

MEMO

Onderwerp:
Analyse resultaten meetnet en effecten schermen Steyl-
Maashoek

Ons Kenmerk:
IO.26.DR68B.04.01

Opgesteld door:
Martijn Asschert en Hendrik Meuwese

Versie

Van:
Martijn Asschert

Datum:
11-11-2019

Aan:
John Roubos

Kopiën aan:
Kees Dorst

Inleiding

Aanleiding

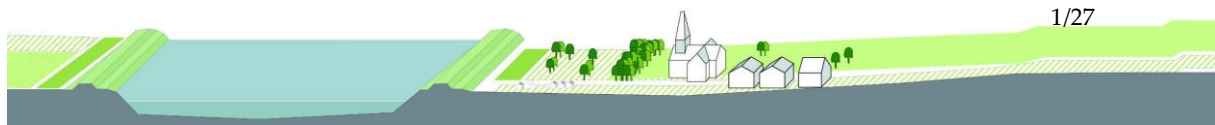
Voor de dijkversterking Steyl-Maashoek wordt voorgesorteerd op een D&C-contract waarbij de marktpartij niet op voorhand moet worden beperkt in een oplossingsruimte als dit niet nodig is.

Doel

Kan op basis van huidige beschikbare inzichten en informatie een eindconclusie kunnen worden getrokken over het risico op grondwateroverlast (grondwaterstanden en kelderniveaus) als gevolg van opstuwende effecten onder dagelijkse (natte) omstandigheden wanneer een nieuwe waterondoorlatende constructie wordt toegepast? Of is hiervoor nog aanvullend onderzoek nodig? Zo ja, welk onderzoek en wat is de verwachte winst van dat onderzoek.

Leeswijzer

In hoofdstuk 2 wordt gestart met het geven van de uitgangspunten en randvoorwaarden. Hieronder valt de huidige situatie, de toekomst benaderde situatie en aannames omtrent grondwaterstanden, kelders en de aan te brengen verticale constructie. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens de systeemanalyse voor de huidige situatie in Steyl-Maashoek gegeven. De situatie wordt in hoofdstuk 4 vergeleken met de case van de dijkversterking te Mook. Tot slot wordt in hoofdstuk 5 de systeemanalyse voor de toekomstige situatie in Steyl-Maashoek gegeven en worden in hoofdstuk 6 de conclusies gepresenteerd.



2. Uitgangspunten en randvoorwaarden

Locatie en huidige verticale constructie

Overzicht van het Tracé Steyl-Maashoek is gegeven in Figuur 2. In de huidige situatie bij Steyl-Maashoek is een verticale constructie aanwezig voor secties 2 en 3. Sectie 1 heeft in de huidige situatie geen verticale constructies. De verticale constructies zijn relatief ondiep met respectievelijk ingeschat +11,4 en +14,6 m NAP. De huidige L-wand is een constructie op palen. De verticale constructie wordt daardoor als doorlatend beoordeeld (mondelinge informatie Waterschap Limburg).



Figuur 2 Tracé Steyl-Maashoek, secties afkomstig uit [ref. 2]

Dagelijks natte omstandigheden

Ter definitie van de dagelijks natte omstandigheden wordt als uitgangspunt een zogenoemde gemiddelde hoge grondwaterstand (GHG) bedoeld. Dit is een ander uitgangspunt als bij een hoogwatersituatie.

De landelijke methode voor de GHG is het gemiddelde van de drie hoogste waarnemingen per jaar gedurende 8 jaar, wanneer elke halve maand een grondwaterstand wordt waargenomen. Deze methode is voor Steyl niet direct toepasbaar omdat lokaal kortere waarnemingen beschikbaar zijn, en het toepassen van de half maandelijks interval geen recht doet aan de continue waarnemingen van de grondwaterstand die beschikbaar zijn. Daarom is op basis van ervaring een methode gekozen die in de volgende paragraaf wordt toegelicht.

Grondwaterstanden

In Tabel 1 en Figuur 1 zijn de gegevens en locaties gegeven voor de freatische peilbuizen bij Steyl-Maashoek. De waarnemingen in deze freatische buizen, én de diepere peilbuizen zijn in bijlage II opgenomen. Met behulp van de waarnemingen tussen maart 2017 t/m mei 2019 zijn de dagelijks natte omstandigheden verkregen. Op basis van ervaring is beoordeeld dat de gemiddelde grondwaterstand van 1 december 2017 tot en met 1 april 2018 representatief is voor de dagelijkse natte grondwaterstand.

Tabel 1 Overzicht peilbuisdata freatische filterstellingen (locatie weergegeven in Figuur 1)

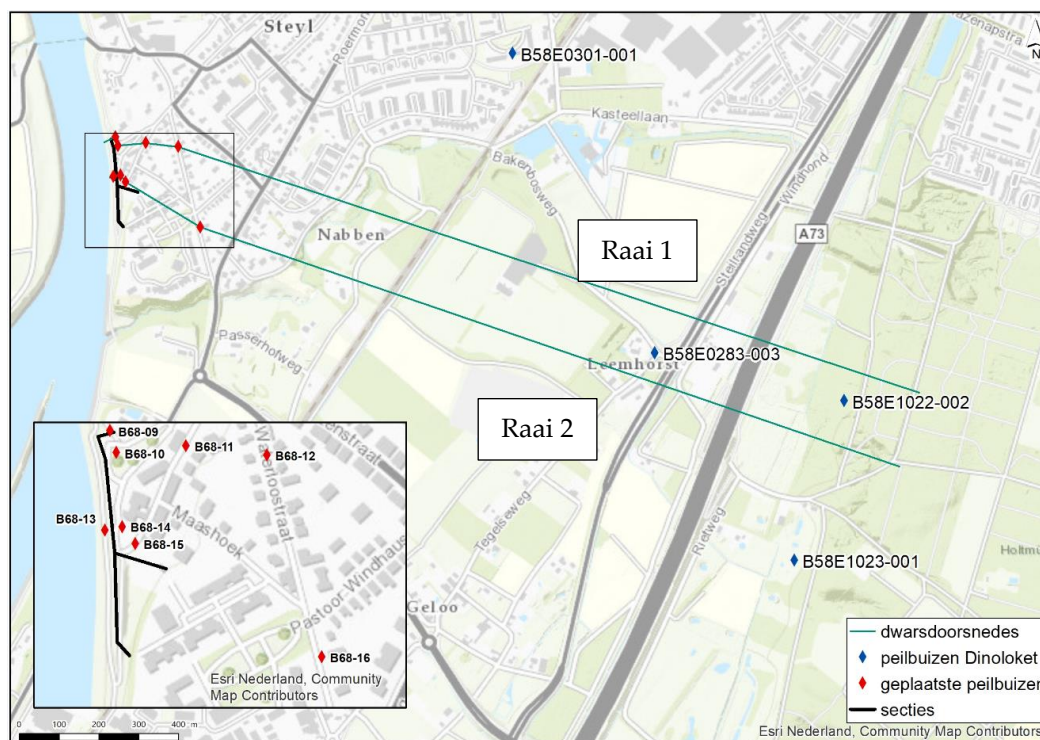
Peilbuis	Filterdiepte [m NAP]	Maaiveld [m NAP]	Dagelijks natte GWS [m NAP]	Dagelijks natte GWS [m -mv]
B68-09-3	11.67	17.56	13.25	4.31
B68-10-3**	14.34	16.85	13.65	3.20
B68-11-3	12.92	18.44	13.69	4.75
B68-12-3	12.17	22.12	13.85	8.27



Peilbuis	Filterdiepte [m NAP]	Maaiveld [m NAP]	Dagelijks natte GWS [m NAP]	Dagelijks natte GWS [m -mv]
B68-13-3*	7.07	13.86	12.87	0.99
B68-14-3	8.97	16.93	13.42	3.51
B68-15-3	12.86	16.98	13.46	3.52
B68-16-3	12.61	23.56	13.84	9.72
B58E0301	14.82	22.70	17.00	5.70
B58E0283	20.58	22.20	20.48	1.72
B58E1022	22.47	23.70	23.60	0.10

* Buitendijkse peilbuis. Andere peilbuizen zijn allen binnendijks

** Valt droog tijdens behalve bij hoogwater. Inschatting gedaan op basis van de trend uit de omliggende peilbuizen



Figuur 1 Overzicht dwarsdoorsneden en data

Het huidige verhang in de freatische grondwaterstand is circa 5,5 m per kilometer tussen de westzijde van de A73 en Steyl.

Kelders

Er is geen kelderinventarisatie beschikbaar voor het traject Steyl-Maashoek. Ten behoeve van de kelderdieptes dient een aanname te worden gedaan. Op basis van ervaring en literatuur (Deltares 2017) is een kelderdiepte van 2,5 m-mv aangehouden.

Toekomstige verticale constructie

In de toekomstige situatie wordt een verticale constructie geplaatst als beheersmaatregel tegen het faalmechanisme piping. Het niveau en de waterondoorlatendheid worden uiteindelijk in het D&C-contract bepaald. Voor de geohydrologische effect beoordeling worden de volgende uitgangspunten aangehouden:

- De constructie is ondoorlatend. Wanneer in het D&C-contract de constructie (enigszins) doorlatend wordt, dan neemt de in deze memo beschouwde impact af
- De maximale diepte is 20 m-mv. Wanneer in het D&C-contract de constructie dieper wordt, dan kán de impact toenemen, wanneer de constructie ondieper wordt dan neemt de in deze memo beschouwde impact af

3. Systeemanalyse huidige situatie Steyl-Maashoek

In bijlage I is een volledige analyse van de huidige grondwatertand in Steyl-Maashoek tijdens dagelijks natte omstandigheden. De grondwaterstand is op kaart weergegeven in figuur 2. De conclusies van de analyse voor dagelijks natte omstandigheden zijn dat:

- De grondwaterstroming vanuit het oosten naar de Maas is. De huidige L-wand heeft daarbij een beperkte opstuwende werking. Alleen de bovenste meters van de ondergrond worden afgesloten, doordat de verticale constructie een L-wand op palen betreft en daarmee als enigszins doorlatend beschouwd kan worden. Deze laag staat volgens de waarnemingen in peilbuizen overwegend droog;
- Ter plaatse van de bebouwing varieert de grondwaterstand tussen -3,0 en -4,0 m-mv. Dit betekent dat de grondwaterstand 0,5 tot 1,5 m beneden de kelders wordt verwacht. De lokale situatie kan hiervan afwijken;
- In tuinen en openbaar gebied wordt geen risico tot grondwateroverlast verwacht, want waarnemingen in peilbuizen blijven dieper dan 0,5 m onder maaiveld.



Figuur 2 Schematische kaart met grondwaterstand tijdens dagelijks natte omstandigheden in huidige situatie

4. Vergelijking Steyl-Maashoek met uitgevoerde werkzaamheden Mook

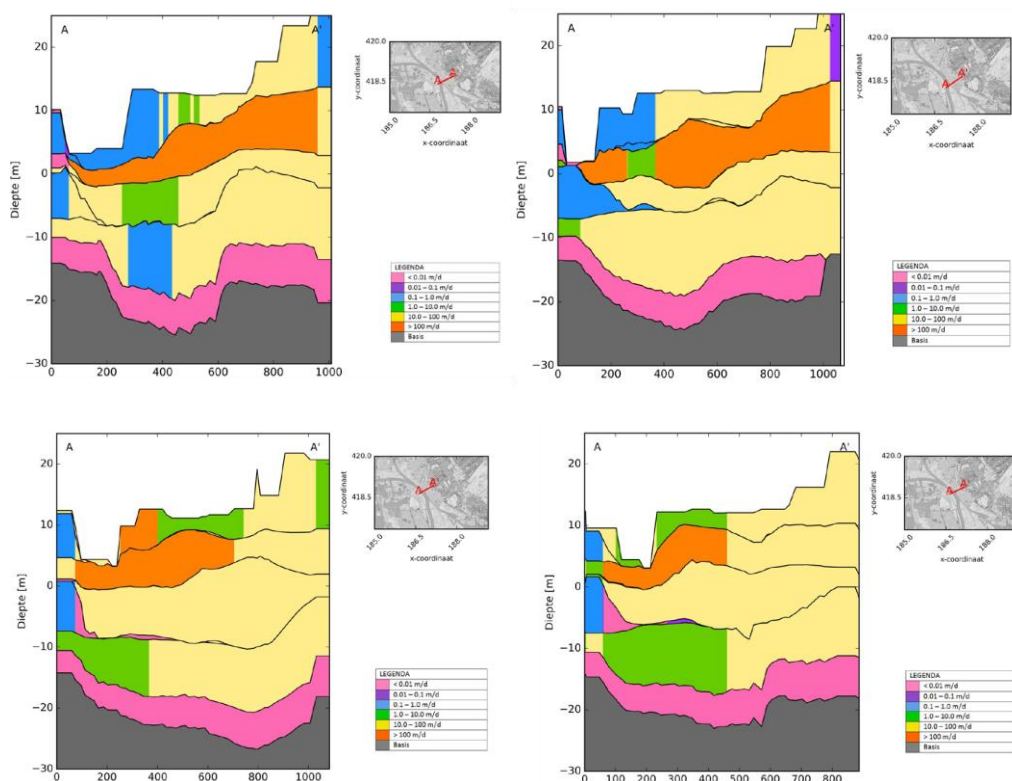
In Mook heeft Waterschap Limburg reeds een verticaal scherm geïnstalleerd voor de dijkversterking. De ervaringen op deze locatie kunnen relevant zijn voor de beoogde werkzaamheden in Steyl-Maashoek. Dit hoofdstuk geeft allereerst een analyse of beide situaties overeenkomen, en welke ervaringen kunnen worden meegenomen in de analyse voor Steyl-Maashoek.

Bodemopbouw

In Figuur 3 zijn de doorsneden met de bodemopbouw bij Mook gegeven. De kleuren zijn geschematiseerd aan de hand van de horizontale doorlatendheid. Een doorlatendheid kleiner dan 1 meter per dag geeft een slecht doorlatende laag aan (kleur: paars of blauw). Een doorlatendheid groter dan 1 m/d staat voor een watervoerende zandige of grindige laag (kleur groen, geel of oranje).

Bij Mook volgt nabij de Maas eerst een ondiepe sectie met wat slecht doorlatend materiaal, waaronder zich een grindige doorlatende laag bevindt. Verder in het achterland is in de ondiepe ondergrond weinig tot geen slecht doorlatend materiaal aanwezig, waardoor het grondwater relatief "goed" kan stromen. Ingeschat is dat bij Mook het grondwater zijn weg richting de Maas met name kan vinden door of onder de grindige laag die aanwezig is rond circa 0 meter NAP. [1]





Figuur 3 Impressie bodemopbouw Mook via 4 verschillende doorsnedes [1]

In vergelijking met het traject Steyl-Maashoek (verdere informatie in Bijlage I) is de overeenkomst de grindige laag. Daarnaast zijn een aantal eigenschappen in de bodemopbouw verschillend ten opzichte van de situatie bij Mook:

Wanneer de doorsnedes van 2 raaien bij Steyl-Maashoek bekeken worden wordt vooral een verschil in ondiepe bodemopbouw gezien wat betreft kleiige en veenachtige verstoringen. Het achterland bevat ook enige deklaag. De ondiepe bodemeigenschappen bij Steyl-Maashoek bestaan uit een zandige toplaag met daaronder een slecht doorlatende laag. Waar deze slecht doorlatende laag bij Mook in het achterland niet aanwezig is, loopt deze in Steyl tot ver in het achterland door (minimaal circa 200-250 meter), waardoor de weg voor het grondwaterstromingen vanuit het achterland meer weerstand ondervindt.

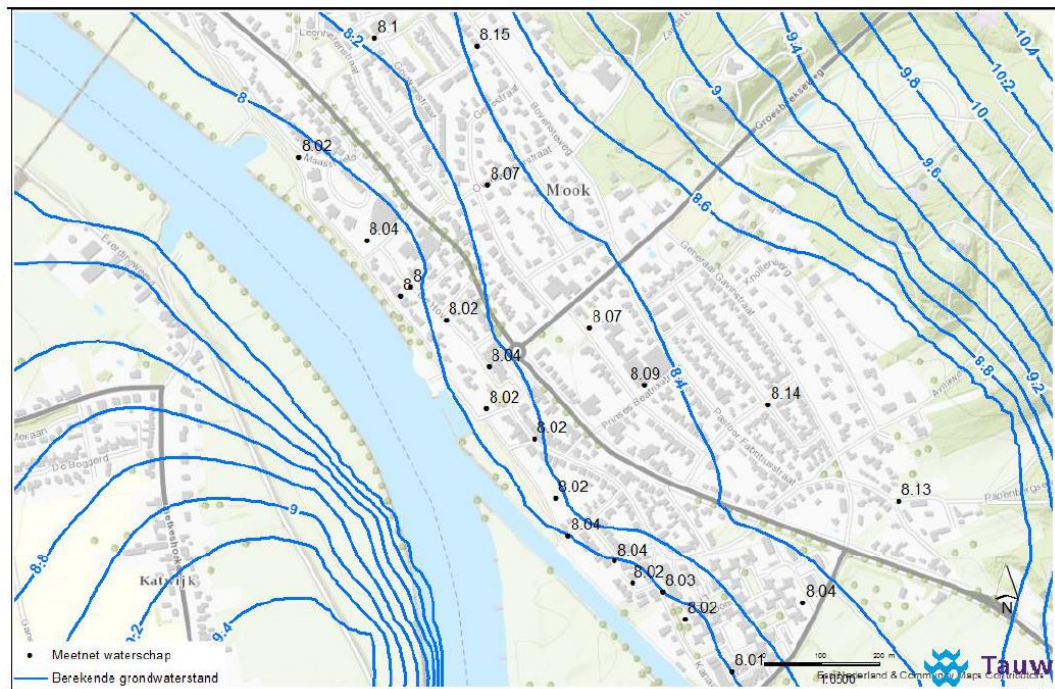
- Voor de diepere bodemlagen is raai 1 in Steyl-Maashoek vergelijkbaar met Mook want overwegend zandig. Raai 2 toont een complexere laagopbouw met een aantal dieper gelegen slecht doorlatende lagen. De verticale stroming in raai 2 krijgt dus te maken met grotere weerstand dan in Mook.

Verhang grondwaterstand

Om een vergelijkbare situatie te bekijken moet het grondwaterverhang niet te grote verschillen tonen. Het grondwaterverhang richting de Maas staat direct in relatie met de stroomsnelheid van het grondwater richting de Maas. In Figuur 5 zijn de isohypsen van de situatie in Mook gegeven tijdens dagelijkse natte omstandigheden voor de plaatsing van de wand. Het verhang in de grondwaterstand is op circa 1 km ongeveer 2,5 m hoger.



Het grondwaterverhang bij Steyl-Maashoek is opgenomen in hoofdstuk 2, en 2 keer zo groot als bij Mook.

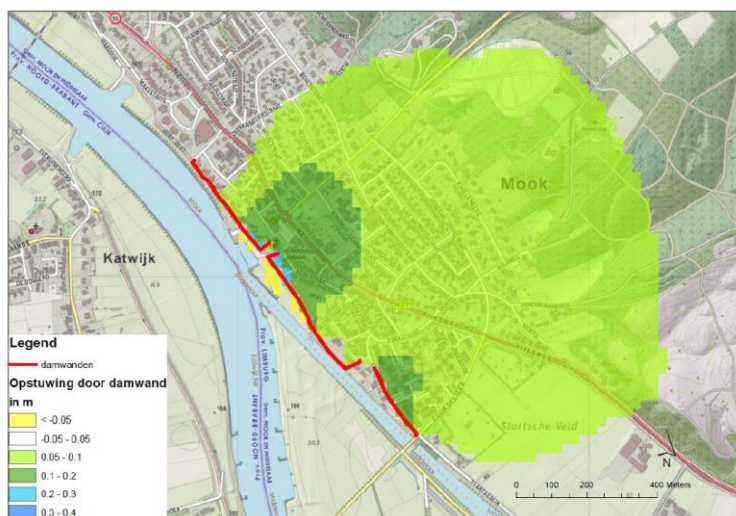


Figuur 5 gemeten en berekende gemiddelde grondwaterstand Mook (+m NAP) [2]

Verticale constructie en opstuwing

De ondoorlatend gemodelleerde damwanden in de situatie voor Mook hebben een diepte van circa 10 tot 15 m-mv [2]. Dit betekent dat de grindige laag wordt afgesloten.

De berekende opstuwing tijdens een gemiddelde natte dagelijkse situatie is gegeven in Figuur 7 en is maximaal circa 0,3 m bovenstrooms van de verticale constructie. De 0,05 m verhogingscontour ligt op circa 750 meter van de verticale constructie in het achterland. Aan benedenstroomse zijde wordt een verlaging berekend van 0,05 m of meer.



Figuur 7 Berekende opstuwing bij een gemiddelde natte dagelijkse situatie (GHG) [2]

De constructie is inmiddels uitgevoerd, en de grondwaterstand wordt momenteel (november 2019) nog gemonitord. De tussentijdse conclusie [3] is dat de waargenomen verhoging kleiner is dan de berekening. In het overgrote deel van de peilbuizen geen verhogingen worden gevonden. Een langere reeks is volgens Deltares nodig om voor de peilbuizen waar wel een verhoging is gemeten een uitspraak te kunnen doen over de relatie tussen de waargenomen en de plaatsing van de wanden.

Conclusie

De situatie voor mogelijke opstuwing bij het traject Steyl-Maashoek kan niet één op één gerelateerd worden aan de situatie bij Mook, omdat:

- Het verhang bij Steyl-Maashoek groter is, ofwel het grondwater stroomt sneller;
- De bodemopbouw bij Steyl-Maashoek meer slecht doorlatende lagen bevat, ofwel watervoerende lagen worden eerder geheel afgesloten en verticale stroming rondom het scherm kan minder makkelijk plaatsvinden.

Bovenstaande betekent dat een verticaal scherm bij Steyl-Maashoek tot een groter effect op de grondwaterstand kan geven dan bij Mook, door het snellere stromende grondwater met een slechter verticaal doorlatend pakket.

De ervaringen tussen de vooraf uitgevoerde modelstudie en waargenomen effecten bij Mook kunnen worden gebruikt in het vervolg van het traject Steyl-Maashoek.

5. Systeemanalyse toekomstige situatie Steyl-Maashoek

In Figuur 3 is op basis van ervaring ingetekend hoe de situatie in de toekomst kan wijzigen tijdens dagelijkse natte omstandigheden. Daarbij zijn de volgende overwegingen gebruikt:

- De toekomstige wand is waterondoorlatend, de huidige wand is enigszins waterdoorlatend. Bij gelijke lengte neemt de impact van de wand toe.
- Wanneer de wand dieper wordt gezet, dan wordt niet alleen het freatische pakket afgesloten, maar ook de dieper gelagen grindlaag. Dit resulteert in de blokkade van een (of meer) laag(en) met een hoge doorlatendheid. Dit heeft een negatief effect ten behoeve van opstuwing. De opstuwing valt hoger uit.
- Vanaf diepte van circa 20 meter van de verticale constructie word geen aanvullende opstuwing verwacht. Raai 2 uit bijlage I toont dieper gelegen nog een slecht doorlatende laag, maar aangezien deze in de dichtbij liggende raai 1 niet gevonden wordt is het vermoeden dat deze niet vlakdekkend aanwezig is.
- Bovenstaande betekent dat de freatische grondwaterstand tijdens natte omstandigheden toeneemt. De toename is afhankelijk van verschillende factoren. Op basis van ervaring, waaronder de analyse in het vorige hoofdstuk, wordt een toename in een bandbreedte van 0,1 tot 1,0 m realistisch verwacht. Een grotere stijging kan op basis van ervaring niet worden uitgesloten.
- Bovenstaande inschatting komt overeen met een grondwaterstand tijdens dagelijkse natte omstandigheden van 2 tot 3 m -mv, dat is deels gelijk of hoger dan het kelderniveau stijgt (2,5 m-mv). Het risico op (grond)wateroverlast in kelders neemt toe.



Figuur 3 Schematische kaart met grondwaterstand tijdens dagelijks natte omstandigheden in toekomstige situatie

Bovenstaande analyse is voor de dagelijkse natte omstandigheden. Beschreven is dat deze waterstand waarschijnlijk stijgt. Wanneer deze stijgt dan neemt de berging die beschikbaar is voor nattere of

hoogwater perioden af. Tijdens die momenten is er vervolgens een groter risico op eerder en/of langer optreden van wateroverlast.

6. Conclusie

de freatische grondwaterstand tijdens natte omstandigheden toeneemt. De toename is afhankelijk van verschillende factoren, o. Een grotere stijging kan op basis van ervaring niet worden uitgesloten.

- Bovenstaande inschatting.

In Steyl-Maashoek is een nieuwe waterondoorlatende constructie voorzien. Op basis huidige beschikbare inzichten en informatie is geconcludeerd dat het risico op grondwateroverlast (grondwaterstanden en kelderniveaus) als gevolg van opstuwende effecten onder dagelijkse (natte) omstandigheden aanwezig is, omdat op basis van ervaring een toename in een bandbreedte van 0,1 tot 1,0 m realistisch wordt geacht. Dit komt overeen met een grondwaterstand tijdens dagelijkse natte omstandigheden van 2 tot 3 m -mv, dat is deels gelijk of hoger dan het kelderniveau stijgt (2,5 m-mv). Het risico op (grond)wateroverlast in kelders neemt toe.

Ten behoeve van tuinen en overig groen ligt de grondwaterstand op een diepte van minimaal 0,5 m -mv en is grondwateroverlast tijdens een dagelijks natte situatie niet verwacht.

Aanvullend onderzoek kan mogelijk winst op leveren ten behoeve van de conclusie tot overlast bij kelders. Geadviseerd wordt om (nabij de toekomstige verticale constructie) een kelderinventarisatie uit te voeren.

Een ander optie bestaat uit een aanvullende analyse met behulp van een 2D-doorsnede MODFLOW model om de stationaire situatie bij een dagelijks natte grondwaterstand door te rekenen. Deze berekeningen hebben door de huidige conservatief gekozen aannames de mogelijkheid de geschatte grondwaterstanden onder maaiveld tijdens een dagelijks natte situatie aan te scherpen.

Bovenstaande conclusies gelden tijdens dagelijkse natte omstandigheden. Tijdens hoogwater treden andere processen op. De impact van de nieuwe waterondoorlatende constructie is geen onderdeel van de opdracht. Opgemerkt wordt dat door de hogere grondwaterstand tijdens dagelijkse natte omstandigheden bij hoogwater het grondwater sneller merkbaar kan stijgen een daardoor eerder en langer tot grondwateroverlast of natte kelders kan leiden.

Bibliografie

- [1] Deltares, „Modellering prioritaire dijkversterking perceel 1 - Dijkkring 54 - te Mook,“ Deltares, Delft, 2017.
- [2] TAUW, „Grondwaterstanden en ontwateringsdiepte in Mook,“ TAUW, Deventer, 2017.
- [3], Deltares, Plan van aanpak, afroding opdracht Deltares, augustus 2019





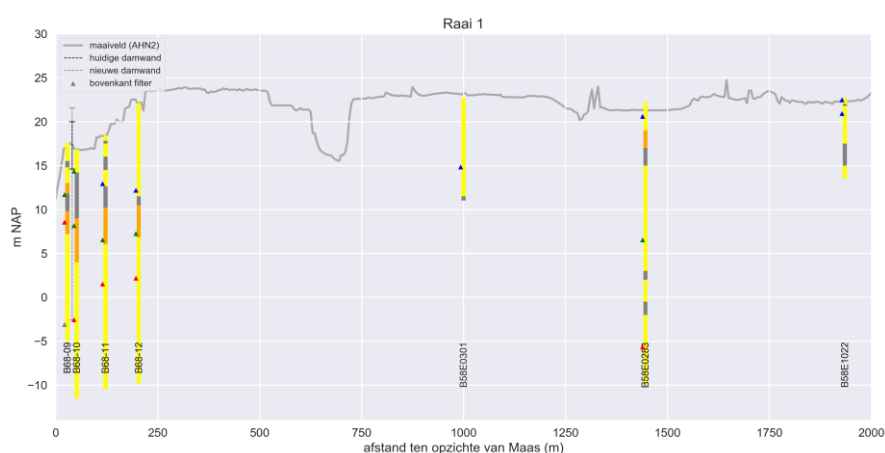
Bijlage I : Bodem- en peilbuisgegevens Steyl-Maashoek

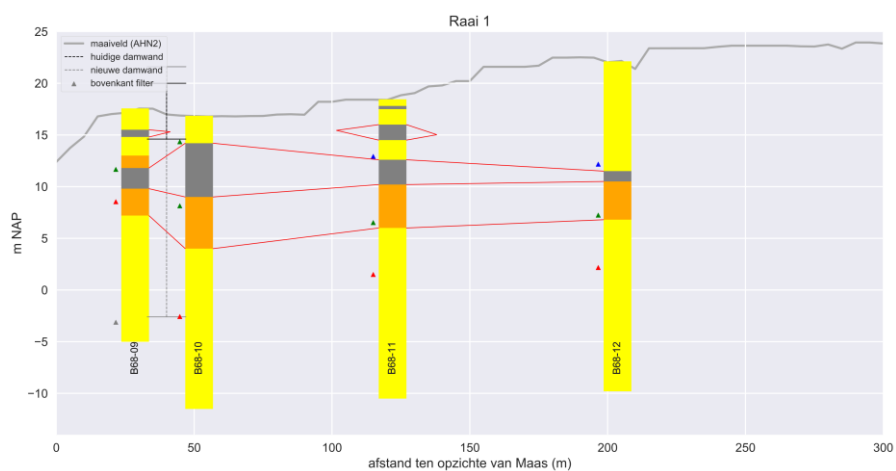
Ondergrond karakteristiek

De bodemopbouw is visueel weergegeven in twee dwarsprofielen (zie Figuur 1 en Figuur 2). Opmerkelijk is dat in raai 2 meer ondoorlatend materiaal aanwezig is in vergelijking met raai 1. Met name tussen de NAP 10 en -5 m bevinden zich in raai 2 twee ondoorlatende lagen waar de bodem in dit gebied bij raai 1 bestaat uit grind en zand. Over het algemeen zijn bij raai 1 twee en bij raai 2 vier watervoerende pakketten te onderscheiden (zie Tabel 1 **Error! Reference source not found.**).

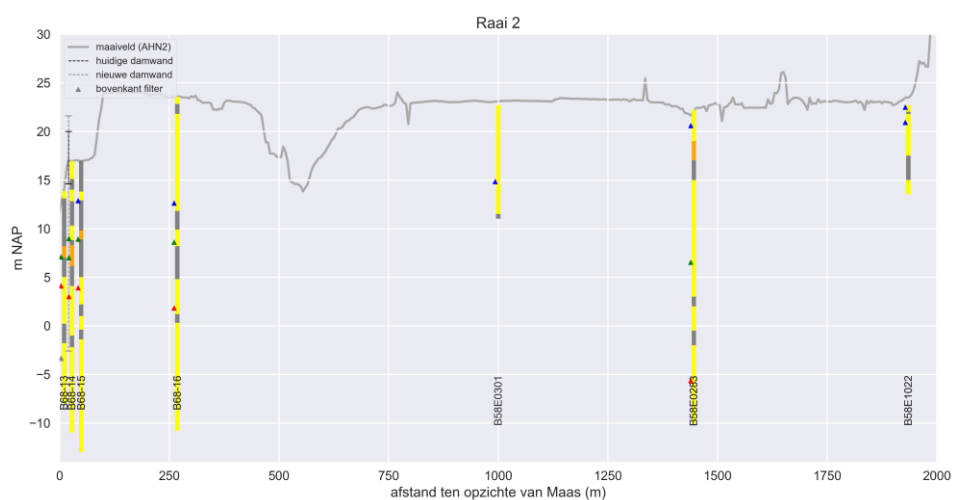
Tabel 1 Schematische weergave watervoerende pakketten

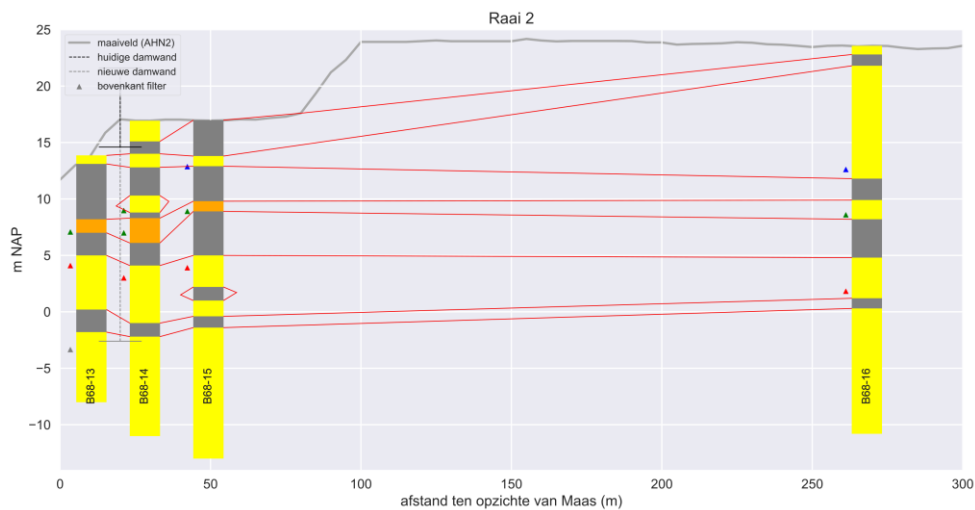
	Raai 1 [in m NAP]		Raai 2 [in m NAP]	
	van	tot	van	tot
WVP 1	mv	+13	mv	+14
WVP 2	+10	< -10	+9	+7
WVP 3			+5	0
WVP 4			-1	<-10





Figuur 1 Doorsnede raai 1 met bodemprofielen met in geel zand, grijs klei/leem/veen en oranje grind

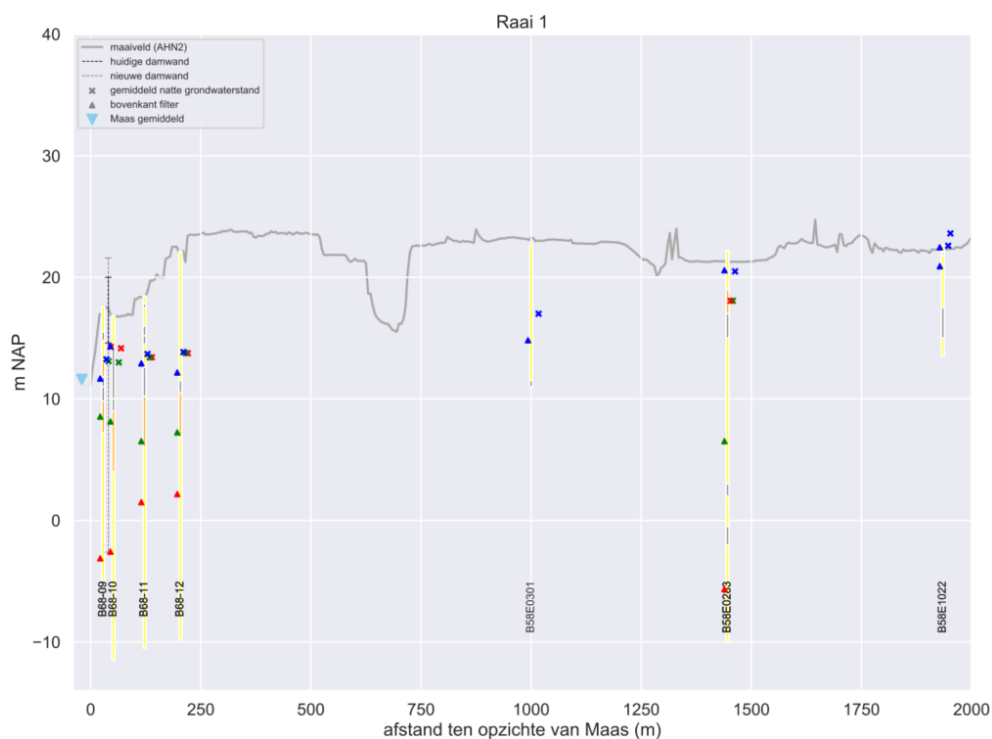




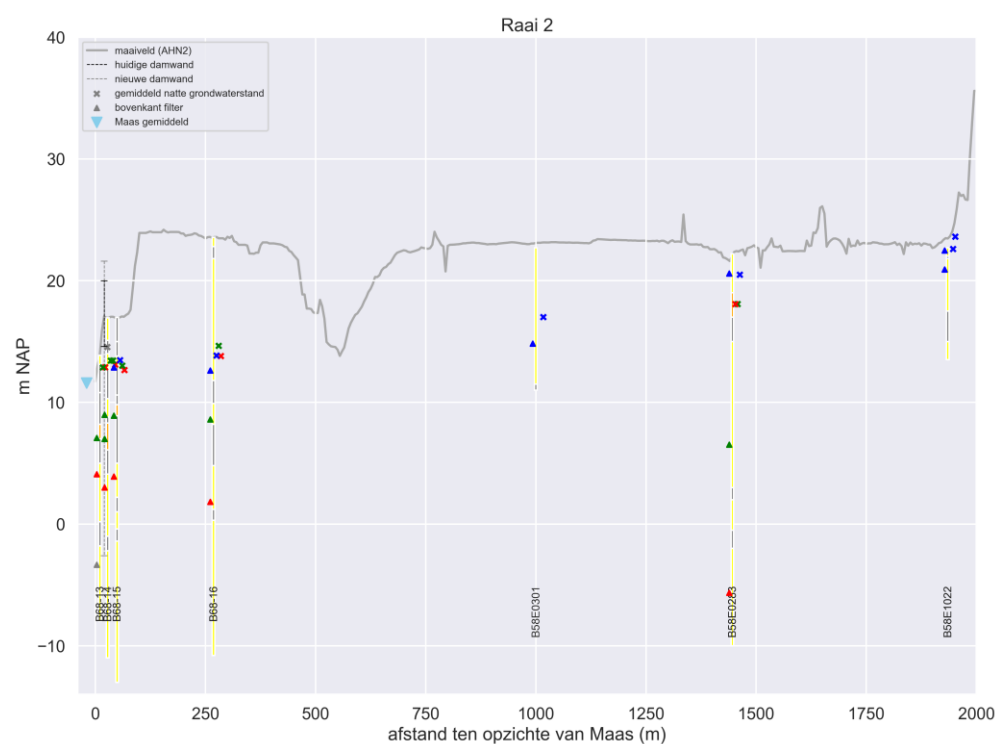
Figuur 2 Doorsnedes raai 2 met bodemprofielen met in geel zand, grijs klei/leem/veen en oranje grind

Figuur 3 en Figuur 4 geven de lokale doorsnedes weer. Uit de doorsnedes kan het volgende beeld worden opgemaakt:

- Van de bemeten filters staat filter 10-3 (raai 1) het grootste gedeelte van het jaar droog, enkel tijdens de hoge Maaspeilen wordt hier een waterpeil gemeten, hiervan is dus ook geen gemiddelde waarde weergegeven. Het pakket is dus alleen watervoerend tijdens hoogwater.
- de ondiepe (freatische) filters in de peilbuizen behorende bij het meetnet tonen een vertraagde en verminderde verhoging als gevolg op een verhoogd Maaspeil. Zo zijn 2 pieken in het Maaspeil eind 2017 niet zichtbaar in filter 9-3. De twee diepe filters in deze peilbuis reageren wel direct op wijzigingen in het Maaspeil, dit bevestigt de relatieve ondoorlatendheid van de scheidende laag tussen WVP1 en 2 in raai 1.

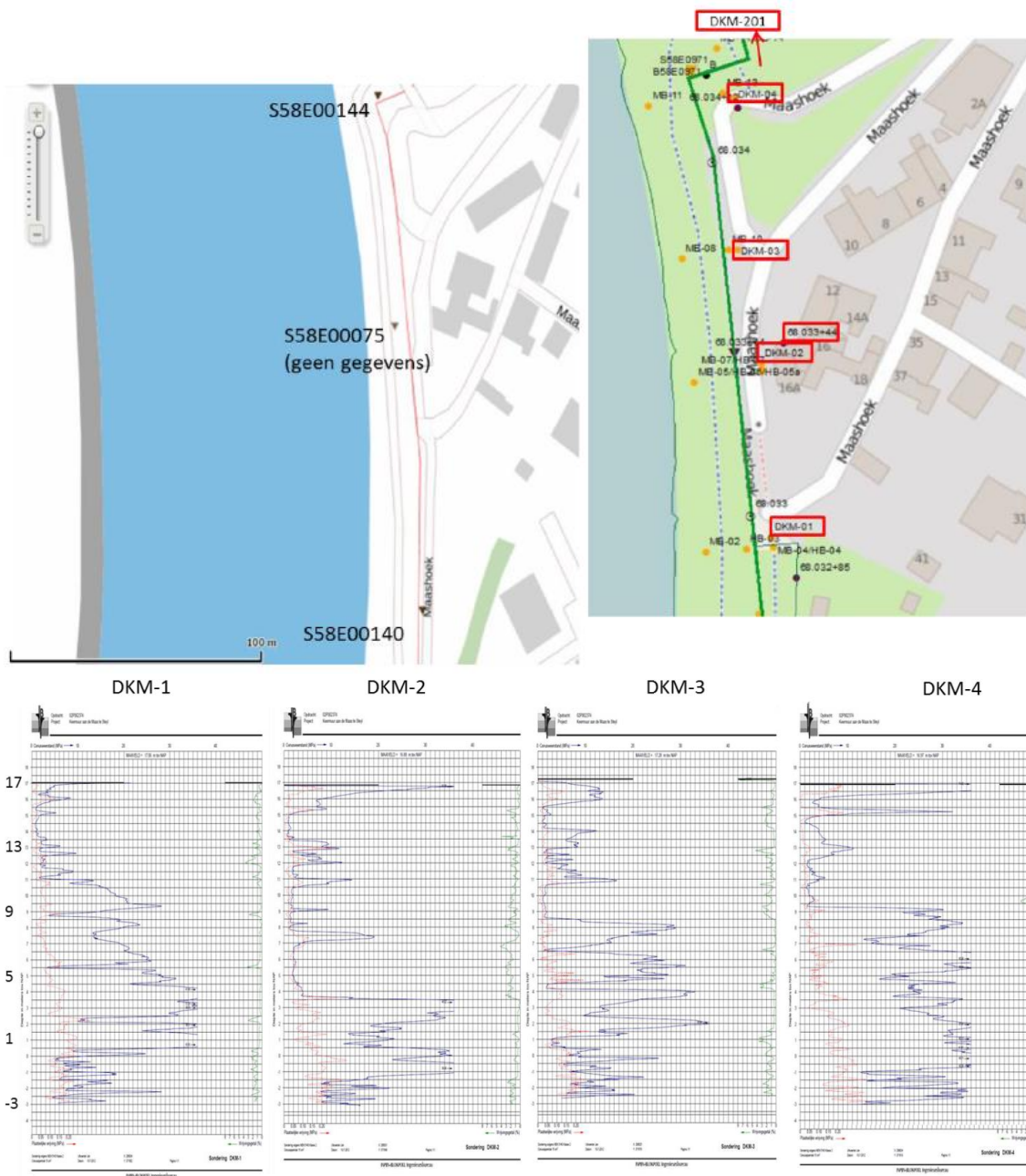


Figuur 3 Regionale doorsnede raai 1 met bodemprofielen en waargenomen gemiddeld dagelijks natte grondwaterstanden



Figuur 4 Regionale doorsnede raai 2 met bodemprofielen en waargenomen gemiddeld dagelijks natte grondwaterstanden

Bodemdata uit Deltares-rapport [ref. 1]



HWBP Noordelijke Maasvallei

Ons kenmerk:
###

Pagina
16/27



Peilbuisgegevens

