

**Geohydrologisch onderzoek
Wolvenpolder en Groenzone
Zuidoost te Spijkenisse**

10 februari 2012

Geohydrologisch onderzoek Wolvenpolder en Groenzone Zuidoost te Spijkenisse

Effectenstudie

Verantwoording

Titel	Geohydrologisch onderzoek Wolvenpolder en Groenzone Zuidoost te Spijkenisse
Opdrachtgever	Dienst Landelijk Gebied
Projectleider	ir. G. (Bert) van Ee
Auteur(s)	ir. E.H.A. (Erik) Donkers en ir. J.M. (Martin) Bloemendal
Projectnummer	4822163
Aantal pagina's	46 (exclusief bijlagen)
Datum	10 februari 2012
Handtekening	Ontbreekt in verband met digitale verwerking. Dit rapport is aantoonbaar vrijgegeven.

Colofon

Tauw bv
afdeling Water
Rhijnspoor 209
Postbus 6
2900 AA Capelle aan den IJssel
Telefoon +31 10 28 86 10 0
Fax +31 10 28 86 16 6

Dit document is eigendom van de opdrachtgever en mag door hem worden gebruikt voor het doel waarvoor het is vervaardigd met inachtneming van de rechten die voortvloeien uit de wetgeving op het gebied van het intellectuele eigendom. De auteursrechten van dit document blijven berusten bij Tauw. Kwaliteit en verbetering van product en proces hebben bij Tauw hoge prioriteit. Tauw hanteert daartoe een managementsysteem dat is gecertificeerd dan wel geaccrediteerd volgens:

- NEN-EN-ISO 9001

Kenmerk R001-4822163EDW-tsz-V01-NL

Inhoud

Verantwoording en colofon	5
1 Inleiding	9
1.1 Aanleiding: peilopzet Wolvenpolder & Groenzone	9
1.2 Doel: vaststellen hydrologische effecten van de peilopzet	9
1.3 Aanpak van het onderzoek.....	9
1.4 Leeswijzer	11
2 Randvoorwaarden en uitgangspunten	13
2.1 Geohydrologie	13
2.1.1 Bodemopbouw	13
2.1.2 Grondwater.....	15
2.1.3 Oppervlaktewaterpeilen.....	16
2.1.4 Geohydrologische barrières	18
2.1.5 Grondwateronttrekkingen	18
2.2 Projectgrenzen	18
2.3 Inrichting onderzoeksgebied	19
2.4 Maaiveldhoogte	22
3 Modelberekeningen	23
3.1 Opbouw model	23
3.1.1 Uitgangspunten (grond)waterstanden en watergang	23
3.1.2 Modellerings watergang	23
3.2 Beschrijving doorsneden en Resultaten.....	23
3.2.1 Resultaten Model 1	23
3.2.2 Resultaten Model 2	25
3.2.3 Resultaten Model 3	27
3.2.4 Model 4.....	28
3.2.5 Model 5.....	29
3.3 Gevoeligheidsanalyse	30
4 Evidensleiding	33
5 Monitoringsplan	37
5.1 Meetlocaties	37
5.2 Meetperiode/frequentie	38

5.3	Meettechniek	39
5.4	Verzend/verzamel techniek	39
5.5	Programma van Eisen	39
5.6	Kostenraming	41
6	Conclusies	43
6.1	Conclusies	43
	Literatuur	45

Bijlage(n)

1. Bodemopbouw

1 Inleiding

In deze rapportage worden de bevindingen van een geohydrologisch onderzoek beschreven. Het onderzoek is uitgevoerd door Tauw in opdracht van Dienst Landelijk Gebied (DLG). Het onderzoek richt zich op de effecten van een peilverhoging in de Wolvenpolder en de Groenzone Zuidoost te Spijkenisse. In dit hoofdstuk wordt een beschrijving gegeven van de aanleiding, het doel en de aanpak van het onderzoek.

1.1 Aanleiding: peilopzet Wolvenpolder & Groenzone

DLG is voor de Provincie Zuid-Holland en de Gemeente Spijkenisse de uitvoering van de herinrichting van respectievelijk de Wolvenpolder en de Groenzone Zuidoost aan het voorbereiden. Beide gebieden bevinden zich ten zuidoosten van Spijkenisse. De effecten van de herinrichting van beide gebieden op de geohydrologische situatie kunnen niet los van elkaar worden gezien. Tauw maakt in deze rapportage inzichtelijk wat de effecten van beide inrichtingsplannen (peilopzet) zijn en wat de gevolgen zijn voor derden.

1.2 Doel: vaststellen hydrologische effecten van de peilopzet

Het doel van dit onderzoek is om vast te stellen wat de effecten van de herinrichting van de Wolvenpolder en Groenzone Zuidoost zijn op de geohydrologische situatie van aangrenzende percelen. Daarbij moet inzichtelijk worden gemaakt wat de eventuele gevolgen van de herinrichting zijn op de daar aanwezige belangen.

1.3 Aanpak van het onderzoek

Het onderzoek is uitgevoerd in drie stappen.

1. Inzage verwerven in de geohydrologische situatie van het gebied
2. Geohydrologische modelstudies inclusief analyse van de berekende effecten
3. Het opstellen van een monitoringsplan

Iedere stap wordt in het onderstaande kort toegelicht.

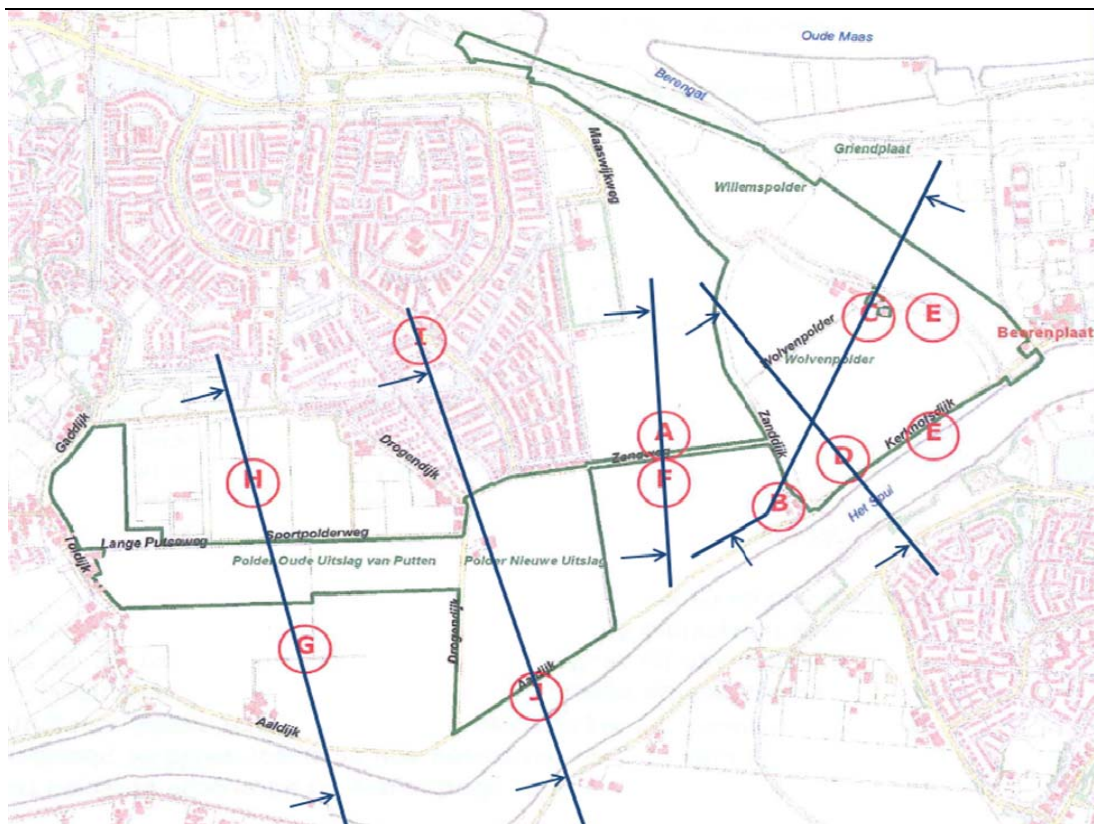
Geohydrologische situatie

Om tot een juiste parameterisering voor het model te komen en om een juiste beschrijving te geven van de huidige situatie is een studie uitgevoerd naar de geohydrologische situatie van het onderzoeksgebied. Dit is gedaan op basis van beschikbare onderzoeksresultaten en gegevens. Gezien de grote hoeveelheid onderzoek dat is uitgevoerd ter plaatse van het plangebied wordt verwacht bleek dat er geen aanvullend onderzoek nodig was voor het uitvoeren van een gedegen studie. Verder is een quickscan uitgevoerd op de aanwezige gegevens waaruit blijkt dat, zonder het tussentijds veranderen van uitgangspunten, de aanwezige data voldoende bleek voor het doen van de modelstudie.

Modelstudies en analyse van de effecten

Voor vijf doorsneden zijn de effecten van de peilverhoging bepaald. Op basis van de geohydrologische situatie in combinatie met de te onderzoeken tien belangen zijn de raaien vastgesteld (zie figuur 1.1). Deze raaien zijn afgestemd met DLG.

Voor numerieke geohydrologische modellen worden randvoorwaarden gebruikt. Deze hebben minder invloed naarmate ze verder van de te onderzoeken locatie liggen. Wanneer per locatie één model gemaakt wordt, zijn de doorsneden in het model relatief kort, waardoor ook de randvoorwaarden dicht bij de te onderzoeken locatie liggen. In dit onderzoek zijn daarom in ieder model meerdere belangen opgenomen, deze aanpakt wijkt dus iets af van de eerder genoemde aanpak in het projectvoorstel. Het opnemen van meerdere belangen in één doorsnede heeft tot gevolg dat de randvoorwaarden minder van invloed zijn op de resultaten ter plaatse van de te onderzoeken locatie. Hierdoor ontstaat een beter model dat de effecten van de peilopzet beter simuleert.



Figuur 1.1 Te onderzoeken belangen en 2D-doorsnedes

Monitoringsplan

Het doel van het monitoringsplan is in de eerste plaats het in beeld brengen van de werkelijk optredende effecten en of deze groter zijn dan gewenst. Hierbij wordt het criterium/de signaleringswaarde van 5 cm in ogenschouw genomen.

In tweede instantie wordt door middel van het monitoringsplan gecontroleerd of de verwachte optredende grondwaterstandsveranderingen zoals deze uit de modelresultaten blijken overeenkomen met de werkelijke verandering in de grondwaterstand. Bij het opstellen van het monitoringsplan wordt rekening gehouden met de doelmatigheid van het meetnet en de locaties waar het risico op nadelige effecten het grootste is.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de randvoorwaarden en uitgangspunten gepresenteerd, hierin komen de geohydrologische situatie en de begrenzing van het onderzoeksgebied aan de orde. Vervolgens worden in hoofdstuk 3 de modelberekeningen en resultaten weergegeven. In hoofdstuk 4 wordt ingegaan op de Evidesleiding. Op basis van de bevindingen wordt een voorstel gedaan voor een monitoringsplan in hoofdstuk 5. Tot slot worden in hoofdstuk 6 de conclusies naar aanleiding van het onderzoek gegeven.

Kenmerk R001-4822163EDW-tsz-V01-NL

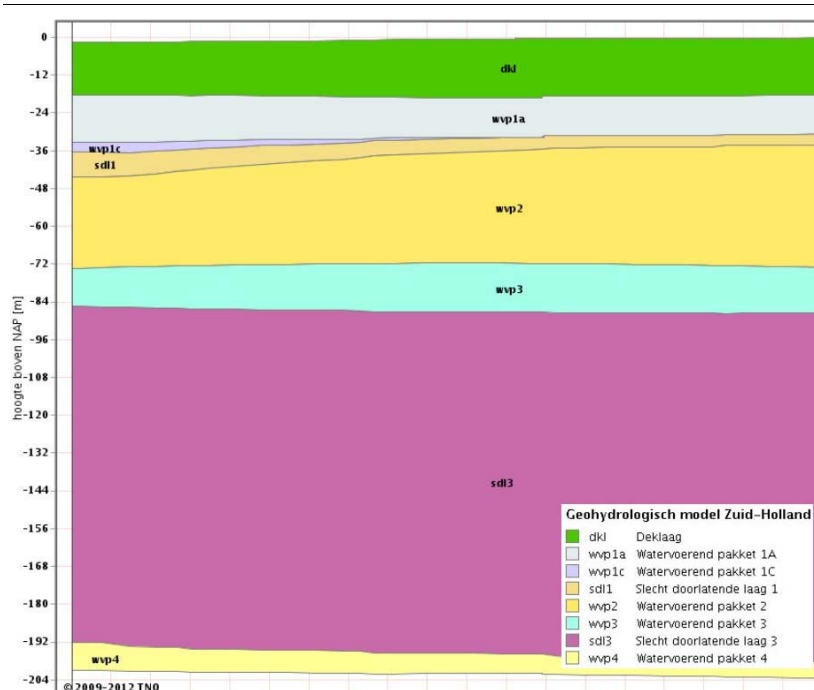
2 Randvoorwaarden en uitgangspunten

Voor dit onderzoek zijn een aantal randvoorwaarden en uitgangspunten vastgesteld om tot een antwoord op de vraagstelling te komen. Aspecten die hierbij van belang zijn: laagdikten en samenstelling van de bodemlagen, de huidige en toekomstige peilen en de projectgrenzen. Bij het vaststellen van de effecten van de ingrepen op de aangewezen belangen is bij de keuze voor de te gebruiken randvoorwaarden en uitgangspunten uitgegaan van de worstcase beschouwing.

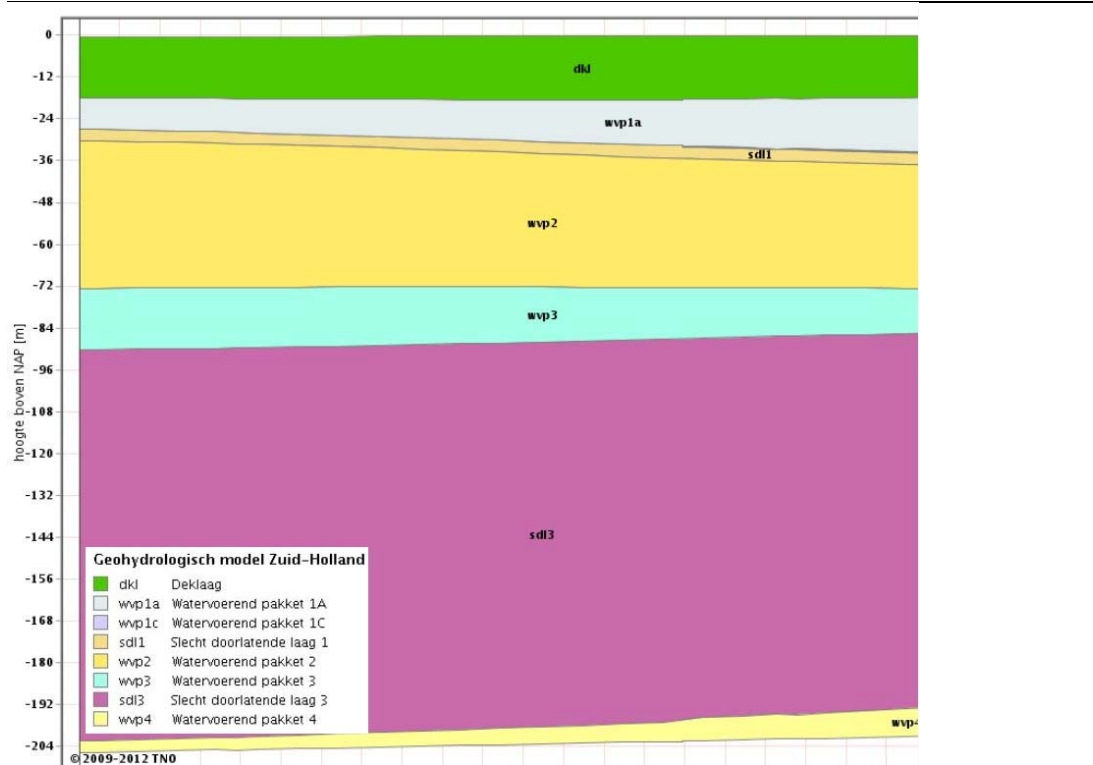
2.1 Geohydrologie

2.1.1 Bodemopbouw

Op basis van REGIS is in figuur 2.1 de regionale bodemopbouw gegeven voor de west-oost doorsnede. In figuur 2.2 is de regionale bodemopbouw gegeven voor de noord-zuid doorsnede. De bodemopbouw kenmerkt zich door een slecht doorlatende deklaag met daaronder een relatief dun eerste watervoerend pakket. De watervoerende pakketten bestaan uit goed doorlatend materiaal (zand). De slecht doorlatende lagen bestaan uit slecht doorlatend materiaal (klei, veen).



Figuur 2.1 Regionale bodemopbouw onderzoekslocatie. Doorsnede west-oost [Lit.3]



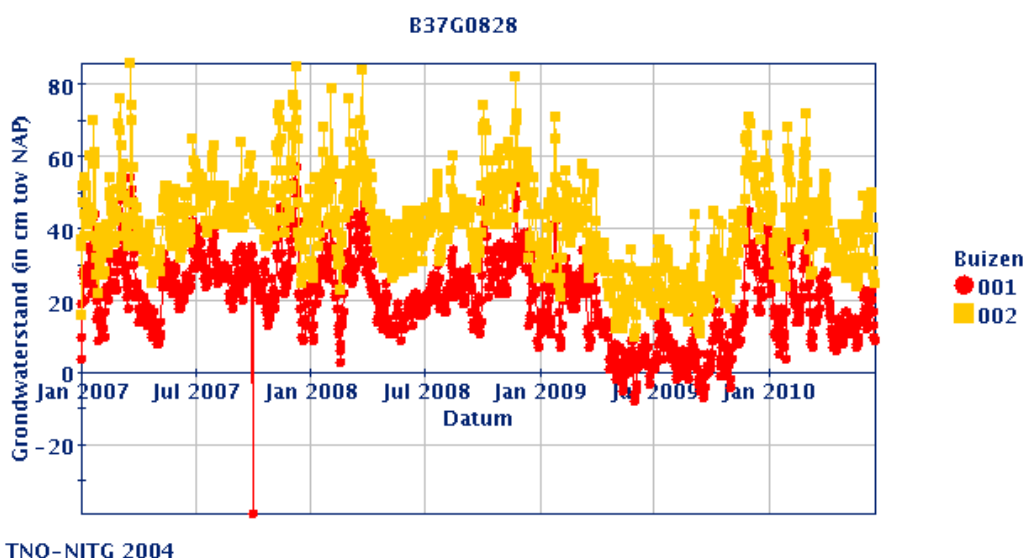
Figuur 2.2 Regionale bodemopbouw onderzoekslocatie. Doersnede noord-zuid [Lit.3]

De lokale bodemopbouw is afgeleid op basis van boringen van TNO en boringen uitgevoerd in eerder onderzoek van Fugro [lit 1, 2 en 3]. De focus hierbij ligt op de deklaag en het eerste watervoerende pakket aangezien in deze lagen de vernatting wordt uitgevoerd en niet dieper dan dat zal doorwerken. Vanaf het tweede watervoerende pakket en dieper doet de gedetailleerde bodemopbouw niet ter zake. De deklaag, welke voor het voorliggende onderzoek de meest belangrijke laag is, kenmerkt zich door de heterogene opbouw. Uit de uitgevoerde boringen blijkt dat er zich verschillende zand- en veenlagen bevinden in de overwegend uit klei opgebouwde deklaag. In bijlage 1 is voor ieder belang een gedetailleerde beschrijving gegeven van de bodemopbouw die representatief is voor het specifieke belang. In hoofdstuk 3 wordt bij de beschrijving van de verschillende raaien afzonderlijk ingegaan op de aangetroffen heterogeniteiten.

2.1.2 Grondwater

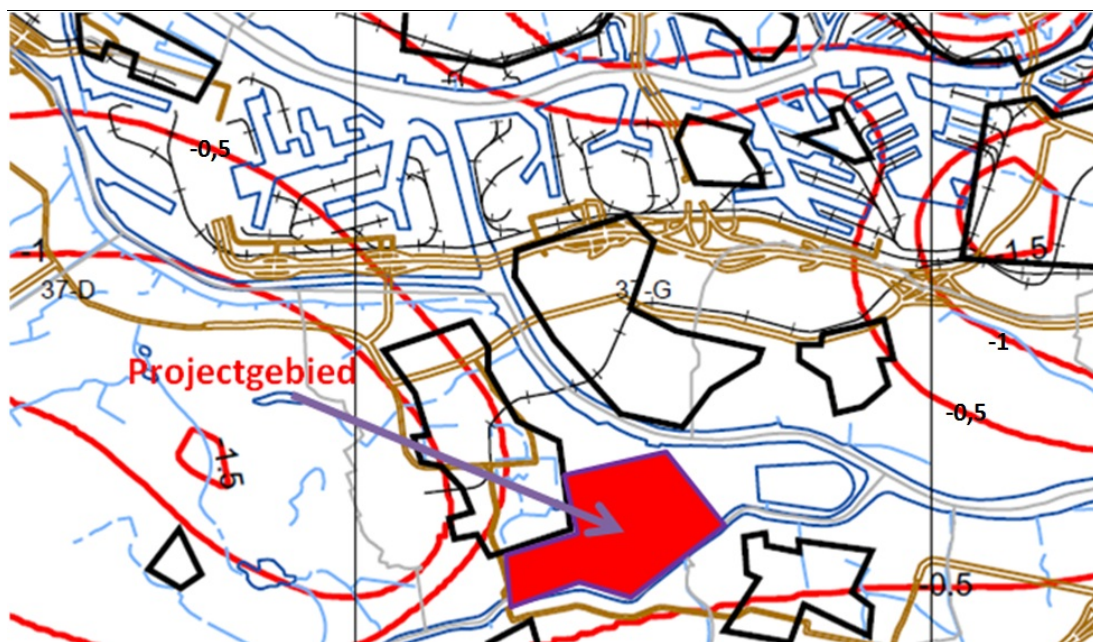
Grondwaterstand/stijghoogte

Er zijn weinig recente metingen van de grondwaterstand in het onderzoeksgebied bekend. De bij de boringen van Fugro aangetroffen grondwaterstand is circa 1 m –mv, dit zijn echter incidenteel gemeten grondwaterstanden en derhalve niet representatief. Een peilbuis van TNO ter plaatse van belang C [B37G0828] heeft een filter op ongeveer NAP -4,5 m (buis 1) en een filter op ongeveer NAP -19,0 m (buis 2). De metingen laten zien dat de freatische grondwaterstand circa NAP +0,2 m is. Ervan uitgaande dat buis 2 zich bevindt in het eerste watervoerende pakket is de stijghoogte hier circa NAP +0,4 m. Opgemerkt dient te worden dat deze gemeten grondwaterstanden niet voor het gehele gebied representatief zijn.



Figuur 2.3 Stijghoogte verloop peilbuis B37G0828 [Lit. 4]

De stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is volgens de digitale grondwaterkaart circa NAP -0,5 m (zie figuur 2.4). De horizontale stroming in het eerste watervoerende pakket is gering. Het onderzoeksgebied lijkt in een stagnante zone te liggen, met naar het westen toe een sterker wordende stroming. Het is door de combinatie tussen de TNO-metingen en de digitale grondwaterkaart niet geheel zeker wat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket is.



Figuur 2.4 Stijghoogte isohypsen WVP 1 [Lit. 4]

Het gebied wordt omsloten door de rivieren de Oude Maas en het Spui. Deze rivieren hebben een gemiddelde diepte van respectievelijk NAP -9,45 m en NAP -5,55 m. Dit betekent dat deze rivieren de deklaag niet doorsnijden en dus ook een (beperkte) invloed uitoefenen op de stijghoogten in het eerste watervoerende pakket. Echter, mogelijk is in het verleden sprake geweest van doorsnijding van de deklaag door de rivieren en vervolgens de afzetting van zand. Dan kan de situatie zich voordoen dat de rivieren de deklaag niet doorsnijden maar toch invloed uitoefenen op het eerste watervoerende pakket. Deze beïnvloeding kan aangetoond worden door middel van monitoring van de stijghoogten in het eerste watervoerende pakket. Zowel op basis van de in het gebied heersende streefpeilen als op basis van de stijghoogten in het gebied kan gesteld worden dat beide rivieren een infiltrerende werking hebben.

2.1.3 Oppervlaktewaterpeilen

Voor de oppervlaktewaterpeilen worden de in tabel 2.1 weergegeven waarden aangehouden. Dit betreft de huidige en de toekomstige oppervlaktewaterpeilen.

Tabel 2.1 Aanpassingen oppervlaktewaterpeilen [Lit. 6]

Gebied	Huidig oppervlaktewaterpeil (mNAP)	Toekomstig oppervlaktewaterpeil (mNAP)
Wolvenpolder	-1,55	Natuurlijk peilbeheer met: Bovengrens: -0,2 Ondergrens: -0,6
Groenzone Zuidoost	-1,90	-1,35
Hoofdwatgang ten noorden van de Zandweg	-1,90	-1,35 (definitief uitgangspunt nog niet bepaald)

In figuur 2.5 is het plangebied weergegeven met het oude ontwerp en de oude peilen inclusief de oppervlaktewaterpeilen in de omgeving. De nieuwe peilen zijn te vinden in tabel 2.1.



Figuur 2.5 Plangebied met oppervlaktewaterpeilen (Voor de Wolvenpolder wordt hierin het oude ontwerp met de oude oppervlaktewaterpeilen getoond) [Lit. 5, kaartnummer: 20100305R]

2.1.4 Geohydrologische barrières

Ter plaatse van de primaire waterkering ten zuiden van de beide polders wordt mogelijk een kwelscherm toegepast. Deze toepassing zorgt ervoor dat de invloed van het Spui op de grondwaterstand in het gebied minder groot wordt. Eventuele grondwaterstandverhogende effecten na de vernatting van de Groenzone en Wolvenpolder zouden daarmee (deels) kunnen worden opgeheven. In dit onderzoek wordt uitgegaan van het worstcase scenario. Daarom worden deze mogelijke kwelschermen buiten beschouwing gelaten in dit onderzoek.

Ter plaatse van de Wolvendijk aan de kant van de Willemspolder zijn de grondwaterstanden relatief een stuk hoger dan aan de westkant van de Wolvendijk. Dit duidt op een geohydrologische barrière. Echter door onvoldoende grondwaterstandsmetingen aan de westkant van de Wolvendijk is de invloed van deze geohydrologische barrière onduidelijk. Voor de modellering wordt de bodemopbouw gevolgd zoals deze uit de boringen blijkt. Mocht later blijken door bijvoorbeeld extra monitoring dat sprake is van geohydrologische barrières. Dan zal dit een gunstig effect hebben op de modelresultaten.

2.1.5 Grondwateronttrekkingen

Omdat er sprake is van een deklaag met veel slecht doorlatende lagen wordt ervan uitgegaan dat de onttrekkingen die aanwezig zijn, gesitueerd zijn in het eerste watervoerende pakket of dieper. Voor zover er grondwateronttrekkingen zijn, zijn deze voor het onderhavige onderzoek echter niet relevant, aangezien deze in zowel de huidige als de toekomstige situatie aanwezig zijn. Het gaat in dit onderzoek om het verschil tussen de huidige en de toekomstige situatie. Hierop hebben onttrekkingen geen invloed, op basis van het superpositie beginsel worden deze daarom niet meegenomen.

2.2 Projectgrenzen

De projectgrenzen voor dit onderzoek betreffen de in figuur 1.1 weergegeven grenzen van de polders. De focus binnen dit onderzoek ligt op de in deze figuur geschetste doorsneden. Deze doorsneden zijn gekozen op basis van de spelende belangen in het gebied zoals deze onderstaand worden weergegeven.

De te onderzoeken belangen

In geval van de Wolvenpolder betreft het de volgende te onderzoeken belangen. Deze worden weergegeven in figuur 1.1.

- A. Landbouwkundig gebruik van de Polder Nieuwe Uitslag van Putten aan de westzijde van de Zanddijk
- B. Woning + Perceel op de hoek van de Zanddijk / Aaldijk
- C. Woningen gelegen in de Wolvenpolder
- D. Evides transportleiding gelegen in de teen van de Kerkhofsdijk
- E. Primaire kering

In geval van de Groenzone betreft het de volgende belangen:

- F. Landbouwkundig gebruik van de Polder de Nieuwe Uitslag van Putten aan de oostzijde van de Lange Groeneweg en aan weerszijden van de Zandweg (gecombineerde effecten met onderdeel A van de Wolvenpolder)
- G. Landbouwkundig gebruik van de Polder de Oude Uitslag van Putten ten westen van de Drogendijk en ten zuiden van de strook langs de Sportpolderweg
- H. Grondwatersituatie van de sportvelden en agrarische percelen ten noorden van de Sportpolderweg
- I. Grondwatersituatie in stedelijk gebied ten noorden van de Zandweg/Drogendijk en effect op de woningen in dit deel langs de Drogendijk. Voor het overige stedelijk gebied wordt gezien de hoogteligging en staat van de woningen geen effect verwacht
- J. Primaire kering

2.3 Inrichting onderzoeksgebied

De inrichting van het onderzoeksgebied wordt weergegeven in figuur 2.6 en figuur 2.7. De nieuwe waterpeilen behorende bij dit ontwerp zijn te vinden in tabel 2.1. Voor het oranje gemarkeerde gebied in figuur 2.6 is nog geen definitieve inrichting beschikbaar. Hiervoor wordt naar aanleiding van dit onderzoek een advies gegeven aangaande de minimale afstand van het nieuw te graven water ten opzicht van de bestaande watergang aan de oost en westkant van het gebied zodanig dat er geen negatieve effecten optreden.



Figuur 2.6 Inrichtingsplan Groenzone [Lit. 5]



Figuur 2.7 Inrichtingsplan Wolvenpolder [Bron: DLG]

2.4 Maaiveldhoogte

In figuur 2.8 is de maaiveldhoogte van het gebied weergegeven



Figuur 2.8 Maaiveldhoogte ten opzichte van NAP [Bron: DLG]

3 Modelberekeningen

Met behulp van een numeriek model zijn 2D-berekeningen uitgevoerd. Dit is gedaan voor iedere raai in zowel de huidige als de toekomstige situatie. Het verschil tussen de modelresultaten geeft inzicht in het effect van de peilwijziging.

3.1 Opbouw model

De bodemopbouw is in verschillende lagen in een 2D Modflow model gezet. Modflow is een eindige differentie grondwaterstromingsmodel dat de oplossing van de grondwater- en (eventueel) transportvergelijkingen benadert met numerieke rekenmethoden. De verkregen benadering wordt gebruikt om de grondwaterstroming, stijghoogte et cetera uit te rekenen. Modflow is een zeer veel gebruikt rekenmodel in de geohydrologie. Het programma rekent in deze situatie stationair. De gehanteerde parameterwaarden per modellaag zijn weergegeven in tabellen bij de bespreking van de resultaten.

3.1.1 Uitgangspunten (grond)waterstanden en watergang

De initiële grondwaterstanden en op de randen worden gelijk aan de oppervlaktewaterstanden aangenomen. De oppervlaktewaterstanden zijn ontleend aan het peilbesluit. Deze waterstanden worden aan de zijden als randvoorwaarden opgelegd.

3.1.2 Modellerings watergang

De watergangen worden qua waterniveau en diepte in het model meegenomen zoals ze ook daadwerkelijk aanwezig zijn. De bodemweerstand is voor alle watergangen aangenomen op de worstcase situatie met een weerstand van 1 dag. Deze waarde is bepaald op basis van eerdere modelstudies en expert judgement.

3.2 Beschrijving doorsneden en Resultaten

3.2.1 Resultaten Model 1

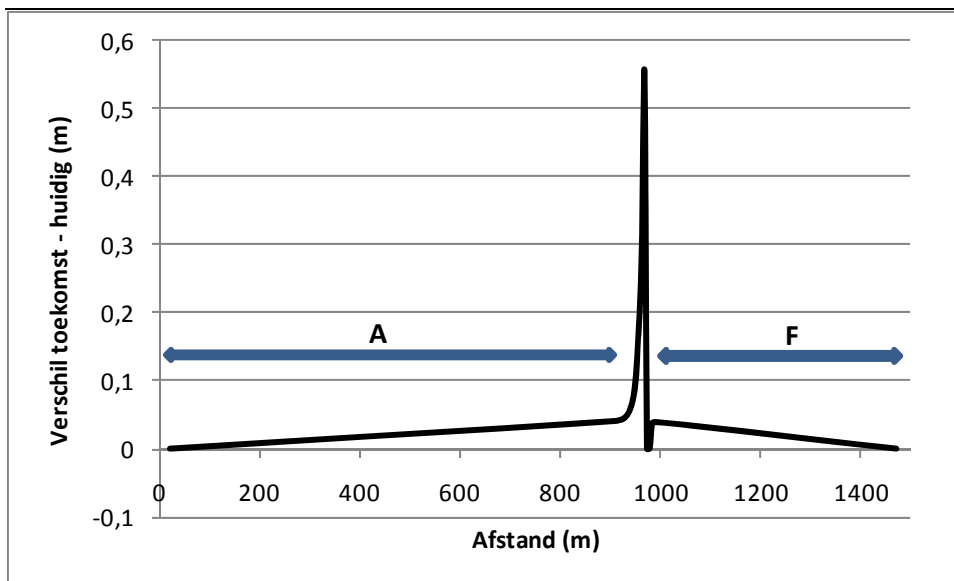
De in het model 1 (belangen A en F) gebruikte bodemparameters zijn weergegeven in tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bodemsamenstelling belangen A en F

NAP hoogte [m]	Bodemsamenstelling	K-horizontaal [m/d]	K-verticaal [m/d]
-0,2 - -10	Klei, siltig	0,1	0,05
-10 - -15	Zand	10	5

Ten noorden van de watergang waar de peilopzet plaatsvindt is geen laagwatersloot aanwezig, waardoor de daar aanwezige drainage onder water komt te staan. Uit metingen (Enkele handmeting HB4 onderzoek Fugro, dichtbij watergang) en de berekeningen blijkt dat de grondwaterstand in dit gebied hoger is dan het huidige en toekomstige peil van de watergang. Dit betekent dat de drainage een drainerende werking heeft en blijft behouden.

De drainerende functie verandert niet in een infiltrerende situatie zolang de grondwaterstand boven de oppervlaktewaterstand blijft staan. In de nieuwe situatie blijft de grondwaterstand inderdaad boven de oppervlaktewaterstand staan. Aangezien in dit onderzoek uitgegaan wordt van het worstcase scenario wordt in de berekeningen de drainage derhalve niet meegenomen. De resultaten van de berekeningen zijn in figuur 3.1 weergegeven. De verhoging van de grondwaterstand is voor het overgrote deel van de doorsneden kleiner dan 5 cm. Enkel bij het oppervlaktewater waar het peil gewijzigd wordt, is een verhoging van 55 cm zichtbaar. Dit is logisch aangezien hier het peil wordt gewijzigd met 55 cm.



Figuur 3.1 Verschil in grondwaterstand Model 1. Toekomstige grondwaterstand – huidige grondwaterstand (m)

Discussie

Door de oppervlaktewaterstand te verhogen komt de drainage in de toekomstige situatie onder water te staan. Dit heeft consequenties voor het onderhoud van de drainage.

Door het toepassen van maatregelen kan de invloed van de peilopzet op de drainerende functie gecompenseerd worden. Gedacht kan worden aan het aansluiten van de drains op een verzameldrain. Deze verzameldrain kan het water afvoeren naar de watergangen langs de zanddijk en de Margaret Mitchellstraat. Deze blijven op het huidige lage peil. Hierdoor wordt hetzelfde drainageniveau in stand gehouden, door de peilverhoging is het echter wel aannemelijk dat de drainage afvoer hierdoor toeneemt.

Overigens heeft het niet toepassen van compenserende maatregelen mogelijk het voordeel dat tijdens de zomer door het hogere oppervlaktewaterpeil infiltratie plaatsvindt. Hierdoor is minder irrigatie nodig.

3.2.2 Resultaten Model 2

De in het model 2 (belangen B en C) gebruikte bodemparameters worden weergegeven in de tabellen 3.2 en 3.3.

Tabel 3.2 Bodemsamenstelling belang B

NAP hoogte	Bodemsamenstelling	K-horizontaal [m/d]	K-verticaal [m/d]
0 - -4	Klei, sterk hetrogeen, anisotroop	0,1	0,05
-4 - -7	Zand	10	5
-7 - -9	Klei	0,1	0,05
-9 - -20	Zand	10	5

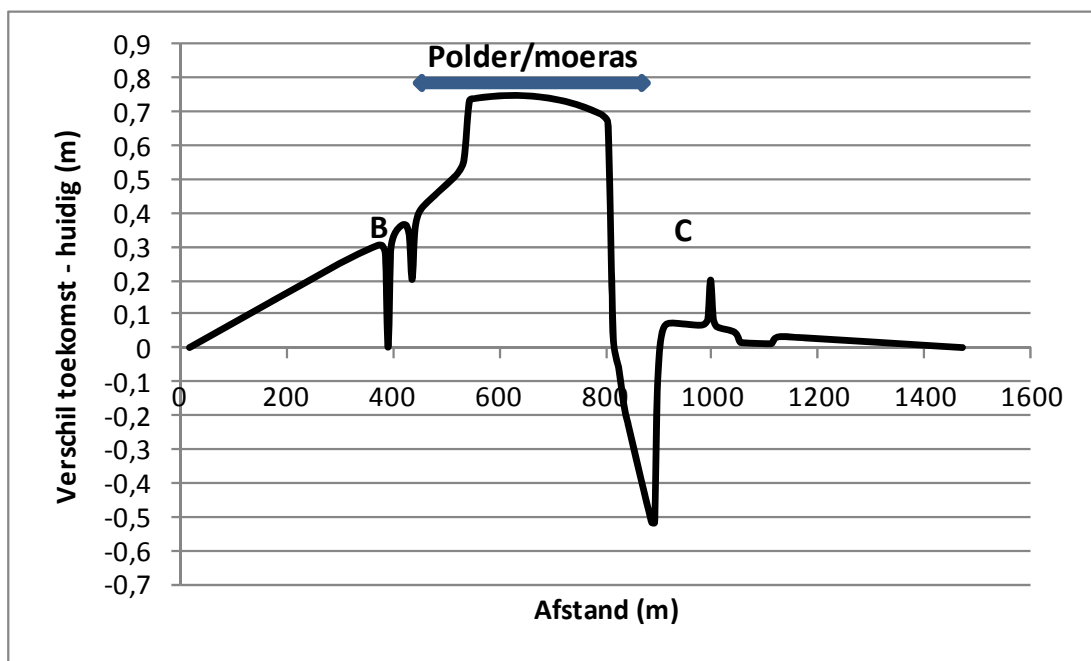
Tabel 3.3 Bodemsamenstelling belang C

NAP hoogte	Bodemsamenstelling	K-horizontaal [m/d]	K-verticaal [m/d]
0 - -5	Klei	0,1	0,05
-5 - -20	Zand	10	5

De belangen B en C zijn beide in één model opgenomen. Hiervoor is gekozen omdat deze doorsneden nagenoeg in elkaars verlengde liggen en er op deze manier dus een meer realistisch model ontstaat dan wanneer er gerekend wordt met twee kleine modellen. De resultaten van deze modellering zijn weergegeven in figuur 3.2. De westkant is te beschouwen als belang B en de oostkant is te beschouwen als belang C.

In het midden van het gebied wordt een grote grondwaterstandsverandering weergegeven. Dit wordt veroorzaakt door het voornemen hier een flexibel waterpeil te handhaven tussen de NAP -0,2 m en -0,6 m. In het model is hiervoor een grondwaterstand van NAP -0,2 m aangenomen. Dit is de worstcase situatie.

Bij belang B wordt de verhoging van de grondwaterstand naar verwachting circa 30 cm. Bij locatie C wordt een grondwaterstandsverhoging van circa 7 cm verwacht. De verlaging van de grondwaterstand zoals deze te zien is ten westen van belang C wordt veroorzaakt door de gekozen bovenrandvoorwaarden ter plaatse van de Wolvenpolder. Deze randvoorwaarden zijn, met het oog op het moerasgebied, dusdanig gekozen dat belang B en belang C juist in beeld gebracht worden.



Figuur 3.2 Verskil in grondwaterstand belang B tot en met C. Toekomstige grondwaterstand – huidige grondwaterstand (m)

Discussie

Als randvoorwaarde is in dit model aan de westkant van het model gekozen voor het polderpeil. Dit ondanks het feit dat belang B ook dicht tegen het Spui, met een hogere waterstand, aan ligt. Voor deze randvoorwaarde wordt gekozen omdat de verhoging van de grondwaterstand ter plaatse van belang B afhangt van het stijghoogteverschil aan weerszijden van het belang. Dit stijghoogteverschil is het grootst wanneer gekozen wordt voor de laagste grondwaterstand aan de westzijde van belang B. Dit is het polderpeil. Hierdoor is sprake van een worstcase situatie.

Een extra analyse is uitgevoerd om inzicht te krijgen in de resultaten wanneer gerekend wordt met de waterstand in het Spui als randvoorwaarde ten westen van belang B. Voor deze analyse is de randvoorwaarde nabij belang B aangepast van -1,9 m naar 1 m. Hierdoor wordt niet het polderpeil maar het peil in het Spui aangehouden als randvoorwaarde. Door deze randvoorwaarde verandert het stijghoogteverloop over de doorsnede. Waardoor er een verschil ontstaat in wat het effect is van de peilopzet in de polder ten oosten van belang B. Ter plaatse van dit belang is het verschil -0,4 cm ten opzichte van het origineel gebruikte model. Ter plaatse van belang C is het verschil -1,4 cm. Wanneer de randvoorwaarde van 1 m wordt aangehouden is dus sprake van een kleiner effect. De waarheid zal in het midden liggen. Daarom wordt vastgehouden aan de worstcase situatie waarin het polderpeil als randvoorwaarde wordt opgelegd. Hiermee is aangetoond dat de gekozen randvoorwaarde valide is.

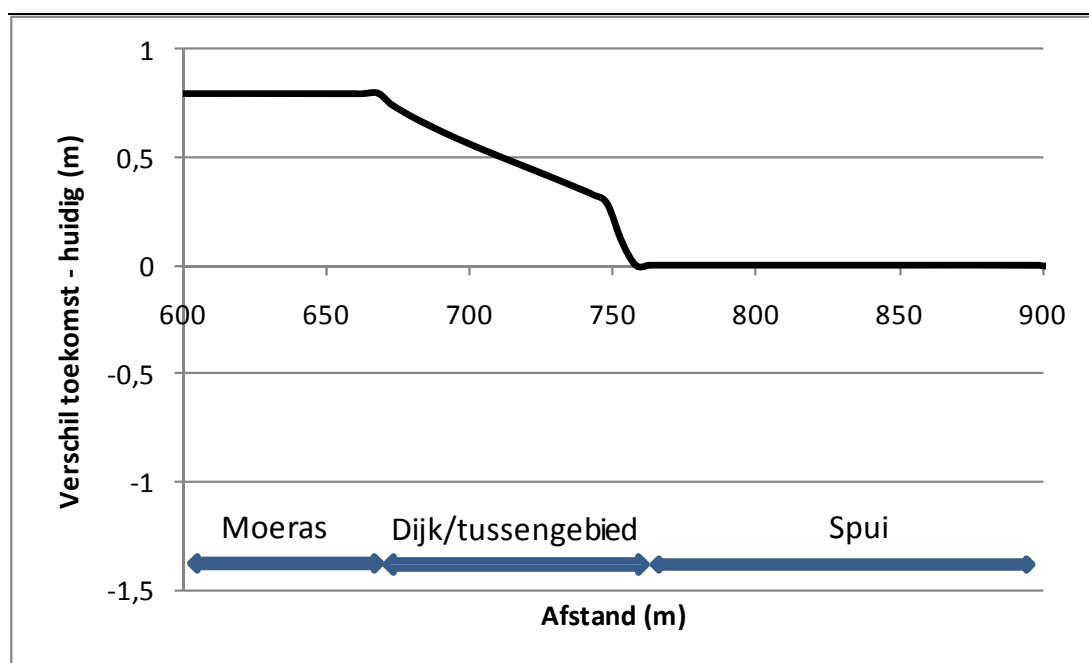
Aan de oostzijde van dit model is een randvoorwaarde opgelegd van 3,5 m. Deze grondwaterstand volgt uit metingen die gedaan zijn ten oosten van de Wolvendijk. Deze hoge grondwaterstand wordt veroorzaakt doordat de maaiveldhoogte aan de oostzijde van de polder ongeveer NAP 7 m is. Het maaiveldniveau in de polder is ongeveer NAP 0 m. Uit de grondwaterstandsmetingen zoals deze in hoofdstuk 2 worden getoond blijkt dat ter plaatse van belang C beïnvloeding plaatsvindt door de hoge grondwaterstand aan de andere kant van de dijk. De hoge grondwaterstand heeft ook invloed op de modelresultaten. Om de toekomstige situatie goed te voorspellen is het aan te bevelen de huidige situatie goed in beeld te brengen. Dit kan vervolgens gebruikt worden om de modellen te kalibreren. Hiervoor zijn metingen over de gehele doorsnede van B tot C van belang. Zowel in de deklaag als in de watervoerende laag.

3.2.3 Resultaten Model 3

De in het model 3 (belang D) gebruikte bodemparameters worden weergegeven in tabel 3.4. De hydrologische grens van het model ligt 100 m ten zuiden van het Spui en 750 m ten noorden van het Spui.

Tabel 3.4 Bodemsamenstelling belang D

NAP hoogte	Bodemsamenstelling	K-horizontaal [m/d]	K-verticaal [m/d]
0 - -1,5	Klei, sterk hetrogeen, anisotroop	0,1	0,05
-1,5 - -5	Zand	10	5
-5 - -6	Klei	0,1	0,05
-6 - -20	Zand	10	5



Figuur 3.3 Verschil in grondwaterstand belang D. Toekomstige grondwaterstand – huidige grondwaterstand (m)

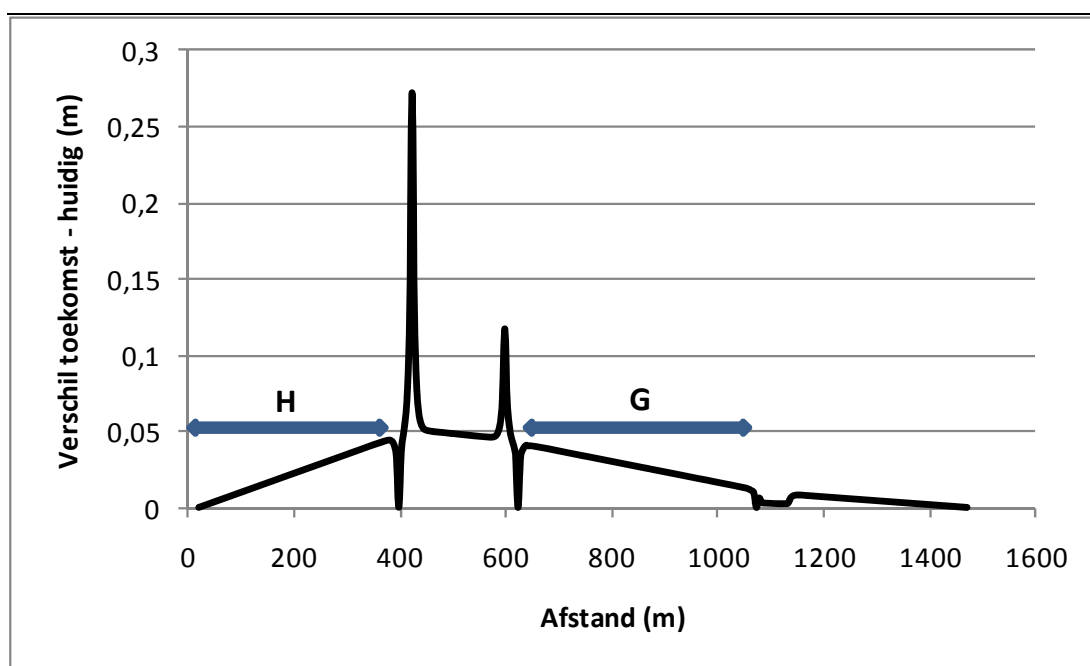
Ter plaatse van de dijk ligt de verhoging van het grondwaterpeil op ongeveer 0,5 m. Dit is de waarde die ligt tussen de dijk en het tussengebied. De effecten van grondwaterstijging op de Evides-leiding worden besproken in hoofdstuk 4.

3.2.4 Model 4

De in het model 4 (belangen H en G) gebruikte bodemparameters worden weergegeven in tabel 3.5.

Tabel 3.5 Bodemsamenstelling belangen H en G

NAP hoogte	Bodemsamenstelling	K-horizontaal [m/d]	K-verticaal [m/d]
0 - -6	Klei	0,1	0,05
-6 - -20	Zand	10	5


Figuur 3.4 Verschil in grondwaterstand doorsnede H en G. Toekomstige grondwaterstand – huidige grondwaterstand (m).

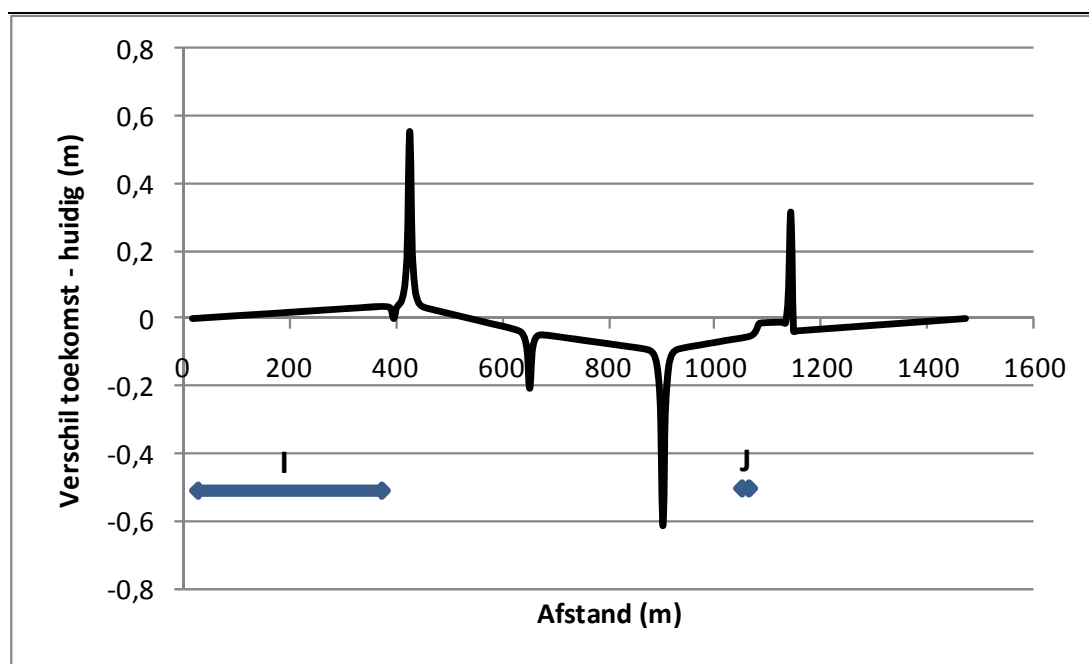
Voor de belangen H en G is sprake van een grondwaterstandverhoging van minder dan 5 cm.

3.2.5 Model 5

De in het model 5 (belangen I en J) gebruikte bodemparameters worden weergegeven in tabel 3.6.

Tabel 3.6 Bodemsamenstelling belangen I en J

NAP hoogte	Bodemsamenstelling	K-horizontaal [m/d]	K-verticaal [m/d]
0 - -6	Klei	0,1	0,05
-6 - -20	Zand	10	5



Figuur 3.5 Vershil in grondwaterstand belangen I en J. Toekomstige grondwaterstand – huidige grondwaterstand (m)

Ter plaatse van belang I is de stijging van het grondwaterpeil maximaal 3 cm. Ter plaatse van belang J is de daling van het grondwaterpeil maximaal 7 cm. Een daling vindt plaats door de toevoeging van watergangen in het plangebied.

Gezien het resultaat ter plaatse van belang I en de vergelijkbare situatie ten westen van de Drogendijk is een watergang met een peilverhoging aan de oostkant van de dijk geen bezwaar. De afstand van de watergang tot de dijk heeft vanuit geohydrologisch opzicht geen beperkingen. Als deze watergang dicht tegen de dijk aan komt te liggen worden geohydrologisch gezien dus geen nadelige effecten verwacht.

3.3 Gevoeligheidsanalyse

Het effect van de verandering van de uitgangspunten (randvoorwaarden) en de gevoeligheid voor parameterwaarden is uitgevoerd op model 2. Dit is gedaan om inzicht te krijgen in wat de keuze voor andere randvoorwaarden en/of parameterwaarden voor effect hebben op de resultaten van het onderzoek. De gevoeligheidsanalyse is gedaan voor:

- De waarde voor de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket
- De waarde voor de doorlatendheid van de deklaag

Ten behoeve van deze analyse is voor de twee aspecten op zich in het originele model een aanpassing gedaan. Hiermee is vervolgens, zoals in de originele situatie is gebeurd, het verschil bepaald. Tot slot is het verschil bepaald tussen het verschil in de originele situatie en het verschil in de situatie met het betreffende aangepaste aspect.

Randvoorwaarde stijghoogte watervoerende pakket

In het originele model wordt overal als randvoorwaarde, aan de zijanten van het model (zie figuur 3.6), de grondwaterstand / oppervlaktewaterpeil opgegeven. Echter, onder de deklaag zit het eerste watervoerende pakket met een stijghoogte van NAP -0,5 m. In het model is onder de deklaag (de slecht doorlatende laag), aan de zijanten van het model, een randvoorwaarde opgelegd van NAP -0,5 m. Ter plaatse van belang B is in deze situatie als resultaat van de gevoeligheidsanalyse sprake van een 1 cm grotere verhoging dan in het originele model. Ter plaatse van belang C is in deze situatie sprake van een 12 cm grote toename van het effect. Dit is een relatief groot verschil dat veroorzaakt wordt door de hoge grondwaterstand ten oosten van belang C. Wat in werkelijkheid de beïnvloeding is van deze hoge grondwaterstand is onduidelijk door onvoldoende meetgegevens. Daarom wordt aanbevolen dit aandachtspunt mee te nemen in het monitoringsplan.



Figuur 3.6 Schematische weergave randvoorwaarde in model.

Uitgangspunt doorlatendheid deklaag

Door de heterogeniteit komen er in de deklaag enkele zandlagen voor. In het originele model is ter plaatsen van de klei een doorlatendheid van 0,1 m/dag aangehouden. De zandlagen kunnen ervoor zorgen dat deze doorlatendheid in werkelijkheid wat hoger is. Om de invloed van deze doorlatendheid van de deklaag te onderzoeken is deze vermenigvuldigd met een factor 10. Ter plaatse van belang B betekent dit dat het verschil tussen huidige en toekomstige situatie 13 cm kleiner is. Dit betekent dat hier sprake is van een worstcase situatie wanneer gebruik gemaakt wordt van de kleinere doorlatendheid die is toegepast in de originele berekening. Ter plaatse van belang C is het effect 1,5 cm groter dan in het originele model.

Kenmerk R001-4822163EDW-tsz-V01-NL

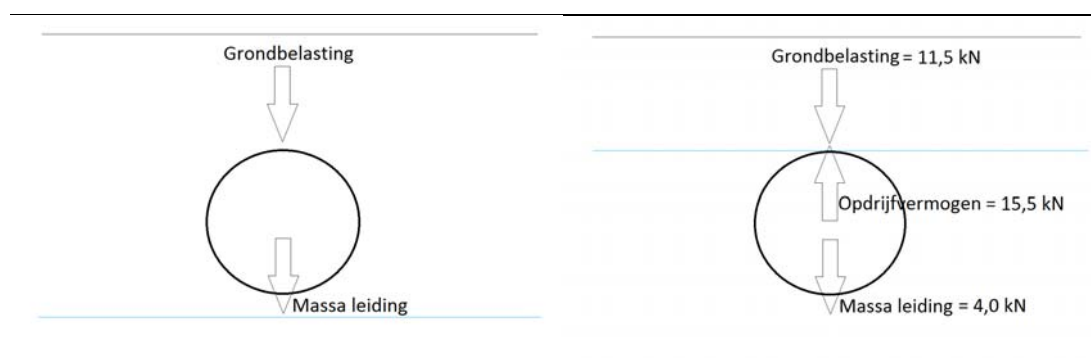
4 Evidesleiding

In het onderzoeksgebied ligt een leiding van Evides. Deze leiding heeft een diameter van 1,42 m. Door het opzetten van het oppervlaktewaterpeil en dus ook een verhoging van de grondwaterstand ontstaat er gevaar voor opdriving van deze leiding. Er is voor twee situaties bepaald of er daadwerkelijk een gevaar is voor opdriving van de leiding, en aan welke voorwaarde de leiding moet voldoen om niet te gaan opdrijven. Hierbij is uitgegaan van een lege leiding.

Leiding geheel boven huidige grondwaterstand

Enkele delen liggen mogelijk boven de huidige grondwaterstand. Het is niet bekend of deze delen in het grondwater komen te liggen. Ter indicatie is een berekening gemaakt voor de minimaal benodigde dekking bovenop de leiding op basis van oprijfvermogen, het gewicht van de leiding en het soortelijk gewicht van de grond.

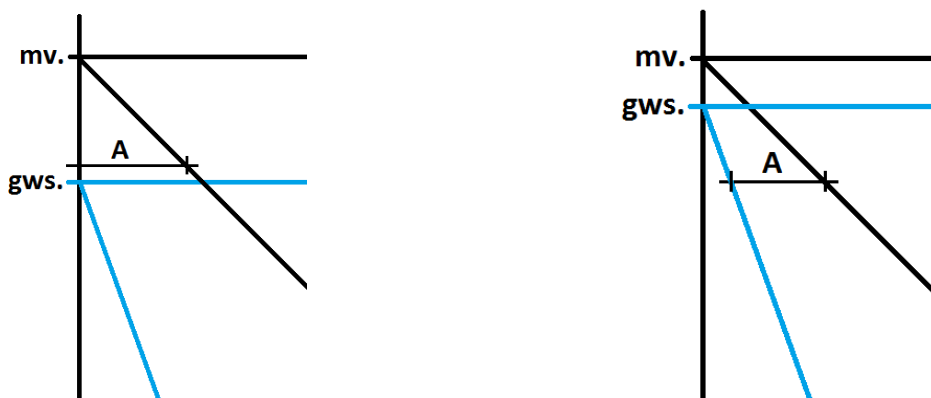
Er is bij deze berekening uitgegaan van een massa van de leiding van 4,0 kN/m. Dit is berekend op basis van een dichtheid van staal van 75 N/dm^3 , een diameter van 1,42 m en een wanddikte van 0,013 m. Het oprijfvermogen volgt uit de massa van het water dat weggedrukt wordt door de leiding en is 15,5 kN/m. Zoals in figuur 4.1 in het rechter plaatje wordt getoond is ter voorkoming van opdriving een belasting van 11,5 kN nodig op de leiding. Uitgaande van een zwak zandige klei als bodemtype dient de bovenkant van de leiding minimaal 0,5 m onder het maaiveld te liggen. De huidige gronddekking is 1,6 m en voldoet dus aan deze eis.



Figuur 4.1 Principe opdriven lege leiding. De grondbelasting zoals deze wordt weergegeven is de benodigde belasting tegen opdriven. Links leiding boven grondwaterstand. Rechts leiding onder grondwaterstand

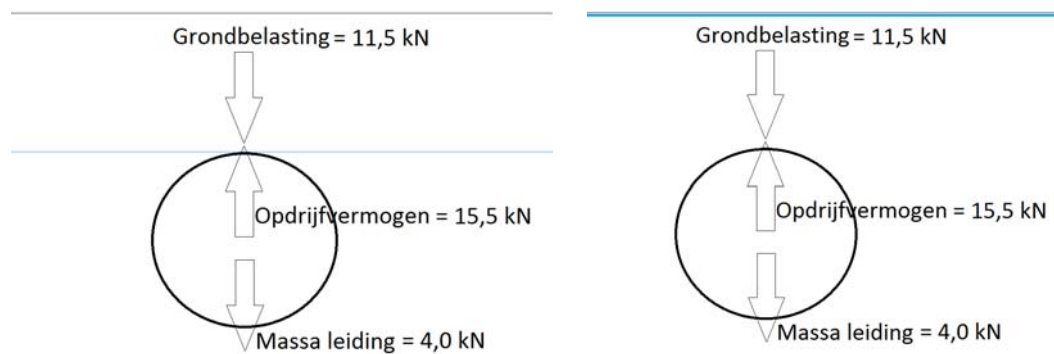
Leiding geheel onder huidige grondwaterstand

De delen van de leiding die onder het huidige grondwaterpeil liggen zullen geen extra opdrijf risico lopen door een stijging van de grondwaterstand. Het extra opdrijfvermogen van de leiding wordt gecompenseerd door het water dat boven de leiding staat. Dit wordt veroorzaakt door de alzijdige drukverdeling. De effectieve spanning veroorzaakt door de grondmassa volgt uit de totaalspanning minus de waterspanning in de grond (zie A in figuur 4.2). Als de grondwaterstand stijgt neemt deze effectieve spanning af doordat de waterspanning toeneemt. Het volumegewicht van water is 10 kN/m^3 . Dit betekent dat bij een stijging van de grondwaterstand met 1 m de effectieve spanning onder de oorspronkelijke grondwaterstand met 10 kN/m^2 wordt gereduceerd. Het opdrijf risico neemt daardoor toe.



Figuur 4.2 Twee grafieken met de geschematiseerde spanningsverdeling in de ondergrond. De effectieve spanning wordt aangeduid met een A. In de tweede situatie (rechts) is de grondwaterstand verhoogd ten opzichte van de eerste situatie (links). Dit reduceert de effectieve spanning A. In deze figuren is uitgegaan van eenzelfde volumegewicht

Wanneer de leiding onder water ligt en de grondwaterstand wordt verhoogd wordt is een andere gronddekking boven de leiding vereist. Hiervoor geldt dezelfde berekening als de voorgaande berekening met de leiding net onder water. Uitgaande van een grondwaterstand op maaiveldhoogte (zie figuur 4.3) is het effectieve volumegewicht $6,5 \text{ kN/m}^3$ ($16,5 \text{ kN/m}^3 - 10,0 \text{ kN/m}^3$). Hieruit volgt een maximaal benodigde dekking boven de leiding van 1,2 m. De huidige gronddekking is 1,6 m en voldoet dus aan deze eis.



Figuur 4.3 Principe opdrijven lege leiding. De grondbelasting zoals deze wordt weergegeven is de benodigde belasting tegen opdrijven. Links leiding net onder grondwaterstand. Rechts leiding onder grondwaterstand. Grondwaterstand gelijk aan maaiveld

Kenmerk R001-4822163EDW-tsz-V01-NL

5 Monitoringsplan

Bij een peilverhoging is het wenselijk inzicht te krijgen in de huidige geohydrologische situatie en de werkelijke geohydrologische effecten in de omgeving van deze peilverhoging. Verder is het van belang door middel van monitoring tijdig onverwachte gevolgen te signaleren. Om dit inzicht te verkrijgen wordt in het navolgende een monitoringsplan ontworpen. Dit monitoringsplan richt zich op de raaien die het meest kritiek zijn. Dit zowel in de zin van de ter plaatse spelende belangen als de verwachte effecten van de peilwijziging.

5.1 Meetlocaties

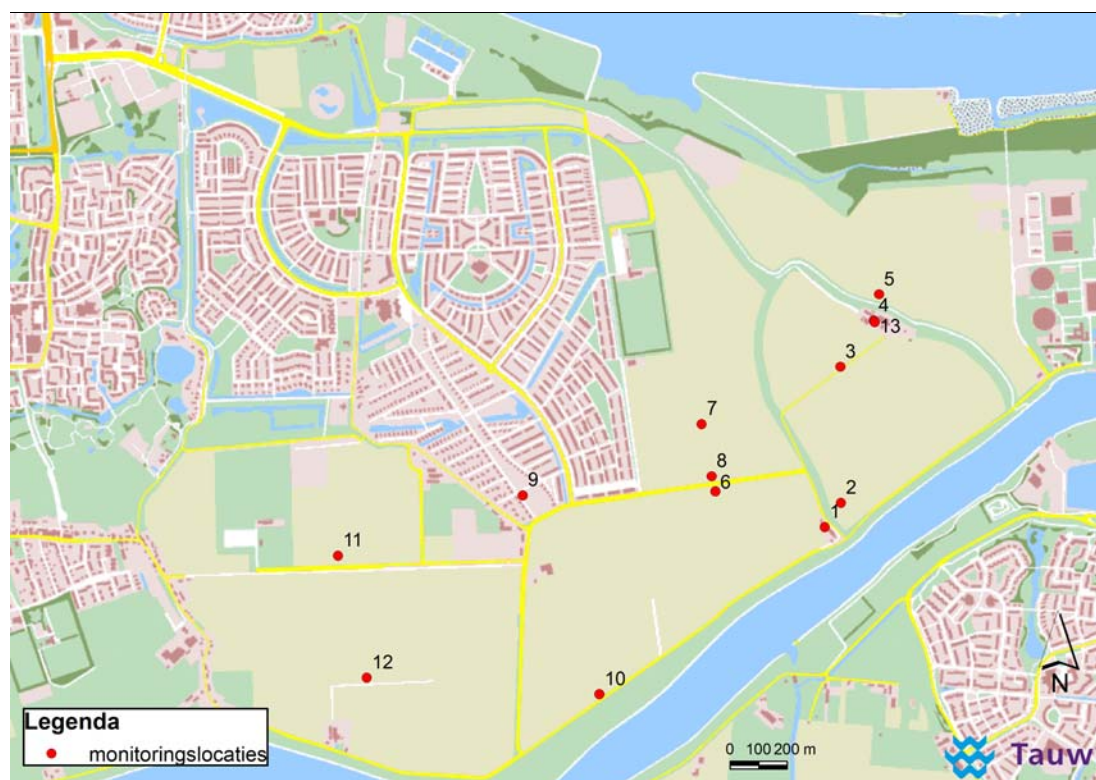
Ter bepaling van de meetlocaties wordt rekening gehouden met de belangen die spelen in het gebied. Hiervoor dient een goede nulsituatie vastgesteld te worden om vervolgens de effecten van de peilopzet te kunnen meten. De voorgestelde monitoringslocaties worden weergegeven in figuur 5.1. De locaties 1 t/m 12 meten de freatische grondwaterstand. Op locatie 13 wordt de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket gemeten. Er is uitgegaan van één meetlocatie per belang. Met uitzondering van de belangen A, B en C. Hier wordt in het onderstaand op ingegaan.

Belang A

Door de afwezigheid van een laagwatersloot aan de noordzijde van de zandweg zijn hier twee peilbuizen geplaatst (nummer 7 en 8).

Belangen B en C

Ter plaatse van de doorsnede van de kritieke locaties B en C worden meer meetlocaties aanbevolen. Hierdoor wordt voorzien in de behoefte naar meer informatie over de huidige geohydrologische situatie. Ter plaatse van peilbuizen 4 en 13 is een TNO-peilbuis aanwezig (B37G0828). Deze kan mogelijk gebruikt worden in het meetnet. Wel dient te worden gecontroleerd of, zoals aan de filterstelling ontleend wordt, de diepe peilbuis inderdaad in het eerste watervoerende pakket staat. Dit staat ter discussie door de afwijkende waarden zoals deze uit de digitale grondwaterkaart en de meetresultaten van deze peilbuis blijkt.



Figuur 5.1 Locaties monitoringplan

5.2 Meetperiode/frequentie

Een meetfrequentie van eens in de drie uur wordt aanbevolen. Op deze manier wordt niet alleen inzage gegeven in de langdurige effecten, maar ook een mogelijke variatie gedurende de dag in de grondwaterstand/stijghoogte zichtbaar. Hierbij blijft de hoeveelheid metingen beperkt.

Wanneer gekozen wordt voor handmetingen wordt de meetfrequentie nog verder gereduceerd. Hierdoor gaat informatie verloren en wordt het dus afgeraden handmatig te meten.

Voor een duidelijk beeld van de effecten is het nodig om een goede referentie situatie vast te stellen. Daarom moeten de metingen zo ver mogelijk voor de peilverhoging te starten. Hierbij kan een minimum van één jaar worden aangehouden om inzicht te krijgen in de grondwaterstanden/stijghoogten gedurende een jaar. Echter, een langere periode is wenselijk aangezien ieder jaar door verschillende weersomstandigheden andere meetresultaten kan opleveren. Een meetreeks over een aantal jaren geeft daarom een completer beeld. Dit alles maakt het mogelijk een goed vergelijk te maken tussen de huidige situatie (nulsituatie) en de toekomstige situatie met de peilverhoging.

Voor een goed beeld van de nieuwe situatie wordt aanbevolen vijf jaren te meten. Deze periode is gebaseerd op verschillen in klimatologische jaren die effect kunnen hebben op de geohydrologische situatie gedurende de jaren. Wanneer een periode van vijf jaren wordt gemeten ontstaat een compleet beeld van de effecten.

5.3 Meettechniek

Hydrostatische metingen

Wanneer automatisch wordt gemeten kan gekozen worden voor hydrostatische meetinstrumenten. Deze hydrostatische meetinstrumenten hangen onder de waterspiegel en meten hoe ver zij zich onder het water bevinden, door verschillen in druk te registreren. Een vertaling vindt plaats naar de waterstand ten opzichte van een bepaald referentiepunt (bijvoorbeeld NAP of maaiveld).

5.4 Verzend/verzamel techniek

Telemetrisch of handmatig

De data van de meetapparatuur kan zowel handmatig als telemetrisch worden opgehaald. Handmatig betekent om een bepaalde periode langs de meetapparatuur gaan om de data uit te lezen. Telemetrisch betekent dat de data periodiek (bijvoorbeeld dagelijks) wordt verstuurd naar een hoofdpst door middel van een GSM-verbinding. Deze hoofdpst is te benaderen door de gebruiker die de data kan downloaden en direct kan zien of het systeem in storing staat of niet. Hierdoor gaan minder gegevens verloren. Door het dagelijkse inzicht van de werking van het systeem en de up-to-date beschikbaarheid van data wordt vanuit technisch oogpunt hier de voorkeur aan telemetrische dataoverdracht gegeven. De kostentechnische afweging kan gemaakt worden op basis van de later in dit hoofdstuk gegeven kostenraming.

5.5 Programma van Eisen

Peilbuizen

Plaatsing van de Peilbuizen dient te geschieden conform NEN-5766.

- Van elk meetpunt dient een boorbeschrijving te worden gemaakt inclusief de diepte waarop het filter is afgesteld. Deze boorbeschrijving opnemen in het logboek
- Voorzie het meetpunt van een label met meetpunt nummer conform de locatietabel, gegevens eigenaar en het betreffende telefoonnummer
- Stem de buisdiameter en de behuizing af op de beoogde meetapparatuur
- Vandalismebestendig en afsluitbaar afwerken
- Afwerken zodanig dat bijvoorbeeld geen verzakkingen of andere versturende veranderingen op de locatie waarneembaar zijn
- Bij het plaatsen van de peilbuizen moet rekening gehouden worden dat zowel de zomer- als de wintergrondwaterstanden geregistreerd kunnen worden

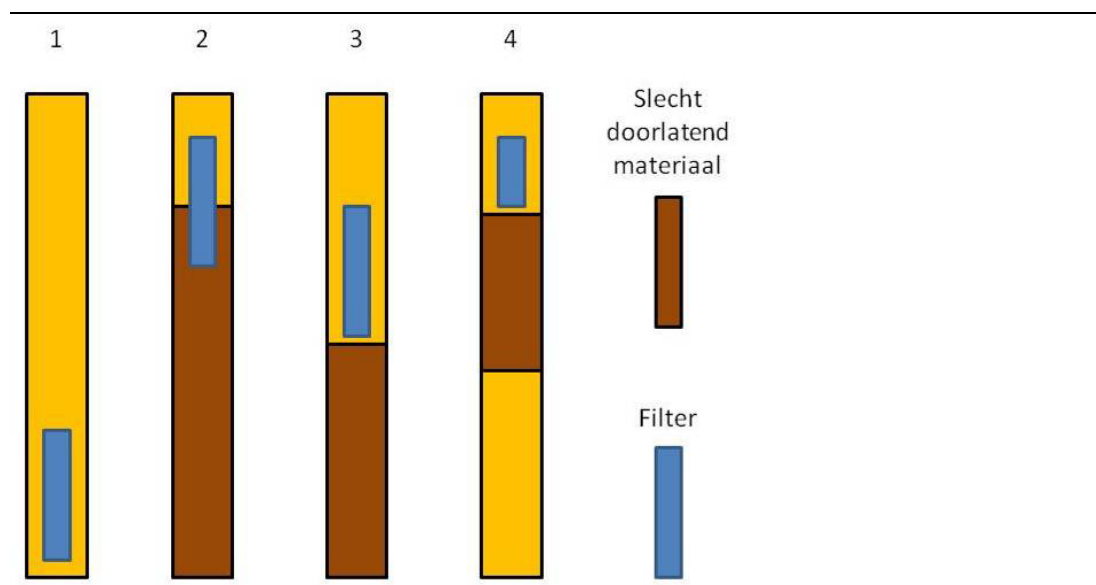
De peilbuis moet over de volgende kenmerken beschikken:

- Materiaal: PVC of HDPE. Enkel vormvaste en luchtdichte verlijming is toegestaan
- Omstorting: minimaal 10 cm grind. Dit betekent dat rond de peilbuis een omstorting van grind moet komen met een dikte van 5 cm
- Filterkous
- Afdichting boven het filter rond de peilbuis: Bentoniet
- Afwerking: behuizing afwerken op een na afwerking bereikbare hoogte en voorzien van label

Filterstelling

Het filter mag niet onder een slecht doorlatende (klei of veen) laag worden geplaatst¹.

De filterstelling is dus altijd afhankelijk van de lokale bodemopbouw en moet bij plaatsing van de peilbuis worden vastgesteld. Hiervoor zijn in figuur 5.2 richtlijnen opgenomen.



Figuur 5.2 Instructie filterstelling bij wisselende bodemopbouw

De exacte filterstelling is afhankelijk van de aangetroffen bodemopbouw. Hieronder worden enkele algemene instructies gegeven voor het plaatsen van freatische peilbuizen in gebieden met slecht doorlatende gronden, zie ook figuur 5.2.

1. Uitgangspunt is dat er 1,5 m filter wordt geplaatst tussen 1 en 2,5 m –mv
2. Bij een klei, leem en/of veenpakket binnen 0,5 tot 2,5 m diepte moet het onderste deel van het filter in deze laag, het bovenste deel in het zand

¹ De grondwaterstijghoogte kan onder een slecht doorlatende laag anders verlopen dan erboven. Tevens kan er sprake zijn van een zogenaamde schijngrondwaterstand die wel moet worden geregistreerd.

3. Bij een klei, leem en/of veenpakket beginnend op 1,5 à 2 m of dieper moet het filter worden aangebracht boven deze laag. Het filter kan dan wel periodiek droogvallen
4. Bij een klei, leem en/of veenpakket van beperkte dikte kan afhankelijk van hoe ver de laag begint onder maaiveld een halve meter filter boven deze laag worden geplaatst

Het beoordelen van de diepte van de filters wordt overgelaten aan de boormeester. Waarbij als uitgangspunt geldt dat de filterstelling zodanig wordt afgesteld dat de stijghoogte in de peilbuis een representatieve weergave is van de freatische grondwaterstand op de betreffende locatie.

Inmeten

De hoogte van de peilbuis ten opzichte van NAP en de locatie op basis van Rijksdriehoekskoördinaten dienen te worden ingemeten voor de verwerking van de gegevens. Voor elke meetlocatie moet worden vastgesteld waar de dichtstbijzijnde NAP-bout is. Vanaf dit punt moet de bovenkant peilbuis ten opzichte van NAP worden bepaald. De hoogtemaat van de peilbuizen moet worden ingemeten met een aantoonbare nauwkeurigheid van +/- 15 mm (een bandbreedte van 30 mm dus). Uit het meetrapport moet blijken dat deze nauwkeurigheid is bereikt. Andere inmeetmethoden zijn ook mogelijk indien wordt voldaan aan de nauwkeurigheid van +/-15 mm.

5.6 Kostenraming

In de onderstaande tabellen worden de kosten voor drie verschillende invullingen van het meetnet vastgesteld voor verschillende meetperioden (5 jaar en 10 jaar). In het onderstaande is aangegeven op basis waarvan de kosten zijn vastgesteld. De kosten zijn daarmee berekend op basis van marktconforme uurtarieven en globale kosten kentallen voor componenten en diensten zoals Tauw die in de praktijk bij andere projecten tegenkomt.

Uitgangspunten

Handmatig meten

- Tweemaal per maand handmatig alle peilbuizen registreren
- Tweemaal per jaar gegevensoverdracht
- Eén keer per jaar een korte analyse, na meetperiode afsluitende analyse

Automatisch meten

- Drie keer per uur registreren
- Vier keer per jaar uitlezen en gegevens overdracht
- Eén keer per jaar een korte analyse, na meetperiode afsluitende analyse

Volautomatisch meten

- Drie keer per uur registreren
- Dagelijks gegevensoverdracht
- Eén keer per jaar een korte analyse, na meetperiode afsluitende analyse

Tabel 5.1 Kosten meetnet bij meetperiode van vijf jaar (EUR)

	Handmatig	Automatisch	Volautomatisch
Investeringskosten			
Aanleg meetpunten	6.500,00	6.500,00	6.500,00
Meetapparatuur	100,00	8.500,00	10.500,00
Inmeten	500,00	500,00	500,00
Exploitatiekosten			
Uitlezen	72.000,00	12.000,00	5.000,00
Onderhoud	500,00	1.500,00	5.000,00
Samenvatting			
Totaal over meetperiode (5 jaar)	79.600,00	29.000,00	27.500,00
Totaal per jaar	15.920,00	5.800,00	5.500,00

Tabel 5.2 Kosten meetnet bij meetperiode van tien jaar (EUR)

	Handmatig	Automatisch	Volautomatisch
Investeringskosten			
Aanleg meetpunten	6.500,00	6.500,00	6.500,00
Meetapparatuur	100,00	8.500,00	10.500,00
Inmeten	500,00	500,00	500,00
Exploitatiekosten			
Uitlezen	144.000,00	24.000,00	10.000,00
Onderhoud	1.000,00	3.000,00	10.000,00
Samenvatting			
Totaal over meetperiode (10 jaar)	152.100	42.500,00	37.500,00
Totaal per jaar	15.210,00	4.250,00	3.750,00

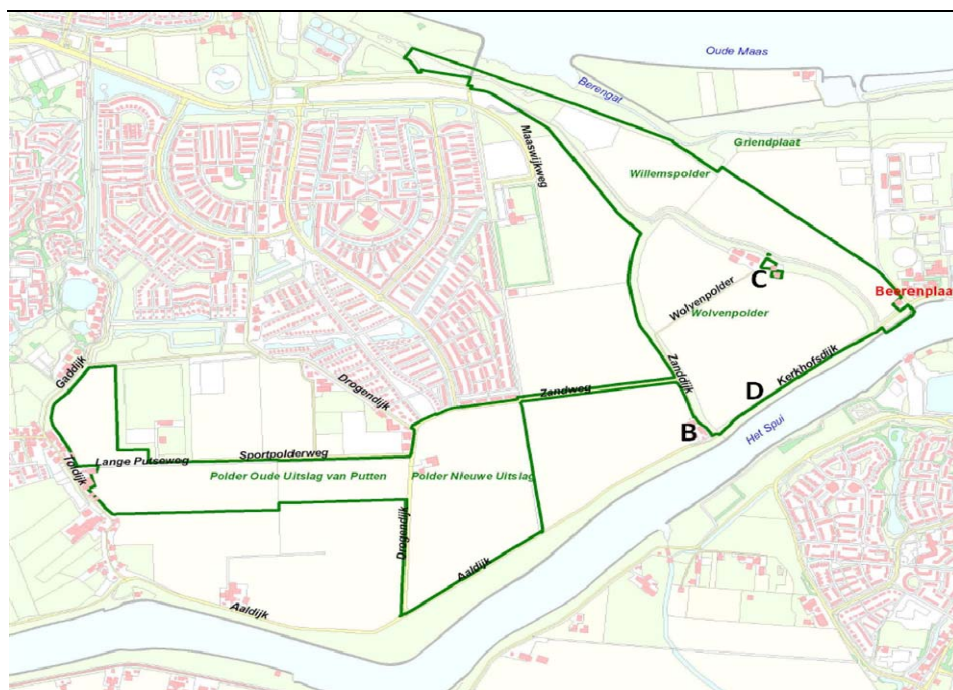
6 Conclusies

6.1 Conclusies

Effecten op belangen

Geconcludeerd wordt dat bij de meeste belangen geen problemen worden verwacht. Met uitzondering van de volgende locaties (zie figuur 6.1):

- B (Woning + Perceel op de hoek van de Zanddijk / Aaldijk):
 - Hier vindt een verwachte stijging van de grondwaterstand van 30 cm plaats
- C (Woningen gelegen in de Wolvenpolder):
 - Hier vindt een verwachte stijging van de grondwaterstand van 7 cm plaats
- D (Evides transportleiding gelegen in de teen van de Kerkhofsdijk):
 - Hier vindt een verwachte stijging van de grondwaterstand van circa 50 cm plaats



Figuur 6.1 Overzicht belangen B, C en D.

Bij de belangen B en D ligt het verschil ver boven het over het algemeen aanvaardbare verschil van 5 cm. Bij belang C ligt het verschil enkele cm boven deze aanvaardbare 5 cm. Omdat gerekend is met het worstcase scenario wordt verwacht dat het verschil in werkelijkheid minder zal zijn. Uit de extra analyses blijkt dat ter plaatse van belang C mogelijk een grotere grondwaterstandstijging plaatsvindt. Een beter inzicht in de geohydrologische situatie ter plaatse van doorsnede B-C kan het model verbeteren.

Inrichting zuidelijk deel Polder Nieuwe Uitslag

Op basis van de modelresultaten is beoordeeld of sprake is van een minimale afstand tussen de Drogendijk en de te graven waterpartij ten oosten hiervan. Geconcludeerd wordt dat geohydrologisch gezien geen restricties gelden voor deze afstand.

Evides-leiding

In de meest extreme situatie waarbij de grondwaterstand op maaiveldhoogte staat is een dekking nodig van 1,2 m boven de leiding. Hierbij wordt uitgegaan van een lege leiding. De huidige gronddekking is overal minimaal 1,6 m en voldoet daarmee aan deze eis.

Literatuur

1. Quick-scan waterbouwkundige en geohydrologische effecten wolvenpolder en groenzone zuid-oost Spijkenisse, Fugro, december 2009
2. Geotechnisch en geohydrologisch onderzoek Groenzone Zuidoost te Spijkenisse, Tussen resultaten, Fugro, november 2011.
3. www.dinoloket.nl
4. Grondwaterkaart van Nederland, GWK 25 Rotterdam, TNO 2002.
5. DO water Oude en Nieuwe Uitslag van Putten,
6. Offerteverzoek Dienst Landelijk Gebied, kenmerk: SRWP/2011/40163
7. Provinciale database grondwateronttrekkingen

Bijlage

1

Bodemopbouw

Belang A.

De boringen die in de buurt liggen van de locatie van belang A, zijn: B37G0423 en B37G2229. Deze boringen zijn afkomstig uit het DINOLOKET.

Tabel A.1 Boring B37G0423

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.35	geen monster
0.35	0.82	klei, sterk siltig
0.82	2.01	klei, matig siltig
2.01	3.50	klei, sterk siltig
3.50	5.19	klei, matig siltig
5.19	5.66	klei, matig siltig
5.66	7.09	klei, matig siltig
7.09	8.45	klei, matig siltig
8.45	9.88	veen, mineraalarm
9.88	10.18	klei, zwak siltig, zwak humeus
10.18	10.75	zand, matig siltig
10.75	11.65	zand, matig siltig

Tabel A.2 Boring B37G2229

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.80	klei
0.80	2.10	klei, sterk siltig
2.10	2.30	klei, zwak siltig, matig humeus
2.30	3.00	veen
3.00	3.30	veen
3.30	3.50	veen
3.50	3.80	klei, zwak siltig
3.80	4.60	klei, zwak siltig, matig humeus
4.60	6.80	klei, zwak siltig
6.80	9.60	klei, matig siltig, zwak zandig
9.60	11.00	klei, zwak siltig, zwak humeus
11.00	14.00	klei, matig siltig, zandig
14.00	14.80	zand
14.80	16.00	zand
16.00	17.50	zand, zwak grindig
17.50	18.80	zand, zwak grindig
18.80	19.20	zand, grindig

Belang B

De boringen die in de buurt liggen van de locatie van belang B, zijn: B37G2229 en DKMKR24.9. De boring B37G2229 is afkomstig van DINOLOKET en boring DKMKR24.9 is afkomstig uit een rapport van Fugro (1209-0017-001.R02).

Tabel B.1 Boring B37G2229

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.80	klei
0.80	2.10	klei, sterk siltig
2.10	2.30	klei, zwak siltig, matig humeus
2.30	3.00	veen
3.00	3.30	veen
3.30	3.50	veen
3.50	3.80	klei, zwak siltig
3.80	4.60	klei, zwak siltig, matig humeus
4.60	6.80	klei, zwak siltig
6.80	9.60	klei, matig siltig, zwak zandig
9.60	11.00	klei, zwak siltig, zwak humeus
11.00	14.00	klei, matig siltig, zandig
14.00	14.80	zand
14.80	16.00	zand
16.00	17.50	zand, zwak grindig
17.50	18.80	zand, zwak grindig
18.80	19.20	zand, grindig

Tabel B.2 Boring DKMKR24.9

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.50	zand, vast/zand, kleiig
0.50	1.25	veen/potklei
1.25	1.50	grond, zeer stijf, fijnkorrelig
1.50	2.55	klei, siltig/leem
2.55	4.05	veen/potklei
4.05	4.45	klei, siltig/leem
4.45	4.73	zand, siltig tot leem
4.73	8.20	klei, siltig/leem
8.20	10.72	zand, zwak siltig tot siltig
10.72	12.23	klei, siltig/leem
12.23	14.23	zand, siltig tot leem
14.23	14.40	zand, zwak siltig tot siltig
14.40	15.12	zand, siltig tot leem
15.12	17.43	zand, zwak siltig tot siltig
17.43	20.68	klei, siltig/leem
20.68	21.00	zand, zwak siltig tot siltig
21.00	21.75	zand, siltig tot leem
21.75	22.00	klei, siltig/leem
22.00	22.18	zand, siltig tot leem
22.18	22.68	klei, siltig/leem
22.68	29.11	zand, siltig tot leem
29.11	29.61	klei, siltig/leem

Belang C

De boringen die in de buurt liggen van de locatie van belang C, zijn: B37G2252 en DKMKR26.7. De boring B37G2252 is afkomstig van DINOLOKET en boring DKMKR26.7 is afkomstig uit een rapport van Fugro (1209-0017-001.R01_V2).

Tabel C.1 Boring B37G2252

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.30	geen monster
0.30	1.05	klei, zwak zandig
1.05	1.91	klei, matig siltig
1.91	4.94	klei, sterk siltig
4.94	6.56	klei, matig siltig, zwak humeus
6.56	7.26	klei, zwak zandig
7.26	7.57	klei, matig siltig
7.57	8.58	klei, sterk siltig
8.58	8.98	veen, mineraalarm
8.98	9.39	veen, sterk kleilig
9.39	9.94	veen, mineraalarm
9.94	10.19	veen, sterk kleilig
10.19	10.55	klei, matig siltig, zwak humeus
10.55	11.16	zand, sterk siltig
11.16	14.28	klei, sterk zandig
14.28	14.80	zand, sterk siltig

Tabel C.2 Boring DKMKR26.7

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	1.30	zand, vast/zand, kleilig
1.30	4.10	klei, siltig/leem
4.10	4.60	klei, zwak siltig tot siltig
4.60	5.35	veen of potklei
5.35	6.15	klei, siltig/leem
6.15	6.75	veen of potklei
6.75	6.95	klei, zwak siltig tot siltig
6.95	7.70	zand, zwak siltig tot siltig
7.70	8.30	klei, zwak siltig tot siltig
8.30	8.75	veen of potklei
8.75	11.00	klei, zwak siltig tot siltig
11.00	11.30	klei, siltig/leem
11.30	12.90	zand, zwak siltig tot siltig
12.90	15.40	zand, siltig tot leem
15.40	15.90	zand, zwak siltig tot siltig
15.90	16.50	zand, siltig tot leem
16.50	19.00	zand, zwak siltig tot siltig
19.00	20.75	zand, siltig tot leem
20.75	22.00	klei, siltig/leem
22.00	24.88	zand, zwak siltig tot siltig

Belang D

De boringen die in de buurt liggen van de locatie van belang D, zijn: B37G2200 en DKMKR25.1. De boring B37G2200 is afkomstig van DINOLOKET en boring DKMKR25.1 is afkomstig uit een rapport van Fugro (1209-0017-001.R02).

Tabel D.1 Boring B37G2200

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.72	klei, matig siltig, zwak humeus
0.72	1.24	klei, matig siltig
1.24	1.82	klei, sterk siltig
1.82	2.50	klei, matig siltig
2.50	3.22	klei, zwak zandig
3.22	4.16	zand, zwak siltig
4.16	6.30	zand, zwak siltig
6.30	7.03	veen
7.03	7.36	klei, zwak siltig, matig humeus
7.36	8.32	zand, matig siltig
8.32	8.85	zand, matig siltig
8.85	10.11	zand, zwak siltig
10.11	10.57	zand, zwak siltig
10.57	12.53	zand, zwak siltig
12.53	13.17	zand, matig siltig
13.17	14.58	zand, zwak siltig
14.58	15.92	zand, zwak siltig
15.92	19.77	zand, zwak siltig
19.77	21.24	zand, zwak siltig
21.24	22.07	zand, zwak siltig
22.07	22.25	zand, zwak siltig

Tabel D.2 Boring DKMKR25.1

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	1.10	zand, vast /zand, kleiig
1.10	1.35	klei, siltig/leem
1.35	1.85	zand, vast /zand, kleiig
1.85	3.50	klei, siltig/leem
3.50	4.35	veen of potklei
4.35	5.10	klei, siltig/leem
5.10	6.90	veen of potklei
6.90	7.40	klei, zwak siltig tot siltig
7.40	8.40	veen of potklei
8.40	10.15	klei, zwak siltig tot siltig
10.15	11.35	zand, siltig tot leem
11.35	20.85	zand, zwak siltig tot siltig
20.85	21.10	klei, siltig/leem
21.10	21.35	zand, siltig tot leem
21.35	21.85	klei, siltig/leem
21.85	23.10	zand, siltig tot leem
23.10	24.84	zand, zwak siltig tot siltig

Belang F

De boringen die in de buurt liggen van de locatie van belang F, zijn: B37G0423 en B37G2229. Deze boringen zijn afkomstig uit het DINOLOKET.

Tabel F.1 Boring B37G0423

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.35	geen monster
0.35	0.82	klei, sterk siltig
0.82	2.01	klei, matig siltig
2.01	3.50	klei, sterk siltig
3.50	5.19	klei, matig siltig
5.19	5.66	klei, matig siltig
5.66	7.09	klei, matig siltig
7.09	8.45	klei, matig siltig
8.45	9.88	veen, mineraalarm
9.88	10.18	klei, zwak siltig, zwak humeus
10.18	10.75	zand, matig siltig
10.75	11.65	zand, matig siltig

Tabel F.2 Boring B37G2229

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.80	klei
0.80	2.10	klei, sterk siltig
2.10	2.30	klei, zwak siltig, matig humeus
2.30	3.00	veen
3.00	3.30	veen
3.30	3.50	veen
3.50	3.80	klei, zwak siltig
3.80	4.60	klei, zwak siltig, matig humeus
4.60	6.80	klei, zwak siltig
6.80	9.60	klei, matig siltig, zwak zandig
9.60	11.00	klei, zwak siltig, zwak humeus
11.00	14.00	klei, matig siltig, zandig
14.00	14.80	zand
14.80	16.00	zand
16.00	17.50	zand, zwak grindig
17.50	18.80	zand, zwak grindig
18.80	19.20	zand, grindig

Belang G

De boringen die in de buurt liggen van de locatie van belang G, zijn: B37G1112 en 'B25 t/m B29'. De boring B37G1112 is afkomstig uit het DINOLOKET en de boring B25 t/m B29 is afkomstig uit een rapport van Fugro (1209-0017-001.R01_V2).

Tabel G.1 Boring B37G1112

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	1.35	klei, sterk siltig, matig zandig
1.35	1.60	klei, matig siltig
1.60	1.80	gyttja
1.80	1.90	gyttja
1.90	2.40	veen
2.40	3.60	klei
3.60	5.40	klei
5.40	5.70	klei, matig siltig
5.70	12.40	zand, sterk siltig

Tabel G.2 Boring B25 t/m B29

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.30	klei, sterk siltig, zwak humeus, resten wortels
0.30	0.80	klei, matig siltig
0.80	1.30	klei, sterk siltig
1.30	2.00	klei, matig siltig
Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.40	klei, uiterst siltig, matig humeus, resten wortels
0.40	0.70	klei, sterk siltig, puin
0.70	1.20	klei, sterk siltig
1.20	2.00	klei, matig siltig, roest
Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.30	klei, sterk siltig, zwak humeus, resten wortels
0.30	0.80	klei, uiterst siltig
0.80	1.10	klei, sterk siltig
1.10	1.50	klei, zwak zandig
1.50	2.00	zand, zeer fijn, matig siltig
Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.30	klei, uiterst siltig, zwak humeus, resten wortels
0.30	0.80	klei, sterk siltig, roest
0.80	1.50	klei, sterk siltig
1.50	2.00	klei, matig siltig
Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.30	klei, uiterst siltig, zwak humeus
0.30	0.80	klei, uiterst siltig
0.80	1.30	klei, sterk siltig, roest
1.30	1.70	klei, sterk siltig, roest
1.70	2.00	klei, matig siltig

Belang H

De boring die in de buurt ligt van de locatie van belang H, is: B37G1112. Deze boring is afkomstig uit het DINOLOKET.

Tabel H.1 Boring B37G1112

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	1.35	klei, sterk siltig, matig zandig
1.35	1.60	klei, matig siltig
1.60	1.80	gyttja
1.80	1.90	gyttja
1.90	2.40	veen
2.40	3.60	klei
3.60	5.40	klei
5.40	5.70	klei, matig siltig
5.70	12.40	zand, sterk siltig

Belang I

De boring die in de buurt ligt van de locatie van belang I, is: B37G1112. Deze boring is afkomstig uit het DINOLOKET.

Tabel I.1 Boring B37G1112

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	1.35	klei, sterk siltig, matig zandig
1.35	1.60	klei, matig siltig
1.60	1.80	gyttja
1.80	1.90	gyttja
1.90	2.40	veen
2.40	3.60	klei
3.60	5.40	klei
5.40	5.70	klei, matig siltig
5.70	12.40	zand, sterk siltig

Belang J

De boringen die in de buurt liggen van de locatie van belang J, zijn: B37G0411 en DKMKR23.9. De boring B37G0411 is afkomstig van DINOLOKET en boring DKMKR23.9 is afkomstig uit een rapport van Fugro (1209-0017-001.R02).

Tabel J.1 Boring B37G0411

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	1.25	klei
1.25	2.25	klei, zandig
2.25	2.90	klei, matig siltig, matig humeus
2.90	4.25	veen
4.25	5.25	klei, zwak siltig
5.25	6.50	klei, zwak siltig
6.50	13.25	zand, kleiig
13.25	16.25	zand, kleiig
16.25	17.25	klei, ster siltig, zandig
17.25	23.25	zand
23.25	24.25	zand, grindig
24.25	25.25	zand, grindig
25.25	26.25	zand
26.25	27.25	zand
27.25	28.25	zand
28.25	31.25	zand
31.25	32.25	zand
32.25	33.25	zand
33.25	34.25	zand
34.25	35.25	zand
35.25	38.25	klei, zwak siltig, zandig, zwak humeus
38.25	39.25	zand
39.25	40.25	zand, zwak grindig
40.25	41.25	klei, zwak siltig
41.25	42.25	zand
42.25	51.25	klei, matig siltig, zwak zandig
51.25	53.25	zand
53.25	55.25	klei, zwak siltig
55.25	59.25	zand, zwak kleiig

Tabel J.2 Boring DKMKR23.9

Bovenkant laag (m beneden maaiveld)	Onderkant laag (m beneden maaiveld)	Grond-structuur
0.00	0.83	zand, vast/zand, kleiig
0.83	1.33	veen of potklei
1.33	1.80	zand, zwak siltig tot siltig
1.80	4.33	veen of potklei
4.33	5.33	klei, siltig/leem
5.33	5.58	klei, zwak siltig tot siltig
5.58	6.10	klei, siltig/leem
6.10	7.33	klei, zwak siltig tot siltig
7.33	8.83	klei, siltig/leem
8.83	12.83	klei, zwak siltig tot siltig
12.83	13.35	veen of potklei
13.35	17.83	klei, zwak siltig tot siltig
17.83	18.83	veen of potklei
18.83	20.73	zand, siltig tot leem
20.73	20.93	klei, zwak siltig tot siltig
20.93	21.53	zand, siltig tot leem
21.53	24.50	zand, zwak siltig tot siltig
24.50	25.08	zand, siltig tot leem