

Ontzilting; een oplossing voor verzilting in de vollegronds landbouw?

Daniel van de Craats (Aequator Groen & Ruimte, Wageningen UR), Melle Nikkels (Aequator Groen & Ruimte, Wageningen UR, University of Tasmania), Lodewijk Stuyt (Alterra Wageningen UR)

De huidige manier van omgaan met verzilting in Nederland kan in de toekomst steeds vaker problemen opleveren, onder andere voor beregening in zoutgevoelige teelten. Er wordt daarom nu al aan verschillende oplossingen gewerkt. Eén van de mogelijke oplossingen is ontzilting in de vollegronds landbouw, bijvoorbeeld met behulp van de CapDI-technologie. In deze studie is een theoretische inschatting van de mogelijkheden van dit systeem gemaakt en wordt een praktijktest in de tulpenbollenteelt gepresenteerd. Hieruit blijkt dat er zeker potentie is, maar dat de robuustheid van het systeem, de kosten en de regionale effecten en potentie nog meer aandacht verdienen.

In tijden van droogte is voor agrariërs vaak maar één ding belangrijk: het gewas voorzien van kwalitatief goed water om een optimale groei te waarborgen. Helaas is dit in de praktijk geen gemakkelijke opgave. Een veelvoorkomend probleem in het laaggelegen Nederland is een te hoog zoutgehalte (chlorideconcentratie of elektrisch geleidend vermogen) in de wortelzone van het gewas. Dit zout kan zowel van onder als van boven komen. Het eerste aspect speelt voornamelijk in gebieden waar zout grondwater dicht onder het maaiveld aanwezig is. In het groeiseizoen kan de zogenaamde zoetwaterlens, een laag zoet water die ontstaat in de winter wanneer er meer water valt dan er verdampt, verdwijnen waardoor zout water in de wortelzone terecht komt. Het tweede aspect, zout van boven, speelt in meer gebieden in laag Nederland waar zout in het oppervlaktewater komt door diffuse kwel, wellen vanuit dieper grondwater en door invloeden vanaf zee. Dit vormt een probleem wanneer oppervlaktewater in percelen wordt geïnfiltrerd of beregening met oppervlaktewater plaatsvindt.

Op dit moment vindt er veel onderzoek plaats naar het vóórkomen en voorkómen van zoutschade, zowel van onder als van boven. Dit onderzoek is van belang omdat een hoog zoutgehalte in de wortelzone van het gewas resulteert in een verminderde opname van zowel nutriënten als water. Daarnaast leidt een hoog zoutgehalte tot toxische effecten, met name door verhoogde natriumconcentraties. Natrium kan ook de structuur van de bodem aantasten, wat van invloed is op de ontkieming en beworteling van gewassen. Factoren als de bodem(opbouw), temperatuur en het groeistadium van het gewas spelen in dit alles een grote rol. Een belangrijke kanttekening is dat weinig bekend is over de wisselwerking tussen deze factoren, aangezien dit sterk verschilt tussen gewassen en zelfs cultivars. Zo zijn bijvoorbeeld bloembollen zoutgevoelig, terwijl suikerbieten een stuk toleranter zijn. Wanneer meer bekend is over de wisselwerking tussen de verschillende factoren, kunnen maatregelen (bijvoorbeeld de maximaal toelaatbare zoutconcentratie in beregeningswater gegeven een bodem, groeistadium, weer en vocht- en zoutcondities) ook beter afgestemd worden op de behoeften van het gewas.

De huidige werkwijze tegen verzilting

Het huidige beleid van de Rijksoverheid, provincies en waterschappen is er in veel gebieden op gericht om voldoende zoet water te leveren om zoutschade van boven tegen te gaan [1].

Kwaliteitsrichtlijnen worden hierbij regelmatig afgestemd op het meest zoutgevoelige gewas dat in de omgeving wordt geteeld. Hiervoor is het noodzakelijk het oppervlaktewatersysteem door te spoelen om (te) zout water af te voeren, wat veel zoet water vereist. Het kan gebeuren dat er in tijden van droogte onvoldoende oppervlaktewater aanwezig is om door te spoelen, juist wanneer beregening het meest noodzakelijk is. Daarbij suggereren klimaatscenario's van het KNMI dat lange, droge en warme periodes vaker gaan voorkomen, waardoor de waterbeschikbaarheid verder afneemt, terwijl de watervraag in zulke periodes juist toeneemt. Ook zal de zeespiegelstijging leiden tot een toename van zoute kwel en zoutwaterintrusie via riviermondingen en de ondergrond. Daardoor zal de watervraag voor het spoelen van zout uit het oppervlaktewatersysteem alleen maar verder toenemen. Het is dan ook aannemelijk dat de huidige manier van omgaan met verzilting steeds meer onder druk zal komen te staan.

Her en der wordt dan ook al de vraag gesteld of het een taak van de overheid moet blijven om altijd en overal te voorzien in voldoende zoet water, of dat deze taak deels overgenomen zou moeten worden door eindgebruikers zelf. In de glastuinbouw is dit al de realiteit, aangezien tuinders worden aangemoedigd om zelfvoorzienend te zijn in hun zoetwaterbehoefte. Hierbij werkt men met opvangen van regenwater, maar wordt ook bijvoorbeeld omgekeerde osmose (RO) toegepast om brak (grond)water geschikt te maken voor gebruik. Ook in andere takken van de landbouw kan potentieel worden ingezet op het voorzien in hun eigen zoetwaterbehoefte.

Ontzilting, een oplossing?

Gezien de huidige situatie en de geschetste klimaatveranderingen is het van belang tijdig aan alternatieve oplossingen voor de zoutproblematiek te werken. Er zijn verschillende initiatieven om zuiniger om te gaan met zoet water, een betere verdeling van water te krijgen en meer berging van zoet water in de bodem te creëren (bijvoorbeeld WaterNexus, GO-FRESH). Daarnaast is het ook een optie om technologische ontziltingsinnovaties door te ontwikkelen, om zo alsnog gebruik te kunnen maken van brak water op locaties waar zoet water niet voldoende voor handen is.

Deze innovaties moeten ten minste voldoen aan een aantal eisen. De systemen moeten robuust zijn en relatief goedkoop water kunnen produceren door lage aanschaf- en onderhoudskosten en een laag energieverbruik. Daarnaast zijn (schadelijke) chemicaliën niet gewenst en moet de '*water recovery*', het percentage brak water dat zoet gemaakt kan worden ten opzichte van de totale hoeveelheid water die nodig is, hoog zijn. *Water recovery* is nooit gelijk aan 100%, omdat het verwijderde zout afgevoerd moet worden. Dit is ook meteen het grootste nadeel van ontzilting: er ontstaat een reststroom met een hoog zoutgehalte die moet worden hergebruikt of afgevoerd in de bodem of het oppervlaktewater. Uitgaande van het huidige beheer van zout in het oppervlaktewater (doorspoelen), is lozing op het oppervlaktewater ongewenst en ook niet toegestaan zonder vergunning. Naar de effecten van lozen in de bodem wordt momenteel gekeken, maar gezien het Europese *stand-still*- of *move-forward*-beleid omtrent de kwaliteit van grondwater is lozing hier niet gewenst.

Ontzilting met CapDI

Een samenwerkingsverband van Aequator Groen & Ruimte, Alterra (Wageningen UR) en Voltea werkt aan een technologische innovatie om brak (ongeschikt) water zoeter (geschikt) te maken voor beregening. Hierbij wordt de door Voltea ontwikkelde '*Membrane Capacitive De-Ionization*' (CapDI)-

technologie gebruikt, waarmee zout uit water wordt onttrokken met behulp van een potentiaalverschil over elektrodes [2]. In tegenstelling tot de in de tuinbouw al toegepaste techniek van omgekeerde osmose kan een bepaald (door de eindgebruiker specifiek voor zijn situatie gekozen) percentage zout verwijderd worden zonder het water meteen van alle ionen te ontdoen. Dit is voor beregening in de vollegronds landbouw ook niet nodig, omdat daarmee waardevolle nutriënten uit het water worden onttrokken. Voordelen van een lager zoutverwijderingspercentage zijn dat het energieverbruik lager en is de *water recovery* hoger. Het is de verwachting dat, in combinatie met meer onderzoek naar zouttolerantie van gewassen, zo het 'optimale' beregeningswater gecreëerd kan worden. In combinatie met druppelirrigatie kan ook het waterverbruik worden gereduceerd en kan een grotere opbrengstzekerheid worden behaald.



Afbeelding 1. Toepassing van CapDI-systeem in de vollegronds landbouw. Het systeem, hier met vier ontziltingsmodules, is geplaatst in een achtvoets container. Links een buffertank waar gezuiverd water tijdelijk in wordt opgeslagen.

Uit (praktijk)tests is gebleken dat de CapDI-technologie in een gecontroleerde omgeving zoutgehaltes met 50 tot 95% kan verminderen met een energieverbruik van rond de 0,5 kWh/m³. Afhankelijk van de waterkwaliteit kan tot 90% van het water teruggewonnen worden als zoet water. Huidige applicaties van de CapDI-technologie (met name in koeltorens, wasserettes en sinds kort glastuinbouw) werken met water met een geleidingsvermogen (EC) tot ongeveer 6 milliSiemens per cm (S/cm); voor hogere zoutgehaltes is deze technologie minder geschikt. Het systeem zou nauwelijks onderhoud en schoonmaak vereisen, waardoor het gebruik van chemicaliën minimaal is.

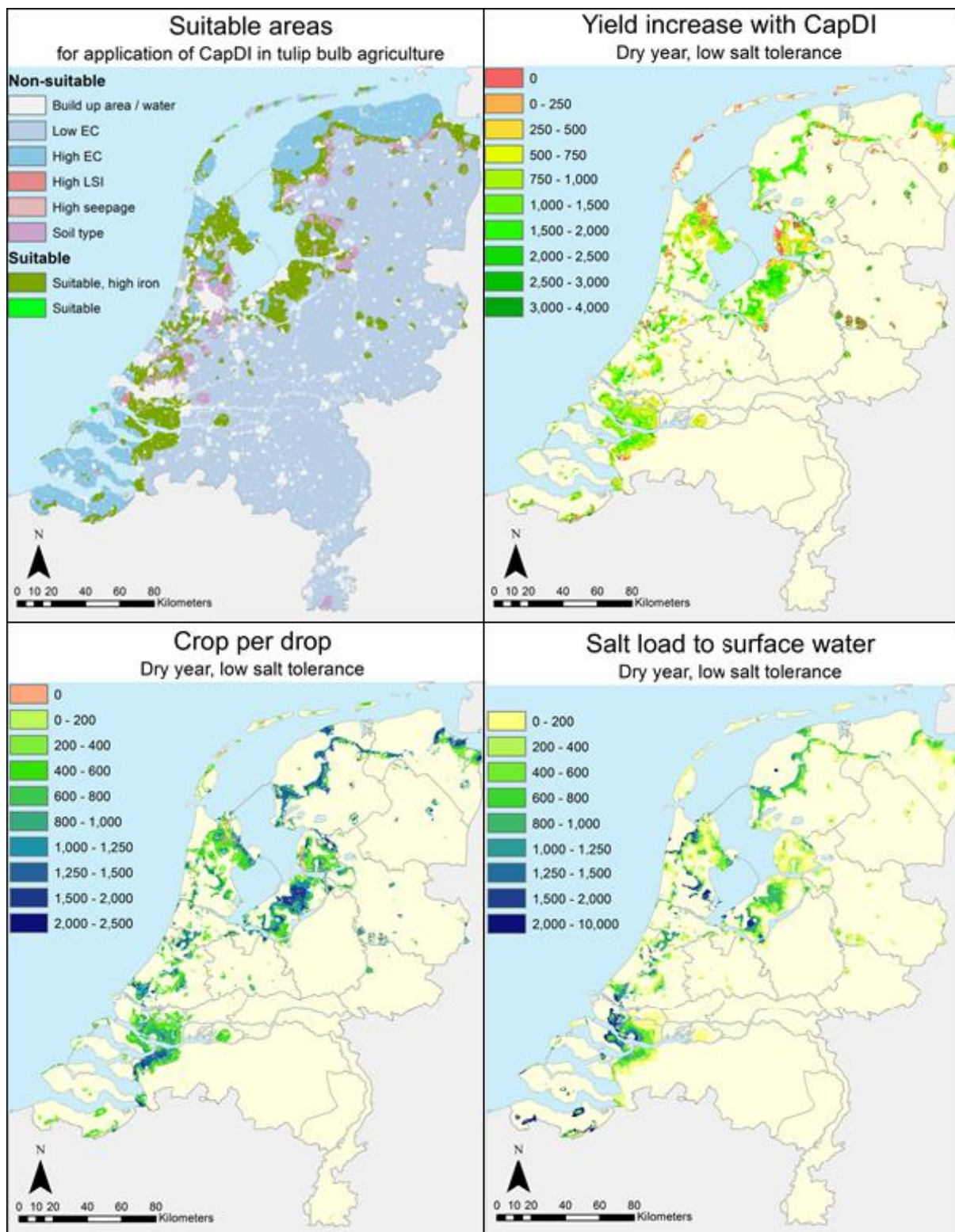
Toepassing van CapDI: theorie

In een verkennende modelstudie is gezocht naar geschikte locaties voor toepassing van de CapDI-technologie in vollegronds landbouw, met de tulp als onderzoeksgewas. Door de relatief lage zouttolerantie van tulpen kan ontzilting van beregeningswater met CapDI bijdragen aan het voorkómen van zoutschade en daarmee samenhangend aan een toename in zowel het gewicht als de kwaliteit (en dus tot meer geldelijke opbrengst) van de bloembol.

In deze studie is door middel van een voor tulpen aangepaste versie van het SWAP-Wofostmodel [3,4] berekend wat de meeropbrengst (in gewicht) voor tulpen zou zijn wanneer geïrrigeerd zou worden met gedeeltelijk (50% reductie) ontzilt grondwater, onttrokken van een diepte tussen de 20 en 50 meter. Deze berekening is gedaan voor verschillende bodems, hydrologische situaties (kwel) en

jaren (normaal en droog voorjaar). Aan de hand van kaarten van bodemtypen, kwel en zoutgehalte van het kwelwater en met behulp van de grondwaterkwaliteit op een diepte tussen 20 en 50 meter, is een ruimtelijk beeld geschetst van de potentiële meeropbrengst. Voor de grondwaterkwaliteit (en dus irrigatiewaterkwaliteit) waren de belangrijkste parameters het geleidingsvermogen (maat voor zoutgehalte), de LSI (een index die omschrijft hoe snel filters verstopt raken door kalkvorming; hoe hoger deze index, hoe lager de *water recovery*) en ijzergehaltes (risico op verstopping filters).

De resultaten van deze verkennende studie zijn weergegeven in vier kaarten (afbeelding 2). Op basis van grondwaterkwaliteit en bodemtype is 12% van het areaal van Nederland theoretisch gezien geschikt voor toepassing van de CapDI-technologie (kaart 1) bij irrigatie van tulpen met grondwater onttrokken tussen 20 en 50 meter onder maaiveld. Regio's dicht bij de kust, zoals Zeeland en Noord-Nederland, zijn niet geschikt door de te hoge zoutconcentraties in het grondwater. Voor deze gebieden zou een ontziltingstechniek als omgekeerde osmose beter geschikt zijn. De potentiële meeropbrengst (in kg/ha voor een droog voorjaar) is weergegeven in kaart 2. Daarbij valt op dat in gebieden met klei (bijvoorbeeld in de Flevopolder) de hoogste potentiële meeropbrengst valt te realiseren, aangezien beregening hier vaker noodzakelijk is. Het effect van ontzilting wordt daarmee dus ook groter. Kijkend naar de meeropbrengst als functie van de hoeveelheid water die het ontziltingssysteem moet verwerken (dus inclusief afvalwaterproductie; kaart 3), zien we eenzelfde beeld. De hoogste effectiviteit van gebruikt water komt vaak overeen met locaties waar de grootste meeropbrengst gehaald kan worden. Gebieden waar wel een grote meeropbrengst, maar een lage effectiviteit wordt behaald komen ook voor. Hier ontzilt het CapDI-systeem relatief inefficiënt als gevolg van de waterkwaliteit daar (een hoge LSI). De laatste kaart laat de jaarlijkse zoutvracht in het afvalwater zien. Deze is het hoogst waar de opbrengstvermeerdering groot is, maar de meeropbrengst per druppel water klein als gevolg van de relatief grote watervraag op deze locaties.



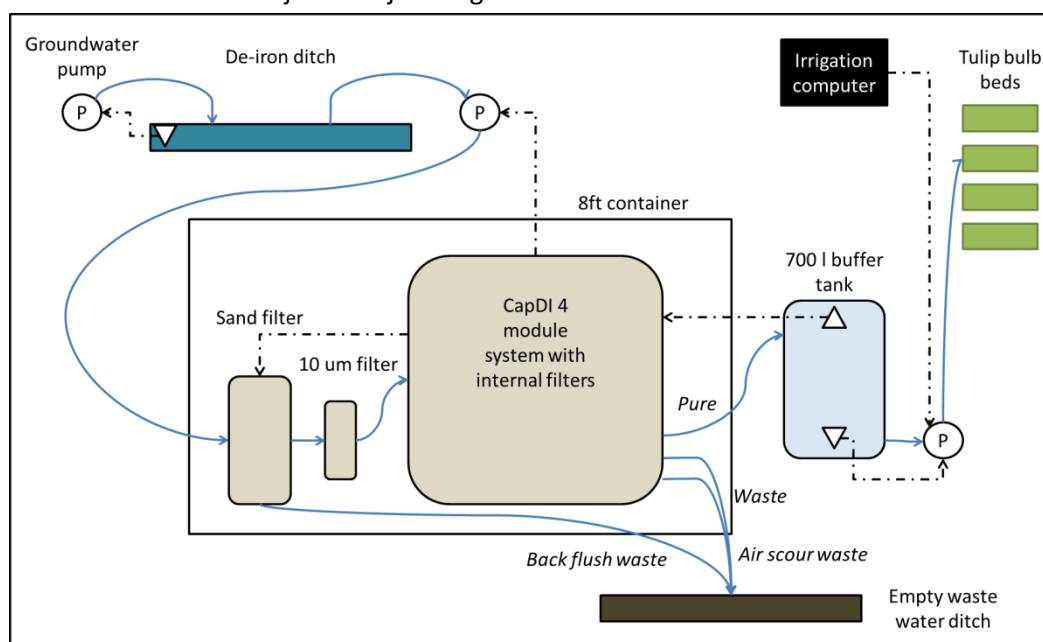
Afbeelding 2.

Kaart 1: geschikte gebieden voor implementatie van CapDI, uitgaande van bloembollenteelt en gebruik van grondwater van een diepte tussen 20 en 50 meter als irrigatiewater. Kaart 2: opbrengstvermeerdering van tulp (kg/ha) voor een droog voorjaar, op een berekende potentiële opbrengst van 16 ton/ha. Kaart 3: de meeropbrengst als functie van de hoeveelheid aangevoerd water (in g/m³). Kaart 4: de zoutvracht die ontstaat als gevolg van ontzilting met CapDI (kg Cl/ha).

Toepassing van CapDI: praktijk

Hoewel uit de modelstudie blijkt dat er locaties zijn waar het systeem kan worden toegepast en daadwerkelijk een meeropbrengst behaald kan worden, dient de werking van de technologie op veldschaal in de praktijk getoetst te worden. Dit is gedaan op een tulpenbollenveld in de Flevopolder op een locatie die volgens de modelstudie geschikt was voor ontzilting met CapDI. Op deze locatie werd geïrrigeerd met grondwater met een EC van 2,4 mS/cm en een hoge ijzerconcentratie. Wanneer wordt verondersteld dat deze EC gelijk is aan de EC in de wortelzone zal dit negatieve gevolgen hebben voor de tulpengroei.

Op deze locatie was reeds een proef in uitvoering (door VGB Watertechniek BV en Jean Heybroek BV) waarbij een nieuw type druppelirrigatie werd getest. Door het vochtgehalte in de bodem te monitoren werd naar behoefte water toegediend (2 mm per keer) aan de bloembedden. Het CapDI-systeem is bij deze pilot aangesloten door VGB Watertechniek BV, met als specifieke doelen te bekijken of het systeem inderdaad toegepast kan worden in de geïrrigeerde landbouw, welke onderdelen problemen konden opleveren en of de technologie inderdaad water- en energie-efficiënt kan werken. Een schematische opzet van de proef is weergegeven in afbeelding 3. Hierbij werd al rekening gehouden met de hoge ijzerconcentraties in het grondwater, door water in een bassin te laten waarin ijzer de tijd kreeg om neer te slaan.



Afbeelding 3. Opzet van de proef in de Flevopolder. Blauwe lijnen geven de waterstroming weer, zwart gestippelde lijnen elektronische signalen. De driehoeken in reservoirs representeren waterniveausensors, de omcirkelde P's zijn pompen. De eerste stap, de ontijzeringsloot, was noodzakelijk om ijzer te laten neerslaan.

Het geteste CapDI-systeem (met vier ontziltingsmodules) was in staat genoeg water te leveren voor één hectare. De *setup* is uit te breiden zodat meer water geleverd kan worden door meer ontziltingsmodules toe te voegen. In eerste instantie werkte het systeem naar behoren. In de proef werd een verwijderingspercentage van zout van 45% behaald, met een *water recovery* van 72% en een energieverbruik van 2,4 kWh/m³. Het energieverbruik ligt daarmee hoger dan aanvankelijk ingeschat. De afschrijvingskosten van het systeem wegen zwaar op de prijs per m³ omdat irrigatie bij tulpen slechts voor enkele maanden noodzakelijk is. De totale kosten liggen daardoor rond de €5 per m³, wat hoog is in vergelijking met leidingwater (rond de 0,75 €/m³). Deze prijs kan sterk naar

beneden gebracht worden wanneer voor langere tijd water wordt geproduceerd, zoals het geval is bij druppelirrigatie in de fruitteelt, of wanneer het systeem wordt opgeschaald. Gedurende de proef bleek wel dat de filters van het systeem te snel verstopt raakten door de hoge ijzerconcentraties in het grondwater. Hier zal dus een meer robuuste oplossing voor gezocht moeten worden.

Potentie van CapDI

Op dit moment voldoet CapDI nog niet aan de vereisten voor een marktconform ontziltingssysteem, met name door het gebrek aan robuustheid en de hoge kosten. Gezien deze kosten is het naar verwachting alleen mogelijk deze technologie toe te passen in hoog renderende en zoutgevoelige teelten als bollen, groenten en fruit waar beregening vaak noodzakelijk is. Tegenover de hoge kosten staat wel dat de eindgebruiker altijd zeker is van een goede kwaliteit beregeningswater, zelfs wanneer beregening onder normale omstandigheden niet mogelijk zou zijn.

Daarnaast verdient het regionale effect van gebruik van CapDI meer aandacht. De opschalingsuitdaging van ontzilting is onderhevig aan non-lineariteiten en drempelwaarden, omdat met ontzilting het watersysteem wordt beïnvloed door lozing van zout afvalwater. Wanneer slechts een enkele ontziltingsinstallatie aanwezig is, is het effect van lozingen op het oppervlaktewater gering. Echter, indien meer installaties in gebruik zijn wordt het effect zo groot dat het nadelige gevolgen kan hebben voor de kwaliteit van het oppervlaktewater. In eerste instantie vermindert dit de regionale potentie van ontziltingstechnieken. Echter, indien een waterbeheersgebied zo ingesteld wordt dat ontziltingsinstallaties in de zoetwatervoorziening van de meest zoutgevoelige teelten voorzien kan het gemiddelde zoutgehalte in het oppervlaktewater hoger zijn. Ook kan worden gedacht aan het scheiden van zoet en zout met behulp van afvoersloten, waarmee de doorspoelingsbehoefte op gebiedsniveau wordt verminderd. Dit kan de kosten voor het waterschap drukken en mogelijkheden bieden om efficiënter om te gaan met de watervoorraad.

Ten slotte is er ook de mogelijkheid deze technologie toe te passen in landen waar minder water beschikbaar is dan in Nederland en waar dus minder alternatieven zijn voor beregening met brak (grond)water. Te denken valt aan Spanje, waar momenteel al omgekeerde osmose wordt toegepast in de vollegronds landbouw. De betere *water recovery* van het CapDI-systeem ten opzichte van omgekeerde osmose is in landen met een groot watertekort een waardevolle eigenschap. Dit kan een doorslaggevende factor zijn om te kiezen voor dit type ontziltingssysteem.

Referenties

1. Stuyt, L. C. P. M., Bakel, P. J. T. van & Massop, H. T. L. (2011). Basic survey zout en joint fact finding effecten van zout: naar een gedeeld beeld van het zoetwaterbeheer in laag Nederland. Alterra-rapport 2200, Wageningen.
2. Biesheuvel, P. M. & Wal, A. van der (2010). Membrane capacitive deionization. *Journal of Membrane Science*, 346(2), 256-262.
3. Ruijter, F. J. de, Rossing, W. A. H. & Schans, J. (1993). Simulatie van opbrengstvorming bij tulp met WOFOST. Simulation Reports CABO-DLO no. 33. Wageningen. 31 pp.
4. Dam, J. C. van, Groenendijk, P., Hendriks, R. F. & Kroes, J. G. (2008). Advances of modeling water flow in variably saturated soils with SWAP. *Vadose Zone Journal*, 7(2), 640-653.