

Memo

Aan

Provincie Groningen, T.a.v. de heer J. Hartman, Postbus 610, 9700 AP GRONINGEN

Datum	Kenmerk	Aantal pagina's
15 december 2016	11200252-002-BGS-0004-c	13
Van	Doorkiesnummer	E-mail
Henk Kooi	+31(0)88335 7366	henk.kooi@deltares.nl

Onderwerp

Second opinion inrichting brakwatergebied Deikum

Geachte heer Hartman,

In deze memo rapporteer ik u de resultaten van de uitgevoerde evaluatie van de ons toegestuurde rapportages met betrekking tot de inrichting van het brakwatergebied Deikum in de provincie Groningen.

De memo is opgedeeld in drie hoofdstukken. Hoofdstuk 1 geeft een overzicht van de bestudeerde documenten, de onderzoeksvragen, en de namen en expertises van de medewerkers die aan de evaluatie hebben bijgedragen. Hoofdstukken 2 en 3 betreffen de resultaten van de evaluatie waarbij hoofdstuk 2 ingaat op de hydrogeologie rapportages en hoofdstuk 3 op de rapportages die betrekking hebben op dijkveiligheid. Tenslotte volgen nog enkele referenties.

1 Algemeen

1.1 Bestudeerde documenten

- [1] Rapport: Hydrologisch onderzoek brakwaternatuurgebied Deikum (Royal HaskoningDHV d.d. 31-03-2014).
- [2] Rapport: Stabiliteit primaire waterkering nabij Deikum en Klutenplas (Grontmij d.d. 13-01-2014).
- [3] Rapport: Tegenrapportage ontgrondingsvergunning binnendijks brakwatergebied Deikum (Boorsma BV d.d. 7-10-2014).
- [4] Notitie: reactie op tegenrapportage ingenieursbureau Boorsma (Royal HaskoningDHV d.d. 8-12-2014).
- [5] Notitie: reactie op tegenrapportage ingenieursbureau Boorsma (Grontmij d.d. 28-11-2014).
- [6] Rapport: Vervolgonderzoek hydrologische effecten Eindrapportage (Smit Facilities d.d. april 2015)
- [7] Brief: Zienswijze inrichting brakwater Deikum (Maatschap Landbouwbedrijf Havenga d.d. 17-06-2016).
- [8] Brief: Zienswijze tegen ontwerpbesluit brakwatervoorziening Deikum (Maatschap Hamminga d.d. 30-06-2016?).
- [9] Brief: Aanvulling zienswijze ontwerpbesluit brakwatervoorziening Deikum (Maatschap Hamminga d.d. 16-07-2016).

1.2 Onderzoeksvragen

Op basis van uw uitvraag en na kennisneming van de inhoud van de documenten genoemd in paragraaf 1.1, hebben wij de onderzoeksvragen als volgt geordend, geformuleerd en 'genummerd'. De door u gestelde vragen zijn daarbij zoveel mogelijk ongewijzigd overgenomen. Veranderingen en toevoegingen zijn *cursief* weergegeven.

Hydrogeologie [1]:

- A. Is de door Royal Haskoning/DHV (RH/DHV) gebruikte onderzoeksmethode (modellering) de meeste geëigende en geschikte methode?
- B. Zijn er reële uitgangspunten (grondsoort/bodemopbouw/kwelflux/zoutgehalte) gebruikt bij het hydrologisch modelonderzoek van RH/DHV in 2014 [1]?
- C. Zijn de door RH/DHV verwachte effecten (*op de grondwaterstand en de zoutgehaltes en van het laten vervallen van de voorraadvijver*) reëel ingeschat?
- D. *Is de door RH/DHV voorgestelde monitoring adequaat om de effecten van de toekomstige inrichting voldoende nauwkeurig te kunnen bepalen.*
- E. Zijn er naar uw oordeel te verwachten effecten die onderbelicht zijn of niet zijn benoemd?
- F. Indien er naar uw mening foute aannames zijn gedaan wat zijn hiervan dan, in globale zin, de consequenties voor de uitkomsten.

Dijkstabiliteit [2]:

- G. Is de door Grontmij gebruikte methode de meeste geëigende en geschikte methode?
- H. Zijn er reële uitgangspunten (grondsoort/bodemopbouw) gebruikt bij het stabiliteitsonderzoek van Grontmij?
- I. Zijn er naar uw oordeel te verwachten effecten die onderbelicht zijn of niet zijn benoemd?
- J. Indien er naar uw mening foute aannames zijn gedaan wat zijn hiervan dan, in globale zin, de consequenties voor de uitkomsten.

1.3 Geconsulteerde medewerkers en hun expertise

Dr. Henk Kooi (hydrogeologie en modellering; rapporteur)

Ing. Peter Kraaijenbrink (geotechniek; dijkveiligheid)

Drs. Sieb de Vries (Kwartair geoloog)

Dr. Perry de Louw (zoet-zout grondwater processen en monitoring)

Drs. Wiebe Borren (grondwatermodellering; MIPWA)

2 Evaluatie documenten m.b.t. hydrogeologie

2.1 A: Is de door RH/DHV gebruikte onderzoeksmethode (modellering) de meeste geëigende en geschikte methode?

De keuze van RH/DHV voor een effectstudie op basis van modellering is *in algemene zin* volledig gerechtvaardigd. Modellering biedt de mogelijkheid om de te verwachten effecten van de geplande brakwatervoorziening te bestuderen. Daarbij kan algemene kennis over grondwaterprocessen en informatie over de ondergrond op een consistente manier worden meegenomen. Dit kan niet vervangen worden door een veldexperiment. Wel kunnen veldmetingen of veldexperimenten gebruikt worden om onzekerheden in de gebruikte parameters te verminderen en daarmee de nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van voorspellingen met het model te vergroten.

Opzet en gebruik van een grondwatermodel garandeert nooit dat effecten nauwkeurig (genoeg) worden voorspeld. Dat hangt af van veel factoren. In onderstaande paragrafen (2.2 en 2.5) wordt hierop ingegaan.

2.2 B. Zijn er reële uitgangspunten (grondsoort/bodemopbouw/kwelflux/zoutgehalte) gebruikt bij het hydrologisch modelonderzoek van RH/DHV in 2014 [1]?

Onder “uitgangspunten” worden hier aspecten van modelontwerp en modelgebruik (analyse) verstaan die belangrijke invloed kunnen hebben op de met het model berekende effecten. Onze kennis over het model is gebaseerd op rapport [1] dat alleen aanpassingen beschrijft van een voorloper van het model dat door Royal Haskoning is gebruikt in 2007. Een rapportage van het model uit 2007 stond ons niet ter beschikking. Veel van de aannames/vereenvoudigingen die ten grondslag liggen aan het model zijn niet expliciet vermeld in [1] maar kunnen wel worden afgeleid uit de documentatie.

Er is een aantal reële uitgangspunten gebruikt. Die worden eerst benoemd. Vervolgens worden uitgangspunten benoemd die vragen oproepen over de betekenis of betrouwbaarheid van de berekende effecten. Deze minder reële uitgangspunten worden aansluitend toegelicht.

Goede of verdedigbare uitgangspunten zijn:

- De relatief grove laagopbouw in de Pleistocene ondergrond (3 modellagen) onder het Holocene pakket.
- De verwaarlozing van effecten van de variabele dichtheid van het grondwater (door de ruimtelijke verschillen in zoutgehalte) op de grondwaterstroming.
- Gebruik van een tijdsafhankelijke (stationaire) zomer en winter situatie als referentiesituatie om het effect van de voorziening op de grondwaterstand te bepalen.
- De gehanteerde resolutie (grid-grootte) in horizontale zin (op basis van de variatie zichtbaar in de gepresenteerde kaarten/figuren).

Aspecten die onzekerheid opleveren met betrekking tot de resultaten van de effectberekeningen en de daaruit afgeleide conclusies:

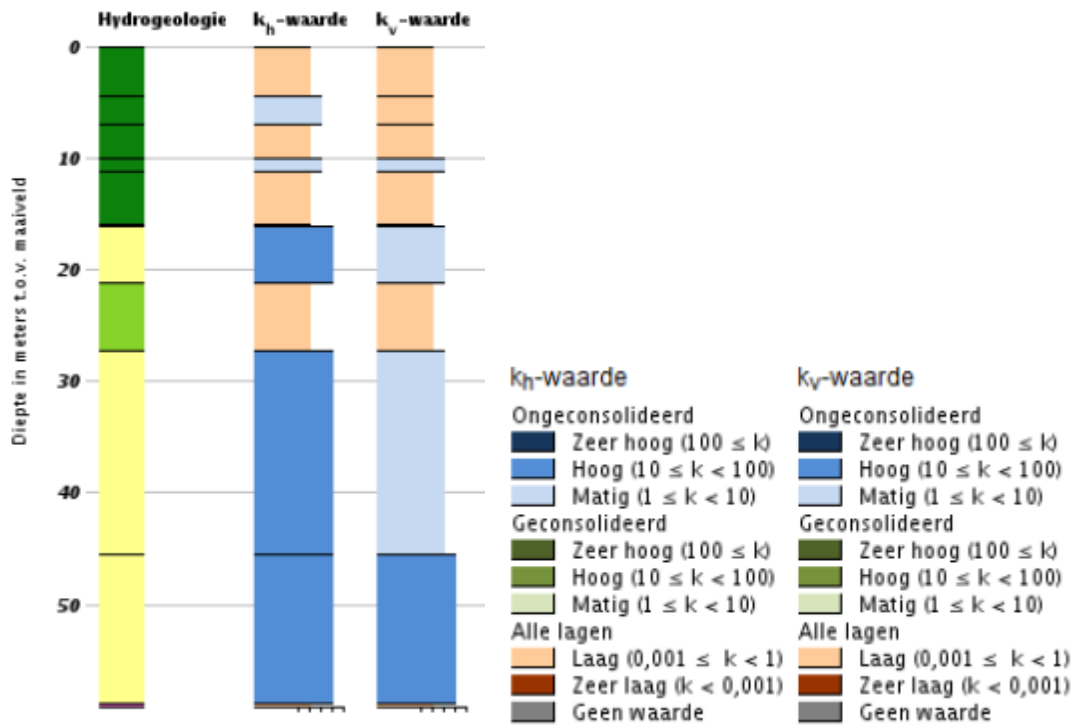
- 1 Het buiten beschouwing laten van de onzekerheid in belangrijke parameterwaarden (met name de doorlatendheid van de ondergrond en de slootweerstand).
- 2 Het gebruik van één modellaag voor het Holocene pakket.

Ad 1. Onzekerheid in modelparameters.

Het berekende effect van de brakwatervoorziening op de naastgelegen landbouwpercelen is afhankelijk van de gekozen parameterwaarden. Belangrijke parameters zijn de doorlatendheid van het Holocene pakket (verticaal en horizontaal), de KD-waarde van het 1^e watervoerende pakket, en de intreeweerstand (conductance) van de (rand)sloten en de weerstand (en mogelijk ook de capaciteit) van de buisdrainage. De waarden voor deze parameters zijn in belangrijke mate onzeker en dit vertaalt zich naar onzekerheid in de berekende effecten. Om overtuigende conclusies te kunnen trekken zou er duidelijkheid over deze onzekerheid moeten worden verschaft. Dit geldt niet alleen voor het effect op de grondwaterstand, maar ook voor de berekende waterbalans van de brakwatervoorziening (hoeveel brak water er aangevoerd moet worden).

Ijking kan onzekerheden van parameterwaarden verkleinen. De ijking die is beschreven in het rapport - feitelijk geen ijking maar een check dat het model niet strijdig is met enkele waarnemingen of geschatte bandbreedtes zoals grondwatertrappen - levert geen overtuigende reductie op van de onzekerheid van de belangrijkste modelparameters in het relevante gebied. De constatering: "*Ondanks het ontbreken van uitgebreide grondwatermeetreeksen kan op basis van bovenstaande ijkresultaten worden vastgesteld dat het model de grondwaterstanden voldoende betrouwbaar voorspelt*" is daarom niet gerechtvaardigd.

Voor de doorlatendheden zijn waarden uit het ondergrondmodel REGIS en uit het regionale grondwatermodel MIPWA overgenomen. Deze modellen zijn bedoeld als uitgangspunt voor het samenstellen van lokale grondwatermodellen. De waarden in de modellen zijn 'redelijke schattingen'. Voor de projectlocatie bij Deikum is de onzekerheid extra groot omdat de hoeveelheid boorgatbeschrijvingen waarop de REGIS waarden gebaseerd zijn gering is. De verticale doorlatendheid van het Holocene pakket (in MIPWA) is ongeveer 0.01 m/dag. De doorlatendheidwaarden op basis van boorgatgegevens (Figuur 1) laten zien dat dat er rekening mee moet worden gehouden dat deze doorlatendheid ook een factor 10 hoger of een factor 10 lager kan zijn. Dezelfde mate van onzekerheid is ook van toepassing op de horizontale doorlatendheid.

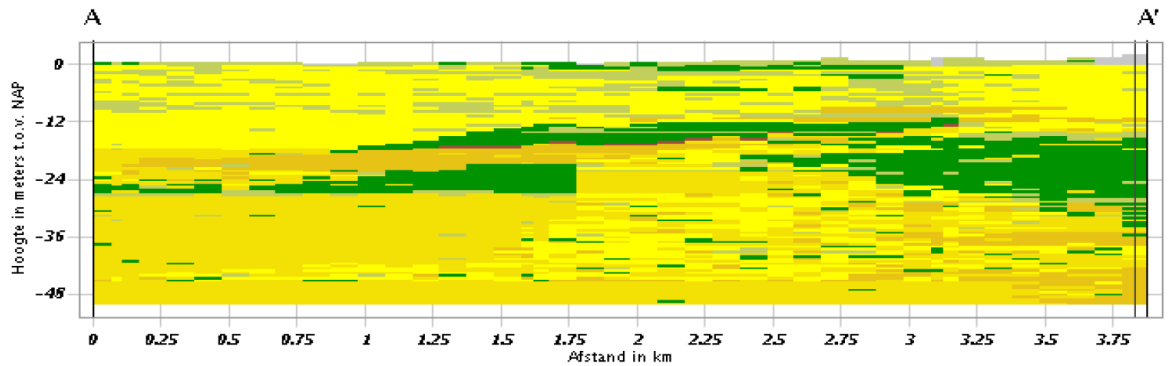


Figuur 1. Doorlatendheidswaarden (met onzekerheidsinterval) uit REGIS voor boring B03C0048 in de buurt van de projectlocatie.

Ad 2. Gebruik van één modellaag voor het Holocene pakket

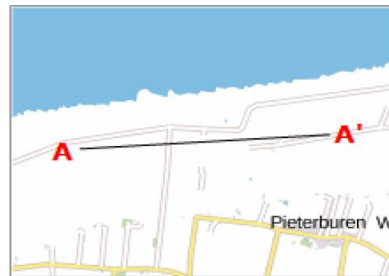
Voor het Holocene pakket (van maaiveld tot ca. -14 m NAP) wordt in het model één modellaag (of rekenlaag) gebruikt. Dat is gebruikelijk en acceptabel in landelijke en regionale grondwatermodellen (bv MIPWA). Het is echter niet geschikt voor de berekening van de relatief lokale effecten op de grondwaterstroming en de grondwaterstand die optreden over afstanden van ca. 10 tot 100 meter van de rand van de brakwatervoorziening of de retentievijver. Er zijn twee aspecten die hier relevant zijn.

- 1) Zelfs als de doorlatendheid van het Holocene pakket homogeen zou mogen worden verondersteld over de dikte van de laag (niet varieert met de diepte) is het mogelijk dat een opdeling in meer lagen een ander resultaat oplevert. Dat zou dan betekenen dat het huidige model met slechts één modellaag niet voldoende nauwkeurig is voor de gekozen parametrisatie.
- 2) Er mag verwacht worden dat de berekende effecten gevoelig zijn voor de interne gelaagdheid binnen het Holocene pakket (heterogeniteit). Deze is van invloed op het deel van de zijwaartse afstroming die wordt afgevangen door de randsloten en het deel dat (ook onder de randsloten door) de aanpalende percelen instroomt en daar de hoeveelheid kwel en de grondwaterstand bepaalt. Hoewel de opbouw van de ondergrond niet in detail bekend is zouden de mogelijke consequenties ervan wel via modellering onderzocht moeten worden. Het grootste deel van het Holocene pakket bestaat uit wad/kwelderafzettingen die worden gekenmerkt door een complexe afwisseling van zandige en meer klei-rijke lagen, soms met schelpenbanken. Die lagen kunnen lokaal doorsneden zijn door geulen waarvan de opvulling naar boven toe over het algemeen verloopt van grof naar fijn. De complexiteit komt niet alleen naar voren in sonderingen en boringen in Dinoloket, maar ook uit de interpretatie van de sondering die is beschreven in paragraaf 2.1.1 van [1]. De onderste meters van het Holocene pakket onder de geplande voorziening bestaat met vrij grote zekerheid uit kleirijke sedimenten die zijn afgezet in een rustig milieu aan de randzone van een actief getijdegebied. Het bevat ook dunne lagen basisveen. Dat is onder andere op te maken uit het ondergrondmodel Geotop v1.3 (Dinoloket) waarvan hieronder een doorsnede is weergegeven.



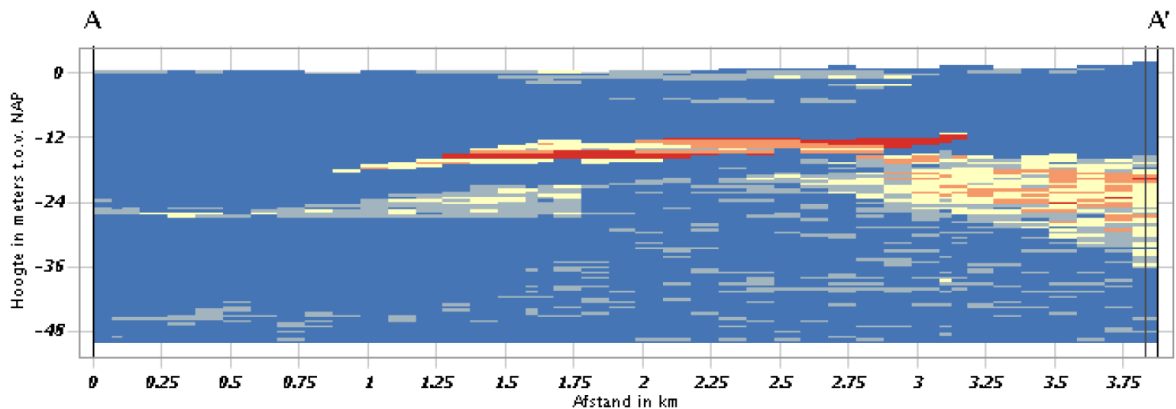
Lithoklasse

a	zg
v	g
k	she
kz	
zf	
zm	



Figuur 1. Meest waarschijnlijke lithoklasse. De brakwatervoorziening is gepland in het centrale deel van het profiel (v=veen; k=klei; kz=zandige klei; kf=fijn zand; zm=middelfijn zand; zg=grofzand).

Hoogte t.o.v. NAP: -50

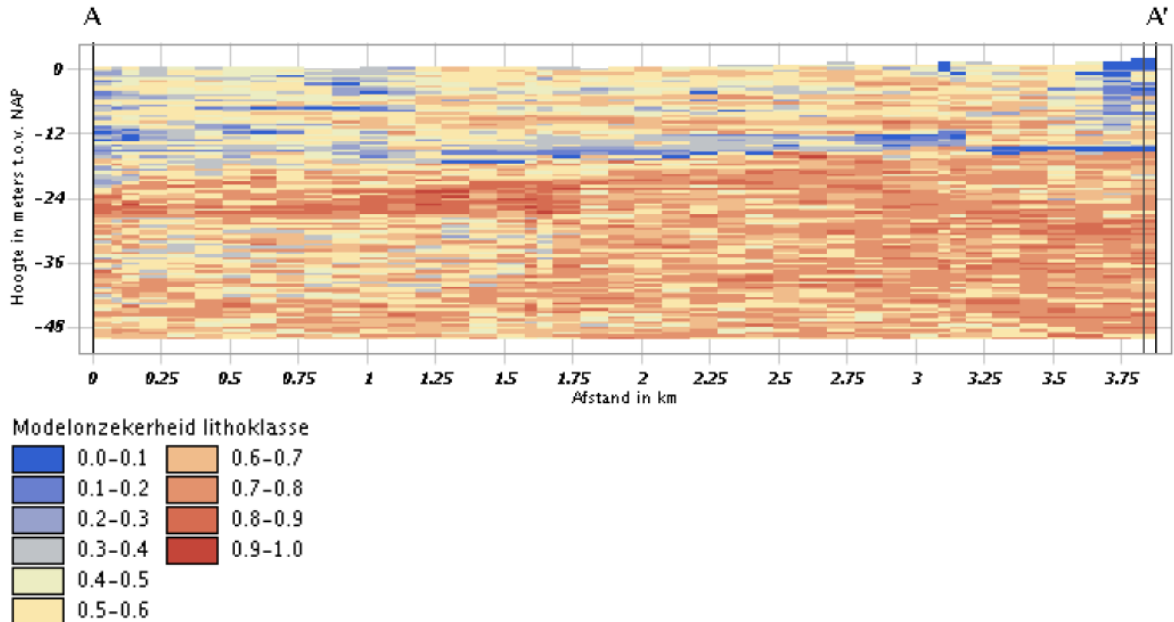


Kans op klei

0.0-0.2
0.2-0.4
0.4-0.6
0.6-0.8
0.8-1.0

Figuur 2. Kans op klei voor het profiel weergegeven in figuur 1.

Hoogte t.o.v. NAP: -50



Figuur 3. Modelonzekerheid van de lithoklasse voor het profiel weergegeven in figuur 1.

2.3 C. Zijn de door RH/DHV verwachte effecten (op de grondwaterstand en de zoutgehalten en van het laten vervallen van de voorraadvijver) reëel ingeschat?

De door RH/DHV verwachte effecten op de grondwaterstand worden beschouwd als een redelijke indicatie. Over de betrouwbaarheid/onzekerheid ervan kan weinig duidelijkheid worden gegeven zonder gevoeligheidsanalyse van de factoren benoemd onder B.

Hetzelfde geldt voor het effect van het laten vervallen van de voorraadvijver in het aangepaste plan (Figuren 6 en 7 in [6]).

De door RH/DHV verwachte effecten op de zoetwaterlenzen die relevant zijn voor de landbouw zijn gebaseerd op een berekende toename van de zoute kwel over de totale dikte van het Holocene pakket van enkele procenten. Daarin wordt geen rekening gehouden met de reële mogelijkheid dat er ook water lateraal afstroomt in het Holocene pakket, onder de randsloot door (de punten benoemd in B. hebben daar ook betrekking op). Het is niet uitgesloten dat die afstroom hoog is in vergelijking met de 'diepe' kwel gezien de opbouw van het Holocene pakket waarin de grootste hydraulische weerstand zich waarschijnlijk onderin het pakket bevindt (Figuur 1). Voor het effect op zoetwaterlenzen moet de totale kwel in beschouwing worden genomen en kan niet worden volstaan met de verticale stroming tussen het 1^e watervoerende pakket en de Holocene deklaag.

2.4 D. Is de door RH/DHV voorgestelde monitoring adequaat om de effecten van de toekomstige inrichting voldoende nauwkeurig te kunnen bepalen

In [1] wordt vermeld dat het voorgestelde meetnet beoogt de grondwaterstandsveranderingen en mogelijk de waterkwaliteitsveranderingen te monitoren. Of de monitoring adequaat is hangt

in sterke mate af van wat er precies in beeld gebracht moet worden; met name welke aspecten van 'waterkwaliteit' van belang zijn. In algemene zin is de voorgestelde monitoring vrij beperkt.

Grondwaterstandsveranderingen

Voor het monitoren van veranderingen in de freatische grondwaterstand en (diepe) stijghoogten zijn peilbuizen geschikt. Voor de freatische grondwaterstand wordt geadviseerd deze uit te rusten met automatische loggers (divers). Grondwaterstanden fluctueren vrij sterk op dag- en zelfs op uurbasis in reactie op neerslagcondities (enkele decimeters zijn normaal). De genoemde meetfrequentie van ca. twee maal per maand geeft een erg onnauwkeurig beeld wat de detectie van het effect van de brakwatervoorziening sterk bemoeilijkt.

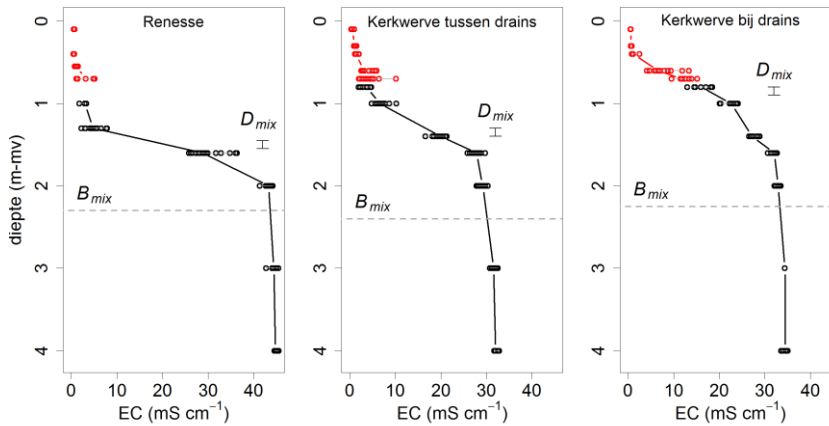
Een freatisch meetpunt dient bij voorkeur op minimaal 10 m van een sloot te staan (daar lijkt het voorstel aan te voldoen). Een grondwaterstandtoename door de voorziening zal zich het meest duidelijk manifesteren midden tussen drainagebuizen. Het verdient dus aanbeveling daar bij de plaatsing van de buizen rekening mee te houden (niet genoemd in het plan).

Er is één diepe peilbuis (DK2_10) voorzien voor stijghoogtemetingen in het 1^e watervoerende pakket. Dat is erg weinig om inzicht te verschaffen in de wijze waarop het uitstralingseffect van de voorziening plaatsvindt. Het verdient aanbeveling om één raai van diepe peilbuizen te plaatsen. Deze kan gecombineerd worden met een raai van freatische meetpunten. Diepe waarnemingspunten zijn niet alleen waardevol voor stijghoogtemetingen, maar ook voor het verkrijgen van inzicht in het zoutgehalte in de ondergrond vanaf de grondwaterspiegel tot in het 1^e watervoerende pakket (zie onder), informatie die nu volledig ontbreekt. Tevens kan worden overwogen om in één van de raaien stijghoogtemetingen te verrichten onder de (rand)slootbodemplaat en onderin het Holocene pakket. Dit levert informatie over de laterale afstroming in de 'deklaag' richting naastgelegen percelen.

Waterkwaliteitsveranderingen van grondwater en bodemvocht

Voor de landbouw zijn de zoetwaterlenzen en, in samenhang daarmee, vooral het zoutgehaltes in de wortelzone van gewassen van belang. De voorgestelde monitoring met peilbuizen is niet geschikt om die informatie te leveren. Monsternamen in peilbuizen mengt het water over het diepte interval van het peilfilter (ca. 1 m) en monstert alleen het water in de verzadigde zone. Dat levert een zeer grof beeld van wat zich in de overgangszone van zoet naar zoutwater plaatsvindt en monstert, afhankelijk van de filterstelling, naar verwachting vooral het zoutere kwelwater.

Als een goed beeld gewenst is van veranderingen van de zoetwaterlenzen en de koppeling met het zoutgehalte in de onverzadigde zone is het mogelijk om hiervoor herhalingsmetingen te doen met een 'EC-prikstok' [10]. Hiermee kan om de 10 cm een meting van het zoutgehalte worden gedaan in de verzadigde zone en kunnen veranderingen in de tijd worden gevolgd. Aanvullend kunnen bodemvochtmonsters worden genomen om het zoutgehalte in de onverzadigde zone in beeld te krijgen. Figuur 4 geeft een beeld van zulke metingen in percelen met vergelijkbare condities (zoute kwel) in Zeeland. Ook is het mogelijk om een grover, maar meer ruimtelijk beeld van de zoetwaterlenzen te krijgen met de CVES methode [11].



Figuur 6 gemeten EC-profielen in de tijd voor zowel de verzadigde zone (zwart) als de onverzadigde zone (rood) voor twee landbouwpercelen nabij Renesse en Kerkwerve. De stippen op een bepaalde diepte geven alle maandelijkse metingen weer over een periode van twee jaar, de getrokken lijn geeft de mediane waarde aan. Tevens is de positie en jaarlijkse variatie van D_{mix} voor de tweejarige meetperiode weergegeven. Naar De Louw et al. (2013).

Figuur 4. Diepte-profielen van het zoutgehalte (EC) voor locaties met zoute kwel in Zeeland (bron: de Louw e.a. [10])

Voor een beeld van de 'onverstoorde' nul-situatie zou in ieder geval een meting in de natte periode en in de (late) zomer moeten worden gedaan. Dit soort metingen zijn recent door Deltares verricht voor de Dienst Landelijk Gebied van de Provincie Zeeland voor de inrichting van een nieuw natuurgebied ten noorden van Hoedekenskerke.

Om waterkwaliteitsveranderingen over grotere dieptetrajecten te volgen kan gedacht worden aan de inzet van de SlimFlex sonde. De SlimFlex is een smalle sonde die in een bestaande peilbuis wordt neergelaten en voor elke 10 cm de geleidbaarheid van de bodem meet met behulp van elektromagnetische metingen. Toepassing bij de diepe buis binnen de inundatievakken (DK2_10) zou bijvoorbeeld een mogelijkheid bieden om de veranderingen in zoutgehalte over grotere diepte te volgen. Voor de nulmetingen in de gebieden Waterdunen en Perkpolder zijn hiermee goede ervaringen opgedaan en SlimFlex is ook onderdeel van een monitoringsplan rond de Hedwigepolder [12].

Veranderingen van zoutgehalte en afvoer van polderwater

Het rapport van RH/DHV bevat berekeningen van veranderingen in het chloridegehalte van het water in omliggende sloten. Voor dat aspect hebben wij geen monitoringsplan aangetroffen in de documenten. Referentie [12] bevat hier ook relevante aanknopingspunten voor.

2.5 E. Zijn er naar uw oordeel te verwachten effecten die onderbelicht zijn of niet zijn benoemd?

Nee.

2.6 F. Indien er naar uw mening foute aannames zijn gedaan wat zijn hiervan dan, in globale zin, de consequenties voor de uitkomsten.

De afwezigheid van een gevoeligheids-/onzekerheidsanalyse (B.) heeft de volgende consequenties:

- Het effect op de grondwaterstanden in de naastgelegen percelen kan zijn onderschat (overschatting is ook niet uitgesloten). Dat geldt voor de magnitude van verandering maar ook voor 'reikwijdte' van het 'uitstralingsgebied'. Een onderschatting met een factor twee kan niet worden uitgesloten.
- De totale netto infiltratie/drainage van de peilvakken van het natuurgebied kan zijn onderschat. In dat geval moet er meer brakwater worden aangevoerd dan nu op basis van de waterbalans wordt geschat.

De aanname dat alleen de 'diepe' kwel over het Holocene pakket van invloed is op zoetwaterlenzen (C.) heeft de volgende consequentie:

- Het is op basis van de verrichte modellering en de huidige kennis van zoetwaterlenzen [10,11] niet uitgesloten dat er een significante toename is van het risico op verzilting van delen van de landbouwpercelen.

Of er een significant risico is hangt in sterke mate af van daadwerkelijke grondwatersituatie op dit moment, vóór de ingreep, en van de daadwerkelijke toename van de totale zoute kwel die door de drainagemiddelen (buisdrains en sloten) zal moeten worden verwerkt. Wij adviseren om veldonderzoek te doen naar de huidige zoet-zout verdeling in de bodem van de perceeldelen nabij de aan te leggen voorziening (vergelijkbaar met figuur 4). Door de zoet-zoutverdeling te relateren aan de niveaus van de buisdrainage en de wortelzone kan worden vastgesteld of de drains op dit moment een belangrijke rol spelen in de afvoer van zout water en hoe diep het zoute water zich bevindt ten opzichte van de wortelzone. Dit geeft een goede indicatie van de gevoeligheid van die perceeldelen voor een toename van de grondwaterstand en van de hoeveelheid kwel. De kweltoename zal beter moeten worden geschat op basis van berekeningen, rekening houdend met onzekerheden in bepalende parameters. Monitoring zou met name de effecten op de veranderingen in zoutgehalte in de bodem nauwkeuriger moeten kunnen volgen.

3 Evaluatie documenten m.b.t. dijkveiligheid

De evaluatie betreft alleen de situatie bij Deikum.

3.1 G. Is de door Grontmij gebruikte methode de meeste geëigende en geschikte methode?

Ja, de methode is conform de regelgeving uit het VTV2006. Er ontbreekt wel een duidelijk overzicht van de verschillende doorgerekende situaties.

3.2 H. Zijn er reële uitgangspunten (grondsoort/bodemopbouw) gebruikt bij het stabiliteitsonderzoek van Grontmij?

Opvallend is dat uitgegaan wordt (paragraaf 2.4.1 in [2]) van uitgangspunten die horen bij aangeleverde toetsberekeningen voor een locatie op 9 km afstand van de beoordeelde locatie. In een volwaardige toetsing zou lokaal onderzoek plaats moeten vinden, maar dat was in dit geval blijkbaar niet nodig.

De sterkteparameters zijn in tabel 2-1 [2] aangegeven en overgenomen uit de toetsberekeningen. Terecht is opgemerkt, dat de volumegewichten voor ZK en DZ lager zijn dan normaal in de praktijk gehanteerde waarden. Er zijn gevoeligheidsberekeningen gedaan voor hogere volumegewichten, maar de resultaten zijn niet in de rapportage opgenomen.

In paragraaf 2.4.4 is aangegeven dat een stijghoogte van NAP +0,80 m is aangehouden in de 'diepgelegen zandlagen'. Deze parameter wordt gebruikt voor de macrostabiliteit. Voor de gekozen waarde is geen onderbouwing gegeven. Zonder modellering valt niet te beoordelen of het om een 'veilige' schatting gaat of dat de waarde hoger zou kunnen zijn.

Voor de toetsing op piping en heave (STPH) is uitgegaan van een 15 m dikke zandlaag en een doorlatendheid van $K=5,4 \cdot 10^{-5}$ m/s. Dit komt overeen met $K=4,7$ m/dag. Deze doorlatendheid lijkt hoog voor het type afzetting. Het pakket van 15 m dik bestaat uit veel dunne lagen met een aanzienlijk lagere doorlatendheid, vooral in verticale zin. Er kan dus van worden uitgegaan dat de berekening het risico op piping en heave eerder overschat dan onderschat.

3.3 I. Zijn er maar uw oordeel te verwachten effecten die onderbelicht zijn of niet zijn benoemd?

Nee.

3.4 J. Indien er naar uw mening foute aannames zijn gedaan wat zijn hiervan dan, in globale zin, de consequenties voor de uitkomsten.

Er zijn geen indicaties voor foute aannames. De conclusies en aanbevelingen in de dijkveiligheid rapportage [2] zijn terecht.

Referenties

[10] De Louw, P. en 9 anderen (2015) Dunne regenwaterlenzen in zoute kwelgebieden; Landschap 2015/1, 5-15.

[11] Van Staveren G. en J. Velstra (2013) Verzilting van landbouwgronden in noord Nederland in het perspectief van de effecten van klimaatsverandering; KvR rapport 058/12

[12] De Louw, P. en E. van Baren (2015) Nulmeting Hedwigepolder grond- en oppervlaktewater; monitoringplan; Deltares rapport 1210110-000-BGS-0006