Modelstudies

Zoet-zout grondwater modelinstrumentarium voor de Provincie Zeeland

Rapportage digitaal beschikbaar: **Mulder, T., Oude Essink, G.H. P., De Louw, P.G.B., Bootsma, H., 2020. Zoet-zout modelinstrumentarium voor de Provincie Zeeland, Deltares-rapport 11204457-000-BGS-0001, 55 p.**

Opdrachtgever: Provincie Zeeland (Ronnie Hollebrandse, email) en het Waterschap Scheldestromen (Luuk Veening)

Betrokkenen vanuit Deltares: Tobias Mulder, Gualbert Oude Essink, Perry de Louw, Huite Bootsma

Beschrijving:

Voor deze studie is een generiek modelinstrumentarium ontwikkeld waarmee een 3D zoet-zout grondwatermodel is gegenereerd voor de provincie Zeeland (grondwatermodel Zeeland 2.0). Aan de basis van het modelinstrumentarium ligt de toolbox 'imod-python', dat bestaat uit verschillende tools die de gebruiker in staat stellen om uit een hydrogeologische dataset een grondwatermodel te genereren op basis van een gekozen domein, tijdsdiscretisatie en celgrootte. De basisdata wordt hierbij omgeschreven tot input data voor het model. Dit garandeert een transparante en reproduceerbare workflow. Tevens zijn tools opgenomen om de mogelijkheid tot zoet grondwateropslag in de ondergrond te kunnen doorrekenen. Bovendien kan met het instrumentarium verschillende klimaatscenari o's (inclusief zeespiegelstijging) worden doorgerekend; dit kan voor zowel de hele provincie als voor deelgebieden.

In samenwerking met de Provincie Zeeland en het Waterschap Scheldestromen is beoordeeld welke basisdata het meest up-to-date is. Belangrijke aanleiding voor het project was het beschikbaar komen van de FRESHEM data (voor de chlorideverdeling van de ondergrond) en de GeoTOP dataset (voor de karakterisatie van de ondergrond). In het oude grondwatermodel Zeeland (Van Baaren et al., 2016) kon deze data nog niet worden meegenomen. Tevens is in deze versie SEAWAT gebruikt, de meeste gebruikte computer code voor zoet-zout grondwater ter wereld.

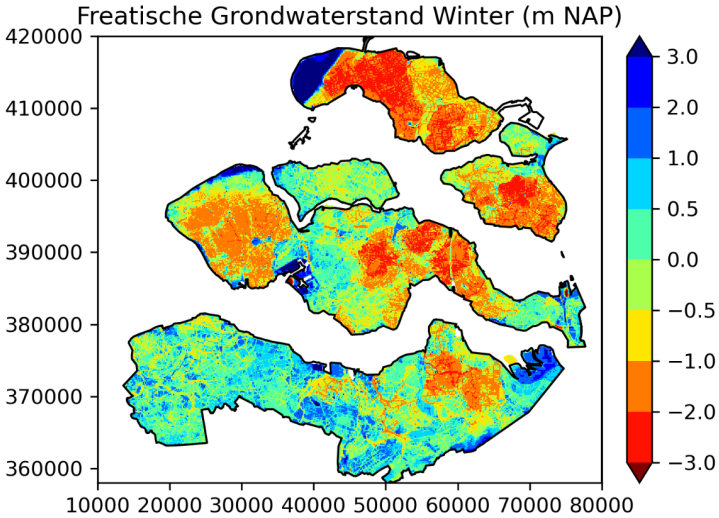
Om in de toekomst aanpassingen en verbeteringen in de datasets eenvoudig door te kunnen voeren sluit het modelinstrumentarium qua methodiek aan op de tools die worden gebruikt bij het maken van het Nationaal Hydrologisch Model met zoet-zout koppeling (NHI zoet-zout) (Delsman et al, 2020).

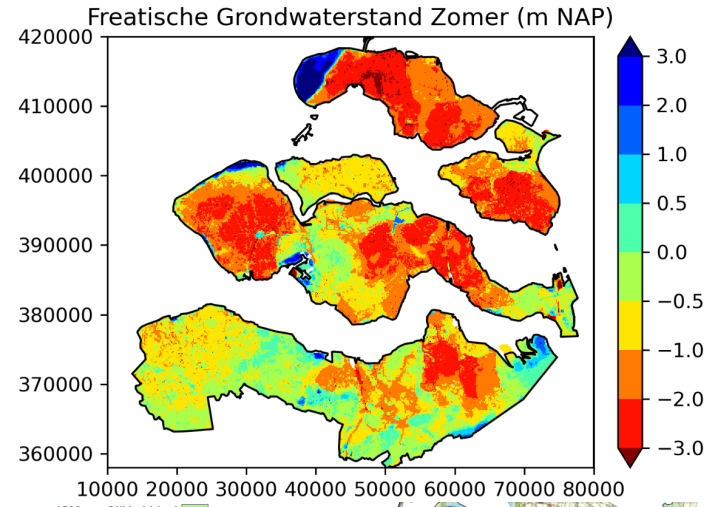
Het nieuwe grondwatermodel Zeeland 2.0 is qua plausibiliteit getoetst aan de hand van stijghoogtemetingen. Hierna is een initiële kalibratiestap uitgevoerd om de modelprestatie te verbeteren. De gemiddelde fout na deze initiële kalibratie bedraagt 41 centimeter. Ook is gekeken naar de stabiliteit van de zoet-zout verdeling in de ondergrond over 80 jaar. De verandering van de zoet-zout verdeling over de tijd is over het algemeen beperkt.

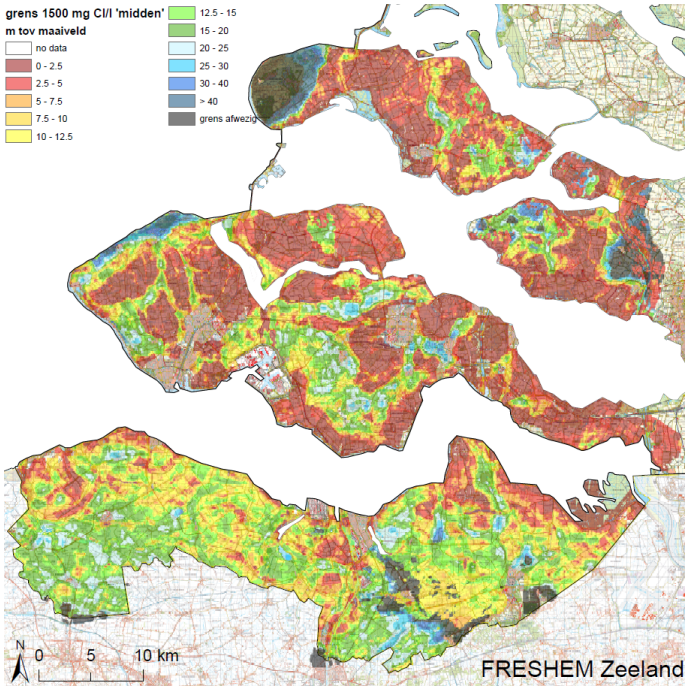
Het huidige model is gezien de gemiddelde fout voor sommige toepassingen nog niet gebruiksklaar; een uitgebreidere kalibratie moet hiervoor worden uitgevoerd. Wel is het model op dit moment een uitstekend uitgangspunt voor detailstudies in de toekomst.

Trefwoorden: Modelinstrumentarium, Zeeland, zoet-zout, verzilting, geohydrologisch model, droogtemaatregelen, automatisering workflow

Gerelateerde rapporten:

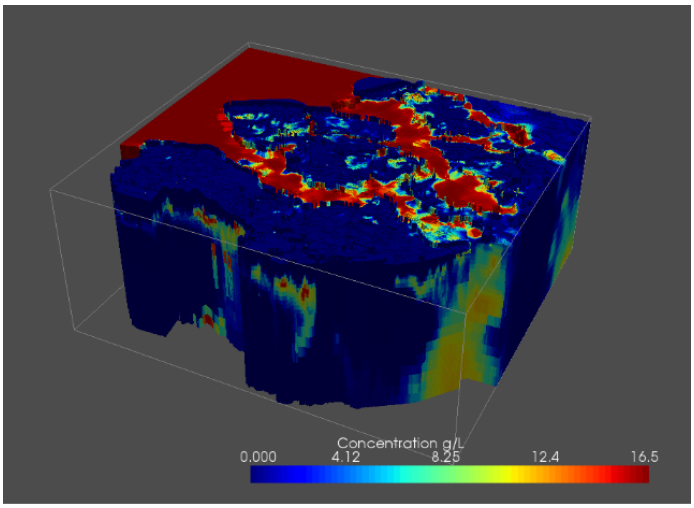






Van Baaren E.S., Oude Essink G.H.P., Janssen G.M.C.M., de Louw P.G.B., Heerdink R., Goes B. 2016. Verzoeting en verzilting van het grondwater in de Provincie Zeeland; Regionaal 3D model voor zoet-zout grondwater, Deltares rapport, 86 p.
download

Delsman, J.R., Oude Essink, G.H.P., Huizer, S., Bootsma, H., Mulder, T., Zitman, P., Romero Verastegui, B., 2020. Actualisatie zout in het NHI - Toolbox NHI zoet-zout modellering en landelijk model, Deltares rapport 11205261-003-BGS-0001, 55 p.
download



Evaluatie en verdiepend onderzoek naar grondwateronttrekkingsregels in de provincie Zeeland

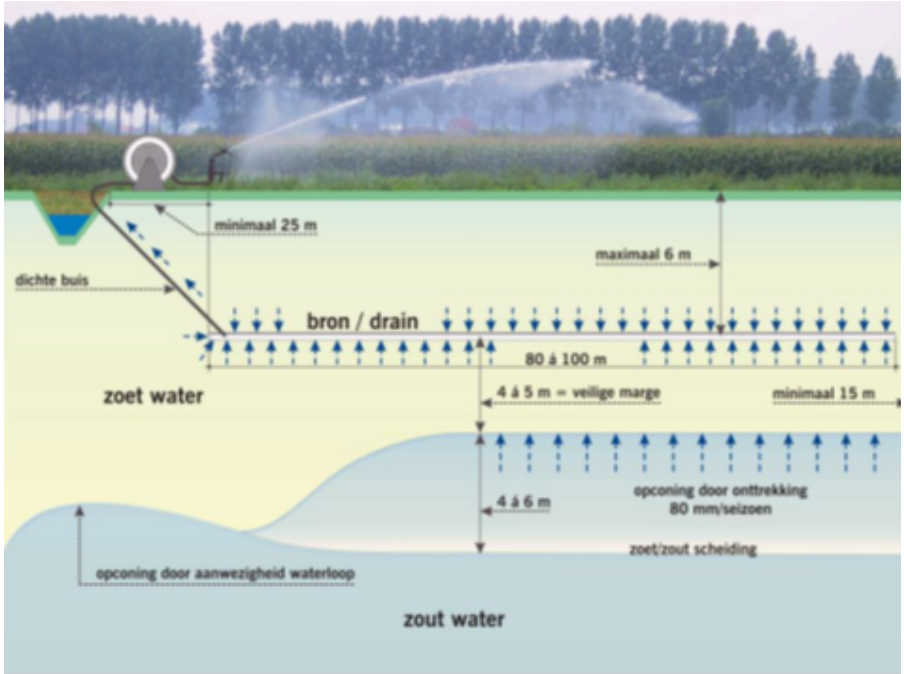
Rapportage digitaal beschikbaar: Evaluatie en verdiepend onderzoek naar grondwateronttrekkingsregels in de provincie Zeeland

Oude Essink G.H.P., Pauw, P.S., 2018. Evaluatie en verdiepend onderzoek naar grondwateronttrekkingsregels in de provincie Zeeland*, Deltares rapport 1231011, 170 p.*

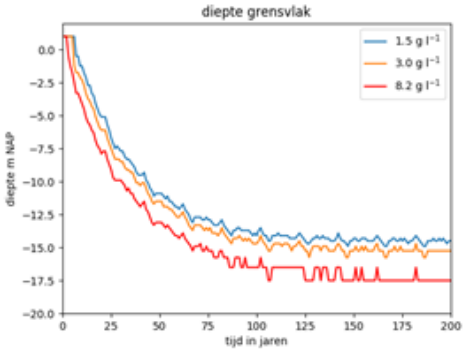
Opdrachtgever: Provincie Zeeland (Ronnie Hollebrandse, email)

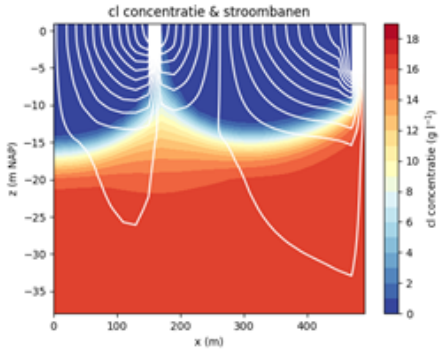
Betrokkenen vanuit Deltares: Gualbert Oude Essink, Pieter Pauw

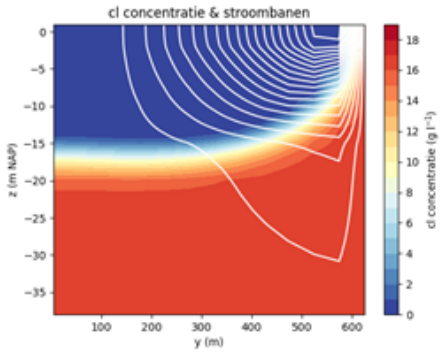
Beschrijving:



In de provincie Zeeland onttrekken agrariërs zoet grondwater voor de beregening van gewassen. Deze onttrekkingen bevinden zich voornamelijk in de zoetwaterbellen onder de kreek- en dekzandruggen. Het oppompen van zoet grondwater leidt in veel gevallen tot het omhoog komen (opkegelen) van brak en zout grondwater onder de onttrekkingsbron. Vanwege de duurzaamheid van het grondwatersysteem in het algemeen (Kaderrichtlijn Water; KRW) en de grondwateronttrekking in het bijzonder zijn grondwateronttrekkingen onderworpen aan specifieke regels die zijn vastgelegd in de 'Beleidsnota Grondwater versie 3.5' van Waterschap Scheldestromen. Deltares heeft van Provincie Zeeland opdracht gekregen voor een evaluatie van de bestaande onttrekkingsregels en advisering voor een eventuele herziening van deze regels op basis van literatuur- en modelonderzoek. De volgende onderzoeksactiviteiten zijn daarbij opgesteld:

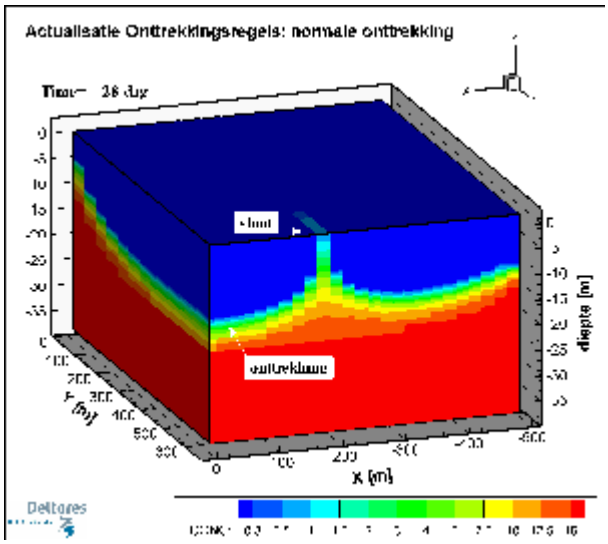






Animatie (klik om te downloaden)

1. Genereren van een overzicht van algemene kennis van onttrekken en het opkegelen van brak tot zout grondwater die de basis vormt voor de huidige regelgeving voor landbouwonttrekkingen in zoetwaterbellen in de provincie Zeeland.
2. Analyseren van de huidige onttrekkingsregels, met name welke aannames daarbij gemaakt zijn, en wat dat betekent met het oog op recente ontwikkelingen zoals het geologische model GEOTOP.
3. Geven van een overzicht van nieuwe kennis en inzichten op het gebied van grondwateronttrekkingen in Zeeland, voornamelijk vergaard ná het opstellen van het Grondwaterbeheersplan Zeeland 2002-2007 en in relatie tot de volgende onderwerpen:
   a. Heterogeniteit van de ondergrond; o.a. met het geologische model GEOTOP van de Geologische Dienst Nederland (TNO).
   b. Grondwateraanvulling en klimaatverandering; o.a. weergegeven door klimaatscenario's van het Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut (KNMI).
   c. Zeespiegelstijging; aan de hand van de invloedssfeer van een zeespiegelstijging (m.b.v. het provincie-dekkende, regionale grondwatermodel van Zeeland).
   d. Fysiogeografische kenmerken; de invloed van bijvoorbeeld een drainage in de buurt van een grondwateronttrekking.
   e. Zoetwatervoorzieningsmaatregelen; onder andere invloed van ondergrondse waterbergingsactiviteiten (zoals bijv. uitgevoerd in GO-FRESH).
   f. Onttrekkingstypes en -configuraties; lengte filter, locatie, onttrekkingsregime en oriëntatie onttrekking.
4. Geven van een kwantitatieve indicatie van de implicaties van de nieuwe kennis en inzichten, genoemd onder item 3), voor de huidige ‘algemene regels’ voor permanente onttrekkingen en niet-kwetsbare, zoete gebieden. De hantering van een bufferzone voor onttrekkingen dicht bij natuurgebieden maakt hier ook onderdeel van uit.
5. Regionale analyse van de invloed van onttrekkingen onder het kreekrugsysteem van Zuid-Beveland m.b.v. het regionale grondwatermodel van Provincie Zeeland.
6. Geven van een advies voor eventuele aanpassing van de huidige regels, met name de algemene regels, alsook de lengte van de huidige bufferzone (300 m).



Trefwoorden: Zoutwater opkegeling, onttrekkingen, zoet grondwater, zoutwaterintrusie, Zeeland, regelgeving.

Gerelateerde artikelen:

Pauw, P.S. 2015. Field and Model Investigations of Freshwater Lenses in Coastal Aquifers, PhD thesis, Wageningen University, Wageningen, 168 pp.
download

Pauw P.S., van der Zee S.E.A.T.M., Leijnse A., Oude Essink G.H.P., 2015, Saltwater Upconing Due to Cyclic Pumping by Horizontal Wells in Freshwater Lenses. *Ground Water, Vol 54 (4), 521-531* . doi: 10.1111/gwat.12382
download

Verzoeting en verzilting freatisch grondwater in de Provincie Zeeland

Rapportage Zeeland model digitaal beschikbaar: Regio naal 3D model voor zoet-zout grondwater in de Provincie Zeeland

Van Baaren E.S., Oude Essink G.H.P., Janssen G.M.C.M., de Louw P.G.B., Heerdink R., Goes B. 2016. Verzoeting en verzilting van het grondwater in de Provincie Zeeland; Regionaal 3D model voor zoet-zout grondwater, Deltares rapport, 86 p.

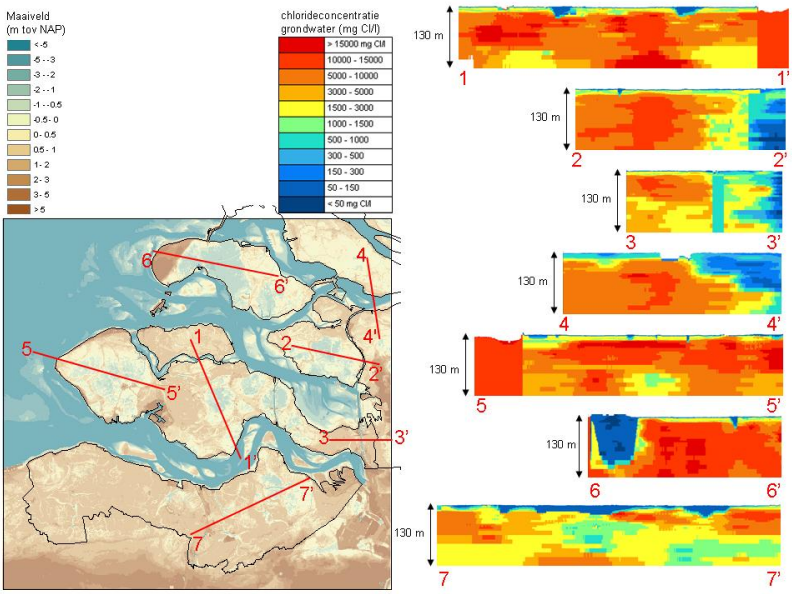
Opdrachtgever: Provincie Zeeland (Ronnie Hollebrandse, email)

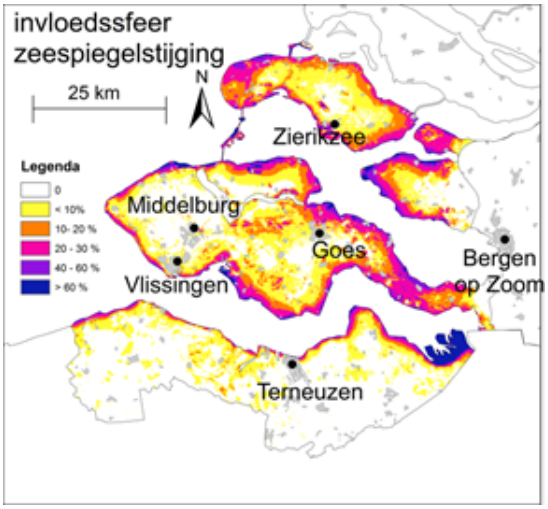
Betrokkenen vanuit Deltares: Gualbert Oude Essink, Esther van Baaren, Perry de Louw

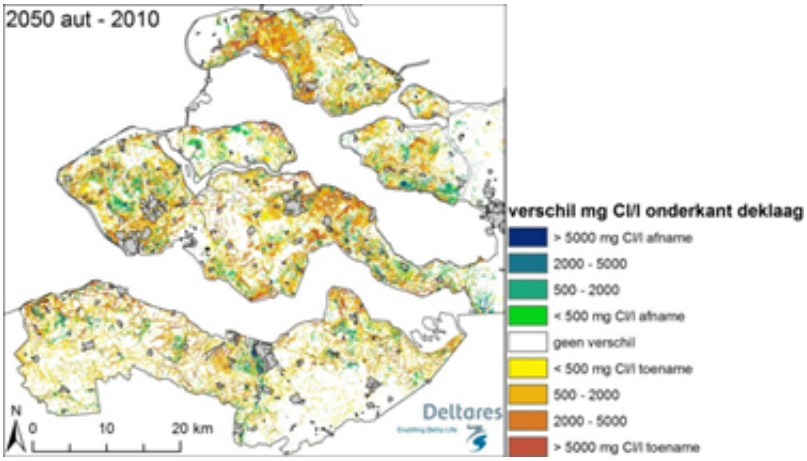
Beschrijving:

Het rapport beschrijft een numeriek model van het regionale grondwatersysteem van de Provincie Zeeland. De gesimuleerde stroming van grondwater en gekoppeld zouttransport is provincie-dekkend, drie-dimensionaal (3D), dichtheidsafhankelijk en niet-stationair. Het model is gebaseerd op databanken zoals het hydrogeologische model REGIS Zeeland, een maaiveldhoogtebestand (AHN) en oppervlaktewaterpeilen (TOP10-vector). Het model is geijkt op basis van (zoetwater)stijghoogten. Het model berekent de verplaatsing van zoet, brak en zout grondwater op regionale schaal onder invloed van de effecten van klimaatverandering (verandering in neerslag- en verdampingspartroon) en zeespiegelstijging. Een viertal scenario's zijn doorgerekend over de periode 2010-2050. Een kleinere grondwateraanvulling in het zomerhalfjaar zal in de toekomst zorgen voor een verlaging van zowel de stijghoogte in het eerste watervoerend pakket als de grondwaterstand. In de winter verandert de grondwaterstand en de stijghoogte echter nauwelijks in gebieden met drainage omdat het overtollige (regen)water direct wordt afgevoerd. De grondwateraanvulling neemt in het zomerhalfjaar door klimaatverandering af. Omdat de grondwaterstand dientengevolge wegzakt maar de stijghoogte nauwelijks verlaagt, neemt de kwel in de meeste kwelgebieden toe. In de winter is het effect op de kwelfluxen significant minder omdat het neerslagoverschot grotendeels (direct) wordt afgevoerd via het drainagesysteem van sloten en drainage buizen. De zoet-brak-zout verdeling bevindt zich nog steeds niet in een dynamische evenwichts-situatie. Het effect van een zeespiegelstijging of een verandering in grondwateraanvulling is klein ten opzichte van het autonome verziltings- en verzoetingsproces. Over het algemeen komt verzilting vaker voor dan verzoeting. De zoutvracht neemt overwegend toe, in absolute zin voornamelijk op Schouwen-Duiveland. De invloedssfeer van een zeespiegelstijging in het eerste watervoerend pakket is beperkt tot de eerste honderden meters tot enkele kilometers vanuit de kustlijn. De stijghoogte neemt in deze zone toe, net als de kweldruk. De freatische grondwaterstand neemt door zeespiegelstijging nauwelijks toe door de aanwezigheid van een Holocene deklaag.

Gerelateerde artikelen:







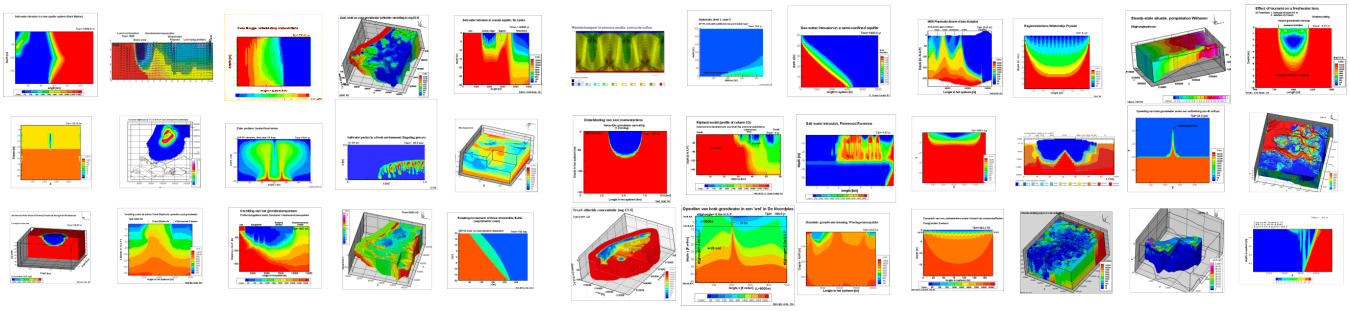
De Louw, P.G.B. 2013. Saline seepage in deltaic areas. Preferential groundwater discharge through boils and interactions between thin rainwater lenses and upward saline seepage. PhD thesis, Vrije Universiteit Amsterdam, ISBN/EAN 9789461085429.
download

De Louw, P.G.B., Eeman, S., Oude Essink, G.H.P., Vermue, E., Post, V.E.A. 2013. Rainwater lens dynamics and mixing between infiltrating rainwater and upward saline groundwater seepage beneath a tile-drained agricultural field. J. Hydrology, 501, 133-145, doi: 10.1016/j.jhydrol.2013.07.026
link to paper

De Louw, P.G.B., Eeman, S., Siemon, B., Voortman, B.R., Gunnink, J., van Baaren, E.S., and Oude Essink, G.H.P., 2011, Shallow rainwater lenses in deltaic areas with saline seepage, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 15, 3659-3678, doi: 10.5194/hess-15-3659-2011
link to HESS

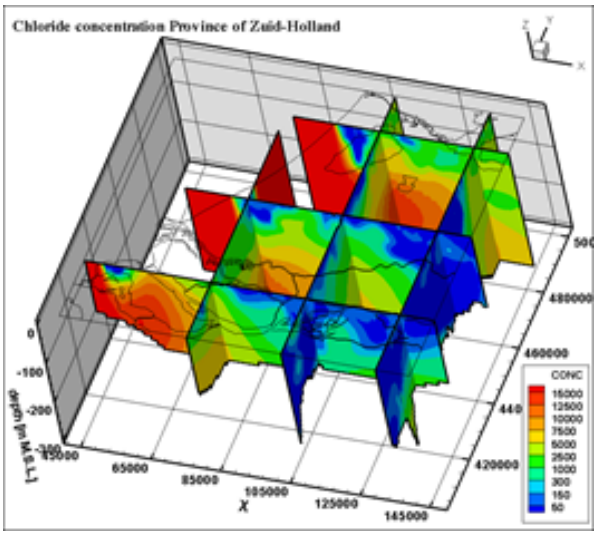
Goes, B.J.M., Oude Essink, G.H.P., Vernes, R.W. and Sergi, F. 2009. Estimating the depth of fresh and brackish groundwater in a predominantly saline region using geophysical and hydrological methods, Zeeland, the Netherlands, *Near Surface Geophysics* 401-412, doi: 10.3997/1873-0604.2009048
download

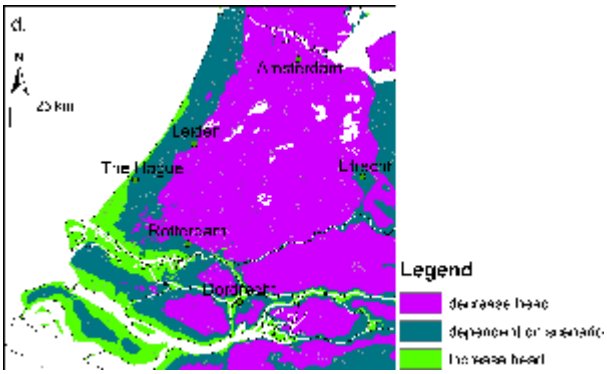
Rapport: Meetcampagne naar het voorkomen van regenwaterlenzen in de Provincie Zeeland



Bepaling van de toekomstige verzilting van het grondwater in de Provincie Zuid-Holland

Opdrachtgever: Provincie Zuid-Holland
Betrokkenen vanuit Deltares: Gualbert Oude Essink, Esther van Baaren
Beschrijving: Voor de Provincie Zuid-Holland is een studie uitgevoerd naar de veranderingen binnen zoete grondwaterlichamen onder invloed van autonome ontwikkelingen, zeespiegelstijging, bodemdaling en klimaatverandering. Een 3D numeriek dichtheidsafhankelijk grondwater model is gemaakt om de effecten van menselijk ingrijpen, zoals het effect van brijnlozingen in het tweede watervoerend pakket en landaanwinningen voor de kust, te kwantificeren.
Rapport 2004: Minnema, B., Kuijper, B., & Oude Essink, G.H.P. 2004. Bepaling van de toekomstige verzilting van het grondwater in Zuid-Holland, NITG 04-189-B, 86 p., Utrecht, TNO Bouw en Ondergrond
Artikel H2O 2005: Kuijper, M., Oude Essink, G.H.P., Binsbergen, R., van & B. Minnema, 2005, Kijkje in de toekomst: klimaatveranderingen en verzilting in de provincie Zuid-Holland in beeld gebracht, H2O (8) 33-37.
Rapport 2008: Oude Essink, G.H.P., Baaren, E., van en Vliet, M. van, 2008, Verkennende studie klimaatverandering en verzilting grondwater in Zuid-Holland, Deltares-rapport 2008-U-R0322/A, 60 p.
Artikel 2010: Oude Essink, G.H.P., E.S. van Baaren, and P.G.B. de Louw 2010, Effects of climate change on coastal groundwater systems: A modeling study in the Netherlands, Water Resour. Res., 46, W00F04, doi:10.1029/2009WR008719





Zoet-zout Nationaal Hydrologisch Instrumentarium

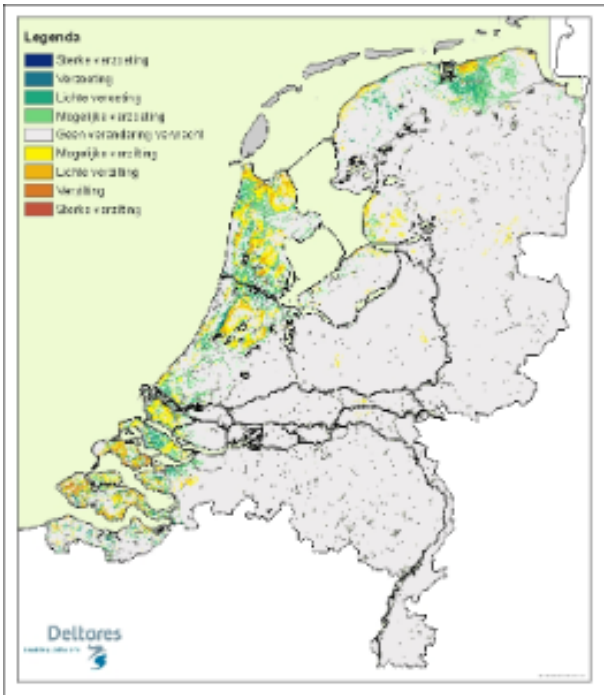
Opdrachtgever: De Waterdienst
Betrokkenen vanuit Deltares: Jarno Verkaik, Marta Faneca en Gualbert Oude Essink
Beschrijving:
Vanaf de zomer 2009 is begonnen met de ontwikkeling van de zoet-zout module in het grondwater model van NHI ten behoeve van de zoetwatervoorziening in Nederland. Het belangrijkste doel is om de veranderingen in de zoutvrachten vanuit de ondergrond onder verschillende ontwikkelingsscenario's te voorspellen en de effecten van maatregelen te toetsen. Voor de modellering op landelijke schaal wordt geput uit de ervaringen die zijn opgedaan in regionale en lokale modellen bijvoorbeeld in Zeeland en Zuid-Holland.
Het zoet-zout instrumentarium kan ingezet worden om:

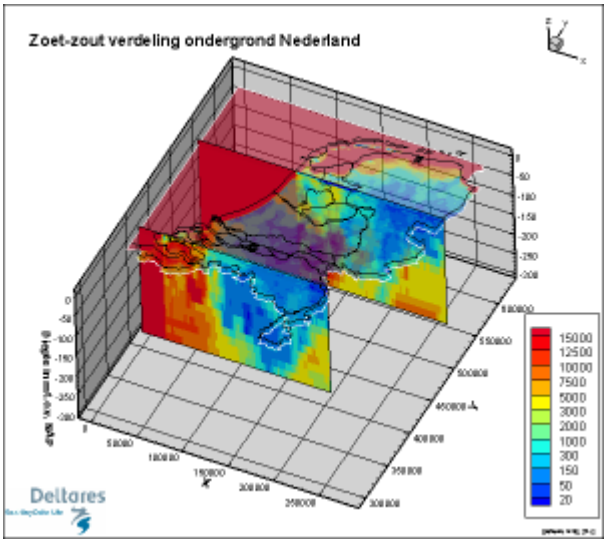
- langjarige veranderingen in de interne verzilting door langzame stroming van zout grondwater naar het oppervlak te schematiseren,
- het effect van allerlei scenario's op variabelen als chloride concentraties, zoute kwel, volumes zoet grondwater te kwantificeren. Scenario's zijn menselijke activiteiten (onttrekkingsregime), klimaatverandering, zeespiegelstijging, bodemdaling en waterbeheersmaatregelen),
- risico- en kansengebieden in het kustgebied te identificeren,
- een landelijke database van zoet-zout profielen in de top van het grondwater systeem op te zetten, waarmee de feitelijke effecten van brak-zout grondwater op landbouw beter kunnen worden geschat. Er wordt rekening gehouden met verschillende condities van kwel/infiltratie, neerslagoverschot, drainage, oppervlaktewaterpeilen en initiële zoet-zout verdeling.

Betrokkenen vanuit Deltares : Jarno Verkaik, Joost Delsman, Marta Faneca en Gualbert Oude Essink
Poster Salt Water Intrusion Meeting 2010 (Engels): poster
Link: www.nhi.nu
Rapportage: Deelrapport Zoet-zout (2008)
Rapportage: Resultaten (2010)

Presentatie Wetenschappelijke Klankbordgroep NHI 6 juni 2012: NHI zoetzout: stand van zaken, en vooruitblik

Download animatie: chloride concentratie 3D





Hydrologische studie Kustlaboratorium

Opdrachtgever: Stichting Het Zeeuwse Landschap
Website: www.kustlaboratorium.nl
Betrokkenen vanuit Deltares: Esther van Baaren, Perry de Louw, Marta Faneca Sanchez
Andere betrokken partijen: Delta Academy van de Hogeschool Zeeland
Beschrijving: Het Zeeuwse Landschap is een gebied op Schouwen-Duiveland aan het ontwikkelen voor aquacultuur, zoute natuur en kustverdediging: Het Kustlaboratorium. Dit zoute gebied ligt in een relatief zoete omgeving (voor Zeeland) en de zoetwatervoorraad van de landbouw in de omgeving mag geen hinder ondervinden van de aanleg van dit Kustlaboratorium. Daarnaast moet het in het oppervlakte- en grondwater aanwezige zoute water moet zo goed mogelijk ingezet worden voor de nieuwe functies van het gebied. Deltares heeft een monitoringcampagne opgezet en uitgevoerd om de (geo)hydrologie in het Kustlaboratorium en de omgeving in kaart te brengen en te analyseren. Daarnaast wordt een modelinstrumentarium ontwikkeld dat de invloed van de nieuwe gebiedsinrichting kan voorspellen voor de omgeving. Deze hydrologische studie draagt direct bij aan de optimale inrichting en zoutwatervoorziening van het Kustlaboratorium.
Link: Hydrologische studie Kustlaboratorium
Film van het veldwerk:
http://www.youtube.com/watch?v=rkO9xstWoe0

De Waterhouderij Walcheren

Opdrachtgever: Rijkswaterstaat (WINN / Studio)
Betrokkenen vanuit vanuit Deltares: Esther van Baaren, Bouke Ottow
Andere betrokken partijen: InnovatieNetwerk, Aequator
Beschrijving: Combinatie van wetenschappelijke kennis en lokale kennis van agrarische ondernemers heeft de afgelopen 2 jaar (2010, 2011) geleid tot een concreet plan van aanpak voor het verbeteren van de zoetwatervoorziening voor landbouw in een pilotgebied in Walcheren. Inzicht in de hydro(geo) logie van het gebied, metingen o.a. uitgevoerd door de boeren zelf en economische berekeningen hebben zicht geboden op innovatieve maatregelen voor de zelfstandige zoetwatervoorziening. Hierbij wordt samengewerkt met andere ondernemers in de omgeving, ZLTO, natuurorganisatie, waterschap, gemeente etc. Dit project biedt een nieuwe strategie en nieuwe methoden om elke druppel zoet water in een gebied te kunnen benutten.

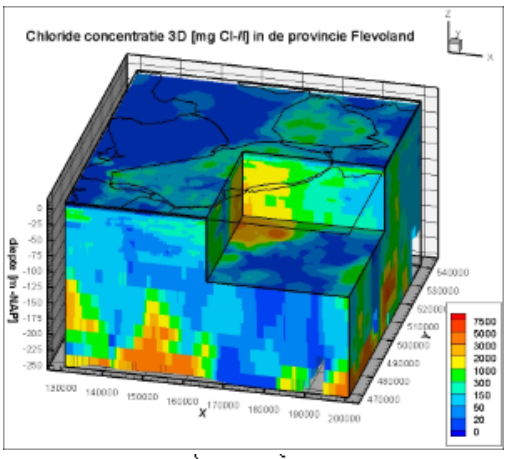
Proef met vasthouden zoet water op Texel

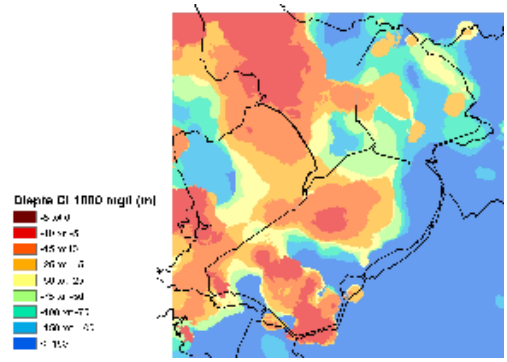
De provincie start een proef met zoetwaterberging op een landbouwperceel van een bollenteler op Texel. Het doel van de proef is het uitwerken van een manier waarop agrariërs zelf kunnen voorzien in hun zoetwaterbehoefte en droge periodes kunnen overbruggen. De innovatieve pilot loopt tot eind 2014. Consortiumpartners zijn Oranjewoud, Acacia, Alterra en Deltares.
link: site Provincie Noord-Holland
link: De proef zoetwaterberging is gestart!
link: Zet de hemelsluizen nu maar open!

Studie Zoet en zout Grondwater in de Provincie Flevoland

Opdrachtgever: Provincie Flevoland (Christoffel Klepper)
Projectduur: 2007-2008
Betrokkenen vanuit Deltares: o.a. Gualbert Oude Essink, Perry de Louw, Esther van Baaren
Beschrijving: De doelstelling van de studie, zoals gedefinieerd door de Provincie Flevoland, luidt:
Het beschikbaar maken en stellen van kennis ten behoeve van strategieontwikkeling voor duurzame exploitatie van het zoete grondwater, het grondwaterbeleid en -beheer, ruimtelijke ordeningsprocessen en afstemming tussen grondwatergebruik en oppervlaktewatergebruik.
In deze Zoet-zout Studie Provincie Flevoland heeft integratie van de volgende componenten geleid tot meer inzicht in de effecten van onttrekkingen voor een duurzaam zoet grondwaterbeheer:
1. een inventarisatie van chloride concentratie metingen;
2. een watersysteem analyse,
3. een drie-dimensionale zoet-brak-zout grondwater kartering,
4. een meetcampagne in de Noordoostpolder nabij Espel, en
5. een analytische en numerieke modellering van de effecten van grondwateronttrekkingen op het grondwatersysteem.
Rapport: Zoet en zout Grondwater in de Provincie Flevoland

Artikel Stromingen: link

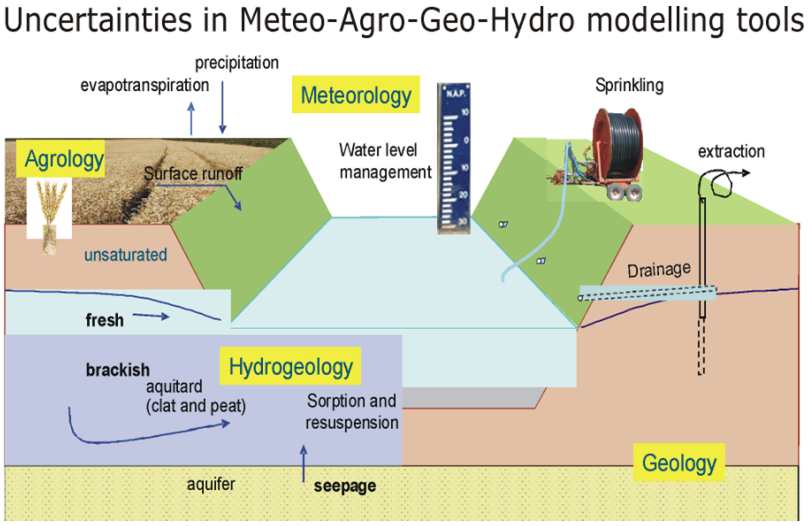




NMDC: Nationaal Modellen- en Data Centrum, project “Integraal waterbeheer – van kritische zone tot kritische onzekerheden”, case Walcheren

Doelstelling:

- methodes te ontwikkelen om modellen voor hydrologie, gewasopbrengst landbouw en natuur te koppelen en te schalen (tijd en ruimteschalen) om uiteindelijk beter te kunnen aansluiten bij de informatiebehoeften van stakeholders,
- de onzekerheden rond data, modelconcepten en klimaatverandering te analyseren en methoden te ontwikkelen om deze nader kwantitatief en kwalitatief in kaart te brengen,
- bij de onzekerheidsanalyse ook te kijken naar onzekerheden die voortkomen uit verschillende percepties die stakeholders hebben rond de problemen zoals wateroverlast en watertekort en gevolgen van klimaatverandering,
- de modelresultaten en onzekerheden zodanig in kaart brengen (visualiseren) en interactief te presenteren dat de resultaten beter aansluiten bij de informatiebehoefte van de waterbeheerders en andere stakeholders, en
- de samenwerking tussen de Nederlandse kennisinstituten te bevorderen opdat zijn hun kennis in de toekomst efficiënter en beter op elkaar afgestemd kunnen inzetten.



Effecten hoofdwegverbinding A6-A9 (Schiphol-Amsterdam-Almere) op zoet-zout grondwater

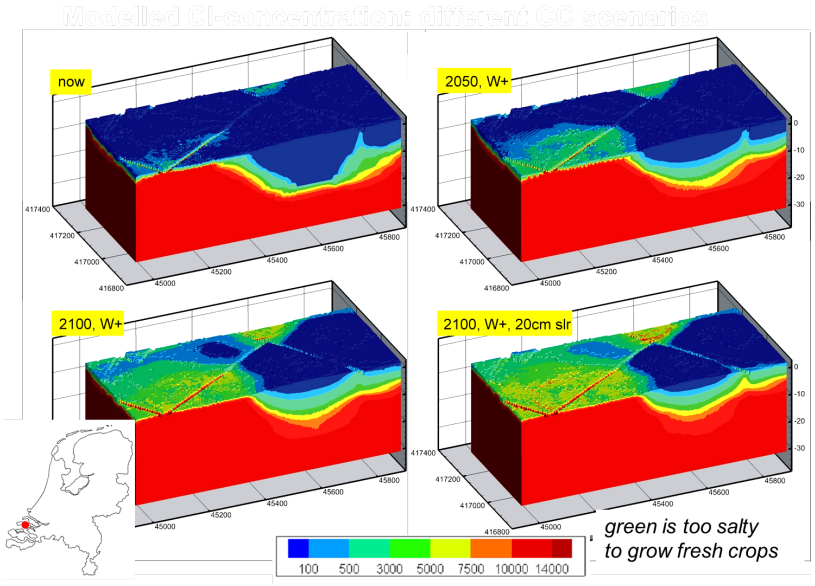
Deltares (voorheen afdeling TNO Bouw en Ondergrond) heeft geohydrologisch onderzoek gedaan naar de effecten van verschillende tunnelvarianten voor de hoofdwegverbinding A6-A9 (Schiphol-Amsterdam-Almere) op de zoet-zout verdeling in de ondergrond.
De aandacht gaat vooral uit naar het Naardermeer. In dit natuurgebied van Natuurmonumenten kwelt in het oostelijke deel grondwater op, afkomstig van de stuwwallen van Het Gooi, terwijl in het westelijke deel infiltratie van oppervlaktewater plaatsvindt. Mogelijke veranderingen in de waterhuishouding kunnen de natuurwaarden onder druk zetten.

Met numerieke modellen van dichtheidsafhankelijke grondwaterstroming en zoet-zout transport is een aantal scenario's doorgerekend om de mogelijke langetermijneffecten te kwantificeren. Door de aanleg van een tunnel in de diepe Nieuwe Keverdijksche Polder verandert weliswaar de waterhuishouding in de directe omgeving (max. 50 meter aan weerzijden) van de tunnel, maar deze verandering is slechts marginaal. De veranderingen in zoet-zout verdeling, kwelintensiteit en zoutbelasting op het oppervlaktewater vallen ruimschoots binnen de natuurlijke variatie in een grondwatersysteem, bijvoorbeeld onder invloed van de seizoenen. De aanwezigheid van zandbanen in het gebied heeft een te verwaarlozen invloed op de kwelintensiteit en zoutbelasting. Onder de tunnel zelf zal een lichte verzoeting optreden doordat infiltrerend zoet grondwater vanuit het Naardermeer onder de tunnel door naar grotere diepten stroomt. Nabij het Naardermeer zijn de effecten in het grondwater hoe dan ook te verwaarlozen.

Rapport: Oude Essink, G.H.P. en Stuurman, R.J.. 2006. Onderzoek naar de effecten van de Hoofdwegverbinding A6-A9 op zoet-zout grondwater nabij het Naardermeer, TNO rapport 2006-U-R0072/A, 37 p.

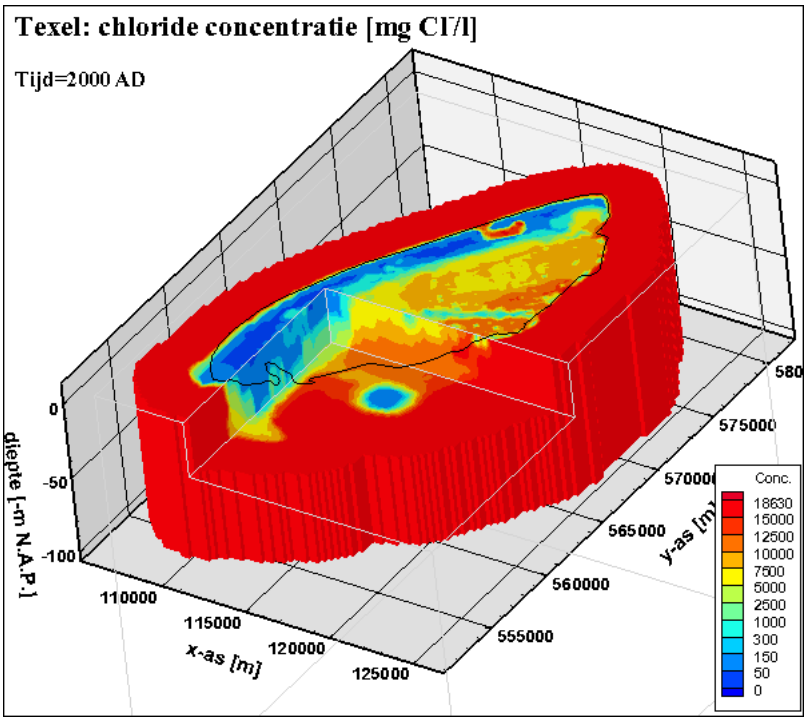
Kwetsbaarheid regenwaterlenzen in landbouwgebieden voor klimaatverandering en zeespiegelstijging

Betrokkenen vanuit Deltares: Esther van Baaren, Gualbert Oude Essink, Perry de Louw
Beschrijving:
Memo: Kwetsbaarheid regenwaterlenzen in landbouwgebieden voor klimaatverandering en zeespiegelstijging
Artikel:
Louw, P.G.B., de, Eeman, S., Siemon, B., Voortman, B.R., Gunnink, J., van Baaren, E.S., and Oude Essink, G.H.P., 2011, Shallow rainwater lenses in deltaic areas with saline seepage, Hydrol. Earth Syst. Sci., 15, 3659-3678.
link to HESS



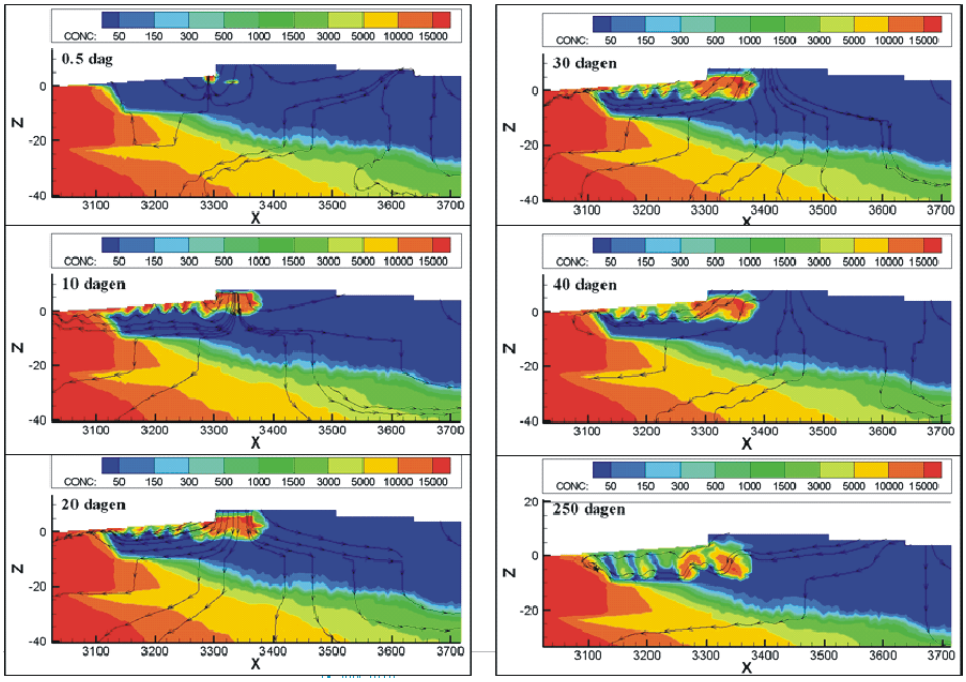
Groot Geohydrologisch Onderzoek Texel

Opdrachtgevers: Provincie Noord-Holland, Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier (voorheen Hoogheemraadschap van Uitwaterende Sluizen en het Waterschap Hollands Kroon), gemeente Texel
Betrokkenen vanuit Deltares: Gualbert Oude Essink
Beschrijving: Voor het Waterschap is in samenwerking met Witteveen+Bos de studie Groot Geohydrologisch Onderzoek Texel uitgevoerd. Een zoet-zout 3D grondwatermodel is ontwikkeld om de verzilting van het watersysteem beter te begrijpen en de effecten van klimaatverandering op de zoetwatervoorraad en de zoutvracht naar het oppervlaktewatersysteem te kwantificeren. Het instrument is gebruikt bij de eerste analyse van mogelijke maatregelen tegen verzilting.
Artikel: Vugt, A, van, Oude Essink, G.H.P. en Biesheuvel, A. 2003. Modelleren van het zoet- zout grondwatersysteem op Texel, Stromingen, 9(1), 33-46
Artikel: Oude Essink, G.H.P. 2001. Density dependent groundwater flow at the island of Texel, The Netherlands. Proc. 16th Salt Water Intrusion Meeting, Miedzyzdroje-Wolin Island, Poland: 47-54.
Artikel: Pauw, P.S., Louw, P.G.B., de, Oude Essink, G.H. P. 2012. Groundwater salinization in the Wadden Sea area of the Netherlands; quantifying the effects of climate change, sea level rise and anthropogenic interferences, *Net herlands Journal of Geosciences* 91-3, 373-383.
link to NJG



Duinen Solleveld

Het opspuiten van nieuwe duinen zal invloed hebben op de grondwaterstand in de duinen en in het achterliggende land. Deze veranderingen in druk kunnen leiden tot verplaatsing van de zoet-brak en brak-zout grensvlakken in het grondwater. Daarnaast zal de zoutconcentratie van het grondwater (lokaal) veranderen door het zoute zeewater dat gebruikt wordt voor deze duin- en strandsuppletie Om de invloed van de duin- en strandsuppletie op de grondwaterstand en de zoutconcentratie van het grondwater rond de drinkwateronttrekking bij Solleveld te bepalen is een 2D tijdsafhankelijk numeriek grondwatermodel gemaakt. Bij het maken van het model is niet gekeken naar een exacte locatie maar zijn representatieve invoerparameters voor het gebied gebruikt.
download:
memo numeriek model
aanvullende technische details
langjarige simulatie scenario 1
langjarige simulatie scenario 2



Verzilting van het Nederlandse Grondwatersysteem

Rapport: Oude Essink, G.H.P., Baaren, E., van, Verzilting van het Nederlandse Grondwatersysteem, Deltares 2009-U-R91001, 24 p.

Peer-reviewed artikelen 3D zoet-zout modellering case-studies

Delsman, J.R., Hu-a-ng, K.R.M., Vos, P.C., de Louw, P.G.B., Oude Essink, G.H.P., Stuyfzand, P.J., & Bierkens, M.F.P. 2014. Paleo-modeling of coastal saltwater intrusion during the Holocene: an application to the Netherlands. *Hydrology and Earth System Sciences*, *18*(10), 3891–3905, doi: 10.5194/hess-18-3891-2014
link to paper link to animation

Faneca Sànchez, M., Gunnink, J.L., van Baaren, E.S., Oude Essink, G.H.P., Siemon, B., Auken, E., Elderhorst, W., de Louw, P.G.B. 2012. Modelling climate change effects on a Dutch coastal groundwater system using airborne Electro Magnetic measurements, *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, 16, 4499-4516, doi: 10.5194/hess-16-4499-2012.
download

Pauw, P.S., Louw, P.G.B., de, Oude Essink, G.H.P. 2012. Groundwater salinization in the Wadden Sea area of the Netherlands; quantifying the effects of climate change, sea level rise and anthropogenic interferences, *Netherlands Journal of Geosciences* 91-3, 373-383.
link to NJG

Oude Essink, G.H.P. and Kooi, H. 2012. Land-subsidence and sea-level rise threaten fresh water resources in the coastal groundwater system of the Rijnland water board, The Netherlands, p. 227-248, Chapter 13 in: *Climate Change Effects on Groundwater Resources: A Global Synthesis of Findings and Recommendations*, Treidel, H., Martin-Bordes, J.L. and Gurdak, J.J. (Eds), 401 p.
link to Book

Oude Essink, G.H.P., E.S. van Baaren, and P.G.B. de Louw 2010, Effects of climate change on coastal groundwater systems: A modeling study in the Netherlands, *Water Resour. Res.*, 46, W00F04, doi:10.1029/2009WR008719.
download

Oude Essink, G.H.P. 2001. Salt Water Intrusion in a Three-dimensional Groundwater System in The Netherlands: a Numerical Study, *Transport in Porous Media* 43(1): 137-158.
download

Oude Essink, G.H.P. 2001. Saltwater intrusion in 3D large-scale aquifers: a Dutch case, *Phys. & Chem. of the Earth* 26(4): 337-344.
download

Rapporten, artikelen, proceedings 3D zoet-zout modellering

Oude Essink, G.H.P. and Baaren, E., van, Verzilting van het Nederlandse Grondwatersysteem, Deltares 2009-U-R91001, 24 p.
download

Oude Essink, G.H.P., Baaren, E., van & Vliet, M. van, 2008, Verkennende studie klimaatverandering en verzilting grondwater in Zuid-Holland, Deltares-rapport 2008-U-R0322/A, 60 p.
download

Vandenbohede, A., 2008, Graphical User Interface Visual MOCDENS3D
download
link to GUI

Oude Essink, G.H.P. 2007. Effect zeespiegelstijging op het grondwatersysteem in het kustgebied, *H2O*, nr 19, 60-64.
download

Vugt, A, van, Oude Essink, G.H.P. en Biesheuvel, A. 2003. Modelleren van het zoet- zout grondwatersysteem op Texel, Stromingen, 9(1), 33-46
download

Oude Essink, G.H.P. 2001. Density dependent groundwater flow at the island of Texel, The Netherlands. Proc. 16th Salt Water Intrusion Meeting, Miedzyzdroje-Wolin Island, Poland: 47-54.
download

Oude Essink, G.H.P. 1998. MOC3D adapted to simulate 3D density-dependent groundwater flow. In: Proc.MODFLOW'98 Conference, October 4-8, 1998, Golden, Colorado, USA, Vol. I, 291-303.
download