



## Mogelijkheden tot vasthouden van water in Flevoland

DION VAN DEN BERSSELAAR, WATERSCHAP ZUIDERZEELAND

MARIJKE JAARSMAN, WATERSCHAP ZUIDERZEELAND

RONALD LOEVE, FUTUREWATER

PETER DROOGERS, FUTUREWATER

Waterschap Zuiderzeeland wil het vasthouden van water als beheersmaatregel inzetten om een bijdrage te leveren aan het oplossen van de wateropgave. Met behulp van de methode FutureView is gekeken waar water vastgehouden zou kunnen worden en hoeveel. Van belang hierbij is dat een afweging gemaakt wordt tussen de voordelen van vasthouden (niet afwentelen) en de nadelen (tijdelijk extra wateroverlast in de bergingsgebieden). Een aantal gebieden blijkt geschikt te zijn voor waterberging. De gebruikte interactieve aanpak met verschillende afdelingen binnen het waterschap, waaronder de uitvoerende waterbeheerders, zorgde voor een breed draagvlak.

Het Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW) stelt, in navolging van het advies van de Commissie Waterbeheer 21c ccuw (WB21), onomwonden dat anders moet worden omgegaan met water. De kernpunten van het nieuwe waterbeleid kunnen samengevat worden tot 'waterproblemen niet afwentelen'. Eén van de maatregelen die wordt voorgesteld, is om water zoveel mogelijk vast te houden, om daarna pas over te gaan tot bergen en afvoeren. Het bergen van water maakt integraal deel uit van het concept 'ruimte voor water' en betekent dat complexe maatregelen op het gebied van de ruimtelijke ordening noodzakelijk zijn om dit te bewerkstelligen. Om tot het vasthouden van water te komen, is geen complexe besluitvorming nodig. Door het tijdelijk verhogen van het oppervlaktewaterpeil kan de waterberging vrij snel gerealiseerd worden.

Het vasthouden van water kan plaatsvinden in het open watersysteem en in de bodem. Het is duidelijk dat het merendeel in de bodem plaatsvindt en alleen een kleine fractie in het open watersysteem. Met name in het beheersgebied van Waterschap Zuiderzeeland, waar slechts één procent van het oppervlak open water is en de drooglegging relatief groot is (gemiddeld 1,40 meter), is het vasthouden van water in de bodem essentieel<sup>1</sup>.

De kernvraag bij dit vasthouden is waar dit gerealiseerd zou kunnen worden in het beheersgebied van Waterschap Zuiderzeeland en hoeveel extra water vastgehouden kan worden.

### FutureView

Dit is gebeurd met behulp van de methode FutureView. Deze methode is gebaseerd op het analyseren van de mogelijkheden om water vast te houden zowel in de bodem als in het oppervlaktewater. Aangezien de bodem het merendeel van dit water zal vasthouden, wordt gebruik gemaakt van het model SWAP, aangevuld met een vereenvoudigde koppeling naar het oppervlaktewater.

### Definities van vasthouden

Er bestaat veel verwarring door een niet éénduidige begripsdefinitie als over vasthouden en bergen wordt gepraat. In navolging van Van Bakel (2004) zijn in dit artikel de volgende definities gebruikt:

vasthouden: het proces waarbij water in de bodem en het lokale open water systeem verblijft.  
vasthoudend vermogen: de hoeveelheid water, uitgedrukt in millimeters of kubieke meters per hectare, die kan worden vastgehouden.

nat vasthouden: water vasthouden in het lokale open water systeem.

droog vasthouden: water vasthouden in de bodem.

Het vasthoudend vermogen kan in principe zowel uitdrukken hoeveel water totaal kan worden vastgehouden (het potentieel vasthoudend vermogen), maar ook de hoeveelheid water die op een zeker moment nog extra kan worden vastgehouden (het actueel vasthoudend vermogen). Beide termen zijn echter afhankelijk van de definitie van de begin- en eindcondities. In dit artikel gaan we ervan uit dat de eindconditie is gedefinieerd als een volledig verzadigde bodem en een oppervlaktewaterpeil gelijk aan de minimale maaiveldhoogte.

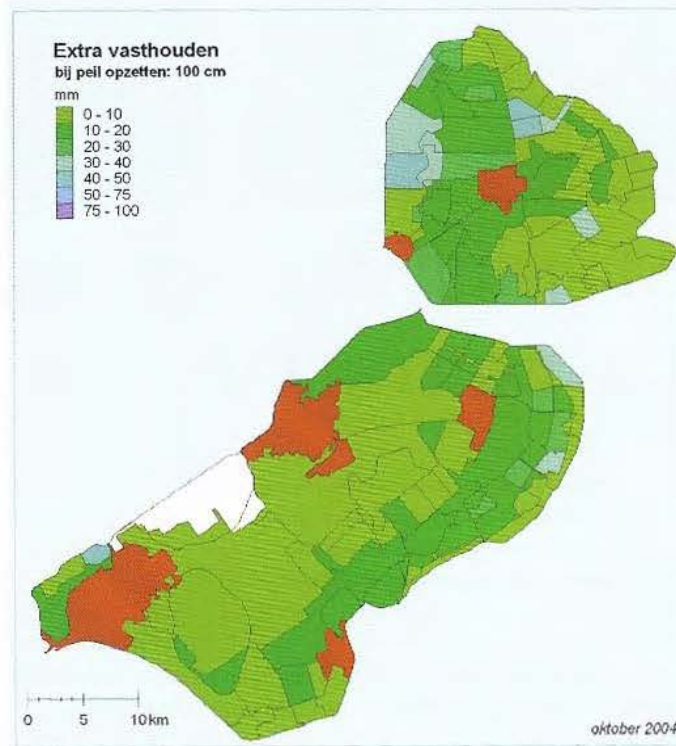
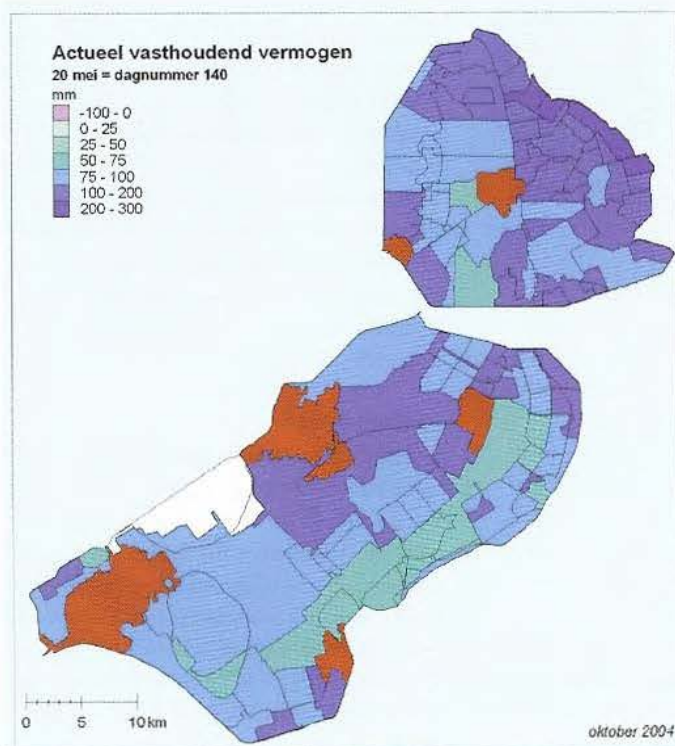
Het is van belang om te beseffen dat in het beheersgebied van Waterschap Zuiderzeeland het vasthoudend vermogen van de bodem (droog vasthouden) vaak vele malen groter is dan dat van het open water (nat vasthouden).

De methode gebruikt bestaande gegevens en analyseert deze met een regionale versie van het model SWAP (Soil, Water, Atmosphere, Plant). Dit model simuleert transport van water, opgeloste stoffen en warmte in de onverzadigde/ verzadigde zone. SWAP is ontwikkeld door Wageningen Universiteit en Alterra Groene Ruimte. De versie die hier is toegepast, bevat de zogeheten quasi-subregional optie, waarbij oppervlaktewater en stuwbeheer integraal kunnen worden gemodelleerd<sup>1</sup>.

FutureView richt zich minder op het hydraulische systeem en meer op het bodemwater met een koppeling naar het oppervlaktewater. In plaats van een paar buien is de methode gebaseerd op het dynamisch doorrekenen van een heel jaar, waardoor het de voor geschiedenis, die essentieel is voor bodemvocht dynamiek, op een realistische manier meeneemt. De methode is hierdoor uitermate geschikt voor analyses op het gebied van het vasthouden van water.

De volgende stappen zijn genomen om te komen tot de regionale analyse van de mogelijkheden van vasthouden van water:

- bepaling rekeneenheden,
- selectie van een maatgevend jaar,
- toepassing van verwachte klimaatverandering op het maatgevende jaar,
- bepaling van het vasthoudend vermogen onder het huidige streefpeil per rekeneenheid,
- bepaling van het toekomstig vasthoudend vermogen bij drie verschillende oppervlaktewaterpeilen (+50 cm, +75 cm, +100 cm) per rekeneenheid,



Afb. 1: Actueel vasthoudend vermogen per rekeneenheid tijdens een droge periode (20 mei = dagnummer 140). Gebieden in rood gearceerd (stedelijk) zijn niet meegenomen in de analyses.

Afb. 2: Hoeveelheid water die extra wordt vastgehouden door het oppervlaktewaterpeil tijdelijk met 100 cm te verhogen na een hevige regenbui.

- berekening van het extra vasthoudend vermogen per rekeneenheid,
- berekening van de eventuele schade als gevolg van vasthouden per rekeneenheid,
- opschaling van de rekeneenheden tot de complete regionale analyse,
- invloed van bodemdaling, en

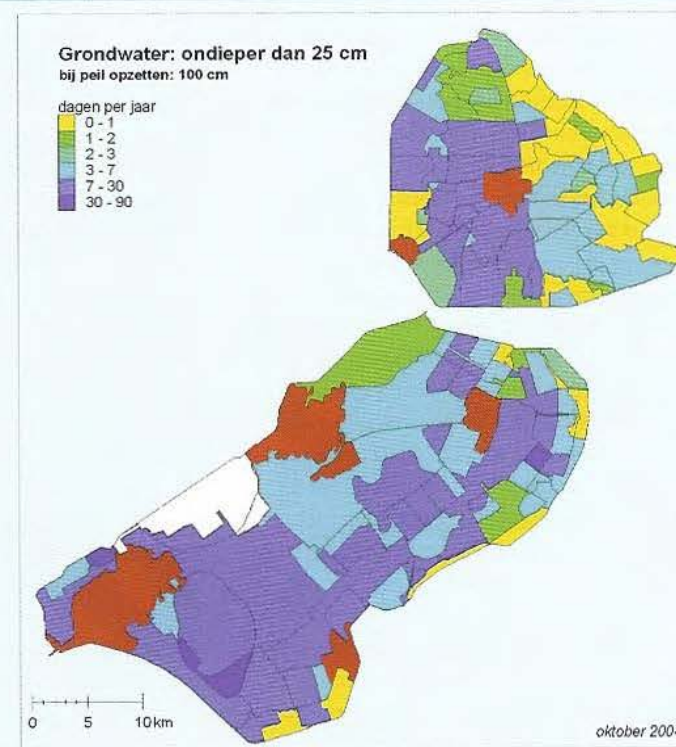
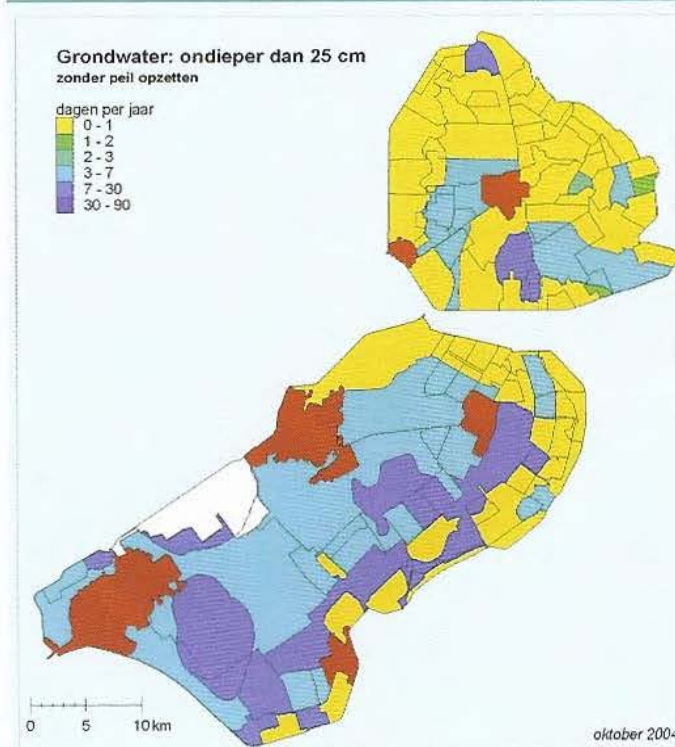
vergelijking van de resultaten met lokale gebiedskennis.

Dit artikel bespreekt de meest belangrijke stappen.

De genoemde benadering gaat ervan uit dat een gebied wordt opgedeeld in rekeneenhe-

den. De basis voor een rekeneenheid is het peilvak, waar kleinere peilvakken zijn samengevoegd en grotere zijn opgedeeld. Verdere indeling is gebaseerd op de hydrologisch belangrijke eigenschappen als hoogte, helling, drooglegging, bodem, grondgebruik en drainage. Van belang is dat het aantal rekeneenhe-

Afb. 3: De te verwachten lokale wateroverlast bij het vasthouden van water. Aangegeven is hoeveel dagen in het maatgevende jaar de grondwaterstand hoger dan 25 cm onder maaiveld staat (links zonder vasthouden, rechts met oppervlaktewaterpeil tijdelijk 100 cm opzetten).



den voldoende groot is om de ruimtelijke onderverdeling duidelijk naar voren te laten komen, maar tegelijkertijd voldoende klein om niet te verzanden in details.

### Vasthoudend vermogen

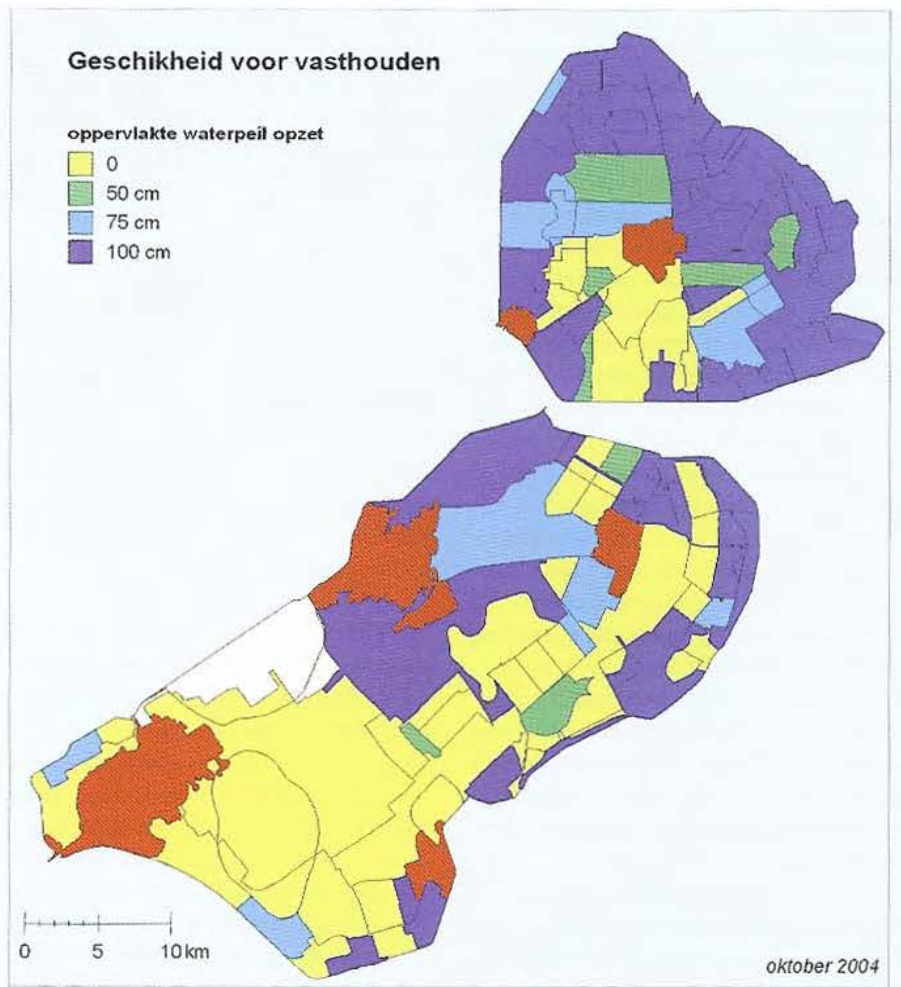
Het vasthoudend vermogen is niet constant in de tijd en verandert door hydrologische processen als neerslag, verdamping, infiltratie, drainage, kwel en oppervlaktewaterpeilen. In afbeelding 1 is het actueel vasthoudend vermogen van de bodem en het open water per rekeneenheid weergegeven na een droge periode. Deze kaart geeft dus aan hoeveel water maximaal vastgehouden kan worden en is vergelijkbaar met het theoretische potentieel vasthoudend vermogen. Duidelijk is dat voor alle gebieden het vasthoudend vermogen groter is dan 50 mm. Dit betekent dat indien een bui van 50 mm valt, deze in principe volledig in het gebied zou kunnen worden vastgehouden en dus niet hoeft te worden afgewenteld op benedenstroomse gebieden.

Hierbij moeten echter twee zaken in ogenschouw worden genomen. Ten eerste betekent een vasthoudend vermogen van bijvoorbeeld 50 mm, dat 50 mm in principe kan worden vastgehouden, maar dat dan de bodem volledig verzadigd is en dat de sloten volledig vol zijn. Er is dan dus duidelijke wateroverlast. Een tweede punt is dat dit vasthoudend vermogen, zoals aangegeven in afbeelding 1, tijdsafhankelijk is en indien een nattere periode in beschouwing wordt genomen, dit vasthoudend vermogen lager wordt.

### Inzet regelbare stuwen

Uit afbeelding 1 blijkt duidelijk dat voor bepaalde gebieden voldoende capaciteit is om water langer vast te houden om benedenstroomse gebieden te ontzien of de piekbelasting van gemalen te verminderen. De vraag is nog niet beantwoord hoe gebruik gemaakt kan worden van deze vasthoudcapaciteit.

Om dit extra vasthouden te realiseren kunnen voor gestuwde gebieden de stuwen, indien regelbaar, gedurende korte tijd (een paar dagen) omhoog gezet worden en daarna stapsgewijs weer op het normale streefpeil worden gezet. Voor onderbemalen gebieden zou het peil waarbij de onderbemaling wordt ingezet, tijdelijk kunnen worden verhoogd om zodoende water langer vast te houden. Ook zou kunnen worden overwogen om in de onderbemalen gebieden extra stuwen te plaatsen om water vast te houden. Deze opties werken volgens hetzelfde principe: direct na een heftige bui wordt het oppervlaktewaterpeil enige tijd hoger gehouden waardoor minder snel water vanuit de bodem naar het open water stroomt en water dus minder snel het gebied uitstroomt.



Afb. 4: Uiteindelijke afweging van de geschiktheid tot extra water vasthouden voor de verschillende opties van stuwbeheer: tijdelijk opzetten van oppervlaktewaterpeil met 50, 75 of 100 cm.

Met behulp van FutureView is gekeken wat het effect is indien gedurende vijf dagen na een bui een hoger peil wordt gehandhaafd. Er zijn hierbij drie situaties onderscheiden waarbij het oppervlaktewaterpeil met 50 cm, 75 cm en 100 cm wordt opgezet. De hoeveelheid water die extra zou kunnen worden vastgehouden door het oppervlaktewaterpeil tijdelijk 100 cm te verhogen, is weergegeven in afbeelding 2. Deze afbeelding geeft het verschil aan tussen de hoeveelheid water die vastgehouden wordt bij constant peilbeheer (vaste stuwen) zoals weergegeven in afbeelding 1 en de hoeveelheid bij het tijdelijk verhogen van het peil met 100 cm.

Voor een groot aantal gebieden ligt dit extra vasthouden tussen de 10 en de 20 mm. Opvallend is dat voor een aantal van de hoger gelegen gebieden het extra vasthouden klein is. De verklaring ligt in het feit dat deze gebieden ook zonder verhoogd peil al veel water vasthouden door de relatief grote drooglegging en een hoger oppervlaktewaterpeil niet veel invloed heeft.

### Tijdelijke wateroverlast

Zoals al eerder aangegeven brengt dit langer vasthouden van water, naast de positieve

effecten, ook negatieve aspecten met zich mee. Gebieden kunnen te nat worden doordat teveel of te lang water wordt vastgehouden. Er kan dus gesteld worden dat indien mogelijkheden tot vasthouden bestaan in een bepaald gebied, dit niet altijd samen gaat met de geschiktheid tot vasthouden.

De dynamische aanpak die hier gevolgd is, geeft, naast het vasthoudend vermogen per rekeneenheid, ook aan hoeveel dagen per jaar de grondwaterstand te hoog is, voor de verschillende opties van vasthouden. Uit afbeelding 3 blijkt dat voor een aantal gebieden het vasthouden van water nauwelijks negatieve effecten met zich meebrengt, terwijl voor andere gebieden water vasthouden onevenredig veel overlast veroorzaakt door hoge grondwaterstanden. De aangegeven overschrijdingskansen van het grondwater hebben betrekking op het maatgevende jaar met een T=25 kans, waar bovendien het NBW-klimaatscenario nog op is toegepast. Dit betekent dat in de meeste jaren deze overschrijdingen in de praktijk niet worden gehaald.

### Geschiktheid voor vasthouden

De afweging die nu gemaakt moet worden,

is om gebieden te bepalen waar de inzet van regelbare stuwen mogelijkheden schept tot extra vasthouden, maar waar tegelijkertijd de lokale natschade minimaal is. Met behulp van beslisregels is bepaald waar de geschiktheid van vasthouden ligt. Uitgangspunt hierbij is dat indien de grondwaterstand meer dan tien dagen per jaar te ondiep is, deze gebieden slecht geschikt zijn voor het vasthouden van water. Ook is ervan uitgegaan dat in gebieden waar het extra vasthouden van water beperkt is, investeringen voor het plaatsen van regelbare stuwen niet rendabel zijn.

De uiteindelijke geschiktheid voor vasthouden is aangegeven in afbeelding 4. Duidelijk is te zien dat met name in de Noordoostpolder en in gedeeltes van oostelijk Flevoland vasthouden zeker tot de mogelijkheden behoort. Interessant is dat afbeelding 4 ook kan worden ingezet als geschiktheidskaart voor het inrichten van retentiegebieden. De gebieden waar de wateropgave niet kan worden opgelost door vasthouden in de bodem, zouden dus de gebieden zijn waar retentiegebieden kunnen worden ingericht: de gele gebieden in afbeelding 4.

### Inzet van veldexpertise

Een belangrijke component van de studie was de samenwerking en de betrokkenheid van de uitvoerende lokale waterbeheerders van het waterschap. Tijdens het eerste overleg is op globale schetskaarten aangegeven waar de mogelijkheden van extra vasthouden volgens de uitvoerende waterbeheerders liggen. De resultaten komen goed overeen met de resultaten uit de FutureView-methode.

Naast regelmatig overleg met de lokale waterbeheerders waren ook diverse andere afdelingen binnen het waterschap betrokken bij de studie (waterbeleid, waterbeheer, ingenieursbureau). Al deze samenwerkings-

verbanden hebben ertoe geleid dat het resultaat van de studie waterschapsbreed gedragen is en de analyses een combinatie vormen van gegevens en modellen enerzijds en de aanwezige gebiedskennis van de diverse disciplines anderzijds.

### Conclusies

De studie naar de mogelijkheden en geschiktheid van het vasthouden van water in het beheersgebied van Waterschap Zuiderzeeland toont aan dat hiervoor zeker mogelijkheden bestaan. Vooral in de Noordoostpolder en oostelijk Flevoland kan een groot gedeelte van de wateropgave worden opgelost door de inzet van regelbare stuwen. De geschiktheidskaart kan hierbij de basis vormen voor het besluiten tot het plaatsen van regelbare stuwen.

Uit tabel 1 blijkt dat de hoeveelheid water die vastgehouden kan worden voor de Noordoostpolder in principe voldoende is voor het oplossen van de wateropgave. Voor oostelijk Flevoland lijkt dit eveneens het geval, maar voor zuidelijk Flevoland zijn de mogelijkheden tot vasthouden te beperkt. Hier zullen dan ook duidelijk aanvullende maatregelen voor nodig zijn. De positieve conclusies voor de Noordoostpolder en oostelijk Flevoland moeten enigszins voorzichtig benaderd worden, aangezien het hier gaat om totalen voor de gehele polders. Voor wat betreft het vasthouden is nu een ruimtelijk beeld beschikbaar. Momenteel wordt echter nog hard gewerkt aan het verkrijgen van een ruimtelijk beeld van de wateropgave. Het ontbreken van een ruimtelijk beeld van de wateropgave maakt het niet mogelijk om exact aan te geven in hoeverre de wateropgave daadwerkelijk opgelost kan worden door het vasthouden van water.

De studie is gebaseerd op een gecombineerd gebruik maken van de FutureView-

methode, beschikbare gegevens en lokale gebiedskennis. Deze aanpak heeft geleid tot een grote draagkracht voor deze studie binnen het waterschap waarbij medewerkers van verschillende afdelingen met elkaar hebben samengewerkt: de regio's Noord en Zuid, de sectoren waterbeheer en -beleid en het ingenieursbureau. ☑

### LITERATUUR

- 1) Kroes J. en J. van Dam (2003). Reference Manual SWAP version 3.0.3. Alterra Green World Research. Alterra-report 773.
- 2) Meijer F., M. Jaarsma, R. Loeve en P. Droogers (2004). Vasthouden van water met regelbare stuwen. H<sub>2</sub>O nr. 12, pag. 24-27.
- 3) Provincie Flevoland (2003). Stroomgebiedsvisie Flevoland.
- 4) Van Bakel J. (2004). Werkt vasthouden? H<sub>2</sub>O nr. 14/15, pag. 19-21.

Tabel 1. De hoeveelheid water die vastgehouden kan worden, uitgaande van de geschiktheid tot vasthouden. Tevens is de wateropgave, zoals vermeld in de stroomgebiedsvisie, weergegeven.

|                     | oppervlakte<br>vasthouden<br>(ha) | vasthouden<br>(m <sup>3</sup> ) | vasthouden<br>(mm) |
|---------------------|-----------------------------------|---------------------------------|--------------------|
| Noordoostpolder     | 38.000                            | 7.900.000                       | 16                 |
| oostelijk Flevoland | 30.000                            | 4.800.000                       | 9                  |
| zuidelijk Flevoland | 3.000                             | 400.000                         | 1                  |
| totaal              | 71.000                            | 13.100.000                      | 9                  |
| wateropgave         |                                   |                                 |                    |
| Noordoostpolder     |                                   | 7.000.000                       | 14                 |
| Flevoland           |                                   | 7.000.000                       | 7                  |

\* Voor de berekening naar mm vasthouden is uitgegaan van de totale oppervlakte: Noordoostpolder 50.000 ha, Oostelijk Flevoland 54.000 ha, Zuidelijk Flevoland 43.000.