

Inzichten omtrent grondwater in relatie tot de Ouderkerkerplas

Eindrapport 21/2/2010

Waternet

21/2/2010

Eindrapport

Projectnummer N20090342



Documenttitel	Inzichten omtrent grondwater in relatie tot de Ouderkerkerplas
Status	Eindrapport
Datum	21/02/2010
Projectnaam	
Projectnummer	N20090342
Opdrachtgever	Waternet
Referentie	

Auteur(s)	Jouke Velstra
Collegiale toets	Arjen de Vries
Datum / Paraaf	
Vrijgegeven door	Arjen de Vries
Datum / Paraaf	

INHOUDSOPGAVE

1 Inleiding	1
2 Geohydrologische opbouw	2
2.1 Inleiding.....	2
2.2 Algemene beschrijving geohydrologie.....	2
2.3 Deklaag (Holoceen)	3
2.4 Gestuwde formatie	4
2.5 Kleilagen gerelateerd aan Formatie van Sterksel	4
2.6 Kleilagen gerelateerd aan Formatie van Waalre	5
2.7 Resultaat diepe sondering	6
2.8 Conclusies en aanbeveling	7
3 Grondwaterstroming.....	8
3.1 Inleiding.....	8
3.2 Regionaal stromingsbeeld.....	8
3.3 Regionale zoet-zout verdeling	9
3.4 Analyse lokale grondwatersysteem.	10
3.4.1 Vertaling van regionale stroming naar lokale schaal	10
3.4.2 Verdere uitwerking lokale grondwatersysteem	11
3.4.3 Interpretatie in relatie tot de waterbalans	18
3.5 Conclusies en Aanbevelingen	19
3.5.1 Conclusies.....	19
3.5.2 Aanbeveling	20
4 Effecten flexibel peil op grondwaterstanden in omgeving Ouderkerkerplas..	21
4.1 Inleiding.....	21
4.2 Uitwerking	21
4.3 Bespreking resultaten	22
4.3.1 Berekeningsresultaten	22
4.3.2 Voorgestelde peilfluctuatie in relatie tot historische grondwaterstanden	22
4.4 Conclusies	26
5 Referenties	27

Lijst met figuren

Figuur 2.1. Doorsnede uit het grondwatermodel. De doorsnede geeft de verschillende modellagen weer met in oranje de weerstandsbiedende lagen. De Ouderkerkerplas is ca 40m diep en doorsnijdt de deklaag volledig.	2
Figuur 2.2. Verbreiding en dikte holocene deklaag. Met punten de DINO boringen weergegeven. Voor de polders van Bijlmer en Bullewijk is meer informatie gebruikt.	4
Figuur 2.3 Verbreiding en dikte van de Sterksel klei in REGIS II.1. De boringen zijn aangegeven waar de Sterksel klei en Waalre 1 klei is aangetroffen. Daarnaast zijn de boringen weergegeven die in het DINO archief aanwezig zijn (>40m).	5
Figuur 2.4 Verbreiding en dikte van de Waalre 1 klei in REGIS II.1. De boringen zijn aangegeven waar Waalre 1 klei is aangetroffen. Daarnaast zijn de boringen weergegeven die in het DINO archief aanwezig zijn. Ook is aangegeven de verbreiding van Waalre 1 en 2 klei volgens REGIS II.0, die duidelijk anders is (Waalre 2 komt in dit gebied volgens REGIS II.1 niet voor).	6
Figuur 2.5. Onderste deel van de diepe sondering in het bereik van de Formatie van Sterksel en een deel van Waalre.	7
Figuur 3.1 Isohypsenpatroon die de regionale stroming in het 1 ^e watervoerend pakket weergeeft (onder de deklaag). De blauwe peilen geven de stromingsrichting aan (Vellinga 1976).	8
Figuur 3.2. Diepte van het zoet-zoutgrensvlak van ca. 5000mg/l. De gebruikte gegevens zijn VES (geofysica metingen) en gegevens uit peilbuizen uit DINO en Waternetarchief (chloride).	9
Figuur 3.3. Schematische weergave van stroming naar grondwaterwinningen. De regionale stroming is van oost naar west. Ingezoomd op de winningen is bij de westelijke winning lokaal de stroming vanuit het noorden en zuiden.	10
Figuur 3.4 Vertaalde stromingsrichting op basis van regionale stromingsbeeld. Een grote pijl geeft een grotere flux weer. Een kleine pijl geeft geen of kleine stroomsnelheid aan. De gestippelde lijn geeft de onzekerheid aan over de stromingsrichting.	11
Figuur 3.5. Verloop van chloride en stijghoogte in de directe omgeving van de Ouderkerkerplas.	12
Figuur 3.6. Geleidbaarheidssonderingen vertaald naar chlorideconcentraties in het grondwater.	13
Figuur 3.7. Gecombineerde grafieken van chloride die ook in Figuur 3.5 afzonderlijk zijn weergegeven.	14
Figuur 3.8. Geïnterpreteerd lokaal stromingssysteem bij de Ouderkerkerplas.	18
Figuur 4.1. Detaillering van het model, met een celgrootte van 10m in het gebied in de directe omgeving van de Ouderkerkerplas.	21
Figuur 4.2 Berekende verandering van de grondwaterstand bij een peilverlaging van de Ouderkerkerplas van respectievelijk 30cm en 15cm en een peilverhoging van 15cm.	24
Figuur 4.3 Historisch verloop van de stijghoogte in peilbuis B25G0994 op ca. 50m afstand ten westen van de Ouderkerkerplas.	25

1 INLEIDING

In Watersysteemplan Bijlmerring wordt de huidige situatie van de polders binnen het plangebied beschreven en worden voorstellen opgesteld om het watersysteem te optimaliseren. Er worden nieuwe peilbesluiten door het hoogheemraadschap Amstel, Gooi en Vecht (AGV) per polder genomen.

Binnen het plangebied van de Bijlmerring bevindt zich de Ouderkerkerplas waarvoor door Waternet een waterbalans is opgesteld. Aan Acacia Water is gevraagd inzicht te geven in het functioneren van grondwatersysteem in relatie tot de plas. En de verwachte veranderingen in de grondwaterstand bij een ander peil van de plas. Dit rapport beschrijft de geologische opbouw, geeft een systeemanalyse en beschrijft de mogelijke effecten van peilfluctuatie op de grondwaterstand in de omgeving van de plas.

Voor de uitwerking is gebruik gemaakt van bestaande kennis en binnen deze studie nieuw verkregen informatie uit metingen. Daarnaast is gebruik gemaakt van een grondwatermodel. Dit model is in het kader van het project "Leven met Zout Water" voor de polders de Bijlmermeer en Nieuwe Bullewijk opgezet. Het modelgebied beslaat echter een veel groter gebied, grofweg van het IJ (noorden) en Mijdrecht in het zuiden met in detail het gehele gebied van de Bijlmerring. Wanneer in de tekst gerefereerd wordt naar het grondwatermodel wordt dit model bedoeld.

2 GEOHYDROLOGISCHE OPBOUW

2.1 Inleiding

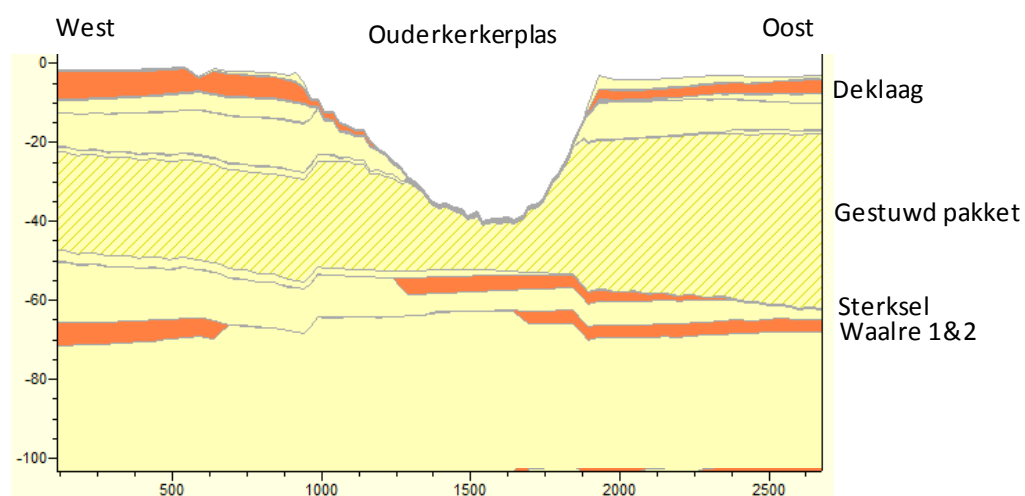
Op basis van de beschikbare gegevens uit het DINO-archief, REGIS en gegevens van Waternet is onderzoek uitgevoerd naar de verbreiding van kleilagen onder en in de omgeving van de Ouderkerkerplas. Inzicht hierin is van belang voor de water- en stoffenbalans van de plas. Met betrekking tot de waterbalans van de plas bestaan over een aantal punten nog onzekerheid. Eén ervan is of er kwel dan wel infiltratie plaatsvindt (of een combinatie) en de grootte ervan. De grootte van deze fluxen en het verloop ervan in de tijd kan tot een zekere nauwkeurigheid met een grondwatermodel worden bepaald. Bepalend voor de grootte van de flux die het model berekent en het optreden van kwel, is het al dan niet voorkomen van weerstandsbiedende lagen. In het geval van de Ouderkerkerplas is de verbreiding van de Holocene deklaag, Drente complex (gestuwd pakket), Sterksel klei en de Waalre klei bepalend.

Binnen de REGIS interpretatie komen de genoemde kleilagen van Sterksel en Waalre niet of slechts gedeeltelijk voor onder en rond de Ouderkerkerplas. Dit betekent dat er in het geval van kwel, een vrije stroming naar de plas toe is uit de diepere lagen, en in geval van infiltratie een vrije uitstroom naar beneden toe is. In dit hoofdstuk gaan we nader in op de verbreiding van de weerstandsbiedende lagen, de beschikbare boringen waarop de REGIS interpretatie is gebaseerd en de betrouwbaarheid van de REGIS interpretatie voor deze locatie.

2.2 Algemene beschrijving geohydrologie

De regionale en lokale geohydrologische opbouw in het gebied rond de Ouderkerkerplas is weergegeven in tabel 1. Figuur 2.1 geeft een schematische doorsnede van de geohydrologische opbouw ter plaatse van de Ouderkerkerplas.

In de navolgende paragrafen worden de weerstandsbiedende lagen van belang voor de grondwaterstroming nader toegelicht. Het betreft de Holocene deklaag, gestuwde formatie van Drente complex, Sterksel klei en de Waalre klei.



Figuur 2.1. Doorsnede uit het grondwatermodel. De doorsnede geeft de verschillende modellagen weer met in oranje de weerstandsbiedende lagen. De Ouderkerkerplas is ca 40m diep en doorsnijdt de deklaag volledig.

Tabel 1. Overzicht geohydrologische schematisatie regionaal en lokaal rond de Ouderkerkerplas.

Regionaal	Rond Ouderkerkerplas	Diepte (ca. m)
Holocene deklaag freatisch (o.a. ophoogzand Bijlmer)		
Holocene deklaag weerstandbiedend klei hollandveen		
Holocene deklaag ingesloten zanden		
Holocene deklaag basisveen		-10
Boxtelzanden 1 en 2	afwezig	
Boxtelklei 2	afwezig	
Boxtelzanden 3 en kreftenheije zanden en eemzand 1	afwezig	
Eemklei 1 en 2	afwezig	
Eemzanden 2 en 3 + Drentezand1		
Drente klei 1 + drgik	afwezig	
Drentezand 2 en 3	dun, beperkt aanwezig	
Drentecomplex (gestuwd)		
Urkzanden, Sterkselzand1, Pzwaz1 en 2	dun, beperkt aanwezig	
Sterkselklei1		-60
Sterkselzand 2		
Waalreklei1 + Waalreklei2 +(pzwaz3)		-70
(pzwaz3) pzwaz4-7		
PZC		-160
Pzwaz7 + Maaszanden		
Maastricht complex		-180

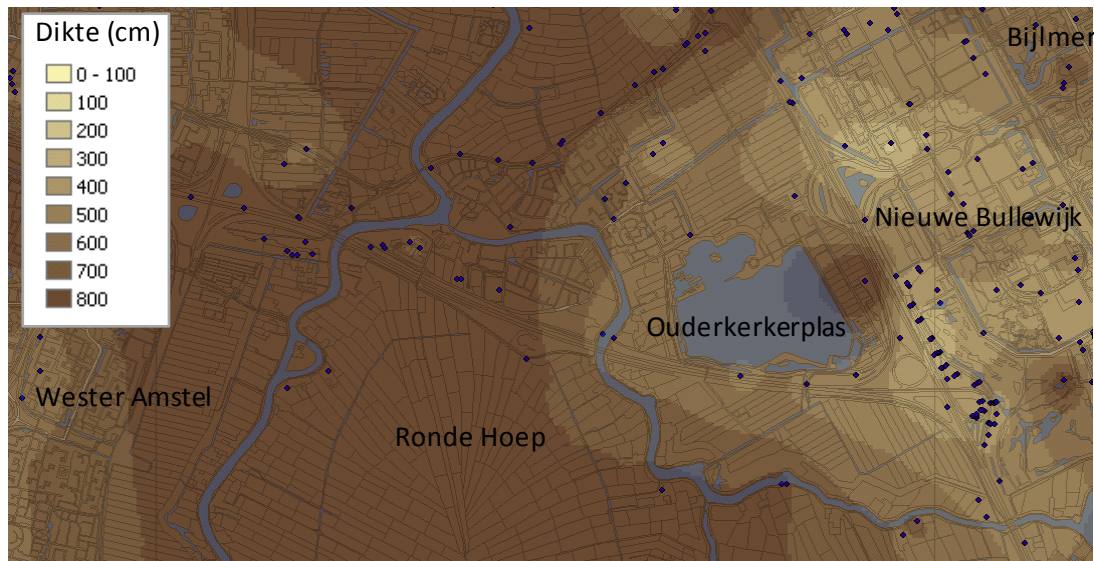
2.3 Deklaag (Holocene)

Op basis van boringen uit DINO is de verbreiding van de deklaag (onderverdeeld in klei, veen en zand) gekarteerd. Daarnaast is voor het gebied van de polders Bullewijk en Bijlmer een verdere detaillering aangebracht op basis van boringen en sonderingen.

Uit de systeemanalyse die in het kader van “Leven met Zout Water” is uitgevoerd, is naar voren gekomen dat met name de dikte van de deklaag bepalend is voor de grondwaterstroming en de grootte van de kwel. Dit in tegenstelling tot de verwachting dat de verbreiding van basisveen bepalend zou zijn. Uit de deklaagkartering is gebleken dat het basisveen in dit gebied slecht is ontwikkeld daardoor veel minder bepalend.

Uit de kartering (Figuur 2.2) komt naar voren dat de deklaag in de omgeving van de Ouderkerkerplas goed ontwikkeld is. Opvallend is dat de deklaag ter plaatse van de polder Bullewijk relatief dun is. Op de dunste plekken is veel kwel en komt brak water omhoog, wat bevestigd is met EC metingen (LMZW-studie). Naar het westen toe (Ronde Hoep) is de deklaag behoorlijk dik tot 8 m om in de polder WesterAmstel dunner te worden. De dikte is hier kleiner vanwege het gewonnen veen.

De Ouderkerkerplas zelf doorsnijdt over vrijwel het gehele oppervlak van de deklaag volledig (zie Figuur 2.1).



Figuur 2.2. Verbreiding en dikte holocene deklaag. Met punten de DINO boringen weergegeven. Voor de polders van Bijlmer en Bullewijk is meer informatie gebruikt.

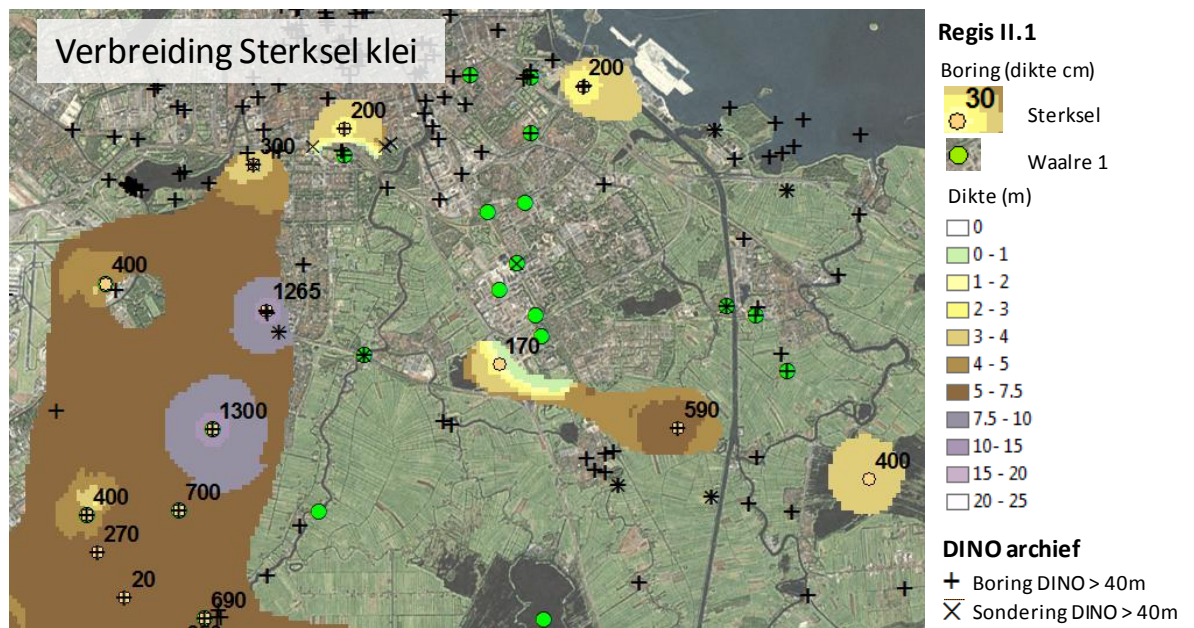
2.4 Gestuwde formatie

De volgende laag die van belang kan zijn voor de waterbalans van de Ouderkerkerplas is de gestuwde formatie (Regiscode DTC). De plas doorsnijdt deze formatie ten dele. Echter uit de boorbeschrijvingen, sonderingen en mondelinge informatie van FUGRO lijkt deze formatie hier vooral uit zand te bestaan. Dit betekent dat dat verticale weerstand (bepalend voor de kwelflux) beperkt is.

2.5 Kleilagen gerelateerd aan Formatie van Sterksel

De verbreiding van de aan de formatie van Sterksel (Regiscode STK)gerelateerde klei is weergegeven in Figuur 2.3 De verbreiding komt rechtstreeks uit de laatste versie van REGIS (II.1). Aangegeven zijn de boringen waar de klei is aangetroffen met daarbij de dikte. In dit bestand zitten niet de beschouwde boringen maar slechts de boringen waar de Sterksel klei is aangetroffen. Daarom zijn ook opgenomen in de figuur alle boringen en sonderingen uit het DINO archief die een diepte hebben van meer dan 40m en waar geen Sterksel is aangetroffen.

Ook (zie ook volgend hoofdstuk) zijn de boringen weergegeven waar de dieper gelegen Waalre klei is aangetroffen. Dit zijn boringen die dieper zijn dan 40m maar blijkbaar niet in het DINO archief aanwezig zijn. We gaan er hier gemakshalve vanuit dat deze boringen wel zijn gebruikt voor de interpretatie van de Sterkselklei maar nog niet in het DINOarchief zijn opgenomen.



Figuur 2.3 Verbreiding en dikte van de Sterksel klei in REGIS II.1. De boringen zijn aangegeven waar de Sterksel klei en Waalre 1 klei is aangetroffen. Daarnaast zijn de boringen weergegeven die in het DINO archief aanwezig zijn (>40m).

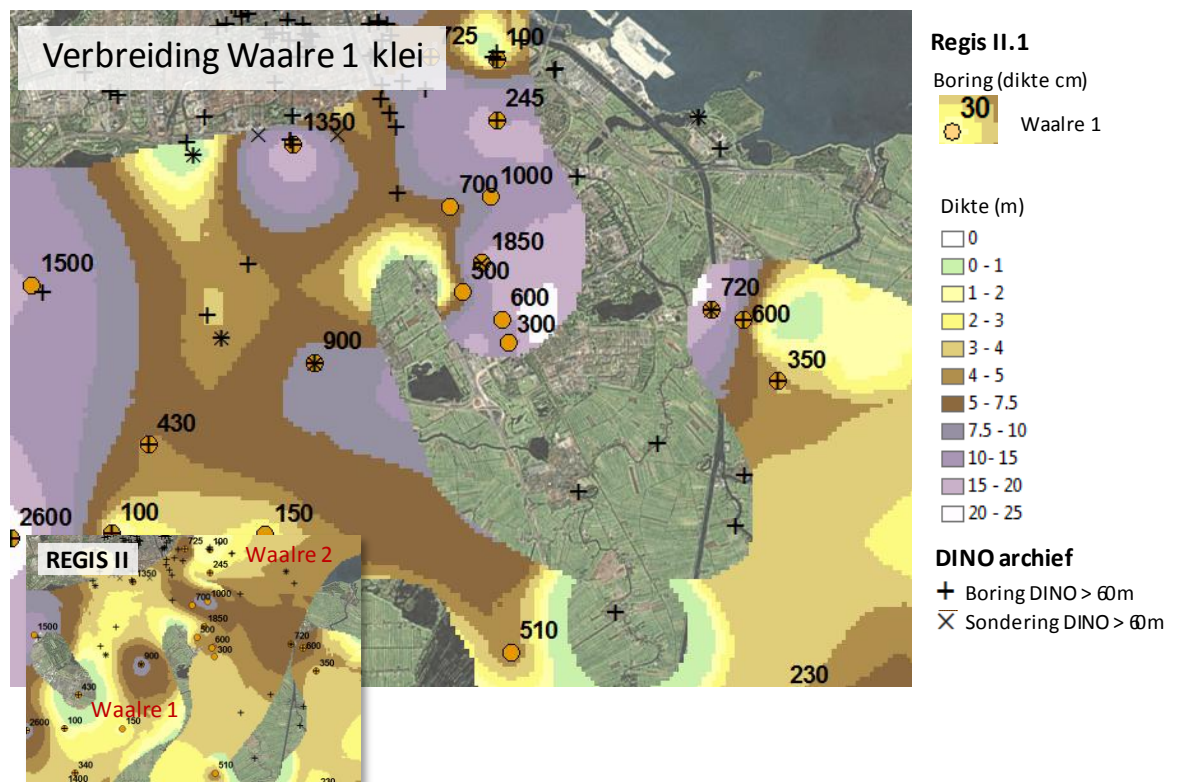
Uit informatie van REGIS en het raadplegen van boringen uit DINO is afgeleid dat in het gebied rondom de Ouderkerkerplas geen Sterkselklei wordt aangetroffen op één boring na die gelegen is net ten oosten van de plas. Aangezien de klei alleen hier wordt aangetroffen en relatief dun is verwachten we dat het om een geïsoleerde lens gaat. In welke mate de lens zich uitstrekt onder de Ouderkerkerplas is onbekend.

2.6 Kleilagen gerelateerd aan Formatie van Waalre

De verbreiding van de aan de formatie van Waalre gerelateerde klei Regiscode WAK1 en WAK2) is weergegeven in Figuur 2.4. De verbreiding komt rechtstreeks uit de laatste versie van REGIS (II.1). Aangegeven zijn de boringen waar de klei is aangetroffen met daarbij de dikte. In dit bestand zitten niet de beschouwde boringen maar slechts de boringen waar Waalre klei is aangetroffen. Daarom zijn ook opgenomen in de figuur alle boringen en sonderingen uit het DINO archief die een diepte hebben van meer dan 60m.

Uit informatie van REGIS en raadplegen van boringen uit DINO is afgeleid dat in het gebied rondom de Ouderkerkerplas Waalre klei wordt aangetroffen. In de boring ten westen van de plas wordt een dikke laag aangetroffen van 9m dikte. In drie boringen ten noordoosten van de plas heeft de kleilaag een dikte van 3 tot 6 m.

Het is onbekend wat de basis is geweest om bij de REGIS interpretatie geen verbreiding van de Waalre klei in het gebied van de Ouderkerkerplas aan te nemen. Zowel in REGIS II.0 als REGIS II.1 interpretatie wordt ter plaatse van de Ouderkerkerplas een zone verondersteld waar de Waalre klei niet voorkomt.



Figuur 2.4 Verbreiding en dikte van de Waalre 1 klei in REGIS II.1. De boringen zijn aangegeven waar Waalre 1 klei is aangetroffen. Daarnaast zijn de boringen weergegeven die in het DINO archief aanwezig zijn. Ook is aangegeven de verbreiding van Waalre 1 en 2 klei volgens REGIS II.0, die duidelijk anders is (Waalre 2 komt in dit gebied volgens REGIS II.1 niet voor).

Een behoorlijke aanpassing in REGIS II.1 is de ontbrekende zone ten zuiden van de Ouderkerkerplas. In REGIS II.0 is hier nog een geïnterpreteerde verbreiding van de Waalre 2 klei. Dit wordt namelijk niet gestaafd met boorinformatie, dan slechts de twee boringen ten noordoosten van de plas en één boring op grote afstand te zuiden van de plas. De twee boringen ten zuidoosten van de plas zijn niet gebruikt voor de interpretatie. Het betreft boringen tot een diepte van 75m en zijn mogelijk niet diep genoeg geweest. Eén van de boringen stamt uit 1877 en bevat slechts een sumiere boorbeschrijving. Om die reden is in REGIS II.1 verondersteld dat de Waalre klei niet voorkomt. Het al dan niet voorkomen van de kleilaag kan op basis van deze boorgegevens niet hard worden gemaakt.

2.7 Resultaat diepe sondering

Las onderdeel van deze studie is een diepe sondering uitgevoerd aan de zuidwestpunt van de Ouderkerkerplas. De sondering heeft een diepte gehaald van 71,5m beneden NAP. OP ca. 56m is een kleilaag aangetroffen van ongeveer 1m dikte die toe te kennen zou kunnen zijn aan de Formatie van Sterksel. Daaronder wordt tot de einddiepte geen duidelijke kleilaag aangetroffen. Gezien de te verwachten diepte van de Waalreklei en de gehaalde diepte van de sondering is op basis van deze sondering niet hard te maken of de Waalreklei op deze locatie wel of niet voorkomt.



De uitgevoerde sondering heeft aangetoond dat op deze locatie tot grote diepte gesondeerd kan worden. Vanwege technische problemen is de sondering niet verder gegaan. Qua drukvermogen was dit echter wel haalbaar geweest en is de verwachting dat een nieuwe sondering wel tot voorbij de eventueel voorkomende Waalreklei kan komen.

3 GRONDWATERSTROMING

3.1 Inleiding

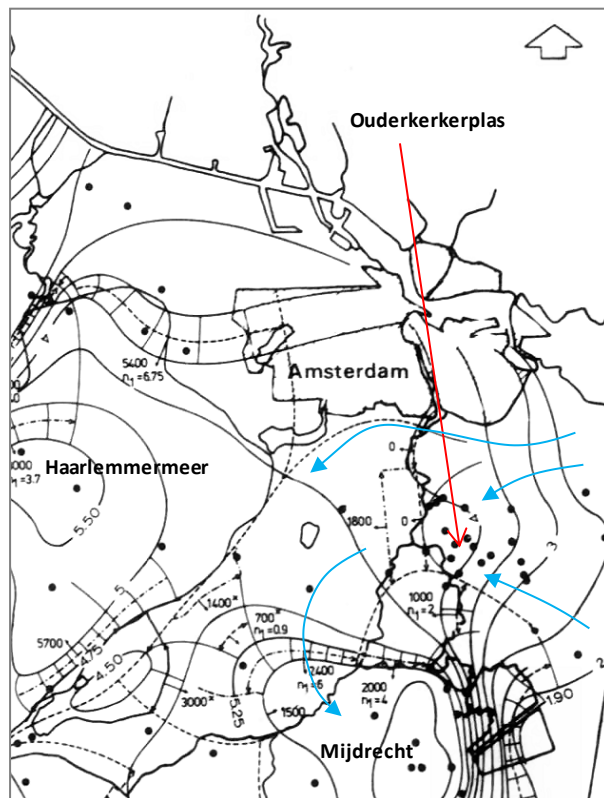
Om beter inzicht te krijgen van de grondwaterstroming in relatie tot de Ouderkerkerplas, is er een systeemanalyse uitgevoerd op basis van historische gegevens van grondwaterstanden, stijghoogtes en waterkwaliteitsgegevens (met name chloride). Daarnaast zijn aanvullend een aantal peilbuizen bemonsterd en geanalyseerd voor diverse chemische parameters.

De analyse heeft meer inzicht gegeven in de grondwaterstromingssituatie rondom de Ouderkerkerplas. Er moet hier bij worden opgemerkt dat er nog diverse onzekerheden zijn en aanvullende metingen zouden moeten worden uitgevoerd om meer zekerheid te verkrijgen. We spreken dan ook liever over een hypothese over hoe wij op basis van de huidige beschikbare data denken dat de grondwaterstromingssituatie is.

3.2 Regionaal stromingsbeeld

Het regionale stromingsbeeld wordt weergegeven in Figuur 3.1. Dit isohypsenpatroon is gebaseerd op metingen begin jaren '70 (Vellinga, 1976) maar komt in grote lijnen nog steeds overeen met de huidige situatie.

In algemene termen is er sprake van een stroming vanuit het oosten, vanaf het Markermeer en Utrechtse Heuvelrug, naar het westen. Voorbij de Ouderkerkerplas buigt de stroming richting polder Mijdrecht. Onder invloed van de Haarlemmermeer zien we de stijghoogtegradiënt ten westen van de Ouderkerkerplas (ongeveer ter laatste van de polder Ronde Hoep) sterk afnemen.



Figuur 3.1 Isohypsenpatroon die de regionale stroming in het 1^e watervoerend pakket weergeeft (onder de deklaag). De blauwe peilen geven de stromingsrichting aan

(Vellinga 1976).

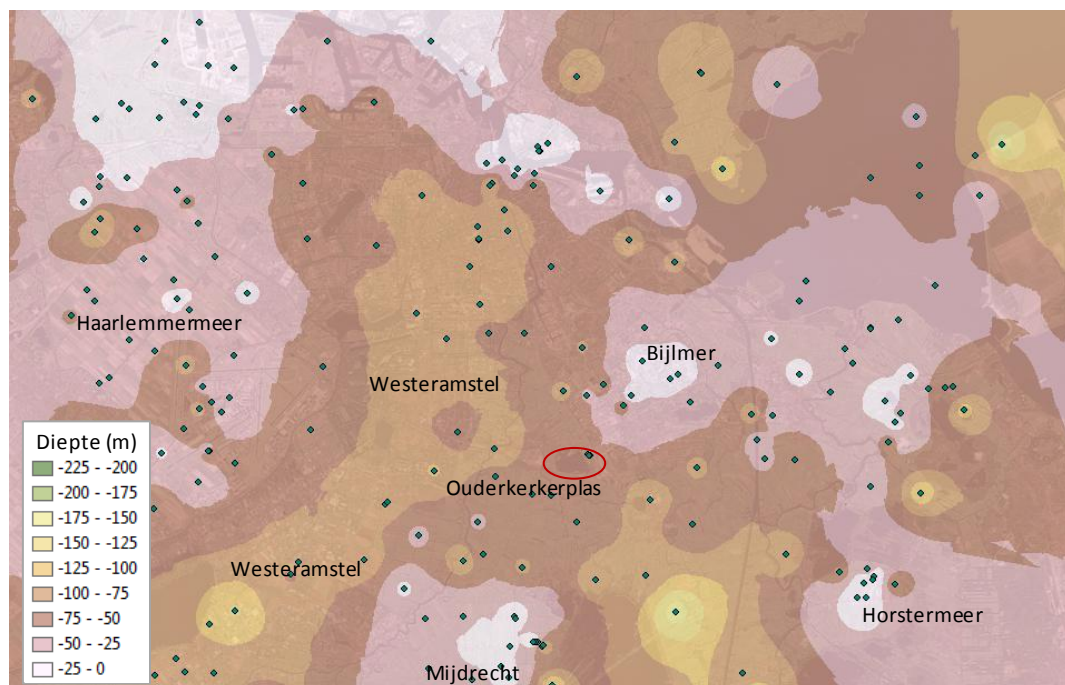
Ter hoogte van de Bijlmer en Bullewijk beginnen de isohypsen terug te lopen. Dit duidt op een drainerende werking van de polders (kwel). Dit geldt in wat sterkere mate ter plaatse van de Ouderkerkerplas. Dit betekent dat het water naar de plas toestroomt. De geringe gradiënt aan de westkant duidt er op dat hier nauwelijks doorstroming plaatsvindt, wat ook in het ICW rapport (Vellinga, E. 1976). is vastgesteld. In het ICW rapport is een doorstromingsbalans langs een noord-zuid lijn ten westen van de plas (ter hoogte van de Bullewijk) opgesteld. Conclusie hieruit is dat er vrijwel geen water over deze lijn stroomt.

3.3 Regionale zoet-zout verdeling

De zoet-zoutverdeling is weergegeven in Figuur 3.2. De verdeling is weergegeven als de diepte van het 5000 mg/l grensvlak chloride. Dit kaartbeeld is een interpolatie van VES metingen (geofysica) en chloridemetingen van peilbuizen uit het archief van DINO en Waternet.

De zoet-zoutverdeling in het gebied wordt in sterke mate bepaald door de onderlinge peilverschillen van de verschillende polders. In de relatief diepst gelegen polders (droogmakerijen) komt het brakke water omhoog en ligt het grensvlak ondiep. Dit geldt voor de Haarlemmermeerpolder, Mijdrecht en Bijlmer/Bullewijk. Onder de (voorheen) hoger gelegen gebieden is nog altijd een zoet water aanwezig (zoals de polder Westeramstel).

De Ouderkerkerplas ligt op een rug die loopt van de Bijlmer naar Mijdrecht waar het zout ondieper aanwezig is. Het hier weergegeven beeld geeft de huidige situatie weer.



Figuur 3.2. Diepte van het zoet-zoutgrensvlak van ca. 5000mg/l. De gebruikte gegevens zijn VES (geofysica metingen) en gegevens uit peilbuizen uit DINO en Waternetarchief (chloride).

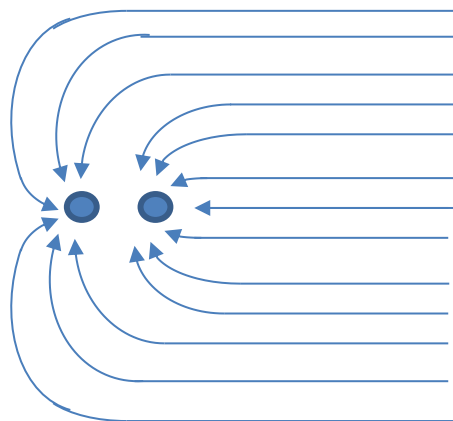
3.4 Analyse lokale grondwatersysteem.

3.4.1 Vertaling van regionale stroming naar lokale schaal

Voordat wordt ingegaan op de lokale stroming, vertalen we het regionale stromingsbeeld naar de lokale situatie. Figuur 3.4 geeft de interpretatie weer. In hoofdstuk 3.2 is al uitgelegd hoe de regionale stroming er uit ziet. Het algemene stromingsbeeld is een stroming van oost naar west. Dit geldt vanaf het eerste watervoerend pakket (onder de deklaag) tot in ieder geval een diepte van 200m.

Twee factoren hebben invloed op de lokale stroming naar, en vanaf de Ouderkerkerplas. Het eerste betreft de diepe polders Nieuwe Bullewijk en Bijlmer die stroomopwaarts ten oosten liggen. Het tweede betreft de dikte van de deklaag ter plaatse van vooral polder de Ronde Hoep.

De polders Nieuwe Bullewijk en Bijlmer zijn de diepst gelegen polders in de directe omgeving van de Ouderkerkerplas. Deze polders vangen de stroming af vanuit het oosten, die als kwel in de polders omhoog komt. Dit wordt bevestigd door de isohypsen (Figuur 3.1) en het feit dat het zoet-zout grensvlak hier omhoog komt (Figuur 3.2). Het effect hiervan is dat toestroming van water naar de Ouderkerkerplas vanuit het oosten moeilijker is, en dat het water volgens de interpretatie van het ICW rapport toestroomt uit het noorden en zuiden. Een vergelijkbaar effect treedt op bij grondwaterwinningen die achter elkaar worden geplaatst loodrecht op de grondwaterstroming (zoals aangegeven in Figuur 3.3).



Figuur 3.3. Schematische weergave van stroming naar grondwaterwinningen. De regionale stroming is van oost naar west. Ingezoomd op de winningen is bij de westelijke winning lokaal de stroming vanuit het noorden en zuiden.

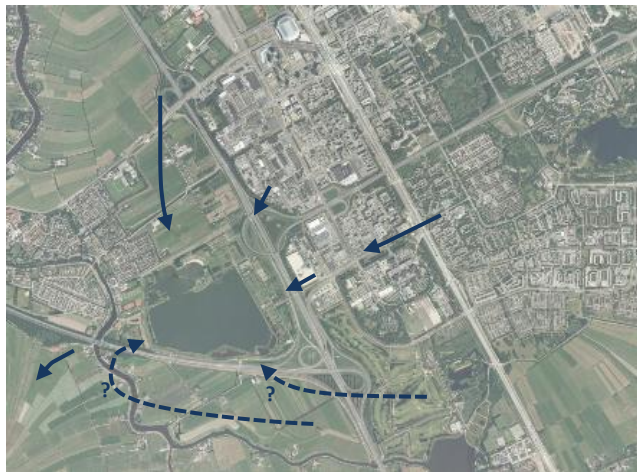
Dit effect wordt nog eens versterkt door het feit dat de deklaag ter plaatse van deze twee polders Nieuwe Bullewijk en Bijlmer dunner is ten opzichte van de verdere omgeving en de kwel dus makkelijk kan optreden (zie paragraaf 2.3).

De tweede factor is ook gerelateerd aan de verbreiding en dikte van de deklaag. Wanneer uitsluitend naar de polderpeilen in de omgeving van de Ouderkerkerplas gekeken wordt is de verwachting dat er een stromingscomponent van west naar oost zou zijn. Dit is gebaseerd op de gedachte dat de polder Ronde Hoep een peil heeft dat 1.5m hoger ligt dan de Ouderkerkerplas en vervolgens de Nieuwe Bullewijk weer een lager peil heeft dan de plas. Aangezien water van een hoog potentiaal naar een laag potentiaal stroomt is een stroming van west naar oost te verwachten. Dit is echter niet het geval en dit heeft waarschijnlijk te maken met dikte en verbreiding van de deklaag.

Zoals aangegeven in paragraaf 2.3 is de deklaag dun aan de oostkant ter plaatse van de polders Nieuwe Bullewijk en Bijlmer en is de deklaag goed ontwikkeld aan de westkant van onder andere polder de Ronde Hoep. Door de aanzienlijke dikte (tot 8m) is de weerstand van de deklaag hier groot. De invloed van het hogere polderpeil op het

regionale stromingsysteem is daardoor klein en zelfs deels te verwaarlozen. We zien dit effect geïllustreerd in peilbuis B25G00994 (Figuur 3.5) waar er een verschil in stijghoogte van 1.5m is. Doordat de hogere polderpeilen gerelateerd zijn aan de gebieden met een dikke deklaag is hier geen invloed op het regionale stromingssysteem. Het systeem wordt gedomineerd door de diepe polders Mijdrecht en Haarlemmermeer.

De hier twee benoemde factoren leiden daarom tot een hypothese van de grondwaterstroming in Figuur 3.4. De regionale stroming is van oost naar west. Er komt een relatief grote flux aan in de Nieuwe Bullewijk (grote pijl) die het afvangt waardoor een geringe component (kleinere pijl) doordringt tot de Ouderkerkerplas. Samengevat "vangen" de Nieuwe Bullewijk (en Bijlmer) het water af dat uit het oosten toestroomt volgens het regionale stromingsbeeld. De stroming naar de Ouderkerkerplas komt, lokaal gezien, vanuit het noorden en zuiden wat uiteindelijk, op de schaal van regionale stroming, ook uit het oosten afkomstig is. Tenslotte is er de stromingscomponent aan de westkant van de Ouderkerkerplas onzeker. In de volgende paragraaf wordt hier dieper op ingegaan en lijkt sprake te zijn dat vanuit het westen naar de plas toestroomt. Dit zou een stroming zoals aangegeven in Figuur 3.4 kunnen zijn. Het vraagteken geeft aan dat hiervoor geen harde argumenten zijn en het dus een hypothese betreft.



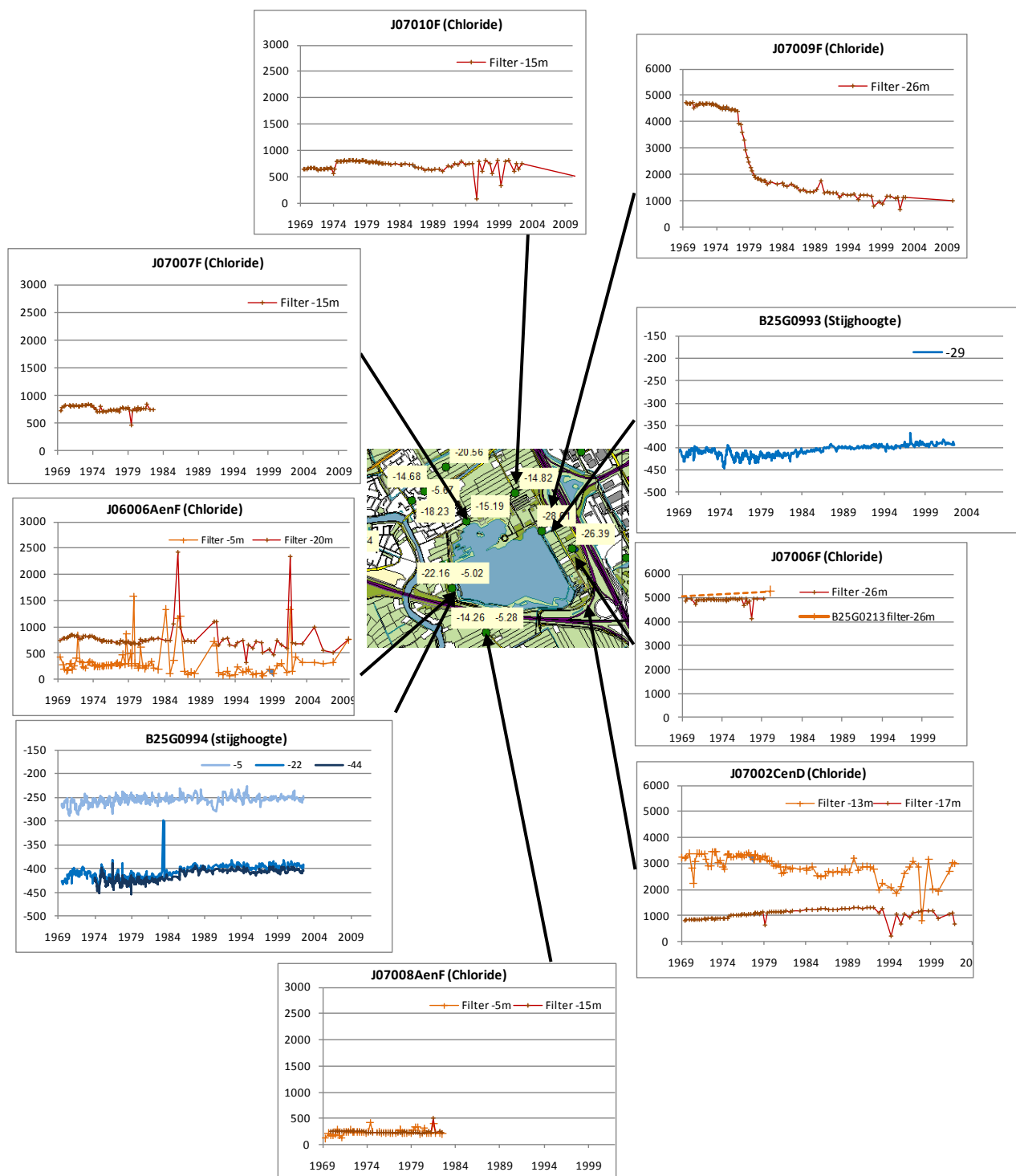
Figuur 3.4 Vertaalde stromingsrichting op basis van regionale stromingsbeeld. Een grote pijl geeft een grotere flux weer. Een kleine pijl geeft geen of kleine stroomsnelheid aan. De gestippelde lijn geeft de onzekerheid aan over de stromingsrichting.

3.4.2 Verdere uitwerking lokale grondwatersysteem

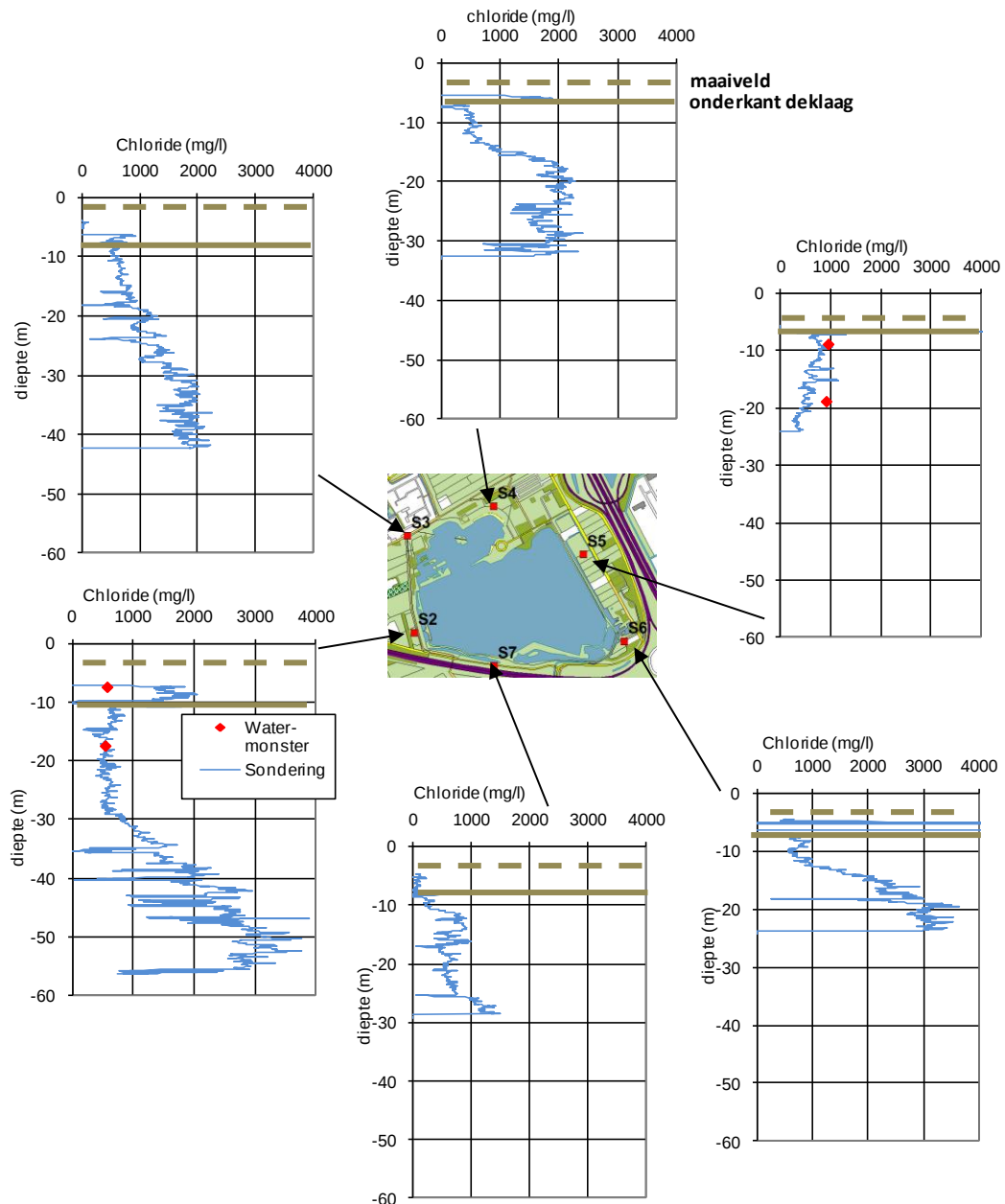
Voor de analyse van het grondwatersysteem op lokale schaal is gebruik gemaakt van peilbuizen in de directe omgeving van de Ouderkerkerplas. De belangrijkste zijn geplot in grafieken zoals weergegeven in Figuur 3.5. Het betreft grafieken van het chloride- en stijghoogte verloop. Daarnaast is gebruik gemaakt van een zestal geleidbaarheidssonderingen die voor deze studie zijn uitgevoerd. De gemeten formatiegeleidbaarheid is volgens verschillende methodes te vertalen naar een chlorideconcentratie. In dit rapport is gebruik gemaakt van dezelfde methodiek als toegepast in het veldonderzoek Mijdrecht (Acacia Water, 2008). De vertaalslag is getoetst aan de hand van enkele monsternames met een zogenaamde BAT-sonde (Acacia Water, 2008).

Interpretatie stijghoogte in peilbuizen rondom de plas

Het eerste wat opvalt aan de grafieken van de stijghoogte is dat een stijging wordt waargenomen van ca. 30cm. In een ICW rapport (Vellinga, 1976) wordt een peil van de polder aangegeven van -4.30 terwijl nu voor de plas -4.0 wordt gehandhaafd en voor de



Figuur 3.5. Verloop van chloride en stijghoogte in de directe omgeving van de Ouderkerkerplas. In het kaartje staan de locaties aangegeven, samen de met de diepte van het filter(s). In de legenda is aangegeven of het een chloride of stijghoogte verloop betreft. Tevens is in de legenda aangegeven wat de diepte is van het betreffende filter. Met uitzondering van 1 filter, bevinden alle filters zich in het eerste watervoerend pakket, dus onder de deklaag. Correctie van zoutgehaltes blijkt nauwelijks relevant te zijn en is hier achterwege gelaten.



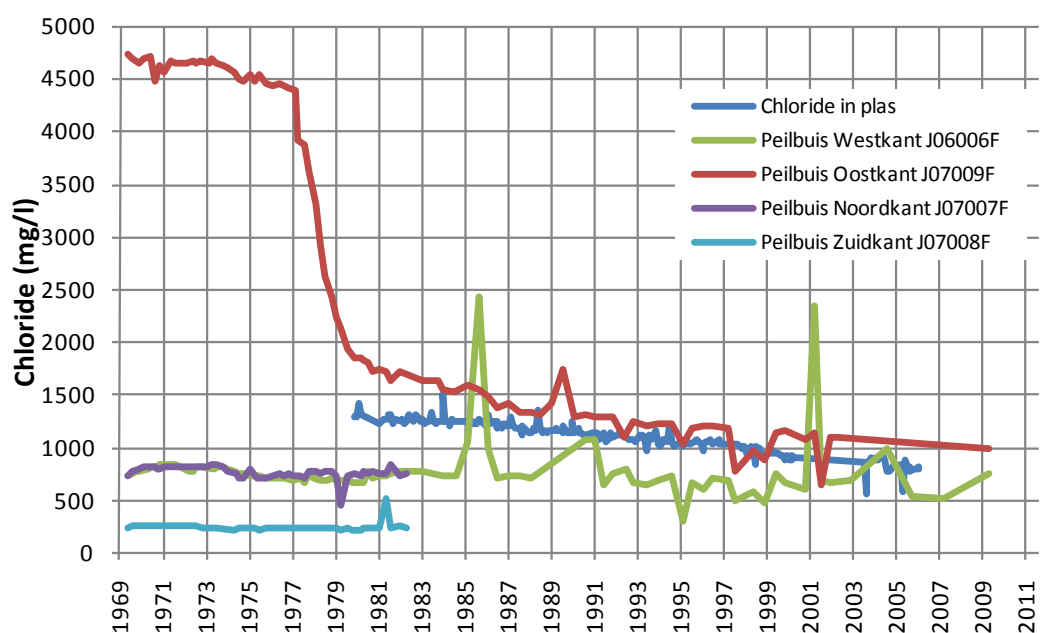
Figuur 3.6. Geleidbaarheidssonderingen vertaald naar chlorideconcentraties in het grondwater.

omliggende polder -4.5. De grafiek laat zien dat de periode met een lager peil wordt voorafgegaan door een periode met een peil van -4m, om uiteindelijk in 1973 te dalen naar het genoemde peil van -4.3m. In het RID rapport wordt gesproken over uitbreiding van de zandwinning, mogelijk dat in deze periode het plaspeil is aangepast. Deze veranderingen kunnen van invloed zijn geweest op het stromingspatroon van, en naar de plas. Vooralsnog gaan we hier echter niet van uit.

Verder reageert het stijghoogte verloop aan zowel oost- als westkant vrijwel hetzelfde op de verandering in plaspeil. Ook is de variatie in de tijd vergelijkbaar evenals de stijghoogte zelf, welke overeenkomt met het gehandhaafde plaspeil. Dit duidt erop dat de plas in direct contact staat met het watervoerend pakket en er maar weinig weerstand van de plasbodem.

Interpretatie chlorideconcentraties rondom de plas

Het chloridegehalte in de Ouderkerkerplas heeft ca. 1500mg/l als initiële waarde bij de aanleg eind jaren 60 en daalt naar de huidige waarde van minder dan 1000mg/l (Figuur 3.7). Ter vergelijking is in de grafiek ook het verloop van enkele peilbuizen rondom de plas weergegeven.



Figuur 3.7. Gecombineerde grafieken van chloride die ook in Figuur 3.5 afzonderlijk zijn weergegeven.

Stromingsbeeld oostkant van de plas

Op basis van de beschikbare informatie geeft een beeld dat er een lokaal stromingssysteem is vanuit de plas naar de dieper gelegen polder aan de oostkant. Deze stroming heeft gezorgd voor de waargenomen scherpe daling van de chlorideconcentratie in peilbuis J07009 (een zogenaamde doorbraakcurve). In hoeverre dit zoete front verder oostwaarts verplaatst is moeilijk te zeggen. In ca. 8 jaar heeft het zoete front peilbuis J07009 bereikt.

Vlakbij de peilbuis J07009 is een sondering gezet (S5). De geleidbaarheidssondering zelf wordt niet als betrouwbaar beschouwd. Met name de kleefmeting lijkt hier incorrect, waardoor de omrekening van geleidbaarheid naar chloridegehalte niet goed gaat. De geleidbaarheidsmeting zelf stemt sterk overeen met het zoete deel van DKMG2 wat overeenkomt met de waarden van het plaswater. Er is hier echter ook een watermonster genomen op een diepte van 15m. De gemeten concentratie is hier 910 mg/l. Dit punt bevindt zich 50m verder oostwaarts dan J07009. Dit duidt erop dat het plaswater deze locatie ook heeft bereikt.

Peilbuis J7006F (B25G0213) heeft waargenomen chloridewaarden tot 5000mg/l welke gedurende de gehele beschouwde periode ongeveer gelijk zijn gebleven. Een mogelijke interpretatie is dat deze locatie zich bevindt tussen het lokale stromingssysteem aan de oostkant van de plas en het opkwellende water van het regionale stromingssysteem. En dat hier vrijwel geen horizontale stromingscomponent is en waarschijnlijk ook maar kleine verticale stromingscomponent heeft. Aan de andere kant is het zo dat de laatste meting uit deze buis dateert uit 1980. Een eventuele doorbraak zou hierna hebben kunnen plaatsvinden.

Berekening stroomsnelheid zoete front oostkant Ouderkerkerplas

In peilbuis J07009 is een scherpe daling van de chlorideconcentratie waargenomen (zie Figuur 3.7). Deze daling is, zoals in de tekst aangegeven, veroorzaakt door infiltratie uit de Ouderkerkerplas. Het voorheen brakke water, met een chloride van ca. 4500mg/l wordt vervangen/verplaatst door het geïnfiltreerde water uit de Ouderkerkerplas met een lager chloridegehalte (<2000mg/l).

Bekend is de afstand van het peilfilter ten opzichte van de plas en ook is bekend hoe lang het heeft geduurd voor het zoete front het peilfilter heeft bereikt. Hiermee is de stroomsnelheid van het grondwater te bepalen en geeft een indicatie van de infiltratiesnelheid.

De start van de zandwinning was op 22 september 1969 (RID,1972). De bepaling van de doorbraak is ofwel gedefinieerd als het moment waarop de eerste daling plaatsvond (maart 1977) of op het knikpunt van de dalende lijn (ongeveer halverwege, dit is dan juni 1978).

De afstand van de plasbodem tot het peilfilter varieert tussen 100m en 200m afhankelijk van het aangenomen reliëf van de plasbodem. Daarbij is er de keuze of uitgegaan moet worden van horizontale stroming of de kortste afstand van de bodem naar het filter.

In onderstaande tabel zijn de verschillende mogelijkheden allemaal uitgerekend. In de voorlaatste kolom levert dit de zogenaamde porie snelheid op. Dit is de snelheid waarmee een waterdeeltje zich verplaatst. In de laatste kolom is deze snelheid gecorrigeerd voor de porositeit (aangenomen 0.3) om tot de darcy snelheid te komen. Dit geeft een indicatie van de infiltratiesnelheid die hier ter plaatse optreedt.

Afstand (m)	Start zandwinning	"doorbraak"	periode (dagen)	Snelheid waterdeeltje		Darcy-snelheid
				(cm/d)	(m/jr)	(cm/d)
100	sep/69	mrt/77	2717	3.7	13.4	1.1
175			2717	6.4	23.5	1.9
200			2717	7.4	26.9	2.2
100	sep/69	jun/78	3174	3.2	11.5	0.9
175			3174	5.5	20.1	1.7
200			3174	6.3	23.0	1.9

Stromingsbeeld aan de zuidoostkant van de plas

Op basis van de geleidbaarheidssondering S6 in combinatie met de metingen in peilbuis J07002 is geen eenduidig stromingsbeeld af te leiden. In de peilbuis zijn twee filters aanwezig op 13m en 17m diepte. In het filter op 13m varieert de chlorideconcentratie tussen 2000-3000 mg/l. In het diepere filter ligt de concentratie lager, namelijk rond de 1000mg/l. Een mogelijkheid is dat het ondiepere filter zich bevindt in een relict brak water (net als J07006) en dat het diepere filter onder invloed staat van de plas zoals ook peilbuis J07009. Echter in plaats van een dalend verloop in chloride, zoals ook in de plas zelf, is hier een stijgende trend waarneembaar. Dit is niet in overeenstemming te brengen met een instroom vanuit de plas. Een andere mogelijkheid is dat hier een stroming van boven naar beneden is (infiltratie). Het relict brakke water beweegt dan naar beneden (en verzoet licht in de grafiek) en het diepere filter verzilt hierdoor licht. Dit lijkt echter gezien de algemeen situatie van kwel (lager polderpeil ten opzichte van de stijghoogte onder de deklaag) niet te verwachten. Al met al is op basis van deze peilbuis moeilijk iets te zeggen over de stromingssituatie.

Wat geldt voor de peilbuis J07002 geldt in mindere mate ook voor de geleidbaarheidssondering S6. In de grafiek is een duidelijke knik te zien op ongeveer 6m

-mv. Tot 6m is een vrij constante chlorideconcentratie van ca. 900mg/l zien, dan valt de concentratie terug tot 600mg/l om dan daarna snel op te lopen tot 3000mg/l op 20m. Een vrij constant verloop in de eerste 6m duidt op een doorstroomde laag. De deklaag komt hier tot ongeveer 3m. Dit betekent een doorstroomde dikte van ca. 3m. Het is moeilijk te zeggen of dit verband houdt met een instroom vanuit de plas of een zeer lokaal systeem. De toename vanaf 6m is een verloop dat lijkt overeen te komen met het beeld van peilbuis J07006 waar hoge chlorideconcentraties zijn aangetroffen. Dit duidt erop dat op deze plek weinig horizontale stroming lijkt plaats te vinden.

Stromingsbeeld aan de zuid- en zuidwestkant van de plas

De enige peilbuis ten zuiden van de plas is J07008. De peilbuis laat een vrijwel constante waarde van 230 mg/l chloride zien. Een waarde die aanzienlijk lager ligt dan de concentratie in de plas. De peilbuis bevindt zich op 280m van de plas in een polder met een laag peil van -4.60m. Op grond van het peilverschil is een uitstroom uit de plas naar het zuiden te verwachten. Op de rand van de polder Ronde Hoep is een peilbuis waar de stijghoogte in de deklaag en eerste watervoerend pakket wordt gemeten. Hieruit blijkt dat er een groot stijghoogte verschil wat betekent dat de deklaag weerstand groot is. Het is op basis van de deklaagkaart redelijk om aan te nemen dat deze deklaagweerstand in de betreffende polder ook groot is. Het oppervlaktepeil van -4.60 heeft dan niet veel invloed op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket en daarmee ontbreekt de drijvende kracht voor een uitstroom uit de plas. Indien dit wel het geval is, is de verwachting dat de stroomsnelheid laag is. Een mogelijke uitstroom uit de plas richting zuiden zou de peilbuis dan nog niet hebben kunnen bereiken.

Er is tevens een geleidbaarheidssondering uitgevoerd aan de zuidkant van de plas (S7). Het beeld is vergelijkbaar met sondering S6. Tot een diepte van ca. 20m is de chlorideconcentratie vrij constant waarna de concentratie geleidelijk oploopt naar hogere waarden. De knik op 20m diepte lijkt verband houden met de overgang naar het gestuwde pakket. De lagere concentratie tot 20m duidt op een doorstroomt profiel. De uit de sondering afgeleide concentratie ligt rond de 800mg/l. Een waarde die recentelijk (enkele jaren terug) is bereikt in de plas zelf. Gezien de afstand tot de plas (ca. 60m) en de uit de peilbuis J07009 stroomsnelheden lijkt het onwaarschijnlijk dat hier sprake is van een stroming uit de plas. Een toestroom naar de plas lijkt dan ook waarschijnlijker voor wat betreft de diepte tot 20m. De geleidelijke toename van chloride na 20m duidt erop dat de stromingscomponent gering is.

Aan de zuidwestkant van de plas bevinden zich de peilbuis J06006 waar tevens een geleidbaarheidssondering (S2) is uitgevoerd. De uit de sondering afgeleide chlorideconcentratie lijkt qua beeld op sondering S7. Ook hier is de chlorideconcentratie vrij constant tot een diepte van in dit geval 25m waarna de concentratie geleidelijk oploopt naar hogere waarden. De knik lijkt verband houden met de overgang naar het gestuwde pakket. De bovenkant van het gestuwde pakket ligt hier inderdaad dieper (REGISII.1). Peilbuis J06006 heeft in het verleden een filter gehad op een diepte van 44m waar in 1970 een concentratie is gemeten van 2400 mg/l. Dit is ook de waarde die nu in de sondering op dezelfde diepte wordt aangetroffen. De geleidelijke toename van chloride in het gestuwde pakket gecombineerd met de onveranderde chlorideconcentratie op 44m diepte duidt erop dat stroming in dit deel gering is.

De lagere concentratie tot 26m zoals waargenomen in de sondering duidt op een doorstroomt profiel. De chlorideconcentratie ligt rond de 500mg/l (bevestigt door een monsternamen). Het peilbuisfilter op een diepte van 20m heeft een waarde die schommelt tussen de 500mg/l en 750mg/l. Deze concentratie komen overeen met de waarden in de plas. Of sprake is van toestrooming naar of van de plas is op basis hiervan niet duidelijk.

De samenstelling van het grondwater uit de monsternamen lijkt echter overeen te komen met het plaswater wat een uitstroom vanuit de plas impliceert.

Door de dikke deklaag met hoge weerstand is er slechts een geringe verticale instroming vanuit het topsysteem en de Bullewijk te verwachten. Het regionale stromingsbeeld (zie Figuur 3.1) geeft aan dat er een zeer flauwe gradiënt is ten westen van de Ouderkerkerplas. Dit betekent dat de stroming in dit gebied gering is. Dit heeft te maken met de dikke deklaag en het feit dat de diepe polders Nieuwe Bullewijk en Bijlmer drainerend werken. Dit geldt ook voor de Ouderkerkerplas. De hypothese is dan dat deze stroming volgens het in Figuur 3.4 geschetste beeld plaatsvindt. De andere mogelijke drijvende kracht is het peilverschil tussen de plas en de hoger gelegen polders. Beide geven geen aanleiding om aan te nemen dat de flux groot zal zijn.

Stromingsbeeld aan de noordkant van de plas

Het chlorideverloop in de peilbuizen ten noorden (J07007 en J07010) laten een verloop zien dat de plas niet volgt en tot 2004 altijd een lagere waarde heeft gehad dan de plas. Dit betekent dat er (nog) geen water vanuit de plas langs deze peilbuizen stroomt. J07007 ligt vlak naast de plas. Echter dit deel van de plas is later aangelegd en slechts 4m diep. En het is dus moeilijk vast te stellen of water uit de plas deze peilbuis zou hebben kunnen bereiken. Een chloride analyse in deze peilbuis zou hier meer uitsluitsel over kunnen geven.

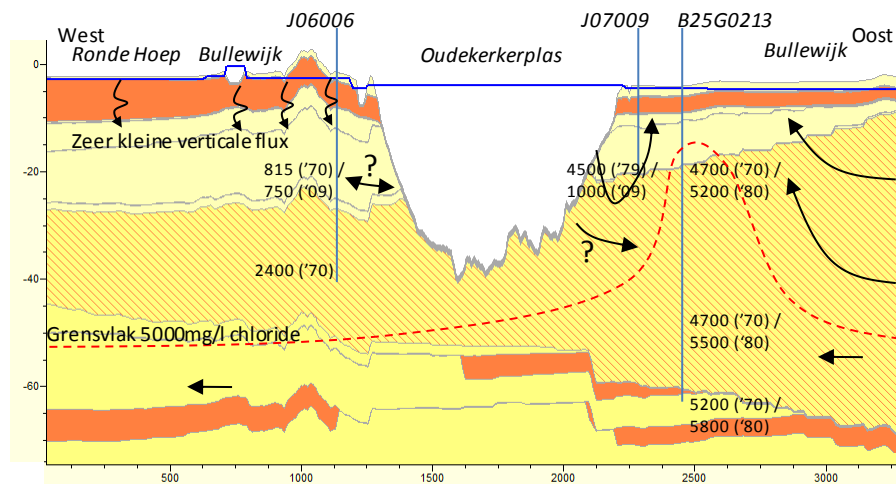
Wat opvalt is dat het chlorideverloop in deze peilbuizen reageert op veranderingen in het oppervlaktewaterpeil. Onduidelijk is of de verandering (daling in peilbuis J07007 en stijging in peilbuis J07010) met een verandering van plaspeil of aanpassing van polderpeilen heeft te maken.

De uit de sondering S4 afgeleide chlorideconcentraties lijken qua patroon sterk op sondering S2, S7 en S6. Een vrij constante waarde tot 10m waarna de concentratie geleidelijk toeneemt. De chlorideconcentratie tot ca. 10m diepte is vrij constant en ligt, afhankelijk van de interpretatie, tussen de 500mg/l en 650mg/l. Dit geeft aan dat tot deze diepte het pakket doorstroomt. De afgeleide concentraties komen overeen met de waarden aangetroffen in de peilbuizen. Wat ook hier geldt is dat daaronder geen of geringe stroming plaatsvindt. Sondering S3 geeft wat dit betreft een nog sterker beeld. Hier neemt de chlorideconcentratie vanaf de onderkant deklaag direct geleidelijk toe. Dit geeft aan dat hier vrijwel geen stroming plaatsvindt.

Stromingsbeeld samengevat

Figuur 3.8 toont een schematische west-oost doorsnede van de plas met daarin het geïnterpreteerde lokale stromingssysteem. Zoals eerder beschreven is er een regionale component van oost naar west. Deze is met de kleine pijlen aangegeven vanwege de geringe stroming. De grotere pijlen aan de oostkant representeert de regionale component die opkwelt in de polder Nieuwe Bullewijk.

In een aantal sonderingen is een trend waargenomen waarbij ondiep een doorstroomt profiel is en een scherper overgang is naar een geleidelijke oplopende chlorideconcentratie met de diepte. De scherpe overgang lijkt in enkele gevallen verband te houden met de overgang naar het gestuwde pakket. De diepere chlorideconcentraties lijken niet of nauwelijks te zijn beïnvloed door de aanwezigheid van de plas. Dit leidt tot de interpretatie dat de stroming van en naar de plaats (als die plaatsvindt) ondiep is tot een diepte die min of meer overeenkomt met de overgang naar het gestuwde pakket.



Figuur 3.8. Geïnterpreteerd lokaal stromingssysteem bij de Oudekerkerplas. De pijlen geven de stromingsrichting weer. Voor 3 peilbuizen zijn voor de diverse filters de chlorideconcentratie in het verleden en huidige situatie gegeven. Meetgegevens 1970 uit (RID, 1970), gegevens 1980 (Prov.NH) en gegevens 2009 (deze studie).

3.4.3 Interpretatie in relatie tot de waterbalans

Het peilbeheer in de plas heeft naar verwachting een dempend effect op de stijghoogten in het eerste watervoerende pakket rondom de plas. Naarmate de infiltratie/drainageweerstand op de plasbodem/talud geringer is (en de kD van het watervoerend pakket groter), zal dit effect groter zijn. Als de grondwaterstand door het jaar fluctueert, zal deze fluctuatie in de buurt van de plas gedempt worden. In de zomer heeft de plas door het neerslagtekort de neiging om uit te zakken. In eerste instantie zal de peildaling gecompenseerd worden door grondwateraanvoer. Echter ook de regionale grondwaterstand zal in de zomer uitzakken. Als het plaspeil tevens uitzakt, wordt water ingelaten uit de Bullewijk. Uit peilbuiswaarnemingen op grotere afstand van de plas (B25G0992 filter 2; B25G0992, filter 1; B25G0200, filter 1) blijkt dat de amplitude van de jaarlijkse fluctuatie circa 30 cm bedraagt. Peilbuizen dicht bij de Plas vertonen een fluctuatie van circa 20 cm (J6006, filter 2; J7009, filter 1). In de winter is het omgekeerde het geval: het neerslag overschot zal in eerste instantie voor een uitstroom van plaswater naar het grondwater optreden. Echter ook de regionale grondwaterstand stijgt en zodra een zeker maximum peil wordt overschreden zal water afgemalen worden. Vooralsnog is de aanname gerechtvaardigd dat de som van in- en uitstroom van plaswater onder invloed van peilschommelingen door de jaren heen gemiddeld nul is.

Naast de jaarlijkse in- en uitgaande fluxen naar het grondwater onder invloed van peilschommelingen, treedt ook de eerder beschreven een relatief constante uitstroom van plaswater op naar het peilvak ten oosten van de plas, waar een peil gehandhaafd wordt dat gemiddeld 0.5 m lager ligt dan in de plas. De stroming naar dit peilvak is met name dominant vanwege de korte afstand tot de plas en de naar verwachting geringe weerstand van de deklaag. De berekening hieronder geeft een schatting van de kwelflux. De c-waarden zijn mede gebaseerd op calibraties elders in het AGV-gebied. Lokaal zijn in het peilvak brede sloten aanwezig zijn, wat de keuze voor een relatief geringe drainageweerstand verdedigbaar maakt.

	dikte (m)	c-waarde (d/m)	weerstand (d)
veen	1.8	50	90
klei	1.8	100	180
drainageweerstand			40 +
totale weerstand			310 d
peil in peilvak			-4 m
stijghoogte onder de deklaag			-4.5 + m
stijghoogteverschil over deklaag			0.5 m
flux(stijghoogteverschil / totale weerstand = 0.5 / 310)			1.6 mm/d
oppervlakte polder			200000 m ²
totale kwelafvoer polder			323 m ³ /d
Oppervlakte van de plas			728748 m ²
fluxvertaald o.b.v. oppervlakte plas			0.44 mm/d

Een vergelijkbare berekening is uitgevoerd voor de doorbraak van plaswater (zie kader voorgaande paragraaf). Uitgaande van een afstand van 175m komt de flux hier op ongeveer 19mm/d. Op dezelfde wijze als in bovenstaande tabel kan de flux worden vertaald op basis van oppervlakte plas. Nat oppervlak is 1200 m² (breedte van 800m * gemiddelde dikte zandpakket tussen deklaag en gestuwd pakket van 15m). De berekening staat in onderstaande tabel.

flux o.b.v. doorbraak	19 mm/d
natte doorsnede uitstroom	12000 m ²
totale uitstroom	228 m ³ /d
	728748 m ²
	0.31 mm/d

De twee onafhankelijke berekeningsmethoden geven waarden aan die in dezelfde orde van grootte liggen. Dit geeft vertrouwen in de fluxen die ook in de waterbalans worden toegepast.

3.5 Conclusies en Aanbevelingen

3.5.1 Conclusies

Uit de analyse van het grondwatersysteem is de volgende hypothese opgesteld:

- Vanwege de ligging ten opzichte van de Nieuwe Bullewijk en Bijlmer bevindt de plas zich in de luwte van de regionale stroming. De regionale gradiënt aan de Westkant van de Ouderkerkerplas is klein. Hierdoor ontstaat een stromingsbeeld waardoor op lokale schaal gezien het water vanuit het noorden en zuiden toestroomt. Dit beeld lijkt bevestigd te worden door de waarnemingen in de peilbuizen en sonderingen. De kleine gradiënt aan de westkant van de plas maakt het mogelijk dat er een stroming plaatsvindt van het westen naar de plas, deze component is naar verwachting klein.
- Aan de oostkant van de plas is een lokaal stromingssysteem uit de plas waarvan het water in de direct aan de plas gelegen polder opkwelt. Dit systeem wordt gescheiden van het regionale systeem van kwel in de Nieuwe Bullewijk door een zone waar vrijwel geen horizontale stroming plaatsvindt.

- De interpretatie is dat de stroming van en naar de plaats (als die plaatsvindt) ondiep is tot een diepte die min of meer overeenkomt met de overgang naar het gestuwde pakket.
- In termen van fluxen betekent dit dat er aan de oostzijde een flux uit de plas, in het zuidwesten een flux naar de plas toe. In het noordwesten en zuidoosten is de stroming stagnant en in het noorden is het onduidelijk.
- De analyse van de fluctuaties in stijghoogten geven de indicatie dat de som van de in- en uitstroom van de plas ongeveer nul zal zijn.
- De gemiddelde in- en uitstroom ligt tussen een waarde van 0.31mm/d tot 0.44mm/d op basis van oppervlakte van de plas.

3.5.2 Aanbeveling

De waterbalans van de Ouderkerkerplas bevat een aantal onzekere posten; kwel, wegzijging, inlaat en uitlaat en in zekere mate ook verdamping uit de plas. Normaal gesproken zijn voor een waterbalans van een polder de vrijheidsgraden van deze posten beperkt. Dit komt omdat de waterbalans gecombineerd wordt met een chloridebalans. In de polder is dan vaak de uitgemalen hoeveelheid beschikbaar samen met het verloop van het chloridegehalte. Tevens is de verdampingscomponent minder belangrijk. Dit beperkt de vrijheidsgraden voor de andere componenten. Om de vrijheidsgraden voor de Ouderkerkerplas te beperken stellen we voor om gedurende een periode van een half jaar metingen te verrichten aan de inlaat en uitlaat. En tevens de verdamping te meten. Metingen betreffen zowel de fluxen als de chloride. Om de vrijheidsgraden verder te beperken stellen we voor om ook een ^{18}O en deuterium te meten. In feite vul je dan de water- en chloridebalans aan met een isotopenbalans. Dit vermindert het aantal vrijheidsgraden van de waterbalansposten waardoor een betere inschatting van de afzonderlijke posten kan worden gemaakt.

4 EFFECTEN FLEXIBEL PEIL OP GRONDWATERSTANDEN IN OMGEVING OUDERKERKERPLAS

4.1 Inleiding

Een flexibel peil in de Ouderkerkerplas heeft een effect op de grondwaterstanden in de omgeving ervan. Met het grondwatermodel is de grootte van een grondwaterstandsverlaging berekend bij een peilverlaging van de plas van respectievelijk 30cm en 15cm.

4.2 Uitwerking

Voor de berekening is uitgegaan van het grondwatermodel dat in het kader van het project "Leven met Zout Water" is opgezet (zie inleiding begin van het rapport). Dit model is specifiek voor deze vraag aangepast waarbij een detaillering van de celgrootte is aangebracht in en om de Ouderkerkerplas (celgrootte van 10m).



Figuur 4.1. Detaillering van het model, met een celgrootte van 10m in het gebied in de directe omgeving van de Ouderkerkerplas.

De effecten van een peildaling zijn bepaald op basis van een stationaire berekening. Een stationaire berekening heeft als voordeel dat, zoals hier uitgevoerd, een superpositie situatie wordt doorgerekend. Dit betekent dat alleen het effect van een peilverlaging wordt bepaald. Een mogelijk nadeel is dat een stationaire situatie impliceert dat het model het effect van de peilverlaging op de grondwaterstand berekend alsof deze eeuwigdurend plaatsvindt. Het stationair berekende effect is een overschatting van de werkelijkheid, waarin het grondwatersysteem vertraagd reageert op een peilverandering. De resultaten moeten daarom als een worst case worden beschouwd.

Er zijn drie berekeningen uitgevoerd. Een situatie met een huidig peil van de Ouderkerkerplas (referentiesituatie huidige peil -4m NAP) en twee situaties met een peilverlaging van respectievelijk 30cm en 15cm. Zoals gezegd rekent het model het maximaal te verwachten effect uit, in dit geval stijging van de grondwaterstand.

Vervolgens worden de twee berekeningen vergeleken met de referentiesituatie waardoor het maximaal te verwachten effecten wordt gekwantificeerd.

4.3 Bespreking resultaten

4.3.1 Berekeningsresultaten

Figuur 4.2 geeft de berekende verandering van de grondwaterstand bij een peilverlaging van 30cm en 15cm en een peilverhoging van 15cm. De effecten zijn beperkt tot een kleine zone rondom de plas. Dit komt doordat rondom vrijwel de gehele plas sloten aanwezig zijn waar een vast polderpeil wordt gehandhaafd. Deze sloten compenseren de eventuele effecten van een peilverandering. De uitstralingseffecten zijn groter daar waar geen sloten langs de plas liggen.

Tevens treedt op grotere afstand langs de snelweg A9 en A2 een gering effect op. Dit effect is kleiner dan 5cm. Een berekende verlaging van 5cm of kleiner wordt als ondergrens beschouwd voor wat realistisch haalbaar is voor een dergelijk grondwatermodel. De hier berekende effecten kunnen daarmee als verwaarloosbaar worden beschouwd.

In het stedelijk gebied van Ouderkerk is een verlaging berekend die groter is dan 5 cm. De hier optredende verlaging berekent het model doordat hier sprake is van wegzijging en het model een inbolling berekend in zowel de referentiesituatie en de situatie na ingreep. De verlaging hier komt dan door een berekende verlaging in watervoerend pakket eronder. Voor het freatische water is er geen andere mogelijkheid om water te ontvangen dan uit de waterlopen. Die zijn hier beperkt aanwezig waardoor de grondwaterstand iets wegzakt. Op dit moment is het voor ons niet bekend of deze inbolling werkelijk optreedt. Er is geen informatie beschikbaar over de heersende grondwaterstand op deze plek om het model te toetsen

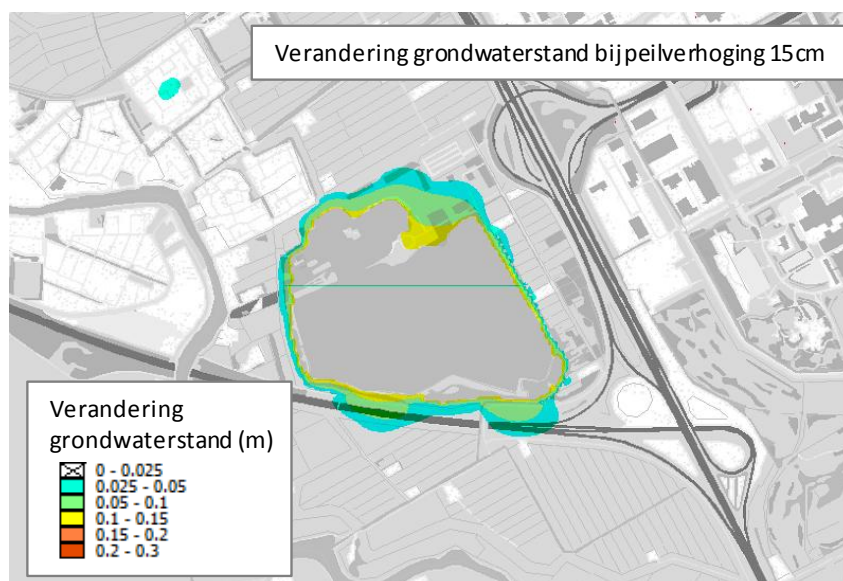
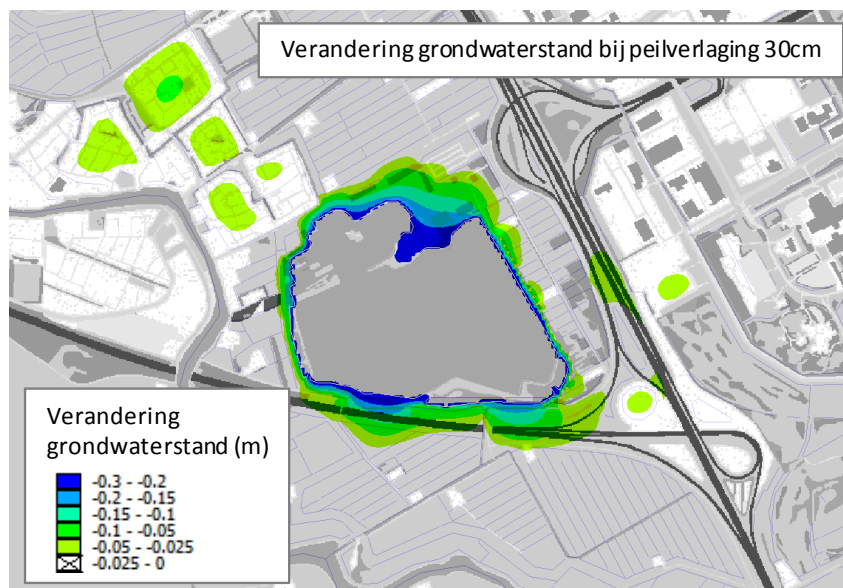
4.3.2 Voorgestelde peilfluctuatie in relatie tot historische grondwaterstanden

Een modelberekening kan goed inzicht geven in de mogelijke effecten van peilveranderingen in een plas op de grondwaterstand in de omgeving. Bij de analyse van het grondwatersysteem (zie hoofdstuk **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**) is ook gekeken naar het historische verloop van de stijghoogtes in peilbuizen rondom de plas. Naast inzicht in het grondwatersysteem geven deze reeksen ook op het effect van veranderingen van het peil op de stijghoogte. Helaas is slechts één peilbuis geschikt voor deze analyse voor effecten van een peilverandering, namelijk B25G0994.

Peilbuis B25G0994 bevindt zich op ongeveer 50m afstand ten westen van de plas. In hoofdstuk 3 is beschreven dat het stijghoogte verschil tussen het filter op -5m (ongeveer de grondwaterstand in de deklaag) en het filter op -22m (onder de deklaag) ongeveer 1.5m bedraagt en impliceert dat de deklaag een zeer grote weerstand heeft. Daarnaast is het zo dat de optredende grondwaterstand hierdoor voornamelijk wordt bepaald door het gehandhaafde polderpeil. En dat fluctuaties hierin worden bepaald door meteorologische omstandigheden. De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket echter volgt het peil van de Ouderkerkerplas.

Van belang voor de effecten van een voorgestelde grotere peilfluctuatie (uit laten zakken van het peil) is dat er vanwege de grote deklaagweerstand geen relatie is tussen de

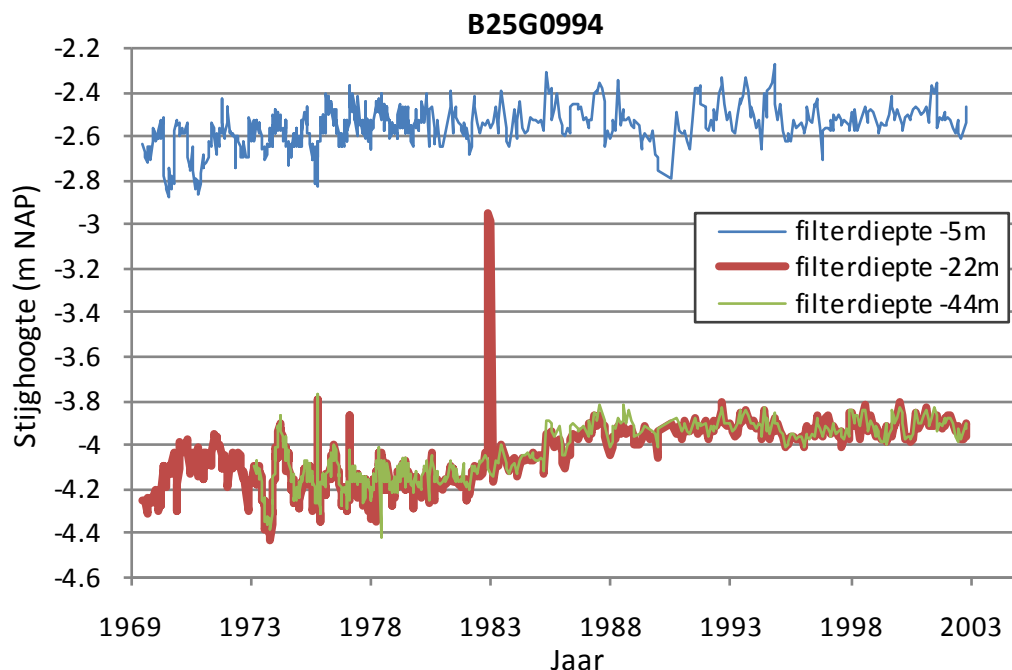
optredende grondwaterstand en het heersende peil in de plas. Een peilverandering in de plas zal daarom vrijwel geen effect geven op de hier heersende situatie.



Figuur 4.2 Berekende verandering van de grondwaterstand bij een peilverlaging van de Ouderkerkerplas van respectievelijk 30cm en 15cm en een peilverhoging van 15cm.

Dit geldt voor de absoluut optredende grondwaterstand. Voor de peilfluctuaties is de periode van begin jaren '70 interessant. We zien hier dat de grondwaterstand (filter -5m) wegzakt tot waarden van -2.8m terwijl deze in het begin van deze eeuw op ca. -2.6m uitkomen. Het lijkt er op dat in de eerste periode een lager polder werd gehandhaafd. Belangrijker is dat we zien dat de optredende fluctuaties ruim 20cm bedraagt en daarmee in de orde ligt van de doorgerekende peildalingen van 15cm en 30cm.

Tenslotte blijkt uit de grafiek dat de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket, direct gerelateerd is aan het peil van de Ouderkerkerplas (huidig peil van ca. -4m). Opvallend zijn twee zaken, het verloop van de absolute stijghoogte en de fluctuaties binnen de jaren. Begin jaren tachtig doet zich een stijging van de stijghoogte voor. Deze stijging is in alle omliggende peilbuizen met een filter in het eerste watervoerend pakket zichtbaar en waarschijnlijk direct gerelateerd aan een peilverandering in de Ouderkerkerplas, hoewel hiervoor geen direct bewijs voorhanden is. In de huidige situatie is de stijghoogte gemiddeld ongeveer -3.9m. Echter in de periode voor de stijging zien we een stijghoogte van gemiddeld -4.2m. Een verschil van ca. 30cm. Dit betekent dat in het verleden een lager peil werd gehandhaafd in de Ouderkerkerplas.



Figuur 4.3 Historisch verloop van de stijghoogte in peilbuis B25G0994 op ca. 50m afstand ten westen van de Ouderkerkerplas.

In de eerste jaren van de plas werd een peil gehandhaafd van -4m (RID, 1970). In het ICW rapport (Vellinga, 1976) staat een peil aangegeven van -4.30 voor de polder. En nu dus weer -4m NAP. In het RID rapport wordt ook gesproken over uitbreiding van de zandwinning, mogelijk dat dit heeft plaatsgevonden in de periode waar een lagere stijghoogte is waargenomen en het plaspeil is aangepast aan het genoemde peil van -4.30m. Als je nu in de grafiek kijkt is dit ook herkenbaar. Tot ongeveer 1973 lijkt een peil van -4m te zijn gehandhaafd, waarna een peilverlaging naar -4.30m heeft plaats gevonden in de periode tot 1980. Daarna stijgt het peil geleidelijk terug naar -4m (-3.9m in de peilbuismeting) ongeveer in 1988.

Er heeft dus een peilopzet plaatsgevonden medio jaren 80. Het is zinvol na te gaan met welke reden het peil toen is opgezet, voordat een peilverlaging definitief wordt overwogen.

Ook zien we dat in de periode voor de peilstijging een grotere fluctuatie van de stijghoogte optreedt tot wel 40cm. We zien ook dat deze fluctuatie na de stijging begin jaren tachtig aanmerkelijk kleiner is. Dit duidt erop dat in de jaren '70 een flexibeler peil in de Ouderkerkerplas was en dat er nu strakker wordt gehandhaafd met fluctuaties van niet meer dan 20cm.

4.4 Conclusies

Modelberekeningen

De te verwachten effecten van een peildaling in de Ouderkerkerplas op de grondwaterstand in de omgeving zijn gering. Optredende effecten zijn beperkt en worden opgevangen door de omliggende sloten en het daar gehandhaafde polderpeil.

Alleen in het stedelijk gebied van Ouderkerk is een verlaging berekend die groter is dan 5 cm. De hier optredende verlaging berekent het model doordat hier sprake is van wegzijging en het model een inbolling heeft berekend in zowel de referentiesituatie en de situatie na ingreep.

Stijghoogtemetingen in het verleden

Het historische verloop van de grondwaterstand en stijghoogte in een peilbuis ten westen van de plas is gebruikt om inzicht te geven in de effecten van een peildaling in de plas.

Op basis van deze analyse concluderen we dat

- een peilverandering in de plas een gering effect geeft op de heersende grondwaterstand aan de westzijde van de plas vanwege de hoge deklaagweerstand.
- De voorgestelde peilfluctuaties in de plas in dezelfde orde van grootte eerder zijn opgetreden in de jaren '70.

In de jaren 70 werd een peil gehandhaafd van -4.30 voor de Ouderkerkerplas en polder. Er heeft dus een peilopzet plaatsgevonden medio jaren 80. Het is zinvol na te gaan met welke reden het peil toen is opgezet, voordat een peilverlaging definitief wordt overwogen.

5 REFERENTIES

Acacia Water en Vrije Universiteit (2008). Aanvullend veldonderzoek Groot Mijdrecht Noord. Achtergrondrapport van de Verkenning water Groot Mijdrecht Noord. Provincie Utrecht. Rapport 282.

RID (1972). Brief Rijksweg 6; Arbitragecommissie toezending rapport RVD. Onderwerp: Hydrologische gevolgen zandwinning "Bullewijk". Kenmerk: GH 4763/33 :Fill.

Vellinga, E. (1976). Hydrologie en waterkwaliteit van Midden West-Nederland. ICW, Wageningen.