

# Verdamping en hydrologie

## NHV Feestelijke Voorjaarsbijeenkomst 2015 in samenwerking met STOWA

---

### Een zilveren jubileum tijdens een Golden Day

Op donderdag 11 juni 2015 kwamen in theater Maitland, op het landgoed 'De Horst' bij Driebergen, zo'n honderd leden van de NHV bijeen. Zij vierden daar dat hun vereniging 25 jaar bestaat, hun lijfblad *Stromingen* inmiddels 20 jaar verschijnt en de NHV Special 'Verdamping in de hydrologie' die dag het licht zag. Het weer droeg op verschillende manieren bij aan het succes van de dag. Allereerst ervoeren de deelnemers buiten tijdens de pauzes, de borrel en het buffet stralend weer en er werd dan ook flink verdampt. Maar ook binnen in de theaterzaal was het weer mede debet aan het succes van de dag. Tien sprekers gaven vanuit verschillende invalshoeken presentaties over verdamping en de betekenis daarvan voor hydrologie en waterbeheer. NHV-voorzitter Marc Bierkens sprak in zijn kort-maar-krachtige openingswoord met recht van een Golden Day. Dagvoorzitter Reinder van der Naalt zorgde ervoor dat de presentaties en discussies in een ontspannen, prettige sfeer verliepen: een prima keuze van het NHV-bestuur.

### Oude mannen die praten over vroeger?

Harry Boukes, die later nog met andere talenten aan het succes van de dag zou bijdragen, blikte terug op 25 jaar NHV, maar vroeg zich daarbij meteen af of hij hiervoor wel de geschikte persoon was. Om drie redenen bekende hij spijt te hebben van zijn toezegging om deze terugblik te geven. Droeg hij hiermee niet zelf bij aan het beeld van de NHV dat hij kreeg tijdens de jaarvergadering op afgelopen 5 februari, namelijk een vereniging van oude mannen die over vroeger en geohydrologie praten? Weet Co de Vries het eigenlijk niet beter? En is het begrip 'hydrologie' wel goed gedefinieerd? Harry stelt het waterbeheer tegenover de hydrologie: het doen tegenover het denken. Het denken vereist een denkconcept waarbinnen water kan worden beschreven, vaak aan de hand van getallen. Zonder hydrologie ben je aldus Harry aan de goden overgeleverd als waterbeheerder zijnde.

Harry's historisch overzicht begon met de Bijbel, waarin bijvoorbeeld wordt beschreven hoe het water van de Rode Zee zich op Mozes' eerste teken spleet om doorgang te bieden aan het volk Israël en op zijn tweede teken zich weer samenvoegde om de legers van Faraó te doen verzwelgen. Was de Griek Archimedes (287- 212 v.Chr.) met

zijn wet meer een denker, de Romeinen toonden zich eerder doeners met hun waterhuishoudkundige bouwwerken en systemen. Met de Middeleeuwen lijkt een periode van stagnatie op te treden. In de renaissance ontwikkelt de hydrologie zich echter weer, onder meer doordat door de uitvinding van de boekdrukkunst kennis beter kon worden verspreid en gedeeld. Sinds Archimedes was Simon Stevin (1548-1620) de eerste die een grensverleggende bijdrage leverde aan de hydrostatica (De Beghinselen des Waterwichts, 1586). Doeners brachten de hydrologische kennis in praktijk door bijvoorbeeld droogmakerijen aan te leggen. Via de Verlichting komen we bij de ingenieur Henry Darcy (1803-1858), die op ingenieuze wijze de stad Dijon van schoon, zandgefilterd drinkwater voorzag. Dit zandfilter vormde de aanleiding voor Darcy's wet.

Via het analytische werk van Dupuit (1861), De Glee (1930), Hooghoudt (1935), Ernst (1951) en Hantush (1955) komen we in de jaren tachtig van de vorige eeuw terecht, waarin Hemker en Maas het matrix-rekenen ter hand namen en er computermodellen werden ontwikkeld die gebaseerd zijn op de eindige-elementenmethode. Vervolgens komen we via TOFEM (1981), MODFLOW (1984), MicroFEM (1986) en de kalibratiesoftware PEST (1995) bij de ontwikkeling van regionale geohydrologische modellen sinds circa 2000 en de ontwikkeling van het NHI vanaf 2005.

Van georganiseerde hydrologie was in Nederland voor het eerst sprake in 1946. In dat jaar werd namelijk de Commissie voor Hydrologisch Onderzoek, CHO-TNO, ingesteld. In 1970 werd de Hydrologische Kring van het Koninklijk Nederlands Geologisch en Mijnbouwkundig Genootschap opgericht. In 1986 werd de CHO-TNO opgeheven en in 1990 werd de Hydrologische Kring de Nederlandse Hydrologische Vereniging. Ook SAMWAT, de Onderzoeksschool Hydrologie, het Nederlands Hydrologisch Platform, en het Boussinesq Centrum worden vermeld.

De NHV organiseert sinds haar oprichting bijeenkomsten, verspreidt nieuwsbrieven en geeft sinds 1995 het tijdschrift Stromingen uit. Sinds 1997 heeft de NHV een website. NHV-specials verschenen over isotopen (1992), modelkalibratie (1996, 2001), Water in the Netherlands (1998, 2002), de hydrologische woordenlijst (2002), verzilting (2004) en dan nu over verdamping.

Tot slot kraakte Harry enkele kritische noten over de zichtbaarheid van de NHV en over wat de NHV bereikt heeft. Hoe denkt een buitenstaander over de NHV? Niet. En over wat de NHV heeft bereikt is een citaat van Ruben Maes uit 2005 veelzeggend: *'Het heeft me verbaasd hoe er met zó veel goede bedoelingen zó weinig bereikt is'* (naar aanleiding van de GGOR, gewenst grond- en oppervlaktewaterregime). Resumerend stelde Harry dat hydrologie levensbepalende onderwerpen behandelt. Ook constateert hij dat waterbeheer gedurende duizenden jaren zonder formules mogelijk is geweest. Ontwikkelingen in de hydrologie gaan traag en vooruitgang wordt voornamelijk geboekt door ontwikkelingen buiten het vak. De NHV heeft deze ontwikkelingen gevolgd maar niet gestuurd. Toch is de NHV van belang voor haar leden. Er is volop ruimte om meer te presteren dan goede bedoelingen en bijeenkomsten. Vijfentwintig jaar NHV is geen heldenverhaal. Gelukkig is vijfentwintig jaar NHV echter niet alleen het verhaal van oude mannen die over vroeger praten, maar ook het verhaal van energieke mensen die aan de toekomst werken.

## Verdampingsonderzoek, lysimeters en de Veluwe

In de eerste presentatieronde gaf Jan van Bakel (De Bakelse Stroom) een overzicht van de indrukwekkende historie van het verdampingsonderzoek in Nederland. Jan concludeerde onder meer dat in termen van inzicht meer vooruitgang is geboekt dan in termen van kwantificering. Al in het midden van de negentiende eeuw verrichtte het KNMI metingen aan verdampingsbakken. Van 1876 tot 1901 werden lysimeterwaarnemingen verricht bij het Rijnlants Observatorium te Oude Wetering, wat leidde tot de volgende uitspraak van de hoofdopzichter van de Haarlemmermeerpolder, Elink Sterk: "*Zij (lysimeters) hebben nooit iets anders verteld, dan hoe groot de verdamping zeker niet is. Mogen zij spoedig uit der mensenheugenis verdwijnen*".

Dat lysimeters voorlopig nog niet uit der mensenheugenis zijn verdwenen bleek uit de presentatie van de eerste relatief jonge man, Bernard Voortman (KWR Watercycle Research Institute), over een kosteneffectief systeem voor het meten van de werkelijke verdamping. Bernard presenteerde de resultaten van enkele projecten met lysimeters: een experiment voor de ruimtelijke opschaling (aggregatie) van lysimetermetingen met behulp van een thermische camera, en de ontwikkeling van een vochtgestuurde lysimeter. Op 16 september 2015 vindt een minisymposium plaats ter gelegenheid van de officiële ingebruikstelling van het lysimeterstation 'Hoge Veluwe'.

Teun Spek (provincie Gelderland) gaf een presentatie over verdamping en grondwateraanvulling op de Veluwe. De Veluwe bevat een voorraad zoet water tot 240 m diep van 83 miljard m<sup>3</sup>. Ter vergelijking: de Rijn voert jaarlijks 76 miljard m<sup>3</sup> af. De grondwateraanvulling bedraagt jaarlijks 0,4 miljard m<sup>3</sup>. De provincie wil weten of de Veluwe als leverancier van zoet water de toekomstige ontwikkelingen op het gebied van klimaatverandering en waterverbruik aankan. Daarvoor is een betere inschatting van de werkelijke verdamping van de huidige vegetatie nodig, naast beter inzicht in het functioneren van het watersysteem en een prognose van de vegetatieontwikkeling onder het veranderende klimaat.

## Turbulentie, remote sensing, klimaatrobuustheid en werkelijke verdamping

Na koffie met feestelijk NHV-gebak trakteerde Chiel van Heerwaarden (Max Planck Institute for Meteorology, Hamburg) ons op een zeer boeiende presentatie over de invloed van turbulente menging op een kilometer hoogte op verdamping. Indrukwekkend waren de computersimulaties van de uitwisseling van vochtige lucht aan het oppervlak met droge lucht hogerop. De simulatiebeelden deden denken aan een enorme bos- en heidebrand. Chiel wist ingewikkelde terugkoppelingsmechanismen in het land-atmosfeersysteem heel duidelijk te presenteren.

*Entrainment* was het nieuwe woordje dat ik leerde. Wat het precies is weet ik niet, maar het vindt plaats bij het contact van vochtige en droge lucht, op circa een kilometer hoogte, waarbij zich vloeibaar water vormt. Misschien kan de Noord-Ierse *singer-songwriter* Van Morrison me nog meer duidelijkheid verschaffen dan Chiel al deed. "*That's Entrainment*" is een *song* van zijn album *Keep It Simple* (N.B.!) uit 2008 (zie <https://www.youtube.com/watch?v=zbXUXAMUeGk>, en voor de *lyrics* <http://www.metrolyrics.com/thats-entrainment-lyrics-van-morrison.html>).

Richard de Jeu (Deltares) ging in op de informatie die *remote sensing* ons verschaft over verdamping. Hij liet allereerst zien wat er zoal aan satellieten rond onze planeet cirkelt en wat deze meten, en legde de verschillende manieren uit waarop evapotranspiratie kan worden berekend uit onder meer deze metingen. Vervolgens ging hij in op de actuele ontwikkelingen en gaf aan welke daarvan veelbelovend zijn. Hoewel de verschillende methoden op wereldschaal vergelijkbare patronen laten zien, kunnen ze op andere schalen sterk verschillende ruimtelijke patronen opleveren.

Paul van Walsum (Alterra) zette helder uiteen hoe je verdamping klimaatrobuust kunt berekenen. Hoe ontwikkelt de verdamping zich als de temperatuur blijft stijgen, er meer droge zomers komen, buien intensiever worden, en het CO<sub>2</sub>-gehalte van de atmosfeer toeneemt? Op basis van een uitgebreide analyse concludeerde Paul dat het van klimaatrobuustheid getuigt als voortaan uurdata van de neerslag worden gebruikt bij de berekeningen. Hij sprak voorts de voorkeur uit voor gebruik van Penman-Monteith omdat deze meer aanknopingspunten geeft voor een relatie met de gewasontwikkeling, eventueel ondersteund door een meso-schaal meteorologisch model. Ten slotte beval hij *online* (terug)gekoppelde dynamische simulatie van vegetatieontwikkeling aan.

Tot slot van het ochtendprogramma ging Henk de Bruin ('pensionado') op zeer amussante en overtuigende wijze in op de werkelijke verdamping en de fysica achter dit proces. Er volgde een boeiend betoog over de invoering van de Makkink-verdamping, dat als doel had 'snel' een verdampingsgetal te berekenen voor het schatten van de beregeningsvraag van gewassen ten tijde van droogte. Makkink was en is uitdrukkelijk NIET bedoeld voor de schatting van de werkelijke verdamping: daarvoor werd Penman-Monteith aanbevolen. De betekenis van het werk van Wilhelm Schmidt (1915) op het gebied van thermodynamica werd onderstreept (ook weer *entrainment*) en uitgebreid ging Henk in op de fysica achter Makkink. Hij benadrukte dat Penman-Monteith tot stand is gekomen met waarnemingen in semi-aride gebieden waar advectie een rol speelt, en daarom niet zonder meer op de Nederlandse situatie van toepassing is. De formule dient daartoe te worden gekalibreerd voor de Nederlandse omstandigheden. We hopen dat Henk over de mogelijke aanpak snel een stuk schrijft voor Stromingen.

## Waterbeheer, bodemvocht en weersmodellen

Na een zonovergoten lunch in de open lucht opende Arjan Peters (Waterschap Aa en Maas, namens het consortium SAT-water, (zie: <http://hydromedah.nl/satwater/> voor meer informatie) het middagprogramma met een presentatie over verdamping en waterbeheer. SAT-water is een samenwerkingsverband tussen twaalf waterschappen en externe partijen met als doel gebiedsdekkende informatieproducten te ontwikkelen door middel van de ontwikkeling van methoden en instrumenten, inkoop van *remote-sensing*-gebaseerde data en validatie daarvan, bevordering van het gebruik van satellietdata, onderzoek en bundeling van kennis, netwerk en marktstimulering. In het waterbeheer bieden ruimtelijke beelden van het verdampingstekort visuele ondersteuning bij het bepalen van het moment van peilovergangen en bij de verde-

ling van wateraanvoer. Gebiedsdekkende verdampingsbeelden worden gebruikt bij het bepalen van de actuele droogtestress in relatie tot eerdere droogteperiodes, bij de bewaking van veendijken (in combinatie met neerslagradar) en dragen bij aan systeemkennis. Momenteel ontbreken informatieproducten voor specifieke toepassingen, zijn toepassingsmogelijkheden niet breed bekend en ook is de betrouwbaarheid van de data onbekend. Potentiële gebruiksmogelijkheden zijn onder meer het (ruw) schatten van bergingsmogelijkheden, het sturen van polder- en boezemgemalen, verbeterd schatten van de grondwateraanvulling, bepalen van het effect van wateraanvoer en peilopzet en het in kaart brengen van droogteschade rond grondwaterwinningen.

Ryan Teuling (Wageningen UR, Hydrologie en Kwantitatief Waterbeheer) gaf een indrukwekkende presentatie over verdamping, bodemvocht en hittegolven. Aan de hand van meetresultaten liet hij zien hoe de verdamping afneemt als gevolg van afname van bodemvocht tijdens lange droogte. Verdamping, energiebalans en droogte tijdens hittegolven en de rol van bodemvocht daarbij kwamen uitvoerig aan de orde. Verdamping neemt exponentieel af tijdens lange periodes zonder neerslag door bodemvocht-limitatie, maar door hogere globale straling kan de totale verdamping tijdens droogte toch hoger zijn dan in een normaal jaar. Bossen en graslanden blijken een sterk verschillende verdampingsdynamiek te hebben. De extreme temperaturen tijdens recente hittegolven kunnen mede worden verklaard uit de afname van de verdamping.

Sander Tijm (KNMI Weerproductie) ging in op verdamping in weermodellen. Aan de orde kwam hoe verdamping in weermodellen wordt berekend, hoe afwijkingen in de verdamping ontstaan, welke meteorologische effecten deze afwijkingen hebben en hoe voor afwijkingen gecorrigeerd kan worden. Afwijkingen in de verdamping worden veroorzaakt door fouten in oppervlaktekarakteristieken, het niet meenemen van effecten van irrigatie en kunstmatig hoge grondwaterstanden, teveel of te weinig bodemvocht en fouten in de atmosfeer. Als de verdamping in een weermodel wordt onderschat leidt dat tot een te droge atmosfeer en bijvoorbeeld een onderschatting van mist. Overschatting van verdamping leidt in weermodellen juist tot te snelle vorming van mist en lage wolken. Sander gaf diverse verbetermogelijkheden aan, waaronder het meenemen van actuele vegetatie- en leaf-area-indexgegevens van satellieten of het gebruik van een vegetatiemodel, het meenemen van verdampingsgegevens die bijvoorbeeld uit satellietmetingen zijn bepaald, het meenemen van neerslaganalyses en het rekening houden met irrigatie en kunstmatig hoge grondwaterstanden.

## **NHV special: Verdamping in de hydrologie**

Vervolgens was het moment daar dat Gé van den Eertwegh, voorzitter van de NHV-werkgroep Verdamping, het eerste exemplaar van NHV-special nr. 8 'Verdamping in de hydrologie' mocht overhandigen aan de secretaris van de Deltacommissie, Bart Parmet. Aan deze special, die mede mogelijk is gemaakt door Stowa, is gewerkt door twaalf auteurs, een redacteur en vier reviewers, veelal in 'eigen' tijd. Het resultaat mag er zijn.

## **Van *entrainment* naar *entertainment***

Na een dag vol hydrologisch theater met voorstellingen over verdamping, hitte, droogte, *entrainment* en wat dies meer zij kreeg het Maitland-theater dan eindelijk zijn eigenlijke functie terug: *entertainment*. De verenigde hydrologen stonden natuurlijk nog helemaal ingesteld op de hydrologenstand. Om ze ook ontvankelijk te maken voor andere informatie dan hydrologische trad eerst de band 'Palaver' op, met zanger Harry Boukes, die daarnaast ook hydroloog is, zoals eerder op de dag bleek. Er klonken liedjes die de hydrologen meevoerden naar diepere lagen van de emotie dan tot nu toe waren aangesproken. Tot slot klonk de première van het NHV-lied. Aan het eind van dit verslag volgt tekst en akkoorden zodat u het thuis kunt instuderen bij piano, harmonium, accordeon, gitaar of mandoline.

Cabaretier Max van den Burg gaf een spetterend optreden. Hij legde de zaal diverse vragen voor, onder andere over haargroei, maar de moeilijkste bleek te zijn: hoe luidt de wet van Darcy? Het bleef lang stil tot er hier en daar voorzichtige aanzetten tot een formule werden gemompeld, die bij het isgelijkteken verstomden. Wat moet Max op weg terug naar huis gedacht hebben van de NHV... Het optreden eindigde met een geactualiseerde, hilarische versie van Het Dorp van Wim Sonneveld en Friso Wiegersma (En langs het tuinpad van mijn vader... ). Ronduit meesterlijk!

## **Borrel en buffet**

Helaas moest ik door omstandigheden de borrel en het buffet onder de begeleidende klanken van Palaver missen, anders had ik ook daar uitgebreid verslag van gedaan. Ik heb nadien geen klachten gehoord dus het zal wel goed hebben gesmaakt. De penningmeester gaf mij vrijkaartjes voor deze dag onder de uitdrukkelijke voorwaarde dat er een lang verslag zou komen in Stromingen. Ik hoop dat ik hem niet heb teleurgesteld.

*Martin Knotters*

## Appendix: het NHV-lied

NHV 25 jaar

naar: 'Those were the days', van Mary Hopkin

Muziek: Boris Fomin; tekst: Harry Boukes

*Fm*  
Eeuwenlang stroomde al het water  
*F* *Besm*  
maar de mensen wisten niet goed hoe  
*Besm* *Fm*  
Oké, 't gaat van boven naar beneden,  
*G* *C*  
maar hoeveel kub en waar gaat het naar toe?  
*Fm*  
Een hydroloog begon toen wat te rekenen  
*F* *Besm*  
met sommen van de regen en de drup  
*Besm* *Fm*  
maar in zijn eentje bleek het wat eentonig  
*G* *C*  
Hij zei: nou dan begin ik toch een club!

*Fm*  
Kijk nou die NHV  
*Besm*  
gaat al een kwart eeuw mee  
*Es* *As*  
Tis een begin, als ik de leden hoor  
*Besm*  
Straks over honderd jaar  
*Fm*  
komt men nog bij elkaar  
*C* *Fm*  
want al dat water stroomt nog eeuwen door

Met zijn allen willen we graag weten  
Van hoe het wordt of hoe het ooit zo kwam  
Soms dan stroomt de informatie binnen  
En soms ook blijkt het oeverloos gezwam  
Zaaltjes met tien tot honderd mensen  
er gaat veel in en soms komt er wat uit  
en of gemoederen al dan niet verhit zijn  
er is altijd nog een borrel tot besluit

Kijk nou die NHV  
gaat al een kwart eeuw mee  
Tis een begin, als ik de leden hoor  
Straks over honderd jaar  
zijn wij nog bij elkaar  
want al dat water stroomt nog eeuwen door.

(noot van de tekstschrijver: over vijf jaar is het lied na een lichte aanpassing te herbruiken. De woorden 'al een kwart eeuw' dienen slechts vervangen te worden door 'dertig jaren'. Dan is het lied ritmisch nog steeds op orde, en inhoudelijk mogelijk ook)