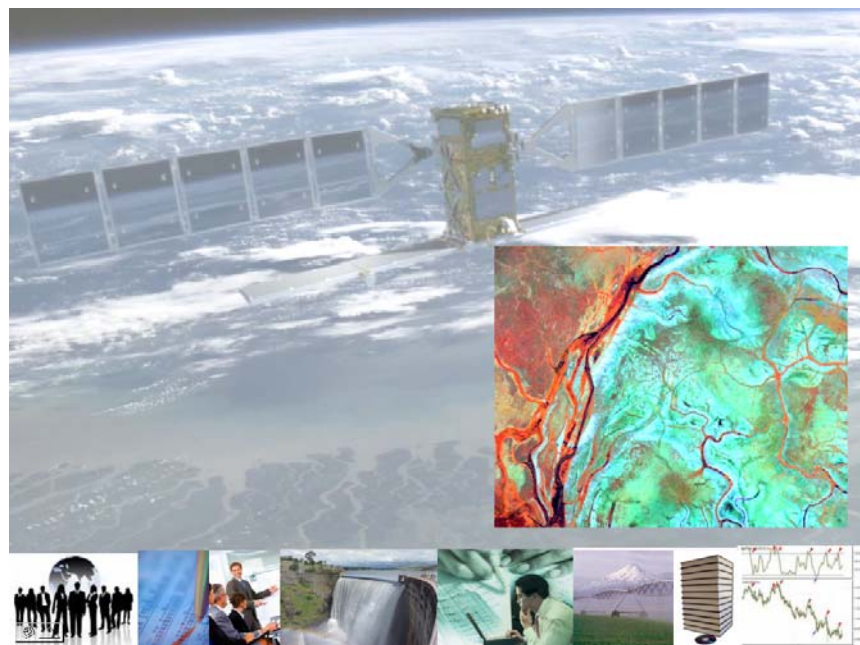


Water accountants: de nieuwe generatie waterbeheercontroleurs

Intreerede

Prof. dr. W.G.M. (Wim) Bastiaanssen



13 februari 2009

Water accountants

de nieuwe generatie waterbeheercontroleurs

Water accountants

de nieuwe generatie waterbeheercontroleurs

Rede uitgesproken door

Prof. Dr. W.G.M. (Wim) Bastiaanssen

op 13 februari 2009 ter gelegenheid van de aanvaarding van het ambt van
hoogleraar in het vakgebied

Water Resources Management and Earth Observation

aan de Technische Universiteit Delft,

Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen (CiTG)

Mijnheer de Rector Magnificus, leden van het College van Bestuur, collegae Hoogleraren van deze en andere universiteiten, studenten, vrienden, familie en belangstellenden, zeer gewaardeerde toehoorders

1. Accountants

Accountants, u heeft er allemaal wel eens mee te maken: van die lastige mannetjes in een duur pak die peperdure rekeningen sturen waarvan je afvraagt of een rekening ooit nog wel vager kan worden omschreven. Toch zijn accountantcontroles een gemeengoed in ons land. En daar zijn goede redenen voor: We kunnen op deze manier malversaties tot een minimum beperken, belasting innen en zorgen dat overheidssubsidies op een daarvoor bedoelde manier gebruikt wordt.

Een accountant is iemand die beroepsmatig jaarrekeningen controleert, jaarrekeningen opmaakt, financiële administraties voert of fiscale aangelegenheden afhandelt. Wanneer een accountant een jaarrekening controleert legt hij zijn oordeel vast in een accountantsverklaring. Zo'n verklaring is verplicht. Niet iedere accountant mag deze wettelijk verplichte controles uitvoeren, hiervoor gelden aanvullende eisen, zoals een gedegen opleiding.

Ofschoon accountants vaak worden beschouwd als ongewenste indringers, kunnen we tegelijkertijd stellen dat ze er niet voor niets zijn. Het management en resultaat van bedrijven wordt er inzichtelijker en transparanter door. Dat een correcte en eerlijke informatievoorziening van fundamenteel belang is, zien we wel aan de huidige economische crisis, waarbij banken en bedrijven met ongure praktijken als eerste het loodje leggen.



Figuur 1: Stereotype accountant

Een bedrijfsmanagement systeem bestaat o.a. uit te verwezenlijken doelstellingen, een realisatieplan, technische oplossingen en een economisch haalbaarheid zodat duurzaamheid van de onderneming gewaarborgd is. De accountants kunnen een zere pols leggen op de tekortkomingen van het bedrijfsmanagement. Een accountant evalueert een onderneming op een onafhankelijke wijze.

Mondiale problemen in het watermanagement

Nederland is trots op zijn ervaring en kennis over watermanagement. Onze Kroonprins draagt daar een goede steen aan bij. We hebben het historische voordeel dat onze laaggelegen topografie, in combinatie met hoge afvoeren van de Rijn en

Maas, vroeger al tot een situatie leidde dat er weinig keuze was; we moesten wel gaan pompen en een afvoerstelsel aanleggen om het water te gaan beheren, anders zouden we natte voeten krijgen. Doordat onze voorvaders zich bijzonder hebben ingespannen, kunnen we hier vandaag op 3.5 m beneden de zeespiegel deze bijeenkomst houden.

Bij watermanagement denken we aan het ordenen en organiseren van een aantal processen uit de waterketen, en streven we dat we deze processen in de hand te hebben. De belangrijkste elementen van een watermanagement plan bestaat uit een wettelijke regeling, visie, een strategie, het uitwerken van plannen, een uitvoerende organisatie en het controleren of de beoogde doelstellingen wel worden bereikt. We mogen pas van watermanagement spreken als aan deze basiselementen wordt voldaan.

Zo zal de bevolking tegen wateroverlast en watertekort moeten worden beschermd. Het water moet worden schoongehouden. Er moet genoeg water beschikbaar zijn voor de daarvoor bestemde processen zoals drinkwater, industrie, landbouw, energie, natuur en toerisme. Het geconsumeerde water moet productief gebruikt worden (economisch en ecologisch), er dient genoeg voedsel te worden geproduceerd, biodiversiteit moet behouden blijven, het waterniveau in aquifers moeten op peil blijven, waterdoorvoer naar benedenstroomse gebieden moet worden verzekerd etc. Dat kan door het aanleggen van spaarbekkens, constructie van stuwdammen en irrigatiekanalen, aanleg van drainage systeem, ophogen van dijken, bouwen van gemalen, aanleg drinkwaternetwerk, het bouwen van waterzuiveringsinstallaties, grondwater injectiesystemen en veel meer. Het meten van de bereikte resultaten van goed waterbeheer is niet eenvoudig, vooral niet als het over grote stroomgebieden gaat.

Ofschoon de term anders doet vermoeden, is het watermanagement in deze wereld nog lang niet op orde en wordt aan elementaire zaken niet eens voldaan. Het is vaker watersturen i.p.v. water managen. Het gebrek aan schoon drinkwater is de grootste doodsoorzaak van de wereld. Ongeveer 3 miljoen mensen sterven jaarlijks aan de gevolgen van een slechte waterkwaliteit en het gebrek aan sanitatie. Volgens de Wereldgezondheidsorganisatie (WHO) is slechts 30% van de wereldbevolking aangesloten op drinkwater van goede kwaliteit. De Wereldvoedselorganisatie FAO waarschuwt dat het tekort aan voedsel een snel wereldwijd probleem aan het worden is. Er wordt al jaren gesproken – op navolging van de groene revolutie in tarwe en rijst – over de noodzaak voor een blauwe revolutie. Ondervoeding is een feit voor 1/3 van de Afrikaanse bevolking. De per capita beschikbare hoeveelheid water is vaak minder dan de minimale hoeveelheid van 1700 m³/capita dat noodzakelijk is voor een goed leven. Mijnheer de rector, ik denk dat we eerst onze kennis over de huidige stroomgebieden moeten verbeteren en kijken waar de hiaten zitten voordat we massaal overstappen op allerlei vage paradigma's zoals blauwe revolutie, irrigatiemodernisatie, green water credits, vapor shifts etc.

De grootste problemen in het huidige internationale kwantitatieve waterbeheer kunnen a.h.v. de volgende thema's worden herschreven:

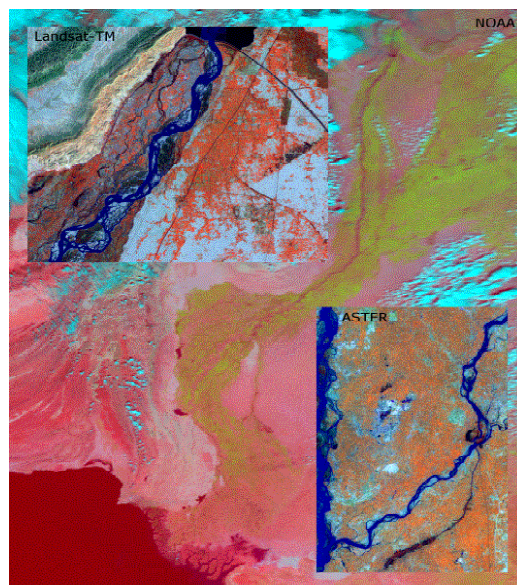
- (i) Groeiende wereldbevolking
- (ii) Internationale stroomgebieden
- (iii) Watercompetitie
- (iv) Onzekerheden van waterbeschikbaarheid
- (v) Incompleet hydrologisch inzicht
- (vi) Ontbreken van een goede terminologie

(i) Groeiende wereldbevolking

In een land als Jemen is de gemiddelde leeftijd vandaag 17 jaar. Een gemiddeld gezin heeft 7 tot 8 kinderen. Dergelijke landen dragen bij aan een snel groeiende wereldbevolking en de per capita waterbeschikbaarheid neemt dan onontkoombaar af. Dit betekent dat heel voorzichtig met het beschikbare water moet worden omgegaan en dat het op bewuste wijze moet worden geconsumeerd. De water consumptie moet leiden tot genoeg voedsel, de economie moet er niet onder leiden en het is wenselijk dat er voldoende water voor recreatieve doeleinden en natuur overblijft. Dat kan alleen als we weten wat de omvang van de waterstromen is en hoe het consumptiegedrag van water is. Naast een paar weerstations en wat meters op grondwaterpompen, bestaan er nauwelijks meetreeksen in landen zoals Jemen. Dat is niet verstandig als de waterhoeveelheid per hoofd van de bevolking ver onder de internationale norm blijft.

(ii) Internationale stroomgebieden

Er zijn veel stroomgebieden die over politieke grenzen heengaan. Veranderingen in de natuurlijke hydrologische processen d.m.v. de aanleg van stuwdammen, wateronttrekkingen en lozingen in bovenstroomse landen hebben meteen consequenties voor de waterbeschikbaarheid in de benedenstroomse landen. De laatste 3 jaar bezoek ik met regelmaat het Nile Basin Initiative; een samenwerking tussen de 10 landen aan de oevers van de Nijl (www.nilebasin.org). NBI is een belangrijk instrument om vertrouwen te creëren tussen de landen onderling d.m.v. transparantie en het zoeken naar gemeenschappelijke voordelen zoals het bouwen van waterkrachtcentrales, het ontwikkelen van rurale economieën en verdeling van oppervlaktewater in het geval van waterschaarste. In veel internationale stroomgebieden bestaat zo'n convenant echter niet, en is er geen instantie om deze gevoelige en essentiële gegevens systematisch in kaart te brengen. Mijn Pakistaanse Promovendus - Mr. Cheema Masud Jehab - voert thans een promotieonderzoek naar de natuurlijke waterstromen en de waterallocatie in de Indus basin uit. De Indus ligt in Pakistan, India en Afghanistan en transparantie is er ver te zoeken. We willen via aardobservatie en hydrologische modelleertechnieken de waterstromen en het watergebruik van dit enorme stroomgebied tot in detail gaan beschrijven. Dat moet de basis zijn voor elk goed watermanagement plan.



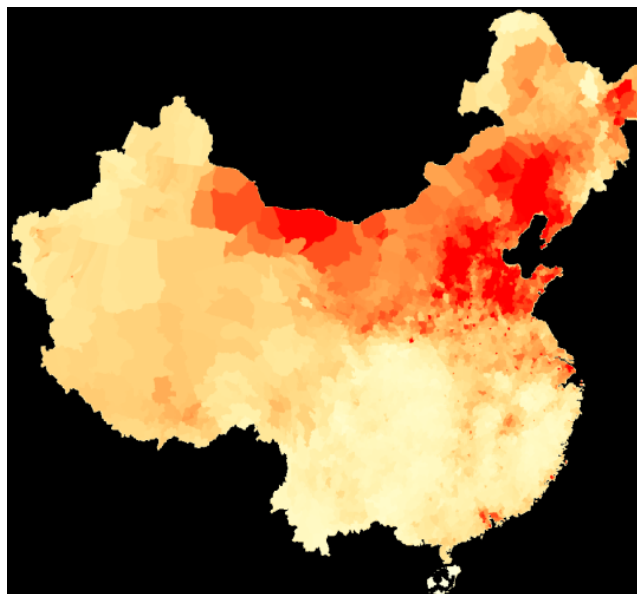
Figuur 2: Het Pakistaanse gedeelte van het stroomgebied van de Indus basin gemeten met NOAA, Landsat en ASTER satellieten

(iii) Watercompetitie

Bij waterschaarste ontstaat al snel een competitie tussen de verschillende watergebruikers. In de Nijl wordt momenteel 5 miljoen hectare geïrrigeerd en hiervoor wordt 62 miljard kubieke meter onttrokken (Bastiaanssen and Perry, 2009). Als het aan Ethiopië, Soedan en Egypte ligt, komt daar nog 3 miljoen hectare irrigatieland bij. Een verdere toename van waterconsumptie in de landbouw gaat ten koste van waterbeschikbaarheid voor de moerasgebieden van de Sudd en Baro Akobo. Uiteindelijk zullen ook de huishoudelijke en industriële watergebruikers merken dat er teveel water door irrigatiesystemen wordt gebruikt. Deze watercompetitie vraagt om een maatschappelijke discussie en kan niet meer door technici in een achterkamer worden besloten. Nog steeds worden de moerassen van Oeganda en Rwanda in rijstteelt omgezet. Er wordt gegoocheld met de fracties water besteed aan natuur en landbouw, en voordat we het weten zijn waardevolle natuurgebieden ten gevolge van de watercompetitie verdwenen.

(iv) Onzekerheden van waterbeschikbaarheid

De natuurlijke variaties in regenval zijn fundamenteel voor het dagelijkse leven in zowel ontwikkelde landen, alsmede in ontwikkelingslanden. De lokale economie in Afrika is sterk aan de regenafhankelijke landbouw gekoppeld. Juist de extreme situaties in regenval en waterstanden zijn interessant. China wordt momenteel wederom getroffen door een droogte. De provincies Henan en Jianxi vertonen een groot tekort aan water. Met aardobservatietechnieken kunnen we nu voor hele grote gebieden regenval, verdamping en bodemvocht in kaart brengen. Hiermee kan de Chinese overheid eerder worden gewezen op het ontstaan van een droogteperiode, zodat maatregelen tijdig kunnen worden genomen. Hierbij kunt u denken aan water conservering en een andere verdeling van beschikbaar water. Goede informatie over waterbeschikbaarheid is fundamenteel.



Figuur 3: Droogte in de periode oktober t/m december 2008 in noordoost China afgeleid uit remote sensing technieken. Droogte is in dit voorbeeld uitgedrukt als het watertekort per administratieve eenheid. Droogte neemt toe met de rode intensiteit (bron: WaterWatch)

Ofschoon natuurlijke variaties in regenval niet te voorkomen zijn, lijkt het er steeds meer op dat de systematische veranderingen in het klimaat wel aan menselijk ingrijpen kan worden toegeschreven (IPCC, 2007). Terwijl er in Europa veel geld en

aandacht uitgaat aan klimaatverandering, wordt klimaatverandering in Afrika en Azië vooral als een lange termijn probleem beschouwd. Het verbeteren van de traditionele landbouwwaterhuishouding en rurale ontwikkeling staan daar hoger op de politieke agenda. Terecht zou ik zeggen, als 40% tot 80% van de economie nog steeds van landbouwinkomsten afhangt. Dat klimaatverandering niet automatisch het meest dominante land en water proces is, bleek recentelijk uit de M.Sc. scriptie van Suzan van der Kruijs (TU-Delft). Zij liet via tijdseries van de NOAA-Pathfinder vegetatiebedekking zien dat slechts 6% van het oppervlak van het stroomgebied van de Nijl systematisch reageert op klimaatverandering. Een gedeelte van 9% staat onder een constante invloed van menselijke ingrepen zoals het kappen van bos, droogleggen van moerassen, uitbreiden van steden en verloedering van irrigatiesystemen. De rest van dit enorme stroomgebied (85%) heeft een regelmatige vegetatiedynamiek of vegetatieveranderingen die niet systematisch, en dus van onderschikt belang zijn (Van der Kruijs, 2009).

Ik ben blij te vernemen dat de TU zich steeds vaker gaat bezighouden met de landbouwwaterhuishouding als een grootgebruiker van onze managebare watervoorraden. Daar waar andere universiteiten dit onderwerp laten liggen, pakt de TU het juist op. Prof. Savenije heeft gepubliceerd over virtueel water (Chapagain et al., 2006; Liu and Savenije, 2008), Prof. van den Giesen over het irrigatiewatergebruik in Ghana (Faulkner et al., 2008) en afstudeerstudenten zoals Roel Blesgraaf ontfermen zich over de waterhuishouding van biobrandstoffen.

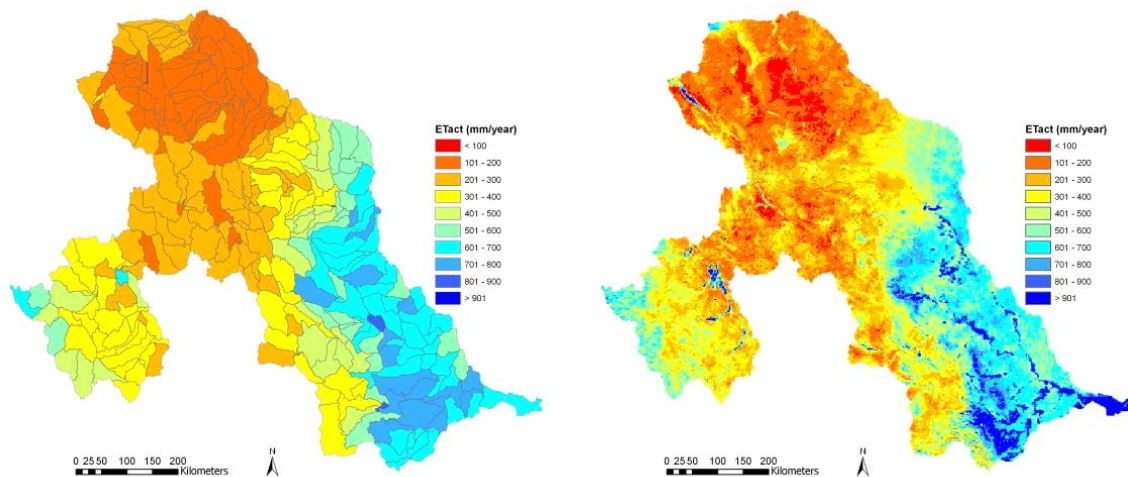
(v) Incomplete hydrologisch inzicht

In elk accounting systeem wil je graag de inkomsten en uitgaven met elkaar vergelijken. De hydrologen hebben hiervoor de waterbalans. Ofschoon het ons niet aan de kennis van hydrologische stromingsprocessen ontbreekt: we hebben standaardwetten zoals StVenant, Navier-Stokes, Darcy, Penman-Monteith, Horton en Reynolds, betekent dit nog niet dat we de waterbalans vlekkeloos kunnen oplossen. Het blijft een uitdaging om de hydrologie te beschrijven a.h.v. incomplete meetreeksen. Als het meeste water er naast valt (Savenije, 2005), hoe zit het dan met de overige hydrologische processen ?

De hydrologische toekomst kan slechts met simulatiemodellen worden voorspeld. Het pakket aan hydrologische modellen blijft gestaag groeien, maar naar mijn mening blijft de bijdrage van deze modellen steken in het ruimtelijk kalibreren van deze modellen. De meeste hydrologische modellen worden nog steeds op afvoer gekalibreerd. Door slimmer gebruik te gaan maken van aardobservatietechnieken, kan de vlakdekkende gegevens over regenval, verdamping, bodemvocht en biomassa productie worden gebruikt om lokale simulaties realistischer te maken.

De grootste uitdaging is het toekennen van fysische eigenschappen aan stroomgebieden, of aan gedeeltes van een stroomgebied. Daarbij kunt u denken aan doorlatendheden, effectieve diepte van wortels, stomatale weerstanden, drainage weerstanden etc. Ofschoon fysische eigenschappen lokaal goed kunnen worden gemeten, is het toekennen van effectieve gebiedseigenschappen geen sinecure.

Goed onderzoek naar de calibratie van ruimtelijk verdeelde modellen zijn te vinden in o.a. Immerzeel en Droogers (2008). De integratie tussen aardobservatie en hydrologische modellen wordt op de TU goed opgepakt (Winsemius et al., 2008). De TU staat traditioneel bekend als kundig in de modellering van neerslag en afvoer. Het opbouwen van kennis over energiebalansen zie ik als een kans om de diverse hydrologische en klimaatmodellen verder te verbeteren.



Figuur 4: Overeenkomst tussen actuele verdamping afgeleid uit remote sensing technieken en hydrologische modellen voor de internationale Rio Bravo basin in Mexico en de VS (bron: WaterWatch)

(vi) Ontbreken van een goede terminologie

De overheersende hydrologische processen in stroomgebieden zijn neerslag en verdamping. Bij een tropisch regenwoud, savannes en woestijnen, zijn dit fysische processen waar weinig invloed op valt uit te oefenen. De regenval en verdamping van deze gebieden staan min of meer vast. Slechts het verschil aan water wat afstroomt via wadi's, beken en rivieren en grondwateraanvulling is beschikbaar water. Vaak denkt men dat beschikbaar water gelijk is aan de netto neerslag, en dit is dus een misopvatting.

Een ander voorbeeld over verwarring van terminologie is watergebruik. Terwijl turbines veel water inlaten, zal vrijwel al het water aan de uitlaatzijde van een waterkrachtcentrale meteen beschikbaar zijn voor de visstand en voor navigatie. Ofschoon er veel water is aangevoerd, is de consumptie van water (b.v. stoom) verwaarloosbaar klein. Het is daarom essentieel bij watergebruik een onderscheid te maken tussen wateraanvoer, waterconsumptie en waterafvoer. Watergebruik is een te algemeen begrip. Het besparen op watergebruik staat de laatste jaren in de belangstelling maar zonder definitie van besparing op welke waterstroom en zonder metingen daaraan, is dit louter een loos begrip.

Waterverliezen zijn een ander voorbeeld wat tot spraakverwarring leidt. Runoff van geïrrigeerde velden en percolatie uit kanalen hoeft geen verlies te zijn, zolang dit water wordt hergebruikt via aquifers of drainage systemen (Perry, 2007). Terwijl percolatie van een afzonderlijk veld vaak als een verlies wordt beschouwd, is dat op grote schaal niet noodzakelijkerwijs het geval omdat water binnen een groter gebied wordt hergebruikt. Verliezen moeten dus aan schaal worden gekoppeld. De verschillende opvattingen over verliezen binnen het watermanagement leidt tot onwenselijke misverstanden en maatregelen, die de oplossing van waterschaarsteproblemen niet bevorderen.

3. Ontbreken van een wateraccounting systeem

Managers van watersystemen hebben al snel de neiging om te zeggen dat alles prima verloopt en dat u zich geen zorgen hoeft te maken. Dat is gemakkelijk praten

bij afwezigheid van een accounting systeem. Een bedrijf met onduistere praktijken zegt meestal hetzelfde. Doel van de accountantscontrole van een bedrijf is het verschaffen van zekerheid over de getrouwheid ervan, zodat de ondernemingsleiding, aandeelhouders, banken, beleggers, crediteuren, subsidieverstrekkingen, enz. de jaarrekening kunnen gebruiken voor hun beslissingen. Zo'n systeem hebben we ook keihard nodig in de wereld van het watermanagement.

Een wateraccounting systeem is van onvoorstelbaar groot belang om de ingelanden verantwoordelijken, donororganisaties en de NGO's te laten zien waar de zwakheden in het watermanagement liggen, en waar dus extra ondersteuning nodig is. Maar de grootste waarde komt waarschijnlijk voort uit het feit dat er een preventieve controle is, waardoor water managers niet langer meer het publiek kunnen bespelen omdat zij toch geen informatie hebben.

Voorbeeld van twee accounting systemen in watermanagement

De drinkwater sector houdt bij hoeveel water er wordt opgepompt en aan ieder huishouden wordt afgeleverd. Er zijn meters geplaatst in de Nederlandse huizen en mensen betalen in ratio met de hoeveelheid water die ze afnemen om de operationele kosten van het netwerk te betalen. Het niet geconsumeerde water wordt via het riool naar een waterzuiveringinstallatie gestuurd. Deze lost het water op het natuurlijke systeem voor hergebruik. Er is hier sprake van een management en een accounting systeem. Drinkwater in een land als Marokko is echter minder dan 5% van het totale watergebruik

De irrigatiewater sector weet ongeveer hoeveel water uit een stuwmeer wordt gehaald, maar weet niet wat er aan de gebruikers wordt afgeleverd. Het geconsumeerde gedeelte wordt geschat a.h.v. ruwe berekeningen met standaard coëfficiënten gemeten in Amerika. Het niet geconsumeerde water is onbekend; het is niet duidelijk hoeveel het is, wat de kwaliteit van het water is en waar het naar toestroomt. Irrigatiewater in een land als Marokko is 80% van het totale watergebruik (in zelfs Oman 95%).

Een wateraccounting systeem voor stroomgebieden moet aan een aantal eisen voldoen. (i) Het moet begrijpbaar zijn voor direct betrokkenen, (ii) het meetsysteem moet op orde zijn om de getallen netjes te ordenen (anders zal het systeem nooit functioneren) en (iii) de terminologie en definities moeten standaard zijn. Een wateraccounting systeem zou mijn inziens uit de volgende drie sheets moeten bestaan:

- | | |
|-------------------------------|-------------------------------|
| (i) Een watersheet | (`verlies- en winstrekening`) |
| (ii) Een consumptiesheet | (`kasboek`) |
| (iii) Een productiviteitsheet | (`geproduceerde goederen`) |

Het zou de duidelijkheid ten goede komen als dit allemaal op een A4 past. Ofschoon elke stroomgebied zijn eigen identiteit en doelstellingen heeft, stel ik voor toch een soort standaard te ontwikkelen. Daarmee wordt een algemene opening gecreëerd en hebben internationale partijen een gemeenschappelijke basis. Van deze standaard kan natuurlijk altijd worden afgeweken, en de standaard zal zeker worden aangepast nadat er ervaring mee is opgedaan. Een standaard is noodzakelijk om te begrijpen hoe een accountingsysteem werkt. Deze standaard bestaat uit:

(i) Watersheet

De watersheet bestaat uit de waterbalans van een stroomgebied. De bergingsverandering geeft het verschil tussen inkomend en uitgaand water aan. In sommige gebieden wordt teveel water gebruikt waardoor de bergingsveranderingen negatief zijn. Een voorbeeld is de kustvlakte van Noord China, waar de grondwaterstand elk jaar met 1 tot 5 meter daalt. Dit is overigens een algemeen probleem voor alluviale vlaktes met geïrrigeerde landbouw en metropolen.

De fractie van de regenval dat overblijft als water in rivieren, meren en aquifers staat beschreven op de watersheet. Het gedeelte van het beschikbare water dat reeds wordt gebruikt voor irrigatie, ecologische doeleinden, drinkwater en industrieel water is een andere belangrijke indicator wat op de watersheet voorkomt. Ook moet het duidelijk zijn wanneer ingrijpen in het landgebruik onvermijdelijk is om de maatschappelijke lasten ten gevolge van waterschaarste te verminderen. Dat kan bijvoorbeeld door niet-inheemse plantensoorten te verwijderen, door natuurlijke savannes om te zetten in regenafhankelijke landbouw, of door agroforestry te bevorderen in bovenstroomse bossen.

(ii) consumptiesheet

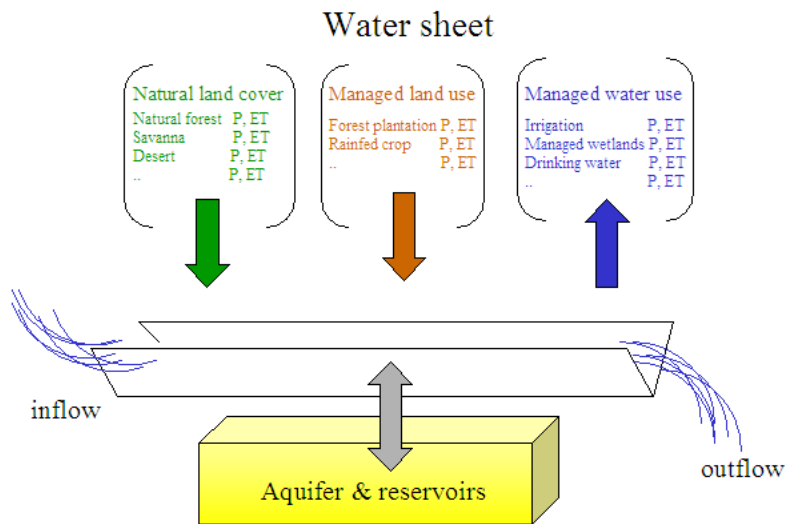
Omdat consumptie van water letterlijk betekent dat het water wordt gebruikt en niet langer fysisch gezien in een stroomgebied aanwezig is, is het belangrijk te kijken hoe het gebruikt wordt. U wilt toch ook weten hoe u uw geld besteedt? Het consumptiegedrag van water wordt gemerkt door nuttige en nutteloze processen. Met nutteloze processen wordt bedoeld dat er wel water gebruikt wordt, maar dat het niets oplevert. Daarbij kunt u denken aan verdamping van water uit bodems wat in sommige landen wel tot 300 mm per jaar kan oplopen (i.e. 3 miljoen liter per hectare). Ook verdamping van onkruid en land wat niet in gebruik is (wasteland) is nutteloos. In dat geval verdwijnt water letterlijk in de atmosfeer. Soms komt het water in de vorm van neerslag terug, maar de kans is zeer groot dat dit water op een andere plaats neervalt.

Natuurlijk zien we liever economische producten terug van ons watergebruik, of een prettig leefbare omgeving. Bij economische producten kunt u denken aan industriële artikelen, energie (b.v. waterkracht en houtskool), voedsel inclusief vis en melk, hout, toerisme, sport en groene woonruimte (b.v. tuin). Bij waterconsumptie voor natuurlijke doeleinden kunnen we denken aan bijvoorbeeld savannes, natuurlijke oevers, lagunes, meren en moerasgebieden. Deze ecosystemen bieden ruimte voor zoogdieren en (zeldzame) vissoorten. In een goed water accounting systeem, moeten deze ecologische en economische waarden in beeld komen. Vergelijk het maar met het evenwichtig consumeren van geld voor wonen, eten, kleding, vervoer en vakanties.

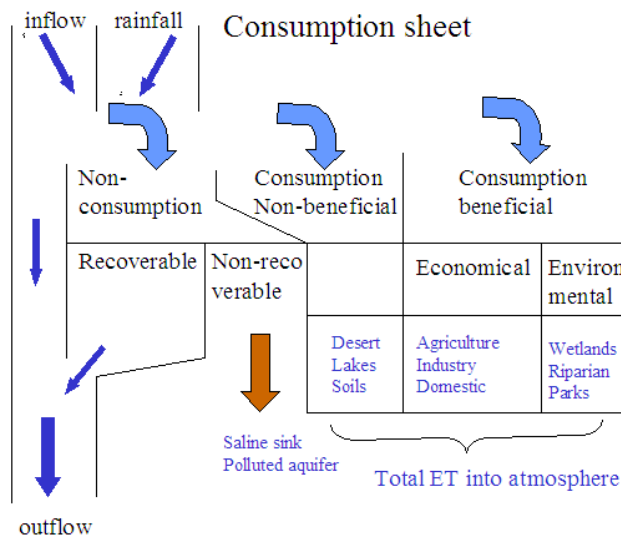
(iii) waterproductiviteitsheet

Een derde element in de water accounting procedure is de productiviteit. Productiviteit uit zich in een zekere economische waarde (Euro/m³), een voedselwaarde (kg/m³), een biodiversiteit (species/m³), energie (Kw/m³) of veel grazende kuddes (RVE/m³). Omdat er zowel lokaal als regionaal veel ruimtelijke verschillen bestaan in water productiviteit, biedt dit tegelijkertijd interessante mogelijkheden om te besparen op watergebruik.

Promovendus Sander Zwart heeft een paar interessante artikelen over de mondiale verdeling van waterproductiviteit van de belangrijkste graangewassen en katoen geschreven (Zwart en Bastiaanssen, 2004). Mijn reeds gepromoveerde student Heriberto Teixeira heeft de waterproductiviteit van druiven en mango's wereldwijd in

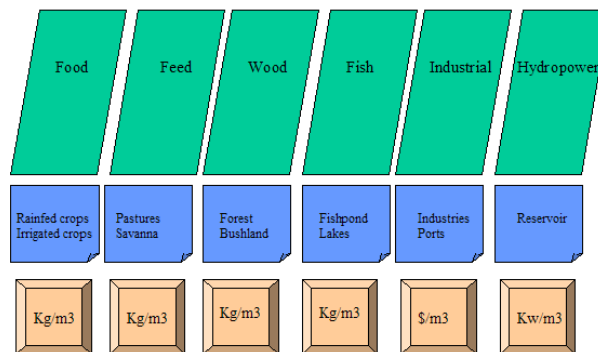


Doel: Waterstromen splitsen in natuurlijke stromen, managebare stromen en het koppelen aan landgebruik en beschikbaar water



Doel: het consumptiegedrag ontrafelen en begrijpen waar we water aan besteden en het type product wat we terugkrijgen

Economic productivity sheet



Doel: Waardetoekening aan geconsumeerd water

kaart gebracht (Teixeira, 2008). Een hoge water productiviteit is vooral belangrijk bij een tekort aan water. Als het proces tussen consumptie en productie verbeterd kan worden, dan kan er met minder water worden volstaan. Beide studies hebben aangegeven dat er tientallen procenten winst kan worden gehaald in de verhoging van de waterproductiviteit. Vergelijk een gewas met een lager watergebruik en gelijkblijvende productie met auto's die met minder brandstof dezelfde presentatie kunnen leveren. Dat is pas een echte besparing !

Een snel inzicht in watermanagement kan worden verbeterd door voor elke sheet een samenvatting te maken d.m.v. een aantal indicatoren en de waarde te vergelijken met de doelstelling. Met een minimum lijst van indicatoren moet duidelijk zijn wat de belangrijkste kenmerken van een stroomgebied zijn, waar de afwijkingen t.o.v. de doelstellingen liggen en waar de verbeteringen zich op moeten richten.

Lijst van indicatoren die uit wateraccounting gegevens kunnen worden afgeleid

| | |
|---|--|
| - Consumed fraction = $\frac{\sum ET_{NL,ML,MW}}{(Inflow + P)}$ | - ET Natural land cover = $\frac{ET_{NL}}{\sum ET_{NL,ML,MW}}$ |
| - Available fraction = $\frac{Available}{(Inflow + P)}$ | - ET Managed land use = $\frac{ET_{ML}}{\sum ET_{NL,ML,MW}}$ |
| - Diverted fraction = $\frac{Diverted}{Available}$ | - ET Managed water use = $\frac{ET_{MW}}{\sum ET_{NL,ML,MW}}$ |
| - Excess fraction = $\frac{Excess}{Available}$ | - ET Beneficial water use = $\frac{ET_{ben}}{\sum ET_{NL,ML,MW}}$ |
| - Committed fraction = $\frac{Committed}{Outflow}$ | - ET Beneficial – Economics = $\frac{ET_{ben}^{Econ}}{\sum ET_{ben}}$ |
| | - ET Beneficial – Environment = $\frac{ET_{ben}^{Env}}{\sum ET_{ben}}$ |

Ofschoon een water accounting systeem eindeloos kan doorgaan, past er gelukkig niet zoveel op het bekende A4 formulier. De wateraccountants moeten deze sheets gaan invullen m.b.v. satellietmetingen. Alleen gediplomeerde wateraccountants mogen dit gaan doen. Er is geen ruimte voor beunhazerij. We hebben vandaag een internationaal symposium gehouden om deze ideeën te etaleren en verder uit te gaan werken. Ik ben in het thema water accounting geïnspireerd door Dr. David Seckler en Dr. Chris Perry van het IWMI met wie ik tijdens mijn Colombo jaren intensief heb samengewerkt. Dr. David Molden kon vandaag helaas niet aanwezig zijn, ofschoon hij de basis voor deze gedachte reeds 10 jaar geleden heeft gelegd (Molden, 1997; Molden en Sakthivadivel, 1999).

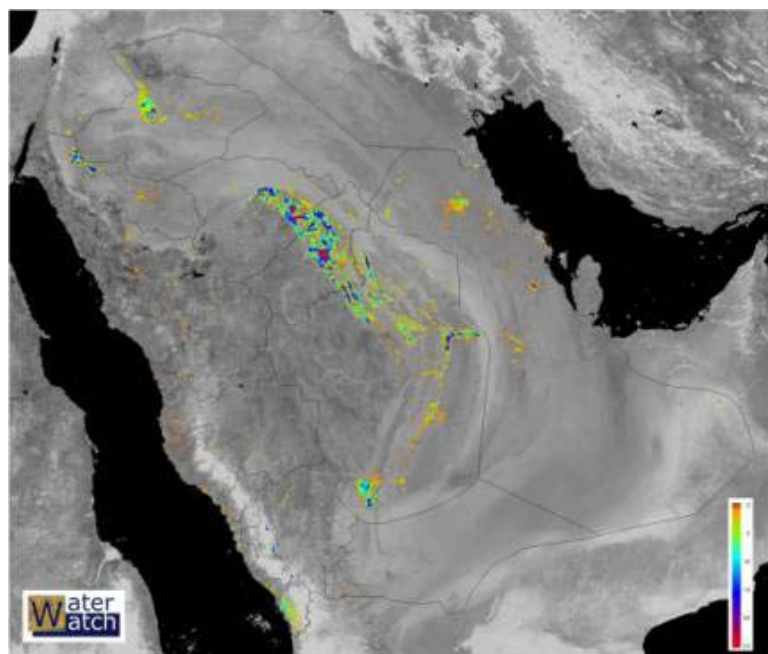
4. De rol van aardobservatie in water accounting

Onderdelen van een accounting systeem moeten meetbaar en reproduceerbaar zijn. Hydrologische meetreeksen ontbreken of zijn niet toegankelijk. Bovendien hebben hydrologische reeksen betrekking op lokale puntmetingen, en zijn niet bedoeld om de fysische processen voor verschillende vormen van landgebruik te beschrijven. Remote sensing is als meetsysteem daarom superieur: Satellietgegevens geven een ruimtelijke verdeling en zijn digitaal opvraagbaar uit standaardarchieven met een wereldwijde dekking. Ze zijn een reflectie van de fysische processen en variëren met het landgebruik. Remote sensing metingen zijn per definitie een indirecte schatting van parameters en processen, en de resultaten uit algoritmes moeten zoveel mogelijk gevalideerd worden m.b.v. grondmetingen. Daar is de afgelopen 20 jaar veel onderzoek aan gedaan, en de nauwkeurigheden zijn goed genoeg om remote

sensing als een techniek te gaan toepassen als een operationele datastroom voor water accounting.

Ervaring leert dat lokale metingen nauwelijks toegankelijk zijn en alleen maar voor bepaalde periodes en bepaalde gebieden waar een donorproject heeft plaatsgevonden. Ik heb onlangs gepoogd een irrigatiekaart van alle landen aan de Nijl te maken. Dat bleek een utopie te zijn omdat honderden verschillende experts slechts hun eigen gebied kennen, maar niemand het totale overzicht heeft. Ook was men niet bereid de informatie te delen. Uiteindelijk hebben we via remote sensing een realistische irrigatie kaart kunnen maken, wat op een andere wijze nooit mogelijk was geweest.

Een ander voorbeeld van het niet delen van meetreeksen zijn de grondwateronttrekkingen in Saoedi-Arabië. Commerciële bedrijven van duizenden hectaren trekken op massale wijze de aquifers leeg. De pompen zijn niet toegankelijk omdat men er niet bij gebaat is deze gegevens prijs te geven. Via satelliet metingen, hebben we kunnen achterhalen dat de totale grondwateronttrekkingen tussen 1975 en nu een hoeveelheid van 400 miljard kubieke meter is. Dat is dus een gemiddelde van ongeveer 13 miljard kubieke meter per jaar. U kunt begrijpen dat de nationale water managers zeer content met deze gegevens zijn. Uit deze twee voorbeelden van de Nijl en Saoedi-Arabië blijkt de toegevoegde waarde van remote sensing metingen. Uiteraard moeten we wel de beperkingen van de satelliet metingen en hun algoritmes goed kennen. Collegae Rutten en van de Giessen onderzoeken in het kader van een door NIVR gefinancierde PEP-studie de nauwkeurigheid van het bodemvocht in het Iberische schiereiland. Er zullen nog vele M.Sc. en Ph.D. studenten nodig zijn de nauwkeurigheid van remote sensing verder te verifiëren.



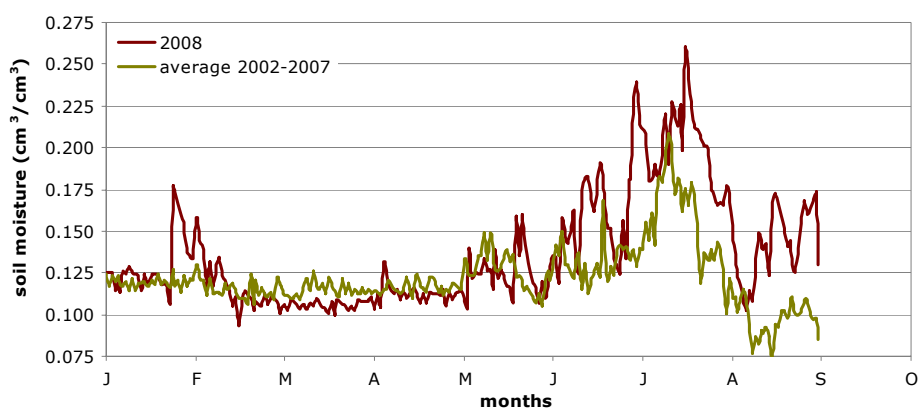
Figuur 5: Onttrekkingen van grondwater in Saoedi-Arabië uitgerekend met een tijdreeks van gewasverdamping (bron: WaterWatch)

We leven in een tijdperk van informatievoorziening en toch is remote sensing als een techniek in het waterbeheer nog maar nauwelijks doorgedrongen. Ofschoon we vandaag kunnen zien hoeveel regen er gisteren in Ethiopië is gevallen, hoeveel irrigatiewater er in Mexico is gebruikt en of er een overstroming in India plaats vindt,

doen we daar vrijwel niets mee. Remote sensing ontdoet zich maar moeizaam van de onderzoekswereld en wordt sporadisch ingezet om er producten en diensten van te maken. Kleine spin-off bedrijven zoals WaterWatch in Wageningen en BasFood in Eindhoven zijn cruciaal om de opgedane kennis naar een groter publiek over te brengen; de onderzoekswereld ziet dat niet als hun taak en hoeft dat ook niet te doen. Ofschoon er altijd meer onderzoek nodig is, moet je op gegeven moment ook de beslissing durven nemen om met de resultaten aan de slag te gaan. Zo kunnen we regenval tegenwoordig meten met behulp van de Tropical Rainfall Measurement Mission (TRMM) satelliet. Ofschoon de absolute waarden dienen te worden gekalibreerd, is mijn ervaring dat de trends in ruimte en tijd redelijk goed zijn. De beschikbaarheid over 3-uurlijkse regenmetingen voor moeilijk toegankbare gebieden – ontsluiting is nog steeds een probleem in de meerderheid van de stroomgebieden – is erg aantrekkelijk. Het is de verwachting dat met de lancering van de Global Precipitation Measurement satellieten van NASA de regenreeksen verder zullen worden verbeterd.

Mijn huidige werk bij WaterWatch en de TU heb ik vooral te danken aan het feit dat mijn proefschrift het thema remote sensing en verdamping behandelde. Het door mij ontwikkelde SEBAL model wordt nu uitgebreid in de internationale literatuur beschreven en is onafhankelijk getest door verschillende internationale onderzoekscentra en universiteiten (o.a. Verstraete et al., 2008; Singh et al., 2008; Gowda et al., 2008; Zhang et al., 2007). Prof. Rick Allen van de Universiteit van Idaho was een van de eerste Amerikaanse onderzoekers die het algoritme van top tot teen heeft bekeken en er de voordelen van inzag. Het is fijn dat hij hier aanwezig is om de waarde van remote sensing voor de Amerikaanse water sector te ondersteunen (Allen et al., 2005).

Dankzij jarenlang continue onderzoek naar de mogelijkheden om bodemvocht uit satellieten af te leiden, kunnen hier ook successen worden genoemd. De Vrije Universiteit van Amsterdam samen met NASA (Owe et al., 2008; de Jieu et al., 2008) alsmede de National Snow and Ice Data Centre (Njoku et al., 2003) bieden operationele producten voor het bodemvocht van de toplaag aan. Ofschoon er nog wel een aantal problemen zijn bij verstoring van dichte vegetatiedekken, levert het extra informatie die er anders niet zou zijn. Dat micro-emissiviteit goed reageert op bodemvocht blijkt wel uit de overstroming in de Koshi rivier na een doorbraak van de Koshi stuwdam in Nepal tijdens de zomer van 2008 (zie figuur 6).



Figuur 6: Bodemvochtssignaal geïnterpreteerd uit AMSR-E beelden en het Njoku interpretatiemodel in the Koshi rivier tussen Nepal en India dat in de Ganges uitmondt (bron: WaterWatch)

Het onderzoekswerk naar de veranderingen van het gravitatieveld van de aarde gaat ook g Het onderzoekswerk naar de veranderingen van het gravitatieveld van de aarde gaat ook goed door. Er zijn operationele websites met de maandelijkse veranderingen van het gewicht van de aarde die veelal aan veranderingen in opslag van oppervlakte en grondwater kunnen worden toegeschreven (Klees et al., 2006). Ofschoon de ruimtelijke resolutie met pixels van honderd kilometer nog wel een tekortkoming is, zal de ruimtelijke resolutie ongetwijfeld in de komende jaren verder verbeteren. De techniek is juist interessant voor de grootschalige bergingsveranderingen die voor water accounting nodig zijn.

De TU-Delft is momenteel in een snel tempo bezig een kenniscentrum van remote sensing technieken te worden. Of dat bewust of onbewust is ben ik nog niet helemaal achter, maar met Professoren Klees, van de Giesen, Savenije, Menenti, Hansen, Hoogenboom en Ruschenberg krijgen we een fraaie combinatie van remote sensing specialisten. We kunnen remote sensing naast water accounting ook toepassen voor andere centrale thema's zoals voor (i) Prediction in Ungauged Basins (PUBs) en (ii) klimaatmodellen.

In het bijzonder wil ik stilstaan dat Professor Massimo Menenti als een echte all-rounder op het gebied van aardobservatie recentelijk is toegetreden tot de TU. Zijn werk bedekt werkelijk de ruimtelijke schaal tussen een porie van een blad (Menenti et al., 2004) tot het vegetatiegedrag van een continent (Azzali en Menenti, 2000). Massimo was mijn leermeester en tevens Copromotor. Samen met hem en Promotor Professor Reinder Feddes hebben we methodes ontwikkeld om rechtstreeks de energiebalans op te lossen.

Met de koppeling van regenval, verdamping, bodemvocht, bergingsveranderingen en landgebruik uit satellietmetingen, wordt de vereiste datastroom voor water accounting gegarandeerd. Ervaring leert dat lokale metingen nauwelijks toegankelijk zijn en alleen maar voor bepaalde periodes en bepaalde gebieden waar een donorproject heeft plaatsgevonden.

Ofschoon sommige watermanagers dit als ongewenste pottenkijkerij zullen beschouwen, is de noodzaak voor een onafhankelijke controle hoger. Slechte water managers komen niet meer met een smoes weg: we zien wat ze doen !

5. Afsluiting

Dames en heren, u ziet het, mijn sympathie voor accountants begint toe te nemen. Als ik consequent ben in mijn redeneringen, dan is het eigenlijk onvermijdelijk te concluderen dat ik een accountant zou moeten worden. Word ik dan zelf dat lastige mannetje ? Nee, liever niet, maar ik zie het wel als een uitdaging om goed opgeleide water accountants te gaan afleveren. Het lijkt me geweldig om het functioneren van enorme complexe stroomgebieden op een A4 te gaan samenvatten. Watermanagers komen niet meer weg met boodschappen zoals 'het zal mijn tijd wel duren' en 'ik wist het niet'. Het is maatschappelijk niet meer acceptabel dat we het watermanagement maar op zijn beloop laten, terwijl we tegelijkertijd maar over millenniumdoelstellingen en blue water revoluties blijven praten. Mijnheer de Rector, ik hoor dit al meer dan 10 jaar dat we watermanagement moeten gaan verbeteren maar het ontbreekt aan een kader. Deze ontevreden situatie kan slechts verbeteren als we betere regels en meetsystemen gaan instellen. Een slecht renderend bedrijf wordt onder curatele gesteld en zo moeten we dat ook met slechte watermanagers gaan doen.

Accountants hebben standaardmethodes ontwikkeld. Beroepsorganisaties voor accountants spelen een belangrijke rol bij de opleiding tot en permanente bijscholing van accountants. Ook bevorderen zij de kwaliteit van de accountantswerkzaamheden door hier standaarden voor op te stellen. Als TU moeten we wateraccountants gaan opleiden en hen remote sensing technieken gaan aanleren. Zij zijn de nieuwe generatie waterbeheercontroleurs.

Dames en heren, het gebruik van aardobservatiegegevens in het mondiale waterbeheer is een geweldige kans om ongewenste praktijken op te sporen en de mensen die hiervan afhankelijk zijn in te lichten. Zij hebben recht op goed watermanagement. Omdat dataverzameling en uitwisseling op de conventionele manier altijd een bottleneck zal blijven en waarmee onvolkomenheden kunnen worden verborgen, is het onvermijdelijk om de laatste stand van aardobservatietechnieken te gaan gebruiken. De *eye in the sky* is het gereedschap van de moderne wateraccountant. Het zal de transparantie zeker ten goede komen omdat de gegevens niet langer meer kunnen worden verborgen en de water manager weet dat hij gevolgd wordt. Daar zijn we allemaal bij gebaat. En dan is accounting toch zo gek nog niet.

Gewaardeerde genodigden, ik heb gezegd

Referenties

- Allen, R.G., M. Tasumi, A. Morse and R. Trezza, 2005. A Landsat-based energy balance and evapotranspiration model in Western US water rights regulations and planning, *Irrigation and Drainage Systems*, vol. 19; issue 3&4: 251-268
- Azzali, S. and Menenti, M., 2000. Mapping vegetation-soil-climate complexes in southern Africa using temporal Fourier analysis of NOAA-AVHRR data, *International Journal of Remote Sensing*, 21: 973-996.
- Bastiaanssen, W.G.M., 2000. Shared water resources information from space, new management opportunities or unwanted interference ?, *Inaugural Address ITC Enschede*: 22 pp.
- Bastiaanssen, W.G.M. and C.J. Perry, 2009. Large scale irrigation practices in the Nile Basin, best practices, weaknesses and opportunities, *Nile Basin Initiative (NNI) – Efficient Water Use Program in Agriculture*: 178 pp + annexes
- Chapagain, A.K., Hoekstra, A.Y., and Savenije, H.H.G., 2006. Water saving through international trade of agricultural products, *Hydrology and Earth System Sciences* 10(3): 455-468.
- Faulkner, J.W., T. Steenhuis, N. van de Giesen, M. Andreini and J.R. Liebe, 2008. Water use and productivity of two small reservoir irrigation schemes in Ghana's Upper East region, *Irrigation and Drainage* 57: 151-163
- Gowda, P.H., G.B. Senay, P.D. Colaizzi and T.A. Howell, 2008. Simplified surface energy balance (SSEB) approach for estimating actual ET: an evaluation with lysimeter data, *American Society of Agricultural and Biological Engineers (ASABE)*
- Immerzeel, W. and P. Droogers, 2008. Calibration of a distributed hydrological model based on satellite evapotranspiration, *Journal of Hydrology* 349: 411-424
- IPCC, 2007. *Climate change 2007: mitigation of climate change: contribution of working group III to the fourth assessment report of the IPCC*, (ed.) Bert Metz, ISBN 9780521880114
- Jeu, de, R.A.M., W. Wagner, T.R.H. Holmes, A.J. Dolman, N. van de Giesen and J. Friesen, 2008. Global Soil Moisture Patterns Observed by Space Borne Microwave Radiometers and Scatterometers, *Surveys in Geophysics*, 29: 399-420
- Klees, R., E.A. Zapreeva, H.C. Winsemius en H.H.G. Savenije, 2006. The bias in GRACE estimates of continental water storage variations, *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss* 3: 3557-3594
- Kruijs, van der, S., 2009. Quantifying vegetation cover changes from NDVI time series and determination of main causes for the Nile basin, M.Sc. thesis, *Water Resources Management, Faculty of Civil Engineering, TU Delft, Delft, The Netherlands*: 53 pp.
- Liu, J. and Savenije, H.H.G., 2008. Food consumption patterns and their effect on water requirement in China, *Hydrology and Earth System Sciences* 12(3): 887-898.
- Menenti, M., L. Jia and W.G.M. Bastiaanssen, 2004. Energy and water flow through the soil-vegetation-atmosphere system: the fiction of measurements and the reality of models, in (eds.) Feddes, de Rooij and van Dam, *Unsaturated-zone Modeling, Kluwer Academic Publishers, Wageningen UR Frontis Series*: 211-229
- Molden, D., 1997. Accounting for water use and productivity, *IWMI/SWIM paper no. 1, International Watermanagement Institute, Colombo, Sri Lanka*: 25 pp
- Molden, D. and R. Sakthivadivel, 1999. Water accounting to assess uses and productivity of water, *Water resources development* 155 (no. 1 &2): 55-71
- Njoku E.G, T.J. Jackson, V. Lakshmi, T. Chan, and S.V. Nghiem, 2003. Soil moisture retrieval from AMSR-E, *IEEE Trans Geosci Remote Sens*, 41: 215-229
- Owe, M, R.A.M. de Jeu, and T.R.H. Holmes, 2008. Multi-sensor historical climatology of satellite-derived global land surface moisture. *J Geophys Res* 113.
- Perry, C.J., 2007. Efficient irrigation: inefficient communication; flawed recommendations, *Irrigation and Drainage* 56: 367-378

Savenije, H.H.G., 2005. Het meeste valt eraast, intreerede TU Delft, Faculteit Civiele Techniek en Geowetenschappen: 16 pp.

Singh, R.K., A. Irmak, S. Irmak and D.L. Martin, 2008. Application of SEBAL model for mapping evapotranspiration and estimating surface energy fluxes in South-Central Nebraska, ASCE J. Irrigation and Drainage Eng. 134: (3): 273-285

Teixeira, de Castro, A.H., 2008. Measurements and modelling of evapotranspiration to assess agricultural water productivity in basins with changing land use patterns, Ph.D. thesis, Wageningen University, ISBN: 978-90-8504-981-4: 239 pp.

Verstraeten, W.W., F. Veroustraete and J. Feyen, 2008. Assessment of evapotranspiration and soil moisture content across different scales of observation, Sensors 8: 70-117

Winsemius, H.C., H.H.G. Savenije and W.G.M. Bastiaanssen, 2008. Constraining model parameters on remotely sensed evaporation: justification for distribution in ungauged basins ? HESSD, Hydr. Earth Syst. Sci. Discuss. 5: 2293-2318

Zwart, S.J. and W.G.M. Bastiaanssen, 2004. Review of measured crop water productivity values for irrigated wheat, rice, cotton and maize, Agr. Watermanagement 69: 115-133

Zhang, X., S. Chen, H. Sun, D. Pei and Y. Wang, 2007. Dry matter, harvest index, grain yield and water use efficiency as affected by water supply in winter wheat, Irrigation Science, doi 10.1007/s00271-008-0131-2