



Jaarverslag KMI 2011

Koninklijk Meteorologisch instituut van België

Gedrukt op 100% gerecycleerd papier, met groene energie en vegetale inkten.















KMI
Koninklijk Meteorologisch Instituut
Ringlaan 3
B - 1180 Brussel
Tel. +32 2 373 06 11
Fax +32 2 375 12 59
www.meteo.be

Verantwoordelijke uitgever : Dr. D. Gellens ISSN / 1377 - 2406
Coördinatoren : Heidi Langenus, Alex Dewalque en Rosiane Verheyden
Grafisch ontwerp en realisatie : TISTE.be

inhoud

- 1 voorwoord  pagina 6
- 2 opmerkelijke feiten  pagina 10
- 3 het KMI: redder in nood  pagina 18
- 4 het weer in 2011  pagina 24
- 5 de nieuwe producten van het KMI  pagina 30
- 6 onderzoek op het KMI  pagina 42
- 7 KMI en internationaal  pagina 68
- 8 het leven op het instituut  pagina 74
- 9 de structuur van het KMI  pagina 80
- 10 wetenschappelijke publicaties en conferenties  pagina 82
- 11 lijst van acroniemen en afkortingen  pagina 98



voorwoord

Beste lezer,

Het is mijn genoegen dit jaarverslag in te leiden dat u wegwijs zal maken in de gebeurtenissen en talrijke activiteiten die 2011, een jaar van veranderingen en reflectie, hebben gekenmerkt.

Een van de meest ingrijpende veranderingen was het afscheid van dr. Henri Malcorps, die op pensioen ging na bijna 25 jaar als directeur en later algemeen directeur van het KMI. Ondanks de talrijke evoluties en hervormingen die het KMI in die periode heeft doorgemaakt, kon het onder Henri Malcorps' leiding steeds steunen op een overtuigde visie: fungeren als nationale meteorologische dienst, met de daaraan verbonden verplichtingen inzake kwaliteit en innovatie ten aanzien van het publiek en de overheden.

Ook op persoonlijk gebied werd het voor mij een jaar van veranderingen, gezien minister Laruelle mij de functie van directeur ad interim toevertrouwde. Mijn taak bestaat erin te zorgen voor de continuïteit en de goede werking van het KMI, tot er een nieuwe algemeen directeur formeel wordt aangesteld op basis van zijn plan en visie op het instituut. Door de aanslepende regeringsvorming werd dit beheer van lopende zaken echter van langdurige aard. Daardoor moest het voltallige leidinggevende personeel van het KMI de koppen bij elkaar steken om de gemeenschappelijke visie op de dienstverlening aan het publiek te bepalen. Het was eveneens noodzakelijk om toekomstgerichte projecten te blijven ontwikkelen om onze dienstverlening en onze werking te verbeteren.

2011 was ook een jaar van reflectie over onze werkingsstructuur. Belspo, het toezichthoudend bestuur van het KMI en van andere Federale Wetenschappelijke Instellingen, onderzocht hoe de beschikbare menselijke middelen kunnen worden geoptimaliseerd door de instituten te groeperen in polen. De grondslagen van deze polen bestonden al, maar bevonden zich nog in een eerste fase. Gedurende het hele jaar 2011 werd nagedacht over de oprichting van de Ruimtepool als nieuwe eenheid die de drie instellingen van het plateau van Ukkel zou omvatten (de Koninklijke Sterrenwacht van België, het KMI en het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aeronomie). Deze reflectie heeft geleid tot een toekomstgericht concept dat zowel ten aanzien van het personeel als het publiek houdbaar is.

We maken van dit jaarverslag gebruik om u te vertellen over de markante feiten van onze activiteiten in 2011. Net als in het jaarrapport van 2010 kiezen we ervoor om slechts een beperkt aantal verwezenlijkingen en gebeurtenissen uit te lichten. Volgens de peiling waaraan u ongetwijfeld hebt meegewerkt, geniet deze aanpak uw voorkeur.

U kunt in dit verslag lezen over de diverse gebeurtenissen die 2011 gekenmerkt hebben. Allereerst hebben we het over de opvallendste meteorologische feiten, zoals het onweer boven de festivalweide van Pukkelpop en het kernongeval in Fukushima. Daarna gaat het over de bekroning van de wetenschappelijke carrière van prof. C. Rouvas-Nicolis, die een Richardson-medaille in ontvangst mocht nemen.

Het KMI zet zich in voor betere voorspellingen op korte termijn en werkt daarom mee aan de ontwikkeling van INCA, software waarvan verschillende nationale meteorologische instituten gebruik maken en die aanvankelijk ontwikkeld werd door onze Oostenrijkse collega's van ZAMG. Sinds de zomer van 2011 testen weersvoorspellers de software, die een essentiële brug slaat tussen waarnemingen en weersvoorspellingen van digitale modellen. Het project wijst op de belangrijke rol van internationale samenwerking in onderzoek en ontwikkeling van nieuwe meteorologische instrumenten.

De talrijke onweders van 2011 hebben vooral gewezen op het belang van weerkundige voorspellingen en waarschuwingen met het oog op de veiligheid, maar ook op het belang van communicatie: informatie dient het publiek te bereiken waar het zich bevindt, en op het moment dat er mogelijk gevaar is.

voorwoord

In het verslag gaat het verder over de validatiecampagne bliksemdetectie en over de eerste internationale vlucht – van Zwitserland naar Brussel – van het zonnevliegtuig Solar Impulse waar het KMI zijn expertise op het gebied van weerbegeleiding aan heeft verleend.

Zoals elk jaar geven we een klimaatsynthese van het hele jaar en komt u te weten welke nieuwe producten tot uw beschikking staan. Het gaat daarbij niet alleen over producten en diensten die te maken hebben met voorspellingen, maar ook met waarnemingen. In dat kader wil ik uw aandacht vestigen op de installatie van de eerste LIDAR in Ukkel, een apparaat dat de hoogte van de wolken meet en informatie over de structuur van de aardatmosfeer en aanwijzingen over stofdeeltjes kan geven. Het instrument kan van nut zijn als zich opnieuw een uitbarsting als die van de Eyjafjallajökull in 2010 zou voordoen. Minder bekend bij het grote publiek zijn de activiteiten van ons Geofysisch centrum in Dourbes. Het houdt zich bezig met de ontwikkeling van instrumenten om het magnetisch veld van de aarde te observeren en voorziet wereldwijd geomagnetische observatoria van toestellen.

Onderzoek is een van de kernactiviteiten van de Federale Wetenschappelijke Instellingen. Dit verslag is het resultaat van de inzet van al onze medewerkers. U vindt voor elk departement een synthese van de activiteiten waarbij in de loop van 2011 ons onderzoek de grootste vooruitgang heeft gemaakt. Aan het einde van het verslag vindt u de structuur van ons instituut en de controleorganen ervan, alsook de lijst van publicaties in 2011. Deze toont ons niet-aflatende engagement met betrekking tot wetenschappelijk onderzoek in dienst van het publiek, zowel op het gebied van meteorologie als van magnetisme.

Veel leesplezier!



Afbeelding: Dr. Daniel Gellens, Algemeen Directeur a.i. van het KMI



opmerkelijke feiten

Zwaar onweer trekt over Pukkelpop

Op 18 augustus 2011 beleefden we in ons land een warme zomerdag, waarop echter alle ingrediënten voor de mogelijke vorming van explosief convectief onweer aanwezig waren. Deze ingrediënten zijn: vochtige lucht, een sterke afname van de temperatuur met de hoogte, en een verandering van de wind met de hoogte. Het KMI herkende het gevaar, en gaf reeds op 17 Augustus een waarschuwing voor de mogelijke vorming van gevaarlijk onweer op 18 Augustus in de provincies Limburg en Luik.

De tijd en de plaats van de eigenlijke initiatie van het onweer is praktisch niet op voorhand te voorspellen, hiervoor moeten de voorspellers wachten op de eerste waarneming ervan. Rond 15:00 kwamen de eerste onweerscellen vanuit Frankrijk ons land binnen, zij waren zichtbaar op de satelliet- en radarbeelden van het KMI. Opvallend was de explosieve groei van deze onweersbuien. In geen tijd bereikten de onweerswolken hoogtes van 14 a 15 km. Hierdoor waren deze buien elektrisch erg actief met veel bliksem en ook de neerslag was zeer intens met veel wateroverlast in en om het Brusselse rond 17:00. Met een zuidwestelijke hoogtestroming trokken deze buien vervolgens naar de oostelijke provincies.

De weerkamer had deze gevaarlijke episode heel goed zien aankomen. De zone van onweersbuien was inderdaad zeer goed voorspeld en het onderwerp geweest van een waarschuwing van “geel” niveau die de dag voordien omstreeks 16 u werd uitgezonden (meer dan 24 uren vóór de feiten). Die waarschuwing vermeldde: “Vooral morgen namiddag vrij hevige onweersbuien met kans op hagel en windstoten”. Op 18 augustus om 14u25 (enkele uren vóór de feiten) werd het alarmniveau over alle provincies naar oranje verhoogd, met uitzondering van West-Vlaanderen. Het bericht drong op het hevige karakter van de onweders aan, vooral over het oosten van het land: “De komende uren, vanavond en vannacht vallen er verspreid in het land nog hevige regenen onweersbuien die voor wateroverlast kunnen zorgen en die vooral in het oosten van het land

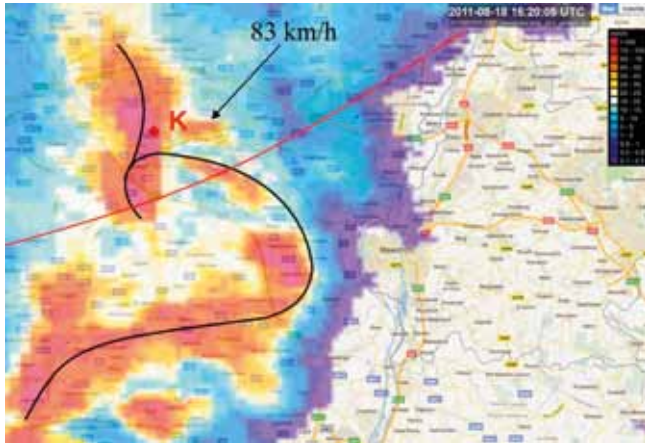
kunnen gepaard gaan met hagel en mogelijk ook hevige rukwinden.”



Figuur 1: Bovenstaand visueel satellietbeeld van 17u45 (lokale tijd) geeft duidelijk het complex weer met convectieve activiteit over het oosten van het land en duidelijk zichtbaar over Limburg.

De beste methode voor het opvolgen van gevaarlijk onweer is de analyse van de radarbeelden. Figuur 2 toont een bewerkt radarbeeld van één van de meest actieve onweersbuien van die namiddag. We zien een zogenaamd geclusterd onweer rond 18:20 met daarin diverse neerslagcellen. Een geclusterd onweer is op een bepaalde manier georganiseerd, zodat we duidelijk een boogstructuur (bow-echo) kunnen herkennen met links bovenaan een haakvorm. De rode lijn geeft het traject weer van deze haakvorm. We zien dat deze vlakbij de Kiewit-festivalweide ('K') trok, waar het muziekfestival Pukkelpop die dag plaatsvond. Eerder die dag trok dit onweer ook over Binkom, enkele kilometers oosten van Leuven, en zorgde ook daar voor aanzienlijke

windschade. De zwaarste windstoten bij dit type onweer doen zich voor aan de voorzijde van de 'boog' en vlakbij de haakvorm. Vlakbij deze haak zijn rukwinden geregistreerd tot 83 km/h, maar ongetwijfeld waren de windstoten lokaal veel heviger.



Figuur 2: Bewerkt radarbeeld van 18h20 lokale tijd, vlak voor het noodweer losbarst op Pukkelpop. Hoe roder de kleur, hoe feller de neerslag. Dit radarbeeld laat zien dat het onweer in een boogvorm was georganiseerd.

De opvolging in 'real time' van gevaarlijk convectief onweer is een grote uitdaging, en vereist aangepaste technische middelen. De grote impact van de Pukkelpop storm is voor het KMI een motivatie om haar inspanningen in dit domein verder te zetten.

Om haar inschatting van gevaarlijk onweer te evalueren en eventueel te verbeteren, vindt het KMI het belangrijk om bij schade door onweer te achterhalen welk type onweer aan de grondslag ligt. Vooral bij windschade kunnen diverse types wind de oorzaak zijn. De boosdoeners kunnen klassieke windstoten uit een gewone onweersbui zijn, maar ook speciale types onweer en zelfs windhozen. Zo werd na de ramp in Pukkelpop een schadeonderzoek ter plaatse uitgevoerd, zowel op de kampeerterreinen, de festivalweides als in de onmiddellijke omgeving van Kiewit. Diverse bomen en masten nabij en op het festival werden ontworteld of afgeknakt, al bleef het bij minder dan 1% van het totaal aantal bomen. Op zich wijst dit erop dat het ging om een zwaar onweer, maar vanuit een meteorologisch standpunt, niet zeer extreem. Bij voorbeeld, bij het onweer één jaar eerder, op 14 juli 2010 in Ciney, was de materiële schade veel groter maar, wat Pukkelpop betreft, de menselijke tol was nu echter zeer zwaar, te wijten aan het feit dat dit onweer op de slechtst denkbare plaats en op het meest verkeerde moment voorbijtrok, vooral de Pukkelpopweide waar de festivalgangers

volledig waren overgeleverd aan de natuurelementen. De 'impact' was hier dus enorm zwaar en vrijwel ongezien, ook al was het onweer, weerkundig gezien, niet uitzonderlijk zwaar.



Figuur 3: Foto genomen op 20 augustus na de doortocht van het noodweer op één van de campings op Pukkelpop. De ravage is enorm (foto: Karim Hamid).

Ongeluk in de kerncentrale van het Japanse Fukushima

Op vrijdag 11 maart 2011, rond 15 uur plaatselijke tijd, deed zich aan de noordoostkust van Japan een bijzonder hevige aardbeving met een kracht van 8.9 op de schaal van Richter, voor. Het was de grootste aardschok die ooit gemeten werd in Japan. De aardbeving veroorzaakte een tsunami die een enorme ravage aanrichtte op de kust van Sendai. De vloedgolf was op sommige plaatsen naar schatting meer dan 30 meter hoog en stroomde tot 10 km landinwaarts. Grote aantallen havensteden werden verwoest en de kerncentrale van Fukushima liep ernstige schade op: geen enkele kernreactor bleef ongeschonden.

Zodra dit uitzonderlijke nieuws bekend raakte, ging het KMI in samenwerking met het ministerie van Binnenlandse Zaken en zijn Crisiscentrum, bestaande uit vertegenwoordigers van de ministeries van Binnenlandse en Buitenlandse Zaken, het Federaal Agentschap voor nucleaire controle en het Federaal Agentschap voor de veiligheid van de voedselketen, tot de actie over. De dagelijkse briefing van het Crisiscentrum bestond uit een beschrijving van de atmosferische situatie en een weersverwachting voor de volgende dagen voor Japan. Daarbij werd vooral aandacht besteed aan de windrichting, neerslag en de risico's op de verspreiding van radioactief materiaal.

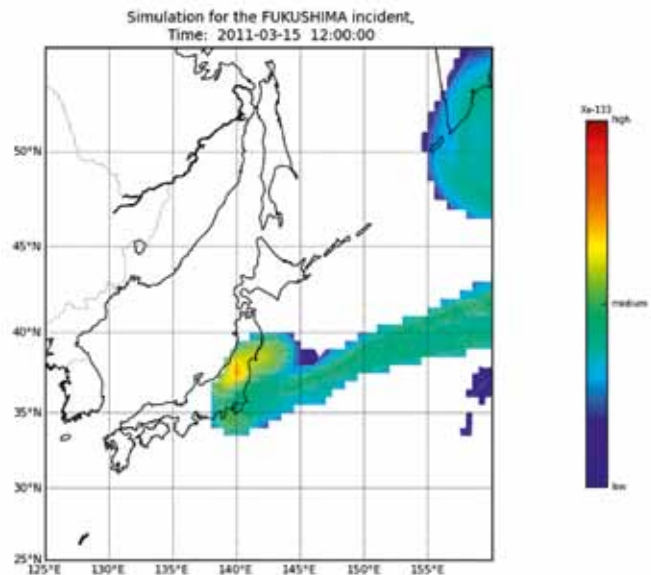
Internationaal bleef het KMI permanent in contact met de organisatie Environmental Emergency Response in het Britse Exeter en het Franse Toulouse.

Door de atmosferische luchtcirculatie zouden luchtmassa's besmet door de uitstoot van de beschadigde kerncentrales, Europa en België bereiken in de daaropvolgende dagen. Op hun traject uit Japan werden de luchtmassa's echter vermengd, waardoor de meegevoerde radioactiviteit werd verdund. De radioactiviteit bleef in Europa bijgevolg zeer beperkt.

Vanaf het ongeluk volgden de meteorologen dagelijks de modellen van verspreiding van de luchtmassa's op. Ze pasten hun takenpakket aan en stelden elke dag een tekst op met de weersituatie en voorspellingen voor Japan. Deze teksten werden gepubliceerd op de website van het KMI.

Voor andere, niet-meteorologische informatie over de situatie in Japan konden de relevante organen worden geraadpleegd (het Federaal Agentschap voor nucleaire controle en het ministerie van Buitenlandse Zaken).

Hoewel de controle van de kerncentrale in Fukushima nog te wensen overliet, evolueerde de situatie positief en was de uitstoot van radioactief materiaal gevoelig verlaagd. Daarom stopte het KMI vanaf 2 mei met zijn dagelijkse weerkundige berichtgeving over de regio.



Figuur 4: Modellerings van de verspreiding van een luchtpluim. Deze simulatie van Xenon 133 toont een radioactieve isotoop. Deze gegevens werden berekend op basis van de analyses van het Europees centrum ECMWF. De pluim beweegt zich voornamelijk naar het noordoosten boven de Stille Oceaan, maar ook naar het centrale deel van Japan.

Link met de universiteiten en een modelversie voor de universiteiten

Wat onze link met de universiteiten betreft, hebben we de postgraduaat universele opleiding betreffende weer- en klimaatmodellering aan de Universiteit Gent, voortgezet. Dit programma werd in 2007 opgericht. De meeste docenten zijn KMI-deskundigen, en het team telt ook twee internationale experts uit de ALADIN- en HIRLAM-consortia: J.-F. Geleyn en N. Gustafsson. Momenteel kunnen we bij het KMI rekenen op de diensten van een groot aantal experts die deze opleiding gevolgd hebben (D. Degrauwe, R. de Troch, A. Duerinckx, J. Van den Bergh, H Van de Vijver, R Van Malderen, V. De Bock, I. De Coster, S. Nevens, E. Baudrez, A. Delcloo). In het kader van deze cursus wordt nu een academische versie van het ALADIN NWP-model gebruikt, het zogenaamde CHAPEAU-pakket dat door het KMI samen met het KNMI werd ontwikkeld. Dit pakket is gebaseerd op de modelcode van ALADIN en kan gebruikt worden in de configuratie van een light-versie en in sommige specifieke gevallen zelfs op een laptop voor educatieve doeleinden. Het werd voor het eerst aan de universiteit gebruikt door de studenten Numerieke Technieken om de theorie over numerieke stabiliteit te testen in een geavanceerd operationeel model dat door het KMI wordt gebruikt bij voorspellingen.

Meer informatie over het programma vindt u hier: <http://www.wcm.ugent.be/nl/>



Professor Catherine Nicolis ontvangt een prestigieuze Richardson-medaille

Op 5 april 2011 heeft professor Catherine Nicolis op de algemene vergadering van de Europese Geofysische Vereniging in Wenen (Oostenrijk) een Richardson-medaille in ontvangst mogen nemen. Dit is een prestigieuze erkenning van collega-geofysici voor het werk dat professor Nicolis vooral in ons instituut heeft verricht (<http://www.egu.eu/awards-medals/award/lewis-fry-richardson.html>). Bij deze gelegenheid had professor Nicolis het kort over een deel van haar werk, waarin inzicht in de variabiliteit en de voorspelbaarheid van de atmosfeer en het klimaat centraal staat. Daartoe gebruikt en ontwikkelt ze hulpmiddelen die gebaseerd zijn op recente theorieën op het gebied van niet-lineaire fysica, stochastische processen en chaostheorie. Ze had het in het bijzonder over de theorieën die ze recent heeft ontwikkeld over de evolutie van voorspellingsfouten en andere eigenschappen van de verdeling en recurrentie van extreme verschijnselen. Deze thema's zijn van doorslaggevend belang om te begrijpen hoe ons klimaat verandert en aan welke risico's onze samenleving wordt blootgesteld.

Professor Nicolis begon haar loopbaan bij het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie, waar ze zich verdiepte in de energiebalans van de aarde. In het begin van de jaren '80 ontdekte ze een fundamentele eigenschap van de respons van niet-lineaire systemen op forceringen van kleine omvang, namelijk de stochastische resonantie. Dit is een verklaring voor de opeenvolging van ijstijden en interglacialen die onze planeet gekend heeft. Aan de hand van dit pionierswerk konden wetenschappers soortgelijke verschijnselen in erg uiteenlopende domeinen als fysica en biologie verklaren. In 1984 publiceerde ze, samen met haar echtgenoot, een artikel in het vooraanstaande tijdschrift *Nature*, getiteld "Is there a climatic attractor?" dat heel wat inkt deed vloeien over de invloed van een laagdimensionale klimatologische aantrekkingskracht. Dit baanbrekende werk van professor Nicolis heeft de verdienste dat het een nieuw perspectief bood op het onderzoek naar de klimatologische dynamiek; dat zich tot dan – en nu nog vaak – beperkte tot een puur statische (en lineaire) visie.

In 1990 kwam professor Nicolis het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België versterken, en in 1996 kwam ze aan het hoofd te staan van de nieuw opgerichte eenheid 'Dynamische meteorologie en klimatologie'. Ze houdt er een benadering op na die begrippen uit de niet-lineaire fysica en complexe meteorologische en klimatologische systemen integreert. Daarnaast

leidt ze onderzoekers van de eenheid op in dit vernieuwende domein. Binnen de eenheid is ze vooral bezig met het ontwikkelen van theorieën over de dynamiek van voorspellingsfouten, de eigenschappen van extreme verschijnselen voor deterministische systemen, de kinetica en thermodynamica van overgangen van de ene toestand naar de andere en de productie van entropie in atmosferische en klimatologische modellen. Ze werkt ook aan de systematische ontwikkeling van een klimaattheorie aan de hand van de balansgemiddelden van atmosferische velden en ze voert onderzoek naar de invloed van tijdgebonden forceringen van voorbijgaande aard, zoals diegene veroorzaakt door menselijke activiteit.

Het onderzoek van professor Nicolis biedt niet alleen een antwoord op talrijke belangrijke vragen op het gebied van atmosferische en klimatologische dynamiek, maar maakt ook erg praktische toepassingen als ensemblevoorspellingen of probabilistische voorspellingen mogelijk, waardoor in real time de onzekerheid van een bepaalde voorspelling kan worden beoordeeld. Haar werk speelt dus een essentiële rol in het kader van de kernopdracht van ons instituut, namelijk informeren en de veiligheid verbeteren.

Samen met haar collega-onderzoekers uit de geofysica willen we professor Rouvas-Nicolis dan ook bedanken en feliciteren voor haar gehele carrière in het domein en in het bijzonder voor haar bijdrage aan het onderzoek en het onderwijs binnen ons instituut.



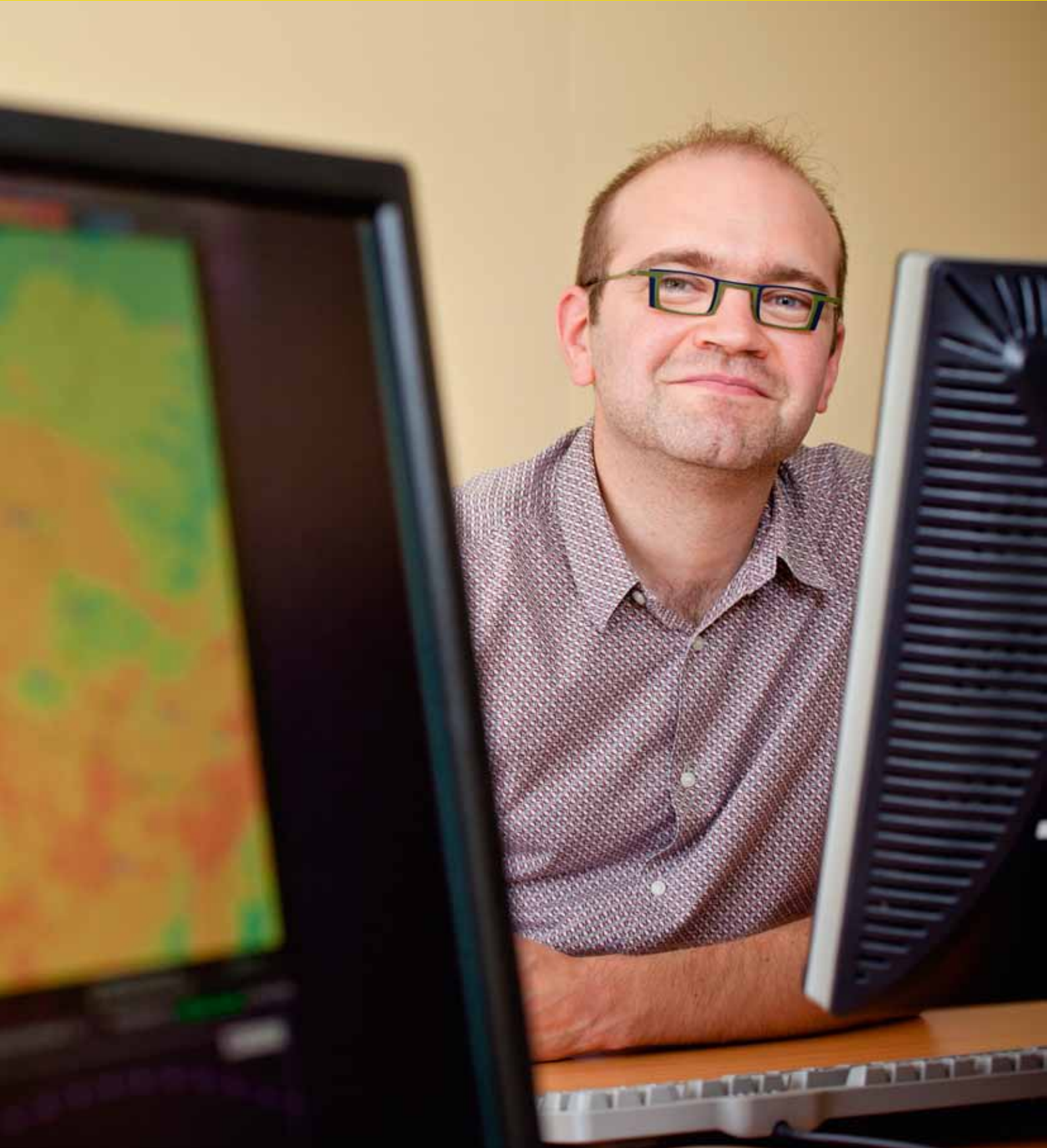
Figuur 5: van links naar rechts dr. Piet Termonia, Hoofd van het departement Onderzoek, professor Rouvas-Nicolis, en dr. Daniel Gellens, Algemeen directeur a.i. van het KMI.

UGent-studenten leren weersvoorspellingen maken in de KMI-weerkamer

Vijf studenten volgden in 2011 de postgraduaatsopleiding 'Weather and Climate Modeling' aan de Universiteit van Gent. Deze opleiding wordt georganiseerd door lesgevers van het KMI en enkele internationale wetenschappers. Het is een volledige opleiding rond atmosferische modellering, die bestaat uit 10 vakken. Meer informatie over de opleiding 'Weather and Climate Modeling' aan de Universiteit van Gent vindt u op <http://www.wcm.ugent.be/>

Het vak 'Algemene meteorologie' werd gegeven door Dr. ir. David Dehenauw. Als onderdeel van dit vak leren de studenten weerkaarten interpreteren. En waar kunnen ze dit beter leren dan in de weerkamer van het KMI zelf? Daarom kregen de studenten de kans deel te nemen aan een reeks oefensessies op het KMI. Op 21 november waagden ze zich voor het eerst aan hun eerste echte weersvoorspellingen. Een impressie:





het KMI: redder in nood

Betere kortetermijnvoorspellingen dankzij INCA-BE

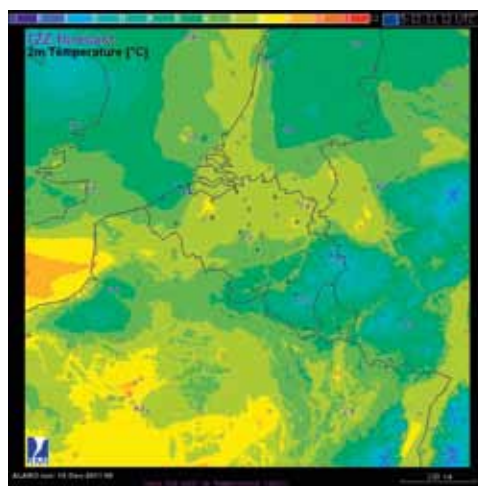
In de loop van 2011 werd op het KMI een nieuw nowcastingsysteem opgestart en uitgetest: INCA-BE. Nowcasting is het opstellen van voorspellingen voor de zeer nabije toekomst, en daaraan gekoppeld precieze waarschuwingen voor gevaarlijk weer (onweer, wateroverlast, ijzel, sneeuw, ...). De voorspellingen gebaseerd op numerieke modellen zijn vaak niet precies genoeg voor dit tijds kader, en vragen een aangepaste strategie. INCA-BE is de implementatie op het KMI van het nowcastingsysteem INCA (Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis) ontwikkeld door de meteorologische dienst van Oostenrijk (ZAMG). Het KMI werkt in dit project dan ook nauw samen met ZAMG, maar ook met de meteorologische diensten van Polen, Slowakije, Slovenië, Tsjechië, Hongarije en Friuli-Venezia Giulia (Italië) die dit systeem ook al hebben geïmplementeerd en bovendien verder ontwikkelen.

In INCA-BE wordt er eerst een gedetailleerde analyse gemaakt van de huidige toestand van de atmosfeer. Deze analyse is gebaseerd op de meest recente observationele gegevens komende van de radar, weerstations, peilingen, satellieten... . Vervolgens wordt deze analyse op een ingenieuze manier gecombineerd met de voorspelling van ons numeriek model ALARO, om zo een nauwkeurige voorspelling te krijgen voor de komende uren.

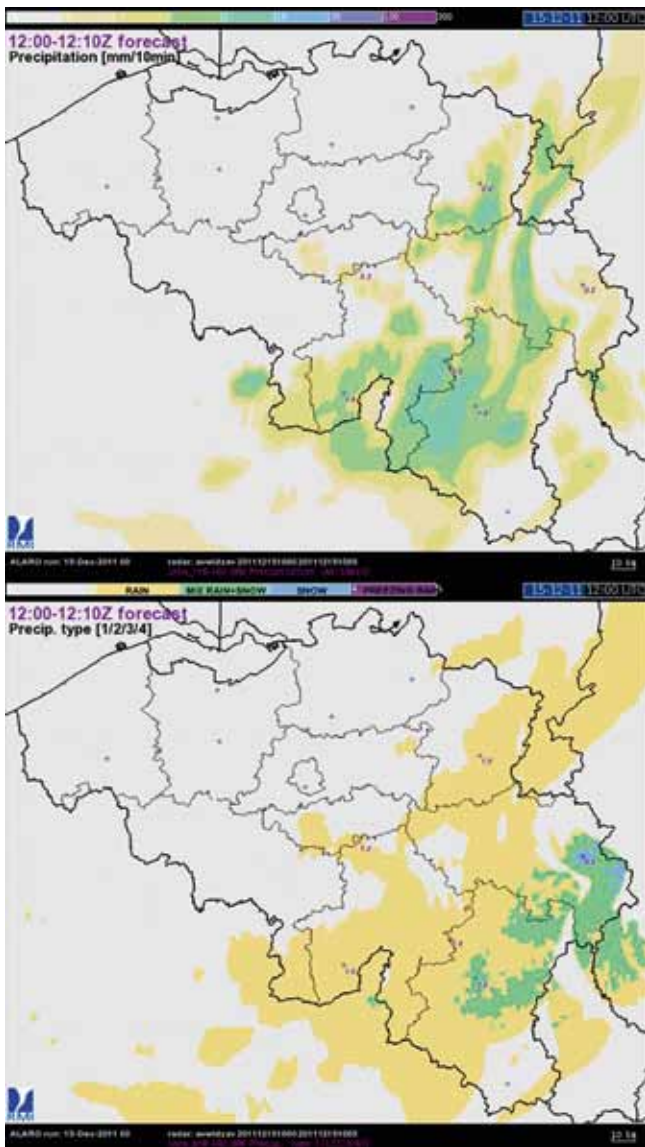
In INCA-BE wordt elk uur een nieuwe analyse en voorspelling aangemaakt van de velden temperatuur, dauwpunt, wind, luchtvochtigheid, grondtemperatuur en gevoelstemperatuur, en dit voor de komende 12 uur. Daarnaast wordt er elke tien minuten een analyse en voorspelling gemaakt van de neerslaghoeveelheid en het neerslagtype en dit voor de komende 4 uur. Ieder uur draait er ook een module voor convectieve diagnostiek maar deze geeft enkel een analyse en geen voorspelling. In figuur 6 geven we een voorbeeld van een temperatuursvoorspelling (2 uur vooruit) op een willekeurige dag in december 2011. Deze figuur geeft een indruk

van de hoge resolutie waarop INCA-BE werkt (1km) en er is ook duidelijk op te zien hoe INCA-BE de topografie nauwkeurig in rekening brengt. Figuur 7 geeft een voorspelling (2 uur vooruit) van de neerslaghoeveelheid (bovenaan) en het neerslagtype (onderaan) voor dezelfde situatie. In dit geval werd de lichte sneeuwval voor Hoog-België (en elders regen) correct voorspeld door het nowcastingsysteem.

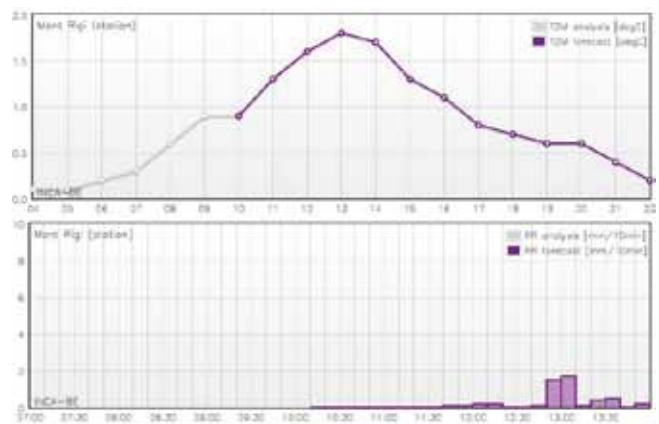
INCA-BE werd in de loop van 2011 stapsgewijs geïmplementeerd en ter beschikking gesteld van onze voorspellers ter evaluatie. Om de grote hoeveelheid informatie die INCA-BE produceert overzichtelijk aan te bieden, werd een interne website ontwikkeld die toelaat de output op interactieve wijze te bekijken. Naast de voorstelling in kaartvorm is er ook de mogelijkheid om voor welbepaalde plaatsen meteogrammen te genereren. Figuur 8 toont een voorbeeld van zulk een meteogram voor Mont-Rigi (Hoge Venen) voor dezelfde episode als hierboven.



Figuur 6: Temperatuursvoorspelling aangemaakt door INCA-BE op 15-dec-2011 10 UTC en geldig voor 15-dec-2011 12 UTC (2 uur vooruit). Opvallend is de invloed van de hoge-resolutie topografie die in INCA-BE geïntegreerd is.



Figuur 7: Voorspelling (2u vooruit) van de neerslaghoeveelheid (bovenaan) en het neerslagtype (onderaan) voor dezelfde situatie als in afbeelding 1, ingezoomd op België. Op deze laatste kaart is sneeuw voorgesteld met een lichtblauwe kleur. In deze situatie kon INCA-BE de lichte sneeuwval die enkel in Hoog-België plaatsvond, correct voorspellen. Merk ook op dat sneeuwval zich kan voordoen bij temperaturen die lichtjes positief zijn.



Figuur 8: Meteogram voor het station Mont-Rigi op de Hoge Venen voor temperatuur (bovenaan) en neerslag (onderaan), voor dezelfde episode als in afbeeldingen 1 en 2. Gemeten waarden worden op deze meteogrammen voorgesteld in het lichtgrijs, voorspelde waarden in het paars.

Validatiecampagne bliksemdetectie

In augustus 2011 deed het KMI een reeks waarnemingen van bliksemaactiviteit in onweerswolken over België. Met behulp van een hogesnelheidscamera, gelinkt aan een instrument dat de verandering in het elektrisch veld meet, werden bliksemontladingen gefilmd. Een nauwe samenwerking met de weervoorspellers van het KMI is onontbeerlijk om dit soort experimenten uit te voeren. Dankzij hen konden we het nodige materiaal tijdig en op de juiste plaats opstellen in afwachting van de naderende stormen. Onderstaande figuur toont zo'n typische opstelling. De waarnemingen kunnen we nadien analyseren. Dit geeft ons belangrijke informatie over de werking en nauwkeurigheid van het bliksemdetectienetwerk van het KMI.



Figuur 9: Opstelling van de apparatuur, met (1) een hogesnelheidscamera, (2) een instrument om het elektrisch veld te meten, (3) een generator voor het opwekken van elektriciteit, en (4) een GPS.

De videocamera maakt 200 beelden per seconde, wat overeenkomt met een belichting van 5 milliseconden per opname. Hierdoor kunnen we de verschillende ontladingen, ook wel strokes genoemd, waaruit een bliksem bestaat identificeren. Zo'n stroke is niets minder dan een stroom van geladen deeltjes die zich met grote snelheid via een kanaal naar de grond voortbeweegt. In totaal namen we gedurende 3 stormdagen (22, 23 en 26 augustus 2011) 57 bliksems van voldoende kwaliteit waar, met een totaal van 210 ontladingen.

In de loop van deze waarnemingscampagne nam het bliksemdetectienetwerk van het KMI maar liefst 90% van de 57 bliksems en 65% van de 210 ontladingen waar. De nauwkeurigheid van de lokalisatie bepalen we door middel van bliksems, waarvan elke individuele ontlading hetzelfde kanaal hergebruikt. Deze ontla-

dingen hebben dus hetzelfde contactpunt met de grond en zouden normaliter door het netwerk eenzelfde inslagplaats toebedeeld moeten krijgen. De verspreiding van de door het netwerk berekende inslagplaatsen geeft ons dus een idee van de relatieve nauwkeurigheid van het systeem. Op dit moment schommelt de nauwkeurigheid van het netwerk rond de 1 km. In de komende maanden en jaren zullen we in staat zijn deze nauwkeurigheid nog verder te verbeteren door onze sensoren beter af te stellen en ons onderzoek verder te zetten.

Dit werk werd mogelijk gemaakt door een nauwe samenwerking met ALDIS (Austrian Lightning Detection and Information System) en met de steun van STCE (Solar-Terrestrial Centre of Excellence - Belspo).

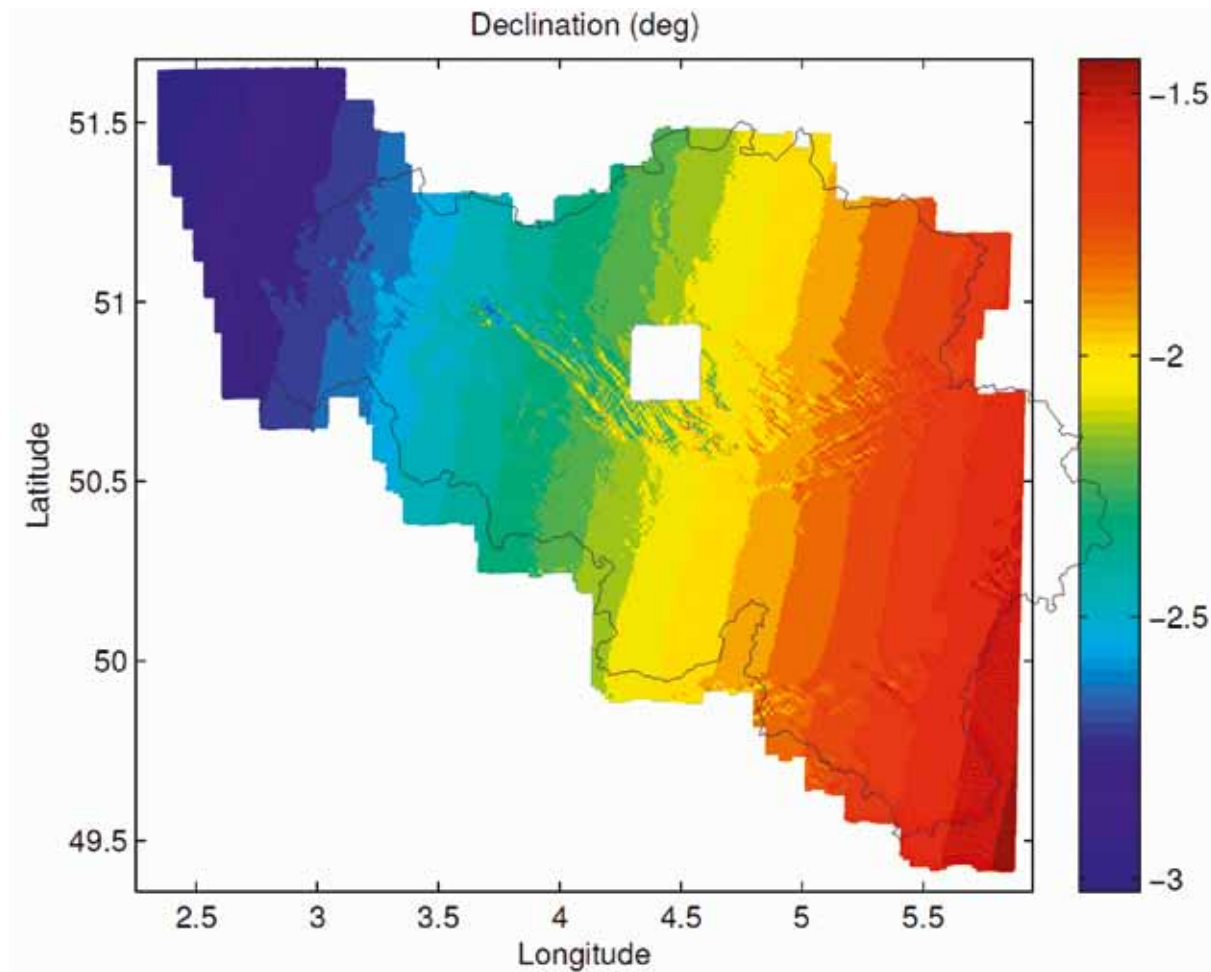


Figuur 10: Video opgenomen te Denderleeuw op 23.08.2011

Hogeresolutiekaart van de magnetische declinatie in België

Dankzij de aeromagnetische metingen die in 1994 werden uitgevoerd in het luchtruim boven België en het Groothertogdom Luxemburg, hebben we voor bijna het gehele oppervlak van de beide landen een beeld van de intensiteit van het magnetisch veld, met een zeer hoge spatiale resolutie (~100 m). Wat echter niet duidelijk is, zijn de verschillende bestanddelen van het veld.

Aan de hand van spectrale en matrixtechnieken, gebaseerd op het werk van Jean-Louis Le Mouël (een Franse geofysicus en emeritus directeur van het Parijse Institut de Physique du Globe) en nauwkeurige bodemmetingen, zijn we erin geslaagd om een kaart met dezelfde hoge resolutie van de magnetische declinatie in België in 1994 af te leiden (Figuur 11). Hoewel het maar om een eerste, voorlopige berekening gaat, hopen we gauw actuele gegevens met dezelfde scherpte te kunnen bieden.

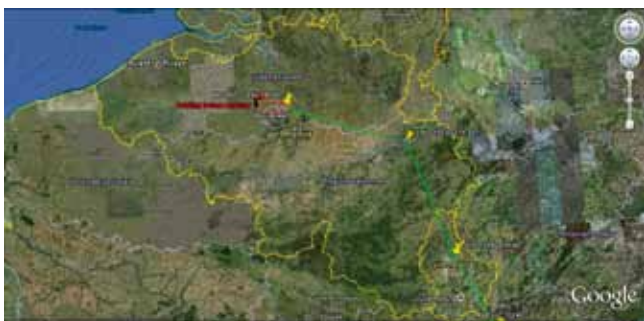


Figuur 11: isogonale kaart in HD van de magnetische declinatie in België voor het jaar 1994, berekend op basis van de aeromagnetische metingen. Het gaat om een voorlopig resultaat en het meest oostelijke punt van het land is nog niet aan bod gekomen. Om technische redenen en het feit dat er niet mag worden gevlogen, werd de zone boven Brussel niet opgemeten.

Brussel, eerste internationale bestemming zonnevliegtuig Solar Impulse

Het team van Solar Impulse heeft Brussel gekozen als eerste internationale bestemming van het proefvliegtuig dat aangedreven wordt met zonne-energie. Op 13 mei 2011 was het de taak van de voorspellers van het KMI om het zonnevliegtuig, met in de cockpit André Borschberg, meteorologisch te begeleiden. Solar Impulse landde in Brussel omstreeks 21.40 u., na een vlot verlopen vlucht van 13 uur vanuit het Zwitserse Payerne.

In de weken voor de vlucht voerde het hele Solar Impulse-team testvluchten uit in de streek van Payerne om de satellietcommunicatie te testen en na te gaan hoe het vliegtuig zich in het luchtverkeer zou voegen.



Figuur 12: traject van de eerste internationale vlucht van Solar Impulse

De weersverwachtingen zijn uiteraard van groot belang met het oog op de veiligheid en een goed verloop van de vluchten van de Solar Impulse. Na enkele dagen van ongunstige weersomstandigheden, greep het team van weersvoorspellers van het KMI de gelegenheid aan om op vrijdag 13 mei groen licht te geven voor de eerste vlucht. Gezien de Solar Impulse alleen bij specifieke weersomstandigheden kan vliegen en de veiligheid nog altijd op de eerste plaats komt, is het onmogelijk om een specifieke datum vast te leggen. De belangrijkste factoren die in overweging moeten worden genomen zijn wind, turbulentie, zichtbaarheid en bewolking.

Bijvoorbeeld:

- De gemiddelde windsnelheid aan de grond (tot 10 meter max) moet tijdens het opstijgen en landen van het vliegtuig lager zijn dan 6 knopen (10 km/u). Er moet bovendien minder dan 4 knopen zijwind zijn. De windsnelheid op hoogte moet lager zijn dan 25 knopen.
- Over het gehele vliegtraject mag geen neerslag vallen.
- Tijdens de vlucht en bij de landing moet de zichtbaarheid uitstekend zijn.
- Aangezien de zon de enige energiebron is,

moet het vliegtuig voortdurend zonnestraaling opvangen. De bewolgingsgraad boven het vliegtuig moet lager zijn dan 4/8, waarbij 8/8 wijst op een volledig bedekte hemel.

- Er mag nauwelijks turbulentie zijn.

Na het opstijgen op het vliegveld van Payerne, bereikte het vliegtuig een hoogte van 3600 meter. De ondersteuning van de luchtvaartkundige autoriteiten van de landen waar het vliegtuig overgevlogen is, bleek uiterst positief en constructief.



Figuur 13: het zonnevliegtuig boven het Atomium in Brussel

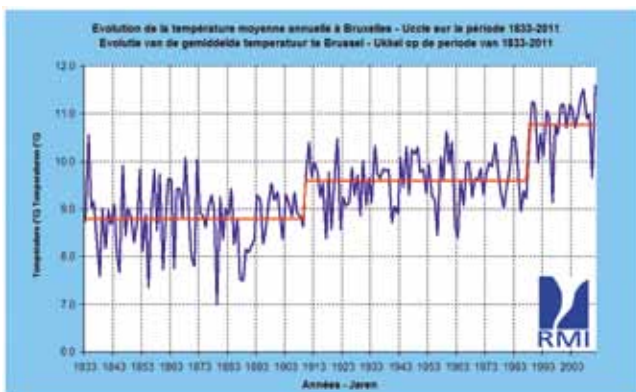


het weer in 2011

Nieuw jaartemperatuurrecord in Ukkel

2010 was een relatief 'koud' jaar, maar 2011 zal de geschiedenis ingaan als het warmste jaar in Brussel-Ukkel sinds het begin van de gewone meteorologische waarnemingen in 1833. De gemiddelde jaartemperatuur bedroeg 11,6°C, wat 1,1°C meer is dan het gemiddelde van de referentieperiode 1981-2010 (10,5°C) en 0,1°C meer dan het vorige record uit 2007.

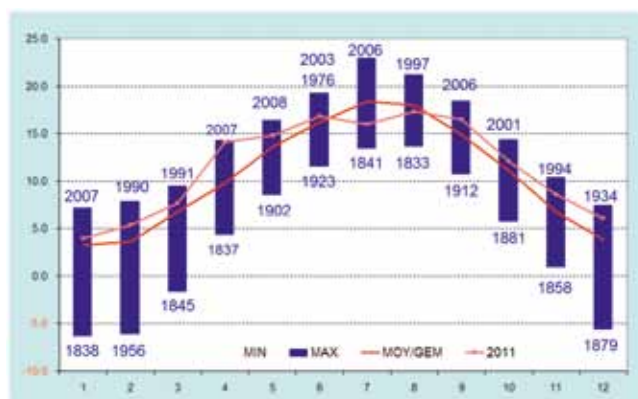
Een blik op de seculaire evolutie van de temperatuur in Brussel-Ukkel (Figuur 14) toont duidelijk aan dat de tien warmste jaren sinds 1833 allemaal na 1988 vielen. De gemiddelde jaartemperatuur sinds 1988 bedraagt 10,8°C, wat 2,0°C meer is dan in de periode van 1833 tot 1910, d.w.z. voordat de eerste significante opwarming in Brussel-Ukkel werd waargenomen.



Figuur 14: De gemiddelde jaartemperatuur in Brussel-Ukkel van 1833 tot en met 2011 (in °C). De horizontale rechte lijnen in het rood geven de gemiddelde temperatuur aan van drie perioden die als relatief 'stabiel' worden beschouwd (in elke periode schommelen de temperaturen rond de rode lijn).

Uit Figuur 15 blijkt dat de gemiddelde maandtemperaturen in 2011 stuk voor stuk boven de gemiddelde maandtemperaturen van de referentieperiode 1981-2010 lagen, met uitzondering van juli en augustus. Het is opvallend dat we van een jaarrecord kunnen spreken ondanks het feit dat de gemiddelde zomertemperatuur onder de normale waarden bleef. De gemiddelde winter-, lente- en herfsttemperaturen bleven

respectievelijk 1,5°C, 2,1°C en 1,5°C boven de seizoensgemiddelden, terwijl de zomer 0,8°C kouder was dan gemiddeld.



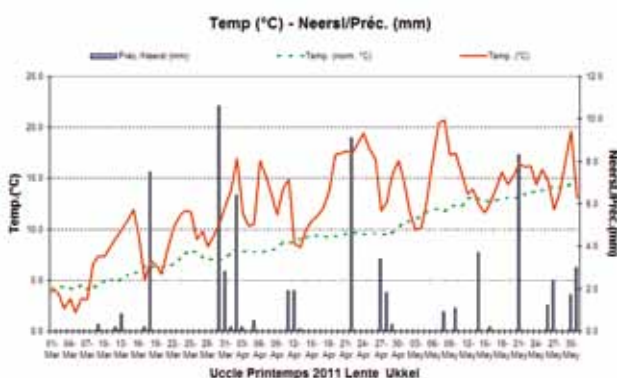
Figuur 15: De roze curve geeft de gemiddelde maandtemperatuur aan die in 2011 in Ukkel werd gemeten (in °C). De rode curve beschrijft de maandgemiddelden in de referentieperiode 1981-2010. De uiteinden van de blauwe, rechtopstaande rechthoeken geven de hoogste en laagste maandwaarden aan die in Brussel-Ukkel gemeten zijn sinds 1833 (met vermelding van de recordjaren).

Het voorbije jaar 2011 werd niet alleen gekenmerkt door het temperatuurrecord maar kende ook een erg uitzonderlijke lente met een hoog aantal zonne-uren en een grote droogte, als ook verwoestende stormen in de zomer (denk aan de ramp op Pukkelpop in Limburg), een erg zachte periode eind september en begin oktober, ongekend weinig neerslag in november en een record aantal onweders in december. Ga voor meer informatie over het weer in 2011 naar <http://www.meteo.be/meteo/view/nl/7609555-2011.html>

Een uitzonderlijk droge lente

In het begin van het jaar kende geheel West-Europa een droge periode. Heel de lente (van maart tot mei) viel er uitzonderlijk weinig neerslag, waardoor het in vele streken in West-Europa de droogste en warmste lente ooit werd. Ook in België was de lente erg buitengewoon.

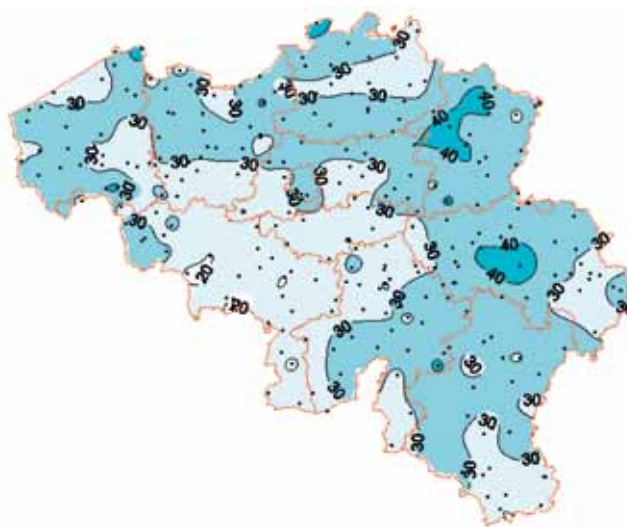
In Ukkel werden uitzonderlijk hoge temperaturen gemeten: het gemiddelde bedroeg 12,2°C (normaal: 10,1°C), wat 0,1°C minder is dan tijdens de recordlente van 2007. De dagtemperatuur was in 2011 bijna altijd hoger dan het gemiddelde, en soms veel hoger (Figuur 16). Ook het aantal zonne-uren was in de lente zeer uitzonderlijk. Alles samen was er 707 uur en 16 minuten zon. Dat is niet alleen veel meer dan normaal (463 uur en 58 minuten); het is ook de hoogste waarde sinds het begin van de metingen in 1887. Het vorige record dateerde van 1893, toen de zon 651 uur en 46 minuten scheen.



Figuur 16: Dagelijkse gemiddelde temperatuur (rode lijn, schaal links, in °C) en hoeveelheid neerslag (staafjes, schaal rechts, in mm) in Ukkel in de lente van 2011. De groene stippellijn geeft de gemiddelde dagelijkse temperatuur in de periode van 1981 tot 2010 aan.

Ook de hoeveelheid neerslag en het aantal neerslagdagen was buitengewoon laag. Het was de op twee na droogste lente in Brussel-Ukkel sinds het begin van de metingen in 1833, met nauwelijks 70,7 mm neerslag in 27 dagen (normaal: 187,8 mm in 49 dagen). Slechts twee maal was de lente nog droger, namelijk in 1893, toen er slechts 37,6 mm neerslag viel in 24 neerslagdagen, en in 1976, met 69,0 mm in 35 dagen. De lente van 1890 had dan wel de minste neerslagdagen (slechts 23) maar er viel toen 197,1 mm neerslag. Uit Figuur 17 blijkt dat er in 2011 zeer weinig neerslagdagen waren en dat de hoeveelheid neerslag op die dagen dan meestal nog klein was. In Ukkel werd gedurende heel de lente slechts op 5 dagen meer dan 4 mm neerslag gemeten, met een maximum van 10,6 mm op 30 maart.

Deze uitzonderlijke omstandigheden werden in heel België waargenomen, hoewel de neerslaghoeveelheden in zekere mate variëren door plaatselijke onweersbuien die kunnen voorkomen in deze periode van het jaar. Desondanks was de voorjaarsdroogte in heel het land uitzonderlijk (Figuur 17): er viel nauwelijks 30 % van de totale hoeveelheid neerslag die normaal is in de lente. En over heel België varieerde de neerslaghoeveelheid van 35 tot 110 mm. Observaties en metingen van een dergelijke kleine hoeveelheid neerslag doen zich gemiddeld één keer voor in een lange periode van meer dan 20 jaar.



Figuur 17: Percentage van het neerslagdeficit in België in de lente van 2011 vergeleken met de normale waarden voor de periode 1981-2010.

De uitzonderlijke droogte in de lente bemoeilijkte de teelt van landbouwgewassen, maar gelukkig werden er in de zomer opnieuw normale of bovennormale neerslaghoeveelheden gemeten, waardoor de nefaste invloed op de landbouwopbrengst grotendeels ongedaan werd gemaakt.

Brand op de Hoge Venen

De uitzonderlijk droge Belgische lente had nog andere gevolgen. Maandag 25 april 2011, toen de droogte een hoogtepunt had bereikt, ontstond in de namiddag een grote brand in de Hoge Venen. De streek staat bekend om zijn vele soorten *Molinia*, grassoorten waarvan de toppen in de lente bijzonder gevoelig zijn aangezien ze zo droog zijn als hooi. In de zomer, wanneer de planten opnieuw groeien, is dat minder het geval. De matige wind zorgde ervoor dat de brand zich snel kon uitbreiden en ongeveer 1300 hectares in de as legde.

De laatste brandhaarden werden pas in de avond van dinsdag 26 april gedoofd.



Figuur 18: Op 25 april vanaf 16.45 u. nam de webcam van het KMI in het meteorologisch park van Mont-Rigi, een deel van de rookpluim van de brand in de Hoge Venen waar. Dit beeld werd opgenomen om 19.05 u. Vanaf 19.30 u. werd het weerstation in een dikke rookwolk gehuld.

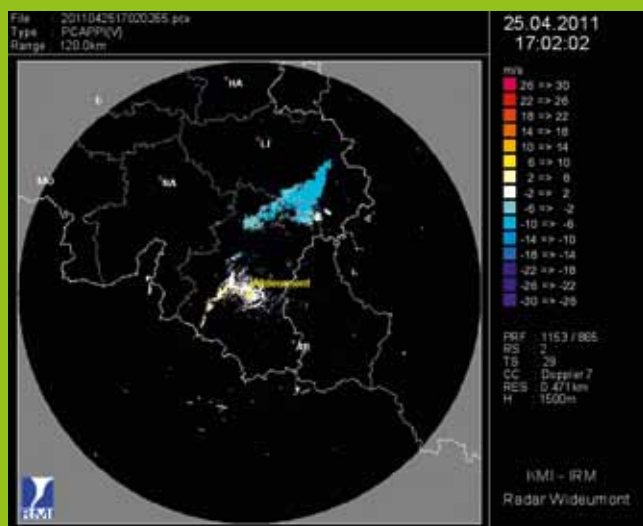
De radar van het KMI heeft de brand op de Hoge Venen opgevangen.

De rookwolk die zich op 25 april verspreidde, was vooral zichtbaar op de KMI-beelden van de meteorologische radar in Wideumont (een deelgemeente van Libramont). Normaal detecteert de radar alleen neerslagzones, maar de concentratie as in de rookpluim was groot genoeg om opgepikt te worden door de radar. De rookpluim verschijnt op de beelden om 14.32 uur UT (16.32 u. lokale tijd), wat overeenkomt

met het tijdstip waarop de brand vermoedelijk ontstond. De locatie van de brandhaard is bovendien in overeenstemming met de plaats waar de brand is uitgebroken (niet ver van de Baraque Michel). Op de daaropvolgende beelden is duidelijk te zien hoe de rookwolk groeit en zich verspreidt. De onderstaande figuur toont een beeld van de Doppler-radar om 17.02 uur UT (19.02 uur lokale tijd). De rookwolk, afkomstig van de Hoge Venen, is duidelijk zichtbaar; ze verspreidt zich naar het zuidoosten en bereikt op dit beeld het noorden van de provincie Luxemburg. De storingen in de buurt van de radar zijn van niet-meteorologische aard (vogels, vliegtuigen, insecten, stofdeeltjes, ...).

De radarbeelden laten toe om de ontwikkeling van de rookpluim in real-time te volgen, wat vooral 's nachts nuttig is, wanneer visuele waarnemingen onmogelijk zijn. Het is echter moeilijk om radarbeelden te gebruiken om een vuur te detecteren dat net is uitgebroken. Het signaal van de aswolk lijkt in het beginstadium op dat van neerslag. Het ligt dus niet voor de hand om een rookpluim te onderscheiden van een lokale regenbui.

Figuur 19: Het beeld van de Doppler-radar van Wideumont op 25 april om 19.02 uur (of 17.02 u. UT, zoals aangegeven rechts bovenaan). In het lichtblauw, boven de provincies Luik en Luxemburg, strekt zich de rookwolk afkomstig van het plateau van de Hoge Venen, uit. Dit beeld dekt een cirkel met een straal van 120 km rond de radar.



Hevige onweders in 2011

28 juni 2011

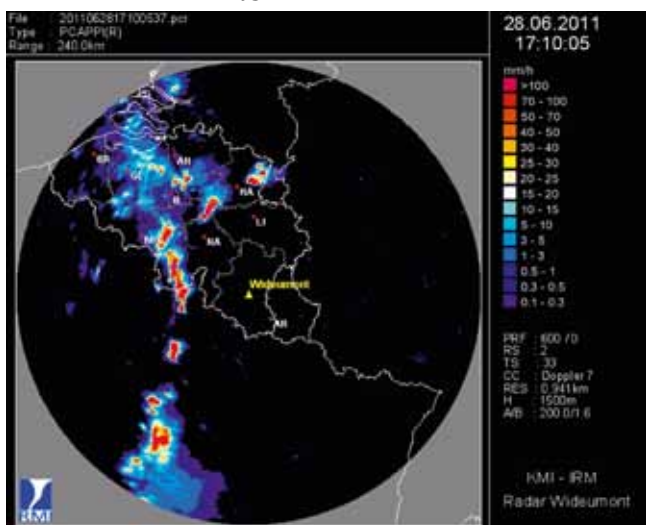
Dinsdag 28 juni 2011, werd het Belgische grondgebied getroffen door plaatselijk hevige onweders die gepaard gingen met overvloedige neerslag, hagel en windstoten. In de voormiddag werd vooral het westen van het land getroffen terwijl tijdens de late namiddag en 's avonds vooral het centrum en een deel van het oosten van het grondgebied geteisterd werd. Deze onweersverschijnselen waren beduidend intensiever tijdens de late namiddag en avond dan deze die zich 's ochtends manifesteerden.

Figuur 20: radarbeeld van 28 juni 2011 om 17 uur.

De onweders die het hele land teisterden, ontstonden door de confrontatie van vochtige, tropische lucht en de veel koudere luchtstromingen van over de Atlantische Oceaan. Tijdens de nadering van het koude front vormde zich een thermisch dal in de warme lucht.

Alle ingrediënten voor het ontstaan van zware onweersactiviteit waren aanwezig:

- Een zeer warme luchtmassa nabij het aardoppervlak.
- Een verhoging van de relatieve luchtvochtigheid en de instabiliteit in de lagere luchtmassa's bij de nadering van het koude front.
- De vorming van stijgende luchtmassa's ter hoogte van het thermisch dal.
- De aanwezigheid van een cyclonale circulatie in de hoogte, een fenomeen dat eveneens stijgende luchtmassa's veroorzaakt.



Figuur 20: Radarbeeld van 28 juni 2011 om 17 uur.

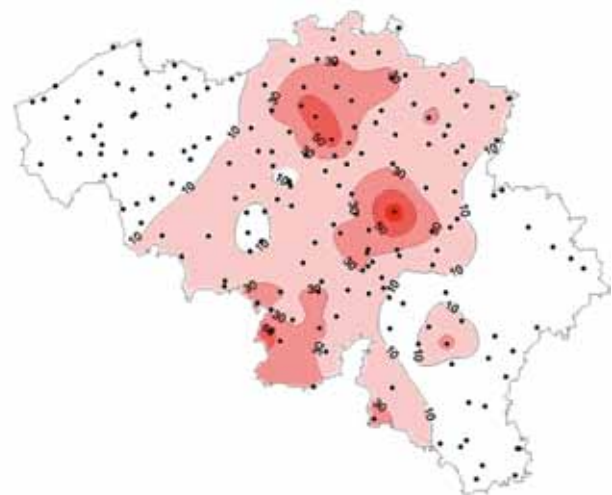
De hoogste windstoten geregistreerd in het Belgische anemometrische meetnet (meting van de windsnelheden) bedroegen 119 km/h in Beau-

vechain en 101 km/h in Gosselies en Zaventem.

Relatief zware hagelval werd waargenomen in de streek van Genk, Luik en Saint-Hubert.

De gemeten neerslaghoeveelheden waren zeer verschillend over korte afstanden. Ons klimatologische meetnet mat de hoogste neerslaghoeveelheden in 24 uur in Thisnes (Hannut) met 84,7 mm, Haacht met 64,0 mm, Sivry met 57,1 mm, Waarloos met 54,3 mm en Solre-sur-Sambre met 52,5 mm. In het meetpunt van het Waalse meetnet van de "Voies hydrauliques" te Boussu-en-Fagne viel op 24 uur tijd 81,1 mm regen, met een maximale hoeveelheid van 49,3 mm per uur.

Over het algemeen waren de neerslaghoeveelheden in het westen en het zuidoosten beduidend lager dan in de rest van ons land.



Figuur 21: Analyse van de neerslag op 29 juni 2011 om 8 uur.

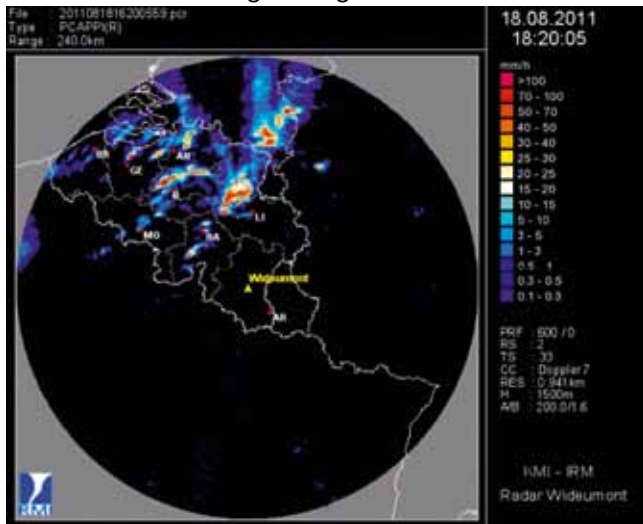
18 augustus 2011

Donderdag 18 augustus 2011 werd een deel van België lokaal getroffen door heel hevig en gewelddadig onweer dat gepaard ging met overvloedige neerslag, hagel en windstoten. In de vroege namiddag werd vooral het westen van het land getroffen terwijl tijdens de late namiddag en de vooravond vooral het centrum en een deel van het oosten van het grondgebied geteisterd werden.

De onweders bewogen zich zeer snel van zuidwest naar noordoost, het is te zeggen van Henegouwen via het zuiden van Oost-Vlaanderen, Brussel en Brabant naar Antwerpen en Limburg.

Voor de regio Hasselt werd zwaar getroffen. De

tragische gebeurtenissen op Pukkelpop werden veroorzaakt door valwinden (downburst) na een onweer, die windschade aanrichtten vergelijkbaar met de doortocht van een lichte windhoos. Onderstaand radarbeeld toont de neerslagzone die de regio Hasselt teisterde in de vooravond van donderdag 18 augustus.



Figuur 22: Radarbeeld van 18 augustus om 18u20 plaatselijke tijd.

22 en 23 augustus 2011

Het onweer dat België teisterde vanaf maandag 22 augustus was het gevolg van de ontmoeting van een erg onstabiele warme luchtmassa die vanuit Frankrijk kwam en een lagedrukgebied met een hoogtegleuf afkomstig van de Golf van Biskaje. Aan de grond was de wind oost-noordoost gericht. De doortocht van de gleuf veroorzaakte stijgende luchtmassa's die, toen ze in contact kwamen met de hoger gelegen instabiele luchtmassa, meerdere zeer actieve onweerscellen veroorzaakten.

Deze krachtige convectieve systemen (wolken van het type cumulonimbus van meer dan 10 km dik) troffen 's maandags overdag het westen en noordwesten van Frankrijk, alvorens in de nacht van maandag op dinsdag en dinsdagochtend over meerdere Belgische provincies te trekken.

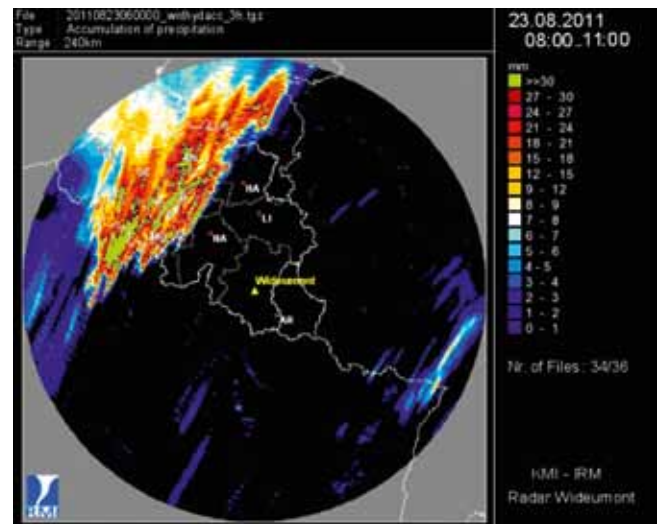
Het KMI had deze hevige onweders correct voorspeld. Al vanaf maandagochtend werd voor het hele land een gele waarschuwing gegeven. In de namiddag ging de waarschuwing over naar oranje voor het westen en het centrum van het land, en 's avonds gaf het KMI voor alle regio's een oranje waarschuwing.

Tussen maandag 22 augustus om 20 uur en dinsdag 12 uur werden in België ongeveer 12.000 bliksemontladingen naar de grond gere-

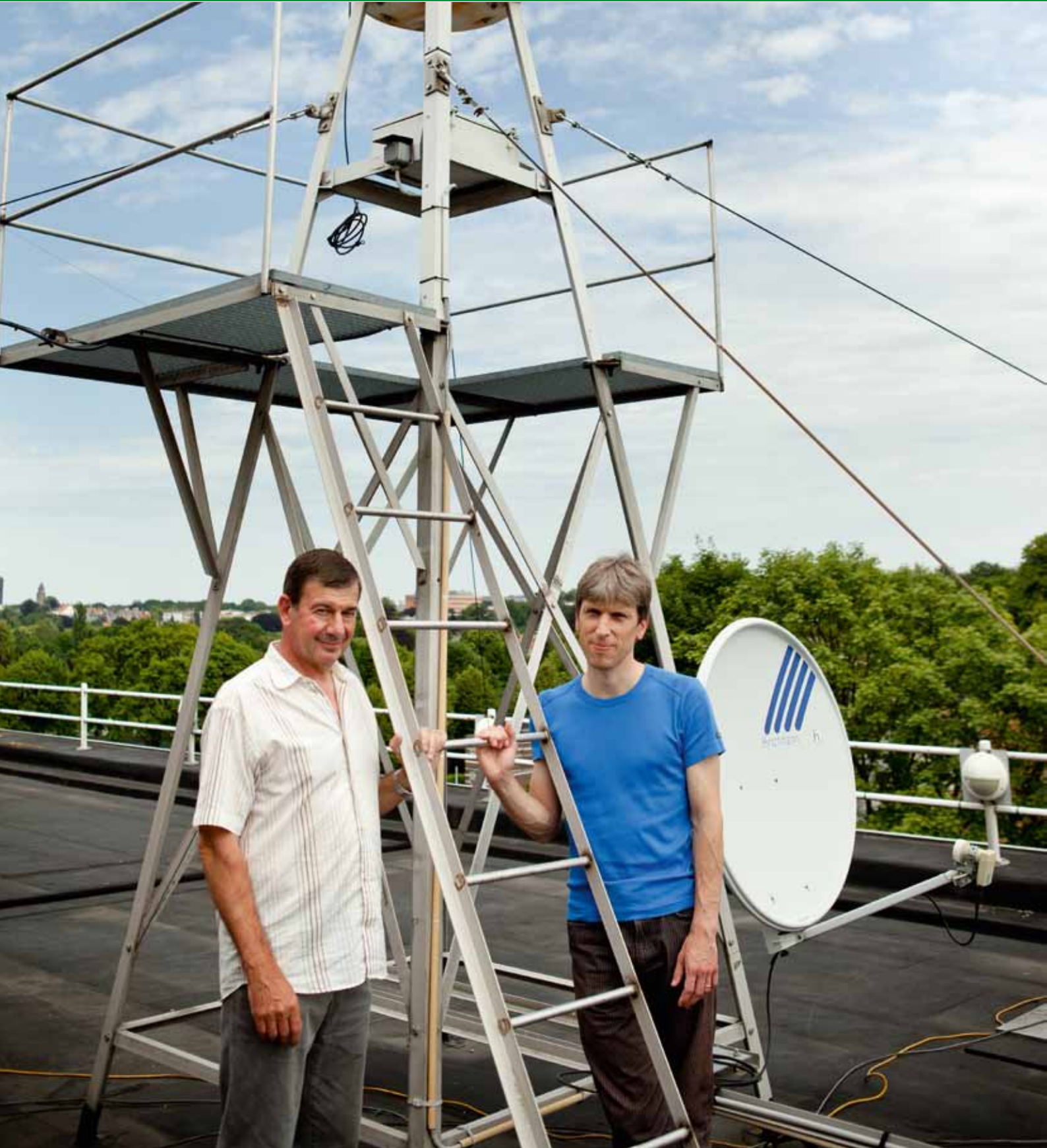
gistreerd.

In Ukkel werd op dinsdag 23 augustus in 24 uur tijd 44,3 mm (of l/m²) neerslag gemeten.

In een tijdspanne van 60 minuten viel er maximaal 38 mm (of l/m²) neerslag. In een nog kortere periode, meer bepaald in 20 minuten tijd, viel er 32,4 mm (of l/m²).



Figuur 23: Radarbeeld van 23 augustus 2011 om 8 uur.



de nieuwe producten van het KMI

Outdoor Event Forecast

Na de dramatische gebeurtenissen die zich op 18 augustus 2011 voorgedaan hebben op Pukkelpop, heeft het KMI talrijke oproepen van organisatoren van openluchtevenementen ontvangen. Uit veiligheidsmaatregelen vroegen zij om assistentie in geval van gevaarlijk meteorologische situaties.

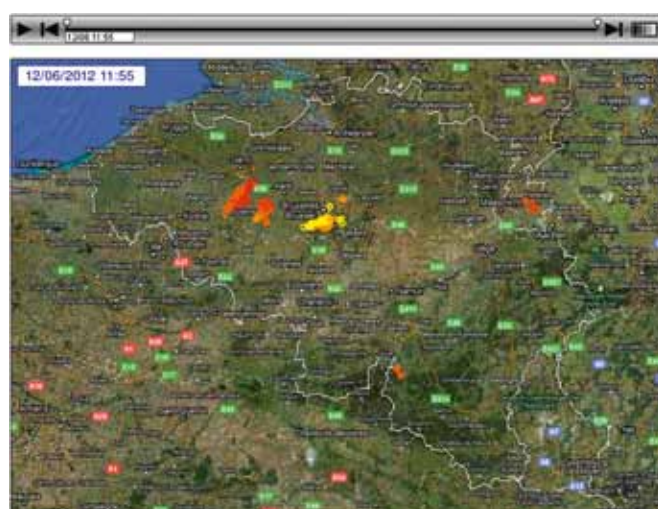
Bij de evacuatie van een menigte is in de eerste plaats voldoende tijd nodig om te reageren. Met de meteorologische assistentietool, Outdoor Event Forecast, biedt het KMI de organisatoren van openluchtevenementen precies datgene wat ze nodig hebben: tijd en weersverwachtingen op maat.

Via een beveiligde webpagina stelt het KMI de volgende informatie ter beschikking:

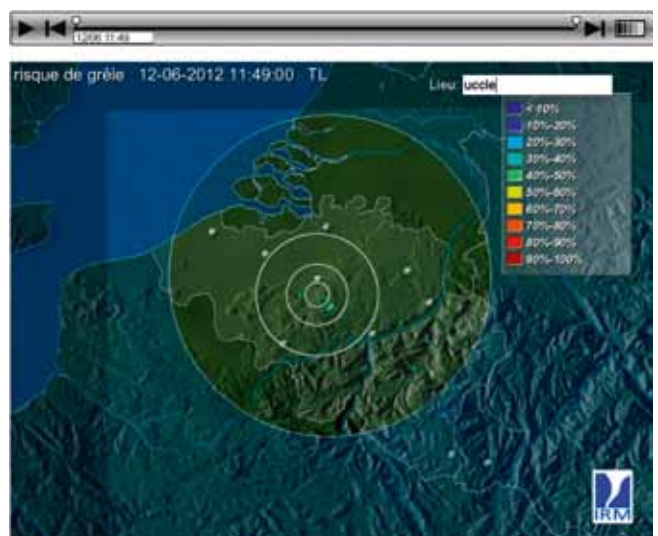
Realtime radarbeelden van neerslagzones



Realtimebeelden van het onweerdetectiesysteem



Realtimebeelden van de kans op hagel



Enkele dagen voor het evenement kan de gebruiker in deze interface gedetailleerde vooruitzichten raadplegen en zich een beeld vormen van het weer voor de komende dagen. Naarmate het evenement dichterbij komt, worden deze verwachtingen verfijnd.

...

Als het KMI ten minste één waarschuwing geeft voor weersverschijnselen zoals onweer, wind, regen, sneeuw of ijzel, wordt de organisator per sms op de hoogte gebracht. Op de hoofdpagina van de website biedt het KMI deze waarschuwingen gratis aan het publiek aan. Het sms-alarmsysteem heeft het voordeel dat de organisator op de hoogte wordt gebracht zodra de weersvoorpellers een mogelijk risico opmerken, zelfs als er geen computer voor handen is.

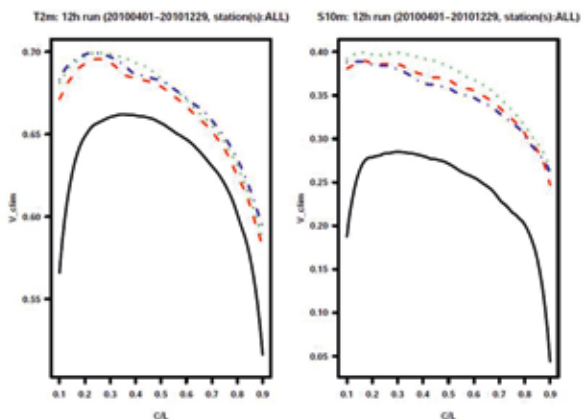
Op de dag van het evenement kan de gebruiker via een beveiligde telefoonlijn 24 uur op 24 contact opnemen met de werkamer van het KMI voor onmiddellijke en precieze informatie over het weer.

Met Outdoor Event Forecast heeft het KMI snel en flexibel gereageerd op een dringende en plotse vraag van een sector die de veiligheid van mensen moet kunnen garanderen. Het product kadert dus in de voornaamste opdracht van het KMI: de veiligheid van de bevolking garanderen en weerkundige informatie verschaffen.



Ontwikkeling en applicaties van probabilistische voorspellingen (GLAMEPS en ECMWF)

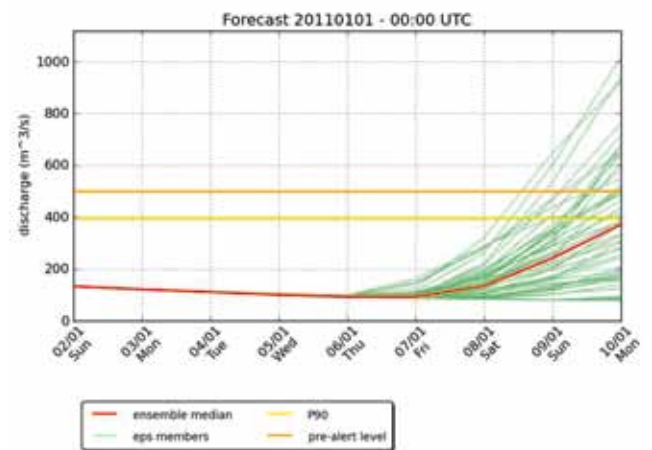
In 2011 begon een langere wetenschappelijke ontwikkeling van een gemeenschappelijk mesoschaal ensemble voorspellingssysteem, op regelmatige basis te lopen. Een van de KMI-teams heeft statistisch aangetoond dat GLAMEPS meer economische waarde heeft dan het ensemble voorspellingssysteem (EPS) van ECMWF (zie Figuur 24). Dit kan in een verdere toekomst leiden tot de ontwikkeling van producten die in grotere mate op beslissingen gebaseerd is, bijvoorbeeld op vlak van windenergie. Daarnaast werden de verworven inzichten over de dynamische eigenschappen van modelfouten gebruikt om een verbeterde post-processing van de output van het EPS van ECMWF te verkrijgen. Er werd een betaversie van een operationeel systeem geprogrammeerd. Naar verwachting zal dit in 2012 in werking worden gesteld teneinde de weersvoorspellingen voor de eindgebruikers van het KMI gevoelig te verbeteren.



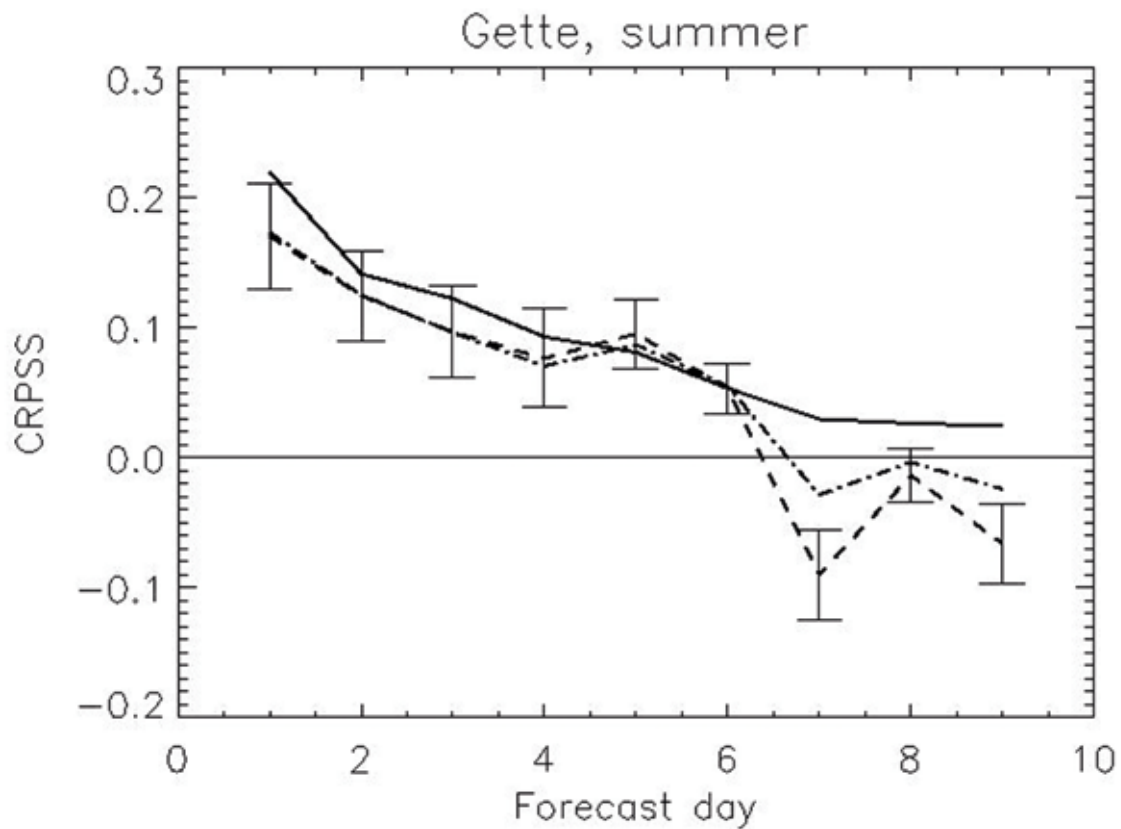
Figuur 24: Geschatte economische waarde als functie van de verhouding van de kosten (C) en de verliezen (L) voor het EPS system van ECMWF (zwart), GLAMEPS (rood), een de combinatie van GLAMEPS en het LAEF system (blauw) en alle voorspellingen samen (groen). De waarde ligt tussen 0 en 1. De waarde 1 is de economische waarde van een perfecte voorspelling.

In het kader van de toepassing van probabilistische voorspellingen wordt dagelijks een hydrologisch ensemble voorspellingssysteem (HEPS) op basis van een ECMWF op middellange termijn (9 dagen) en een hydrologisch model uitgevoerd. Deze voorspelling heeft betrekking op het Scheldebekken, het Maasbekken en hun grootste deelbekkens. Het model geeft de kans op zware neerslag in de vorm van kaarten en grafieken aan, het geeft een raming van de lozingen in de hoofdrijvers, alsook de kans dat de voorwaarschuwingsniveaus worden overschreden (Figuur 25). Elke dag wordt

een rapport naar de 'Service Public de Wallonie' gestuurd, en er wordt een samenwerking met het 'Waterbouwkundig Laboratorium van het Vlaams Gewest' afgesproken. In hetzelfde kader heeft een onderzoek van de na verwerking van ensemblevoorspellingen voor neerslag gebruik gemaakt van de informatie van ECMWF uit retrospectieve voorspellingen van de afgelopen 18 jaar. Op die manier kunnen modelfouten aan de hand van gepaste statistische methoden verbeterd worden. Figuur 26 toont bijvoorbeeld de probabilistische skillscore van na verwerkte neerslaggegevens over het stroomgebied van de Gete gedurende de hydrologische zomer (april tot september) in vergelijking met ruwe ensembles.



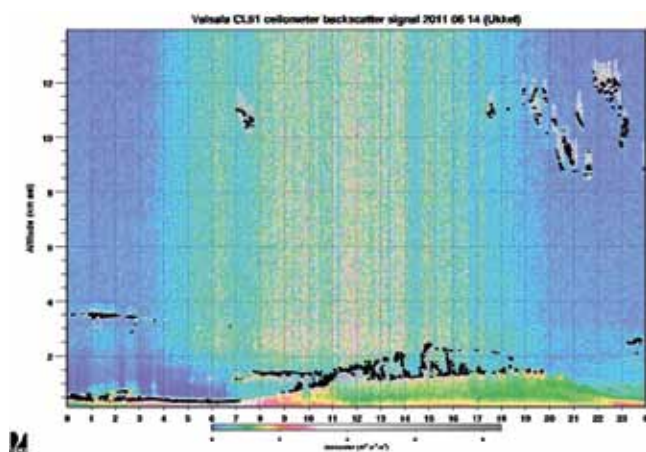
Figuur 25: Gebruik van EPS om het overstromingsgevaar te voorspellen en de gewestelijke overheden in te lichten. Hier de Maas in Chooz, januari 2011.



Figuur 26: Voor dit specifieke stroomgebied en seizoen is er een aanzienlijke verbetering tot de zesde dag van de voorspelling. De laatste drie dagen doet de naverwerking het slechter dan het ruwe ensemble aangezien de skillscore lager is dan nul. Voor de ononderbroken lijn wordt de informatie van alle beschikbare na vergelijkingen gedurende de validatieperiode gebruikt voor de na verwerking. Voor de stippellijn wordt een instelling getest die compatibel is met een operationele applicatie: deze informatie wordt verkregen uit de na vergelijkingen van vijf weken rond de datum; de gemengde lijn geeft een venster van zeven weken weer. Waarden hoger dan nul komen overeen met een verbetering (samenvallende lijnen zouden wijzen op een perfecte voorspelling).

In mei 2011 heeft het KMI een LIDAR-ceilometer aangeschaft (zie Figuur 29). Deze werd in de buurt van het automatisch weerstation in Ukkel geplaatst.

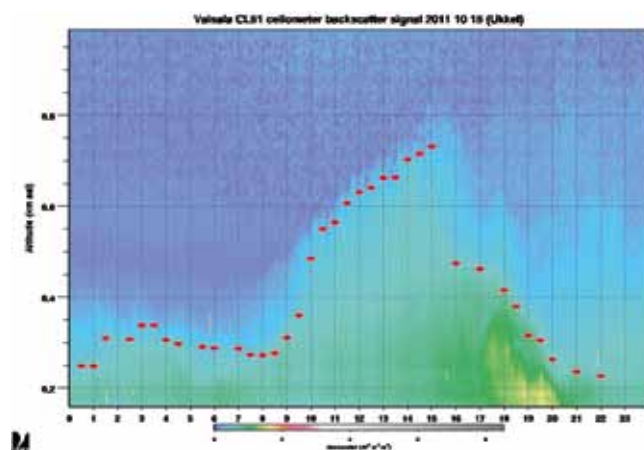
De werking van een ceilometer-LIDAR is vrij eenvoudig. Hij stuurt een infrarode laserstraal verticaal de lucht in. Een deel van deze straal wordt door deeltjes in de lucht in allerlei richtingen verspreid. Precies hetzelfde gebeurt met een laserpen in een stoffige ruimte. Waar u zich ook bevindt in het lokaal, u ziet duidelijk de laserstraal die zichtbaar is met het blote oog door de verstrooiing van een deel van het licht door stofdeeltjes. In het geval van de LIDAR-ceilometer wordt het oog vervangen door een sensor op de grond die in een vaste richting de lichtsterkte meet die door de deeltjes wordt verspreid. Hoe meer deeltjes zich in de lucht bevinden, hoe sterker dit signaal. Bovendien is het tijdverloop tussen het moment waarop de laserstraal vertrekt en de sensor het verspreide licht opvangt een indicatie van de hoogte waarop de verspreiding is gebeurd.



Figuur 27: Voorbeeldmeting van de LIDAR-ceilometer op een bewolkte dag in Ukkel (14 juni 2011), met de dagevolutie van de hoogte van de wolkenbasis (zwarte punten). De kleurcode wijst op de sterkte van het signaal dat opgevangen wordt door de LIDAR-ceilometer in functie van het tijdstip en de hoogte in km boven de zeespiegel.

In wezen meet de LIDAR-ceilometer de afstand tot de wolkenbasis (zie Figuur 27). Deze informatie is niet alleen essentieel voor de luchtvaartsector, maar ook voor weervoorspellers. Het KMI heeft een rekenkundig algoritme ontwikkeld waarmee de LIDAR-ceilometer naast zijn normale functie, ook de hoogte van de menglaag net boven de grond kan meten. In deze laag bevinden zich de grootste concentraties deeltjes die op een homogene manier zijn verdeeld. Metingen van deze hoogte zijn een essentiële parameter in de opvolging van de luchtvervuiling

(zie Figuur 28). Inzicht in de hoogte van de menglaag is van groot belang in het voortdurende en onvertraagde toezicht van de verspreiding van luchtverontreinigende deeltjes die zich in de onderste luchtlaag bevinden. De meting van de hoogte is ook een onmisbare controlefactor voor digitale simulaties van de luchtvervuiling die bedoeld zijn om de bevolking snel te kunnen inlichten over een vervuilingsspiek. Ten slotte is het ook nodig de hoogte van de menglaag te meten voor de berekening van de concentratie verontreinigende stoffen aan de grond op basis van satellietbeelden die de transparantie van de aardatmosfeer meten. Dankzij dit nieuwe apparaat zal het KMI binnenkort in staat zijn om de voornaamste organen die de luchtvervuiling in België dagelijks opvolgen, informatie te verschaffen over de hoogte van de menglaag.



Figuur 28: Typisch voorbeeld van een meting van de LIDAR-ceilometer in Ukkel op 15 oktober 2011. De figuur toont de dagevolutie van de hoogte van de menglaag (rode punten), om het half uur berekend. De kleurcode wijst op de sterkte van het signaal dat opgevangen wordt door de LIDAR-ceilometer in functie van het tijdstip en de hoogte in km boven de zeespiegel.

De LIDAR-ceilometer is ook een nuttig instrument om de vorming en het optrekken van mist na te gaan en is onmisbaar om aswolken op te volgen en te lokaliseren. Bijvoorbeeld de uitbarsting van de Eyjafjallajökull had van 15 tot 20 april 2010 een aanzienlijke invloed op het Belgische en Europese luchtverkeer. Als zich in de toekomst opnieuw een vulkaanuitbarsting voordoet, zal de LIDAR-ceilometer helpen om te bepalen welke de gevarenszones voor het luchtverkeer zijn.

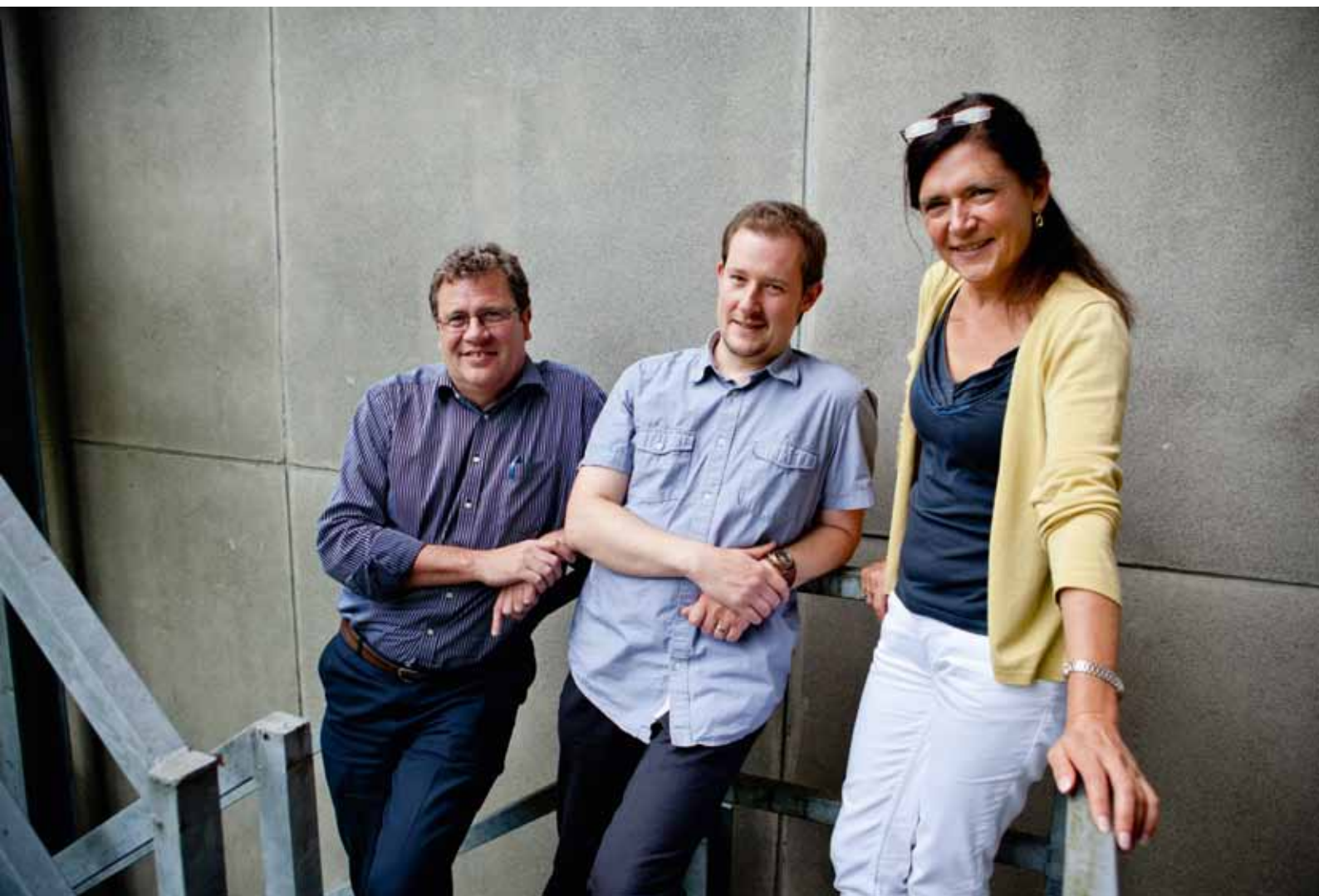


Figuur 29: LIDAR-ceilometer die in de lente van 2011 in Ukkel werd geplaatst.

SAF Land

Het team dat werkt aan EUMETSAT's 'Land Surface Analysis Satellite Application Facility' (LSA-SAF) (<http://landsaf.meteo.pt/>; Trigo et al., 2011) gaat verder met zijn onderzoek en ontwikkeling met het oog op een meer nauwkeurige modellering van de interacties tussen de atmosfeer en het land. Het team legt zich toe op het gebruik van SRS-afgeleide data (voornamelijk van MSG-geostationaire satellieten) in een aangepast SVAT-model om de uitwisseling van turbulente warmtefluxen in quasi real time te simuleren. Het team is verantwoordelijk voor het nu operationele LSA-SAF evapotranspiratieproduct (ET) over het hele MSG-bereik (Ghilain et al., 2011a).

In 2011 werd het operationele model verbeterd door de toevoeging van meer SRS-afgeleide data over de reële status van de plantenbedekking (Ghilain et al., 2011b). In het kader van het voorbereidende programma Belspo Proba-V (<http://eo.belspo.be/About/Programmes/ProbaV.aspx>; <http://probav-iuc.org>) werden ook de mogelijkheden van satellietgegevens met hoge spatiale resolutie voor ET-modellering van landoppervlakken onderzocht. De resultaten wijzen erop dat het belangrijk is SEVIRI aan te vullen met gegevens met hogere resoluties, in het bijzonder in gebieden die gekenmerkt worden door een grote spatiale heterogeniteit.



Bestellingen AUTODIFs en levering van LAMA-magnetometer in Slovenië



Figuur 30: De LAMA-magnetometer.

Via het project Magnetic Valley brengt het KMI de instrumenten op de markt die in zijn laboratoria werden ontwikkeld. Zo werd een eerste versie van AUTODIF (instrument dat automatisch de oriëntatie van de aarde in de ruimte meet) verkocht aan de Oostenrijkse weerkundige dienst ZAMG. Het instrument zal worden gebruikt in CONRAD, het nieuwe ondergrondse observatorium in Neder-Oostenrijk. Japan heeft twee eenheden besteld. Ook de magnetometer LAMA (Figuur 30) is in trek bij onze collega's: in 2011 kocht Slovenië er een voor het nieuwe magnetisch observatorium van Sinji Vrh (Figuur 31 en 32). Medewerkers van het KMI hebben de magnetometer geïnstalleerd en hun collega's alles verteld wat ze moeten weten om definitieve gegevens over het geomagnetische veld te verkrijgen.



Figuur 31: Het magnetische observatorium van Sinji Vrh.

Op <http://www.magneticvalley.be> vindt u meer informatie over AUTODIF en de LAMA-magnetometer.



Figuur 32: Het magnetisch observatorium van Sinji Vrh

Meetbank voor de magnetische susceptibiliteit van bodemmonsters

De magnetische susceptibiliteit is een fysische eigenschap die het vermogen uitdrukt van een staal om te magnetiseren in een zwak magnetisch veld. Bij bodemonderzoek kan men aan de hand van de magnetische susceptibiliteit de concentratie van magnetische deeltjes nagaan. Bij pedogenese of bodemvorming vormen chemische reacties magnetische mineralen, wat aanleiding geeft tot variaties in de magnetische susceptibiliteit.



Figuur 33: Ringvormige sensor in het midden van de houder en het te meten monster.

In industriële regio's is sprake van een andere magnetische verrijking van de bodem: atmosferische neerslag die magnetische deeltjes bevat en verontreinigende stoffen met zich meebrengt, zoals zware metalen en polycyclische aromatische koolwaterstoffen (residu van verbranding). Door de magnetische susceptibiliteit van bodemmonsters te meten is het dus mogelijk om de bodemontwikkeling te bestuderen of de verontreiniging van de bodem in de diepte te analyseren.

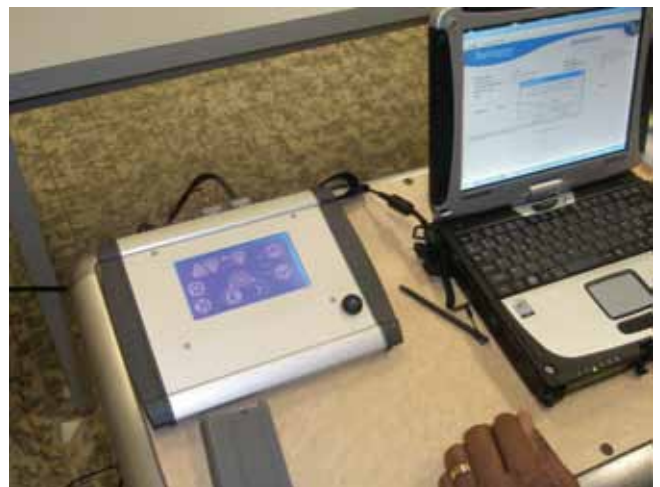
Het geofysisch centrum van het KMI in Dourbes helpt de overheid in het kader van het project Magnetic Valley bij het opsporen van verontreinigde zones in de bodem.

Om de magnetische susceptibiliteit van bodemmonsters te meten, heeft het laboratorium voor mechatronica van het geofysisch centrum van het KMI een tafel met automatische verplaatsing en een vaste monsterhouder ontwikkeld. De ringvormige sensor die de susceptibiliteit meet, bevindt zich in het midden van een houder met aan weerszijden een rail. Op de rail, die uitgerust is met een stappenmotor, is de houder van het te meten monster gemonteerd.



Figuur 34: Een medewerker van het geofysisch centrum van het KMI die een bodemmonster meet.

Deze kan vrij bewegen door de ringvormige sensor. Onze technici hebben de bedienings-elektronica van de stappenmotor volledig zelf ontwikkeld. De verplaatsingsparameters (de instelbare stappen en de richting) kunnen worden ingevoerd op een aanraakscherm. De bank kan de magnetische susceptibiliteit van monsters van verschillende lengtes meten (maximaal 1 m) met een resolutie van een millimeter.



Figuur 35: Elektronische bedieningseenheid van de motor met aanraakscherm (links) en computer met meetsoftware (rechts).

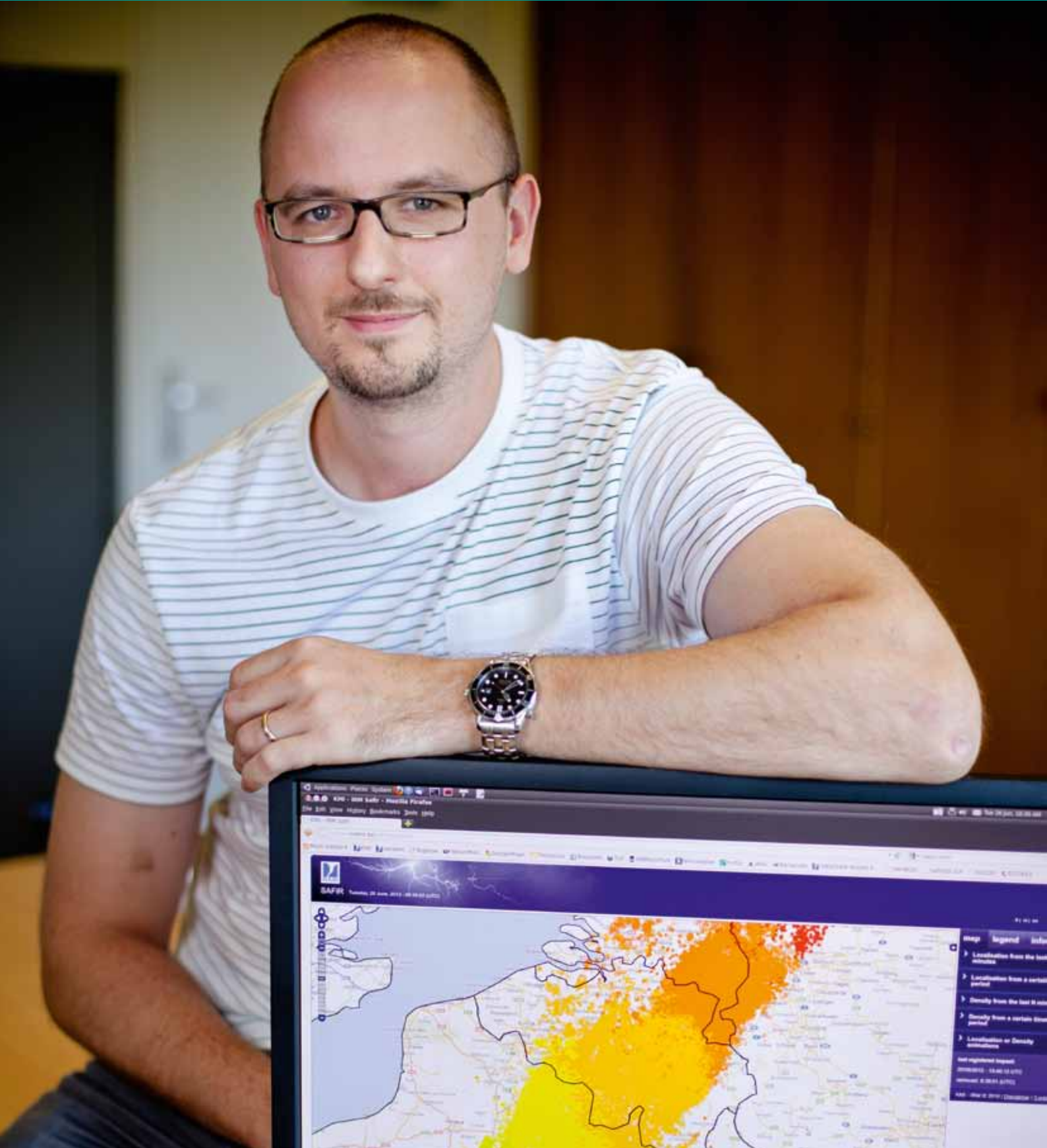
Definitieve geomagnetische gegevens Dourbes en Manhay maandelijks beschikbaar

Tot 2010 werden de definitieve geomagnetische gegevens van Dourbes en Manhay jaarlijks beschikbaar gesteld vanaf maart in het daaropvolgende jaar.

Op vraag van de gebruikers, in het bijzonder wetenschappers die werken aan geomagnetische satellietgegevens, stellen we voortaan de absolute metingen van onze observatoria in Dourbes en Manhay als definitieve gegevens binnen een maand na de meting door de sensors, ter beschikking. Zo wil het KMI op een flexibele manier gehoor geven aan de wensen van de gebruikers van zijn gegevens.

De gegevens zijn beschikbaar op de website www.intermagnet.org





onderzoek op het KMI

Onderzoeksthema's van de Operationele Directie: Weersvoorspellingen en klimatologische inlichtingen

De missie van de Operationele Directie 'Weersvoorspellingen en klimatologische inlichtingen' is informatie en weerkundige producten verschaffen aan het publiek, de overheid en socio-economische en wetenschappelijke instellingen. Ze zorgt in de eerste plaats voor algemene weersvoorspellingen en waarschuwingen en houdt contact met het Crisiscentrum in geval van meteorologische situaties die een risico inhouden voor mensen en goederen. Daarnaast geeft de directie advies aan het Rampenfonds, controleert ze de kwaliteit van waarnemingsgegevens, behandelt ze specifieke informatievragen en houdt ze zich bezig met de opvolging van regelmatige gebruikers, en de algemene ontwikkeling van de commerciële activiteiten van het KMI.

In het kader van haar opdracht voert en ontwikkelt de Directie, operationele onderzoeksprojecten om haar diensten te verbeteren op het vlak van innovatie, betrouwbaarheid en snelheid. Voorbeelden zijn de instelling van automatische procedures voor de kwaliteitscontrole van waarnemingsgegevens en weersvoorspellingen, en de gerichte, diepgaande analyse van gevaarlijke weersomstandigheden, zoals onweer, sneeuw en storm.

In 2011 ging de Directie door met de kwaliteitscontrole van meteorologische gegevens, waarmee ze in 2010 was begonnen. In eerste instantie controleerde ze alleen om de door de weerkamer voorspelde maximale en minimale temperaturen -. In 2011 kwamen daar ook andere weerparameters bij, met bijzondere aandacht voor grondwind en neerslag. Een systematische vergelijking tussen de voorspellingen van de weerkamer en die van de beschikbare computermodellen moet duidelijk maken wat de meerwaarde van de KMI-voorspellers is. De statistische methode werd aangepast om de kortetermijnvoorspellingen van computermodellen inzake maximale en minimale temperaturen preciezer te maken. Deze nieuwe methode zal in 2012 operationeel zijn. In 2011 werd ook een

kwaliteitscontrole ontwikkeld op de waarschuwingen voor zware convectieve weerfenomenen (stortregens) boven Brussel. Dat gebeurde in het kader van een overeenkomst met het bedrijf dat de Flageyparking beheert.

Mist is een van de weerverschijnselen die gevaarlijk kunnen zijn en mogelijk een grote invloed hebben op het weg-, lucht- en zeeverkeer. Maar door de veelheid aan factoren en de complexiteit van de onderliggende fysische processen die de vorming, dichtheid en het optrekken ervan bepalen, ligt het niet voor de hand om mist te voorspellen. In dit kader werd een onderzoeksproject opgestart om de voorspelling van mist en lage wolken betrouwbaarder te maken. Enerzijds willen we de beste methodes voor de detectie van mist gebruiken (satelliet enz.) en anderzijds willen we de voorspellingen verbeteren op basis van gevalstudies, wetenschappelijke methodes en/of eventueel door middel van het ontwerp (of de verbetering) van een mathematisch menglaagmodel. In 2011 werd de huidige toestand van het wetenschappelijke onderzoek in dit domein een eerste keer geschetst.

De vooruitgang die in 2009 en 2010 werd gemaakt op het vlak van zonne-energie, werd voortgezet. In het bijzonder werd een databank samengesteld met dagelijkse zonnestralingwaarden en een geografisch rooster voor de hele Benelux over de periode 1995-2005. Deze databank bestaat uit de stationsmetingen en de waarnemingen van de eerste generatie Europese weersatellieten van Meteosat. Parallel wordt een soortgelijke methode ontwikkeld op basis van waarnemingen van de tweede generatie Meteosat-satellieten die het mogelijk zal maken om de zonnepotentie in de Benelux van dag tot dag op te volgen. Tenslotte werden diverse benaderingen geëvalueerd om de zonnestraling op een hellend vlak te schatten. Na dit onderzoek zal het KMI in staat zijn om de dagelijkse zonnestraling op een oppervlak met om het even welke oriëntatie en hellingshoek op elke plaats in België te schatten.

...

Met betrekking tot het klimaat werden de klimatologische normalen in het weerstation van Ukkel herberekend over een nieuwe referentieperiode (1981-2010) om een beter beeld te geven van het recente klimaat. We zijn bezig met de aanpassing van de normalen voor het hele Belgisch klimatologisch waarnemingsnetwerk. Daarnaast heeft het Federaal Wetenschapsbeleid subsidies toegekend voor de digitalisering van gegevens van het Belgische waarnemingsnetwerk voor de periode 1881-1950. Op die manier zullen we in de toekomst onderzoek kunnen doen naar de regionale klimaten in België, en naar de manier waarop die in de afgelopen 130 jaar zijn veranderd.

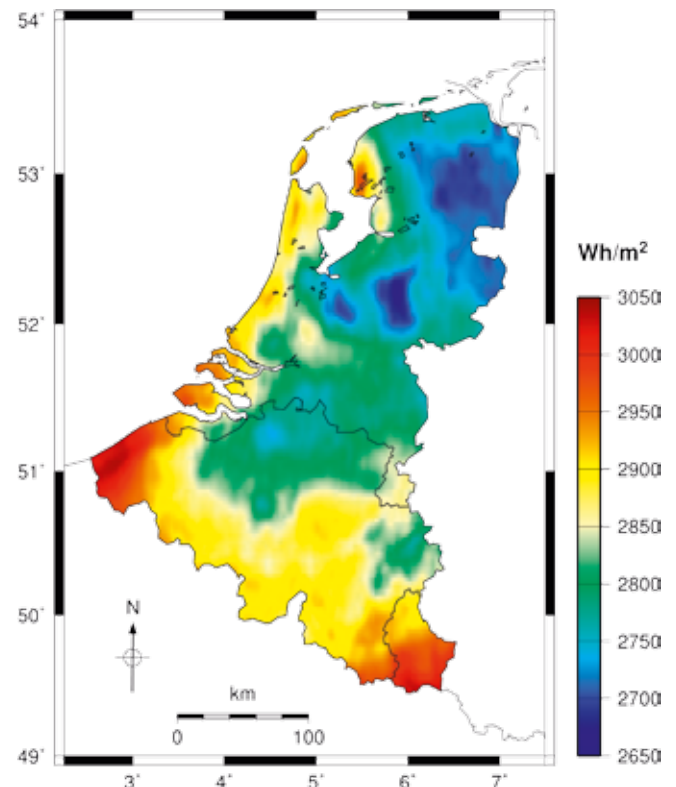


Klimatologie van de globale zonnestraling in België

Om zonne-energiesystemen te kunnen ontwikkelen, is een goede kennis van de zonnestraling – zowel van de klimatologische gemiddelden als van de kenmerken in tijd en ruimte – onontbeerlijk. Er zijn heel wat meetgegevens over langere periodes nodig om van betrouwbare informatie te kunnen spreken. Zulke meetgegevens zijn echter zelden voorhanden op plaatsen waar men een zonne-energiesysteem wil plaatsen.

Daarom is het KMI onlangs gestart met onderzoek om een databank aan te leggen met dagelijkse zonnestralingsgegevens. Deze databank zal gegevens van de hele Benelux over een periode van 11 jaar (1995-2005) omvatten. In 2011 werd dit project gerealiseerd door metingen van grondstations te koppelen aan een databank met zonnestralingsgegevens die geschat werden aan de hand van beelden van Meteosatellieten van de eerste generatie (MFG). Op die manier genieten onderzoekers de voordelen van beide gegevenstypes, namelijk de precisie van grondmetingen en de globale dekking van schattingen aan de hand van satellietbeelden. De grondmetingen die in dit onderzoek werden gebruikt, zijn afkomstig van 33 automatische stations in België en Nederland die beheerd worden door respectievelijk het KMI en het KNMI (Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut).

Figuur 36 hiernaast geeft de ruimtelijke verdeling van de globale gemiddelde zonnestraling weer. De gemiddelde zonnestraling bedraagt 2867 Wh/m²/dag in België, 2796 Wh/m²/dag in Nederland en 2959 Wh/m²/dag in Luxemburg. In de kustgebieden, en in het bijzonder langs de Belgische kust, worden de hoogste waarden gemeten. Ook in Belgisch-Lotharingen en het zuiden van het Groothertogdom Luxemburg wordt relatief veel zonnestraling gemeten. Het feit dat er in het binnenland in het zuiden meer zonnestraling is dan in het noorden kan deels worden verklaard door de kleinere gemiddelde zonnestraling per jaar boven de atmosfeer op hogere breedtegraden.



Figuur 36: Ruimtelijke verdeling van de gemiddelde globale zonnestraling in de Benelux voor de periode 1995-2005.

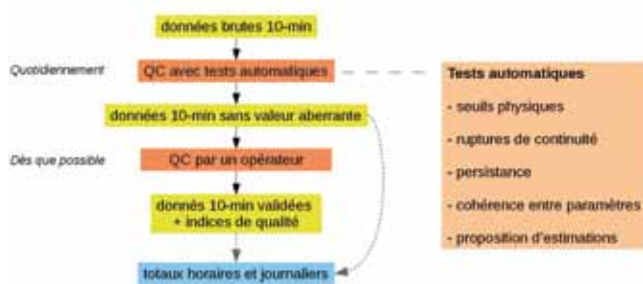
Validering van de zonnestralingsgegevens

De zonnestraling meten is vrij complex en onderhevig aan heel wat fouten. De meest voor de hand liggende meetfout is te wijten aan het feit dat metingen veel minder precies worden als het zonlicht onder een kleine hoek invalt op de receptor. Meetinstrumenten zijn doorgaans ook temperatuurgevoelig en afhankelijk van de stand van de zon aan de hemel, te wijtenaan onvolmaaktheden van de glazen koepel bovenaan de pyranometer (Figuur 37). Pyranometers hebben bovendien frequent onderhoud nodig. Vooral de glazen koepel moet regelmatig schoongemaakt worden. Er kan schaduw vallen op de koepel als de onmiddellijke omgeving van het instrument niet verzorgd wordt en sneeuw en rijm kunnen de metingen danig verstoren. Daarom kijken we de kwaliteit van de zonnestralingsmetingen eerst na alvorens de gegevens te gebruiken.

De kwaliteitscontrole van het KMI gebeurt in twee stappen. Eerst worden de 10-minutengemiddelden, gemeten in 13 stations van het automatische net van het KMI, regelmatig en volledig automatisch gecontroleerd aan de hand van fysische en statistische tests. Deze stap sluit automatische metingen uit die als te afwijkend worden beschouwd en maakt het mogelijk de gegevens snel naar de gebruikers te sturen. De verwijderde gegevens worden, in de mate van het mogelijke, vervangen door schattingen gebaseerd op andere gemeten parameters (het is bijvoorbeeld mogelijk de directe zonnestraling te ramen aan de hand van de meting van de globale straling). Vervolgens moet een operator het resultaat van deze automatische controle valideren voordat de gegevens definitief opgeslagen worden in de databank.



Figuur 37: Pyranometer die gebruikt wordt om de globale zonnestraling in Ukkel te meten.



Figuur 38: Protocol voor de kwaliteitscontrole (QC) van de zonnestralingsgegevens binnen het KMI.

Onderzoeksthema's van de Operationele Directie: Meteorologisch en klimatologisch onderzoek

In 2011 zetten onderzoekers van de Operationele Directie enkele belangrijke stappen vooruit met betrekking tot de valorisatie van hun onderzoek uit het verleden. Dat gebeurde door het fundamentele onderzoek van deze Operationele Directie te koppelen aan de ontwikkeling van nieuwe toepassingen.

Het fundamentele onderzoek van deze Operationele Directie richt zich op zogenoemde dynamische systemen. Zulke systemen laten toe om weersvoorspellingen voor de toekomst te doen en ze vormen de basis van de meeste activiteiten in de atmosferische wetenschappen. Hoewel het meest kenmerkende aspect van die systemen hun complexe gedrag is, voert de operationele directie veel van zijn onderzoek naar het dynamisch gedrag van modelfouten. Ten eerste kan een groter inzicht in het gedrag van modelfouten leiden tot een betere verwerking van waarnemingen in computermodellen, en dus tot een betere voorstelling van de atmosferische toestand. De discipline, van waaruit deze techniek ontspruit, wordt data-assimilatie genoemd. Ten tweede kunnen we dankzij een beter begrip van modelfouten verbetering doorvoeren aan de hand van statistische technieken; model output statistics (MOS) genoemd. MOS is cruciaal voor operationele toepassingen, aangezien modelsimulaties voor weersvoorspellingen en klimaatsimulaties er gevoelig mee kunnen verbeteren. Onderzoek van de operationele directie leidde tot een nieuwe methode, de zogenoemde EVMOS-methode. Wat data-assimilatie betreft, werden nieuwe inzichten, gebaseerd op vroeger werk van professor Nicolis toegepast om een nieuwe, verbeterde methode te ontwikkelen om waarnemingen dicht bij het aardoppervlak te assimileren, bijvoorbeeld de temperatuur op een hoogte van twee meter en de relatieve luchtvochtigheid. Deze methode wordt Short-time Augmented Extended Kalman Filtering (STAEKF) genoemd.

Op het gebied van atmosferische computermodellering werd een nieuw schema op basis van Boyds windowing-methode, voor de wetenschappelijke formulering van de laterale randvoorwaarden van het oppervlaktebepaalde model ALADIN in gebruik genomen; dit bleek beter te zijn dan het gewone schema van Davies. Een nieuwe koppeling van de fysicaparameters van dynamische modelvergelijkingen met betrekking tot energieopslag (in de vorm van zogenoemde enthalpie), werd geformuleerd en in het ALADIN-model gecodeerd. Daarnaast werd een nieuw schema ontwikkeld voor diepconvectieve systemen, verantwoordelijk voor onweersbuien

en extreme neerslag. Men heeft aangetoond dat dit schema realistisch multischaalgedrag vertoont, wat belangrijk is om de modelresolutie te verhogen en realistischere neerslagpatronen te simuleren. Dit betekent dat het model vrij consistente neerslagpatronen zal produceren bij verschillende modelresoluties. Bij zeer hoge resoluties krijgen we zo een realistischer gedrag van de neerslagcellen. Dergelijke resoluties zijn van belang voor de fenomenen die op 18 augustus 2011 geleid hebben tot de ravage op Pukkelpop. Ook is gebleken dat de implementatie van SURFEX, een nieuw oppervlakteschema, een realistischer modelgedrag vertoont voor erg verstedelijkte gebieden zoals België.

In 2011 werd aangetoond dat het GLAMEPS-systeem, een probabilistisch voorspellings-systeem dat voor elke voorspelde meteorologische waarde een foutmarge berekent, betere economische voorspellingsprestaties levert dan het probabilistische voorspellings-systeem van ECMWF. Dit systeem maakt gebruik van het ALARO-model om een aanzienlijk deel van de modelfouten te schatten, en deze ALARO-component werd door onderzoekers van de Operationele Directie geïmplementeerd. In 2011 werd GLAMEPS geüpgraded tot een groter domein en een hogere resolutie. Probabilistische modellen kunnen gebruikt worden om extreme verschijnselen, bijvoorbeeld overstromingen, beter te voorspellen. In die context heeft de Operationele Directie onderzoek gevoerd naar probabilistische overstromingsvoorspellingen op basis van het hydrologische model van het KMI, het zogenoemde SCHEME-model. Het KMI is begonnen met de ontwikkeling van een systeem voor vroege waarschuwingen, INtegrateDRmi Alert system (INDRA), dat zal bestaan uit onder meer GLAMEPS en het SCHEME-model, maar ook het INCA-nowcastingsysteem.

Kortom, de Operationele Directie draagt bij tot betere weersvoorspellingen door atmosferische data beter te gebruiken in modellen, deze modellen te verbeteren, de modelfouten in te schatten en de output van de modellen beter te verwerken.

Het ALARO-model, een modernere versie van het vorige ALADIN-model dat het KMI gebruikt, werd toegepast om regionale klimaatruns te maken. Het is gebleken dat dit model een betere klimatologie van extreme fenomenen heeft dan de klimaatversie van het ALADIN-model. Op basis van het globale IPCC-scenario A1B werd een eerste scenario berekend voor België. Dit gebeurde aan de hand van het CRNM-model van Météo France op een nieuw computerplatform

dat het KMI specifiek voor klimaatmodellering aankocht. Op vraag van de provincies Oost- en West-Vlaanderen maakte de Operationele Directie een klimaatschetsboek. Daarnaast werd theoretisch onderzoek uitgevoerd naar de theorie van extreme waarden om de extreme neerslagstatistieken voor België te kunnen schatten.

In 2011 begon de Operationele Directie met de ontwikkeling van VALOR, een beheersysteem voor onderzoeksvalorisatie. Hierdoor zal de gebruikersinterface van het KMI beter kunnen nagaan welke onderzoeksevoluties nuttig kunnen zijn voor de toekomstige ontwikkeling van operationele producten.

De Operationele Directie liet in 2011 twee bijzondere publicaties optekenen. Professors Grégoire Nicolis en Catherine Nicolis hebben in 2011 een nieuwe druk van *Foundations of Complex Systems* voorbereid. Deze uitgave van *World Scientific* bevat uitbreidingen van verschillende hoofdstukken en problemen voor studenten. Daarnaast werd in december 2011 een speciale publicatie uitgegeven in een van de meest vooraanstaande tijdschriften op het gebied van complexiteit. Deze publicatie was gebaseerd op papers die in februari 2010 voorgesteld werden op de conferentie ter ere van Professor Nicolis op het KMI: *The complexity Paradigm: Understanding the dynamics of weather and climate*. Grégoire Nicolis en Stéphanie Vannitsem herwerkten de 15 gepubliceerde papers.

Naverwerking en voorspelbaarheid

Samen met fouten in de beginvoorwaarden, vormen modelfouten het centrale probleem bij weervoorspellingen en klimaatprojecties, omdat ze de kwaliteit van de voorspellingen of projecties stelselmatig verlagen. De invloed van deze fouten kan gedeeltelijk ongedaan worden gemaakt door methoden voor naverwerking te ontwikkelen. In 2011 probeerden we dit probleem aan te pakken door de ontwikkeling van een operationeel naverwerkingsschema voor ensembleforecasts van ECMWF, op basis van theoretische inzichten die de Operationele Directie in de afgelopen jaren heeft verwezenlijkt. De beste benadering tot dusver, *Error-in-Variable Model Output Statistics (EVMOS)*, laat toe om de modelfouten te corrigeren terwijl de juiste variabiliteit van de ensemblevoorspelling behouden blijft.

Een ander belangrijk probleem dat werd aangepakt, is de correctie van modelfouten in een systeem waarin enkele parameters geleidelijk veranderen. Hierdoor worden de progressieve

variëaties van externe of interne forcering gesimuleerd. Dit probleem werd benaderd in de context van uiterst simpele systemen die enkele essentiële eigenschappen van atmosferische dynamiek vertonen. In deze context vertonen bias- en naverwerkingscorrecties ingewikkelde variaties wanneer het systeem onderhevig is aan variaties van parameters, zoals bij klimaatverandering. Dit impliceert dat deze correcties niet rechtlijnig van de ene systeemtoestand naar de andere overgebracht mogen worden (zoals gewoonlijk gebeurt bij klimaatprojecties), hetgeen de onzekerheid aangaande de omvang van klimaatveranderingen nog vergroot.

Data-assimilatie

In 2011 werd project MO/34/017 voltooid: men ontwikkelde een data-assimilatieschema (om de initiële voorwaarden van atmosferische en klimaatmodellen te verbeteren) bedoeld voor de schatting van de toestand en parameters in de context van een bodemmodel dat operationeel wordt gebruikt in het ALADIN-model. Het resulterende data-assimilatieschema is een uitgebreide Kalmanfilter met een aanpak waarbij de modeltoestand wordt uitgebreid (*state-augmented approach*) op een manier die toelaat diverse parameters te schatten, namelijk de Leaf Area Index, de albedo en de minimale stomataire weerstand. Deze parameters hebben een grote invloed op de energiebalans en –verdeling van het aardoppervlak, die op hun beurt de circulatiepatronen bepalen en de hydrologische processen beïnvloeden. Dit schema werd ST-AEKF genoemd (*Short-time augmented extended Kalman filter*). ST-AEKF werd vergeleken met de assimilatieprocedures die operationeel gebruikt worden in dezelfde context, en het schema levert veelbelovende resultaten. In het ALADIN-consortium zijn er plannen om het schema in de toekomstige versies van het model te implementeren. Dit project benadrukt de vruchtbare kruisbestuiving van de diverse onderzoekseenheden van de meteorologische en klimatologische onderzoeksdirectie.

Het door Belspo gesubsidieerde Actie 1-project MO/34/017 was een succes. Het biedt een nieuwe benadering voor het probleem van de modellering van de impact van modelfouten in de context van data-assimilatie, op basis van fundamentele theorieën uit de chaostheorie en niet-lineaire dynamica. Het project heeft aanleiding gegeven tot meer dan 10 papers in de voornaamste tijdschriften in de atmosferische wetenschappen en natuurwetenschappen.

Buiten valorisatie en het verzorgen van banden met de academische wereld, werden de activiteiten van operationele directie "onderzoek" ook uitgebreid met betrekking tot de onderzoeksdomeinen. Terwijl toegepaste klimaatmodellering vroeger weinig aan bod kwam, werd nu een eerste run uitgevoerd van een regionaal klimaatmodel (het A1B IPCC scenario). Het huidige regionale klimaatmodel is geïnstalleerd op het computersysteem, wat de weg bereidt voor meer beleidsgerichte diensten op gebied van klimaat. Een toepassing van regionale klimaatmodellen is de schatting van de impact van klimaatverandering op de maatschappij, onder de veranderende omstandigheden die voortkomen uit de IPCC globale klimaatmodel projecties. Een eerste studie werd uitgevoerd, die wees op een toegevoegde waarde bij hogere resolutie, bij het simuleren van hittegolven onder een veranderend klimaat op het einde van de twintigste eeuw. Ook verschaften we een klimaatschetsboek, op vraag van de provincies Oost- en West-Vlaanderen. Dit klimaatschetsboek geeft aanwijzingen voor de verwachte klimaatverandering gedurende de komende eeuw. In de toekomst zullen zulke klimaat-impactstudies zeker gedeeltelijk gebruik maken van de output van regionale klimaatprojecties van het KMI. Onderzoek i.v.m. meteorologische extremen zoals van wind (Van de Vijver and Delcloo, 2011), temperatuur en neerslag, werd uitgevoerd.

Klimaat-effectschetsboek Oost- en West-Vlaanderen

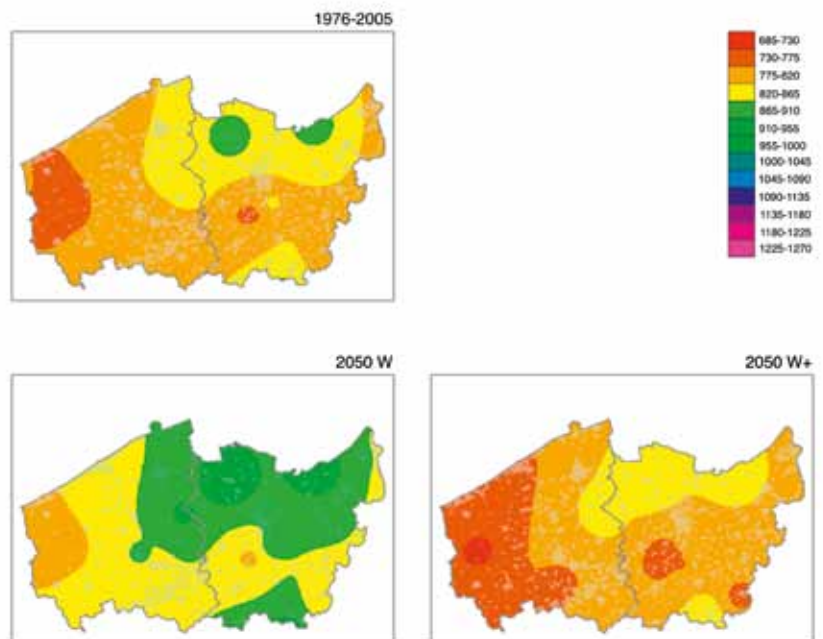
Het door Europa gesteunde project 'Neem de mensen mee!' wil inwoners uit Oost- en West-Vlaanderen en Zeeland uitnodigen concrete initiatieven te ontwikkelen om klimaatverandering, of de gevolgen ervan, te beperken. Ze worden 'burgerambassadeurs' in de strijd tegen klimaatverandering, die ook in de lage landen actueel is. Het klimaatprobleem vraagt om gerichte aanpassingsmaatregelen. Het project is een samenwerking van de grensregio Vlaanderen-Nederland: de provincies West- en Oost-Vlaanderen en Zeeland.

De eerste stap in het project is het opstellen van een grensoverschrijdend wetenschappelijk klimaat-effectschetsboek over de verwachte klimaatveranderingen en de effecten daarvan. In 2009 heeft het Nederlandse advies- en ingenieursbureau DHV in samenwerking met het KNMI en Alterra het klimaat-effectschetsboek

voor Zeeland opgesteld. In 2011 werd ook via het KMI een klimaat-effectschetsboek opgesteld voor de provincies West- en Oost-Vlaanderen.

In deze bundel worden de primaire en secundaire effecten van klimaatverandering in beeld gebracht. Voor het bepalen van de primaire effecten werd gebruikt gemaakt van de Nederlandse KNMI'06 scenario's. P. Baguis heeft deze scenario's toegepast op Vlaamse meetgegevens zoals neerslag, temperatuur, zeespiegelstijging en wind, en ze vervolgens in kaart gebracht. Een voorbeeld wordt getoond in Figuur 39. De secundaire effecten (wateroverlast, waternot, verzilting, etc) en hun gevolgen voor verschillende functies, zoals stad, landbouw en natuur, werden geschetst door de Bodemkundige dienst van België.

Op basis hiervan worden een folder en een korte documentaire gemaakt, die inwoners kunnen inspireren tot het ontplooiën van initiatieven.

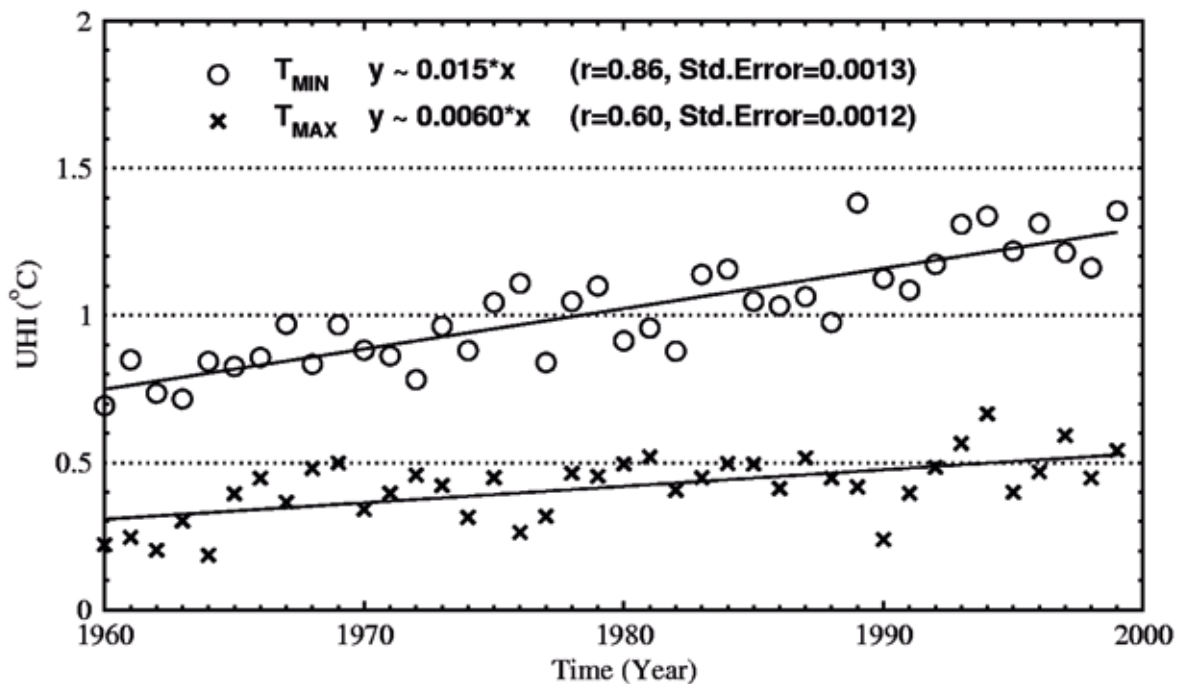


Figuur 39: Kaarten met de gemiddelde neerslag per jaar (in mm) in het huidige klimaat (boven; 1976-2005) en rond 2050 voor het W-scenario (linksonder), en het W+ -scenario (rechtsonder).

Schatting van het Urban Heat Island (UHI) effect in Ukkel

Momenteel wordt het UHI geschat als het verschil tussen de grondtemperatuur in Ukkel en in het landelijke gelegen Brussegem. De gangbare schattingsprocedure met meetstations is de meest nauwkeurige, maar betreft dus slecht één locatie (Ukkel). Het is daarom wenselijk om schattingen te bekomen voor het gehele Brussels Hoofdstedelijk Gewest. In [Hamdi & Van de Vyver; 2011] werd gebruik gemaakt van satellietgegevens van de Brusselse verstedelijking en werden deze geïntegreerd in een land-surface model om UHI-schattingen te bekomen over het gehele gewest. Een vergelijkende studie van UHI-waarden in Ukkel bekomen tussen enerzijds waarnemingen bij de grond en anderzijds de nieuwe gemodelleerde waarden leert dat beide benaderingen compatibel zijn voor Ukkel.

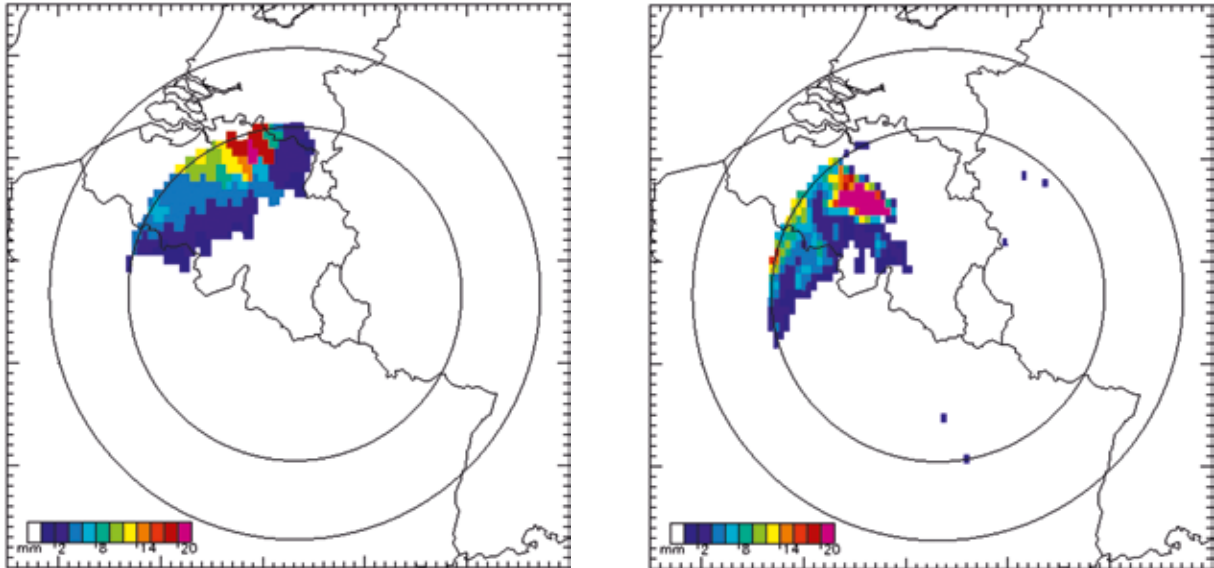
Observaties en modelsimulaties tonen een significante urban warming in de zomermaanden tijdens de periode 1960-2000, zie Figuur 40. De UHI betreffende de dagelijkse minimum temperatuur stijgt met een gemiddelde snelheid van 0.15 °C per decennium. Voor de dagelijkse maximum temperatuur vinden we een kleinere groei van 0.06 °C per decennium.



Figuur 40. Het zomergemiddelde UHI effect betreffende de dagelijkse minimum/maximum temperatuur aan de grond. De UHI werd bekomen als verschil tussen de stedelijke en landelijke model simulaties.

H-SAF validering

Het KMI is betrokken bij het EUMETSAT-project H-SAF (Satellite Application Facility on Support to Operational Hydrology and Water Management). Dit project heeft als doel producten te ontwikkelen en te testen die gebaseerd zijn op gegevens van operationele meteorologische satellieten over neerslag, bodemvochtigheid en sneeuwbedekking, sleutelvariabelen in de hydrologische cyclus. Het KMI neemt deel aan het valideringsprogramma. Het jaar 2011 stond onder meer in het teken van de harmonisering van de methodologie die de verschillende deelnemende instituten gebruiken om de diverse klimaten in Europa te dekken. Figuur 41 toont een voorbeeld van een neerslagproduct vergeleken met een weer-radarbeeld.



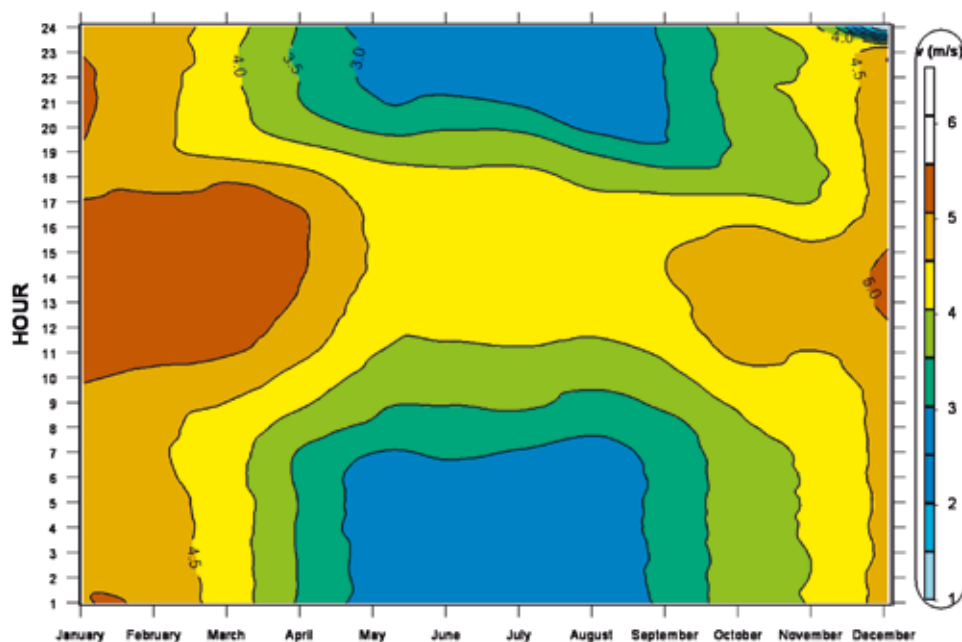
Figuur 41: Voorbeeld van neerslag, satellietbeeld (links) en radarbeeld (rechts) van 26 mei 2009 om 01 UTC. Het satellietbeeld is het resultaat van een samenvoeging van microgolfbeelden van een poolsatelliet, ondersteund door infraroodbeelden van een geostationaire satelliet. De radarbeelden werden ter vergelijking verbeterd tot de resolutie van de satellietbeelden.

Extreme windsnelheden in België

Generalized Pareto Distributions (GPD) zijn in het verleden herhaaldelijk toegepast om extreme rukwinden te modelleren. Dit is de cumulatieve distributie van deze metingen die een hoge grenswaarde overschrijden. Meestal zijn er, gemiddeld gezien, vijf overschrijdingen per jaar. Metingen van de windsnelheden bevatten echter onvoldoende decimalen. Het verlies van nauwkeurigheid heeft een grote variatie van de vormparameter tot gevolg wanneer we klassieke schatters voor de GPD's parameters gebruiken, wat de extreme waarden analyse aanzienlijk bemoeilijkt. In [Van de Vyver & Delcloo; 2011] hebben we nauwkeurigere schatters ingevoerd voor de vormparameter die de meest waarschijnlijke schatting leveren. Vervolgens zijn terugkeerperioden van extreme windsnelheden bepaald in 5 stations verspreid over België. In de volgende tabel geven we een kort overzicht:

Terugkeerperiode (in jaar)	10	20	50	100
Gosselies	34	35.8	38.1	39.8
Kleine Brogel	32	33.8	36	37.6
Middelkerke	37.5	39.3	41.6	43.2
Spa	35.5	37.3	39.5	41.1
Zaventem	35.2	36.9	39.1	40.5

In hetzelfde werk hebben we ook een kort overzicht gemaakt van de algemene windklimatologie voor België. Zo werd de windrichting en gemiddelde windsnelheid in kaart gebracht, zie bvb. Figuur 42.



Figuur 42: Uurlijks gemiddelde windsnelheid (in m/s), per maand, voor Zaventem (periode: 01/01/1985 tot 31/12/2004).

Onderzoeksthema's van de Operationele Directie: het KMI in Dourbes

Een van de hoofdtaken van Dourbes – met ondersteuning van de structuur Magnetic Valley – is de waarneming van geofysische fenomenen en variabelen. Sensoren spelen daarom een cruciale rol in de onderzoekstaken van de afdeling. Enkele daarvan worden ontwikkeld binnen het departement (WIDIF-theodoliet, AUTODIF-robot, LAMA-variometer, Magcore meetbank). Andere werden aangekocht, zoals de nieuwe digitale ionosonde Lowell-4D.

De gegevens die de sensoren opvangen, worden gevalideerd, verwerkt en gebruikt door de onderzoekers van Dourbes. Ze werken onder andere aan een nieuwe hogeresolutiekaart die de magnetische declinatie toont en aan procedures om definitieve magnetische gegevens sneller beschikbaar te stellen. In 2011 ontvingen ze een internationale erkenning voor hun benadering aangaande de real-time karakterisering van de toestand van de ionosfeer.

De afdeling Omgevingsmagnetisme heeft diverse experimenten uitgevoerd met betrekking tot de magnetisering van afzettingen en sedimenten. Daarnaast gingen onze specialisten in archeomagnetisme verder met de datering van archeologische structuren.

De instrumenten en diensten van het KMI in Dourbes worden op de markt gebracht en beschikbaar gesteld aan collega's van andere instituten over de hele wereld, op dezelfde wijze als de diensten die het KMI levert aan de Belgische socio-economische sector.

Dourbes zorgde in 2011 voor meer dan 20 publicaties en conferenties over deze realisaties.

De nieuwe digitale ionosonde in dienst van het ionosferisch onderzoek

De ionosfeer is het deel van de atmosfeer, vanaf ongeveer 80 km hoogte, dat geïoniseerd is door straling van de zon. Vanaf deze hoogte is de ionosfeer dermate ijel dat vrije elektronen een zekere tijd kunnen bestaan en dat het aantal elektronen (de elektrondichtheid) groot genoeg is om een invloed te hebben op de voortplanting van radiogolven en op radiocommunicatie. Aangezien de dichtheid en samenstelling van de ionosfeer van de aarde varieert, in het bijzonder tijdens geomagnetische stormen, vormt ze een hindernis voor de werking van technologieën die gebruik maken van radiogolven. Dit maakt het belangrijk om de ionosfeer permanent te monitoren, een taak die het KMI op zich genomen heeft sinds 1957 toen de eerste ionosonde werd geïnstalleerd in België.

In april 2011 werd een nieuwe digitale ionosonde, de Lowell Digisonde-4D (Figuur 43), geïnstalleerd in het geofysisch centrum van het KMI in Dourbes (<http://dourbes.meteo.be/>). Eveneens werden voor de digisonde een nieuwe zender en nieuwe ontvangstantennes geïnstalleerd die de kwaliteit van de metingen substantieel verbeterden. De installatie en kalibratie verliepen vlot en sindsdien werkt de ionosonde met een hoge temporele resolutie met één meting om de vijf minuten.

De Digisonde-4D is een state-of-the-art toestel dat gebruik maakt van radartechnologie voor remote sensing om met hoge precisie en nauwkeurigheid de toestand van de ionosfeer boven het meetstation in het geofysisch centrum te monitoren. De ionosonde heeft verschillende functionaliteiten, ondersteund door een volledig automatisch besturingssysteem en databank. Op die manier verkrijgen we metingen van zeer goede kwaliteit, die onmiddellijk worden verdeeld via de internationale databank van het netwerk van digitale ionosondes (DIDBase) en via de website <http://digisonde.oma.be/>.

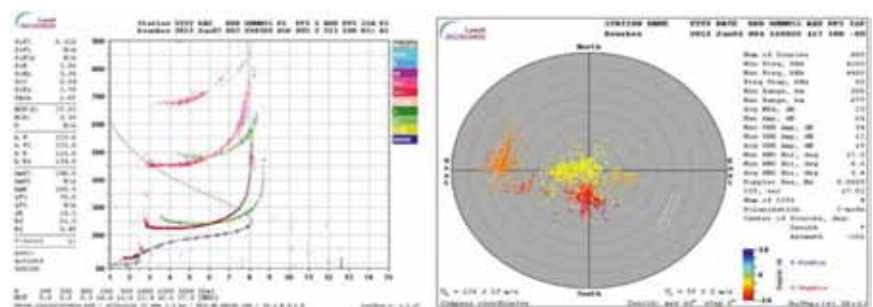
Figuur 44 toont een typisch ionogram en skymap opgemeten met de digisonde te Dourbes. Een ionogram is een momentopname van de toestand van de ionosfeer boven het meetstation. Het toont het verband tussen de frequentie van een uitgezonden radiogolf en de virtuele hoogte waarop het signaal weerkaatst wordt door de ionosfeer. De skymap geeft een gedetailleerd beeld van de ruimte boven de digisonde en toont de locatie van de punten in de ionosfeer waar de radiogolf weerkaatst wordt in

de richting van de digisonde. De kleur geeft de Doppler-frequentie aan van de echo's afkomstig van de verschillende punten. De witte pijlen tonen de berekende horizontale snelheidscomponent van de ionosfeer.

Sinds geruime tijd zijn de digitale ionosondes een belangrijk instrument dat bijdraagt tot het moderne onderzoek in het domein van de ionosfeer en de ruimtetwetenschap. De topkwaliteit van de digisondedata verzekert dat het KMI de komende jaren zal beschikken over een uitstekend instrument voor de verdere vooruitgang in het ionosferisch onderzoek en de ontwikkeling van diensten.



Figuur 43: De Digisonde-4D (links), de zendantenne (midden) en ontvangstantenne (rechts).

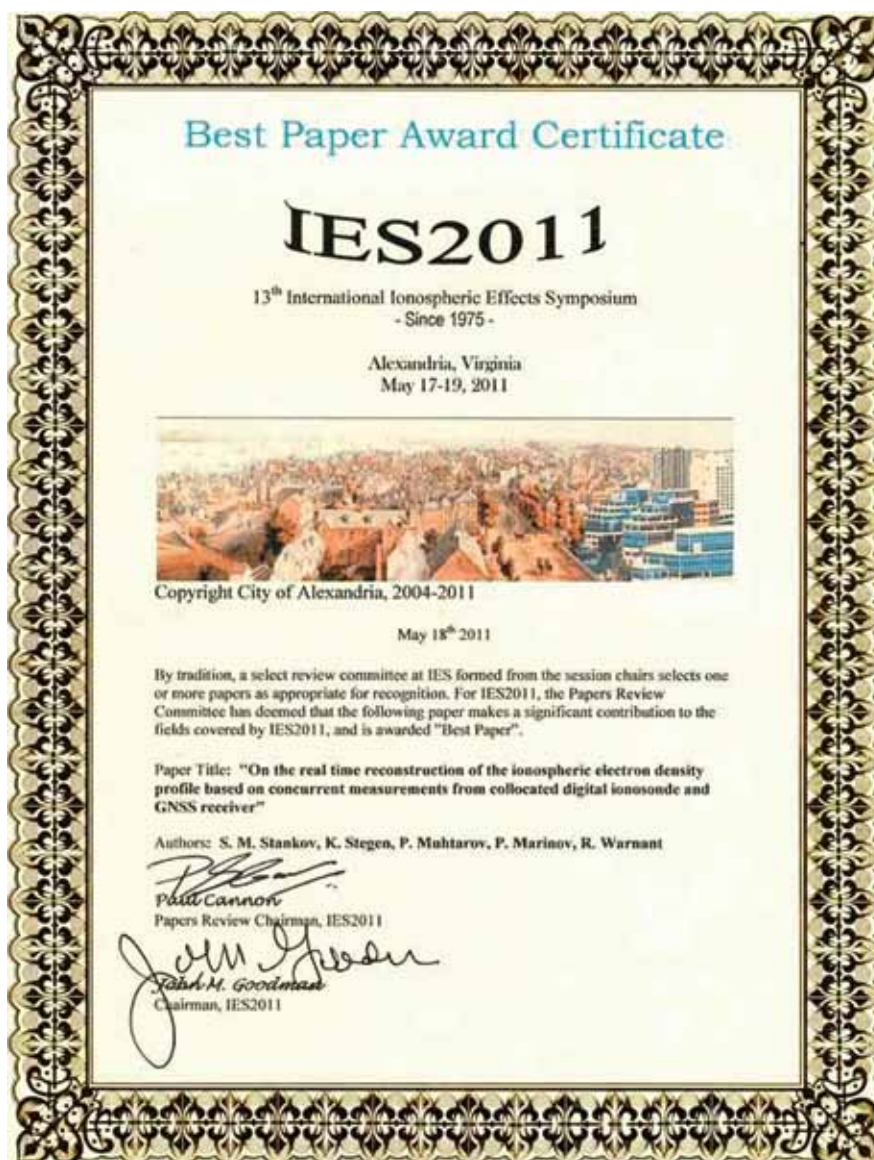


Figuur 44: Digisonde ionogram (links) en skymap (rechts)

Karakterisatie van de ionosfeer in realtime door middel van digitale ionosondes en GPS-metingen

Dankzij de beschikbaarheid van de databank met de resultaten van de ionosonde van het KMI in Dourbes en de onmiddellijke toegang tot deze data van hoge kwaliteit konden de wetenschappers van het KMI waardevol onderzoek en ontwikkelingswerk verrichten. Zo ontwikkelde de afdeling 'Ionosfeer' van het KMI (<http://ionosphere.meteo.be/>) onder leiding van Dr. Stankov een nieuw systeem, gebaseerd op de data van de ionosonde en de GNSS-ontvanger in Dourbes. Dit systeem, LIEDR (Local Ionospheric Electron Density profile Reconstruction) genaamd, verzamelt en verwerkt de binnenkomende gegevens, berekent het elektronendichtheidsprofiel voor de volledige hoogte van de ionosfeer en maakt hiervan een grafische weergave in een zogenaamd profiogram. LIEDR is ontworpen om een realtime service te bieden en historische data en grafieken te leveren voor wetenschappelijke doeleinden en de verdere ontwikkeling van het systeem.

Dit werk werd zeer goed onthaald door de internationale wetenschappelijke gemeenschap. Een publicatie die deze ontwikkelingen beschrijft won de prijs voor het beste artikel (Figuur 45) tijdens het prestigieuze International Ionospheric Effects Symposium (mei 2011, Washington, USA).

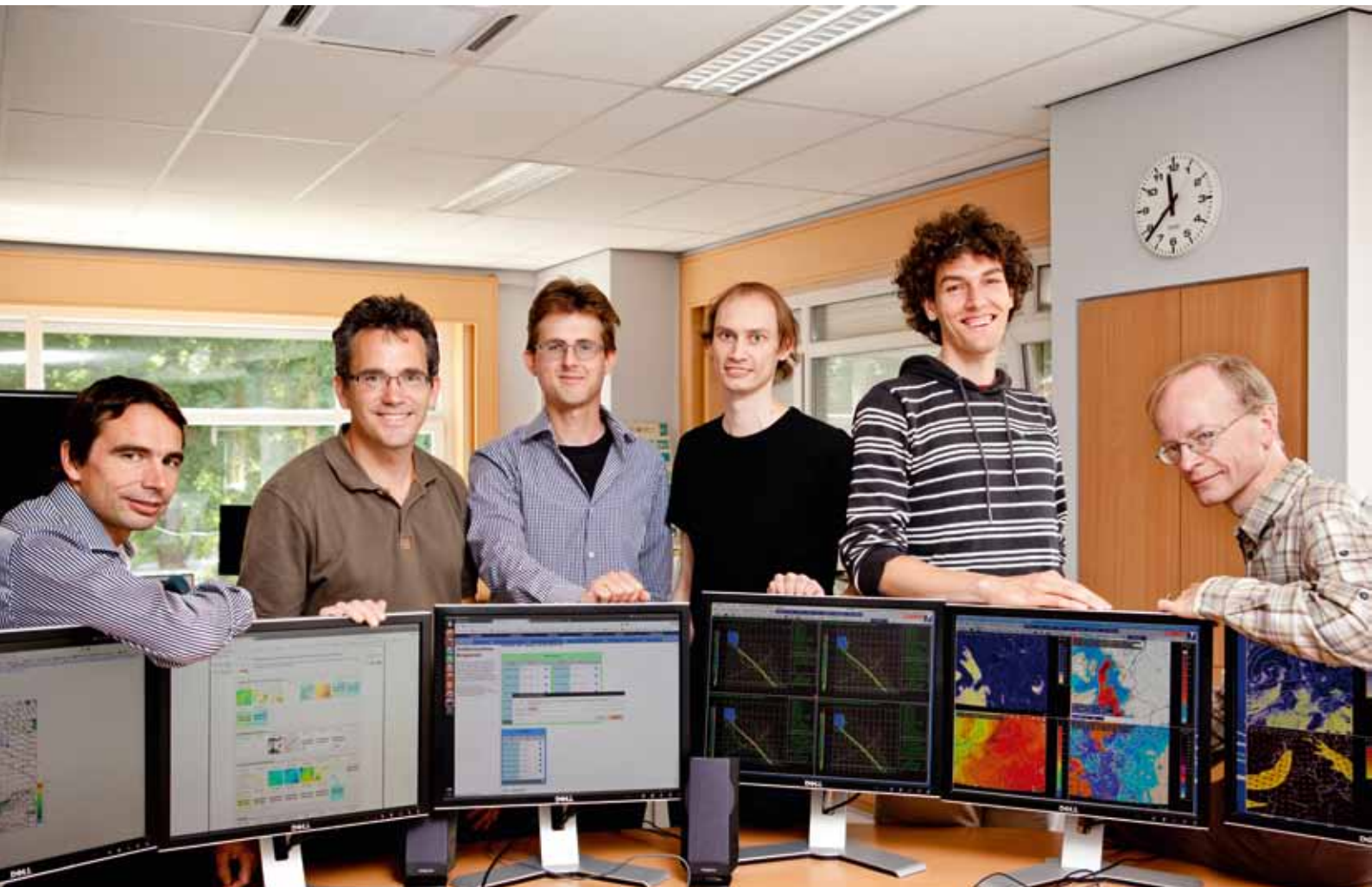


Figuur 45: IES-2011 Best Paper Award-certificaat

Onderzoek en ontwikkeling in instrumentatie: de WIDIF

Vooruitgang in instrumentatie is niet altijd het gevolg van preciezere meetapparatuur. Onderzoek en ontwikkeling inzake instrumenten heeft ook aandacht voor gebruiksgemak, transporteerbaarheid en het vereenvoudigen van de metingen.

De WIDIF (WIrlessDIFlux) zorgt voor een vernieuwing op het gebied van de geomagnetische metrologie en betekent in heel wat opzichten een stap vooruit: geavanceerde technieken laten toe elektronische sondes en rekeninstrumenten zo klein te maken dat het instrument op de telescoop van een klassieke optische theodoliet kan worden geplaatst. De absolute magnetometer die daarvan het resultaat is, is uiterst compact en heeft geen aparte elektronische eenheid meer nodig. Dit is een grote vooruitgang voor het gebruiksgemak en de verplaatsbaarheid, vooral met het oog op veldwerk.



Conventie IRM-DG04 SPW: datering van archeologische structuren

In 2011 werd een overeenkomst tussen het Geofysisch centrum van het KMI en de Direction d'Archéologie (DGO4) van de Waalse overheid (SPW) ondertekend. Het doel van de overeenkomst is de continuïteit te verzekeren van de monsterneming, de studie en archeomagnetische datering van verbrande structuren en terracotta die opgegraven werden op archeologische sites in Wallonië.

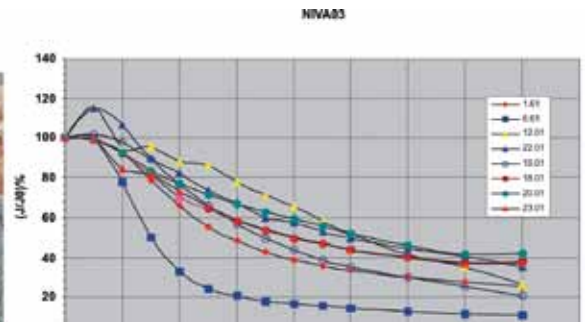
Archeomagnetische datering steunt enerzijds op onze kennis van de seculaire variatie van de intensiteit en de richting van het magnetisch veld van de aarde in het verleden, en anderzijds op de eigenschap die aarde en gesteenten hebben om tijdens hun afkoeling na opwarming een zogenaamde thermoremanente magnetisering te verkrijgen die parallel is en in verhouding staat tot het magnetische veld waaraan ze onderhevig zijn. Na de uitzonderlijke ontdekking van een aantal enorme pannovens op de Grote Markt van Nijvel nabij het Sint-Gertrudiscollege, werd een archeomagnetische studie uitgevoerd van twee ovens, opgegraven door de archeologische dienst van de externe Directie van Waals-Brabant. Op het moment van de opgraving wist men niet hoe oud deze ovens waren.

Bij wijze van voorbeeld leggen we uit hoe de datering van één van deze ovens in zijn werk is gegaan, op basis van de richting van het waargenomen magnetische veld,.

De richting van het magnetische veld wordt bepaald door de declinatie (D) en de inclinatie (I). Gezien deze de laatste drieduizend jaar in onze streek respectievelijk ongeveer 50° (D) en zowat 25° (I) zijn veranderd, is voor een datering van terracotta aan de hand van deze twee elementen een monsterneming vereist die uiterst precies is ten opzichte van een vast referentiepunt. Vóór extractie werden de stalen zeer nauwkeurig georiënteerd ten opzichte van het diametrale vlak ter plaatse en het geografische noorden.

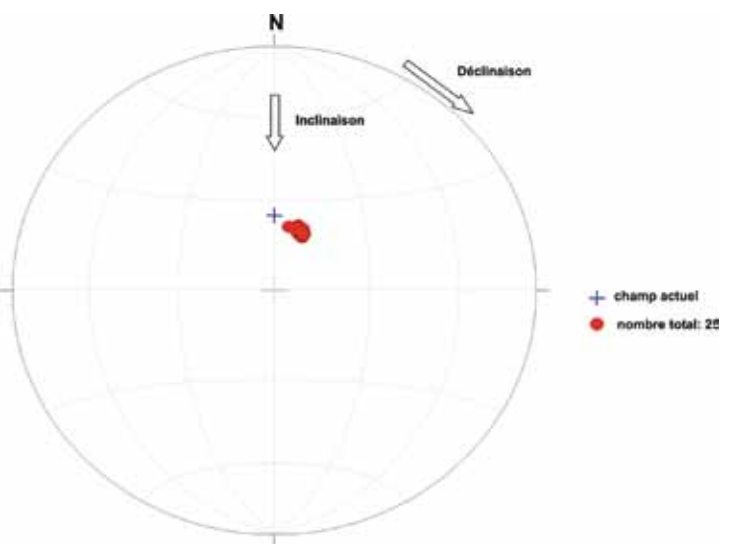
Een van de belangrijkste taken bij een archeomagnetische analyse is het isoleren en identificeren van de verschillende componenten van aanwezige restmagnetisme in het staal: de thermoremanentie die verkregen werd tijdens het bakproces en het restmagnetisme dat geïnduceerd werd nadat het uit de oven kwam. Dat gebeurt doorgaans door stapsgewijze demagnetisatie in beurtelings groeiende magnetische velden of door thermische demagnetisatie door verwarming met steeds hogere temperaturen,

gevolgd door een afkoeling bij magnetisch nulveld. Enkele representatieve stalen van de oven werden blootgesteld aan beurtelings groeiende velden. Richtingsvariaties in het restmagnetisme tijdens deze behandeling wijzen op de eventuele aanwezigheid van diverse componenten van restmagnetisme.



Figuur 46: Bakoven (links) en grafiek van de demagnetisatie per alternerend veld van 8 stalen (rechts). Restmagnetisme J na elke stap in de demagnetisatie in verhouding tot de oorspronkelijke magnetisatie J_0 , in percentages uitgedrukt en in functie van het toegepaste magnetische veld.

Men voerde aan de hand van afwisselende velden demagnetisatietests uit van 25 georiënteerde stalen die uit de wanden van de oven werden genomen. Daaruit bleek dat er één kenmerkend en stabiel restmagnetisme is met coherente richting. Dit wijst erop dat de ovens tot hoge temperaturen werden verwarmd.



Equal area projection, lower hemisphere

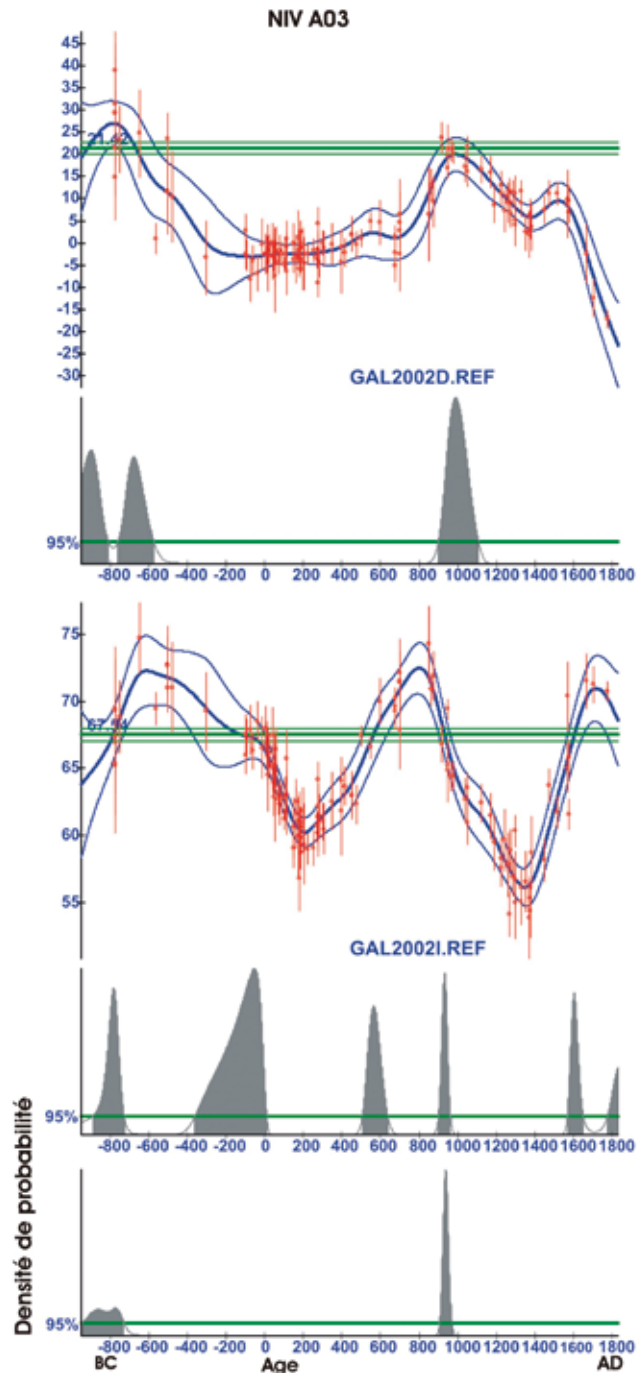
Figuur 47: Oppervlaktegetrouwe projectie van de individuele richtingen van het ChRM van elke staal.

De gemiddelde richting van het stabiele kenmerkende restmagnetisme (ChRM) van de oven werd verkregen na berekening van de gemiddelde richting van alle stalen aan de hand van

de statistiek van de Fisher-vectoren. De afzonderlijke richtingen van het ChRM van de stalen zijn in hoge mate gegroepeerd. De gemiddelde richting is uiterst betrouwbaar: de kans om de reële richting te vinden in een conus met een halve straalbreedte van $0,6^\circ$ bedraagt 95 % (Figuur 47).

Bij de archeomagnetische datering van de oven hebben we ons gebaseerd op de standaardkrommen van de seculaire variatie van het geomagnetische veld voor de afgelopen drieduizend jaar in Frankrijk, met Parijs als referentielocatie (Figuur 48). Dit is een terechte keuze aangezien de seculaire variatie van het veld klein is binnen een straal van 1000 km en de referentiekromme van Parijs deels gebaseerd is op terracotta afkomstig van archeologische sites in België. De archeomagnetische gegevens tonen met 95 % zekerheid aan dat de bakoven in Nijvel voor het laatst werd gebruikt in de middeleeuwen, in het jaar $938 (\pm 32)$ A.D.. Dit is de meest nauwkeurige archeomagnetische leeftijd die we tot nu hebben kunnen bepalen. De bevindingen ondersteunen bovendien de hypothese van archeologen dat de ovens waarschijnlijk werden gebruikt om dakpannen en dakbedekking te maken voor de abdij van Nijvel en andere religieuze gebouwen.

Om de betrouwbaarheid en de precisie van de archeomagnetische datering te vergroten, willen we in de nabije toekomst een variatiekromme maken voor de afgelopen drieduizend jaar in België, met Ukkel als referentieplaats. Deze curve zal rekening houden met alle beschikbare referentiegegevens in een straal van 500 km rond Ukkel.



Figuur 48: Verdeling van probabilliteit van datering. Van boven naar beneden: op basis van declinatie D, inclinatie I en de totale richting (combinatie van D en I).

Proeven met afzetting van zeesediment

De dikke sedimentlagen op de bodem van de oceanen zijn het resultaat van fijn stof dat daar gedurende honderdduizenden jaren werd afgezet. Het stof is rijk aan mineralen die magnetische deeltjes bevatten. Op het moment dat ze afgezet worden, richten de mineralen zich volgens het magnetische veld. Op die manier slaan ze alle informatie van het omringende veld op, zoals de declinatie, de inclinatie en de intensiteit.

Om meer inzicht te verwerven in de veranderingen van het magnetische veld van de aarde tijdens de opeenvolgende geologische perioden, heeft men magnetisch onderzoek gedaan op stalen uit de bodem van de oceaan. De analyse van de natuurlijke remanente magnetisatie (NRM) laat toe om de evolutie van de intensiteit van het veld na te gaan, op voorwaarde dat het NRM evenredig en parallel is met het veld.

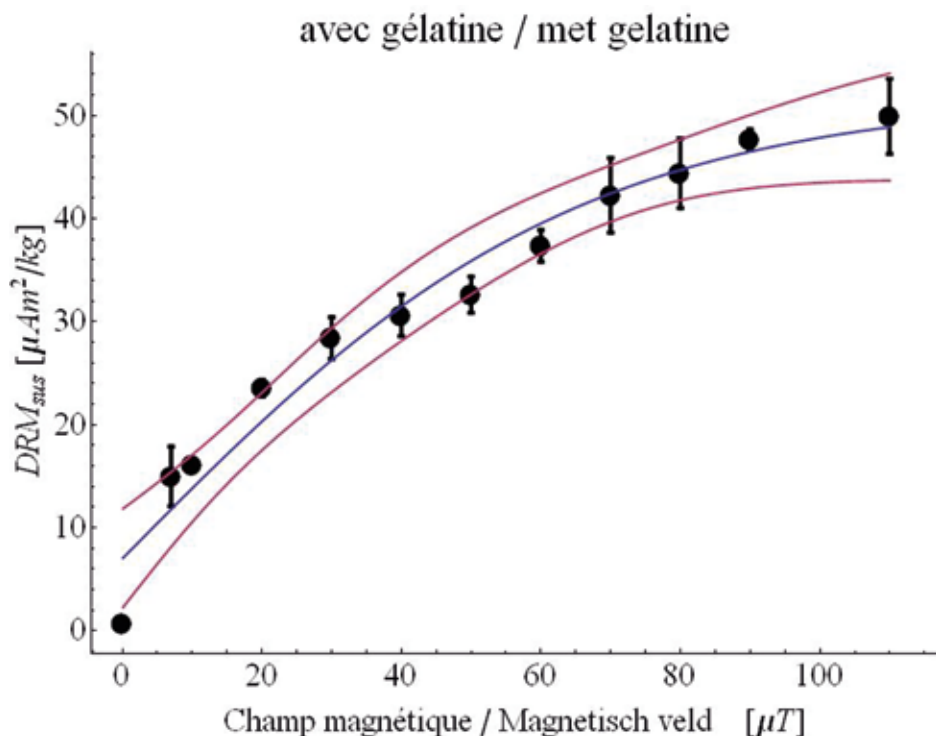
In water hangt de oriëntatie van magnetische deeltjes niet alleen af van de kracht en de richting van het magnetische veld, maar ook van de viscositeit van het water. Gezien deze echter te verwaarlozen is, worden deeltjes hoogstwaarschijnlijk in de richting van het magnetische veld afgezet. De verwachting is dat de magnetisatie recht evenredig is met de intensiteit van het veld. Als alle deeltjes parallel liggen met het veld, stijgt de magnetisatie niet meer en is de volledige saturatie voltooid.

Het ligt niet voor de hand om deze theorie experimenteel aan te tonen bij deeltjes in suspensie. Om dat probleem op te lossen, werd gelatine gebruikt om ervoor te zorgen dat de deeltjes in suspensie zouden blijven, gemengd met zout water en zeesediment. Het geheel werd geschud in een spoel, in een ketel geplaatst bij 3°C en vervolgens blootgesteld aan diverse magnetische velden. Er werd een magnetisatiekromme van de 'detritische remanente magnetisatie' (DRMsus) opgesteld (zie Figuur 49). Uit de figuur blijkt dat bij zwakke velden de intensiteit van de remanente magnetisatie stijgt volgens de intensiteit van het magnetische veld, terwijl bij sterke velden de magnetisatie trager verloopt. Dit wijst op sa-

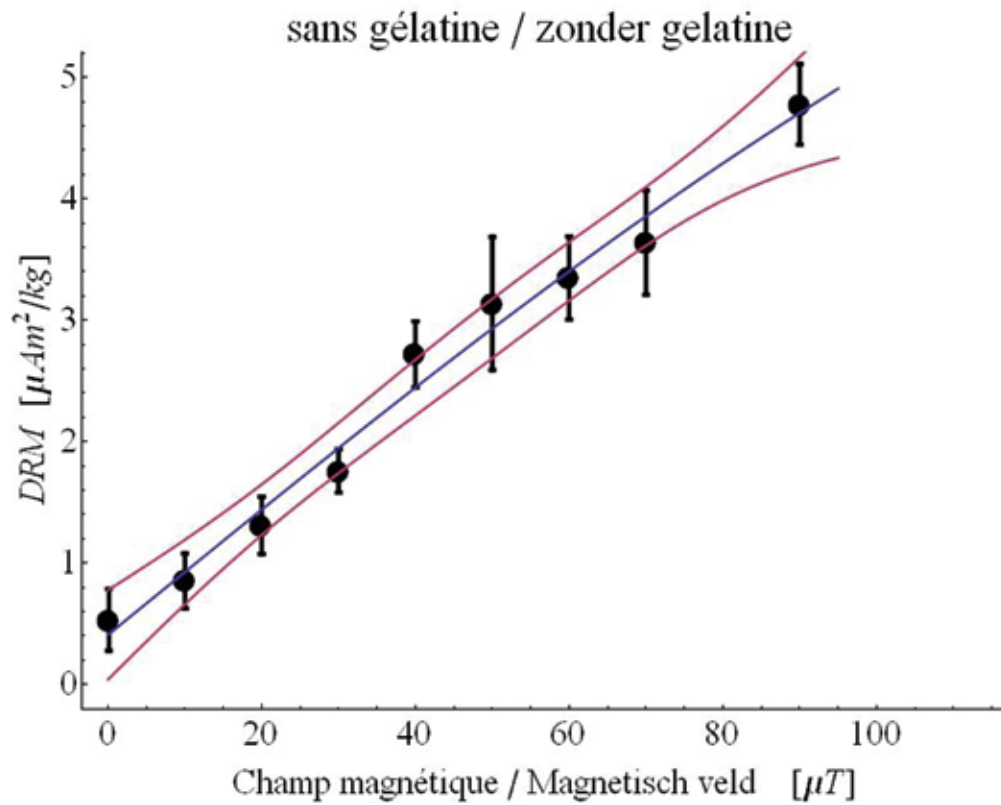
turatie. De proef werd herhaald zonder gelatine om de magnetische remanentiekromme met en zonder gelatine te kunnen vergelijken. Uit Figuur 50 blijkt dat de magnetische remanentie zonder gelatine veel kleiner is dan met gelatine, en dat de curve bijna lineair is.

De proef zonder gelatine leunt dichter aan bij het natuurlijke proces aangezien de monsters uit de oceanbodem geen materiaal in suspensie bevatten. Hieruit blijkt dat de voorwaarde om de evolutie van de intensiteit van het magnetische veld te kunnen reconstrueren, namelijk de evenredigheid tussen het veld en de magnetisatie, voldaan is voor de intensiteiten van de magnetische velden die op de aarde aangetroffen worden.

Uiteraard is dit model niet van toepassing op de afgezette magnetische deeltjes, aangezien hun oriëntatie ten opzichte van het veld belemmerd wordt door onderlinge wrijving en door hun ordening. Hun remanente magnetisatie zal dus kleiner zijn dan die van deeltjes in suspensie.



Figuur 49: Verband tussen de detritische remanente magnetisatie in suspensie DRMsus in functie van het magnetische veld, met gebruik van gelatine om ervoor te zorgen dat de deeltjes in suspensie blijven.



Figuur 50: Correlatie van de detritische remanente magnetisatie (DRM) zonder gelatine. De zwarte stippen en foutmarges geven de metingen weer, en de blauwe lijn is het resultaat van een niet-lineaire regressieanalyse met de foutmarge ervan (paars). De intensiteit van het magnetische veld op het aardoppervlak ligt doorgaans tussen 20 en 90 μT .

Meting van natuurlijk remanent magnetisme in paleosol/lössafzettingen in China

Löss is een eolische afzetting die vooral kwarts, veldspaat, calciet en sporen van magnetische mineralen bevat. Erosie door gletsjers en temperatuurverschillen in droge woestijnen zorgen voor fijn stof dat door de wind meegevoerd wordt. Na afzetting op de continentale platen wordt het stof samengedrukt door het water en de druk van bovenliggende lagen. Dit samengedrukte sediment, dat vooral tijdens ijstijden wordt gevormd, staat bekend als löss. De magnetische mineralen in de löss richten zich volgens het omringende veld en verkrijgen tijdens het samendrukproces een natuurlijk remanent magnetisme.

In tussenijstijden, wanneer het klimaat vochtiger en warmer is, wordt de löss blootgesteld aan andere omgevingsfactoren. Deze veranderende klimatologische omstandigheden leiden tot pedogenese of bodemvorming, waarbij nieuwe magnetische mineralen gevormd worden. Ook deze nieuwe magnetische mineralen verkrijgen een natuurlijke remanent magnetisme, en ze belanden bovenop de löss. In een paleosol vindt men dus twee componenten van natuurlijk remanent magnetisme die in verschillende periodes ontstaan zijn: de ene component houdt verband met de primaire mineralen, de andere met pedogenese.

Deze twee componenten zijn moeilijk te onderscheiden aangezien de richting van hun magnetisatie – de declinaties en inclinaties – vaak soortgelijk is. In het geval dat het magnetisch veld omkeert tijdens de pedogenese (het magnetisch veld kan omkeren in een interglaciaal) behouden de primaire magnetische mineralen gedeeltelijk de richting van het veld vóór de omkering. De afzetting van de pedogenese krijgt daarentegen een nieuwe richting.

Wij bestudeerden een dergelijk geval dat zich voordeed tijdens een omkering van het aardmagnetische veld 1,78 miljoen jaar geleden. We wilden nagaan of de omkering van het magnetisch veld correct was opgeslagen in het natuurlijk remanent magnetisme. Met behulp van een rekenmodel (product van convolutie) hebben we natuurlijke magnetisatie gesimuleerd.

Uit de resultaten blijkt dat de natuurlijke magnetisatie met vertraging werd opgeslagen, en dat ze sterk beïnvloed werd door de variaties van de mineraalsoorten. De vertraging doet zich voor door het feit dat magnetische mineralen zich niet meteen mechanisch vastzetten. Ze hangt onder andere af van het sedimentatietempo, dat op zijn beurt varieert naargelang de klimatologi-

sche omstandigheden.

Paleosol/lössafzettingen zijn dus niet het ideale materiaal om het verloop van een omkering van het magnetisch veld in detail te bestuderen.

De studie van het omkeringsproces van het magnetisch veld is belangrijk omdat de aard van die omkering nog onduidelijk is. De natuurlijke magnetisatie in sedimentafzettingen nagaan is de enige manier om dergelijke omkeringen te bestuderen. Helaas is die magnetisatie niet altijd vrij van omgevingsinvloeden, wat onze studie heeft aangetoond.

Onderzoeksthema's van de Operationele Directie: Waarnemingen

De Operationele Directie Waarnemingen is bevoegd voor waarnemingen van satellieten en van de neerslagradar, bliksemdetectie, ballonmetingen van de atmosferische toestand, ozon- en aerosolmetingen en de automatische weerstations. In het verlengde van deze brede waaier van activiteiten voert de afdeling belangrijk onderzoek naar :

- nieuwe instrumenten afstellen en plaatsen;
- finale producten afleiden uit ruwe waarnemingen van de bestaande instrumenten, kwaliteitscontrole en verbetering van die producten;
- nieuwe producten, applicaties en wetenschappelijke analyses ontwikkelen.

Hoe deze doelstellingen concreet gerealiseerd worden, hangt in grote mate af van het soort waarneming.

Meting van de zonnestraling

De zonnestraling meten, zowel vanop de aarde als vanuit de ruimte, is van oudsher een specialiteit van het KMI. Voor metingen uit de ruimte horen we internationaal tot de koplopers. De centrale vraag die ons bezig houdt, is of de zon een significante invloed kan hebben op veranderingen in het aardklimaat. Met ons instrument Diarad/Virgo hebben we een complete zonnecyclus van elf jaar gemeten, en hebben we aangetoond dat het magnetisch veld van het zonneoppervlak de enige factor is die de variatie van de zonnestraling over deze 'korte' periode beïnvloedt. Met ons instrument Sova-Picard, dat onlangs werd gelanceerd, hopen we meer te weten te komen over de mogelijke zonnestralingvariaties op langere termijn, meer bepaald tussen de kleine ijstijd rond het jaar 1700 en nu.

Meting van de energiebalans van de aarde

De aarde ondergaat een relatieve opwarming omdat ze energie van de zon opvangt, en anderzijds koelt ze af door verlies van energie die ze naar de ruimte uitzendt. Het verschil tussen deze twee energiestromen wordt de energiebalans van de aarde genoemd. Ook op dit gebied mag het KMI zich een expert noemen.

In dit kader engageren wij ons internationaal:

1. We zorgen voor de verwerking van de metingen van het instrument GERB (Geostationary Earth Radiation Budget), dat zich aan boord van de Meteosat Second Generation (MSG) bevindt (zie <http://gerb.oma.be>). GERB heeft een hoge temporatieve resolutie en meet de energiebalans van de aarde vanaf een geostationaire baan.

2. We nemen deel aan het programma CERES (Clouds and the Earth Radiant Energy System) van NASA, dat de energiebalans van de aarde meet vanaf poolsatellieten.

3. We nemen deel aan voorbereidende studies voor het Euro-Japanse satellietproject Earthcare, dat zal zorgen voor driedimensionale metingen van het stralingsveld van de aarde.

4. We voeren metingen van de energiebalans van de aarde uit in het kader van de SAF-klimaatstudies van EUMETSAT. Een andere activiteit van SAF Climate bestaat in het afleiden van de optische dikte van aerosol op basis van satellietbeelden van SEVIRI.

Radargroep en bliksemdetectie

Een belangrijk luik van de activiteiten van de afdeling bestaat uit het optimale gebruik van de weerradargegevens voor de schatting van de neerslaghoeveelheid. Hiertoe doen we een correctie op basis van het verticale reflectiviteitsprofiel en de combinatie van radarbeelden met de metingen van grondpluviometers. We gebruiken ook 3D-radarbeelden om convectieve neerslag en onweer in België te analyseren en te karakteriseren. Het is in de eerste plaats de bedoeling de levenscyclus van onweerscellen beter te begrijpen en te modelleren om hun evolutie beter te kunnen voorspellen.

Daarnaast voeren we ook onderzoek om de neerslagvoorspellingen op zeer korte termijn te verfijnen in het nowcastingsysteem INCA-BE. Dit systeem werd ontwikkeld door de Oostenrijkse weerkundige dienst ZAMG. Het is nu geïmplementeerd in verschillende Europese landen en het KMI draagt bij aan de ontwikkeling ervan.

Wat bliksem betreft, hebben onze activiteiten betrekking op de detectie van de totale elektrische activiteit met behulp van het SAFIR-TLP-systeem. Het systeem detecteert niet alleen grondinslagen, maar ook ontladingen tussen wolken. Ons onderzoek is gericht op de evaluatie en verbetering van de prestaties van het systeem, in het bijzonder het detectiepercentage en de precisie van de lokalisatie. In dat kader werden vergelijkingen gemaakt met andere detectiesystemen die actief zijn in België.

De selectie en aankoop van de nieuwe weer-radar van Jabbeke werd tot een goed einde gebracht. In de loop van 2012 wordt de radar geplaatst.

De bedoeling is om gegevens optimaal te gebruiken voor voorspellingen en waarschuwin-

gen in onweersituaties.

Ozon/aërosol/Antarctica

Het KMI kan bogen op een lange traditie inzake de waarneming van de chemische samenstelling van de atmosfeer. Reeds in 1971 gebruikten we UV-spectrofotometers om de totale hoeveelheid ozon te meten. Daarnaast meten we sinds 1969 drie keer per week de verticale verdeling van ozon tot een hoogte van ongeveer 30 km. Deze gegevens worden verzameld door meetinstrumenten in weerballons. Aan de hand van deze gegevens, die we soms vergelijken met die van andere waarnemingsstations, bestuderen we de evolutie van de ozonlaag. Op basis van metingen vanaf de grond valideren we de satellietwaarnemingen. De UV-spectrofotometers verzamelen ook informatie over aërosols (kleine deeltjes) die aanwezig zijn in de atmosfeer. De onderzoeksgroep ozon/UV/aërosol heeft algoritmes opgesteld om die informatie af te leiden. Daarna gebruiken we die gegevens om de voorspellingen van de UV-index te verbeteren. Bovendien kan kennis over de eigenschappen van aërosols in de atmosfeer ons indicaties geven die toelaten beter om te gaan met de gevaren van luchtvervuiling.

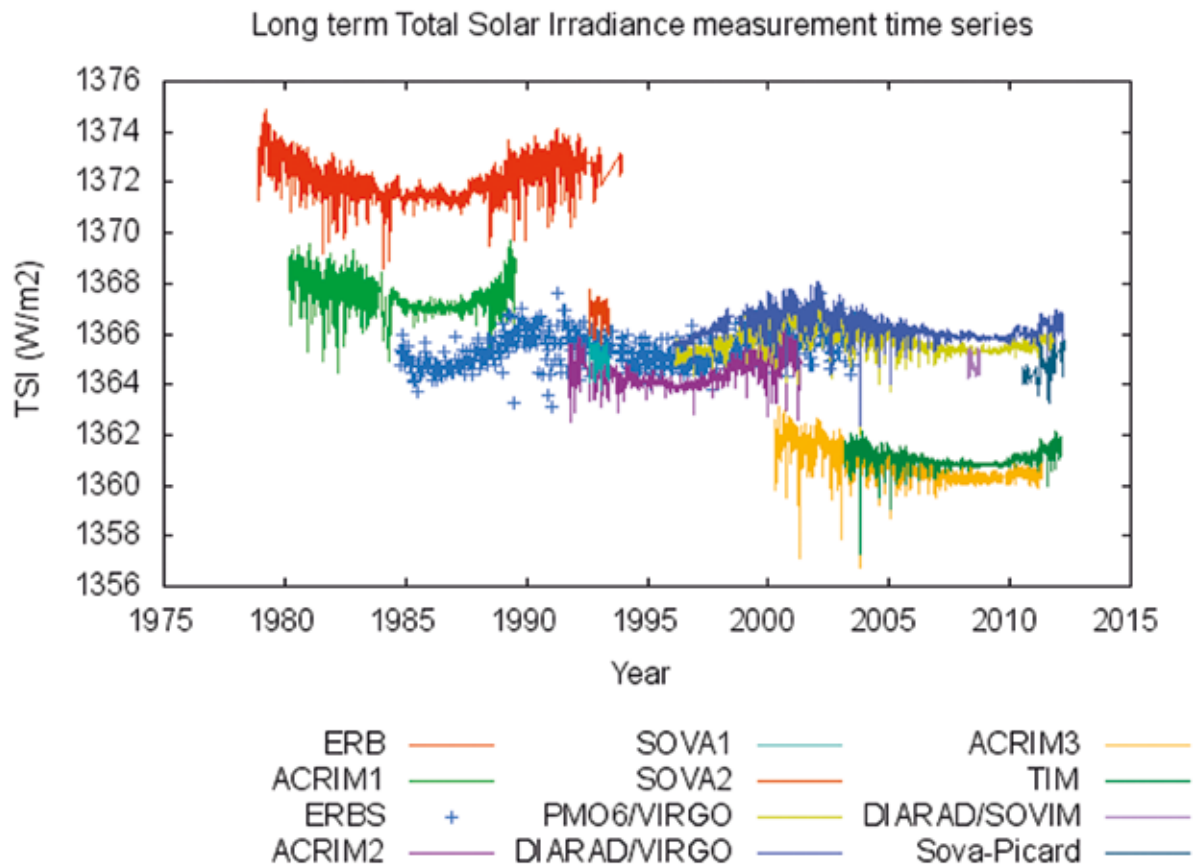
Ukkel is niet de enige plaats waar de eigenschappen van aërosols worden bestudeerd. Er werd ook een reeks instrumenten geplaatst in het Belgische poolstation Princess Elisabeth. Deze bestuderen aërosols op Antarctica, ver van alle industriële activiteit.

Sinds 2011 beschikt het KMI over een lidar-ceilometer. Dit toestel meet de hoogte van de wolkenbasis en geeft informatie over de verticale verdeling van de aërosoldeeltjes in de atmosfeer.

Eerste resultaten Sova-Picard

De Total Solar Irradiance (TSI) is een essentiële klimaatvariabele die toont hoeveel energie de aarde ontvangt van de zon en die bovendien het aardklimaat bepaalt. Het KMI maakt ruimte-instrumenten om de TSI te meten. Sinds 1983 vonden er 11 ruimtevluchten plaats, en nu bevinden er zich twee actieve instrumenten in de ruimte. Diarad/Virgo meet de TSI al sinds 1996 – dat is een recordperiode van 16 jaar – en Sova-Picard voert sinds 2010 metingen uit.

In 2011 bekwamen we de eerste gevalideerde Sova-Picard gegevens (Figuur 51). Hiermee leveren we internationaal een belangrijke bijdrage aan de voortzetting van deze belangrijke klimaatreeks.

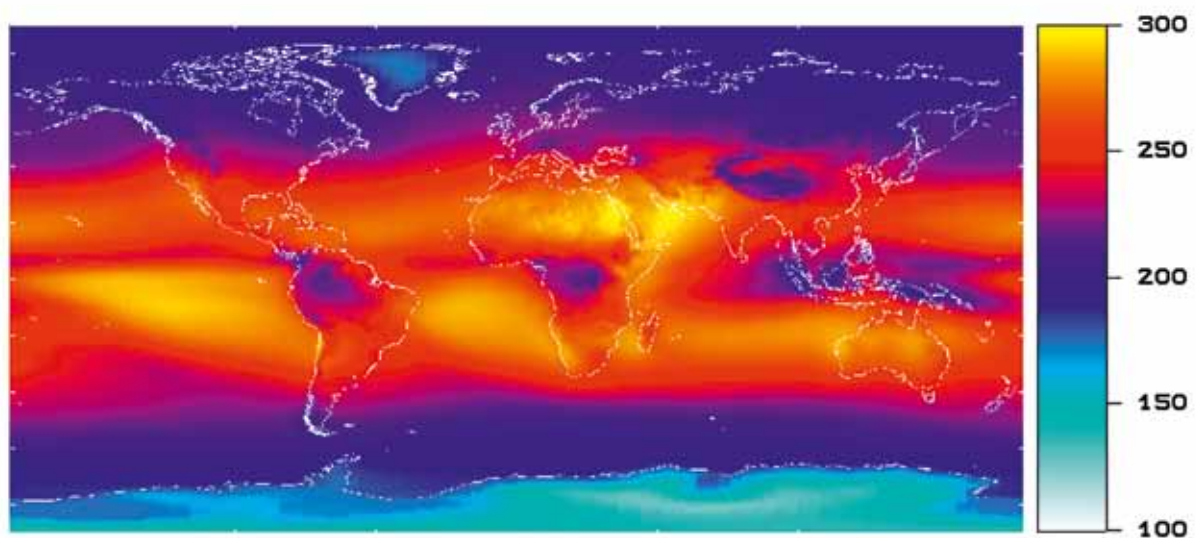


Figuur 51: Afzonderlijke langetermijnmetingen van de Total Solar Irradiance. De instrumenten van het KMI zijn Sova1, Diarad/Virgo, Diarad/Sovim en Sova-Picard.

Waarom de opwarming van de aarde vertraagde: energiebalans van de aarde

Figuur 52 toont de jaarlijkse gemiddelde uitgaande warmtestraling of Outgoing Longwave Radiation (OLR) die opgemeten wordt door het instrument CERES Terra. De kaart toont hoe de aardstralingsbalans gekoppeld is aan de grote klimaatzones van de aarde: de tropische convergentiezone (lage OLR), de subtropische hogedrukgebieden (hoge OLR) en de lagedrukgebieden op de gemiddelde breedtegraden (lage OLR). De laagste OLR's worden gemeten boven de permanent met sneeuw en ijs bedekte landoppervlakten van Antarctica en Groenland.

In 2011 onderzochten we de variaties van de energiebalans van de aarde tijdens de periode 2000-2010. Deze periode werd gekenmerkt door een afvlakking van de stijgende trend van de gemiddelde temperatuur van de aarde. De variaties van de energiebalans van de aarde over deze periode tonen een tendens van overgang van El Niño naar La Niña condities. Tijdens El Niño geeft de oceaan warmte af aan de atmosfeer en stijgt de temperatuur van de aarde. Tijdens La Niña neemt de oceaan warmte op waardoor tijdelijk de atmosfeer niet opwarmt.

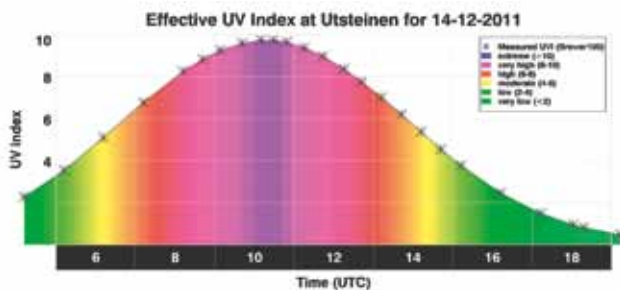


Figuur 52: Jaarlijkse gemiddelde warmtestraling uitgezonden door de aarde en gemeten door het instrument CERES Terra.

De eerste ozon- en uv-waarnemingen op het Princess Elisabeth Station in Antarctica

In januari 2011 installeerde KMI-medewerker Alexander Mangold op het dak van het Belgisch Antarctisch station Princess Elisabeth een Brewer-spectrofotometer. Het station bevindt zich op 73° zuiderbreedte en 23° oosterlengte in Oost-Antarctica, in het gebied van de Sor Rondane bergen. Het is gevestigd op de rotsen van 'Utsteinen' op een hoogte van 1350m.

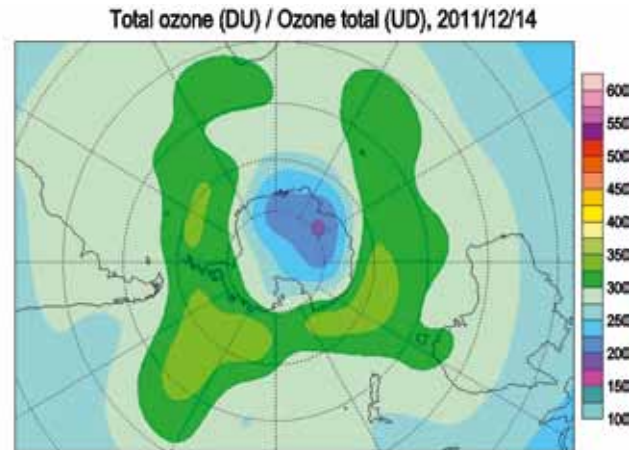
De Brewer-spectrofotometer meet de dikte van de ozonlaag en de intensiteit van de uv-straling. Het wordt op Antarctica ingezet om een klimatologie van deze grootheden te kunnen opstellen. De ozonmetingen zijn ook belangrijk om de evolutie van het jaarlijks weerkerend Antarctisch ozongat op te kunnen volgen.



Figuur 53: de effectieve uv-index op 14 december 2011 op het Princess Elisabeth station, gemeten met de Brewer-ozonspectrofotometer. Rond de lokale middagstijd (ongeveer 10:30 universele tijd) bereikte de uv-index bijna een waarde van 10.

De eerste ozonwaarnemingen gebeurden op 23 januari 2011 en het instrument kon blijven meten tot het laatste team eind februari 2011 het station verliet. Gedurende de Antarctische wintermaanden is het station niet bemand en kan de spectrometer dus niet werken. Met de aankomst van het nieuwe team in november 2011, werden de ozon- en uv-waarnemingen heropgestart. Op 14 december 2011 was de gemiddelde dikte van de ozonlaag 224.2 DU. Dit is veel lager dan de dikte die we gemiddeld over België waarnemen (310DU). De uv-index te Utsteinen bereikte dan ook een heel hoge waarde van 9.7 (zie Figuur 53). De uv-straling is dan zo intens dat je huid bijna onmiddellijk verbrandt wanneer je je hieraan onbeschermd zou blootstellen. Ter vergelijking, de hoogste waarde van de uv-index in België over een hele jaar bedraagt 8. De waarde van 9.7 is dus tamelijk hoog, zeker gezien de hoge breedtegraad waarop het Princess Elisabeth station zich bevindt. De verklaring hiervoor ligt vooral in het feit dat de ozonlaag boven Utsteinen duidelijk dunner was door de verplaatsing van een overblijfsel van het Antarctisch ozongat boven deze regio (zie Figuur 54).

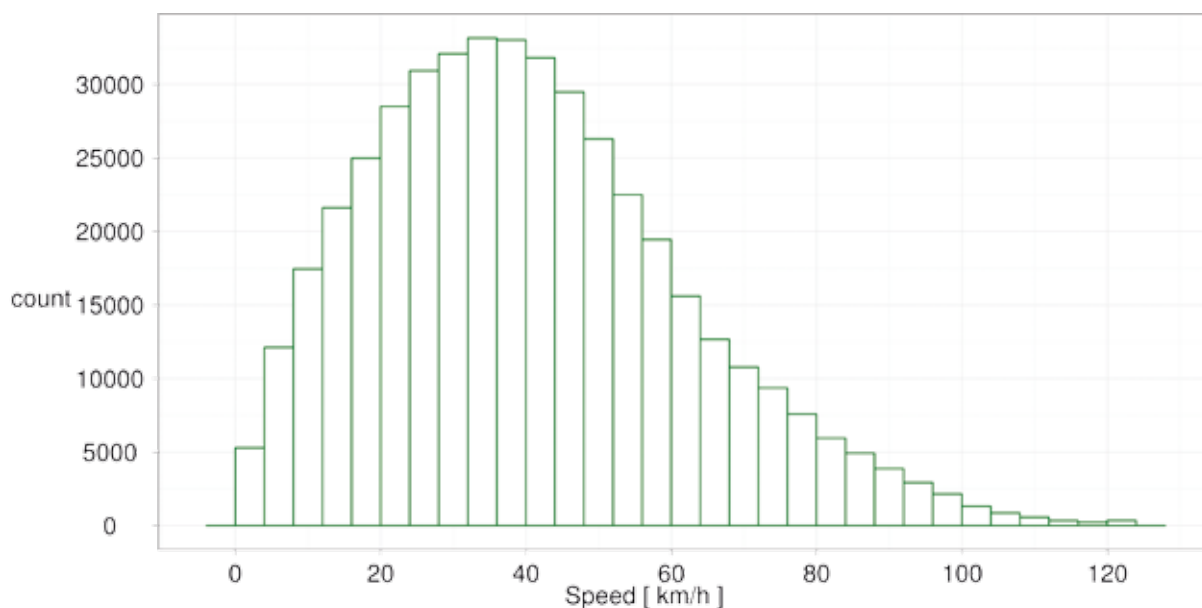
Maar ook de aanwezigheid van sneeuw (met meer weerkaatsing van uv-straling), de zuivere atmosfeer en de hoogte waarop zich het station bevindt (1350m) zijn mee verantwoordelijk voor deze hoge uv-indexwaarden.



Figuur 54: kaart van de totale hoeveelheid ozon op 14 december 2011 boven het zuidelijk halfrond (Antarctica ligt in het midden). De kaart werd gemaakt door het World Ozone and Ultraviolet Data Centre op basis van waarnemingen vanaf de grond en satellietmetingen die op de internationale databank www.woudc.org verzameld en verwerkt worden. Het Princess Elisabeth station bevindt zich linksboven van de donkerpaarse vlek.

Gebruik van radarwaarnemingen voor de karakterisering van convectieve neerslag in België

De gegevens van de weerradar van Wideumont worden gebruikt om de eigenschappen van neerslagcellen van convectieve aard (hevige stortbuien of onweer) te analyseren. De radar, die om de 5 minuten de neerslag meet met een hoge ruimtelijke resolutie (250 m) en een bereik van 240 km, is daarvoor het meest aangewezen instrument. Radargegevens van een periode van acht jaar werden verwerkt om convectieve cellen te identificeren en hun traject te volgen. In totaal werden meer dan 100.000 trajecten geanalyseerd. Deze studie geeft ons een uniek beeld van de eigenschappen van convectieve cellen boven ons land, alsook van hun verdeling in ruimte en tijd. Zo blijkt onder meer dat de cellen zich verplaatsen met een gemiddelde snelheid van 40 km/u en dat de gemiddelde levensduur van een individuele cel 20 minuten bedraagt. Ook blijkt dat cellen zich in de namiddag trager verplaatsen dan op andere momenten van de dag, en dat de convectieve activiteit maximaal is in de maanden juli en augustus, rond 17 uur (lokale tijd).



Figuur 55: Verdeling van de verplaatsingssnelheid van convectieve neerslagcellen, die doorgaans regenbuien worden genoemd (met of zonder onweersactiviteit). De snelheid van een cel werd geschat op basis van zijn verplaatsing tussen 2 opeenvolgende radarbeelden (met een interval van 5 minuten). De y-as toont het aantal cellen en de x-as de verplaatsingssnelheid. De frequentie groeit snel aan tot een maximale snelheid van ongeveer 35 km/u. Vervolgens daalt de frequentie langzamer naar een snelheid in de buurt van 100 km/u.



KMI en internationaal

Het ALADIN-consortium

In 2011 werd P. Termonia voor het eerst programmamanager van het ALADIN-consortium. Samen met het HIRLAM-consortium stelde men dit jaar een eerste volledig gemeenschappelijk wetenschappelijk werkplan op. Daarenboven organiseerde P. Termonia van 27 tot 29 september 2011 een strategische meeting voor 19 NWP-experts uit de 26 ALADIN- en HIRLAM-landen. Op basis van hun input stelde hij op de algemene vergadering van de 16 ALADIN-partners in Toulouse op 15 en 16 november 2011 een plan voor om ALADIN de komende jaren strategisch op koers te houden (2008-2017). De voornaamste aandachtspunten zijn de evolutie naar een erg hoge resolutie (d.w.z. de zogenaamde hectometrische schalen) en de voorbereiding van een wetenschappelijk onderzoek om de huidige dynamische kern voor te bereiden op de verwachte evolutie van hoogkwalitatieve computertechnologieën in de komende 15 jaar. Het is duidelijk dat deze punten van groot belang zijn voor toekomstige applicaties in het KMI, aangezien zulke hoge resolutie toepassingen binnen een decennium kunnen zorgen voor een aanzienlijke en bijkomende verbetering van de huidige spitstechnologie en de voorspellingsprestaties van de weerkundige processen zodat de ramp op Pukkelpop van 18 augustus 2011 beter te voorspellen valt. In die zin is het de bedoeling dat de internationale strategie en de strategie van het KMI elkaar versterken.

Bijeenkomst van EAC in Koksijde

Het Koninklijk Meteorologisch Instituut heeft op 30 maart en 1 april 2011 in Koksijde de 16e bijeenkomst van het EAC (ECSN Advisory Committee) georganiseerd.

Het doel van ECSN

In het kader van EUMETNET stelt ECSN (European Climate Network System) zich tot doel om te zorgen voor een betere samenwerking tussen zijn leden op het vlak van klimaat en aanverwante activiteiten, teneinde hun vermogen om tegemoet te komen aan de noden van de Europese gebruikers te verbeteren door:

- a) meer klimaatgegevens van hoge kwaliteit te verschaffen
- b) en meer diensten en advies op basis van klimatologische expertise te bieden.

Bijeenkomst van 2011

Tijdens de bijeenkomst in Koksijde vond een presentatie met als thema 'Meer dan 175 jaar meteorologie in België' plaats en tevens werd de vooruitgang en de huidige situatie van diverse programma's, onder andere op het vlak van onderzoek, informatieverspreiding en kwaliteitscontrole van meteorologische gegevens, besproken. Op Figuur 56 ziet u de aanwezigen.



Figuur 56: De aanwezigen, van links naar rechts: Maryvonne Kerdoncuff, Marc Vandiepenbeeck, John Prior, Ingeborg Auer, Reija Ruuhela, Antonio Mestre, Eirik Førland, Raino Heino, Claus Kern-Hansen, Philippe Dandin, Stefan Rösner, Klaus-Jürgen Schreiber, Aryan van Engelen, Gé Verver, Arie Kattenberg, Steve Noyes, Liam Keegan and Christof Appenzeller.

32^{ste} algemene vergadering van ECOMET in Brussel, juni 2011

Het KMI heeft op 23 juni 2011 het genoegen gehad om de 32e algemene vergadering van ECOMET te verwelkomen. De Economic Interest Grouping of the National Meteorological Services of the European Economic Area (ECOMET) heeft zijn hoofdkantoor in de gebouwen van het KMI in Ukkel en telt op dit moment 23 lidstaten. De groep werd in 1995 opgericht om de betrekkingen tussen de meteorologische instituten van verschillende landen te verbeteren en om de sterker wordende economische bindingen tussen deze instellingen en de privésector te verbeteren in lijn met de Europese richtlijnen.

De 32e bijeenkomst ging van start met een toespraak van de algemeen directeur a.i. van het KMI, dr. Daniel Gellens. Hij benadrukte de belangrijke rol van ECOMET als referentiecatalogus voor de meteorologische gegevens van de verschillende nationale instituten. Dr. Gellens hecht ook veel belang aan de aanwezigheid van de hoofdzetel van ECOMET binnen het KMI. Het KMI werd vertegenwoordigd door Marc Christiaens (Business Unit Manager) en Christophe Ruttens (jurist).

Een van de punten op de agenda van ECOMET, was de toetreding van het nationale meteorologische instituut van Slovenië (ARSO), een gebeurtenis waar zowel ECOMET als het instituut in kwestie bijzonder enthousiast over zijn.

De leden van de 32e Algemene vergadering verkozen dr. François Jacq van Météo France unaniem tot nieuwe voorzitter, en dr. Michael Staudinger, directeur van ZAMG, het nationale meteorologische instituut van Oostenrijk, tot nieuwe vice-voorzitter. Beiden kregen een mandaat van drie jaar.

René Hoenson, de algemene directeur van ECOMET, kondigde aan dat hij op het einde van het jaar zijn plaats zal afstaan.

De functie van voorzitter van de werkgroep ECOMET, die sinds februari 2011 open stond, werd door het algemeen bestuur unaniem toegewezen aan dhr. Søren Olufsen van DMI (het meteorologisch instituut van Denemarken), voor een mandaat van twee jaar.

De 33e Algemene vergadering van ECOMET vond op 21 november 2011 plaats in de Servische hoofdstad, Belgrado.



Figuur 57: Sfeerbeeld van de 32ste ECOMET General Assembly in de conferentiezaal van het KMI (foto: IuliaVelican)

Zitting op INQUA ter ere van Tungsheng Liu

Op de XVIIIe bijeenkomst van de 'International Union for Quaternary Research' (INQUA) in Bern, in juni 2011, werd een zitting georganiseerd ter ere van Tungsheng Liu (1917-2008). Enkele wetenschappers van het KMI namen deel aan deze hommage voor de voormalige professor van de Chinese Academie van Wetenschappen en oud-voorzitter van de INQUA, die door zijn pionierswerk baanbrekende inzichten verschafte in de klimaatverandering in het verleden. Vier gastsprekers hadden het over de loopbaan en de verdiensten van het werk van professor Tungsheng Liu. De sprekers gaven ook aan dat er, ondanks de lange bestaansgeschiedenis van dit wetenschappelijk onderzoeksdomein, nog heel wat vragen onbeantwoord blijven. Is het mogelijk een kwantitatieve klimatologie van het verleden op te stellen? Slaagt men erin plaatsgebonden variaties in klimaatindicatoren te onderscheiden? Dat laatste is van groot belang. Op die manier zou het mogelijk worden om de klimaatverandering in het verleden in kaart te brengen, en ook de resultaten van numerieke modellen van de globale circulatie van luchtmassa's te staven. Deze modellen zijn op dit moment het beste hulpmiddel om inzicht te krijgen in toekomstige klimaatveranderingen. De verschillende uiteenzettingen werden rijkelijk geïllustreerd met posters gewijd aan het Lössplateau in China en aan lössafzettingen in Korea, Servië, Bulgarije en Alaska. Ook hedendaagse gegevens over afzettingen van zeesediment in de Stille Oceaan kwamen aan bod.



Figuur 58: Professor Tungsheng Liu (midden) van de Chinese Academie van Wetenschappen en professor Jozef Hus (rechts) van het KMI op de 13e bijeenkomst van de INQUA in Peking, 1991.

Integratie van het KMI in het EUCLID-netwerk

In 2001 werd EUCLID (European Cooperation for Lightning Detection) opgestart in samenwerking met Noorwegen, Duitsland, Italië, Oostenrijk en Slovenië. Later sloten ook Frankrijk, Finland, Zweden, Spanje en Portugal zich aan.

EUCLID combineert verschillende bliksemdetectienetwerken in Europa met als doel het identificeren en bepalen van de plaats van blimseminslagen over het Europees grondgebied. Deze samenwerking maakt dat op heden meer dan 142 bliksemsensoren met elkaar verbonden zijn en in real-time door een centrale processor worden verwerkt. Onderstaande figuur toont de posities van de huidige sensoren in EUCLID.



Figuur 59: Posities van de huidige sensoren in het EUCLID-netwerk

Het bliksemdetectienetwerk van het KMI bestaat op dit moment uit 6 sensoren in Ukkel, Oelegem, La Gileppe, Mourcourt, Dourbes en Ernage. In eerste instantie zal enkel de meest recente en centrale sensor in Ernage gekoppeld worden aan het netwerk binnen EUCLID.

Op continue basis wordt het netwerk beheerd door ALDIS (Austrian Lightning Detection & Information System). Dit maakt op maandelijkse basis een rapport op voor elke individuele EUCLID-sensor met aanbevelingen voor het correcter afstellen van de sensor. Dit zal uiteindelijk bijdragen tot een verhoogde detectie-efficiëntie en een nauwkeurigere plaatsbepaling van de blikseminslagen over Europa.

Daarnaast komen de EUCLID-leden minstens één keer per jaar samen. Deze bijeenkomst dient als forum om allerhande onderwerpen zoals onderhoud, technische zaken en optimalisatie van de sensoren te bespreken. Naast de uitwisseling van data is er ook een uitwisseling van expertise tussen de verschillende deelnemers aan het netwerk.



Figuur 60: De weerballon net na de lancering.
Van boven naar onder zien we ook nog de rode parachute,
de radiosonde van het KMI en de gondola.

het leven op het Instituut

Educatief project weerballons

Het European Space Education Resource Office, het Koninklijk Meteorologisch Instituut en het St-Pieterscollege van Jette organiseerden samen een educatief wetenschappelijk project om leerlingen uit het basis- en secundair onderwijs in staat te stellen “de grenzen van de ruimte te verkennen”. Leerlingen en leraren basis- en secundair onderwijs uit heel Vlaanderen en Brussel konden voorstellen indienen om een wetenschappelijk, technologisch of creatief experiment mee te sturen naar de grens van de ruimte. Een jury onder voorzitterschap van onze eerste Belgische astronaut, Dirk Frimout, maakte begin februari een selectie uit de ingediende voorstellen, en de geselecteerde teams werden donderdag 28 april 2011 op het KMI in Ukkel uitgenodigd om hun experiment toe te voegen aan de lading van de stratosfeerballon en de lancering en vlucht van de ballon bij te wonen. Een dergelijke weerballon, die door het KMI 3 keer per week wordt gelanceerd om de temperatuur, druk, luchtvochtigheid, hoeveelheid ozon, windrichting en –snelheid naargelang de hoogte op te meten, bereikt doorgaans een hoogte van 30 km. Op dergelijke hoogtes is de druk veel lager en is het veel kouder en droger dan op het aardoppervlak, zodat we in feite een interessant ruimtelaboratorium hebben voor tal van wetenschappelijke experimenten! Bovendien (zie bijgevoegde foto) is de hemel al zwart, de Aarde helderblauw en als je goed naar de horizon kijkt, dan zie je dat die lichtjes gebogen is. Je begint de bolvorm van de Aarde al te zien!



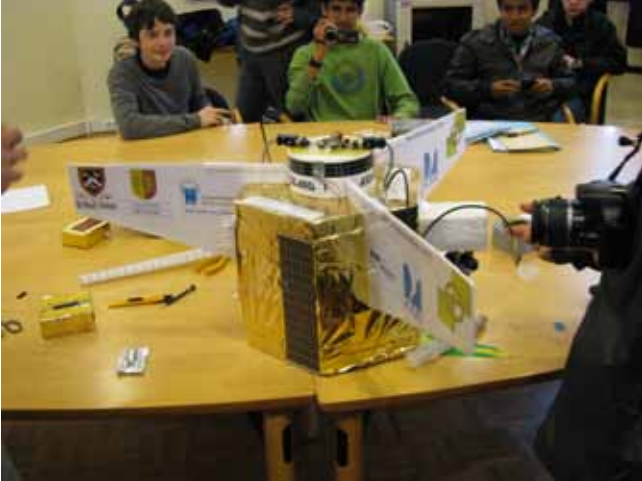
Figuur 61: Een foto genomen met een fototoestel dat aan de weerballon bevestigd was.

Naast de laureaten van de wedstrijd en het St-Pieterscollege van Jette waren ook 2 internationale teams (uit Spanje en Groot-Brittannië) present om instrumenten mee te sturen met de weerballon. De verschillende bijdragen waren de volgende:

- De Sint-Jozefsschool uit Wemmel had een experiment rond wandelende takken. Het doel van hun experiment was om na te gaan in hoeverre de eitjes die blootgesteld zijn aan de omstandigheden van de ruimte nog zouden uitkomen, en of de tijd die was verstreken tussen die blootstelling en het moment waarop het ei was gelegd door de wandelende tak daarbij enige rol speelde.
- De Stedelijke Humaniora van Dilsen had een digitale camera aan boord en onderzocht de universele gaswet door de temperatuur en de luchtdruk te meten tijdens de vlucht.
- Het Colegio Retamar uit Madrid, Spanje, onderzocht tegelijk de luchtdruk, de temperatuur en het volume van een hoeveelheid gas dat was opgesloten in een gasspuit met mobiele afsluiting. De temperatuur en de druk werden elektronisch gemeten; voor het volume werd de volumeschaal van de gasspuit gefilmd tijdens de vlucht.
- Het Saint-Paul's College uit Londen (Verenigd Koninkrijk) had een dosimeter aan boord om te meten in hoeverre de elektronica aan boord zouden worden blootgesteld aan radioactieve straling, en twee dosimeters aan de buitenkant van de gondola om te bepalen hoeveel straling van beneden (en dus van de Aarde) en hoeveel er van boven (en dus van de ruimte) afkomstig was.

• Het Sint-Pieterscollege van Jette coördineerde de lancering. De experimenten van de leerlingen van deze school omvatten het meten van luchtdruk, temperatuur en luchtvochtigheid in de gondola (Figuur 60) en erbuiten. Aan de bui-

tenkant werden ook sensoren aangebracht die de intensiteit van het zonlicht zouden meten gedurende de hele vlucht, en sensoren om de concentraties te bepalen van methaan en koolstofdioxide. Verder was er een experiment om de efficiëntie van zonnecellen te onderzoeken op grote hoogte, en een datalogger voor gps-vluchtgegevens.



Figuur 62: De 'gondola', die alle wetenschappelijke experimenten of instrumenten bevat.

Voor de positiebepaling van de ballon werd een gps-module van TraxGo gebruikt, alsook een radiosonde van het KMI. Dit miniweerstation zendt via radiogolven zijn positie en meteorologische data naar een ontvangstsysteem in Ukkel. De radiosonde stelde ons in staat om in realtime de positie van de ballon te volgen, terwijl de commerciële gps-module van TraxGo zorgde voor de nauwkeurige positiebepaling van de landingsplaats.



Figuur 63: De gondola kort voor de lancering, met op de achtergrond de weerballon.

De meetinstrumenten terugvinden had echter

nog heel wat voeten in de aarde: een Franse radioamateur (inderdaad, de meetinstrumenten waren m.b.v. een parachute zachtjes geland in de buurt van Valenciennes in Frankrijk, een kleine 70 km in vogelvlucht van het KMI te Ukkel) had namelijk het signaal van de radiosonde opgevangen; hij was ernaar op zoek gegaan en had de sonde mee naar huis genomen. Dankzij de gps-module van TraxGo kon een team van leerlingen de gondola echter blijven traceren en het team in de auto leiden naar het huis van de erg sympathieke en geïnteresseerde 'dief'. De overige leerlingen werden op het KMI getraceerd op een dagje in het teken van de ruimtevaart, met onder andere een vragenuurtje met Dirk Frimout en met ruimtevaartworkshops geleid door het European Space Education Resource Office. Zo maakten de leerlingen van het basisonderwijs een maanlandschap, en kregen ze de kans om zelfgeknutselde raketten te lanceren.



Figuur 64: Alle leerlingen en begeleiders die een wetenschappelijk experiment met een weerballon meegestuurd hebben.

Het ligt in de bedoeling van de 3 organisatoren, het European Space Education Resource Office, het Koninklijk Meteorologisch Instituut en het St-Pieterscollege van Jette, om ook de volgende jaren één keer per jaar leerlingen van het basis- en secundair onderwijs uit België de kans te bieden om een experiment mee te sturen met een weerballon. Aldus hopen we deze jongeren warm te maken voor een loopbaan binnen de atmosferische of ruimtewetenschappen!

Meer informatie kan u ook vinden op <http://www.asgard-balloons.webs.com/>

Jommeke doet het weer

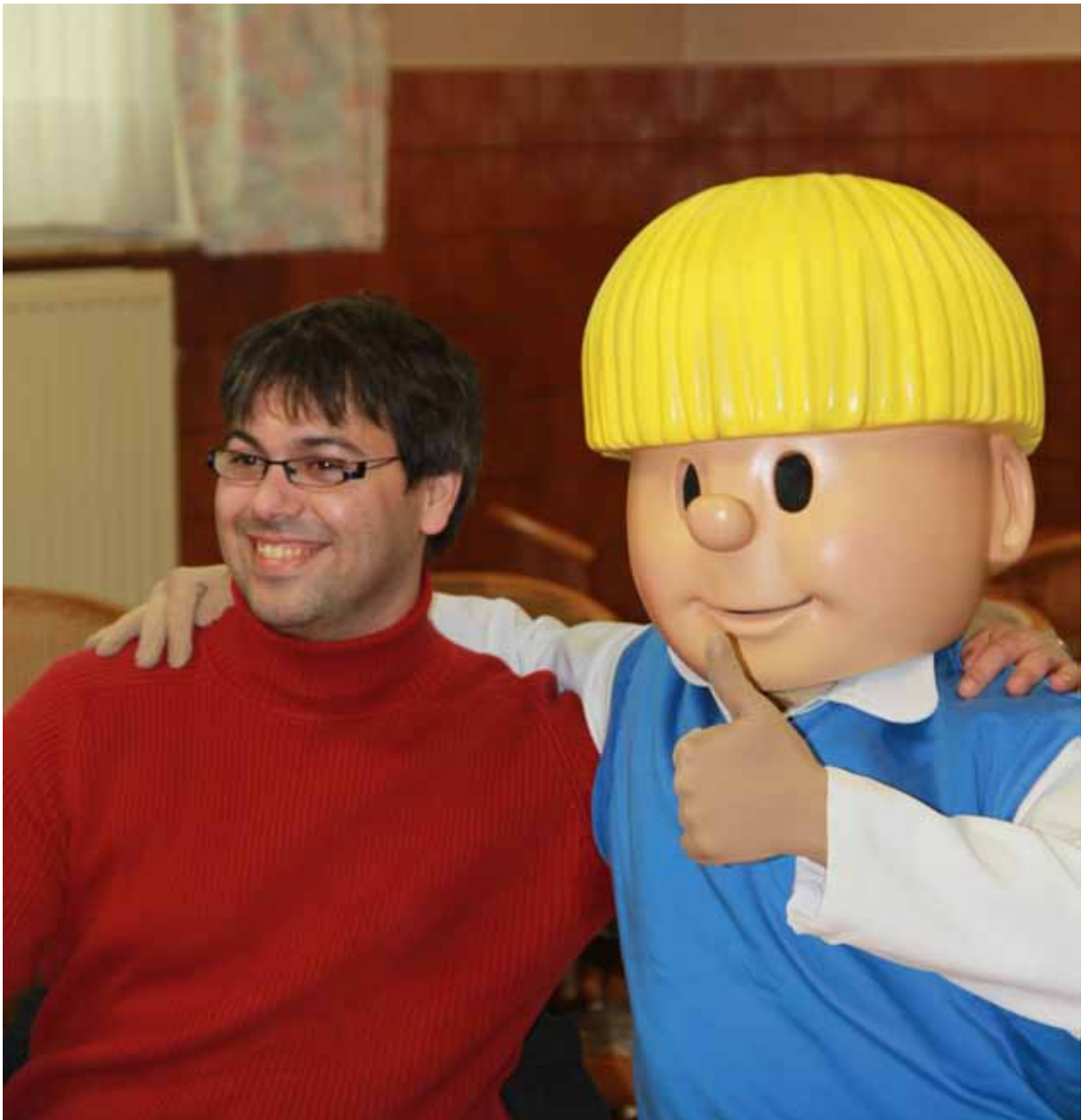
Nadat Ballon Media in 2010 in samenwerking met het BIVV (Belgisch Instituut voor de Verkeersveiligheid) een Jommeke-themaboek uitbracht over het verkeer, stelde de uitgeverij in februari 2011 aan het KMI voor om samen een themaboek over het weer te maken.

Tom Elegeert (Figuur 65), één van onze weervoorspellers, nam deze opdracht met veel plezier op zich. Tijdens enkele brainstormsessies in de kantoren van Ballon Media te Antwerpen kreeg de opbouw van het boekje stilaan vorm.

Op basis van deze structuur schreef Tom de tekst van het themaboek, die door een medewerker van de uitgeverij werd aangepast aan de doelgroep, kinderen van het lager onderwijs.

In juni was de inhoud van het boek volledig klaar en na een laatste vergadering in Antwerpen kreeg "Jommeke doet het weer" ook zijn definitieve titel en vorm. Bij de start van het nieuwe schooljaar in september 2011 werd het boekje gelanceerd.

Als kers op de taart werd aan deze lancering via de Jommekeskrant nog een wedstrijd gekoppeld. Wie een mooie wolkenfoto inzond en daarvoor een originele foto bedacht, won een bezoek aan het KMI met zijn of haar klas, samen met Jommeke himself!



Figuur 65: Jommeke met Tom Elegeert

Nieuws van de directie: dr. Daniel Gellens, algemeen directeur a.i.

“Mijnheer de directeur, beste Daniel, kunt u zich kort voorstellen en uw loopbaan schetsen?”

Ik ben mathematicus van opleiding (in 1982 afgestudeerd aan de ULB). Die studie heb ik aangevuld met een bijzondere opleiding geofysica (in 1984, opnieuw aan de ULB), een complete opleiding aardwetenschappen met bijzondere aandacht voor meteorologie. Die kennis kwam goed van pas op het KMI, waar ik diverse onderzoektaken op het gebied van statistische klimatologie en hydrometeorologische modelvorming heb verricht. Ik heb ook meegewerkt aan verschillende studies naar de impact van klimaatverandering op de hydrologische cyclus van stroomgebieden in België, Zwitserland en Kenia.

In 1994 trad ik toe tot de afdeling informatica van het KMI (het rekencentrum), toen nog een autonoom onderdeel. Daar was ik eerst systeembeheerder. Na enkele jaren werd ik verantwoordelijke van het team en hield ik permanent toezicht op de werking van de infrastructuur en de telecommunicatie, in het bijzonder op de gegevensuitwisseling van de Wereld Meteorologische Organisatie.

In deze periode werd ik ertoe gebracht mijn doctoraatsthesis te schrijven en te verdedigen. Dankzij mijn tijd op de afdeling informatica en daarna als beheerder van de informatica-infrastructuur kwam ik in contact met alle soorten gebruikers van het KMI. Daardoor heb ik een gedetailleerd inzicht verworven in alle disciplines waarin we actief zijn, en heb ik oog voor de behoeften van zowel het personeel als van onderzoekers. In mijn carrière heb ik verschillende functies uitgeoefend, waarbij ik de leiding over diverse teams en steeds grotere projecten kreeg. Sinds 2007 ben ik betrokken bij de besluitvorming van het KMI. Dat heeft me een vollediger strategische visie opgeleverd: Hoe moet een openbare dienst die zich baseert op onderzoek eruitzien? Hoe moeten we onze opdracht ten aanzien van zowel de bevolking als de overheid vervullen?

“Is uw visie op het instituut in de loop van de jaren veranderd? In welke zin is uw visie als algemeen directeur anders dan toen u uw carrière begon?”

Als jonge onderzoeker kreeg ik de kans om de kennis die ik verworven had aan de universiteit te gebruiken in de statistische klimatologie en de modelvorming. In die periode was ik bezig

waarmee elke onderzoeker bezig is die moet publiceren om te overleven en om onderzoek te kunnen blijven verrichten. Ik maakte deel uit van een vrij autonoom team onder leiding van dr. Bultot. Het was een buitenkans om mijn loopbaan bij hem te mogen beginnen. Dr. Bultot was een visionair op wetenschappelijk gebied: hij was bezig met hydrologische modelvorming en bestudeerde de impact van klimaatverandering op een moment dat het onderwerp in de wetenschappelijke literatuur nog nauwelijks aan bod kwam. Een wetenschappelijk instituut kan volgens mij niet zonder een autonome wetenschappelijke visie die desnoods tegen de stroom in durft te gaan. Zonder daarbij het respect voor andermans mening te verliezen.

De volgende stap in mijn loopbaan bracht me naar ICT, waar ik anderen ten dienste stond. Daarbij moest ik aandacht hebben voor ieders behoeften zonder de prioriteiten uit het oog te verliezen. Informatica-infrastructuur wordt gedeeld; daarom kwam het erop aan te vermijden dat de ene zijn wil oplegt zonder rekening te houden met de ander. In die periode ontdekte ik ook de schoonheid van personeelsmanagement: mensen zo veel mogelijk motiveren zodat ze hun mogelijkheden zo goed mogelijk benutten. En die mensen verdedigen als het moet.

Eigenlijk ligt dat ook aan de basis van mijn taak als algemeen directeur.

“Is er een bepaald aspect van het KMI dat u meer zou willen ontwikkelen?”

Onze ontwikkeling wordt bepaald door de opdracht van het KMI ten aanzien van de bevolking en de overheid. De algemeen directeur zit niet in een ivoren toren: hij neemt zijn beslissingen samen met de directieraad. Hij heeft natuurlijk bepaalde richtingen voor ogen, maar hij streeft die na in overleg.

Ik zou willen dat onderzoek een van onze prioriteiten blijft omdat het al onze activiteiten een onmisbare meerwaarde geeft. Verder hecht ik veel belang aan respect, tolerantie en een open geest: elk onderzoeksdomein kan van openbaar nut zijn.



Dr. Daniel Gellens, Algemeen Directeur a.i. van het KMI



Algemeen Directeur a.i.



Directie ondersteunende diensten

Dienst: informatica-
infrastructuur en
telecommunicatie

Dienst: gegevensbe-
heer



Operationele directie:
waarnemingen

Dienst: waarnemings-
stations

Dienst: Teledetectie
vanop de aarde

Dienst: Teledetectie
vanuit de ruimte



Operationele directie:
weersvoorspellingen en
klimatologische
inlichtingen

Dienst: Voorspellin-
gen, waarschuwingen,
meteorologische
en klimatologische
informatie

Dienst: Klimatologi-
sche inlichtingen

Dienst: Informatie- en
businessdiensten

de structuur van het KMI

Algemene directie



Operationele directie:
meteorologisch en
klimatologisch
onderzoek

Dienst: Hydrometeoro-
logische modellering

Dienst: Meteorologie
en dynamische
klimatologie

Dienst: Risicoanalyse
en duurzaamheid



Operationele directie van
het KMI in Dourbes

Dienst: Geomagnetische
waarnemingen

Dienst: Omgevings-
magnetisme

Dienst: Ionosferische
profielen



wetenschappelijke publicaties en conferenties

10

Publicaties in internationale tijdschriften met leescomité

Bidaine, B., Warnant, R. (2011): Ionosphere modeling for Galileo single frequency users: illustration of the combination of the NeQuick model and GNSS data ingestion. *Advances in Space Research*, Vol.47, pp.312-322, doi:10.1016/j.asr.2010.09.001.

Böhme, T., van Lipzig, N., Delobbe, L., Goudenhoofdt, E., Seifert, A., 2011. Evaluation of microphysical assumptions of the COSMO model using radar and rain gauge observations, *Meteorol. Zeitschrift*, 20, 2, 133-144, DOI: 10.1127/0941-2948/2011/0235.

Campioli, M., Vincke, C., Jonard, M., Kint, V., Demarée, G., Ponette, Q., 2011. Current status and predicted impact of climate change on forest production and biogeochemistry in the temperate oceanic European zone – Review and prospective for Belgium as a case study. *Journal of Forest Research*, 60 p.

Carrassi, A., Vannitsem, S., 2011. Treatment of the error due to unresolved scales in sequential data-assimilation. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 21, 3619-3626.

Carrassi, A., Vannitsem, S., 2011. State and parameter estimation with extended Kalman Filter. An alternative formulation of the model error dynamics. *Q. J. Royal Met. Soc.*, 137, 435-451.

Fu Yongshuo H., Campioli, M., Demarée, G., Deckmyn, A., Hamdi, R., Janssens, I.A., Deckmyn, G., 2011. Bayesian calibration of the Unified budburst model in six temperate tree species. *International Journal of Biometeorology*, DOI 10.1007/s00484-011-0408-7.

Demarée, G.R., Rutishauser, T., 2011. From 'Periodical Observations' to 'Anthochronology' and 'Phenology' – the scientific debate between Adolphe Quetelet and Charles Morren on the origin of the word 'Phenology'. *International Journal of Biometeorology*, DOI 10.1007/s00484-011-0442-5.

Fechner, K., de Lil, A., Clavel, V., Hus, J., Teheux, E., Brous, F., Dugois, F., Elleboode, E., Fournand, S., Gaillard, D., Heller, F., Julien, M., Leroy-Langelin, E., Lorin, Y., Marchal, J-Ph., Naton, H-G., Poirier, C., Praud, I., Slachmuylder, J-L., 2011. Cartographie du phosphore dans des bâtiments allongés du néolithique dans le Nord de la France, en Belgique et au Luxembourg. *Revue archéologique de Picardie*, n° spécial 28 - Le Néolithique du Nord de la France dans son contexte européen. p1- 24.

Ghil, M., Yiou, P., Hallegatte, S., Malamud, B. D., Naveau, P., Soloviev, A., Friederichs, P., Keilis-Borok, V., Kondrashov, D., Kossobokov, V., Mestre, O., Nicolis, C., Rust, H. W., Shebalin, P., Vrac, M., Witt, A., Zaliapin, I., 2011. Extreme events: dynamics, statistics and prediction, *Nonlin. Processes Geophys.*, 18, 295-350, doi:10.5194/npg-18-295-2011.

Ghilain, N., Arboleda, A., Sepulcre-Cantò G., Batelaan O., Ardö J., Gellens-Meulenberghs, F., 2011. Improving evapotranspiration in land surface models by using biophysical parameters derived from MSG/SEVIRI satellite. *Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss.*, doi:10.5194/hessd-8-9113-2011, 8, 9113-9171.

Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F., 2011. Evapotranspiration modelling at large scale using near-real time MSG SEVIRI derived data. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*, doi:10.5194/hess-15-771-2011, 15, 771-786.

Grimmond, S., Blackett, M., Best, M., Baik, J.-J., Belcher, S., Beringer, J., Bohnenstengel, S., Calmet, I., Chen, F., Dandou, A., Fortuniak, K., Gouvea, M., Hamdi, R., Hendry, M., Kanda, M., Kawai, T., Kawamoto, Y., Kondo, H., Krayenhoff, E., Lee, S.-H., Loridan, T., Martilli, A., Masson, V., Miao, S., Oleson, K., Ooka, R., Pigeon, G., Porson, A., Ryu, Y.-H., Salamanca, F., Steeneveld, G.-J., Tombrou-Tzella, M., Voogt, J., Young, D., Zhang, N., 2011. Initial Results from Phase 2 of the International Urban Energy Balance Comparison Project. *International Journal of Climatology*. DOI: 10.1002/joc.2227, Volume 31, Issue 2, pages 244–272.

Hamdi, R., Termonia, P., Baguis, P., 2011. Effects of urbanization and climate change on surface runoff of the Brussels Capital Region: a case study using an urban soil-vegetation-atmosphere-transfer model. *International Journal of Climatology*. DOI : 10.1002/joc.2207, Volume 31, Issue 13, pages 1959–1974.

Hamdi, R., Van de Vyver, H., Termonia, P., 2011. Regional climate of summer maximum surface air temperature over Belgium through high-resolution dynamical downscaling. *International Journal of Climatology*, DOI: 10.1002/joc.2409.

Hamdi, R., Van de Vyver, H., 2011. Estimating urban heat island effects on near-surface temperature records of Uccle (Brussels, Belgium): an observational and modeling study. *Advances in science and research*, 6, 27-34, doi:10.5194/asr-6-27-2011.

Hamdi, R. UHI effects on temperature records near Brussels, Belgium: An observational and modeling study. *International Association for Urban Climate Newsletter*, Issue 40, June 2011, pp. 9.

Iversen, T., Deckmyn, A., Santos, C., Sattler, K., Bremnes, J. B., Feddersen, H., Frogner, I.-L., 2011. Evaluation of 'GLAMEPS' - a proposed multimodel EPS for short range forecasting *Tellus A* 63, 513–530. doi: 10.1111/j.1600-0870.2010.00507.

Lejeune, S., Wautelet, G., Warnant, R., 2011. Ionospheric effects on relative positioning within GPS dense network. *GPS Solutions*, Vol.16, No.1, pp.105-116, doi:10.1007/s10291-011-0212-1.

Mangold, A., De Backer, H., De Paepe, B., Dewitte, S., Chiapello, I., Derimian, Y., Kacenenbogen, M., Leon, J.-F., Huneus, N., Schulz, M., Ceburnis, D., O'Dowd, C.D., Flentje, H., Kinne, S., Benedetti, A., Morcrette, J.-J. and Boucher, O., 2011. Aerosol analysis and forecast in the ECMWF Integrated Forecast System: 3. Evaluation by means of case studies, *J. Geophys. Res.*, 116, D03302, doi:10.1029/2010JD014864.

Mahtour, A., M. El Jarroudi, L. Delobbe, L. Hoffmann, H. Maraite, and B. Tychon, 2011. Site-specific Septoria Leaf Blotch Risk Assessment in Winter Wheat using Weather-Radar Rainfall Estimates, *Plant Disease*, DOI: 10.1094/PDIS-07-10-0482.

Nicolis, G., Vannitsem, S., 2011. Foreword of the Special Issue 'The complexity paradigm : Understanding the dynamics of weather and Climate'. *International Journal of Bifurcation and Chaos*, 21, 3387-3388.

Mangold, A., De Backer, H., De Paepe, B., Dewitte, S., Chiapello, I., Derimian, Y., Kacenenbogen, M., Leon, J.-F., Huneus, N., Schulz, M., Ceburnis, D., O'Dowd, C.D., Flentje, H., Kinne, S., Benedetti, A., Morcrette, J.-J., Boucher, O., 2011. Aerosol analysis and forecast in the ECMWF Integrated Forecast System: 3. Evaluation by means of case studies, *J. Geophys. Res.*, 116, D03302, doi:10.1029/2010JD014864 (pdf-file 4.6 Mb).

Rieder, H. E., Jancso, L. M., Di Rocco, S., Staehelin, J., Maeder, J. A., Peter, T., Ribatet, M., Davison, A. C., De Backer, H., Koehler, U., Krzyścin, J., Vaníček, K., 2011. Extreme events in total ozone over the Northern mid-latitudes: an analysis based on long-term data sets from five European ground-based stations, *Tellus B*, 63B, 5, 860–874, doi:10.1111/j.1600-0889.2011.00575.

Scannell C., Hurtmans D., A. Boynard A., Hadji-Lazaro J., George M., Delcloo A., Tuinder O., Coheur P.-F., Clerbaux N., 2011. A review of the ozone hole from 2008 to 2010 as observed by IASI, *Atmos. Meas. Tech. Discuss.*, 4, 4717-4752.

Spasov, S., Hus, J., Heller, F., Evans, M.E., Yue, L.P., von Dobeneck, T., 2011. A detailed record of the Upper Olduvai boundary from Lingtai, central Chinese Loess Plateau: Evidence for transitional geomagnetic field behaviour or delayed remanence acquisition? in: E. Petrovský et al. (eds.), *The Earth's Magnetic Interior*, IAGA Special Sopron Book Series 1, p. 235-245, DOI 10.1007/978-94-007-0323-0.

Spits, J., Warnant, R., 2011. Total Electron Content Monitoring using triple frequency GNSS: results with Giove-A/-B data. *Advances in Space Research*, Vol.47, No.2, pp.296-303, doi:10.1016/j.asr.2010.08.027.

Stankov, S., Stegen, K., Muhtarov, P., Warnant, R., 2011. Local ionospheric electron density profile reconstruction in real time from simultaneous ground-based GNSS and ionosonde measurements. *Advances in Space Research*, Vol.47, No.7, pp.1172-1180, doi:10.1016/j.asr.2010.11.039.

Stankov, S., Stegen, K., Warnant, R. (2011): K-type geomagnetic index nowcast with data quality control. *Annals of Geophysics*, Vol.54, No.3, pp.285-295, doi:10.4401/ag-4655.

Termonia, P., Degrauwe, D., Hamdi, R., 2011. Improving the temporal-resolution problem by localized gridpoint nudging in regional weather and climate models. *Monthly Weather Review*, DOI 10.1175/2010MWR3594.1, Volume 139, Issue 4 (April 2011) pp. 1292-1304.

Trigo, I., Da Camara, C., Viterbo, P., Roujean, J.-L., Olesen, F., Barroso, C., Camacho-de-Coca, F., Carrer, D., Freitas, S., García-Haro, J., Geiger, B., Gellens-Meulenberghs, F., Ghilain, N., Meliá, J., Pessanha, L., Siljamo, N., Arboleda, A., 2011: The Satellite Application Facility on Land Surface Analysis. *Int. J. Rem. Sens.*, 32(10), 2725-2744.

Van de Vyver, A. Delcloo, 2011. Stable estimations for extreme wind speeds. An application to Belgium. *Theor. Appl. Climatol.*, 105, 417-429.

Van de Vyver, H., Delcloo, A., 2011. Stable estimations for extreme wind speeds – An application to Belgium. *Theoretical and Applied Climatology* 105, Issue 3, 417-429.

Van Schaebroeck, B., Vannitsem, S., 2011. Post-processing through linear regression. *Nonlinear Processes in Geophysics*, 18, 147-160.

Vannitsem, S., Hagedorn, R., 2011. Ensemble forecast post-processing over Belgium : Comparison of deterministic-like and ensemble regression methods. *Meteorol. Appl.*, 18, 94-104.

Vannitsem, S., 2011. Bias correction and post-processing under climate change, *Nonlinear Processes in Geophysics*, 18, 911-924.

Van Weverberg, K., van Lipzig, N. P. M., Delobbe, L., 2011. Evaluation of moist processes during intense precipitation in km-scale NWP models using remote sensing and in-situ data: impact of microphysics size distribution assumptions. *Atmos. Res.*, 99, 15-38.

Arboleda, A., Ghilain, N., Gellens-Meulenberghs, F., 2011: EUMETSAT's LSA-SAF evapotranspiration: comparisons of operational product to observations and models at hydrological basins scale. Poster. Proceedings of the 2011 EUMETSAT meteorological satellite data user's conference, Oslo, Norway, 5th-9th September, 7 pp. available at: http://www.eumetsat.int/Home/Main/AboutEUMETSAT/Publications/ConferenceandWorkshopProceedings/2011/groups/cps/documents/document/pdf_conf_p59_s2_02_arboleda_p.pdf.

Demarée, G.R., Ogilvie, A.E.J. & Csonka, Y., 2011. Connections between the Inuit Peoples of Labrador/Nunatsiavut, the Moravian Brethren, and French-Speaking Switzerland. Chapter 17 in "Histories from the North: Environments, Movements, and Narratives", Edited by John P. Ziker and Florian Stammler. Proceedings of the Final BOREAS Conference, Rovaniemi, Finland, October 29-31, 2009, pp. 166-179.

Hamid, K., 2011. Zoektocht naar de oorsprong van significante windschade na onweer, *Meteorologica*, 20, nr 3.

Internationale monografieën

In 2011 waren er geen internationale monografieën.

Delcloo, A., Tuinder, O., Validation of GOME-2 ozone profiles, using balloon sounding data, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, 4-9 September, 2011, Oslo, Norway.

Delcloo, A., Hurtmans, D., Coheur, P-F, Clerbaux, C. Validation of IASI ozone profiles, using balloon sounding data, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, 4-9 September, 2011, Oslo, Norway.

Mangold, A., De Backer, H., Delcloo, A. et al., 2011. Aerosol analysis and forecast in the ECMWF Integrated Forecast System: Evaluation by means of case studies, in: D.G. Steyn and S.T. Castelli (eds.), Air Pollution Modelling and its Application XXI, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security 4, 525-528, doi: 10.1007/978-94-007-1359-8_87, 2011, Proceedings of the 31st NATO/SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, 27.9 – 01.10.2010, Torino, Italy.

Mangold, A., De Backer, H., Hermans, C., Gorodetskaya, I., Maenhaut, W., 2011. Monitoring atmospheric composition at Princess Elisabeth Station, in: F. Dehairs (Chief Ed.), Declerq, H., De Broyer, C., Tison, J.-L., Vanreusel, A., Willemotte, A. (eds.), Proceedings of the Contactforum 'Belgian IPY symposium. The contribution of Belgian Research to the achievements of the International Polar Year 2007-2009', The Royal Academies for science and the arts of Belgium, National Committee of Antarctic Research, 26.05.2010, Brussels, Belgium.

Stankov, S. M., Stegen, K., Muhtarov, P., Marinov, P., Warnant, R., 2011. On the real time reconstruction of the ionospheric electron density profile based on concurrent measurements from collocated digital ionosonde and GNSS receiver. Proc. Ionospheric Effects Symposium (IES), 17-19 May 2011, Alexandria, USA, Paper No. A043. (Note: Winner of the "Best Paper Award" at the IES-2011 Conference)

Warnant, R., Lonchay, M., Spits, J., Bidaine, B., Stankov, S. M., Wautelet, G., 2011. Total Electron Content reconstruction using dual frequency Galileo (E1/E5a) and modernized GPS (L1/L5) measurements. Proc. Ionospheric Effects Symposium (IES), 17-19 May 2011, Alexandria, USA, Paper No. A056.

Stankov, S. M., Wautelet, G., Spits, J., Warnant, R., 2011. On the impact of ionospheric variability and disturbances on GNSS-based positioning applications. Geophysical Research Abstracts, (ISSN 1029-7006), vol.13 (Proc. EGU General Assembly, 03-08 Apr 2011, Vienna, Austria), ABS No. EGU11-12067.

Hamdi, R. Surfex Behavior within the Belgian NWP: ALADIN 7km, ALARO 7km and ALARO 4km. May 2011.

HAMID,K., Bespreking van het onweer op 18/08/2011 en de daaropvolgende "Damage Survey" in Binkom en Kiewit, KMI, september 2011

Hus, J., Ech-Chakrouni, S., 2011. Archeomagnetische dateringen. Dans: Rapport 2162. Een aanvullende archeologische evaluatie en waardering van het plateau van Caestert (Riemst, provincie Limburg).RAAP Archeologisch adviesbureau, 62-74.

Stankov, S., Stegen, K., Warnant, R., 2011. Local Operational Geomagnetic Index K Calculation (K-LOGIC) from digital ground-based magnetic measurements. Technical Report, Solar-Terrestrial Centre of Excellence, Royal Meteorological Institute of Belgium.

Stankov, S., Stegen, K., Warnant, R. , 2011. RMI-Dourbes ionosonde database – Status 2010, Technical Report, Solar-Terrestrial Centre of Excellence, Royal Meteorological Institute of Belgium.

Stankov, S. , 2011. La meilleure digisonde ionosphérique au monde à l'IRM. IRM Actualite, 8 November 2011 (<http://www.meteo.be/meteo/view/fr/6642677>)

Wang, Y., Bellus, M., Smet, G., Weidle, F., 2011, Use of the ECMWF EPS for ALADIN-LAEF, ECMWF Newsletter No. 126: Winter 2010/11.

Abstracts van conferenties en posters

Brenot, H., J. Neméghaire, L. Delobbe, and N. Clerbaux, 2011. Development of deep convection and identification of preliminary signs in water vapour structures by GNSS. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 13, EGU2011-7969.

Camacho, F., García-Haro, H. J., Meliá, J., Arboleda, A., Ghilain, N., Gellens-Meulenberghs, F., 2011. The Land SAF Project: The evapotranspiration and vegetation products. Talk presented at the Second African Monitoring of the Environment for Sustainable Development (AMESD) forum. Balaclava, Mauritius, 20-23 July, 2011. Abstract available at <http://www.forum2.amesd.org>.

Carrassi, A., Vannitsem, S.: 'Treatment of the model error due to unresolved scales in sequential data assimilation'. Workshop 'Representing Model Uncertainty and Error in Weather and Climate Prediction' ECMWF, 20-24 juin 2011.

Delcloo, A., Smet, G., Termonia, P., De Backer, H., Evaluation of an experimental ensemble forecast system with the CTM CHIMERE, using the 50 members of the operational ECMWF EPS forecasts as NWP input. Poster presented at the 3rd International Workshop on Air Quality Forecasting Research (IWAQFR), Bolger Center, Potomac, MD, USA, 29 November - 1 December 2011.

Demarée, G.R., Ogilvie, A.E.J., Rollmann, H., 2011: From London to Labrador, via Stromness: Crossing the Atlantic with the Moravian Missionaries. Saint Magnus Conference, Orkney, April 14-15, 2011, Centre for Nordic Studies, Kirkwall, Scotland, U.K.

Devleeschouwer, X., Riquier, L., Sterckx, S., Babek, O., Petitclerc, E., Spassov, S., The Givetian Frasnian boundary at the GSSP (Puech de la Suque, Montagne Noire, France): a multi-proxies approach. Is there a need to search for another GSSP section?, Annual IGCP-580 project meeting, Prague, Tchèque, du 12 au 19 octobre 2011.

Ech-Chakrouni, S., Hus, J., Spassov, S., Geeraerts, R., Limestone as an archaeomagnetic geomagnetic field recorder, *Geophysical Research Abstracts* Vol. 13, EGU2011-3328, 2011.

Ech-Chakrouni, S., Hus, J., La datation archéomagnétique des structures brûlées fouillées à Bouvignes sur Meuse et Dinant, en relation avec la production de la dinanderie. IRPA 18 mai 2011.
Ech-Chakrouni, S., Verbeek, M., Hus, J., Un four à chaux du 8^{ème} siècle à Dinant, place Patenier. Journée d'Archéologie en Wallonie (JAW 2011), 2-3 décembre 2011.

Gellens-Meulenberghs, F., Ghilain, N., Arboleda, A., 2011: Evapotranspiration assessment constrained by MSG SEVIRI derived data. Poster presented at the 3rd iLEAPS Science Conference, Garmisch-Partenkirchen, Germany, 18th to 23rd September 2011, poster available at http://www.ileaps.org/components/com_chronocontact/uploads/sci_conf_poster/gellens-meulenberghs-et-al-2011-poster-theme-2.pdf, abstract book (http://www.ileaps.org/sci_conf_book/pdf/20110413173503_Gellens-Meulenberghs-F_iLEAPS2011_s2_abstract.pdf), 1 pp.

Hus, J., Ech-Chakrouni, S., Etat actuel de la datation archéomagnétique en Europe. Journée d'Archéologie en Wallonie (JAW 2011), 2-3 décembre 2011.

Humbled, F., Rasson, J., Hus, J., Spassov, S., Gonsette, A., Hendrix, O., Magnetic Valley: a research valorization project, *Geophysical Research Abstracts* Vol. 13, EGU2011-14029, 2011.

Mangold, A., De Backer, H., Delcloo, A., De Paepe, B., Dewitte, S., Chiapello, I., Derimian, Y., Kacenelenbogen, M., Leon, J.-F., Huneus, N., Schulz, M., Ceburnis, D., 2011. O'Dowd, C.D., Flentje, H., Kinne, S., Benedetti, A., Morcrette, J.-J. and Boucher, O., Aerosol analysis and forecast in the ECMWF Integrated Forecast System: Evaluation by means of case studies, in: D.G. Steyn and S.T. Castellani (eds.), *Air Pollution Modelling and its Application XXI*, NATO Science for Peace and Security Series C: Environmental Security 4, 525-528, doi: 10.1007/978-94-007-1359-8_87, 2011, Proceedings of the 31st NATO/SPS International Technical Meeting on Air Pollution Modelling and its Application, 27.9 – 01.10.2010, Torino, Italy.

Mangold, A. , De Backer, H., Hermans, C., Gorodetskaya, I. and Maenhaut, W., 2011. Monitoring atmospheric composition at Princess Elisabeth Station, in: F. Dehairs (Chief Ed.), H. Declerq, C. De Broyer, J.-L. Tison, A. Vanreusel, A. Wilmotte (eds.), Proceedings of the Contactforum, Belgian IPY symposium. The contribution of Belgian Research to the achievements of the International Polar Year 2007-2009', The Royal Academies for science and the arts of Belgium, National Committee of Antarctic Research, 26.05.2010, Brussels, Belgium.

Poelman, D. R. , 2011: 'Present status and preliminary results of the Belgian lightning detection network'. Poster presented at the 6th European Conference on Severe Storms, Palma de Mallorca, Balearic Islands, Spain, 3- 7 October 2011. Spassov, S. , Heller, F., Evans, M.E., Analysis and interpretation of natural remanence directions at the upper Olduvai boundary at Lingtai, Chinese Loess Plateau, abstract N° 1589, XVIII INQUA Congress, Berne, Suisse, du 21 au 27 Juillet, 2011 . Spassov, S. Hus, J., Ech-Chakrouni, S. , A sampling technique for signals of fractal nature: Application to top soil magnetic susceptibility measurements, Geophysical Research Abstracts Vol. 13, EGU2011-13976, 2011.

Spits, J., Warnant, R. , 2011. Enhancement of Total Electron Content Monitoring Using Triple Frequency GNSS Data. 3 rd International Colloquium - Scientific and Fundamental Aspects of the Galileo Programme, Copenhagen, 31 August-2 September 2011, Copenhagen, Denmark.

Stankov, S. , 2011. RMI ionosphere/space weather research and developments. STCE Annual Meeting / Ionosphere Workshop, 26 May 2011, Royal Observatory, Brussels.

Stankov, S. , 2011. Geomagnetic indices and their use and their use in operational space weather services . STCE Seminar, 14 October 2011, Royal Observatory, Brussels.

Conferenties en posters zonder abstracts

Arboleda, A., Ghilain, N., 2011: Evapotranspiration. Participation to EUMETrain event week, session 4 (on-line presentation, see http://www.eumetrain.org/events/lsasaf_week_2011.html), 22nd November 2011.

Caluwaerts, S., Deckmyn, A., Degrauwe, D., Duerinckx, A., Gerard, L., Hamdi, R., Smet, G., Termonia, P., ALADIN-Belgium national poster. Presented at the 33rd EWGLAM and 18th SRNWP Meetings, Tallinn, Estonia, 10 October - 13 October 2011.

Carrassi, A.: Conference at the RMI, 12 October 2011: Advanced data assimilation techniques and model error.

Clerbaux, N., Conference at the RMI, 23 November 2011: Satellite monitoring of the climate : the European Climate Monitoring SAF project.

De Bock, V., Conference at the RMI, 5 October 2011: Aerosol optical depth measurements at 340 nm with a Brewer spectrophotometer and comparison with Cimel sunphotometer observations at Uccle, Belgium.

De Bock, V., De Backer, H., Mangold, A., Improved cloud screening for Aerosol Optical Depth measurements with a Brewer spectrophotometer, European Aerosol Conference, Manchester, United Kingdom, September 4-9, 2011. (pdf-file, 1.1 Mb)

Deckmyn, A., Gustafsson, N. : Report on the Joint SRNWP workshop on DA-EPS, Bologna, 22-24 March, at Joint 21st ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting 2011, 5-8 April 2011, Norrköping, Sweden.

Deckmyn, A., Tsyrlunikov, M.: Review of the joint ensemble prediction and ensemble data assimilation workshop in Bologna, at 33rd EWGLAM and 18th SRNWP meetings, 10th - 13rd October 2011 (Tallinn, Estonia).

Defourny, P., Tychon, B., Gellens-Meulenberghs, F., de Wit, A., Piccard, I., Bakary, D., Amani, L., Sepulcre Canto, G., Delrue, J., Qinghan, D., Massart, M., Curnel, Y., Duveiller, G., Bériaux, E., 2011: GLOBAM outcomes bridging the gap between agriculture monitoring and crop modeling at regional scale. Belspo Belgium Observation Day, Oudenburg , 25th May.

Delcloo, A., Tuinder, O., Validation of GOME-2 ozone profiles, using balloon sounding data, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, Oslo, Norway, 4-9 September 2011. (pdf-file, 0.4 Mb)

Delcloo, A., Van Malderen, R., De Backer, H., Trends in ozone concentrations at the ozonesonde station of Uccle. Second Workshop on Tropospheric Ozone Changes, April 11th - April 14th, 2011, Toulouse - France (pdf-file 145 Kb)

Delcloo, A., Hurtmans, D., Coheur P-F, Clerbaux, N., Validation of IASI ozone profiles, using balloon sounding data, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, Oslo, Norway, 4-9 September 2011. (pdf-file, 0.3 Mb)

Delcloo, A., Smet, G., Termonia, P., De Backer, H., Evaluation of an experimental ensemble forecast system with the CTM CHIMERE, using the 50 members of the operational ECMWF EPS forecasts, International WORKSHOP on Air Quality Forecasting Research, 29 Nov - 1 Dec, 2011, Washington DC - USA. (pdf-file, 0.1 Mb)

Demarée, G.R., 2011. Contribution of the RMIB to PEP725, ECSN, ZAMG, Pan European Phenology DB, Vienna, 5 April 2011.

Demarée, G.R., 2011. Climatic and human dimension's aspects of large volcano eruptions: Lakigigar (1783-1784) and Asama (1783). Pre-COST-project CESIVOLC, Paris, Sorbonne, Institut de Géographie, 5 December 2011.

Gellens-Meulenberghs, F., Roujean, J.-L., Trigo, I., and collaborators, 2011: Land SAF Evaporation and Radiation Budget Products. Invited course in the framework of EUMETSAT Training Course on Satellite Data Application in Hydrology, Kraków, Poland, 14-15th November 2011.

Gellens-Meulenberghs, F., Roujean, J.-L., Trigo, I., and collaborators, 2011: Land SAF Evaporation and Radiation Budget Products. Invited course in the framework of EUMETSAT Training Course on Satellite Data Application in Hydrology, Kraków, Poland, 14-15th November 2011.

Gerard, L.: Contribution to RMI ALADIN group's poster, EWGLAM Meeting, October 2011.

Gerard, L.: Comparison of CAPE and moisture convergence closure results in 3D-model tests, at COST ES0905 WG1+2 meeting, Munich, May 2011.

Gerard, L.: Complementary subgrid updraft approach: theoretical bases, main features, behaviour study in 3D academic model, at COST ES0905 WG3 meeting in Offenbach, 28-29 November 2011.

Ghilain, N., 2011: Evapotranspiration monitoring from remote sensing: a large scale application.

Invited lecture in the framework of the VUB IUPWARE Master/PhD program, Brussels, Belgium, 26th April 2011.

Hamdi, R.: SURFEX behavior within the BELGIAN NWP: ALADIN 7 km, ALARO 7 km, and ALARO 4 km. Joint 21st ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting 2011, 5-8 April 2011, Norrköping, Sweden (Poster)

Hamdi, R.: Downscaling global climate change to the city level : A case study for the Brussels Capitale Region Part I : Challenges. RMI conference, 30th November 2011. (Presentation)

Hamdi, R.: Recent developments in land surface modeling and data assimilation in ALADIN. ECMWF, 5th September 2011. (Presentation)

Hamdi, R.: On the use of SURFEX as a new land surface scheme for ALADIN/ALARO. Toulouse, 6th October 2011. (Presentation)

Iversen T., Deckmyn, A.: GLAMEPS and HarmonEPS: LAM ensemble prediction systems under development, at 33rd EWGLAM and 18th SRNWP meetings, 10th - 13rd October 2011 (Tallinn, Estonia).

Tuinder, O.N.E., Delcloo, A., Kins, L., Ozone Profiles & Aerosol Products from GOME-2: Outlook for CDOP-2, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, Oslo, Norway, 4-9 September 2011.

Hamdi, R., Conference at the RMI, 30 November 2011: Downscaling global climate change to the city level : A case study for the Brussel Capitale Region (Part I : Challenges).

Humbled, F., Conference at the RMI, 14 December 2011: Magnetic Valley: achievements & challenges

Hus, J., Géomagnétisme et Archéologie (Archéomagnétisme). Table ronde SPW-DG04, 2 février 2011.

Journée, M., Conference at the RMI, 18 May 2011: Prévision du temps et renseignements climatologiques

Mangold, A., De Backer, H., Hermans, C., Maenhaut, W., Monitoring and characterising light-absorbing particles at Princess Elisabeth station, East Antarctica, 10th International Conference on Carbonaceous Particles in the Atmosphere, 26-29 June 2011, Vienna, Austria. (pdf file 0.8Mb)

Nikitidou, E., De Bock, V., De Backer, H., Kazantzidis, A., Estimation of aerosol optical properties and their effect on UV irradiance at Uccle, Belgium, 11th EMS Annual Meeting / 10th European Conference on Applications of Meteorology (ECAM), Berlin, Germany, September 12-16, 2011. (pdf-file, 1.1 Mb)

Poelman, D., Conference at the RMI, 9 November 2011: Lightning principles and research at KMI.

Roulin, E., Conference at the RMI, 26 October 2011: Post-processing of medium-range ensemble precipitation forecasts.

Smet, G., Conference at the RMI, 7 December 2011: On the economic value of weather forecast

Smet, G., Economic value of GLAMEPS-LAEF over Belgium. Talk at the 21st ALADIN Workshop & HIRLAM All-Staff Meeting 2011, Norrköping, Sweden, 5 April - 8 April 2011.

Smet, G., Conference at the RMI, 7 December 2011: On the economic value of weather forecasts.

Spasov, S., Magnetic minerals in the environment: What do they reveal? – A transdisciplinary survey through applied Earth science. Invited talk given at Ludwig Maximilian University of Munich, Germany on the 8th of November 2011.

Van den Bergh, J., Improving the cloud geometry in APLMPHYS. 21st ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting 2011, 5-8 April 2011, Norrköping, Sweden.

Van den Bergh, J., Improving the cloud geometry in APLMPHYS. 21st ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting 2011, 5-8 April 2011, Norrköping, Sweden.

Van den Bergh, J., Conference at the RMI, 16 November 2011: Probabilistic forecasting of floods and extreme precipitation.

Van de Vyver, H., Delcloo, A., 2011. Stable estimations for extreme wind speeds. Poster presented at 7th Conference on Extreme Value Analysis, Probabilistic and Statistical Models and their Applications, June 27th-July 1st, 2011, Lyon, France.

Van de Vyver, H., Delcloo, A., 2011. Stable estimations for extreme wind speeds. Poster presented at 7th Conference on Extreme Value Analysis, Probabilistic and Statistical Models and their Applications, June 27th-July 1st, 2011, Lyon, France.

Proefschriften ter verkrijging van een doctoraat

In 2011 waren er geen proefschriften ter verkrijging van een doctoraat.

Advies voor het Rampenfonds

Datum van de gebeurtenis	Soort gebeurtenis	Getroffen provincies
Oktober 2010		
23/24 oktober 2010	Overvloedige neerslag	West - Vlaanderen (1 gemeente)
Januari 2011		
December 2010 (4 adviezen)	Dikte van de sneeuwlaag/sneeuwbelasting	Gans België
6 tot 15 januari 2011	overvloedige neerslag in combinatie met dooi	Gans België
Juni 2011		
06 juni 2011	onweer met overvloedige neerslag	Limburg (1 gemeente)
28 juni 2011	onweer met stormwinden en overvloedige regenval	Vlaams - Brabant (8 gemeenten)
		Waals - Brabant (5 gemeenten)
		Antwerpen (28 gemeenten)
		Oost - Vlaanderen (6 gemeenten)
		Luik (6 gemeenten)
		Limburg (2 gemeenten)
		Namen (3 gemeenten)
Juli 2011		
14 juli 2011	onweer met hagel	Henegouwen (2 gemeenten)
14 juli 2011	onweer met overvloedige neerslag	Waals - Brabant (2 gemeenten)
21 juli 2011	onweer met overvloedige neerslag	Brussel Hoofdstedelijk Gewest (1 gemeente)
Augustus 2011		
18 augustus 2011	onweer met stormwinden en overvloedige regenval	Vlaams - Brabant (41 gemeenten)
		Brussel Hoofdstedelijk Gewest (9 gemeenten)
		Oost - Vlaanderen (4 gemeenten)
		Luik (7 gemeenten)
		Limburg (4 gemeenten)
		Waals - Brabant (11 gemeenten)
		Antwerpen (19 gemeenten)

...

Datum van de gebeurtenis	Soort gebeurtenis	Getroffen provincies
22 en 23 augustus 2011 (2 adviezen)	onweer met stormwinden en overvloedige regenval	Vlaams - Brabant (40 gemeenten)
		Waals - Brabant (12 gemeenten)
		Antwerpen (19 gemeenten)
		Brussel Hoofdstedelijk Gewest (9 gemeenten)
		Oost - Vlaanderen (7 gemeenten)
		Henegouwen (11 gemeenten)
		Luik (4 gemeenten)
		Limburg (1 gemeente)
		Namen (4 gemeenten)



lijst van acroniemen en afkortingen

ALADIN: Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational
ALDIS: Austrian Lightning Detection and Information System
AUTODIF: Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite
BIRA: Belgisch Instituut voor Ruimte Aëronomie
CEPMMT: Centre Européen pour les prévisions Météorologiques à Moyen terme
CERES: Clouds and the Earth's Radiant Energy System
ChRM = aimantation rémanente caractéristique
DGO4 du SPW = Direction de l'Archéologie de la Direction générale du Territoire, du Logement, du Patrimoine et de l'Energie. Service public Wallonie
ECMWF: European Centre for Medium-Range Weather Forecasts
ECOMET: Economic Interest Grouping of the National Meteorological Services of the European Economic Area
EGU = European Geosciences Union
EPS : Ensemble Prediction System
EUMETNET: European Meteorological network
EUMETSAT: EUropean METeorological SATellites
GLAMEPS : Grand Limited Area model Ensemble Prediction System
GERB: Geostationary Earth Radiation Budget
GIEC: Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GPD: Generalized Pareto Distribution
HEPS: Hydrological Ensemble Prediction System
HIRLAM: High Resolution Limited Area Model
IASB: Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
INCA : Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis
INDRA: INtegrateD Rmi Alert system
IPCC: Intergovernmental Panel on Climate change
IRPA = Institut royal du Patrimoine artistique
JAW = Journée d'Archéologie en Wallonie
KNMI : Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut
KSB: Koninklijke Sterrenwacht van België
LAEF: Limited Area Ensemble Forecasting
LSA-SAF : Land Surface Analysis – Satellite Application Facility
LTT: Lighting Task Team
MFG : Meteosat First Generation (satellites)
MSG : Meteosat Second Generation
OMM: Organisation Météorologique Mondiale
ORB: Observatoire Royal de Belgique
SAF: Satellite Application Facilities
SAFIR : Système d'Alerte Foudre par Interferometry Radioélectrique
SEVIRI: Spinning Enhanced Visible Infra-Red Imager
SOVAP: Solar VAriability Picard
STCE: Solar Terrestrial Centre of Excellence
WIDIF: Wireless Diflux
WMO: Wereld Meteorologische Organisatie
ZAMG: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik





