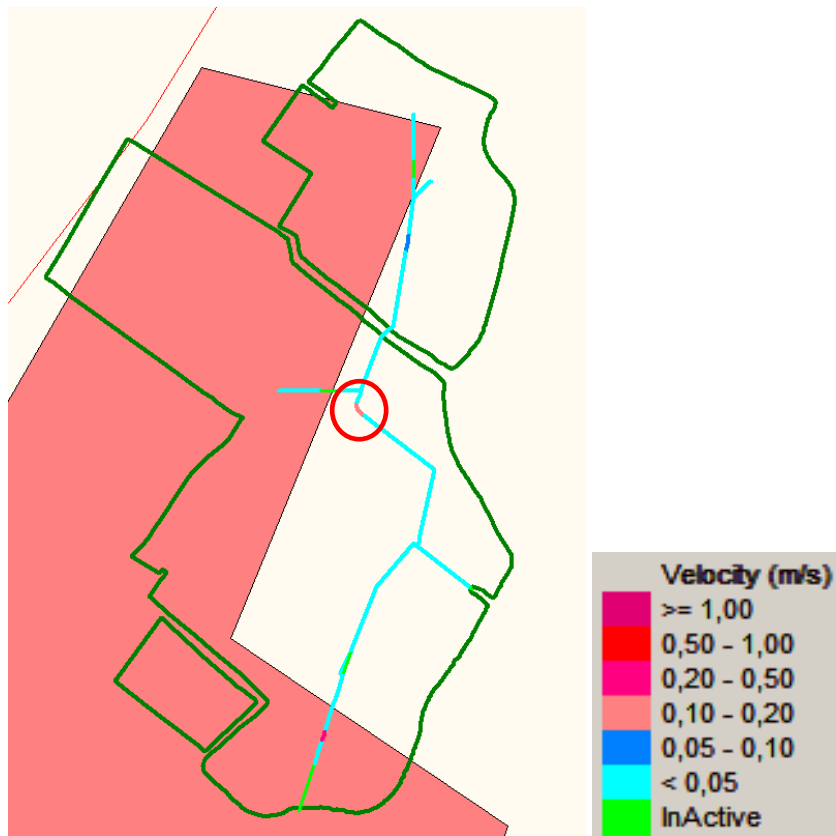
### **Resultaat**

De gemaalcapaciteit is 19,9 mm/dag (3,1 m<sup>3</sup>/min). De maatgevende afvoer uit het gebied is 15,3 mm/dag, de gemaalcapaciteit is dus ruim voldoende.

Duiker 013-033-00018 (KDU\_7969 in model; rood omcirkeld in Figuur B-3) is klein met een diameter van rond 300 mm. Deze levert bij maatgevende afvoer een opstuwing van 1,75 cm. De overige duikers en de sifon hebben voldoende afvoercapaciteit.

Het verhang op de watergangen is klein, zowel in cm/km als in percentage van de drooglegging. De watergangen hebben voldoende afvoercapaciteit.

Figuur B-3 toont de stroomsnelheid in de watergangen bij maatgevende afvoer. Deze is voldoende laag. De drie locaties waar de stroomsnelheid hoger is dan 0,05 m/s, zijn kunstwerken.

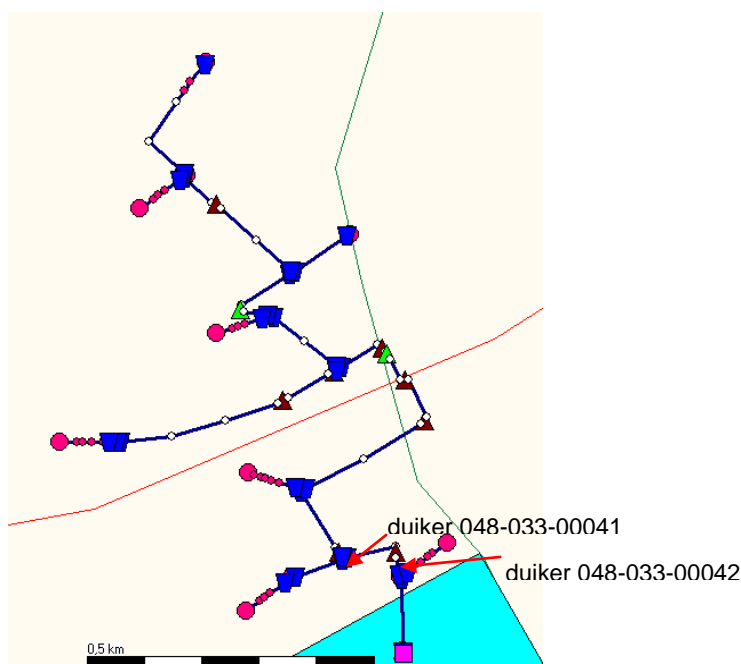


Figuur B-3 Stroomsnelheid bij maatgevende afvoer (wintersituatie)

## Hellegatspolder

### Modellschematisatie

De theoretische analyse naar hydraulische knelpunten is uitgevoerd in een hydraulisch model. Hiervoor is de polder uitgeknipt uit het Rijnland-brede Sobek model (channel flow dat aanvoer ontvangt uit neerslag-afvoerknopen). De basis vormt het model RL\_west. Figuur B-3 toont de schematisatie van de Hellegatspolder



Figuur B-4 Modellschematisatie Hellegatspolder

Op dit basismodel is een aantal controles en verbeteringen uitgevoerd. De gegevens van kunstwerken en watergangen zijn vergeleken met de legger:

- KDU\_18753 (duiker 048-033-00021) afmetingen kloppen
- KST\_885 (stuw 048-056-00001) afmetingen kloppen; kruinhoogte op 3 cm onder peil
- KDU\_8835 (duiker 048-033-00044) afmetingen kloppen
- KDU\_8834 (duiker 048-033-00043) afmetingen kloppen
- KDU\_8836 (duiker 048-033-00045) afmetingen kloppen
- KST\_886 (stuw 048-056-00002) afmetingen kloppen, kruinhoogte op 4 cm onder peil
- KDU\_8830 (duiker 048-033-00039) afmetingen kloppen  
in coëfficiënten geen rekening gehouden met lastige aanstroom
- KDU\_8831 (duiker 048-033-00040) afmetingen kloppen  
in coëfficiënten geen rekening gehouden met lastige aanstroom
- KDU\_8832 (duiker 048-033-00041) afmetingen kloppen
- KDU\_8833 (duiker 048-033-00042) afmetingen kloppen
- KGM\_048-036-00021 (gemaal 048-036-00021). In model gaat gemaal aan bij -2,09 en uit bij -2,19 m. Werkelijke streefpeilen zijn -2,15 en -2,29. Gemaal stuurt dus 1 cm onder zomerpeil met 5 cm marge. Winter is 10 cm lager. Capaciteit 0,1416667 m<sup>3</sup>/s; klopt (8,5 m<sup>3</sup>/min).

De bodemhoogte van de waterlopen is verlaagd met het verschil tussen zomer- en winterpeil (6 cm in peilvak 1.3, 10 cm in peilvak 1.2 en 14 cm in peilvak 1.1; in model gezet als level shift). Dit is nodig omdat de bodemhoogte bepaald is als waterdiepte ten opzichte van zomerpeil, terwijl dat in werkelijkheid ten opzichte van winterpeil is.

Vervolgens is er een case gemaakt om de maatgevende afvoer mee door te rekenen:

- kwel overal op nul
- verhard gebied/kassen/bollenteelt afvoer is 15 m<sup>3</sup>/min/100ha;
- onverhard gebied afvoer is 10 m<sup>3</sup>/min/100ha;
- gele verdampingsknopen op nul aanvoer/afvoer gezet, geen verdamping bij maatgevende afvoer;
- rekenpunten toegevoegd tussen aanvoerlocaties RR zodat te zien is wat er uit welke knoop komt;
- wintercase gemaakt met juiste peilen gemaal (-2,24 en -2,34)

De maatgevende afvoer is opgelegd als bui van 21.6 mm/dag voor bebouwd gebied, bollenteelt en kassen en 14.4 mm/dag voor overig gebied (resp. 15 en 10 m<sup>3</sup>/min/100ha)). Het model is op

winterstreefpeil doorgerekend voor een periode van twee weken, waarin de afvoer overal stationair wordt. Alle hoofdwatgangen met inliggende kunstwerken zijn getoetst aan de volgende richtlijnen:

- De lokale opstuwung in een hoofdwatgang moet kleiner zijn dan 5 cm/km. Dit om te hoge stroomsnelheden en daarmee oeverafkalving te voorkomen;
- Het verval over een duiker moet kleiner zijn dan 2 cm;
- De totale opstuwung mag maximaal 1/3 van de drooglegging bedragen.

### **Resultaat**

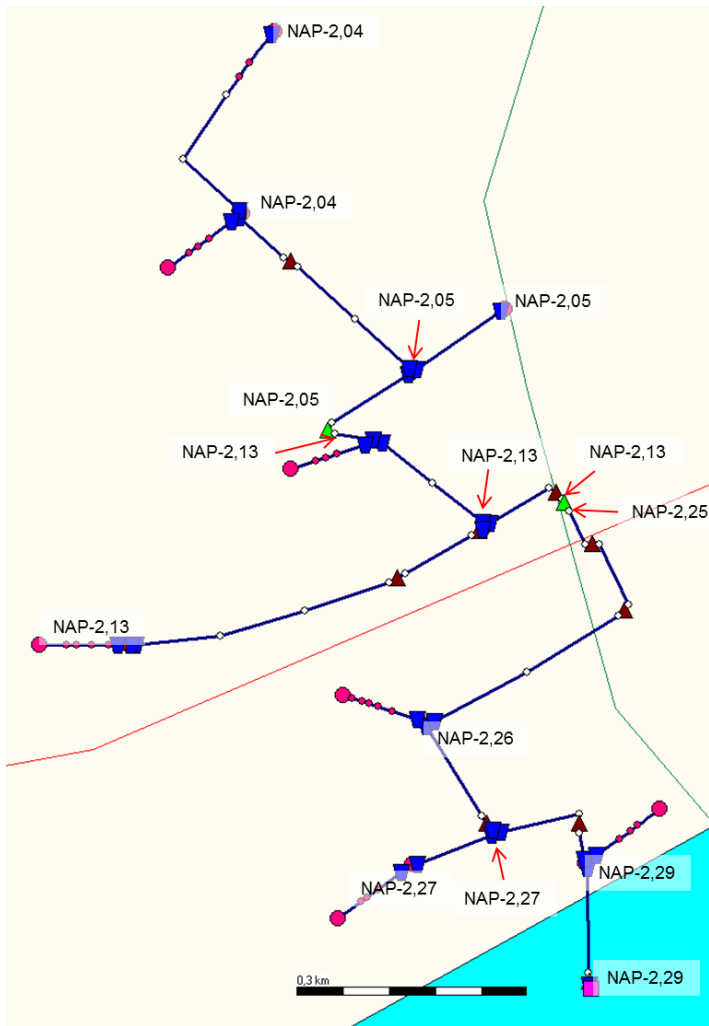
De gemaalcapaciteit is 18,4 mm/dag (8,5 m<sup>3</sup>/min). De maatgevende afvoer uit het gebied is 15,25 mm/dag, de gemaalcapaciteit is dus ruim voldoende.

Duiker 048-033-00041 (KDU\_8832) en duiker 048-033-00042 (KDU\_8833), de twee meest benedenstroomse duikers (aangegeven in Figuur B-3), hebben te weinig afvoercapaciteit. Ze hebben afmetingen van respectievelijk rond 600 en rond 500 mm. De overige duikers hebben voldoende capaciteit.

Stuw 048-056-00001 tussen peilvak 1.3 en 1.2 is 0,74 m breed. Bij maatgevende afvoer is de opstuwung 8,9 cm. Stuw 048-056-00002 is 0,70 m breed. Dit resulteert in maximaal 14,5 cm opstuwung bij maatgevende afvoer.

De stroomsnelheid in de watgangen is laag.

Figuur B-4 toont de waterstanden bij maatgevende afvoer in de wintersituatie. Hieruit blijkt dat er vrijwel geen verhang optreedt in de watgangen. De opstuwung die er is wordt veroorzaakt door de kunstwerken. De watgangen hebben voldoende afvoercapaciteit.



Figuur B-4 Waterstanden bij maatgevende afvoer (wintersituatie)

## Bijlage 3 Berging

### Berekende berging

Tabel B-3 geeft de berekende berging in polder de Bonte Kriel en de Hellegatpolder. De berekening is gedaan op basis van kentallen. Berging van water vindt plaats in het open water, in de bodem en op het maaiveld in de vorm van plassen. Het verhard gebied en eventueel aanwezige riool heeft een zeer klein aandeel in deze polders en nemen we in deze berekening niet mee.

**Tabel B-3 Bergingscapaciteit per peilvak in beide polders**

Peilvak	Oppervlak peilvak [ha]	Berging [mm]				Berging totaal [mm]
		open water	bodem	maaiveld	riool	
Polder de Bonte Kriel 1.1	31,50	11	26	1	0	38
Hellegatpolder 1.1	29,64	27	19	1	0	47
Hellegatpolder 1.2	20,29	36	20	1	0	56
Hellegatpolder 1.3	16,73	28	21	1	0	50

De berging in het open water is bepaald aan de hand van het percentage open water en de maximaal toelaatbare peilstijging (verticale ruimte), zie Tabel B-4. De verticale ruimte is gelijk aan de maximale peilstijging voordat sprake is van wateroverlast volgens de normen. Bij grotere peilstijgingen treedt het water buiten de oevers en inundeert het maaiveld. De genoemde peilstijgingen zijn gebaseerd op de hoogte van de laagste 1% van het maaiveld.

De beschikbare berging in de bodem hangt af van de grondwaterstanden. Voor de berekening van de berging zijn we ervan uitgegaan dat de grondwaterstanden gelijk zijn aan het streefpeil in het open water. In werkelijkheid hangen ze af van de voorgeschiedenis en bodemtype. Vrijwel het hele oppervlak in beide polders is onverhard, waardoor de bodemberging in beide polders ten volle te benutten is. We gaan uit van een bergingscapaciteit van 5% (5% van het verticale bodemprofiel is beschikbaar om water in te bergen). Berging op het maaiveld vindt vooral plaats doordat lokale laagtes niet goed afwateren en er water blijft staan. Dit speelt naar verwachting een kleine rol in beide polders; hier is 1 mm voor aangehouden.

**Tabel B-4 Verticale ruimte en oppervlak open water**

peilvak	oppervlak	verticale ruimte*	oppervlak open water	
	[ha]	[m]	[ha]	[%]
Polder de Bonte Kriel 1.1	31,50	0,28	1,28	4,1
Hellegatpolder 1.1	29,64	0,54	1,46	4,9
Hellegatpolder 1.2	20,29	0,59	1,24	6,1
Hellegatpolder 1.3	16,73	0,47	1,01	6,0

\* verticale ruimte = peilstijging tot 1% laagste maaiveldhoogte

**Theoretische analyse wateroverlast**

In de toetsing aan wateroverlast wordt onderzocht of waterstanden met een bepaalde herhalingstijd (gemiddelde kans van voorkomen) tot wateroverlast leiden. Uit verkennende berekeningen met de Waterplanner blijken beide polders geen wateroverlast opgave te hebben. Ter verificatie is een bergingsanalyse uitgevoerd. Hierbij is niet gekeken naar waterstanden bij een herhalingstijd, maar of het neerslagvolume bij een bepaalde herhalingstijd afgevoerd en geborgen kan worden. Tabel B-5 geeft de hoeveelheid neerslag die valt bij T10 (grasland) en T50 (hoogwaardige teelt), afgezet tegen de afvoer- en bergingscapaciteit van de peilvakken. Het verschil tussen de neerslag en de hoeveelheid water die afgevoerd of geborgen kan worden, is het bergingstekort. In de berekening is uitgegaan van het volledig benutten van de beschikbare berging. De berekening is als volgt:

$$\text{Balans} = P - Q_{\text{gemaal}} - B_{\text{bodem}} - B_{\text{riool}} - B_{\text{open water}}$$

Waarin P is neerslag, Q is afvoer en B is berging, alle in mm (som van 24 uur). De hoeveelheid berging in het open water is de berging bij peilstijging tot het 1% maaiveldniveau. Indien de balans positief is, is meer neerslag gevallen dan er is afgevoerd en geborgen. Dit is het bergingstekort. Omdat beide polders vooral landelijk gebied zijn dat enige tijd nodig heeft om tot een piekafvoer te komen, is gerekend met neerslagvolumes per dag.

**Tabel B-5** Verdeling van extreme neerslag over afvoer, berging en bergingstekort (wateroverlast)

polder	herhalingstijd neerslag- gebeurtenis	duur neerslag	neerslag hoeveel- heid	afvoer	berging 's winters	bergings- tekort
	[jaar]	[dag]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Polder de Bonte Kriel	10	1	55	20	38	0
	50	1	71	20	38	13
Hellegatspolder drie peilvakken	10	1	55	18	50	13

Polder de Bonte Kriel heeft geen bergingstekort als we uitgaan van grasland (T10) voor de hele polder. Er is dan een bergingsoverschot van 3 mm. Een deel van de polder is echter hoogwaardige teelt en moet tot T50 beschermd zijn tegen inundaties vanuit het oppervlaktewater. Als de hele polder getoetst wordt op T50, is er een bergingstekort van 13 mm. Als we het grasland en de hoogwaardige teelt in samenhang beschouwen, is er voldoende berging. Hierbij gaan we ervan uit de hogere gronden met hoogwaardige teelt afvoeren naar het benedenstrooms grasland, dat bij een gebeurtenis van eens per 50 jaar mag inunderen. Het feit dat er bij T10 maar 3 mm bergingsoverschot is berekend, ondersteunt de eerdere conclusie dat het gebied geen wateroverlast kent, maar dat het wel krap is. Een peilverlaging van een paar centimeters, zoals nu praktijk is, maakt daadwerkelijk het verschil tussen het wel of niet optreden van wateroverlast.

In de Hellegatspolder is voldoende berging aanwezig. De hele polder is getoetst op T10 omdat vrijwel de hele polder uit grasland bestaat. De camping vormt hierop een uitzondering, deze is in de verder analyse van wateroverlast (bijlage 4) en de peilafweging (hoofdstuk 5) dan ook apart beschouwd.

## Bijlage 4 Berekeningen wateroverlast

### Polder de Bonte Kriel

#### 1. Inleiding Bonte Kriel

Polder de Bonte Kriel is aan de hand van de waterplanner getoetst aan de normen voor wateroverlast. Dit gebeurt in principe voor elke polder van Rijnland. De toetsing resulteert in een knelpuntenkaart met rode vlekken waar het gebied niet voldoet aan de norm. De knelpuntenkaart van de Bonte Kriel kent enkele rode vlekken. Deels wordt dit herkend: in de praktijk kampen de lager gelegen percelen incidenteel met water op het land. Dit geldt echter voor de wintersituatie. In de zomersituatie is de ervaring dat er vrijwel geen water op het land staat. Er worden door de ingelanden geen knelpunten ervaren in deze laagste percelen. Voor de betrokken agrariërs geldt dat het niet doelmatig is om de ontwatering van hun percelen te verbeteren. Eventuele schade die ze nu ondervinden van hoge grondwaterstanden of plassen op maaiveld weegt niet op tegen de kosten van de verbetering. Dit komt omdat de wateroverlast vooral 's winters optreedt; de percelen worden in deze periode niet gebruikt.

Om de werkelijke knelpunten beter in beeld te krijgen en om meer grip te krijgen op welke knelpunten daadwerkelijk opgelost zouden moeten worden, is het model waarmee de waterplanner rekent geanalyseerd en gekalibreerd. Het doel is het neerslag-afvoergedrag van de polder goed te schematiseren, waarna we een knelpuntenkaart berekenen waarin we vertrouwen hebben.

#### 2. Analyse Bonte Kriel

##### Waterplanner

Werking watersysteem zoals met basisparameters waterplanner:

- Initiële grondwaterstand in de winter is 0,683 m–mv en in de zomer 1.013 m–mv
- Infiltratiecapaciteit is laag en de berging op het maaiveld is relatief klein: 5 mm.
- De bodemweerstand zijn erg laag, waardoor het grondwater relatief snel tot afvoer komt en niet snel zal stijgen.
- Er is een wegzijging van 0,084 mm/d.
- De gemiddelde maaiveldhoogte is de 50% maaiveldhoogte.

Dit resulteert in de knelpunten zoals getoond in Figuur B-5.



**Figuur B-5** Knelpunten (rode pixels) zoals berekend met de Waterplanner, basisinstellingen, peilbesluitpeil en huidig klimaat

## Watersysteem

Werking watersysteem op basis van gebiedskennis en interpretatie maaiveldhoogte, metingen en bodemkaart:

- In de winterperiode staat het grondwater dicht aan maaiveld en staan er plassen op het land. In de zomerperiode zakt het grondwater onder maaiveld
- De grondsoorten in het gebied zijn geïnclassificeerd als podzolgronden in zwak lemig fijn zand (68.7%), stuifzandgronden (30.9%) en veengronden en moerige gronden op ongerijpte klei (0.4%). Dit betekent dat de bodems een relatief hoge infiltratiecapaciteit en een lage weerstand hebben.
- De maaiveld hoogte varieert relatief veel. De polder kent hogere delen (de stuifzandgronden) en lagere delen.
- Op de hogere stuifzandgronden zijn kassen en percelen waarop planten worden geteeld. Hier is veelal bemalen drainage aanwezig. De verwachting is dat deze percelen niet snel last hebben van wateroverlast, omdat ze hun eigen afvoer regelen via de drainage. Ze belasten hiermee mogelijk wel de rest van de polder (te) zwaar.
- Op deze hogere gronden regelen particulieren wateraanvoer door middel van inlaten vanuit de boezem. Hoeveel hier wordt aangevoerd en of deze aanvoeren bij neerslag worden dichtgezet is niet bekend.
- Langs de Ringsloot-dijk ten zuidwesten van het gemaal is sprake van dijke kwel. In welke zone precies en om hoeveel kwel het gaat is niet bekend.
- Het gemaal maakt relatief veel draaiuren. Er lijkt meer dan alleen neerslag uit het gebied te worden weg gepompt. Vermoedelijk wordt er bovengronds extra water het systeem ingelaten of is er een verhoogde kwel flux rondom de ringsloot-dijk.

### 3. Kalibratie Bonte Kriel

#### Aanpak

Er is een verschil tussen de gemeten waterstanden en de berekende waterstand in de 'basissom', de berekening met 'basisinstellingen'. Het sobek neerslag-afvoermodel is gekalibreerd om dit verschil te minimaliseren.

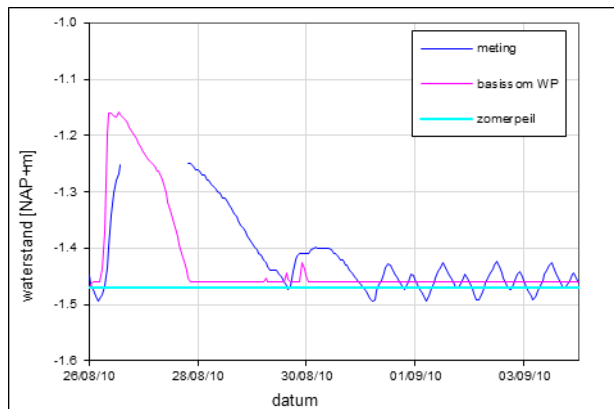
Met het neerslag-afvoermodel uit de waterplanner is een aantal hoogwater gebeurtenissen in zowel zomer als winterperiodes doorgerekend. Voor deze periodes is het berekeningsresultaat vergeleken met de gemeten waterstanden. Op basis hiervan zijn mogelijke verbeteringen gedefinieerd die vervolgens in een aantal kalibratiestappen onderzocht zijn.

#### Prestatie basismodel

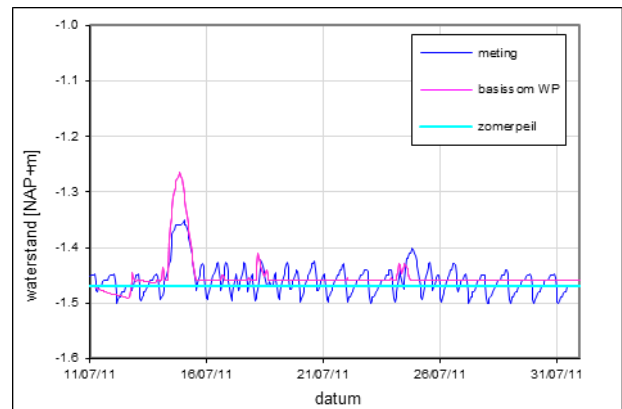
Figuur B-6 toont de gemeten en de berekende waterstanden in de basissom voor vier hoogwaters. De periode linksboven is augustus 2010. Er viel ruim 60 mm neerslag op 26 augustus 2010. De berekende waterstand reageert daar vlot op, dit in tegenstelling tot de meting. De gemeten waterstand stijgt langzaam en blijft lang hoog. De berekende waterstand stijgt te snel en te ver en zakt vervolgens ook te snel terug.

De figuur rechtsboven toont de gemeten en de berekende waterstanden in de basissom voor het hoogwater in juli 2011. De berekende waterstand is gedurende de gehele gebeurtenis te hoog. De snelheid waarmee de berekende waterstand stijgt en daalt is vergelijkbaar met de meting.

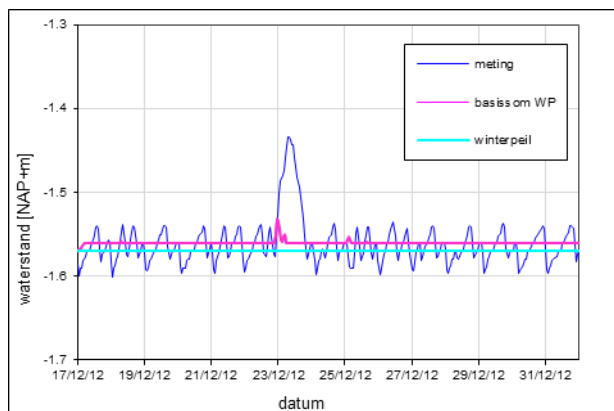
De figuur linksonder toont de gemeten en de berekende waterstanden in de basissom voor het hoogwater in december 2012. Er wordt een duidelijke hoogwaterpiek gemeten in deze periode. Deze piek is echter nauwelijks zichtbaar in de berekende waterstanden. De laatste figuur rechtsonder toont de gemeten en de berekende waterstanden in de basissom voor het hoogwater in oktober 2013. In de berekening is voorafgaand aan de gebeurtenis nog zomerpeil ingesteld, terwijl in werkelijkheid al naar winterpeil was overgeschakeld. De berekende waterstand is daardoor in absolute zin te hoog. De berekende stijging valt echter lager uit dan die in de meting. De snelheid waarmee de waterstand stijgt is vergelijkbaar.



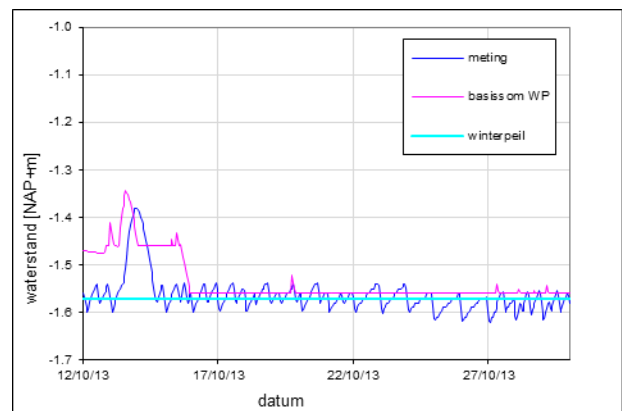
augustus 2010



juli 2011



december 2012



oktober 2013

**Figuur B-6** Gemeten waterstand en de berekende waterstand in vier hoogwaterperiodes, basissom Bonte Kriel

## Kalibratiepunten

### Drainageparameters

De drainageweerstand in het basismodel zijn als volgt gedefinieerd:

- Basislaag met een weerstand W3 van 500 dagen;
- Middenlaag met een weerstand W2 vastgesteld op 98 dagen, vanaf een diepte van 80 cm;
- Toplaag met een weerstand W1 vastgesteld op 98 dagen, bovenste 10 cm;

Daarnaast is er de weerstand W0 van oppervlakkige afstroming die 0.042 dag (1 uur) bedraagt.

Deze weerstanden lijken aan de hoge kant gezien de grondsoorten in het gebied (voornamelijk podzolgronden in zwak lemig fijn zand en stuifzandgronden). We onderzoeken het effect van lagere weerstanden.

### Verwijderen van bebouwde gebieden die lozen richting het open water

Het huidige model kent drie bebouwde gebieden die direct lozen richting het open water. Een deel van de neerslag op het bebouwde gebied komt direct als afvoer terecht in het open water (de overstorten). Dit leidt tot een snelle stijging van de waterstand. Het is echter aannemelijker dat de bebouwing aan de derde Poellaan en aan de Elbalaan niet afvoeren richting de polder maar afvoeren op het riool, samen met het aansluitende bebouwd gebied buiten de polder. Alleen het bebouwde gebied 'ter Beek' lijkt te lozen richting de polder. De bebouwde gebieden gelegen aan de Poellaan en aan de Elbalaan zijn uit het model verwijderd.

### Infiltratiecapaciteit

De huidige infiltratiecapaciteit is vastgesteld op 7.3 dagen. Het aanpassen van de infiltratiecapaciteit is onderzocht, maar lijkt een kleine of negatieve invloed te hebben op de modelresultaten. De infiltratiecapaciteit in het gekalibreerde model is daarom ook op 7.3 dagen vastgesteld.

### Initiële grondwaterstand

De initiële grondwaterstand in het basismodel is als volgt gedefinieerd:

- Initiële winter grondwaterstand = 0.683 m-mv
- Initiële zomer grondwaterstand = 1.013 m-mv

Bij een te hoge initiële grondwaterstand zal een te laag percentage van de neerslag in de bodem worden geborgen. Hierdoor zien we een te snelle stijging in de waterstand. Er is een positief verband tussen de initiële grondwaterstand en hoogwaterpiek. Is de initiële grondwaterstand lager dan zal er meer water in de bodem worden geborgen en is de hoogwaterpiek lager. Omdat veel van de pieken in de basissom hoger berekend zijn dan gemeten is, onderzoeken we het effect van lagere grondwaterstanden.

### Extra inlaat bovenstrooms

In het basismodel is geen rekening gehouden met mogelijke extra inlaat. In bijlage 1 is die extra inlaat beschreven en gekwantificeerd. Dit is in de kalibratie vertaald naar modelinvoer door de gemaalcapaciteit te verminderen.

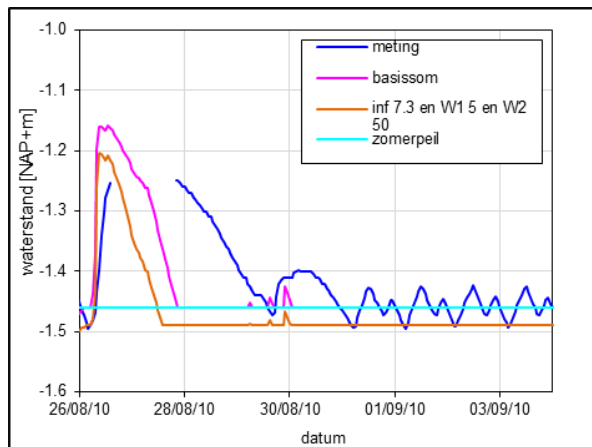
### Extra kwel vanaf de Ringsloot-dijk

In het basismodel is geen rekening gehouden met dijkse kwel. In bijlage 1 is deze kwel beschreven en gekwantificeerd. Dit is in de kalibratie vertaald naar modelinvoer door de gemaalcapaciteit te verminderen.

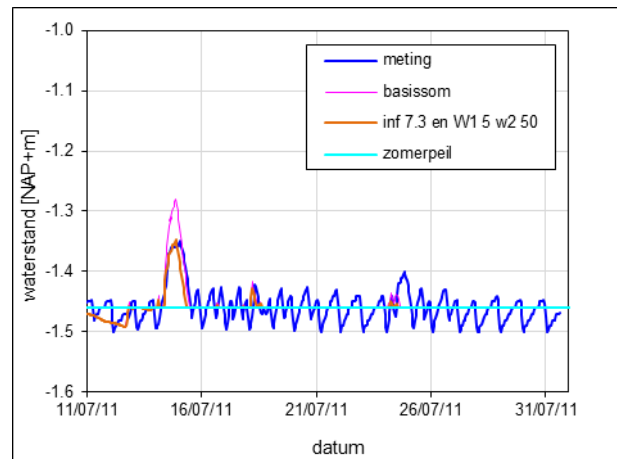
## **4. Resultaat kalibratie Bonte Kriel**

Hier zijn de resultaten van het gekalibreerde model besproken. In dit model zijn de bebouwde gebieden gelegen aan de derde Poellaan en aan de Elbalaan verwijderd uit het model omdat deze waarschijnlijk niet lozen richting de polder. Verschillende scenario's met verschillende weerstanden en infiltratiecapaciteiten zijn doorgerekend. Hieruit blijkt dat het model met een infiltratiecapaciteit van 7,3 mm/uur en een bodemweerstand van 5 dagen voor laag 1 en 50 dagen voor laag 2 de beste fit op de metingen geeft. Figuur B-7 toont de resultaten van de modelberekeningen met bovenstaande parameters (oranje lijn).

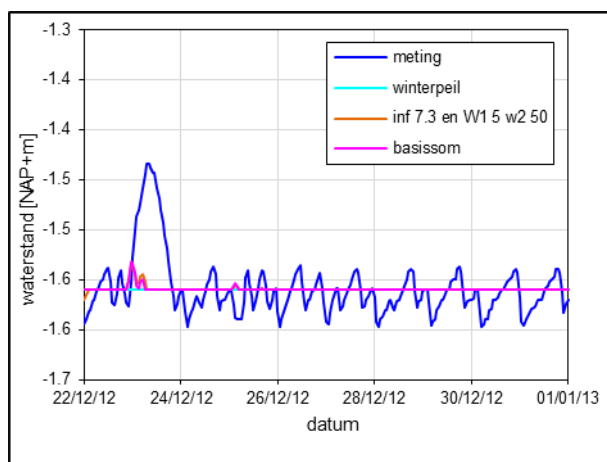
In het gekalibreerd model stijgt in augustus 2010 de waterstand in het gekalibreerde model nog steeds te snel. Dit kan duiden op meer aanvoer en dus een lagere effectieve pompcapaciteit (pompcapaciteit beschikbaar om neerslag af te voeren). Het gekalibreerde model geeft voor juli 2011 een goed resultaat. In december 2012 geeft het gekalibreerde model nog steeds een te lage waterstand. Er is vrijwel geen stijging te zien, terwijl die wel is gemeten. Dit kan te maken hebben met extra aanvoer van water (kwel/inlaat), maar ook met een hogere initiële grondwaterstand dan in het model is geschematiseerd, vanwege een natte voorgeschiedenis. Hierdoor zou in het model meer neerslag geborgen worden dan in werkelijkheid. In oktober 2013 presteert het gekalibreerde model beter dan de basissom, maar de waterstand is nog steeds te laag. Ook hier kan extra aanvoer een rol spelen.



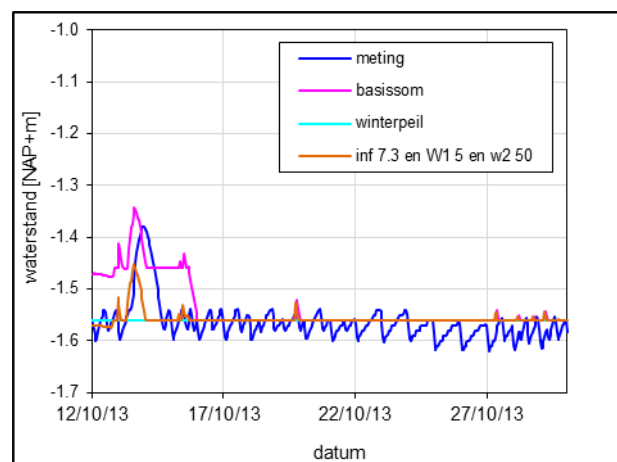
augustus 2010



juli 2011



december 2012



oktober 2013

**Figuur B-7** Gemeten waterstand en de berekende waterstand in de basissom en het gekalibreerd model (oranje lijn) in vier hoogwaterperiodes

Figuur B-8 toont de resultaten van het gekalibreerde model waarbij de beschikbare pompcapaciteit voor de afvoer van neerslagwater afneemt (de effectieve pompcapaciteit). Hiervoor zijn twee scenario's doorerekend:

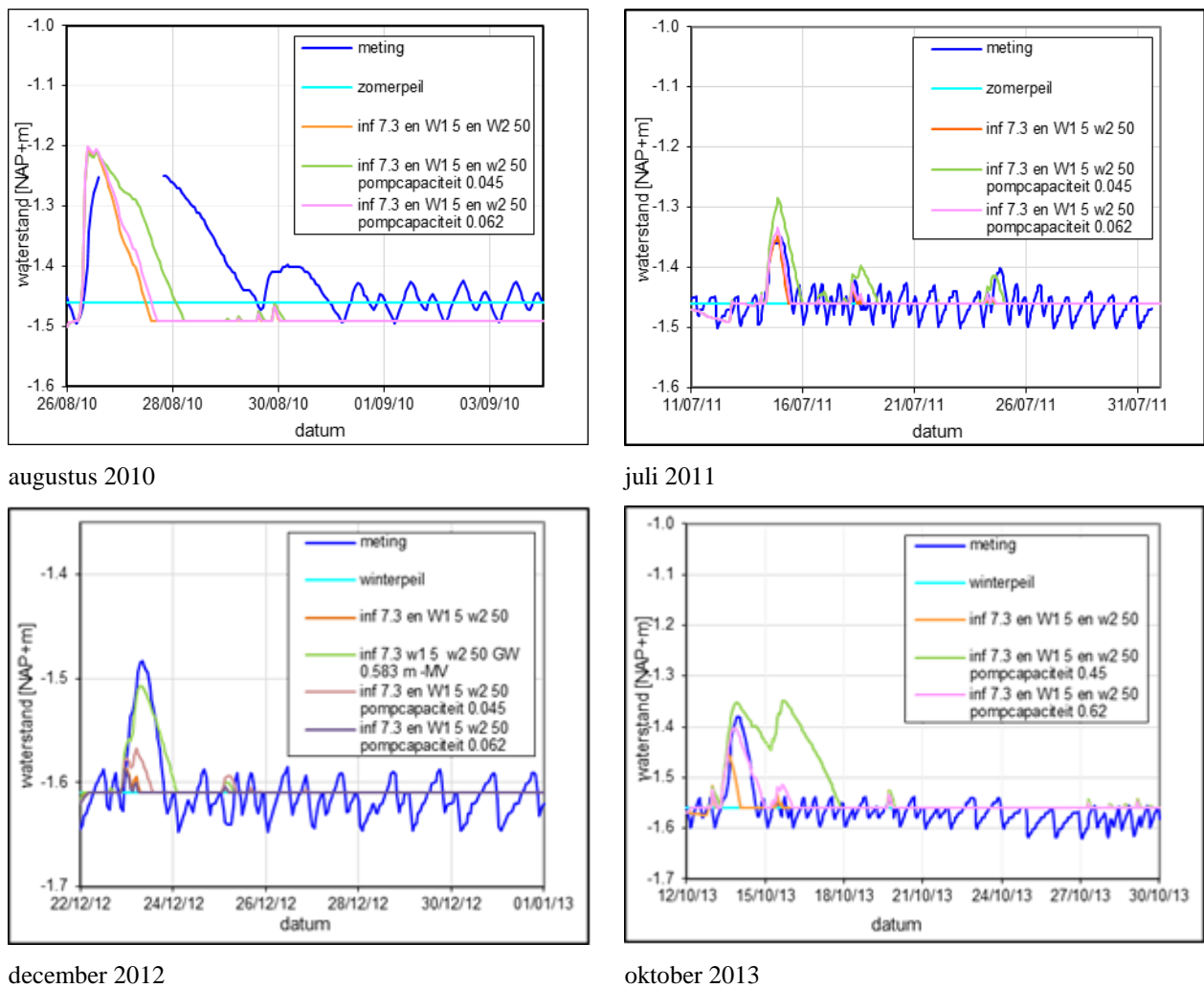
- Effectieve pompcapaciteit van  $0,062 \text{ m}^3/\text{s}$ . Dit is de effectieve pompcapaciteit voor de afvoer van neerslag als er bijvoorbeeld een verhoogde kwel flux van  $7 \text{ mm}/\text{dag}$  in een gebied van  $200 \text{ m}$  rondom de ringsloot-dijk is, en een extra inlaat op de hogere gronden van  $1 \text{ mm}/\text{dag}$ . Het model is ook doorberekend met een verhoogde kwel flux variërend van  $1$  tot  $15 \text{ mm}/\text{dag}$  en bijbehorende effectieve pompcapaciteiten. De pompcapaciteit van  $0,062 \text{ m}^3/\text{s}$  blijkt binnen de redelijk veronderstelde range het beste resultaat te geven.
- Effectieve pompcapaciteit van  $0,045 \text{ m}^3/\text{s}$ , als een maximaal scenario waarbij zowel flinke kwel optreedt als veel water wordt ingelaten.

Specifiek voor december 2012 is onderzocht wat het effect is van een hogere initiële grondwaterstand.

Voor augustus 2010 geven de modelberekeningen met verlaagde pompcapaciteit een beter resultaat. De waterstand is echter nog steeds te snel weer terug op peil, en lijkt dus ook uitgaande van het maximaal scenario voor inlaat en kwel, nog te weinig aanvoer of te veel afvoercapaciteit berekend te zijn. Voor juli 2011 geeft het verlagen van de pompcapaciteit tot  $0,062 \text{ m}^3/\text{s}$  een kleine verbetering. Verdere verlaging geeft een hogere waterstand en daarmee een slechter resultaat. In deze periode is dus sprake geweest van weinig kweldruk en/of vrijwel geen inlaat.

Voor de periode in december 2012 is onderzocht wat het effect is van een hogere initiële grondwaterstand in het model. De initiële grondwaterstand is hiertoe verhoogd met 15 cm, zodat de grondwaterstand 0.533 m onder maaiveld ligt. In het basismodel is de grondwaterstand 0.683 m onder maaiveld. Dit levert een duidelijk beter resultaat, er is nu een flinke waterstandstijging berekend. Het verlagen van de effectieve pompcapaciteit naar 0.062 m<sup>3</sup>/s lijkt een verwaarloosbaar effect te hebben op de model resultaten. Het verlagen van de effectieve pompcapaciteit naar 0.045 m<sup>3</sup>/s heeft een groter effect, maar nog steeds klein in verhouding tot het effect van de hogere grondwaterstand.

In oktober 2013 verbeteren de modelresultaten wanneer de pompcapaciteit wordt gereduceerd tot 0.062 m<sup>3</sup>/s. Het verder verlagen van de beschikbare pompcapaciteit voor de afvoer van neerslag naar 0.045 m<sup>3</sup>/s zorgt ervoor dat de waterstanden te lang hoog blijven en geeft een minder goed resultaat



**Figuur B-8** Gemeten waterstand en de berekende waterstand in het gekalibreerd model (oranje lijn) en met verminderde pompcapaciteit (groene en roze lijn) in vier hoogwaterperiodes

### 5. Conclusie Bonte Kriel

Met het gekalibreerde model berekent de Waterplanner nog steeds enkele knelpunten. Wanneer we echter rekenen met de actuele peilen (zomer 5 cm en winter 3 cm lager dan peilbesluitpeil), zijn er geen knelpunten meer, ook wanneer rekening wordt gehouden met extra aanvoer en kwel (pompcapaciteit 0,062 m<sup>3</sup>/s).

Het systeem is blijkbaar gevoelig voor een paar centimeter peilverschil. Om het robuuster te maken is het van belang de extra inlaat tijdens afvoerperiodes te verminderen.



**Figuur B-9** Geen knelpunten (geen rode vlekken) berekend me de waterplanner bij praktijkpeilen

## Hellegatspolder

### 6. Inleiding Hellegatspolder

De Hellegatspolder is aan de hand van de waterplanner getoetst aan de normen voor wateroverlast. Dit gebeurt in principe voor elke polder van Rijnland. De toetsing resulteert in een knelpuntenkaart met rode vlekken waar het gebied niet voldoet aan de norm. De knelpuntenkaart van de Hellegatspolder kent verschillende rode vlekken.

De polder is verdeeld in drie peilvakken. Twee stuwen en een gemaal regelen de waterstand in de drie peilvakken. Peilvak 1 (het meest zuidelijke en benedenstroomse peilvak) heeft vrijwel geen knelpunten, peilvak 3 (noordelijk en bovenstrooms) heeft geen knelpunten. In peilvak 2 is een zone met berekende knelpunten.

Om de werkelijke knelpunten beter in beeld te krijgen en om meer grip te krijgen op welke knelpunten daadwerkelijk opgelost zouden moeten worden, is het model geanalyseerd en gekalibreerd. Het doel is het neerslag-afvoergedrag van de polder goed te schematiseren, zodat voldoende vertrouwen ontstaat in de knelpuntenkaart.

### 7. Analyse Hellegatspolder

#### Waterplanner

De werking van het watersysteem is in de waterplanner geschematiseerd met de parameters zoals gegeven in Tabel B-6.

Hierbij is de initiële grondwaterstand in de winter 25% van de drooglegging boven winterpeil, in de zomer is de initiële grondwaterstand 25 % van de drooglegging onder zomerpeil. De gemiddelde maaiveldhoogte per peilvak is de 50% maaiveldhoogte.

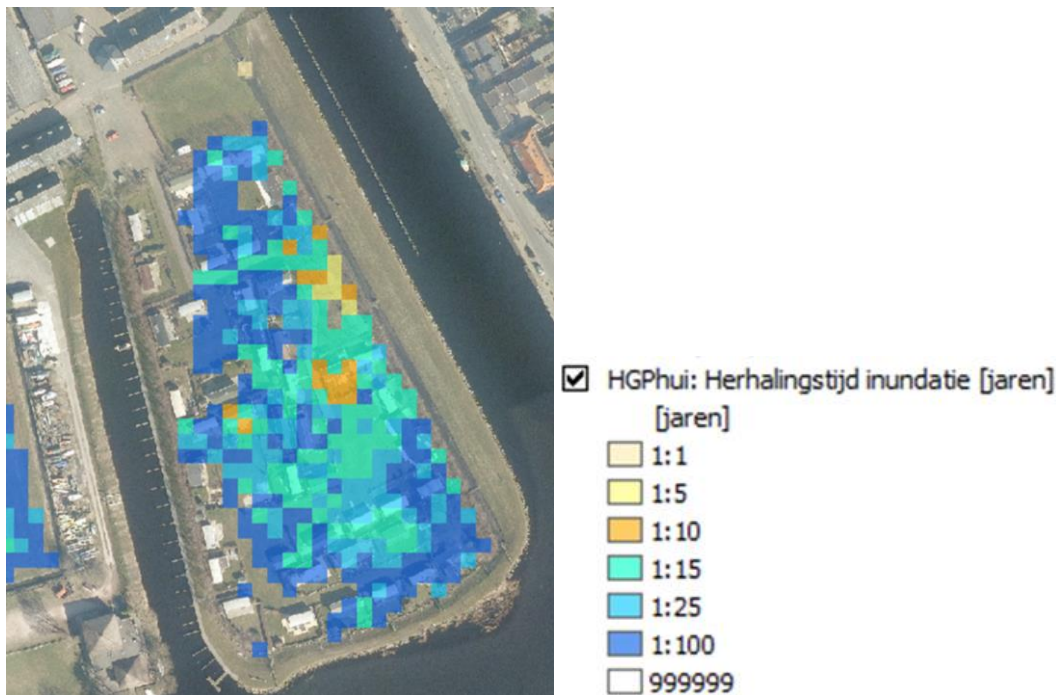
**Tabel B-6 Basisparameters waterplanner voor de Hellegatspolder**

		peilvak 1	peilvak 2	peilvak 3
initiële grondwaterstand winter	[m-mv]	0,57	0,495	0,465
initiële grondwaterstand winter	[m-mv]	0,775	0,7	0,7
berging op maaiveld	[mm]	5	5	5
infiltratiecapaciteit	[mm/uur]	2,8	2,8	2,8
bodemweerstand laag 1	[dag]	67,831	46,589	39,2
bodemweerstand laag 2	[dag]	67,831	46,589	39,2
kwel/wegzijing	[mm/dag]	0,028	0,042	0,091
maaiveldhoogte	[NAP+m]	-1,53	-1,57	-1,47

Dit resulteert in de knelpunten zoals getoond in Figuur B-10. In peilvak 3 zijn er geen knelpunten. In peilvak 2 zijn er wel falende pixels. Deze liggen alle langs een secundaire weg. De pixels falen omdat ze getoetst zijn op landgebruik ‘secundaire weg’ terwijl ze in werkelijk in grasland naast de weg liggen. Bij T10, de herhalingsstijd voor grasland, falen deze pixels niet. Dit zijn daarom geen werkelijke knelpunten. Ook de falende pixel tussen de snelweg en het spoor is onterecht getoetst op ‘secundaire weg’; in werkelijkheid ligt de pixel in de bosschages en faalt deze niet. Ook hier is dus geen knelpunt. In peilvak 1 falen twee pixels op de camping, omdat deze als gebouw zijn geclassificeerd. De rest van de camping is geklassificeerd als grasland en faalt daarom niet. Er vinden hier wel inundaties plaats bij herhalingsstijden vanaf eens per 10 jaar (zie Figuur B-11). Doordat de camping in de praktijk een onderbemaling is, treden deze knelpunten niet op.



**Figuur B-10 Knelpuntenkaart Hellegatspolder uit waterplanner met basisinstellingen**



Figuur B-11 Inundaties camping in waterplanner met basisinstellingen

## Watersysteem

Werking watersysteem op basis van gebiedskennis en interpretatie maaiveldhoogte, metingen en bodemkaart:

- In de winterperiode staat het grondwater dicht aan maaiveld en staan er plassen op het land.
- De grondsoorten in het gebied zijn geclassificeerd als veengronden met kleidek. Dit betekent dat de bodems een relatief lage infiltratiecapaciteit en hoge weerstand hebben.
- De maaiveldhoogte is relatief uniform.
- De drooglegging in de hele polder uniform en grotendeels tussen 40 en 60 cm. In peilvak 3 liggen hogere gronden waar de drooglegging tussen 60 en 80 cm zit. Mogelijk dat ook hier het praktijkpeil zomers hoger is dan het peilbesluitpeil, waarmee de drooglegging kleiner zou worden.
- De peilvakken in de Hellegatspolder zijn van elkaar gescheiden door stuwen. In peilvak 1 liggen onder de snelweg en het spoor twee duikers dwars op de stroomrichting. Richting gemaal liggen er nog twee duikers in de hoofdwatergang. Deze kunnen hydraulische knelpunten vormen.
- De waterstandsmetingen in peilvak 1 laten weinig waterstandstijgingen zien. In de andere peilvakken is geen continue meting beschikbaar.

## 8. Kalibratie Hellegatspolder

### Aanpak

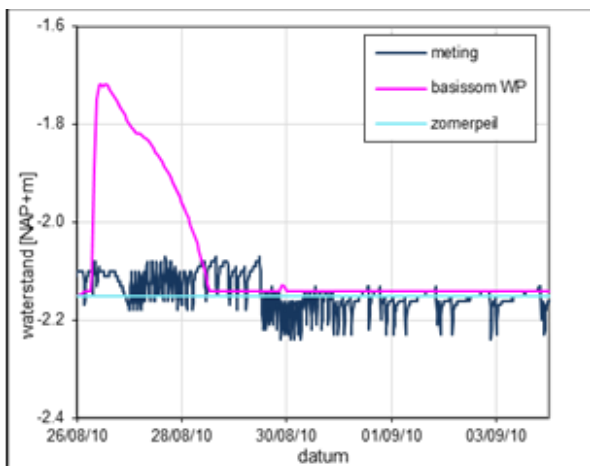
Er is een verschil tussen de gemeten waterstanden en de berekende waterstand in de basissom met waterplanner-parameters. Het Sobek neerslag-afvoermodel wordt gekalibreerd om dit verschil te minimaliseren.

Met het neerslag-afvoermodel uit de waterplanner is een aantal hoogwater gebeurtenissen in zowel zomer als winterperioden doorgerekend. Voor deze periodes is het simulatieresultaat vergeleken met de gemeten waterstanden in peilvak 1. Het peil in peilvak 1 komt overeen met het peilbesluitpeil. In peilvakken 2 en 3 wordt het peil niet gelogd maar incidenteel afgelezen. Op basis hiervan is niet te zien of de peilbesluitpeilen worden gehandhaafd. Op het simulatieresultaat en de gemeten waterstanden van peilvak 1 worden mogelijke verbeteringen gedefinieerd die vervolgens in een aantal kalibratiestappen onderzocht zijn.

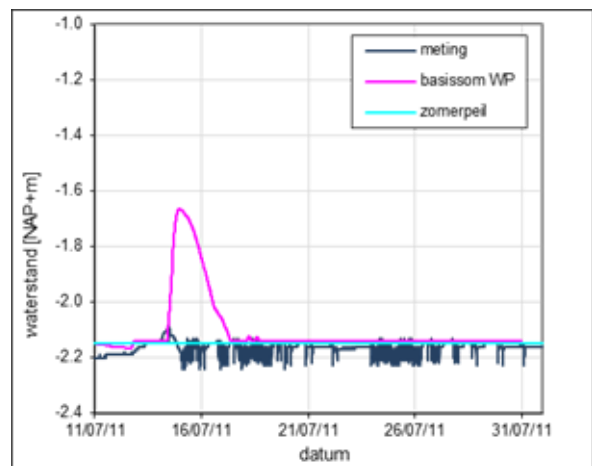
**Prestatie basismodel**

Figuur B-14 toont de gemeten en berekende waterstanden in de basissom voor vier perioden. Dit zijn de hoogwaterperioden zoals geselecteerd voor polder de Bonte Kriel. De figuur linksboven toont het resultaat voor augustus 2010. Er viel ruim 60 mm neerslag op 26 augustus 2010. De berekende waterstand reageert daar sterk op, in tegenstelling tot de meting. De gemeten waterstand stijgt nauwelijks, er lijkt in de periode tot 29 augustus een minimale stijging in de waterstand. Voorafgaand aan deze gebeurtenis is voorgemalen, waardoor de gemeten waterstandstijging beperkt zou zijn. Maarde meting laat helemaal geen stijging zien en dat is vreemd gezien het volume neerslag dat is gevallen. In de berekening komt dit volume wel tot afvoer.

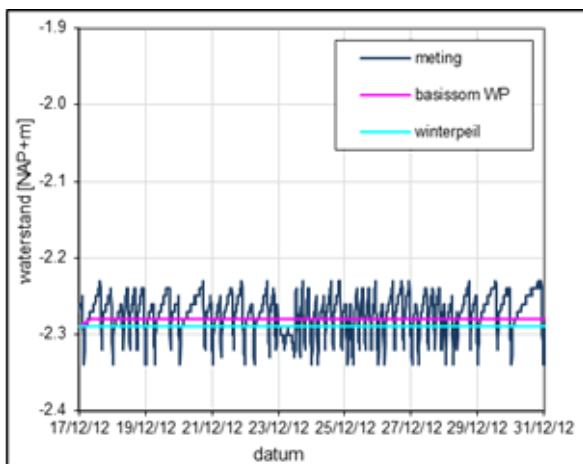
De grafiek rechtsboven toont de gemeten en de berekende waterstanden in de basissom voor een neerslaggebeurtenis in juli 2011. De berekende waterstand stijgt te snel en te ver in verhouding tot de meting. De gemeten waterstand heeft een zeer kleine piek op 14 juli 2011. De berekende hoogwaterpiek piekt een dag later en is te hoog. Ook hier is een aanzienlijke waterstandstijging berekend, maar vrijwel niet gemeten. Hetzelfde geldt voor oktober 2013 (figuur rechtsonder). De berekende waterstand laat twee pieken zien, deze zijn niet zichtbaar in de gemeten waterstand. Er is wel een verhoging van de waterstand gemeten in de periode van 12 t/m 14 oktober. De berekende hoogwaterpieken houden langer aan en zijn een stuk hoger. In december 2012 (linksonder) laten zowel de meting als het model geen waterstandstijging zien. De totale neerslagsom in deze periode is het laagste van alle vier de sommen (27 mm) en is blijkbaar goed op te vangen (in bodemberging en afvoer).



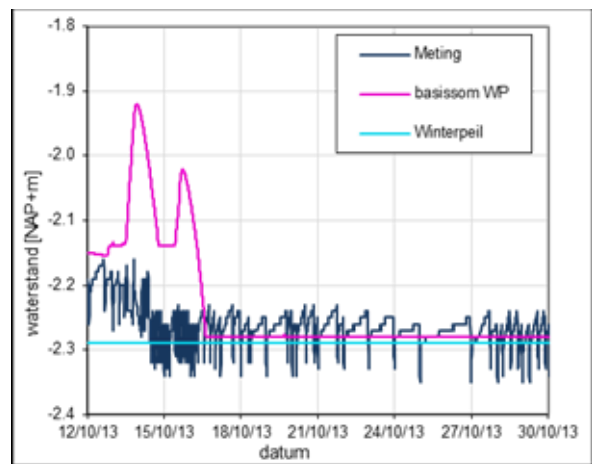
augustus 2010



juli 2011



december 2012



oktober 2013

**Figuur B-14** Gemeten waterstand en de berekende waterstand in vier hoogwaterperiodes, basissom Hellegatspolder

## **Kalibratiepunten**

### Drainageparameters

Door drainageweerstand aan te passen kan de berging in de bodem en de snelheid waarmee deze leegloopt worden aangepast. De basis-drainageweerstanden zijn gedefinieerd zoals in Tabel B-6.

Daarnaast is er voor de oppervlakkige afstroming (W0) een weerstand van 1 dag ingesteld, en voor de diepere bodem (W3) 500 dagen.

De grondsoort (klei op veen) in dit gebied is in alle drie de peilvakken gelijk. Het effect van aangepaste weerstanden is onderzocht, daarbij is voor alle peilvakken dezelfde weerstand aangenomen.

### Infiltratiecapaciteit

De infiltratiecapaciteit is vastgesteld op 2,8 mm/uur. Gezien het feit dat we tijdens geen enkele neerslaggebeurtenis een stijging van de waterstand meten, verwachten we dat neerslag goed in staat is om in de bodem te infiltreren. De huidige infiltratiecapaciteit is wellicht te laag ingeschat. We onderzoeken het effect van een hogere infiltratiecapaciteiten.

### Stuwen

Doordat de waterstandsmetingen vrijwel nooit hogere waterstanden laten zien, hebben we het vermoeden dat niet alle neerslag vlot tot afvoer komt. Dit kan veroorzaakt worden doordat water in de bovenstroomse peilvakken (peilvak 2 en 3) achter de stuwen wordt vastgehouden. We onderzoeken het effect van een 20 cm hogere stuwstand, en een extreem scenario waarin geen afvoer van peilvak 2 naar peilvak 1 plaatsvindt.

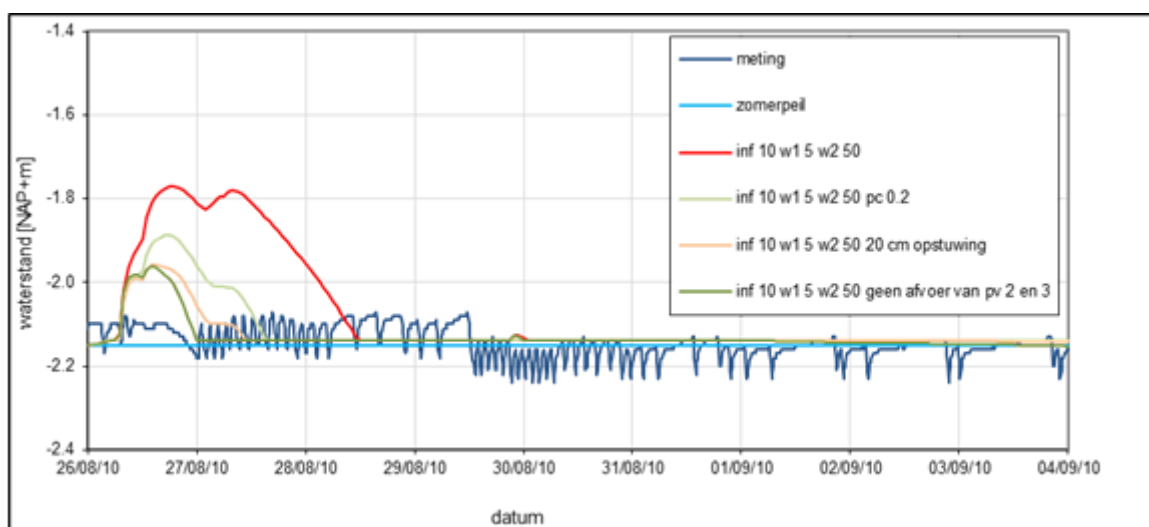
### Pompcapaciteit

De capaciteit van het gemaal zoals in de legger opgenomen is 0,141 m<sup>3</sup>/s. Het feit dat de waterstanden in de meting niet stijgen, lijkt te wijzen op een hogere gemaalcapaciteit. We onderzoeken het effect van een hogere pompcapaciteit op de berekende waterstanden.

## **9. Resultaat kalibratie Hellegatspolder**

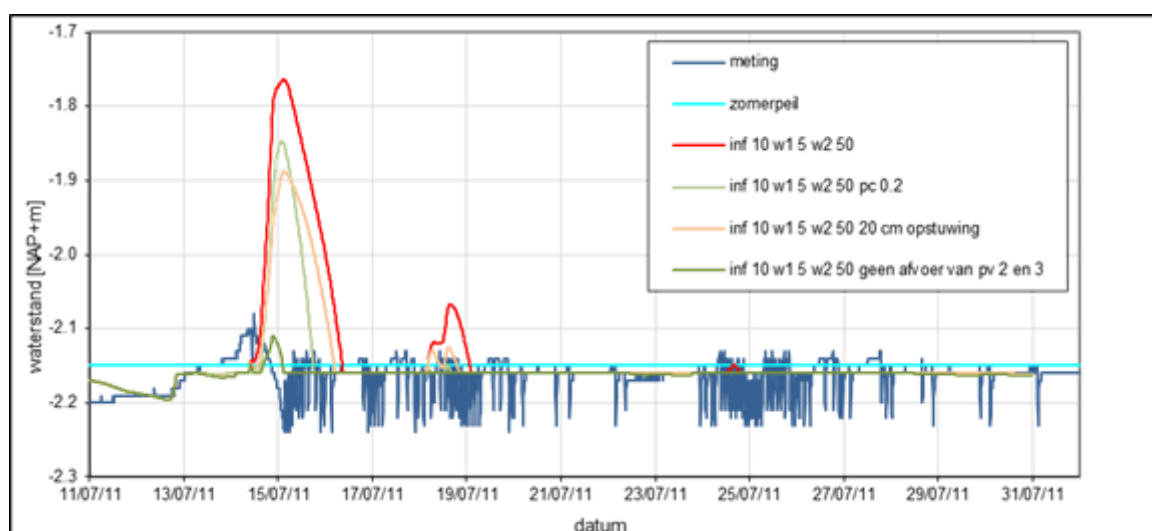
In dit hoofdstuk zijn de resultaten van het gekalibreerde model besproken. Verschillende scenario's met verschillende bodemweerstand en infiltratiecapaciteiten zijn doorberekend. Hieruit blijkt dat het model met een infiltratiecapaciteit van 10 mm/dag en een bodemweerstand van 5 dagen voor laag 1 en 50 dagen voor laag 2 de beste fit geeft (alle peilvakken hebben de zelfde bodemweerstand en infiltratiecapaciteit gekregen). Figuur B-15 tot en met Figuur B-18 tonen de resultaten van het gekalibreerde model. Daarnaast hebben we gekeken wat het effect is van het verhogen van de stuwhoogte met 20 cm en het voorkomen van afvoer van peilvak 2 naar peilvak 1. Ook dit is opgenomen in de figuren.

In augustus 2010 geeft het gekalibreerde model nog steeds een te sterke stijging van de waterstand. Het verhogen van de stuwstand geeft een verbetering, maar nog steeds zien we een te sterke stijging van de waterstand. Zelf in het theoretische scenario waarbij er totaal geen afvoer is vanuit peilvak 2, is er een te sterke stijging. Dit betekent dat de directe neerslag op peilvak 1 in het model niet voldoende in de bodem geborgen kan worden, dat fikse waterstandstijgingen optreden in peilvak 1 die door een (hydraulisch) knelpunt het gemaal niet bereiken, of dat er meer afvoercapaciteit is dan bekend.



**Figuur B-15** Gemeten waterstand en de berekende waterstand in vier hoogwaterperiodes, gekalibreerd model Hellegatspolder, augustus 2010

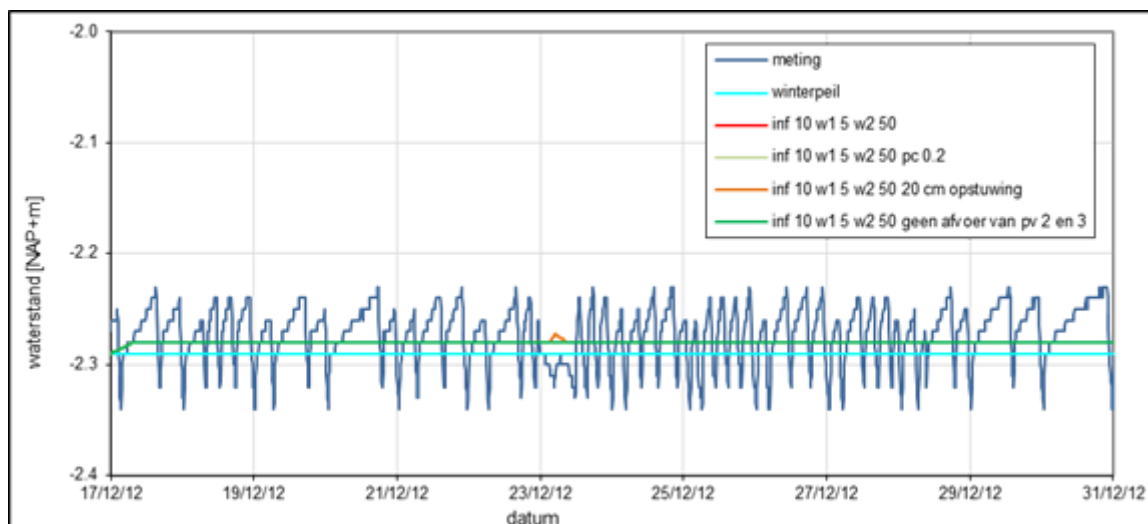
Figuur B-16 toont de gemeten en de in het gekalibreerde model berekende waterstanden in peilvak 1 voor juli 2011. Het gekalibreerde model toont nog een te sterke stijging van de waterstand. Het verhogen van de stuwstand geeft een kleine verbetering. Het modelresultaat komt alleen bij de meting in de buurt als we aannemen dat er geen afvoer is vanaf peilvak 2 richting peilvak 1.



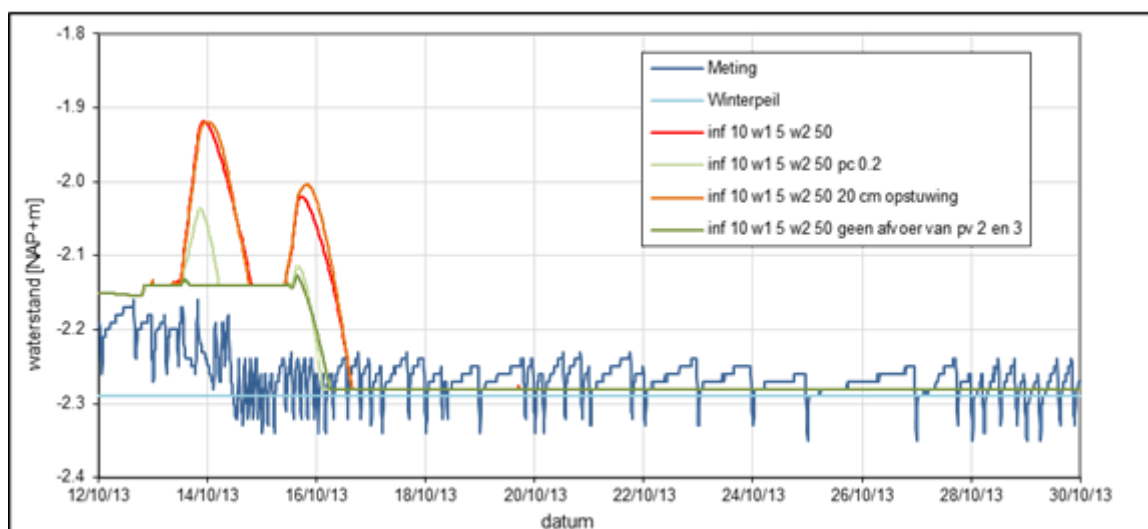
**Figuur B-16** Gemeten waterstand en de berekende waterstand in vier hoogwaterperiodes, gekalibreerd model Hellegatspolder, augustus juli 2011

Figuur B-17 toont de gemeten en de berekende waterstanden in peilvak 1 van het gekalibreerde model voor december 2012. De gemeten waterstand in deze periode laat geen stijging van de waterstand zien in deze periode. Het gekalibreerde model geeft ook geen stijging van de waterstand.

Figuur B-18 toont de gemeten en de berekende waterstanden in peilvak 1 van het gekalibreerde model voor oktober 2013. Het gekalibreerde model geeft nog steeds een te sterke stijging van de waterstand die te lang aanhoudt. Zelfs wanneer de afvoer vanuit peilvak 2 wordt verwaarloosd zien we een te sterke stijging van de waterstand. Dit betekent dat de directe neerslag op peilvak 1 in het model niet voldoende in de bodem geborgen kan worden, dat fikse waterstandstijgingen optreden in peilvak 1 die door een (hydraulisch) knelpunt he gemaal niet bereiken, of dat er meer afvoercapaciteit is dan bekend.



**Figuur B-17** Gemeten waterstand en de berekende waterstand in vier hoogwaterperiodes, gekalibreerd model Hellegatspolder, december 2012



**Figuur B-18** Gemeten waterstand en de berekende waterstand in vier hoogwaterperiodes, gekalibreerd model Hellegatspolder, oktober 2013

Naast deze kalibratieslagen is de pompcapaciteit verhoogd naar  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  (initiële pompcapaciteit bedraagt  $0.141 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Dit levert duidelijk betere resultaten voor augustus 2010 en oktober 2013, waar de berekende waterstanden fors te hoog zijn. De pompcapaciteit zou nog verder verhoogd moeten worden om de waterstanden op de metingen te krijgen. Dit lijkt niet reëel.

## 10. Conclusie Hellegatspolder

In het gekalibreerde model zijn de volgende parameters aangepast:

- De infiltratiecapaciteit is verhoogd en vastgesteld op 10 mm per dag.
- De bodemweerstand is verlaagd naar 5 dagen voor de eerste laag en 50 dagen voor de tweede laag.

Dit resulteert niet voor alle perioden in een betere fit van de gemeten en berekende peilstijgingen.

Het gekalibreerde model berekent nog steeds een te hoge afvoerpiek. Het verhogen van de stuwhoogtes met 20 cm waarmee water wordt vastgehouden bovenstrooms, geeft een verbetering van de modelprestatie. Het is echter niet de gehele oplossing. Het verder ophogen van de stuwen (bovenop de 20 cm) geeft nog steeds niet de waterstanden zoals gemeten. Bovendien zou de hoeveelheid water die dan wordt vastgehouden niet geborgen kunnen worden in peilvak 2 en 3 zonder dat hier

wateroverlast optreedt, dit lijkt in de praktijk niet te gebeuren. Er is een theoretisch scenario doorgerekend waarbij we er vanuit gaan dat er geen afvoer vanuit peilvak 2 richting peilvak 1 is. Al het water wordt bovenstrooms vastgehouden. Ook in dit scenario is de berekende waterstand hoger dan de gemeten waterstand. Dit betekent dat de bodem de directe neerslag op peilvak 1 niet kan bergen en een deel van de neerslag in het openwater word geborgen.

We zien de volgende mogelijkheden die onderzocht moeten worden alvorens het model verder gekalibreerd kan worden:

- De gemaalcapaciteit: op dit moment staat deze ingesteld op  $0.141 \text{ m}^3/\text{s}$ . Het verhogen van de gemaalcapaciteit naar  $0.2 \text{ m}^3/\text{s}$  geeft een duidelijk beter resultaat in het model. Het nog verder verhogen van de gemaalcapaciteit zou nog beter resultaten geven. Voor het vervolg van deze studie is het van belang te controleren of de werkelijke gemaalcapaciteit gelijk is aan  $0.141 \text{ m}^3/\text{s}$ .
- Eventueel andere bergings- of afvoermogelijkheden.

We kunnen wel concluderen dat zonder een grotere afvoercapaciteit de gemeten minimale peilstijgingen bij het gemaal niet op zouden treden. Ook levert deze analyse het sterke vermoeden dat er hydraulische knelpunten zijn in de polder. Hierdoor wordt bovenstrooms in de peilvakken 2 en 3 maar ook in peilvak 1 water vastgehouden. De waterstandsmeting bij het gemaal is dan ook zeer waarschijnlijk niet representatief voor het gehele peilvak.

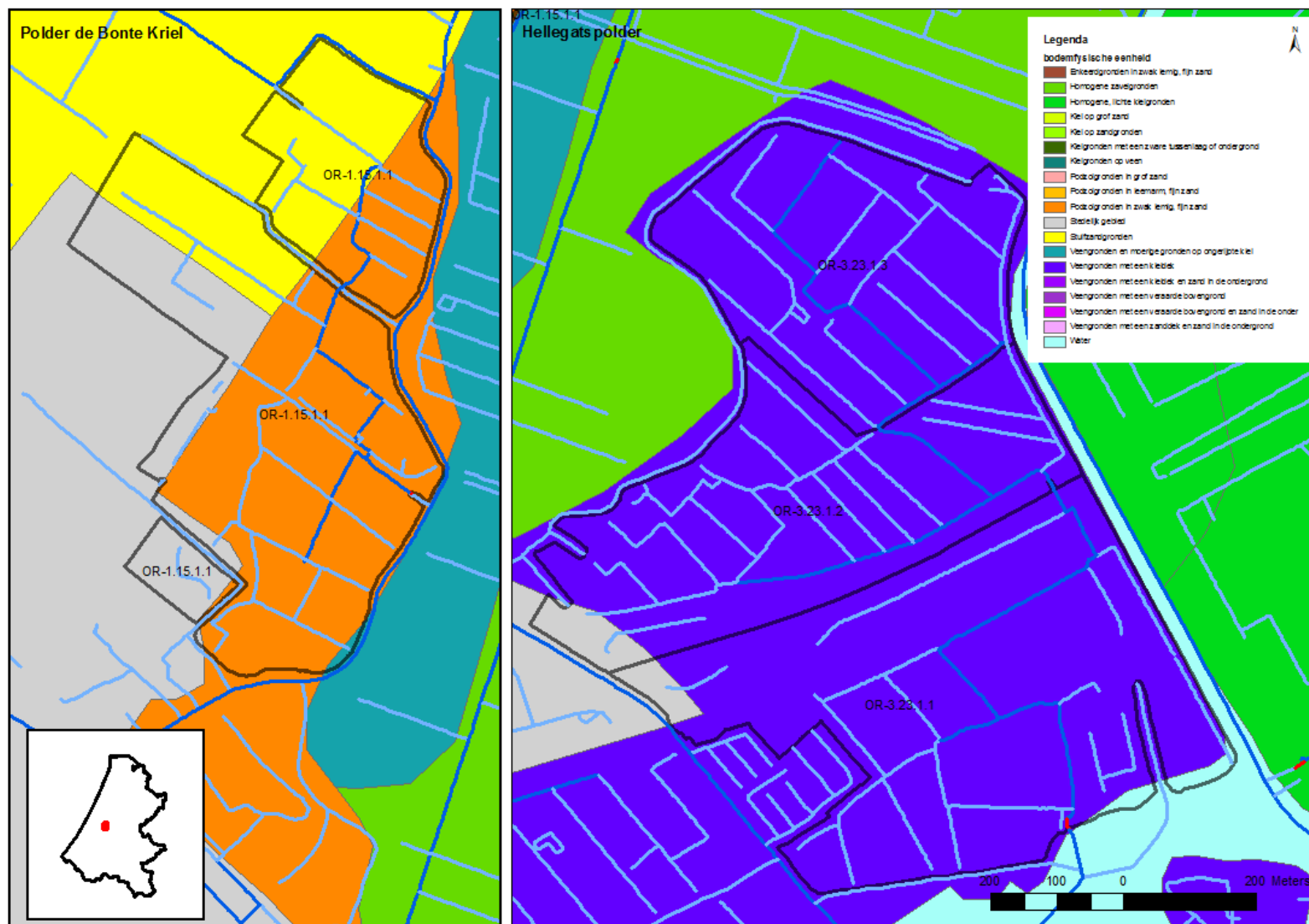
Zelfs met de berekende waterstandstijgingen die zich in werkelijkheid niet voordoen of die veel minder groot zijn, berekenen we geen knelpunten voor wateroverlast. Dit betekent dat in de polder geen knelpunten voor wateroverlast optreden.

## **Bijlage 5 Kaarten**

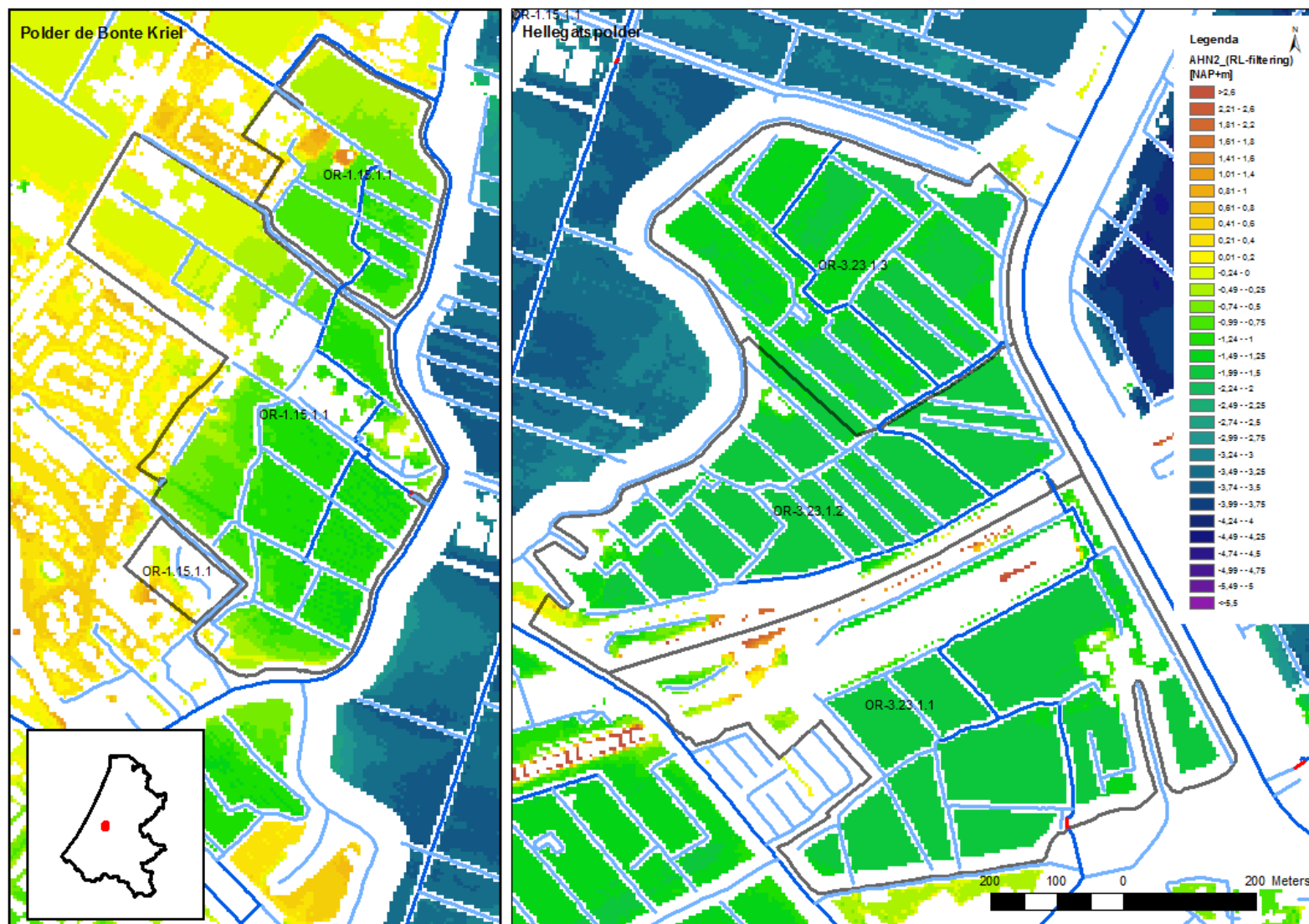
- a. Bodemtype
- b. Maaiveldhoogte
- c. Landgebruik
- d. Watersysteem
- e. Knelpunten
- f. Maatregelen
- g. Peilvoorstel
- h. Drooglegging bij peilvoorstel



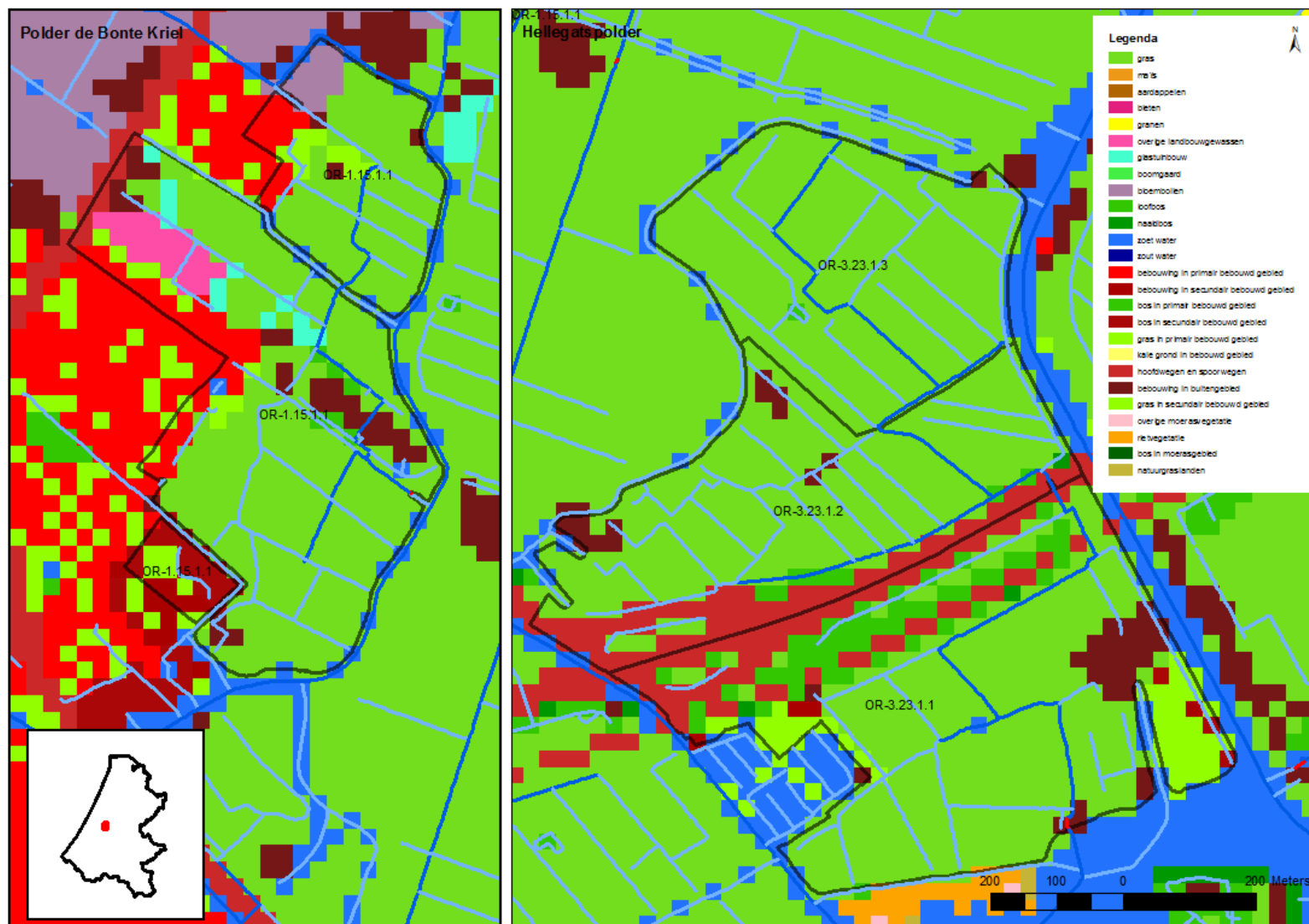
Kaart a Bodemtype



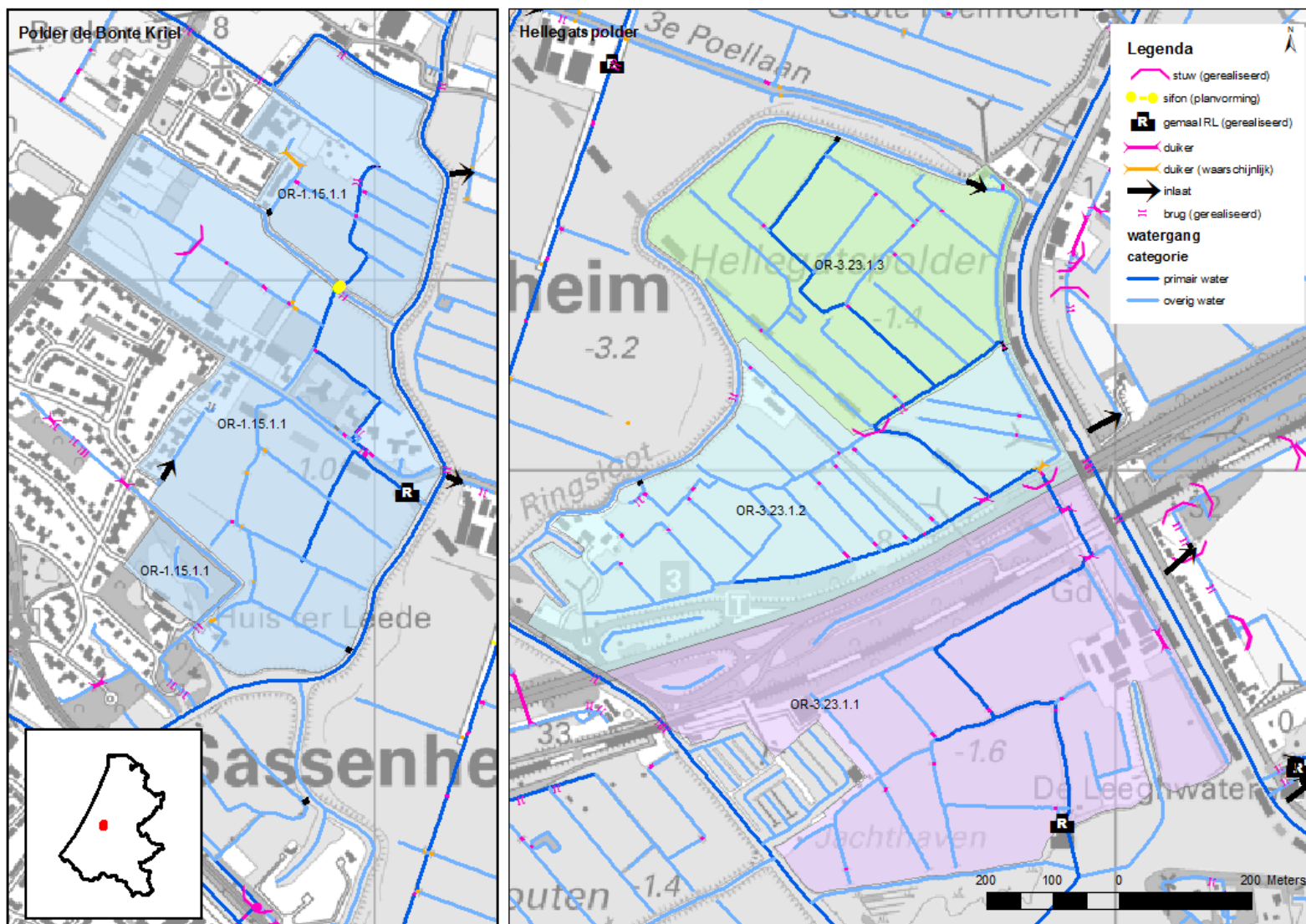
Kaart b Maaiveldhoogte



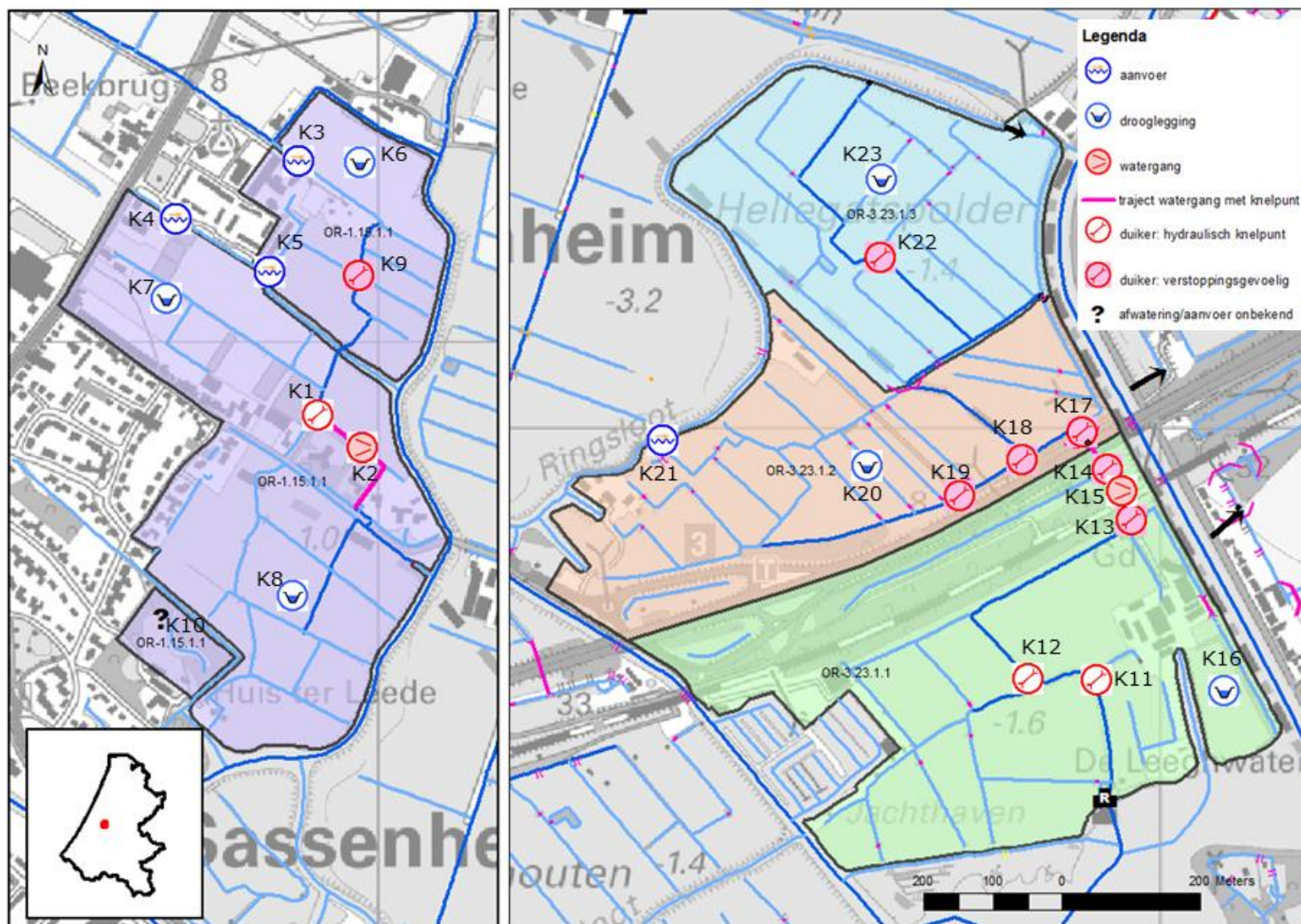
Kaart c Landgebruik



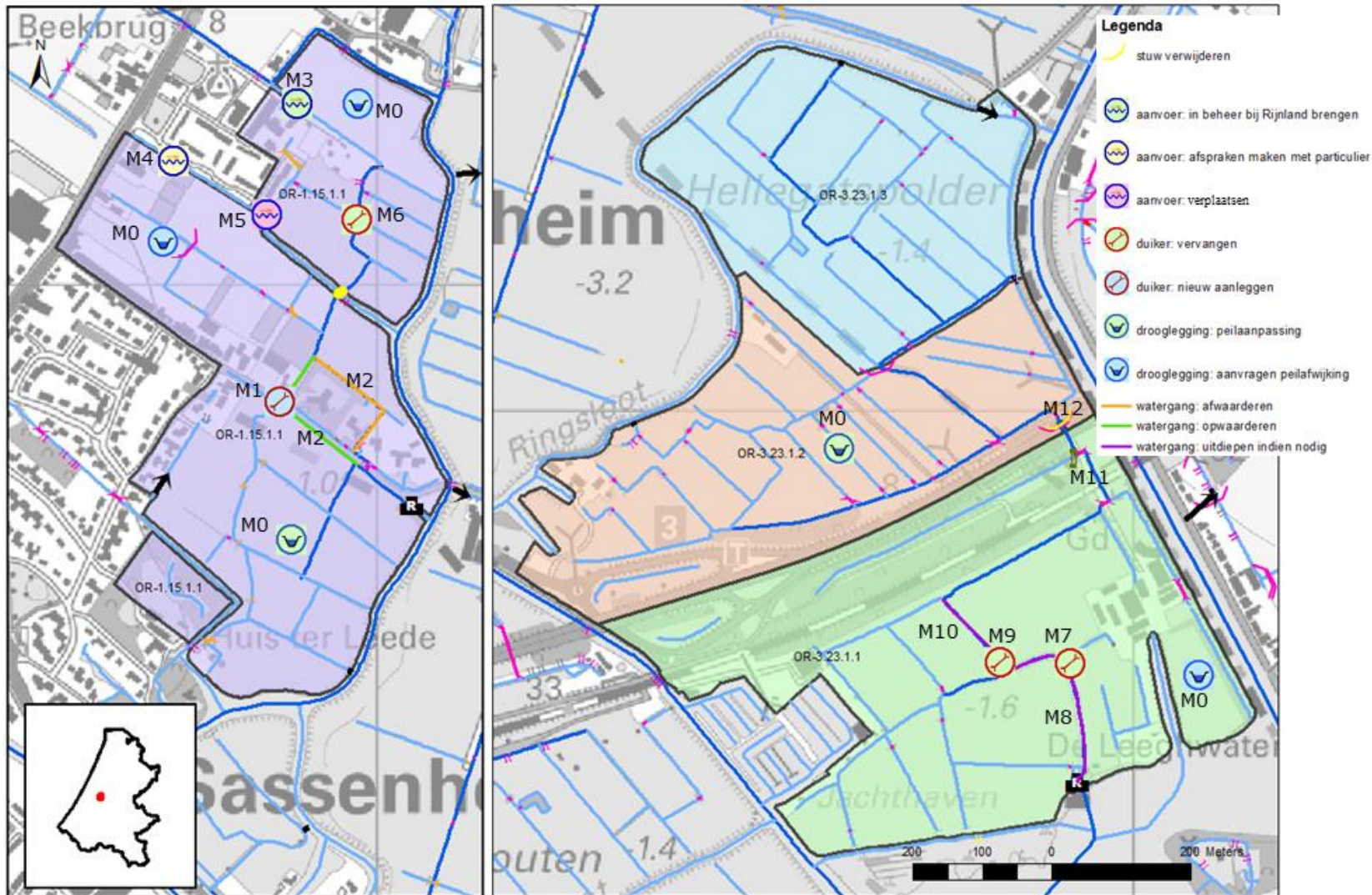
Kaart d Watersysteem



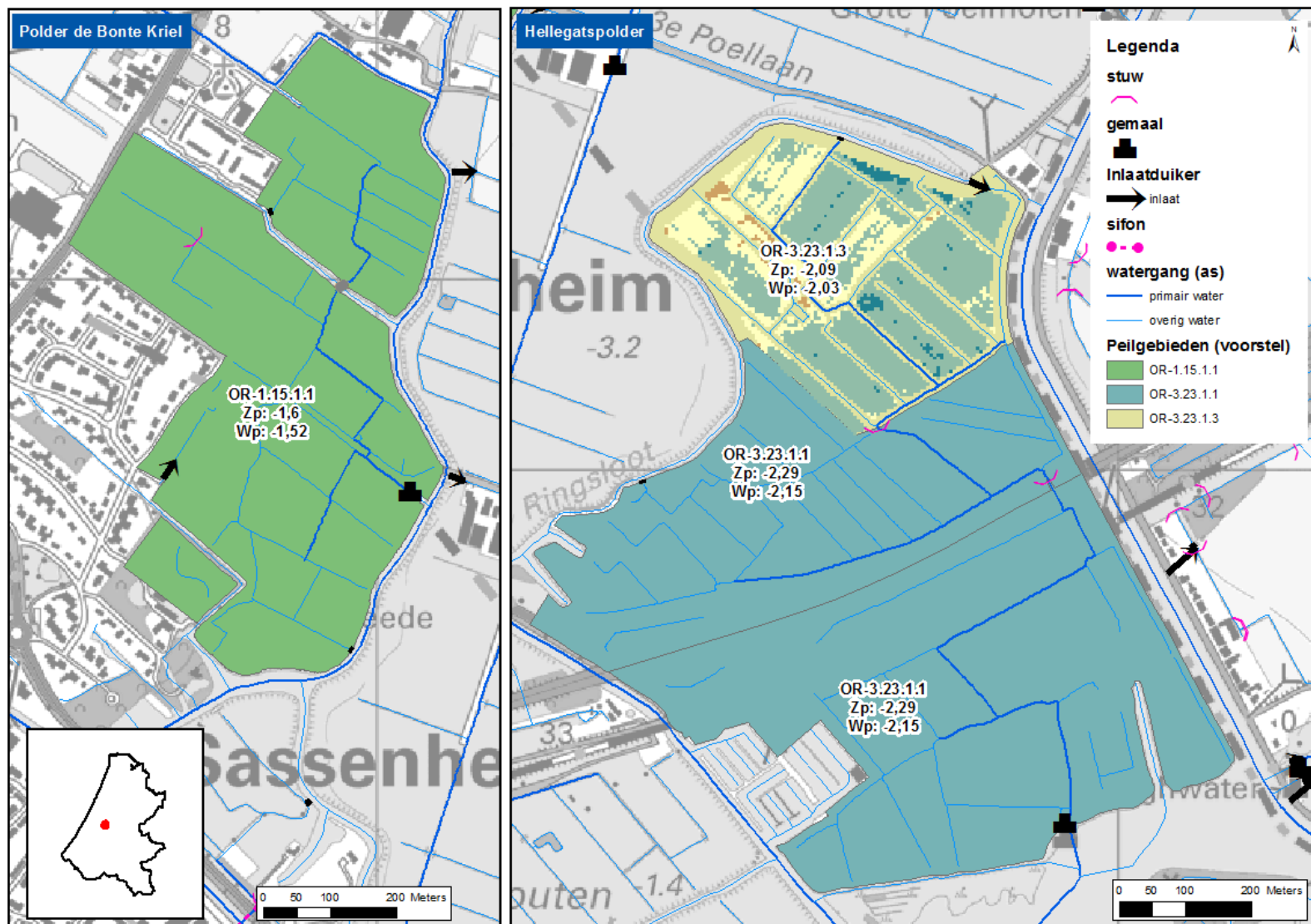
Kaart e Knelpunten



Kaart f Maatregelen



Kaart g Peilvoorstel



Kaart h Drooglegging bij peilvoorstel

