

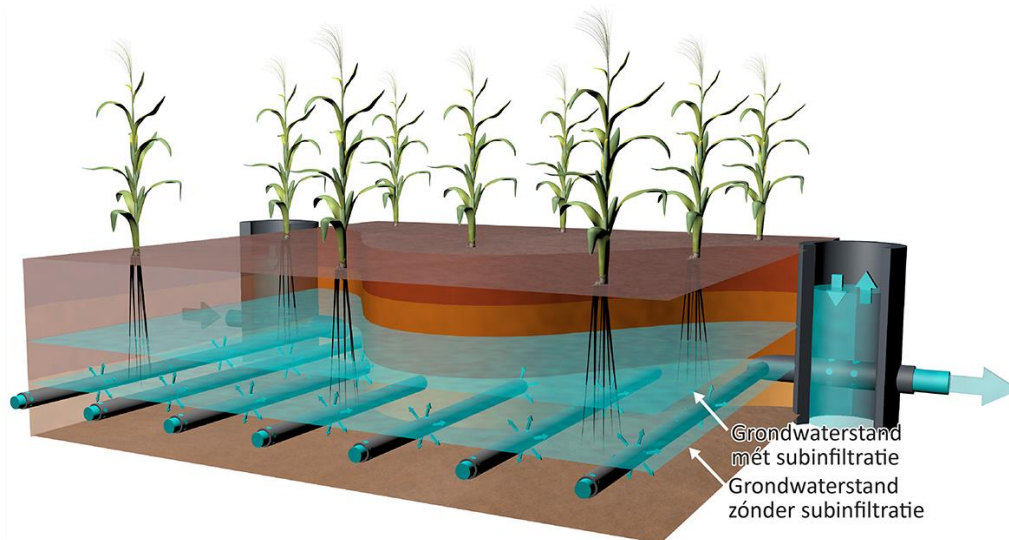
## **Regelbare drainage-infiltratie als droogtmaatregel rondom de Deurnsche Peel: een verkenning van de lokale en regionale effecten**

*Hugo van Hintum, Stefan Dekker (Universiteit Utrecht), Chris van Rens, Xandor Eblé, Sanne Huisman (waterschap Aa en Maas)*

**Regelbare Drainage-Infiltratie (RDI) is een potentiële droogte-adaptatiemaatregel als vervanging van beregening. Om meer inzicht te krijgen in de regionale effecten heeft waterschap Aa en Maas een modelstudie uitgevoerd naar de invloed van RDI met oppervlaktewater in het hydrologische attentiegebied rondom natuurgebied de Deurnsche Peel. Modelresultaten laten zien dat RDI het beoogde effect heeft op grondwaterstanden. Effecten van droogte worden daardoor voorkomen of verkleind en de wegzijging in delen van het natuurgebied neemt door de bufferwerking af. RDI met oppervlaktewater kan daarom potentieel een rol spelen bij duurzamer waterbeheer en het ondersteunen van natuur in de Deurnsche Peel.**

Met de huidige klimaatveranderingen en de toenemende frequentie van droge zomers zoals in 2018, 2019 en 2020, is duurzaam watergebruik nog nooit zo belangrijk geweest. De droogte van de afgelopen jaren heeft geleid tot (mogelijk onomkeerbare) schade aan kwetsbare natuurgebieden, waardoor grondwateronttrekkingen voor beregening nog meer ter discussie zijn komen te staan. Om beregening te verminderen, moet gezocht worden naar alternatieve irrigatietechnieken die passen bij toekomstig duurzaam waterbeheer.

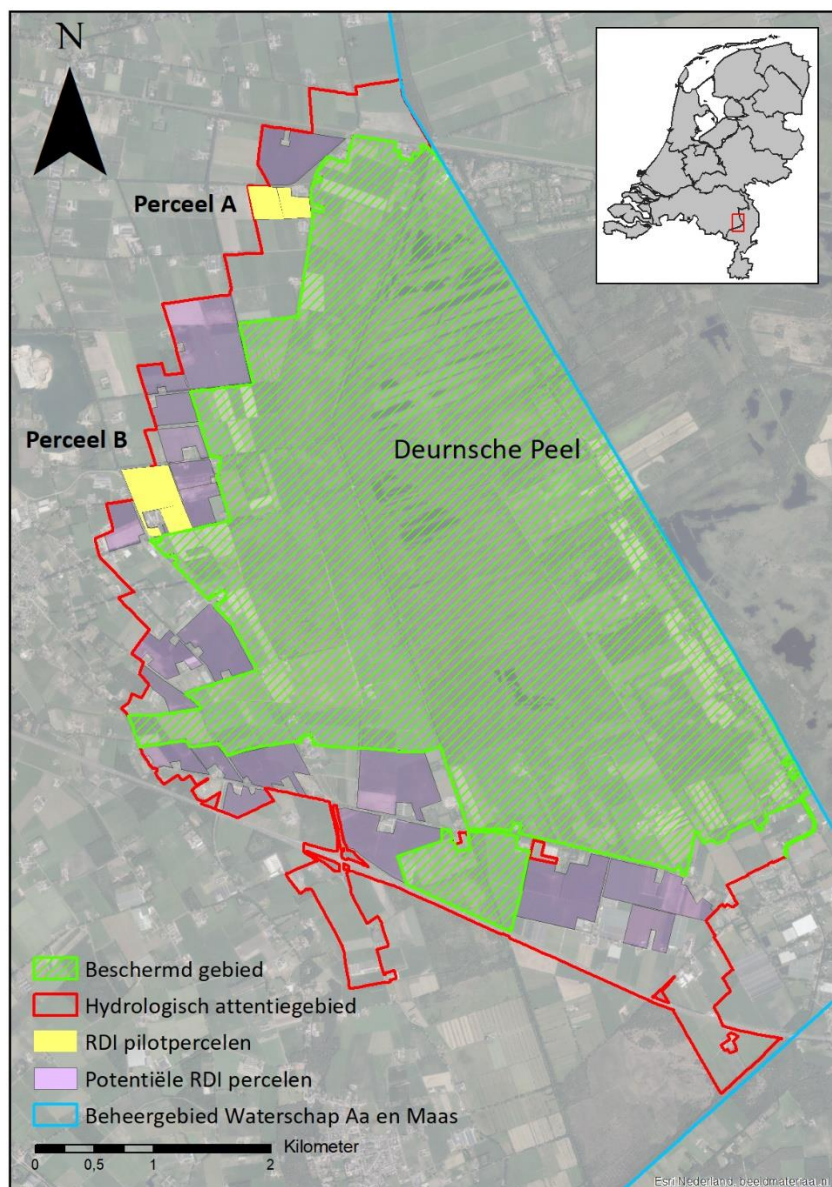
Een innovatieve irrigatietechniek die al op enkele plekken in Nederland wordt toegepast is Regelbare Drainage-Infiltratie (RDI), ook wel subirrigatie genoemd. Bij RDI wordt een ondergronds buisdrainagesysteem aangelegd, dat aangesloten is op een regelput waarmee grondwaterstanden op het perceel gestuurd kunnen worden (zie afbeelding 1). Dit drainagesysteem kan ook worden ingericht als infiltratiesysteem. Oppervlaktewater wordt dan aangevoerd naar de regelput, waardoor de grondwaterstanden op het perceel via subinfiltratie op peil gehouden, dan wel verhoogd kunnen worden. Een van de voordelen van RDI is de ondergrondse wateraanvoer, waardoor oppervlakteverdamming en -afstroom verminderd worden in vergelijking met conventionele beregening. Daarnaast worden bij gebruik van een RDI-systeem de brandstofkosten, tijd en fysieke arbeid die normaal gepaard gaan met beregening, bespaard.



Afbeelding 1. Schematische weergave van een regelbaar drainage-infiltratiesysteem; aangepast figuur uit [1]

Recente onderzoeken laten zien dat RDI potentie biedt in Nederland, aangezien via RDI een groot deel van het gezuiverde afvalwater in Nederland gebruikt kan worden voor watervoorziening in de landbouw [2], [3]. De bodem is namelijk in staat om eventuele schadelijke stoffen af te vangen, zodat restwater gebruikt kan worden als irrigatiewater voor de landbouw. Maar naast de vochtvoorziening voor gewasproductie kan RDI, als vernattingsmaatregel, ook bijdragen aan het conserveren van water en het aanvullen van het regionale grondwatersysteem. Wanneer dat gebeurt in zones rond natuurgebieden, kan wegzijging uit de natuurgebieden worden verkleind en draagt RDI bij aan droogtebestrijding.

Een van deze kwetsbare natuurgebieden is het Natura 2000-gebied de Deurnsche Peel & Mariapeel in Noord-Brabant. Waterschap Aa en Maas streeft naar duurzaam grond- en waterbeheer in het hydrologische attentiegebied rondom het natuurgebied (zie afbeelding 2) en realiseert hier in overleg met partijen de regio maatregelen, zoals hogere oppervlaktewaterpeilen, het dempen van watergangen en het bufferen van regenwater, om te zorgen voor nattere omstandigheden in het natuurgebied. Mogelijk kan ook RDI een aanvullende maatregel vormen. De verwachting is dat de grondwaterstanden stijgen en er een hydrologische tegendruk ontstaat, waardoor wegzijging uit het natuurgebied verminderd zal worden, als oppervlaktewater wordt geïnfiltreerd in het attentiegebied rondom het natuurgebied. Bovendien kan RDI mogelijk zorgen voor een vermindering van de beregeningsbehoefte op landbouwpercelen in het attentiegebied rondom de Deurnsche Peel.



Afbeelding 2. Overzichtskaart van het onderzoeksgebied. Brondata: GBKN, Kadastrale en Topografische ondergrond © Dienst voor het kadaster en de openbare registers, Apeldoorn, 2007; © Alterra; Adviesdienst Geoinformatie en ICT Rijkswaterstaat; © Aerodata Int. Surveys, aeroGRID NL 2007; provincie Noord-Brabant

RDI biedt perspectief voor de landbouw (minder droogteschade, minder/geen berekening nodig) en lijkt een veelbelovende maatregel voor het ondersteunen van kwetsbare, grondwaterafhankelijke natuurgebieden zoals de Deurnsche Peel. Maar wat is de invloed van RDI op het watersysteem en de gewasopbrengsten? En is RDI daadwerkelijk in staat een hydrologische tegendruk te creëren om wegzijging uit de Deurnsche Peel te verminderen? Om deze vragen te beantwoorden gaat waterschap Aa en Maas starten met het uitvoeren en monitoren van RDI-pilotprojecten bij twee landbouwbedrijven in het hydrologische attentiegebied rondom de Deurnsche Peel. Hierop vooruitlopend is als verkenning naar de regionale effecten van RDI en voor het in kaart brengen van de watervraag bij eventuele opschaling ervan, een modelstudie uitgevoerd naar de effecten van RDI. Hierbij is gekeken naar de effecten op grondwaterstanden, wegzijging, gewasopbrengsten en de waterbalans.

## Werkwijze

Voor het onderzoek is gebruik gemaakt van het regionaal hydrologisch grondwatermodel van Aa en Maas in combinatie met het gewasmodel WOFOST (WORld FOod STudies) [4]. Voor de simulatie en interactie van processen in de onverzadigde zone en het bovenste grondwater, maakt het model gebruik van MetaSWAP (Soil-Water-Atmosphere-Plant). Recent is RDI in dit model geïmplementeerd als onderdeel van het onderzoeksprogramma Lumbricus [5]. Met de ontwikkelde module kan RDI op perceelniveau doorgerekend worden, om zo ook de regionale effecten in kaart te kunnen brengen. Er is gerekend met een celgrootte van 25 bij 25 meter, voor de periode 2015 t/m 2019.

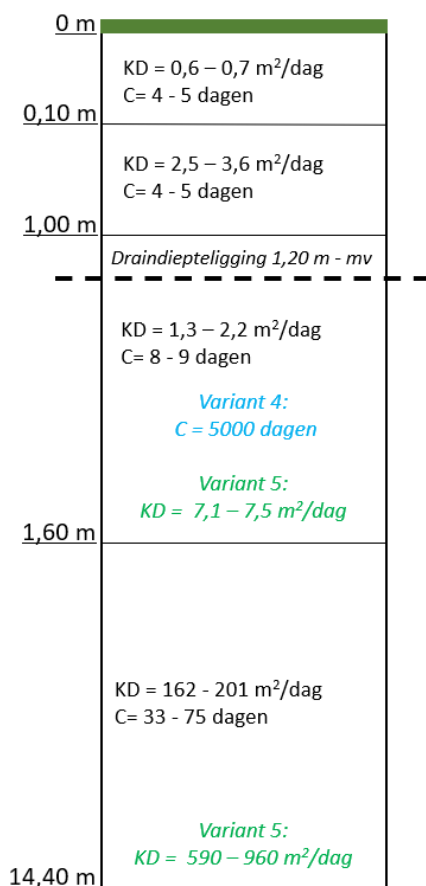
Om modelmatig de effecten van RDI onder verschillende omstandigheden en situaties te bepalen zijn er meerdere modelvarianten opgesteld (zie tabel 1). Allereerst is de huidige situatie met en zonder berekening doorgerekend zodat i) de invloed van grondwateronttrekkingen bepaald kan worden en ii) het effect van RDI kan worden onderscheiden. Daarnaast is er gevarieerd in de bodemweerstand en -doorlatendheid, de periode van infiltratie, het wateraanvoerlimiet en de schaal van toepassing.

Tabel 1. Overzicht van de verschillende modelvarianten

Variant	Korte beschrijving	Periode van infiltratie	Aanvoerlimiet	Toepassingschaal
1	<i>Huidige situatie <b>met</b> berekening</i>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
2	<i>Huidige situatie <b>zonder</b> berekening</i>	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
3	<i>Kleinschalige toepassing van RDI</i>	jan-dec	Géén	Pilotpercelen
4	<i>Hogere verticale bodemweerstand onder de drain</i>	jan-dec	Géén	Pilotpercelen
5	<i>Hogere horizontale doorlaatbaarheid</i>	jan-dec	Géén	Pilotpercelen
6	<i>Géén infiltratie buiten groeiseizoen</i>	apr-sep	Géén	Pilotpercelen
7	<i>Infiltratiestop tijdens zomer</i>	jan-jun	Géén	Pilotpercelen
8	<i>RDI met aanvoerlimiet</i>	jan-dec	2 mm/dag	Pilotpercelen
9	<i>Grootschalige toepassing van RDI</i>	jan-dec	Géén	70 % van attentiegebied

De variatie in bodemweerstand en -doorlatendheid (varianten 4 en 5) is enkel toegepast op de modellen onder de diepteligging van de drainagebuizen, zoals weergegeven in afbeelding 3.

Diepte t.o.v. maaiveld



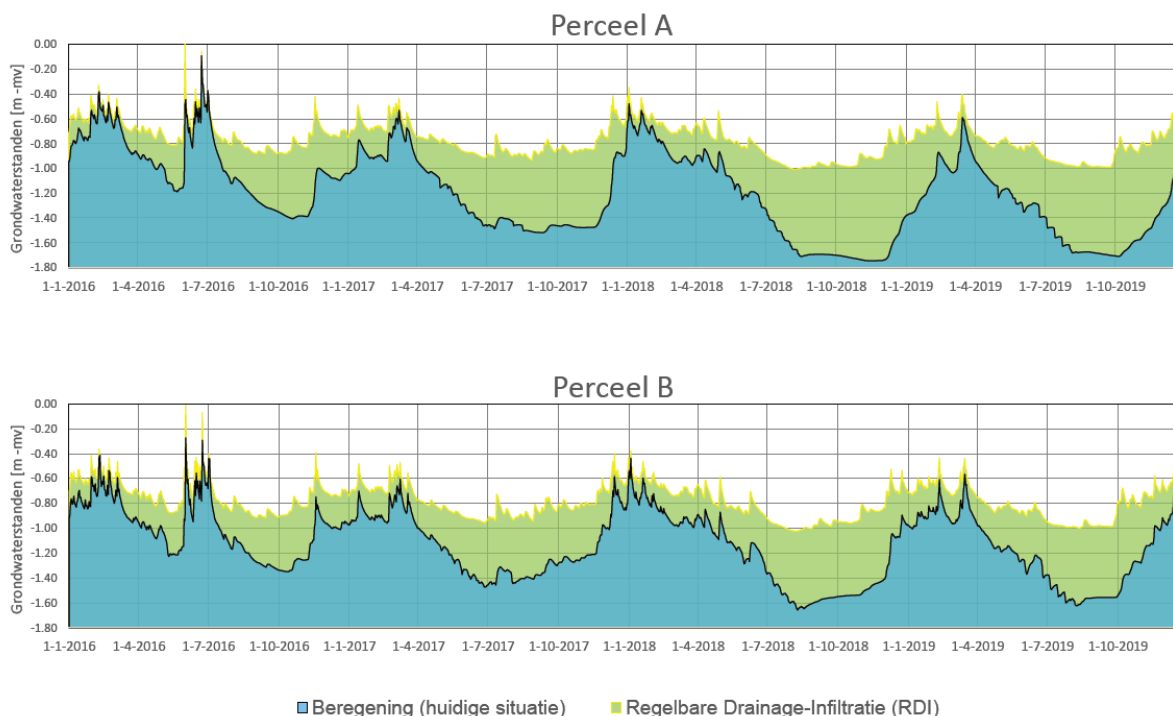
Afbeelding 3. Diepteprofiel met hydrologische bodemweerstand (C) en -doorlatendheden (KD) voor beide percelen. Een hogere verticale bodemweerstand (variant 4) is weergegeven in blauw; de hogere bodemdoorlatendheden (variant 5) zijn weergegeven in groen. Afbeelding is niet op schaal

Voor het onderzoek is onderscheid gemaakt tussen twee schaalniveaus waarop RDI toegepast is. Allereerst is RDI enkel gesimuleerd op de twee pilotpercelen waar RDI zal worden uitgevoerd (geel in afbeelding 2). Daarnaast zijn de effecten van een eventuele opschaling van RDI doorgerekend door RDI te simuleren op meerdere potentieel voor RDI geschikte percelen (zo'n 70% van alle percelen) in het hydrologische attentiegebied rondom de Deurnsche Peel (paars in afbeelding 2).

## Resultaten

### Gewasopbrengst

Het toepassen van RDI zorgt tijdens het groeiseizoen voor een sterke verhoging van de grondwaterstanden in beide pilotpercelen. Waar de grondwaterstanden in de huidige situatie tijdens de zomers van 2018 en 2019 al snel wegzakten naar dieptes van 1,60 tot 1,70 meter onder maaiveld, zorgt RDI juist voor stabielere grondwaterstanden met maximale dieptes van 1,00 meter onder maaiveld (zie afbeelding 4).



Afbeelding 4. Grondwaterstanden bij berekening (blauw) of RDI (groen)

De verhoging van grondwaterstanden tijdens het groeiseizoen is gunstig voor de gewasontwikkeling van gras. Dit is terug te zien in de jaarlijkse gewasopbrengsten voor gras op beide percelen (zie tabel 2). Bij (onbeperkte) berekening (variant 1) zijn de jaarlijkse opbrengsten voor gras hoog (tussen de 16.000 en 18.000 kg/ha). Het toepassen van RDI (variant 3) zorgt voor dezelfde of zelfs een hogere gewasopbrengst.

Tabel 2. Jaarlijkse gewasopbrengsten voor gras in kg/ha droge stof voor perceel A en B; De gewasopbrengst voor varianten 2 t/m 8 is gegeven relatief t.o.v. variant 1

Variant		2016		2017		2018		2019	
		A	B	A	B	A	B	A	B
1	<i>Huidige situatie met berekening</i>	<b>+16855</b>	<b>+16824</b>	<b>+17285</b>	<b>+16991</b>	<b>+16731</b>	<b>+17023</b>	<b>+17269</b>	<b>+17178</b>
2	<i>Huidige situatie zonder berekening</i>	-208	-188	-727	-722	-2534	-1340	-1666	-1044
3	<i>RDI (basisvariant)</i>	+521	+397	+607	+269	+552	+698	+1117	+816
4	<i>Hogere verticale bodemweerstand</i>	+508	+386	+622	+291	+562	+832	+1106	+831
5	<i>Hogere horizontale doorlaatbaarheid</i>	+174	+401	-468	-2	-1405	+44	-1174	+15
6	<i>Géén infiltratie buiten groeiseizoen</i>	+522	+413	+592	+281	+253	+660	+813	+781
7	<i>Infiltratiestop tijdens zomer</i>	+16	+19	+526	+261	-1106	-663	-111	-268
8	<i>RDI met aanvoerlimiet</i>	+202	+348	+64	-123	-1131	-375	-429	-255

Het behalen van gelijke of zelfs hogere gewasopbrengsten is echter niet vanzelfsprekend. Bij ongunstige bodemeigenschappen zoals een hogere bodemdoorlatendheid (variant 5) wordt de gewenste grondwaterstandverhoging niet behaald, waardoor gewasopbrengsten juist lager kunnen uitvallen in vergelijking met berekening (zie tabel 2). Daarnaast is een wateraanvoerstop (variant 7) of een beperkte infiltratiecapaciteit (variant 8), bijvoorbeeld bij grote droogte of wanneer andere gebieden prioriteit krijgen wat betreft wateraanvoer, eveneens ongunstig voor een goede gewasontwikkeling.

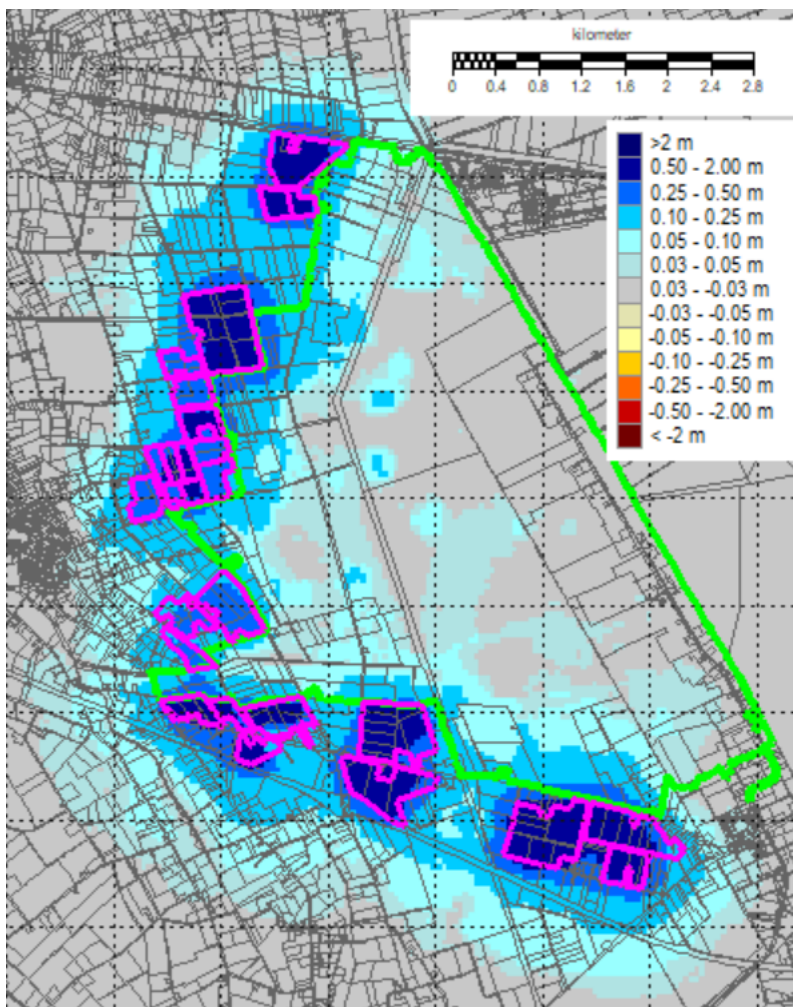
Het niet infiltreren van water vóór het groeiseizoen (variant 6) leidt voor deze percelen niet tot lagere gewasopbrengsten in vergelijking met het gehele jaar door infiltreren (variant 3). Wanneer de agrariër tijdelijk, bijvoorbeeld voor het inzaaien, de grondwaterstanden in het perceel verlaagt door te draineren, kunnen de grondwaterstanden daarna door middel van RDI weer op peil gebracht worden. Tijdelijk draineren lijkt in dit gebied bij voldoende aanvoer water geen nadelige gevolgen voor de jaarlijkse gewasopbrengst te hebben.

De gemiddelde watergift voor RDI over het groeiseizoen (april-september) voor de jaren 2017, 2018 en 2019 is 794 mm (ruim de gemiddelde jaarlijks neerslagsom voor deze regio). Modelmatig wordt er voor berekening gemiddeld 107 mm berekend. Voor RDI is dus aanzienlijk meer water nodig. Voor de grondwaterstandverhoging van 60 cm is, uitgaande van een bodemporositeit van 0,4, eenmalig grofweg zo'n 250 mm water nodig. Het merendeel van het aangevoerde water dat via RDI infiltreert op het perceel verdwijnt dus naar de omgeving (grondwater en beekafvoer). Bij voldoende bodemweerstand in de omgeving en waterbeheer dat gericht is op maximaal conserveren van water, lijkt infiltratie door RDI in het attentiegebied ondersteuning te kunnen bieden voor de aangrenzende natuur, aangezien grondwateronttrekkingen verminderd worden en het grondwater aangevuld wordt.

### **Invloed op de Deurnsche Peel**

Het aanvullen van de regionale grondwatervoorraad is terug te zien in het uitstralings­effect van RDI op de grondwaterstanden in de omgeving. Rondom percelen met RDI vindt een stijging van de gemiddeld laagste grondwaterstand (GLG) plaats (zie afbeelding 5). Direct naast de percelen waar RDI plaatsvindt kan deze verhoging oplopen tot zo'n 30 cm. Naburige agrariërs ondervinden ook invloed van RDI, aangezien ook op hun percelen het grondwater in de zomer minder diep wegzakt.

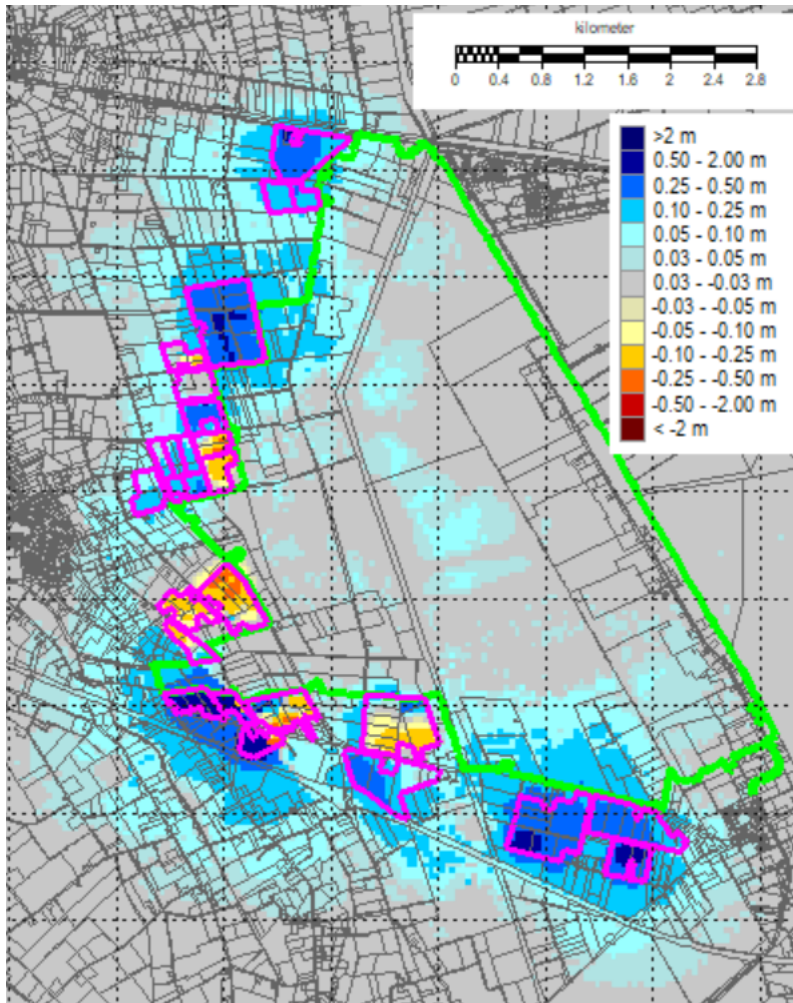
Ook aan de naastgelegen randen van de Deurnsche Peel stijgt de GLG, gemiddeld met zo'n 15 cm. Dit is positief voor natuur in deze randzones. Het effect van RDI op grondwaterstanden in het centrum van het natuurgebied, 1 tot 3 kilometer vanaf de plaats waar RDI plaatsvindt, is beperkt tot enkele plekken met maximaal 10 cm verhoging van de GLG.



Afbeelding 5. Effect van RDI op de GLG over de jaren 2016 t/m 2019. Blauwe kleuren geven een toename van de GLG aan wanneer RDI als vervanging van berekening wordt toegepast. In groen de Deurnsche Peel; in paars de percelen waar RDI is gesimuleerd



Wanneer het RDI-systeem het gehele jaar door actief is, worden in het model ook buiten het groeiseizoen de grondwaterstanden verhoogd en stijgt de gemiddeld hoogste grondwaterstand (GHG) (zie afbeelding 6). De verhoging kan oplopen tot 20 centimeter direct langs de percelen waar RDI toegepast wordt, waardoor op lagergelegen percelen in het attentiegebied mogelijk plasvorming kan optreden. Het effect in de Deurnsche Peel zelf is beperkt tot enkele centimeters.

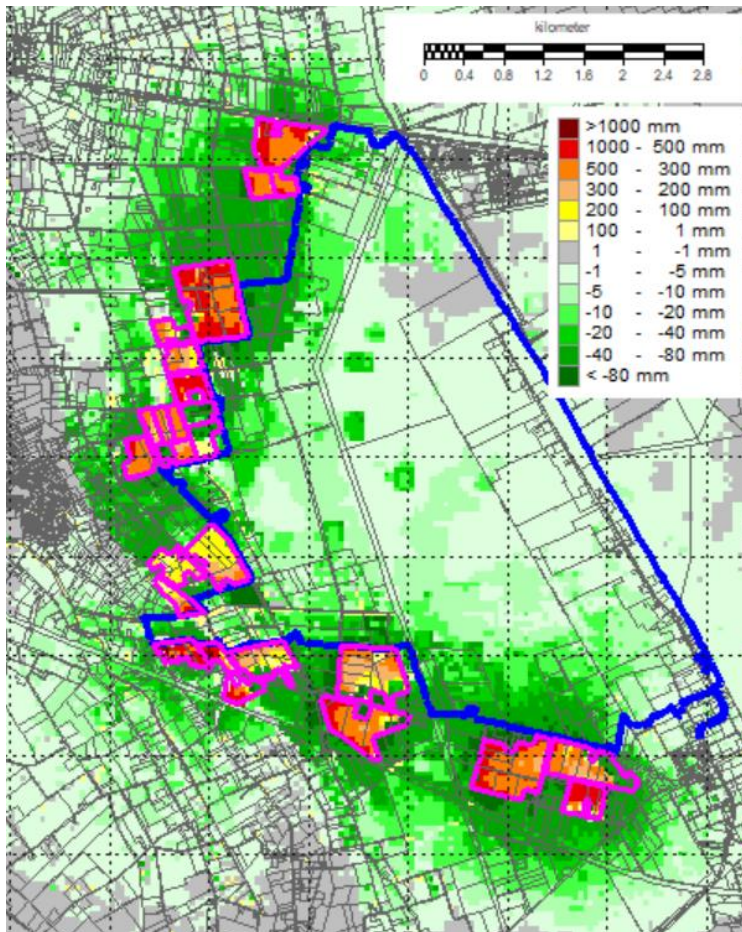


Afbeelding 6. Effect van RDI op de GHG over de jaren 2016 t/m 2019. Blauwe kleuren geven een toename van de GHG aan en oranje een afname van de GHG wanneer RDI als vervanging van beregening wordt toegepast. In groen de Deurnsche Peel; in paars de percelen waar RDI is gesimuleerd

Het is opvallend dat er bij enkele percelen in het attentiegebied juist een verlaging van de GHG wordt berekend (oranje kleuren in afbeelding 6). Dit zijn percelen waar de grondwaterstanden in de uitgangssituatie al hoog zijn. Wanneer er dan een RDI-systeem aangelegd wordt, heeft dit in deze modelberekening een verlagend effect op de grondwaterstand.

Naast de verandering in grondwaterstanden is ook de verandering van wegzijging in het gebied onderzocht. Resultaten bevestigen de verwachting dat RDI in het attentiegebied rondom de Deurnsche Peel zorgt voor een hydrologische tegendruk, waardoor wegzijging uit het natuurgebied verminderd wordt. De groene kleuren in afbeelding 7 geven een afname in wegzijging aan wanneer RDI grootschalig wordt toegepast in het attentiegebied. Een afname van de hoeveelheid wegzijging, vooral aan de randen van de Deurnsche Peel, betekent dat er meer water beschikbaar is voor kwetsbare

natuur. Het effect op het centrum van de Deurnsche Peel is klein. RDI kan dus een goede maatregel zijn voor ondersteuning van natuur in delen van de Deurnsche Peel.



Afbeelding 7. Verschilkaart in grondwaterflux door laag 1 (wegzijing-kwel) tussen de huidige en RDI-situatie over de periode juni-september 2017. Groene kleuren geven een afname van wegzijging aan, Rode kleuren een toename van wegzijging (infiltratie). Blauw omlijnd de Deurnsche Peel, paars omlijnd de percelen waar RDI is gesimuleerd

### **Watervraag tegenover -aanbod**

De effecten van RDI lijken dus veelbelovend. Gewasopbrengsten kunnen bij voldoende aanvoer gewaarborgd worden en de hogere grondwaterstanden in combinatie met de vermindering van de wegzijging zijn positief voor het ondersteunen van randgebieden van de Deurnsche Peel. De gebiedsdekkende waterbalans toont dat grootschalige subinfiltratie (bij toepassing op 70% van het attentiegebied) zorgt voor een toename van de grondwaterstroming naar de omgeving. Dit en de verhoogde grondwaterstanden zijn aanwijzingen dat RDI zorgt voor het conserveren van water in het regionale grondwatersysteem. Daarnaast bleek de bergingsverandering over het groeiseizoen (april-september) minder groot bij RDI in vergelijking met de berekeningssituatie, wat duidt op een constantere grondwatervoorraad.

Behalve deze positieve effecten is er ook een keerzijde. Er is namelijk veel water nodig om RDI op grote schaal te kunnen realiseren. De modelberekeningen wijzen uit dat zo'n 20 à 30 procent van het water dat momenteel ingelaten wordt in het gebied, nodig is voor grootschalige RDI. Dit komt neer op zo'n 94 à 112 liter water per seconde dat onttrokken wordt uit lokale waterlopen. Hierdoor kan

benedenstrooms van het attentiegebied eerder waterschaarste optreden. Met de geplande opwaardering van de Noordervaart zal er echter meer water uit de Maas beschikbaar komen voor de Peelregio en zal de impact van RDI op de waterbeschikbaarheid benedenstrooms ook lager zijn.

### Conclusie

Deze modelstudie laat zien dat regelbare drainage-infiltratie met oppervlaktewater een goed alternatief lijkt te zijn voor beregening in het hydrologische attentiegebied rondom de Deurnsche Peel. Zo vallen gewasopbrengsten voor gras gelijk of hoger uit bij het toepassen van RDI in plaats van beregening. Daarnaast zijn de hogere grondwaterstanden en de afname van wegzijging in het gebied als gevolg van RDI positief voor het ondersteunen van natuur in de randgebieden van de Deurnsche Peel. De stijging van grondwaterstanden laat zien dat door middel van RDI water geconserveerd kan worden, om zo het regionale grondwatersysteem aan te vullen. De verwachting is dan ook dat RDI met oppervlaktewater een bijdrage kan gaan leveren aan toekomstig duurzaam waterbeheer in het attentiegebied rondom de Deurnsche Peel.

De gebruikte module om RDI te simuleren bleek een bruikbare tool te zijn om de regionale effecten van RDI te verkennen. Hierdoor heeft deze modelstudie naar de effecten van RDI waardevolle nieuwe inzichten over de regionale doorwerking in het watersysteem opgeleverd. Uit de monitoring van de RDI-pilotprojecten in het attentiegebied rondom de Deurnsche Peel zal moeten blijken of de rekenresultaten correct zijn en of RDI de beoogde rol kan gaan spelen in het toekomstige duurzaam waterbeheer.

### Referenties

1. Narain-Ford, D. M., Bartholomeus, R. P., Dekker, S. C., & Wezel, A. P. van (2020). 'Natural Purification Through Soils: Risks and Opportunities of Sewage Effluent Reuse in Sub-surface Irrigation'. *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology*, 85–117. [https://doi.org/10.1007/398\\_2020\\_49](https://doi.org/10.1007/398_2020_49)
2. Narain-Ford, D. M. et al. (2021). 'Shifting the imbalance: Intentional reuse of Dutch sewage effluent in sub-surface irrigation'. *Science of the Total Environment (volume 752)*, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142214>
3. Stofberg, S. F., Bartholomeus, R. P., Eertwegh, G. A. P. H. van den, & Raat, K. J. (2021). *Hergebruik van gezuiverd restwater in de landbouw – Subirrigatie met RWZI effluent Haaksbergen 2015-2019*. (2021.026). KWR. <https://edepot.wur.nl/544537>
4. Wit, A. W. J. de, Boogaard, H. L., Supit, I., & Berg, M. van den (2020). *System description of the WOFOST 7.2 cropping systems model (7.2)*. Wageningen Environmental Research. <https://edepot.wur.nl/522204>
5. Pouwels, J. et al. (n.d.). *Regionale analyse Lumbricus maatregelen - Effect wormgangen en effect regelbare drainage met subirrigatie (Concept)* (No. 1220765–022-BGS-0004). Deltares.