

Zoet en zout grondwater in het kustgebied, een verhaal van zeespiegelstijging en menselijketussenkomst

Alexander Vandenbohede

postdoctoraal onderzoeker FWO, Geologie en Bodemkunde, Universiteit Gent
alexander.vandenbohede@ugent.be

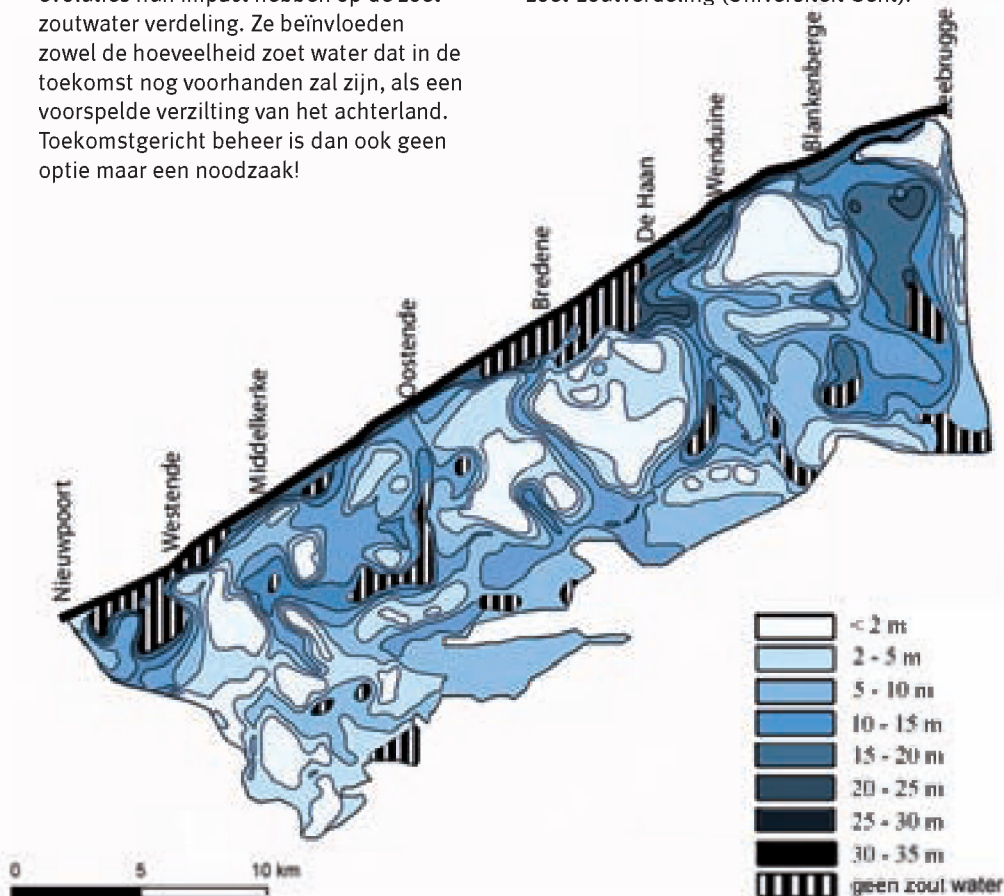
Kuststreken zijn van nature uit dynamische en steeds veranderende gebieden. Daarbij komt dat ook de mens gedurende de laatste eeuwen nadrukkelijk zijn stempel op dit kustgebied heeft gedrukt. Daarbij bepalen de Holocene geologische geschiedenis en de menselijke invloed tevens een aspect wat niet dadelijk zichtbaar is, namelijk het grondwater. In onze polder- en duingebieden komt daardoor een ingewikkelde verdeling van zoet en zout grondwater voor. Dit grondwater vertelt dus ook een verhaal over de evolutie van de kustvlakte. Daarnaast heeft zoet grondwater een economische waarde: het wordt gebruikt door landbouw en industrie en voor de productie van drinkwater. Maar de voorraad aan zoet water is niet onuitputtelijk. Verder zullen zeespiegelstijging en klimatologische evoluties hun impact hebben op de zoet-zoutwater verdeling. Ze beïnvloeden zowel de hoeveelheid zoet water dat in de toekomst nog voorhanden zal zijn, als een voorspelde verzilting van het achterland. Toekomstgericht beheer is dan ook geen optie maar een noodzaak!

Zoet in duinen en oude geulen, zout in kleiige poelgebieden

De kwaliteit van het grondwater in laaggelegen kustgebieden is een ingewikkeld verhaal. Er komt zowel zoet als zout water bij kijken. In ons Belgische kustgebied is dit niet anders. De eerste pogingen om deze zoet-zoutverdeling voor een groot gebied in kaart te brengen dateren van tijdens de Tweede Wereldoorlog. De geologische dienst van het Duitse leger bestudeerde met behulp van geofysische methodes dit gegeven. De bedoeling was uiteraard de watervoorziening voor de troepen te verbeteren. Vanaf de jaren zestig van vorige eeuw volgde dan een systematische kartering, gekoppeld aan onderzoek naar het ontstaan van de zoet-zoutverdeling (Universiteit Gent).

Dit resulteerde in 1974 in de gekende “verziltingskaart”. Deze kaart geeft voor gans het kustgebied de diepte weer van het grensvlak tussen zoet en zout grondwater. Dit grensvlak heeft een zoutgehalte van 1,5 g/L. Grondwater met een hoger zoutgehalte komt onder dit grensvlak voor en is brak of zout. Grondwater erboven is zoet of vrijwel zoet en bruikbaar voor de productie van drinkwater of in de landbouw. Het grensvlak kan zich vrijwel aan het oppervlak bevinden, maar even goed op een diepte van meer dan 35 meter (zie verder). Recent nazicht van de verziltingskaart (gebied tussen Zeebrugge en Nieuwpoort) toont dat de verschillen met de 35 jaar oudere kaart klein zijn. Het globale beeld van de zoet-zout verdeling is dus momenteel vrij stabiel en goed gekend.

Bovengenoemde verziltingskaart voor het gebied tussen Zeebrugge en Nieuwpoort toont een zeer ingewikkeld patroon. Ondertussen weten we dat er een systeem in deze schijnbare chaos zit. De onderliggende geologie speelt hierbij een grote rol. Plaatsen waar het grensvlak – of met andere woorden het zoute water – ondiep ligt, vallen meestal samen met poelgronden. Dit zijn gronden die bestaan uit slecht doorlatende sedimenten zoals klei of leem, veelal aangevuld met veen. Op plaatsen waar er goed doorlatende sedimenten voorkomen, bv. zandpakketten in vroegere getijdengeulen, komt veelal een dik pakket zoet water voor. Door de vorm en omdat het omringd is door zout water, spreekt men van een zoetwaterlens. Ten westen van de lijn Brugge-Zeebrugge, ten zuiden van De Haan en ten zuiden van Oostende kwamen vroeger min of meer belangrijke getijdengeulen voor en hebben we nu de belangrijkste zoetwaterlenzen in het centrale kustgebied. Maar ook duingebieden bestaan uit dikke zandpakketten met de vorming van zoetwaterlenzen als resultaat.



Op deze kaart van de middenkust (Zeebrugge-Nieuwpoort) is de diepte van het grensvlak tussen zoet en zout grondwater (1,5 g/L) weergegeven. Het zoute water blijkt vooral hoog te zitten in poelgronden (bv. tussen Blankenberge en Wenduine), terwijl zoetwaterlenzen typerend zijn voor de duinen en voor plaatsen waar zich vroeger getijdengeulen bevonden (bv. ten zuiden van Oostende) (Vandenbohede et al., 2010)



■ De huidige Zwinvlakte met slikken en schorren geeft een goed beeld van hoe de kustvlakte er enkele duizenden jaren geleden moet hebben uitgezien (AVDB)

Het diepere waarom van deze zoet-zoutverdeling

Veranderingen na laatste IJstijd

De huidige kustvlakte is het resultaat van een evolutie die begon na de Laatste IJstijd, zo'n 10.000 jaar geleden (zie Baeteman 2007 in De Grote Rede 18). De zeespiegel steeg terug en al gauw bereikten de Atlantische Oceaan en de Noordzee onze gebieden en kwam de kustvlakte onder invloed te staan van de getijden. Een getijdengebied met een kustbarrière, zandwad, slikken en schorren en kustveenmoeras vormde zich, dit alles doorsneden door getijdengeulen. Het grondwater bestond dan ook vooral uit zout water. Enkel op de hoogste plaatsen

konden zich zeer oppervlakkige en dunne lenzen van zoet grondwater, zogenaamde regenwaterlenzen, vormen. Door een stijgend zeeniveau breidde dit systeem zich steeds verder landwaarts uit.

Circa 7500 tot 7000 jaar geleden deed er zich een opmerkelijke afname in de snelheid van zeespiegelstijging voor. Dit leidde tot het opslippen van delen van het wad en tot de vorming van bijkomende regenwaterlenzen in die hoger gelegen gebieden. Zoetwatermoerassen kwamen tot stand, waarvan de vegetatie na afsterven aanleiding gaf tot de vorming van veen. Dit bleef echter een zeer dynamisch milieu en in de loop van de tijd evolueerden deze veengebieden terug naar wad en ontstonden op andere plaatsen

dan weer nieuwe veengebieden. De vorming van regenwaterlenzen of sporadische diepere zoetwaterlenzen was dus lokaal en in de tijd variabel. Het grootste deel van de bodem bleef evenwel zout of brak water bevatten.

Rond 5500 tot 5000 jaar geleden was er een tweede belangrijke afname van de snelheid van zeespiegelstijging en breidden de veengebieden zich sterk uit. Grote delen van de kustvlakte waren kustveenmoerassen waarin tot op zekere diepte zoet water aanwezig was. Na 2000 tot 3000 jaar kwam er een einde aan deze veenvorming toen het getij terug de vlakte kon binnendringen. Er ontstond opnieuw een wadlandschap. Dat betekent dat op veel plaatsen het zoete grondwater, wat aanwezig was in de voormalige kustveenmoerassen, verdrongen werd door zout water.

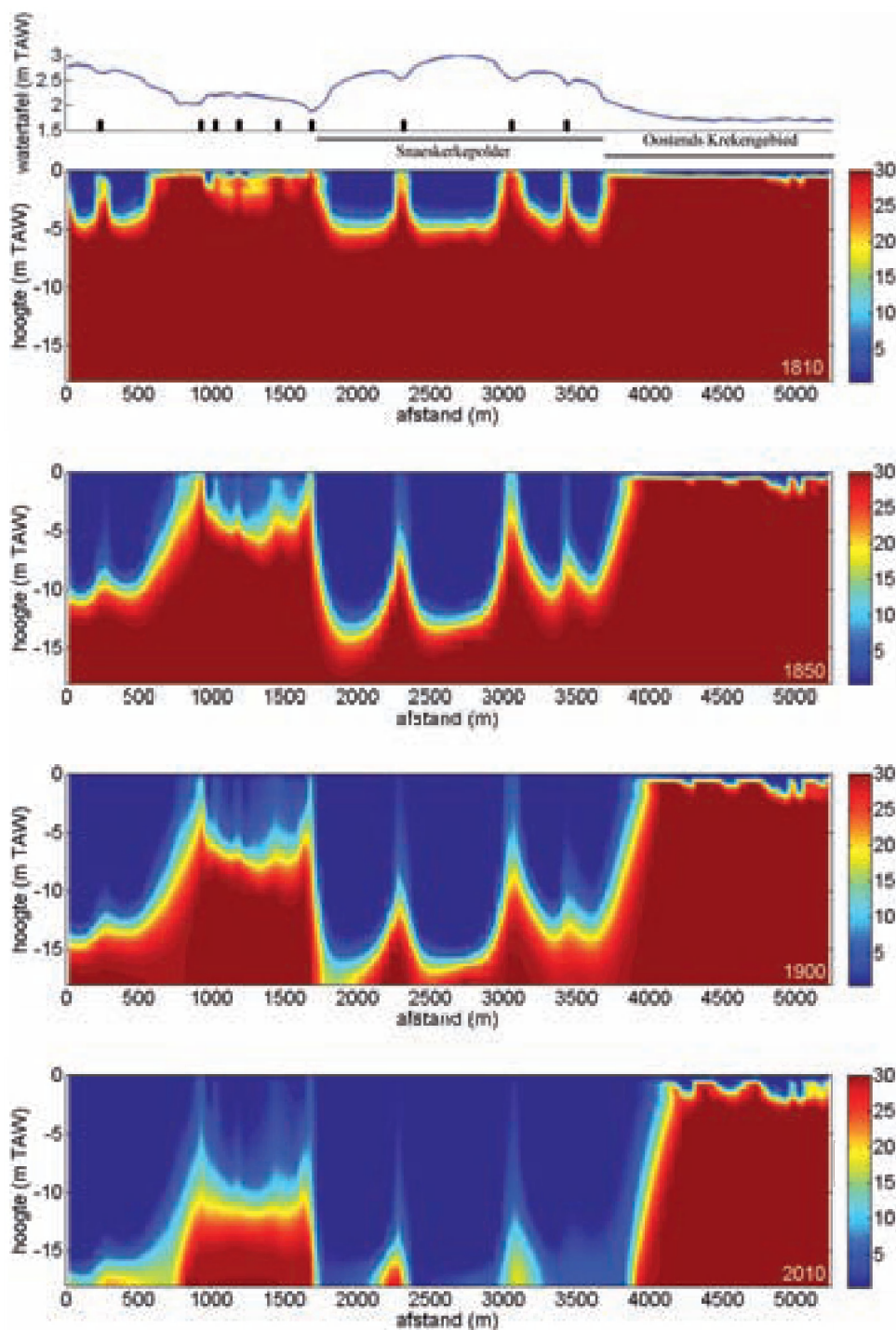
Inpoldering en zoetwaterlenzen

Rond 550-750 na Chr. evolueerde het kustgebied vervolgens naar een landschap van slikken en schorren. Grote delen buiten de geulen gelegen, ontsnapten zo geleidelijk aan de invloed van de zee. Op de schorren konden schapen gehouden worden en langzaam aan ontstonden min of meer permanente woonplaatsen. De verlanding van het gebied, aanvankelijk een natuurlijk proces, kreeg hulp van de mens in de vorm van indijkingen en door de uitbouw van een netwerk van afwateringsgrachten. Geleidelijk transformeerde het kustgebied naar de polders die we vandaag kennen.

Deze inpoldering had een beslissende invloed en leidde tot de grondwaterkwaliteit zoals we die vandaag nog waarnemen. In plaats van zout zeewater kon enkel nog zoet regenwater naar het grondwater



■ Een dicht netwerk van grachten en kanalen doorkruist de polders. Zij houden het land droog. Vandaag wordt de waterhuishouding, zowel voor wat betreft het oppervlaktewater als het grondwater, zo goed als volledig door de mens bepaald (AVDB).



■ Een verticale doorsnede door de Snaeskerkepolder (centraal) en het Oostends Krekegebied (rechts) toont de gesimuleerde vorming van zoetwaterlenzen (in v.b.n.o.: resp. 1810, 1850, 1900 en 2010). Kleuren staan voor het zoutgehalte (in g/L): rood is zout water, blauw is zoet. Bovenaan is de hoogte van de watertafel te zien en de locatie van de belangrijkste grachten (zwarte balkjes). Tussen haakjes: de grachten in het Oostends Krekegebied zijn niet aangeduid.

Op de figuur is te zien dat de watertafel in het centrum van een lens hoger is en er zoet water infiltreert. Dat stroomt eerst naar beneden om nabij het grensvlak tussen zoet en zout water zijwaarts en terug naar boven te stromen. Aan de randen van de lens, waar de watertafel lager ligt, is er tenslotte kwel van grondwater. Deze lagere positie van de watertafel wordt bijvoorbeeld veroorzaakt door het voorkomen van drainagegrachten of doordat het terrein lager ligt. Naargelang de tijd vordert, breidt de zoetwaterlens zich uit in de diepte tot een maximum is bereikt. Dit maximum is bepaald door de geologie en door een aantal hydraulische factoren. In het Oostends Krekegebied, een laag gelegen gebied met veel grachten, komt zout water dicht tegen de oppervlakte voor.

Zout en brak grondwater nader bekeken

De Holocene geologische geschiedenis en de inpoldering door de mens hebben dus beide hun sporen nagelaten op de huidige verdeling tussen zoet en zout grondwater in ons kustgebied. Wanneer we wateranalyses uitvoeren verspreid over gans het kustgebied en gedetailleerd kijken naar de chemie van het grondwater, kunnen we deze kennis verder verfijnen. Samengevat blijken er vier belangrijke fenomenen of chemische reacties op te treden: (1) menging van zoet en zout water; (2) reacties met carbonaatmineralen; (3) kationenuitwisseling of dus uitwisselen van positieve ionen tussen grondwater en sediment; (4) oxidatie van organisch materiaal. Verder is het belangrijk een onderscheid te maken tussen enerzijds het “oude brakke of zoute” grondwater dat reeds is geïnfilteerd voor de inpoldering en nu ruwweg aangetroffen wordt onder het 1,5 g/L vlak van de verziltingskaart, en het “nieuwe zoete” grondwater dat pas is toegevoegd na de inpoldering. Dit laatste grondwater bevindt zich algemeen gesproken dan ook boven het grensvlak.

Inpolderingsgeschiedenis af te lezen uit signatuur van het grondwater

Om de huidige toestand van de zoet-zoutverdeling en het proces dat daartoe heeft geleid beter te begrijpen, kunnen we best starten bij het oudere brakke of zoute water. De belangrijkste kationen (+ ionen) en anionen (- ionen) in dit veelal dieper voorkomende grondwater zijn respectievelijk Na^+ (natrium) en Cl^- (chlor). Bij inpoldering zal dit NaCl water verdrongen worden door zoet water waarvan Ca^{2+} (calcium)

doorsijpelen. Zo kon zoet water het oudere brakke en zoute water in de ondergrond geleidelijk aan verdringen. Op plaatsen waar de ondergrond uit slecht doorlatende sedimenten zoals klei, leem of veen bestaat, is een belangrijke drainage nodig om het gebied droog te houden. Het netwerk aan drainagegrachten zorgt er voor dat het grootste deel van het regenwater weggevoerd wordt. Slechts een klein deel kan naar het grondwater infiltreren. Het gevolg is dan ook dat het zoute water hier nu nog altijd ondiep voorkomt. Plaatsen daarentegen met goed doorlatende sedimenten in de ondergrond, zoals zand, vragen een minder dicht netwerk aan drainagegrachten. Daardoor kan er meer zoet water in de bodem infiltreren, wat leidt tot het ontstaan van zoetwaterlenzen (zie figuur). De vorming van een zoetwaterlens

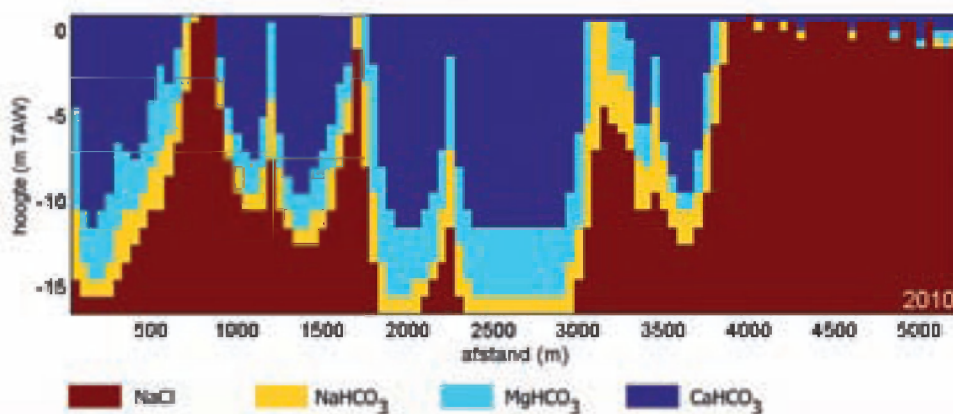
gaat relatief snel. In 200 tot 250 jaar kunnen grote lenzen zich gevormd hebben.

De inpoldering van het merendeel van ons kustgebied was voltooid in de 12^{de} eeuw na Chr. Daarna traden slechts kleine veranderingen op. Dat betekent dat de hydraulische omstandigheden, zoals het drainagepatroon en de waterpeilen, niet ingrijpend zijn veranderd in de laatste eeuwen. De huidige zoet-zout waterverdeling heeft daardoor een evenwicht bereikt. Uitzondering hierop is bijvoorbeeld de Historische Polder van Oostende waar er nog tot 1800 belangrijke hydraulische veranderingen plaatsgrepen. Andere locaties waar recent belangrijke veranderingen hebben plaatsgegrepen, zijn bijvoorbeeld zandopspuitingen in havengebieden.

en HCO_3^- (bicarbonaat) de belangrijkste componenten zijn. Chemische reacties (en dan vooral kationenuitwisseling) zorgen dat het NaCl water volgens een aantal stappen geleidelijk wordt verdrongen: van NaCl, over NaHCO_3 (natriumbicarbonaat) en MgHCO_3 (magnesiumbicarbonaat) tot CaHCO_3 (calciumbicarbonaat) water. Zolang het oude NaCl water niet beïnvloed wordt door infiltrerend zoet – en CaHCO_3 bevattend – water, is er een evenwicht tussen de kationen die op klei en organisch materiaal aanwezig zijn (ook een uitwisselingscomplex genaamd) en het NaCl water. Van zodra CaHCO_3 water echter binnendringt, zal Na^+ vanop het uitwisselingscomplex uitwisselen met Ca^{2+} uit het poriënwater. Dit geeft aanleiding tot de vorming van NaHCO_3 grondwater. Vervolgens zal Mg^{2+} uitwisselen met Ca^{2+} , wat het MgHCO_3 water oplevert. Als ook het magnesium verdrongen is door Ca^{2+} , is de kwaliteit gelijk aan het CaHCO_3 infiltratiewater. Deze zonatie in watertypes is nu nog altijd aanwezig. Zoetwaterlenzen in het kustgebied bestaan bijvoorbeeld bijna volledig uit CaHCO_3 water. NaHCO_3 en MgHCO_3 water vindt men terug aan de basis en aan de randen van de lenzen. Op die plaatsen is het sediment nog niet voldoende doorstroomd met CaHCO_3 water en is de uitwisseling nog niet volledig (zie figuur rechtsboven).

Het grondwater vertelt...

We zagen al dat het brakke en zoute gedeelte – gelegen onder het 1,5 g/L grensvlak van de verziltingskaart – hoofdzakelijk bestaat uit NaCl water. Dit NaCl water kent een grote verscheidenheid aan zoutgehaltes gaande van 1,5 g/L (zeer licht brak) tot 30 g/L (vrijwel zo zout als zeewater). Net deze verschillen brengen een bijkomend en zeer interessant verhaal over verzoeting en verzilting, en bieden ons voor elke locatie extra informatie over de toen heersende omgevingsomstandigheden. Zo zijn de periodes van verzoeting en verzilting die er geweest zijn tijdens de Holocene geologische geschiedenis, vandaag nog altijd in de chemische signatuur van het



■ Verticale doorsnede door de Snaeskerkepolder (zie vorige figuur) met een gesimuleerd voorkomen van verschillende watertypes, in het veld bevestigd aan de hand van waterstalen. Duidelijk te zien is hoe het oude NaCl water en de CaHCO_3 watermassa's in de zoetwaterlenzen, mengen in de overgangszones. Naarmate de uitwisseling van positieve ionen daar is gevorderd, vind je er ook NaHCO_3 en MgHCO_3 .

poriënwater na te lezen. Verder maakt de chemie het ook mogelijk om iets te zeggen over de oorsprong van het grondwater. Zo zijn waters met een lage alkaliniteit typisch gevormd in een open mariene of getijdengeul omgeving. Andere watermonsters dragen dan weer de signatuur van een eerder beschutte lagune omgeving. Langdurig contact met veen en/of klei zorgt hier immers voor een hoge alkaliniteit en bijvoorbeeld ook voor een gevorderde sulfaatreductie. Het moge duidelijk zijn, de verdeling en de kwaliteit van het grondwater vormen een belangrijk deel van het bodemarchief dat ons heel wat vertelt over de evolutie van het kustgebied.

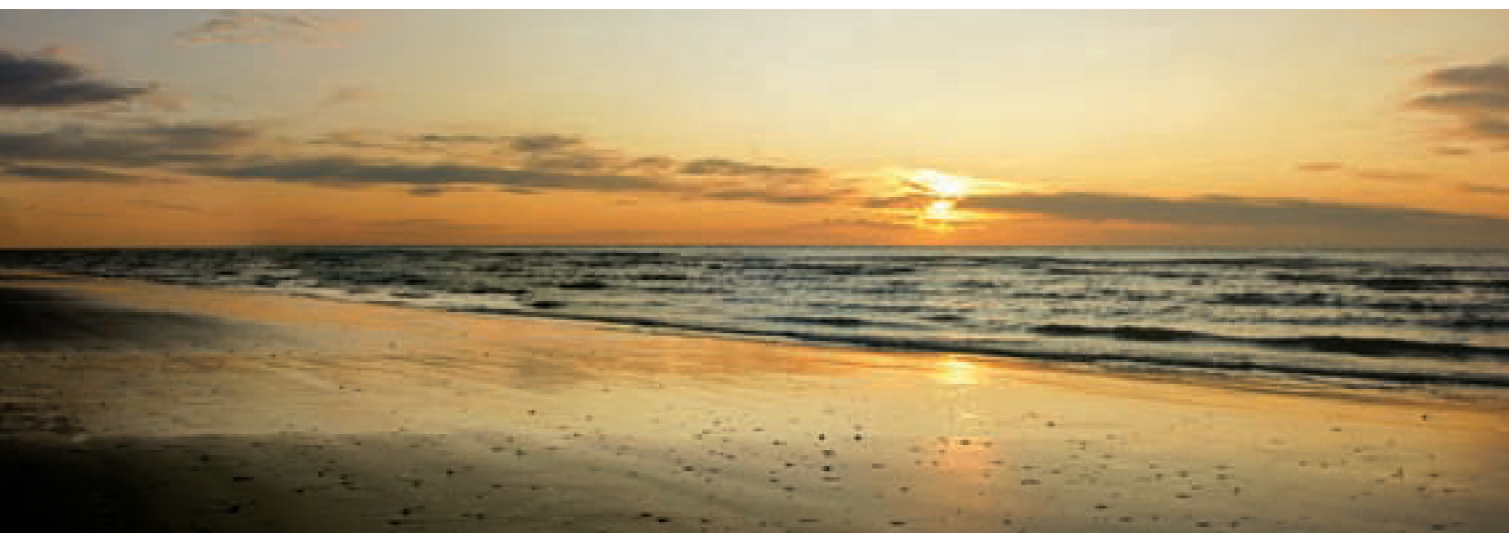
Wat brengt de toekomst?

Allereerst het veranderende klimaat

De zoet-zoutverdeling is het resultaat van een lange geschiedenis. Daarbij spelen de interactie met de zee en het klimaat een prominente rol. Zeespiegelstijgingen en wijzigingen in klimatologische parameters zoals neerslag en temperatuur zullen grondwatersystemen in kustgebieden over gans de wereld verder beïnvloeden.

Ook de invloed van de mens, m.a.w. hoe we omgaan met het veranderend klimaat en onze kustgebieden daaraan aangepast verder beheren, zal een grote rol spelen. Voor onze gebieden schat men dat de zeespiegel een verdere stijging zal kennen van 15 tot 95cm in de komende 100 jaar. Een stijging van 60 tot 70cm lijkt op dit moment het meest realistisch. Men verwacht dat op het einde van deze eeuw de gemiddelde wintertemperatuur met 1,5 tot 4°C zal toegenomen zijn. Voor de gemiddelde zomertemperatuur is dit 2 tot 7°C. In de winter wordt een neerslagverhoging van 60% verwacht terwijl de zomers juist een vermindering van neerslag van 70% zouden kennen.

Deze voorspellingen zijn niet alleen belangrijk om het overstromingsrisico te kunnen inschatten en onze kustbescherming navenant te gaan uitbouwen. Ze hebben ook een groot effect op het grondwater. De zeespiegelstand is immers een randvoorwaarde voor de grondwaterstroming en de verdeling van zoet-zout grondwater, waarbij hogere zeeniveaus zoutwaterindringing in het achterland kunnen veroorzaken.

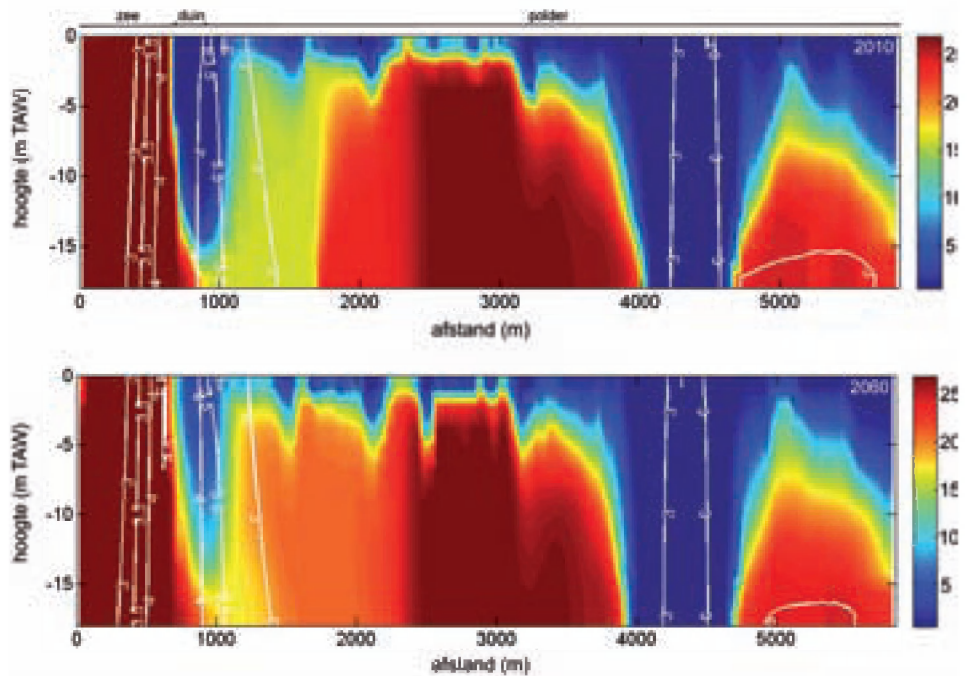


■ De zee beïnvloedt het aangrenzende land. Ze doet dit niet alleen via sporen van mariene invloed uit het verleden, maar ook door een blijvende impact op het grondwater in het achterland. De zee vormt met andere woorden een belangrijke hydraulische randvoorwaarde voor grondwater in het kustgebied (AVDB)

Klimatologische parameters zijn dan weer belangrijk om veranderingen in de voeding van grondwaterlagen te kunnen inschatten. Zeker voor poldergebieden, waar de waterhuishouding volledig door de mens geregeld wordt, is dit cruciaal. Toch bestaat er vandaag nog heel wat onzekerheid over hoe deze gewijzigde klimatologische parameters zich vertalen in grondwatervoeding. Sommige klimaatscenario's leiden tot een toename van gemiddelde jaarlijkse voeding terwijl andere scenario's het dan weer houden bij een afname. Wat vast staat is dat deze effecten niet onzichtbaar ondergronds zullen blijven.

Zeespiegelstijgingen

De invloed van de zeespiegelstijging wordt geïllustreerd aan de hand van een doorsnede loodrecht op de kust ten zuiden van Oostende (zie figuur). De doorsnede behelst een deel van de zee, de duinen en de polders. Onder de zee komt zout water voor terwijl er onder de duinen een zoetwaterlens zichtbaar is. In de polders is de verdeling, zoals reeds aangehaald, complex. Op verschillende plaatsen komt



■ Gesimuleerde zoet-zoutwater verdeling in een doorsnede loodrecht op de kust ten zuiden van Oostende respectievelijk in 2010 en 2060. Kleuren geven het zoutgehalte weer (g/L) met: rood= zout en blauw= zoet. Te zien is dat bij de gesimuleerde zeespiegelstijging van 60cm per honderd jaar, reeds na 50 jaar een verzilting optreedt in het poldergebied net achter de duinen. Ook wordt zichtbaar dat de zoetwaterlens in de duinen kleiner is geworden.

Hergebruik van water: noodzakelijk en duurzaam beheer voor de toekomst.

De duinen zijn de enige locaties in ons kustgebied met relatief grote hoeveelheden zoet water in de ondergrond. Vooral de bredere duingebieden tussen Nieuwpoort en de Franse grens en ten oosten van Knokke bevatten uitgebreide zoetwaterlenzen. Dit zijn dan ook de uitgelezen plaatsen voor de winning van grondwater ten behoeve van de productie van drinkwater. Maar deze voorraden zoet water zijn eindig en de winning gebeurt in een kwetsbaar gebied met grote ecologische waarde. Zeespiegelstijging en een evoluerend klimaat zijn tevens zaken om rekening mee te houden. Een doordacht, en vooral duurzaam beheer naar de toekomst toe is dan ook de boodschap.

De waterwinning St-André te Koksijde is hier een mooi voorbeeld van. Toenemende vraag naar drinkwater, met verdere verlaging van grondwaterstanden als gevolg, leidde ertoe dat de Intercommunale Waterleidingsmaatschappij van Veurne-Ambacht (IWVA) de manier van waterwinning in het gebied moest herdenken. Het resultaat was een proces waarbij hergebruik van water geïntegreerd werd in de waterwinning. Vroeger kwam het grondwater, na onttrekking en ontijzing, via de gebruiker en na klassieke rioolwaterzuivering door het RWZI Wulpen finaal in zee terecht (via kanaal Duinkerke-Nieuwpoort). Sinds 2002 echter, wordt een deel van het effluent van de RWZI door de IWVA hergebruikt. Daarbij worden membraantechnieken (ultrafiltratie en omgekeerde osmose) toegepast. Deze verwijderen alle ongewenste componenten zoals voedingsstoffen, virussen, bacteriën en sporen van pesticiden en geneesmiddelen uit het water. Dit water wordt dan via twee ondiepe vijvers, zogenaamde infiltratiepanden, in de duinen geïnfiltreerd. Na insijpeling door de duinzanden wordt dit water terug opgepompt. De winningsputten bevinden zich rond de infiltratiepanden en pompen een mix op van geïnfiltreerd water ($\pm 80\%$) en gewoon duinwater ($\pm 20\%$). Tijdens de passage door de duinzanden neemt het infiltratiewater bovendien mineralen op, vooral dan door oplossing van carbonaten in het water. Deze passage en de mix met 'natuurlijk' duinwater zorgt ervoor dat het opgepompte water van uitstekende en constante kwaliteit is. Een minimale nabehandeling is nodig om het geschikt te maken voor consumptie.

Op die manier wordt een watercyclus gerealiseerd met minimaal verlies aan zoet water. Drinkwater gaat naar de gebruiker, wordt na gebruik gezuiverd om uiteindelijk via infiltratie terug in de duinen terecht te komen waar de cyclus kan herbeginnen. Dankzij hergebruik kan tweemaal meer water geproduceerd worden in St-André, terwijl het grondwater in de duinen minder wordt belast. Zo is de impact van de winning op de waterstanden sterk gereduceerd wat de ontwikkeling van duinflora en -fauna ten goede komt. Dit systeem is nu reeds meer dan tien jaar in gebruik en vormt vandaag nog altijd een unieke manier van grondwaterwinning en -gebruik in Europa.



■ Zicht op het infiltratiepand van de waterwinning St-André te Koksijde. Centraal is de toevoer van water te zien. Via dit systeem wordt gezuiverd afvalwater terug in de duinen gebracht, waar het na passage door de duinzanden in opperbste toestand kan worden opgepompt en hergebruikt (AVDB)



■ De brede duingordel in het westelijke kustgebied, zoals hier in het Vlaams Natuurreservaat De Westhoek, zorgt ervoor dat de impact op de zoet-zoutwater verdeling op korte tot middellange termijn beperkt blijft (AVDB)

daar op geringe diepte zout water voor. Het kanaal Nieuwpoort-Plassendale staat op een hoger peil dan de omgeving waardoor er zoet water naar het grondwater kan infiltreren. Dit vormt een zoetwaterlens. Bij het simuleren van een zeespiegelstijging (à 60 cm per 100 jaar) zijn na vijftig jaar een aantal effecten te zien. Vooreerst is er een verandering van grondwaterstanden. Het grondwater staat hoger in de duinen en in het aangrenzende poldergebied. De stijging in de polders wordt echter beperkt door het drainagesysteem. Het netwerk van grachten is er precies om grondwaterstanden te reguleren. Maar als grondwaterstanden willen stijgen, betekent dit dat er meer water via de grachten zal weggevoerd moeten worden. Het drainagesysteem zal hier dus op voorzien moeten zijn.

Tevens komt een stroming van zout water vanuit zee naar de polders, onder de zoetwaterlens, op gang. En dit zorgt voor een opwaartse stroom van zout water in de polders. De kwel zal dus toenemen alsook het zoutgehalte van dit kwelwater en van het ondiepe grondwater. Toenemende kwel zal zorgen dat meer grondwater moet weg gedraineerd worden via de grachten. Stijging van het zoutgehalte zal op termijn een invloed hebben op de opbrengst van de traditionele landbouwgewassen in die gebieden.

Zoetwatervoorraad verkleint, waterstanden stijgen

Een ander effect is dat de zoetwaterlens in de duinen kleiner zal worden. De zoetwatervoorraden die hier aanwezig zijn, nemen af in de tijd om op lange termijn te verdwijnen. De duinen in het centrale deel van ons kustgebied zijn echter niet breed. In het voorbeeld van de figuur op pag. 21 is dit slechts 200 m. Duinen aan de westkust zijn echter 2 km breed en dat verandert het verhaal enigszins. Impact van een zeespiegelstijging op de zoet-zoutverdeling over 50 jaar is hier zeer klein. De brede duingordel zorgt voor een belangrijke zoetwaterlens die zich uitstrekt tot op de

zeer slecht doorlatende leperse klei.

Daardoor duurt het langer voordat deze lens afneemt in omvang door zeespiegelstijging en er zout water onder de lens naar het achterland kan stromen. Toch sluit dit niet uit dat ook aan de westkust veranderingen gaan optreden in de zoet-zoutwater verdeling, bijvoorbeeld bij een veel snellere zeespiegelstijging dan nu gedacht of wanneer we de klimaateffecten op een veel langere termijn bekijken. En sowieso zal er rekening moeten worden gehouden met het stijgen van de waterstanden op zich en zal er ook hier meer water moeten weg gedraineerd worden.

En wat met de waterwinning aan zee?

Tevens zal zeespiegelstijging, zowel bij een brede en zeker bij een smalle duingordel, de mogelijkheid tot waterwinning beperken. Zoetwaterlenzen in de duinen vormen de grootste zoetwaterreserves in het kustgebied en worden dan ook gebruikt voor de productie van drinkwater. Een hogere zeespiegel betekent dat er vlugger gevaar is voor aantrekken van zout water vanuit de zee. Toekomstgerichte waterwinningsmethodes zijn dus nodig (zie kaderstuk pag. 21).

Klimatologische parameters zullen veranderen en zoals reeds aangegeven is het gevolg hiervan zeer onzeker. Sommige klimaatscenario's resulteren in een toename in de voeding van grondwater. Dit betekent dat er meer water door het drainagesysteem zal moeten afgevoerd worden, willen we de huidige grondwaterstanden handhaven. Andere scenario's echter voorspellen een afname in voeding. Tenzij er meer duidelijkheid komt in de klimaatscenario's blijft het dus moeilijk om hier concrete uitspraken over te doen. Er mag echter verwacht worden dat de frequentie van zware stormen en ernstige regenval zal toenemen. Het efficiënt wegleiden van dit water is noodzakelijk om overstromingen te vermijden. In sommige gevallen zullen we moeten beginnen denken aan alternatieve drainagesystemen dan die nu toegepast worden.

Nabeschouwing

Algemeen zullen we ons zeker moeten bezinnen hoe we bij een veranderend klimaat zo efficiënt en duurzaam mogelijk met onze grondwatervoorraden omgaan. De waterhuishouding en dus ook het grondwater zijn immers onlosmakelijk verbonden met het kustgebied. En daarvoor is een flinke dosis toekomstgericht denken nodig. Huidige landschappelijke ingrepen in de waterhuishouding kunnen pas over enkele jaren of zelfs over enkele decennia belangrijke gevolgen hebben op bijvoorbeeld de zoetwatervoorraden. En dan weten we dat het nog langer duurt om gedane zaken eventueel te herstellen. Geen gemakkelijke klus!

Bronnen

- Baeteman C. (2007). De ontstaansgeschiedenis van onze kustvlakte. De Grote Rede 18: 2-10.
- Baeteman C. (2008). De Holocene geologie van de Belgische kustvlakte. Geological Survey of Belgium Professional Paper, 2008/2 – N.304.
- CLIWAT Project Group, 2011. Groundwater in a future climate. The CLIWAT Handbook. http://cliwat.eu/xpdf/groundwater_in_a_future_climate.pdf
- Vandenbohede A., K. Luyten, L. Lebbe (2008). Impacts of global change on heterogeneous coastal aquifers: case study in Belgium. Journal of Coastal Research, 24(2B), 160-170.
- Vandenbohede A., E. Van Houtte, L. Lebbe (2009). Sustainable groundwater extraction in coastal areas: a Belgian example. Environmental Geology 57, 735-747.
- Vandenbohede A., C. Courtens, L. Lebbe, W. De Breuck (2010). Fresh-salt water distribution in the central Belgian coastal plain: an update. Geologica Belgica, 11/3, 163-172.
- Vandenbohede A., K. Hinsby, C. Courtens, L. Lebbe (2011). Flow and transport model of a polder area in the Belgian coastal plain: example of data integration. Hydrogeology Journal, 19(8), 1599-1615.
- Vandenbohede A. & L. Lebbe (2012). Groundwater chemistry patterns in the phreatic aquifer of the central Belgian coastal plain. Applied Geochemistry, 27, 22-36.