

## **Anti-verziltingsdrainage: een waardevolle zoetwatermaatregel op perceelsniveau**

*Sieger Burger, Arjen Oord, Anne van der Heijden, Jouke Velstra (Acacia Water)*

**In Nederlandse kustgebieden is landbouw mogelijk dankzij dunne zoete regenwaterlenzen in de ondergrond die ‘drijven’ op brak grondwater. Door zeespiegelstijging, maaiveldvaling en toenemende periodes van droogte krimpen deze zoetwaterlenzen. Dit leidt tot een toenemend risico op verzilting met negatieve gevolgen voor zowel de agrariër als het waterschap. Anti-verziltingsdrainage gaat deze verzilting tegen door de zoetwatervoorraad in het perceel te vergroten en zoute kwel te onderdrukken. In het project Spaarwater is deze techniek getest en is de werking ervan aangetoond. Grootschalige toepassing van anti-verziltingsdrainage kan een grote bijdrage leveren aan het klimaat robuust maken van de kustregio.**

In het grootste deel van de Nederlandse kustregio is het grondwater in de ondiepe ondergrond brak of zout. Landbouw is in deze gebieden alleen mogelijk dankzij zogeheten zoetwaterlenzen, dunne zoete regenwaterlenzen in de ondergrond die ‘drijven’ op dit brakke of zoute grondwater [1], [2]. In de zomer wordt het water van de zoetwaterlenzen gebruikt door de evapotranspiratie van de planten en in de winter vindt er aanvulling van de zoetwatervoorraad plaats en herstellen de zoetwaterlenzen zich.

Het behoud van deze zoetwaterlenzen staat onder druk. Zeespiegelstijging en bodemdaling leiden tot een toenemende kweldruk, waardoor meer zout water uit de diepe ondergrond wordt aangevoerd. Verder leiden vaker voorkomende periodes van droogte, waarvan de droge zomer van 2018 een goed voorbeeld is, tot het krimpen van de zoetwaterlens [3]. Daarnaast is er in de landbouw behoefte aan goed gedraineerde percelen voor snelle afvoer van water ter voorkoming van natschade. Bij het draineren wordt zoetwater uit het perceel afgevoerd, terwijl dit water in het groeiseizoen nodig is voor de groei van de gewassen.

Deze factoren leiden samen tot een toenemend risico op verzilting in landbouwpercelen, met allereerst negatieve gevolgen voor de agrariër: zoutschade aan de gewassen en verslechtering van de bodemstructuur en dus lagere opbrengsten. Ook het waterschap ervaart negatieve gevolgen. Bij toenemende verzilting in percelen komt er meer zout in het oppervlaktewater en is meer water nodig om de sloten door te spoelen om deze zoet te houden. Door de verzilting en de vaker optredende droge periodes is er ook meer zoet water nodig voor irrigatie, dat via het oppervlaktewatersysteem moet worden aangevoerd.

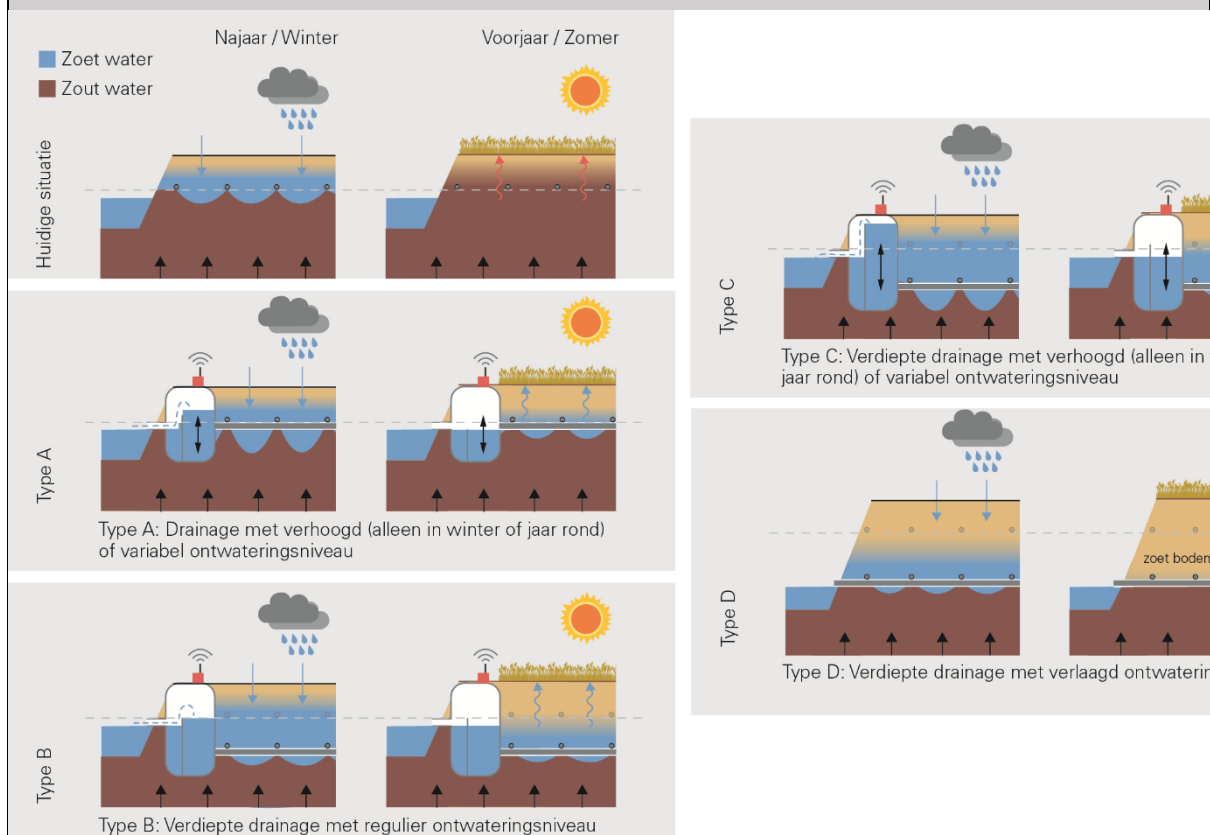
Anti-verziltingsdrainage is een nieuwe techniek die verzilting in het perceel tegengaat door de zoete regenwaterlenzen te vergroten en de zoutbelasting naar het oppervlaktewater te verminderen. Tussen 2013 en 2018 is deze techniek in het project Spaarwater [4,] [5] getest en is de werking hiervan aangetoond. Dit onderzoek is uitgevoerd door een samenwerking van 16 verschillende bedrijven, universiteiten en overheidsinstellingen, waaronder Acacia Water, Broere berekening, Delphy en de Vrije Universiteit en is mogelijk gemaakt door 13 verschillende financiers.

## Anti-verziltingsdrainage in het kort:

*Traditionele drainage* bestaat uit een buis in de bodem die water afvoert zodra het grondwater boven de buis uitkomt, om een te natte bodem te voorkomen. *Anti-verziltingsdrainage* is een aangepaste vorm van regelbare drainage en biedt extra mogelijkheden om drainage flexibeler toe te passen:

- **Diepte van de buis:** wat wordt de diepteligging van de drainagebuis (bij nieuwe aanleg)?;
- **Hoogte van het uitstroomniveau:** wat wordt het uitstroomniveau (dus drainageniveau) van het drainagesysteem (te variëren door de tijd)?;
- **Variatie in het uitstroomniveau:** in welke mate wordt er gebruik gemaakt van een seizoensafhankelijke variatie in het uitstroomniveau gedurende het jaar?;

Deze flexibiliteit is samengebracht in vier opties (A,B,C en D) voor anti-verziltingsdrainage (zie afbeelding 1), met elk een eigen toepassingsbereik. Op basis van de kenmerken (ontwateringsdiepte, doorlatendheid, gelaagdheid etc.) van het perceel kan zo het juiste type anti-verziltingsdrainage worden gekozen en de zoetwatervoorraad in het perceel worden vergroot.

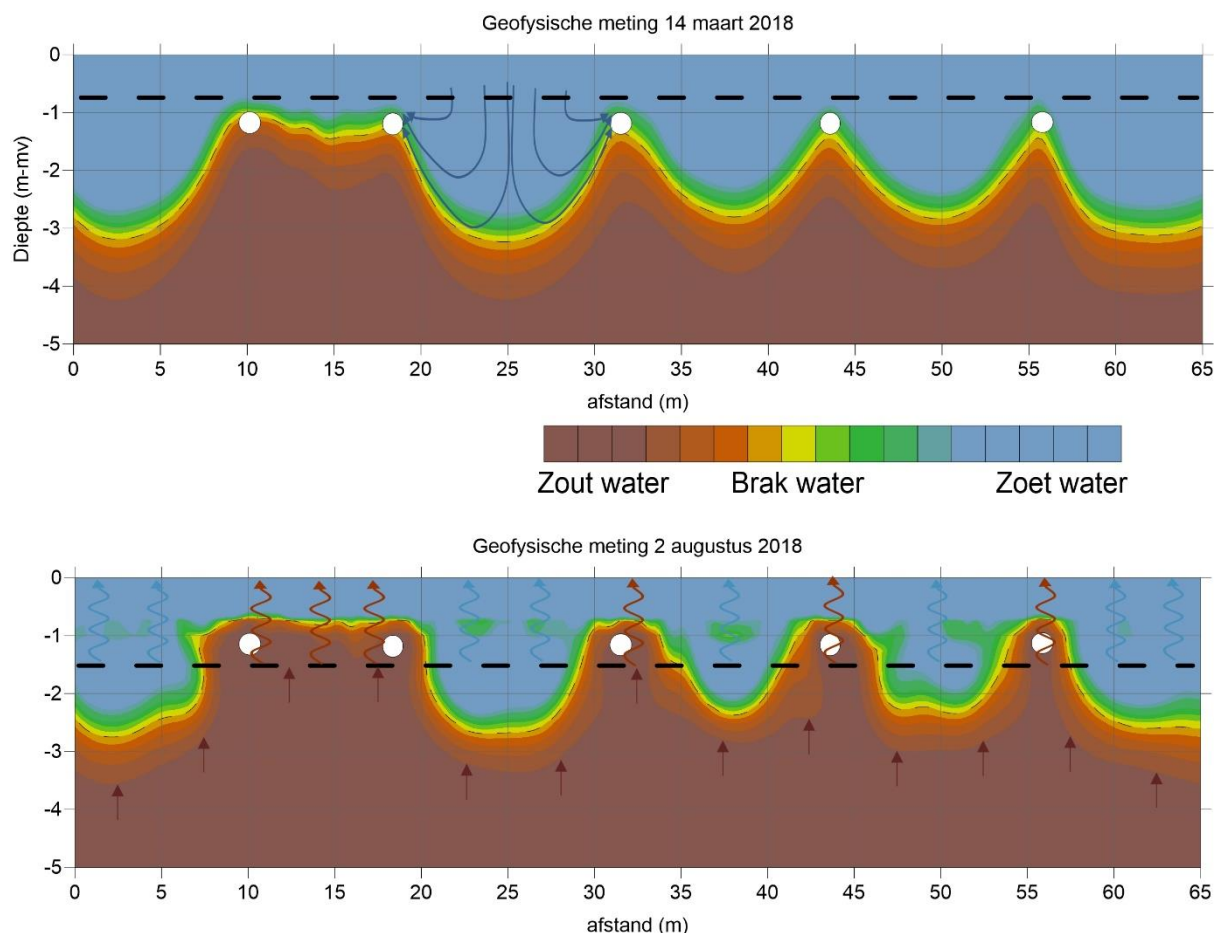


Afbeelding 1. Schematisch overzicht van verschillende typen anti-verziltingsdrainage voor het vergroten van de zoetwatervoorraad in de bodem

### Huidige situatie: hoe werkt drainage en wat zijn de risico's?

Traditionele drainagesystemen in percelen bestaan uit een statisch buizenstelsel in de bodem. Het doel van deze traditionele drainage is om water af te voeren, zodra het grondwater boven de drains uit stijgt. Hierbij maakt het niet uit wat de situatie is, een bui in een droge zomer waarin waterbesparing gewenst is, of een bui in een natte zomer die moet worden afgevoerd: zodra het grondwater stijgt tot boven het drainageniveau wordt dit water afgevoerd.

Het door de drains afgevoerde water bestaat uit door de bodem stromend zoet regenwater, vermengd met brak of zout kwelwater uit de diepere ondergrond. Het zoete water dat door de bodem stroomt vormt zoete regenwaterlenzen tussen de drains. Geofysische metingen (ERT) zijn uitgevoerd om de aanwezigheid van water met verschillend zoutgehalte in de ondiepe ondergrond inzichtelijk te maken. De metingen tonen aan dat zowel geïnfilteerd zoet regenwater als zout kwelwater naar de drains toestroomt. Direct onder de drainbuis is zout kwelwater aanwezig, tussen de drains zijn duidelijke zoete regenwaterlenzen zichtbaar (zie afbeelding 2).



*Afbeelding 2. Geofysische meting dwars op vijf drains, waaruit duidelijk blijkt hoe de verdeling van zoet en zout water in de bodem beïnvloed wordt door de ligging van de drains. Boven is gemeten in het voorjaar, onder tijdens de droge zomer van 2018. Te zien is dat het zoet-zout-grensvlak in zijn geheel ca 30 cm omhooggekomen is en vooral rondom de drains zeer ondiep komt te liggen*

De diepte van de tussenliggende zoetwaterlens, oftewel de zoetwatervoorraad in het perceel, hangt hierbij af van; (i) de snelheid van de afvoer van het zoete grondwater naar de (traditionele) drainage

(afhankelijk van de doorlatendheid van de bodem), (ii) de drainafstand en (iii) de kweldruk vanuit de ondergrond. Een kortere drainafstand, een grotere kweldruk en een grotere doorlatendheid van de bodem resulteren allemaal in een kleinere zoetwatervoorraad in een perceel. In de huidige landbouwpraktijk wordt nieuwe (traditionele) drainage meestal tussen de oude drainagebuizen gelegd (als deze aan vervanging toe zijn). Omdat de oude drains vaak nog (beperkt) blijven afvoeren, wordt feitelijk de drainageafstand gehalveerd. Het water wordt daardoor sneller afgevoerd, stroomt minder diep door het perceel en kan de kwel niet wegdrücken. Tussendraineren resulteert daardoor in een sterke afname van de zoetwatervoorraad en daarmee lensdikte in het perceel. Een afname van de lensdikte leidt vervolgens tot een toename van het verzilting in het perceel en toename van de zoutbelasting naar de sloot.

### **Anti-verziltingsdrainage: wat is het en hoe kan het de risico's beperken?**

Anti-verziltingsdrainage maakt het mogelijk om drainage flexibeler in te zetten. Hierbij worden de diepteligging van de drainagebuis en het uitstroomniveau van elkaar losgekoppeld. Wanneer toegepast met samengestelde drainage zijn de drainagebuizen met een verzamelleiding aangesloten op een regelput, waar met schotten of een 'knetje' (een koppelstuk in een hoek van 90 graden) het uitstroomniveau kan worden ingesteld. Dit maakt het mogelijk om meer zoetwater vast te houden in het perceel en zoute kwel weg te drukken, zonder dat de ontwatering in natte perioden verslechtert. Opgemerkt wordt dat hierbij geen slootwater wordt ingelaten. Ook kan per drainagebuis nog een doorspuitvoorziening worden gemaakt voor regulier onderhoud. Toepassing van anti-verziltingsdrainage volgt het devies 'vasthouden als het kan, afvoeren als het moet'. Het uitstroomniveau van de drainage in het perceel kan, eventueel automatisch, per seizoen worden bepaald (bijvoorbeeld goede ontwatering in het voorjaar, als het land goed berijdbaar moet zijn) of door de gebruiker van het perceel zelf direct worden ingesteld, al naar gelang de behoefte.

### **Typen anti-verziltingsdrainage**

Uitgaande van het variëren met de diepte van de drainagebuis en met de hoogte van het uitstroomniveau van de drainage zijn er vier typen anti-verziltingsdrainage te onderscheiden, zoals gegeven in tabel 1.

Tabel 1. Overzicht van de verschillende mogelijkheden voor aanpassingen aan het drainagesysteem ten behoeve het vergroten van de zoetwatervoorraad

Type	Diepte ligging	Uitstroomniveau t.ov. traditionele drainage	Effect
A	Normaal	Verhoogd	Zoetwater wordt vastgehouden, vermindering toevoer van zoute kwel naar drainage
B	Verdiept	Normaal	Zone tussen oude en nieuwe drain verzoet, kwel wordt dieper afgevangen
C	Verdiept	Verhoogd	Zone tussen oude en nieuwe drain verzoet, kwel wordt dieper afgevangen en weggedrukt
D	Verdiept	Verdiept	Zout wordt dieper afgevangen, ontwatering neemt toe, meer zoet bodemvocht (in klei)

Door verschillen in bodemopbouw en zouttoevoer vanuit de ondergrond is het van belang om het juiste type op de juiste plek toe te passen. Voor type A geldt dat volstaan kan worden met relatief goedkope en simpele aanpassingen aan de bestaande drainage (bij voldoende rest-levensduur). Als de drainage aan vervanging toe is, kunnen ook typen B, C en D worden overwogen. Type B wordt vooral daar toegepast waar geen verhoging van het drainageniveau mogelijk is vanwege een kleine drooglegging. Het verdiept aanleggen van drainage met een verhoogd uitstroomniveau (type C) is alleen doelmatig in bodems met een redelijke tot goede doorlatendheid (meer zavelige of zandige ondergrond). Type D wordt toegepast in gebieden met een grote drooglegging. En nadeel van type D is dat het resulteert in een afname van de neerslaglens en toename van de zoutbelasting.

Als de bodem sterk gelaagd is (bijvoorbeeld bij ongerijpte klei) of er een zeer grote toevoer van zoutwater uit de ondergrond (hoge kweldruk) is, zal de anti-verziltingsdrainage voor die omstandigheden geoptimaliseerd moeten worden. Om anti-verziltingsdrainage optimaal toe te passen is goed inzicht in het perceel en dus maatwerk belangrijk.

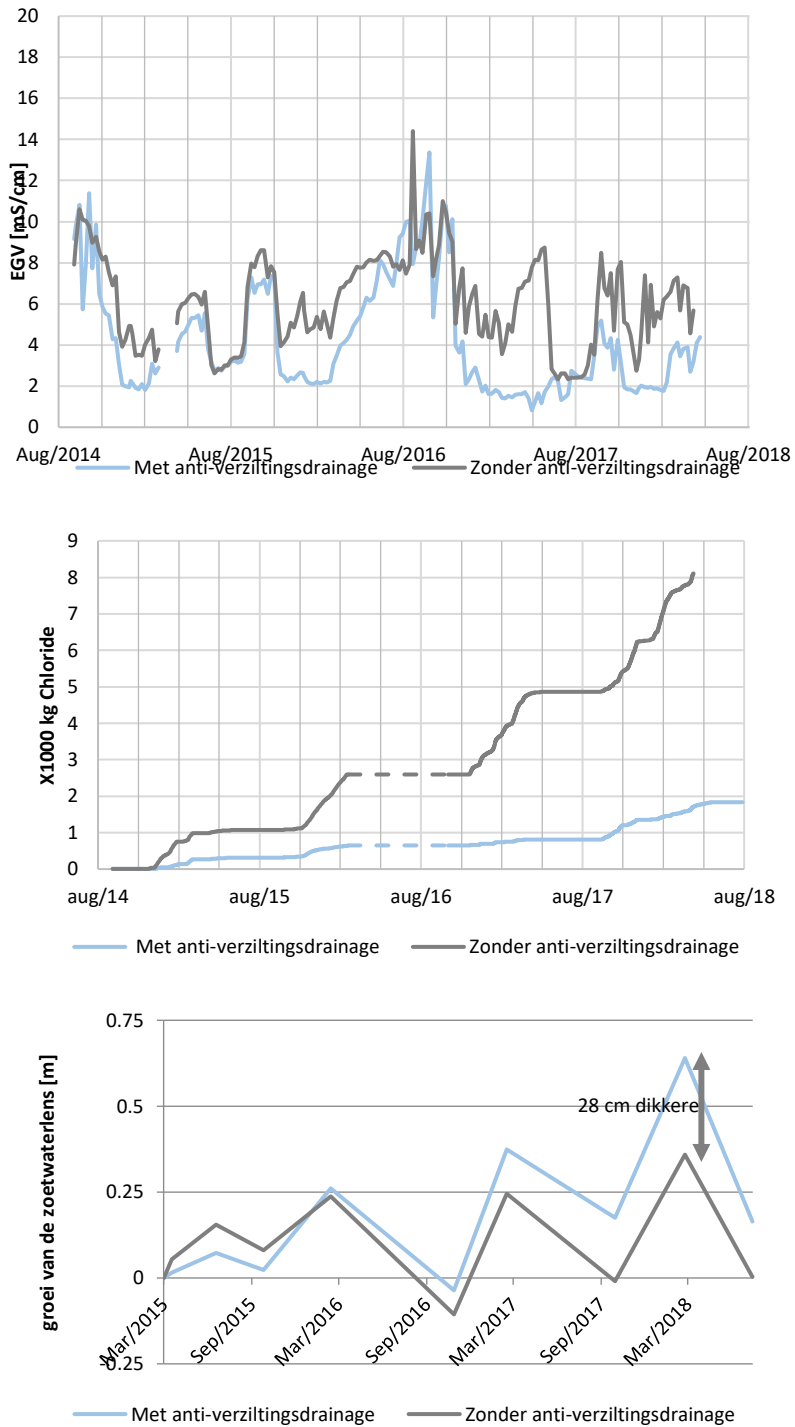
### Spaarwater: resultaten uit pilotstudie

In de Waddenregio zijn in het onderzoeksproject Spaarwater [5] verschillende maatregelen getest om meer zoetwater beschikbaar te maken en dit water efficiënter te gebruiken. In twee pilots binnen dit project is onderzoek gedaan naar de anti-verziltingsdrainagetypen A en C. Type A is getest in een pilotstudie in Herbaijum (Friesland) en type C in Hornhuizen (Groningen). Het perceel in Herbaijum heeft een kleibodem, het perceel in Hornhuizen een zandiger ondergrond. Op beide locaties is een proefveld aangelegd met het aangepaste drainagesysteem en een naastgelegen referentieveld, dat op een reguliere manier gedraineerd werd.

Afbeelding 3 laat resultaten zien van de pilot in Herbaijum, waar anti-verziltingsdrainage type A is getest. De eerste afbeelding toont het Elektrisch Geleidings Vermogen (EGV) – een maat voor het zoutgehalte van het drainagewater. Te zien is dat het EGV van het drainagewater van het veld met anti-verziltingsdrainage lager is dan het referentieperceel en gedurende de proef steeds lager wordt. De tweede afbeelding toont de cumulatieve zoutbelasting naar de sloot. Door zowel minder water (door het ingestelde hogere afvoerniveau) als zoeter water (lagere EGV van het drainagewater) af te

voeren, is de zoutbelasting naar het oppervlaktewater in het proefperceel tot wel 80 procent lager dan in het referentieperceel.

De eerdergenoemde geofysische metingen dwars op de drains zijn op gezette tijden herhaald, waardoor de fluctuatie in de diepte van het zoet-zout-grensvlak kan worden bepaald. Deze fluctuatie wordt veroorzaakt door de afwisseling van perioden met neerslag en droogte. De resultaten hiervan zijn weergegeven in de derde afbeelding. Het langer vasthouden van zoetwater in het perceel en het hoger ingestelde afvoerniveau heeft over de duur van de proef geresulteerd in een groei van de zoetwaterlens van bijna 30 cm. De figuur laat zien dat over de jaren in het proefperceel de extra groei ten opzichte van het referentieperceel heel langzaam gaat (ca 5 tot 10 cm per jaar). Dit is dus een forse extra groei van de zoetwaterlens.



Afbeelding 3. Het gemiddelde (over 7 dagen) van de EGV-waarden van het drainagewater (boven), de totale cumulatieve zoutbelasting naar de sloot (midden) en de groei van de zoetwaterlens (onder) per perceeldeel in Herbaijum

Buiten de ontwikkeling van zoet en zout in het perceel is ook de ontwateringssituatie van het perceel gevolgd. Uit de metingen blijkt de gemiddelde grondwaterstanden tussen een perceel met en zonder anti-verziltingsdrainage nagenoeg vergelijkbaar zijn. Dit betekent dat het oorspronkelijke doel van drainage, voldoende ontwatering, gehandhaafd blijft.

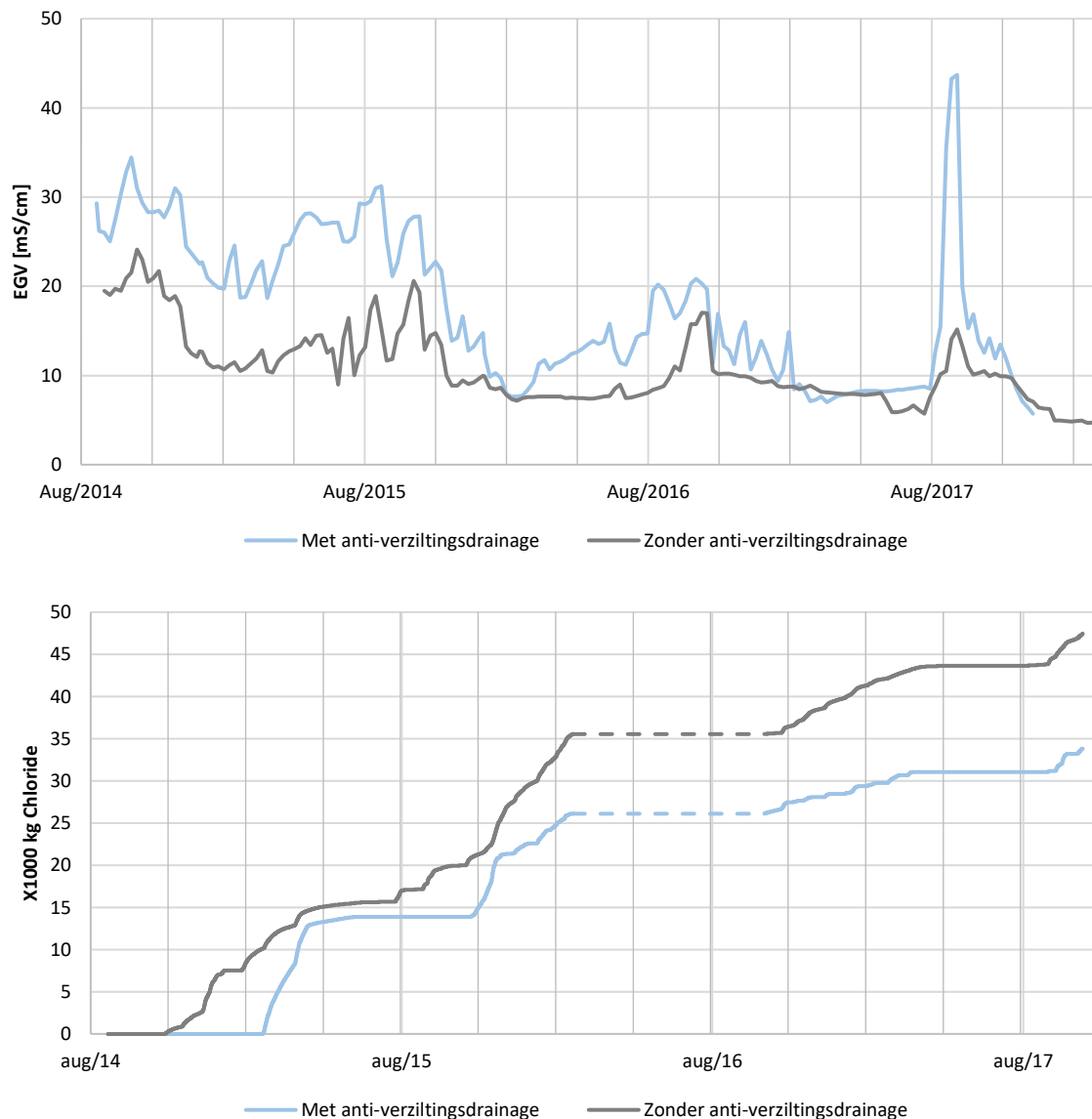
Afbeelding 4 laat de resultaten van de proef in Hornhuizen zien, waar type C is getest. Omdat de drainage verdiept is aangelegd, moet eerst de zone tussen het oude niveau van de drainage en het nieuwe niveau van de drainage worden verzoet. Dit leidt ertoe dat er, zolang deze zone nog niet is verzoet, water wordt afgevoerd met een verhoogde EGV-waarde. Dit is duidelijk terug te zien in de eerste afbeelding, waar de EGV gedurende de eerste jaren in het proefperceel hoger lag ten opzichte van het referentieperceel. Vanaf het najaar van 2016 waren de EGV-waarden van het afgevoerde water in het proefperceel en in het referentieperceel ongeveer gelijk. Doordat echter het ingestelde uitstroomniveau hoger lag in het proefperceel ten opzichte van het referentieperceel, werd er veel minder water afgevoerd. Dit resulteerde in een lagere totale zoutbelasting naar het oppervlaktewater (tweede figuur).

Buiten het groeiseizoen is in het proefperceel een verhoogd uitstroomniveau aangehouden, waardoor er tijdens de eerste maanden van de proef alleen afvoer plaatsvindt in het referentieperceel. Zodra het grondwaterniveau in het proefperceel boven het uitstroomniveau komt, wordt eerst het zoutere grondwater rond de dieper gelegen drains afgevoerd. Dit zorgt voor een hogere EGV-waarde tijdens de eerste afvoer en daarmee een grotere zoutlast. Zodra de zone tussen het oude en nieuwe verdiepte drainageniveau is verzoet neemt de EGV-waarde van het drainagewater af, net als de zoutlast.

Het dieper leggen van de drainage en het ingestelde verhoogde afvoerniveau heeft over de duur van de proef geresulteerd in een groei van de zoetwaterlens van 40 centimeter. Deze extra hoeveelheid zoet water zorgt juist in droge zomers dat het zoute water de planten niet bereikt.

Uit de metingen van de grondwaterstand blijkt dat het gehanteerde (verhoogde) ontwateringsniveau weinig verandert aan de hoogst optredende grondwaterstanden (bij regenbuien). De uit de metingen afgeleide waarde voor de gemiddelde hoogste grondwaterstand (GHG) is dan ook slechts 3 centimeter hoger dan het gemiddelde. De gemiddelde laagste grondwaterstand (GLG) daarentegen was 18 centimeter hoger, wat erop duidt dat er zoet water wordt gebufferd. Zelfs bij het (extreem) verhogen van het ontwateringsniveau (40cm boven oude niveau) zijn geen merkbare verschillen in de begaanbaarheid van het land geconstateerd tussen het perceel met en het perceel zonder anti-verziltingsdrainage.





Afbeelding 4. Het gemiddelde (over 7 dagen) van de EGV-waarden van het drainagewater (boven) en de totale cumulatieve zoutbelasting naar de sloot (onder) per perceeldeel. Gedurende de periode van januari tot oktober 2016 zijn er geen data beschikbaar

De resultaten van deze pilots laten zien dat de zoetwatervoorraad in het perceel groeit (zoetwaterlenzen groeien) de zoutbelasting naar de sloot afneemt (een verlaagde kweldruk) en de ontwatering op orde blijft. Hierdoor draagt anti-verziltingsdrainage bij aan het klimaatrobuust maken van percelen, waardoor landbouw mogelijk blijft.

### Conclusie

Door klimaatverandering, bodemdaling en zeespiegelstijging staat de zoetwatervoorraad in landbouwpercelen in de kustregio onder druk. Traditionele landbouwdrainage is niet in staat de zoetwatervoorraad te vergroten. In het project Spaarwater zijn twee typen anti-verziltingsdrainage getest. In beide pilots is de zoetwatervoorraad vergroot, nam de zoutbelasting naar het

oppervlaktewater af en werd de ontwatering behouden. Gerichte inzet van anti-verziltingsdrainage zorgt daarmee voor behoud en zelfs vergroting van de zoetwatervoorraad in een perceel.

Grootschalige toepassing van anti-verziltingsdrainage bestrijdt naar verwachting verzilting en vergroot lokaal de zoetwatervoorraad. Anti-verziltingsdrainage kan daarmee een grote bijdrage leveren aan het klimaatrobuust maken van de kustregio. Mogelijk heeft het grootschalig opzetten van de grondwaterstand in percelen meer regionale effecten. Dit is onderwerp voor vervolgonderzoek, evenals de toepassing van anti-verziltingsdrainage in andere bodetypen en omstandigheden.

### Referenties

1. Velstra, J., Groen, J., Jong, K. de (2011). 'Observations of salinity patterns in shallow groundwater and drainage water from agricultural land in the Northern part of the Netherlands'. *Irrig. Drain* 60: 51-58
2. Louw, P.G.B. et al. (2013). 'Rainwater lens dynamics and mixing between infiltrating rainwater and upward saline groundwater seepage beneath a tile-drained agricultural field'. *Journal of Hydrology*, vol 501, pag 133-145.
3. Staveren G. van, Velstra, J. (2012). *Klimaatverandering, toenemende verzilting en landbouw in Noord-Nederland. (Climate Change, Increasing Salinization and Agriculture in the Northern Part of the Netherlands)*. Acacia Water 333.
4. Velstra, J. (ed.) (2019). *Spaarwater. Rendabel en duurzaam agrarisch watergebruik en waterbeheer in de verziltende waddenregio*. Acacia Water 1:79.
5. Burger, S. et. al. (2019). *Spaarwater. Versterken zoetwaterlens: Anti verziltingsdrainage*. Technische rapportage 2016-2018, Achtergrondinformatie behorende bij hoofdrapport
6. [www.spaarwater.com](http://www.spaarwater.com)