

Grondwaterstanden Zuidlob Flevoland

Onderzoek naar het voorkomen van hoge grondwaterstanden

Definitief

Waterschap Zuiderzeeland
Postbus 229
8200 AE LELYSTAD
contactpersoon: Frederik Stoppelenburg

Grontmij Nederland B.V.
Arnhem, 6 januari 2015

Verantwoording

Titel : Grondwaterstanden Zuidlob Flevoland
Subtitel : Onderzoek naar het voorkomen van hoge grondwaterstanden
Projectnummer : 338859
Referentienummer : GM-0150746
Datum : 6 januari 2015

Auteur(s) : ir. P.E. Dik, drs. ing. L. Borst

E-mail adres : pim.dik@grontmij.nl

Gecontroleerd door : ir. P.E. Dik

Paraaf gecontroleerd :

Goedgekeurd door : ir. A.J. Hekman

Paraaf goedgekeurd :

Contact : Grontmij Nederland B.V.
Velperweg 26
6824 BJ Arnhem
Postbus 485
6800 AL Arnhem
T +31 88 811 66 00
F +31 26 445 92 81
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	INLEIDING	5
1.1	AANLEIDING	5
1.2	DOELSTELLING	5
1.3	AANPAK.....	5
1.4	AFBAKENING	6
2	GEBIEDSBESCHRIJVING.....	7
2.1	MAAIVELD	7
2.1.1	<i>Maaiveld daling</i>	7
2.1.2	<i>Huidig maaiveldniveau</i>	8
2.2	LANDGEBRUIK	8
2.3	BODEMOPBOUW	8
2.3.1	<i>Diepe regionale bodemopbouw</i>	8
2.3.2	<i>Holocene deklaag</i>	10
2.3.3	<i>Kleischeuren</i>	12
2.4	OPPERVLAKTEWATER.....	13
2.4.1	<i>Peilen</i>	13
2.4.2	<i>Drooglegging</i>	14
2.5	GRONDWATERSTANDEN.....	15
2.5.1	<i>Metingen</i>	15
2.5.2	<i>Ontwateringsdiepte in huidige situatie</i>	16
2.6	GRONDWATERSTROMING.....	18
2.6.1	<i>Ondiepe grondwaterstroming</i>	18
2.6.2	<i>Isohypsens</i>	18
2.6.3	<i>Kwel en wegzijging</i>	19
2.7	SAMENVATTENDE BESCHRIJVING WERKING WATERSYSTEEM IN DE ZUIDLOB	20
3	ANALYSE OORZAKEN HOGE GRONDWATER-STANDEN	21
3.1	MOGELIJKE OORZAKEN	21
3.2	VERANDERINGEN STIJGHOOGTEN IN DE TIJD: TIJDREEKSANALYSE	21
3.2.1	<i>Stille Kern</i>	22
3.2.2	<i>Hulkesteinse Bos</i>	23
3.2.3	<i>Buitengebied</i>	23
3.2.4	<i>Conclusie</i>	23
3.3	EFFECTEN VAN NIEUWE WATERGANGEN EN PEILEN: AZURE-MODEL.....	23
3.3.1	<i>Stille Kern: aanpassing peilen</i>	23
3.3.2	<i>Stille Kern: aanleg waterpartijen</i>	25
3.3.3	<i>Hulkesteinse Bos: peilwijzigingen</i>	27
3.4	BODEMDALING EN GRONDWATERSTANDEN TEN OPZICHTE VAN MAAIVELD	28
3.5	VERANDERINGEN IN DE GRONDWATERONTTREKKING VOOR DRINKWATERWINNINGEN	29
3.6	AFNAME WERKING ONTWERPINGSMIDDELEN.....	30
3.7	VERANDERING JAARLIJKE NEERSLAGHOEVEELHEDEN	30
3.8	STAGNATIE OP PLOEGZOO EN LOKALE VERSCHILLEN IN BODEMOPBOUW	30
3.9	BEPERKTE DROOGLEGGING	30
3.10	BAGGERWERKZAAMHEDEN RANDMEREN	31
4	SAMENVATTING EN CONCLUSIES	32

4.1	WERKING GRONDWATERSYSTEEM.....	32
4.2	CONCLUSIES	33
5	REFERENTIELIJST	34

Geen inhoudsopgavegegevens gevonden.

Bijlage 1 Maaiveldhoogte en bodemopbouw
Bijlage 2 Bodemdaling
Bijlage 3 Grondwaterstanden en bodemdaling
Bijlage 4 Tijdreeksanalyse
Bijlage 5 Veldbezoek 11 november 2014

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In de maanden maart en april van 2014 heeft het waterschap keukentafelgesprekken gevoerd met agrariërs in zuidelijk Flevoland. De hevige neerslag in oktober 2013 en de wateroverlast die op een aantal plekken is ervaren, vormde de aanleiding voor deze gesprekken.

In de gesprekken zijn diverse vragen besproken en knelpunten benoemd. Voor het gebied van de Zuidlob is uit de gesprekken de volgende hoofdlijn te halen: het gebied is onderhevig aan “slijtage”. Door ongelijke bodemdaling functioneren kavelsloten niet optimaal. Verder is de drainage verouderd en op diverse kavels aan vervanging toe. Herprofilering van kavelsloten of vernieuwing van de drainage heeft in een aantal gevallen tot positieve resultaten geleid. Specifiek voor de Zuidlob wordt een toename van de kweldruk ervaren, met als gevolg hoge grondwaterstanden. Dit wordt toegeschreven aan de hogere peilen in de omliggende natuurgebieden.

1.2 Doelstelling

Dit onderzoek heeft als doel te achterhalen wat het effect van de maatregelen in de natuurgebieden is op de hoogte van de grondwaterstanden in de aangrenzende landbouwgebieden.

1.3 Aanpak

Om te achterhalen wat de hoogte van de grondwaterstanden beïnvloedt, is een onderzoek uitgevoerd naar de werking van het grondwatersysteem. Allereerst zijn de bestaande bodemgegevens en grondwaterstanden onderzocht, waarna een analyse van het watersysteem met onder andere het grondwatermodel AZURE is uitgevoerd. In onderstaande figuur is het onderzoeksgebied weergegeven met de door de agrariërs gemelde locaties met hoge grondwaterstanden. (Eén locatie was aangegeven voor de Rassenbeekweg: de exacte locatie is echter niet bekend en daarom niet weergegeven op de kaart).



Figuur 1.1 Onderzoeksgebied met locaties klachten over hoge grondwaterstanden

Sinds 2000 zijn in de natuurgebieden verschillende ingrepen gedaan, die mogelijk invloed hebben op de grondwaterstanden. In het Hulkesteinse Bos zijn in het meest zuidelijke deel nieuwe peilvakken gecreëerd met een meer natuurlijk flexibel peil. In het Horsterwold is de Stille Kern rond 2000 afgekoppeld van het bemalen peilvak van de Hoge Vaart. Het oppervlaktewater is hiermee verhoogd van -5.20 m NAP naar -4.45 m NAP. In 2013 zijn in het noordelijk deel van de Stille Kern nieuwe waterpartijen gegraven. De kosten voor aanleg zijn bekostigd met zandwinning uit diezelfde waterpartijen. De waterpartijen zijn daarna afgedicht met klei. Daarnaast is voortschrijdende (en ongelijke) bodemdaling een belangrijk proces in het gebied. Ook bij niet veranderende streefpeilen leidt dit tot verhoogde grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld.

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van gegevens uit verschillende bronnen, zoals oude rapporten, bodemgegevens en ervaringsgegevens van Zuiderzeeland. De bronnen zijn weergegeven in de referenties (hoofdstuk 2).

Om een indruk te krijgen van de problemen, waarmee de boeren te kampen hebben, is een tweetal bedrijven bezocht. Op de door agrariërs aangewezen structurele natte plekken zijn boringen geplaatst om de opbouw van de ondergrond en indicatief een grondwaterstand vast te stellen. Het verslag van het veldbezoek is opgenomen in bijlage 5.

1.4 Afbakening

Het onderzoek is gebaseerd op beschikbare basisgegevens en instrumentaria (grondwaterstromingsmodel AZURE). Daarnaast is een veldbezoek uitgevoerd, waarbij indicatief boringen zijn gezet.

2 Gebiedsbeschrijving

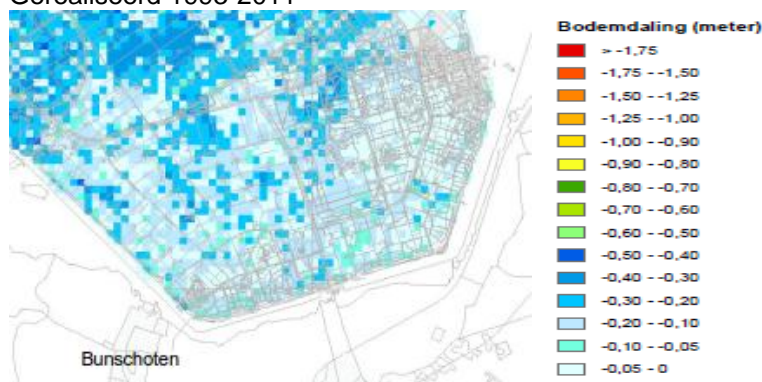
2.1 Maaiveld

2.1.1 Maaiveldddaling

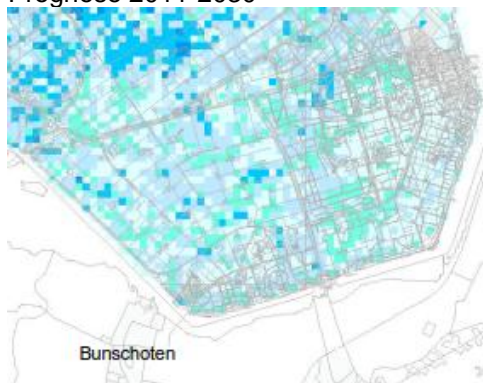
Sinds de drooglegging van Zuidelijk Flevoland in 1968 zijn de kleiige en venige lagen in de bodem ingeklonken door rijping, oxidatie en compactie. De RIJP heeft gedurende lange tijd de bodemdaling gemonitord op verschillende rijpingsterreinen. In bijlage 2 is het verloop van de bodemdaling op deze terreinen weergegeven. Hieruit blijkt dat nabij de randmeren, waar het maaiveld hoger ligt en de deklaag dunner is dan elders in de polder, de zetting minder groot is. De gerealiseerde maaiveldddaling (2009) bedraagt ongeveer 75 cm aan de randen tot 125 cm in de polder. De nog te verwachten maaiveldddaling is weergegeven in Figuur 2.1. In de periode 2011-2030 is voor het centrale deel van de Zuidlob nog circa 10 tot 20 cm bodemdaling te verwachten, dus circa 0,5 tot 1,0 cm per jaar.

De maaiveldniveaus zijn op verschillende momenten en met verschillende methoden gemeten. In 1997 (AHN1) en 2008 (AHN2) zijn deze met laseraltimetrie gemeten. Vooral de AHN1 heeft nogal wat ruis, waardoor de metingen afwijken van de metingen voor die tijd.

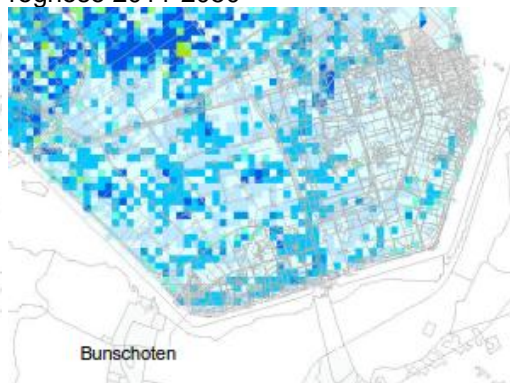
Gerealiseerd 1993-2011



Prognose 2011-2030



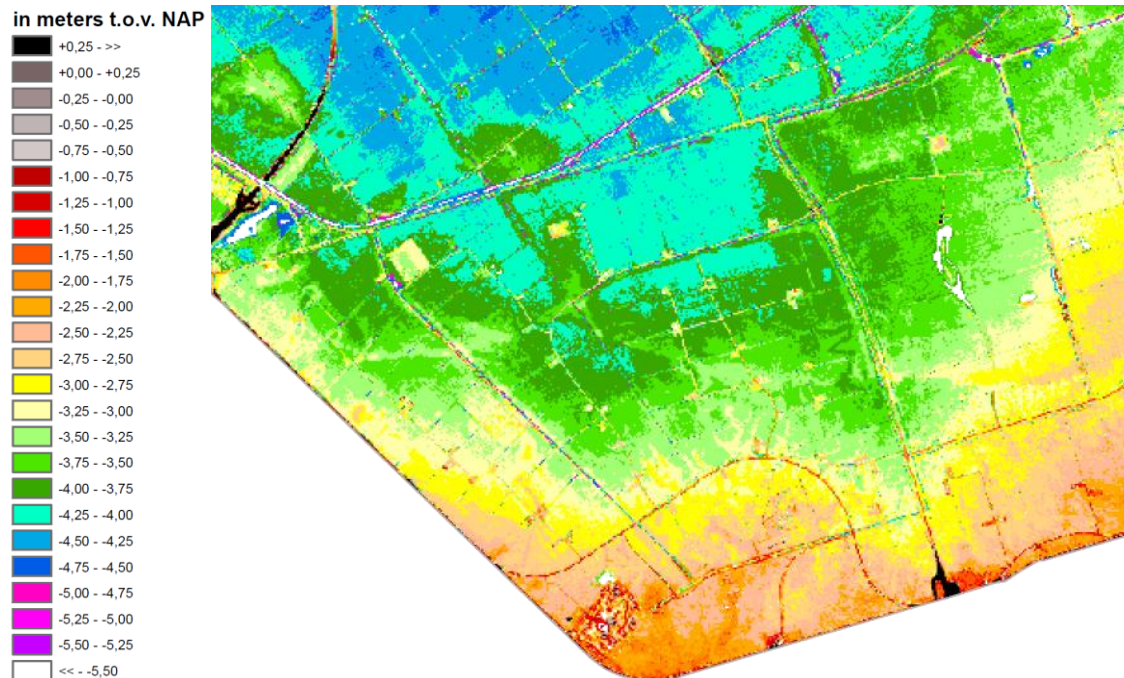
Prognose 2011-2050



Figuur 2.1 Bodemdalingskaart Flevoland: gerealiseerde bodemdaling (2011) en verwachte bodemdaling voor 2030 en 2050 (Grontmij, 2011)

2.1.2 Huidig maaiveldniveau

Het maaiveldniveau verloopt van circa NAP -1,0 m aan de zuidoostzijde onder aan de dijk langs het Nijkerkernauw naar NAP -4,3 m aan de noordwestzijde (Figuur 2.2). Het verloop van het maaiveld vertoont een sterke overeenkomst met de bovenkant van het Pleistocene zand (zie volgende paragraaf). Het verloop van het maaiveld en de opvallende structuren, zoals diepe stroomgeulen, zijn ook in het maaiveldverloop terug te herkennen. Hiermee geeft deze kaart tevens aanwijzingen voor waar verschillen in bodemopbouw verwacht kunnen worden. De figuur is ook weergegeven in bijlage 1.



Figuur 2.2 Maaiveldverloop (bron: AHN2)

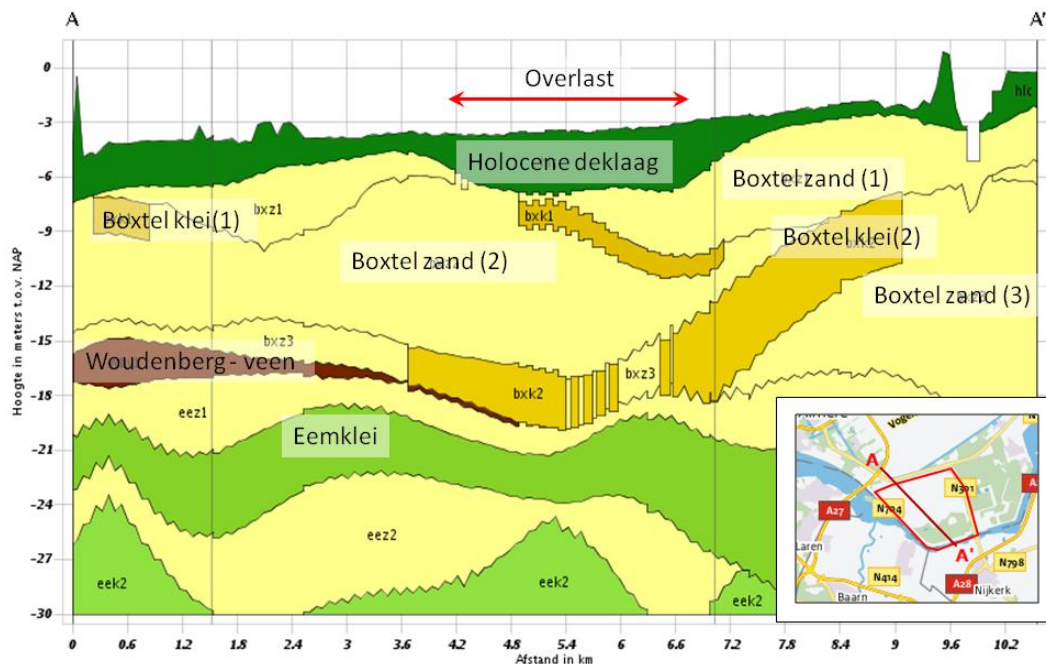
2.2 Landgebruik

Het gebied wordt vooral gebruikt voor agrarische doeleinden (figuur 1.1). In het oostelijke deel heeft het Hulkesteinse Bos natuur als doelgebruik. Ook in het westelijke deel, nabij het Priempad, zijn er enkele kleine gebiedjes die zijn aangewezen als natuur. In het noordoosten van het gebied ligt het natuurgebied de Stille Kern.

2.3 Bodemopbouw

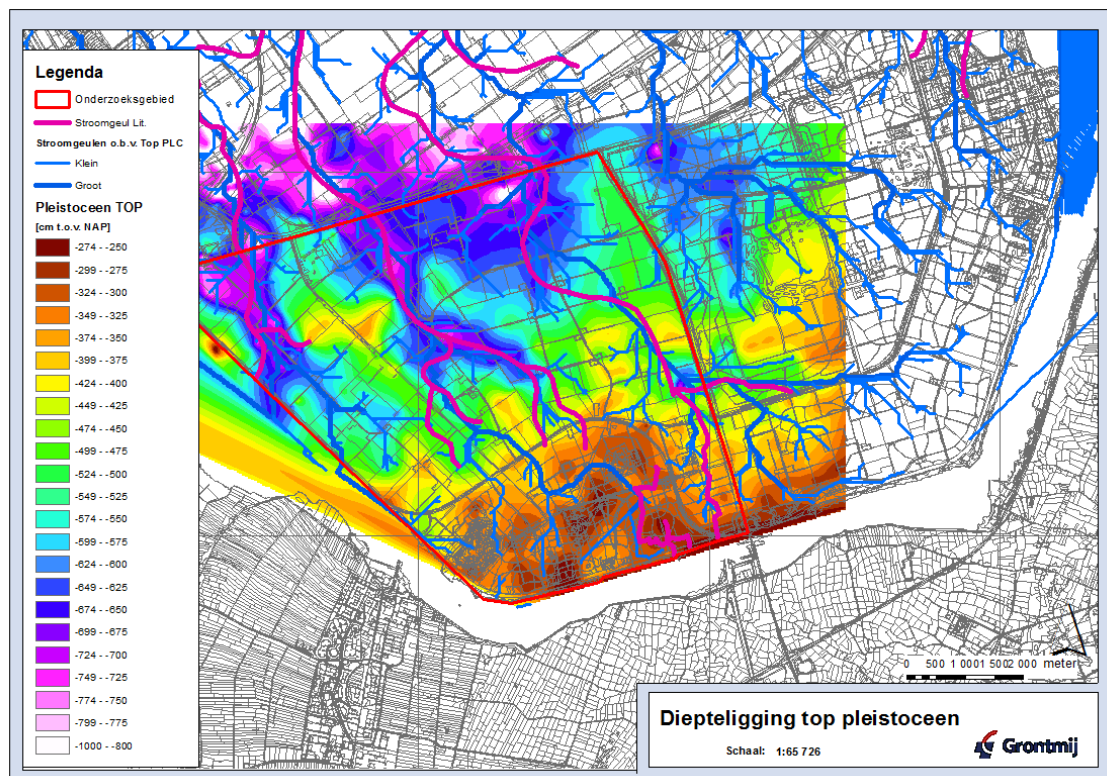
2.3.1 Diepe regionale bodemopbouw

Op basis van REGIS is de diepe bodemopbouw beschreven. Een doorsnede is weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2.3 Schematische bodemdoorsnede (REGIS II v.2-1)

De Holocene deklaag heeft een dikte variërend van enkele decimeters tot circa 5 m en wordt in de volgende paragrafen nader beschreven. De bovenste Pleistocene laag bestaat uit zand, waarvan de bovenkant verloopt van circa NAP -3 m in het zuidoosten tot NAP -8 m in het noordwesten. De top van het Pleistoceen is gekarteerd aan de hand van de boringen van de RIJP (Rijksdienst van de IJsselmeerPolders, Figuur 2.4). Het verloop van hoog, in het zuidoosten naar laag, in het noordwesten, is duidelijk zichtbaar.

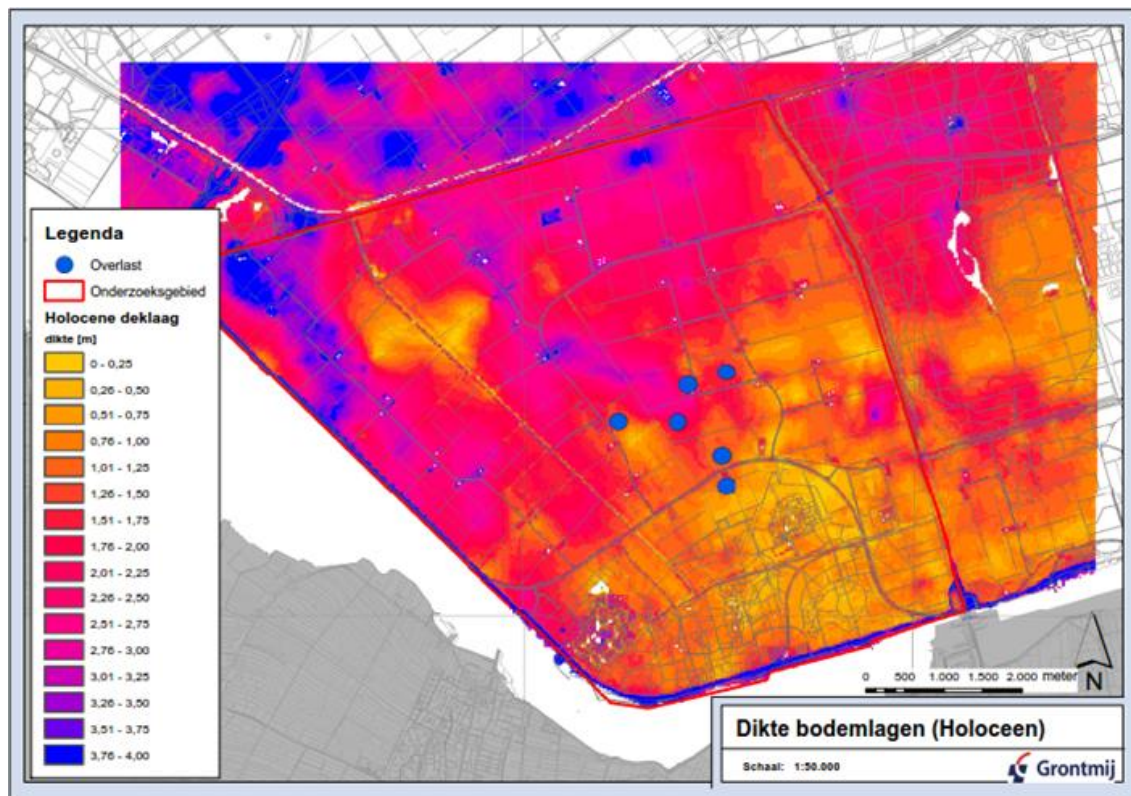


Figuur 2.4 Diepteligging bovenkant Pleistocene zandlaag op basis van RIJP-boringen en stroomgeulen in de Pleistocene laag (roze: literatuur, blauw: afgeleid van ligging top Pleistoceen)

De stroomgeulen zijn door Menke et. al. [4] in 1998 gekarteerd en door Vestigia [9] in 2009 nader uitgewerkt. Deze stroomgeulen zijn in bovenstaande figuur in roze weergegeven.

Tabel 2-1 Bodemlagen (bron: Rijkswaterstaat, december 1998)

Laag	Dikte	Materiaal	Lutum- gehalte	Organisch stofgehalte	Ouderdom
	[cm]	[-]	[%]	[%]	[years BP]
Antropogene toplaag, bouw- voor	ca. 50	-	-	-	-
IJsselmeerafzettingen	1-15	Zandige klei	-	-	20-0
Zuiderzeeafzettingen	10-40	Lichte klei	25-35	2-3	700-20
Almereafzettingen	10- 300	Humeuze fijnzandige klei, gyttja	20-38	3-15	2000-700
Flevomeerafzettingen	0-100	Detritus-gyttja	10-30	5-45	4000-2000
Hollandveen	0-30	Veen	10-30	45-85	5300-4000
Oude zeeklei	<25	Humeuze klei en veen	12-50%	5-15	6300-5300
Veen (basis)	10-20	Veen (rietzegge)	10-15%	50-70	8000-6300
Pleistoceen	-	Zand	-	-	Pleistoceen

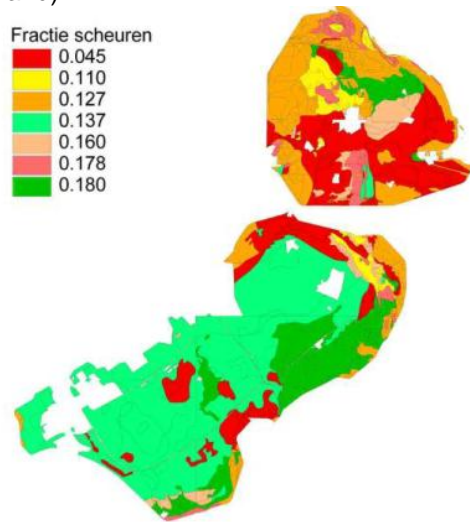
**Figuur 2.6 Dikte Holocene deklaag**

De totale dikte van de slechtdoorlatende bodemlagen van de deklaag is weergegeven in Figuur 2.6. Deze bepaalt in combinatie met de doorlatendheid het gemak, waarmee freatisch grondwater en grondwater uit het watervoerend pakket uitwisselen. Volgens het AZURE-model heeft de deklaag in het gebied een verticale weerstand van 100 tot 500 dagen.

2.3.3 Kleischeuren

In de kleibodems zijn als gevolg van rijping kleischeuren aanwezig. Deze kleischeuren bevinden zich over het algemeen op een diepte van circa 40 tot 110 cm beneden maaiveld (Figuur 2.8). In gebieden met deze kleischeuren verloopt een deel van de ontwatering direct via de scheuren. Tevens hebben gescheurde kleigronden een extra bergingscomponent. In opdracht van Waterschap Zuiderzeeland hebben HKV en Alterra in 2011 een kaart met het voorkomen van kleischeuren samengesteld, (Figuur 2.7). Het betreft een verwachtingenkaart op basis van fysische eigenschappen van de bodem. Tevens zijn de scheurfractie en bergingscoëfficiënt afgeleid. Uit de kaart blijkt dat in het onderzoeksgebied kleischeuren verwacht mogen worden. Op basis van dit onderzoek en het proefschrift van Groen (1997) is specifiek voor Flevoland een kleischeuren-concept opgenomen in het AZURE-model. Opgemerkt wordt dat door diepploegen de ontwaterende werking van kleischeuren teniet gedaan kan worden.

Tijdens de aanleg van waterpartijen in de Stille Kern (Grontmij, 2014) zijn ook kleischeuren aangetroffen. Dit betekent dat in het onderzoeksgebied de ontwatering van de bodem voor een deel door de kleischeuren plaatsvindt. De scheuren bevinden zich in de klei onder de bouwvoor en kunnen doorlopen tot het niveau van GLG. Tot welke diepte de scheurvorming voor kan komen is mede afhankelijk van de draandiepte en het begin van andere grondsoorten (veen, zand).



Figuur 2.7 Gemiddelde scheurfractie per bodemgroep in de lagen met een lutumgehalte >17,5% en organische stofgehalte < 15%. (overgenomen uit [10])



Figuur 2.8 Kleischeuren

2.4 Oppervlaktewater

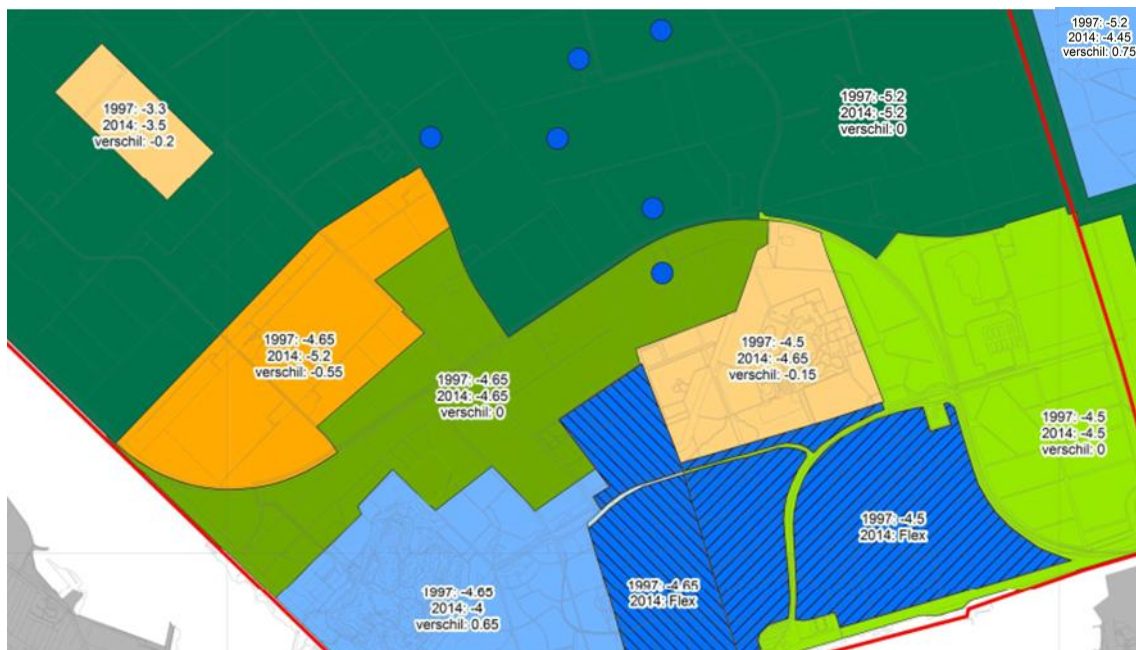
2.4.1 Peilen

In en rond het onderzoeksgebied worden verschillende oppervlaktewaterpeilen gehandhaafd. In Figuur 2.9 staan de huidige waterpeilen en watergangen aangegeven. De locaties met klachten over hoge grondwaterstanden bevinden zich in de peilvakken met streefpeilen van NAP -5,2 m en NAP -4,65 m.

In het oostelijk gelegen natuurgebied de Stille Kern wordt een hoger peil van NAP -4,45 m gehandhaafd [1.a]. In 2004 is het peilbesluit voor dit gebied vastgesteld. Daarvoor gold een peil van NAP -5,2 m in het natuurgebied. Begin 2013 zijn aanvullende waterpartijen gegraven (o.a. t.b.v. zandwinning), waardoor meer wateroppervlak in het gebied aanwezig is. Gezien de diepteligging van de bovenzijde van het Pleistocene pakket en de waterpeilen is de verwachting dat de meeste watergangen insnijden in het Pleistocene watervoerend pakket. Om te veel wegzijging uit de plassen te voorkomen is een kleilaag aangebracht. In de huidige situatie blijft het peil in de plassen ook zonder aanvoer van oppervlaktewater relatief hoog. Dit betekent dat de plassen goede afgedicht zijn.

In het gebied ten zuiden van de locaties met klachten ligt het Hulkesteinse Bos. Hier wordt in verscheidene delen een peil gehanteerd van NAP -4,0 m tot NAP -4,65 m. In het meest zuidelijke deel wordt geen vast peil gehanteerd, maar wordt het water opgestuwd, waardoor een natuurlijke fluctuatie ontstaat [1.c]. Wel vindt overloop uit het gebied plaats. De meeste watergangen snijden in het Pleistocene watervoerend pakket in. De wijzigingen uit het peilbesluit uit 2004 voor het Hulkesteinse Bos zijn reeds 10 jaar geleden doorgevoerd [8].

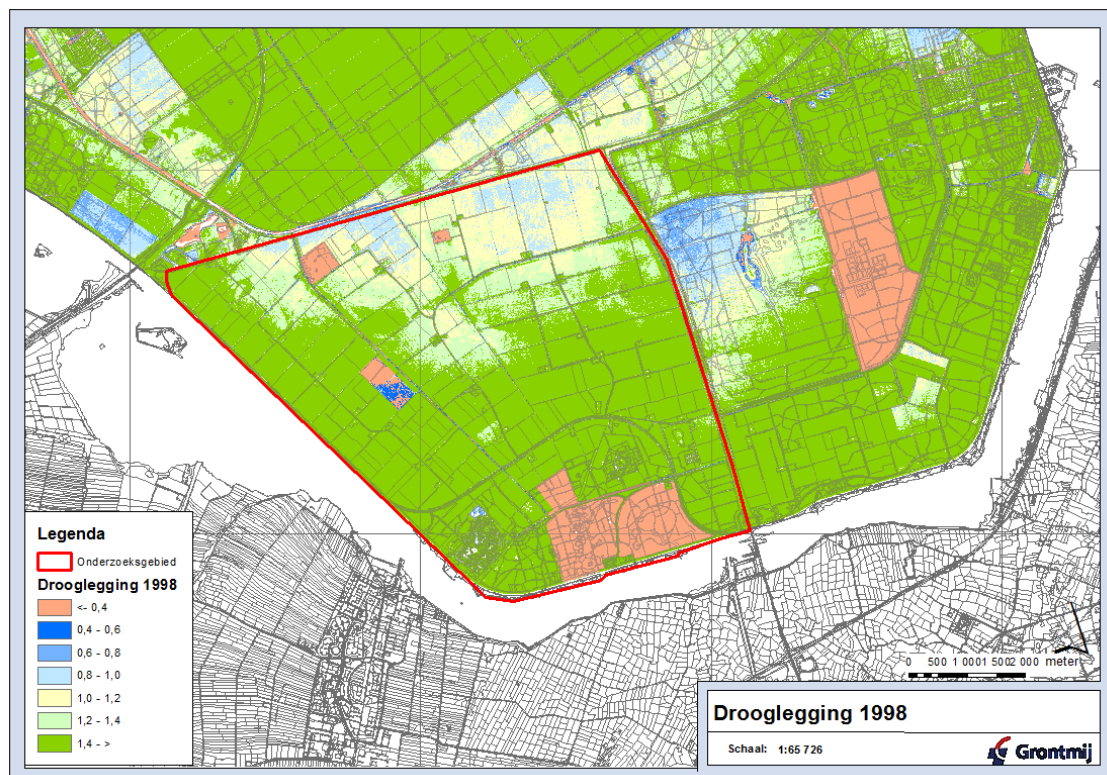
In het verleden werden in veel deelgebieden andere peilen gehanteerd. Op een peilenkaart uit 1997 [11] zijn de oude peilen terug te vinden. De peilen zijn van deze kaart overgenomen in Figuur 2.9 weergegeven. Ook zijn de verschillen in peilen tussen 1997 en 2014 weergegeven in onderstaande figuur.



Figuur 2.9 Verschillen in peilen tussen 1997 en 2014

2.4.2 Drooglegging

De drooglegging van een gebied geeft het verschil tussen maaiveld en oppervlaktewaterpeil weer. In Figuur 2.10 is deze weergegeven. Hieruit blijkt dat voor de Zuidlob de drooglegging in het noorden het kleinst is. Een vergelijkbaar beeld geeft de figuur met de recentere peilen (Figuur 2.10).



Figuur 2.10 Drooglegging bij peilen en maaiveldhoogten 2010

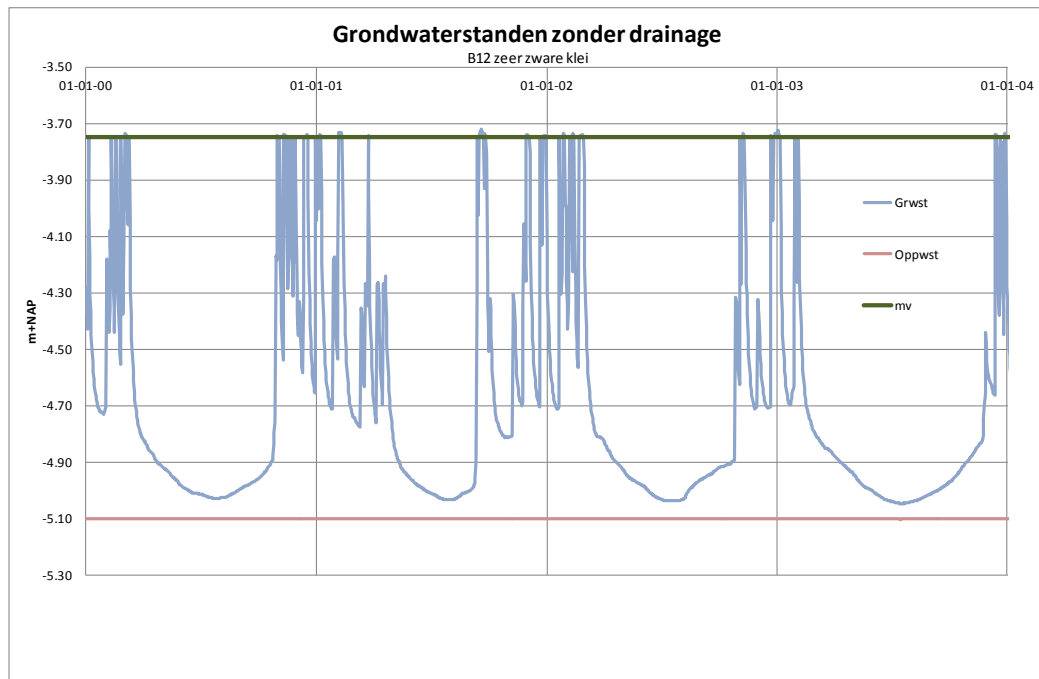
2.5 Grondwaterstanden

2.5.1 Metingen

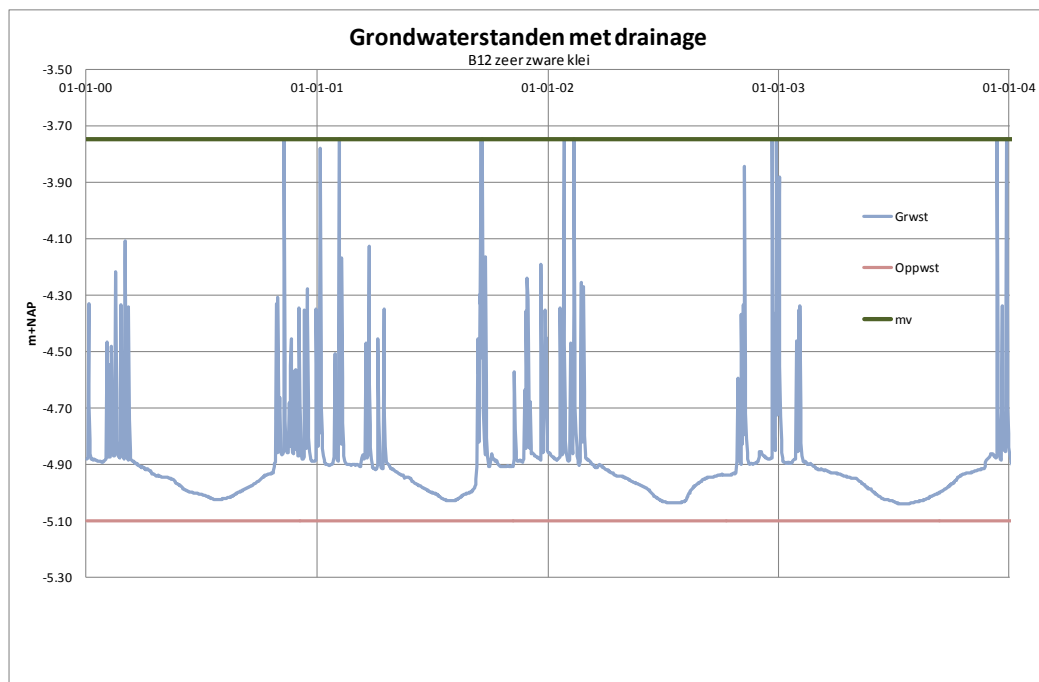
In het gebied zijn grondwaterstandsmetingen beschikbaar [7]. In bijlage 3 zijn de locaties en de gemeten grondwaterstanden weergegeven in combinatie met de bodemdaling van een nabijgelegen meetpunt. Van een beperkt aantal buizen is van de afgelopen 2 à 3 jaar een goede meetreeks beschikbaar. De meeste filters van de peilbuizen staan bovenin het Pleistocene pakket afgesteld.

De freatische grondwaterstanden verschillen van de stijghoogte in het onderliggende zandige watervoerend pakket. De mate hiervan is op de volgende wijze inzichtelijk te maken:

- als er vanuit wordt gegaan dat er geen drainage aanwezig is dan komt het neerslagoverschot via de deklaag en het watervoerend pakket in de watergangen terecht. Bij een weerstand van de deklaag van 100 tot 500 d en een winters neerslagoverschot van 3 mm/d is een verschil in grondwaterstand en stijghoogte benodigd van 0,3 tot 1,5 m om het neerslagoverschot naar het watervoerend pakket af te voeren.
In de zomer is er sprake van een verdampingsoverschot en zakt de grondwaterstand tot onder het niveau van de stijghoogte. Het verloop van de grondwaterstand is weergegeven in Figuur 2.11 a;
- indien buisdrainage of goed ontwaterende kleischeuren aanwezig zijn, dan zal in de gebieden met een hoge weerstand de grondwaterstand in de winter sterk afgetopt worden (Figuur 2.11 b). Een goede werking van de drainage is deze gebieden dan ook cruciaal.



a)



b)

Figuur 2.11 Voorbeeld verloop grondwaterstanden zonder (a) en met (b) drainage

- de watergangen in het Pleistocene watervoerend pakket snijden in het watervoerend pakket in. Hierdoor wordt de stijghoogte sterk beïnvloed (ook qua fluctuatie) en dus op een redelijk vlak niveau gehouden. Doordat het watervoerend pakket een beperkt doorlaatvermogen heeft en de insnijdende watergangen op grote afstand van elkaar liggen, fluctueert de stijghoogte in het watervoerend pakket toch nog enigszins met toenemende afstand tot deze watergangen.

Aan de randen van het gebied, nabij de randmeren, is de freatische grondwaterstand duidelijk lager dan de stijghoogte, vanwege de kwelsituatie.

Uit grafieken blijkt dat de grondwaterstanden nabij de randen van de polder in de afgelopen decennia sterk zijn gedaald. Bijvoorbeeld de grondwaterstand in peilbuis B26D0034 is in de periode 1967-2000 zo'n 2 m gedaald. Verder in de polder toont bijvoorbeeld peilbuis B26D0046 een beperktere daling van zo'n 10 cm in dezelfde periode. De daling is waarschijnlijk het gevolg van 1) de invloed van de inklinking van het maaiveld na de inpoldering 2) de ontwikkeling van bodemweerstand in de randmeren onder invloed van de infiltratiesituatie en.

2.5.2 Ontwateringsdiepte in huidige situatie

Er zijn geen metingen van de freatische grondwaterstand beschikbaar, zodat de stijghoogtemetingen in het watervoerend pakket moeten worden gebruikt. De freatische grondwaterstanden zijn in het gebied met de klachten tijdens een winterperiode hoger dan de stijghoogten in het watervoerend pakket.

De ontwateringsdiepte is vervolgens gerelateerd aan de ontwateringseisen bij een bepaald landgebruik (

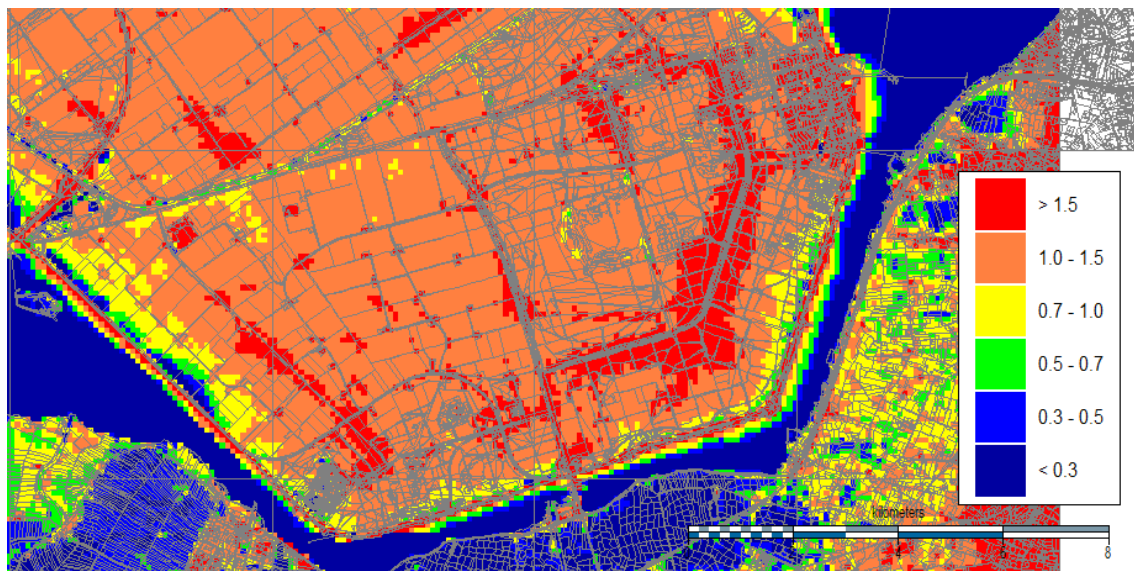
Tabel 2.2). In de onderstaande tabel zijn deze eisen weergegeven: deze worden gerelateerd aan de GHG (gemiddeld hoogste grondwaterstand), dat is de grondwaterstand die circa 6 weken per jaar wordt overschreden.

Tabel 2.2 Normen ontwateringsdiepten (bij een gemiddeld hoogste grondwaterstand)

Bestemming	Ontwateringsdiepte (m beneden maaiveld)
woonwijken	0,70-1,00
primaire wijkwegen	1,00
secundaire wijkwegen	0,50
groenvoorzieningen	0,50
grasland	0,30
bouwland	0,50
natuur	Afh. v. natuurdoeltype

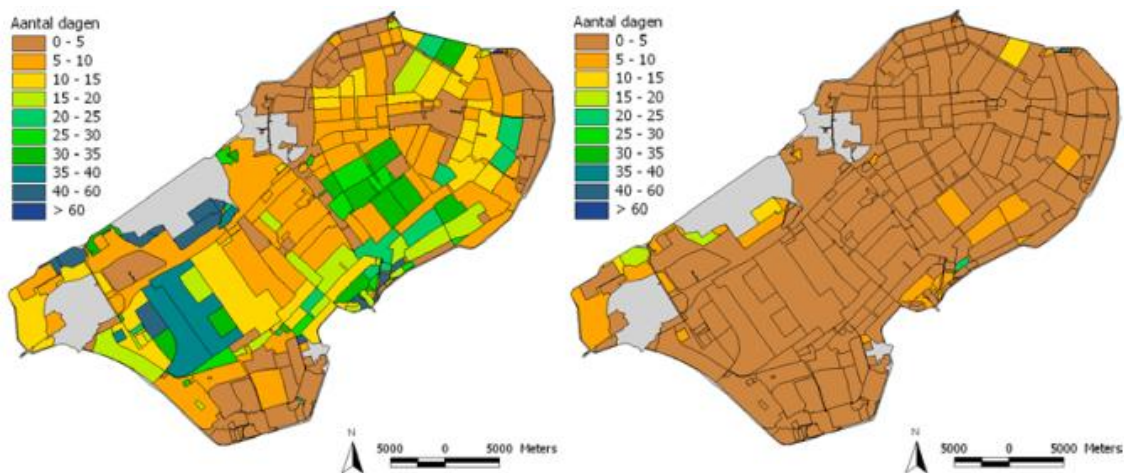
Op basis van de stijghoogten en de maaiveldniveaus behorende bij de peilbuizen zijn de gemiddelde stijghoogten t.o.v. maaiveld weergegeven in Figuur 2.12, zoals berekend met het grondwaterstromingsmodel AZURE (voor 2001). Hieruit blijkt dat alleen langs in het bijzonder de zuidwestelijke rand van de Flevopolder de stijghoogten door de nabije ligging van het Veluwemeer relatief hoog zijn. Over het algemeen bevindt de gemiddelde stijghoogte zich tussen 1,0 en 1,5 m -mv.

Tijdens een wintersituatie kunnen de freatische grondwaterstanden en ook de stijghoogten zelf aanzienlijk hoger zijn dan de gemiddelde stijghoogte (0,3 tot 1,5 m). Hoeveel is afhankelijk van de weerstand van de deklaag, de aanwezigheid van en de afstand tot ontwatering (afvoerende kleischeuren, buisdrainage of waterlopen).



Figuur 2.12 Diepte gemiddelde stijghoogte t.o.v. maaiveld

In Figuur 2.13 is weergegeven dat tijdens een nat jaar in bepaalde gebieden van de Zuidlob de grondwaterstand circa 5-10 dagen het niveau van 0,3 m -mv kan overstijgen. Tijdens een droog jaar is er geen probleem (WaterWatch, 2005).



Figuur 2.13 Aantal dagen per jaar met grondwaterpeil ondieper dan 30 cm in het natte 1998 (links) en het droge 2003 (rechts) (Agrohydrologische Analyse Zuidelijk en Oostelijk Flevoland, WaterWatch, 2005)

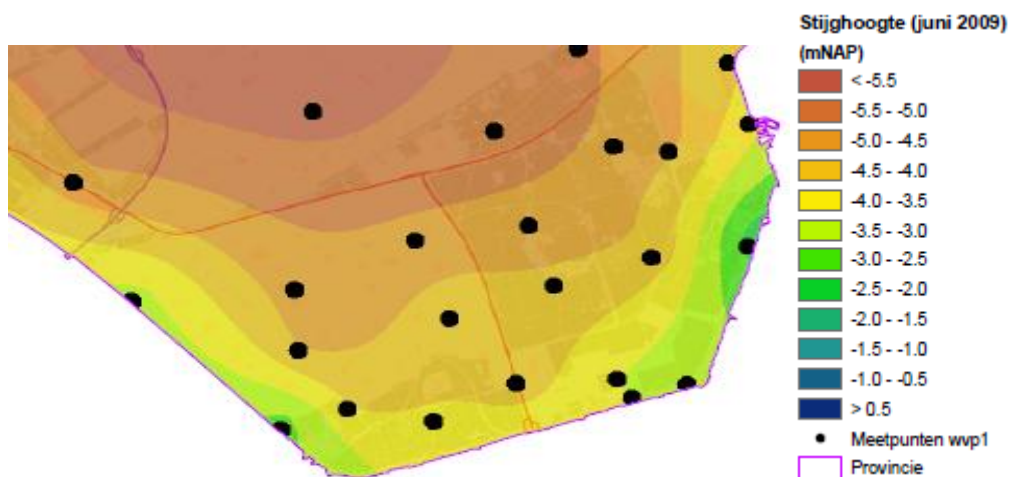
2.6 Grondwaterstroming

2.6.1 Ondiepe grondwaterstroming

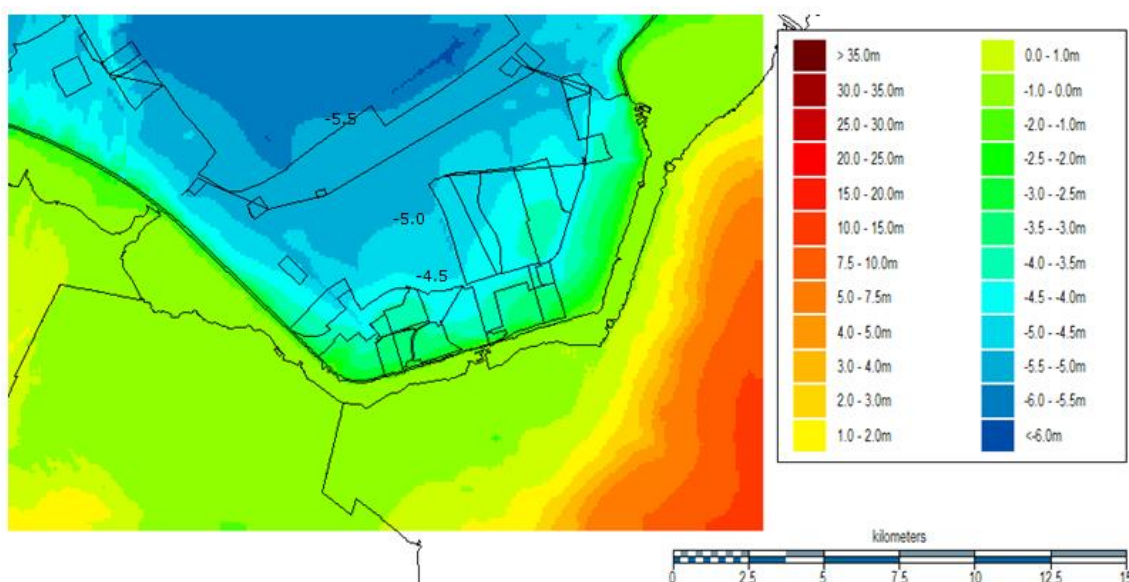
Met ondiepe grondwaterstroming wordt hier de stroming van freatisch water bedoeld, dat is de stroming in de bovenste meters. In dit gebied is dat de stroming in het bovenste kleiveenpakket. Dit deel wordt gevoed met neerslag en daarnaast met kwelwater (in de gebieden waar dit het geval is). De stroming is richting drainage en waterlopen en lokaal wegzijging naar het eerste watervoerend pakket (zie Figuur 2.16).

2.6.2 Isohypsens

Voor de grondwatersysteem is het van belang waar het water vandaan komt en waar het naar toe gaat. Regionaal gezien is daarbij het watervoerend pakket van belang: dit is het zandpakket onder de deklaag. In Figuur 2.14 staan de isohypsens weergegeven: het grondwater stroomt van hoog naar laag. Het betreft een oudere kaart die dient ter illustratie van de algemene stromingsrichting. Uit de kaart is duidelijk te zien dat het grondwater in het watervoerend pakket van de randmeren in de richting van het centrum van de polder stroomt.



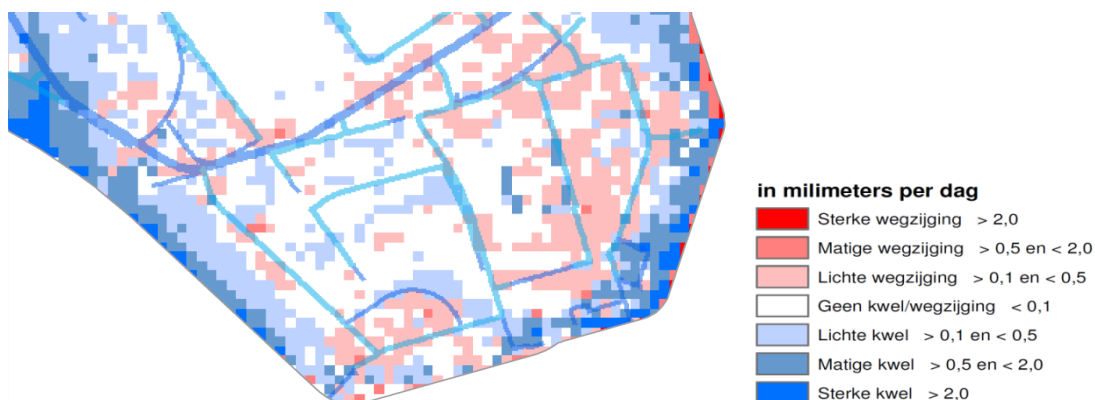
Figuur 2.14 Isohypsenskaart (juni 2009) in het eerste watervoerend pakket



Figuur 2.15 Isohypskaart (gemiddeld 2001) in het eerste watervoerend pakket (Berekend met AZURE)

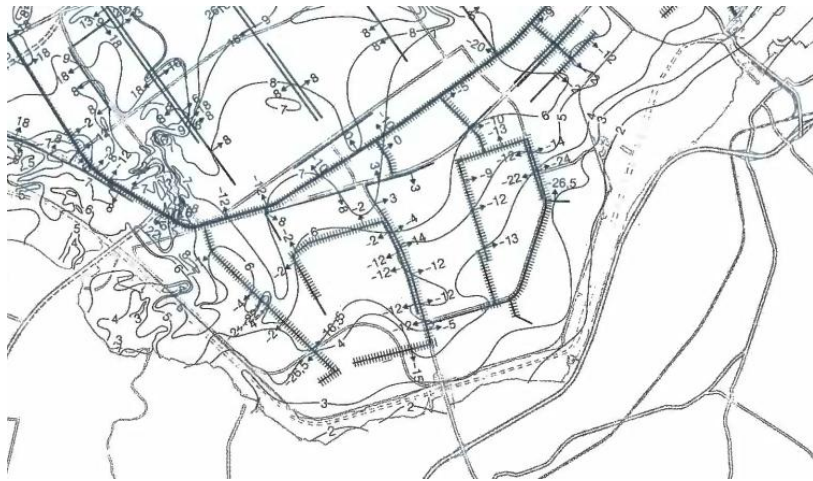
2.6.3 Kwel en wegzijging

In Figuur 2.16 is weergegeven waar en hoeveel kwel en wegzijging optreedt in het zuidelijk deel van Zuidelijk Flevoland. Ter plaatse van de landbouwgronden zelf is er over het jaar gezien sprake van wegzijging van neerslagwater naar het watervoerend pakket.



Figuur 2.16 Kwel en wegzijging (bron: AZURE)

In de Zuidlob komt de kwel terecht in de waterlopen die de deklaag doorsnijden, zoals in de onderstaande figuur is weergegeven (waterlopen met een dwarse arcering).



Figuur 2.17 Waterlopen die de deklaag doorsnijden (bron: Waterschap Zuiderzeeland)

2.7 Samenvattende beschrijving werking watersysteem in de Zuidlob

Tijdens een wintersituatie is het neerslagoverschot het grootst. De freatische grondwaterstanden nemen dan toe. Een deel van de neerslag zijgt weg naar de ondergrond, waarbij de grootte van de wegzijging afhangt van de (on)doorlatendheid van de ondiepe slecht doorlatende lagen (weerstand van de deklaag) en ook de waterdruk onder deze laag. Als er geen drainagemiddelen aanwezig zijn (buisdrainage of afvoerende kleischeuren), dan kan de grondwaterstand 0,3 tot 1,5 m hoger zijn dan de stijghoogte in het watervoerend pakket. Als er wel drainagemiddelen aanwezig zijn, dan zullen de hogere grondwaterstanden hierdoor afgetopt worden.

Als het wegzijgende freatische grondwater komt in het onder de klei liggende zandige pakket terecht, waarna het zal wegstromen naar de diepere watergangen. Deze watergangen liggen op relatief grote afstand van elkaar en ook is het zandpakket niet heel erg dik en doorlatend. Hierdoor houden de watergangen alleen in de directe omgeving de waterdruk (stijghoogte) goed op niveau. Midden tussen deze watergangen volgen de stijghoogten de freatische grondwaterstanden heel snel, doordat maar een klein beetje water nodig is om de stijghoogte aanzienlijk te laten toenemen (de bergingscoëfficiënt van watervoerend pakket is beperkt).

De stijghoogten in het watervoerend pakket tonen een duidelijk verloop van het hoge peil in de randmeren naar de lagere stijghoogten in het centrum van de polder. De invloed van het randmeer is beperkt door de 1) het beperkte doorlaatvermogen van het watervoerend pakket en 2) de relatief grote afstand tussen de insnijdende waterlopen.

3 Analyse oorzaken hoge grondwaterstanden

3.1 Mogelijke oorzaken

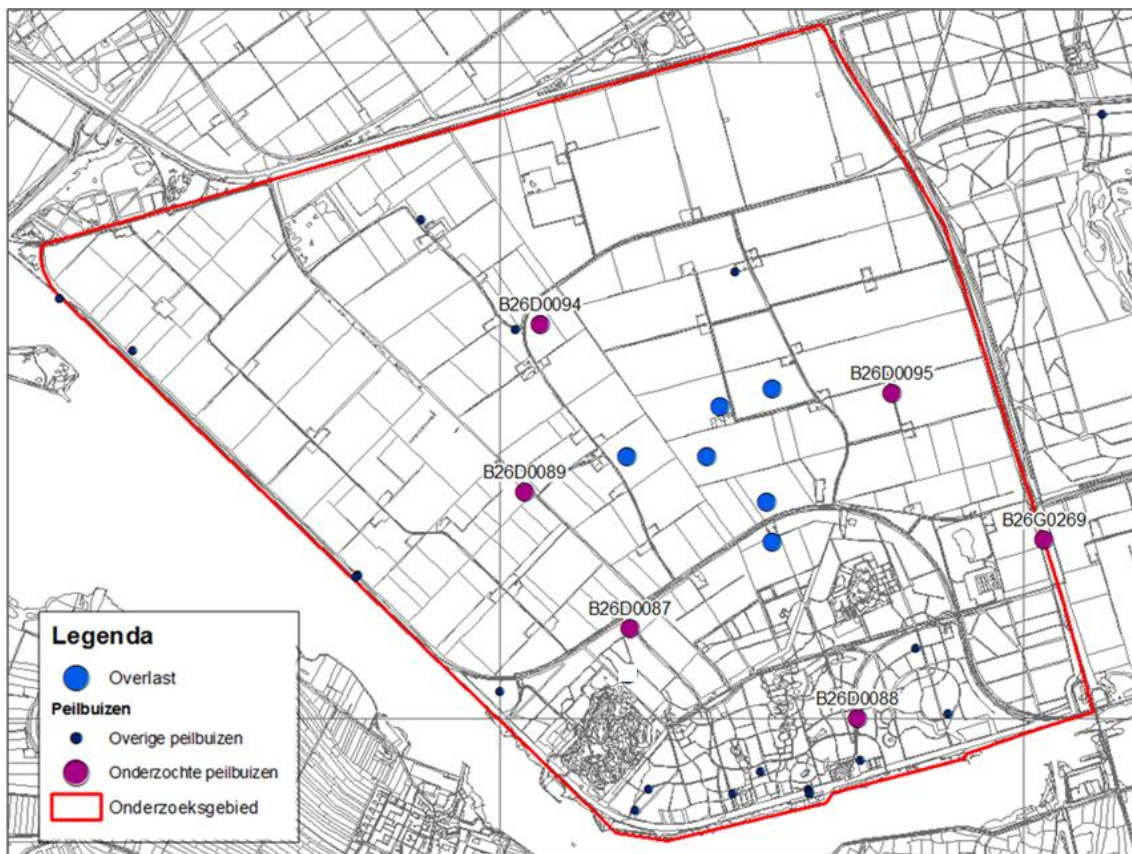
Verschillende hypothesen voor de oorzaken van hoge grondwaterstanden kunnen worden gegeven:

- inrichtingsmaatregelen
Rond 2000 is een peilwijziging doorgevoerd voor de Stille Kern.
Rond 2004 is in het Hulkesteinse Bos het oppervlaktewaterpeil verhoogd.
Begin 2013 is in het natuurgebied de Stille Kern zijn waterpartijen gegraven, waardoor binnen het gebied het peil is gestegen;
- maaiveld daling;
- veranderingen in grondwateronttrekking voor drinkwaterwinningen;
- verminderde werking drainage;
- verandering jaarlijkse neerslaghoeveelheden;
- beperkte drooglegging;
- stagnatie op ploegzool en lokale verschillen in bodemopbouw;
- baggerwerkzaamheden randmeren.

Voor het trekken van conclusies over de oorzaken van hoge grondwaterstanden zijn verschillende analyses uitgevoerd, die in de onderstaande paragrafen zijn uitgewerkt.

3.2 Veranderingen stijghoogten in de tijd: tijdreeksanalyse

Voor een aantal peilbuizen is een tijdreeksanalyse uitgevoerd met het programma Menyanthes (KWR, 2014). Er is een selectie gemaakt van de beschikbare peilbuizen. De peilbuizen met een lange meetperiode voor en na de ingrepen zijn hiervoor gebruikt. In onderstaande figuur zijn de geanalyseerde peilbuizen aangegeven. Een uitgebreide beschrijving van de analyses is weer gegeven in bijlage 4. Er is een model gemaakt aan de hand van neerslag en verdamping. Dit model is gekalibreerd op de periode vóór de ingreep, en tevens apart voor de periode ná de ingreep. Vervolgens zijn met de neerslag en verdamping over de gehele periode de stijghoogten gemodelleerd en zijn gemiddelde stijghoogten bepaald. De beste modelresultaten (verklaarde variantie >70%) zijn vervolgens gebruikt voor de verdere analyse. De resultaten zijn in Tabel 3-1 samengevat. Opgemerkt wordt dat bij de analyse de stijghoogten zijn gebruikt zoals die gemeten zijn. Dat heeft twee redenen: ten eerste beïnvloeding vindt plaats via het watervoe rend pakket en ten tweede het zijn de enige beschikbare meetgegevens.



Figuur 3.1 Gebruikte peilbuizen voor tijdreeksanalyse.

Tabel 3-1 Veranderingen in stijghoogten (resultaten tijdreeksanalyse)

peilbuis	Verklaarde variantie (%)	Verandering periode 2005-2008 t.o.v. 1993-2000	Veranderingen na 2012
Hulkesteinse Bos			
087	88-91	+0.24 m	n.v.t.
088	84-69	+0.33 m	n.v.t.
Stille Kern			
269	82-83	+0.05 m	nihil
Buitengebied			
095	71-71	+0.23 m	nihil
089	68-47	+0.07 m	n.v.t.
094	71-56	+0.06 m	n.v.t.

* in lichtrood en rood zijn de peilbuizen weergegeven met een te lage verklaarde variantie

3.2.1 Stille Kern

Volgens een bodemgebruikskaart uit 1996 was de Stille Kern toen al natuurgebied. In de Stille Kern zijn reeds meerder ingrepen uitgevoerd. Begin 2013 zijn de laatste werkzaamheden uitgevoerd. Omdat dit nog zeer recent is, kan er geen tijdreeksmodel 'voor' en 'na' worden gemaakt. Daarom is voor peilbuis 095 de tijdreeksanalyse op twee manieren uitgevoerd:

- ten eerste is het verschil in grondwaterstanden bepaald tussen de periode 1993-2000 en de periode 2005-2008. Het verschil voor deze beide perioden toont een duidelijke stijghoogtestijging van circa 23 cm voor peilfilter 095, die buiten de Stille Kern zelf ligt;
- ten tweede is over de periode 2004-2011 een model gekalibreerd, dat vervolgens de stijghoogten voor de periode 2012-2014 kan voorspellen. Het verschil tussen de berekende stijghoogten en de gemeten waarden, kan een indicatie zijn voor veranderingen die zijn opgetreden ná 2011.

In de periode na 2011 is geen significante verandering waar te nemen.

In peilbuis 269 is op dezelfde twee wijzen een analyse gemaakt van de veranderingen. Deze peilbuis ligt buiten de Stille Kern, en er zijn geen veranderingen opgetreden in het oppervlaktewater. De stijghoogten zijn maar zeer beperkt veranderd.

3.2.2 *Hulkesteinse Bos*

Voor het Hulkesteinse Bos zijn peilbuizen 087 en 088 beschouwd. Midden in het gebied is in peilbuis 088 een grote stijging van 33 cm te zien. Aan de rand van het gebied, waar de peilverandering kleiner is, is de stijghoogteverandering kleiner, maar nog steeds 23 cm. Er treden dus duidelijke stijgingen op.

3.2.3 *Buitengebied*

In het gebied op grotere afstand van de Stille Kern en het Hulkesteinse Bos zijn ook peilbuizen aanwezig. Indien hier ook veranderingen optreden, kunnen andere factoren de stijghoogteveranderingen veroorzaken dan lokale peilwijzigingen.

Peilbuizen 089 en 094 laten beiden een beperkte stijging van 6 à 7 centimeter zien. Deze worden niet veroorzaakt door de peilveranderingen in het Hulkesteinse Bos of de Stille Kern. Deze veranderingen worden door andere factoren bepaald. Dat betekent dat ook bij het Hulkesteinse Bos en de Stille Kern de veranderingen voor een deel door andere factoren dan de peilveranderingen worden veroorzaakt: waarschijnlijk gaat het om 6-7 cm.

3.2.4 *Conclusie*

In het Hulkesteinse Bos zijn de stijghoogten met 2 à 3 decimeter gestegen (bepaald als verschil voor de perioden 1993-2000 en 2005-2008). Een zelfde stijging is voor deze periode voor de Stille Kern afgeleid. Een deel van de stijging wordt waarschijnlijk veroorzaakt door andere factoren, waardoor enkele centimeters stijging in het gehele gebied optreden: waarschijnlijk gaat het om 6-7 cm.

Effecten gedurende de periode na aanleg van de Stille Kern zijn moeilijker te bepalen maar lijken nihil.

3.3 **Effecten van nieuwe watergangen en peilen: AZURE-model**

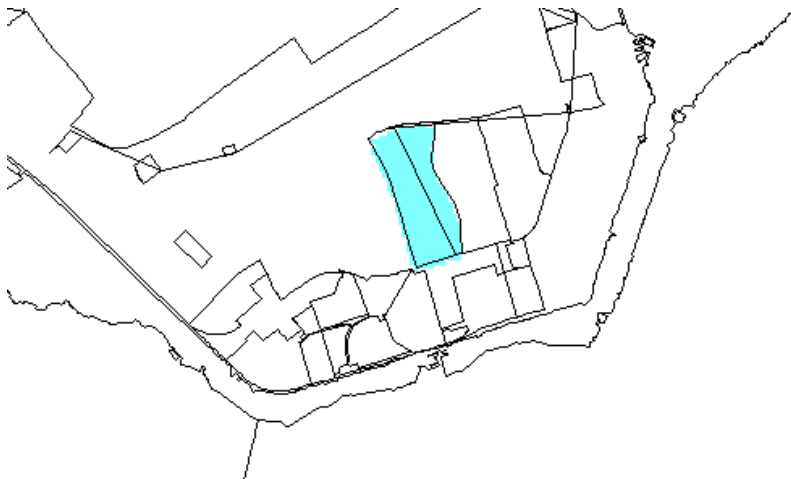
Het grondwatermodel AZURE is recentelijk opgeleverd en is geschikt om ingrepen in het hydrologische systeem door te rekenen. In dit onderzoek zijn enkele berekeningen uitgevoerd om de effecten van ingrepen in de Stille Kern en het Hulkesteinse Bos te verkennen. Voor de berekeningen is gebruik gemaakt van AZURE modelversie 1.0 (d.d. 7 april 2014).

Allereerst is het bestaande model doorgerekend, met een fijnere gridgrootte (50 x 50 m). Dit scenario dient als de basis/referentie, waarop de varianten zijn berekend. Voor de Stille Kern zijn de nieuwe waterpartijen toegevoegd, terwijl in het Hulkesteinse Bos de waterpeilen zijn verhoogd. Het model is niet-stationair doorgerekend voor het modeljaar 2001. De effecten van de ingrepen zijn voor verschillende dagen in dat jaar gepresenteerd. De resultaten worden onderstaand behandeld.

3.3.1 *Stille Kern: aanpassing peilen*

3.3.1.1 *Aanpassing oppervlaktewaterpeilen*

In paragraaf 2.4.1 zijn de ingrepen in het watersysteem beschreven. Rond de eeuwwisseling heeft een peilverhoging plaatsgevonden. Hierbij is tevens het peil in de watergang tussen de Nijkerkerweg en de Stille Kern opgezet (Nijkerkertocht).



Figuur 3.2 Gebied waarvoor het peil is aangepast

Bij het ontgraven van de waterpartijen is op de bodem slappe klei aangebracht, waardoor de waterpartij niet in direct contact met de Pleistocene ondergrond staat. Ook zijn in het gebied greppels gegraven, die zijn volgestort met klei, waardoor de bestaande kleischeuren zijn onderbroken.

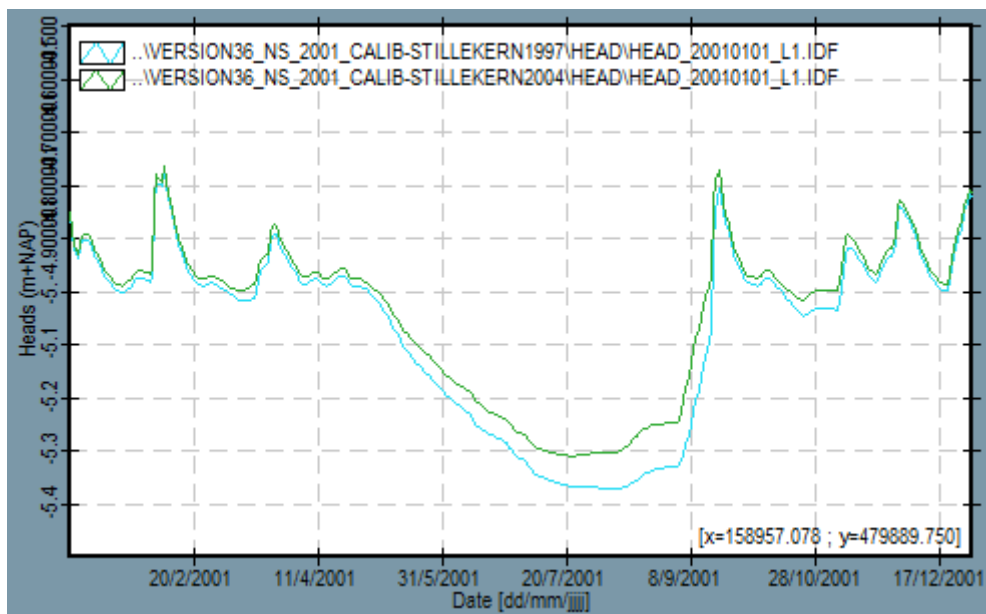
3.3.1.2 Modelaanpassingen

Om de nieuwe situatie te modelleren, zijn enkele aanpassingen in het model doorgevoerd. De volgende stappen zijn gezet:

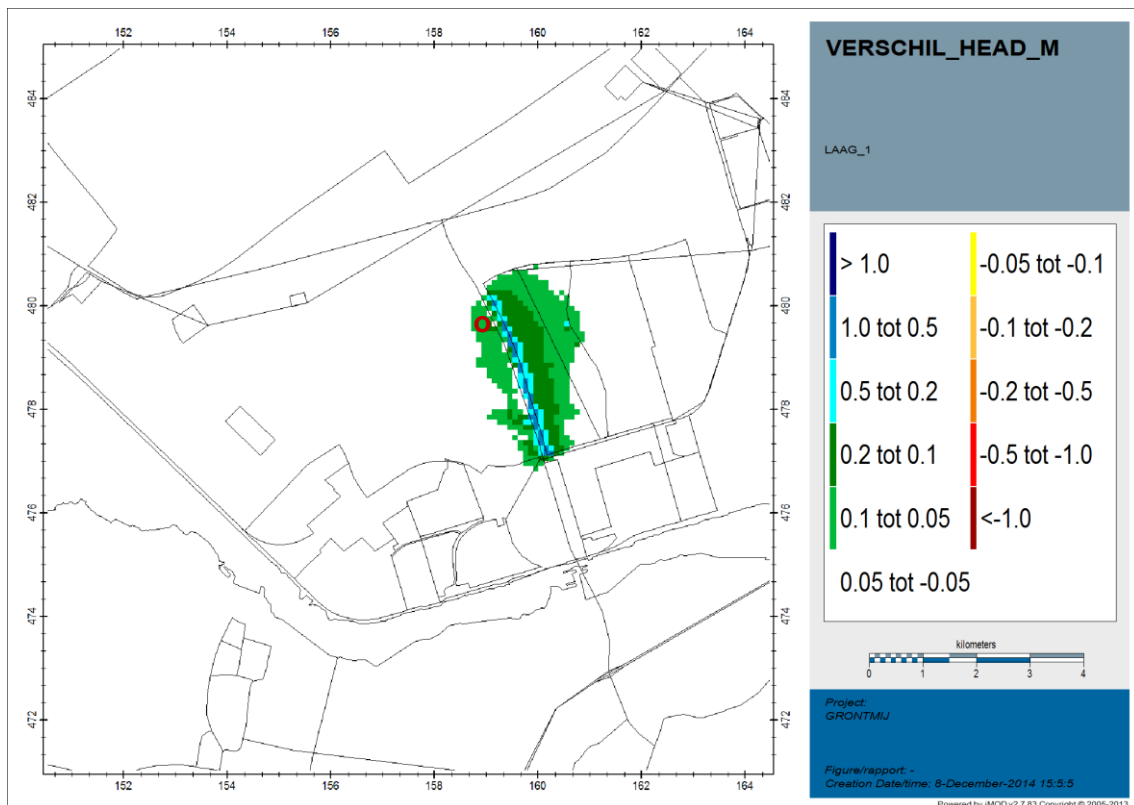
- een nieuw waterpeil van NAP -4,45 m is ingevoerd voor de verschillende watergangen en waterlopen in het gebied (die vooral langs de randen liggen);
- de kleischeuren hebben in het gebied met de peilverhoging een minimaal ontwateringsniveau van NAP -4,45 m gekregen.

3.3.1.3 Resultaten

Voor de oorspronkelijke en de nieuwe situatie zijn de grondwaterstanden voor een jaar gemodelleerd. De gemodelleerde grondwaterstanden zijn in onderstaande grafieken voor één locatie weergegeven. Hieruit blijkt dat half augustus de grootste effecten optreden, dat is dus in een situatie met lage grondwaterstanden. Hiervoor is ook ruimtelijk het verschil in grondwaterstand weergegeven. Ook de locaties van de tijdreeksen zijn daarin aangegeven.



Figuur 3.3 Gemodelleerde tijd-grondwaterstandsgrafieken (blauw: 1997, groen: 2004)



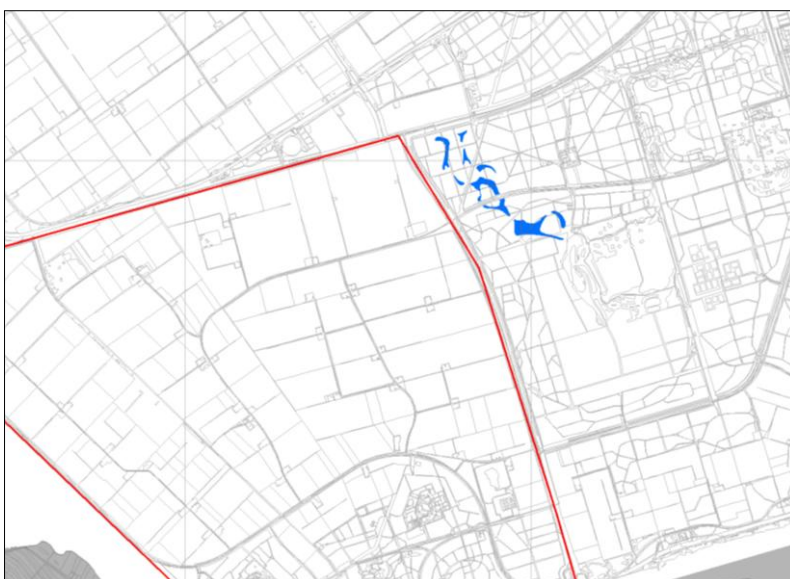
Figuur 3.4 Gemodelleerde ruimtelijke verandering van de grondwaterstand (op 15 augustus 2001)

Uit de modelberekeningen blijkt dat de effecten op de stijghoogten een beperkt invloedsg gebied hebben : circa 500 m tot 5 cm beïnvloeding, lokaal meer dan 10 cm. Ook de effecten op de freatische grondwaterstanden zijn dan beperkt. Op een afstand van ongeveer 100 m worden nauwelijks veranderingen berekend.

3.3.2 Stille Kern: aanleg waterpartijen

3.3.2.1 Aanpassing in het watergangen en waterpartijen

In paragraaf 2.3 zijn de ingrepen in het watersysteem behandeld. Bestaande slootjes zijn verwijderd, waarna waterpartijen zijn aangelegd. In deze waterpartijen kan het water vrijelijk stijgen en dalen. In onderstaande figuur is de waterpartij aangegeven.



Figuur 3.5 Nieuwe waterpartijen Stille Kern

Bij het ontgraven van de waterpartijen is op de bodem slappe klei aangebracht, waardoor de waterpartij niet in direct contact met de Pleistocene ondergrond staat. Ook zijn in het gebied greppels gegraven, die zijn volgestort met klei, waardoor de bestaande kleischeuren zijn onderbroken.

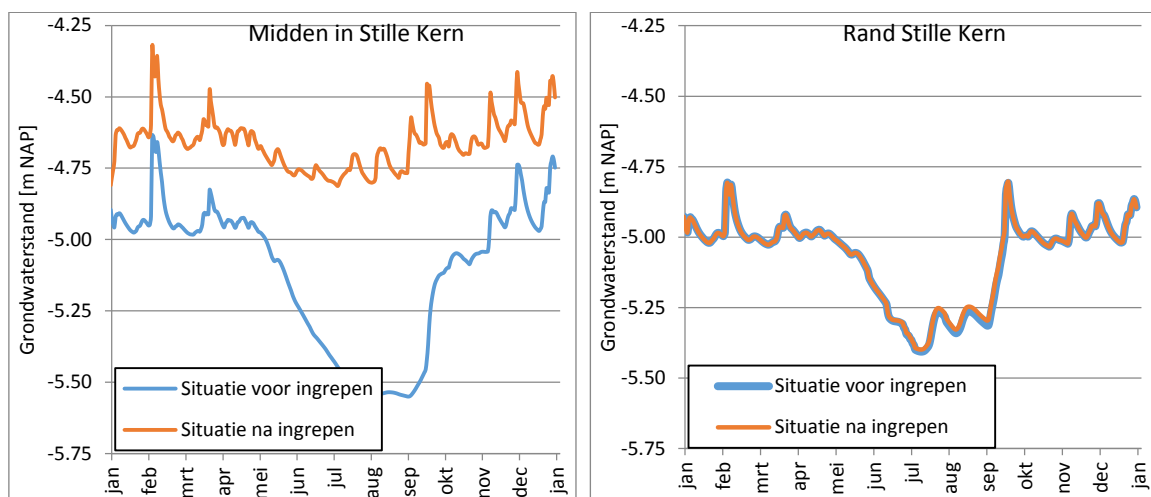
3.3.2.2 Modelaanpassingen

Om de nieuwe situatie te modelleren, zijn enkele aanpassingen in het model doorgevoerd:

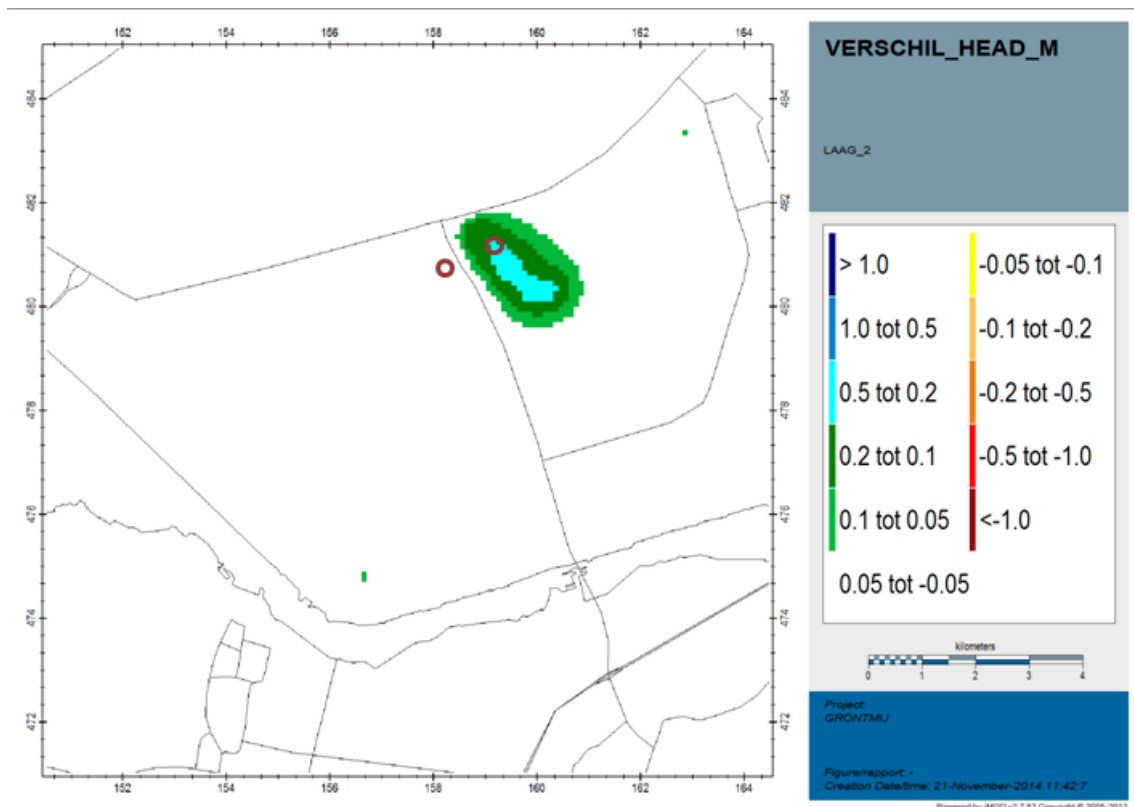
- de watergangen in het gebied op de percelen van de nieuwe waterpartijen zijn verwijderd (modellaag TOP10ZZL, onderdelen conductance, stage, infiltration factor en bottom);
- de nieuwe waterpartij is ingevoerd (modellaag TOP10ZZL, onderdelen conductance, stage, infiltration factor en bottom). Er is een vast peil van NAP -4,45 m in het model gehanteerd, om de maximale effecten te modelleren. Een infiltratieweerstand van 72 dagen is voor de waterpartijen ingevoerd;
- de kleischeuren zijn ter plaatse van de nieuwe waterpartij uit het model verwijderd (bodemhoogte, conductiviteit en peil).

3.3.2.3 Resultaten

Voor de oorspronkelijke en de nieuwe situatie zijn de grondwaterstanden voor een jaar gemodelleerd. De gemodelleerde grondwaterstanden zijn in onderstaande grafieken voor twee locaties weergegeven. Hieruit blijkt dat half augustus de grootste effecten optreden, dat is dus in een situatie met lage grondwaterstanden. Hiervoor is ook ruimtelijk het verschil in grondwaterstand weergegeven. Ook de locaties van de tijdreeksen zijn daarin aangegeven. De locatie aan de rand van het gebied met de ingreep toont dat na de ingreep de waterstanden hoger blijven. Door de nieuwe waterpartijen zakken de grondwaterstanden minder uit. Aan de rand van de Stille Kern veranderen de grondwaterstanden zo goed als niet.



Figuur 3.6 Gemodelleerde tijd-grondwaterstandsgrafieken



Figuur 3.7 Gemodelleerde ruimtelijke verandering stijghoogten in het watervoerend pakket (maxi-male situatie)

Uit de modelberekeningen blijkt dat de effecten op de stijghoogten een beperkt invloedsgebied hebben. Ook de effecten op de freatische grondwaterstanden zijn dan beperkt. Op een afstand van ongeveer 100 m worden nauwelijks veranderingen berekend.

3.3.3 Hulkesteinse Bos: peilwijzigingen

3.3.3.1 Peilwijzigingen

Zoals in paragraaf 2.3 is behandeld, zijn sinds 1997 in het gebied van het Hulkesteinse Bos oppervlaktewaterpeilen verhoogd en deels verlaagd.

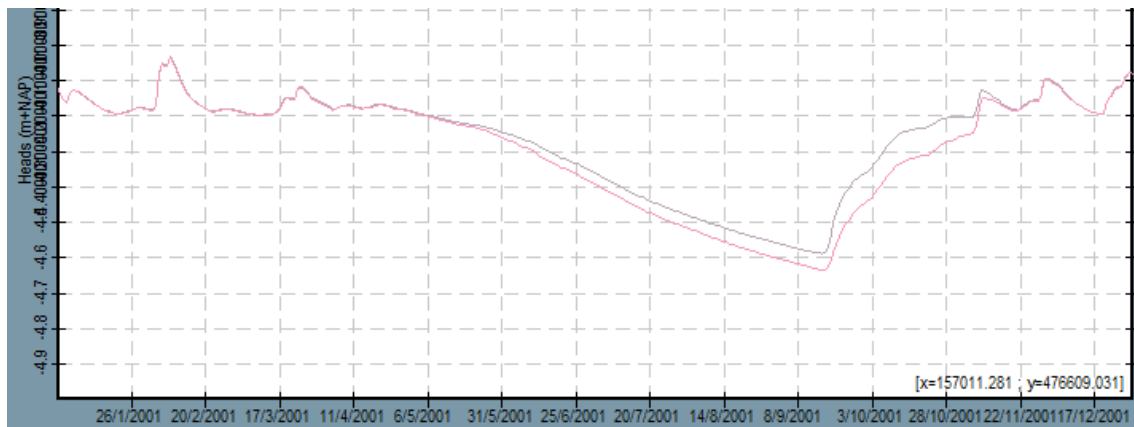
3.3.3.2 Modelaanpassingen

Om de peilwijzigingen door te voeren is de volgende wijziging in het model aangebracht:

- het waterpeil is aangepast (stage van de River-onderdelen ZZLTOP10, ZZLL1 en L2)

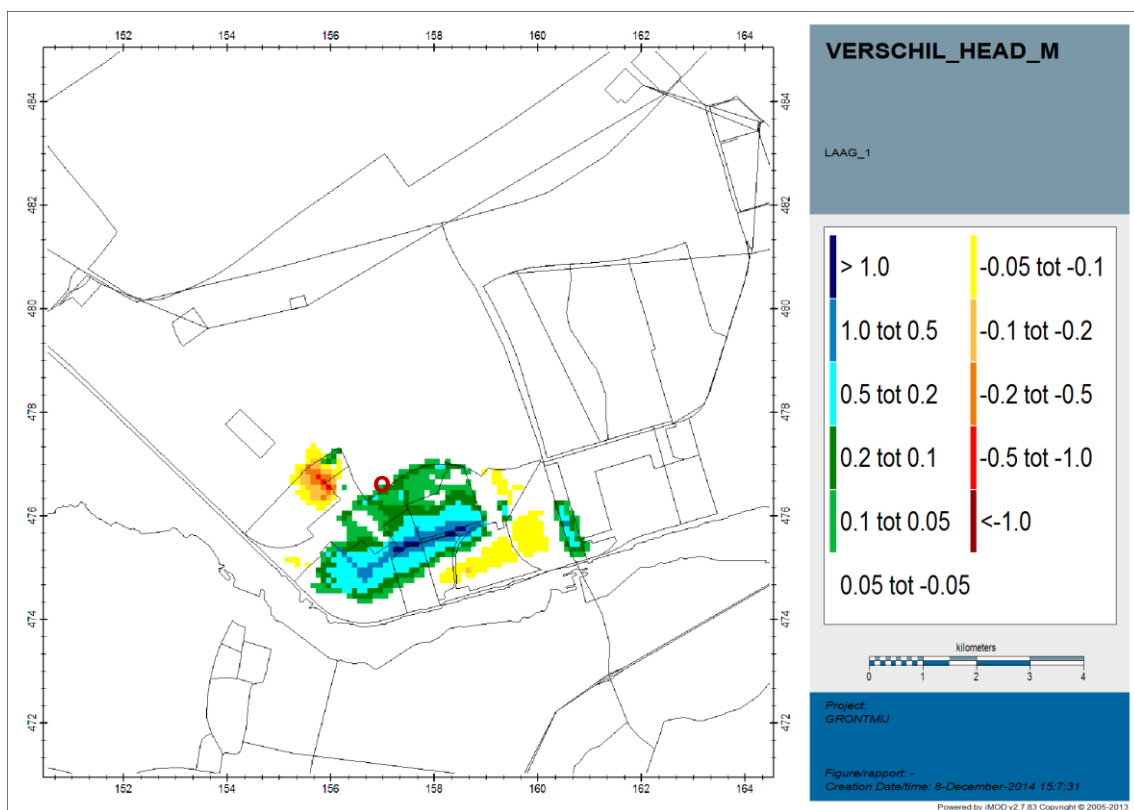
3.3.3.3 Resultaten

De situatie van 1997 is vergeleken met de huidige situatie. De tijdreeks van één locatie is weer-gegeven in onderstaande grafiek. Hieruit blijkt dat de effecten het grootst zijn tijdens drogere perioden in de zomer. In de figuur eronder zijn de verschillen in grondwaterstanden ruimtelijk weergegeven voor half augustus, waarmee het grootst optredende verschil is weergegeven. Ook de locaties van de tijdreeksen zijn daarin aangegeven.



Figuur 3.8 Gemodelleerde tijd-grondwaterstandsgrafieken (blauw: aangepast, rood: oorspronkelijk)

Uit de grafieken blijkt dat het verschil half augustus groot is. In onderstaande figuur is het verschil in augustus weergegeven.

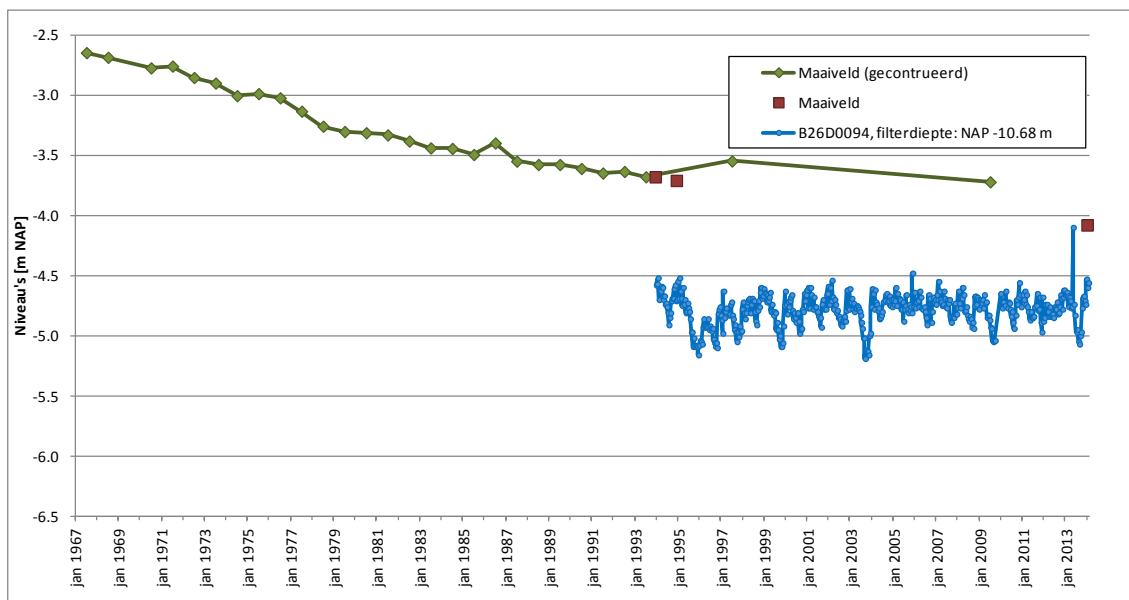


Figuur 3.9 Gemodelleerde ruimtelijke verandering grondwaterstanden (maximale situatie)

3.4 Bodemdaling en grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld

Als gevolg van de bodemdaling zijn ook de grondwaterstanden ten opzichte van maaiveld veranderd. Er zijn geen freatische grondwaterstanden bekend, alleen stijghoogten in het Pleistoocene watervoerend pakket.

In bijlage 3 zijn de stijghoogten en de (dalende) maaiveldniveaus weergegeven, waarvan enkele in deze paragraaf zijn getoond. De getoonde peilfilters liggen nabij het gebied met de klachten.

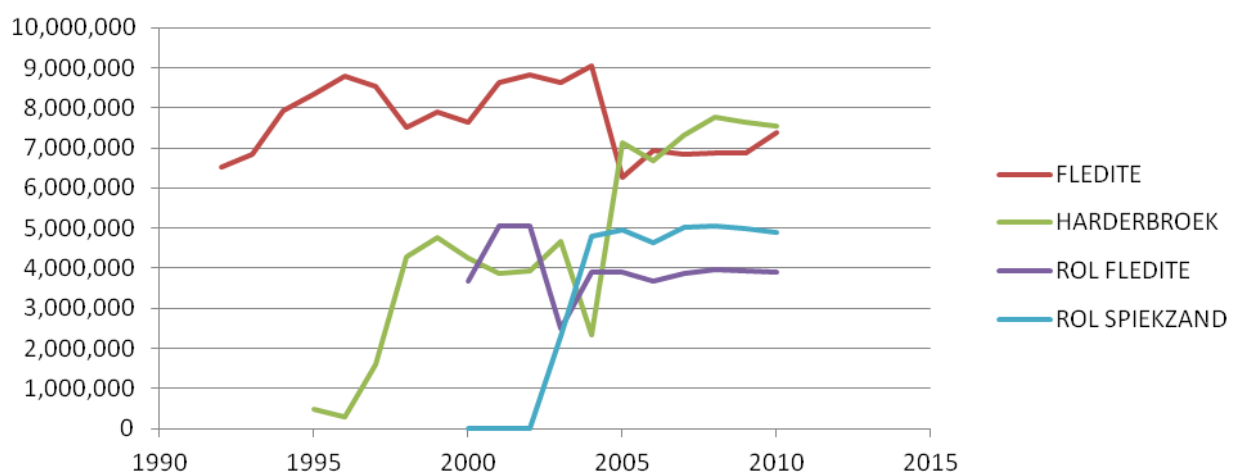


Figuur 3.10 Daling maaiveld en gemeten stijghoogten (peilfilter B26D0094, ten noordwesten van klachtgebied)

Het maaiveld is sterk gedaald in de periode 1967 tot circa 1990. Sinds 1995 is de daling beperkter geweest. Opvallend in de figuren is de schijnbare stijging van het maaiveld in de periode 1993 tot 1997: dit is een gevolg van een verschillen in oorsprong van de gegevens (AHN, rijpingsplots, zie ook bijlage 2). Voor de komende decennia wordt een maaiveld daling verwacht van 0,5 tot 1 cm/jaar. In 20 jaar is dat dus een daling van 10 tot 20 cm (zie ook bijlage 2). Afwijkingen van prognose is goed mogelijk doordat de verdere daling sterk afhankelijk is van de lokale ontwateringssituatie en met veen in de ondiepe ondergrond ook van meteorologische omstandigheden.

3.5 Veranderingen in de grondwateronttrekking voor drinkwaterwinningen

In het gebied van de Stille Kern ligt de grondwaterwinning Fledite. Hier wordt in het Pleistocene pakket op een diepte van ongeveer 100-120 m grondwater onttrokken. In onderstaande figuur zijn de onttrekkingshoeveelheden van de drinkwaterwinningen in Zuidelijk Flevoland weergegeven. Het valt op dat rond 2004 de hoeveelheid in Fledite afneemt. Daarbij moet wel worden opgemerkt dat sinds 2000 een extra hoeveelheid voor de ROL (Ruwwater naar het Oude Land) wordt onttrokken.



Figuur 3.11 Onttrekkingsregimes (m^3/jaar) van de winning Fledite-Spiekzand-Harderbroek in de periode 1990-2010 (ROL staat voor "Ruwwater naar het Oude Land")

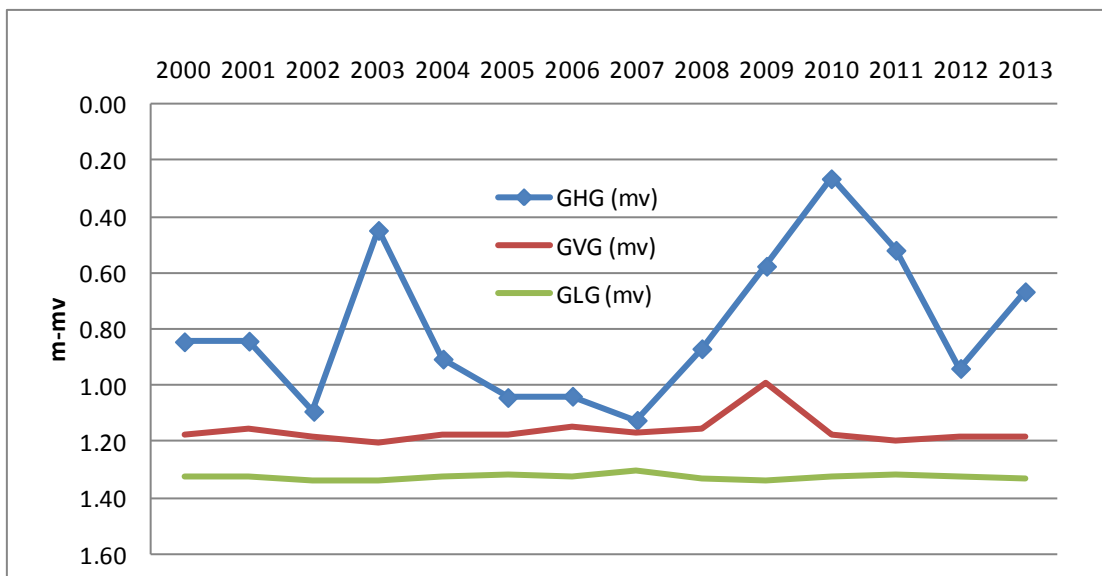
Tussen het pakket van de grondwaterwinning en het ondiepe Pleistocene pakket liggen meerdere dikke kleilagen. Deze hebben een zeer hoge hydraulische weerstand (Eemklei 1 ca. 0-100 dagen, Eemklei 2 6000-7000 dagen, Drenthe, laagpakket van Uitdam 45.000-50.000 dagen). Hierdoor is het onwaarschijnlijk dat de veranderingen in het onttrekkingsregime leiden tot een grondwaterstandsverandering.

3.6 Afname werking ontwateringsmiddelen

Bij de aanleg van de polder is een ontwateringssysteem aangelegd. Dit systeem bestaat uit drainages, greppels, perceelsloten en tochten. In de loop van de tijd kunnen zeker drainages minder gaan werken. Door onderhoud kan de ontwateringscapaciteit worden behouden, zoals door doorspuiten van drains en baggerwerkzaamheden in de tochten. Toch zullen de drainages slechter gaan functioneren, door het steeds verder verstopt raken van het drainfilter en ongelijke maaiveldddaling. Drains hebben veelal een levensduur van ongeveer 20-30 jaar, afhankelijk van onderhoud, materiaal, bodemgesteldheid en grondwaterkwaliteit. De staat van deze ontwateringsmiddelen is in dit onderzoek niet vastgesteld. Wel is bekend dat op verschillende percelen het oorspronkelijke RIJP-drainagesysteem van circa 40 jaar oud nog lag. Recent zijn in het gebied op verschillende percelen nieuwe drainagesystemen aangelegd en zijn watergangen geherprofileerd, waardoor deze insnijden in het watervoerend pakket en deze dan ook direct ontwateren.

3.7 Verandering jaarlijkse neerslaghoeveelheden

Met de wisselingen in neerslag variëren ook de grondwaterstanden. In de onderstaande figuur is voor een gedraineerde kleigrond met gras het verloop weergegeven. Hieruit blijkt duidelijk het grote effect op met name de GHG, waarbij de jaren 2009 t/m 2011 relatief hoge wintergrondwaterstanden hadden. Opvallend is dat de GLG een veel constanter niveau toont.



Figuur 3.12 Verschil in GHG per jaar voor een gedraineerde kleigrond (voor hydrologische jaren van 1 april tot 1 april)

3.8 Stagnatie op ploegzool en lokale verschillen in bodemopbouw

De kaart met de maaiveldhoogten en de top van het pleistoceen toont duidelijk verschillen in maaiveldhoogte en ondergrond. Dit kan zeker bij extremere neerslaggebeurtenissen leiden tot cumulatie van neerslag in de lagere delen. Hierdoor zullen de lage delen die toch al nat zijn nog natter worden. Het betreft dus een zichzelf versterkend proces.

3.9 Beperkte drooglegging

Een beperkte drooglegging hangt natuurlijk samen met de maaiveldddaling. Bepaalde delen van het gebied hebben echter al een beperkte drooglegging, waardoor deze gevoeliger zijn voor maaiveldddaling. Een kaart met de huidige drooglegging is weergegeven in Figuur 2.10. In gebieden met een beperkter wordende drooglegging is het hebben van een goed werkend drainagesysteem van groot belang.

3.10 Baggerwerkzaamheden randmeren

De afgelopen tien jaar is er alleen gebaggerd in de vaargeul van het Eemmeer. Het materiaal is gebruikt voor de nabijgelegen Natuurontwikkeling (verondiepen). Waarschijnlijk zijn er geen zandwinningen in de randmeren. Wanneer de waterbodem van de randmeren wordt gebaggerd, neemt de hydraulische weerstand van de bodem af. Hierdoor neemt de infiltratie toe en stijgt de stijghoogte in het Pleistocene watervoerend pakket.

Uit enkele verkennende berekeningen met het analytische model uit paragraaf 3.4 blijkt dat de effecten tot een afstand van maximaal ongeveer 2 km vanaf het randmeer worden verwacht. Hierdoor is het ook niet waarschijnlijk dat de baggerwerkzaamheden de veranderingen in een groot gebied veroorzaken.

4 Samenvatting en conclusies

4.1 Werking grondwatersysteem

In de Zuidlob van Flevoland zijn klachten over hoge grondwaterstanden gemeld. Agrariërs melden dat grondwaterstanden zeer ondiep staan. In onderstaande figuur is het onderzoeksgebied weergegeven met de gemelde locaties met hoge grondwaterstanden. Deze locaties zijn door agrariërs aangegeven tijdens keukentafelgesprekken.



Figuur 4.1 Onderzoeksgebied met locaties klachten over hoge grondwaterstanden

De kwel in het gebied wordt door de agrariërs als één van de oorzaken gezien. Het gevoel bestaat dat de grondwaterstanden verhoogd zijn sinds de aanpassingen in het watersysteem in de Stille Kern en in het Hulkesteinse Bos. Dit onderzoek heeft zich gericht op het achterhalen van het effect van de maatregelen in de natuurgebieden is op de hoogte van de grondwaterstanden in de aangrenzende landbouwgebieden. Allereerst zijn de bestaande bodemgegevens onderzocht, waarna de grondwaterstanden nader zijn verkend met o.a. het grondwatermodel AZURE.

Op basis van het voorliggende onderzoek kan het volgende worden geconstateerd:

- in het gebied zijn geen metingen van de freatische grondwaterstanden beschikbaar, maar wel van de stijghoogten in het Pleistocene watervoerend pakket. De freatische grondwaterstanden kunnen aanzienlijk verschillen van de stijghoogten in het onderliggende watervoerende pakket: zeker bij een aanzienlijke dikte van de deklaag kan dit het geval zijn;
- uit de tijdreeksanalyse blijkt dat de stijghoogten in het Pleistocene pakket zijn verhoogd met enkele centimeters tot enkele decimeters in de natuurgebieden. In het Hulkesteinse Bos zijn de stijghoogten met 2 à 3 decimeter gestegen (bepaald als verschil voor de perioden 1993-2000 en 2005-2008). Een zelfde stijging zien we voor deze periode bij de Stille Kern als gevolg van de peilwijzigingen aldaar. Een deel van de stijging wordt waarschijnlijk veroorzaakt door andere factoren, waardoor 6 à 7 centimeter stijging in het gehele gebied is opgetreden. Effecten van de aanleg van de waterpartijen in de Stille Kern zijn door de recentere periode van aanleg moeilijker te bepalen maar lijken nihil;

- de stijghoogten in het watervoerend pakket tonen een duidelijk verloop van het hoge peil in de randmeren naar de lagere stijghoogten in het centrum van de polder. De invloed van het randmeer is beperkt door de 1) het beperkte doorlaatvermogen van het watervoerend pakket en 2) de relatief grote afstand tussen de waterlopen, die insnijden in de zandondergrond;
- de werking van het grondwatersysteem is op basis van de beschikbare gegevens als volgt: tijdens een wintersituatie is het neerslagoverschot het grootst. De freatische grondwaterstanden nemen dan toe. Een deel van de neerslag zijgt weg naar de ondergrond, waarbij de grootte van de wegzijging afhangt van de (on)doorlatendheid van de ondiepe slecht doorlatende lagen (weerstand van de deklaag) en ook de waterdruk onder deze laag. Als er geen drainagemiddelen aanwezig zijn (buisdrainage of afvoerende kleischeuren), dan kan de grondwaterstand 0,3 tot 1,5 m hoger zijn dan de stijghoogte in het watervoerend pakket. Als er wel drainagemiddelen aanwezig zijn dan zullen de hogere grondwaterstanden hierdoor afgetopt worden.

Als het wegzijgende freatische grondwater komt in het onder de klei liggende zandige pakket terecht, waarna het zal wegstromen naar de diepere watergangen. Deze watergangen liggen op relatief grote afstand van elkaar en ook is het zandpakket niet heel erg dik en doorlatend. Hierdoor houden de watergangen alleen in de directe omgeving de waterdruk (stijghoogte) goed op niveau. Midden tussen deze watergangen volgen de stijghoogten de freatische grondwaterstanden heel snel, doordat maar een klein beetje water nodig is om de stijghoogte aanzienlijk te laten toenemen (de bergingscoëfficiënt van watervoerend pakket is beperkt);

- uit een analyse van de effecten van wisselingen in jaarlijks neerslagpatroon en –hoeveelheid blijkt dat van jaar tot jaar het voorkomen van hoge grondwaterstanden in dit gebied met een slechtdoorlatende toplaag sterk kan verschillen. Het ervaren van overlast door hoge grondwaterstanden zal daarom ook van jaar tot jaar verschillen.

4.2 Conclusies

Bij het achterhalen van het effect van de natuurgebieden op de grondwaterstanden in het landbouwgebied is inzicht verkregen in de werking van het watersysteem.

De effecten van de natuurgebieden op de landbouwgebieden zijn als volgt:

- de peilwijzigingen in het Hulkesteinse Bos (2004) en de Stille Kern (2000 en 2013) hebben volgens de AZURE-berekeningen tot op beperkte afstand effecten op de stijghoogte.

Tevens is aandacht besteed aan andere externe factoren, die de grondwaterstanden kunnen beïnvloeden. Hierbij is het volgende geconcludeerd:

- een relatie tussen de grondwaterstanden en onttrekkingen t.b.v. van de drinkwaterwinning is niet waarschijnlijk. Ook kan er geen relatie gelegd worden met baggerwerkzaamheden in de randmeren;
- het maaiveld is sinds de drooglegging van de polder ingeklonken. Ook in de laatste twee decennia was er nog een zekere maaiveldaling. Verwacht wordt dat in de komende twee decennia het maaiveld nog circa 0,5 tot 1,0 cm per jaar zal zakken. Door het zakken van het maaiveld zullen hoge grondwaterstanden vaker voorkomen, zeker als er geen drainage is. Goede drainage is daarom essentieel;
- de peilbuizen van het eerste watervoerende pakket vertonen een duidelijk seizoensinvloed op de stijghoogte. Verhoging in de winterperiode en uitzakken in de zomerperiode. Dit is een duidelijke indicatie dat er geen hoge druk op het pakket staat (de invloed van de randmeren is beperkt);
- de freatische grondwaterstanden kunnen in theorie bij afwezigheid van buisdrainage tijdens een wintersituatie circa 0,3 tot 1,5 m hoger zijn dan de stijghoogten. Als er wel drainagemiddelen aanwezig zijn dan zullen de hogere grondwaterstanden hierdoor afgetopt worden. Een goede werking van de buisdrainage is voor dit gebied dan ook cruciaal;
- de oorspronkelijke drainage in het gebied is 40 jaar oud. Verwacht mag worden dat deze drainage ondertussen minder goed gaat werken. Door bodemdaling is het drainageniveau substantieel dichter onder het maaiveld komen te liggen. Ook kan bij ongelijke bodemdaling in dit gebied het functioneren van drainage verminderen. In het gebied is op diverse plekken reeds nieuwe drainage aangelegd met positieve ervaringen.

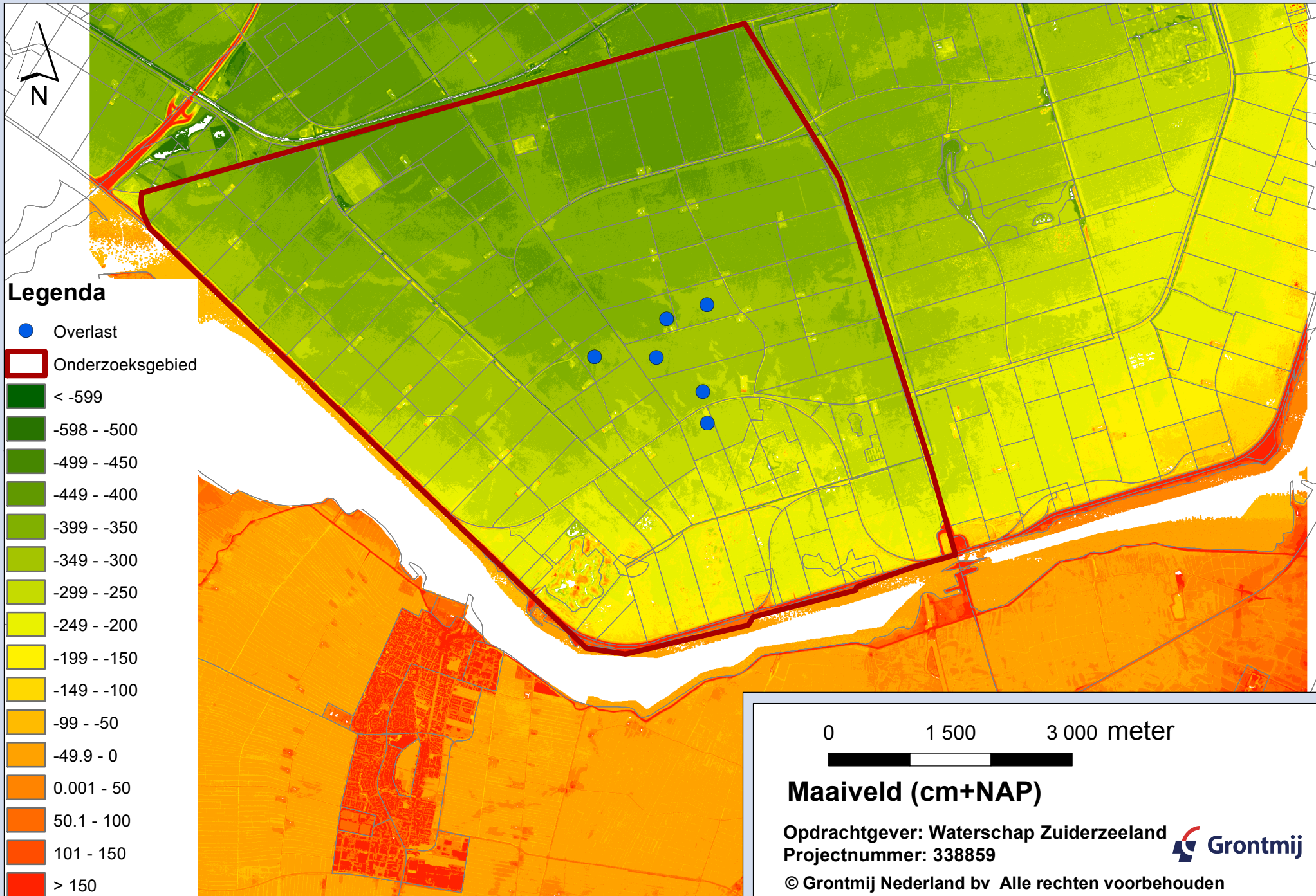
5 Referentielijst

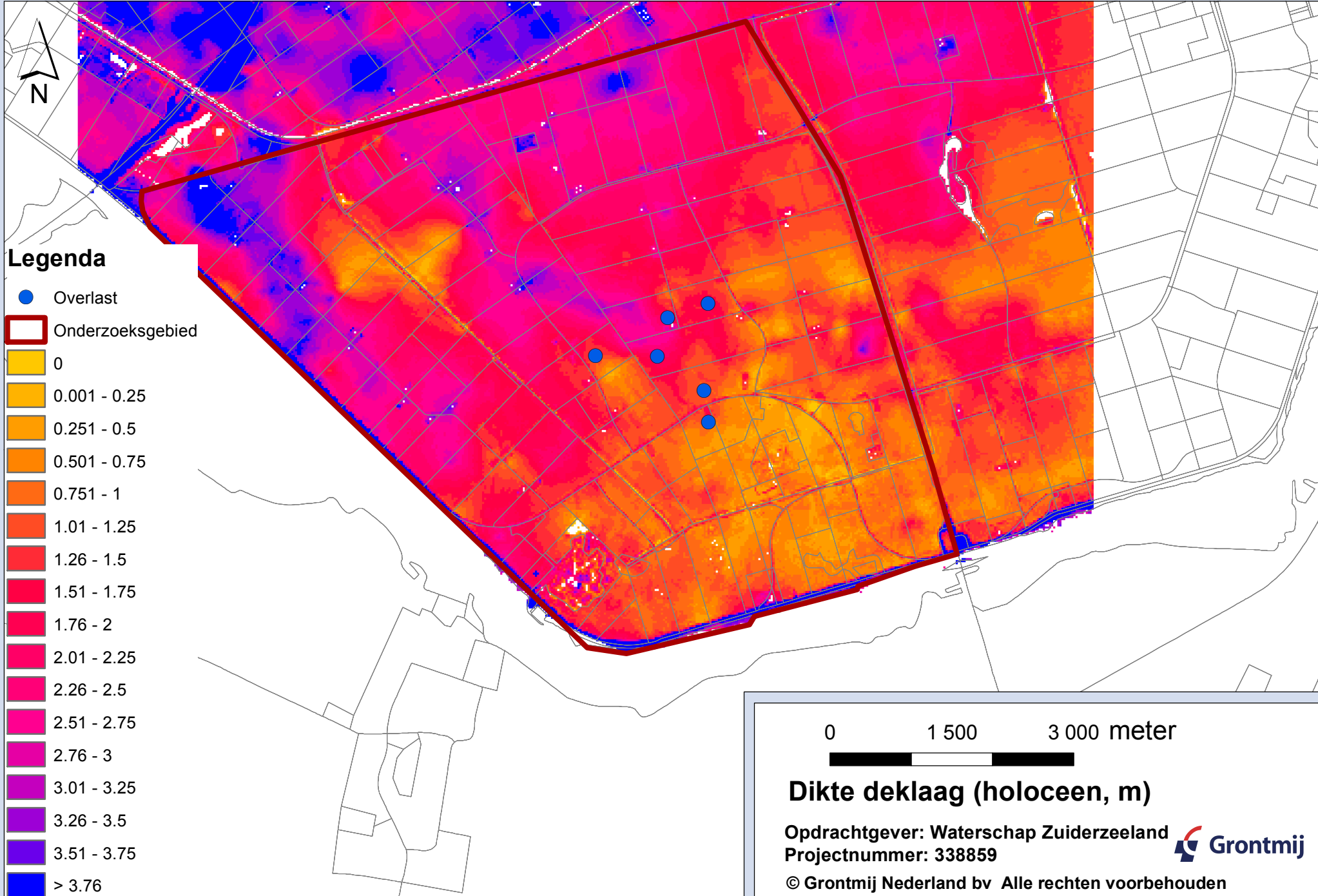
Beschikbare gegevens:

1. Huidige oppervlaktewaterpeilen, peilbesluiten Waterschap Zuiderzeeland
 - a. Peilbesluit Hoge Vaart, mei 2004
 - b. Peilbesluit Nijkerkertocht, 29 mei 2007
 - c. Peilbesluit Zuidlob, 4 mei 2004
 - d. Peilbesluit Spiektocht, 12 september 2006
2. Kaart met overzicht natte plekken (handgetekende kaart ZZL)
3. Voorverkenning Zuidlob (wateropgave), Aequator Groen & Ruimte bv, 6 februari 2012
4. De geologie en bodem van Zuidelijk Flevoland, Flevobericht 415, Rijkswaterstaat, directie IJsselmeergebied, december 1998
5. Bodemdalingskaart Flevoland, Grontmij en Deltares, 23 maart 2012
6. Onderzoek TenneT, bodemopbouw Flevoland, Grontmij, 2014
7. REGISII v2.1 en DINO, TNO
8. Mondelinge info Benjamin Wijma, gebiedsbeheerder Zuiderzeeland, d.d. 27 juni 2014
9. Archeologiebeleid gemeente Zeewolde, Vestigia, 16 september 2009
10. Grondwatermodel AZURE, Actueel Instrumentarium voor de Zuiderzee Regio, Hoofdrapport - achtergonden modelbouw, stationaire calibratie, niet-stationaire calibratie, versie 0.9, Deltares, oktober 2013
11. Tekening peilenkaart "Zomerpeilen", Heemraadschap Fleverwaard, 22-07-1997
12. Gebiedsdossiers grondwaterwinningen Flevoland, Winningen ten behoeve van drinkwatervoorziening Fledite, Spiekzand en Harderbroek, Grontmij, 27 november 2012
13. Verbetering watersysteemmodellering; onderdeel Kleischeuren. Alterra en HKV Lijn in water, 2011
14. Pesticide Leaching in Polders: Field and Model Studies on Cracked Clays and Loamy Sand; Proefschrift Universiteit Wageningen, K.P. Groen, 1997.

Bijlage 1

Maaiveldhoogte en bodemopbouw

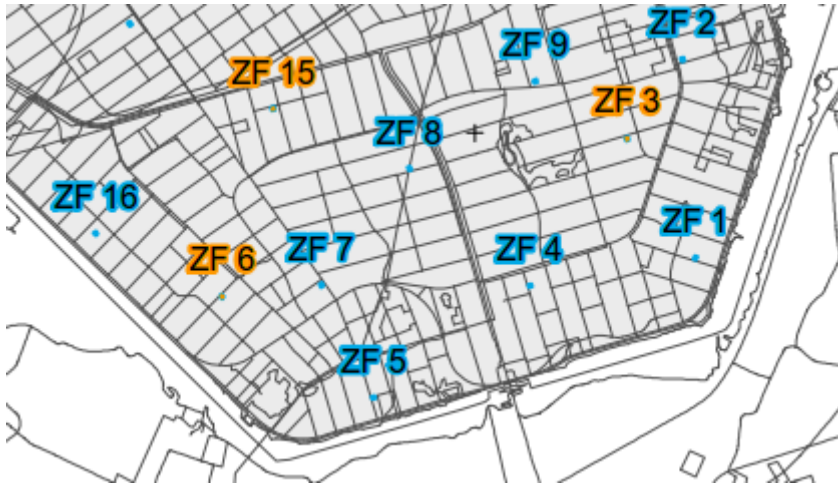




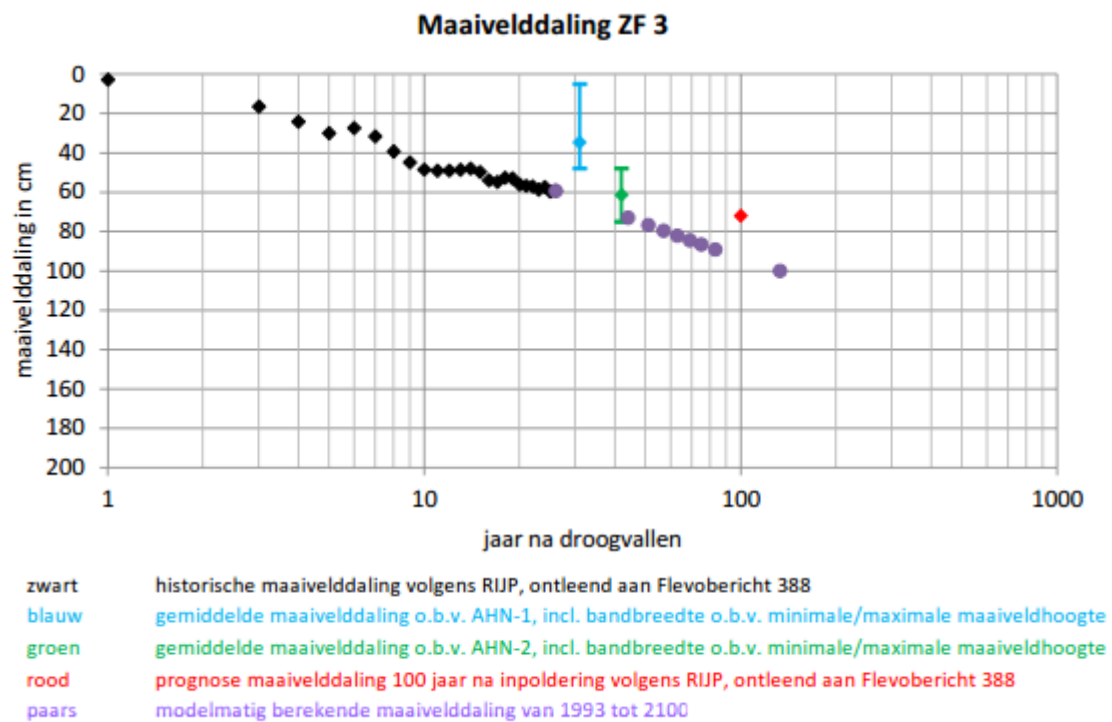
Bijlage 2

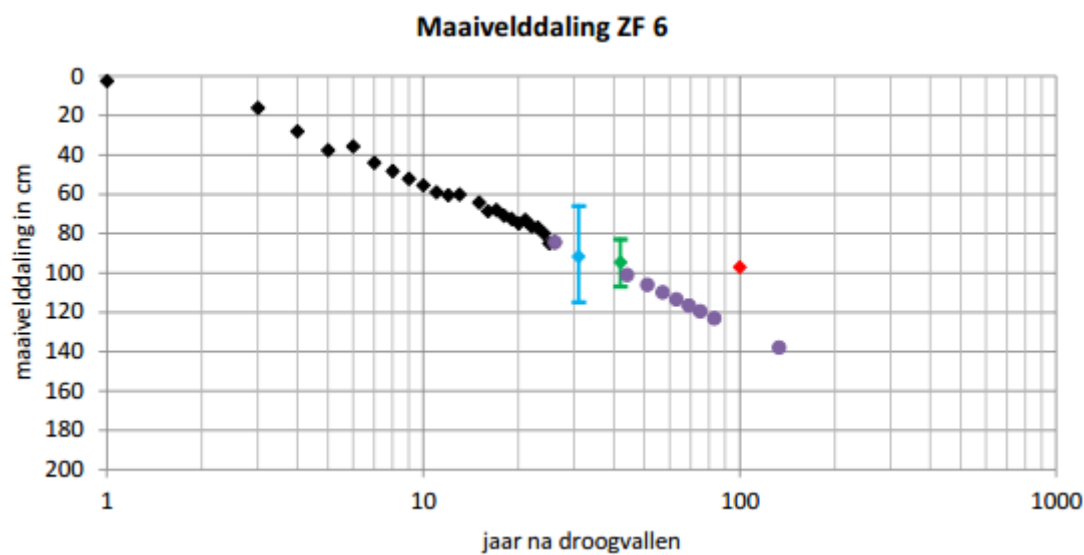
Bodemdaling

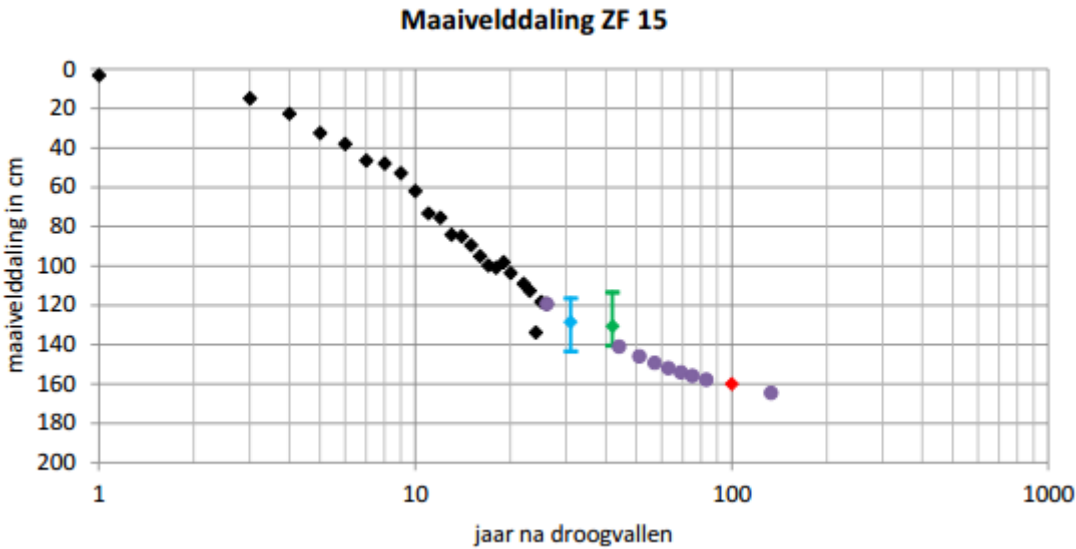
De gegevens zijn ontleend aan “Bodemdalingskaart Flevoland”, Grontmij, Deltares, 2011. Op een aantal locaties, de zogeheten rijpingsterreinen, is de zakking van het maaiveld gemeten. Referentie in de tijd: droogvallen polder 1968.



Figuur Ligging rijpingsterreinen



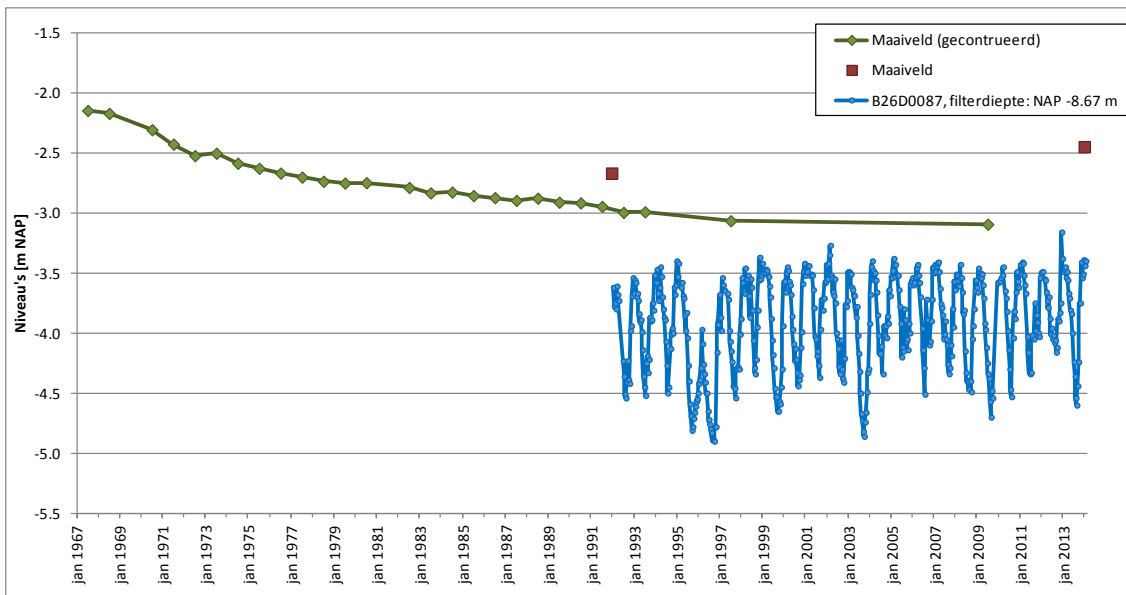
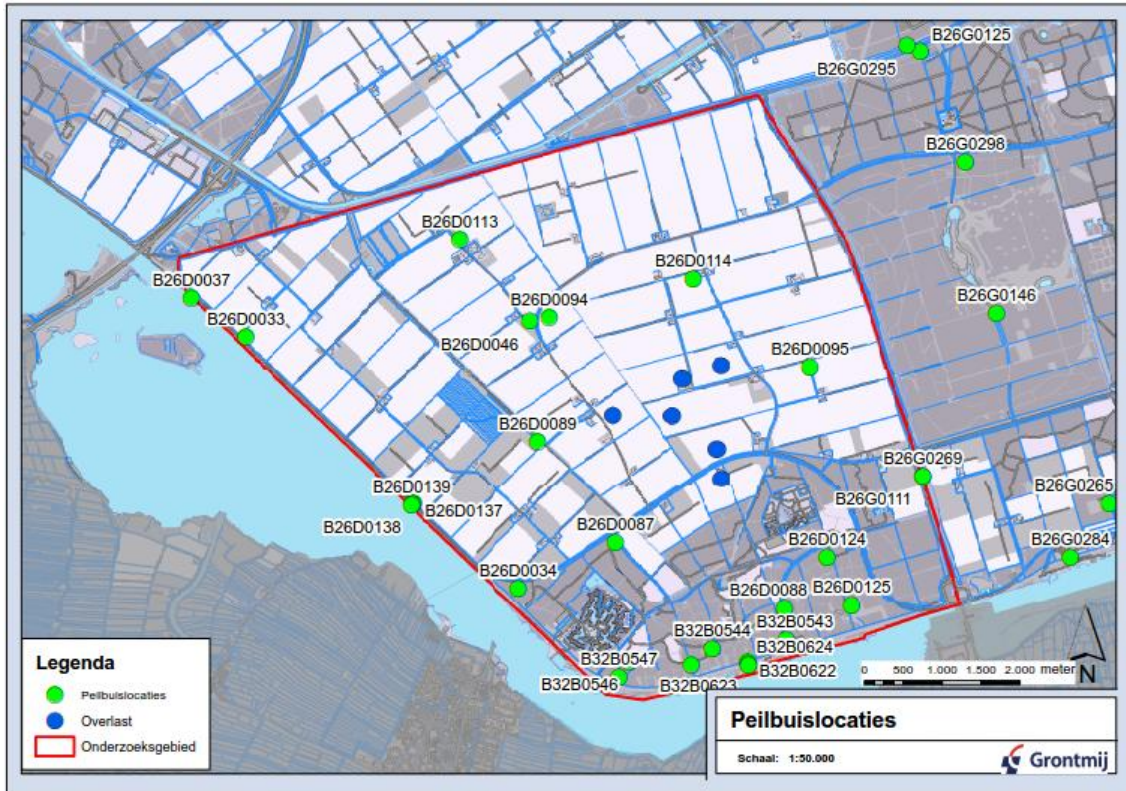


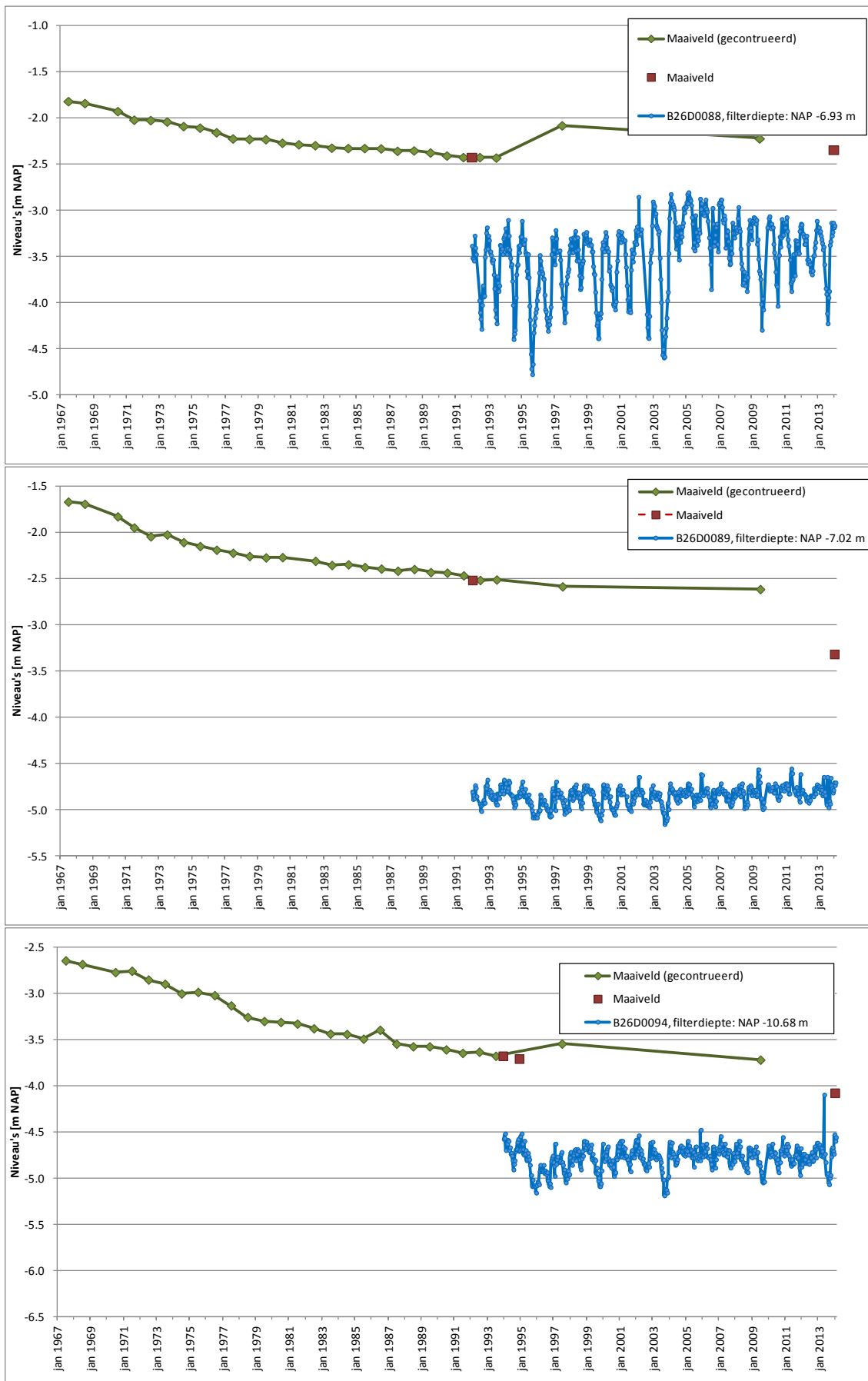


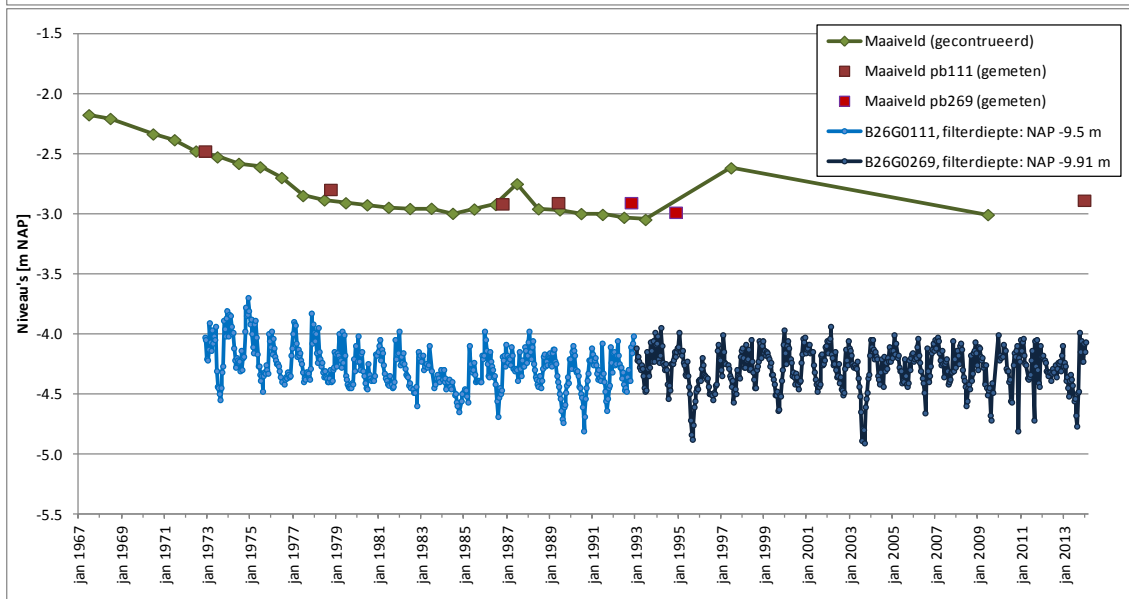
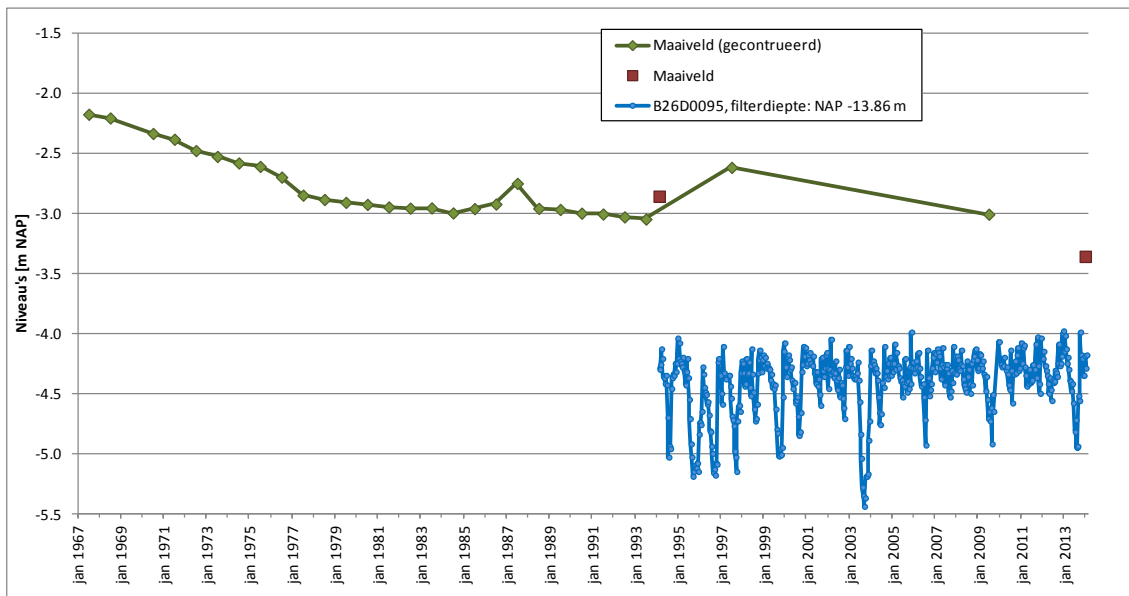
Bijlage 3

Grondwaterstanden en bodemdaling

Het maaiveld is in de afgelopen decennia gedaald. Per peilbuis is vastgesteld welke rijpingsplot van de RIJP het best overeenkomt. Vervolgens is de maaivelddaling vertaald naar de maaiveldhoogte per peilbuis. De grondwaterstanden zijn onderstaand met maaiveldverloop in de tijd weergegeven, plus de gemeten maaiveldniveaus ter plaatse van de peilbuis **met uitzondering van het maaiveldniveau voor 1 januari 2014 welke het gemiddelde maaiveld in het 100 x 100 blok weergeeft (AZURE-gegevens)!**





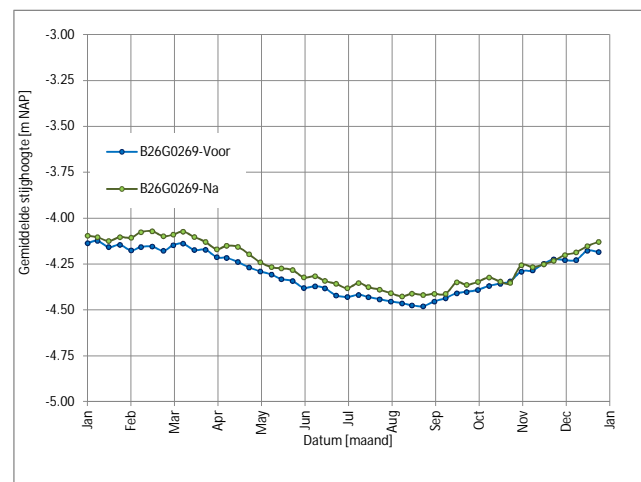
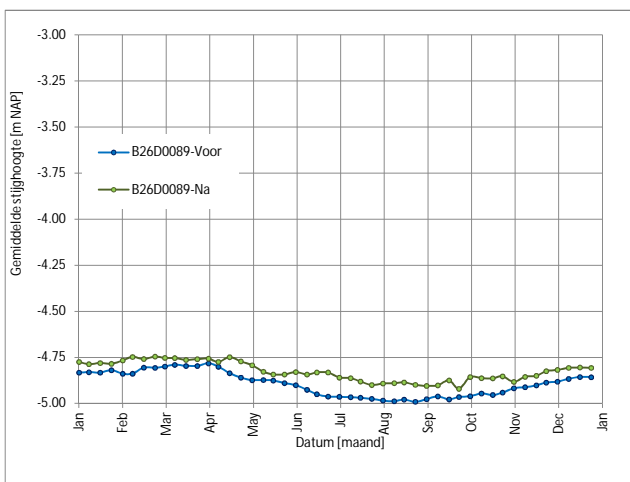
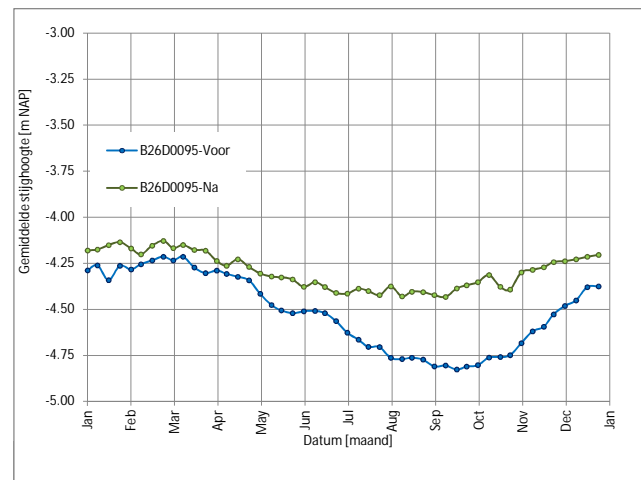
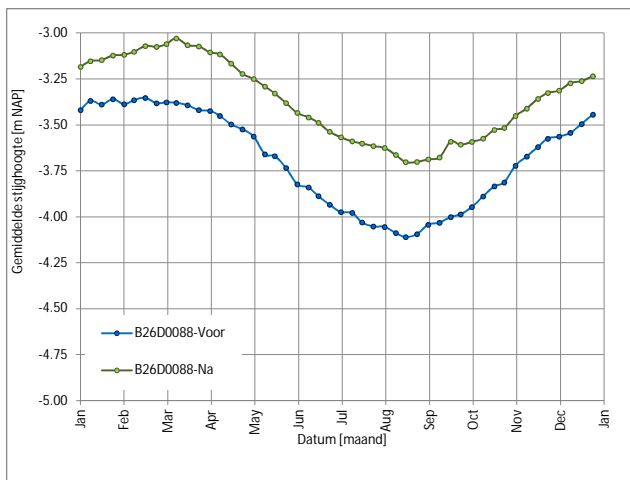
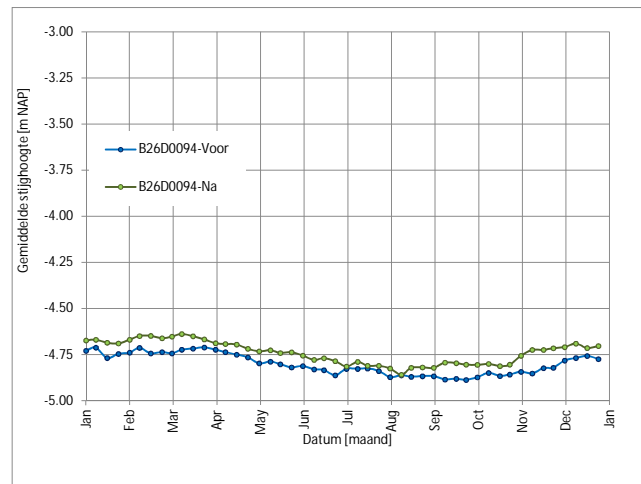
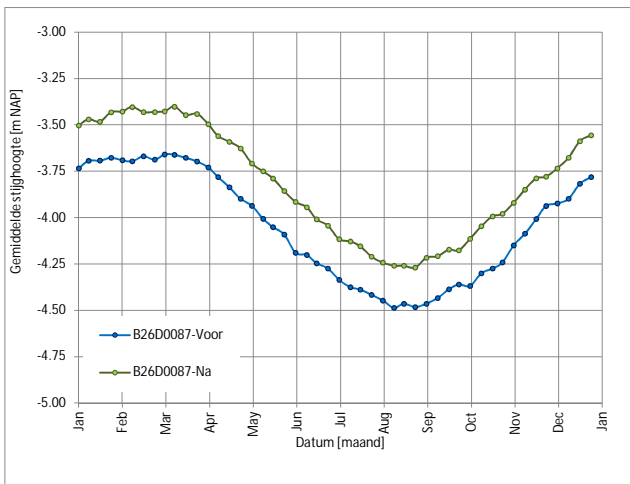


Bijlage 4

Tijdreeksanalyse

		KALIBRATIE							KALIBRATIERESULTAAT				MODELLERING				RESULTAAT
Peilbuis	T.o.v. ingrepen	Periode	Neerslag station	Verdampingsstation	verklaard	M0	evap.factr	drain.basis	Periode	GLG	GG	GHG	verschil GG				
[nr]	[voor/na]	[j-r-jr]	[-]	[-]	[%]	[dgn]	[-]	[m NAP]	[j-r-jr]	[m NAP]	[m NAP]	[m NAP]	[m]				
B26D0087	voor	1992-2000	Zeewolde	DeBilt	87.9	419	1.29	-4.2	1990-2014	-4.56	-4.05	-3.59	+0.24				
B26D0087	na	2005-2014	Zeewolde	DeBilt	91	341	1.73	-3.7	1990-2014	-4.32	-3.81	-3.38					
B26D0088	voor	1992-2000	Spakenburg	DeBilt	84.3	227	1.79	-3.6	1990-2014	-4.19	-3.69	-3.28	+0.33				
B26D0088	na	2005-2014	Spakenburg	DeBilt	68.9	376	1.36	-3.5	1990-2014	-3.77	-3.36	-2.98					
B26D0089	voor	1993-2000	Zeewolde	Soesterberg	67.5	94	1.3	-4.9	1993-2008	-5.04	-4.89	-4.76	+0.07				
B26D0089	na	2005-2008	Zeewolde	Soesterberg	47	289	2.09	-4.6	1993-2008	-4.95	-4.82	-4.72					
B26D0094	voor	1993-2000	Zeewolde	Soesterberg	70.8	183	0.67	-5.1	1993-2008	-4.98	-4.8	-4.63	+0.06				
B26D0094	na	2005-2008	Zeewolde	Soesterberg	56.4	300	1.13	-4.9	1993-2008	-4.88	-4.74	-4.61					
B26D0095	voor	1993-2000	Spakenburg	Soesterberg	70.7	238	1.51	-4.5	1993-2008	-4.94	-4.52	-4.16	+0.23				
B26D0095	na	2005-2008	Spakenburg	Soesterberg	70.7	1886	1.12	-5.6	1993-2008	-4.52	-4.29	-4.09					
B26G0269	voor	1993-2000	Zeewolde	Soesterberg	81.8	129	1.27	-4.4	1993-2008	-4.53	-4.3	-4.09	+0.05				
B26G0269	na	2005-2008	Zeewolde	Soesterberg	83.1	164	1.39	-4.3	1993-2008	-4.47	-4.25	-4.04					

Gemodelleerde grondwaterstanden, gekalibreerd op periode voor 2000 (blauw) en na 2005 (groen)

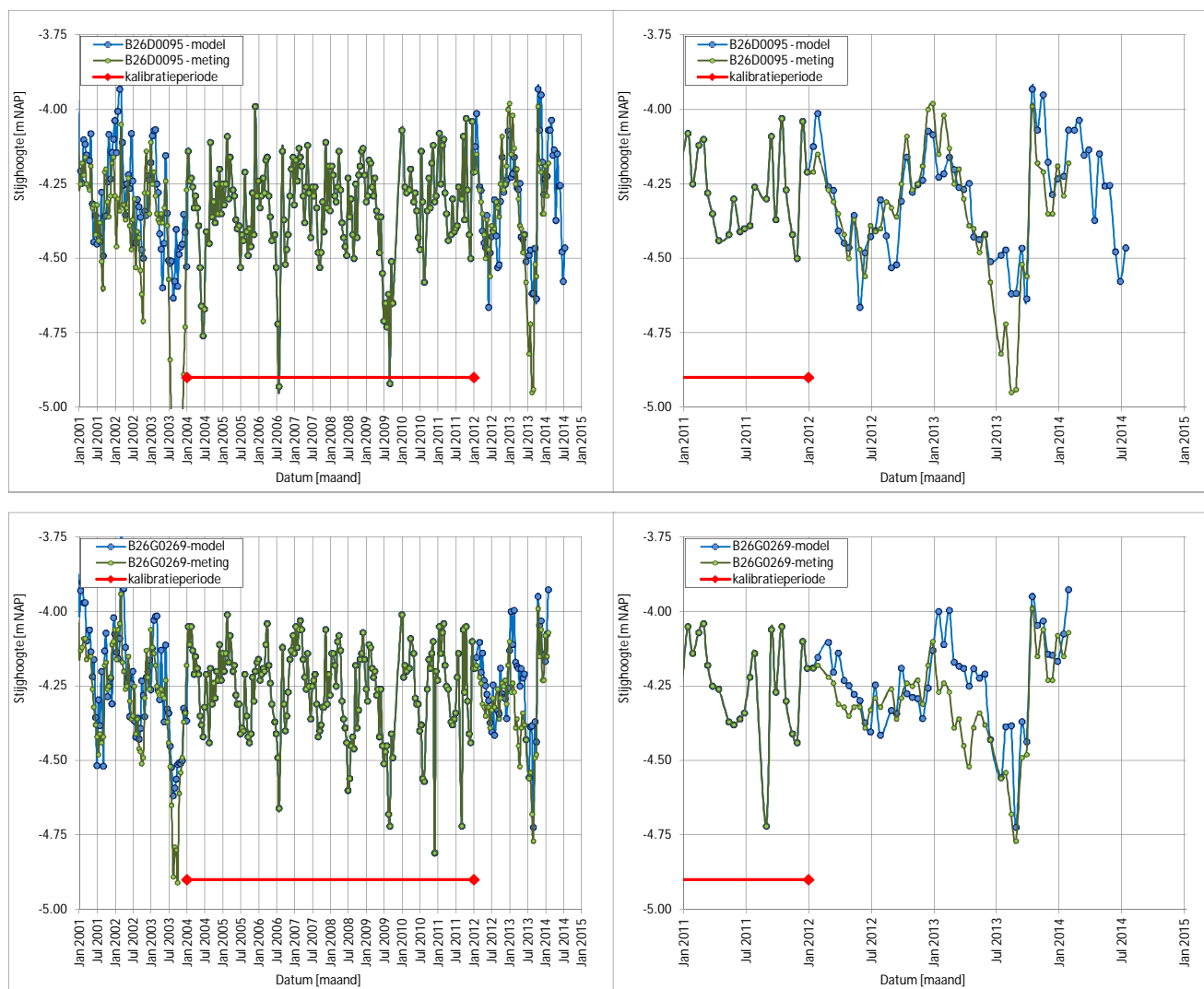


De modellering is in 4 stappen uitgevoerd.

- 1). Er is een tijdreeksmodel gemaakt, dat is gekalibreerd op de metingen TOT 2000.
- 2). Er is een tijdreeksmodel gemaakt, dat is gekalibreerd op de metingen NA 2005.
- 3). Met beide modellen zijn de grondwaterstanden berekend over de gehele periode (1990 of 1993, tot 2005 of 2014).
- 4). Van de berekende grondwaterstanden zijn de regimecurven (gemiddelde waarden per maand) berekend.

Hiermee is het verschil in grondwaterstand tussen de periode voor 2000 en na 2005 inzichtelijk gemaakt.

Gemeten (groen) en gemodelleerde (blauw) grondwaterstanden (prognose)



Grondwaterstandsmodel is gekalibreerd op de periode 2004-2011, voorafgaand aan de werkzaamheden in de Stille Kern. Vervolgens zijn de grondwaterstanden gemodelleerd over de periode 2012-2014. Uit de modellering blijkt dat de gemodelleerde grondwaterstanden grondwaterstanden in de periode 2012-2014 niet sterk afwijken van de gemeten standen. Dit duidt er op dat er sinds 2011 geen sterke veranderingen zijn opgetreden.

Bijlage 5

Veldbezoek 11 november 2014

Tijdens het veldbezoek op 11 november 2014 waren aanwezig:

- Frederik Stoppelenburg: beleidsadviseur/hydroloog, Waterschap Zuiderzeeland
- Benjamin Wijma: opzichter watergangen, Waterschap Zuiderzeeland
- Pim Dik: geohydrologisch adviseur, Grontmij

Er zijn twee locaties bezocht, zie de onderstaande kaart.

Locatie Winkelweg

Op de eerste locatie zijn op twee percelen boringen uitgevoerd. De agrariër (v/d Westeringh) vertelde dat na een natte periode de neerslag op een paar plekken met beperkte omvang bleef staan op het maaiveld. Voor de noordelijke vlek was de inschatting van de boer dat deze plek een doorsnede van circa 25 m had en voor het zuidelijke deel een grotere vlek, circa 50 x 50 m. Op deze plaatsen bleek de draagkracht van de bodem voor de landbouwmachines te beperkt. En ook de uien zijn gevoelig voor de natschade. Tot voor kort lag nog steeds een RIJP-drainagesysteem met een drainafstand van 48 m. In oktober 2014 heeft de heer v/d Westeringh een nieuw eenzijdig drainagesysteem aangelegd met een drainafstand van 24 m en een diepte van circa 1,15 m –mv (en een afschot van 0,5 cm per 100 m). Het oude drainagesysteem “werkt ook nog steeds”. Daarnaast zijn verschillende perceelssloten geherprofileerd (verdiept en verbreed). De heer v/d Westeringh heeft het idee dat beide maatregelen een positieve bijdrage aan de

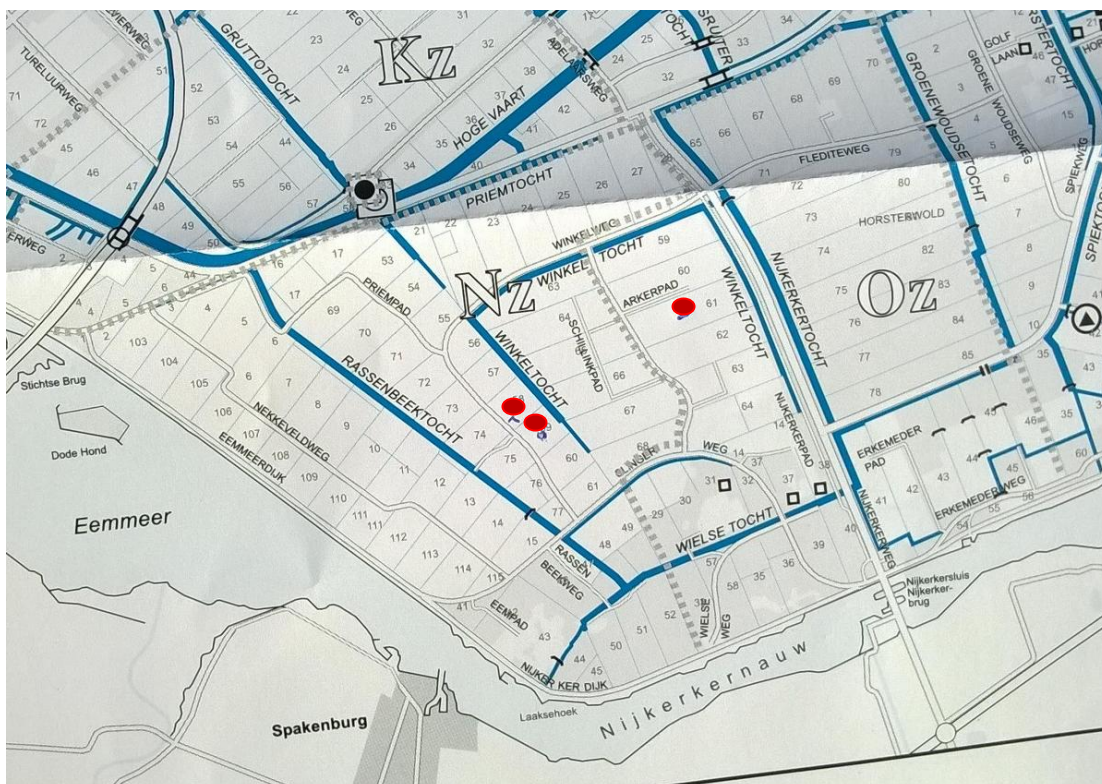
beheersing van de grondwaterstanden hebben.

Boringen

Onduidelijk is of de boring Noord precies op de natte plek is gezet. Volgens de agrariër zouden we daar blauwe klei aantreffen, dat wijst op anaerobe omstandigheden. In de boring is dit niet teruggevonden.

Tabel B1.1 Uitgevoerde verkennende boringen

Diepte (m-mv)	Boring Noord	Boring Zuid
0,00 – 0,20	Klei	Klei
0,20 – 0,40	Klei	Klei
0,40 – 0,60	Klei	Klei
0,60 – 0,80	Klei met veen	Klei
0,80 – 1,00	Klei met veen	Klei - veen
	1,0 grondwater	Grondwater niet aangetroffen



Foto's nieuwe sloot

Op circa 0,6 à 0,8 m-mv begonnen venige afzettingen met daarin stukken hout, etc..



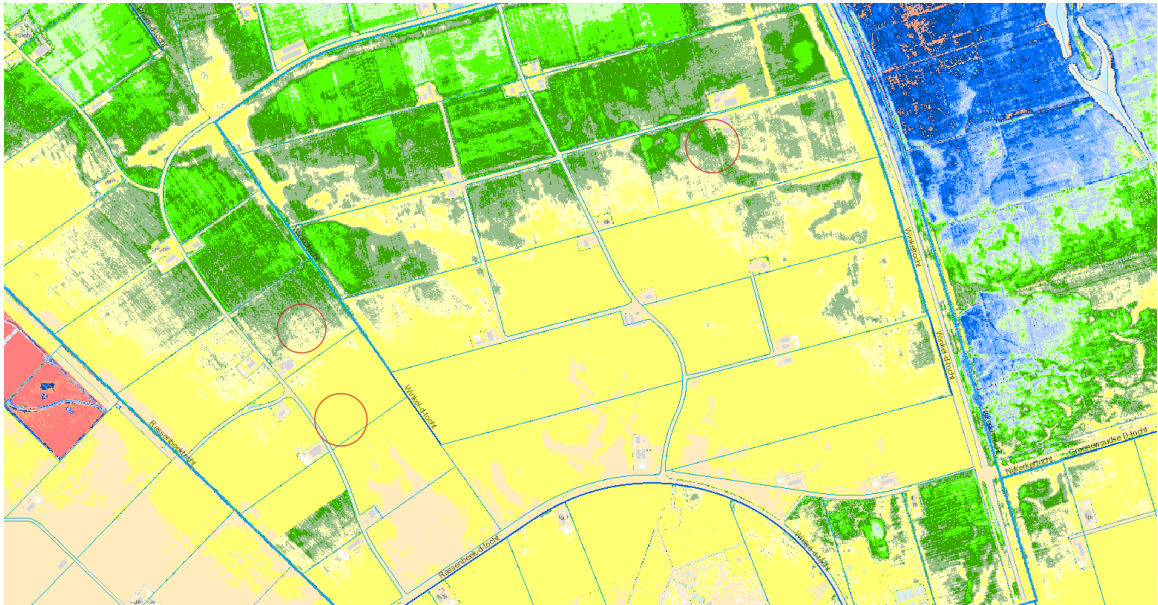
Locatie Arkerpad

Het betreft een kavel van Martin Boersma grenzend aan die van Bouma. Twee boringen zijn uitgevoerd: 1 vrij dicht aan het Arkerpad, en 1 ongeveer halverwege het perceel op circa 20 m van het perceel van Douma. De zuidelijke boring lag in een laagte van het veld (Frederik: controleren met AHN) en was duidelijk natter dan de noordelijke boringen.

Boringen

Diepte (m-mv)	Boring Noord	Boring Zuid
0,00 – 0,20	Klei	Klei
0,20 – 0,40	Klei met org mat.	Klei
0,40 – 0,60	Klei met org mat.	Klei
		Grondwater op 0,55 m -mv
0,60 – 0,80	Klei	Klei
0,80 – 1,00	Klei met veen	Klei

Foto's ligging lokatie



Figuur Indicatief verloop maaiveldhoogte en uitgevoerde verkennende boringen (rode cirkels)

VOORVERKENNING ZUIDLOB

Voorverkenning Zuidlob

Uitgebracht aan: Waterschap Zuiderzeeland
De heer K. Petie
Postbus 229
8200 AE Lelystad

Uitgebracht door: Aequator Groen & Ruimte bv
De Drieslag 25
8251 JZ Dronten

Contactpersoon: Marco Arts
06 22450087

Auteur(s): Arjen Roelandse
Marco Arts

Versie: Definitief

Datum: 6 februari 2012

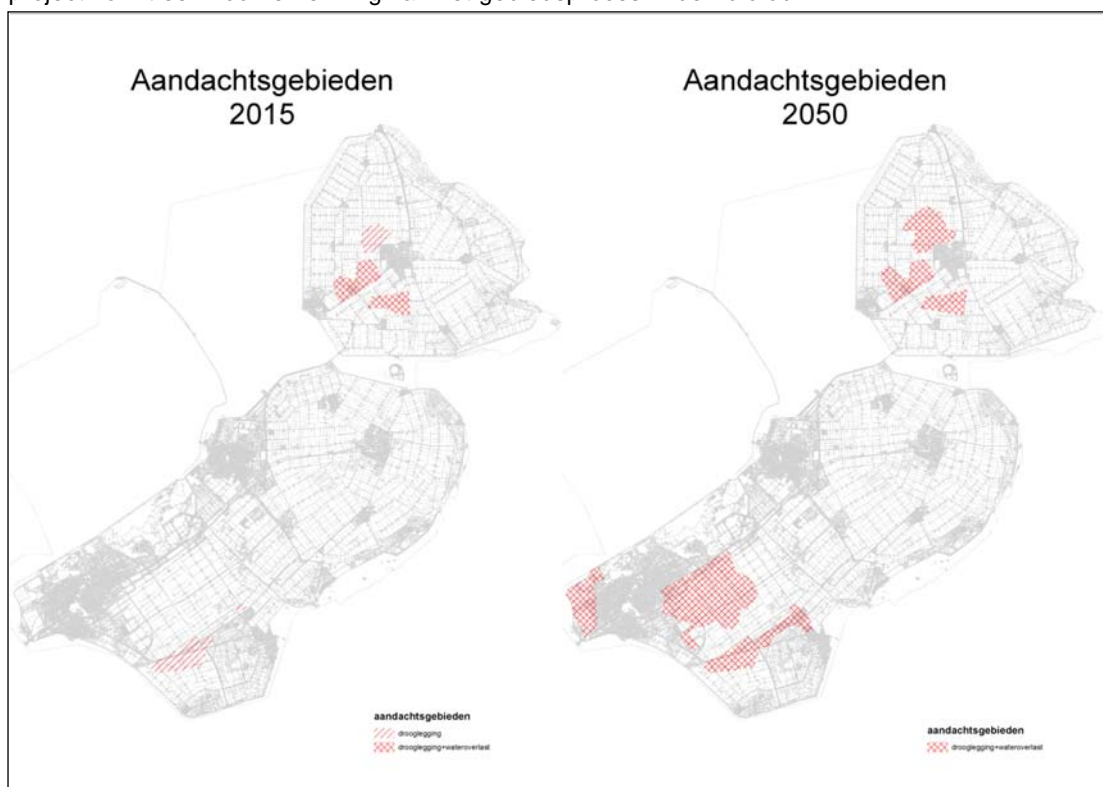
INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding tot het project	1
1.2	Doelstelling	2
1.3	Leeswijzer	2
2	AANPAK	3
2.1	GGOR- Stappen	3
2.2	Aanpak voorverkenning	5
3	BESCHRIJVING VAN HET GEBIED	8
3.1	Gebiedsbeschrijving	8
3.2	Geomorfologie en bodem	11
3.3	Hydrologisch systeem	13
4	RESULTATEN VAN DE HYDROLOGISCHE ANALYSE	17
4.1	Actueel Grond- en Oppervlaktewaterregime (AGOR)	17
4.2	Optimaal Grond- en Oppervlaktewaterregime (OGOR)	18
4.3	Knelpunten	23
5	TOEKOMSTIGE SITUATIE	29
5.1	Autonome ontwikkelingen	29
5.2	Knelpunten	34
6	RUIMTELIJKE ONTWIKKELINGEN EN KOPPELKANSSEN	35
7	CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN	38
7.1	Aanbevelingen	40
8	BIJLAGE	42

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding tot het project

Waterschap Zuiderzeeland werkt momenteel aan het oplossen van de wateropgaven in de provincie Flevoland. Eén van de aandachtsdeelgebieden hierbij is de Zuidlob in Zuidelijk Flevoland. In het NBW koersdocument en het Waterbeheerplan 2010-2015 heeft het waterschap aangekondigd dat mogelijke oplossingen voor de wateropgavegebieden zullen worden verkend middels een gebiedsproces. Dit project vormt een voorverkenning van het gebiedsproces in de Zuidlob.



Figuur 1: Wateropgavegebieden voor de toetsperiode 2015 en 2050 (bron: NBW Koersdocument Waterschap Zuiderzeeland). Opmerking: de gebieden waar niet voldaan wordt aan de norm voor drooglegging leiden niet tot een formele wateropgave.

De Zuidlob van Flevoland kent in 2015 geen opgave ten aanzien van de inundatienorm. Het gebied voldoet in beperkte mate niet aan de droogleggingsnorm, maar dit leidt niet tot een formele wateropgave. Verwacht wordt dat richting 2050 er wel een wateropgave ontstaat, doordat niet meer aan de inundatienorm wordt voldaan. In deze voorverkenning worden de huidige knelpunten in het gebied gedetailleerd in beeld gebracht, met een doorkijk naar de toekomst. Hiermee krijgt het waterschap inzicht in mogelijke meekoppelkansen en kan het waterschap een afweging maken of er voldoende urgentie is om op basis van een gebiedsproces een oplossing voor de (toekomstige) wateropgave te zoeken.

1.2 Doelstelling

Het doel van de voorverkenning is het vastleggen van de uitgangssituatie van het gebied resulterend in het opstellen van een advies ten aanzien van de mogelijke vervolgstappen van het gebiedsproces.

De uitgangssituatie behelst zowel de hydrologische knelpunten als de ideeën van de verschillende actoren die in het gebied aanwezig zijn. De volgende deelvragen moeten beantwoord worden:

1. Wat zijn de karakteristieken van de Zuidlob (functies, watersysteem)?
2. Wat is het beheerdersoordeel met betrekking tot de omvang en aard van de waterproblematiek?
3. Welke beperkingen (indien aanwezig) levert de huidige en toekomstige drooglegging op voor de (agrarische) gebruikersfuncties binnen het gebied?
4. Welke ruimtelijke ontwikkelingen spelen binnen en rondom de Zuidlob?
5. Welke actoren kunnen een rol spelen bij het oplossen van de wateropgave?
6. Wat zijn de handelingsperspectieven, gelet op voorgaande punten?

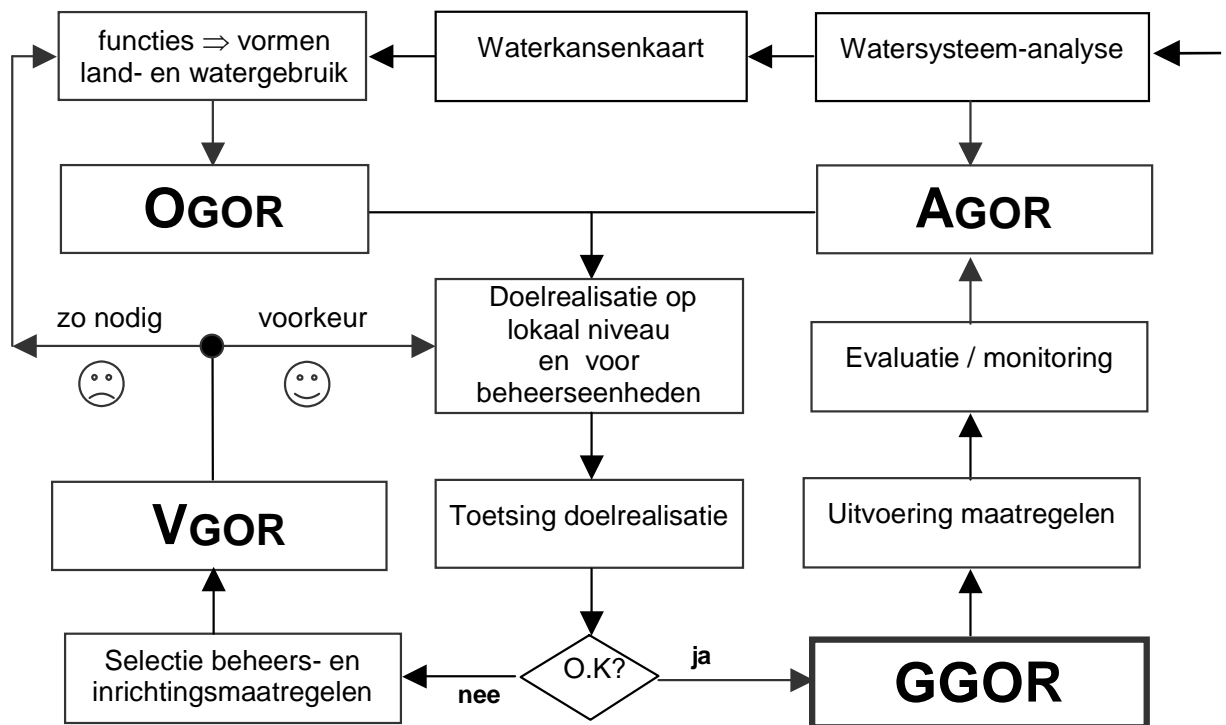
1.3 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt de aanpak van het project weergegeven, waarna in hoofdstuk 3 het onderzoeksgebied wordt toegelicht. Hoofdstuk 4 geeft inzicht in de huidige situatie van het hydrologisch systeem en de bijbehorende wateropgaven. In hoofdstuk 5 wordt het waterbeheer besproken en de overige knelpunten, een doorkijk gegeven naar de toekomstige situatie van het hydrologische systeem als gevolg van toekomstige ontwikkelingen. In hoofdstuk 6 worden tot slot de bevindingen samen samengevat en voorzien van aanbevelingen.

2 AANPAK

2.1 GGOR- Stappen

Voor deze voorverkenning is de handleiding GGOR-methodiek gevolgd [waterschap Zuiderzeeland, 2010a]. In een volledig GGOR-proces wordt het schema doorlopen als weergegeven in onderstaande figuur. Het GGOR wordt vervolgens geformaliseerd in een peilbesluit.



AGOR = Actueel Grond- en OppervlaktewaterRegime.

OGOR = Optimaal of Ongewogen Grond- en OppervlaktewaterRegime.

VGOR = Verwacht of Verbeterd Grond- en OppervlaktewaterRegime.

GGOR = Gewenst of Gewogen Grond- en OppervlaktewaterRegime.

AOR = Actueel Oppervlaktewater Regime.

Figuur 2: GGOR methodiek

In deze voorverkenning zijn de volgende werkstappen uitgevoerd:

1. Voorlopig OGOR;
2. Voorlopig AGOR;
3. Confronteren voorlopige AGOR met OGOR: knelpuntenanalyse;
4. Maken waterkansenkaarten.

Optimaal Grond- en Oppervlaktewaterregime (OGOR)

Het Optimale Grondwaterregime volgt uit de landgebruiksfuncties en het bodemtype. Het optimale regime is vertaald in een GHG, GLG en voor natuur een GVG. Voor natuur is het regime vastgelegd in beheertypen en bijbehorende standplaatsfactoren. Voor de landbouw en woningbouw is de grondwaterstand uiteindelijk vertaald in een drooglegging. Het voorlopige OGOR is bepaald met behulp van het programma WaterNOOD.

De grondwaterstandfluctuaties worden beschreven door de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG) en de Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GLG). Vaak wordt daarnaast ook gebruik gemaakt van de Gemiddelde Voorjaarsgrondwaterstand. Deze grondwaterstanden worden vaak samengenomen door de afkorting GXG.

De GHG is het gemiddelde van de hoogst waargenomen 3 standen per jaar gedurende 8 jaren uitgaande van maandelijkse metingen op of omstreeks de 14de en 28ste van de maand.

De GLG is het gemiddelde van de laagst waargenomen 3 standen per jaar gedurende 8 jaren uitgaande van maandelijkse metingen op of omstreeks de 14de en 28ste van de maand.

De GVG wordt vooral gebruikt bij natuur en geeft de grondwaterstand in het begin van het groeiseizoen. Het wordt vaak afgeleid van de GHG en GLG.

Actueel Grond- en Oppervlaktewaterregime (AGOR)

Het AGOR is bepaald aan de hand van metingen van de oppervlaktewaterpeilen en grondwaterstanden. Deze metingen dienen als basis voor het maken van een gebiedsdekkende kaart voor de freatische grondwaterstanden. Deze kaart is getoetst aan de ervaringen van de veld- en gebiedsmedewerkers van het waterschap en besproken met medewerkers van de gemeente Zeewolde en Staatsbosbeheer.

Confronteren AGOR met OGOR

Het programma WaterNOOD is gebruikt om de voorlopige AGOR met de OGOR te confronteren en mogelijke knelpunten te definiëren. De mate waarin het huidige watersysteem voldoet aan het gewenste wordt uitgedrukt in een mate van doelrealisatie. Voor het plangebied wordt een doelrealisatie van gemiddeld 75 % of meer nagestreefd. Locaties waar een doelrealisatie van minder dan 75 % wordt berekend worden aangemerkt als knelpunt.

Om de knelpunten in de toekomstige situatie met zichtjaar 2050, inzichtelijk te maken zijn de verwachte effecten (ten aanzien van de drooglegging) van relevante ontwikkelingen meegewogen. Deze relevante ontwikkelingen zijn:

1. De verandering van het klimaat;
2. De verandering in de landbouwsector zelf;
3. Bodemdaling;
4. Keuzen andere Waterbeheerders ten aanzien van het waterbeheer in de omgeving (IJsselmeer, Randmeren).

Handelingsperspectief en waterkansenkaarten

Op basis van de analyse en de gesprekken met het waterschap, de gemeente Zeewolde en Staatsbosbeheer zijn kaarten gemaakt met de doelrealisatie en zijn kansen aangegeven. Uit deze kansen volgt het handelingsperspectief voor de verdere uitwerking van de GGOR.

2.2 Aanpak voorverkenning

De voorverkenning is uitgevoerd aan de hand van een watersysteemanalyse en gesprekken met waterschap Zuiderzeeland, gemeente Zeewolde en Staatsbosbeheer. Voor de analyse van het oppervlaktewatersysteem is gebruikgemaakt van gegevens van de oppervlaktepeilen en een gesprek met de gebiedsbeheerders van het waterschap, de gemeente en Staatsbosbeheer. De analyse van het grondwatersysteem is uitgevoerd met behulp van peilbuisgegevens, gesprek met de bovenstaande betrokkenen en een globale berekening van de freatische grondwaterstanden.

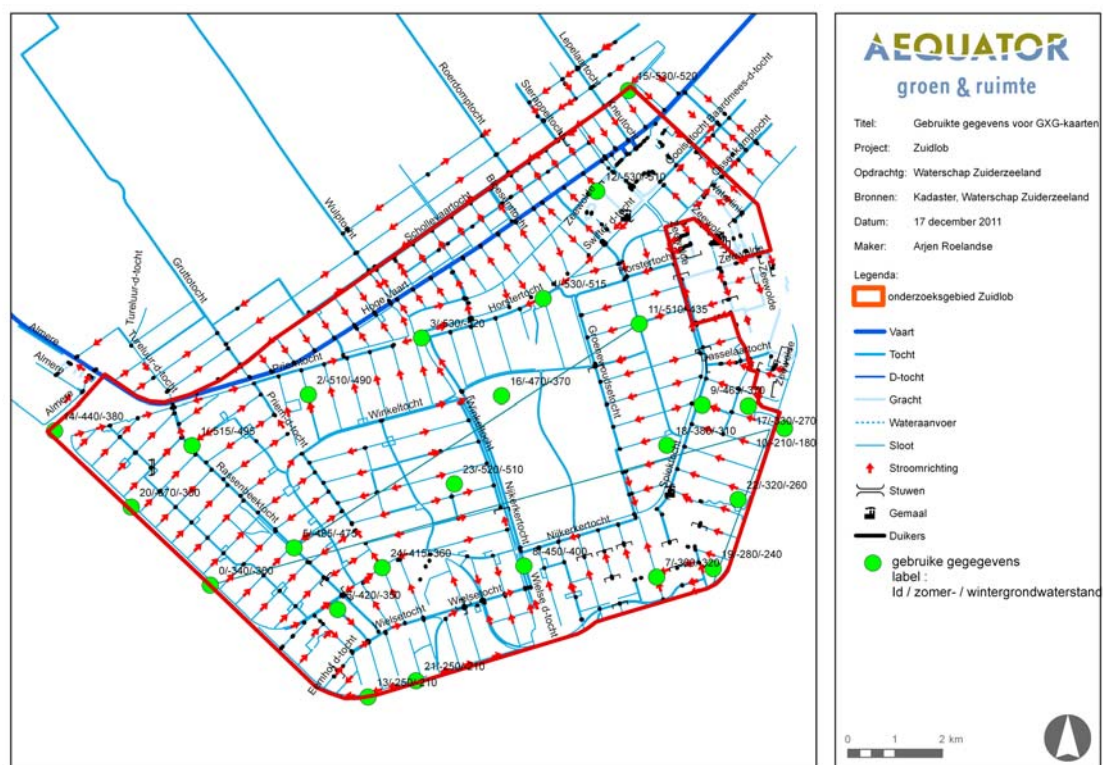
Bepaling van de freatische grondwaterstanden

Voor de bepaling van de freatische grondwaterstanden werd in eerste instantie uitgegaan van het programma Endrain. Met behulp van het programma kan de opbolling tussen de drains worden berekend.

Bij de drainagemethode wordt uitgegaan van de aanwezige drainage in het gebied. De grondwaterstanden worden aan deze drainage gekoppeld. Bij een neerslagoverschot treedt er opbolling op tussen de drains, bij droge perioden zakt het grondwaterpeil uit. De opbolling en uitzakking kan berekend worden met de bekende formule van Hooghoudt. Als het gebied erg droog is, kan het ook voorkomen dat de grondwaterstand nog verder wegzakt en de drains droog komen te liggen. Met dit effect wordt rekening gehouden door de opbolling van het grondwater tussen de kavelsloten te berekenen in plaats van tussen de drains. Met deze methode wordt op een eenvoudige wijze een inschatting gemaakt van de grondwaterdynamiek. Belangrijk bij deze methode is dat een goede inschatting van de kwel en de doorlatendheid van de ondergrond gemaakt kan worden.

Na overleg met de gebiedskenners van het waterschap bleek deze methode niet geschikt voor dit gebied. Reden hiervoor is de aanwezigheid van kleischeuren en de diep wegzakkende grondwaterstanden (tot onder drainageniveau) waardoor de doorlatendheid niet goed is in te schatten. Daarom is besloten om de grondwaterstand te bepalen aan de hand van peilbuizen met een ondiep filter, tot enkele meters onder mv. Door het beperkt aantal peilbuizen waarvan een GXG kan worden opgesteld, zijn de gegevens waarmee de kaart is vervaardigd aangevuld met gebiedskennis en oppervlaktewaterpeilen (zie figuur 3). Omdat de GXG ook sterk afhankelijk is van het maaiveld is de interpolatie uitgevoerd op basis van omgerekende NAP-hoogten. De geïnterpoleerde NAP-hoogten zijn vervolgens weer omgezet naar waarden ten opzichte van maaiveld waardoor er GXG-kaarten ontstonden.

De GXG-kaarten zijn vervolgens weer aan de beheerders voorgelegd en verder verbeterd op basis van gebiedskennis binnen het waterschap en Staatsbosbeheer. In de onderstaande kaart is weergegeven welke informatie is gebruikt voor het maken van de GXG-kaarten.



Figuur 3 Gebruikte gegevens voor het opzetten van de GXG-kaarten

Nummer	Bron
0	Drainage (80 cm –mv) loopt altijd, ook in zomer. Waterschap.
1	Peilbuis P 502, grondwaterstand naar het zuiden rond 1 – 1,10 m –mv.
2	Peilbuis P 503 (waterschap).
3	Peilbuis B26 D0046, grondwaterstand relatief ondiep, maar nog wel akkerbouw.
4	Peilbuis B26 G0124, aan de zuidoostkant relatief natte omstandigheden in de winter.
5	B26D0089 vanaf 2002.
6	B26D0087, grondwaterstand zakt uit in zomer. In winter vrij nat voor akkerbouw.
7	Onregelmatige peilbuis staatbosbeheer, nat in winter zakt uit in zomer.
8	Peilbuis B26G0269.
9	Nat in winter, Onregelmatige peilbuis staatbosbeheer.
10	Steunpunt.
11	Peilbuis B26G0296 waterschap houdt hoog peil.
12	B26G0252.
13	Steunpunt.
14	In natuurgebied water op maaiveld in winter periode en zomers dicht onder maaiveld Staatsbosbeheer.
15	Steunpunt.
16	In de winter is de grondwaterstand op maaiveld. In de zomer zakt het oppervlaktewaterpeil uit tot 30 cm beneden stuwpeil -4.70m NAP. Veldkennis waterschap en Staatsbosbeheer.
17	Zeer nat in winter.
18	Zakt diep weg in de zomer, in winter vrij nat.
19	Onregelmatige peilbuis Staatsbosbeheer.
20	Drainage (80 cm –mv) loopt altijd, ook in zomer. Waterschap.
21	Water op maaiveld, Staatsbosbeheer B32D0622, peilbuis 268.
22	Onregelmatige peilbuis Staatsbosbeheer.
23	Peilbuis B26D0095.
24	PB 500.

Tabel 1: Gebruikte gegevens voor opstellen GXG-kaarten

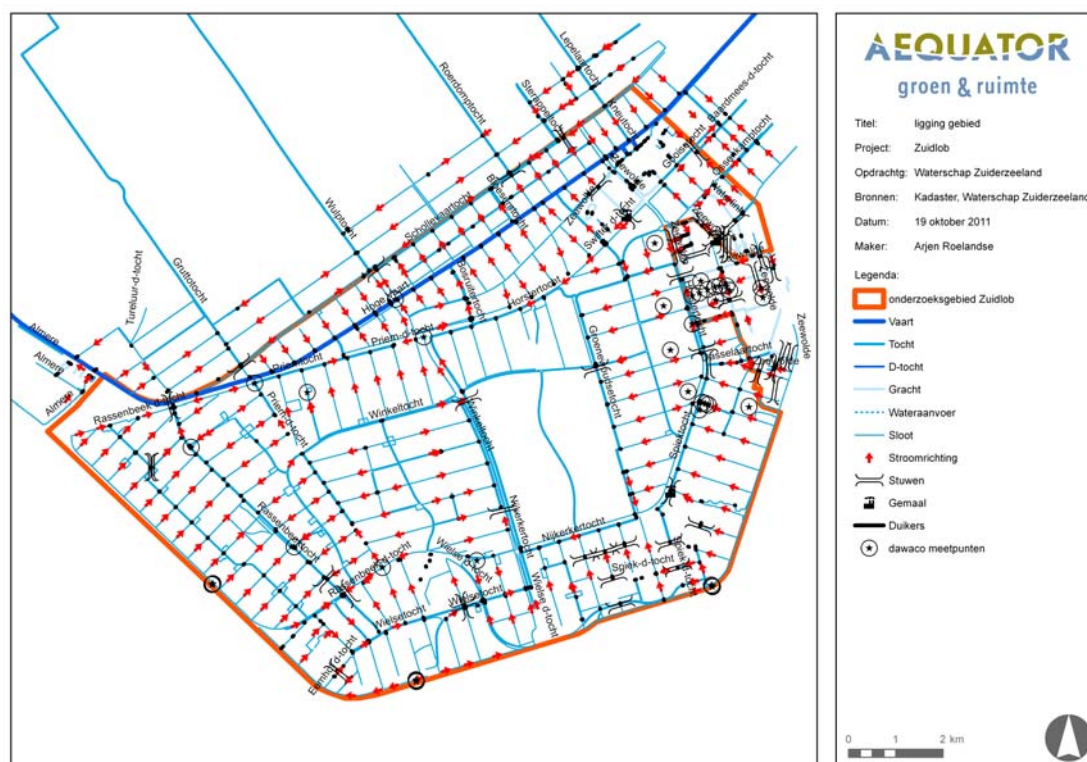
3 BESCHRIJVING VAN HET GEBIED

3.1 Gebiedsbeschrijving

Het gebied is gelegen in het zuidelijke puntje van Flevoland, ten westen van Zeewolde (zie figuur 4). De westkant en zuidkant van het gebied worden begrensd door de randmeren. De oostkant volgt de bebouwing van Zeewolde om vervolgens uit te komen bij de Schollevaartocht. Deze tocht is de noordelijke begrenzing van het studiegebied.

De Zuidlob vormt een aparte landschappelijke eenheid binnen zuidelijk Flevoland. De westzijde van de Zuidlob is hoofdzakelijk in gebruik door agrariërs voor landbouw of melkvee. Aan de oostkant is er sprake van recreatief gebruik met name aan de randen. Zo is het gebruik aan de oostkant van de Zuidlob (ten oosten van de Winkeltocht) voornamelijk recreatief met daartussen een natuurfunctie. Op enkele locaties bevinden zich burgerwoningen.

De Zuidlob is een grootschalig landschappelijk landbouwgebied met variatie: de dijken van het randmeer, de bochtige wegen, de meer verspreide ligging van de boerderijen en de besloten randen van de bossen. De verkaveling van het gebied is grootschalig en uitermate geschikt voor agrarisch gebruik. In het oosten van het gebied liggen grote natuurterreinen 'Het Horsterwold' en 'de Stille Kern' in beheer van Staatsbosbeheer (SBB). En aan de zuidzijde het natuurterrein 'het Hulkesteinse Bos'.



Figuur 4: Ligging gebied

Landgebruik

Op basis van LGN5 is de volgende onderverdeling gemaakt ten aanzien van het 'huidige' landgebruik. Opvallend is het grote areaal bos, gelegen aan de oost- en zuidzijde van het gebied. Verder is het hoge percentage aardappelen en overige landbouwgewassen opvallend, wat duidt op een hoogwaardig landbouwgebied. De wateropgave voor de Zuidlob ligt in het landbouwgebied. Zie figuur 1.

Landgebruik Landbouw	%
gras	15%
maïs	2%
aardappelen	9%
bieten	5%
granen	5%
overig landbouw	9%
boomgaard	2%
bollen	<1%

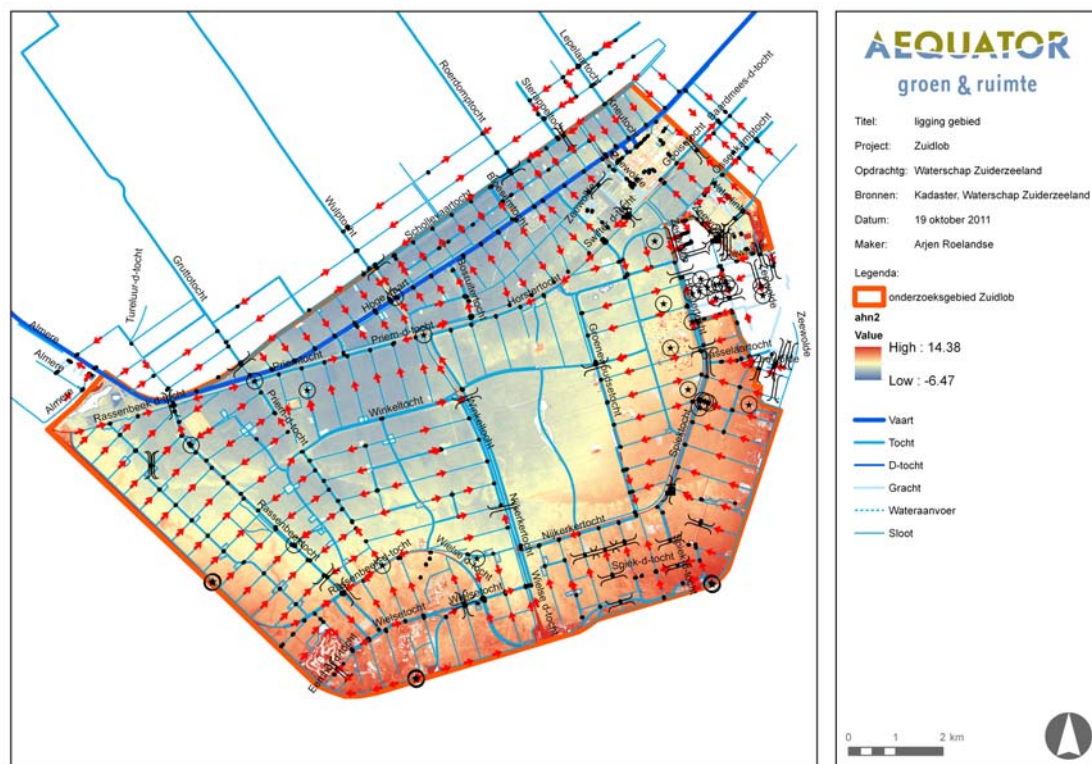
Tabel 2a: Landgebruik landbouw

Landgebruik Natuur	%
loofbos (met name Horsterwold)	40%
naaldbos	1%
zoet water	2%
bebouwing	3%
gras	3%
wegen	3%
overig natuurgebied	4%

Tabel 2b: Landgebruik natuur

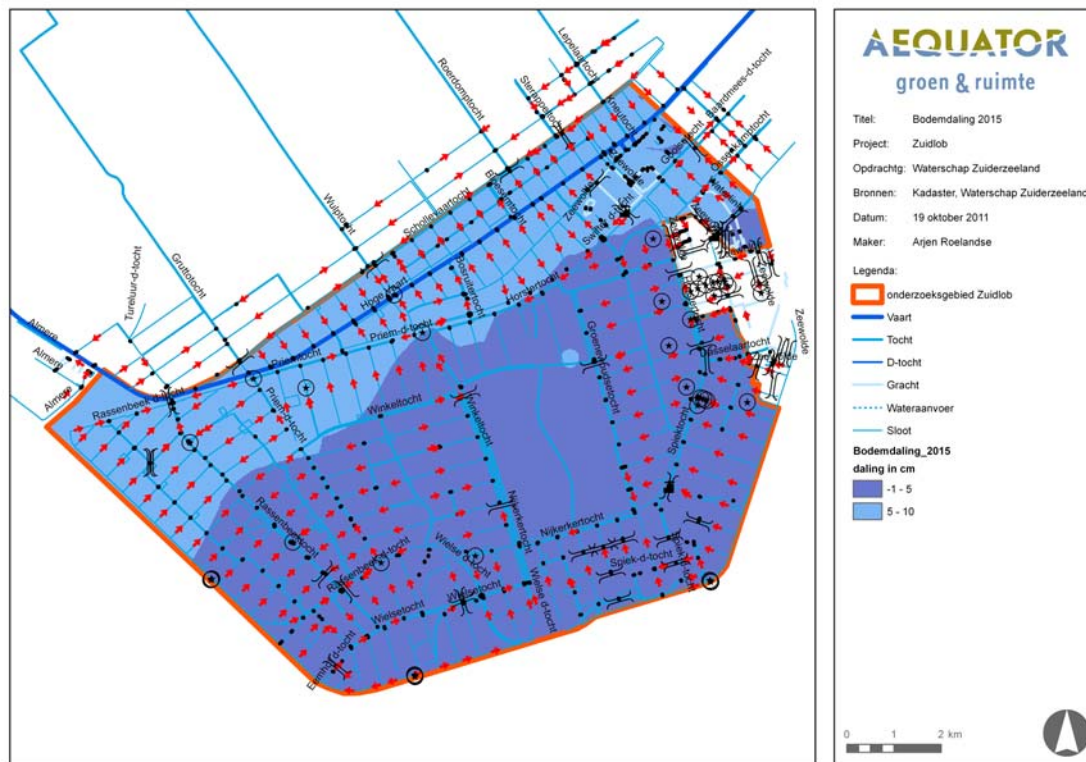
Maaiveld en bodemdaling

Het gebied kenmerkt zich door grote maaiveldverschillen. Het maaiveld varieert van NAP -1,5 m tot NAP -4,5 m. Het hoog gelegen gebied ligt aan de zuidkant van het studiegebied en neemt verder naar het noorden toe af (zie figuur 5). De hoogteverschillen zijn in de loop van de jaren opgetreden,



Figuur 5: Maaiveldhoogte

onder andere als gevolg van bodemdaling. Het hoogteverschil zal de komende jaren verder toemen, doordat de bodemdaling in het noorden sneller verloopt dan in het zuiden (zie figuur 6). Voor het jaar 2050 is de daling naar verwachting toegenomen tot maximaal 10 centimeter aan de zuidrand en 25 centimeter aan de noordkant.

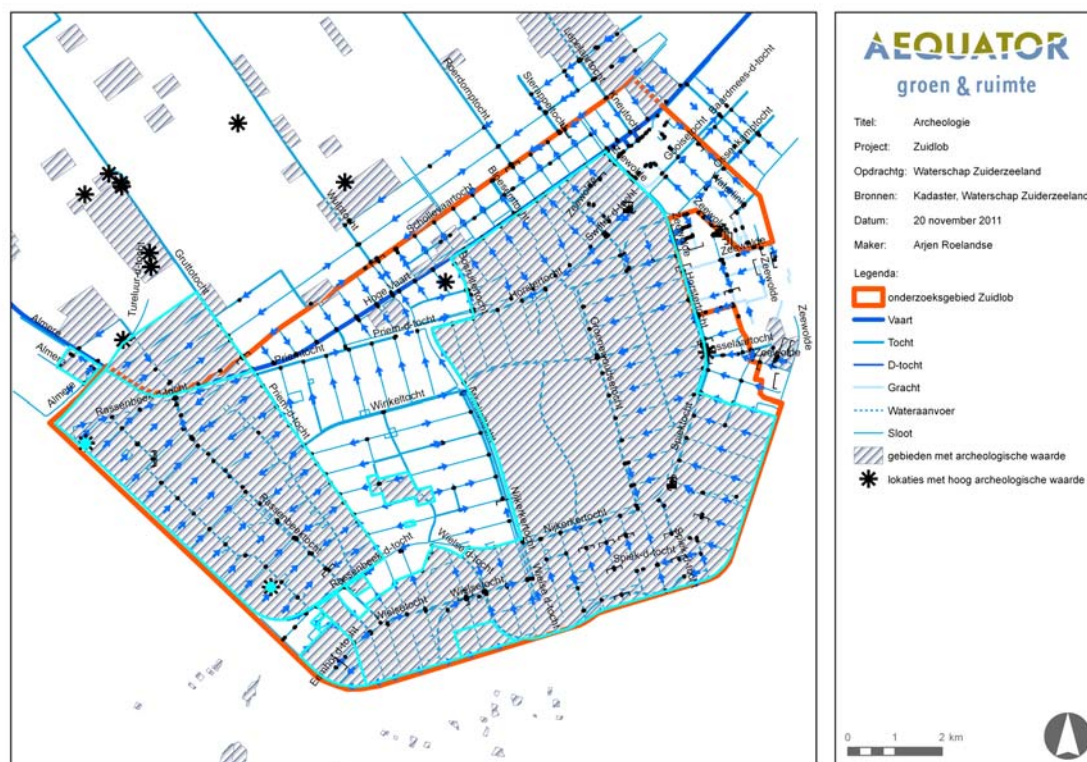


Figuur 6: Bodemdalingskaart

Archeologie

De bodem van Flevoland bevat een schat aan informatie over een ver en rijk verleden. Dat verleden bestrijkt in grote lijnen twee verschillende fasen: de periode dat het relatief droog was en de periode dat het water de overhand had. Die eerste periode omvat bijna het gehele geologische tijdperk, dat we het Holoceen noemen, met uitzondering van de laatste 2.000 jaar. De oudste aanwijzingen voor menselijke aanwezigheid gaan terug tot de in Zuidelijk Flevoland gevonden 10.000 jaar oude sporen van jagers en verzamelaars, langs de voormalige rivier de Eem.

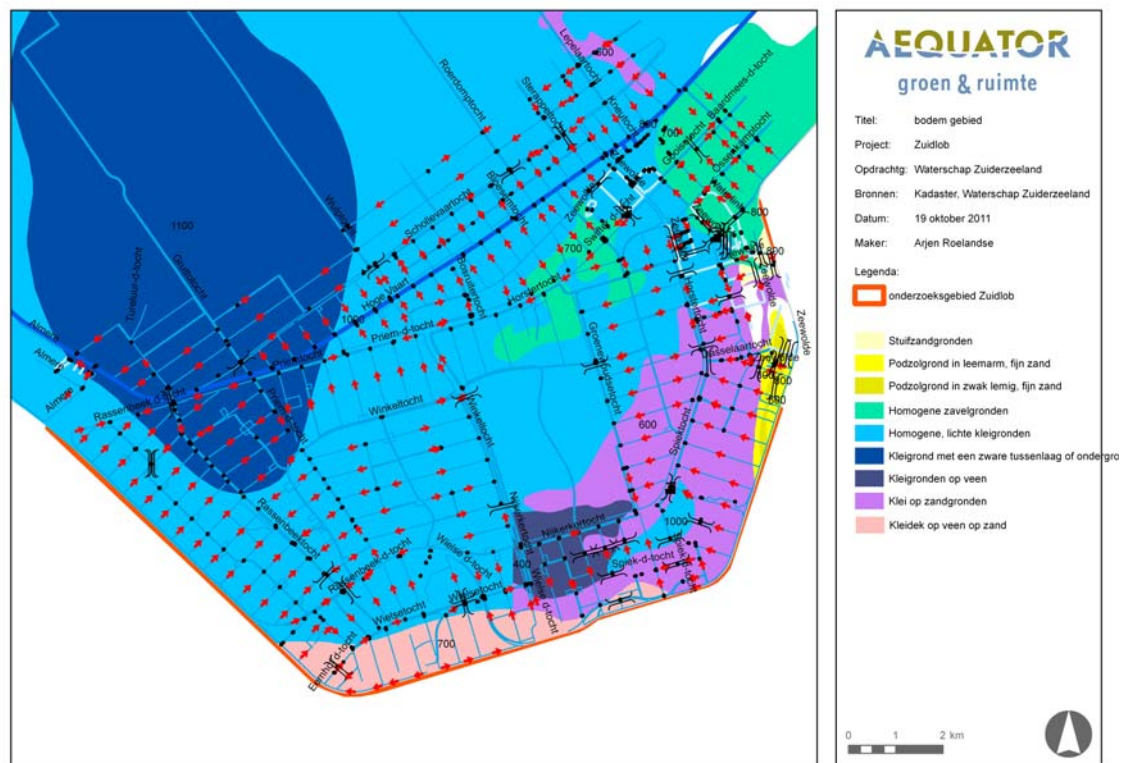
De meest recente periode omvat het tijdvak dat Flevoland grotendeels uit water bestond, achtereenvolgens Mare Flevum (0-750), het Aelmeer (750-1350 na Chr.) en daarna de Zuiderzee (1350-1932). Uit met name deze laatste fase stammen de circa 445 vindplaatsen van scheepswrakken, waarvan er nu nog zo'n zeventig in de polderbodem liggen. Daarnaast liggen er nog diverse vliegtuigwrakken in Flevoland. Deze dateren uit de tweede wereldoorlog. De scheepswrakken zijn voor het overgrote deel inmiddels opgegraven. Voor zover bekend zijn er nog 80 in de gehele provincie. De archeologische verwachtingskaart IKAW 3 geeft een hoge verwachting aan langs oude getijdgeulen (Vestigia BV). Sinds de oprichting van de Rijksdienst voor het Oudheidkundig Bodemonderzoek in 1947 zijn tal van archeologische voorwerpen en vindplaatsen aangemeld. Dit gegevensbestand vormt de basis voor de AMK. De huidige versie van de AMK dateert voor de meeste provincies uit de 90-er jaren. In de bovenstaande kaart zijn de waarnemingen vanuit de database weergegeven. Zoals uit figuur 7 blijkt zijn in het grootste deel van het gebied archeologische vondsten gedaan. De vondsten bestaan vooral uit sporen van bewoning uit de late middeleeuwen en het Paleolithicum laat.



Figuur 7: Kaart met archeologische waarden.

3.2 Geomorfologie en bodem

Het gebied ontwikkelde zich van een poolwoestijn tot een binnenzee. Deze omwenteling vond plaats aan het einde van de laatste ijstijd 12.000 jaar geleden. Aan het einde van de ijstijd werd een dekzand afgezet. Vervolgens kon in het Holoceen, onder invloed van de stijgende temperaturen bodemvorming optreden met podzolen tot gevolg. Door de steeds verder stijgende zeespiegel kwam het gebied onder invloed van water en begon de veenvorming. Deze vond plaats op het Pleistocene dekzand. Veel van het veen is door latere erosie weggeslagen, waardoor er een groot binnenmeer ontstond. Omstreeks 1500 AD is een verbinding ontstaan tussen dit binnenmeer en de Noordzee. Het milieu veranderde van zoet naar zout. Na de afsluiting van de Zuiderzee door de Afsluitdijk is er weer verzoeting opgetreden. De dikte van de Holocene afzettingen zijn ongeveer 4 meter. Lokaal is het gebied doorsneden door geulen, vooral te zien aan de oostkant van het gebied, waar zandige bodems voorkomen. De bodem van de Zuidlob is relatief jong. Hierdoor zijn er vaak homogene bodems in het gebied. In het overgrote deel van het gebied liggen homogene lichte klei-zavelgronden. Aan de noordwest-zijde worden zwaardere gronden aangetroffen. De zuidkant van het gebied is divers met lokaal zandgronden en/of veenlagen in de ondergrond (zie figuur. 8).



Figuur 8: Bodemkaart

Kleischeuren

Uit onderzoek van HKV Lijn in Water en Alterra blijkt dat kleischeuren veelvuldig voorkomen in de Flevopolders. Het gaat hierbij om scheuren die ontstaan zijn tijdens het rijpingsproces. Deze scheuren zijn stabiel en worden in deze studie als permanent gezien. De grootte en diepte van de scheuren is afhankelijk van de bodem, diepte van de rijping die is opgetreden en daarmee mede afhankelijk van de ontwatering en beworteling in de ondergrond. Als gevolg van het grondgebruik, akkerbouw met relatief diepe ontwatering en bewortelingsdiepte, wordt de diepte van de kleischeuren tot 10 cm onder de drainage aangetroffen.

De doorlatendheid van deze kleischeuren is groot. Op basis van veldwerk varieert dit tussen de 0,2 cm per seconde tot 300 m per dag. De kleischeuren zijn in Flevoland dan ook één van de oorzaken van de geringe opbolling van het grondwater tussen de drains. (Eertwegh (2002))

Wolters heeft op basis van veldexperimenten de opbolling boven de ontwateringsbasis bij een afvoer van 15 mm/dag bepaald op 40 cm voor lichte zavel, 30 cm voor zware zavel en 12 cm voor kleien.

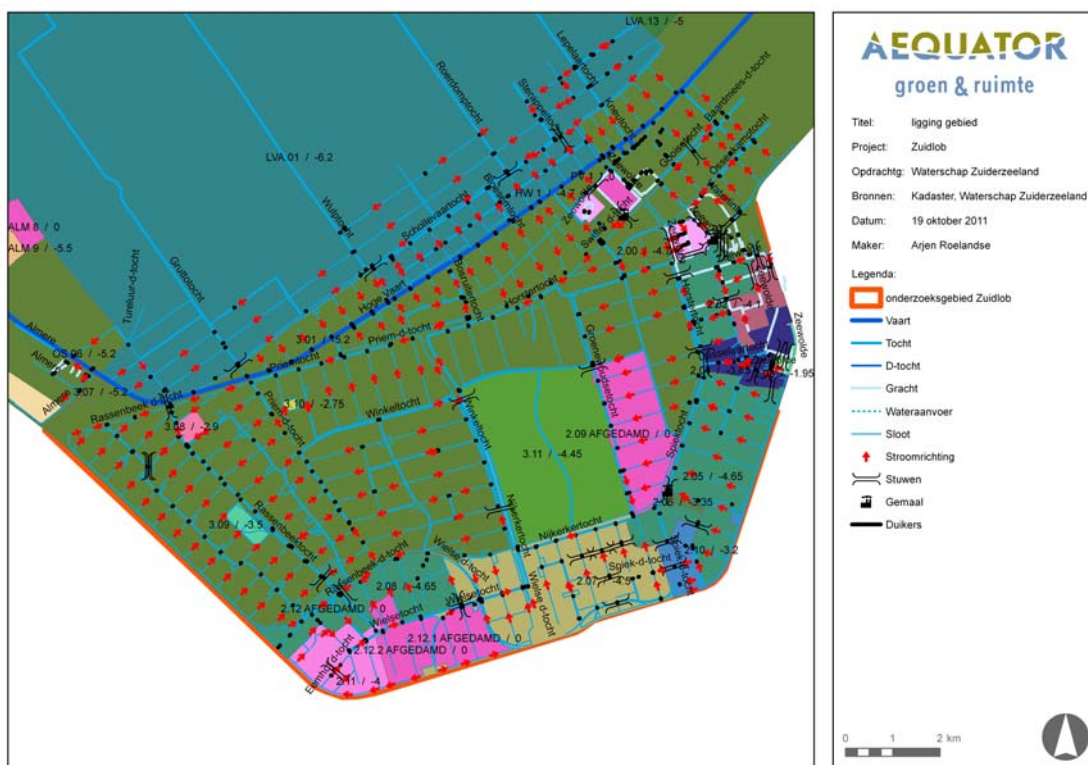
De geschatte berging als gevolg van kleischeuren neemt sterk toe voor klei op veengrond (110 mm) en voor homogeen kleipakket (90 mm). Voor klei op zand is dit al minder (45 mm) en klei met een zware tussenlaag heeft slechts een toename van de berging met 20 mm.

3.3 Hydrologisch systeem

Het watersysteem in het gebied kan grofweg worden verdeeld in een oostelijk deel waar de peilen zijn afgestemd op de natuurwaarden en een westelijke deel dat vooral is ingericht voor agrarisch doeleinden.

Op de onderstaande peilenkaart is te zien dat de peilen in het noorden lager zijn dan in het zuiden. Voor de afgedamde delen geldt dat er geen peilbeheer wordt gevoerd, anders dan via een (nood)overlaat waar het overtollige water wordt afgevoerd. De gehele rand wordt onder vrij verval beheerd. Het donkergroene gebied (3.01) wordt bemalen en maakt onderdeel uit van het peilvak van de Hoge Vaart, dat vrijwel de halve polder omvat.

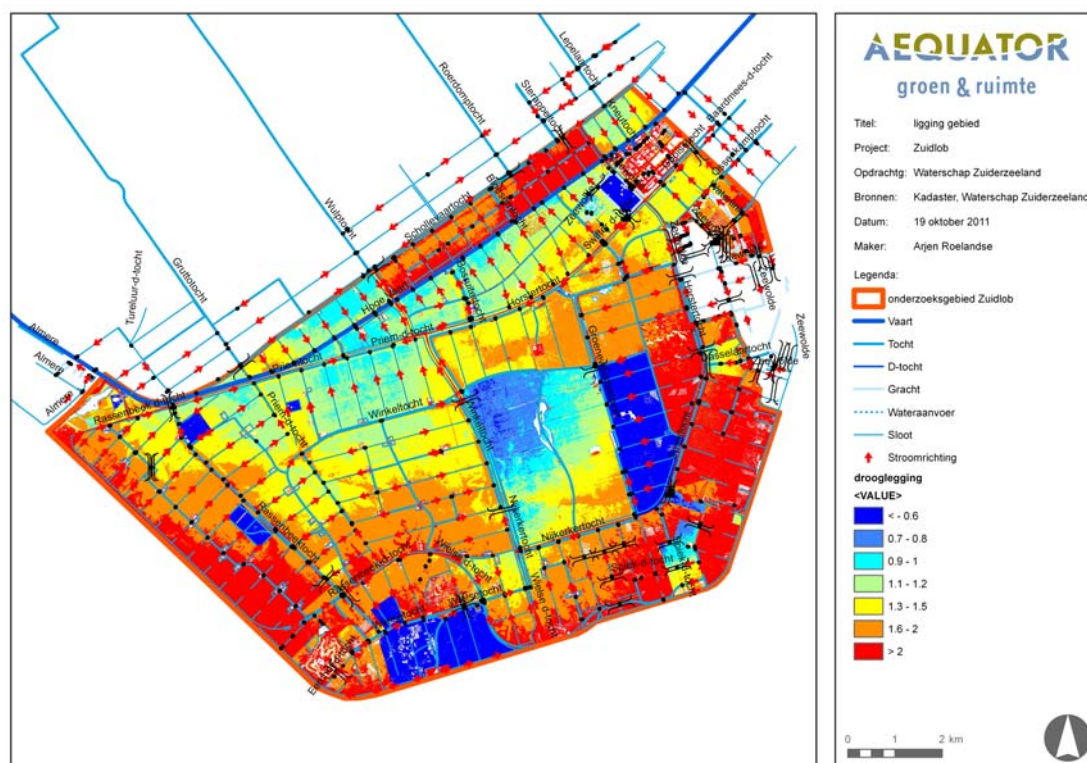
Voor alle bemalen gebieden wordt water afgevoerd. Verder vallen de relatief grote polders en waterhuishoudkundige eenheden op.



Figuur 9: Peilgebieden.

Drooglegging

De drooglegging in het gebied is doorgaans meer dan 1 meter. Voor de drooglegging is het zomerpeil als referentie genomen. Op de randen van de polder (bij de randmeren) is de drooglegging zelfs meer dan 2 meter. Naar het midden van de Zuidlob neemt de drooglegging af tot 80 cm. In de natuurgebieden is de drooglegging regelmatig minder dan 60 cm. Er zijn dus grote verschillen in de Zuidlob. Dit valt voornamelijk te verklaren door de verschillen in het landgebruik waar het waterschap haar peilbeheer op heeft afgestemd.



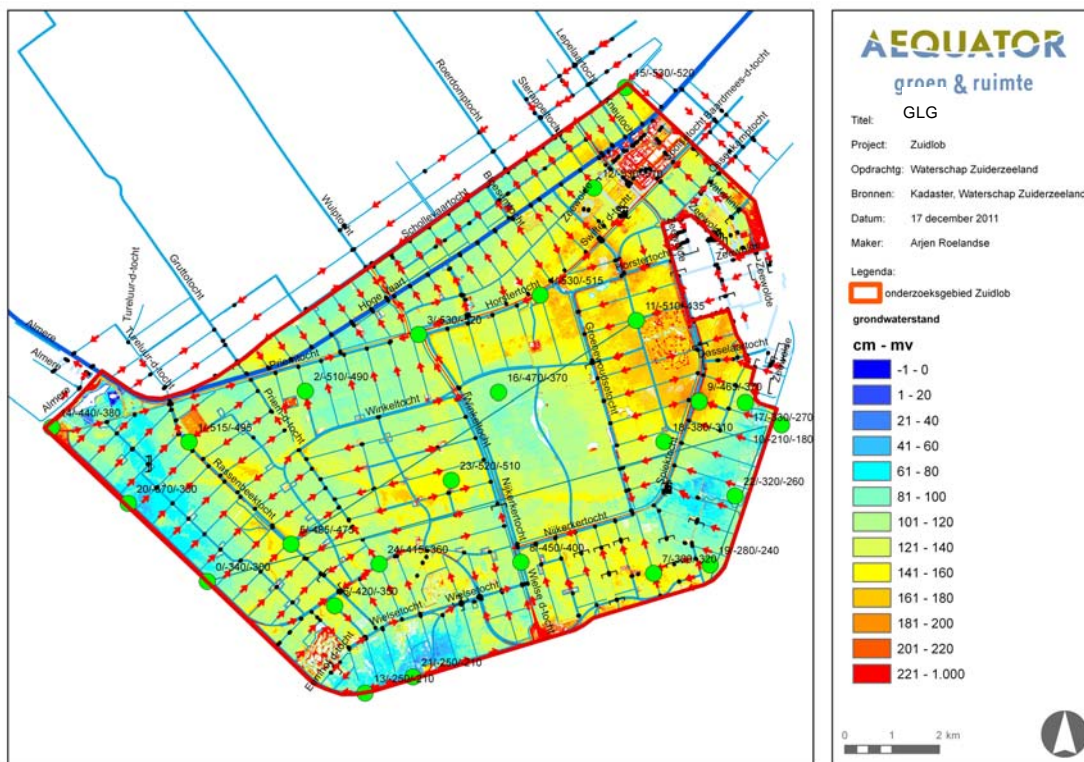
Figuur 10: Drooglegging

Drainage

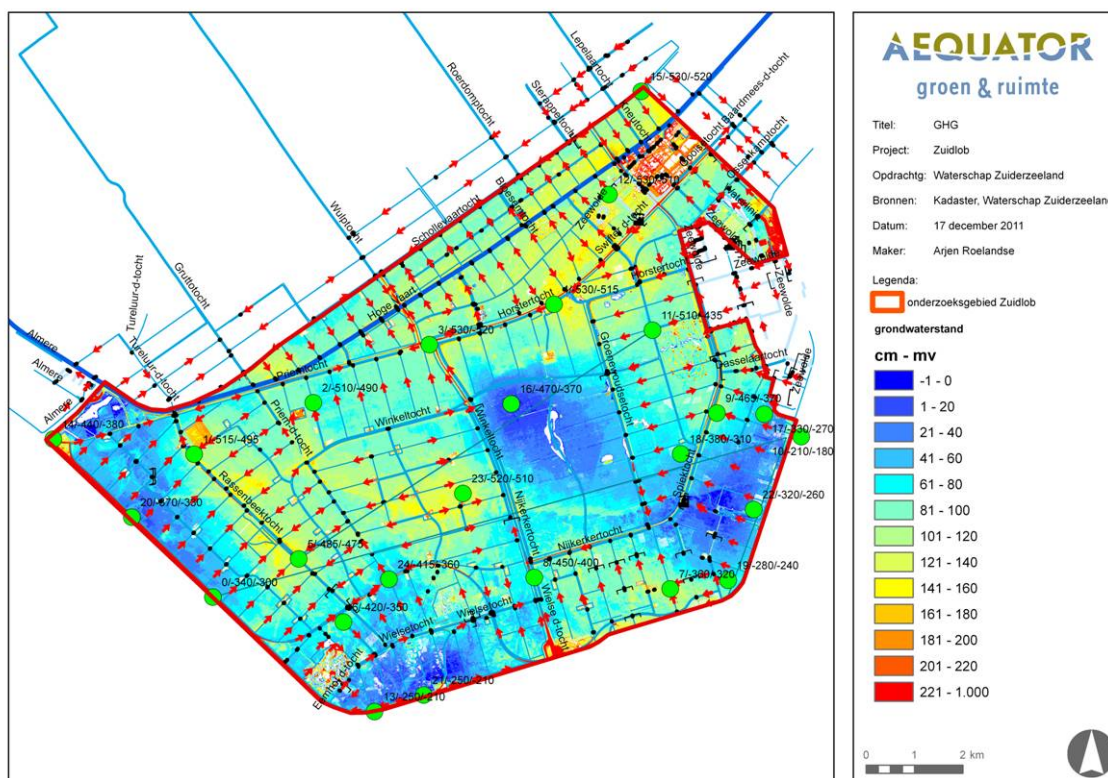
Er zijn momenteel nog geen actuele drainagegegevens bekend. Wel is een historische kaart aanwezig waarop de (riet)drainage na de ontginning is aangegeven. Daaruit blijkt dat in het verleden het gehele gebied een drainageafstand had van 8 tot 48 meter. De diepte is niet aangegeven. De locaties waar geen drainage is aangelegd zijn met name in de huidige bosgebieden.

Grondwater

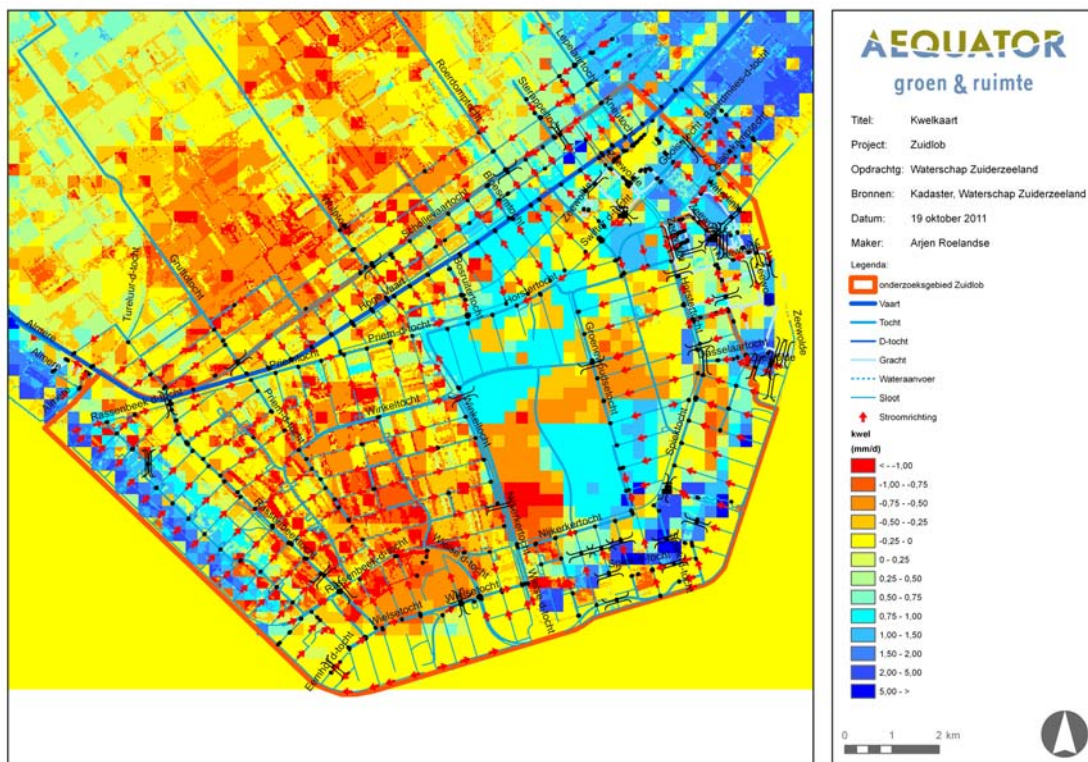
De grondwaterstroming in het gebied loopt vanaf de randen naar het agrarisch deel van de Zuidlob en volgt daarbij ongeveer het verloop van het maaiveld. Het watersysteem in de Zuidlob wordt gevoed door neerslag en een sterke kwel vanuit het randmeer en mogelijk ook vanuit de Veluwe. Daarnaast vindt er lokale kwel plaats vanuit de hogere peilvakken naar de laaggelegen gebieden. De kwel in het gebied is in het midden van het agrarisch gebied het grootst. De oppervlaktewaterpeilen in de natuurgebieden zijn ten opzichte van de omgeving dermate hoog dat er voornamelijk infiltratie optreedt. In de natuurgebieden grenzend aan de randmeren zijn de peilen hoog waardoor de kwel (deels) wordt weggedrukt (naar het midden van het gebied). Conclusie is dat de grondwaterstanden sterk worden beïnvloed door de gehanteerde oppervlaktewaterpeilen en de aanwezige drainage en kleischoeren.



Figuur 11: GLG huidige situatie (cm -mv)



Figuur 12: GHG: huidige situatie



Figuur 13: Kwelkaart mm/dag

4 RESULTATEN VAN DE HYDROLOGISCHE ANALYSE

4.1 Actueel Grond- en Oppervlaktewaterregime (AGOR)

De onderstaande analyse is uitgevoerd op basis van een modelmatige berekening van het grondwatersysteem, analyse van peilbuisgegevens, analyse van de oppervlaktewaterpeilen en het oppervlaktewatersysteem en een gesprek met de gebiedsbeheerders van het waterschap en Staatsbosbeheer.

Oppervlaktewatersysteem

Het oppervlaktewater in het gebied is sterk peilgestuurd. Door de relatief brede watergangen en de hoge afvoercapaciteit heeft het gebied weinig tot geen problemen ten aanzien van wateroverlast (mondelinge mededeling waterschap: Gebiedbeheerders overleg 7 november 2011). Volgens de beheerders kan het bosgebied "De Stille Kern" ook als waterbergingsgebied (calamiteitenberging) worden ingezet. Tot op heden is dat nog niet voorgekomen. In de zomer kan op de meeste plekken het peil worden gehandhaafd door de continue aanvoer van kwel in het gebied. Uitzondering hierop is het benedenstroomse deel van de Rassenbeektocht waar het waterpeil achter de stuw kan uitzakken. Via een pomp wordt water van benedenstrooms de stuw weer in het stuwpand gepompt, waardoor verdroging wordt voorkomen. Omdat het waterpeil het gehele jaar goed kan worden gehandhaafd vindt landbouwkundig slechts in beperkte mate beregening plaats. Alleen in de bollenteelt en fruitteelt wordt beregening ingezet met name om vorstschade te voorkomen en het gewas te verkoelen. In het algemeen vallen de kavelsloten in het gebied in de zomer geheel droog. In de winter is het oppervlaktewaterpeil enkele decimeters boven de slootbodem. Om deze reden is ook op de percelen met de kleinste drooglegging in het landbouwgebied akkerbouw mogelijk.

Functie	Bodemdiepte kavelsloten (cm -mv)
Veeteelt	120
Akkerbouw	140
Fruitteelt	160

Tabel 3: drooglegging in landbouwgebied

In figuur 10 is de droogleggingskaart weergegeven. Hierop zijn ten noorden van de Hoge Vaart enkele laaggelegen percelen zichtbaar waar in het verleden wateroverlast is opgetreden. De overlast is opgetreden vanwege de hoogteligging van enkele duikers in combinatie met een relatief geringe drooglegging. De duikers zijn inmiddels verlaagd, waardoor de problemen zijn verholpen en overlast niet meer is opgetreden. Omdat deze percelen tevens in het tracé van het EVZ Oosterwold liggen is de toekomstige functie van deze percelen momenteel onduidelijk.

Grondwatersysteem

Zoals aangegeven wordt het grondwatersysteem in het gebied gevoed door een sterke kwel vanuit de randmeren (lokale kwel) en vanaf de Veluwe (regionale kwel). De lokale kwel heeft vooral in de randzone ten oosten van de Rassenbeektocht tot gevolg dat drainage in de winter loopt. In het overige deel van het gebied is de kwel minder aanwezig en loopt de drainage alleen na hevige regenval. Op basis van deze waarneming kan geconcludeerd worden dat de GHG daar onder of op het niveau van

de drainagebuizen ligt. De grondwaterstand wordt daar vooral beïnvloed door het oppervlaktewaterpeil in de sloten en het drainageniveau. Dit wordt ook door de gebiedsbeheerders bevestigd. Aan de randen van het gebied worden de grondwaterstanden sterk beïnvloed door de peilen in de randmeren, het Eemmeer en het Nuldernauw.

In onderstaande tabel zijn de peilen weergegeven.

Hydrologische compartimenten	Winterstreefpeil ¹	Zomerstreefpeil
IJsselmeer, Ketelmeer, Zwartemeer, Vossemeer	NAP-0,40 meter	NAP-0,20 meter
Markermeer, Gouwzee, IJmeer, Gooimeer, Eemmeer, Nijkerkernauw	NAP-0,40 meter	NAP-0,20 meter
Nuldernauw, Wolderwijd, Veluwemeer, Drontermeer	NAP-0,30 meter	NAP-0,05 meter

Tabel 4: Peilen van de Randmeren

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 is op basis van peilbuizen, gebiedskennis en oppervlaktewaterstanden de GXG van het gebied in beeld gebracht. In figuren 11 en 12 is de zomergrondwaterstand en de wintergrondwaterstand weergegeven. Deze figuren geven de beperkte opbolling tussen de boven drains (110 cm –mv) weer. In het centrale en noordelijke deel van het gebied is de opbolling zelfs geheel afwezig. In de zomer zakt de grondwaterstand in grote delen tot onder de 120 cm -mv. De bodem van de kavelsloten ligt dan afhankelijk van de teelt in de zomer net boven de berekende grondwaterstanden. Het oppervlaktewaterpeil lijkt hier sturend te zijn. Aan de westkant van het gebied stijgt de grondwaterstand ver boven het oppervlaktewaterpeil uit. Vooral in de winter is de grondwaterstand ondiep. Vanuit het gebied wordt veel water afgevoerd, via het drainagestelsel. Reden voor deze grote opbolling is de sterke kwel die in dit gebied aanwezig is als gevolg van de randmeren.

4.2 Optimaal Grond- en Oppervlaktewaterregime (OGOR)

De optimale grondwaterstand is bepaald met behulp van het instrumentarium WaterNOOD. Op basis van het landgebruik en het bodemtype zijn met WaterNOOD de randvoorwaarden voor een optimale situatie bepaald. Voor de natuur zijn aan de hand van natuurdoeltypen de randvoorwaarden beschreven in een GVG, GLG en/of droogtestress. Aangezien deze randvoorwaarden, voor een optimale situatie zowel een boven- als een ondergrens bevat is dit moeilijk in een kaart weer te geven. De gebruikte natuurdoeltypen zijn in figuur 14 weergegeven. De bijbehorende randvoorwaarden zijn opgenomen in de tabel 5.



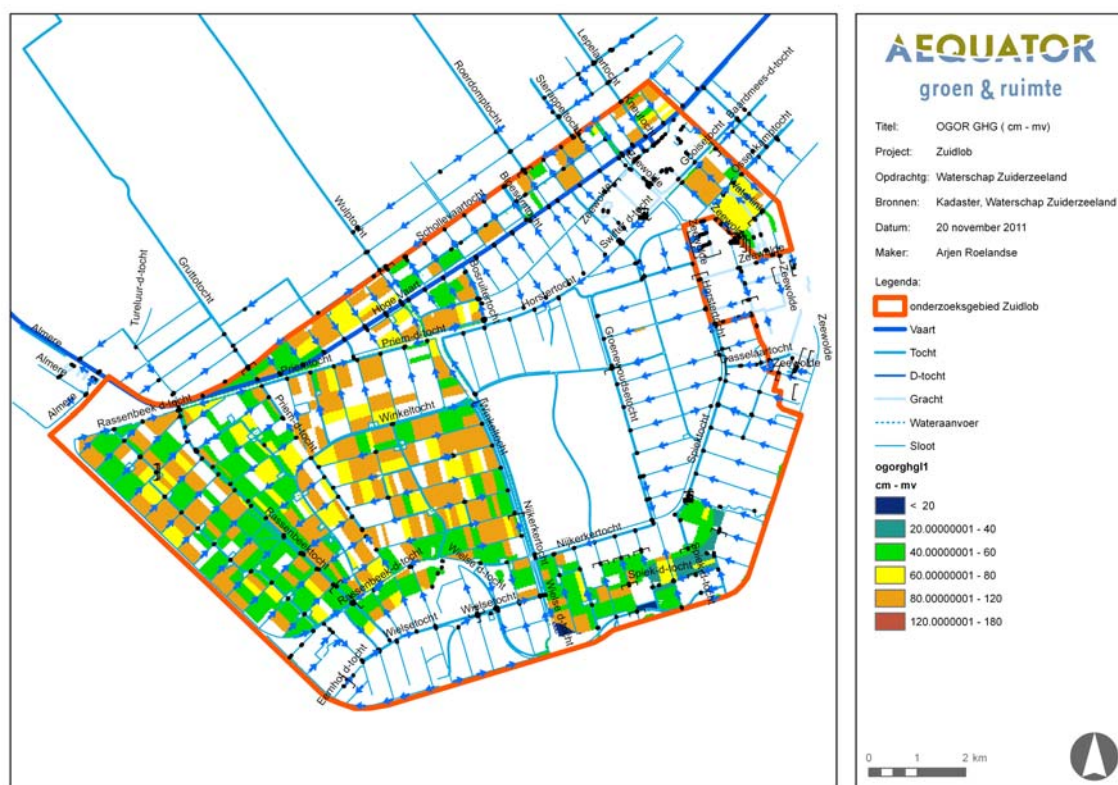
Figuur 14: Natuurdoeltypen

TYPE	OMSCHRIJF	GVG onder-grens	GVG boven-grens	GLG onder-grens	GLG boven-grens	Aantal dagen droogtestress ondergrens	Aantal dagen droogtestress bovengrens
3.24	Moeras	-81	-23	-999	10	0	0
3.25	Natte strooiselruigte	5	30	0	0	-999	1
3.32a	Kievitsbloem- en pimpernelgrasland	17	45	0	0	-999	5
3.64	Bos van arme zandgronden	71	999	0	0	28	999
3.66	Bos van voedselrijke, vochtige gronden	41	999	0	0	-999	15

Tabel 5:Eisen ten aanzien van natuurdoeltypen

In de tabel zijn waarden -999 en 999 onbegrensd.

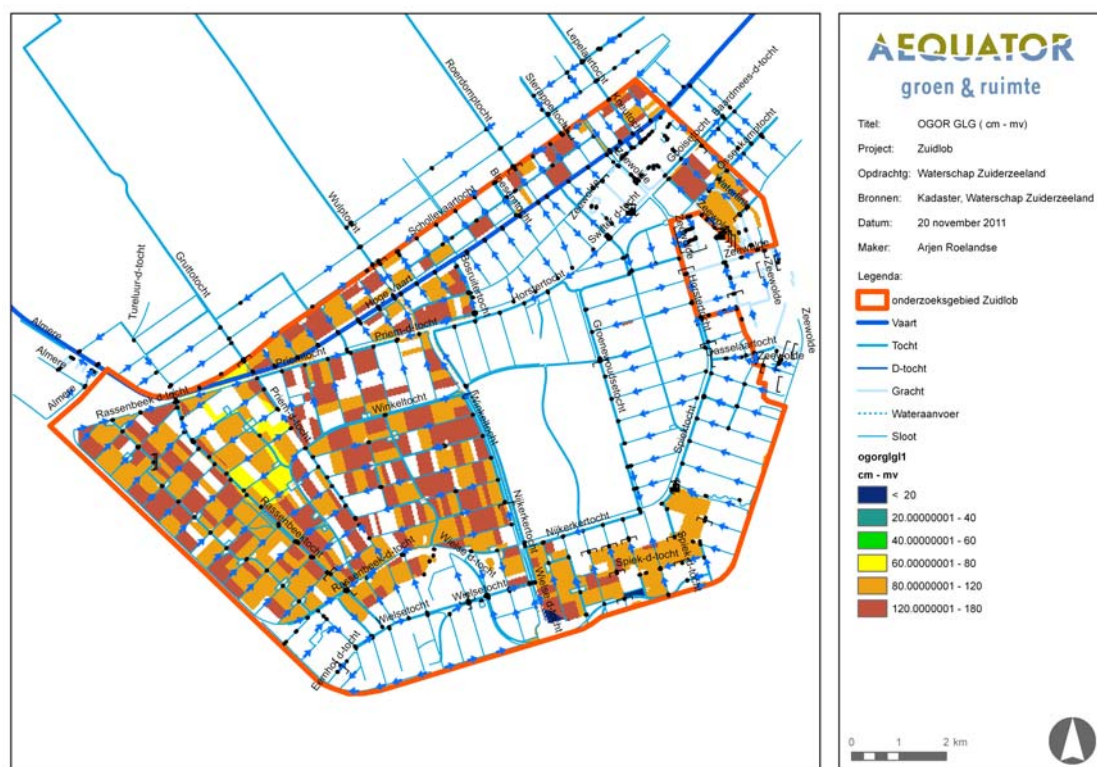
Voor de landbouw zijn op basis van WaterNOOD de onderstaande kaarten gemaakt. Hieronder zijn de resultaten van de berekening weergegeven.



figuur 15: Optimale GHG volgens WaterNOOD op basis van LGN.

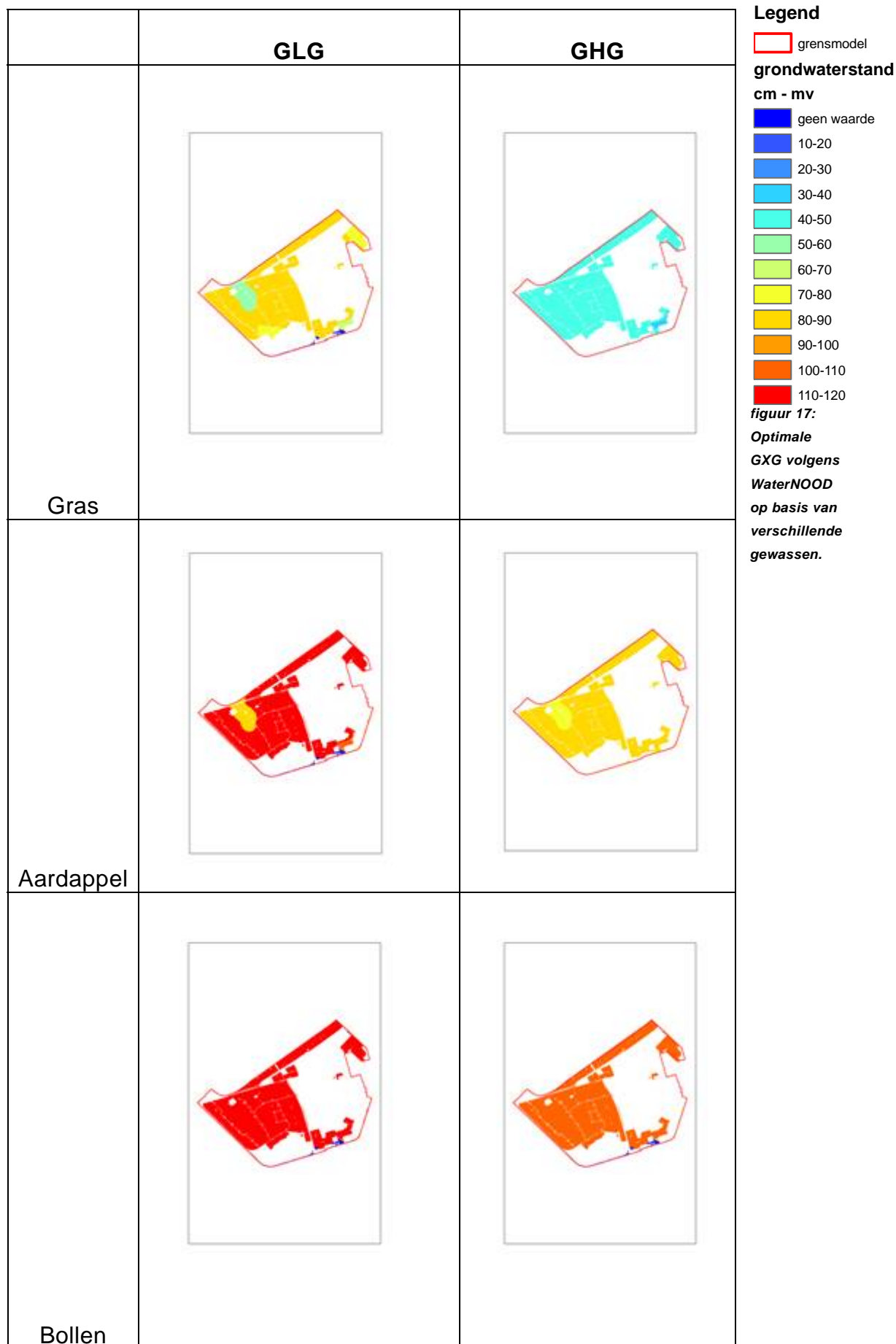
Voor de GHG geldt dat, afhankelijk van de teelt, de grondwaterstand mag stijgen tot 40-80 cm –mv. Hogere grondwaterstanden zijn voor landbouwkundig gebruik ongewenst. De GLG mag diep wegzakken met uitzondering van het gebied met zware kleien.

Bij het interpreteren van deze kaarten is het van belang om te realiseren dat de kaart een moment opname is. Het gewas (op basis van het LGN) rouleert. Het is daarom beter om de resultaten te beoordelen op de combinatie van bodemtype en landgebruik dan op perceelsniveau.



Figuur 16: Optimale GHG volgens WaterNOOD op basis van LGN

In onderstaande figuren zijn de grondwaterstanden weergegeven voor verschillend grondgebruik, te weten grasland, aardappelen en bollenteelt. Duidelijk zichtbaar is de toename van de eisen bij kapitaal intensievere gewassen. Daarnaast valt op dat de gewenste grondwaterstanden afhankelijk zijn van de bodemstructuur.



4.3 Knelpunten

De onderstaande knelpunten zijn benoemd door de gebiedskenners van het waterschap en berekend met behulp van het instrumentarium WaterNOOD.

Knelpunten doelrealisatie landbouw en natuur bepaald met behulp van WaterNOOD

Landbouw

Vanwege de roulatie van de teelten is besloten voor de beoordeling van de knelpunten uit te gaan van drie gewassen, te weten grasland, aardappelen en bollen. Daarvoor is voor alle in de LGN aangegeven landbouwgrond het landgebruik gezet op Grasland, Aardappelen en Bollen. In onderstaande kaarten is de doelrealisatie voor de verschillende gewassen (respectievelijk Grasland, Aardappelen en Bollen) weergegeven.

Met WaterNOOD is de doelrealisatie van de landbouwgebieden in beeld gebracht. Daarbij wordt de optimale grondwaterstand (paragraaf 4.2) vergeleken met de berekende AGOR kaarten. Bij lagere grondwaterstanden dan de optimale grondwaterstand treedt droogschade op, bij te hoge grondwaterstanden natschade. Doordat in het gebied altijd kan en mag worden beregend levert een te lage grondwaterstand de agrariërs weinig problemen op. In WaterNOOD wordt beregening verdisconteerd door de droogteschade met 80 % te verminderen.

Intermezzo

Niet voor alle combinaties van GLG en GHG zijn geldige waarden beschikbaar in de HELP -tabellen. Eén en ander is omschreven in "Beperkingen gebruik HELP2005.pdf". Om dit op te lossen zijn er een aantal rekenregels bedacht om GLG en GHG bij sommige combinaties beter op elkaar af te stemmen. Indien GHG/GLG combinaties volgens WaterNOOD niet optreden wordt de grondwaterstand op "NoData" gezet. In de Zuidlob vallen de GHG/GLG combinaties in grote delen buiten de geldige waarden. Op die plaatsen is (volgens WaterNOOD) de GLG te hoog in combinatie met de GHG ter plaatse. De minimale GLG behorende bij een GHG wordt binnen WaterNOOD bepaald door de formule:

if ((ghg < 200) AND (glg <= (1.15 * ghg + 24))) then glgNat = 1.15 * ghg + 24

Daarom is in die gevallen de GLG aangepast om te voldoen aan deze GHG/GLG regel. Er is voor gekozen om alleen de GLG aan te passen. Reden hiervoor is dat droogteschade (vooral bepaald door de GLG) in het gebied vrijwel niet aanwezig is vanwege de kwel en de mogelijkheid tot beregening. Voor de natschade is de GLG minder bepalend dan de GHG.

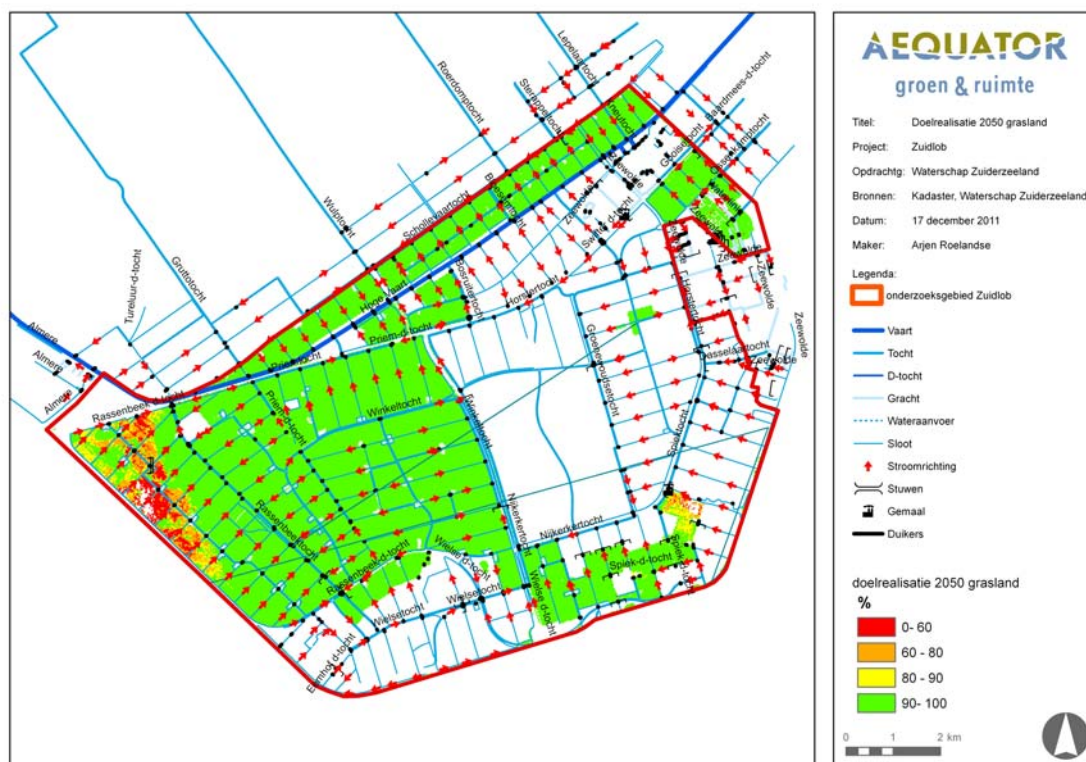
De aanpassing is alleen uitgevoerd voor de landbouwberekeningen met WaterNOOD. Omdat de berekening met de oorspronkelijke formule door interpolaties nog steeds leiden tot gebieden die niet voldeden aan de regel, is de regel aangepast tot

if ((ghg < 200) AND (glg <= (1.15 * ghg + 30))) then

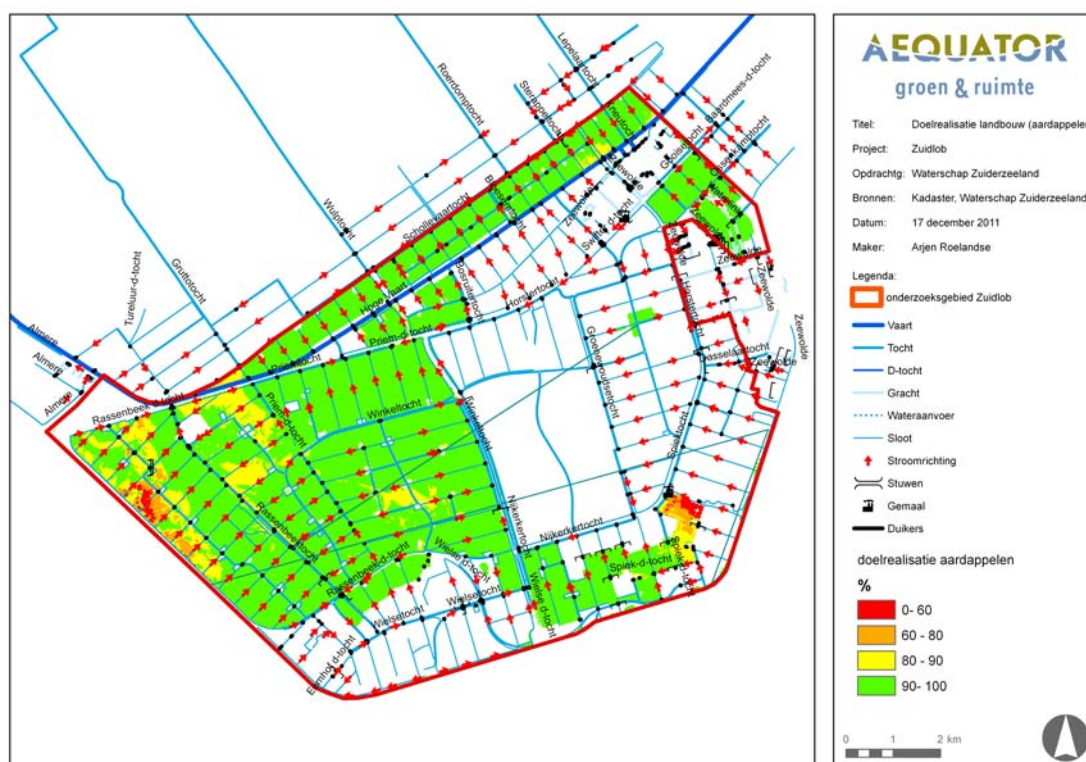
glgNat = 1.15 * ghg + 30

GLG = max (glgNat , glg_origineel)

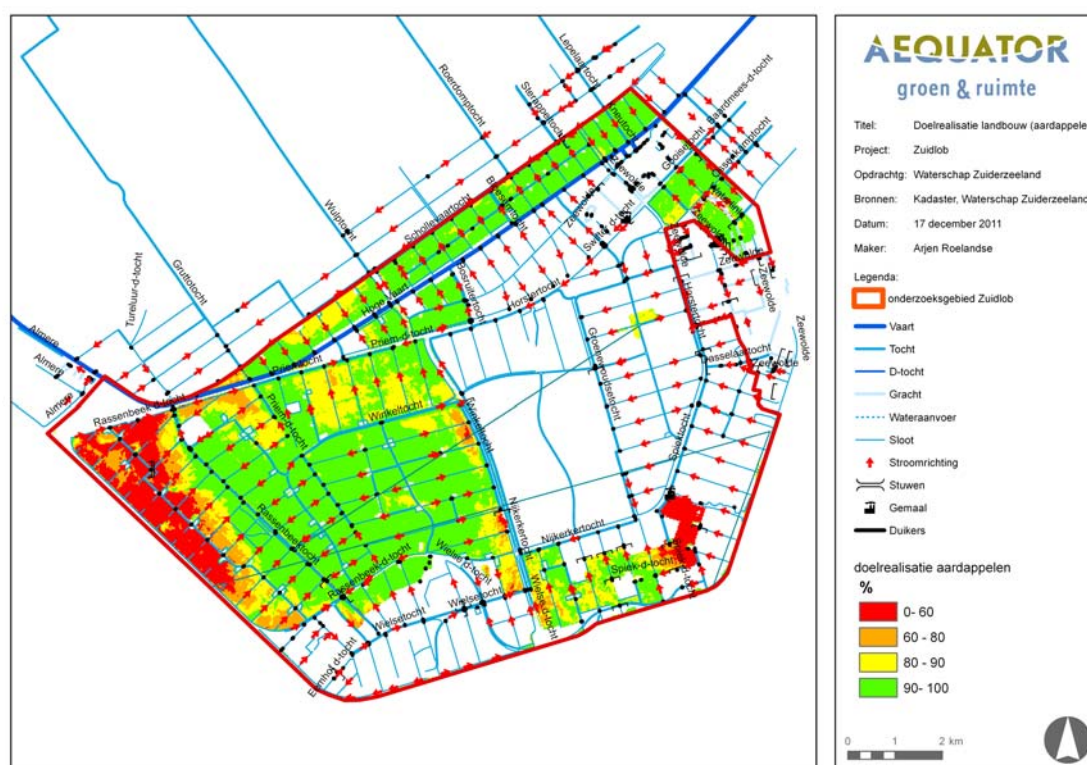
Op deze manier is voor het gehele gebied een WaterNOOD berekening uit te voeren zonder de uitkomsten te veel te beïnvloeden.



Figuur 18a: Doelrealisatie Landbouw grasland (huidig)



Figuur 18b: Doelrealisatie Landbouw aardappelen (huidig)



Figuur 18c: Doelrealisatie Landbouw bollen (huidig)

Op basis van de bovenstaande doelrealisatiekaarten is in de huidige situatie het gehele gebied geschikt voor grasland. Ook aardappelen kunnen in het grootste deel van het gebied worden geteeld, met uitzondering van een deel van de randen van het gebied. In de huidige situatie vindt hier echter wel aardappel-, bieten- en graanteelt plaats (LGN5). Mogelijk is de drainage daar effectiever dan meegenomen in de bepaling van de GXG (op basis van gebiedskennis en Kriging).

Ook voor bollenteelt is een groot deel van het gebied geschikt. Gebieden langs de randen van de polder en gebieden direct gelegen tegen de natuurgebieden aan worden als ongeschikt beoordeeld. De schade die optreedt, wordt veroorzaakt door de natschade. Waarschijnlijk zorgt de sterke kwel in deze gebieden voor relatief hoge GHG situaties waardoor natschade kan ontstaan.

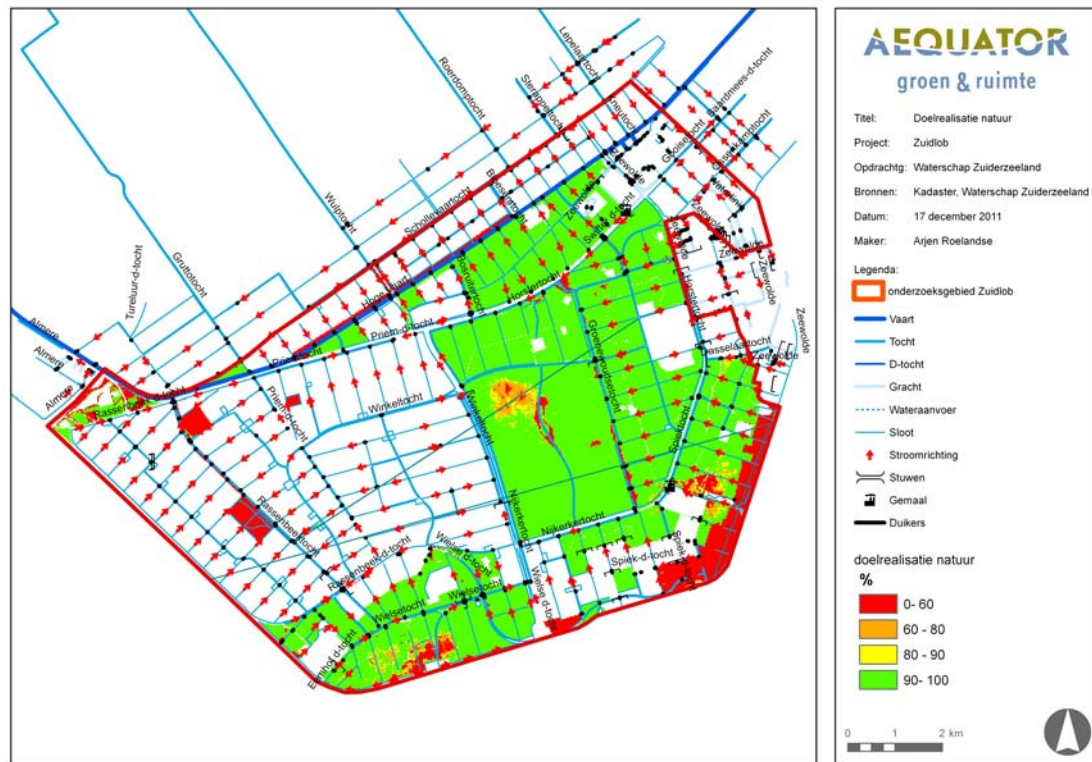
Natuur

Voor de beoordeling van het natuurdoeltype is een GVG-kaart¹ gemaakt op basis van de GHG en de GLG bestanden. In onderstaande kaarten is de doelrealisatie berekend voor de verschillende natuurdoeltypen (zie paragraaf 4.2).

Zoals blijkt uit de doelrealisatiekaart Natuur wordt niet optimaal voldaan aan alle randvoorwaarden voor de natuur. Voor zowel de Natte natuurdoeltype “Moeras” en “nat matig voedselrijk grasland” zakken de grondwaterstanden te snel en te diep weg (te lage GVG en GLG). Voor het natuurdoeltype “bos van arme zandgronden” is een tekort aan droogtestress een probleem (te hoge GLG). In de overige gebieden met “Bos van voedselrijke, vochtige gronden” is een lage doelrealisatie veroorzaakt door het te beperkt uitzakken van de GVG. Door de natte situatie in de natuurgebieden is het peil in het voorjaar rond maaiveld terwijl het natuurdoeltype minimaal een waarde eist van 44 cm –mv.

¹ In het Stowa rapport 16, 2005 “Uitbreiding HELP-tabellen” is hiervoor de volgende formule gepresenteerd. GVG = GHG + 0.2*(GLG-GHG) + 5 (alles in cm).

In de lage delen van deze gebieden zijn ook plassen aangelegd. Het natuurdoeltype is in deze plassen ook “Bos van voedselrijke, vochtige gronden”. Dit is mogelijk niet juist.



Figuur 19: Doelrealisatie natuur huidige situatie.

Knelpunten uit NBW toetsing

Op basis van de huidige modelberekeningen (toetsingnormering wateroverlast, 2010) die het waterschap heeft uitgevoerd, is er aan de noordzijde van het gebied kans op inundatie. In deze berekening is echter geen rekening gehouden met de kleischeuren in de ondergrond. Daarnaast is in het model verondersteld dat de buien gelijktijdig over het gehele gebied plaatsvinden. (Het waterschap zal in 2012-13 op basis van nieuwe inzichten de toetsing opnieuw uitvoeren). Gebiedskenners van het waterschap kennen geen tot zeer beperkte inundaties direct langs de randen van de waterloop in de laagst gelegen percelen (percelen ten zuiden van de Winkeltocht). De onderstaande kaart is dus naar verwachting een overschatting van het inundatieoppervlak. De huidige inundatierisico's leiden daarom niet direct tot een wateropgave. Tevens voldoet het gebied in beperkte mate niet aan de droogleggingsnorm, maar dit leidt niet tot een formele wateropgave. Bij de knelpunten van het waterbeheer is deze beperkte drooglegging reeds besproken.



Figuur 20: Toetsingnormering wateroverlast 2015

Knelpunten waterbeheer door gebiedskenners waterschap.

Door voldoende afvoercapaciteit, lage oppervlaktewaterpeilen, een lage grondwaterstand en de continue kwelflux heeft het gebied weinig last van vernatting en verdroging. Uitzonderingen hierop zijn:

1. De percelen ten zuiden van de Winkeltocht. Dit zijn de laagst gelegen percelen in het plangebied en hebben daardoor een relatief geringe drooglegging van 1 meter beneden maaiveld. De opbolling in het gebied is echter beperkt vanwege de drainage en de kleischeuren en door het landbouwkundig gebruik (Het gebruik heeft tot gevolg dat kleischeuren voor komen in het gebied). De kleischeuren hebben een groot bufferend vermogen en versnellen tevens de afvoer van water.
2. De percelen tussen de Wielsetocht en de Rassenbeektocht. Deze bodem houdt de kwel sterk vast. Hierdoor ontstaan vrijwel verzadigde bodems, onafhankelijk van het grondwatersysteem en het oppervlaktewatersysteem in de omgeving.

3. De percelen bij de Spiektocht. Deze percelen hebben veen in de ondergrond waardoor die ook water blijft vasthouden en zeer langzaam uitdroogt waardoor bij neerslag het profiel snel verzadigd is, ondanks diepe grond- en oppervlaktewaterstanden.
4. De huizen in de noordwestelijke hoek van de bebouwde kom van Zeewolde hebben last van vochtige vloeren. De drooglegging is echter meer dan 1 meter. Het waterschap onderzoekt de mogelijkheid om de drooglegging voor dit gebied te vergroten. Het waterschap wil dit bereiken door het gebied toe te voegen aan het aangrenzende peilvak met een peil van -5,2 m NAP.

Knelpunten waterbeheer benoemd door derden.

In gesprekken met de gemeente Zeewolde en Staatsbosbeheer zijn de huidige knelpunten in het waterbeheer in beeld gebracht. De hieronder genoemde knelpunten en hoeven niet te leiden tot een directe wateropgave.

Bron:	Knelpunt
Gemeente Zeewolde	Wateroverlast (kruipruimte) Horsterveld-N (storende lagen in de ondergrond)
	Overlast (inundatie) in de tunnel bij industrieterrein Trekkersveld in combinatie met bestaande duiker
	Beperkte afwatering landbouwpercelen Hoek Slingerweg-Hulkensteinse bos
SBB	Bemesting Nulderdijk door agrariërs

Tabel 6: Knelpunten vanuit de gemeente Zeewolde en SSB

De ligging van de knelpunten zijn weergegeven in Bijlage 1.

5 TOEKOMSTIGE SITUATIE

In dit hoofdstuk worden de autonome ontwikkelingen beschreven. Vervolgens zijn de knelpunten die ontstaan door de autonome ontwikkelingen in beeld gebracht.

5.1 Autonome ontwikkelingen

Autonome ontwikkelingen kunnen mogelijk van invloed zijn op de toekomstige wateropgave en/of kansen bieden om de knelpunten in het watersysteem te beperken. Deze ontwikkelingen zijn:

1. De verandering van het klimaat;
 - a. extreme neerslaggebeurtenissen
 - b. toename droogte.
2. Bodemdaling.
3. Keuzen andere waterbeheerders ten aanzien van het waterbeheer in de omgeving (IJsselmeer, Randmeren).
4. De verandering in de landbouw zelf.

De verandering van het klimaat

Extreme neerslaggebeurtenissen

Inmiddels bestaat er weinig discussie over klimaatsverandering. Wel bestaat er discussie over de mate waarin de klimaatsverandering plaatsvindt. De algemene verwachting is dat als gevolg van de klimaatsverandering er langere periodes van droogte ontstaan en meer extreme neerslaggebeurtenissen. Deze kunnen leiden tot watertekorten of wateroverlast. Conform landelijke afspraken neemt het waterschap de klimaatsverandering mee in de toetsing van het watersysteem voor de langere termijn (2050). Dit heeft geresulteerd in de lange termijn wateropgave (zie figuur 21). Hierbij moet wel worden opgemerkt dat bodemdaling de dominante factor is bij het ontstaan van nieuwe wateropgavegebieden en niet de klimaatsverandering. Het waterschap voert in 2012 een nieuwe toetsing uit. De resultaten van deze toetsing (specifiek voor drooglegging) kunnen vergeleken worden met de bovenstaande GXG-kaarten om de risico's beter in te kunnen schatten.



Figuur 21: Toetsingsnormering wateroverlast 2050

Toename van droogte

De gevolgen van het klimaat op de grondwaterstanden in het gebied zijn naar verwachting gering. Reden hiervoor is dat de grondwaterstanden in het gebied in de zomer vooral op peil worden gehouden door de kwelstromen (uit de Randmeren en het Veluwemassief) in combinatie met een goed regelbaar watersysteem. Daarom is er in de huidige situatie voor de landbouw geen wateraanvoer noodzakelijk. Deze kwelstromen zullen ook in een langere periode van droogte blijven bestaan waardoor naar verwachting de klimaatsverandering niet leidt tot watertekorten in de Zuidlob voor de landbouw.

De natuurdoeltypen “Moeras” en “nat matig voedselrijk grasland” (moeras en natte grasland) zullen ook in de toekomst niet de gewenste grondwaterstanden worden bereikt. Een geringe verlaging is het gevolg. Elke toename van de verdroging heeft een negatieve invloed. Voor het natuurdoeltypen “Bos van arme zandgronden” en “Bos van voedselrijke, vochtige gronden” kan de situatie verbeteren doordat grondwaterstanden in respectievelijk zomer en voorjaar dieper kunnen wegzakken. De grote kwel in het gebied zal de verdroging wel beperken.

Waterhuishouding in de rijkswateren

Om de toekomstige watertekorten in West- en Noord-Nederland te kunnen opvangen wordt mogelijk het IJsselmeerpeil verhoogd. Voor het Markermeer/IJmeer en de Veluwe randmeren geldt het ontkoppelingsbesluit, waardoor de toekomstige peilen slechts gering afwijken van de huidige peilen.

Naar verwachting levert de mogelijke (geringe) peilverhogingen in de Randmeren geen probleem voor de afwatering aan de zuidkant van Flevoland.

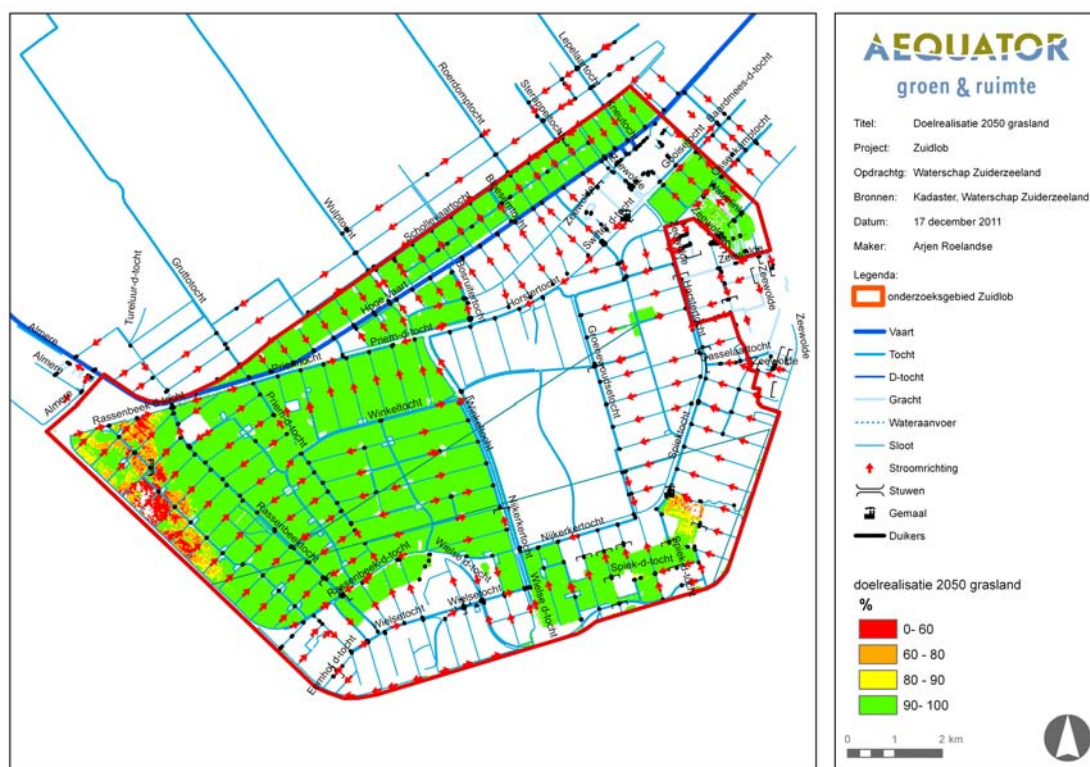
De bodemdaling

In de Flevopolders is een duidelijke afname van de maaiveldhoogte vanaf het 'oude land' naar het centrum van de voormalige Zuiderzee. Na het droogvallen van de polders treedt er door allerlei processen bodemdaling op. Ook nu treedt er nog steeds bodemdaling op. De mate waarin is afhankelijk van de bodemopbouw en de leeftijd van de verschillende gebieden. Voor deze studie is uitgegaan van de bodemdalingskaart 2008, zoals die is aangeleverd door het waterschap. Uitgangspunt is de verwachte bodemdaling tot 2050. Op basis van deze bodemdalingskaart zijn de GXG-kaarten aangepast, uitgaande van een ongewijzigd peilbeheer. Op basis van deze GXG-kaarten zijn nieuwe doelrealisatie berekeningen uitgevoerd.

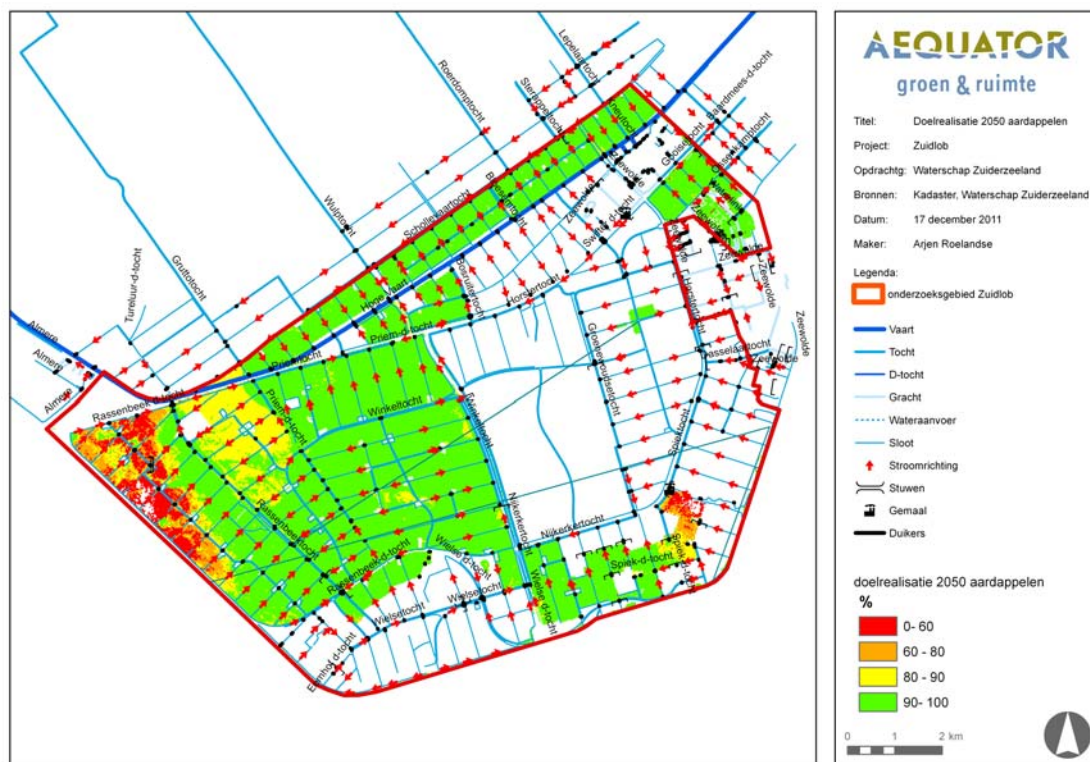
Landbouw

De gras- en aardappelteelt ondervindt van de bodemdaling weinig nadelige gevolgen. Het areaal landbouwgebied waar deze teelten mogelijk zijn neemt slechts in kleine mate af.

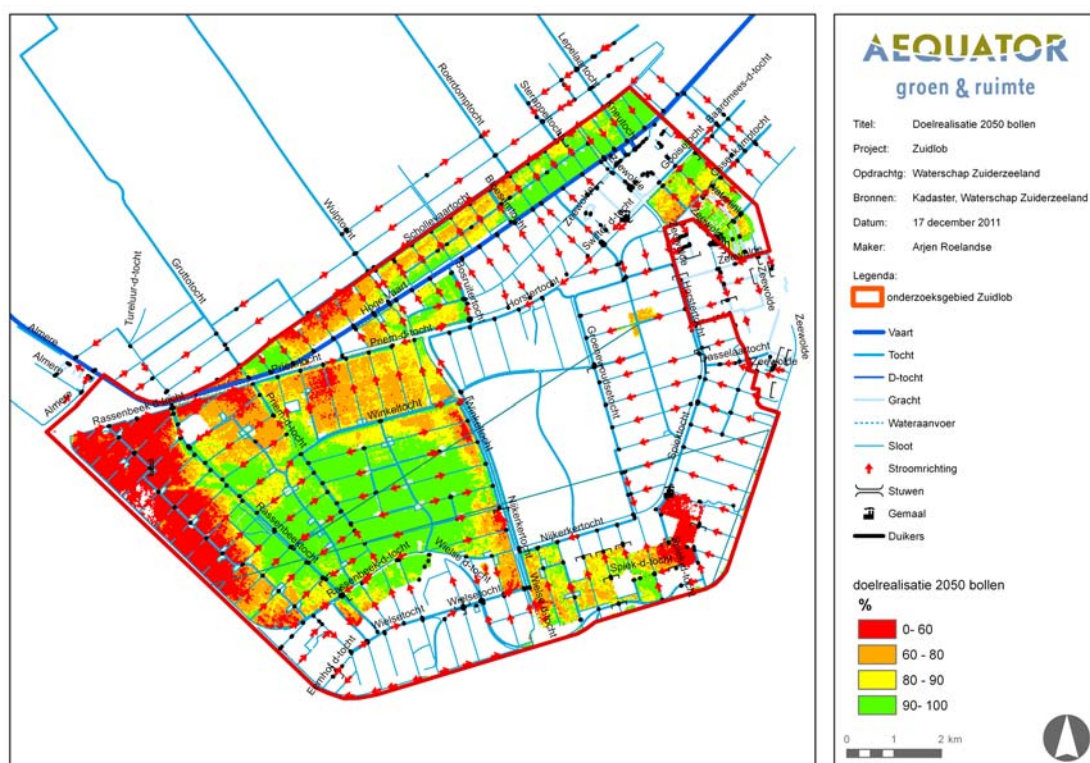
Voor bollenteelt is de mogelijke schade veel groter. Alleen in het centrale deel is dan nog bollenteelt mogelijk.



Figuur 21a: Doelrealisatie Landbouw 2050 grasland(toekomst)



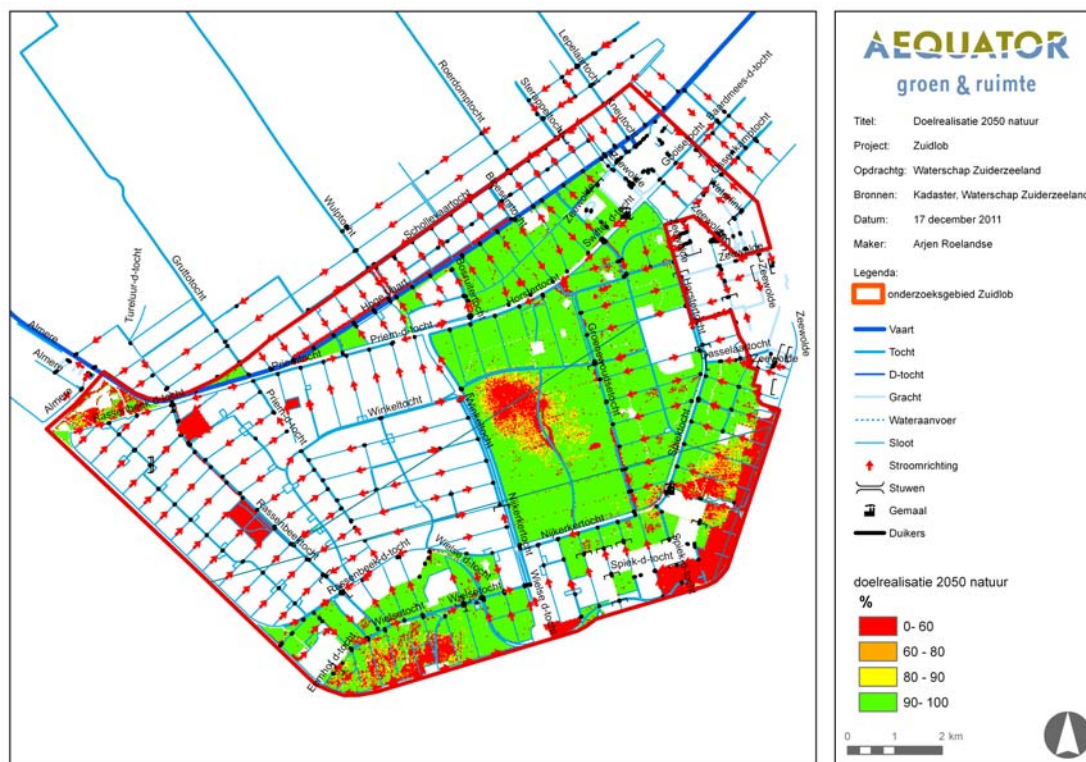
Figuur 21b: Doelrealisatie Landbouw 2050 aardappelen



Figuur 21c: Doelrealisatie Landbouw 2050 bollen

Natuur.

De bodemdaling heeft voor de natuur weinig effect. Voor zowel de Natte natuurdoeltype “Moeras” en “nat matig voedselrijk grasland” zakken de grondwaterstanden nog steeds te snel en te diep uit (te lage GVG en GLG). Voor het natuurdoeltype “bos van arme zandgronden” is een tekort aan droogtestress een toenemend probleem (te hoge GLG). In de overige gebieden met “Bos van voedselrijke, vochtige gronden” is een lagere doelrealisatie doordat de GVG nog hoger blijft. Het teveel aan water kan echter door gewijzigd peilbeheer worden aangepast.



Figuur 22: Doelrealisatie Natuur.

De verandering van de landbouw zelf

Ook de landbouwsector zelf is onderhevig aan veranderingen als gevolg van markt, ziekten, schaalvergroting, beleid en (milieu)regelgeving en veranderende omstandigheden. De landbouwsector heeft zich de afgelopen decennia regelmatig aangepast. Om deze reden zijn ook de effecten van een veranderende sector meegenomen.

Enkele trends ten aanzien van het grondgebruik in de polder zijn een verschuiving van fruittelers naar akkerbouw en bloembollen en meer hoogsalderende teelten (waterschap Zuiderzeeland). Indien op termijn meer bloembollen in het gebied zouden voorkomen zou dit kunnen leiden tot hogere landbouwschades. In de huidige situatie is de grondwaterdynamiek in een deel van het gebied al suboptimaal voor bollenteelt en met de verwachte bodemdaling neemt de omvang van dit gebied toe. Kortom een dergelijke toename zou in de Zuidlob als een onwenselijke trend gezien kunnen worden.

5.2 Knelpunten

Knelpunten Doelrealisatie:

Landbouw

De gras- en aardappelteelt ondervinden in de toekomst weinig nadelige gevolgen van de ontwikkelingen. Voor bollenteelt is in de toekomst de mogelijke schade veel groter. Alleen in het centrale deel is dan nog bollenteelt mogelijk. Bij een verandering van teelten in de richting van bollenteelt zullen de knelpunten groter worden.

Voor natuur zal de doelrealisatie voor de Natte natuurdoeltype “Moeras” en “nat matig voedselrijk grasland” verder verslechteren. De overige natuur zal geen nadelige gevolgen ondervinden en lokaal zelfs verbeteren op die locaties waar in de huidige situatie de grondwaterstanden te hoog staan voor het natuurdoeltype.

Knelpunten uit NBW toetsing

Op de lange termijn neemt de wateropgave toe. Dit is vooral het gevolg van de bodemdaling in het gebied (figuur 6). Op basis van de uitgevoerde NBW toetsing voldoet in 2050 een deel van het gebied niet aan de inundatienorm en de droogleggingsnorm. De knelpunten worden (nog) niet herkend in het veld. In 2012 worden nieuwe berekeningen uitgevoerd die mogelijk meer duidelijkheid geven over de problematiek.

Knelpunten waterbeheer

Vanuit het waterbeheer zijn nu geen concrete knelpunten in beeld, als gevolg van de autonome ontwikkelingen.

6 RUIMTELIJKE ONTWIKKELINGEN EN KOPPELKANSSEN

In het gebied de Zuidlob zijn op de korte en lange termijn een aantal ontwikkelingen gepland. In de onderstaande tabel zijn de relevante ontwikkelingen onderverdeeld in de volgende categorieën: Stedelijk, Infrastructuur, Recreatie, Landbouw en Natuur. Tevens zijn waterhuishoudkundige aandachtspunten beschreven die tijdens de gesprekken met de gemeente en Staatsbosbeheer zijn benoemd. In vervolgstappen zal het waterschap deze informatie gebruiken.

Categorie:	Ontwikkeling	Koppelkansen	–Onderdeel
Stedelijk			
	Nieuwbouw Polderwijk (Noordwest Zeewolde)	Ja	Verbeteren waterbeheer
	Lange termijn Uitbreiding Horsterveld	Nee	
	Uitbreiding industrieterrein Trektersveld 3	Ja	Verbeteren waterbeheer
	Ontwikkeling appartementen voor seizoensarbeiders op landgoed aan de Bosruiterweg	Nee	
	Ontwikkeling van de Stichtse Put- ten, kantorencomplex.	Nee	
Infrastructuur			
	Aanleg tweebaansweg Gooiseweg	Nee	
	Aanleg Windmolenpark ten oosten van het Horsterwold (doorsnijden weg en sloten)	Nee	
	Verhoging van de bestaande dijk Nulderdijk ten zuiden van Zeewol- de	Nee	
Recreatie			
	Versterking en verbetering Vaar- route de Blauwe Diamant	Ja	Verbeteren waterbeheer
	Uitbreiding en verbetering kano- vaarroute	Nee	
	Ontwikkeling nieuw Scoutingter- rein, Nulderpad. Gebied kent nu hoge grondwaterstanden.	Nee	
	Ontwikkeling van diverse recrea- tieve voorzieningen en uitbreiding bestaande camping aan de Groe- newoudse weg	Nee	
	Verbetering afwatering golfterrein onder Spiekweg	Nee	
	Aanleg nieuwe waterloop Spiek-		Verbeteren waterbeheer

Categorie:	Ontwikkeling	Koppelkansen	–Onderdeel
	weg t.b.v. kanoroute ter hoogte van Nulderpad		
	Vergroting duiker t.b.v. kanoroute kruising Spiekweg/Gooiseweg	Ja	Verbeteren waterbeheer
Landbouw			
Natuur			
	Aansluiting EVZ Oostvaarderswold Schollenvaarweg Bloesemlaan	Nee	Nee
	Project Kwaliteitsverbetering Horsterwold. Inrichting van een ander beheertype tussen Gooiseweg-Flediteweg. Mogelijkheden om bestaande stuwen (Flediteweg) in noordelijke richting te verplaatsen om meer water vasthouden.	Ja	Verminderen toekomstige water-opgave.
	Inrichting NVO aan Bosruitertocht	Nee	Nee
	Ontwikkeling EVZ Nulderpad (verbinding Veluwe)	Nee	Nee
	Kansen aanleg NVO kwelgebied Dasselaarweg-Nuldenpad		Nee
	Wens tot afstemming inlaat piekberging in het Horsterwold	Ja	Verminderen toekomstige water-opgave.
	Wens tot aanleg meerdere slenken (zoals Gelderse Slenk)	Nee	Nee
	Wens om verdere vernatting middegebied Hulkensteinse Bos	Nee	Nee

Tabel 7: Toekomstige ontwikkelingen

In bijlage 1 zijn de locaties van de verschillende ontwikkelingen van de gemeente Zeewolde en Staatsbosbeheer op kaart aangegeven.

Uit het overzicht van ontwikkelingen in het gebied blijkt dat de ontwikkelingen met betrekking tot het Horsterwold mogelijk bijdragen aan het deels oplossen van de knelpunten vanuit de NBW toetsing. Daarnaast zijn er enkele mogelijkheden voor het aanpakken van bestaande knelpunten in het waterbeheer met behulp van de ontwikkelingen in “Zeewolde Noord” en de verbetering van de vaarroute “Blauwe Diamant”. De overige ontwikkelingen geven geen aangrijpingspunten om de huidige / toekomstige knelpunten deels op te lossen.

Horsterwold

Eigenaar SBB

Het Project Kwaliteitsverbetering Horsterwold is gericht op de ontwikkeling en uitbreiding van het natuurgebied. Vanuit deze ontwikkeling is de behoefte om meer water vast te houden en hogere grond- en oppervlaktewaterstanden in het gebied. Met de ontwikkeling van het noordelijke deel van het ge-

bied (ten noorden van de Flediteweg) en de mogelijke aansluiting van de EVZ Oostvaarderswold kan ook het stuwpeil in het Horsterwold worden aangepast.

Door de stuwen naar het noorden te verplaatsen en uit te voeren als een regelbare stuw kan in het gebied meer water worden vastgehouden. Zo kan ook het (kwel)water langs de Nulderdijk uit het zuidelijke deel, in de Centrale slenk en mogelijk op het nieuwe scoutingterrein worden vastgehouden. Op deze manier kan de afvoer vanuit dit watersysteem op naburige watersystemen tijdens hevige neerslag worden beperkt. Aandachtspunt vanuit Staatsbosbeheer is de waterkwaliteit (als gevolg van de bemesting van de dijk). Of deze maatregelen ook voldoende effect hebben en maatschappelijk kosteneffectief zijn zal nader moeten worden onderzocht.

De ontwikkelingen kunnen een deel van de oplossing vormen voor de wateropgave die mogelijk ontstaat als gevolg van de bodemdaling in 2050. Daarnaast sluit het project aan bij de op 21-4-2009 in werking getreden beleidsregel "dynamisch peilbeheer". Dynamisch peilbeheer is het optimaliseren van het peilbeheer met behulp van beweegbare stuwen, waardoor de gemaalcapaciteit en de bergingsruimte in de bodem en het watersysteem beter worden benut, zodat de kans op inundatie in het beheergebied afneemt. Dynamisch peilbeheer is bedoeld om water vast te houden in tijden van wateroverlast.

De andere ontwikkelingen in de Zuidlob bieden geen oplossing voor de wateropgave, maar enkelen vragen wel om afstemming tussen initiatiefnemer en het waterschap en kunnen worden benut om het waterbeheer te verbeteren. Deze ontwikkelingen worden reeds in het reguliere overleg met de gemeente Zeewolde en Staatsbosbeheer meegenomen of worden meegenomen in de uitvoering van het instrument Watertoets. Hieronder zijn enkele wensen benoemd:

Problemen afwatering Zeewolde Noord

Er zijn mogelijkheden om de problematiek van de afwatering van het industrieterrein Trekkersveld (Tunnel en duiker) aan de Gooiseweg, in de ontwikkeling van de woonwijk Polderdijk en Trekkersveld 3 mee te nemen.

Verbetering vaarroute Blauwe Diamant

De Gooiseweg wordt verbreed naar een tweebaansweg. Tijdens deze ontwikkeling liggen mogelijkheden om de vaarroute de Blauwe Diamant te verbeteren en het knelpunt op de kruising van de Spiekweg op te lossen.

7 CONCLUSIE EN AANBEVELINGEN

In dit hoofdstuk zijn de conclusie en aanbevelingen uit de voorverkenning GGOR Zuidlob beschreven. Hierbij wordt ingegaan op de twee doelstellingen van deze studie namelijk (1) inzicht in de actuele situatie en knelpunten en (2) mogelijkheden voor meekoppelkansen in relatie tot een lange termijn wateropgave en de urgentie voor het opstarten van een gebiedsproces.

Conclusies doelstelling 1 inzicht in de actuele situatie en knelpunten

De Zuidlob is gelegen in het zuidelijke puntje van Flevoland, ten westen van Zeewolde. Het landgebruik bestaat voor 50% uit landbouw. Daarvan is het overgrote deel akkerbouw. De bodem bestaat uit grotendeels kleigronden. De grondwaterstroming in het gebied loopt vanaf de randen naar het agrarisch deel van de Zuidlob en volgt daarbij ongeveer het verloop van het maaiveld. Het watersysteem in de Zuidlob wordt gevoed door neerslag en een sterke kwel vanuit het randmeer en mogelijk ook vanuit de Veluwe. De grondwaterstanden worden sterk beïnvloed door de gehanteerde oppervlaktewaterpeilen en de aanwezige drainage en kleischeuren. Door het beperkte aantal metingen en de onduidelijkheid ten aanzien van de locatie en het effect van kleischeuren is het moeilijk om op basis van modelberekeningen een GXG op te stellen. Binnen deze studie is dit opgelost door op basis van van bestaande peilbuis gegevens en veldkennis een GXG te interpoleren.

Op basis van de uitgevoerde GGOR studie zijn de actuele grondwaterstanden in beeld gebracht en is bekeken of deze grondwaterstanden aansluiten bij de aanwezige landbouw- en natuurfunctie.

De aangetroffen grondwaterstanden in het gebied voldoen overwegend aan de wensen van het huidige landbouwkundige gebruik. Alleen zijn enkele locaties (langs de randen en in de directe omgeving van natuurgebieden) niet geschikt voor het specifieke landgebruik bollenteelt. Het waterschap heeft slechts beperkt mogelijkheden om de omstandigheden voor deze teelten te optimaliseren. Indien in deze zones sprake zal zijn van bollenteelt ligt er een opgave voor de gebruiker om de kans op te hoge grondwaterstanden via intensieve(re) drainage te beperken.

Ook voor natuur geldt dat de grondwaterdynamiek overwegend aansluit bij de gewenste natuurdoeltypen. Voor zowel de Natte natuurdoeltype “Moeras” en “nat matig voedselrijk grasland” zakken de grondwaterstanden te snel en te diep weg (te lage GVG en GLG). Deze natuurdoeltypen stellen dermate andere eisen aan het watersysteem dan het omliggende landbouwgebied dat de vraag gerechtvaardigd is of de gewenste grondwaterstanden gerealiseerd kunnen worden. Ook langs de randen van de Zuidlob heeft het natuurdoeltype ‘Bos van arme zandgronden’ te weinig droogtestress en ‘Bos van voedselrijke, vochtige gronden’ is te nat. Hier geldt dat een verdere verlaging van de grondwaterstanden realiseerbaar is, maar dat de vraag is of het wenselijk is het schone kwelwater op af te voeren. In beide gebieden is herziening van de natuurdoelen wenselijk op basis van het ‘natuurlijk’ watersysteem.

Op basis van de uitgevoerde NBW toetsing heeft het waterschap in de Zuidlob geen formele opgave. De toetsing laat wel zien dat in een deel van het landbouwgebied mogelijk sprake is van een onvoldoende drooglegging.

Het huidige waterbeheer heeft enkele knelpunten. Deze knelpunten zijn echter vaak lokaal als gevolg van de bodemopbouw waardoor ondanks een grote drooglegging en waterschade optreedt. Uitzondering vormen de percelen ten zuiden van de Winkeltocht waar de drooglegging minder is dan 1 meter. Door de geringe opbolling in het gebied zijn er tot nu toe weinig problemen.

Wateropgave

De bovenstaande knelpunten leiden vooralsnog NIET tot een extra wateropgave voor het waterschap Zuiderzeeland. In de toekomst kan wel als gevolg van klimaatsverandering en bodemdaling een wateropgave ontstaan voor inundatie en drooglegging afhankelijk van de uitkomsten van de modellering.

Conclusies doelstelling 2

Met name onder invloed van bodemdaling neemt de kans op wateroverlast (onvoldoende drooglegging en kans op inundatie) in het gebied toe. Op basis van de uitgevoerde NBW toetsing voldoet in 2050 een deel van het gebied niet aan de inundatienorm en de droogleggingsnorm. Belangrijke opmerking hierbij is dat de knelpunten alleen modelmatig zijn aangetoond, maar (nog) niet worden herkend in het veld. In 2012 worden nieuwe verbeterde berekeningen uitgevoerd die mogelijk meer duidelijkheid geven over de problematiek.

De lange termijn opgave is voor het waterschap geen aanleiding om op korte termijn maatregelen te overwegen. Het is voor het waterschap wel van belang om zicht te hebben op geplande ruimtelijke ontwikkelingen. Er ontstaan meekoppelkansen in de situaties waarbij deze geplande ontwikkelingen kunnen bijdragen in het voorkomen, of beperken van de lange termijn opgave. Uit het overzicht van ontwikkelingen in het gebied (paragraaf 5.2) blijkt dat type en schaal van de ontwikkelingen overwegend geen kansen bieden voor het beperken van de wateroverlast in de toekomst. Enige uitzondering daarop vormt mogelijk de ontwikkelingen met betrekking tot het Horsterwold.

Om water langer vast te houden ten behoeve van dynamisch peilbeheer moeten de mogelijkheden in het natuurgebied verder worden verkend.

Peilbesluit

De bevindingen uit deze studie vormen geen aanleiding tot aanpassing van de in de Zuidlob geldende peilbesluiten¹.

7.1 Aanbevelingen

Bepaling GXG

De grondwaterstand in de Zuidlob is moeilijk te bepalen als gevolg van de grote (onbekende) invloed van de kleisheuren op de grondwaterstand.

Om de kennis van de grondwaterstand verder te verbeteren zijn metingen essentieel. Om deze reden is het wenselijk om het huidige grondwatermeetnet aan te passen of uit te breiden op basis van de AGOR-analyse en het opvullen van de kennisleemten ten aanzien van kleisheuren.

Nieuwe toetsing watersysteem

In 2013 worden door het waterschap nieuwe berekeningen normering wateroverlast uitgevoerd. Hierdoor wordt meer inzicht gegeven in de toekomstige wateropgave in de Zuidlob, omdat de berekende toekomstige wateropgave niet overeenkomt met de huidige van het waterschap. Het is aan te bevelen om de resultaten van de nieuwe berekeningen mee te nemen in het verdere proces.

Natuurdoeltypen

Vanwege de lage doelrealisatie van enkele natuurdoeltypen in combinatie met het aangrenzende landgebruik en in combinatie met de goed doorlatende ondergrond (als gevolg van de kleisheuren) is de vraag gerechtvaardigd of deze natuurdoeltypen op deze locatie goed zijn gekozen.

Ook van het natuurdoeltype “Bos van arme zandgronden” en “Bos van voedselrijke, vochtige gronden” langs de randmeren is de vraag gerechtvaardigd of de natuurdoeltypen op deze locatie goed zijn gekozen en dat het schone kwelwater inderdaad moet worden afgevoerd om de noodzakelijke peilverlaging te bewerkstelligen. Daarom stellen we voor dat het waterschap hierover met de betrokken partijen van gedachte wisselt.

Voortdurende aandacht voor overleg

Het is aan te bevelen om een overzicht te maken met onderwerpen en contactpersonen die betrokken zijn bij ontwikkelingen van beide partijen. Hierbij valt te denken aan de watertoetsen of het project kwaliteitsverbetering Horsterwold.

Een aandachtspunt is de onduidelijkheid omtrent het waterbergingsgebied. Omdat het bergingsgebied nog nooit is ingezet is de werking en zijn mogelijke gevolgen onduidelijk.

De knelpunten in het waterbeheer zijn geen officiële wateropgave, maar kunnen mogelijk wel worden opgelost door aan te sluiten bij toekomstige ontwikkelingen, zoals de ontwikkelingen in Zeewolde Noord en de verbetering van de vaarroute “Blauwe Diamant”.

¹ Zuidlob, Hoge Vaart, Horsterwold, Paardenveld en Spiektocht

Beleid

Als gevolg van de verwachte bodemdaling zijn naar verwachting intensieve teelten als bollenteelt in de toekomst niet in het gehele gebied meer mogelijk. Het waterschap kan in overleg met de provincie hier de komende jaren beleid op maken om sturing te geven aan de ontwikkelingen.

Functiebeperkingen

Als gevolg van de verwachte bodemdaling zijn naar verwachting intensieve teelten als bollenteelt in de toekomst niet in het gehele gebied meer mogelijk. Het is aan te bevelen om met de provincie Flevoland in gesprek te gaan over de vraag of sturing op de landbouwfunctie op de lange termijn nodig of wenselijk is.

8 BIJLAGE

Gesprekken met gemeente Zeewolde en Staatsbosbeheer

DATUM
30 maart 2017

STELLER
K. Petie

NOTITIE

ONDERWERP
Peilbesluiten Hoge Vaart

REGISTRATIENUMMER
PPAWP-P/500405

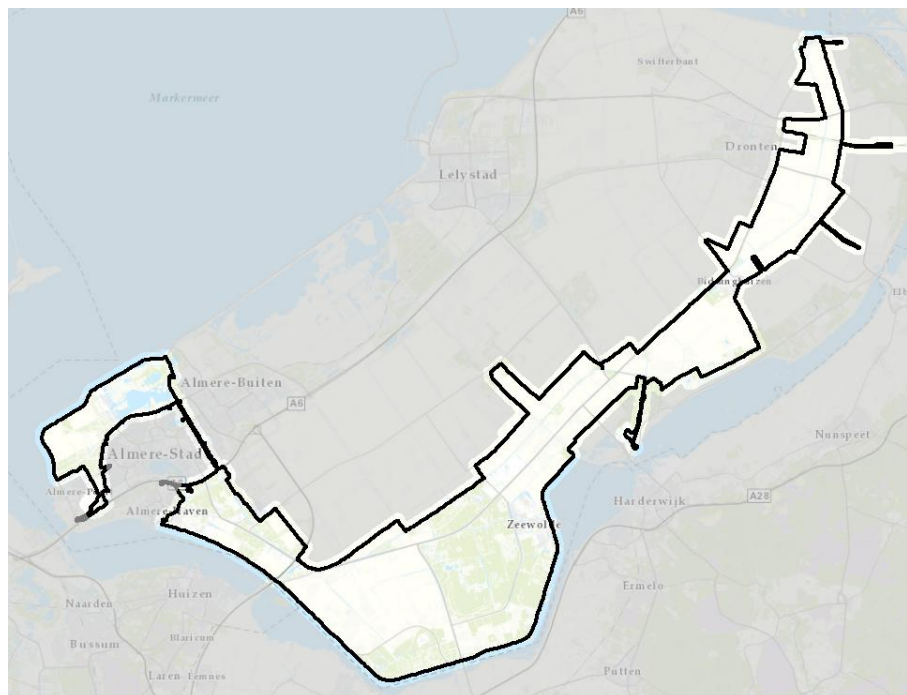
ZAAKNUMMER
500400

Verslag Meedenkbijeenkomst

Op 17 januari 2017 heeft het waterschap een bijeenkomst georganiseerd over de herziening van de peilbesluiten rondom de Hoge Vaart.

De bijeenkomst werd door ca. 45 mensen bezocht. Vooral agrariërs, met name uit de Zuidlob en Middengebied van Zuidelijk Flevoland. De bijeenkomst trok zelfs een aantal mensen van buiten het peilbesluitgebied.

Na een presentatie over de herziening van het peilbesluit en thema's die volgens het waterschap spelen, zijn de aanwezigen in vier groepen uiteen gegaan om met waterschappers en vertegenwoordigers van natuurorganisaties in gesprek te gaan over het waterbeheer in het gebied rondom de Hoge Vaart.



Figuur 1. Het peilbesluitgebied rondom de Hoge Vaart.

In onderstaand verslag wordt ingegaan op de thema's die aan de vier tafels besproken zijn. Een aantal thema's hangt sterk samen met het peil/peilbesluit, een aantal heeft meer met beheer en onderhoud van het watersysteem te maken.

Vervolgens wordt ingegaan op de acties vanuit het waterschap en de planning van het peilbesluit.

Thema's

Natuurgebieden

Er is een breed gedragen gevoel onder de aanwezigen dat de ontwikkeling van natuurgebieden tot verhoging van de grondwaterstanden heeft geleid. Dit speelt vooral in de Zuidlob, in de buurt van het Hulkesteinse Bos en de Stille Kern.

Het waterschap heeft in het kader van de eerder gevoerde keukentafel-gesprekken in Zuidlob onderzoeken laten uitvoeren. Hieruit komt geen duidelijke beïnvloeding van de natuurgebieden richting het landbouwgebied. In het ontwerp peilbesluit zal hier uitgebreider op in gegaan worden. Diverse agrariërs ervaren dat natuurbeheerders altijd aan het langste eind trekken en dat de belangen van agrariërs niet genoeg worden meegenomen. Het waterschap benadrukt dat bij de afwegingen voor het peilbeheer alle belangen worden meegenomen. Uitgangspunt bij de inrichting van de natuurgebieden was altijd dat er in het omliggende gebied geen overlast mocht optreden.

Bodem

De bodem van een jonge polder is letterlijk en figuurlijk in beweging. Een van de meest in het oog springende effecten is bodemdaling. De bodemdaling is zeer sterk afhankelijk van de bodemopbouw en het waterpeil; daling treedt op bij bodems met klei of veen. Bij klei houdt de daling op gegeven moment op, maar veen oxideert (verbrandt) als het ontwaterd wordt. Dit oxideren houdt pas op als het veen boven de grondwaterstand verdwenen is. Wanneer het peil wordt verlaagd, daalt het grondwater en krijgt de bodemdaling een nieuwe impuls.

Als gevolg van de bodemdaling komt het maaiveld dichterbij de grondwaterstand te staan. Daardoor kan lokaal (vooral langs de randen van de polder) kwel aan het maaiveld ontstaan. Ook zullen er door ongelijke klink natte plekken in het land ontstaan.

In de Zuidlob komen kleischeuren voor. Deze werken sterk drainerend, maar door de daling wordt het kleipakket minder dik, en raken de scheuren mogelijk verstopt. Bij diepploegen verdwijnen de kleischeuren. Het waterschap raadt aan uitgebreid vooronderzoek te doen wanneer men overweegt te diepploegen.

Tot slot kan het gebruik van zware machines bij natte omstandigheden leiden tot verdichte lagen in de grond. Hierdoor kan aan de ene kant regenwater niet meer goed wegzakken en ontstaan natte plekken bij neerslag, aan de andere kunnen planten minder goed wortelen en is er bij droogte minder water beschikbaar.

Onderbemaling

Tijdens de bijeenkomst is diverse malen geopperd het bodemdalingsprobleem op te lossen door nieuwe onderbemalingen te maken.

Het waterschap ziet onderbemalingen niet als oplossing: het verlagen van het peil zal bodemdaling versterken, waardoor de bodem nog dieper zal komen te liggen. Ook brengen onderbemalingen hoge kosten met zich mee: het watersysteem moet heringericht worden en er moet bemalen worden.

Onderhoud watersysteem

Opmerkingen over het onderhoud van het watersysteem hebben niet direct invloed op de streefpeilen, maar zijn wel belangrijk voor het dagelijks functioneren van het watersysteem.

De opmerkingen zijn doorgegeven aan de dagelijks beheerders van het gebied. Er zijn onder andere opmerkingen gemaakt over het onderhoud aan de kwelsloot van de Eemmeerdijk, maaien en onderhoud in de Rassenbeektocht en bagger in de Roerdomptocht.

Over de schouw zijn de meningen van de aanwezigen verdeeld. Een aantal mensen wil dat het waterschap vaker gaat schouwen. Het waterschap is dit niet van plan. Ieder moet zijn eigen verantwoordelijkheid nemen. In geval van conflicten kan het waterschap wel bemiddelen.

Onderhoud op de kavel

Onderhoud aan het 'eigen watersysteem' is ook noodzakelijk: na verloop van tijd zal drainage minder goed gaan functioneren en zullen sloten hun profiel verliezen. Dit onderhoud is de verantwoordelijkheid van de eigenaar en/of gebruiker.

Diverse aanwezigen hebben goede ervaringen met herdraineren en herprofilen van de kavelsloten.

Acties

- Naar aanleiding van de bijeenkomst is het waterschap in overleg gegaan met Staatsbosbeheer (SBB) – de beheerder van o.a. het Hulkesteinsebos en Stille Kern. SBB heeft aangegeven geen overlast te willen veroorzaken naar de omgeving. Daarnaast is SBB bezig met groot onderhoud van de bossen in Flevoland. Daar hoort groot onderhoud van sloten, duikers en drainage bij, maar bijvoorbeeld ook het toegankelijk maken van fietspaden
- De diverse opmerkingen over beheer en onderhoud zijn teruggekoppeld aan de dagelijks beheerders.
- Er wordt in het ontwerp peilbesluit aandacht besteed aan de thema's die aan de orde zijn gekomen; in het bijzonder aan invloed van natuur-gebieden op landbouwgebied.

Planning

- Half april: voorontwerp peilbesluit
- Half mei ontwerp peilbesluit ter inzage
- Eind 2017: vaststellen peilbesluit.