

ICW nota 1659<sup>I</sup>  
november 1985

NN31545.1659



nota

REISVERSLAG VAN EEN BEZOEK AAN DE VERENIGDE STATEN VAN  
17 TOT 31 AUGUSTUS 1985

ir. G.J.A. Nieuwenhuis en J.M.M. Bouwmans\*

\*medewerker van de Landinrichtingsdienst te Utrecht

instituut voor cultuurtechniek en waterhuishouding, wageningen

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-  
middelen, dus geen officiële publikaties.

Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een  
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende  
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen  
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek  
nog niet is afgesloten.

Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut  
in aanmerking

18 FEB. 1986

JSN 237603 \*

## I N H O U D

	blz.
1. INLEIDING	1
2. INTERNATIONAL WORKSHOP ON HYDROLOGIC APPLICATIONS OF SPACE TECHNOLOGY	1
2.1. Organisatorische aspecten	1
2.2. Bespreking van de gepresenteerde papers en posters	2
2.3. Slotdiscussie van de workshop	4
2.4. Conclusies	5
3. CURSUS GEOGRAFISCHE INFORMATIE SYSTEMEN	6
4. BEZOEKEN NA AFLOOP VAN DE WORKSHOP	7
5. BELANGRIJKSTE CONCLUSIES	7

## 1. INLEIDING

Van 19 tot en met 23 augustus 1985 is deelgenomen aan de 'International Workshop on Hydrologic Applications of Space Technology'. Beide auteurs van dit verslag hebben een paper gepresenteerd. De samenvattingen van deze papers zijn aan dit verslag toegevoegd.

Voorafgaand aan de workshop is op 18 januari 1985 deelgenomen aan een eendaagse cursus over geografische informatie systemen. Na afloop zijn bezoeken afgelegd aan een viertal instellingen in de Verenigde Staten, die zich bezighouden met de toepassing van remote sensing in de hydrologie. De verschillende activiteiten worden in de hoofdstukken 2 tot en met 4 gerapporteerd. In hoofdstuk 5 worden de belangrijkste ervaringen die zijn opgedaan nog eens samengevat.

## 2. INTERNATIONAL WORKSHOP ON HYDROLOGIC APPLICATIONS OF SPACE TECHNOLOGY

### 2.1. Organisatorische aspecten

Door de International Association of Hydrological Sciences (IAHS) is in samenwerking met de World Meteorological Organization (WMO) de 'International Workshop on Hydrologic Applications of Space Technology' georganiseerd. Deze werd gehouden van 19 tot en met 23 augustus in Cocoa Beach (Florida).

Tijdens de workshop werden zowel papers als posters gepresenteerd. Daarnaast was er een permanente tentoonstelling, waar bedrijven de gelegenheid werd geboden zich te manifesteren.

Aan het congres werd deelgenomen door 116 personen, waarvan er 50 afkomstig waren uit de Verenigde Staten en 36 uit West-Europa. Een copie van de deelnemerslijst is opgenomen in bijlage 1.

In totaal werden 48 papers en 16 posters gepresenteerd. In tabel 1 wordt een verdeling van de papers en posters naar onderwerp gegeven.

Tabel 1. Aantal papers en posters per onderwerp

Onderwerp	Aantal papers	Aantal posters
policy aspects	3	-
precipitation/runoff	5	4
soil moisture/evapotranspiration	4	-
snow hydrology	5	3
general applications	9	8
modelling/forecasting	8	-
data transmission	8	1
geographic information systems	6	-
totaal	48	16

## 2.2. Bespreking van de gepresenteerde papers en posters

Hetgeen werd gepresenteerd wordt per onderwerp kort toegelicht.

### Policy aspects

Bij dit onderdeel werd door Salomonson (NASA/GSFC) het Earth Observation Satellite (EOS) programma toegelicht. De volgende satelliet-scanners staan op het programma:

HIRIS: High Resolution Imaging Spectrometer

MODIS: Moderate Resolution Imaging Spectrometer

HMMR : High Resolution Multichannel Microwave Radiometer

SAR : Synthetic Aperture Radar

Naast het EOS-programma is een Tropical Rainfall Monitoring Mission (TRMM) satelliet gepland en worden diverse meetprogramma's met de space shuttle overwogen. De TRMM zou een baan gaan beschrijven zoals de door Nederland voorgestelde TERS-satelliet.

### Precipitation/runoff

De toepassing van satelliet remote sensing draait in de meteorologie operationeel. In deze categorie kwam vrijwel alleen de neerslagvoorspelling met weerssatellieten aan de orde.

### Soil moisture/evapotranspiration

Over dit onderwerp werden helaas maar 4 papers gepresenteerd, waaronder de bijdragen van de auteurs van dit verslag. De samenvattingen van de laatstgenoemde papers zijn opgenomen in de bijlagen 2 en 3. In het algemeen reageerde men zeer geïnteresseerd op de ontwikkelde methode van verdampingskartering met reflectie- en warmtebeelden en de daarmee verkregen resultaten. De presentaties resulteerden onder andere in contacten met Braun van de Vrije Universiteit in Berlijn. Afgesproken is dat nader overleg zal plaats vinden over de mogelijkheden van deze techniek voor de bestudering van de effecten van bruinkoolwinning op de watervoorziening van landbouw- en natuurgebieden in Nederlands Limburg.

Jackson (Hydrological Laboratory, Beltsville) presenteerde resultaten van vochtkartering met microgolftechnieken. Bij schaarse vegetatie is het mogelijk uit radarbeelden informatie af te leiden over de bodemvochtvoorraad van de toplaag.

### Snow hydrology

De oppervlakte bedekt met sneeuw kan worden geschat met remote sensing technieken. Schatting van sneeuweigenschappen, hetgeen van belang is voor de bepaling van de hoeveelheid te verwachten smeltwater, is nog volledig experimenteel. Momenteel wordt ervaring opgedaan met multiband-microgolftechnieken.

### General applications

In deze categorie werden enkele papers gepresenteerd betreffende controle op overstromingen en sedimenttransport in open water.

### Modelling/forecasting

In deze categorie viel met name een bijdrage op van Fortin (Universiteit van Quebec, Canada), die samen met Villeneuve, Guilbot en Sequin uit Frankrijk een gebiedsmodel heeft ontwikkeld voor de schatting van de waterbalanstermen in een afvoergebied. In dit model wordt remote sensing toegepast voor de bepaling van het bodemgebruik en de verdamping. Dit werk sluit goed aan bij het remote sensing onderzoek op het ICW.

Verder presenteerde Rott (Universiteit Innsbruck, Oostenrijk) een model voor de schatting van de dagelijkse runoff met Meteosatopnamen.

Met behulp van regressie-analyse werd de relatie bepaald tussen de uit Meteosat opnamen bepaalde Cloud Index (een maat voor de neerslag) en de afvoer. Deze relatie is voor een tweetal afvoergebieden van de Donau met succes toegepast.

#### Data transmission

De mogelijkheden van datatransmissie via satellieten en met het 'meteo burst' systeem (reflectie aan geïoniseerde gassen) voor de registratie van hydrologische veldwaarnemingen werd uitgebreid belicht. Voor slecht toegankelijke gebieden (poolgebied, woestijn) zijn dergelijke technieken van groot belang om regelmatig de benodigde informatie te verkrijgen. In Nederland rekenen we deze vorm van waarnemen op afstand in het algemeen niet tot remote sensing.

#### Geographic Information Systems

Het gebruik van Geografische Informatie Systemen (GIS) komt op veel plaatsen van de grond. Een algemene GIS bestaat er niet. De keuze van een geschikt systeem is sterk afhankelijk van de toepassing, waarvoor het systeem wordt aangeschaft.

#### 2.3. Slotdiscussie van de workshop

Bij de slotdiscussie van de workshop werden een aantal opmerkingen gemaakt. De belangrijkste zijn:

- Remote sensing moet onderdeel uitmaken van een modelmatige benadering. De algemene toepasbaarheid is belangrijker dan een overdreven verfijning.
- Remote sensing is in principe een objectief meetmechanisme. Het inbouwen van ervaringen brengt subjectiviteit met zich mee. Mogelijk kan dit worden ondervangen door toepassing van zogenaamde 'expert-systems'.
- Ontwikkelde methodieken zijn vaak bruikbaar dan de onderzoekers zelf denken. Het overbrengen van kennis naar de gebruiker verdient meer aandacht.

- Voor de ontwikkelingslanden is alleen toegang tot de data niet voldoende. Begin bij consultancy-werk in ontwikkelingslanden met eenvoudige methoden. Technieken worden wel geëxporteerd, maar de support ontbreekt veelal.

#### 2.4. Conclusies

Op basis van de ervaringen, die zijn opgedaan tijdens de workshop kunnen een aantal conclusies worden getrokken:

- Bij het toekomstig satellietprogramma van de NASA krijgt thermografie slechts weinig aandacht. De nadruk ligt op de toepassing van microgolft technieken, hetgeen vooral komt doordat met deze technieken onder vrijwel alle weersomstandigheden een beeld wordt verkregen.
- Binnen de hydrologie is een aanzienlijk deel van het onderzoek gericht op de voorspelling van hoeveelheden sneeuwmeltwater en de bepaling van neerslag-afvoer relaties.
- Op het gebied van bodemvocht en verdamping waren slechts een gering aantal papers. De gepresenteerde methodiek van verdampingskartering aan de hand van reflectie- en warmtebeelden kreeg veel aandacht.
- De commercialisering van satelliet remote sensing zet door in Amerika. Zowel de datadistributie als de bouw en lansering van aardobservatie-satellieten is in Amerika overgedragen aan een commercieel bedrijf (EOSAT).
- De meeste bijdragen kwamen uit Amerika en Europa. Opvallend was het groot aantal paper presentaties uit Finland (4). De inbreng uit Oost-Europa was verwaarloosbaar (1 paper). Uit Azië en Afrika waren diverse deelnemers maar slechts een gering aantal papers en posters.
- De posters kregen relatief weinig aandacht. Bij een opzet, zoals bij de workshop in Florida, heeft het presenteren van een paper grote voordelen ten opzichte van een posterpresentatie.
- Het was een bijzonder goed georganiseerde workshop. Naast het technisch gedeelte was er tijd ingeruimd voor excursies naar het Kennedy Space Flight Center en het EPCOT center.

### 3. CURSUS GEOGRAFISCHE INFORMATIE SYSTEMEN

Voorafgaand aan de workshop is een ééndaagse cursus over Geografische Informatie Systemen (GIS) gevolgd.

In 4 sessies van ongeveer 1,5 uur werd door Duane Marble informatie verschaft over GIS. Hierbij kwam de algemene opzet van een GIS aan de orde (zie fig. 1).

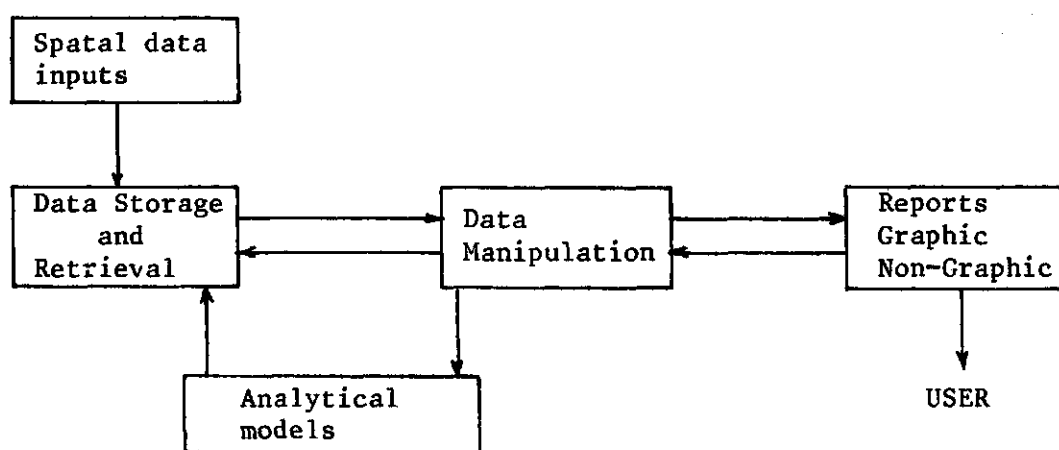


Fig. 1. Algemene opzet van een GIS

De verschillende onderdelen werden toegelicht. Bovendien werd informatie verschaft over daarvoor beschikbare hardware en software.

Naar aanleiding van de cursus kunnen de volgende opmerkingen worden gemaakt:

- Personal computers zijn vooral geschikt voor onderzoek en demonstraties op onderzoeksinstituten en universiteiten.
- Voor 'man-made structures' is het Intergraph systeem ideaal. Voor meer complexe structuren zoals bodemkaarten heeft het ARC/INFO systeem voordelen.
- Voor koppeling van remote sensing dataverwerking aan het kartografisch systeem ARC/INFO is er voor het Amerikaanse ERDAS-systeem geen alternatief.
- Aan de deelnemers werd een uitgebreid cursusboek verschaft. Bij beide auteurs ligt een exemplaar ter inzage.



#### 4. BEZOEKEN NA AFLOOP VAN DE WORKSHOP

Na afloop van de workshop werden achtereenvolgens bezoeken afgelegd aan:

- USDA, Water conservation Laboratory; Phoenix, Arizona;
- USDA, Cropping Systems Research Laboratory; Lubbock, Texas;
- NASA, Goddard Space Flight Center, Hydrological Sciences Branch; Greenbelt, Maryland;
- USDA, Hydrology Laboratory; Beltsville, Maryland.

Op basis van deze bezoeken kunnen enkele algemene opmerkingen worden gemaakt:

- Zowel in Phoenix als Lubbock draaien uitgebreide micrometeorologische meetprogramma's. Er worden veel tijdrovende metingen gedurende lange tijd uitgevoerd. De uitwerking van de waarnemingen kwam op beide plaatsen in gedrang.
- De nadruk lag in Phoenix op de ontwikkeling van methodieken en toetsing aan veldwaarnemingen. In Lubbock was de aandacht voornamelijk gericht op toetsing van in Phoenix ontwikkelde methodieken.
- Praktijkervaring met opnamen vanuit vliegtuigen of satellieten ontbrak zowel in Phoenix als Lubbock vrijwel volledig. Het Laboratorium in Phoenix beschikt over een klein systeem voor Landsat-beeldverwerking (RIPS-systeem), waar nog nauwelijks ervaring mee opgedaan was.
- Het programma van de NASA is gericht op 'global monitoring' van de hele aardbol. Met nadruk werd genoemd, dat het International Satellite Land Surface Climatology Program' (ISLSCP), waar Menenti (ICW) bij betrokken is, heel goed past in het NASA-programma.
- Ook in Europa kan voor projecten in NASA verband worden beschikt over een vliegtuig en opname-apparatuur van de NASA.

#### 5. BELANGRIJKSTE CONCLUSIES

Het remote sensing onderzoek wordt in Amerika met subsidie van de NASA uitgevoerd door een aantal groepen bij Universiteiten. Het gevolg is dat het remote sensing onderzoek in Amerika in het algemeen gericht is op de ontwikkeling van methodieken. Dit geldt in elk geval voor de

toepassing van scanneropnamen in de landbouwwaterhuishouding. In Nederland zijn de afgelopen jaren in het kader van het Remote Sensing Studieproject Oost-Gelderland ontwikkelde methodieken in de praktijk getoetst. Het gevolg is dat we in Nederland over een grotere ervaring beschikken wat betreft de toepassing van remote sensing technieken in de praktijk.

Als een vegetatie aanwezig is zijn de mogelijkheden van radar voor het vaststellen van bodemvochtvoorraden beperkt. Dit betekent dat toepassing van reflectie- en warmtebeelden, waarmee informatie kan worden verkregen over gewassoort en gewasverdamping, centraal moet blijven staan.

Het onderzoek van de NASA is gericht op 'global monitoring' van de hele aardbol. Het ISLSCP-project, waar het ICW bij betrokken is, past bijzonder goed in het NASA-programma.

In Amerika zet de commercialisering van satelliet remote sensing door. Sinds kort wordt de distributie van Landsatbeelden verzorgd door het bedrijf EOSAT. Earthnet zal voor Europa de distributie blijven verzorgen.

LIST OF REGISTRANTS

as of August 8, 1985

ALEXANDER, David  
6 Kris Court  
East Doncaster  
Victoria 3103  
Australia

AL-JAHADIMY, Suliman Abdulla  
General Director of Meteorology  
Muswi  
Sultanate of Oman

ANDERSEN, Arne Winther  
Greenland Technical Organization  
20, Hauser Plads  
DK 1227 Copenhagen  
DENMARK

ANDERSEN, Tom E.  
Norwegian Water Resources & Electricity Board  
The State Power System  
P.O. Box 5091  
Majorstua  
0301 Oslo 3  
Norway

ASKEW, Arthur J.  
World Meteorological Organization  
Case Postale no. 5  
11211 Geneva  
Switzerland

BARRETT, Eric C.  
Director, Remote Sensing Unit  
Dept. of Geography  
University of Bristol  
University Road  
Bristol BS8 1SS  
England

BAUMGARTNER, Michael F.  
Institute for Communication Technology  
Swiss Federal Institute of Technology  
Gloriastr. 35  
CH-8092 Zurich  
Switzerland

BAXTER-POTTER, Wanada  
Graduate Research Assistant  
Civil Engineering Department  
University of Nebraska-Omaha  
60th & Dodge Streets  
Omaha, Nebraska 68182-0178  
U.S.A.

BERNIE, Juan Carlos  
Departamento de Agua Para El Chaco  
Ministerio Defensa Naccional  
Av. Mcal. Lopez esq. Vice Pate. Sanchez  
Asuncion  
Paraguay

BONILHA, Tony  
Sierra/Misco, Inc.  
1825 Eastshore Highway  
Berkeley, California 94710-1998  
U.S.A.

BONNE, Jochanan  
Northern District Engineer  
Hydrometric Division  
The Hydrological Service  
Water Commission  
Ministry of Agriculture  
State of Israel  
The Hydrological Service P.O. Box 140  
Haifa 31001  
Israel

BOUWMANS, Johannes Martinus M.  
Agricultural Engineer  
Government Service for Land and Water Use  
P.O. Box 20021  
3502 LA Utrecht  
The Netherlands

BOWLES, David  
Utah State University, Utah Water Res. Lab.  
Logan, Utah 84322-8200  
U.S.A.

BRAUN, Gunter  
Free University of Berlin  
FB24 WE6  
Grunewaldstrasse 35  
D1000 Berlin 41  
West Germany

BUSSAIDY, Mohammad Al  
Deputy Director General of Meteorology  
Ruwi  
Sultanate of Oman

CALABRESI, Gianna  
ESA/Earthnet Programme Office  
00044 Frascati  
via Galileo Galilei  
Rome,  
Italy

CANNIZZARO, G.  
Rome, Italy

CHANG, A.T.C.  
Hydrological Sciences Branch  
Laboratory for Terrestrial Physics  
NASA/Goddard Space Flight Center  
Greenbelt, Maryland 20771  
U.S.A.

CHASE, Richard I.  
University of New Hampshire  
50 Elm Street  
Newmarket, New Hampshire 03857  
U.S.A.

CHATTERJEE, Ashok K.  
Indian Institute of Technology  
Rural Development Centre  
5/206, Zakir Hussain Hall  
Kharagpur (W.B.)  
721 302 India

CHEVALLIER, Pierre  
Maitre de Recherches ORSTOM  
Centre ORSTOM de Adiopodoume B.P. V 51  
Abidjan, Cote d'Ivoire  
Ivory Coast

CHOC, Fernando Lopez  
World Meteorological Organization  
Estudio Hidroelectrico del Usumacinta  
Edificio INGUAT nivel 11, 7a. Ave. 1-17  
Zona 4 Guatemala  
Guatemala

CONNOR, Richard Laurance  
Senior Engineer-Design  
Dept. of Local Government  
Queensland State Government  
6 Woodbine Street  
Brisbane, Queensland  
Australia

CONNORS, Kathryn F.  
Graduate Student  
Pennsylvania State University  
217 Waterford Street  
P.O. Box 724  
Edinboro, Pennsylvania 16412  
U.S.A.

COUSENS, David W.H.  
Senior Adviser  
Water Research Commission  
P.O. Box 824  
Pretoria,  
Republic of South Africa

CROOK, Arthur G.  
Data Collection Group Leader  
U.S. Department of Agriculture  
Soil Conservation Service  
511 N.W. Broadway, Room 514  
Portland, Oregon 97209  
U.S.A.

DRAYTON, Robert S.  
University College  
Department of Civil Engineering  
Newport Road  
Cardiff, CF2 1TA  
United Kingdom

• EHLIN, Ulf  
Director, The Swedish Meteorological  
and Hydrological Institute (SMHI)  
S-601 76 Norrköping, Östergötland  
Sweden

FISHER, John J.  
Department of Geology  
University of Rhode Island  
Kingston, Rhode Island 02881  
U.S.A.

FLANDERS, Allen F.  
National Weather Service  
8060 13th Street  
Silver Spring, Maryland 20910  
U.S.A.

FORTIN, Jean-Pierre  
Professor INRS-Eau  
Complexe Scientifique  
2700 rue Einstein  
Case Postale 7500  
Sainte-Foy, Quebec, G1V 4C7  
Canada

GOODISON, Barry E.  
Research Scientist  
Atmospheric Environment Service  
4905 Dufferin Street  
Downsview, Ontario M3H 5T4  
Canada

• GOODRICH, David C.  
University of Arizona  
Department of Hydrology and Water Resources  
Tucson, Arizona 85712  
U.S.A.

GREGOIRE, Jean-Marie/Henri  
Commission of the European Communities  
Joint Research Centre  
Ispra Establishment  
21020 Ispra (VA)  
Italy

• HARVEY, Kenneth D.  
Operational Hydrologist  
Hydrology Division  
Water Resources Branch  
Environment Canada  
8th Floor, Place Vincent Massey  
Ottawa, Ontario K14 0E7  
Canada

HAWLEY, Mark E.  
University of Virginia  
Route 1, Box 87-M  
Madison, Virginia 22727  
U.S.A.

HEERMANN, Dale F.  
U.S. Department of Agriculture  
ARS/AERC  
Colorado State University  
Fort Collins, Colorado 80523  
U.S.A.

HERSCHY, R.W.  
CNS Scientific and Engineering Services  
Chairman EARSel WG10  
2 Queensborough Drive  
Reading, RG4 7Ja  
United Kingdom

FARRELL, Clifton  
In-Situ, Inc.  
P.O. Box 1  
Laramie, Wyoming 82070  
U.S.A.

HOGGAN, Daniel H.  
Utah State University  
UMC 82  
Logan, Utah 84322  
U.S.A.

JACKSON, Thomas J.  
Hydrologist  
U.S. Department of Agriculture  
Hydrology Laboratory  
139 Building 007 BARC-W  
Beltsville, Maryland 20705  
U.S.A.

JOHNSON, A. Ivan  
President  
A. Ivan Johnson, Inc.  
7474 Upham Court  
Arvada, Colorado 80003  
U.S.A.

JOLLY, J. Peter  
A.J. Robinson & Associates  
#105  
108 Seagram Drive  
Waterloo, Ontario  
Canada

JONES, William  
In-situ, Inc.  
P.O. Box I  
Laramie, Wyoming 82070  
U.S.A.

JONSSON, Lennart  
Department of Water Resources Engineering  
University of Lund  
Box 118  
S-22100 Lund  
Sweden

KALSKE, Risto V.O.  
Director, Surface Weather Systems  
Vaisala Oy  
PL 26, 00421 Helsinki 42  
Finland

KOTTEGODA, Nath. T.  
Senior Lecturer  
Department of Civil Engineering  
University of Birmingham  
P.O. Box 363  
Birmingham B15 2TT  
England

KUITTINEN, Risto  
Research Engineer  
Technical Research Centre of Finland  
Laboratory of Land Use  
Itatuntentie 2  
02100 Espoo  
Finland

LACOMBA, Philippe Jean Francois  
Institut de MeCanique de Grenoble  
B.P. 68  
38409 Saint Martin d'Herès Cedex  
Grenoble  
France

LAHTENOJA, ILKKA J.  
Vaisala Oy  
P.O. Box 26  
SF-00421 Helsinki  
Finland

LEAF, Charles F.  
Consulting Hydrologist  
201 1/2 Main, Suite 241  
Sterling, Colorado 80751  
U.S.A.

LEDZIAN, Robert R.  
Department of the Interior  
Bureau of Reclamation  
Code 220  
18th & C Streets, N.W.  
Washington, D.C. 20240  
U.S.A.

LEITH, Rory M.  
501 1001 West Pender Street  
Vancouver, British Columbia V6E 2M9  
Canada

LEMMELA, Risto  
Chief, Hydrological Office  
National Board of Waters  
Box 436  
SF-00101 Helsinki  
Finland

LOINTIER, Marc  
Hydrologist  
ORSTOM  
B.P. 97300 Cayenne  
French Guyana

MARBLE, Duane F.  
SPAD Systems, Ltd.  
P.O. Box 571  
Williamsville, New York 14221  
U.S.A.

MILLY, P. Christopher D.  
Assistant Professor  
Princeton University  
Department of Civil Engineering  
Princeton, New Jersey 08544  
U.S.A.

NIMEC, Jaromir  
World Meteorological Organization  
Case postale No. 5  
11211, Geneva  
Switzerland

NIEUWENHUIS, Ir. Gerard J.A.  
Agricultural Engineer  
Institute for Land and Water  
Management Research (ICW)  
P.O. Box 35  
6700 AA Wageningen  
The Netherlands

PAULSON, Richard W.  
U.S. Geological Survey  
WGS-MS 460 National Center  
Reston, Virginia 22092  
U.S.A.

PODHORSKY, Dusan  
Director of WMO Activity Centre  
Czechoslovak Hydrometeorological Service  
WMO Activity Centre  
Maly Javornik  
835 15 Bratislava  
Czechoslovakia

PORTO, Rubem L.  
University of Sao Paulo  
Gabinete do Reitor  
Cidade Universitaria  
P.O. Box 8191  
Sao Paulo  
Brazil

POTVIN, Lise  
INRS-Equ (Universite du Quebec)  
2700 rue Einstein, C.P. 7500  
Sainte-Foy, Quebec G1V 4C7  
Canada

PRICE, Robert D.  
Assistant Chief  
Laboratory for Terrestrial Physics  
Code 620  
Goddard Space Flight Center  
Greenbelt, Maryland 20715  
U.S.A.

QUIST, Lawrence G.  
Head, Groundwater Division  
Water Resources Research Institute  
Council for Scientific & Industrial  
Research  
C.S.I.R. Box M 32  
Accra  
Ghana

RANGO, Albert  
Chief, Hydrology Laboratory  
U.S. Department of Agriculture  
Agricultural Research Service  
BARC-West, Bldg. 007, Room 139  
Beltsville, Maryland 20705  
U.S.A.

RITCHIE, Jerry C.  
Soil Scientist  
U.S. Department of Agriculture  
ARS Hydrology Laboratory  
BARC-West Bldg. 007  
Beltsville, Maryland 20705  
U.S.A.

ROBSON, A.  
Satellite and Mission Operations  
METEOSAT Exploitation Project  
European Space Operations Centre  
Robert-Bosch-Strasse 5  
P.O. Box 406  
6100 Darmstadt  
West Germany

ROTT, Helmut  
Institute for Meteorology and Geophysics  
University of Innsbruck  
Schopfstrasse 41  
A-6020 Innsbruck  
Austria

RUTH, Michael Decoursey  
Earth Observation Satellite Company (EOSAT)  
c/o EarthSat  
7222 47th Street  
Chevy Chase, Maryland 20815  
U.S.A.

SALOMONSON, Vincent V.  
Chief, Laboratory for Terrestrial Physics  
NASA/Goddard Space Flight Center  
Code 920  
Greenbelt, Maryland 20771  
U.S.A.

• SCHULTZ, Gert A.  
Professor for Hydrology and Water Resources  
Department of Civil Engineering  
Ruhr-University Bochum  
P.O. B. 12 21 48  
4630 Bochum 1  
Federal Republic of Germany

SCOTT, Arthur G.  
U.S. Geological Survey  
Water Resources Division  
415 National Center  
Reston, Virginia 22092  
U.S.A.

SIEGERT, Klaus  
Hydraulic Engineer  
F.A.O.  
dia delle Terme di Caracalla  
Rome  
Italy

SOLIMAN, Mostafa M.  
24 Mohamed Mahmoud Kasim  
Heliopolis Cairo  
Egypt

SPAYD, Leroy E. Jr.  
Research Meteorologist  
Satellite Applications Laboratory  
NESDIS/NOAA, U.S. Department of Commerce  
Room 601, World Weather Building  
Camp Springs, Maryland 21114  
U.S.A.

SRINIVAS, M.G.  
Project Engineer  
Centre of Studies in Resources Engineering  
Indian Institute of Technology  
Powal, Bombay 400076  
India

• STRANGEMAYS, Ian Colville  
Institute of Hydrology  
Maclean Building  
Wallingford, Oxon OX10 8BB  
United Kingdom

STRINGHAM, Gary G.  
Electrical Engineer  
Hewlett-Packard Co.  
3501 South Stover #3-62  
Fort Collins, Colorado 80525  
U.S.A.

THOMSEN, Henrik Højmark  
Research Glaciologist  
The Geological Survey of Greenland  
Øster Voldgade 10  
1350 Copenhagen  
Denmark

THOMSEN, Thorkild  
Greenland Technical Organization  
20, Hauser Plads  
DK 1127 Copenhagen  
Denmark

TREVETT, J. William  
Hunting Technical Services Ltd.  
Elstree Way  
Borehamwood Herts WD6 1SB  
England

UBERTINI, Lucio  
Director, IRPI/CNR  
Loc. Madonna Alta  
06100 Perugia  
Italy

VAN DER BEKEN A.M.O.  
Laboratory of Hydrology  
Department of Civil Engineering  
Free University Brussels  
Pleinlaan 2  
1050 Brussels  
Belgium

WALL, David J.  
The Pennsylvania State University  
Department of Civil Engineering  
212 Sackett Building  
University Park, Pennsylvania 16802  
U.S.A.

WHEELER, Paul A.  
Utah State University  
1595 N. 1600 E.  
Logan, Utah 84321  
U.S.A.

WIESNET, Donald R.  
Satellite Hydrology Associates  
6606 Midhill Place  
Falls Church, Virginia 22045  
U.S.A.



WILLEMS, Hendrik  
U.S. Bureau of Reclamation  
Office of Liaison-Engineer  
& Research  
Department of the Interior  
17212 Sandy Knoll Drive  
Olney, Maryland 20832  
U.S.A.

YANG, Jicheng  
Deputy Chief, Remote Sensing  
Application Centre  
Ministry of Water Resources  
& Electric Power  
No. 1, Lane 2, Baiguang Road  
P.O. Box 2905  
Beijing  
People's Republic of China

---

ALI, Syedmd Iqbal  
Dept. of Geography,  
Jahangirnagar University  
Savar, Dhaka  
Bangladesh

FERNANDES, MICAELAS JOSE B.  
Union National of Development  
Program and M.W.O.  
Av. Sexta 59-Jardines Del Sur  
Santo Domingo  
Dominican Republic

GABEL, Gail S  
Aanderra Instruments Ltd.  
560 Alpha Street  
Victoria, B.C.,  
Canada V8Z 1B2

FRANCE, Martin J.  
Aston University  
Remote Sensing Unit, Civil  
Engineering Department  
Birmingham B4 FET  
United Kingdom

HOLLISTER, John  
University of Maryland  
College Park, Maryland 20742  
U.S.A.

KATO, Peter  
Directorate of Meteorology  
P.O. Box 3056  
Dar Es Salaam,  
Tanzania

LYLES, John W.  
Atlantic Aerial Surveys  
803 Franklin Street  
Huntsville, Alabama 35804  
U.S.A.

MEEHAN, Ray J. Atlantic Aerial Survey, Inc  
P.O. Box 385  
Huntsville, Alabama 35801  
U.S.A.

MORAN, Robert E.  
501 Hess Avenue  
Look Out Mountain, Colorado 80401  
U.S.A.

MULLER, A.M.M.  
Directorate of Hydrology  
Department of Water Affairs  
Private Bag, X313  
Pretoria 0001  
Republic of South Africa

MWANJE, Justus  
University of Nairobi  
Department of Geography  
P.O. Box 30197  
Nairobi  
Kenya

OBERHOFER, Arthur R., III  
Synergetics International, Inc.  
11244-D Waples Mill Road  
Fairfax, Virginia 22030  
U.S.A.

O'LOUGHLIN, Emmett M.  
CSIRO  
Division of Water and Land Resources  
GPO Box 1666  
Canberra, A.C.T.  
Australia 2601

RAGAN, Robert M.  
University of Maryland  
Department of Civil Engineering  
College Park, Maryland 20742  
U.S.A.

RAMAMOORTHY, Akshintala S.  
Head, Hydrology Division  
National Remote Sensing Agency  
Balaganar Hyderabad 500037  
India

RENNICK, Walter L.  
U.S. Geological Survey  
16329 Old Dairy Road  
Herndon, Virginia 22071  
U.S.A.

RODIS, Harry G.  
U.S. Geological Survey  
105 Hickory Drive  
Orlando, Florida  
U.S.A.

SHIH, Sun-Fu "Tony"  
University of Florida  
2208 N.W. 29th Street  
Gainesville, Florida 32605  
U.S.A.

STRCAR, Jayanta K.  
University of Maryland  
Department of Civil Engineering  
College Park, Maryland 20740  
U.S.A.

SOUHARTO  
Institute of Hydraulic Engineering  
H. Ar. H. Juanda 193  
Bandung  
Indonesia

STEYN, P. J.  
Directorate of Hydrology  
Department of Water Affairs  
Private Bag, X313, Pretoria  
0001 Republic of South Africa

TARDIEU, Jean  
EERM - Meteorologie Nationale  
Observatoire de Hagny Les Hameaux  
France

TIURI, Martti E.  
Helsinki University of Technology  
02150 Espoo  
Finland

TSENG, Ming T.  
U.S. Army Corps of Engineers  
HQ USACE (DAEN-CWH-W)  
Washington, D.C. 20314-1000  
U.S.A.

VANICHSERMIGUL, Chongkolnee  
Meteorological Department  
Suku-vit Road  
Bangkok 10110  
Thailand

ZERENER, Jack  
Aanderaa Instruments  
30 F. Commerce Way  
Woburn, Massachusetts 01801  
U.S.A.

SWANSON, Angela  
Meteor Communications Corporation  
22419 72nd Avenue S.  
Kent, Washington 98-32  
U.S.A.

INTEGRATION OF REMOTE SENSING WITH A SOIL  
WATER BALANCE SIMULATION MODEL (SWATRE)

G.J.A. Nieuwenhuis

Institute for Land and Water Management  
Research (ICW), Wageningen, The Netherlands

Information about regional evapotranspiration of crops is important for an optimal water management in agriculture and for the determination of the effect of changes in the overall hydrological situation. Remote sensing can be very helpful in obtaining the necessary information, although only the situation at the time of overflight is obtained. With the so-called SWATRE soil water simulation model for local conditions the use of water by agricultural crops can be simulated during the entire growing season (Belmans et al., 1983). Since 1981 we are testing the applicability of airplane remote sensing in combination with the SWATRE approach in a regional study project of an area (East Gelderland) in the eastern part of The Netherlands.

Crop temperatures derived from heat images were transformed into daily evapotranspiration values with surface energy balance models (Jackson et al., 1977; Soer, 1980). Mapping of these thermographic evapotranspiration values was combined with automatic crop classification, since the presently developed linear relationship between crop temperature and daily evapotranspiration is crop dependent. Crop classification was performed by means of reflection images taken with a multi spectral scanner.

In the present study we especially emphasized the effect of groundwater extrac-

tions on the water supply of agricultural crops. Remote sensing flights were performed in the summer of 1982 and 1983 after relatively dry periods. SWATRE-model calculations as well as field observations were used in the interpretation of the resulting evapotranspiration maps in terms of drought damage. The hydrological description of an agricultural area under the influence of groundwater extraction was greatly improved by applying an integrative approach of remote sensing with the SWATRE model.

We conclude that, compared with conventional methods, remote sensing in combination with SWATRE model calculations leads to a better determination of the effect of groundwater extractions. Since it is otherwise difficult to verify evapotranspiration values calculated with agrohydrological simulation models, remote sensing is also a valuable tool to adjust such models.

#### REFERENCES

- BELMANS, C., WESSELING, J.G. and FEDDES, R.A. (1983). J. Hydrol., 63: 271-286  
JACKSON, R.D., REGINATO, R.J. and IDSO, S.B. (1977). Water Resour.Res., 13: 651-656  
SOER, G.J.R., (1980). Remote Sens. Environ. 9: 27-45

PRACTICAL APPLICATIONS OF REMOTE SENSING  
TECHNIQUES IN WATERMANAGEMENT PROBLEMS

J.M.M. Bouwmans

Ministry of Agriculture and Fisheries,  
Government Service for Land and Water Use (LD),  
Utrecht, The Netherlands

One of the aims of the Government Service for Land and Water Use is to create optimal conditions for agricultural production. The water supply of agricultural crops is an important factor in this context. The existing drainage system is improved and often measures are taken to realize the possibilities for supplemental irrigation in order to prevent drought damage.

Besides by natural causes drought damage in The Netherlands may also occur as result of lowering the groundwater table due to groundwater withdrawal for domestic and industrial purposes as in general capillary rise of groundwater delivers a substantial contribution to the total water availability of crops. Damage caused in this way is quantified and farmers are financially compensated for this.

The evaluation of alternative watermanagement plans and the determination of effects of groundwater extractions are mainly based on calculations with an agrohydrologic simulation model. The necessary soil physical parameters are obtained from field observations and existing soil maps. The spatial variability of these parameters is, however, in The Netherlands rather large. For that reason it is difficult to obtain accurate information.

In different projects the applicability of remote sensing, especially thermographic techniques in order to determine actual crop evapotranspiration, has been proven. At this moment the applicability of these techniques is tested in practice. In two projects concerning determination of effects of groundwater withdrawal on crop production, remote sensing is applied in addition to the traditional method.

### Bijlage 3

In this stage some preliminary conclusions can be drawn. Remote sensing techniques offer new possibilities to check the output of regional watermanagement models. Effects of changes in the hydrological situation can be determined more accurate if in addition to the traditional way of working remote sensing is applied. Especially in areas with a great variability in soil physical characteristics, it is hardly possible to fix the spatial variation without using remote sensing techniques. The operational application of remote sensing techniques depends also on the costs and benefits when these techniques are applied. Nevertheless we expect that in the future at least a part of the hydrological information needed to solve our watermanagement problems will be obtained from remote sensing imagery.