

Zoetwaterbekkens: de ultieme vorm van water vasthouden?

Zijn zoetwaterbekkens een redelijk alternatief voor de zoetwatervoorziening van open teelten en grasland, mede met het oog op klimaatverandering?



P.J.T. van Bakel
A. Poelman

Wageningen, 4 februari 2009



I Inleiding

Gemiddeld is er bij het huidige klimaat, gedurende het groeiseizoen, minder neerslag dan verdamping. Er zijn echter grote verschillen van jaar tot jaar: van geen tekort tot een tekort van 300 mm in een extreem droog jaar. Dit tekort wordt voor het grootste gedeelte aangevuld doordat de bodem water kan naleveren dat in de winter daarin is opgeslagen. Echter in droge jaren, en vooral bij bodems met een gering vochtleverend vermogen, is dit niet voldoende en treedt droogteschade op. Volgens de HELP-tabellen is het hoogste veeljarig tekort zo'n 30% van de potentiële verdamping, resulterend in een opbrengstdepressie (verminderde gewasopbrengst) van minstens 30%. In de praktijk kan de opbrengstdepressie nog hoger zijn omdat allerlei secundaire effecten kunnen optreden zoals doorwas (opnieuw loof vormen) bij aardappelen waardoor de sortering nadelig wordt beïnvloed (als na een droogteperiode er weer voldoende vocht beschikbaar is) of afsterven van de zode bij grasland. Agrariërs hebben zich op verschillende manieren aangepast aan deze situatie: door aanpassing van het bouwplan, extensivering of beregening uit grond- of oppervlaktewater. Bij de vollegrondsgroenteteelt wordt er vrijwel altijd beregend omdat de saldi veel hoger zijn (en dus de opbrengsten van beregening veel hoger), maar ook om, na zaaien of poten, bij aanhoudende droogte het gewas te doen kiemen resp. te doen aanslaan.

Voor beregening is dus een bron van water nodig. In ruwweg het holocene deel van Nederland waar het grondwater op geringe diepte te zilt is, is dat de aanvoer van zoetwater en in de rest van Nederland veelal grondwater. De leverantiezekerheid van zoet oppervlaktewater is zeker niet overal 100%, te meer daar in delen van Nederland moet worden doorgespoeld vanwege zoute kwel. Dat vraagt grote hoeveelheden water en in tijden van schaarste wordt de laagwaardige landbouw volgens de zogenoemde verdringingsreeks als eerste gekort. Ook kan de door de Deltacommissie aanbevolen beprijzing van water leiden tot een andere kijk op wateraanvoer als bron van de zoetwatervoorziening voor de landbouw. De leverantiezekerheid van grondwater is wel gegarandeerd maar in diverse regio's worden restricties opgelegd aan de onttrekking voor beregening uit grondwater, in verband met de verdrogingsproblematiek.

Geschetste problemen kunnen in de toekomst verdiepen omdat klimaatverandering vrijwel zeker gaat leiden tot een groter neerslagtekort in het groeiseizoen. En dus kan de vraag gesteld worden: zijn er alternatieven denkbaar om deze problemen op te lossen, bijvoorbeeld door het neerslagoverschot vast te houden in zoetwaterbekkens die op bedrijfsniveau worden ingericht. Deze vorm van water vasthouden is in het kader van WB21 wel aanbevolen (de trits vasthouden-bergen-aanvoeren), maar er is in Nederland nooit serieus gekeken naar de uitvoeringsvorm: zoetwaterbekkens op bedrijfsniveau.

Het idee is niet nieuw (de glastuinbouw bijvoorbeeld doet niet anders), maar werd tot nu toe voor open teelten als onhaalbaar afgewezen vanwege te hoge kosten in verhouding tot de baten. Maar waarom wordt er in landen als België en Engeland dan wel aandacht aan besteed? Binnen het Water INNovatie programma (een gezamenlijk innovatieprogramma van Deltares en Rijkswaterstaat), onderdeel droogte, is deze vraag gesteld. Alterra is gevraagd een verkenning uit te voeren naar de haalbaarheid van zoetwaterbekkens. In deze rapportage worden allereerst de werkwijze en resultaten besproken. Het rapport sluit af met conclusies en discussie.

II Werkwijze en resultaten

Bij de verkenning zijn 3 sporen gevolgd: een verkenning van (vooral) buitenlandse literatuur en websites, een *quick scan* analyse en het uitvoeren van verkennende berekeningen met een hydrologisch model. In de afsluitende synthese worden deze 3 sporen bij elkaar gebracht.

Kennis ontleend aan literatuur en internetsites

De site ukia.org van de Engelse Irrigation Association is bedoeld als voorlichting voor agrariërs die overwegen om een zoetwaterbekken aan te leggen. Op deze site staan allerlei tips maar ook informatie over de kosten van aanleg van zoetwaterbekkens. Deze gegevens zijn gebruikt om voor Nederlandse omstandigheden de kosten van aanleg in te schatten. Ook in België wordt veel voorlichting gegeven over dit onderwerp. Als voorbeeld de brochure 'Opvang en opslag van drainage- en hemelwater' van 3 proefstations in Vlaanderen'. In deze brochure wordt ook een inschatting gegeven van de kosten per m³ (i.c. €0,60). Bij het gietwaterproject van de WMD ten behoeve van de glastuinbouw in Zuidoost-Drenthe betalen gebruikers €740 per jaar per aansluiting en €0,34 per m³ (www.gietwater.nl).

Ook tijdens een bezoek aan Polen in 2004 bleken zoetwaterreservoirs voor de zoetwatervoorziening van de landbouw op diverse locaties voor te komen. Soms werd dit gecombineerd met het telen van vis. Over de economische haalbaarheid werden wel vraagtekens gezet omdat ze zijn aangelegd in de jaren voor de overgang naar de markteconomie.

De kosten van berekening zijn ontleend aan Nederlandse literatuur (Landbouwmechanisatie januari 31 (2007)). Er is (nog) geen informatie verzameld over de extra kosten van berekening uit een zoetwaterbekken maar die zijn naar inschatting niet anders dan de kosten voor berekening uit oppervlaktewater.

De baten van berekening zijn redelijk bekend en zijn voor berekening uit zoetwaterbekkens niet veel anders dan bij andere bronnen. Berekening uit zoetwaterbekkens kan wel extra voordelen opleveren omdat de kwaliteit beter kan zijn dan het oppervlaktewater in gebieden met veel zoute kwel of ijzer- of mangaanhoudend grondwater. Hier wordt in de discussie op terug gekomen.

Quick scan analyse

Uitgangspunt van de analyse is de vraag of de aanleg van zoetwaterbekkens voor open teelten een redelijk alternatief is voor de zoetwatervoorziening. Bij voorbaat kan al gesteld worden dat dit alleen maar zo is als de zoetwatervoorziening door aanvoer van water niet meer gegarandeerd is of doordat berekening uit grondwater aan banden wordt gelegd. Immers, de kostprijs van een m³ water uit een zoetwaterbekken is minimaal €0,40 (ontleend aan de cijfers genoemd in de vorige paragraaf) en dat is aanzienlijk meer dan de prijs van aanvoerwater of de grondwaterheffing. Dus de analyse is terug gebracht tot de vraag: is de aanleg van zoetwaterbekkens voor open teelten rendabel bij ontbreken van andere bronnen van zoetwatervoorziening. Rendabel is in dit verband: zijn de jaarlijkse extra baten hoger dan de jaarlijkse extra kosten, hierna vertaald tot de vraag: zijn de kosten per m³ water uit een zoetwaterbekken die als beregeningswater wordt gebruikt lager zijn dan de opbrengsten van deze m³.

Inschatting van de kostprijs per m³

De jaarlijkse kosten bestaan uit:

1. Productieverlies van het areaal dat wordt omgezet van landbouwgrond naar zoetwaterbekken. Er kan van worden uitgegaan dat dit grasland is met een jaarlijks saldo van €2000 per ha.

2. Rente en afschrijving van de aanlegkosten en jaarlijks onderhoud, voorlopig gesteld op 10%. Volgens de genoemde Engelse site moet onderscheid worden gemaakt in bekkens die wel of niet bekleed moeten worden (om weglekverliezen te voorkomen). Bij een aangenomen wisselkoers van €1,15 voor £ 1 (peildatum december 2008) zijn de volgende bedragen afgeleid:

- beklede bekkens (bodem en zijwanden met plastic bekleed): €0,35 per m³ reservoircapaciteit
- niet-beklede bekkens: €0,15 per m³ reservoircapaciteit

Bij een maximaal mogelijke peilvariatie in het bekken van 2 m (is 20 000 m³/ha) kunnen de kosten per m³ worden vastgesteld:

- productieverlies: €2000 /20 000 m³ is €0,10
- plus €0,35 resp. €0,15 is

€0,45 resp. €0,25 per m³

Daarbij hoort de veronderstelling dat elk jaar de volledige inhoud wordt gebruikt (benuttingsgraad 100%). Dat is zeker niet het geval gezien de grote variatie in beregeningsbehoefte van jaar tot jaar. Hier wordt later op terug gekomen.

Daar komen nog bovenop de kosten van beregening die kunnen worden geschat op €200 per ha per jaar aan vaste kosten en €0,20 euro per m³ aan variabele kosten (excl. arbeid). Bij een gemiddelde gift van 100 mm per jaar bedragen deze kosten €0,40 per m³.

In totaal zijn de kosten per m³ dus:

€0,85 (bekleed reservoir) resp. €0,65 (niet-bekleed reservoir) per m³.

Inschatting van de baten per m³

De baten bestaan uit het (gedeeltelijk) opheffen van het productieverlies door optredend verdampingstekort (primaire effect), en secundaire effecten zoals het aanslaan van gewassen, een beter kwaliteit van het oogstbaar product en het voorkomen van afsterven van gewassen.

De primaire effecten van beregening kunnen als volgt worden geschat. Een gewas verdampt potentieel per groeiseizoen gemiddeld 400 mm is 100%. Elke mm minder verdamping is 0,25% minder opbrengst. De aangenomen bruto opbrengsten van de verschillende teelten zijn (bron: update ten behoeve van AGRICOM, Juli 2004. RIZA werkdocument 2004.120x):

- grasland plus snijmais: €1600 per ha
- akkerbouw (gemiddelde van aardappelen en bieten): €4600 per ha
- vollegrondsgroenten €12 000 per ha

Dus brengt elke m³ resp. op €0,40, €1,15 en €3,00 (1 mm per ha is 10 m³).

Vergelijking met de kosten leert al dat het voor grasland niet rendabel is zoetwaterbekkens aan te leggen, voor akkerbouw houdt het niet over (tenzij er veel secundaire effecten zijn en dat is bij aardappelen wel het geval) en voor vollegrondsgroenten is het zeker rendabel.

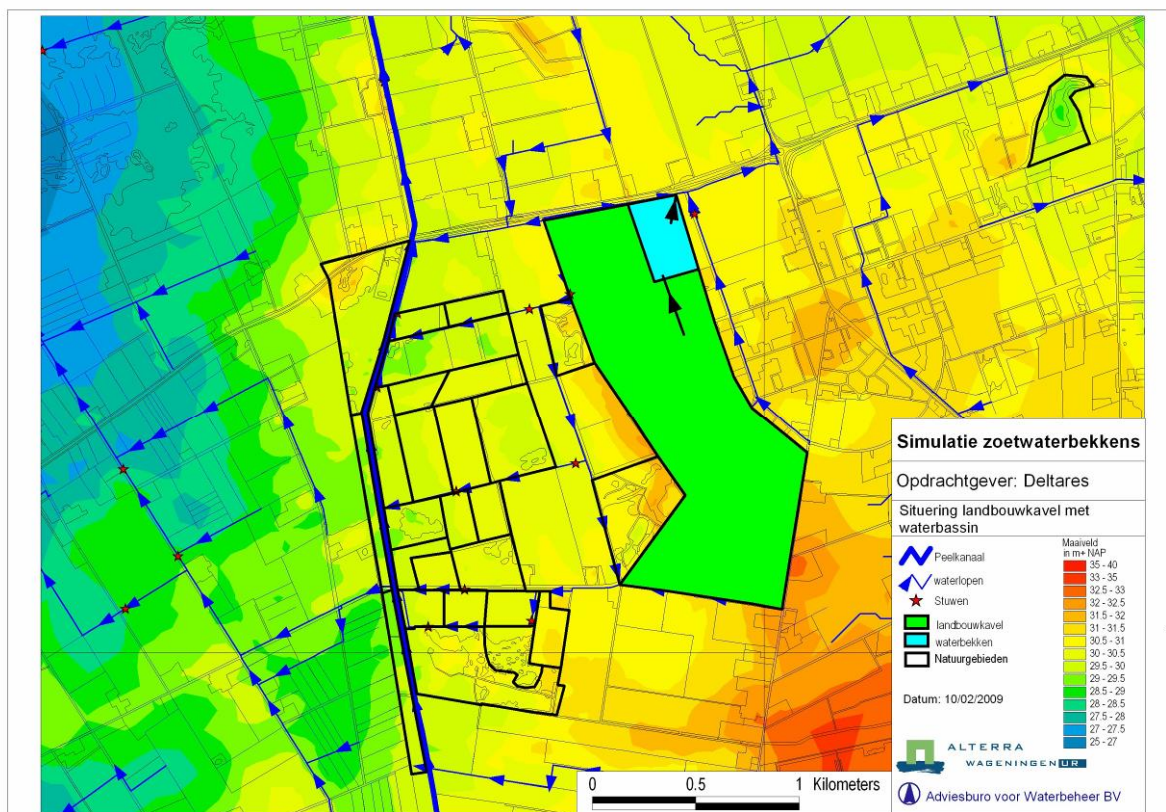
Bovenstaande analyse is gebaseerd op de veronderstelling dat het reservoir aan het begin van het groeiseizoen altijd vol is en dat er dus kan worden beregend als het nodig is en dat elke beregende mm volledig ten goede komt aan verhoging van de gewasverdamping (100% beregeningsefficiëntie). Dat laatste is bij het Nederlandse klimaat zeker niet het geval en dus is de

opbrengst van elke beregende mm alleen maar vast te stellen door het uitvoeren van dynamische modelberekeningen. Tegelijkertijd kan ook de invloed van klimaatverandering op de benuttingsgraad van het reservoir en op de berekeningsefficiëntie worden nagegaan.

Verkennde berekeningen

Aanpak

Van een bestaand model dat is gemaakt met behulp van de computercode SIMGRO ten behoeve van het GGOR onderzoek Heidsche Peel (op korte afstand van de Mariapeel en Deurnse Peel) is een areaal van 120 ha uitgekozen als voorbeeldgebied voor het doen van numerieke experimenten (zie figuur 1).



Figuur 1 Ligging van het voorbeeldgebied ten oosten van het Peelkanaal

Het voorbeeldgebied is een wat droger zandgebied met grondwatertrappen overwegend VI en VII en een wegzijging van ongeveer 0,5 mm/d. Er is redelijk veel droogteschade in de onberegende uitgangssituatie voor het gewas aardappelen: bij het huidige klimaat (veeljarig gemiddeld) 15% verdampingsreductie en bij het klimaatscenario's W+ 30%.

Voor simulaties met het model is de meteoreeks van 1971-2000 gebruikt, met dagcijfers van de neerslag van station Deurne en dagcijfers van de referentiegewasverdamping van station Eindhoven, als representatief voor het huidige klimaat in het zuidoosten van Nederland. Via de KNMI-site is deze reeks omgezet in de 4 bekende KNMI-scenario's: G, G+, W en W+.

Vervolgens is 7,5 % van het areaal modelmatig ingericht als zoetwaterbekken waarin de afvoer van het voorbeeldgebied instroomt en bij volledig gevuld zijn weer uitstroomt (zie figuur 1). Het reservoir zelf ontvangt neerslag en verdampt als open water (25% hoger dan de refe-

rentiegewasverdamping). De maximaal mogelijke peilvariatie kan worden opgegeven. In de rest van het areaal blijft het landgebruik landbouw. Zodra in het groeiseizoen 40% (akkerbouw) resp. 50% (grasland) van het beschikbare vocht in de wortelzone bij veldcapaciteit op is, wordt er op beregenbare percelen een gift van 25 mm gegeven. Dit beregeningswater wordt onttrokken aan het zoetwaterbekken zolang dat niet leeg is. Als het bekken leeg is wordt er geput uit een andere bron. Dit kan zijn grondwater of leidingwater, omdat is aangenomen dat als je een regeninstallatie hebt je ook altijd moet kunnen beregenen, en zeker in droge jaren als het erop aankomt. Deze bron wordt aangeduid als additionele watertoevoer. Door variatie aan te brengen in het maximaal verschil in peil in het bekken kan modelmatig worden nagegaan wat de extra opbrengsten zijn bij deze verschillende hoeveelheden berging in het bekken. De veronderstelling is dat Wet van de afnemende meeropbrengsten hierop van toepassing is.

In eerste instantie is gerekend met overal grasland om het systeem te testen. De hierna gepresenteerde berekeningen zijn uitgevoerd met 60% van het landbouwareaal van het voorbeeldgebied grasland en 40% aardappelen waarbij alleen de aardappelen worden beregend.

Resultaten

In het hierna volgende worden de resultaten gepresenteerd voor de volgende klimaatscenario's:

- huidig klimaat
- klimaatscenario W
- klimaatscenario W+

De resultaten van klimaatscenario G wijkt niet zo veel af van die van het huidige klimaat en de resultaten van G+ zitten tussen die van huidige en W+-klimaatscenario in.

Voor het onderzoeken van het hydrologisch functioneren van het bekken zijn 3 varianten doorgerekend:

1. R: onberekend (is referentie);
2. B1: berekend uit bekken met maximale peilvariatie van 1 m;
3. B2: berekend uit bekken met maximale peilvariatie van 2 m.

Voor variant B1 kan gelezen worden een tweemaal zo klein bekken dus met een areaal van 3,75 % en een maximale peilvariatie van 2 m. Om tijdswege is deze elegantere oplossing niet gekozen omdat dit de nodige aanpassing in het model zou hebben betekend. In het vervolg zal worden gesproken over klein en groot bekken.

De veeljarig gemiddelde waterbalansen

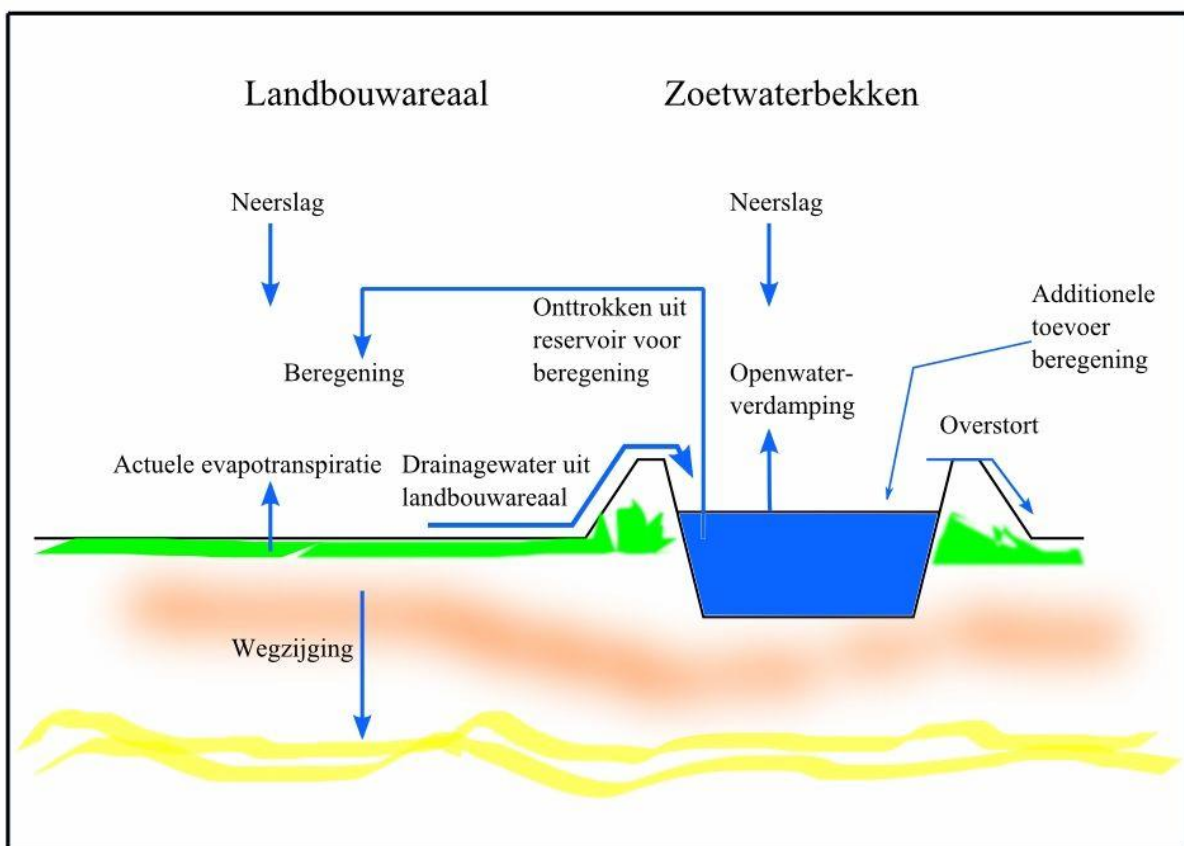
Er kunnen waterbalansen worden opgesteld van het zoetwaterbekken en van het landbouwdeel van het voorbeeldgebied (hier aangeduid als landbouwkavel). De landbouwkavel kan worden opgesplitst in een graslanddeel en een aardappeldeel. Alle hoeveelheden zijn omgerekend in mm/jaar. De eerste 4 jaar van de meetreeks zijn daarbij niet meegenomen omdat de vullingsgraad van het bekken dan nog niet is ingesteld.

In onderstaande tabel zijn de veeljarig gemiddelde waterbalansposten van het zoetwaterbekken weergegeven. Daarbij is benuttingsgraad gedefinieerd als maximale inhoud gedeeld door de onttrokken hoeveelheid uit het bekken. De reductie van de afvoer van het voorbeeldgebied wordt berekend als de aanvoer minus de afvoer gedeeld door de aanvoer.

Tabel 1 Veeljarig gemiddelde jaarlijkse waterbalansposten van het zoetwaterbekken (in mm) en benuttingsgraad en reductie van de afvoer, voor 3 klimaatscenario's en 2 groottes van het bekken

Bekken	Huidig klimaat		W		W+	
	klein	groot	klein	groot	klein	groot
Neerslag	770	770	817	817	749	749
Open-watervedamping	699	699	740	740	781	781
Beregening	508	507	602	602	893	893
Onttrokken voor beregening uit het bekken	339	453	429	541	411	592
Benuttingsgraad (%)	34	23	43	27	41	30
Additionele toevoer Beregening	169	54	173	61	482	301
Dranaigewater uit landbouwareaal naar bekken	1114	1114	1453	1453	955	956
Waterafvoer uit bekken (overstort)	835	693	1089	952	505	294
Reductie afvoer uit voorbeeldgebied (%)	25	38	25	34	47	69

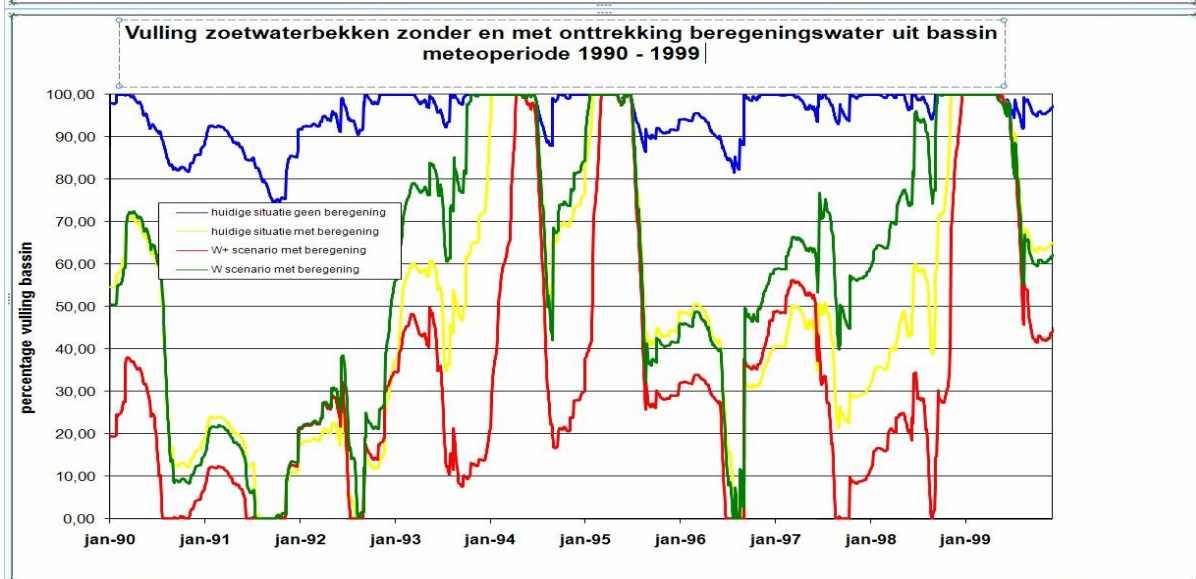
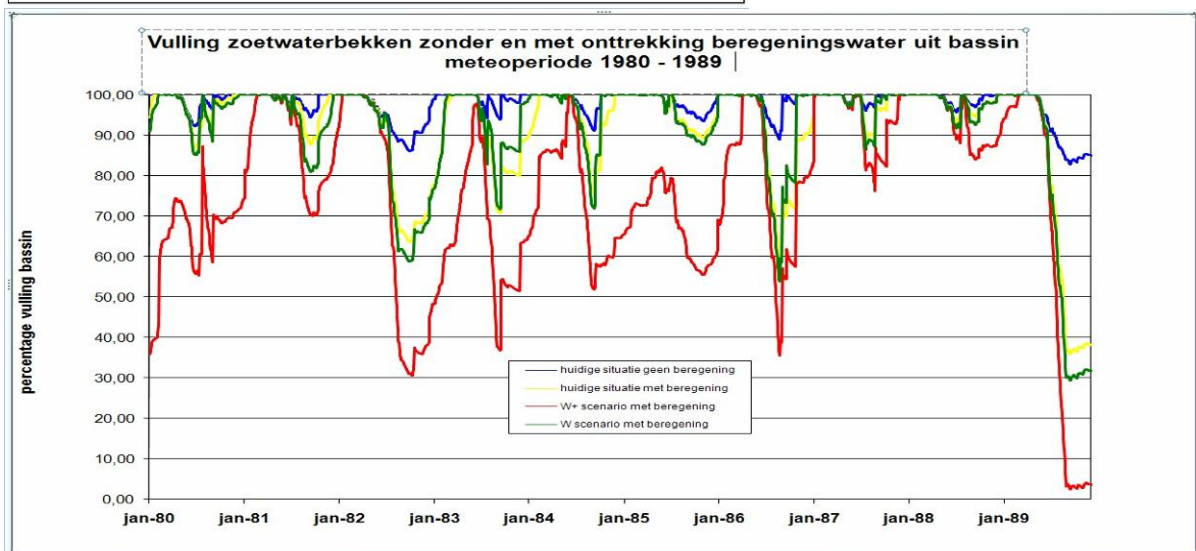
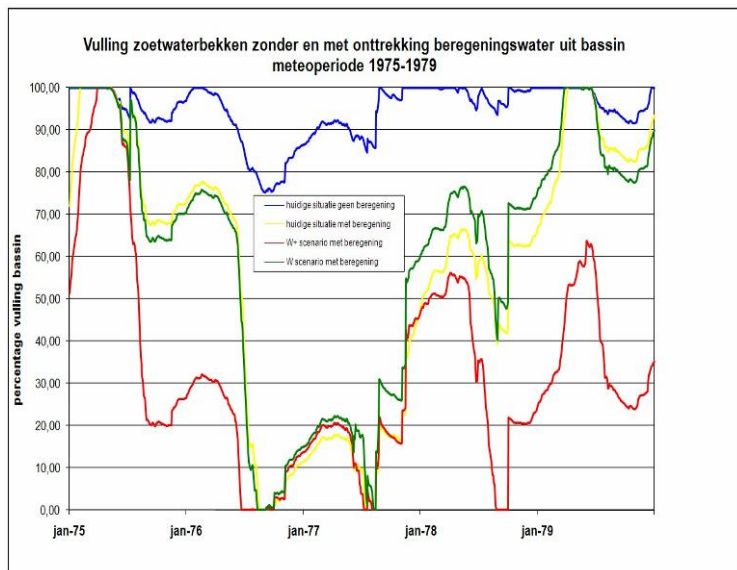
In onderstaande figuur worden de verschillende balansposten schematische weergegeven.



Figuur 2 Nadere toelichting waterbalans termen zoetwaterbekken zoals gebruikt in Tabel 1.

Nadere analyse van de resultaten leert het volgende:

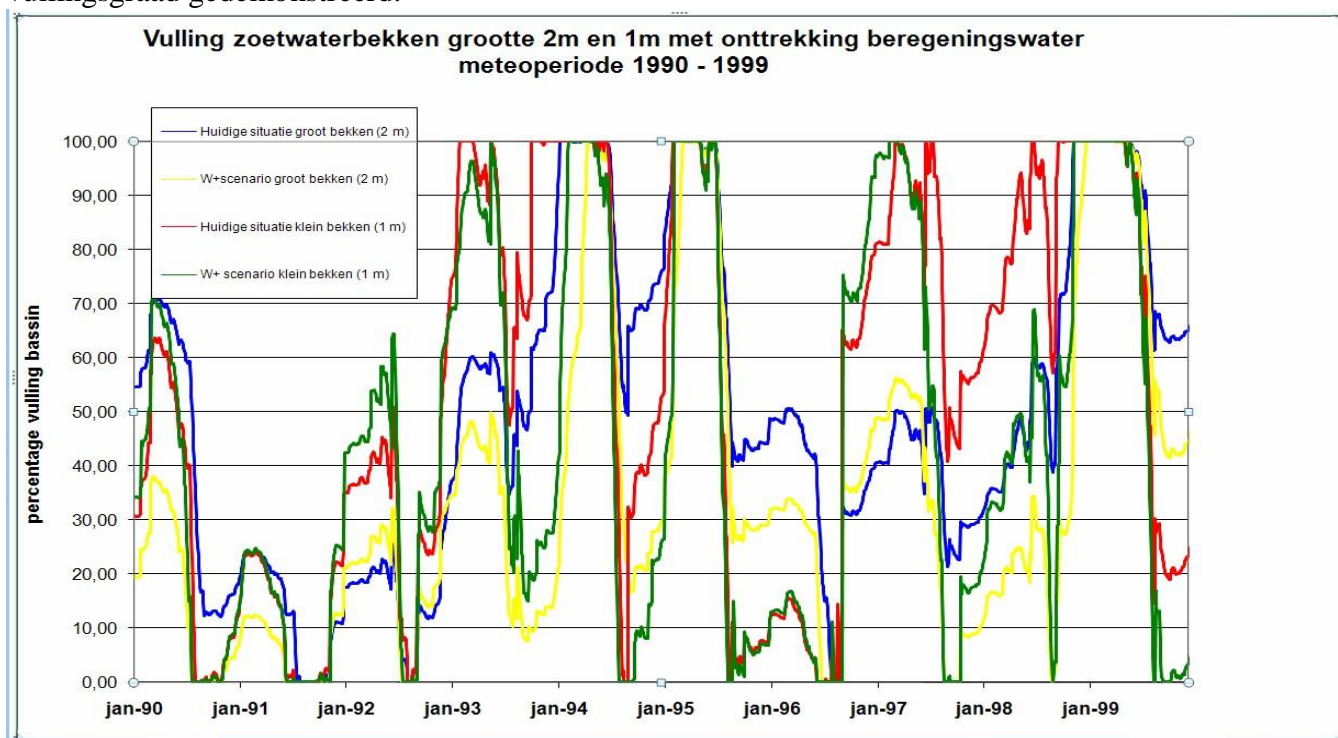
- in het huidig klimaat moet bij een klein reservoir relatief veel water van elders worden aangevoerd. Als het uitgangspunt is dat het bekken minstens in 80% van de beregeningsbehoefte moet voorzien is de inhoud behorende bij het kleine bekken te gering, ook al is de benuttingsgraad hoger dan bij het grote bekken;
- bij een groot bekken reduceert de additionele aanvoerbehoefte aanzienlijk (van 169 naar 54 mm) maar neemt de benuttingsgraad ook aanzienlijk af;
- bij het scenario W nemen neerslag en verdamping beide ongeveer met dezelfde waarde toe waardoor er meer water het reservoir instroomt maar er wordt ook meer aan onttrokken. De additionele toevoer voor scenario W bij beide groottes van het bekken veranderen t.o.v. de additionele toevoer bij het huidig klimaat niet noemenswaardig en de benuttingsgraden worden wat groter;
- bij het scenario W+ neemt de neerslag af en neemt de verdamping toe. Daardoor neemt de wateraanvoer naar het bekken behoorlijk af en neemt de beregeningsbehoefte aanzienlijk toe. Het bekken is aan het eind van de winter vaak niet helemaal vol waardoor er zelfs bij het grote bekken nog een aanzienlijke additionele watertoevoer nodig is van 301 mm;
- de op het eerste gezicht lage benuttingsgraad bij het scenario W+ is het gevolg van de lage afvoeren in de winter waardoor regelmatig het bekken aan het eind van de winter niet gevuld is. Zie ook figuur 3. In gebieden zonder wegzijging zal de benuttingsgraad bij W+ juist hoger zijn omdat er dan meestal voldoende afvoer in de winter is om het bekken te vullen en 's zomers wordt er meer gebruik van gemaakt.



Figuur 3 Verloop van de vullingsgraad van het grote bekken gedurende de simulatieperiode (1976 - 2000) voor huidig klimaat en bij 2 klimaatscenario's.

Uit de verlopen is goed te zien dat er nogal wat jaren zijn dat het bekken maar beperkt wordt leeggepompt terwijl daarentegen in droge jaren het bekken gedurende langere periode leeg staat en de additionele watervoorziening in werking treedt. Ook is het verloop van de vullingsgraad gegeven als er niet zou worden beregend uit het bekken. Dit om te laten zien dat er in droge zomers verdampingsverliezen zijn waardoor de benuttingsgraad nooit 100% kan zijn

In onderstaande figuur wordt de invloed van de grootte van het bekken op het verloop van de vullingsgraad gedemonstreerd.



Figuur 4 Illustratie van het effect van de grootte van het bassin (2 m is groot en 1 m is klein), op de vullingsgraad gedurende een periode van 1 jaar en 2 voor klimaatscenario's

Hieruit blijkt een groot bekken bij het huidige klimaat (blauw) minder vaak overstort en minder vaak leeg is dan het kleine bekken (rood). Voor het W+-scenario geldt dat een groot bekken (geel) minder vaak laag is dan het kleine bekken.

De waterbalansposten voor de landbouwkavel (116 ha) staan in onderstaande tabel. Daarbij is de berekeningsefficiëntie gedefinieerd als de toename van de veeljarig gemiddelde verdamping gedeeld door de veeljarig gemiddelde beregeningsgift. Ook zijn de gemiddelde GHG en GLG van het landbouwkavel gegeven.

Tabel 2 Veeljarig gemiddelde jaarlijkse waterbalansposten van de landbouwkavel (tenzij anders vermeld) (in mm) beregeningsefficiëntie (%) en GHG en GLG (cm -mv), voor 3 klimaatscenario's en 2 varianten (onberegend en beregend)

Variant	Klimaatscenario's					
	Huidig klimaat		W		W+	
	Onber.	Beregend	Onber.	Beregend	Onber.	Beregend
Neerslag	770	770	817	817	749	749
Actuele evapotranspiratie	458	484	472	503	441	494
Beregening, gemiddeld over het totale landbouwkavel		36		43		62
Beregening op aardappeldeel		92		107		155
Wegzijging, naar ondergrond	185	189	193	197	210	213
Afvoer, via drainagemiddelen	92	96	119	125	77	83
Horizontale stroming uit	31	31	30	30	23	22
Beregeningsefficiëntie		75		74		85
GHG	105	102	103	100	116	113
GLG	180	176	184	180	207	203

Op basis van de getallen in bovenstaande tabel zijn de volgende conclusies te trekken:

- in het huidig klimaat geeft beregening een behoorlijke verhoging van de actuele evapotranspiratie (26 mm). Voor het beregend areaal komt dit meer op 65 mm meer gewasverdamping voor aardappelen;
- de efficiëntie van beregening is met 75% redelijk hoog maar niet onrealistisch;
- door beregening wordt de grondwaterstand iets verhoogd en neemt de afvoer uit het grondwater naar de waterlopen enigszins toe (geldt voor alle scenario's);
- de effecten van het klimaatscenario W op de effectiviteit van het bekken, zijn redelijk beperkt: de toename van de neerslag compenseert de toename van de verdamping, waardoor het verdampingstekort niet veel verandert en daarmee ook niet de beregeningsgiften en – efficiënties;
- voor het klimaatscenario W+ is de beregeningsbehoefte aanzienlijk groter vergeleken met het huidig klimaat (toename 63 mm). De beregeningsefficiëntie is ook hoger;
- de GHG en GLG worden door beregening iets ondieper. Het effect van het klimaatscenario W+ op de GHG en GLG is wel opvallend: de GHG wordt 11 cm dieper en de GLG 27 cm.

Synthese

De verkennende berekeningen hebben in ieder geval duidelijk gemaakt dat zowel de benuttingsgraad als de beregeningsefficiëntie aanzienlijk minder zijn dan 100%. Indien we uitgaan van een benuttingsgraad van 50% (die haalbaar moet zijn bij optimalisatie van de inhoud en bij wat meer aanbod van water uit het achterland) en een beregeningsefficiëntie van 70%, dan worden de kosten per m³ genoemd bij de *quick scan* een factor 2 hoger en de baten van elke beregende m³ 30% lager. Vertaald naar de kengetallen genoemd bij de *quick scan* levert dit het volgende beeld op (zie onderstaande tabel).

Tabel 3 Vergelijking van kosten en baten (in euro's per m³) van de aanleg van een zoetwaterbekken voor beregening, rekening houdend met 50% benuttingsgraad en een beregeningsefficiëntie van 70%

	Kosten			Baten (Afgerond op 5 eurocent)		
	Bekken	Regenin- stallatie	Totaal	Grasland	Akkerbouw	Vollegronds groenten
Bekleed bek- ken	0,90	0,40	1,30	0,30	0,80	2,10
Niet-bekleed bekken	0,50	0,40	0,90	0,30	0,80	2,10

Voor akkerbouw is deze vorm van zoetwatervoorziening derhalve niet rendabel tenzij de indi-
recte effecten aanzienlijk zijn. Zie ook discussie.

Voor vollegrondsgroenten (of andere, hoog-salderende gewassen) is het wel rendabel. Nog-
maals zij herhaald dat dit geldt als er geen goedkopere alternatieven zijn voor zoetwatervoor-
ziening.

III Conclusies en kanttekeningen

De voornaamste **conclusies** van het onderzoek zijn:

- Zoetwaterbekkens als alternatief voor andere bronnen van zoetwatervoorziening brengt aanzienlijke extra kosten met zich mee en dus is de maatregel alleen interessant als er geen alternatieven zijn. Deze extra kosten zijn bij een kostprijs van zeg 0,50 euro per m³ in de orde van 500 euro à 1000 euro per beregende ha;
- Er is discussie mogelijk over de jaarlijkse kosten van het bekken, Die zijn nu gesteld op 10% van de aanlegkosten en dat lijkt aan de ruime kant. Maar ook al maak je de afschrijving minder dan verandert dat niet veel aan de analyse;
- de *quick scan* laat zien dat het voor grasland niet rendabel is zoetwaterbekkens aan te leggen en het voor akkerbouw niet overhoudt, ook als is gerekend met 100% berekeningsefficiëntie en een kostprijs per m³ die is gebaseerd op 100% benuttingsgraad;
- rekening houdend met de berekeningsefficiëntie van zeg 70% en een gemiddelde benuttingsgraad van het reservoir van zeg 50% (waardoor de kostprijs per m³ verdubbelt) is het ook voor akkerbouw zeker niet rendabel;
- voor vollegrondsgroenteteelt is het, ook rekening houdend met bovenstaande, zeker rendabel om zoetwaterbekkens aan te leggen als er geen gelijkwaardige alternatieven zijn;
- klimaatverandering leidt tot meer beregeningsbehoefte en minder aanbod van water waardoor aanleg van zoetwaterbekkens eerder opportuun zal worden.

Kanttekeningen/discussie

Bij de hierboven beschreven conclusies zijn de nodige kanttekeningen te maken. Vooral de toepasbaarheid in andere delen van Nederland is daarbij van belang.

- aanleg van zoetwaterbekkens is met recht de ultieme vorm van (actief) water vasthouden als het in de winter vastgehouden water in de zomer wordt gebruikt voor beregening. Maar deze medaille heeft ook een keerzijde namelijk minder waterafvoer c.q. de afvoer komt later in het najaar op gang;
- beregening uit grondwater is ook te beschouwen als de ultieme vorm van water vasthouden maar daarbij wordt onvermijdelijk leentjebuurt gespeeld;
- een niet-verwaarloosbaar deel van het landelijk gebied inrichten als zoetwaterbekken vraagt om ideeën voor meekoppelen zoals produceren van biomassa, onderscheppen van nutriënten, bergen van piekafvoeren en telen van vis;
- het vullen van het reservoir is in het vlakke deel van Nederland alleen goed mogelijk met inschakeling van een pomp. In meer geaccidenteerde gebieden kan via opleiden van de aanvoersloot de vulling onder natuurlijk verval plaats vinden;
- in gebieden met minder wegzijging is er meer aanbod van water in de winter en kan de benuttingsgraad hoger zijn. Daar staat tegenover dat die gebieden minder droogtegevoelig zijn waardoor de berekeningsefficiëntie lager zal zijn;
- de in deze notitie verkende zoetwaterbekkens zijn nadrukkelijk kleinschalig (in principe per bedrijf te realiseren). Door het voedingsgebied van het reservoir groter te maken (en met daarin ook nattere gebieden), kan de situatie optreden dat er wordt berekend terwijl er nog afvoer is. Daardoor kan de benuttingsgraad toenemen, tot zelfs meer dan 100%. Het is dus belangrijk de aanleg van zoetwaterbekkens op regionale schaal te bekijken, zeker in het pleistocene deel van Nederland. Een nadeel is wel dat er dan veel meer moet worden geregeld tussen grondgebruikers onderling en met de regionale waterbeheerders;
- in gebieden met wateraanvoer ligt het vullen van de bekkens met het aanvoerwater en het zo lang mogelijk gebruiken van deze bron in perioden met een aanbodoverschot voor de hand. Het bekken als buffer derhalve, als kleinschalig alternatief voor c.q. aanvulling op

de voorstellen van de Deltacommissie (IJsselmeer en andere grote wateren als zoetwaterreservoirs). Hierbij is een geheel andere beschouwing over kosten en baten nodig. Het verdient aanbeveling dit via een verkennende studie te onderzoeken;

- in gebieden met zoute kwel is het de vraag of het aangevoerde water wel geschikt is. Vooral de eerste afvoer na de zomerperiode kan hoge concentraties zout bevatten. Via slimme sturing (*first flush* weg laten stromen) kan dit probleem wellicht worden opgelost;
- in publicatie nr 99 van Praktijkonderzoek voor de Akkerbouw en de Vollegrondsgroenteteelt 'Beregenen van akkerbouw- en vollegrondsgroentegewassen' (2000) wordt per mm vochttekort voor aardappelen een opbrengstreductie van 250 kg genoemd. Dit komt bij een kg-prijs van €0,12 en een efficiëntie van 70% neer op baten van ca. 2 euro per m³, aanzienlijk hoger dan de €0,80 in tabel 3. Een mogelijke verklaring voor deze uiteenlopende waarden is dat de indirecte effecten van beregening minstens zo groot zijn dan de directe effecten.