hoogheemraadschap
Hollands
Noorderkwartier

ALLIANTIE MARKERMEERDIJKEN

Bijlagenboek 9.9

MEMO

Kopie aan
V. Friedrich-Drouville

Van
H. Meuwese

Onderwerp	Documentnummer	Datum
impact aanleg Oeverdijk en peilbeheer Tussenwater op grondwaterstand dijk en achterland	AMMD-001182 (17.117580)	20 december 2016

Inleiding

In dit memo is de impact van de aanleg van de Oeverdijk en het peilbeheer in het Tussenwater op de grondwaterstand in de huidige dijk en het achterland beschouwd. De analyse heeft aandacht voor:

- de mogelijke keuze voor een zomerpeil van NAP -0,6 m. Dat peil ligt lager dan het huidige peil in het Markermeer (winter: NAP -0,4 m; zomer: NAP -0,2 m);
- het effect op de stijghoogte, zoals ook is benoemd in het advies van ENW[1].

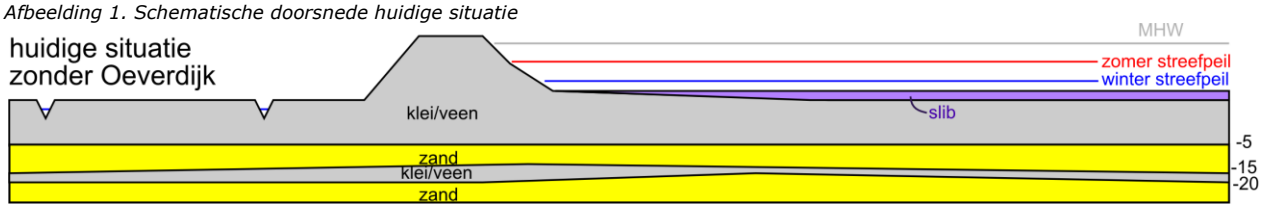
Beschouwing situatie

In dit hoofdstuk is de huidige en toekomstige situatie kort beschouwd, via de bodemopbouw, aanlegmethode, het advies van ENW en het oppervlaktewater peil.

1.1 Bodemopbouw

Onderstaande afbeelding geeft de huidige situatie weer. In het Markermeer is op de bodem een sliblaag aanwezig . Het slib kan worden omschreven als 'dik water'. De bovenzijde van het slib ligt onder de Oeverdijk en in het Tussenwater tussen circa NAP -2,0 tot -1,3 m (QGIS > Survey > Peiling). Daaronder is een klei en veenpakket aanwezig. De dikte van dit pakket varieert, het pakket wordt deklaag genoemd. Volgens de interpretatie in het geotechnische langsprofiel van dijk 20 ligt de onderzijde van deze laag tussen NAP -5 en -10 m. De dunste dikte is maatgevend (onderzijde deklaag op NAP -5 m, dus een dikte van 3 m als geen slib aanwezig is). De gekozen benadering is worst-case, omdat de dunste dikte is gekozen, en deze vlakdekkend is toegepast.

Afbeelding 1. Schematische doorsnede huidige situatie



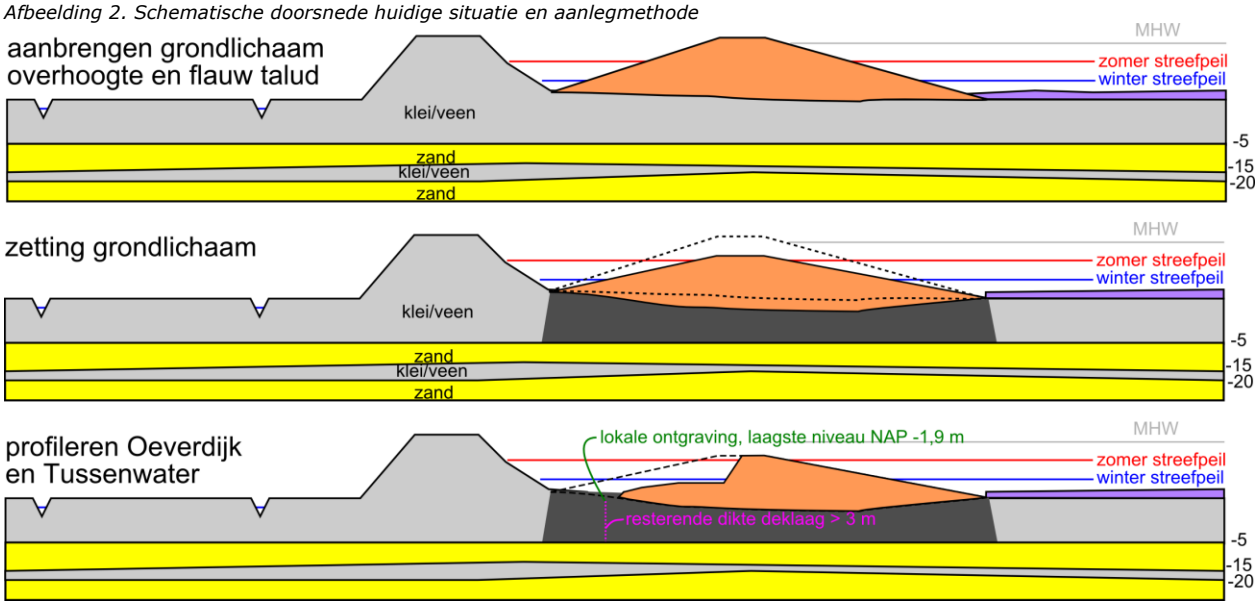
[1] ENW brief d.d. 2 november 2015 met kenmerk ENW-15-14 15.0026761 en onderwerp Adviesaanvraag ontwerp Oeverdijk

1.2 Aanlegmethode

De beoogde aanlegmethode is grafisch weergegeven in onderstaande afbeelding:

- Het grondlichaam wordt aangebracht ter plaatse van de Oeverdijk en het Tussenwater, waarbij het slib wordt weggedrukt.
- Het grondlichaam heeft een overhoogte om de zettingen in het cohesieve pakket te compenseren, en omdat het binnentalud nadien wordt geprofileerd;
- Het grondlichaam gaat zetten. Squeezing is in deze fase van het project niet als specifiek probleem ingeschat.
- Het grondlichaam zal zetten en wordt geprofileerd. In het Tussenwater is een bodemniveau van NAP -1,6 m of dieper vereist om het vereiste vaarprofiel voor onderhoud te realiseren. Een ontgraving is vereist als deze diepte na zetting niet aanwezig is. De verwachting is dat bij de ontgraving alleen het aangevulde grondlichaam wordt ontgraven, en niet de huidige bodem. Indien de huidige bodem wordt vergraven, dan is het worst-case diepste bodemniveau NAP -1,9 m, namelijk NAP -1,6 m en 0,3 m uitvoeringstolerantie. Er resteert een minimaal 3 m dikte van de deklaag, namelijk tussen NAP -2 en - 5 m.

Afbeelding 2. Schematische doorsnede huidige situatie en aanlegmethode



1.3 Advies ENW

ENW[2] heeft advies[1] uitgebracht over de aanleg van de Oeverdijk. In onderstaand kader is de aanbeveling over het weghalen van de sliblaag opgenomen. Dit effect is in het volgende hoofdstuk behandeld.

Tekst in brief ENW[1] Speciale aandacht wordt gevraagd voor het gevaar van het weghalen van de afsluitende sliblaag voor de dijk bij het aanbrengen van de watergang (Tussenwater). Dit kan serieuze gevolgen hebben voor de stijghoogte en macrostabiliteit van de bestaande dijk, zo leren ervaringen uit het verleden.

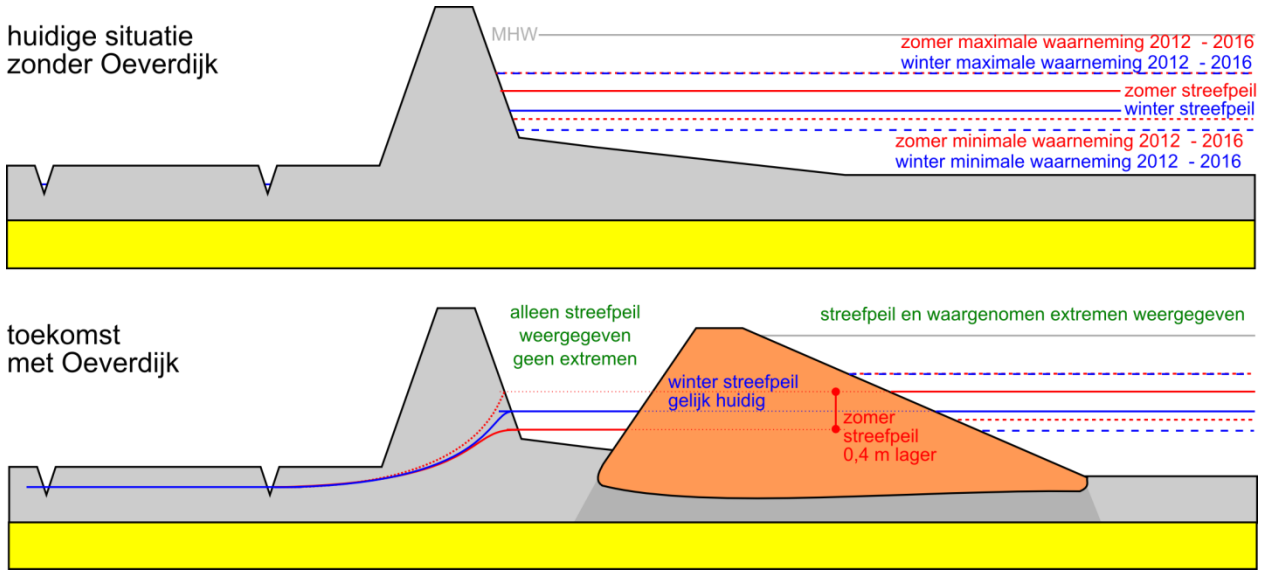
[2] ENW: Expertise Netwerk Waterveiligheid

1.4 Oppervlaktewater peil

Afbeelding 3 geeft in de bovenste doorsnede de huidige situatie schematisch weer. De doorsnede is niet op schaal. In het Markermeer is het zomer (rood) en winter (blauw) streefpeil ingetekend met een doorgetrokken lijn. De stippellijnen geven de extremen weer via waarnemingen tussen 2012 en 2016 op 3 meetstations (Afbeelding 4). Dit geeft een indicatie van de op- en afwaaien in het Markermeer, echter de waargenomen peilfluctuaties zijn niet de extreemste situaties die kunnen optreden. De extreemste situatie is een peil van circa NAP + 1,0 m.

De onderste doorsnede in Afbeelding 3 geeft de toekomstige situatie aan. De doorsnede is niet op schaal. Het streefpeil in het Tussenwater is in de winter gelijk aan het Markermeer (NAP -0,4 m), in de zomer is het peil in het Tussenwater NAP -0,6 m. Dat zomerpeil is 0,4 m lager dan het huidige zomer streefpeil in het Markermeer. Door marges in peilbeheer en op- en afwaaien zal de werkelijke waterstand variëren. Ondanks de kleine omvang van het Tussenwater zijn kortdurende peilvariaties van enkele decimeters mogelijk tijdens extreme omstandigheden[3]. Dit betekent dat kortdurend een lager peil kan optreden.

Afbeelding 3. Doorsnede huidige en toekomstige situatie

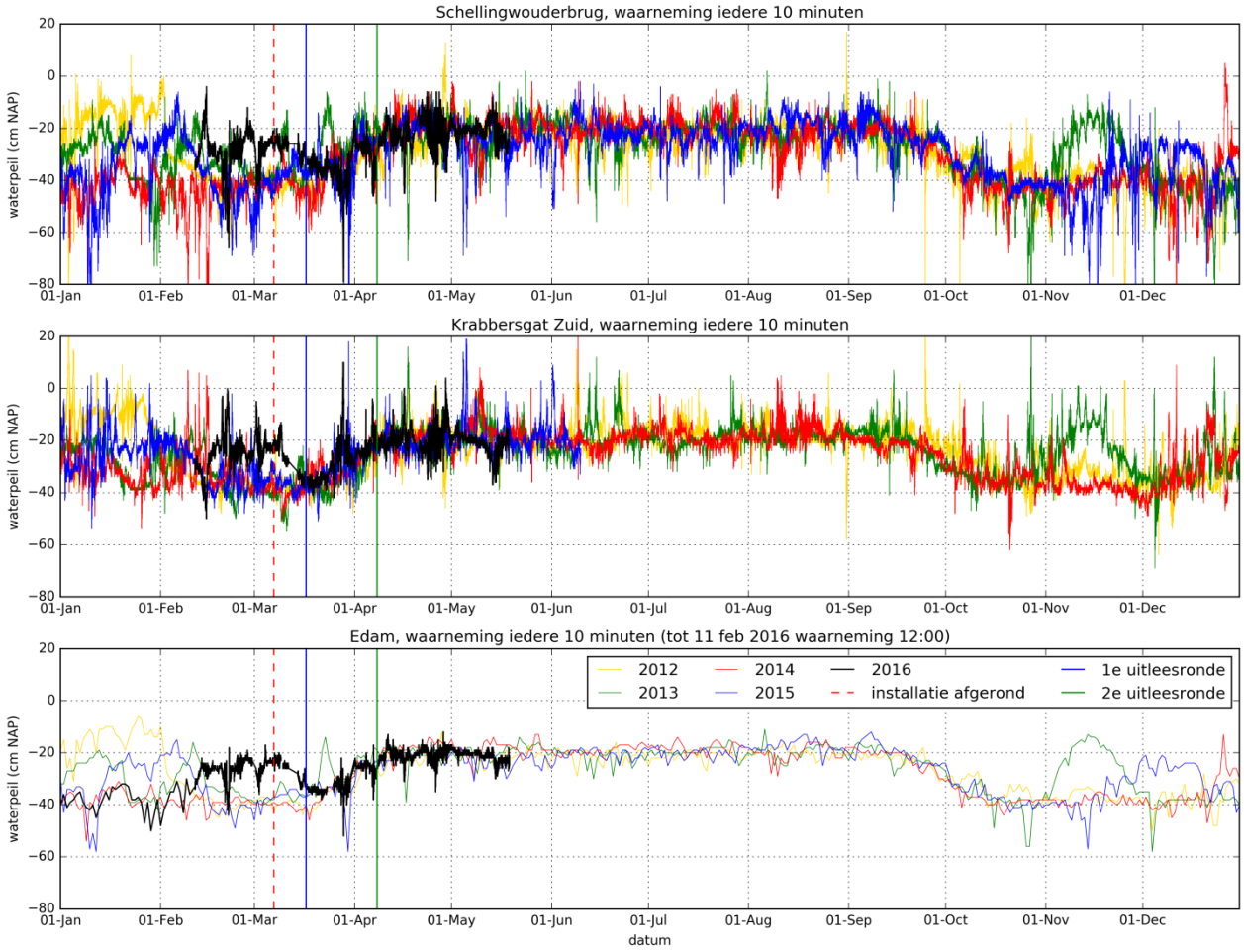


Effect op grondwaterstand

In de onderste doorsnede in Afbeelding 3 is ook schematisch het verloop van de grondwaterstand in de huidige dijk weergegeven. Dit is een schematische situatie zonder neerslag of verdamping. Zichtbaar is dat de grondwaterstand in nieuwe situatie (doorgetrokken lijn) niet wijzigt in de winter (blauw), want het peil in het Tussenwater is gelijk aan het huidige peil in het Markermeer. In de zomer ontstaat in theorie een lagere grondwaterstand (stippellijn versus doorgetrokken lijn) nabij de buitenteen van de huidige dijk. De doorsnede geeft dit verschil weer zonder schaal, en zonder invloed van neerslag/verdamping. De orde grootte van dit effect wordt beschouwd in het volgende hoofdstuk.

[3] Verkennende berekening door J. Menniga geeft een op- en afwaaiing van 0,2 m weer bij windsnelheid van 14 m/s (circa 6 Bft), email d.d. 8 juli 2016

Afbeelding 4. Waargenomen peil op Markermeer 2012-2016 weergegeven per jaar



Nadere beschouwing grondwaterstand

Voor het project is een tijdsafhankelijk 2D grondwatermodel[4] opgesteld. Ten behoeve van deze notitie is de onderzijde van de deklaag in dit model aangepast naar de worst-case waarde van NAP -5 m. Hiermee is een eerste inschatting van het effect op de freatische grondwaterstand gemaakt. Daarbij worden de volgende waarden gepresenteerd:

- GHG: de Gemiddelde Hoogste Grondwaterstand, die is beschouwd via de 3 hoogste berekende grondwaterstanden op de 14^{e} en 28^{e} van de maand. De hoogst optredende grondwaterstand ligt dus boven dit niveau;
- GVG: de voorjaarsgrondwaterstand die is berekend op basis van gemiddelde berekende grondwaterstanden tussen 25 maart en 8 april;
- De GLG de Gemiddeld Laagste Grondwaterstand is berekend op basis van dezelfde systematiek als de GHG, alleen zijn de laagste waarden beschouwd. Specifiek voor dit project zijn alleen de maanden april tot en met september beschouwd.

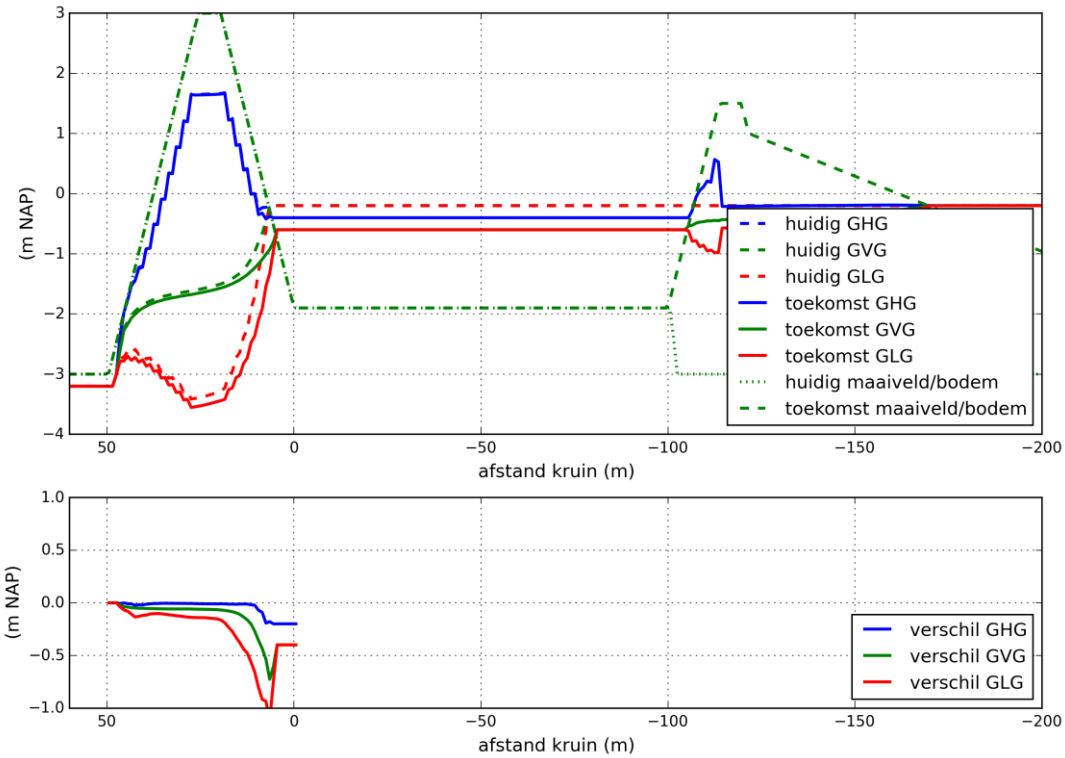
[4] https://project.vwinfra.nl/sites/AMMD/clusters/Documenten/AMMD-000899%20-%20hydrologische%20randvoorwaarden%20natuur%20Oeverdijk?Web=1

Afbeelding 5 geeft de berekende grondwaterstand voor de huidige situatie (geen Oeverdijk en huidig peilbeheer) en de toekomstige situatie (met Oeverdijk en gewijzigd peilbeheer in het Tussenwater). De onderste figuur geeft de berekende verschillen weer in de huidige dijk. Hieruit volgt dat:

- In de winter wordt geen effect op de grondwaterstand verwacht. Echter, in de doorsnede is zichtbaar dat de berekende GHG nabij de buitenteen met 0,2 m daalt. Dit treedt op doordat de GHG in deze zone werd bepaald door natte perioden in de zomer (via het hoge zomer streefpeil in het Markermeer). In het Tussenwater daalt het zomerstreefpeil en wordt de GHG bepaald door het winterpeil;
- In het voorjaar (GVG) en zomer (GLG) wordt een verlaging van de freatische grondwaterstand berekend. De berekende verlaging past bij de analyse uit het vorige hoofdstuk. De verlaging concentreert zich in de buitenteen van de huidige dijk, daar is de berekende verlaging meer dan 0,1 m. De maximale berekende verlaging is groter dan de aanpassing van het peil doordat er een verhang is richting het achterland.

De werkelijk optredende verlaging kan afwijken van de berekende verlaging doordat de huidige berekening op basis van een set parameters is gemaakt voor de bodemopbouw en grondwateraanvulling. Hierdoor kan de zone en orde grootte van de effecten wijzigen. Deze gevoeligheid kan worden afgekaderd via een gevoeligheidsanalyse van het grondwatermodel en vergelijking met waarnemingen. Op voorhand wordt opgemerkt dat het aantal waarnemingen in de zomersituatie beperkt is doordat in het verleden alleen handmatig enkele keren per jaar de grondwaterstand is waargenomen, en hoogfrequente waarnemingen alleen in het voorjaar van 2016 zijn verricht.

Afbeelding 5. Berekende grondwaterstand voor huidige situatie (stippellijn) en na aanleg Oeverdijk (doorgetrokken lijn)



Afgeleid effect
Een verlaging van de freatische grondwaterstand beneden de historische laagste grondwaterstand kan leiden tot afgeleide effecten zoals zettingen, droogstand van paalfundering en droogte schade voor landbouw en natuur. Op basis van de analyse in het vorige hoofdstuk is het aannemelijk dat alleen in de buitenteen van de huidige dijk een verlaging van de freatische grondwaterstand kan optreden. Dit betekent eventueel een geringe verzakking van het buitentalud, deze verzakking kan indien nodig worden hersteld.

Op basis van een eerste inventarisatie is vastgesteld dat er geen bouwwerken staan in het buitentalud. Wel is aandacht vereist voor het voormalige gemaal Katwoude (Afbeelding 6). Dit gemaal staat nabij de oude maalkom, waarvan het peil gaat wijzigen, wat de fundering zou kunnen beïnvloeden. Waarschijnlijk is bij het ontwerp van de paalfundering rekening gehouden met een aflopende grondwaterstand richting het achterland. Mogelijk valt het effect van de ontwikkeling binnen deze bandbreedte. Dit kan worden afgeleid op basis van bouwtekeningen.

Merkbare effecten voor landbouw of natuur worden niet verwacht gezien de diepe grondwaterstand en het huidige landgebruik op het buitentalud.

Afbeelding 6. Voormalig gemaal Katwoude en huidige inlaat (rood kader)

Nadere beschouwing afname verticale weerstand
In het gehele Markermeer infiltreert via de deklaag naar de tussenzandlaag. Dit water kwelt in de omliggende gebieden op.

Voor deze analyse is de verticale weerstand van het slib op 0 dagen per meter gesteld, omdat het geen vaste vorm heeft en de dikte onbekend is. Een worst-case uitgangspunt is dat de sliblaag afwezig is, wat betekent een vergraving van de deklaag een directe afname van de verticale weerstand. De huidige verticale weerstand van deklaag is ingeschat tussen de 100 en 1.000 dagen per meter. De aangenomen worst-case onderzijde van de deklaag is NAP -5 m, dus de dikte van de deklaag is 3 tot 3,7 m. De worst-case verticale weerstand is dan 300 tot 3.700 dagen. De onderzijde van de deklaag is lokaal ook op NAP -10 m waargenomen, wat betekent dat de verticale weerstand ook 500 tot 5.000 dagen groter kan zijn.

Tabel 1 Samenvatting verandering verticale weerstand

	eenheid	ondergrens verticale weerstand	bovengrens verticale weerstand
huidige minimale verticale weerstand	dagen	300	3.700
afname door werkzaamheden	dagen	geen afname	700 (-19%)

Door de werkzaamheden resteert minimaal 3 m dikte van de deklaag. Dit betekent dat er alleen een afname optreedt daar waar de dikte nu meer dan 3 m is. De maximale afname treedt op daar waar nu de grootste dikte aanwezig is (3,7 m), en de maximale weerstand per meter wordt gehanteerd (1.000 dagen). Dat is een afname van de verticale weerstand van maximaal 700 dagen.

Door de afname van de verticale weerstand kan lokaal in het Tussenwater permanent met 19% toenemen, omdat de weerstand met eenzelfde percentage wijzigt. Onder de huidige dijk wordt in de tussenzandlaag geen merkbare verandering van de kwelstroom naar het achterland verwacht, omdat:

- infiltratie plaatsvindt vanuit het gehele Markermeer naar de tussenzandlaag, dus de bijdrage vanuit het Tussenwater is beperkt;
- in het Tussenwater geen MHW meer optreedt, dus de kweldruk is lager;
- een lager zomer streefpeil wordt gehanteerd, dus de kweldruk is lager.

Nadere studie naar de omvang van het effect wordt aanbevolen wanneer over een grotere lengte de weerstand van de deklaag met een derde of meer wordt verminderd. Dit kan bijvoorbeeld door een 3d-model op te stellen. Een grotere lengte is circa 250 m lengte. Een vermindering met een derde betekent bij een minimale deklaagdikte van 3 m het verwijderen van 1 m deklaag.