

Geohydrologisch onderzoek Nieuwe Driemanspolder

Definitief

Projectorganisatie Nieuwe Driemanspolder

Grontmij Nederland B.V.
Houten, 12 november 2009

Verantwoording

Titel : Geohydrologisch onderzoek Nieuwe Driemanspolder
Subtitel :
Projectnummer : 267010
Referentienummer : I&M-1009186-AP
Revisie : D1
Datum : 12 november 2009

Auteur(s) : A. Pieters MSc, drs M. Kramer
E-mail adres : Waterbouw@grontmij.nl
Gecontroleerd door : ir. W. de Haan
Paraaf gecontroleerd :
Goedgekeurd door : drs. N.M. Kruyt
Paraaf goedgekeurd :
Contact : De Molen 48
3994 DB Houten
Postbus 119
3990 DC Houten
T +31 30 634 47 00
F +31 30 637 94 15
midwest@grontmij.nl
www.grontmij.nl

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	4
1.1	Nieuwe Driemanspolder als waterberging.....	4
1.2	Doel geohydrologisch onderzoek.....	4
2	Huidige situatie.....	5
2.1	Algemene gegevens.....	5
2.1.1	Maaiveld.....	5
2.1.2	Bodemopbouw.....	5
2.1.3	Polderpeilen.....	6
2.1.4	Grondwater.....	6
2.2	Modelschematisatie.....	6
2.2.1	Opbouw van het model.....	6
2.2.2	Uitgangspunten.....	7
2.2.3	Randvoorwaarden.....	7
2.2.4	Kalibratie en gevoeligheden.....	8
3	Toekomstige situatie.....	9
3.1	Algemene gegevens.....	9
3.1.1	Maaiveld.....	9
3.1.2	Kades.....	9
3.1.3	Oppervlaktewaterpeilen.....	9
3.2	Modelschematisatie.....	10
3.2.1	Uitgangspunten.....	10
3.2.2	Randvoorwaarden.....	10
3.3	Resultaten toekomstige situatie.....	10
3.3.1	Noord-Zuid profiel (I).....	10
3.3.2	West-Oost profiel (II).....	12
3.4	Analyse risicodossier.....	13
4	Conclusies en aanbevelingen.....	15
4.1	Conclusies.....	15
4.2	Aanbevelingen.....	15
	Bijlage 1 Modelopbouw.....	15

1 Inleiding

1.1 Nieuwe Driemanspolder als waterberging

De projectorganisatie Nieuwe Driemanspolder is voornemens om de Nieuwe Driemanspolder in te richten als natuur-, recreatie- en waterbergingsgebied. In de projectorganisatie zijn de Hoogheemraadschappen van Rijnland en Delfland, de gemeenten Zoetermeer, Leidschendam-Voorburg en Den Haag en de provincie Zuid-Holland vertegenwoordigd. Ten aanzien van de waterberging wordt onderscheid gemaakt tussen seizoensberging en piekberging.

Seizoensberging houdt in dat het neerslagoverschot in de winter zoveel mogelijk wordt vastgehouden ter overbrugging van het neerslagtekort in de zomerperiode. Het flexibele waterpeil varieert tussen NAP -4,35 m en NAP -4,85 m. Dat is 1,0 à 1,5 m hoger dan de huidige waterpeilen in de nieuwe Driemanspolder.

Bij extreem grote neerslagsituaties dient de Nieuwe Driemanspolder tevens als piekberging voor in totaal 2,0 miljoen m³ water, waarvan 1,7 miljoen m³ uit Rijnlands boezem en 0,3 miljoen m³ uit Delflands boezem. Deze situatie treedt statistisch eenmaal in de 25 jaar op. Het maximaal optredende waterpeil bij piekberging is NAP -3,25 m, ofwel circa 2,5 m hoger dan het huidige winterpeil in de polder.

Voor het bergen van grote hoeveelheden water wordt rondom de waterplas een kade aangelegd. De kade bevindt zich op enige afstand van de bestaande bebouwing.

1.2 Doel geohydrologisch onderzoek

Voor de Nieuwe Driemanspolder is er reeds een milieueffectrapportage (MER) opgesteld. In het kader van de MER zijn de regionale effecten op de grondwaterstanden in beeld gebracht (Royal Haskoning, 2005).

Het voorliggende rapport bevat de resultaten van het geohydrologische onderzoek naar de locale effecten op de ondiepe grondwaterstanden ten gevolge van de seizoens- en piekberging. Het onderzoek omvat de volgende doelen:

- het inzichtelijk maken van de effecten op de grondwaterstanden ter plaatse van de bestaande bebouwing;
- onderbouwing voor het wel of niet aanleggen van een kwelsloot;
- beantwoording op de punten uit het opgestelde risicodossier die betrekking hebben op de geohydrologie (zie §3.4).

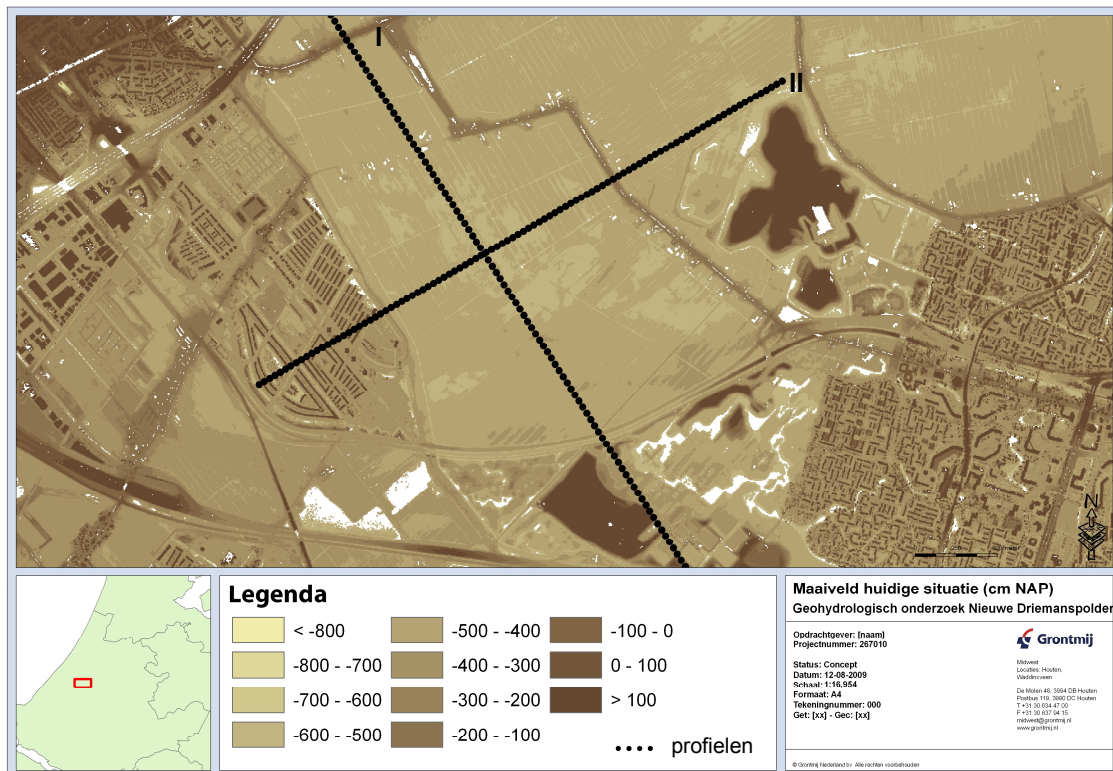
Bij het onderzoek is gebruik gemaakt van het modelleerprogramma SEEP/W.

2 Huidige situatie

2.1 Algemene gegevens

2.1.1 Maaiveld

In figuur 2.1 is de maaiveldhoogte in de huidige situatie weergegeven. Deze maaiveldhoogte is gebaseerd op de Ahn1 van het Hoogheemraadschap van Rijnland.



Figuur 2.1 Maaiveldhoogte huidige situatie en profiellijnen

De maaiveldhoogte varieert in de polder van NAP -4,35 m in het noorden tot NAP -5,60 m in het midden van het studiegebied. Ter plaatse van de bebouwing loopt de maaiveldhoogte geleidelijk aan op tot circa NAP -1,00 m.

2.1.2 Bodemopbouw

Aan de hand van boringen en sonderingen is een ondiepe bodemschematisatie opgesteld (zie Tabel 2.1).

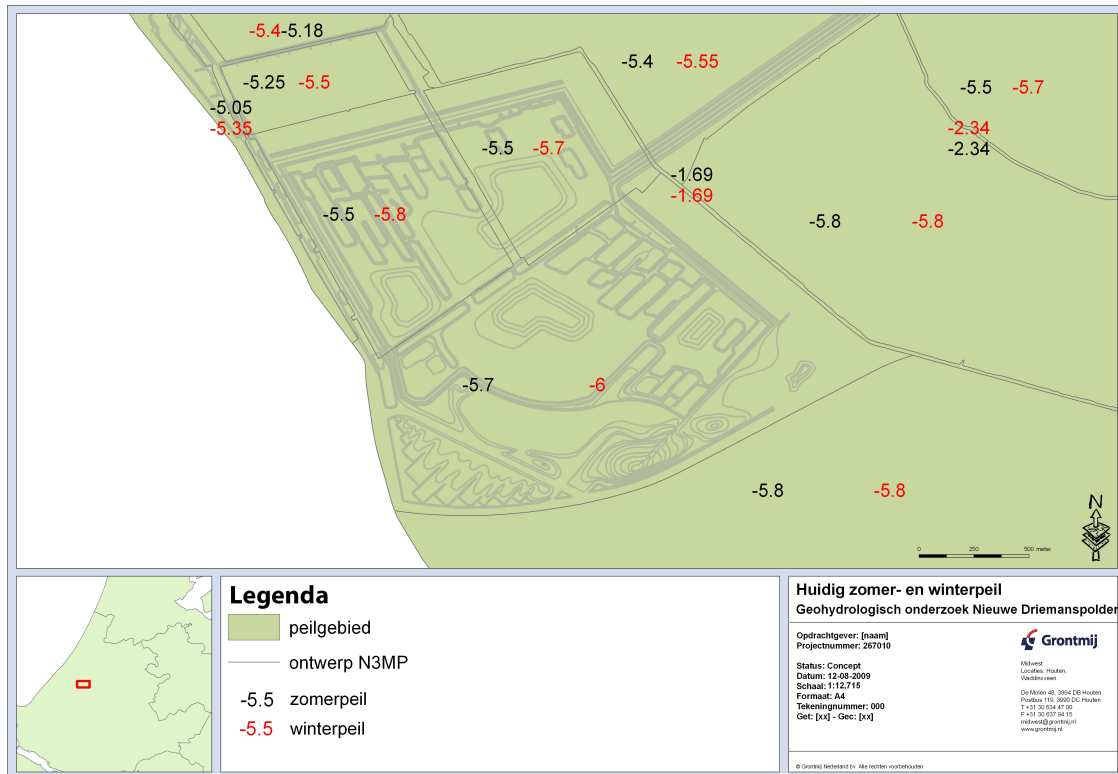
Tabel 2.1 Bodemschematisatie

Diepte (m t.o.v. NAP)	Samenstelling
mv tot -7,70	Klei, matig siltig, matig humeus
-7,70 tot -7,80	Veen, zwak kleilig
-7,80 tot -10,80	Klei, sterk siltig, zwak humeus
-10,80 tot -11,60	Veen, zwak kleilig
-11,60 tot -13,30	Klei, sterk siltig, matig humeus
-13,30 tot -14,20	Basisveen
-14,20 tot verkende diepte	Zand (Pleistoceen)

Globaal bestaat de bodem uit een deklaag van circa 8 à 9 meter. De deklaag bestaat voornamelijk uit klei afgewisseld met een enkele dunne veenlaag. Zeer plaatselijk komen er tussen-zandlagen voor. Aan de onderzijde van de deklaag bevindt zich het basisveen. Het eerste watervoerend pakket begint op ongeveer NAP -14,0 m.

2.1.3 Polderpeilen

In de huidige situatie is het gebied onderverdeeld in verschillende peilgebieden. Deze peilgebieden zijn weergegeven in figuur 2.2.



Figuur 2.2 Huidige polderpeilen

Het huidige winterpeil in de Nieuwe Driemanspolder varieert van NAP -5,5 m in het noorden van het gebied tot NAP -6,0 m in het zuiden. Dit betekent dat de huidige drooglegging, de afstand tussen het maaiveld en het polderpeil, tussen de 0,40 m en 1,15 m ligt.

2.1.4 Grondwater

In het studiegebied is één peilbuis bekend in de database van TNO (DINOloket). Deze bevindt zich in het noorden van het gebied.

Aan de hand van de grondwaterkaart van Nederland is de stijghoogte bepaald. De gemiddelde stijghoogte in het eerste watervoerend pakket bedraagt circa NAP -3,70 m in het noorden van het gebied en circa NAP -4,20 m in het zuiden. De grondwaterstroming is dus zuidelijk gericht. Deze stijghoogten komen overeen met de resultaten voor de huidige situatie in de MER-studie van Royal Haskoning (2005). Hierin worden voor het aandachtsgebied stijghoogten berekend tussen de NAP -3,00 m en NAP -5,00 m.

2.2 Modelschematisatie

2.2.1 Opbouw van het model

Voor het in beeld brengen van de locale effecten van de piek- en seizoensberging is een grondwatermodel opgesteld. Daarbij is gebruik gemaakt van de gegevens en resultaten van de MER-studie (Royal Haskoning, 2005). Het aandachtsgebied betreft de Nieuwe Driemanspolder, het zogenoemde Middengebied, en een zone eromheen waar effecten worden verwacht. De

modelgrenzen zijn gebaseerd op de regionale effectberekeningen op de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket van het voorkeursalternatief in het MER (Royal Haskoning, 2005). De grenzen zijn zo gekozen dat ze buiten het invloedsgebied van de waterberging liggen. De effecten worden berekend met behulp van het modelleerprogramma Seep/W, waarmee de effecten in een dwarsprofiel worden berekend en weergegeven.

Het model is opgebouwd uit een deklaag en het eerste watervoerend pakket. De deklaag is onderverdeeld in verschillend klei- en veenlagen zoals beschreven in het deklaagmodel van TNO en boorbeschrijvingen. Deze lagen worden gekarakteriseerd door de horizontale doorlatendheid (k_H) en de ratio tussen de verticale en horizontale doorlatendheid (k_V/k_H). De parameters van de verschillende lagen zijn weergegeven in tabel 2.2. Deze parameters zijn gebaseerd op de parameters die in het gekalibreerde model van de MER-studie zijn gebruikt (Royal Haskoning, 2005).

Tabel 2.2 *Initiële parameters modellagen*

	Klei1	Klei2	Veen	Klei3	Basisveen	Wvp1
k_H (m/dag)	0,08	0,02	0,02	0,02	0,02	37,5
k_V (m/dag)	0,005	0,005	0,005	0,005	0,00027	37,5

De weerstand van de deklaag is gelijk aan het quotiënt van de dikte van de laag en de verticale doorlatendheid. Het basisveen heeft een gemiddelde dikte van 0,80 m, dit komt neer op een weerstand van circa 3000 dagen. De overige lagen hebben een totale dikte van 7 m, dit komt neer op een weerstand van circa 1400 dagen. De totale weerstand van de deklaag is dus 4400 dagen.

In totaal zijn twee profielen gemaakt om het effect in beeld te brengen, een profiel noord-zuid (I) en een profiel oost-west (II) (zie ook figuur 2.1). De uitgangspunten en randvoorwaarden zijn gelijk voor beide profielen. Eerst is voor beide profielen een model van de huidige situatie opgesteld. Vervolgens zijn de effecten van de waterberging in beeld gebracht (zie H3).

2.2.2 Uitgangspunten

- Voor de maaiveldhoogte is het Ahn van Hoogheemraadschap van Rijnland gebruikt
- Bodemschematisatie volgens het deklaagmodel van TNO dat door Royal Haskoning in de MER studie is gebruikt
- De huidige polderpeilen van Hoogheemraadschap van Rijnland
- De huidige situatie is stationair doorgerekend

2.2.3 Randvoorwaarden

- Een grondwateraanvulling (via neerslag) van $\pm 0,001$ m/dag in het onbebouwde gebied
- Voor de stationaire situatie wordt uitgegaan van het hoogste waterpeil bij seizoensberging (NAP -4,35 m); de verschillen tussen het huidige winterpeil en het nieuwe hoogste waterpeil zijn het grootst waardoor de grootste effecten berekend worden. De kans is groot dat de piekberging ook in de winter plaatsvindt.
- De verkaveling bij de bebouwing is in 2D gedimensioneerd door middel van watergangen om de 50 m met drainagebuizen tussen de watergangen. Aan deze watergangen en drains is het winterpeil toegekend als vast peil. Onbekend is of en waar drainagebuizen daadwerkelijk aanwezig zijn. Zónder drainagebuizen worden in het model grondwaterstanden vér boven maaiveld berekend. Dit is niet reëel en duidt erop dat er in het gebied naast de watergangen ook op andere wijze afvoer van grondwater plaatsvindt (hetzij via drainagebuizen, hetzij via greppeltjes of iets dergelijks).
- De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket in profiel I bedraagt NAP -3,00 m aan de noordkant en NAP -4,50 m aan de zuidkant.
- De stijghoogte in het eerste watervoerend pakket in profiel II bedraagt NAP -3,75 m aan zowel de oostkant als de westkant.

2.2.4 Kalibratie en gevoeligheden

Aangezien maar één peilbuis met gegevens ter plaatse is, was directe kalibratie van het model niet mogelijk. Aan de hand van de bodemkaart is een inschatting gemaakt van de grondwaterstanden in het gebied waaraan het model vervolgens is gekalibreerd. Uit deze kalibratie bleek dat het beste resultaat werd verkregen door de eerste kleilaag een hogere horizontale doorlatendheid te geven. Deze hogere doorlatendheid van de toplaag is reëel aangezien door omploegen van de ondiepe ondergrond een kleilaag beter doorlatend wordt.

Voor kalibratie van het model is een gevoeligheidsanalyse uitgevoerd. Hierbij wordt bepaald in hoeverre een verandering van één van de parameters een significante verandering teweegbrengt in de resultaten van het model. Uit de gevoeligheidsanalyse is gebleken dat de weerstand van de deklaag, en met name de individuele weerstand van het basisveen, een gevoelige parameter is. De doorlatendheid van het eerste watervoerend pakket is geen gevoelige parameter (zie ook Royal Haskoning, 2005).

Uit eerdere studies en uit de beschikbare boorgegevens blijkt ter plaatse van de woningen het basisveen aanwezig te zijn. Verder ontbreken zandbanen in de ondergrond ter plaatse van de woningen en bestaat de deklaag naast het basisveen uit een circa 7 m dikke kleilaag. Een weerstand van enkele duizenden dagen voor de totale deklaag is hiermee reëel.

Zoals eerder aangegeven ontbreken meetgegevens van grondwaterstanden om een nauwkeurige kalibratie van het model uit te voeren. Uit de gevoeligheidsanalyse is wel gebleken dat het model reageert op veranderingen in de modelinvoer. De absolute waarde (t.o.v. NAP) van de berekende grondwaterstanden is hiermee enigszins onzeker. Met het model kunnen wel met voldoende zekerheid de effecten van ingrepen t.o.v. de huidige situatie in beeld worden gebracht.

3 Toekomstige situatie

3.1 Algemene gegevens

3.1.1 Maaiveld

Om de seizoens- en piekberging te kunnen realiseren wordt het maaiveld afgegraven of opgehoogd. De mate van afgraven en ophogen is afhankelijk van de functie van het deelgebied. In figuur 3.1 is voor het werkgebied het nieuwe maaiveld weergegeven.



Figuur 3.1 Doelhoogte Nieuwe Driemanspolder (gegevens van DLG)

3.1.2 Kades

Ter bescherming van de bebouwing ten noorden en oosten van het gebied en om de waterberging te kunnen realiseren komen er kades rondom de waterberging. De kades worden opgebouwd uit klei die is vrijgekomen door de ontgravingen in de polder.

3.1.3 Oppervlaktewaterpeilen

In de toekomstige situatie geldt in de Nieuwe Driemanspolder een flexibel peil met lage oppervlaktewaterstanden in de zomer en hoge in de winter:

- Laagste waterpeil bij seizoensberging: NAP -4,85 m,
- Hoogste waterpeil bij seizoensberging: NAP -4,35 m,

- Maximaal waterpeil bij piekberging: NAP -3,25 m.

3.2 Modelschematisatie

3.2.1 Uitgangspunten

- Het gekalibreerde model van de huidige situatie
- De schematisatie van de kades als beschreven in Ontwerprapport Nieuwe Driemanspolder (Grontmij, november 2008). Hierbij wordt de aanname gedaan dat de klei die wordt gebruikt voor de kades, eenzelfde doorlatendheid heeft als de eerste kleilaag van de huidige dek-laag.
- De maximale ontgravingsdiepte is NAP -10,0 m
- De seizoensberging is stationair doorgerekend
- De piekberging is niet-stationair doorgerekend

3.2.2 Randvoorwaarden

- De randvoorwaarden van het model voor de huidige situatie
- Er wordt gebruik gemaakt van het hoogste waterpeil bij seizoensberging (NAP -4,35 m)
- Voor de niet-stationaire situatie wordt een formule ingevoerd uitgaande van een vultijd van 2 dagen, een maximale tijdsduur van het piekpeil van 10 dagen en een leeglooptijd van 5 dagen.

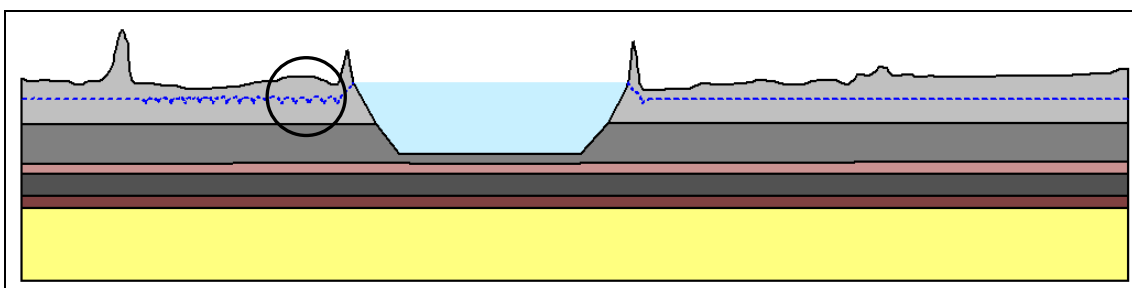
3.3 Resultaten toekomstige situatie

3.3.1 Noord-Zuid profiel (I)

Seizoensberging

Bij seizoensberging komt de freatische grondwaterstand direct achter de kade, in een situatie zonder kwelsloot, aan maaiveld te staan. De 0,05 m invloedslin ligt op circa 100 m van de kruin van de kade. De woningen liggen op circa 150 m van de kruin van de kade. Het effect op de freatische grondwaterstand ter plaatse van de woningen is dus verwaarloosbaar.

In een situatie met kwelsloot blijkt uit vergelijking van de freatische grondwaterstanden tussen de huidige situatie en de stationaire toekomstige situatie dat er bij de teen van de kade en ter plaatse van de woningen geen verandering optreedt tussen de grondwaterstanden als gevolg van de seizoensberging. Dit is te wijten aan de geringe doorlatendheid van de eerste kleilaag en de goede afvoermogelijkheden van het grondwater door de aanwezige sloten.



Figuur 3.2 Seizoensbergingssituatie met kwelsloot (cirkel geeft aandachtsgebied aan, zie figuur 3.4)

Het effect op de stijghoogte bedraagt direct onder de waterberging maximaal 0,11 m. Dit komt overeen met de in de MER-studie bepaalde maximale verandering van de stijghoogte van 0,10 – 0,20 m (Royal Haskoning, 2005).

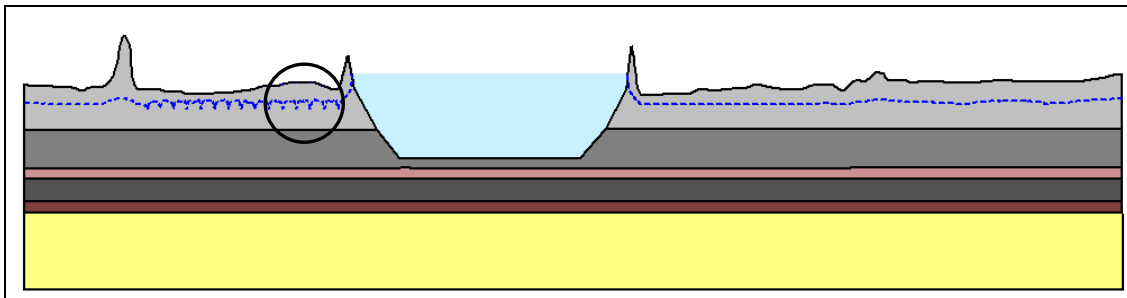
In de figuren 3.2 en 3.3 zijn de berekende grondwaterstanden op regionale schaal weergegeven. In figuur 3.4 zijn de berekende grondwaterstanden op lokale schaal weergegeven. In de figuren 3.2 en 3.3 zijn met de grijs-bruine kleuren de verschillende bodemlagen in de deklaag

weergegeven. De blauwe stippellijn geeft de berekende freatische grondwaterstand weer. Duidelijk zichtbaar zijn de verschillende ontwateringsmiddelen (watergangen en drainagebuizen) waartussen opbolling van de grondwaterstand optreedt (als gevolg van het neerslagoverschot). Voor de profielen geldt dat de verticale weergave van de grondwaterstanden erg overdreven is. In werkelijkheid is het verloop veel geleidelijker.

Piekberging

Bij piekberging komt de freatische grondwaterstand aan de teen van de kade, in een situatie zonder kwelsloot, aan maaiveld te staan. Er treden dezelfde omstandigheden op als bij seizoensberging.

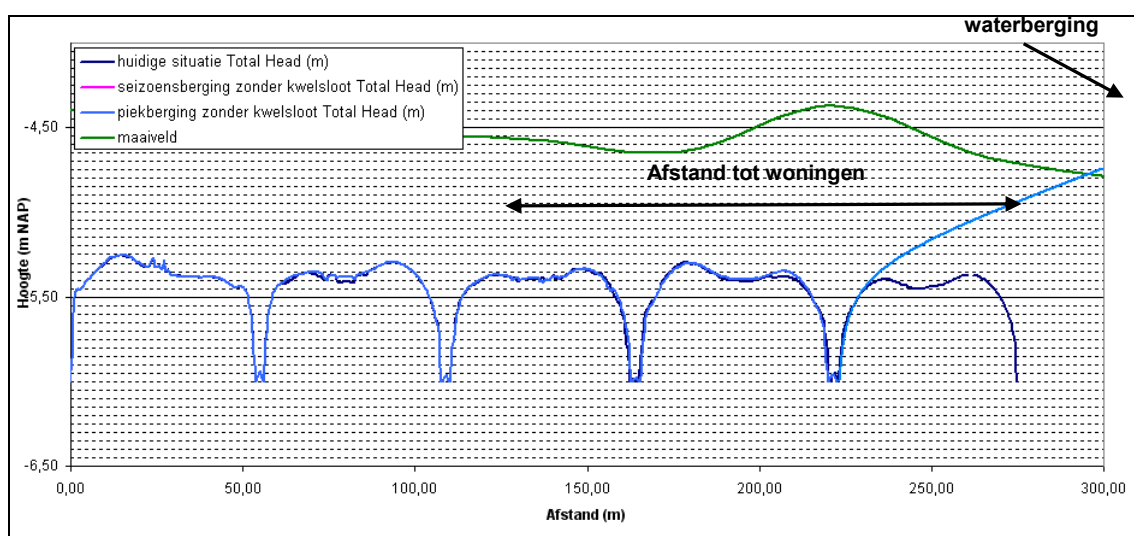
In een situatie met kwelsloot is ten tijde van het eind van de piekbergingperiode van 10 dagen het effect op de freatische grondwaterstand verwaarloosbaar. Dit is te verklaren door de korte duur van de piekbergingperiode, de goede afvoermogelijkheden van het grondwater door de aanwezige sloten en de geringe doorlatendheid van de klei.



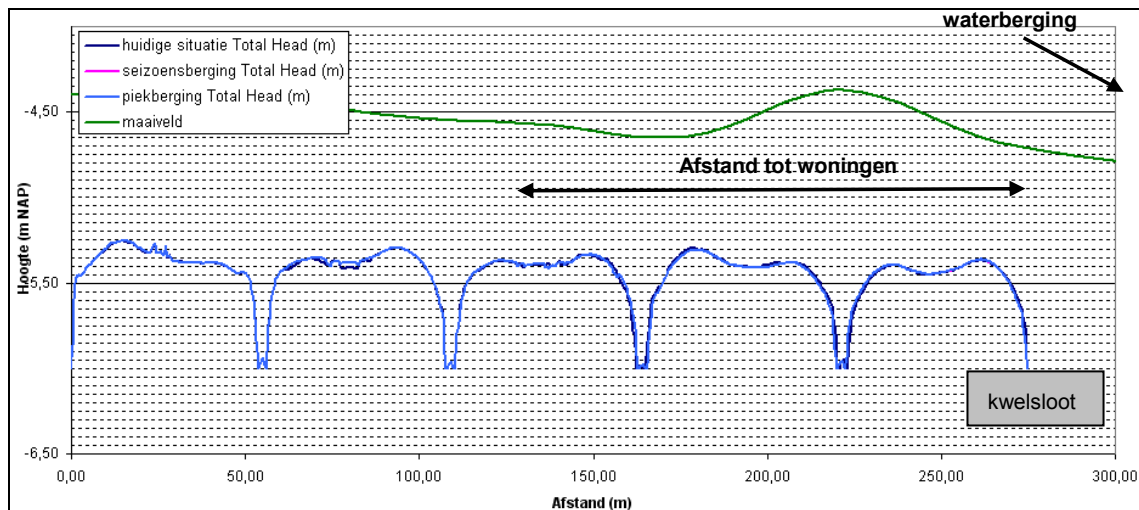
Figuur 3.3 Piekbergingssituatie met kwelsloot (cirkel geeft aandachtsgebied aan, zie figuur 3.4)

Het effect op de stijghoogte bedraagt direct onder de waterberging maximaal 0,49 m. Dit komt overeen met de in de MER-studie bepaalde maximale verandering van de stijghoogte van 0,30 – 0,50 m (Royal Haskoning, 2005).

In figuur 3.4 is een overzicht gegeven van de freatische grondwaterstanden t.o.v. maaiveld voor het aandachtsgebied in de situaties met en zonder kwelsloot. Duidelijk zichtbaar is dat er geen effecten optreden als gevolg van de seizoens- en piekberging (rekening houdend met een kwelsloot), de lijnen die de berekende grondwaterstanden in de verschillende situaties aangeven vallen samen.



Figuur 3.4a Overzicht grondwaterstanden zonder kwelsloot (aandachtsgebied)

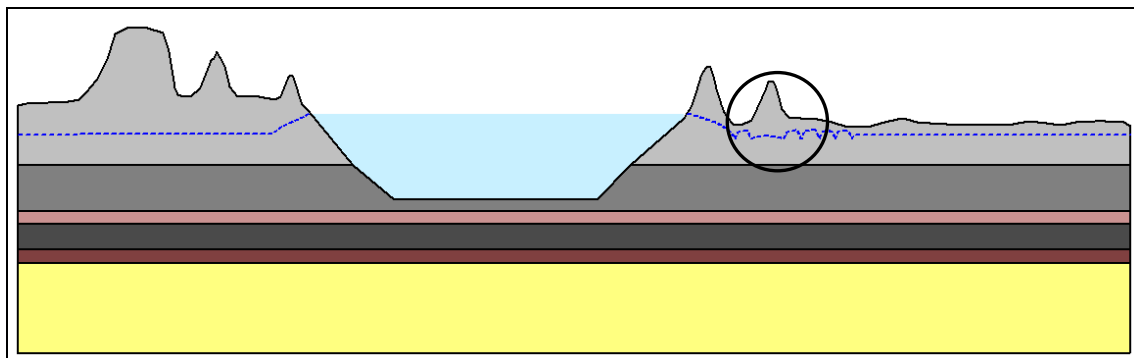


Figuur 3.4b Overzicht grondwaterstanden met kwelsloot (aandachtsgebied)

3.3.2 West-Oost profiel (II)

Seizoensbergings

In de toekomstige situatie blijkt dat, zonder kwelsloot, de grondwaterstand in het oosten als gevolg van de seizoensbergings direct achter de kade aan maaiveld komt te staan. Dit is te wijten aan het relatief grote verschil tussen het hoogste peil van de seizoensbergings en de maaiveldhoogte achter de kade bij de bebouwing. Het maaiveld ligt gemiddeld 0,70 m lager dan het hoogste peil van de seizoensbergings. Door de geringe doorlatendheid van de klei zakt de grondwaterstand niet snel genoeg uit. De 0,05 m invloedslijn bevindt zich op circa 200 m van de kruin van de kade. De woningen liggen op circa 250 m van de kruin van de kade. Wanneer een kwelsloot aanwezig is direct achter de kade is het effect van de seizoensbergings op de freatische grondwaterstand verwaarloosbaar.

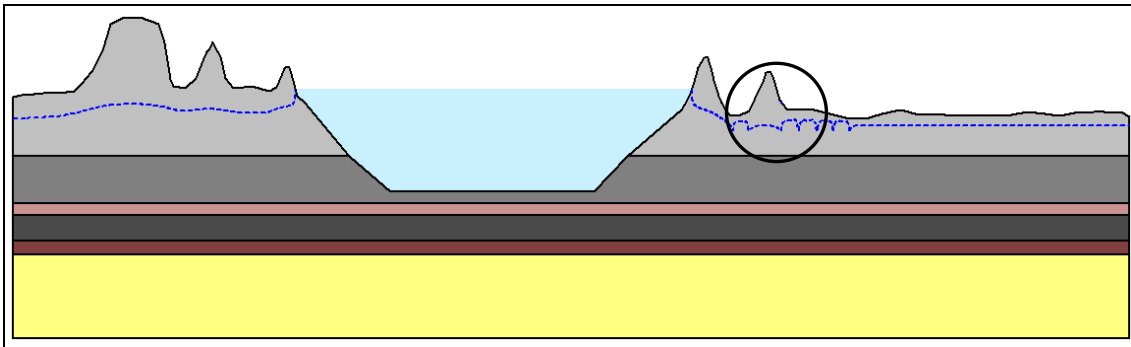


Figuur 3.5 Seizoensbergingsituatie met kwelsloot (cirkel geeft aandachtsgebied aan)

Piekbergings

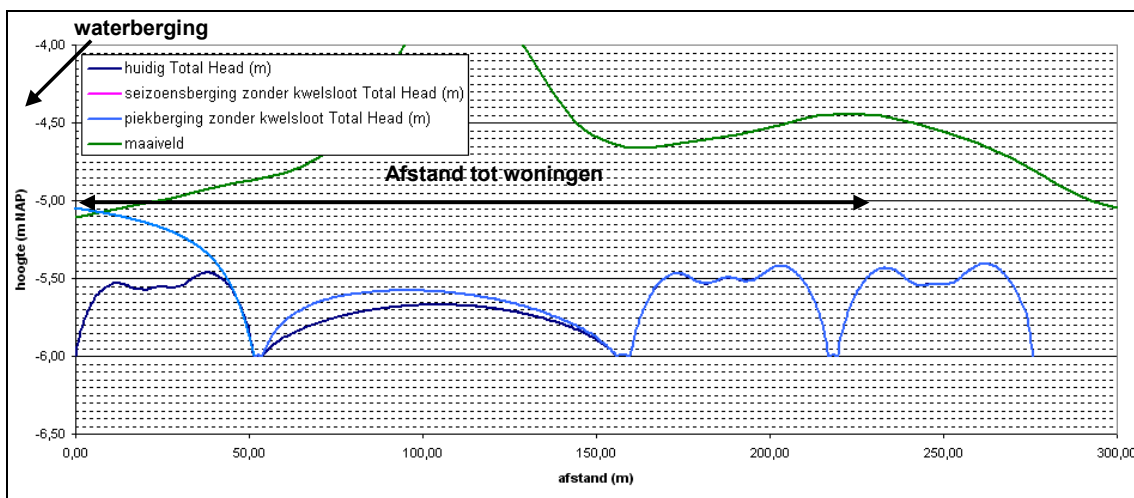
Zonder kwelsloot komt de freatische grondwaterstand aan de teen van de kade aan maaiveld te staan in een zelfde situatie als bij de seizoensbergings.

In een situatie met kwelsloot is ten tijde van het eind van de piekbergingsperiode van 10 dagen het effect op de freatische grondwaterstand verwaarloosbaar.

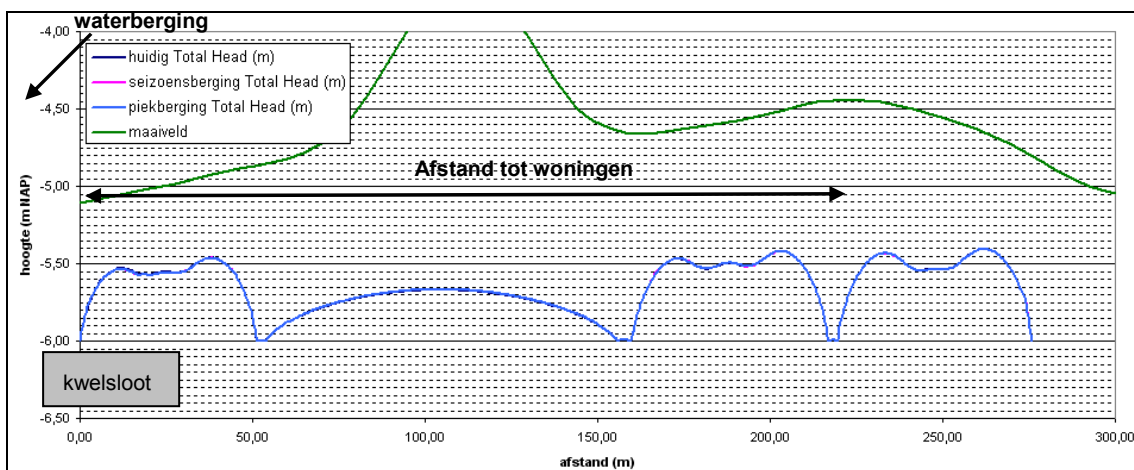


Figuur 3.6 Piekbergings situatie met kwelsloot (cirkel geeft aandachtsgebied aan)

In figuur 3.7 is een overzicht gegeven van de freatische grondwaterstanden t.o.v. maaiveld voor het aandachtsgebied in de situaties met en zonder kwelsloot. Ook hier is weer duidelijk te zien dat het effect van de seizoens- en piekberging op de grondwaterstand, rekening houdend met een kwelsloot, is te verwaarlozen.



Figuur 3.7a Overzicht grondwaterstanden zonder kwelsloot (aandachtsgebied)



Figuur 3.7b Overzicht grondwaterstanden met kwelsloot (aandachtsgebied)

3.4 Analyse risicodossier

DHV heeft een risicodossier opgesteld voor de Nieuwe Driemanspolder. In dit dossier worden drie punten genoemd die betrekking hebben op de geohydrologie, te weten:

- De grondwaterstand buiten de kades gaat omhoog;
- Ter plaatse van de huizen treedt kwel en wateroverlast op;

- Eigendommen komen steeds vaker onder water te staan (→ grondwaterstand gaat omhoog)

Uit de analyses blijkt dat alleen in een situatie zonder kwelsloot de freatische grondwaterstand ter plaatse van de teen van de kade stijgt. Bij een situatie met kwelsloot is het effect op de freatische grondwaterstand verwaarloosbaar.

Door verandering van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket zal de kwel toenemen. Door de hoge weerstand van de deklaag is deze toename echter beperkt. De extra kwel wordt grotendeels door de aanwezige sloten afgevoerd waardoor de effecten op de freatische grondwaterstand verwaarloosbaar zijn (met uitzondering van de teen van de kade maar dit wordt ondervangen door de kwelsloot).

4 Conclusies en aanbevelingen

4.1 Conclusies

- In een situatie zonder kwelsloot stijgt de freatische grondwaterstand direct achter de kade tot maaiveldniveau, ter plaatse van de woningen zijn de effecten verwaarloosbaar.
- In een situatie met kwelsloot zijn de effecten van de piek- en seizoensberging op de freatische grondwaterstand verwaarloosbaar.
- Als gevolg van de seizoensberging is de stijghoogteverandering in het eerste watervoerend pakket maximaal 0,11 m; als gevolg van de piekberging is de stijghoogteverandering in het eerste watervoerend pakket maximaal 0,49 m. Dit komt overeen met de resultaten van eerdere studies.
- De in het risicodossier gesignaleerde risico's ten aanzien van grondwateraspecten leveren geen knelpunten op. Eventuele effecten langs de teen van de kade kunnen worden ondergaan met een kwelsloot.

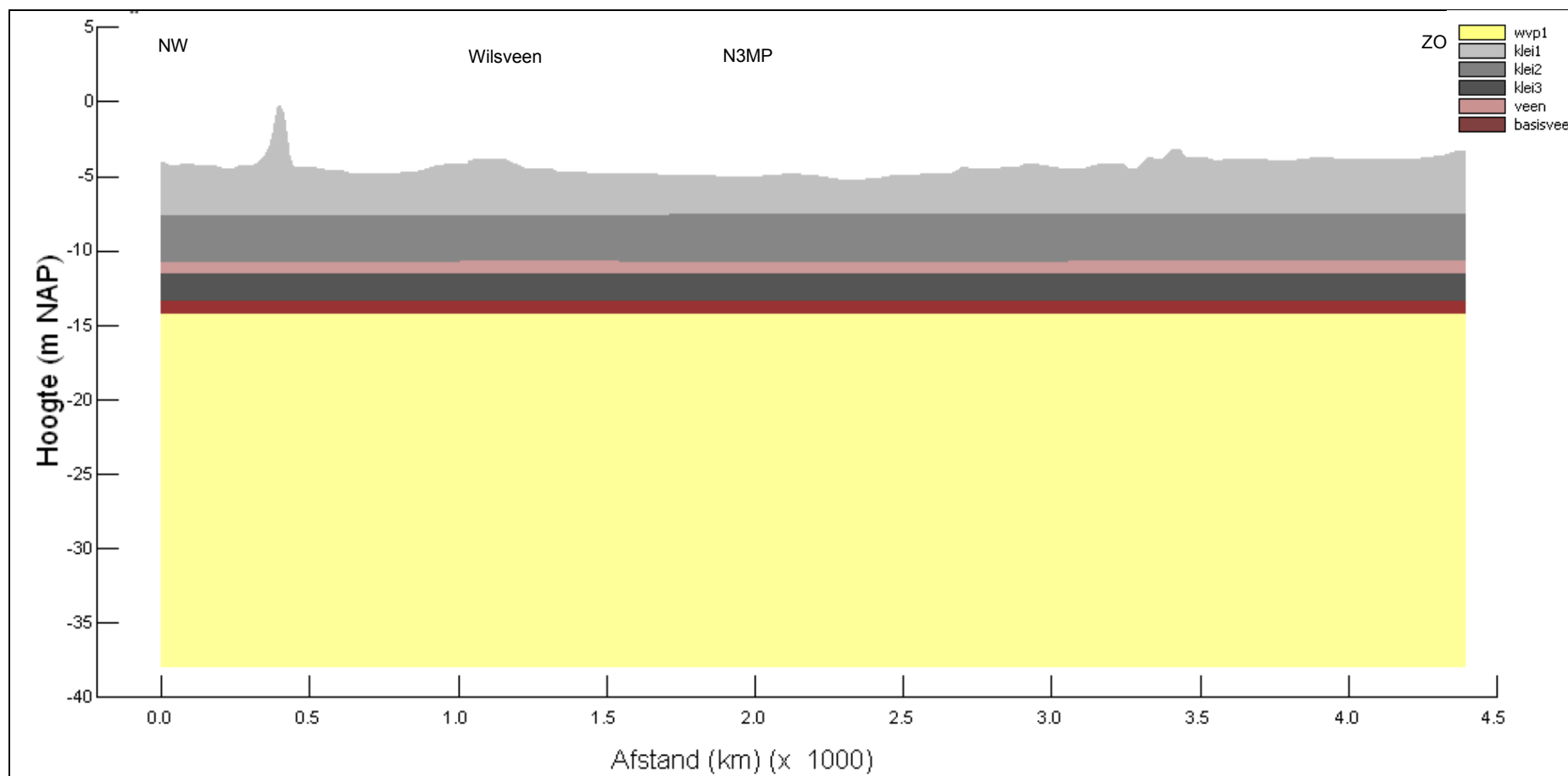
4.2 Aanbevelingen

Aan de landzijde van de kades is een kwelsloot essentieel om te voorkomen dat er drassige situaties ontstaan nabij de teen van de kade en om de freatische grondwaterstand niet tot maaiveldniveau te laten stijgen. De kwelsloot kan tevens dienen als verbindende sloot voor de perceelsloten die door de aanleg van de kade rond de waterberging worden 'afgesneden'.

Bijlage 1

Modelopbouw

Noord-Zuid profiel



Oost-West profiel

