

**Second opinion
kwelvoorziening Perkpolder**



**Second opinion
kwelvoorziening Perkpolder**



1209917-000

© Deltares, 2014, B

Titel
Second opinion kwelvoorziening Perkpolder

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Dienst Landelijk Gebied Goes	1209917-000	1209917-000-BGS-0003	11

Trefwoorden

Verziling, mitigerende maatregel, zoute kwel, zoetwaterlens.

Samenvatting

Het plan Perkpolder houdt in dat een getijdengebied wordt ingericht in de Costelijke Perkpolder waarbij de zeedijk binnenwaarts wordt verplaatst. Hierdoor zal naar verwachting de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket toenemen met als gevolg toenemende zoute kwel en mogelijk een afnemende zoetwaterbel voor het achterliggende landbouwgebied. Ter bescherming van de zoetwaterbel is een kwelvoorziening nodig. Dit rapport beschrijft de resultaten van een beknopte second opinion op het voorgestelde ontwerp van de kwelvoorziening, achterliggende berekeningen en de monitoring. Op basis van deze second opinion en overleg met het waterschap Scheldestromen, DLG en aannemer Van Cord is het ontwerp van de kwelvoorziening aangepast. De belangrijkste aanpassingen zijn in deze rapportage beschreven.

Versie	Datum	Auteur	Revisie	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	okt. 2014						

Status

definitief

Inhoud

1 Achtergrond en doel	0
2 Beschikbare literatuur	1
3 Resultaten samengevat	2
3.1 Geohydrologische effecten herinrichting Perkpolder	2
3.2 Type kwelvoorziening	6
3.3 Optimalisatie ontwerp kwelvoorziening	7
3.4 Monitoring kwelvoorziening	9
4 Conclusies	10

i

1 Achtergrond en doel

Het plan Perkpolder (www.Perkpolder.nl) houdt in dat een getijdengebied wordt ingericht in de Oostelijke Perkpolder in de Kop van Hulst. De zeedijk zal daarom binnenwaarts worden verplaatst. Er wordt verwacht dat de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket daardoor gaat toenemen met als gevolg toenemende zoute kwel en mogelijk afnemende zoetwaterbel voor het achterliggende landbouwgebied. Uit deze zoetwaterbel in de kreekrug van Kloosterzande wordt in droge tijden zoet grondwater onttrokken voor beregening van landbouwpercelen. Uit onderzoek van Witteveen+Bos (2010) en Royal Haskoning (2012) is geconcludeerd dat een kwelvoorziening nodig is als mitigerende maatregel ter bescherming van de zoetwaterbel. De geplande kwelvoorziening is een onttrekkingsstelsel op basis van vrij verval (door stijghoogtedruk in het eerste watervoerende pakket) bestaande uit een reeks van verticale kwelbuizen die grondwater uit het eerste watervoerende pakket afvoeren. De verticale kwelbuizen zijn over een afstand van ongeveer 100 m aan elkaar gekoppeld en de werking is regelbaar in zogenaamde regelputten. De kwelvoorziening wordt geacht de toename van de stijghoogte als gevolg van de inrichting te compenseren om te voorkomen dat de zoetwaterbel krimpt.



Figuur 1. Plankaart voorlopig ontwerp Perkpolder. Bron: Buro Lubbers (2011).

Deltares is gevraagd een beknopte second opinion te geven over het voorgestelde ontwerp kwelvoorziening, achterliggende berekeningen en de monitoring, en het ontwerp zo nodig bij te stellen. In deze rapportage worden de belangrijkste bevindingen kort samengevat die relevant zijn voor de geplande kwelvoorziening.

Het type kwelvoorziening is in de loop van tijd steeds aangepast. In de beginfase zijn zandpalen voorgesteld, gevolgd door verticale kwelbuizen en daarna horizontale diepdrain. Gedurende de uitvoering van deze second opinion is het type kwelvoorziening weer veranderd van horizontale diepdrain naar verticale kwelbuizen. Deze verandering en de argumenten hiervoor worden in deze rapportage besproken. Door de verandering van type kwelvoorziening was het tevens nodig het monitoring-protocol aan te passen. Het monitoringprotocol is in een aparte rapportage beschreven.

2 Beschikbare literatuur

De volgende literatuur was voor deze second opinion beschikbaar.

RAP-0

Witteveen+Bos, 21 juli, 2009. Hydrologisch ontwerp watersysteem Perkpolder. Rapport, referentie MDB221-6/boud2/024. Projectleider H.M.W.M. Walboomers.

RAP-A

Witteveen+Bos, 2 juni 2010. Analyse varianten watersysteem Perkpolder. Rapport, referentie MDB221-11/boeg3/009. Projectleider N.G. Jaarsma.

RAP-B

Witteveen+Bos & Royal Haskoning, 20 augustus 2010. Geohydrologisch effect omputten oostelijke Perkpolder. Rapport, referentie MDB221-16/abdm/008. Projectleider H.D.C. Meuwese.

RAP-C

Royal Haskoning, 24 mei 2011. Geohydrologisch onderzoek zandpalen Perkpolder. Notitie, referentie 9t9564/N01001/500517/Rott. Auteur: Willem Jan Zaadnoordijk.

RAP-D

Deltares, 16 december 2011. Plan Perkpolder. Nulmeting grondwater. Rapport, referentie 12017872-000-BGS-0005. Auteur: Jelle Buma.

RAP-E

Royal Haskoning, 31 januari 2012. Afweging varianten kwelvoorziening. Notitie, referentie 9T9564.F0/N0004/LMOY/NTEK/Rott. Auteurs: Leslie Mooyaart en Leon Brouwer.

RAP-F

Royal Haskoning, 5 april 2012. Kwelvoorziening Perkpolder. Toelichting op ontwerp diepdrainage. Conceptrapport, referentie 9T9564.F0/R0001/903703/Rott. Auteurs: Leslie Mooyaart en Leon Brouwer.

RAP-G

Haskoning Nederland B.V. Water, 11 april 2013. Protocol monitoring grondwater Perkpolder. Notitie, referentie 9T9564F0/R00004/500745/Rott. Auteur: Leon Brouwer.

RAP-H

Deltares, september 2014. Nulmeting grondwater Perkpolder. Eindrapport. Conceptrapport, referentie concept. Auteur: Jelle Buma.

Daarnaast hebben een aantal overleggen plaatsgevonden waarvan de belangrijkste bevindingen in dit rapport zijn gerapporteerd. De overleggen hebben plaatsgevonden met Rijkswaterstaat, Dienst Landelijke gebied, Royal Haskoning, Waterschap Scheldestromen en Van Oord Nederland BV.

3 Resultaten samengevat

3.1 Geohydrologische effecten herinrichting Perkpolder

In RAP-0 en RAP-A worden effecten op Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand (GHG), Gemiddeld Laagste Grondwaterstand (GLG) en kwel gepresenteerd als gevolg van de herinrichting Perkpolder voor een basis variant en een optimum variant. In RAP-0 wordt de opbouw en kalibratie van het grondwatermodel beschreven. Modflow/Seawat is als modelcode gebruikt dat rekening houdt met dichtheidsstroming. Het hoofddoel van RAP-A is om effecten op de waterkwaliteit en wateroverlast in beeld te brengen.

Daarna zijn met hetzelfde grondwatermodel effecten op GHG, GLG en kwel van variant 'krekken' en de nieuwe variant 'omputten' berekend voor een situatie met en zonder zandpalen (gerapporteerd in RAP-B). De varianten met zandpalen hebben tot doel om uitstralingseffecten op de grondwaterstand en kwel te compenseren en om de zoetwaterbel niet te laten krimpen.

De belangrijkste conclusies wat betreft uitstralingseffecten uit RAP-B zijn:

- de effecten op de grondwaterstand en kwel voor de verschillende varianten verschillen niet veel.

- Met zandpalen is het maximale invloedsgebied voor de GHG 50-150 m en voor de GLG 250-270 m met een maximale stijging van GHG van 0,20 m en GLG van 0.25 m.
- Zonder zandpalen is het maximale invloedsgebied veel groter, voor de GHG 180-190 m en voor de GLG 450-470 m met een maximale stijging van GHG van 0,30 m en GLG van 0.40 m.
- De stijging van de GHG en GLG zonder zandpalen leidt niet tot gewasschade omdat de huidige GHG en GLG relatief diep ligt. Mogelijk neemt de droogteschade af door de hogere GLG.
- De kwel neemt in het achterliggende landbouwgebied significant toe zonder zandpalen. Dat leidt mogelijk tot het krimpen van de zoetwaterbel.
Zandpalen als mitigerende maatregel voeren voor de westelijke sloot 107 m³/d af en voor de oostelijke sloot 179 m³/d (zie figuur 2 voor ligging westelijke en oostelijke sloot).

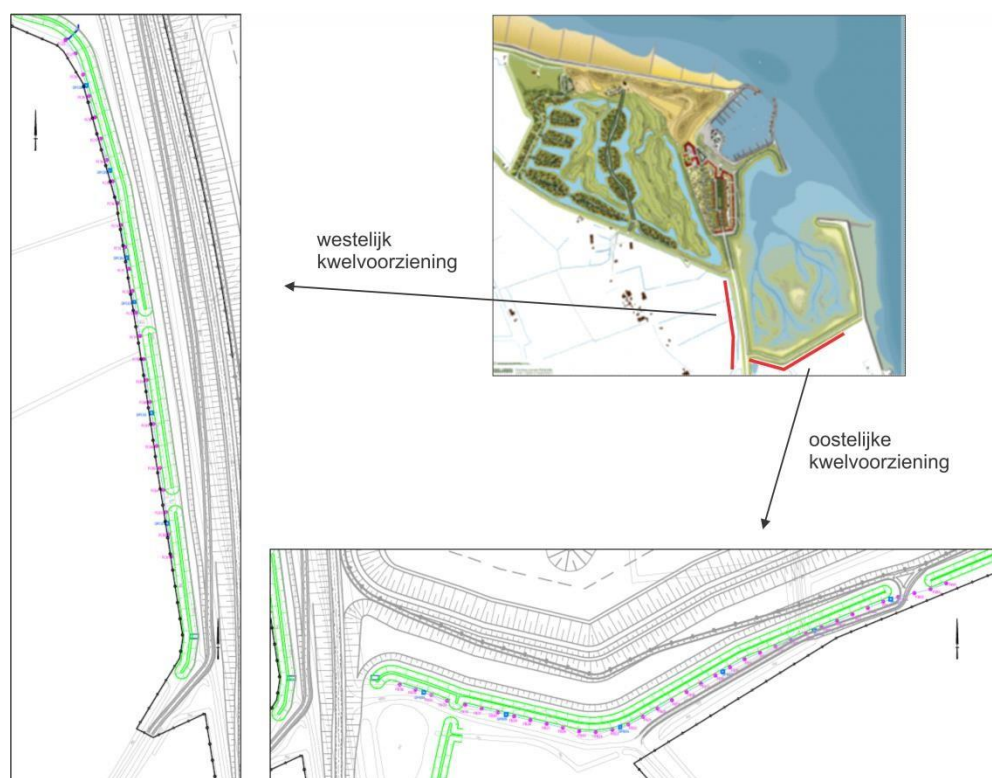
In RAP-0 zijn verkennende modelberekeningen uitgevoerd om de lange termijn effecten op de zoetwaterbel te bepalen. Hiervoor is een west-oost profielmodel opgesteld als uitsnede van het vlakdekkende grondwatermodel. In de autonome ontwikkeling neemt de zoetwaterbel af door stijging van het Westerscheldepeil. Door de herinrichting Perkpolder zou de zoetwaterbel nog veel sterker afnemen wanneer geen mitigerende maatregelen zouden worden genomen. De berekeningen laten een verzoeting zien ten opzichte van de autonome ontwikkeling wanneer mitigerende maatregelen worden genomen die de stijghoogte in het eerste watervoerende pakket verlagen.

In RAP-C wordt dieper ingegaan op het effect van zandpalen en verticale kwelbuizen als mitigerende maatregel. Er is tevens bepaald hoeveel kwelbuizen met welke dimensies (diameter, filterlengte, filterdiepte, etc.) nodig zijn voor de werking van de kwelvoorziening. De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van analytische vergelijkingen. Er is uitgegaan van de geohydrologische schematisatie zoals bepaald door Witteveen+Bos en komt in het kort neer op:

- Transmissiviteit van het watervoerend pakket: 60 m²/d; □ Dikte van het watervoerend pakket: 20 m.
- Weerstand deklaag buiten de Oostelijke Perkpolder 285 d;
- Gemiddelde freatische grondwateraanvulling 0.0007 m/d;
- Gemiddelde waterstand Westerschelde +0.14 m NAP (met getijslag van -2 tot +2 m NAP);
- Gemiddeld polderwaterstand -0.975 m NAP (zomerpeil -0.85, winterpeil -1.1 m NAP);

De belangrijkste conclusies van de berekeningen zijn:

- De effectieve stijghoogte voor een optimale werking van de kwelvoorziening moet (ter hoogte van de kwelbuizen) onder de -0.6 m NAP liggen.
- Er wordt een tabel met kwelbuis-dimensies gegeven voor zowel westelijke als oostelijke kwelsloot. De achterliggende berekeningen zijn uitgevoerd met formules uit het boek van Huisman & Olsthoorn (1983) 'Artificial groundwater recharge', blz 73-74. De formules worden niet in de notitie gegeven. Uitgaande van een putdiameter van 0.25 m worden de volgende dimensies gegeven voor een goede werking van de kwelvoorziening:
 - Westelijk sloot: putafstand 25 m, putdiameter 0.25 m, filterlengte 5 m, putdebiet 5.99 m³/d, slootdebiet 0.24 m²/d
 - Oostelijke sloot: putafstand 17 m, putdiameter 0.25 m, filterlengte 10 m, putdebiet 8.27 m³/d, slootdebiet 0.49 m²/d



Figuur 2. De ligging van de geplande westelijke en oostelijke kwelvoorziening. Op de detailtekening geven de roze punten de positie van de verticale kwelbuizen weer en in blauw zijn de regelputten weergegeven. Voor details van de kwelvoorziening wordt verwezen naar de technische uitwerking van Van Oord BV.

Opmerkingen over resultaten

Effecten op het grondwatersysteem als gevolg van de herinrichting Perkpolder en effecten van mitigerende maatregelen worden in de vier rapportages RAP-0, RAP-A, RAP-B en RAPC beschreven. Effecten op de kwel en grondwaterstand zijn gekwantificeerd met een grondwatermodel en analytische vergelijkingen.

De beoordeling dat het nieuwe getijdegebied negatieve effecten zal hebben op de zoetwaterbel en dat een kwelvoorziening nodig is om de zoetwaterbel te beschermen, wordt ondersteund. De keuze voor een kwelvoorziening als mitigerende maatregel om de toename van de stijghoogte te compenseren is een goede keuze.

Over de resultaten en gebruikte methodiek kunnen de enkele kanttekeningen worden gemaakt:

- 1 Het is jammer dat de effecten op de stijghoogte niet in beeld zijn gebracht met het numerieke grondwatermodel (RAP-0, RAP-A, RAP-B) omdat juist een toename van de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket het krimpen van de zoetwaterbel bepaalt. Het in beeld brengen van de effecten op de stijghoogte geeft een ruimtelijk beeld tot op welke afstand de zoetwaterbel wordt aangepast. Deze informatie kan alsnog eenvoudig uit het grondwatermodel worden onttrokken indien dit inzicht later nodig mocht zijn.
- 2 De toegepaste geohydrologische schematisatie is sterk vereenvoudigd. Bijvoorbeeld, in westelijke richting, de kreekrug op, neemt de dikte van de slechtdoorlatende deklaag

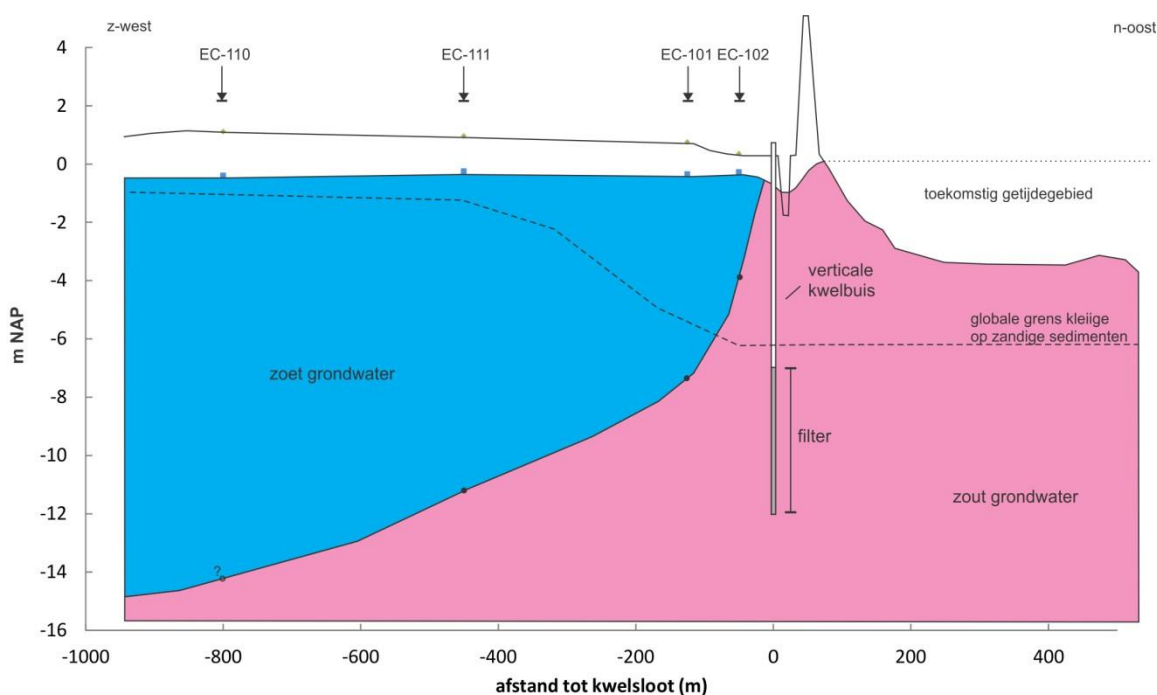
- significant af (zie Fig. 2) en daarmee de hydraulische weerstand (die nadert nul). Voor alle berekeningen is een hydraulische weerstand van 285 dagen. Het is onduidelijk wat de onzekerheid van de gebruikte geohydrologische parameters is en welke invloed dit heeft op de berekende effecten (RAP-0, RAP-A, RAP-B, RAP-C).
- 3 De berekende effectieve stijghoogte (< -0.6 m NAP) voor een optimale werking van de kwelvoorziening met de analytische vergelijking is onzeker (RAP-C). Er worden veel aannames gedaan die mogelijk teveel afwijken van de werkelijkheid en van invloed kunnen zijn op de berekening. Bijvoorbeeld de vaste stijghoogterand voor de westelijke sloot is op 0 m NAP gezet terwijl uit recente metingen uit de nulmeting (RAP-H) blijkt dat de stijghoogte ter hoogte van de zoetwaterbel gemiddeld op -0.30 tot -0.40 m NAP ligt. Daarnaast is geen rekening gehouden met dichtheidseffecten.
 - 4 Het aantal kwelbuizen en de dimensies van de kwelbuizen voor een goede werking van de kwelvoorziening die in RAP-C worden gegeven, vormen de basis voor het ontwerp van de kwelvoorziening. De analytische vergelijkingen voor het bepalen van de kwelbuisdimensies worden niet gegeven. De berekeningen kunnen daarom niet worden gereproduceerd en niet worden gecontroleerd (RAP-C).

Ad 1) Uit de nulmeting (RAP-H) blijkt dat de zoetwaterbel zich uitstrekt tot op zeer korte afstand van de nieuwe zeedijk (< 50 m) (zie figuur 3) waardoor de zoetwaterbel zal gaan krimpen zonder mitigerende maatregelen.

Ad 2) Een gevoeligheidsanalyse had meer informatie gegeven over de onzekerheid van de berekende effecten. Met name de berekende hoeveelheid water die via de zandpalen / kwelbuizen wordt afgevoerd kan significant afwijken van de werkelijkheid. Deze hoeveelheid is van belang voor de werking van de kwelvoorziening en een belangrijke parameter op basis waarvan gestuurd moet worden. Het is daarom van belang dat tijdens de inregelfase van de kwelvoorziening met behulp van de metingen van de afvoer in combinatie met de stijghoogtemetingen de juiste stuurwaarden worden bepaald.

Ad 3) De effectieve stijghoogte ter hoogte van de kwelvoorziening dient gedurende de inregeling te worden bepaald in relatie tot de gemeten afvoer. Mogelijk dat een ondersteunende berekening nodig zal zijn om de kwelvoorziening optimaal in te regelen waarbij ook het effect op de zoetwaterbel kan worden meegenomen.

Ad 4) Er wordt aangenomen dat de juiste formules zijn gebruikt en goed zijn toegepast. De flexibiliteit van het gebruik van verticale kwelbuizen als kwelvoorziening is groot. Mocht de kwelvoorziening niet voldoende werken, en dit is te beoordelen op basis van de monitoring van afvoer en stijghoogte (zie monitoringprotocol), dan kunnen er altijd nog kwelbuizen worden bijgeplaatst.



Figuur 3. Een zuidwest-noordoost doorsnede (door meetpunten EC110, EC111, EC101, EC102) met daarin de huidige dikte van de zoetwaterlens op basis van de nulmeting en de positie van de geplande verticale kwelbuizen

3.2 Type kwelvoorziening

In RAP-E worden twee typen kwelvoorzieningen met elkaar vergeleken: (1) verticale kwelbuizen en (2) horizontale diep drainage. Voor beide typen kwelvoorziening worden ontwerpuitgangspunten gegeven. De varianten worden beoordeeld op de volgende punten: (1) ervaring bij het waterschap, (2) investeringskosten en (3) beheer- en onderhoudskosten. Op basis van deze criteria is de diepdrainage als voorkeursvariant naar voren gekomen door lagere investering-, beheer- en onderhoudskosten.

In RAP-F wordt een toelichting gegeven op het ontwerp diep drainage waarbij ook een schetsontwerp van de regelput wordt gegeven. Door de wijziging van het type kwelvoorziening van diep drainage naar verticale kwelbuizen (zie onder) zal RAP-F niet verder worden behandeld.

Van horizontale diep drainage naar verticale kwelbuizen

Tijdens het overleg van 1 juli 2014 tussen DLG, waterschap Scheldestromen, Van Oord Nederland BV en Deltares is na discussie en afwegingen besloten om als kwelvoorziening over te stappen van diep drainage naar kwelbuizen. Door de kwelbuizen over een bepaalde afstand (ongeveer 100 m) aan elkaar te koppelen en te laten uitmonden in een regelput, kunnen ze vanuit de regelput worden aangestuurd. Dit nieuwe idee combineert het regelmechanisme zoals dat bij horizontale diep drainage zou worden toegepast en de eerder voorgestelde kwelbuizen. Dit neemt het bezwaar van het waterschap, namelijk dat elke verticale put apart zou moeten worden geregeld, weg. Hiermee neemt de beheersbaarheid van het systeem toe en nemen de beheerskosten af. Dit systeem van gekoppelde verticale drainage wordt nu als meest wenselijke kwelvoorziening gezien door een aantal belangrijke voordelen ten opzichte van de diepdrain.

Deze voordelen ten opzichte van de diepdrain zijn:

- Beheer- en onderhoud is eenvoudiger en goedkoper,
- Vervanging is eenvoudiger,
- Systeem is robuuster, gaat minder snel kapot (bijvoorbeeld risico bij installatie),
- Bijplaatsen van kwelbuizen (uitbreiding van kwelvoorziening) is veel eenvoudiger als werking niet voldoende blijkt te zijn,
- Minder grote regelput nodig omdat afsluitbaarheid maken van het systeem buiten de regelput kan worden toegepast, namelijk op de horizontale verzameldrain.
- Minder risico op lekkage van de deklaag (het graven van een 8 m diepe sleuf door deklaag is niet nodig).
- Een nadeel van verticale kwelbuizen zijn de hogere aanlegkosten.

In RAP-E wordt geconcludeerd dat de werking van beide type kwelssystemen vergelijkbaar zijn. De horizontale diepdrain heeft als nadeel ten opzichte van de kwelbuizen dat er slechts op 1 diepte grondwater wordt onttrokken waardoor mogelijk aanwezige slecht doorlatende klei- en veenlaagjes boven de diepdrainage de werking kunnen belemmeren. Mogelijk wordt de stijghoogte dan niet over het gehele watervoerende pakket voldoende verlaagd. Een nadeel van de verticale kwelbuizen ten opzichte van de horizontale diepdrain is dat de werking in het horizontale vlak niet uniform is. Namelijk, nabij de kwelbuis wordt de stijghoogte veel meer verlaagd dan in het midden tussen twee kwelbuizen.

3.3 Optimalisatie ontwerp kwelvoorziening

Ten opzichte van het bestaande ontwerp van kwelvoorziening, regelput en debietmeting is het ontwerp bijgesteld en verbeterd o.a. naar aanleiding van vragen en eisen van het waterschap, verandering van type kwelvoorziening en voortschrijdend inzicht. De ligging van de westelijke en oostelijke kwelvoorziening met de locatie van de verticale kwelbuizen en regelputten staan weergegeven in figuur 2. De volgende wijzigingen / verbeteringen zijn voorgesteld en meegenomen in het nieuwe ontwerp:

- De dimensies van de kwelbuizen conform RAP-C en RAP-E:
 - Westelijke sloot: putafstand 25 m, putdiameter 0.25 m, filterlengte 5 m, putdebiet $5.99 \text{ m}^3/\text{d}$, extra slootdebiet $0.24 \text{ m}^2/\text{d}$
 - Oostelijke sloot: putafstand 17 m, putdiameter 0.25 m, filterlengte 10 m, putdebiet $8.27 \text{ m}^3/\text{d}$, extra slootdebiet $0.49 \text{ m}^2/\text{d}$.
- Extra slootdebieten uitgedrukt in m^3/dag zijn volgens RAP-C en RAP-E: $144 \text{ m}^3/\text{d}$ voor de westelijke kwelvoorziening (lengte 600 m) en $390 \text{ m}^3/\text{d}$ voor de oostelijke kwelvoorziening (lengte 800 m).
- Regelbaarheid in regelput niet met behulp van een overstortschuif die omhoog en naar beneden kan worden gedraaid maar waarvan de hoogte met behulp van inzetbare stuwplankjes kan worden geregeld. De plankjes zijn eenvoudig vanaf maaiveld met een haak te plaatsen of te verwijderen. Dit heeft de volgende voordelen: (1) de regelput hoeft veel minder diep om de minimale overstorthoogte van -1.1 m NAP te kunnen halen, (2) robuuster en duurzamer, gaat minder snel kapot, (3) onderhoudsvriendelijk.
- Minimale instelhoogte overstortschuif dient te komen op -1.1 m NAP (is winterpeil) voor maximale werking van de verticale kwelbuis. De oorspronkelijke minimale instelhoogte was -0.45 m NAP.
- Maximale instelhoogte (zo hoog de put dit praktisch toelaat) voor maximale stuurbaarheid. Dit wordt waarschijnlijk 0 m NAP.

- Afsluitbaar maken van kwelvoorziening wordt buiten de regelput toegepast op de horizontale verzameldrain waardoor de regelput minder groot hoeft en onderhoud en beheer eenvoudiger is.
- De verzameldrain moet vanaf maaiveld kunnen worden doorgespoten.
- De eis van 40 l/s voor de uitstroombuis komt te vervallen want het is niet bekend (ook na navraag aan Royal Haskoning) waar deze onrealistische hoge afvoer op gebaseerd is.
- Uitstroombuis (van regelput naar sloot) krijgt een diameter van 110 mm.
- Bij 2 regelputten (1 bij oostelijke en 1 bij westelijke kwelsloot) dient de afvoer continue met behulp van een mechanische debietmeter (die aangesloten kan worden op datalogger en telemetrisch systeem van het waterschap) te worden gemeten. Dit betekent dat een extra droge put moet worden aangelegd voor plaatsing van de debietmeter.
- Volgens de berekeningen in RAP-C voeren de kwelbuizen gemiddeld 0.24 m²/d per meter voor westelijke kwelvoorziening en 0.49 m²/d voor oostelijke kwelvoorziening af. Dit komt per regelput neer op gemiddeld 0.3 l/s voor west en 0.6 l/s voor oost. De debietmeter moet daarom kleine debieten aan kunnen van minimaal 0.1 l/s. Echter, de werkelijke afvoeren kunnen afwijken van de theoretische afvoeren. Daarom zal in de eerste 2 weken de afvoer handmatig worden gemeten op basis waarvan een geschikte debietmeter wordt geïnstalleerd.
- Van alle regelputten dient de afvoer handmatig te kunnen worden gemeten (bijv. middels emmer en stopwatch in regelput van water dat over overstort stroomt).
- In de debietmeter put moet een T-stuk komen zodat een EC-CTD diver kan worden geplaatst voor het continue meten van het zoutgehalte. Let op dat dit niet de debietmeting beïnvloedt. Als dit wel het geval is dan kan het T-stuk + EC-diver ook buiten de put worden geplaatst, bijv bij de uitstroming in de sloot.
- Peilbuizen worden buiten de regelput geïnstalleerd en boven maaiveld afgewerkt in een RVS-koker (peilbuizen met verschillende filterdieptes in 1 koker). Peilbuizen worden geïnstalleerd conform gangbare eisen zoals afdichten met bentoniet ter hoogte van scheidende lagen. De binnendiameter van de peilbuis is minimaal 32 mm.

Op 31 juli 2014 heeft een laatste afstemming over het ontwerp plaatsgevonden waarin nog enkele belangrijke vragen en opmerkingen van het waterschap zijn beantwoord door aannemer Van Oord. Hieronder staan de vragen / opmerkingen en het bijbehorende antwoord samengevat:

1. Bochten in afvoerleidingen vloeiend laten verlopen.

Antwoord: Afgesproken is dat de bochten gebruikt in de verzamelleiding tussen de filters worden uitgevoerd middels een getrokken bocht of middels knikmoffen met een maximale hoekverdraaiing van 30 graden. Het T-stuk waar twee verzamelleidingen samenkomen wordt uitgevoerd middels een Y-stuk, waardoor hier een maximale hoek van 45 graden in de leiding zit.

2. Hoe kan het gedeelte tussen de verzamelleiding en de kwelbuizen worden doorgespoten?

Antwoord: Aangegeven is dat het de bedoeling is dit deel van de leiding zo kort mogelijk te houden. Het direct inbrengen van een doorspuitslang is met de huidige omstandigheden niet mogelijk. Zoals reeds is aangegeven blijft het mogelijk de kwelbuizen en het betreffende stuk leiding door te spoelen.

3. Hoe dient de afvoerleiding tussen de regelput en de debietmeter te worden doorgespoeld?

Antwoord: Indien nodig kan de afvoerleiding tussen de regelput en de debietmeterput worden doorgespoten door de debietmeter tijdelijk te verwijderen. De mogelijkheid dat de debietmeter (tijdelijk) uitgenomen kunnen worden is reeds voorzien.

4. PVC schutkokers robuuster uitvoeren.

Antwoord: Voor het afdekken van de filters, doorspuitpunten en afsluiters en peilbuizen zullen (geconserveerde) stalen schutkokers worden toegepast.

5. De regelput afdekken met een putrand en gietijzeren deksel.

Antwoord: Het is mogelijk om rond de put een fundatieplaat met putkop en deksel toe te passen. Echter, dit wekt de illusie dat met onderhoudsvoertuigen over de put heen gereden kan worden. Hierop is besloten dat de putten worden aangebracht (0.30+mv) zoals het ontwerp. Hierbij wordt wel rondom de regelputten en fysieke scheiding aangebracht waardoor de kans wordt geminimaliseerd dat deze kunnen beschadigen.

6. Maximale instelhoogte schotbalkjes regelput.

Antwoord: Dit is tot aan bovenzijde put. Ofwel, 0.30m+mv.

7. Afmetingen debietmeterput verruimen naar 1.20 binnenmaat, waarbij het mangat de grootst mogelijke standaard maat wordt.

Antwoord: Dit is akkoord. Aangegeven is dat het mangat dan waarschijnlijk 800 mm wordt.

8. Er zijn twijfels over de afmeting van de regelputten i.v.m. toegankelijkheid, hierbij vooral de relatie tussen de lengte, breedte en diepte. Het combineren van de putten zou tot de mogelijkheid moeten behoren. Dit zou tevens de robuustheid van de putten verbeteren omdat deze zich in de onderhoudsstrook bevinden.

Antwoord: Aangegeven is dat het huidige ontwerp van de regelput het best aansluit bij de randvoorwaarden en een beproeft concept is in het buitenland. Daarbij is het niet nodig om de regelput te betreden voor de installatie van de schotbalkjes omdat bij iedere put een hulpmiddel t.b.v. de installatie zal worden geleverd, wat het aanpassen van de overstorthoogte bij het in bedrijf zijn van de voorziening mogelijk maakt. De robuustheid van de huidige put PVC (indien mogelijk HDPE) is zoals aangegeven minder dan die van een betonnen put, hiervoor zal de put zoals die nu wordt toegepast worden voorzien van een fysieke afscheiding (zie ook punt 5.)

Op basis van het overleg en hierboven beschreven antwoorden geeft het waterschap aan dat vanuit het beheer en onderhoud voldoende vertrouwen bestaat dat het systeem te onderhouden valt. Volgend daarop is het ontwerp aangepast en is de vergunning aangevraagd.

3.4 Monitoring kwelvoorziening

Monitoring zal moeten plaatsvinden om een optimale aansturing van de kwelvoorziening te verwezenlijken, de werking van de kwelvoorziening in de gaten te houden en om effecten te kunnen volgen (eventueel negatieve effecten op tijd te signaleren).

In RAP-G wordt een monitoringprotocol voor de kwelvoorziening beschreven waarbij wordt uitgegaan van een diepdrain als kwelvoorziening. Op 1 juli 2014 is besloten om het type

kwelvoorziening te veranderen van diepdrain naar verticale kwelbuizen. Mede hierdoor is het monitoringprotocol gewijzigd. Het gewijzigde monitoringprotocol is weergegeven in een aparte rapportage.

In het monitoringprotocol wordt een werkwijze voorgesteld voor een zo goed mogelijke inregeling van de kwelvoorziening. Deze werkwijze heeft invloed op de volgorde van uitvoering van bepaalde werkzaamheden (start monitoring, bres in dijk, start kwelvoorziening). Daarom is deze werkwijze uit het monitoringprotocol hieronder nogmaals herhaald:

Het is essentieel voor de beoordeling van de metingen in relatie tot de werking van de kwelvoorziening om voor de nieuwe meetpunten de situatie vast te leggen:

- (1) voordat de bres in de dijk wordt gemaakt, en
- (2) voordat de kwelvoorziening in werking wordt gesteld.

Het meetnet dient dus te worden aangelegd ruim voor het moment dat de bres in de dijk wordt gemaakt en het monitoringprogramma dient zo snel mogelijk te worden opgestart. Effecten op de stijghoogte als gevolg van de bres in de dijk en als gevolg van de kwelvoorziening zullen zich vrij kort daarna manifesteren (instantaan tot enkele dagen, weken na de ingreep). Dit in tegenstelling tot veranderingen van de zoetwaterlens. Daarom wordt de volgende werkwijze in chronologische volgorde voorgesteld:

- Installeren meetnet: zo spoedig mogelijk;
- Start monitoring: zo spoedig mogelijk en minimaal 1 maand vóór bres in dijk; •
Start werking kwelvoorziening: 2 weken na bres in dijk.

Er wordt dus voorgesteld om de kwelvoorziening pas 2 weken na de bres in de dijk in werking te stellen. Dit is van belang om veel beter het effect van de kwelvoorziening op de stijghoogte te bepalen zodat de kwelvoorziening optimaler kan worden ingeregeld. Dit heeft geen consequenties voor de zoetwaterbel. De zoetwaterbel reageert namelijk heel traag op veranderingen in de stijghoogte omdat het transportprocessen zijn en grondwater langzaam stroomt. Dit in tegenstelling tot veranderingen in stijghoogte die vrijwel instantaan plaatsvinden als gevolg van drukverplaatsing.

4 Conclusies

Met het bijgestelde ontwerp van de kwelvoorziening dat er nu ligt, is er bij alle partijen voldoende vertrouwen dat daarmee de zoetwaterbel kan worden beschermd.

Een inregelperiode zal nodig zijn om de kwelvoorziening optimaal in te regelen. Het monitoringprogramma is daarbij essentieel en dit is beschreven in een aparte rapportage.

De voorgestelde kwelvoorziening is flexibel. Het kan relatief eenvoudig worden aangepast indien de werking niet optimaal blijkt en delen kunnen relatief eenvoudig worden vervangen indien dit nodig mocht zijn.

Het ontwerp is geoptimaliseerd zodat beheer en onderhoud makkelijker en goedkoper kunnen plaatsvinden.