

# Grondwaterstudie Fryslân

Januari 2019



## Terugblik en vooruitblik

Een waterrijke provincie, dat is Fryslân! In de vorige nieuwsbrief vertelden we u al over het hoe en waarom van de Strategische Grondwaterstudie Fryslân. Nog even terugkijken? Dat kan [hier](#). In deze nieuwsbrief leest u de eerste resultaten van de onderzoeken. We kijken naar het nu, maar ook naar het verleden en de toekomst van de grondwatersituatie in Fryslân. Kunnen we de grondwatersituatie van de toekomst beïnvloeden?

### Grondwatermodellen en resultaten

In de vorige nieuwsbrief las u al dat Royal Haskoning DHV twee grondwatermodellen bouwde. Eén voor de kwaliteit van het grondwater (zoet/zout) en één voor de kwantiteit (hoeveelheid grondwater) in Fryslân. Nieuwe resultaten komen in hoog tempo binnen. De resultaten die we tot nu toe hebben, delen we met u in deze nieuwsbrief

We hebben onder andere berekend wat de huidige gemiddeld hoogste grondwaterstanden (herfst/winter-periode) en de gemiddelde laagste waterstanden (zomers) zijn. Ook is gekeken naar hoeveel grondwater er naar diepere lagen wegzakt of juist omhoog komt - dit omhoogkomende water noemen we ook wel kwel. Op de kaart rechts zien we dat vooral in het oosten van de provincie Fryslân veel water wegzakt (infiltratie). In de beekdalen is duidelijk sprake van

kwel. Ook in het veenweidegebied in het midden van Fryslân komt veel grondwater naar boven.

*Kaart: grondwater kwel (omhoogkomend water) en infiltratie (wegzakkend water).*

| [Klik op het kaartje voor een vergroting](#)



## Grondwaterberekeningen

Royal Haskoning DHV berekende de ontwikkeling van het Friese grondwatersysteem. Dit geeft een beeld van hoe het in het verleden was, maar ook hoe het er in de toekomst uit zal zien; in 2050 en 2085. Om deze ontwikkeling goed te bekijken, voerden ze berekeningen uit aan de hand van verschillende klimaatscenario's, gingen ze uit van de bodemdaling in het Friese veenweidegebied zoals dat verloopt bij uitvoering van het peilbeleid uit de [Veenweidevisie](#) en hielden ze rekening met de bodemdaling door gas- en zoutwinning. Het kaartje rechts laat de bodemdaling tot 2085 zien volgens het klimaatscenario Gh bij uitvoering van het peilbeleid uit de Veenweidevisie en als gevolg van gas- en zoutwinning.

[Klik op het kaartje voor een vergroting](#)

### Klimaatscenario's van het KNMI

Het klimaat verandert, de zeespiegel stijgt en de hoeveelheid neerslag en verdamping veranderen. Hoe het klimaat precies gaat veranderen, weten we nog niet. Om daar inzicht in te krijgen ontwikkelde het KNMI vier [klimaatscenario's](#). Alle vier scenario's kunnen plaatsvinden. Ze geven daarom ook het kader aan waarbinnen het klimaat kan veranderen.

Om de grondwaterberekeningen voor de Grondwaterstudie Fryslân uit te voeren, werken we met de klimaatscenario's van het KNMI: **GI**, **Gh**, **WI** en **Wh**. **G** staat voor een gematigd klimaat, **W** voor een warm klimaat. De letter **I** staat voor overheersende lage drukgebieden (natte zomers) en de **h** voor overheersende hoge drukgebieden (droge zomers, zoals die van 2018). De veranderingen die de klimaatscenario's aangeven gaan ook invloed hebben op ons grondwatersysteem. Onderstaand overzicht laat de veranderingen binnen de vier klimaatscenario's zien voor de jaren 2050 en 2085, ten opzichte van de huidige situatie.

Scenario 2050	GI	Gh	WI	Wh
Zeespiegelstijging	15 - 30 cm	15 - 30 cm	20 - 40 cm	20 - 40 cm
Neerslag (jaar)	+ 4%	+ 2,5%	+ 5,5%	+ 5%
Toename verdamping	+ 3%	+ 5%	+ 4%	+ 7%
Neerslag zomer	+ 1,2%	- 8%	+ 1,4%	- 13%
Verdamping zomer	+ 4%	+ 7%	+ 4%	+ 11%
Scenario 2085	GI	Gh	WI	Wh
Zeespiegelstijging	25 - 60 cm	25 - 60 cm	45 - 80 cm	45 - 80 cm
Neerslag (jaar)	+ 5%	+ 5%	+ 7%	+ 7%
Toename verdamping	+ 2,5%	+ 5,5%	+ 6%	+ 10%
Neerslag zomer	+ 1%	- 8%	- 5%	- 23%
Verdamping zomer	+ 3,5%	+ 8,5%	+ 9%	+ 15%



## Grondwaterbalans in 2018

Om te kijken hoeveel water Fryslân binnenkomt en er weer uitgaat, is een waterbalans gemaakt. Elk jaar valt er ruim 3000 miljoen m<sup>3</sup> regen op het vasteland van de provincie. Ongeveer 1800 miljoen m<sup>3</sup> daarvan verdampt weer. Er blijft dus zo'n 1200 miljoen m<sup>3</sup> water over dat de bodem inzakt en grondwater wordt. Veel van dit water gaat direct via sloten, water en meren weer naar zee, dat is ook terug te zien in de waterbalans. Ongeveer 50 miljoen m<sup>3</sup> grondwater gaat jaarlijks naar industrie of wordt drinkwater.

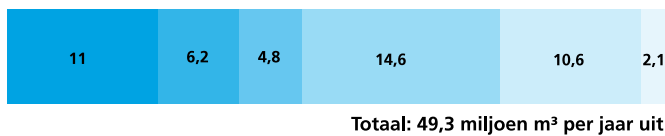
Niet alleen door regen, maar ook door de ondergrond komt er water de provincie binnen. Dat is ongeveer 100 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Zo'n 50 miljoen m<sup>3</sup> water stroomt de provincie via de ondergrond ook weer uit. Er komt dus meer binnen dan dat eruit gaat. Het water komt binnen vanuit het oosten – de provincies Drenthe en Overijssel, maar ook vanuit het IJsselmeer en de Waddenzee. Vooral vanuit de Waddenzee komt

veel zout water onze provincie binnen – ongeveer 47 miljoen m<sup>3</sup> per jaar.

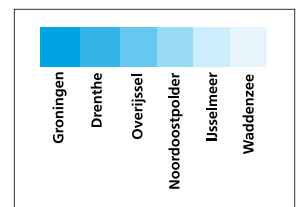
We kunnen de provincie opdelen in drie delen: de zandgebieden in het zuidoosten, de kleigebieden in het noordwesten en de laaggelegen veengebieden in het midden. Per jaar loopt er ruim 50 miljoen m<sup>3</sup> grondwater weg uit de zandgebieden. Voor een groot deel loopt dit naar het veengebied. Het veen trekt in totaal zo'n 66 miljoen m<sup>3</sup> water aan per jaar. Dat komt uit de zandgebieden, maar voor een deel ook uit de kleigebieden. In de kleigebieden komt er meer water binnen dan dat naar het veen weer wegloopt. Voor een groot deel wordt dit overtollige water door sloten weer terug naar zee gevoerd, maar voor een deel loopt dit zoute grondwater ook naar het zuidoosten toe. De hoeveelheid zoet water neemt daar af. Onderstaand figuur laat de huidige grondwaterbalans zien.



Totaal: 97,8 miljoen m<sup>3</sup> per jaar in



Totaal: 49,3 miljoen m<sup>3</sup> per jaar uit



### Grondwaterstand in de toekomst

Veranderingen in grondwaterstanden zorgen ook voor veranderingen in ondergrondse stromingen. Afhankelijk van het klimaatscenario neemt de toestroom van (zout) grondwater vanuit de Waddenzee tot 2085 toe met 17 tot 25 procent. Dit zoute water wordt deels door het oppervlaktewater via sloten afgevoerd, maar stroomt voor een deel ook verder de provincie in. De toenemende instroom van zout water komt vooral door de stijging van de zeespiegel. Uit de berekeningen komt ook naar voren dat de toestroom van grondwater naar de veengebieden tot 2085 toeneemt met ongeveer 50 procent. Een deel van dit water is brak (zoet/zout) of zout. Bij alle berekende klimaatscenario's zit dit rond de 50 procent. Dat komt doordat de belangrijkste oorzaak hiervoor, niet de klimaatscenario's zijn, maar de daling van het maaiveld in combinatie met peilverlagingen in het veenweidegebied.



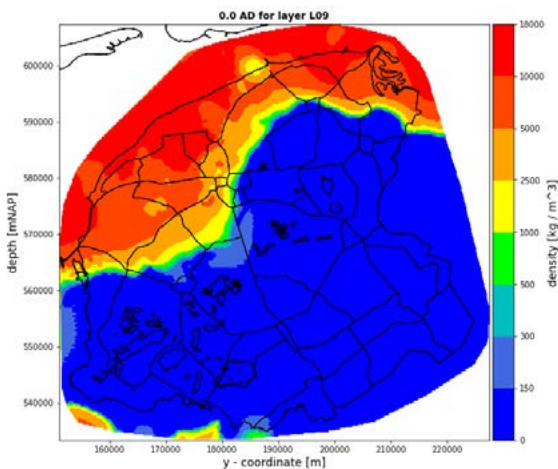
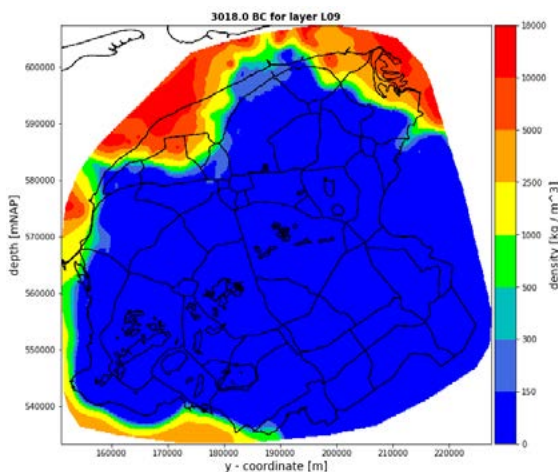
Grondwatermeetpunt

# Terug in de tijd - de geschiedenis van de zoet-zout verhouding

Om meer te leren over het ontstaan van het huidige grondwatersysteem en de processen daarin, is de geschiedenis van het Fryske grondwatersysteem in kaart gebracht van 5000 voor Christus tot de huidige tijd. Door de berekeningen snappen we nu beter hoe het provinciale grondwatersysteem werkt. Zo weten we nu bijvoorbeeld meer over de invloed op de zeespiegelstijging na de laatste ijstijd, de vorming van veen- en kleigebieden, de Zuiderzee, de aanwezigheid van krekens (kleine watergeulen) en de Middellzee op het grondwatersysteem. Al deze factoren hebben beïnvloed waar op dit moment zout grondwater is.

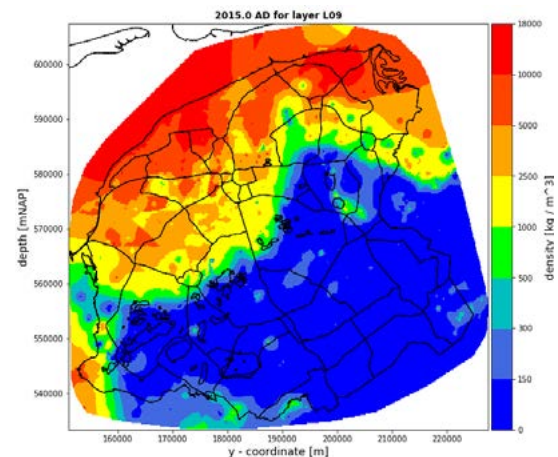
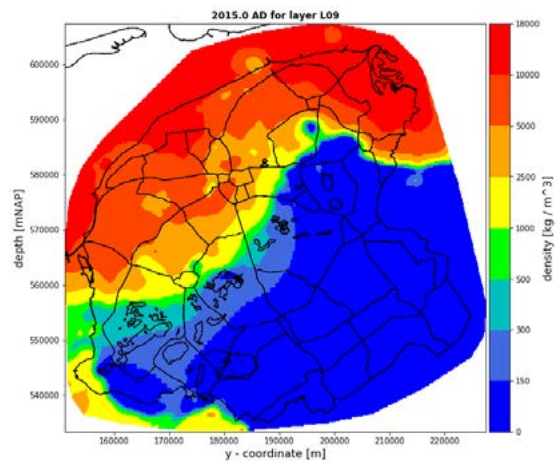
## Verzilting tot het jaar 0

Door de zeespiegelstijging na de laatste ijstijd, is het grondwater in Fryslân vanuit het noordwesten gaan verzilten. Dat is goed te zien op de kaartjes onder en rechts, waarbij **rood** zout grondwater is, en **blauw** zoet grondwater. Het kaartje hieronder laat de situatie van 3018 v. Chr. zien en het kaartje daaronder van het jaar 0.



## Kloppen de berekeningen?

Om te controleren of de berekeningen kloppen met de werkelijkheid, zijn de berekeningen voor het jaar 2015 vergeleken met de gemeten waarden voor dat jaar. Die resultaten komen uit het 3D-beeld dat Deltares in 2017 uit alle beschikbare metingen samenstelde [\(te zien in de vorige nieuwsbrief\)](#). Op onderstaande kaartjes is te zien dat de resultaten redelijk overeenkomen. Het zout wordt iets te zout weergegeven en bij een ingezoomd beeld zijn er kleine verschillen. Door de berekeningen op hoofdlijnen te bekijken geeft het wel een goed beeld van de ontwikkelingen. Onderstaande kaartjes laten de berekende (boven) en gemeten (onder) zoet-zout verhouding in 2015 zien.



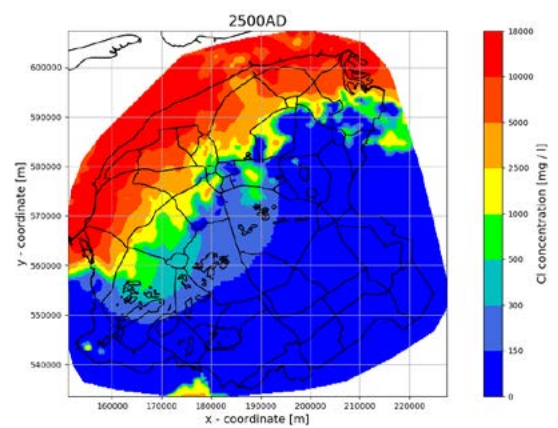
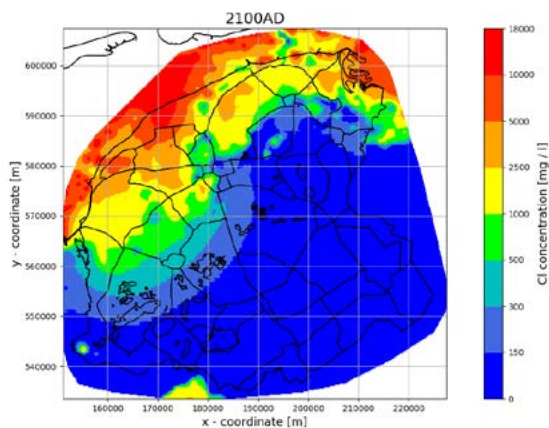
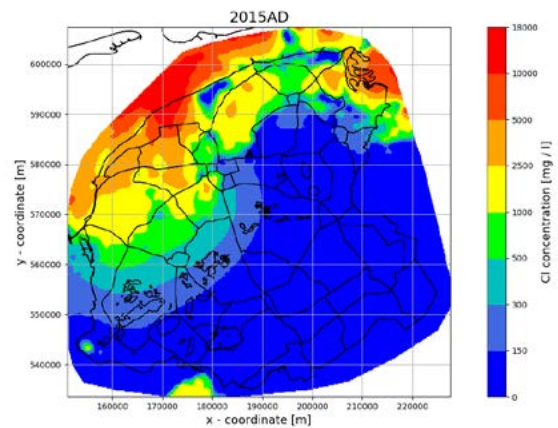




*Kwelderlandschap - hier komen zoet en zout water samen*

## Zoet-zout verhouding in de toekomst

Op de kaartjes op deze pagina zijn de berekeningen te zien voor de zoet-zout verhouding in het grondwater voor het Gh-klimaatsscenario. Tot aan 2100 verandert er niet heel veel. Toch gaat de verzilting van het Fryske grondwater door; traag maar gestaag dringt het zoute grondwater het binnenland in. Op de hele lang termijn (het jaar 2500) krijgen ook gebieden ten zuidoosten van Leeuwarden en ten zuiden van Sneek met zout grondwater te maken. Op de kaartjes ziet u de situatie in 2015 (rechtsboven) 2100 (linksonder) en 2500 (rechtsonder) op ongeveer 50 meter diepte. **Rood** is zout grondwater en **blauw** is zoet grondwater.





## Grondwaterstanden in de toekomst

Met het grondwatermodel is uitgerekend hoe de grondwaterstanden in de toekomst gaan veranderen. Dat is berekend door te kijken naar veranderingen op twee momenten: *de gemiddeld hoge grondwaterstanden* (einde van de winter) en *de gemiddeld lage grondwaterstanden* (einde van de zomer).

### **Gemiddeld hoge grondwaterstand**

Als we naar de toekomst kijken met als kader het [klimaatscenario Gh](#) (dit is een gematigd klimaat met drogere zomers, bijvoorbeeld zoals in 2018), dan zien we veranderingen in de gemiddeld hoge grondwaterstanden (na de winter) tussen 2015 en 2085. In het midden en zuidwestelijk deel daalt de grondwaterstand ten opzichte van het NAP, terwijl er in het noorden en het zuidoosten een lichte stijging is van de grondwaterstand.

Berekenen we vervolgens de bodemdaling mee, dan zien we dat de veranderingen (vooral de daling van het grondwater) een stuk minder ingrijpend zijn. Wat opvalt is dat de beekdalen, vooral van de Tjonger, natter worden. Dit komt doordat het veen in deze gebieden in de toekomst gaat verdwijnen. Hierdoor loopt er vanuit de omliggende gebieden meer water naar de beekdalen. De omliggende zandgebieden worden daardoor juist wat droger, ondanks de grotere neerslag die in de winter zal vallen.

### **Gemiddeld lage grondwaterstand**

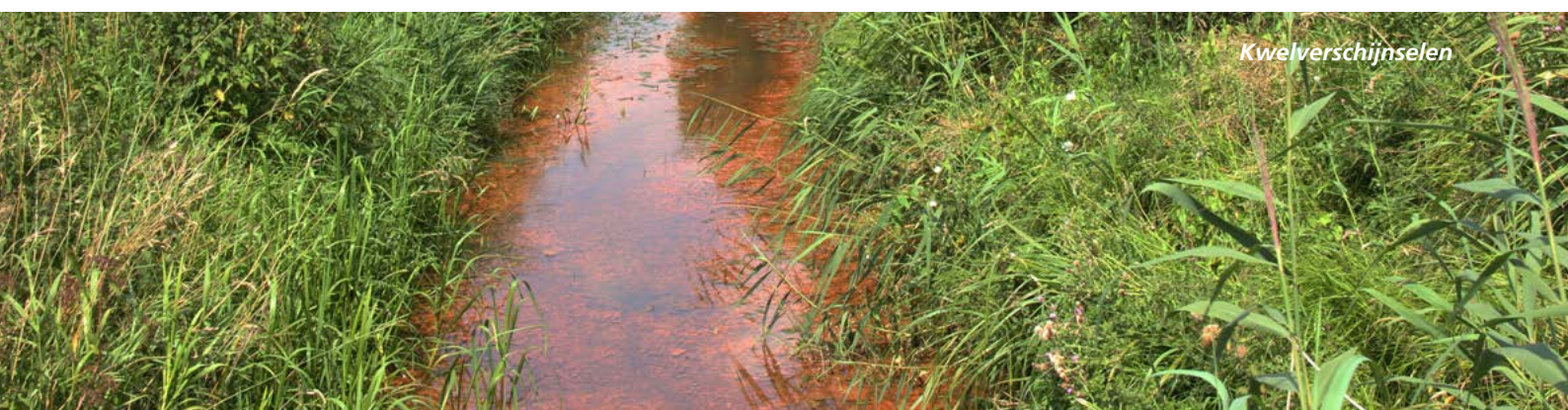
Kijken we naar de gemiddeld lage grondwaterstanden (na de zomer) met als kader weer het klimaatscenario

Gh, dan zien we dat er in bijna heel Fryslân sprake is van een daling van de grondwaterstand. In veel gevallen gaat het om een daling van 5 tot 25 cm. De grotere dalingen (van 50 cm tot ruim 100 cm) komen door de daling in het Fryske veenweidegebied. De groene rand (stijging) langs de Waddenzee komt door de zeespiegelstijging. Ook voor deze resultaten geldt dat wanneer we de bodemdaling meerekenen, de daling van de grondwaterstand er wat minder heftig uitziet.

### **Diep grondwater**

De veranderende grondwaterstanden werken ook door in het diepere grondwater. De stijging van de zeespiegel heeft effect op ongeveer 100 meter diepte (ongeveer zo diep als de drinkwaterputten van Vitens) tot enkele kilometers landinwaarts. Onder de veengebieden daalt dit diepe grondwater tot een meter. De diepere waterstanden trekken grondwater aan vanuit de omgeving.

| [Klik op de kaartjes voor een vergroting](#)

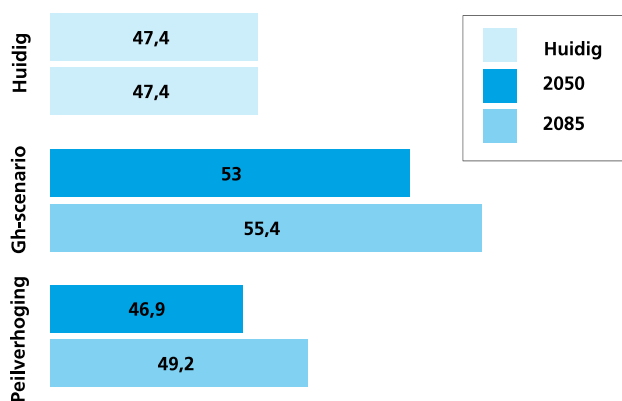


## Hebben we invloed op deze veranderingen?

Na het doorrekenen van de ontwikkeling van het grondwatersysteem zijn we op zoek gegaan naar manieren om het systeem bij te sturen. Er zijn een aantal maatregelen die invloed kunnen hebben op de stroming van het grondwater, bijvoorbeeld peilveranderingen of waterconserving. Het gaat hierbij steeds om min of meer eenvoudige ingrepen, die onderdeel kunnen zijn van een totaalbeleid voor het watersysteem. Voor al die elementen hebben we de effecten op grondwaterstanden, de grondwaterstroming en de zoet-zout verhouding berekend. Hieronder staan twee resultaten uitgelicht: de grondwaterstroming vanuit de Waddenzee en de toestroom naar het veengebied.

### Grondwaterstroming Waddenzee

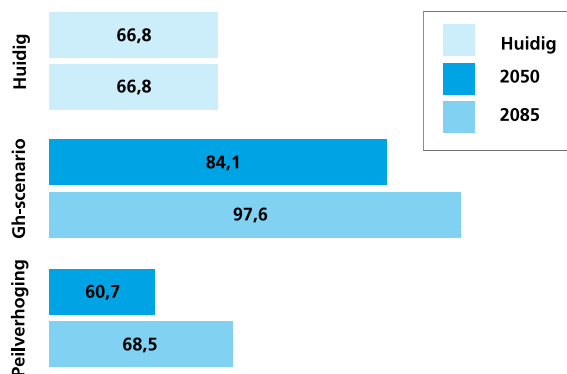
Onderstaande figuur laat de huidige instroom van grondwater zien, de instroom in het Gh-scenario en de instroom bij ophoging van het peil in het noordelijk zeeleigebied. Deze ophoging zorgt ervoor dat de instroom nauwelijks toeneemt. Naast deze maatregel hebben we berekend dat Spaarwater (water vasthouden ondergronds) in het verziltingsgevoelige Noord-Fryslân de instroom van zout grondwater kan beperken.



Figuur: Instroom van grondwater (in miljoen m<sup>3</sup> per jaar) vanuit de Waddenzee in de huidige situatie, bij het Gh-scenario en wanneer het peil in het noordelijk zeeleigebied omhoog gaat, voor de jaren 2050 en 2085.

### Grondwatertoestroom naar veengebieden

Onderstaande figuur laat de jaarlijkse toestroom van grondwater naar het veengebied zien in de huidige situatie, in het Gh-scenario en bij het handhaven van veen in combinatie met een hoger waterpeil in de veengebieden. Uit de interpretatie van de berekeningen blijkt dat de toestroom naar het veengebied vooral komt door de bodemdaling daar. Door vanaf dit moment veen te conserveren en het waterpeil te verhogen, kan deze toestroom het beste beperkt worden.



Figuur: Instroom van grondwater (in miljoen m<sup>3</sup> per jaar) naar de veengebieden van Fryslân in de huidige situatie, bij het Gh-scenario en bij handhaven van veen in veenweidegebied in combinatie met hogere polderpeilen, voor de jaren 2050 en 2085.



*Fryske Feangreidegebiet bij de Deelen*

## Vervolg

De komende maanden ronden we in samenwerking met Wetterskip Fryslân en Vitens de Strategische Grondwaterstudie af. Het beoogde resultaat van de studie is onder andere een set kansenkaarten. Met deze kansenkaarten brengen we bijvoorbeeld in beeld waar geschikte locaties zijn voor toekomstige, duurzame drinkwaterwinningen. Op grond van deze kansenkaarten kunnen we ruimtelijke keuzes maken. Deze ruimtelijke keuzes komen terug in verschillende beleidstrajecten, zoals de Omgevingsvisie en de aanwijzing van de Aanvullende Strategische Voorraden drinkwater. Daarnaast levert de Grondwaterstudie Fryslân input voor andere beleidsopgaven, zoals de uitvoering van de

**Op dit moment worden samengestelde scenario's doorgerekend. Hierbij koppelen we verschillende elementen aan elkaar. Bijvoorbeeld de peilverhoging in het zeeleigebied in combinatie met het toepassen van waterbergingstechnieken.**

Veenweidevisie en de verziltingsproblematiek voor het noordelijk zeeleigebied in onze provincie.

De resultaten en inzichten uit de Strategische Grondwaterstudie Fryslân delen we continu met Wetterskip Fryslân en Vitens. Verder bespreken we de resultaten in gesprekken met landbouw (LTO), natuur en bedrijfsleven (VNO-NCW).

## Vragen

Heeft u vragen over deze nieuwsbrief of de Strategische Grondwaterstudie Fryslân? Dan kunt u contact opnemen met het Klant Contact Centrum van de provincie Fryslân via de telefoon (059 292 5925) of via de mail ([provincie@fryslan.frl](mailto:provincie@fryslan.frl)). De klantadviseurs verwijzen u dan door naar de projectleider Johan Medenblik.

## Colofon

Teksten: Harry Boukes en Johan Medenblik (provincie Fryslân)

Foto's: Johan Medenblik

Kaartmateriaal: Royal Haskoning DHV