

In kaart brengen van en maatregelen voor de zoete grondwatervoorraden in het Vlaamse kustgebied

Vince Kaandorp, Esther van Baaren, Perry de Louw (Deltares), Dieter Vandevelde (Vlaamse Milieumaatschappij), Dominique Huits (Inagro)

Overexploitatie van het diepe grondwater heeft in het Westelijk kustgebied van Vlaanderen geleid tot sterke daling van de stijghoogte. Door strengere bescherming van het grondwater en de droogte van de afgelopen jaren wordt gezocht naar alternatieve waterbronnen. De ondiepe ondergrond biedt kansen: door het neerslagoverschot in de winter in de ondergrond op te slaan, ontstaat een zoetwaterbuffer voor de zomer. Met helikopter-EM-metingen en een ondergrondmodel is de zoet-zoutgrondwaterverdeling in het kustgebied gekarteerd. Hiermee zijn potentiekaarten opgesteld van maatregelen die de waterbeschikbaarheid voor de agrarische sector kunnen vergroten. Samen met stakeholders zijn voorwaarden geïdentificeerd voor een duurzaam en kostprijsinteressant kreekruig infiltratiesysteem.

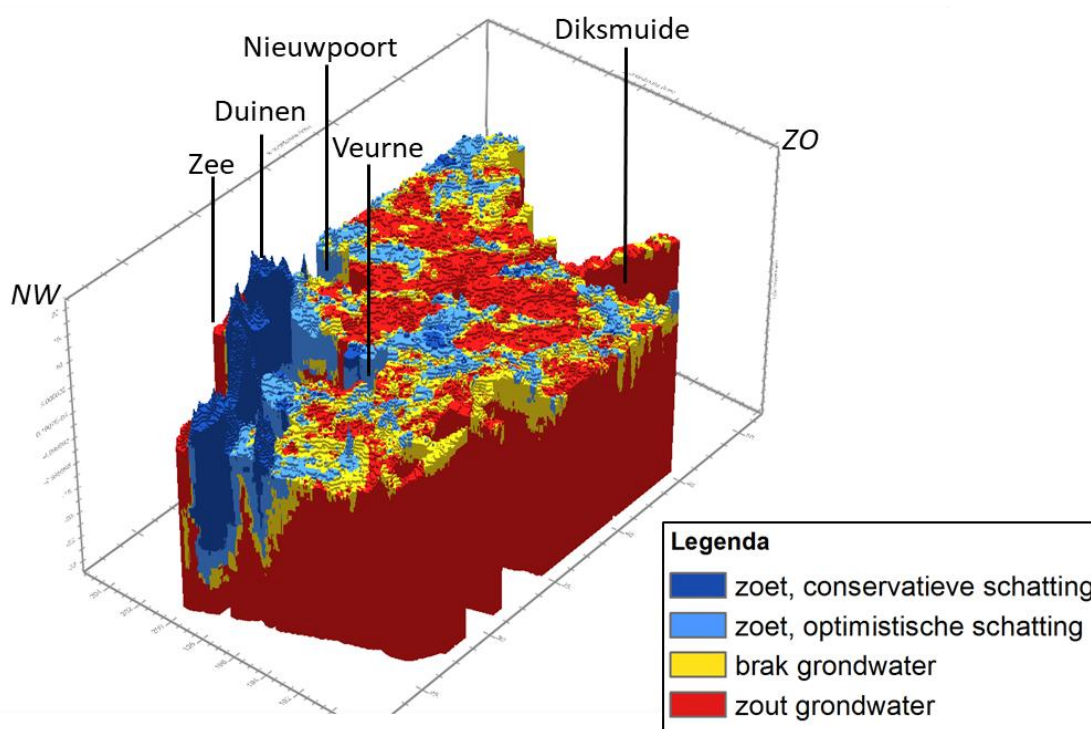
Net als Nederland heeft België uitdagingen rondom de zoetwatervoorziening. Overexploitatie van grondwater, vooral in de jaren 1980 en 1990, heeft ervoor gezorgd dat de grondwaterstanden in de diepe watervoerende lagen (in Paleozoïsche sokkel, het Krijt en Landeniaan) in West- en Oost-Vlaanderen sterk zijn gedaald (tot meer dan 100 m in de kern van de afpompingskegel). Sinds het jaar 2000 voert de overheid een restrictief beleid rond grondwatervergunningen. Dit heeft geleid tot een geleidelijke afbouw van de opgepompte debieten. Hierdoor worden landbouwers genoodzaakt te zoeken naar alternatieve waterbronnen. De Vlaamse overheid heeft de wens om de weerbaarheid tegen klimaatverandering te vergroten, negatieve effecten van de zeespiegelstijging en droogteproblematiek te voorkomen en overexploitatie van de diepere watervoerende pakketten verder tegen te gaan. Zeker na de afgelopen droge zomers is de aandacht voor droogte en verzilting groot, zowel bij waterbeheerders als bij agrariërs. In de lager gelegen kustgebieden is zoet grondwater schaars en zijn sloten vaak brak (zie bijvoorbeeld westkustpolder.com), wat zorgt voor een grotere uitdaging bij de zoetwatervoorziening. Geïnspireerd door onderzoeken in Zeeland, waar in 2014 en 2015 de zoetwatervoorraden in de ondergrond van de provincie zijn gekarteerd [1] en maatregelen ter vergroting van de zoetwatervoorraad zijn onderzocht [2], is in Vlaanderen tussen 2017 en 2019 het project FRESHEM voor GO-FRESH Vlaanderen uitgevoerd.

In dit onderzoek, in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij en als onderdeel van het Interreg North Sea Region-project TOPSOIL (topsoil.eu), zijn de zoete en zoute grondwatervoorkomens gekarteerd en op basis daarvan maatregelen voorgesteld. Het project is uitgevoerd door een consortium van Deltares, Skytem, Universiteit Gent, Inagro, De Watergroep en TNO. Het project bestond uit twee fases: 1) FRESHEM (FRESH Salt groundwater distribution by Helicopter ElectroMagnetic survey) waarbij de zoet-zoutverdeling in de ondergrond is gekarteerd [3], [4], en 2) GO-FRESH (Geohydrological Opportunities FRESH water supply) waarbij lokale maatregelen ter vergroting van de zoetwatervoorraad zijn onderzocht [5].

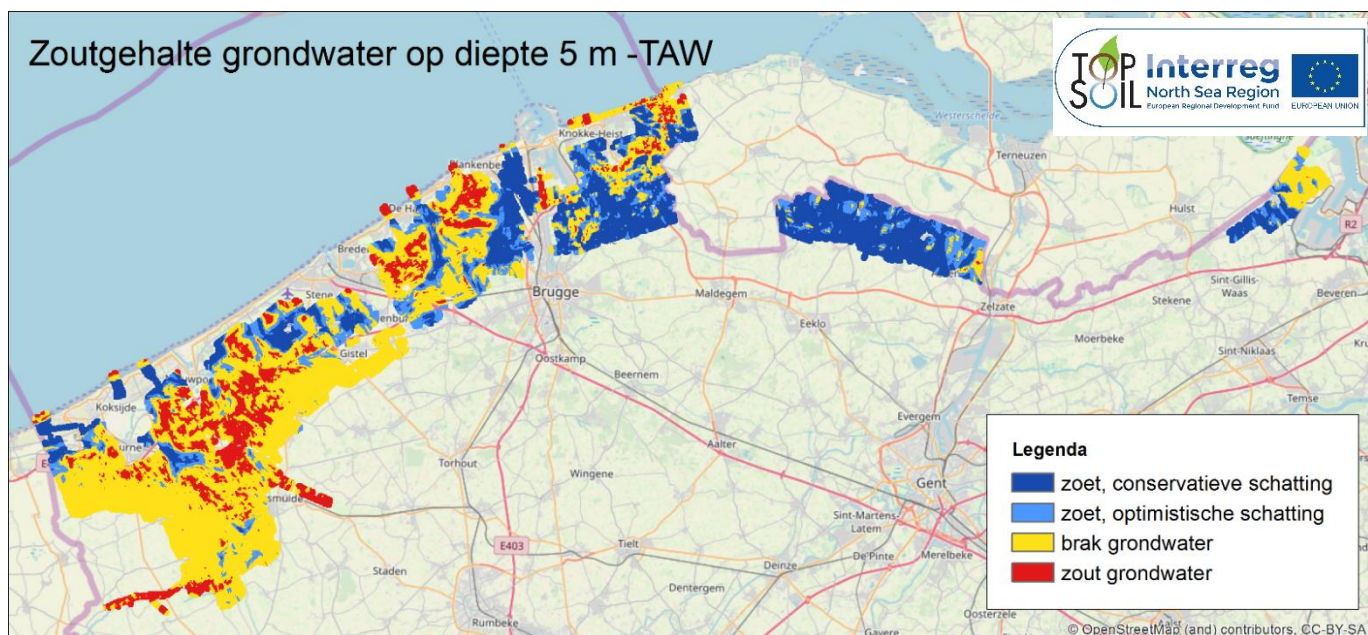
Fase 1: FRESHEM Vlaanderen

De elektrische geleidbaarheid van de ondergrond is bemeaten met behulp van de *airborne EM*-techniek van Skytem. Hierbij zijn elektromagnetische (EM) metingen uitgevoerd met een hoepelvormige meetsonde op een hoogte van 30 meter onder een helikopter. In juli 2017 is zo over een totale lengte van bijna 2400 lijnkilometers gemeten. De metingen zijn voornamelijk gedaan aan de westkust, plus een deel van het Meetjesland en de linker Scheldeoever. Met behulp van een nieuw lithologisch model van de Universiteit Gent [3], grondmetingen en systeemkennis zijn de metingen vertaald naar een 3D-beeld van de geleidbaarheid van de ondergrond. De resultaten zijn gevalideerd met boorgat- en VES-metingen en waterkwaliteitsanalyses, in 85 tot 95 procent van de gevallen kwam de classificatie ‘zoet’ overeen en werd het midden van de mengzone tussen zoet en zout grondwater goed benaderd. De meetcampagne heeft een schat aan data geleverd die zijn uitgewerkt in nieuwe verziltingskaarten, profielen en een volledig 3D-beeld van de zoet-zoutverdeling van het grondwater. Deze resultaten zijn online beschikbaar via de Databank Ondergrond Vlaanderen [6].

De resultaten van de zoet-zoutkartering laten zien dat de ondergrond van het Westelijke kustgebied behoorlijk zout is. In de lager gelegen poelgronden wordt op de meeste plekken op geringe diepte (binnen 2-3 meter) brak of zout water aangetroffen. Zoetwaterlenzen komen voor onder de wat hoger gelegen zandige delen, zoals kreekruigen en het duingebied. Op deze plekken kan water gemakkelijker infiltreren en ligt de grondwaterspiegel hoger dan in de poelgronden. Hierdoor heeft het zoete infiltratiewater in de loop van de tijd het zoute water verdrongen en een zoetwaterlens gevormd.



Afbeelding 1. De FRESHEM-kartering levert een 3D-beeld van de zoet-zoutverdeling in de ondergrond van het Westelijk kustgebied



Afbeelding 2. Zoutgehalte van het grondwater op een diepte van 5 m-TAW (ca. 7.3 m-NAP) op basis van de FRESHEM-resultaten. Op de blauw aangegeven locaties komen zoetwaterlenzen voor met een significante dikte. De conservatieve en optimistische schatting geven samen een bandbreedte in de onzekerheid weer

Fase 2: GO-FRESH Vlaanderen

In de tweede fase van het project is in een enquête onder agrarische bedrijven in het Westelijke kustgebied gevraagd naar de waterbehoefte van het bedrijf, de waterbronnen, behandelingen en prijs, problemen en interesse in investeringen en pilotinstallaties. Uit de enquête kwam naar voren dat de waterbehoefte sterk afhangt van de bedrijfstak en de waterbronnen van zowel de bedrijfstak als locatie. Zo heeft drinkwater voor vee andere kwaliteits- en kwantiteitseisen dan irrigatiewater. Terwijl sommige percelen direct toegang hebben tot zoet oppervlaktewater, hebben andere percelen geen toegang tot zoet water behalve op grote diepte. Hierdoor is er een grote spreiding in het gebruik van verschillende waterbronnen: leidingwater, grondwater, hemelwater en oppervlaktewater. Er is onder agrariërs veel vraag naar kwalitatief water voor onder meer veedrenking en daarom interesse in oplossingen voor problemen rondom de watervoorraad en/of waterkwaliteit.

Vervolgens zijn de FRESHEM-resultaten samen met lokale waterbeheerders en landbouwers uitgewerkt naar kansrijke innovatieve maatregelen om de zoetwatervoorziening in het freatisch grondwatersysteem van het westkustgebied te kunnen verbeteren ten behoeve van de landbouw. Samen met stakeholders uit het gebied zijn verschillende maatregelen besproken om te bepalen onder welke voorwaarden deze interessant zijn en welke rol de ondiepe ondergrond kan spelen in de zoetwaterbeschikbaarheid. Er zijn verschillende kansrijke maatregelen voor het gebied bepaald, zoals regelbare drainage, waterconservering door stuwtejes en het actief infiltreren van zoet water middels het Kreekrug Infiltratie Systeem (KIS, zie verderop).

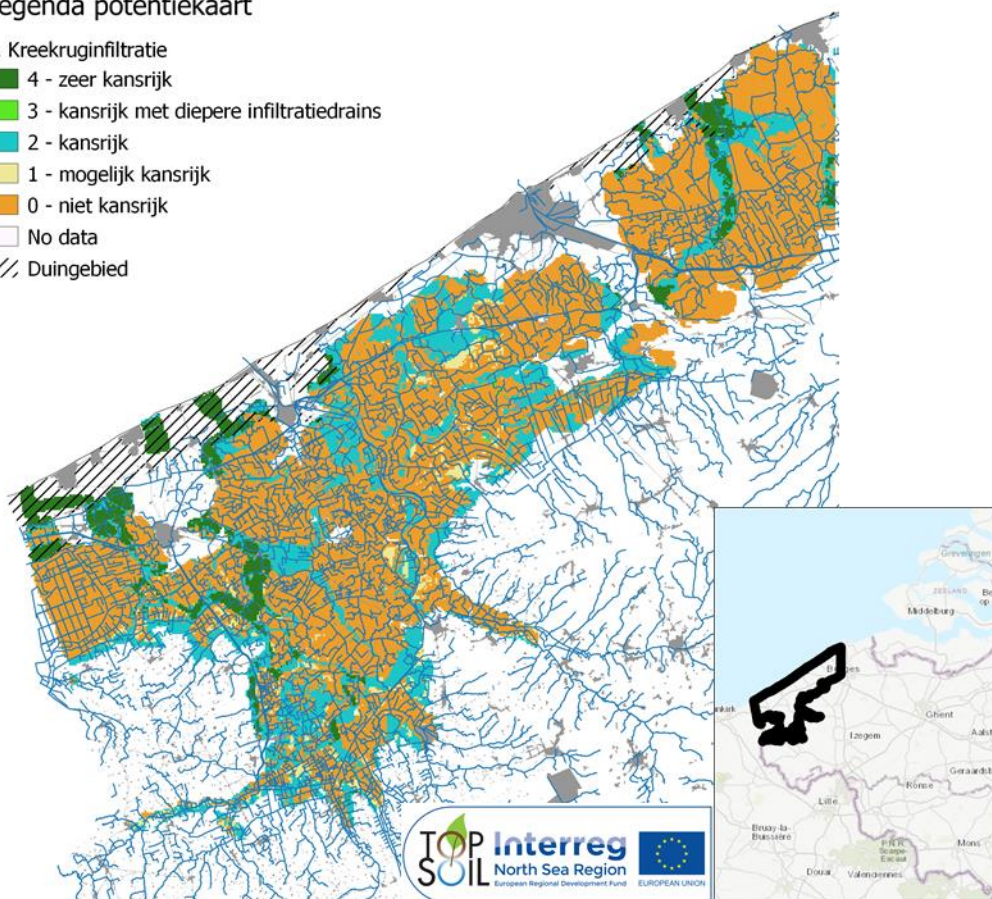
Voor deze maatregelen zijn potentiekaarten opgesteld om per locatie snel te kunnen bepalen of een maatregel kansrijk is. Hiervoor zijn sleutelfactoren gebruikt die de werking van de maatregel beïnvloeden, zoals de zoet-zoutverdeling uit de FRESHEM-kartering. Afbeelding 3 geeft de potentiekaart van het KIS weer. Deze maatregel is alleen interessant op locaties waar water infiltrereert in een zandige ondergrond, hoofdzakelijk de kreekruggen en het dungebied. Tijdens regionale workshops zijn de diverse maatregelen besproken en afgewogen en is kreekruginfiltratie als meest

interessant aangewezen voor dit gebied. Deze maatregel kan potentieel zorgen voor een nieuwe zoetwaterbron voor het gebied. Samen met lokale waterbeheerders en agrariërs is een bezoek gebracht aan een dergelijk systeem in Zeeland. De vraag was onder welke omstandigheden deze maatregel fysisch en economisch haalbaar is.

Legenda potentiekaart

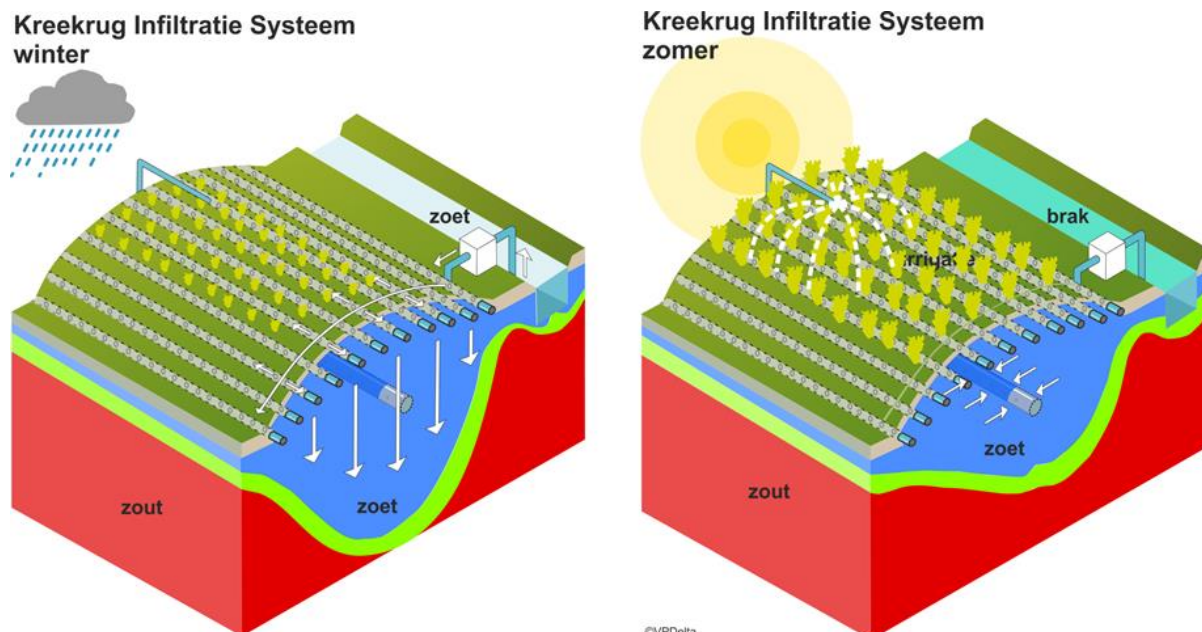
1. Kreekruginfiltratie

- 4 - zeer kansrijk
- 3 - kansrijk met diepere infiltratiedrains
- 2 - kansrijk
- 1 - mogelijk kansrijk
- 0 - niet kansrijk
- No data
- Duingebied



Afbeelding 3. Potentiekaart van het Kreekrug Infiltratie Systeem (KIS)

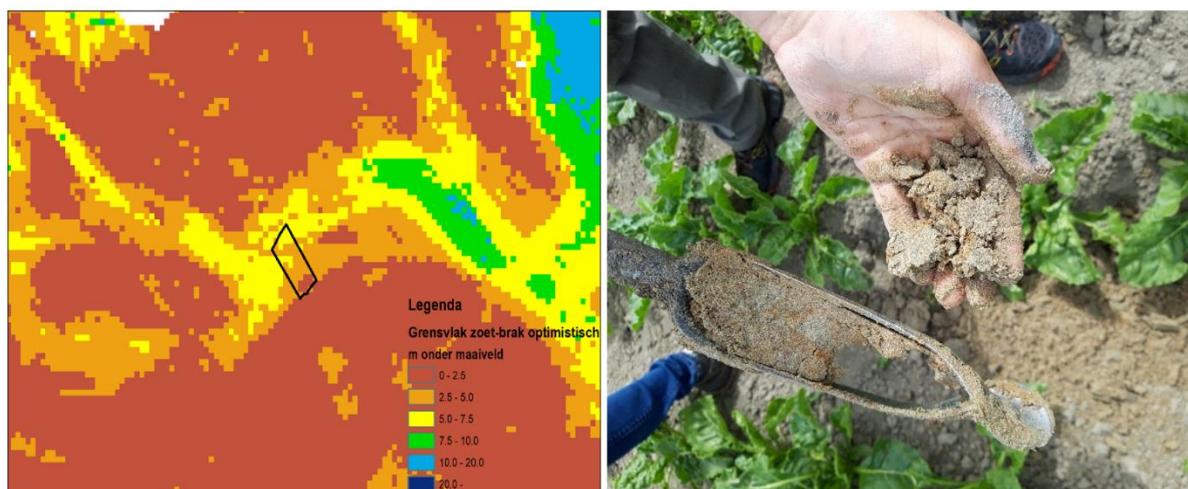
Kreekruginfiltratie bestaat uit actieve infiltratie van beschikbaar zoetwater via ondiepe horizontale buizen (bijv. bestaande of nieuw aan te leggen buisdrainage). Hierdoor wordt de grondwaterstand verhoogd in hoger gelegen zandlichamen (bijv. kreekruggen of oude zandgeulen) en daarmee de zoetwaterlens vergroot [2], [6]. Bij kreekruginfiltratie wordt gebruik gemaakt van het principe van Badon-Ghyben-Herzberg dat stelt dat de dikte van de zoetwaterlens 40 maal het stijghoogteverschil tussen de kreekrug en poelgrond bedraagt. Dit betekent dat theoretisch een grondwaterstandsverhoging van 10 cm zorgt voor een toename in de dikte van de zoetwaterlens van 4 meter. Deze factor is sterk afhankelijk van het voorkomen van storende (klei)lagen, maar laat wel zien dat een bescheiden grondwaterstandsverhoging kan leiden tot een significante toename van de zoetwatervoorraad. De extra infiltratie van water is nodig om de lens sneller te laten groeien dan alleen door de neerslag die op het perceel valt. Daarnaast zorgt deze extra infiltratie voor een duurzaam systeem wanneer er vervolgens tijdens het groeiseizoen water uit de zoetwaterlens wordt onttrokken. Op Walcheren is zo'n kreekruginfiltratie getest en metingen laten zien dat het werkt; 3 tot 4 meter groei van de zoetwaterlens na 5 jaar door infiltratie van ongeveer 30.000 m³ / jaar.



Afbeelding 4. Conceptuele weergave van het KIS. Door zoet water te infiltreren in het winterhalfjaar groeit de zoetwaterlens. Uit: [2]

Studiebedrijf

Om de potentie van kreekruginfiltratie op lokale schaal verder te onderzoeken is een bedrijf aangewezen dat op de potentiekaart als geschikt naar voren kwam. Dit studiebedrijf is een varkens- en melkveebedrijf en ligt op een kreekrug. Diepe boringen in de omgeving en extra ondiepe boringen op het perceel tijdens een veldbezoek laten zien dat de bodem tot een diepte van 15 tot 25 meter bestaat uit zand. Volgens de FRESHM-resultaten heeft het perceel een zoetwaterlens met een dikte van 2,5 tot 7,5 meter. Aangrenzend aan het perceel ligt een beek waar in de winter zoetwater uit onttrokken kan worden voor infiltratie. Daarnaast is er ruimte voor een verhoging van het grondwater. Op basis van regionaal beschikbare gegevens voldoet dit proefbedrijf daarmee aan de voorwaarden voor kreekruginfiltratie: er is een zoetwaterlens, de ondergrond is geschikt voor infiltratie en er is een waterbron beschikbaar voor infiltratiewater. Voor het bepalen van de daadwerkelijke geschiktheid van een locatie is het altijd belangrijk om ook een korte veldsurvey uit te voeren met metingen van onder andere de ondergrond en het zoet-zoutprofiel. Voor deze pilot zijn een onderzoeks- en monitoringsplan en een conceptontwerp opgesteld.



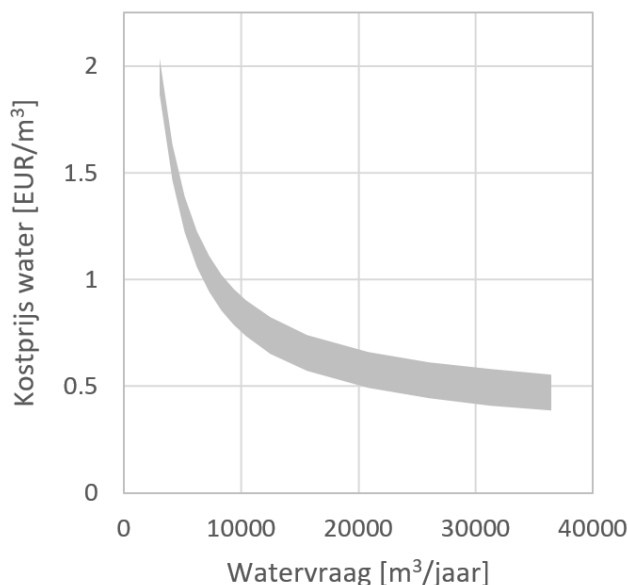
Afbeelding 5. Links: de ligging van het studiebedrijf op kaart met de diepte van het grensvlak zoet-brak. Rechts: de ondergrond van het perceel is zandig en geschikt voor infiltratie

Kostprijsanalyse

Voor het studiebedrijf is een kostprijsanalyse uitgevoerd om te bepalen of een dergelijke maatregel rendabel is. Hiervoor is gekeken welke waterbronnen op het bedrijf, zoals diep grondwater en leidingwater, vervangen kunnen worden door ondiepe onttrekkingen uit kreekruggen in combinatie met kreekruginfiltratie. Vervolgens is de kostprijs van het systeem bepaald, waaronder de benodigde infiltratiedrainen en de pomp-, elektra- en regelsystemen. Verder is rekening gehouden met kosten voor bijvoorbeeld elektra, onderhoud en heffingen.

Op basis van deze analyse blijkt dat voor het studiebedrijf het omschakelen van de huidige situatie naar een situatie met kreekruginfiltratie niet rendabel is: de kostprijs van het water neemt met ongeveer een derde toe. Dit komt doordat het bedrijf slechts een geringe (vervangbare) watervraag heeft van ongeveer 3500 m³/jaar, waardoor de prijs per kuub hoog is: bij een grotere watervraag zal de kostprijs van het water uit het Kreekrug Infiltratie Systeem sterk dalen. Zo daalt de kostprijs van het water bij een systeem met een oppervlakte van ongeveer 10 hectare en watervraag van 10.000 m³/jaar naar ongeveer 73 cent per m³ en bij een watervraag van 30.000 m³/jaar naar ongeveer 41 cent per m³, exclusief eventuele heffingen en nabehandelingen (afbeelding 6). Ter vergelijking: leidingwater in het Westelijk kustgebied heeft een kostprijs van € 1,81/m³ (voor veel agrarische ondernemers een referentieprijs), opvang en opslag van regenwater komt op € 1,15/m³ en grondwater zonder infiltratie kost grofweg € 0,25/m³ (exclusief eventuele heffingen en nabehandelingen).

Ten opzichte van leidingwater wordt een infiltratiesysteem dus interessant bij een watervraag van grofweg 3.500 m³/jaar en ten opzichte van regenwater bij 5.500 m³/jaar. Om de watervraag te vergroten en daarmee de kostprijs van het onttrokken water te verlagen kan een systeem worden aangelegd door samenwerking tussen meerdere ondernemers. De exacte kosten en economische haalbaarheid moeten altijd per bedrijf worden bekeken, aangezien ze sterk afhankelijk zijn van de inrichting van het perceel, ondergrond en reeds aanwezige voorzieningen. Andere voorwaarden liggen bij de waterkwaliteit, beschikbaarheid van een waterbron en de vergunningverlening.



Afbeelding 6. Indicatieve kostprijs van het water uit een KIS bij een systeem van 10 ha. en afschrijving over 20 jaar (pompinstallatie 5 jaar), inclusief regelmatige monitoring waterkwaliteit, exclusief heffingen en vergunningskosten. Daadwerkelijke kosten verschillen per bedrijf en zijn onder andere afhankelijk van de ondergrond en elektriciteitsvoorziening

Ondanks de op het eerste oog relatief hoge kostprijs kan kreekruginfiltratie toch een realistische maatregel zijn, doordat het water levert van een constante kwaliteit en een grote leveringszekerheid heeft, vooral van belang tijdens droge perioden. Het toekomstig gebruik van een deel van de huidige waterbronnen, zoals oppervlaktewater en grondwater, is door klimaatsverandering en overexploitatie onzeker geworden. Het Kreekrug Infiltratie Systeem is een duurzame waterbron, waarbij het onttrokken water 's winters grotendeels wordt aangevuld en de aanwezige zoetwaterlens en watervoorziening ook op de langere termijn behouden blijft.

Conclusies

Voor een duurzame zoetwatervoorziening is het belangrijk om het watersysteem goed te kennen en vervolgens samen met stakeholders te kijken naar de verschillende mogelijkheden die het watersysteem biedt. Door het karteren van de zoetwatervoorraden in het Westelijk kustgebied van Vlaanderen konden potentiekaarten worden gemaakt voor verschillende maatregelen ten behoeve van het vergroten van de zoetwatervoorraden. Deze gegevens zijn in workshops besproken met stakeholders uit het gebied. Hieruit bleek dat kreekruginfiltratie wordt gezien als meest belovend omdat het op een duurzame manier in een deel van de waterbehoefte in het Westelijke kustgebied kan voorzien. Door het opstellen van een kostprijsberekening kan de haalbaarheid van het systeem op lokale schaal worden bepaald. Vooral bij een hogere watervraag wordt de prijs aantrekkelijk ten opzichte van andere waterbronnen.

Referenties

1. Delsman, J. et al. (2018). 'Large-scale, probabilistic salinity mapping using airborne electromagnetics for groundwater management in Zeeland, the Netherlands'. *Environ. Res. Lett.* 13.
2. Oude Essink, G. et al. (2018). *GO-FRESH: Valorisatie kansrijke oplossingen voor een robuuste zoetwatervoorziening.*

3. Delsman, J. et al. (2019). *TOPSOIL Airborne EM kartering van zoet en zout grondwater in Vlaanderen (FRESHM Vlaanderen). Deelopdrachten 1, 2, en 3*. Deltares-rapport 11200306-000-BGS-0011. Deltares, Universiteit Gent, De Watergroep, TNO, SkyTEM.
4. Vandeveld, D. et al. (2018). 'Groundwater salinity mapping of the Belgian coastal zone to improve local freshwater storage availability'. Proceedings, 25th Salt Water Intrusion Meeting, Gdansk, Poland.
5. Louw, P.G.B. de et al. (2019). *TOPSOIL - GO-FRESH Vlaanderen, Potenties om de zoetwaterbeschikbaarheid te verbeteren*. Deltares-rapport 1200306-007-BGS-000. Deltares, Inagro, Universiteit Gent, De Watergroep.
6. Database Ondergrond Vlaanderen, <https://dov.vlaanderen.be/>
7. Pauw, P.S., Baaren, E.S. van, Visser, M. Louw, P.G.B. de, Oude Essink, G.H.P. (2015). 'Increasing a freshwater lens below a creek ridge using a controlled artificial recharge and drainage system: a case study in the Netherlands'. *Hydrogeology Journal* 23, 1415–1430. <https://doi.org/10.1007/s10040-015-1264-z>.