

# Het KNMI Cabauw observatorium bestaat 40 jaar

EEN TERUGBLIK OP DE PERIODE 1972 – 2012

WIM MONNA, (KNMI, GEPENSIONEERD) EN FRED BOSVELD (KNMI)

“Het KNMI is bezig met de verwerkelijking van een uniek project: de bouw van een 200 meter hoge meetmast waarmee een verantwoord onderzoek zal worden ingesteld naar de verspreiding van verontreinigingen in de atmosfeer”, aldus het Ministerie van VenW in 1970 (figuur 1). Het eerste continu lopende meetprogramma met analoge dataregistratie startte op 26 oktober 1972. In de 40 jaar daarna werden steeds betere en nieuwere instrumenten geïnstalleerd, waaronder in de laatste 20 jaar geavanceerde remote-sensing instrumenten. Met de voortschrijdende technische ontwikkelingen werden steeds grotere waarneemprogramma's mogelijk. Daarmee werden telkens nieuwe en uitdagende onderzoeksthema's aangepakt. Samenwerking met andere onderzoeksinstituten en met universiteiten leidde in 2002 tot de oprichting van CESAR (Cabauw Experimental Site for Atmospheric Research). CESAR heeft zich ontwikkeld tot een hightech observatorium met een internationale reputatie dat een sleutelrol speelt in diverse internationale onderzoeksprogramma's en -netwerken op regionale en globale schaal. Het meetprogramma omvat de fysische en chemische aspecten van de hele atmosferische kolom en de interactie met het aardoppervlak. Het 40-jarig bestaan van de meetfaciliteiten werd op 26 oktober 2012 gevierd met een internationaal symposium (zie [1] en [2]). In dit artikel wordt teruggekeken op de technologische ontwikkelingen en de onderzoeksthema's rond Cabauw in de voorbije veertig jaar. Hierbij is dankbaar gebruik gemaakt van een overzichtsartikel over Cabauw naar aanleiding van het 25-jarig bestaan van de meetmast (Van Ulden en Wieringa, 1996). Een iets uitgebreidere versie van dit artikel met meer referenties zal in het Engels verschijnen als KNMI rapport.

## Eerste mastexperimenten

In de jaren zestig van de vorige eeuw werden door het KNMI experimentele programma's gestart om voor alle seizoenen het verband tussen het gedrag van de atmosferische grenslaag, de conditie van het landoppervlak en de weersituatie te onderzoeken. Na een start met metingen aan bestaande radiomasten, en vanaf 1965 aan de 75 m hoge radiomast van Noordwijk Radio, werd begonnen met het bouwen van speciale masten. In 1967 werd een 80 m hoge vakwerkmast in Vlaardingen in gebruik genomen om de klimatologie van luchtverontreiniging te bestuderen (Rijkooft et al., 1970). Vanwege de corrosie ten gevolge van deze luchtverontreiniging moest de mast in

1972 worden afgebroken. Met deze ervaringen werd besloten tot de bouw van een 213 m hoge meetmast (figuur 2).

## Locatie en constructie van de Cabauw mast

Er werd een geschikte locatie gevonden in de Lopikerwaard, net ten westen van het dorp Lopik. Om verwarring met de TV-mast van Lopik te voorkomen wordt gesproken over de Cabauw mast, naar het dorp ten westen van de mast. De locatie is representatief voor het polderland in westelijk Nederland. Binnen een straal van 20 km bestaat de omgeving voornamelijk uit weiland. De directe omgeving heeft een homogene structuur tot ten minste 400 m van de mast, met windsingels op grotere afstand, (figuur 3) en in oostelijke richting lage huizen van Lopik. In de dominante westelijke windrichting is het landschap open tot 2 km. Daardoor ervaren de instrumenten in de top van de mast bij die windrichting de invloed van eenzelfde type terrein als lager geplaatste instrumenten. De bodem bestaat uit 0,6 m rivierklei, op een dikke laag veen. Het slootwaterpeil wordt beheerd waardoor variaties in het grondwaterpeil beperkt blijven. Het is van belang dat de topografie rond de mast zo veel mogelijk ongewijzigd blijft, zodat metingen door de jaren heen onderling vergelijkbaar zijn. Daarom zijn er regelmatig contacten met de lokale en regionale overheid. De voornaamste veranderingen in de omgeving sinds 1972 zijn het kappen van een rij bomen langs de weg ten oosten van de mast in maart 1975 en de uitbreiding van het dorp

Lopik in de richting van de mast in de periode na 2000.

De mast zelf is een gesloten cilinder met een diameter van 2 m met tuien op 4 niveaus, en daarbinnen een lift. Om de 20 m zijn in drie richtingen horizontale uithouders van 9,4 m lengte gemonteerd, die hydraulisch kunnen worden opgeklapt om instrumenten te kunnen monteren en onderhouden vanaf een balustrade daarboven. Vooral windwaarnemingen zijn erg gevoelig voor verstoringen door obstakels. Met deze constructie kunnen veel langere uithouders worden gebruikt dan met de meer gebruikelijke zijwaarts schuivende constructie. Daarmee wordt de invloed van de mast op de metingen zo klein mogelijk gehouden. Rond de



Figuur 1. Omslag van het rapport van het Ministerie van VenW waarin de bouw van de mast wordt aangekondigd.



Figuur 2. Het plaatsen van een segment tijdens de bouw in juni 1970.



Figuur 3. Luchtfoto van de mast met het typische patroon van weiland en sloten tijdens de EUCAARI-IMPACT campagne in mei 2008 (foto: Wouter Knap, KNMI).

voet van de mast staat een gestroomlijnd gebouw van 200 m<sup>2</sup> met daarin apparatuur voor opslag en bewerking van de meetgegevens. Vanwege dit gebouw kunnen aan de mast geen ongestoorde metingen worden gedaan beneden 20 m hoogte. Daarom wordt vanaf maart 1977 ook gemeten aan 20 m hoge hulpmasten ten zuidoosten en noordwesten van de hoofdmast (figuur 4 geeft een beeld van de situatie in 2005).

### Eerste resultaten

Het eerste meetprogramma draaide in 1973 (Van Ulden et al., 1976). Het was gericht op onderzoek naar de verspreiding van luchtverontreiniging. Hiervoor was het van belang de transport eigenschappen van de atmosfeer in afhankelijkheid van de weerscondities te bemeten. Omdat er geen geschikt dataregistratie-systeem te koop was werd op het KNMI een systeem met 27 meetkanalen ontwikkeld. Twee-minuut analoge gemiddelden werden daarmee op ponsband geregistreerd. Windrichting en -snelheid werden per meetniveau op drie uithouders gemeten zodat bij elke windrichting een instrument beschikbaar was waarvan de meting niet verstoord werd door de mast. Voor temperatuurmeting kon worden volstaan met één sensor op één uithouder per meetniveau. Zo werden windsnelheid en -richting gemeten op 10, 80 en 200 m, en temperatuur op 2, 9, 20, 40, 80, 120, 160 en 200 m. Op recorders werden daarnaast nog gemeten luchtvochtigheid (3 niveaus), zicht (8 niveaus), globale straling (2 en 215 m), stralingsbalans en neerslag. De wind- en temperatuursensoren werden op het

KNMI ontwikkeld en gebouwd. Aan het ontwerp van de geventileerde psychrometer voor temperatuurmeting werd veel aandacht besteed om stralingsfouten te vermijden. In deze eerste periode was er vooral aandacht voor de nachtelijke grenslaag. Een belangrijk resultaat is de

regelmatige waarneming van een low-level jet (figuur 5). Omdat ook het verticale temperatuurprofiel werd gemeten werd meer inzicht verkregen in het ontstaan van de low-level jet (Van Ulden en Wieringa, 1996).

Al vanaf het begin was het RIVM betrokken bij het Cabauw meetprogramma met continue waarnemingen van sporengassen. Ook de Universiteit Utrecht heeft in de loop der jaren sporengassen gemeten.

### Een uitgebreider meetprogramma

Voor verder onderzoek naar verspreiding van luchtverontreiniging werd in maart 1977 een aanzienlijk groter continu meetprogramma gestart, dat liep tot maart 1979 (Wessels, 1984). Daarbij werd een aantal experimenten georganiseerd waarbij naast de gemiddelde verticale profielen ook turbulente fluxen werden gemeten. Daartoe werden trivallen, waarmee ook de verticale component van de windvector werd gemeten, gecombineerd met psychrometers met een korte responstijd. Deze instrumenten werden op het KNMI ontwikkeld en gebouwd. Op het terrein werden ook de componenten van het energiebudget



Figuur 4. De mast in januari 2005. Op de voorgrond de BSRN instrumenten (foto Wouter Knap, KNMI).

**Tabel 1. Overzicht van internationale meetcampagnes waarbij CESAR was betrokken.**

Afkorting	Beschrijving	Jaar
TEBEX	Tropospheric Energy Budget Experiment	1995
CLARA	Wolken macro- en microfysica	1996
CaPRIX	Test van VHF/UHF grenslaag windprofiler	2000
CNN-I en CNN-II	Wolken macro- en microfysica	2000, 2001
BBC en BBC2	Wolken macro- en microfysica	2001, 2003
CREX-02	Kleinschalige structuur van regen	2002
DANDELIONS	Aerosol and Nitrogen Dioxide OMI and Sciamachy	2005, 2006
SPE	Sound Propagation Experiment	2005
EAGLE	Landoppervlak remote sensing	2006
SATLINK	Linking Satellite Observations of Aerosol Optical Depth with Ground Level Observations of Particulate Matter	2006
EMEP	Metingen van anorganische gassen en aerosolen met een hoge tijdsresolutie	2006-2008
GOP	Kwantitatieve neerslagverwachting	2007
EUCAARI-IMPACT	Cloud aerosol interaction	2008
ESA-CALIPSO	NASA/CNES Cloud Aerosol Lidar with Orthogonal Polarisation (CALIOP) correlative measurements	2009
CINDI	Cabauw Intercomparison of Nitrogen Dioxide measuring Instruments	2009
CLIC	Cabauw Lightmeter Intercomparison	2012
PEGASOS	Pan-European Gas-Aerosols-Climate interaction Study	2012

aan het aardoppervlak gemeten. Om de koppeling met de atmosfeer boven de grenslaag te kunnen bestuderen werden radiosondes opgelaten. Belangrijke publicaties uit deze periode, die internationaal de aandacht trokken, gaan over lokale schaling in stabiele grenslagen (Nieuwstadt), grenslaagparameterizaties op basis van standaard waarnemingen (Van Ulden en Holtslag), parameterizaties van voelbare en latente warmtestroom (De Bruin), en over de invloed van terreininhomogeniteiten op verticale profielen en fluxen (Beljaars). Zie Van Ulden en Wieringa (1996) voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten en referenties. In 1977/78 werden in

samenwerking met de KEMA dispersieproeven uit hoge bronnen gedaan met behulp van SF<sub>6</sub> als tracer. In die periode waren al onderbrekingen voor onderhoud geweest. Tussen 1984 en 1986 werd vervolgens een grootschalige revisie uitgevoerd.

### Het continue meetprogramma van 1986 tot 1996

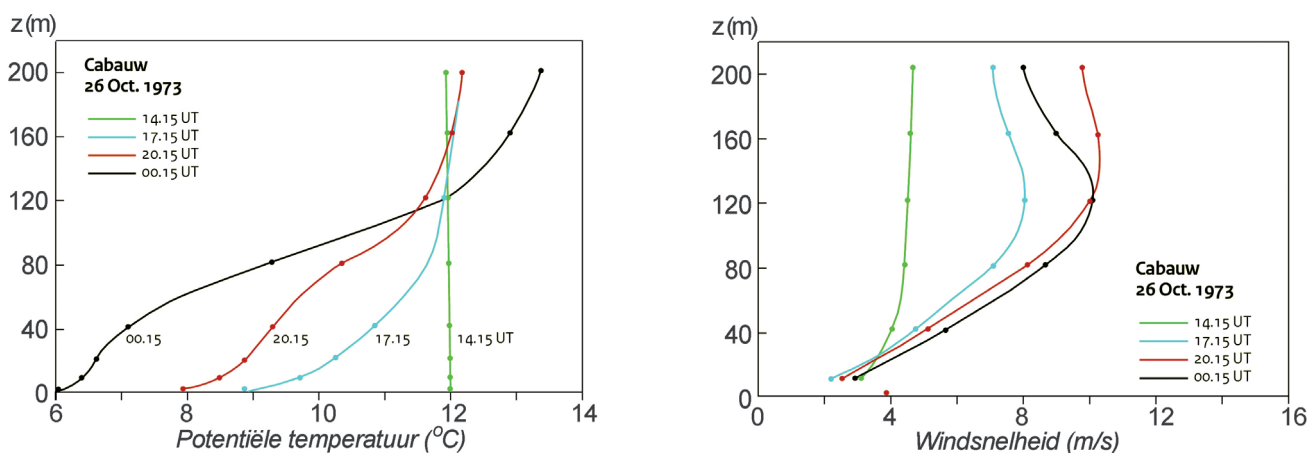
Kleinschalige fysische processen in de atmosfeer werden met steeds meer detail gemodelleerd en er ontstond de behoefte om dit te toetsen met waarnemingen. Het KNMI verlegde de aandacht naar de evaluatie van weersmodellen en daartoe werd een langjarig programma gedraaid

met waarnemingen van gemiddelde profielen en grondparameters, en metingen van straling, oppervlakte fluxen, bodemwarmtestroom en -temperatuur (Monna en van der Vliet, 1987). Remote-sensing apparatuur deed in deze periode zijn intrede. Met SODAR (Sound Detection And Ranging) werd de hoogte van de nachtelijke inversie gemeten. Het signaaltransport was toen nog analoog. Elke 3 seconden werden de kanalen gesampled, waarna 10-minuutgemiddelden en standaarddeviaties werden berekend. De gegevens werden per telefoonlijn naar het KNMI gestuurd. Na kwaliteitscontrole werden de gegevens op een optische schijf opgeslagen (Van der Vliet, 1998). Door het snelle datatransport kon de weerdienst nu gebruik maken van de wind- en temperatuurprofielen. Ook in de windenergie wereld bleek interesse in deze gegevens.

Een voorbeeld van het onderzoek met deze database is het PILPS project (Project for Intercomparison of Land-Surface Parameterization Schemes). Cabauw-gegevens over 1987 werden gebruikt als input voor 23 oppervlakteflux-schema's die werden gebruikt in klimaat- en weersmodellen. De analyse was vooral gericht op het energiebudget, het waterbudget, en hun onderlinge relatie. Daartoe werden de schema's geëvalueerd door de output te vergelijken met langetermijn metingen van de stralings- en energie balans aan het oppervlak. Er bleken significante verschillen te zijn tussen de verschillende oppervlakteflux-schema's en de waarnemingen (Chen et al., 1997).

### Het Tropospheric Energy Budget Experiment

Het onderzoek naar klimaatverandering en de menselijke invloed op het klimaat kwam in een stroomversnelling. Cruciaal voor het modelleren van het klimaat en klimaatverandering bleek een correcte



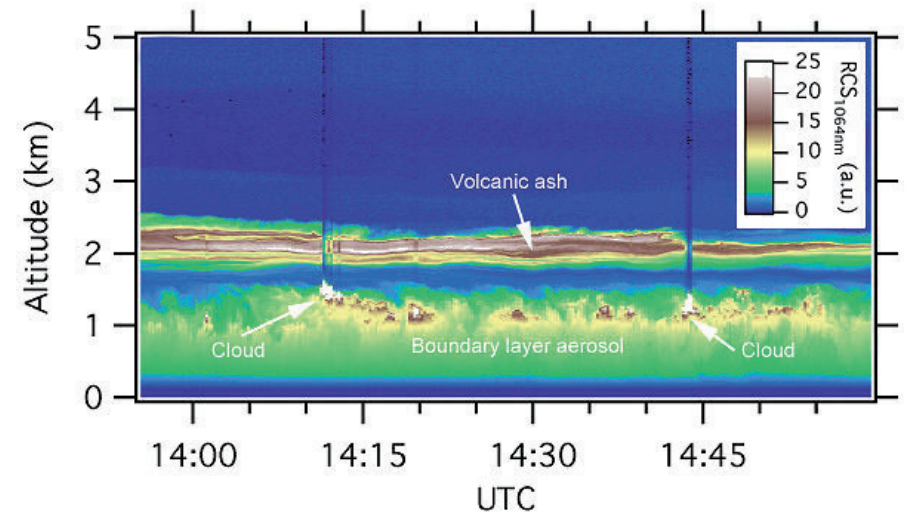
Figuur 5. Voorbeeld van de dagelijkse gang van de verticale profielen van potentiële temperatuur en wind, waarbij een low-level jet ontstaat op 120 m hoogte. Naar Van Ulden en Wieringa, 1996.

beschrijving van wolken en de wisselwerking met straling. In 1994 startte een intensieve meetperiode van twee jaar als onderdeel van het Tropospheric Energy Budget Experiment (TEBEX) (Stammes et al., 1994). In een gebied van 130 x 130 km werd een wolkendetectorsysteem opgezet bestaande uit 12 stations met wolken-Lidar, een smalbandige infrarood radiometer en een kortgolvlige stralingsmeter. In dit gebied liggen Garderen (bos) en Cabauw (gras) waar alle componenten van de stralings- en energiebalans werden gemeten, en het station De Bilt waar viermaal per dag een radiosonde opgelaten werd. De faciliteiten in Cabauw werden aangevuld met een windprofiler plus een RASS (Radio Acoustic Sounding System) waarmee gedetailleerde grenslaaginformatie werd verkregen. Deze waarnemingen werden gebruikt in validatiestudies van wolkendetectoralgoritmes uit satellietwaarnemingen en voor de verbetering van wolkendetectie door combinatie van satelliet- en grondwaarnemingen

### Nationale samenwerking, het CESAR Consortium vanaf 2002

Na het beëindigen van TEBEX werden de waarnemingen in Cabauw gestopt voor een renovatie. De infrastructuur voor data-inzameling en datatransport van de basiswaarnemingen was inmiddels sterk verouderd en daardoor moeilijk te onderhouden. In de loop van 2000 werden de waarnemingen weer hervat.

Vanuit het internationale onderzoek ontstond behoefte aan steeds gedetailleerdere atmosferische informatie voor de ontwikkeling van weer-, klimaat- en luchtkwaliteitsmodellen en voor onderzoek met satellietwaarnemingen. Daarnaast werd het monitoren van (door de WMO geïdentificeerde) essentiële klimaatvariabelen belangrijk. Door de ontwikkeling van nieuwe meettechnieken werd het mogelijk steeds meer aspecten van de atmosfeer te bemeten. Het ECN was in 1992 al gestart met een uitgebreid continu meetprogramma van sporengassen (Vermeulen et al., 2011). Het was duidelijk dat dit brede pakket van waarnemingen niet door één instituut gerealiseerd kon worden en ook alleen in onderlinge samenhang volledig tot zijn recht kon komen. Zo werd in 2002 besloten tot samenwerking tussen het KNMI, drie onderzoeksinstituten (RIVM, ECN en TNO), drie universiteiten (Delft, Wageningen en Utrecht) en ESA in het CESAR consortium (zie [3]). Binnen dit verband werden alle relevante



Figuur 6. Backscatter signalen afgeleid van het Raman Lidar systeem (CAELI) te Cabauw op 16 april 2010. De bruine band duidt op de aanwezigheid van asdeeltjes afkomstig van de Eyjafjallajökull vulkaan. Onder de vulkanische as is “gewoon” grenslaagaerosol aanwezig, en van tijd tot tijd wolken (foto: Arnold Apituley, KNMI).

atmosferische metingen van de instituten samengebracht te Cabauw. Mede door de impuls vanuit het Nationaal Programma Klimaat voor Ruimte, en al eerder door een aantal COST (European Cooperation in Science and Technology) projecten, heeft CESAR zich in de afgelopen jaren ontwikkeld tot een mondiaal vooraanstaand atmosferisch observatorium en is het het centrum voor experimenteel atmosfeer onderzoek in Nederland. Hoewel de 200 m mast nog altijd het meest in het oog springt, zijn de waarnemingen van de remote-sensing instrumenten inmiddels zeker zo belangrijk.

Steeds meer waarnemingen komen beschikbaar via de CESAR database (zie [4]). Binnen CESAR worden de data gebruikt voor een breed scala aan toepassingen, zoals:

- Monitoring van lange-termijn trends van klimaatvariabelen in de atmosfeer
- Validatie van satellietwaarnemingen en retrieval producten
- Studies van atmosferische- en landoppervlakprocessen voor verbetering van weer-, klimaat- en luchtkwaliteitsmodellen
- Evaluatie van weer-, klimaat- en luchtkwaliteitsmodellen
- De ontwikkeling, implementatie en toetsing van nieuwe waarneemtechnieken
- Opleiding van jonge onderzoekers op master, PhD en post-doc niveau.

Daarnaast worden de CESAR-data opgenomen in databases van belangrijke internationale netwerken en worden ze gebruikt door een groot aantal onderzoekers van over de hele wereld. Hiermee staat CESAR in de goede traditie van het KNMI om Cabauw data vrij beschikbaar te stellen voor onderzoeksdoeleinden. Sinds 1995 zijn er vele internationale

meetcampagnes geweest (tabel 1) waarbij CESAR gastheer of deelnemer was. Onderzoeksonderwerpen liepen uiteen van macro- en microfysica van wolken met remote-sensing en airborne in-situ sensoren tot validatie van satellietwaarnemingen met ground-based remote-sensing metingen. Tijdens zulke campagnes wordt het continue meetprogramma tijdelijk aangevuld met speciale instrumenten, soms in meetvliegtuigen. In 2008 werd speciaal voor de IMPACT campagne een aerosol aanzuigleiding vanaf het 60 m niveau van de mast naar de kelder aangebracht. In 2012 vormde Cabauw een belangrijke peiler in de PEGASOS meetcampagne (zie tabel 1), waarbij met een Zeppelin uitgebreide waarnemingen van chemische componenten werden uitgevoerd.

Ook wordt de locatie regelmatig door individuele onderzoekers gebruikt om nieuwe instrumenten te testen. Door het grote aantal continu gemeten parameters is juist Cabauw hiervoor een aantrekkelijke locatie.

### Conclusies

Het is de vraag of het op dit moment nog mogelijk zou zijn een faciliteit zoals CESAR vanaf scratch op te bouwen. De keuze van de overheid, nu ruim 40-jaar geleden, om te investeren in een grootschalige atmosferische onderzoeksfaciliteit was gedurfd en heeft verrassend goed uitgepakt. De faciliteit heeft een enorme dynamiek te weeg gebracht in het atmosferisch onderzoek in Nederland en behoort op dit moment tot één van de belangrijkste atmosferische meetstations in de wereld. In het KNAW rapport “Agenda 2020: Visie op het aardwetenschappelijke wetenschapveld” wordt

### Een kleine selectie van onderzoek met de CESAR waarnemingen.

Op het gebied van wolken- en stralingsonderzoek noemen we: de ontwikkeling van een verbeterde parameterizatie van de deeltjesgrootte in een wolk als functie van de extinctie en de ijswaterinhoud (Van Zadelhof et al., 2004); detectie van wolkenfractie (Boers et al., 2011); stralingstransport in een bewolkte atmosfeer (Wang et al., 2011) en een evaluatie van wolkenparameterizaties in atmosferische modellen (Bouniol et al., 2010).

Op het gebied van grenslaag en de interactie met de bodem noemen we: de Cabauw klimatologie van low-level jets (Baas et al., 2009); de ontwikkeling van conceptuele modellen voor de stabiele grenslaag (Donda, 2012); studies naar verdampingsfeedbacks in de convectieve grenslaag (Van Heerwaarden et al., 2010) en turbulentie in een bewolkte grenslaag (Pinsky et al. 2010).

CESAR neerslag waarnemingen zijn beschreven door Leijnse et al. (2010). Een onderzoek van Van de Beek et al. (2011) richtte zich op de klimatologie van locale verschillen in neerslag. In Otto en Russchenberg (2011) wordt gedetailleerde neerslaginformatie van een weerradar op de top van de 200 mast afgeleid.

Op het gebied van aerosolen noemen we: een studie naar het gedrag van ammoniumnitraat in de convectieve grenslaag (Aan de Brugh et al., 2012); een studie naar de antropogene en natuurlijke bijdrage aan aerosolen (Wijers et al., 2011); een evaluatie van luchtkwaliteitsmodellen met waarnemingen gedaan tijdens de IMPACT campagne in Cabauw (Roelofs et al., 2010) en de aswolk van de Eyjafjallajökull op IJsland werd bestudeerd met behulp van het EARLINET waar CESAR een onderdeel van is (Pappalardo et al., 2012). Dit illustreert de bijzondere mogelijkheden van het moderne hightech observatorium (figuur 6).

Op het gebied van sporengassen noemen we: het gedrag van waterstof in de grenslaag (Popa et al., 2011); een inverse modelleer studie naar bronnen en putten van broeikas gassen (Peters et al., 2009) en satelliet validatie van NO<sub>2</sub> met behulp van Lidar waarnemingen (Volten et al., 2009).

Een interessante ontwikkeling, tot slot, is het KNMI Parameterizatie Testbed (Neggers et al., 2012) waarbij CESAR waarnemingen en een groot aantal modellen op een heel effectieve manier bij elkaar gebracht worden. Het testbed richt zich op statistische evaluatie van snelle processen in de grenslaag. Het Nederlandse LES model DALES (Dutch Atmospheric Large Eddy Simulation) wordt hierin ook dagelijks gedraaid.

Zie voor de referenties de website van Meteorologica.

CESAR als positief voorbeeld gesteld voor hoe nationale onderzoeksfaciliteiten kunnen functioneren.

#### Literatuur

- Chen, T.H., et al., 1997: Cabauw Experimental Results from the Project for Intercomparison of Land-Surface Parameterization Schemes. *J. Climate*, 10, 1194-1215.
- Monna, W.A.A., and J.G. van der Vliet, 1987: Facilities for research and weather observations on the 213 m tower at Cabauw and at remote locations. KNMI Wetenschappelijk Rapport WR 87-5.
- Rijkooft, P.J., F.H. Schmidt, C.A. Velds, and J. Wieringa, 1970: A Meteorological 80-m Tower near Rotterdam. *Boundary-Layer Meteorol.*, 1, pp 5-17.
- Stammes, P., A.J. Feijt, A.C.A.P. van Lemmeren and G.J. Prangma, 1994: TEBEX observations of clouds and radiation. KNMI Technisch Rapport TR-162.
- Ulden, A.P. van, J.G. van der Vliet and J. Wieringa, 1976: Temperature and wind observations at heights from 2 m to 200 m at Cabauw in 1973. KNMI Wetenschappelijk Rapport WR 76-7.
- Ulden, A.P. van, and J. Wieringa, 1996: Atmospheric boundary layer research at Cabauw. *Boundary-Layer Meteorol.*, 78, pp 39-69.
- Vermeulen, A.T., A. Hensen, M.E. Popa, W.C.M. van den Bulk and P.A.C. Jongejan, 2011: Greenhouse gas observations from Cabauw Tall Tower (1992-2010). *Atmos. Meas. Tech.*, 4, 617-644.
- Vliet, J.G. van der, 1998: Elf jaar Cabauw metingen. KNMI Technisch Rapport TR-210.
- Wessels, H.R.A., 1984: Cabauw meteorological data tapes 1973-1984; Description of instrumentation and data processing for the continuous measurements. KNMI Wetenschappelijk Rapport WR 84-6.

#### Internetverwijzingen

- [1] [http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmi/pubDIV/40\\_Years\\_Cabauw\\_Observatory.pdf](http://www.knmi.nl/bibliotheek/knmi/pubDIV/40_Years_Cabauw_Observatory.pdf)
- [2] <http://www.knmi.nl/samenw/cabauw40/index.php>
- [3] <http://www.cesar-observatory.nl>
- [4] [www.cesar-database.nl](http://www.cesar-database.nl)

## Objectieve inschatting van het gevaar voor onweer

KARIM HAMID (KMI)

**In België wordt gemiddeld op 45 dagen per jaar schade geregistreerd door onweer. Met een gemiddelde van bijna 90 onweersdagen betekent dit dat bij één op twee onweersituaties er schade wordt veroorzaakt ergens in België. Meer dan ooit wordt op het KMI ingezet op het voorspellen van en vooral het waarschuwen voor onweersbuien voor het grote publiek en voor organisatoren van buitenactiviteiten zoals muziekfestivals. Niet alleen worden klassieke waarschuwingen uitgestuurd, ook worden tegenwoordig tijdens het onweer zogenaamde nowcastwarnings opgesteld op uurlijkse basis. Voor dat alles is het van belang dat de kans op onweer zo goed en eenduidig mogelijk wordt ingeschat. Ook het inschatten van de kans op overlast door het onweer speelt een essentiële rol in deze strategie.**

### Checklist

In 2008 werd het project *Supercell* opgestart op het KMI. Eén van de hoofdoelen was de ontwikkeling van een checklist voor het inschatten van de onweerskans en -intensiteit op uniforme wijze, en dit op basis van modelparameters en via een conceptuele benadering. Dergelijke checklists bestaan in de VS al sinds de jaren vijftig van de vorige eeuw en werden toen vooral gebaseerd op een samenspel van latente onstabiele, windschering en de synoptische

situatie, zowel aan de grond als hoger in de atmosfeer. Ondanks het feit dat een meteoroloog dergelijke zaken sowieso (deels onbewust) in rekening neemt, helpt zo'n lijst diverse parameters niet over het hoofd te zien. Bovendien houdt men zo ook rekening met bepaalde drempelwaarden vanaf waar een bepaalde parameter potentieel gevaarlijk wordt, al dan niet in combinatie met andere parameters.

In de huidige vorm is de checklist een

gedigitaliseerd invulformulier, ingebed in het informaticasysteem in de weerkamer (figuur 1). Het verloop van de aangereikte vragen is niet vast en hangt onder meer af van het tijdstip in het jaar en de periode van de dag. Los daarvan zorgen de ingevulde waarden voor een eventueel gewijzigd traject in de vragenronde. Het is dus een dynamisch invulformulier naar analogie van een beslissingsboom. Zo wordt het aantal vragen beperkt tot de essentie.