



Ontziltling van brak water voor irrigatie

HAALBAARHEIDSSTUDIE NAAR BRAK OPPERVLAKTEWATER
ALS BRON VOOR AGRARISCH GEBRUIK IN ZEELAND IN HET
KADER VAN HET ZEEUWS DELTAPLAN ZOET WATER

HZ WATER TECHNOLOGY
15 NOVEMBER 2022

ONTZILTING VAN BRAK WATER VOOR IRRIGATIE

HAALBAARHEIDSSSTUDIE NAAR BRAK OPPERVLAKTEWATER ALS BRON
VOOR AGRARISCH GEBRUIK IN ZEELAND IN HET KADER VAN HET ZEEUWS
DELTAPLAN ZOET WATER

HANS CAPPON, IARIMA SILVA MENDONCA, TEUNIKE BUIJS, MIREILLE MARTENS
HZ WATER TECHNOLOGY RESEARCH GROUP

MIDDELBURG, FEBRUARI 2023

EINDVERSIE

INHOUDSOPGAVE

1. INLEIDING	3
2. LOCATIEKEUZE	5
3. RENDABELE ONTZILTINGSTECHNOLOGIE	7
4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN	12
BIJLAGE 1 – RESULTATEN PER BEDRIJF	13
Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder	13
Luctor et Emergo, Nieuwerkerk	14
Proefboerderij De Rusthoeve, Colijnsplaat	15
Landbouwbedrijf Van 't Hof, Stavenisse	17

1. INLEIDING

Eén van de belangrijkste economische pijlers van Zeeland betreft de agro/food sector. De voedselsector in Zeeland zorgt voor 15% van de Zeeuwse werkgelegenheid. De hele keten van productie tot verwerking en distributie is in Zeeland aanwezig. De teelt van land- en tuinbouwproducten in Zeeland staat echter de laatste jaren onder druk o.a. door watertekort, wat heeft geleid tot productieverliezen (in Nederland) van soms wel 50% in 2018¹. Bij de hoogwaardige teelten, zoals fruit en uien, leidt dit tot grote financiële verliezen bij de telers. In het slechtste geval gaat een geheel nieuw aangeplante boomgaard verloren door droogte in de vroege lente.

In het kader van het Zeeuws Deltaplan Zoet Water, geïnitieerd door de provincie Zeeland, is Zeeland daarom op zoek naar alternatieve waterbronnen voor irrigatie van gewassen in tijden van droogte. Door klimaatverandering bestaat namelijk een toenemende kans op oogstschade ten gevolge van droogte. Er zijn verschillende opties om in de vraag naar irrigatiewater voor de fruitteelt en land- en tuinbouw te voorzien, waaronder externe aanvoer, zoals het geval is bij de landbouwwaterleiding op Zuid-Beveland. Deze aanvoer loopt echter in de zomer ook tegen de grenzen aan, waarbij de telers aan het eind van de pijpleiding op Walcheren aan het kortste eind trekken. Op Noord-Beveland en Schouwen-Duiveland is de situatie nog nijpender, omdat deze eilanden geen externe aanvoer van landbouwwater kennen en zij tevens omringd zijn door zout water, waardoor de verzilting in deze gebieden verder toeneemt door het inklinken van de bodem en stijging van de zeespiegel.

Er starten of lopen al verschillende onderzoeken, waarin naar oplossingen voor de zoetwaterproblematiek wordt gezocht, zoals opslag en distributie van water (o.a. Interreg 2-seas FRESH4Cs) en hergebruik van effluent van rioolwaterzuiveringen (o.a. TKI Agri&Food EffluentFit4Food) en industriële zuiveringen (TKI DT HZU01 – Wetlands als voorzuivering voor milde ontzilting). Het doel van het voorliggende onderzoek was om te bepalen of ontzilting van oppervlaktewater ten behoeve van irrigatie in de agrarische sector haalbaar geacht wordt voor toepassing in de praktijk. Deze studie was gericht op het behalen van de gewenste waterkwaliteit, welke kosten daarmee gemoeid zijn en of er operationele problemen te verwachten zijn bij het toepassen van deze ontziltingstechnologie gedurende het groeiseizoen. Daarbij horen de volgende onderzoeksvragen:

1. Welke locaties, bij voorkeur bij de agrarische ondernemers, zijn voldoende of het meest geschikt om de ontzilting van brak water te beproeven of implementeren in de praktijk?
2. Welke ontziltingstechnologie is bij de gegeven waterkwaliteit het meest rendabel voor toepassing in de praktijk?
3. Geven de gevonden resultaten voldoende basis voor een vervolg in een pilot-fase?

Het project startte op 1 oktober 2021 en eindigde op 30 september 2022.

Aan de basis van dit samenvattende rapport liggen een aantal rapporten van deelonderzoeken:

1. Experimenten op laboratoriumschaal en simulaties ten behoeve van de economische analyse. Deze staan in het rapport “ZDZW Ontzilting Experimenten NL.pdf”
2. Veldmetingen op de vier locaties in Zeeland. Deze staan kort beschreven in rapport “ZDZW Ontzilting Veldmetingen.pdf”

¹ Prins, H., Jager, J., Stokkers, R., & van Asseldonk, M. (2018). *Damage to Dutch agricultural and horticultural crops as a result of the drought in 2018*. Wageningen University & Research, available at <https://edepot.wur.nl/458511>

3. De economische evaluatie van International Business afstudeerder Teunike Buijs. Deze staat in het afstudeerrapport "ZDZW Ontziltling Economische Evaluatie Teunike Buijs NL.pdf"

2. LOCATIEKEUZE

Bij ontzilting voor irrigatie zijn we uitgegaan van het gebruik van oppervlaktewater uit de waterlopen op verschillende locaties als voedingswater. In dit project werd samengewerkt met de volgende bedrijven en in hun omgeving is ook gezocht naar goed voedingswater voor ontzilting:

1. Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder op Zuid-Beveland
2. Fruitteeltbedrijf Luctor et Emergo op Schouwen-Duiveland
3. Proefboerderij De Rusthoeve op Noord-Beveland
4. Landbouwbedrijf Van 't Hof op Tholen

Er zijn vier belangrijke voorwaarden voor een locatie om in aanmerking te komen voor ontzilting:

1. De waterkwaliteit ter plaatse, met name het zoutgehalte. Dit wordt gemeten wordt middels het elektrische geleidend vermogen (EGV) oftewel de geleidbaarheid (electrical conductivity: EC). Daarnaast zijn nutriënten (koolstof, stikstof en fosfor) ook van belang, omdat zij het groeipotentieel voor biologische aangroei in een ontziltingsinstallatie bepalen.
2. Toegang tot elektriciteit (400V) om de ontzilting van energie te voorzien. Er is ruwweg 2 kWh/m³ aan energie nodig voor ontzilting van sterk brak water. Bij een gemiddeld bedrijf (3 x 80A) wordt daarom de maximale productie op 25 m³/uur geschat. Mogelijk kan er ook met kleinere installaties gewerkt worden die over langere tijd een wateropslag vullen en zelfs werken op zonne-energie met een (flinke) accu.
3. De mogelijkheid om water op te slaan, zodat het niet direct gebruikt hoeft te worden; dit drukt namelijk de kostprijs van productie. Daarbij moet de kwaliteitsverandering tijdens opslag zo klein mogelijk blijven, zodat de ontzilting niet voor niets is geweest. Vanwege de efficiency van ondergrondse opslag, die op slechts 50% wordt geschat door Deltares, is het niet verstandig om ontzilt water ondergronds op te slaan.
4. De mogelijkheid om de zoute reststroom (concentraat) te kunnen lozen. Ongeveer de helft van het ingenomen water wordt concentraat en dus tweemaal zo zout als de voeding zelf². Dit concentraat mag bij lozing geen negatieve invloed hebben op de omgeving. Als er niet geloosd kan worden, moet het concentraat worden afgevoerd en geloosd waar dat wel is toegestaan, bijvoorbeeld in zee. In beide gevallen is een vergunning voor de lozing nodig van waterschap (binnendijks) of Rijkswaterstaat (buitendijks).

Om voorwaarde 1 (waterkwaliteit) goed in beeld te krijgen is een meetcampagne opgezet. Rondom elk van deze bedrijven is in overleg met de eigenaren/bedrijfsleiders bepaald welke waterlopen in aanmerking konden komen als bron voor ontzilting of als lozingspunt voor concentraat, de zoute reststroom na ontzilting. In de gekozen waterlopen is gedurende langere periode het zoutgehalte gemonitord, zodat duidelijk is in welke periode het water van goede of minder goede kwaliteit is en van welke kwaliteit het geproduceerde concentraat zou worden. De meeste meetpunten zijn vrijwel een heel jaar gemonitord, maar er zijn ook later meetpunten toegevoegd, omdat de waterkwaliteit bij de bestaande meetpunten steeds slechter werd.

² Bij ontzilting wordt ervan uitgegaan dat 50% van het water ontzilt wordt (recovery) en 50% het resterende zout bevat. Dat betekent dat de concentraatstroom met het resterende zout ongeveer twee keer zo zout wordt als het voedingswater.

De resultaten van deze metingen en de gekozen locaties staan in Bijlage 1 – Resultaten per bedrijf.

Enkele belangrijke waarnemingen daarin zijn:

- De EC stijgt in perioden met weinig neerslag. Een stijging van winter naar zomer van 30 mS/cm is geen uitzondering.
- Grote hoeveelheden neerslag (sept. 2022) zorgen voor een snelle daling van de EC.
- Doorspoeling met zoet water vanaf 1 april 2022 zorgt voor een sterke verbetering van de EC op Tholen.

In eerste instantie werd ervan uitgegaan dat voor acceptabele ontziltingskosten de EC onder de 10 mS/cm moest blijven, het liefst zelfs onder de 8 mS/cm. Die situatie doet zich alleen bij Van 't Hof op Tholen voor (zie ook Bijlage 1 – Resultaten per bedrijf).

Aan voorwaarden 2 (stroomvoorziening) en 3 (wateropslag) wordt op drie van de vier meewerkende bedrijven voldaan. Alleen bij KMWP is er in de buurt van de waterlopen geen stroom aanwezig en geen bovengrondse opslag.

Voorwaarde 4 (concentraatlozing) zorgt in alle gevallen voor problemen. Waterschap Scheldestromen (WSSS) geeft aan dat het zoutgehalte van de waterlopen niet mag veranderen door een (concentraat)lozing. We zien dat de EC van nature grote variaties vertoont door neerslag, echter kunstmatige (extra) verslechtering (toenemende EC) wordt door WSSS niet geaccepteerd. Dat betekent dat het concentraat 'over de dijk' moet worden gezet of geloosd op een waterloop met een veel hogere EC. Dat laatste betekent dat de waterloop waarop geloosd wordt nagenoeg een dubbele EC moet hebben ten opzichte van de bron. Die situatie komt nergens consistent voor, hoewel bij KMWP er wellicht een mogelijkheid is om concentraat op het kanaal te lozen bij het Goese Sas.

Bij Luctor et Emergo is de optie 'over de dijk' niet haalbaar vanwege de afstand. Bij de Rusthoeve en Van 't Hof is de Oosterschelde binnen (redelijk) bereik en grenzend aan de eigen percelen. Voor lozing op de Oosterschelde is een vergunning nodig van Rijkswaterstaat. Rijkswaterstaat geeft aan daar niet negatief tegenover te staan, maar dat ze geen generieke uitspraken over een concentraatlozing willen doen, maar alleen specifieke gevallen willen bespreken en overwegen. Er moet dus eerst sprake zijn van een concrete casus om te bepalen of voorwaarde 4 (concentraatlozing) haalbaar is voor De Rusthoeve en Van 't Hof.

Op basis van voorwaarden 2, 3 en 4 blijven dus De Rusthoeve en Van 't Hof over als mogelijke locaties voor ontziltingsproeven.

3. RENDABELE ONTZILTINGSTECHNOLOGIE

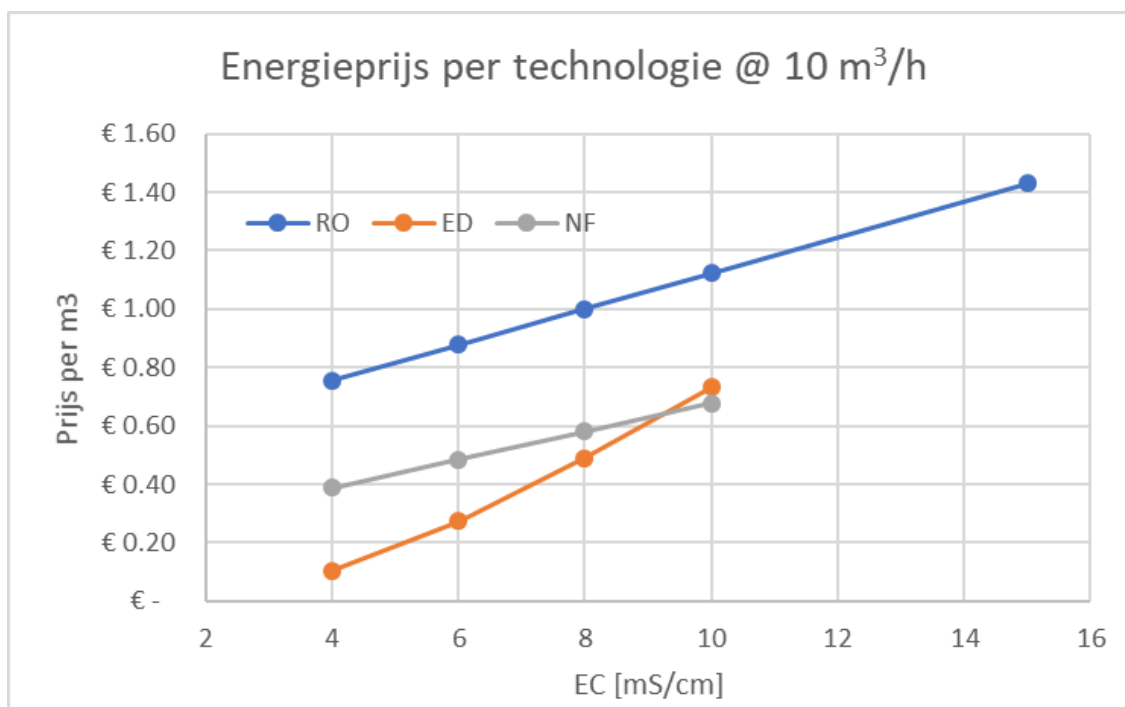
Ontziltng heeft als doel om de geladen deeltjes (ionen) die het water zout maken te scheiden van het (zuivere) water waarin ze opgelost zijn. Het belangrijkste zout dat eruit gehaald moet worden bij ontziltng is natriumchloride (NaCl). Als dit opgelost wordt in water ontstaan er twee ionen: een positief geladen natrium ion (Na^+) en een negatief geladen chloride ion (Cl^-).

Er zijn in de basis twee methoden in dit project toegepast om deze scheiding tussen water en zout tot stand te brengen:

1. Hoge druk: water wordt door een membraan geperst, waarbij alleen het water door het membraan kan, maar het zout niet. Omgekeerde osmose (RO) is een techniek die dit doet. Daaronder zijn weer meerdere membraantypen te onderscheiden, namelijk
 - a. Nanofiltratie (NF), met name goed voor afscheiding van ionen met een hogere lading zoals calcium (Ca^{2+}) en fosfaat (PO_3^{2-})
 - b. Brakwater RO toepasbaar voor geleidbaarheid tot ong. 10 mS/cm en druk < 10 bar
 - c. Zoutwater RO toepasbaar voor geleidbaarheid hoger dan 10 mS/cm en druk > 10 bar
2. Elektrische spanning: de ionen worden door een spanningsverschil tussen twee polen door een paar half-doorlaatbare membranen getrokken, zodat ontzilt water achterblijft tussen de membranen. De techniek die dit doet heet elektrolyse (ED).

Voor ED en brakwater RO zijn bij HZ laboratoriumexperimenten uitgevoerd met kunstmatig brak water bij verschillende zoutgehalten en met oppervlaktewater van de verschillende meetlocaties. Op die manier kon bepaald worden welk zoutgehalte bij welke druk (RO) of spanning (EC) nog tot een voldoende kwaliteit productwater (< 1.5 mS/cm) leidden. Bij deze experimenten is ook gelet op de vervuiling van de membranen, die meestal veroorzaakt wordt door biologische aangroei en alleen goed verwijderd kan worden met chemicaliën (met name natronloog). Daarnaast zijn ook simulaties met software WAVE (Dow/DuPont) uitgevoerd met NF, brakwater RO en zoutwater RO om te bepalen welke energiebehoefte deze technologieën hebben bij verschillende zoutgehalten in een opgeschaald productiesysteem. Op basis van deze simulaties is de kostprijs voor energie van het productwater bepaald (Figuur 1).

Naast energiekosten zijn onderhoudskosten en operationele kosten meegenomen. De onderhoudskosten zijn geraamd op 3% per jaar van de totale investeringskosten (zie hieronder) en de operationele werknemerskosten zijn geraamd op een gemiddelde van 2 uur per week tegen een tarief van 50 €/uur. Onder operationele kosten vallen o.a. de monitoring van het systeem op afstand door de technologieleverancier en servicekosten op locatie.



Figuur 1 - Voorbeeld van energiekosten per technologie tegen geleidbaarheid bij een productie van 10 m³/h energieprijs van 0,77 Euro/kWh (prijspeil augustus 2022). Boven de 10 mS/cm ontzilten ED en NF onvoldoende en blijft alleen (brakwater) RO over.

Naast operationele kosten spelen ook investeringskosten een grote rol bij de technologiekeuze. In de praktijk worden investeringskosten veelal bepaald door leveringszekerheid en daaraan gekoppelde redundantie, hetgeen betekent dat systemen meervoudig worden uitgevoerd om er zeker van te zijn dat er altijd water wordt geproduceerd. Voor drinkwater- en industriewaterproductie is leveringszekerheid (24/7) zeer belangrijk. In de landbouw is dit minder van belang, omdat men gewend is aan variaties in neerslag en dus onzekerheid. Er is in dit project daarom gekozen voor een lagere leveringszekerheid, hetgeen betekent dat een installatie ook wel eens een dag stil kan staan, voordat een onderhoudsbeurt of een reparatie plaatsvindt. Dat maakt de investering aanzienlijk lager. Aangezien de investeringskosten niet heel afhankelijk zijn van gekozen technologie, is de prijs alleen afhankelijk verondersteld van gekozen debiet, hetgeen de grootte van de installatie bepaalt.

Als laatste is de opbrengst van het gewas dat geïrrigeerd wordt van belang, omdat dit bepaalt of de kostprijs van water opweegt tegen de (meer)opbrengst bij irrigatie ten opzichte van de (minder)opbrengst zonder irrigatie. Voor drie van de vier locaties, namelijk Rusthoeve, Van 't Hof en Luctor et Emergo is een kosten-batenanalyse gemaakt voor de verschillende gewassen die daar geteeld worden, rekening houdend met de grootte van het areaal, maar wel bij een gegeven voedingswaterwaterkwaliteit. Er wordt in de berekeningen geen rekening gehouden met de kosten voor opslag³, aangezien de drie locaties beschikken over een waterbassin. Opslag wordt dus als aanwezig verondersteld.

Samengevat worden in de kostenberekening een aantal aannames en invoerparameters gebruikt.

³ Voor de investeringskosten voor opslag kan met een grove indicatie van 5 €/m³ gerekend worden

Aannames:

- Investeringskosten zijn alleen afhankelijk van productiedebiet van water, niet van gekozen technologie.
- De afschrijving over de investering is lineair over 15 jaar. Er is geen rekening gehouden met rente op geleende investeringen.
- Energiekosten in kWh/m³ zijn afhankelijk van gekozen technologie, geleidbaarheid (EC) en debiet.
- Grens voor geleidbaarheid van het productwater van < 1.5 mS/cm
- Onderhoudskosten van 3% per jaar als percentage van investeringskosten
- Irrigatiemethode en bijbehorende verliesfactor (verwaarloosbaar verlies voor druppelirrigatie, 15% verlies voor beregeningsboom, 50% verlies voor haspel)
- Het verlies (in kg/ha) bij droogte is gelijk aan de meeropbrengst door irrigatie. Irrigeren werkt dus dubbel door in de winst per hectare bij droogte.
- De gewasprijs per kg is onafhankelijk van de opbrengst per hectare
- Er is voldoende water voorhanden om aan de behoefte te voldoen (hoewel dat in de praktijk lastig zal blijken)

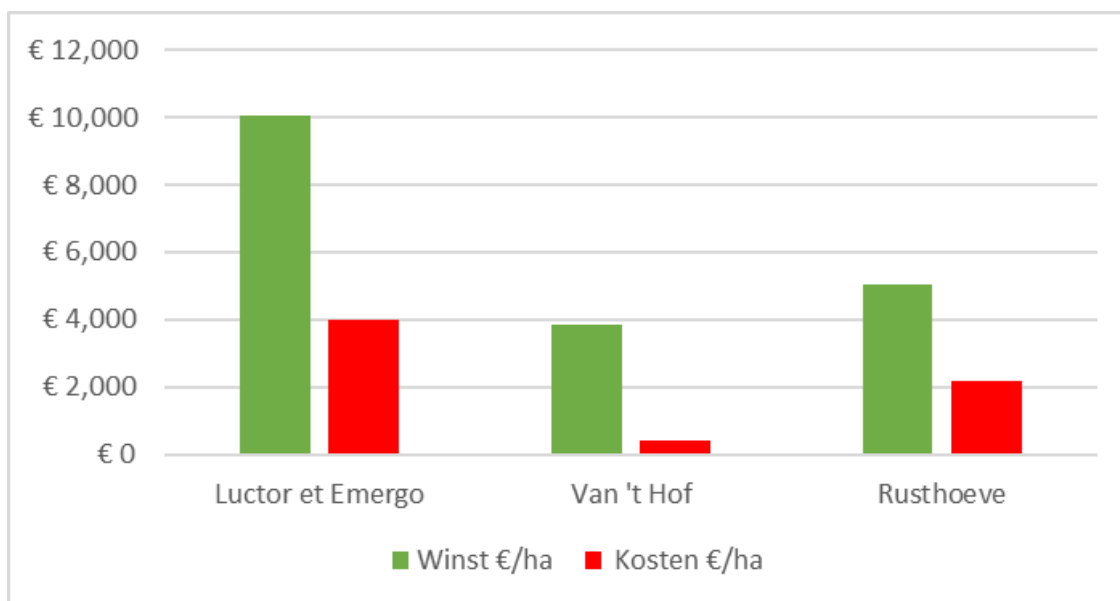
Invoergegevens door de landbouwer:

- Een percentage verlies door droogte (ingevoerde variaties zijn 5-50% verlies)
- Een percentage meeropbrengst door irrigatie (ingevoerde variaties zijn 5-50% meeropbrengst)
- Aantal productieve maanden van ontzilting gedurende het jaar (ingevoerd zijn 10-12 maanden)
- Aantal productieve uren per dag van ontzilting, standaard 22 uur
- Gewaskeuze en areaal van dit gewas
- Irrigatiebehoefte per gewas in mm per week
- Irrigatiebehoefte in weken per groeiseizoen
- Energieprijs per kWh op eigen bedrijf

Op basis van bovenstaande invoer wordt berekend hoeveel water er nodig is voor het ingevoerde areaal. Vandaaruit wordt de goedkoopste technologie gekozen en de bijbehorende kosten bepaald. De totale investeringskosten, onderhoudskosten en operationele kosten worden berekend per gewas per hectare. Ook worden per landbouwbedrijf de totale kosten voor het gehele areaal berekend. Dat laatste betekent dus een veel grotere waterproductie voor het hele bedrijf en dientengevolge ook lagere totale kosten vanwege de schaalgrootte (zie Tabel 1 en Figuur 2). Daarbij is geen rekening gehouden met de vraag of het voedingswater ook daadwerkelijk voldoende voorhanden is (zie laatste aanname hierboven).

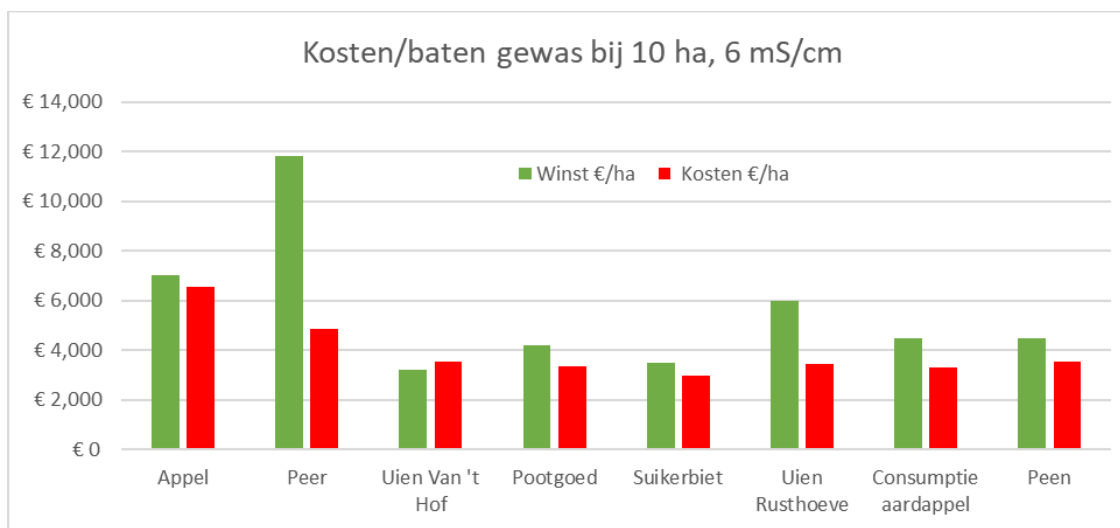
Tabel 1 – Karakteristieken van onderzochte bedrijven en berekende kosten voor ontzilting

<i>Naam bedrijf</i>	<i>Areaal irrigatie [ha]</i>	<i>Gewassoort</i>	<i>Totale waterbehoefte [x 10³ m³]</i>	<i>Waterprijs [€/m³] en (technologie)</i>	<i>EC voedingswater [mS/cm]</i>	<i>Winst bij irrigatie [€/ha]</i>	<i>Kosten [€/ha]</i>
Luctor et Emergo	19	Appel en peer	43	1,78 (RO)	15	10.032	4.001
Van 't Hof	110	Ui, pootaardappelen suikerbiet	112	0,42 (ED)	6	3.864	428
Rusthoeve	28	Ui, aardappel en peen	30	2,07 (RO)	15	5.036	2.184



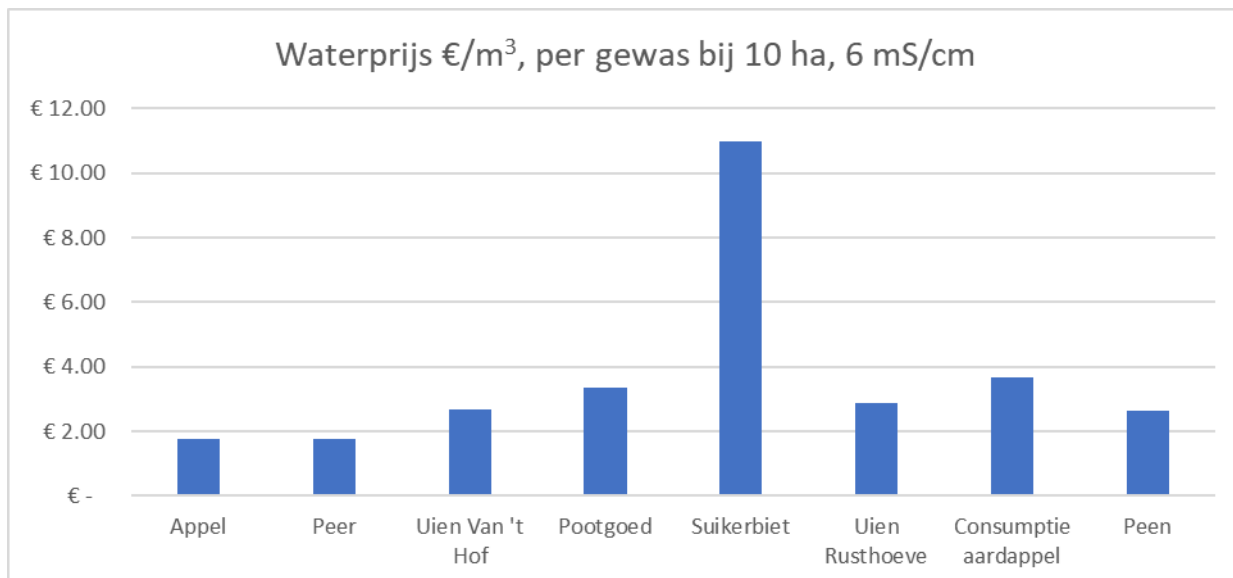
Figuur 2 - Financiële haalbaarheid van irrigatie met ontzilt water voor de onderzochte bedrijven

Als laatste wordt per gewas, elk met een eigen waterbehoefte, een areaal van 10 hectare en voedingswater van 6 mS/cm verondersteld. Op basis daarvan is een vergelijking gemaakt van de kosten en baten bij irrigatie per hectare per gewas (Figuur 3). Met uitzondering van de ui bij Van 't Hof, is er een positief saldo per gewas. De uitschieters zijn peer en uien (bij Rusthoeve), hetgeen betekent dat deze gewassen ook bij variaties (in kosten van technologie, energie, meeropbrengst) altijd wel positief uit de bus zullen komen met ontzilting voor irrigatie.



Figuur 3 – Kosten en baten per gewas. Verondersteld wordt 10 ha per gewas en voedingswater van 6 mS/cm.

In de meeste gevallen weegt de geschatte meeropbrengst (irrigatie bij droogte) op tegen de kosten van ontzilting. Let op dat de meeropbrengst per ha een relatief grove schatting is, zodat alleen peer duidelijk baat heeft bij irrigatie met ontzilt water. Het grote verschil tussen de uien op de verschillende bedrijven komt met name, omdat Rusthoeve zelf uitgaat van een groter verlies bij droogte (50%) dan Van 't Hof (18%).



Figuur 4 – Waterprijs per m³. Verondersteld wordt 10 ha per gewas en voedingswater van 6 mS/cm.

In Figuur 4 wordt de waterprijs per m³ gegeven voor verschillende gewassen met een verondersteld areaal van 10 ha per gewas en voedingswater van 6 mS/cm. De hoge waterprijs voor suikerbiet wordt bepaald door de geringe waterbehoefte en dus een kleine installatie die relatief duur is. Opvallend is dat er bij 10 ha nog steeds sprake is van een prijs tegen of boven de 2 €/m³, hoger dan drinkwater of landbouwwater.

4. CONCLUSIES EN AANBEVELINGEN

Ontzilting is op de onderzochte locaties in de meeste gevallen rendabel als gedurende een groot deel (meer dan 10 maanden) van het jaar water geproduceerd wordt. Bij voldoende geproduceerd watervolume is irrigatie met ontzilt water rendabel, doordat de winst, namelijk afgewend droogteverlies en meeropbrengst bij (druppel)irrigatie, opweegt tegen de kostprijs van ontzilting. Tarwe wordt in de praktijk niet berekend en is daarom van deze evaluatie uitgesloten geweest.

In alle gevallen is substantiële opslag van water nodig om het groeiseizoen door te komen. Hoewel niet berekend is hoe groot een bassin precies moet zijn, gaat het toch al snel over de helft van het benodigde jaarvolume. De benodigde jaarvolumes in deze studie varieerden van rond de 30.000 tot bijna 115.000 m³.

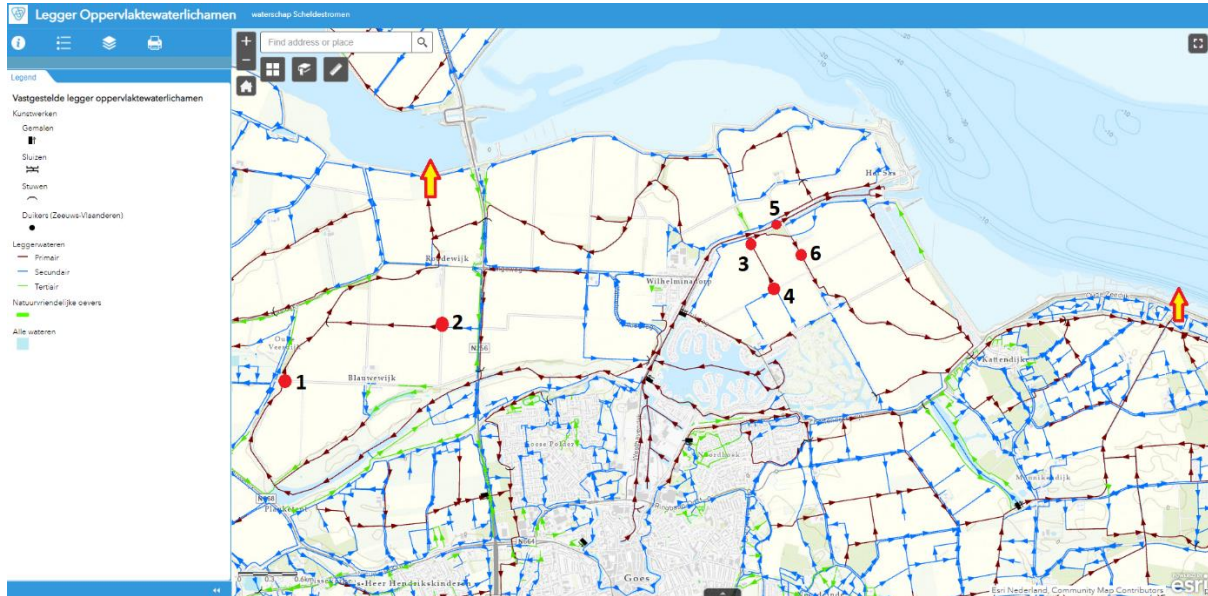
Hèt grote probleem voor ontzilting is de lozing van het concentraat. In alle gevallen ontstaat een concentraat dat tweemaal zo zout is als het voedingswater. Dit concentraat mag niet op een waterloop met een lagere EC geloosd worden. In alle onderzochte gevallen is er niet continu een waterloop in de buurt met een hogere EC dan het concentraat. De enige optie die dan overblijft is het concentraat lozen in het buitenwater. De locaties, die daarvoor in aanmerking komen, moeten dus niet ver van de buitendijken liggen. Daarbij is een lozingsvergunning nodig van Rijkswaterstaat, waarbij de kosten afhankelijk zijn van debiet en vervuilingen in het water. Een richtprijs voor een vergunning is helaas niet te geven maar wordt van geval tot geval berekend.

Een tweede, niet te onderschatten beperking, is het benodigde debiet van het voedingswater. Een productie van 4 m³/uur levert in 10 maanden zo'n 30.000 m³ water op, maar wordt continu gevoed met 8 m³/uur uit de sloot. Het onttrekken van een dergelijk debiet zal niet overal mogelijk zijn, laat staan grotere hoeveelheden.

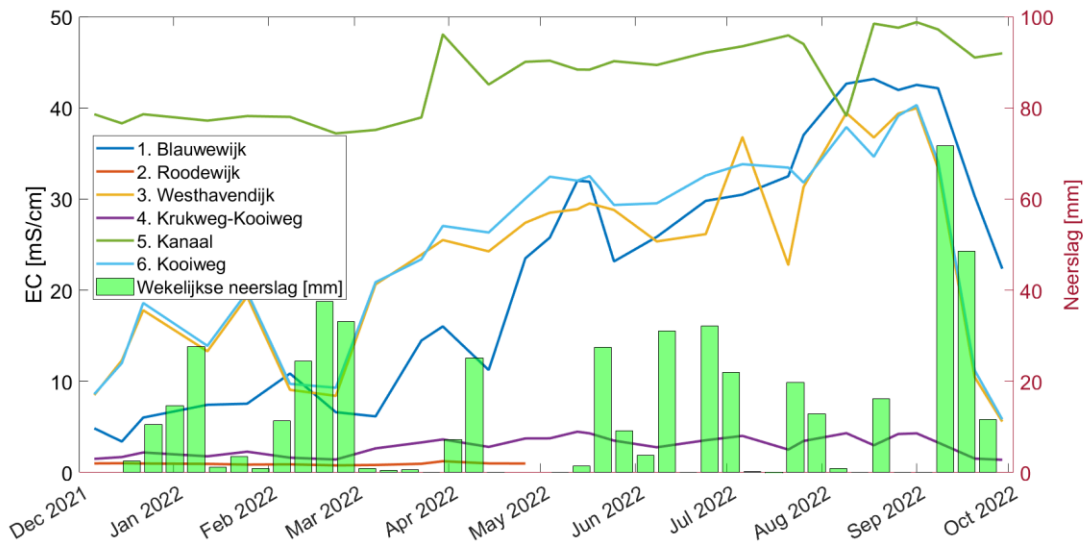
Op de plaatsen waar gemeten is, is in de winter relatief zoet water te vinden. Dat betekent dat de waterkwaliteit van het water, dat uit de drainage naar de waterlopen stroomt van goede kwaliteit (lage EC) moet zijn. In de literatuur en praktijk wordt geschat dat 20% van de neerslag via de drainage wordt afgevoerd op jaarbasis. In Zeeland zou dat neerkomen op zo'n 150 mm per jaar (1500 m³/ha.jaar). Dat is voor de meeste toepassingen voldoende water. Dat zou betekenen dat ontzilten niet nodig is, maar het water uit de drains continu opvangen kan worden en opgeslagen. Opslag, op welke manier dan ook, is veel praktischer uitvoerbaar dan ontzilting.

BIJLAGE 1 – RESULTATEN PER BEDRIJF

KONINKLIJKE MAATSCHAP DE WILHELMINAPOLDER



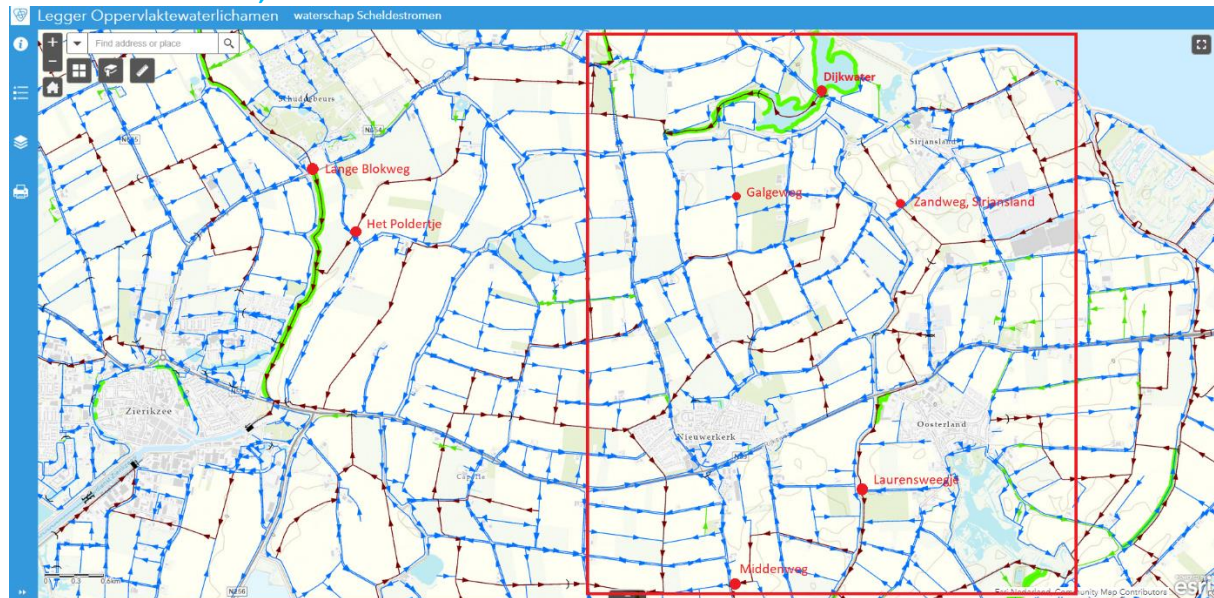
Figuur 5 - Meetpunten rond Koninklijke Maatschap de Wilhelminapolder – 6 meetpunten (rood). Van links naar rechts: 1. Blauwewijk, 2. Roodewijk, 3. Westhavendijk, 4. Krukweg-Kooiweg, 5. kanaal, 6. Kooiweg



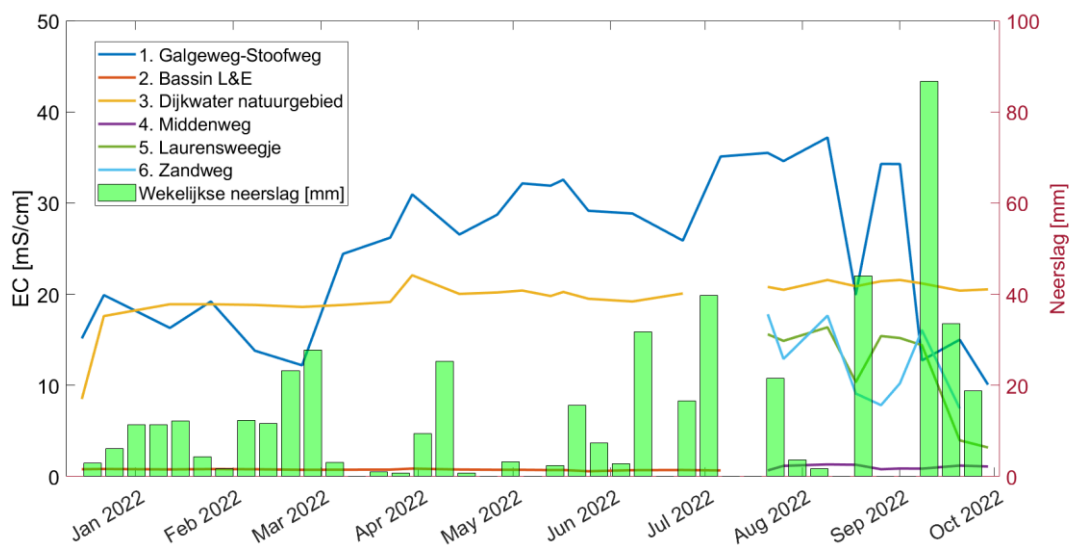
Figuur 6 - Gemeten EC bij KWMP, Wilhelminadorp, en gemeten wekelijkse neerslag in Wilhelminadorp.

De meetpunten rond KMWP staan in Figuur 5, de meetwaarden in de tijd in Figuur 6. Het kanaal (meetpunt 5) is vrijwel continu zouter dan de omgeving. Bij droogte loopt de EC snel op tot een verschil van 35 mS/cm, bij (veel) neerslag zakt de EC weer aanzienlijk, zoals duidelijk te zien is in september. Meetpunten 2 en 4 geven goede waterkwaliteit, maar zijn kleine secundaire waterlopen.

LUCTOR ET EMERGO, NIEUWERKERK

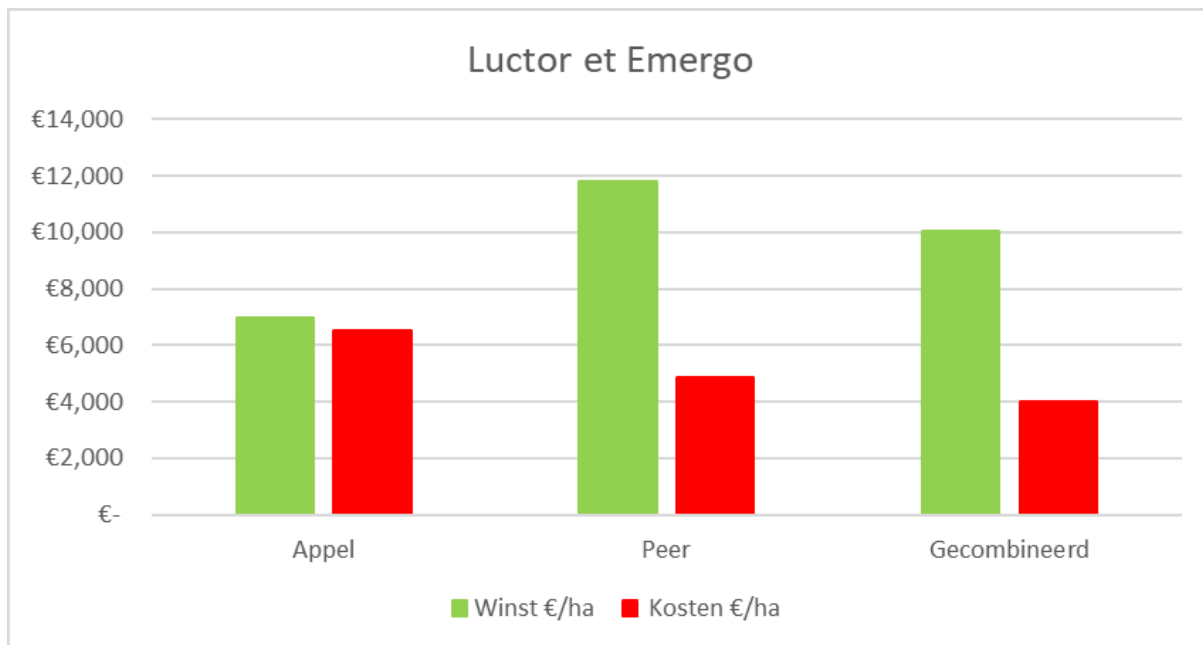


Figuur 7 - Meetpunten Luctor et Emergo – initieel drie meetpunten: 1. Galgeweg, 2. opslagbassin Luctor et Emergo, 3. natuurgebied Dijkwater. In de zomer 2022 toegevoegd drie meetpunten: 4. Middenweg, 5. Laurensweegje en 6. Zandweg



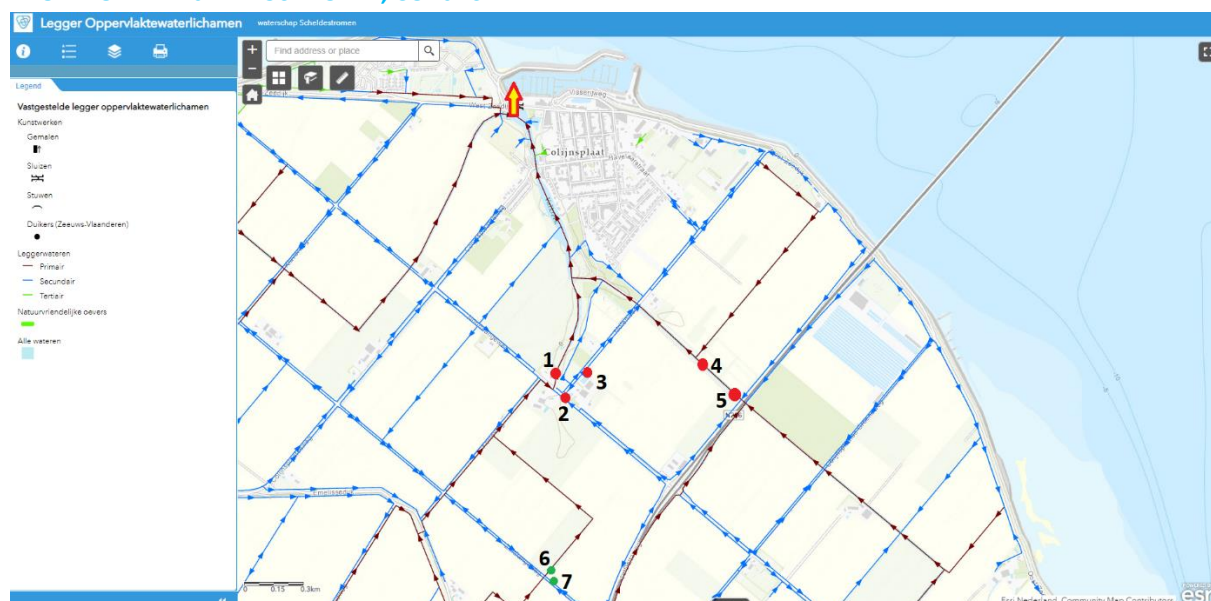
Figuur 8 - Gemeten EC op Schouwen-Duiveland en wekelijkse neerslag gemeten in Noordgouwe.

Rondom Luctor et Emergo (Figuur 7) is de EC continu hoog (Figuur 8). In de later toegevoegde metingen is op de FRESHEM kaarten gezocht naar gebieden met meer zoet grondwater en beperkte aanvoer door de waterlopen vanuit zoutere gebieden (gebruik makend van de WSSS legger). Ondanks de hoge EC is het met RO nog steeds mogelijk om kosteneffectief te ontzilten (Figuur 9). De gemeten, zeer ondiepe waterloop zal echter onvoldoende debiet kunnen leveren voor ontzilting (benodigde voeding is 13 m³/uur).

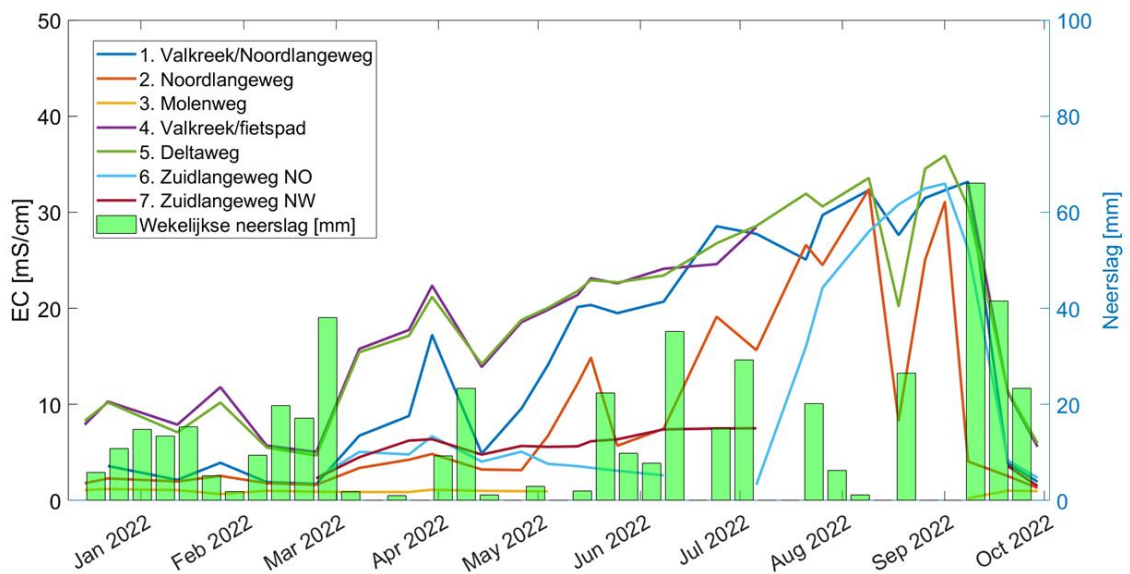


Figuur 9 - Vergelijking van kosten en baten voor Luctor et Emergo, per gewas en totaal voor het hele bedrijf

PROEFBOERDERIJ DE RUSTHOEVE, COLIJSPLAAT

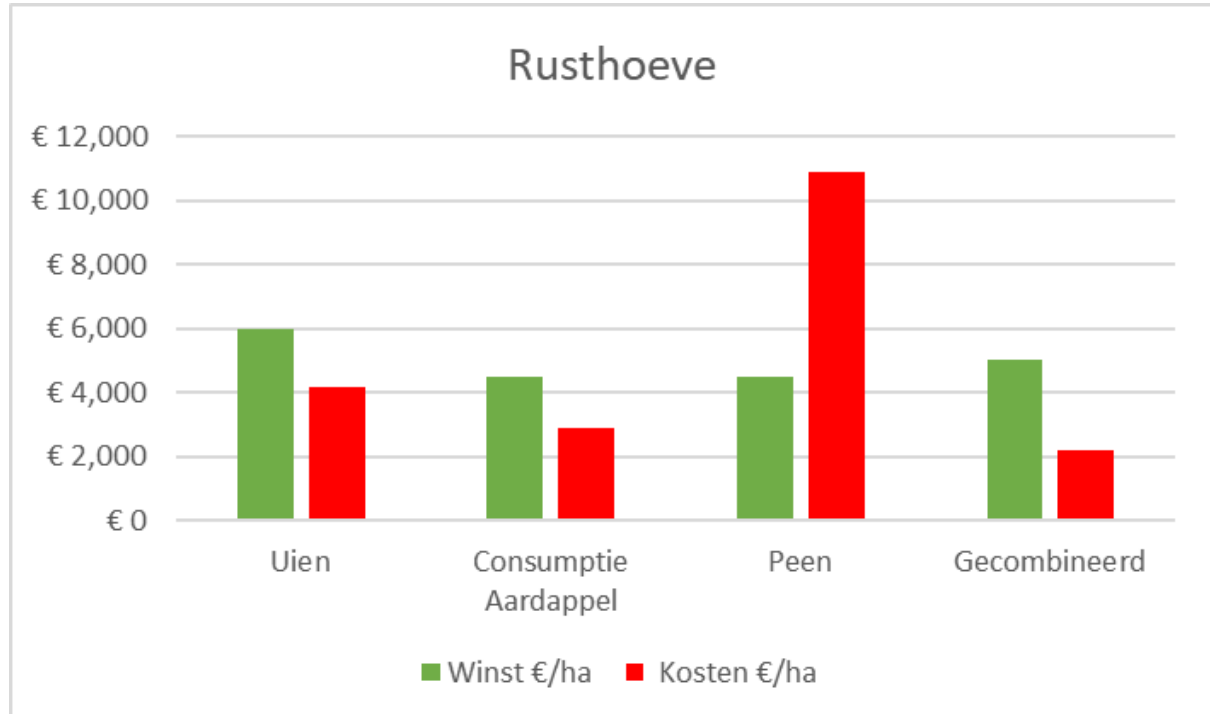


Figuur 10 - Meetpunten De Rusthoeve, Colijsplaat – 5 meetpunten (rood) bij aanvang, van links naar rechts: 1. Valkreek/Noordlangeweg, 2. Noordlangeweg, 3. Molenweg, 4. Valkreek/fietspad, 5. Deltaweg. Later uitgebreid met 2 meetpunten langs de Zuidlangeweg (groen), 6. noordoost (NO) en 7. noordwest (NW)



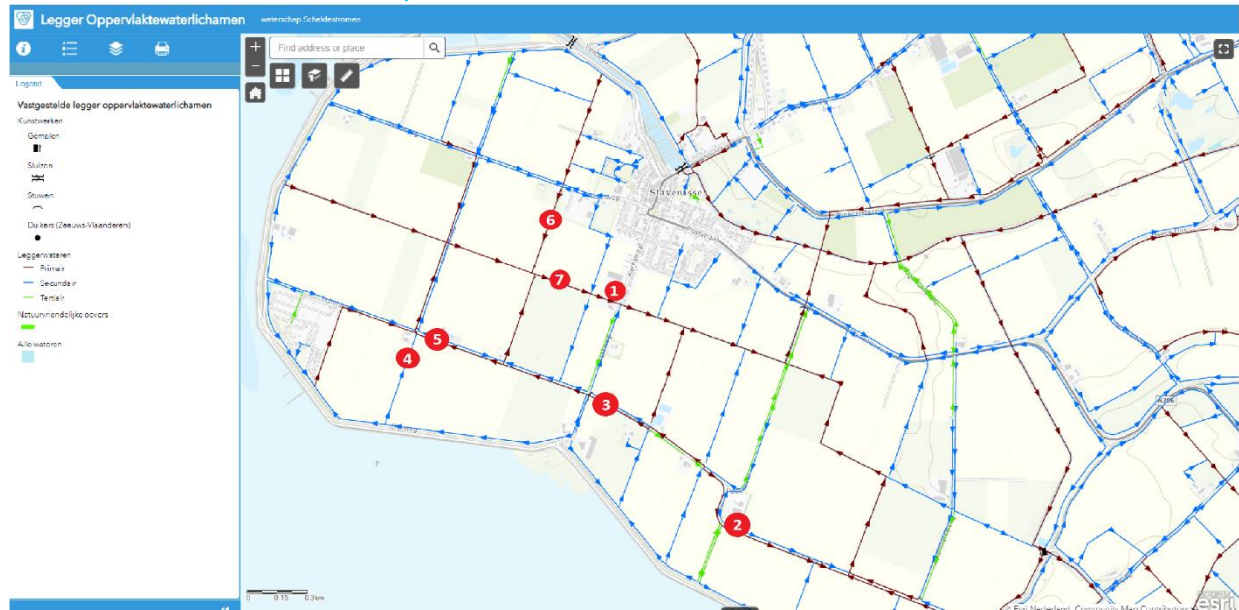
Figuur 11 - Gemeten EC rondom De Rusthoeve, Colijnsplaat, en gemeten wekelijkse neerslag in Kortgene.

Bij de Rusthoeve (Figuur 10 en Figuur 11) komen variaties van bijna 30 mS/cm voor. De laagste EC is te vinden in de secundaire waterlopen, die het verst van de Oosterschelde liggen. Deze staan echter snel droog bij weinig neerslag (metingen ontbreken in dat geval). Kostentechnisch kan ook hier ontzilting uit voor de combinatie van alle te irrigeren gewassen in het bedrijf (Figuur 12). Er is dan 9 m³/uur aan voedingswater nodig en dat debiet is wellicht haalbaar vanuit de Valkreek.

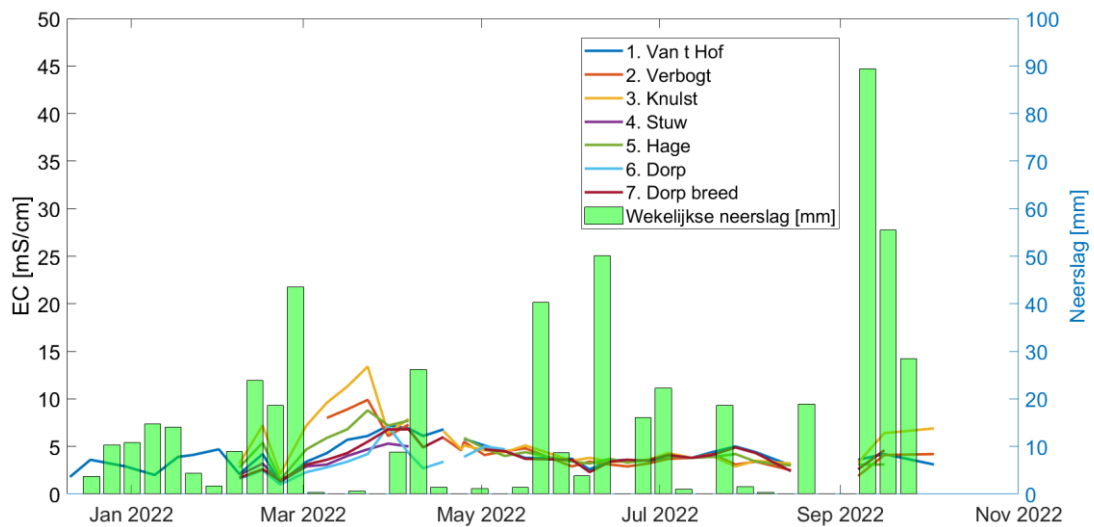


Figuur 12 - Vergelijking van kosten en baten voor de Rusthoeve, per gewas en gecombineerd voor het hele bedrijf

LANDBOUWBEDRIJF VAN 'T HOF, STAVENISSE

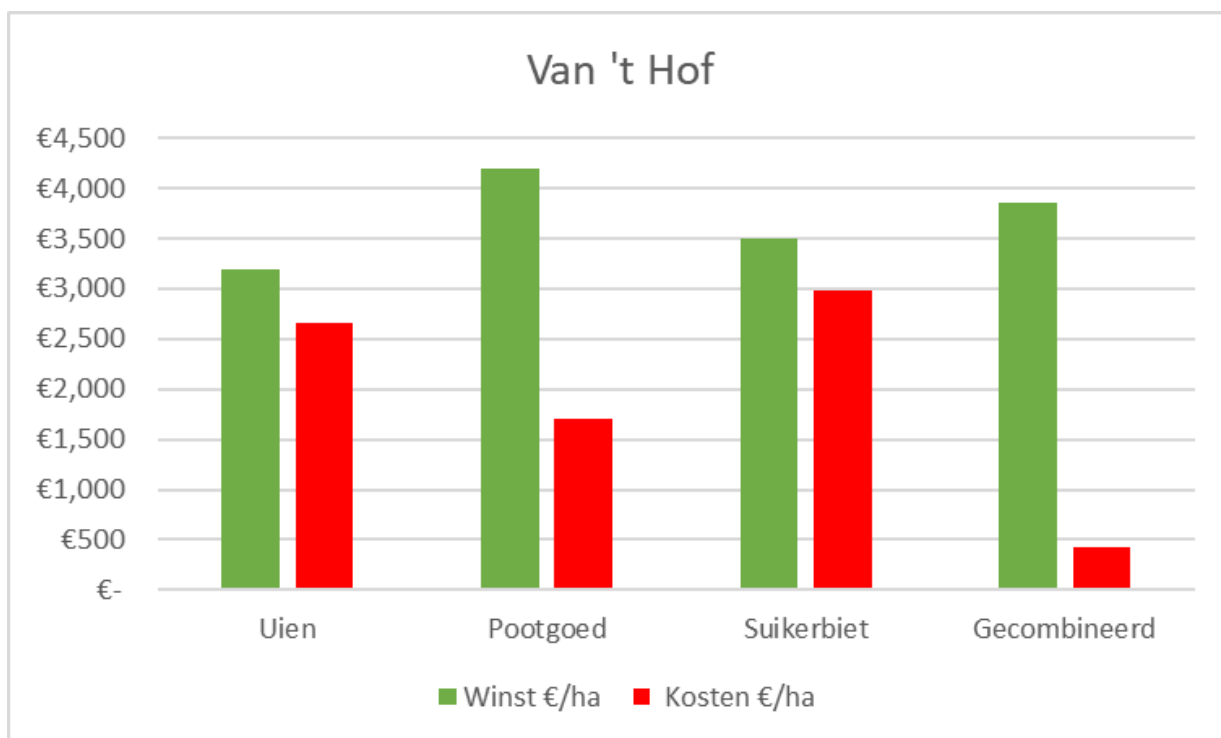


Figuur 13 - Meetpunten Van 't Hof Stavenisse – 7 meetpunten (rood). 1. Landbouwbedrijf Van 't Hof, 2. Verbogt, 3. Knulst, 4. Stuw, 5. Hage, 6. Dorp, 7. Dorp breed



Figuur 14 - Gemeten EC bij landbouwbedrijf Van 't Hof, Stavenisse, en wekelijks gemeten neerslag in Stavenisse.

Op Tholen rond landbouwbedrijf Van 't Hof (Figuur 13), loopt de geleidbaarheid loopt op in het voorjaar, maar wordt gedempt door de spoeling van zoet water uit het Schelde-Rijn-kanaal vanaf april (Figuur 14). Aangezien de EC vrij laag wordt, is ontzilting hier het meest kosteneffectief voor alle individuele gewassen alsook de combinatie (Figuur 15). De hoeveelheid voedingswater die hierbij continu nodig is (bijna 30 m³/uur over 12 maanden) is zeer waarschijnlijk niet beschikbaar in de gemeten waterloop.



Figuur 15 - Vergelijking van kosten en baten voor Van 't Hof, per gewas en gecombineerd voor het hele bedrijf