



Henk van Hardeveld, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden  
 Epke van der Werf, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden  
 Harm de Jong, Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden  
 Martin van der Schans, Grontmij

# Toekomstverkenning Stichtse Rijnlanden op basis van GGOR en MKBA

**Op basis van de GGOR-methode kan een waterbeheerder advies geven over ruimtelijke ordening. Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en de Provincie Utrecht hebben gezamenlijk onderzocht welke werkwijze hiervoor geschikt is. Diverse toekomstverkenningen brengen in beeld in hoeverre watersysteem en landgebruikfuncties in 2100 nog op elkaar aansluiten. Tevens zijn de maatschappelijke kosten en baten van bodemdaling en peilbeheer gekwantificeerd. De kosten zullen toenemen, vooral in het veenweidegebied. Elke vorm van peilbeheer geeft een andere verdeling tussen de kosten en baten per actor, met consequenties voor het landgebruik. Waterschap en provincie staan gezamenlijk voor de opgave hierin te kiezen.**

**G**GOR staat voor het gewenste grond- en oppervlaktewater-regime. Sinds jaar en dag hanteren waterschappen deze methode in het peilbeheer. De GGOR-methode maakt de werking van het integrale grond- en oppervlaktewatersysteem inzichtelijk en geeft aan welke gevolgen peilvarianten hebben voor het landgebruik. Op basis van dit inzicht is helder af te wegen welke peilvariant het meest gewenst is. Minder gebruikelijk is de omgekeerde weg, waarbij de GGOR-methode resulteert in een advies om het landgebruik beter af te stemmen op het watersysteem. Hierbij moeten zowel waterschap als provincie hun rol (leren te) pakken. Het Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden en de Provincie Utrecht hebben dan ook gezamenlijk onderzocht welke werkwijze geschikt is om invulling te geven aan hun beleidswensen. Hiervoor verrichtten ze enkele toekomstverkenningen op basis van een GGOR-analyse en een maatschappelijke kosten-batenanalyse.

## Toekomstverkenningen

Een GGOR-analyse van de huidige situatie laat zien dat voor het beheergebied van De Stichtse Rijnlanden het watersysteem over het algemeen goed aansluit bij het aanwezige landgebruik. Toch zijn er problemen. In het veenweidegebied

veroorzaakt de ontwatering namelijk bodemdaling. De vraag is hoe de kosten van bodemdaling, maar ook de geschiktheid van het watersysteem voor het landgebruik zich zullen ontwikkelen. In de uitgevoerde studie is daarom de situatie in 2100 verkend. In dit artikel beschouwen we enerzijds een scenario met gelijkblijvende drooglegging (waarbij de waterpeilen zijn aangepast aan de bodemdaling) en anderzijds een scenario met gelijkblijvende peilen (waarbij de drooglegging afneemt door bodemdaling).

De maatschappelijke kosten-batenanalyse (MKBA) is opgesteld vanuit het perspectief van het operationele waterbeheer. Dit perspectief zal immers de kern vormen van een advies over functiegeschiktheid. Tevens is gekozen voor een verkennend karakter. De MKBA kent diensgevolge een regionale opzet en beschouwt alleen de jaarlijks terugkerende kosten gerelateerd aan peilbeheer en bodemdaling. Immateriële aspecten, zoals de waardering van waterkwaliteit en ecologie, de waardering van landschap, recreatiemogelijkheden en de intrinsieke waarde van natuur, blijven daarmee buiten beschouwing. Stuk voor stuk zijn dit belangrijke aspecten, die sterk bepalend kunnen zijn voor de uitkomst van de MKBA<sup>1),2)</sup>. Het zijn echter ook aspecten die veel discussie oproepen<sup>3)</sup>. Mede daarom

volgt deze studie een werkwijze die zich enkel richt op de meest tastbare aspecten van het operationele waterbeheer.

## GIS-model bodemdaling

De ruggengraat van de toekomstverkenningen bestaat uit een voorspelling van de bodemdaling. Hiertoe is een GIS-model ontwikkeld dat de bodemdaling berekent als functie van de grondwaterstand en bodemopbouw. De huidige grondwaterstand is berekend met het HYDRO-MEDAH-model van De Stichtse Rijnlanden. Deze grondwaterstand is aangepast aan klimaatverandering volgens het W+-scenario van het KNMI. De huidige bodemopbouw is bepaald aan de hand van het Geotop-model van het hoogheemraadschap, aangevuld met informatie uit de bodemkaart over ondiepe klei- en veenlagen.

Gegeven de grondwaterstand en de bodemopbouw berekent het GIS-model de bodemdaling aan de hand van de formules zoals die zijn afgeleid voor Zegveld<sup>4)</sup>. Deze formules berekenen de zakking op basis van de gemiddelde laagste grondwaterstand, waarbij vooral grondwaterstanden lager dan 50 cm onder maaiveld de bodemdaling bevorderen. Na berekening van de bodemdaling herberekent het GIS-model zowel de bodemopbouw als de grond-

waterstanden voor de volgende tijdstep. De bodemopbouw verandert immers in de loop van de tijd doordat een deel van het veen oxideert. De effecten van bodemdaling en peilveranderingen op de grondwaterstanden zijn geschat op basis van een onderzoek van Wind<sup>5)</sup>. Dit onderzoek toont aan dat een verandering van de waterpeilen in veengebieden slechts voor circa tweederde doorwerkt op de grondwaterstanden.

Door deze berekeningsroutine in GIS diverse malen te herhalen, is de cumulatieve bodemdaling tot 2100 voor diverse scenario's in beeld gebracht. Afbeelding 1 toont de uitkomst voor het scenario met gelijkblijvende drooglegging. De verlaging van de waterpeilen is hierbij even groot als de daling van de bodem. Te zien is dat bodemdaling enkel optreedt in het veen-weidegebied in het westen van het beheergebied van De Stichtse Rijnlanden. In het zuidelijke veenweidegebied treedt grote bodemdaling op, omdat deze veengronden een relatief grote ontwatering hebben. In het noordoosten treedt grote bodemdaling op, omdat deze veengronden nauwelijks kleilagen bevatten. In Woerden (in het midden van het veenweidegebied) en Maarssen (meest noordoostelijke deel van het veenweidegebied) worden onrealistisch hoge bodemdalingen berekend, doordat geen rekening is gehouden met zandophogingen van nieuwbouwwijken.

In het scenario met gelijkblijvende peilen dalen de peilen niet mee met de bodem. De ontwatering neemt hierdoor na verloop van tijd af, waardoor de dalingsnelheid ook afneemt. Afbeelding 2 toont dat de cumulatieve bodemdaling hierdoor een stuk beperkter is. Op enig moment na 2100 zal de bodem zelfs niet meer verder dalen en stelt zich een nieuw evenwicht in tussen waterpeilen en bodemhoogte.

### Effecten bodemdaling

De belangrijkste effecten van bodemdaling die in deze studie zijn gekwantificeerd, zijn funderingschade van huizen, zakkingschade van wegen en riolering, onderhoudskosten van waterkeringen en hoogwatervoorzieningen en de CO<sub>2</sub>-uitstoot door veenoxidatie. De kosten en baten zijn in beeld gebracht door kostenkengetallen te koppelen aan de cumulatieve bodemdaling en ruimtelijke gegevens over de ligging van objecten en infrastructuur. De kengetallen zijn gebaseerd op een combinatie van de leidraad riolering van Stichting RIONED, berekende eenheids-

kosten en praktijkcijfers van het hoogheemraadschap.

Funderingschade is afhankelijk van de cumulatieve bodemdaling en het funderingstype. Bij op houten palen gefundeerde woningen ouder dan 1970 treedt al bij 20 cm bodemdaling schade op. Woningen jonger dan 1970 zijn doorgaans beter gefundeerd en hebben pas schade bij 100 cm bodemdaling. De schade verloopt exponentieel vanaf het moment dat paalrot optreedt en kan oplopen tot 30.000 euro per woning. Bij ongefundeerde woningen kan de schade zelfs oplopen tot 80.000 euro. Onderzoek wijst uit dat circa twee procent van de huizen in het westelijke veenweidegebied ongefundeerd is<sup>6)</sup>.

Wegen en riolering zijn nauw met elkaar verbonden. Als de riolering wordt vervangen, wordt de weg ook open gebroken, herbestraat en opgehoogd. Naarmate de bodemdaling sneller verloopt, moet vaker worden opgehoogd of vervangen en zullen de kosten dus hoger zijn. Bij de bepaling van de kosten is onderscheid gemaakt tussen wegen met klinkers en wegen met asfalt. Tevens is onderscheid gemaakt tussen gescheiden en gemengde riolering.

Als gevolg van bodemdaling moeten de waterkeringen vaker worden opgehoogd. Daarnaast neemt het verschil in maaiveldhoogte tussen hoogwatervoorzieningen en het aangrenzende land toe. Dit leidt tot een toename van onderhoudskosten van de peilscheidende kunstwerken op de grenzen van de hoogwatervoorzieningen. De onderhoudskosten van zowel waterkeringen als hoogwatervoorzieningen zijn dus gerelateerd aan de snelheid van bodemdaling.

Waarschijnlijk zijn de onderhoudskosten van waterkeringen en hoogwatervoorzieningen in deze studie onderschat. Bij de bepaling van de onderhoudskosten is namelijk geen rekening gehouden met het feit dat de polder grenzend aan de kering of hoogwatervoorziening relatief sneller daalt. Dit kan een verzwarend van de waterkering of hoogwatervoorziening noodzakelijk maken. Een studie in Friesland wijst uit dat de kosten van het waterbeheer door dergelijke effecten aanzienlijk kunnen toenemen<sup>7)</sup>.

Een wat minder zichtbaar aspect van bodemdaling is de uitstoot van CO<sub>2</sub>. Deze is te berekenen door de snelheid

van bodemdaling te relateren aan de bulkdichtheid, de fractie organische stof en de koolstoffractie van veen<sup>8)</sup>. De kosten zijn bepaald door de uitstoot te vermenigvuldigen met de handelsprijs van emissierechten voor CO<sub>2</sub>.

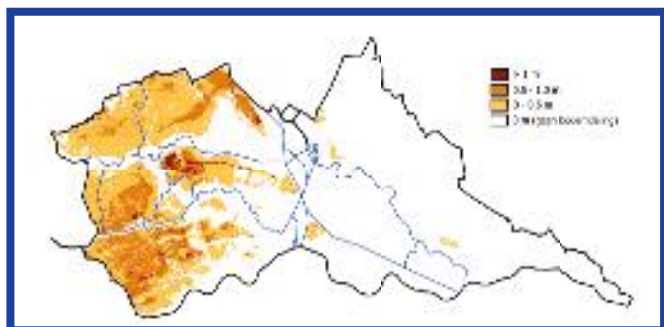
### Effecten peilbeheer

De belangrijkste effecten van peilbeheer die in deze studie zijn gekwantificeerd, zijn landbouwopbrengst, inundatieschade en gemaaldebieten. Voor het bepalen van de landbouwopbrengst is het programma Waternood gebruikt. Gekozen is voor de wat oudere versie 2.0, omdat het veenweidegebied niet binnen het toepassingsbereik van de nieuwere versies ligt. De afbeeldingen 3 en 4 tonen de resultaten. In het scenario met gelijkblijvende peilen (afbeelding 4) is de natschade in het westelijk deel van het gebied significant groter dan in het scenario met gelijkblijvende drooglegging (afbeelding 3). Als het peil niet wordt aangepast aan de bodemdaling, neemt de drooglegging namelijk steeds verder af, wat tot een slechtere ontwatering en dus slechtere productieomstandigheden leidt. In beide scenario's is de opbrengstderving in het oostelijk deel van het gebied beperkt. Door de afwezigheid van veen treedt in dit gebied geen bodemdaling op. Voor de natuurgebieden in het zuidoostelijk deel is de grondwaterstand in beide scenario's te laag, waardoor droogteschade optreedt.

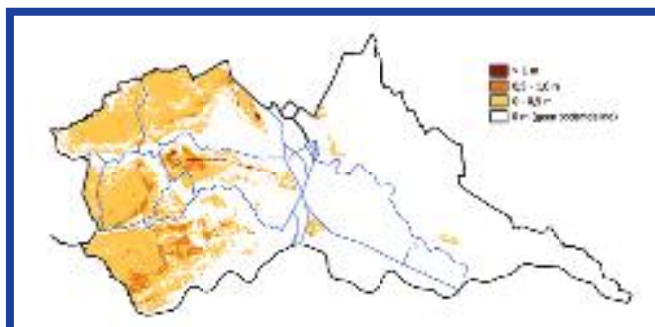
In het scenario met gelijkblijvende peilen treedt verlies aan waterberging op. Hierdoor kan extra inundatie ontstaan tijdens extreme neerslagsituaties. Het bergingsverlies is bepaald op basis van een GIS-analyse. De schade van de geïnundeerde oppervlakte is sterk afhankelijk van het aandeel van elke landgebruikfunctie, waarbij vooral het aandeel woningen bepalend is. De aanname is dat de daarvoor te treffen maatregelen doelmatig zijn en dus in verhouding staan tot de opgetreden schade.

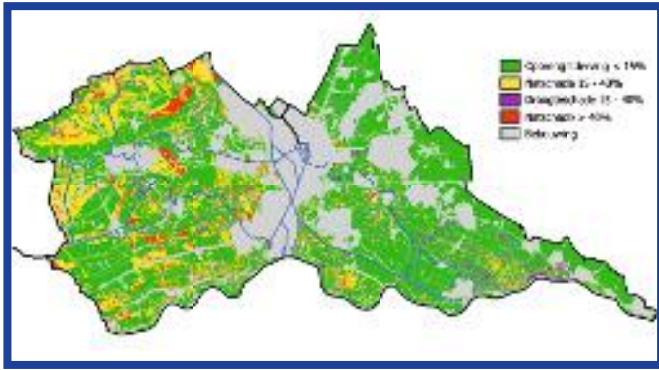
Als gevolg van klimaatverandering moeten de gemalen in de winter meer afvoeren en in de zomer minder. Tevens kan door het aanpassen van de oppervlaktewaterpeilen de kwel toenemen of de wegzijging afnemen. In de studie is zowel de verandering van de bemalen afvoer als gevolg van klimaatverandering als van veranderde geohydrologische omstandigheden berekend. De effecten zijn gesommeerd en vermenigvuldigd met de gemiddelde prijs van een bemalen kubieke meter water in het beheergebied van De Stichtse Rijnlanden.

Afb. 1: Cumulatieve bodemdaling scenario gelijkblijvende drooglegging.

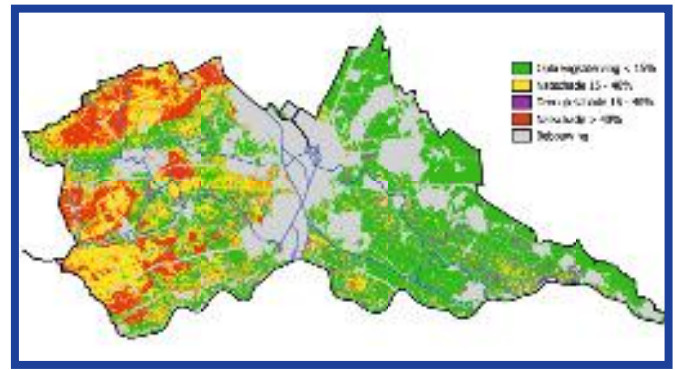


Afb. 2: Cumulatieve bodemdaling scenario gelijkblijvende peilen.





Afb. 3: Doelrealisatie scenario gelijkblijvende drooglegging.



Afb. 4: Doelrealisatie scenario gelijkblijvende peilen.

### Maatschappelijke kosten-batenanalyse

Afbeelding 5 toont de uitkomsten van de maatschappelijke kosten-batenanalyse. Voor beide scenario's zijn de jaarlijkse kosten (negatief) en baten (positief) onderscheiden voor drie actoren: het waterschap, de agrarische ondernemers en de maatschappij als geheel (inclusief de huizenbezitters en de gemeenten).

Ten opzichte van de huidige situatie veranderen de agrarische omstandigheden in het scenario met gelijkblijvende drooglegging nauwelijks. De kosten van bodemdaling voor de maatschappij nemen toe met drie miljoen euro per jaar, vooral als gevolg van verzakkingschade aan huizen. Voor het waterschap stijgen de jaarlijkse kosten voor peilbeheer (vanwege klimaatsverandering) en waterkeringen en hoogwatervoorzieningen (vanwege bodemdaling) samen met twee miljoen euro per jaar.

In het scenario met gelijkblijvende peilen zijn de kosten en baten op hoofdlijnen in evenwicht, maar treedt een verplaatsing van lusten en lasten op. Ten opzichte van de huidige situatie verminderen de maatschappelijke kosten voor bodemdaling met tien miljoen euro per jaar. Daartegenover staat dat de landbouwschade toeneemt met vier miljoen euro per jaar. Het waterschap kampt jaarlijks met één miljoen euro extra kosten voor peilbeheer en een compensatie van zeven miljoen euro voor extra inundatieschade. De baten van de maatschappij gaan dus ten koste van grote kosten voor het waterschap en de agrariërs.

Uit de toekomstverkenningen blijkt dat de kosten van peilbeheer en bodemdaling toenemen. De problemen zijn het grootst in het veenweidegebied. Er is niet duidelijk één locatie het meest urgent, het is meer een algemeen beeld. Elk scenario geeft een andere verdeling tussen de kosten en baten en daarmee ook de kosten en baten per actor. Dit illustreert dat binnen het waterbeheer continu politieke keuzen te maken zijn, met consequenties voor het landgebruik. Een nauwere samenwerking tussen waterschap en provincie bij het uitwerken van gebiedsperspectieven ligt dus voor hand.

### Vervolg

De gevolgde werkwijze biedt ruimte voor verdere uitwerking. Momenteel wordt het GIS-model om bodemdaling te berekenen, nader verfijnd. Ook de maatschappelijke kosten-batenanalyse valt nader uit te werken, zowel ten aanzien van betrouwbaarheid en volledigheid als ten aanzien van de integratie van immateriële aspecten. Toch levert de werkwijze ook nu al voldoende concrete handvatten om scenario-analyses te verbeteren. Tevens is duidelijk waar de gezamenlijke inspanning van waterschap en provincie het meest gewenst is: het veenweidegebied. Tot op heden werden de kosten en baten daar niet expliciet meegewogen in peilafwegingen, enkel impliciet door middel van een droogleggingnorm voor veenweide. Het streven is de kosten en baten voortaan meer expliciet in beeld te brengen. In het veenweidegebied gaan waterschap en provincie daarom samen op zoek naar een duurzaam gebiedsperspectief.

De ontwikkelde werkwijze zal daarbij worden toegepast in een gebiedsproces. De uitdaging voor het waterschap is op basis van kennis over peilbeheer en bodemdaling te adviseren over ruimtelijke ordening. De uitdaging voor de provincie is vervolgens de kennis over peilbeheer, bodemdaling en ruimtelijke ordening te combineren tot een integrale structuurvisie. Als waterschap en provincie deze rollen goed gaan vervullen, kan het beheer van het veenweidegebied aanzienlijk verbeteren.

### LITERATUUR

- 1) Witteveen+Bos / Ecorys (2006). MKBA, functie volgt peil westelijk veenweidegebied. Ministeries van VROM, LNV en Verkeer en Waterstaat.
- 2) Bos E. en T. Vogelzang (2008). MKBA peilverandering polder Zegveld. LEI.
- 3) Centraal Planbureau (2006). Second opinion MKBA functie volgt peil.
- 4) Van den Akker J., J. Beuving, R. Hendriks en R. Wolleswinkel (2007). Maaiveld daling, afbraak en CO<sub>2</sub>-emissie van Nederlandse veenweidegebieden. Leidraad Bodembescherming, aflevering 83.
- 5) Wind G. (1986). Slootpeilverlaging en grondwaterstands daling in veenweidegebieden. Cultuurtechnisch tijdschrift nr. 5.
- 6) Hoekstra J., A. Wolters en M. Boerefijn (2011). Kockengen waterproof. Tauw.
- 7) Projectgroep Verkenning Friese Veenweidegebieden (2011). Verkenningen veenweide 2050. Analyse van de waterhuishoudkundige inrichting van de Friese veenweidegebieden. Wetterskip Fryslân.

Afb. 5: Jaarlijkse kosten (negatief) en baten (positief) per actor.

