



365 dagen ten dienste van het weer



JAARVERSLAG 2016



KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË

INHOUD

1° 	Voorwoord	02
2° 	Opvallende feiten 2016	05
3° 	KMI : Redder in nood	11
4° 	Het weer in 2016	17
5° 	De nieuwe producten van het KMI	25
6° 	Onderzoek op het KMI	31
7° 	KMI internationaal	47
8° 	Het leven op het KMI	51
9° 	Structuur van het KMI	55
10° 	Wetenschappelijke publicaties en conferenties	59
11° 	Lijst van acroniemen en afkortingen	73

KMI - KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË

Ringlaan 3, B-1180 Ukkel | Tel.: +32 2 373 05 08 | Fax: +32 2 375 12 59

www.meteo.be

Verantwoordelijke uitgever: Dr. D. Gellens | ISSN 2033-8554 | Coördinatie: Carine Beetens en Alex Dewalque

Foto's: KMI - © Solar Impulse - FEDOR Konyukhov - PIXABAY

Druk en layout: Fedopress



BESTE LEZERS,

Het jaar 2016 kan zonder enige twijfel beschouwd worden als een jaar van samenwerking met zowel de overheids- als particuliere sector.

Onze internationaal erkende meteorologische expertise heeft ervoor gezorgd dat er een nieuw record voor een ballonvlucht rond de wereld gehaald werd. Daarnaast werd succesvol meegewerkt aan het grote Solar Impulse 2 avontuur met vliegtuigen die uitsluitend door zonne-energie aangedreven werd.

Onze mobiele applicatie waar u de weervoorspellingen en waarschuwingen voor uw gemeente of een andere plaats in België sinds 2015 kan volgen, werd uitgebreid tot het Groothertogdom Luxemburg, met behoud van dezelfde mogelijkheden voor België: voorspellingen, radarbeelden en waarschuwingen gelokaliseerd per gemeente. Binnen de publieke dienstverlening heeft het KMI ook een officiële Facebookpagina aangemaakt die zowel in het Nederlands als in het Frans beschikbaar is en waar belangrijk nieuws (zoals waarschuwingen) maar ook lichtere berichten (over bijvoorbeeld actuele vraagstukken of specifieke weerverschijnselen) gepost worden. Daarnaast was het KMI eveneens actief op cultureel niveau door onze deelname aan de Cartografie-tentoonstelling die van 22 juli tot 4 september plaats

vond in het Koninklijk Paleis in Brussel. De instituten die deel uitmaken van het Federale Wetenschapsbeleid exposeerden hier enkele van hun schatten binnen het thema 'Cartografie over de loop der tijden'.

2016 werd ook het jaar waarin een nieuw soort samenwerkingscontract ('publiek-publiek') werd opgesteld tussen twee publieke instellingen, zijnde het KMI (via de wetenschappelijke diensten 'Waarnemingen' en 'Klimatologische en meteorologische inlichtingen') en de Algemene Operationele Directie 2 van de openbare dienst van Wallonië (DGO2). Deze overeenkomst zal een nog meer doeltreffende en snellere samenwerking tussen de twee instellingen toelaten om zo de dienstverlening aan de bevolking omtrent hydrologische preventie te verbeteren. Een ander voorbeeld van een 'publiek-publiek'-samenwerkingscontract, is de samenwerking tussen het KMI en het Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie (BIPT). Deze samenwerking heeft als doel het opsporen en vernietigen van de radiosignalen die radarecho's kunnen verstoren en hierdoor de neerslagwaarnemingen in het land via dit kanaal verstoren.

De wetenschappelijke dienst voor geofysica van het KMI in Dourbes heeft ook blijk gegeven van haar kwaliteiten. Zo stonden zij onder meer in voor de demag-



netisatie van een zone van de luchthaven van Luik, waar de vluchtinstrumenten van de vliegtuigen verstoord werden, wat een ernstig veiligheidsprobleem vormde. Het geofysisch centrum staat wereldwijd bekend om zijn unieke knowhow omtrent automatische instrumentatie van magnetische metingen en werd dan ook verschillende keren gecontacteerd voor het installeren van dergelijke meettoestellen (bv. in Frankrijk, Japan, Zuid-Korea, Argentinië, alsook in Antarctica).

Het weer gaf in 2016 heel wat stof tot discussie. Zo begon het jaar met de aanwezigheid van een orkaan in januari en werd het einde van de lente gekenmerkt door een nieuw neerslagrecord. Deze uitzonderlijke neerslagwaarden kan u vergelijken met de gemiddelde waarden die beschikbaar zijn via een nieuw onderdeel van onze klimaatatlas op onze website.

Ook de wetenschappelijke dienst 'Meteorologisch en klimatologisch onderzoek' heeft zijn steentje bijgedragen aan het verstevigen van de banden die het KMI, reeds gedurende lange tijd heeft met diverse consortia en partners op internationaal niveau. Haar klimatologische producten, zowel bestemd voor onderzoekers als besluitvormers, werden geconcretiseerd in diverse projecten (waaronder het project CORDEX.be, de ontwikkeling van het hydrologisch

model SCHEME, het model SURFEX om de impact van de klimaatverandering te bestuderen en de voltooiing van de berekeningen van weervoorspellingen op zeer hoge resolutie met het numeriek model ALARO).

Vele andere onderzoeksprojecten van wetenschappelijk belang worden in dit jaarverslag van 2016, een jaar van onzekerheden maar ook succes voor het KMI, voorgesteld.

Ik wens u een aangename leeservaring.

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

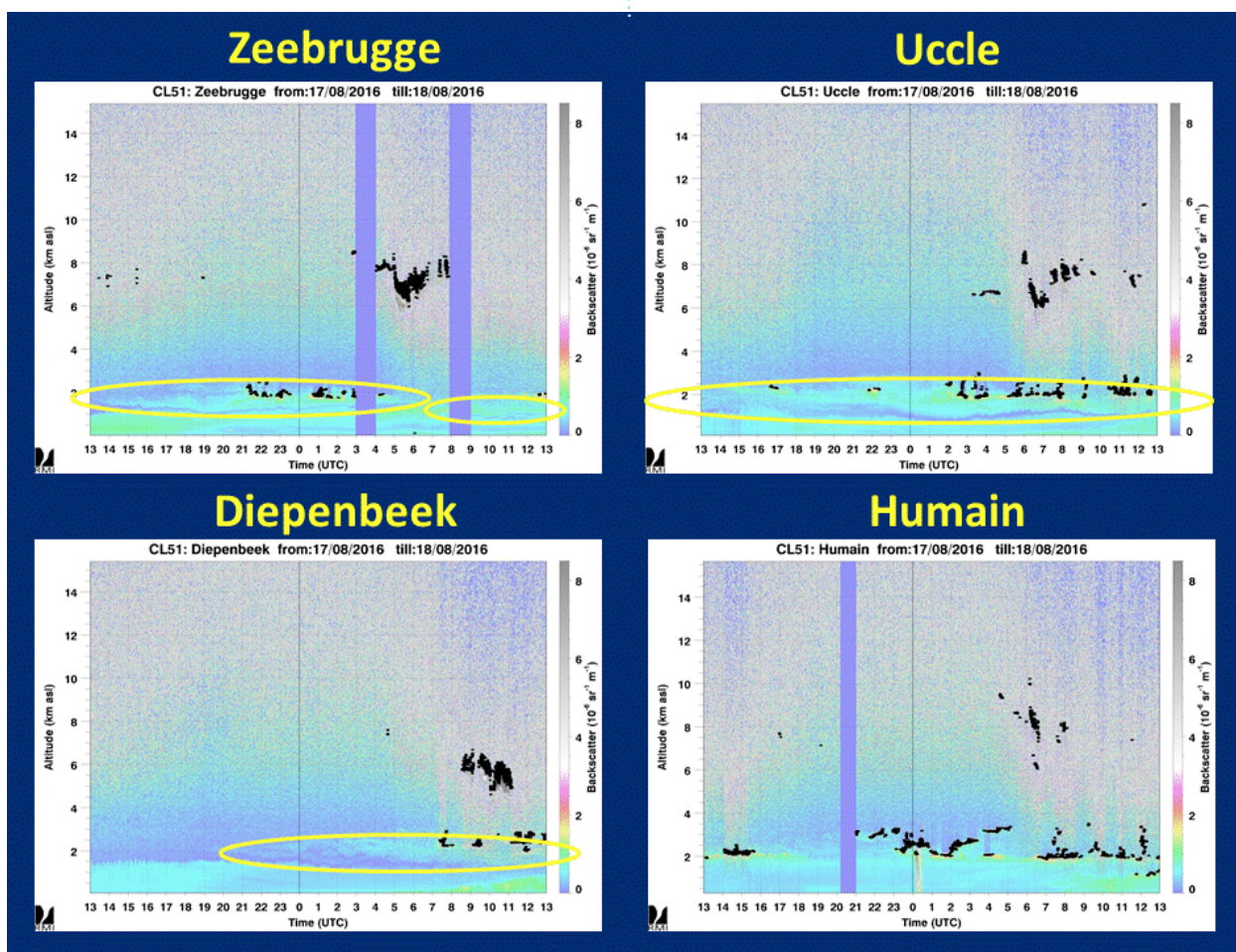


2° Opvallende feiten 2016

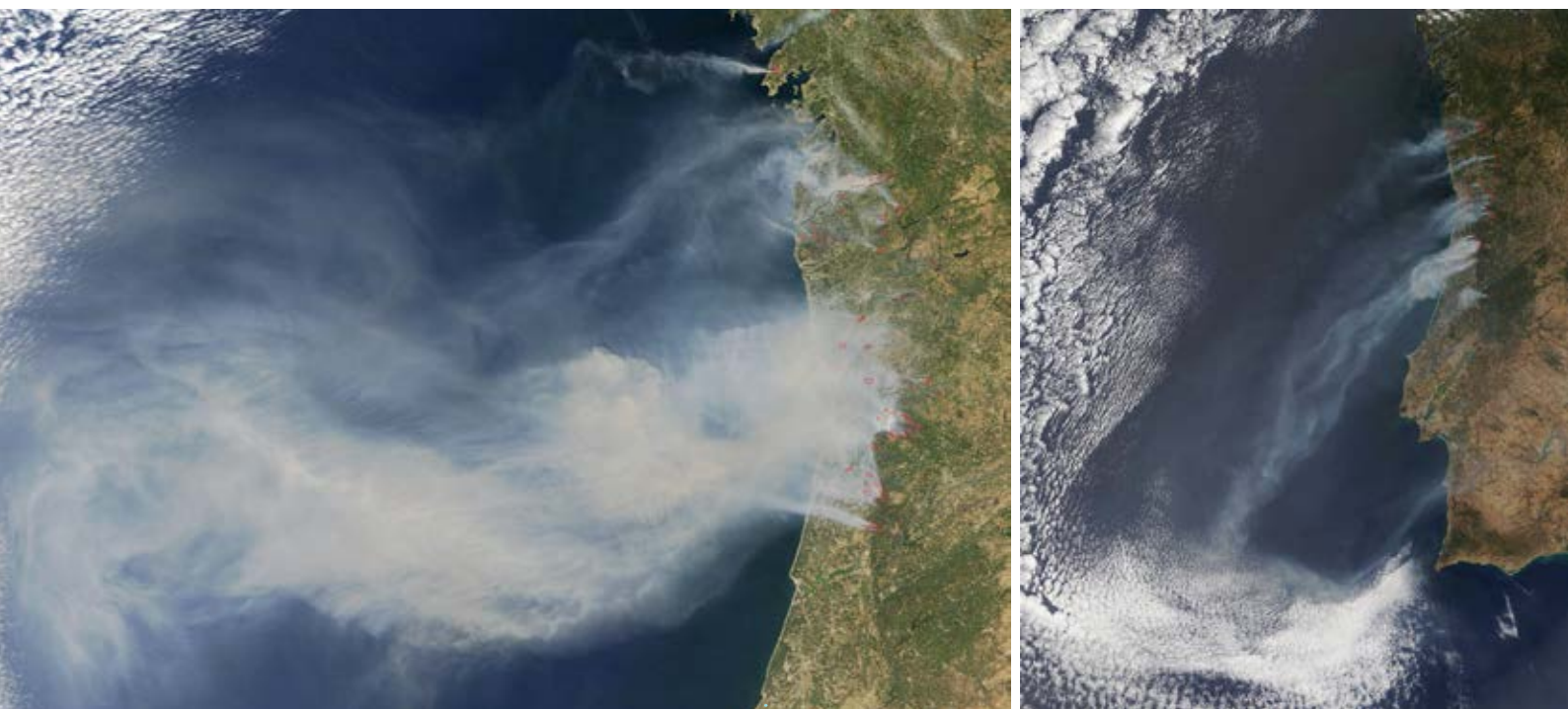
ROOK UIT PORTUGAL BOVEN BELGIË

Op 17 augustus 2016 detecteerde het LIDAR-ceilometerennetwerk van het KMI de aanwezigheid van een rooklaag boven België. Deze laag, die vanaf de grond niet zichtbaar was met het blote oog, situeerde zich op een hoogte van ongeveer 1,5 à 2 km en vormde in de hoogste laag hier en daar ook wolken. Door de grote hoogte waarop deze rookwolk zich bevond, was er geen interactie met de atmosferische laag nabij de grond, waardoor deze rookwolk geen invloed op onze gezondheid had.

De rookpluim was afkomstig uit het zuiden van Europa, meer bepaald uit Portugal waar er rond 10 augustus hevige bosbranden woedden. De brandhaarden waren duidelijk zichtbaar op de satellietbeelden (zie de foto's van de NASA hiernaast). De rookwolk die deze branden met zich meebracht, kon je langzaam zien opklimmen over Frankrijk vooraleer ze op 17 augustus 2016 België bereikte.



Beelden afkomstig van de LIDAR-ceilometers te Zeebrugge, Ukkel, Diepenbeek en Humain van 18 augustus 2016 om 13.30 u. Lokale tijd (11:30 UTC). De zwarte punten geven de aanwezigheid van een wolkenbasis aan. De kleurencodes op deze beelden geven de intensiteit van het door de LIDAR-ceilometer gemeten signaal aan, wat overeen komt met de dichtheid van de deeltjes of de waterdruppeltjes in de atmosfeer. De stoflaag op de beelden is in het geel omcirkeld.

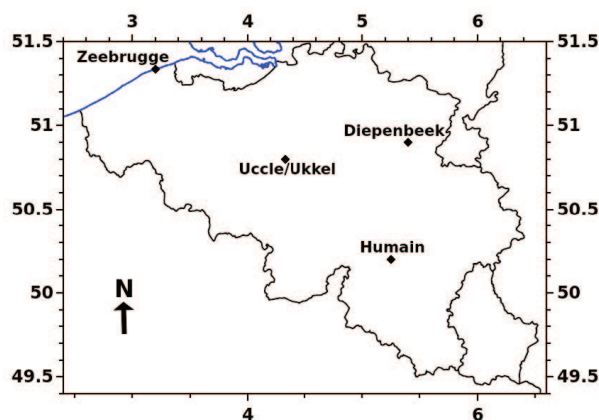


Satellietbeelden NASA.

Waarnemingen van rookwolken afkomstig van bosbranden zijn in België niet zo zeldzaam en werden reeds meermaals waargenomen: o.a. in juni 2013 en in juli 2014 werden er een aantal rookwolken, afkomstig van grote bosbranden in Noord-Amerika, gesignaleerd.

De mogelijkheid rooklagen waar te nemen, die niet zichtbaar zijn voor het blote oog, benadrukt de capaciteit van ons LIDAR-ceilometernetwerk. Het in real time opvolgen van dergelijke stofdeeltjeslagen boven België is immers belangrijk voor de veiligheid van de luchtvaart in Europa, zeker wanneer het asdeeltjes van vulkanische oorsprong betreft. In dit specifieke geval uit Portugal waren de deeltjes waaruit de rooklaag bestond, niet gevaarlijk voor de veiligheid van de luchtvaart.

Omwille van het belang van dergelijke waarnemingen werken wetenschappers aan de coördinatie, de uitwisseling en het in real time centraliseren van de metingen van de verschillende - bestaande en toekomstige - LIDAR-ceilometernetwerken binnen Europa in twee Europese onderzoeksprojecten (E-profile en TOPROF). Ook het KMI werkt met zijn LIDAR-ceilometernetwerk aan beide projecten actief mee.



Het LIDAR-ceilometernetwerk van het KMI.

SAMENWERKINGSAKKOORD KMI-DGO2

Vanwege hun taken en verantwoordelijkheden zijn het KMI en de 'Direction Générale Opérationnelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques' (DGO2) beide verantwoordelijk voor enkele aspecten in verband met de hydrometeorologische waarnemingen, voorspellingen en waarschuwingen. Het is dan ook logisch dat ze hun krachten zouden bundelen. Zo werd in 2016 een samenwerkingsakkoord i.v.m. de hydrologie (in het bijzonder voor voorspellingen van overstromingen) tussen beide instellingen ondertekend.

De taak van DGO2 bestaat hoofdzakelijk uit hydrologische waarnemingen, voorspellingen en de verspreiding van hydrologische waarschuwingen (in verband met de hoeveelheid water in de waterlopen). Aangezien DGO2 verantwoordelijk is voor de aankondigingen en de voorspellingen van overstromingen voor het hele Waalse gewest, biedt deze dus een dienst van algemeen belang voor de burger, voor de hulpdiensten, aan de autoriteiten, enz. Om hun taak efficiënt te kunnen uitoefenen en hun doelstellingen te bereiken, beschikt deze dienst over zijn eigen computerprogramma's en fysiek materiaal. Een voorbeeld hiervan is het Wacondah-netwerk bestaande uit pluviometrische stations, metingen van waterstanden en stroomdebiet, enz. Daarnaast beroept deze dienst zich uiteraard ook op deskundige medewerkers op het hydrologisch vlak. Desondanks zijn al deze middelen onvoldoende, want het spreekt immers vanzelf dat de meteorologie een fundamentele rol speelt binnen het hydrologische verhaal.

Het KMI heeft als voornaamste taak om doorlopend de veiligheid van en informatie aan de bevolking, met inbegrip van de sociaal-economische en wetenschappelijke gemeenschappen, te waarborgen en hulp te bieden aan de politieke autoriteiten, onder andere op hydrometeorologisch en klimatologisch vlak. Daarbij wordt gesteund op het voortdurende beheer van de waarnemingsnetwerken en van wetenschappelijk onderzoek, innovatie en internationale samenwerking. Het KMI beschikt over gespecialiseerd personeel voor voorspellingen van

hydrometeorologische verschijnselen, evenals voor studie, onderzoek en ontwikkeling van meetinstrumenten alsook voor hydrometeorologische operationele instrumenten. Daarnaast is het KMI de enige instelling die bevoegd is om officiële waarschuwingen voor gevaarlijke weerverschijnselen aan de Belgische bevolking uit te geven.

De gedeelde verantwoordelijkheid op vlak van hydro(meteoro)logie was voor het KMI en DGO2 voldoende reden om tot een samenwerkingsovereenkomst (van het type 'openbaar – publiek') te komen. Beide instellingen willen hun krachten bundelen om specifiek hun waarnemingsnetwerk, voorspellingen en hydrometeorologische waarschuwingen nog te verbeteren en verder te ontwikkelen en zodoende meer synergie en efficiëntie in het algemeen belang te bewerkstelligen. Dankzij deze overeenkomst, kunnen het KMI en DGO2 de uitoefening van hun eigen taken en verantwoordelijkheden optimaliseren en tegelijkertijd de kosten drukken. Deze overeenkomst zal het KMI toestaan om op lange termijn te investeren in hooggekwalificeerd personeel, zodat de dienst de technologische evolutie en zijn specifieke eisen op vlak van waarnemingen, voorspellingen en waarschuwingen nauwkeurig kan opvolgen. In de praktijk betekent dit dat 2.5 voltijdse equivalenten bij het KMI ingezet kunnen worden voor het opvolgen van de meteorologische ontwikkelingen in het kader van dit akkoord.

Zowel het KMI als DGO2 garanderen tijdens het samenwerkingsakkoord, de voortzetting van zowel de regionale als federale bevoegdheid. Het samenwerkingsakkoord werd door de Waalse regering op 1 oktober 2015 goedgekeurd en door de federale regering op 26 februari 2016. De uitvoering van de overeenkomst is aan Waalse zijde in handen van de Minister van openbare werken, Maxime Prévot, en voor de federale regering ligt de verantwoordelijkheid bij de staatssecretaris voor Wetenschapsbeleid, Elke Sleurs.

Naast dit nieuw samenwerkingsakkoord met het Waals gewest, heeft het KMI sinds enkele jaren ook een gelijkaardig akkoord 'publiek-publiek' met het Vlaamse gewest en meer bepaald met de Maritieme Dienstverlening en Kust voor voorspellingen voor de kust.



PARELMOERWOLKEN BOVEN EUROPA

In het begin van februari 2016 werden parelmoerwolken of polaire stratosfeerwolken waargenomen boven grote delen van Europa. Dergelijke wolken worden op grote hoogtes (tussen 15 en 25 km) in de atmosfeer (meer specifiek in de stratosfeer) gevormd en dit enkel bij temperaturen lager dan -80°C . De parelmoerwolken bestaan uit ijskristallen en verbindingen van salpeterzuur en water. De ijskristallen in dit type wolken zijn zo klein dat de reflectie van het schemerlicht van de zon fraaie taferelen oplevert, zeker in combinatie met hun golfpatroon door de golfvormige luchtstromingen in de stratosfeer.

Omdat parelmoerwolken enkel gevormd worden bij heel lage temperatuur, komen deze wolken bijna uitsluitend voor boven de poolgebieden tijdens de wintermaanden (wanneer er weinig zonlicht is) op het moment dat de koude lucht boven de poolgebieden geïsoleerd wordt van de rest van het continent door een zogenaamde polaire vortex (circulaire luchtstromingen, zonder interactie met buitenaf). In zeldzame gevallen schuift de polaire vortex boven de Noordpool zuidwaarts en kunnen er boven Europa parelmoerwolken geobserveerd worden. Begin februari deed dit fenomeen zich voor boven Engeland, Nederland, en het zuiden van Duitsland. Boven België werden helaas geen parelmoerwolken waargenomen, maar we konden wel via onze ballonpeilingen recordtemperaturen tot -89°C rond 25 km hoogte registreren.

Parelmoerwolken kunnen een belangrijke rol spelen bij de afbraak van ozon in de atmosfeer. Op de oppervlakte van de ijskristallen in de parelmoerwolken vinden immers speciale chemische reacties plaats, waardoor stabiele moleculen die o.a. chloor bevatten, omgezet worden in reactieve chloorverbindingen die, bij de aanwezigheid van zonlicht, ozon afbreken. Dit verklaart meteen waarom het ozongat boven de zuidpool gevormd wordt in het begin van de lente wanneer de zon opnieuw begint te schijnen. Aangezien er ook parelmoerwolken gevormd worden boven de Noordpool, kan ook daar een ozongat ontstaan. Het laatste mini-ozongat boven de Noordpool deed zich voor in de lente van 2011.

Om een idee van de ozonafbraak te krijgen, is er jaarlijks een campagne om zoveel mogelijk ozonmetingen met weerballonnen binnen de polaire vortex te verrichten. Aangezien het waarnemingsstation in Ukkel zich in het begin van dit jaar verschillende keren binnen de polaire vortex bevond, werden er 's nachts en tijdens het weekend extra ballonpeilingen uitgevoerd om de ozonconcentratie te meten in een luchtlaag die enkele dagen eerder was opgemeten met een ballonpeiling in Groenland of Noorwegen.

Ondanks het recordvolume dat de polaire vortex boven de Noordpool (en dus delen van Europa) dit jaar heeft bereikt, bleef de polaire vortex niet lang genoeg bestaan (tot einde maart of zelfs april) om opnieuw een ozongat boven de Noordpool te vormen.

De vele metingen van de ozonconcentraties van eenzelfde luchtlaag boven verschillende stations binnen de polaire vortex, hebben een schat aan informatie over de afbraakprocessen van ozon opgeleverd. De zeer sterke polaire vortex van dit jaar was dan ook een belangrijk onderwerp op het vierjaarlijkse ozonsymposium dat in september in Edinburgh werd gehouden.



Een voorbeeld van een parelmoerwolk.





SOLAR IMPULSE 2 DE WERELD ROND: MISSIE VOLBRACHT!



Met de Solar Impulse 2 (SI2)– het zonnevliegtuig dat in staat is om dag en nacht op zonne-energie te vliegen – trachtten de Zwitserse pioniers Bertrand Piccard en André Borschberg een ambitieuze vlucht rond de wereld te realiseren en zo aan te tonen dat je met moderne ‘schone’ technologieën het schijnbaar onmogelijke toch kan bereiken.

Nadat het vliegtuig in juni 2015 met pech in Hawaï strandde en er noodgedwongen door de winterse weersomstandigheden moest overwinteren, kon in de lente 2016 de wereldreis hervat worden. Ook de KMI-meteorologen Wim De Troyer en Luc Trullemans waren weer paraat. Vanuit het controlecentrum, dat zich in Monaco bevindt, volgden zij de weersontwikkelingen op de voet om zo het meest geschikte meteorologische moment te vinden waarop de Solar Impulse in Hawaï kon opstijgen. Ook de KMI-meteoroloog David Dehenauw werkte vanuit Ukkel mee aan het project en stuurde berekeningen door naar het vluchtcentrum in Monaco waarmee de vluchten konden gesimuleerd worden.

Onze meteorologen vonden een ideale weeropening voor de vlucht vanuit Hawaï in de derde week van april. De Solar Impulse kon op 21 april, zonder gebruik van een druppel brandstof, aan zijn 62 uren durende oversteek van de Stille Oceaan naar Moffett Airfield (Mountain View, California, USA) beginnen. Dit was een tussenstop op weg naar Dayton International Airport (Ohio, USA) om daarna door te vliegen naar Lehigh Valley International Airport (Pennsylvania, USA). Het was erg belangrijk dat het toestel Dayton (Ohio) tijdig achter zich zou laten, want er werd verwacht dat de SI2 tijdens het eerste deel van zijn vlucht gevolgd zou worden door een wolkenveld. De bedoeling was om uiteindelijk de internationale luchthaven John F. Kennedy (New York, USA) te bereiken om daarna de Atlantische Oceaan over te steken. Op 11 juni om 7:59h landde de SI2 veilig en wel in New York.

Ondanks een geschikt weervenster op zondag 19 juni gaven de twee meteorologen van het KMI, Wim De Troyer en Luc Trullemans, er de voorkeur aan om het vertrek vanuit New York nog een dag uit te stellen, om er zich zo van te vergewissen dat het goede weer een 5-tal dagen stand zou houden voor de lange overtocht over de oceaan. Op maandag 20 juni zette SI2 zijn vlucht in noordoostelijke richting in via een corridor van enkele honderden kilometers tussen twee wolkenstroken. Na de eerste nacht zette de SI2



Wim De Troyer



koers naar het zuidoosten. Dankzij het goede weer en de gunstige wind kon het team het vluchtraject herrekenen zodat het vliegtuig een dag eerder in Sevilla (Spanje) kon aankomen. De SI2 landde in Sevilla op donderdag 23 juni 2016 om 7:38h na een vlucht van 6.765 km in 71 uur en 8 minuten.

Na een paar dagen rust, steeg de SI2 op 11 juli opnieuw op voor een vlucht met bestemming Caïro om tot slot het avontuur af te ronden met de ultieme vlucht naar Abu Dhabi.

Met deze vlucht rond de wereld, die in totaal 23 dagen duurde en waarbij 43.041 km werd afgelegd over 17 etappes over Azië, Amerika, de Stille Oceaan, de Middellandse zee en het Midden Oosten, heeft de SI2 bewezen dat schone technologie het ogenschijnlijk onmogelijke kan verwezenlijken. In totaal werden er 19 wereldrecords verbroken (waarvan een deel nog moet worden goedgekeurd door de Fédération Aéronautique Internationale (FAI)).



MET EEN ROZIERBALLON ROND DE WERELD IN 11 DAGEN...



De 64-jarige Rus, Fedor Konyukhov, ging de uitdaging aan om met een heteluchtballon in minder dan 13 dagen rond de wereld te vliegen. Hij wou hiermee het record van wijlen Steve Fossett van 2002 verbreken.

De tocht met een Rozierballon begon op 12 juli 2016 in Northam, ten noordoosten van Perth in Australië, op exact dezelfde plaats waar Steve Fossett aan zijn soloavontuur begon.

De risicovolle vlucht van 34.000 km ging over Australië, Nieuw-Zeeland, de Stille Oceaan, Chili en Argentinië, de Atlantische Oceaan, Zuid-Afrika en de Indische Oceaan, om weer terug in Australië aan te komen.

Bij een dergelijk avontuur speelt het weer natuurlijk een bijzonder belangrijke rol en is de meteorologische begeleiding door experts een must. Hiervoor kwam de entourage van Konyukhov aankloppen bij David Dehenauw, medewerker van het KMI. David

heeft heel wat ervaring en beschikt over de nodige expertise voor deze ballonvaart in het bijzonder. Hij begeleidde reeds meermaals dergelijke vluchten en loodste in 2002 ook Steve Fossett op zijn avontuur rond de wereld langs het woelige weer.

Vanaf 16 juni verzorgde David tweemaal per dag weerberichten om een geschikte lanceerdatum voor de ballon te vinden. Om op te stijgen waren er immers windstille omstandigheden nodig. Daarnaast voorzag hij de nodige trajectberekeningen om de slaagkans te verhogen. Op 12 juli kon de tocht in goede omstandigheden aanvangen en David Dehenauw bleef gedurende de hele vlucht het lokale weer op de voet volgen. Hij bezorgde de ballonpiloot meerdere keren per dag gedetailleerde weerberichten en samen met de balloningenieuren werd telkens de strategie van de vlucht opgesteld.

Na enkele dagen moest de ballon in de straalstroom boven de Stille Oceaan een eerste koufront met buien oversteken, maar door te klimmen tot een hoogte



van 8500m kon de meeste neerslag ontweken worden. Er werd koers gezet naar Chili (Zuid-Amerika) onder goede weeromstandigheden. Middenin de Atlantische Oceaan diende zich een oclusiefrent met buien aan dat Konyukhov door behendig te manoeuvreren kon ontwijken.

De tocht ging vervolgens richting Zuid-Afrika waar berekeningen, tot grote angst van het team en de piloot, wezen op een koers naar de zuidpoolcirkel vooraleer naar Australië terug te kunnen keren. Echter, onze meteoroloog David had er alle vertrouwen in dat de piloot tijdig terug noordwaarts zou kunnen vliegen. Eerst viel er nog wel een stormdepressie te

ontwijken en buien waren niet altijd te vermijden. Hoewel een ballon op een wereldvlucht nog nooit zo dicht tegen de Zuidpool gevlogen heeft, begon deze, zoals voorspeld, toch af te buigen naar het noorden om bij de terugkeer in Australië over Northam, de startplaats, te vliegen.

Konyukhov landde op 23 juli om 10.30h in West-Australië na exact 11 dagen 8u en 32 minuten en vestigde zodoende een nieuw wereldrecord.

➤ ROZIERBALLON

Deze is een ballon met twee afzonderlijke kamers waarvan één gevuld wordt met hete lucht en de andere met niet verwarmd helium. De ballon is uitgerust met een mechanisme dat het drijfvermogen en dus het brandstofverbruik regelt zodat lange vluchttijden mogelijk worden.





DEMAGNETISATIE VAN DE LUCHTHAVEN VAN LUIK



Demagnetisatie-apparaat voor de zone 'Dalle Sud' van de Luikse luchthaven.

Het KMI heeft de Luikse luchthaven geholpen om een bepaalde zone van de luchthaven te demagnetiseren. In de zone 'Dalle Sud' deden zich ernstige problemen voor bij de avionica (d.i. het geheel van elektrische-, navigatie- en vluchtgeleidingssystemen) van de business vliegtuigen. Talrijke magnetische velden die in het betonijzer (wapening) van de grondbedekking huizen, veroorzaakten een reset van de geleidingssystemen en leidden tot ernstige vertragingen in het luchtverkeer.

Er werd een originele oplossing gevonden door de ontwikkeling van een demagnetisatie-apparaat dat in staat is om een oppervlakte van verschillende hectare tot een diepte van 1 meter te behandelen. Het apparaat werd grondig uitgetest op een oppervlakte van één hectare op de luchthaven van Luik en zal gepatenteerd worden.



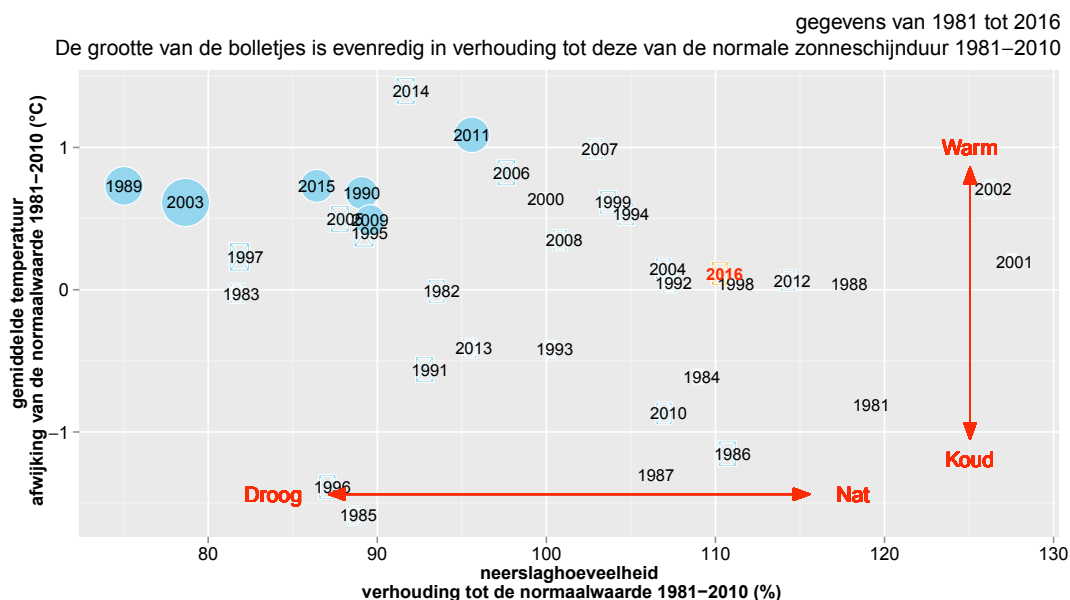


KLIMATOLOGISCH OVERZICHT VAN 2016

Klimatologisch gezien was 2016 een relatief normaal jaar dat zich veeleer als nat en warm kenmerkte (zie afbeelding 1). Door de iets hogere gemiddelde temperatuur erkende de Wereld Meteorologische Organisatie (WMO) 2016 op planeetaire schaal als het warmste jaar ooit sinds 1860.

Echter, in de parametertabel met de gemiddelde normale waarden voor Ukkel (zie tabel 1) valt het op dat de windsnelheid afweek met een zeer abnormale lage waarde van 3,4 m/s tegenover de normale waarde van 3,7 m/s. Bijna elke maand lag de gemiddelde windsnelheid onder zijn normale waarde. In december was deze waarde uitzonderlijk laag, in juni en oktober zeer abnormaal laag en in september abnormaal laag. Op 6 verschillende dagen tijdens het jaar registreerden we in minstens 1 meetpunt van het anemometrische netwerk in ons land een maximale windstoot van minstens 100 km/u (28 m/s).

Neerslag, temperatuur en zonneshijnduur te Ukkel, jaarlijkse waarden



Afb. 1: Positie van het jaar 2016 voor de gemiddelde temperatuur, de neerslaghoeveelheid en de zonneshijnduur (vanaf 1981).

Parameter	2016	Normalen	Statistische karakteristieken
Gemiddelde temperatuur (°C)	10,7	10,5	n
Gemiddelde maximumtemperatuur (°C)	14,3	14,2	n
Gemiddelde minimumtemperatuur (°C)	7,1	6,9	n
Aantal vorstdagen (min < 0°C)	43	44	n
Aantal winterse dagen (max < 0°C)	2	7,5	n
Aantal lentedagen (max >= 20°C)	97	88,5	n
Aantal zomerse dagen (max >= 25°C)	25	27,9	n
Aantal tropische dagen (max >= 30°C)	6	3,9	n
Neerslagtotaal (mm)	942,3	852,4	n
Aantal dagen met neerslag (>= 0,1 mm)	190	198,7	n
Aantal dagen dat de neerslag geheel of gedeeltelijk uit sneeuw bestond	17	19,2	n
Aantal onweersdagen in het land	95	95	n
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	3,4	3,7	za-
Zonneschijnduur (uu:mm)	1571:48	1544:35	n
Globale zonnestraling (kWh/m ²)	1045,2	996,8	n
Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%)	77	78	n
Gemiddelde luchtdruk (herleid tot zeeniveau) (hPa)	1016,2	1016,0	n

Tabel 1: Jaarlijkse waarden voor enkele parameters in Ukkel voor 2016. De normale waarden zijn de gemiddelden over de periode 1981-2010. Zie tabel 2. Voor de statistische karakteristieken.

Afkorting	Graad van abnormaliteit	Fenomeen bereikt of overtroffen gemiddeld één keer om de
n	normaal	-
a	abnormaal	6 jaar
za	zeer abnormaal	10 jaar
u	uitzonderlijk	30 jaar

Tabel 2: Definitie van de abnormaliteitsgraad van een klimatologische parameter, uitgedrukt in terugkeerperioden.

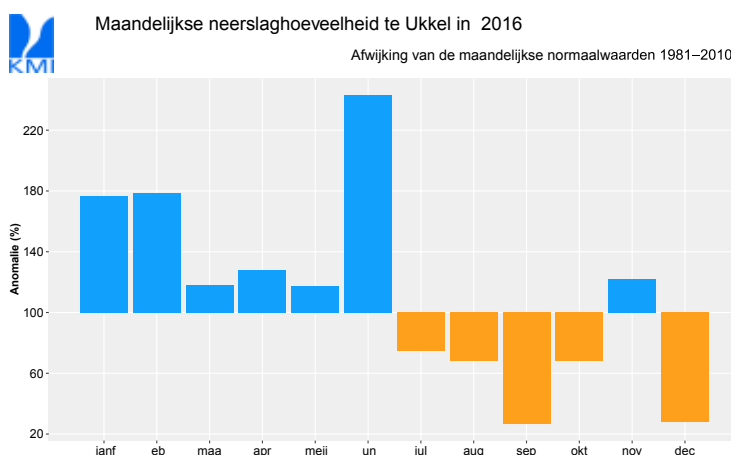


Hoewel de neerslaghoeveelheid in Ukkel over het hele jaar met een totaal van 942,3 mm iets hoger lag dan de normale waarde (852,4 mm), en het aantal dagen waarop er neerslag viel, als normaal beschouwd worden -190 dagen, tegenover 198,7 dagen normaal – was er toch een opvallende spreiding van de neerslag over het jaar.

Voor de eerste helft van 2016 was zeer nat waarbij in elke maand meer dan de normale hoeveelheid neerslag viel (afbeelding 2). In juni werd er zelfs een nieuw record genoteerd. Over de natte eerste helft van het jaar werd bovendien de hoogste neerslaghoeveelheid ooit in Brussel-Ukkel geregistreerd (over de periode 1833-2016). In totaal viel er over deze 6 maanden maar liefst 648,2 mm neerslag (normaal: 398,8 mm), meer dan 100 mm meer dan het vorige record dat al dateerde van 1937 (544,4 mm).

Het contrast met de tweede helft van het jaar was aanzienlijk: tijdens de laatste 6 maanden van het jaar viel er slechts 294,1 mm (normaal: 453,6 mm). Deze lage hoeveelheid was vooral te danken aan de zeer abnormaal droge maand september en de uitzonderlijk droge decembermaand die de kleinste hoeveel-

heid neerslag sinds 1981 kende. Daarmee eindigde deze tweede helft van het jaar qua droogte op een 3de plaats (periode 1981-2016).



Afb. 2: Afwijking van de maandelijkse neerslaghoeveelheid van 2016 tegenover de respectievelijke normale waarden voor de periode 1981-2010.

ENKELE OPVALLENDE FEITEN

- Late hittegolf op het einde van augustus: van de 23e tot en met de 27e bedroeg de maximumtemperatuur in Ukkel minimum 25°C en 3 dagen hiervan ook minstens 30°C. De 25e was de warmste dag met een maximum van 32,5°C.
- De grootste dagelijkse neerslaghoeveelheid in ons land viel op de eerste dag van de klimatologische zomer. Op 1 juni registreerden we in Lommel een hoeveelheid van maar liefst 108,6 mm.
- Net als in 1997, werden er dit jaar in Ukkel in april geen lentedagen gemeten [max.>=20°C] (norm.: 3,7 d.).

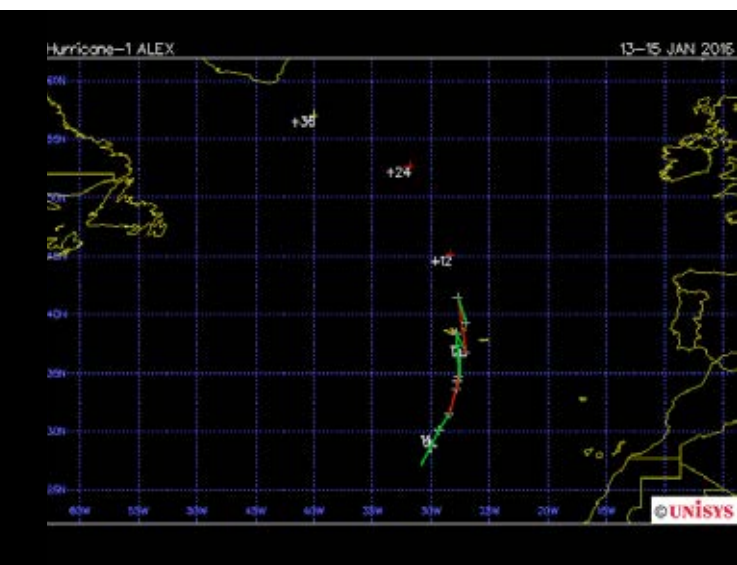
- Ukkel kende 2 maanden met een opmerkelijke neerslaghoeveelheid: eerst en vooral juni als natste maand ooit (174,6 mm, normaal: 71,8 mm) en daarnaast was december een zeer droge maand (22,7 mm, normaal: 81,0 mm).
- September leek dit jaar wel een vierde zomermaand met temperaturen (gemiddelde, maximum en minimum) die groter of gelijk waren aan deze van juni en in de buurt lagen van deze van juli en augustus. Tijdens de 2e decade viel op 13 september zelfs een laattijdige tropische dag [max>=30°C] met 31,2°C, wat dateerde van 1919. Ook de minimumtemperaturen lagen tijdens deze decade zeer hoog met temperaturen niet kouder dan 18,3°C op de 14de. We moeten voor deze decade teruggaan tot 1947 om een nog hogere minimumtemperatuur tegen te komen (18,8°C op de 16e).

EEN ORKAAN IN JANUARI ...

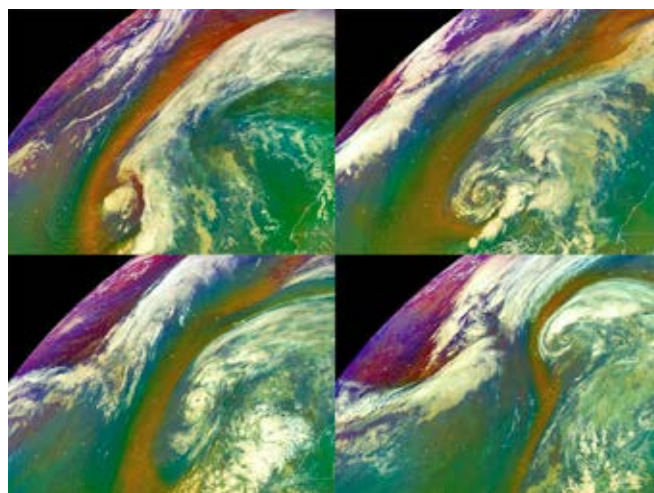
Tussen 13 en 15 januari 2016 ontwikkelde de orkaan Alex zich boven de Noord-Atlantische oceaan. Zo vroeg op het jaar is dit een uiterst zeldzame gebeurtenis en het is trouwens van januari 1938 geleden dat dit nog werd waargenomen!

Naast het ongebruikelijke tijdstip, waren ook de nodige voorwaarden voor het ontstaan van een orkaan boven de Atlantische Oceaan niet vervuld en dit veraste de meteorologen van het National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) volkomen. Een belangrijke voorwaarde voor het ontstaan van een orkaan is dat de temperatuur van het oppervlaktewater van de oceaan meer dan 26°C moet bedragen. De temperatuur van het zeewater bedroeg in januari (bij het ontstaan van de orkaan Alex) slechts 20°C.

De ongebruikelijke omstandigheden bij het ontstaan van Alex zijn volgens de Amerikaanse meteorologen te wijten aan het feit dat de lage temperatuur in de hogere atmosfeer heeft bijgedragen aan de tropische transitie en de krachttoename van Alex. Het temperatuurverschil tussen het relatief koude water en de «superkoude» lucht van -60°C heeft blijkbaar voldoende energie gegenereerd om een fenomeen zoals een orkaan te kunnen doen ontstaan.



De evolutie van de orkaan Alex: van tropische storm in het groen tot een orkaan met kracht 1 in het rood.



Composietbeeld van de Meteosat-10 satelliet: luchtmassa van 12/01 (boven/links), 13/01 (boven/rechts), 14/01 (beneden/links) en 15/01 (beneden/rechts). Bron: EUMETSAT.

De Amerikaanse meteorologen zien bovendien een verband met El Niño, die in 2016 bijzonder sterk was. Onder invloed van een El Niño gebeurtenis gaat de atmosferische structuur helemaal verschuiven: een lagedrukgebied wordt dan vervangen door een hogedrukgebied en vice versa.

Waar Alex zich ontwikkelde in de Noord-Atlantische Oceaan, ligt gewoonlijk het Azorenhoog. Maar door de afwezigheid van dit gebruikelijke hogedrukgebied, heeft er zich op deze plaats een lagedrukgebied kunnen vormen dat zich onder de hoger vermelde omstandigheden kon ontwikkelen tot een orkaan. Deze situatie waarbij het Azorenhoog ingeruild werd voor een zone van lage druk deed zich ook voor in 1938.

We zijn dus ongetwijfeld getuige geweest van een zeer bijzondere weersituatie, die ontstond buiten de normen voor de vorming van een orkaan. Dit toont aan dat de natuur heel wat bijzonders in petto heeft ...



REGEN, REGEN EN NOG EENS REGEN...

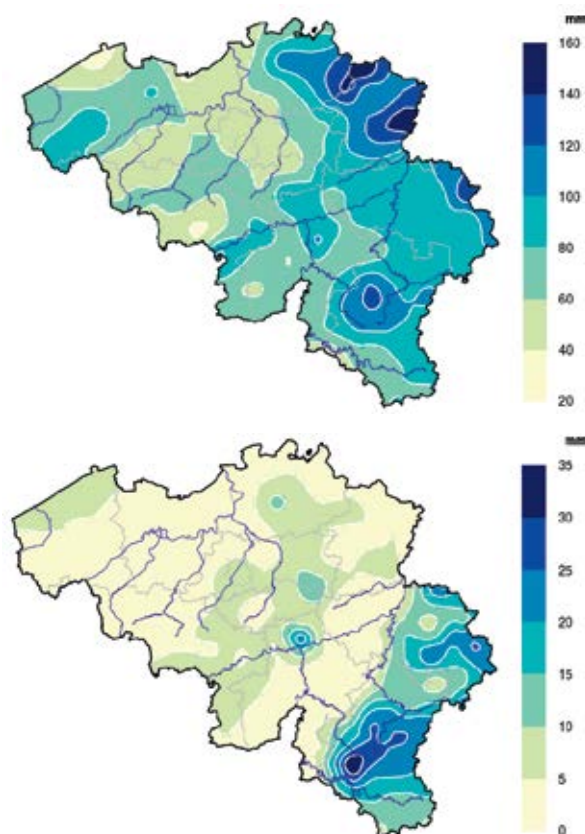
Vanaf januari 2016 viel er tijdens de eerste helft van het jaar in het referentiepunt Ukkel elke maand meer dan de normale hoeveelheid neerslag met eind mei en begin juni wateroverlast in verscheidene regio's als gevolg.

Nadat de provincies Henegouwen, West- en Oost-Vlaanderen op maandag 30 mei en dinsdag 31 mei en Antwerpen en Limburg op donderdag 2 juni de volle laag kregen, was ook de provincie Luxemburg aan de beurt.

Zo werd o.a. in Nassogne het gemeentelijk rampenplan van kracht nadat de straten na hevige regenval plots blank kwamen te staan. Het waarnemingsnetwerk had de vorige nacht in die regio tussen 25 en 35 l/m² regen gemeten. Deze hoeveelheden zijn in principe niet voldoende om dergelijke overstromingen te veroorzaken. Maar de pluviometers vertelden ook dat er in diezelfde regio sinds 27 mei al tussen 80 en 120 l/m² gevallen was. De bodem en de rivieren waren dus verzadigd en dan volstaat één hevige bui om wateroverlast te veroorzaken.

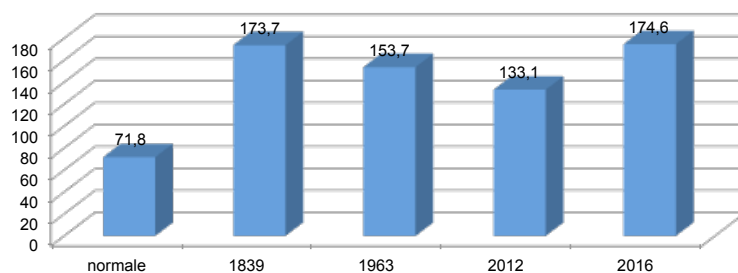
De waterellende stopte hiermee niet want ook voor de daaropvolgende dagen toonden de Europese weerkaarten weinig of geen verandering. Tijdens de hele periode werd vochtige en onstabiele lucht aangevoerd via Duitsland en Nederland met ontwikkeling van soms hevige onweersbuien.

De onophoudelijke neerslag met wateroverlast als gevolg, leverde een nieuw neerslagrecord voor juni 2016. In Ukkel viel er immers met 174,6 mm een uitzonderlijk grote hoeveelheid neerslag (norm.: 71,8 mm) waarbij de grootste hoeveelheid ooit op 1 dag, met name 36,7mm, op 7 juni gemeten werd. Tevens ligt deze maandelijkse hoeveelheid voor juni ruim boven het vorige record voor de periode 1981-2016. In 2012 registreerden we hier immers 'maar' 133,1 mm neerslag. Maar ook het absolute record (periode 1833-2016) werd verbroken: in 1839 viel er in Brussel-Ukkel 173,7 mm en in 1963, 153,7 mm.



Boven: de totale neerslag gemeten van 27 mei 8 uur tot 3 juni 8 uur.
Onder: de neerslag gemeten van 2 juni 2016 8 uur tot 3 juni 2016 8 uur.

neerslaghoeveelheid in mm



HEVIG ONWEER OP 23 JUNI 2016



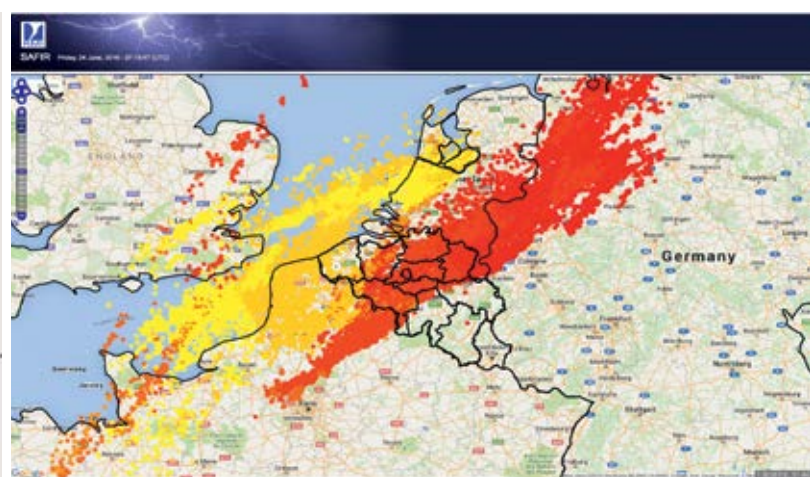
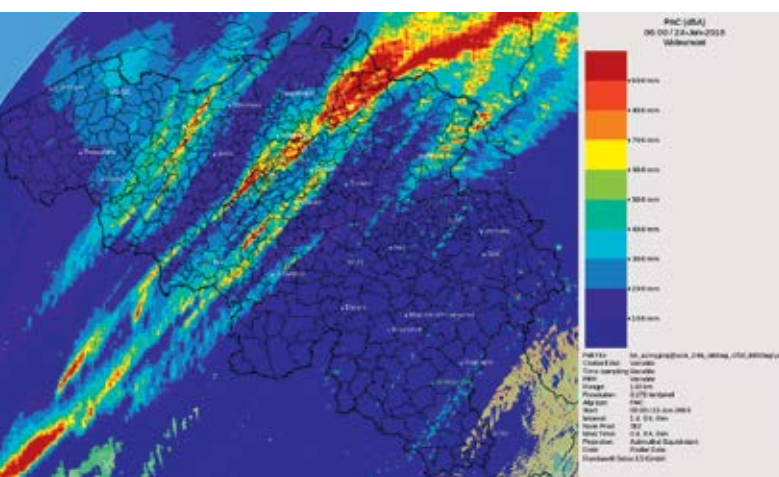
Foto: Quentin Laffineur, Namen.

Donderdag 23 juni 2016 waarschuwde het KMI met een code oranje voor de hevige onweders die gepaard gingen met regen, hagel en bliksem over het hele land.

Die dag werd het weer in ons land beïnvloed door zuidelijke luchtstromingen afkomstig van Frankrijk, die zich aan de voorzijde van een breed koufront bevonden dat zich uitstrekte van het noordwesten van het Iberisch schiereiland tot het zuiden van Noorwegen. Tijdens de late namiddag bedroegen de temperaturen op vele plaatsen 29 à 30°C en liepen ze zelfs op tot 31 à 32°C in het noordoosten van het land. De dauwpunttemperatuur - dit is de temperatuur tot dewelke de lucht afgekoeld moet worden om dauw

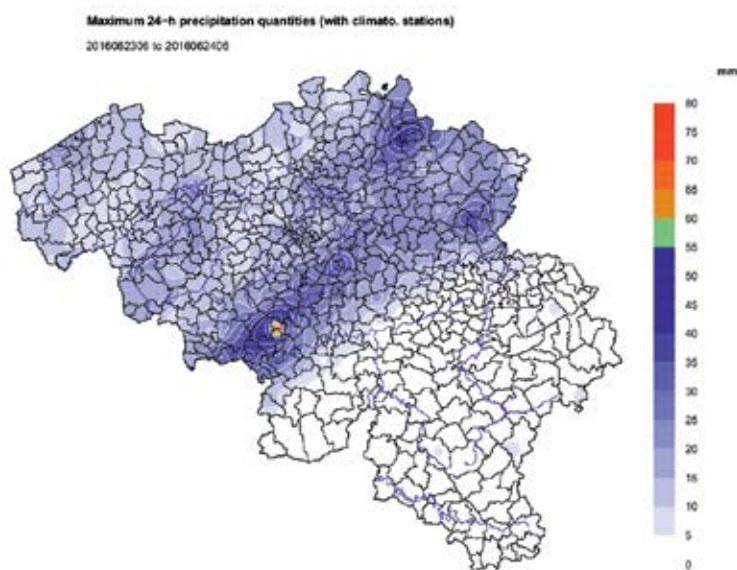
te vormen - lag tussen de 20 à 22°C. De luchtmassa over onze streken werd dus gekenmerkt door hoge temperaturen en hoge luchtvochtigheid, wat ideale ingrediënten zijn voor het ontwikkelen van onweer.

Op het eind van de dag vormde zich een thermische depressie over het noorden van Frankrijk die vervolgens naar ons land opklom. Op zeer warme dagen in de zomer ontstaan soms dergelijke kleine lagedrukgebiedjes zonder fronten. Door het samenstromen van de lucht kan dit hevig onweer veroorzaken. Hierna ontstonden zeer snel cumulonimbuswolken - dit zijn wolken die zich tot meerdere kilometers hoog kunnen uitstrekken - die zware onweders, gepaard met hevige regen en hier en daar ook hagel, veroorzaakten.



Een schatting - door de radar van Wideumont - van de neerslaghoeveelheden die vielen tussen 23/06/2016 8 uur en 24/06/2016 8 uur (lokale tijd).

Kaart met de blikseminslagen aan de grond en de intra-wolkenactiviteit op 23 juni 2016.



Tijdens de vooravond bereikte de grootste onweerszone in eerste instantie verschillende plaatsen in de provincie Henegouwen, vooraleer ze het centrum van het land trof en vervolgens de provincies Antwerpen en Limburg.

Omdat de thermische depressie zich in de lengte verplaatste, werden sommige regio's door meerdere opeenvolgende onweders getroffen, waardoor de totale neerslaghoeveelheden erg konden oplopen tijdens de hele onweersperiode.

Gedurende deze onweersdag werden er boven België en dan vooral in Waals-Brabant en Henegouwen, ook bliksemflitsen waargenomen met 42.000 ontladingen tussen wolken en 7200 inslagen naar de grond toe.

Deze kaart van België geeft de maximale neerslaghoeveelheden weer die op 24 uur tijd gemeten werden.

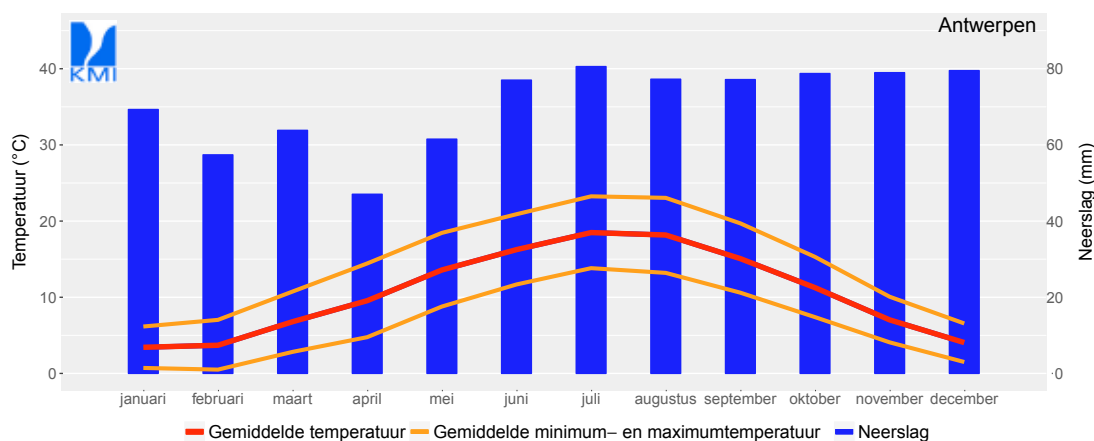


UITBREIDING VAN DE KLIMAATATLAS VAN BELGIË

De klimaatatlas van België wordt geregeld uitgebreid met nieuwe gegevens. In 2016 werd de klimaatatlas verfijnd op gemeentelijk niveau en met betrekking tot bliksemdetectie.

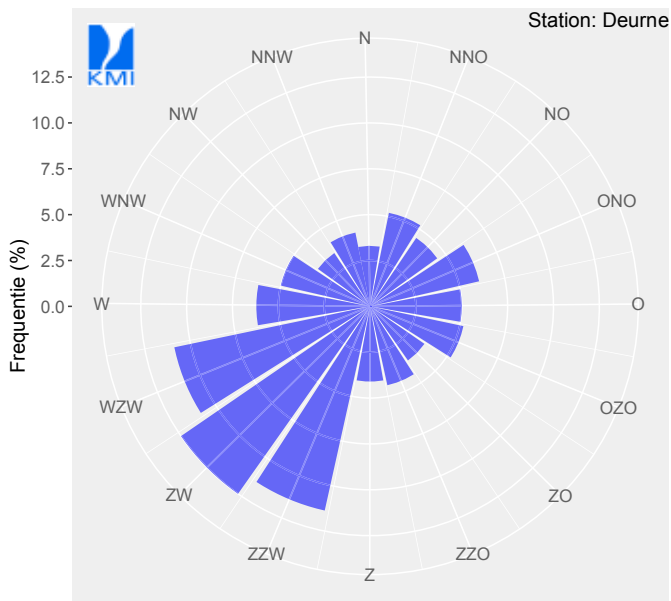
GEMEENTELIJKE FICHES

In 2016 zijn er fiches met het gemiddelde klimaat (1981-2010) voor elke gemeente in pdf-formaat toegevoegd. Elke fiche bevat een verzameling klimaatstatistieken in de vorm van tabellen en grafieken zoals de gemiddelde temperatuur, de meest regenachtige maand, windrichting en windsnelheid, zonnenschijneren of de terugkeerperiode van extreme neerslag.



	jaar	jan	feb	maa	apr	mei	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec
Gemiddelde temperatuur (°C)	10,6	3,4	3,7	6,8	9,6	13,6	16,2	18,5	18,2	15,1	11,3	7,0	4,0
Gemiddelde maximumtemperatuur (°C)	14,7	6,2	7,0	10,8	14,4	18,4	20,9	23,2	23,1	19,7	15,3	10,1	6,6
Gemiddelde minimumtemperatuur (°C)	6,7	0,7	0,5	2,8	4,8	8,8	11,7	13,8	13,2	10,6	7,4	4,1	1,5
Graaddagen 15 15 (°C)	1904,6	356,2	316,0	255,5	164,3	67,7	19,7	2,2	2,4	27,2	118,8	237,0	337,7
Lentedagen ⁽²⁾	94,1	0	0	0,4	3,5	11,3	15,9	23,7	24,3	12,4	26	0	0
Zomerdagen ⁽³⁾	30,7	0	0	0	0,6	3,5	5,8	10,2	8,3	2,2	0,1	0	0
Tropische dagen ⁽⁴⁾	5,3	0	0	0	0	0,2	0,8	2,3	2,0	0	0	0	0
Ijstdagen ⁽⁵⁾	5,7	2,4	1,4	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0,6	1,4
Vorst dagen ⁽⁶⁾	49,3	11,9	11,6	7,2	2,0	0,1	0	0	0	0	0,9	4,8	11,0
Dagen met strenge vorst ⁽⁷⁾	1,8	1,0	0,7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2
Neerslaghoeveelheid (mm)	848,4	69,3	57,4	63,8	47,1	61,5	77,0	80,6	77,3	77,2	78,7	79,0	79,5
Neerslagdagen, 1 mm dag ⁽⁸⁾	132,7	12,3	10,6	12,0	9,2	10,6	10,4	10,2	9,9	10,3	11,4	12,9	12,8
Neerslagdagen, 10 mm dag ⁽⁹⁾	23,7	1,7	1,3	1,4	0,9	1,7	2,2	2,6	2,4	2,4	2,4	2,3	2,3

Voorbeeld van grafiek/tabel voor luchttemperatuur en neerslag voor Antwerpen.



Voorbeeld grafiek i.v.m. windsnelheid en windrichting voor Antwerpen.

Er is tevens een update beschikbaar van de grafieken betreffende de zonnestraling en de zonneschijnduur. Het gaat hierbij nu over een periode van 30 jaar (1984-2013) i.p.v. zoals voordien voor een periode van 11 jaar (1995-2005).

De klimaatatlas voor gemeenten van België is beschikbaar op onze website www.meteo.be onder de rubriek 'Algemeen klimaat in België'.

BLIKSEM IN BELGIË

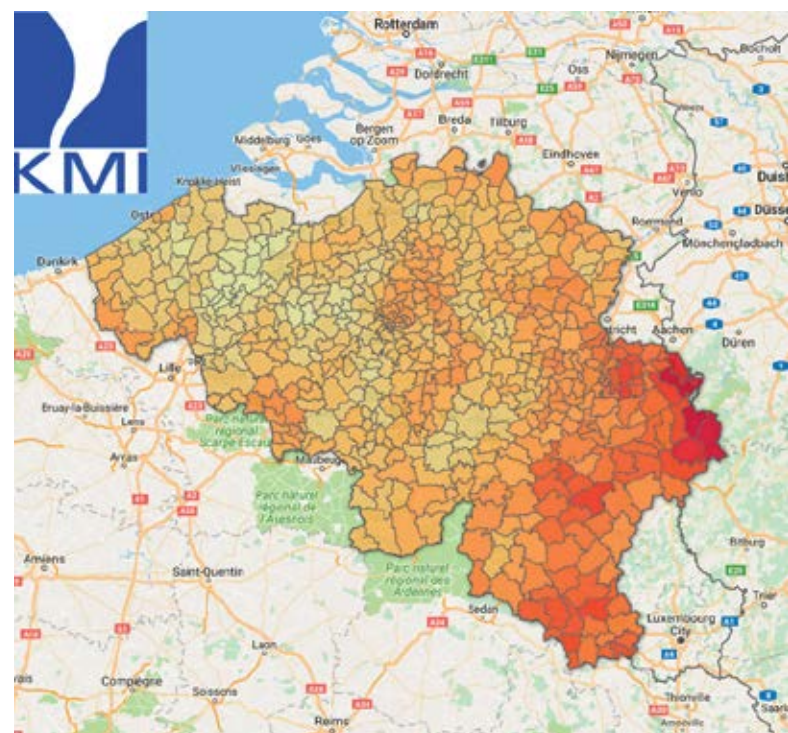
Het KMI beschikt over een eigen operationeel bliksemnetwerk BELLS (BELgian Lightning Location System) voor het waarnemen en lokaliseren van wolk-wolk en wolk-grond ontladingen in en rondom België. Het bliksemnetwerk bestaat uit een combinatie van bliksemsensoren die de elektromagnetische straling, uitgezonden door bliksemontladingen, opvangt.

De kaart toont per gemeente het gemiddeld aantal waargenomen grondontladingen, gebaseerd op waarnemingen verkregen tijdens de periode 2004-2013 met behulp van het bliksemnetwerk van het KMI.

Wanneer we kijken naar de ruimtelijke verdeling, dan zien we dat deze varieert tussen 0.3 inslagen per jaar per km² voor gemeenten gelegen in het westen van België en dat deze verhoogt tot 1.2 inslagen per jaar per km² naar het oosten toe. De gemiddelde waarde bedraagt ongeveer 0.7 inslagen per jaar per km². De ruimtelijke verdeling volgt in zekere mate de topografie van België, waarbij de hoogste waarden worden waargenomen in gebieden op grotere hoogte. Dit is niet zo verwonderlijk aangezien hoogteverschillen in het landschap de ontwikkeling van donderwolken beïnvloeden.

Als we kijken naar het verloop van de bliksemintensiteit per maand, dan vinden we dat 90% van alle bliksemactiviteit in België wordt waargenomen tussen mei en augustus, met een piek in juni en juli. Daarentegen wordt tijdens de wintermaanden het minst aantal bliksemontladingen waargenomen.

Meer hierover is te vinden op de website www.meteo.be in de klimaatatlas onder de rubriek onweer



UITBREIDING KMI-WEERAPP VOOR HET GROOT-HERTOG- DOM LUXEMBURG

Het KMI werkt voortdurend verder aan de vernieuwing en uitbreiding van reeds gekende producten. Dit resulteerde in 2016 in een uitbreiding van de mobiele KMI-weerapp, beschikbaar voor Android en iOS, die nu ook het weer in de gemeenten van het Groot-Hertogdom Luxemburg weergeeft.

De Luxemburgse gemeenten zijn even eenvoudig te raadplegen als de Belgische gemeenten:

In het "Instellingen"-menu kies je "Plaatsen", daar klik je bovenaan rechts op "+" en voer je de naam van de Luxemburgse gemeente van je keuze in.

Aan de vermelding "(LU)" na de naam van de gemeente, kan je merken dat het een Luxemburgse gemeente betreft.

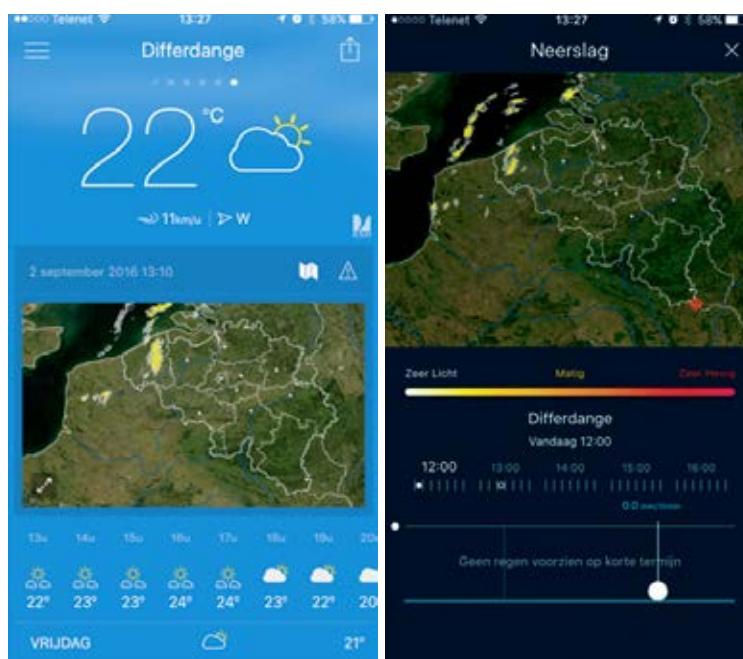
Verder kan je de app op dezelfde manier gebruiken als bij de Belgische gemeenten om de weergegevens te zien.



Voorbeeld van de voorspellingen per uur.



Voorbeeld van de waarschuwingen.



De neerslagwaarnemingen en -voorspellingen met een geo-punt voor de plaats van je keuze.

5°

De nieuwe producten van het KMI

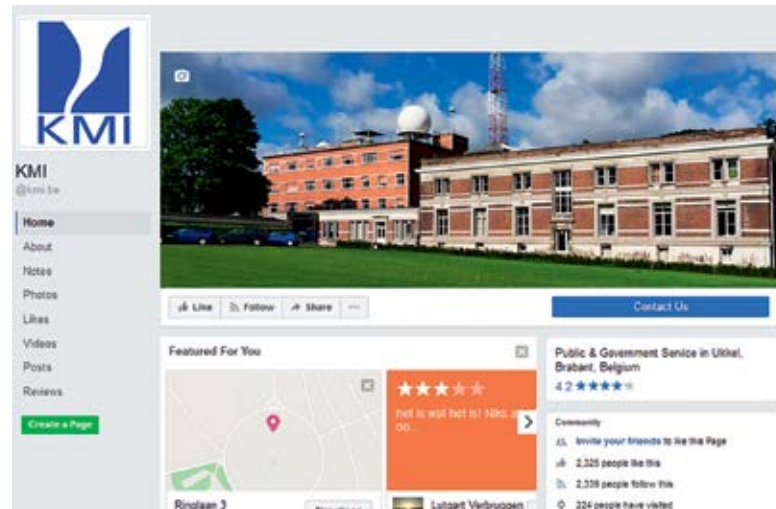
HET KMI ACTIEF OP FACEBOOK !

Sociale media zijn niet meer weg te denken uit onze maatschappij en ook het KMI gaat hierin mee. Via een officiële Facebook-pagina kan je allerhande bijdrages en nieuwsonderwerpen vinden betreffende uiteenlopende KMI-activiteiten, maar ook omtrent bijzondere weerfenomenen of interessante artikels afkomstig van andere betrouwbare bronnen.

Er worden ook waarschuwingen - vanaf code oranje - gegeven voor weeromstandigheden die voorzichtigheid vragen zoals onweer, overvloedige en intense neerslag, stormen, mist, sneeuwval en ijzel, alsook bij stormtij, hitte of koude.

Wanneer het kan, zullen ook « live »-sessies gehouden worden, vooral wanneer er zich bijzondere weerfenomenen voordoen of om bepaalde weersituaties toe te lichten.

Via de «Like»-toets op de hoofdpagina van onze website www.meteo.be heeft u de mogelijkheid om onze officiële Facebook-pagina te volgen!



WERELDWIJDE INSTALLATIE VAN ONZE WAARNEMINGS-TOESTELLEN

In 2016 heeft het Geofysisch Centrum van het KMI verschillende keren zijn automatische magnetometers (AUTODIF en GYRODIF) kunnen plaatsen. De testen 'proof of concept' -installaties van de AUTODIF werden geplaatst in Frankrijk en Japan (zie afbeelding 1). Het komt er op aan om de precisie, de betrouwbaarheid en de gebruiksvriendelijkheid van deze automatische apparaten aan te tonen. Vooral de Japanners denken eraan om verschillende van hun observatoriums uit te rusten met automatische instrumenten.

Er waren nog meer geïnteresseerden voor onze apparatuur. In het KRISS in Zuid-Korea werd een AUTODIF geïnstalleerd (zie afbeelding 2) om hun metingen van het magnetisch veld te verfijnen in het kader van de definiëring van Ampere. In Antarctica op de Spaanse basis Juan Carlos Primero zal de installatie in januari 2017 plaatsvinden.



Afb. 1: een AUTODIF van het KMI werd in het Magnetisch Observatorium van Kakioka, Japan geplaatst.

Afb. 2: Alexandre Gonsette, KMI-medewerker, plaatst een AUTODIF in het KRISS (Korea Research Institute for Standards System) in Korea.

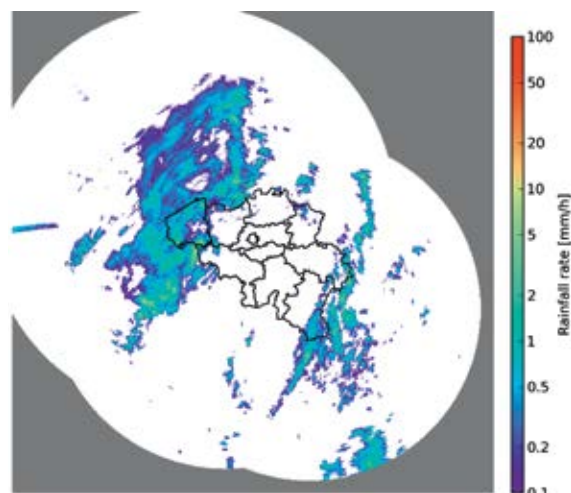
KWANTITATIEVE SCHATTING VAN DE REGEN IN REAL-TIME

De meteorologische radars maken het mogelijk om voortdurend de neerslag (regen, sneeuw of hagel) boven België en omstreken te observeren. De radiogolven die de radar uitstuurt, worden door de neerslag terug gekaatst en de intensiteit van de weerkaatsing wordt vervolgens door dezelfde radar gemeten. De rotatie en de verhogingen van de antenne van de radar geven elke 5 minuten een 3-dimensionale weergave van de neerslag. Tot nu toe werd de inschatting van de regen op de grond verkregen door de meting van de reflectiecoëfficiënt met behulp van een relatief eenvoudige methode. Echter, heel wat mogelijke foutieve elementen beïnvloedden deze schatting, o.a. valse of ongewenste echo's en het feit dat de meting uitgevoerd wordt op een bepaalde hoogte (die toeneemt met de afstand tot de radar). Deze «kwalitatieve» schatting leent zich uitstekend voor het toezicht op gevaarlijke fenomenen zoals hevige stormen. Voor specifieke toepassingen, zoals overstroming in hydrologische prognoses, is een meer kwantitatieve schatting van de regen toch vereist.

Vier jaar onderzoek heeft het gevraagd om een kwantitatieve schatting van de regen (QPE) vanuit de weerradar op te zetten. In de eerste plaats wordt de kwaliteit van de metingen van de reflectiecoëfficiënt beoordeeld door het identificeren van de niet-meteorologische echo's door de berekening van het deel van het radarbereik dat door de topografie geblokkeerd wordt, en door het onderscheid van de convectie neerslag (in de zomer) en de stratiforme (in de winter). De schatting van het verticale profiel van de reflectiecoëfficiënt laat toe om de hoogtemeting op de begane grond te extrapoleren. De waarde van de reflectiecoëfficiënt wordt vooreerst omgezet in een percentage van de momentele neerslag die vervolgens gedurende een bepaalde periode wordt opgebouwd. In een laatste fase wordt het uurlijkse totaal van de radar gecombineerd met de pluviometrische waarden aan de grond volgens verschillende methoden. Het voordeel van de QPE voor de radar van Wideumont werd aangetoond voor de periode 2005-2014, met als referentie de onafhankelijke waarden van het klimatologische netwerk van het KMI. De resultaten van dit onderzoek werden in 2016 gepubliceerd in een tijdschrift van de Amerikaanse meteorologische sociëteit.

Het samenwerkingsakkoord tussen het KMI en DGO2 van de Waalse openbare dienstverlening op het gebied van hydrometeorologie dat in 2016 ondertekend werd, (zie hoofdstuk 'opvallende feiten') heeft gezorgd voor de nodige middelen voor de ontwikkeling van een QPE-product in real-time. De zorg die gedurende het onderzoek aan de computerprogrammering besteed werd, heeft de operationele uitvoering ervan in hetzelfde jaar mogelijk gemaakt. Het systeem laat toe om volumineuze radargegevens van andere nationale en internationale diensten die het KMI ontvangt, te verwerken. Het basis QPE-product (zie afbeelding) is een samenstelling van de schattingen van de radar van Wideumont (KMI), Jabbeke (KMI) en Avesnois (Météo-France), aangevuld met de neerslagmetingen van het DGO2-netwerk. Dit product, beschikbaar met een tijdspanne van slechts 5 minuten, wordt aan de DGO2 verstrekt voor het voorspellen van overstromingen. Het wordt ook gebruikt bij het KMI voor hydrologische voorspellingen op lange termijn, alsook voor de verificatie van het numerieke model ALARO. Het is een bijzonder succesvol voorbeeld van de bijdrage van wetenschappelijk onderzoek aan een nieuwe operationele dienst.

Naast het QPE-product, werd op basis van de radarmetingen, ook een waarschuwingsproduct voor extreme regenval ontwikkeld. Elke 5 minuten worden de terugkeerperiodes (of herhalingen) die gekoppeld zijn aan verschillende neerslagaccumulaties (10 minuten, 30 minuten, 1 uur, 3 uur en 24 uur) verstrekt. Deze worden berekend op basis van een ruimtelijk model van extreme regen dat uit de lange pluviometrische reeksen van het KMI komt. Dit product wordt gebruikt door de Waalse en Brussels regio's voor de prognoses voor de voorspelling van heftige bliksems.







WETENSCHAPPELIJKE DIENST KLIMATOLOGISCH EN METEO- ROLOGISCH ONDERZOEK

De wetenschappelijke dienst 'Klimatologisch en Meteorologisch Onderzoek' doet actief aan onderzoek en ontwikkeling binnen drie kennisdomeinen, zijnde het systematisch onderzoek van de fundamentele aspecten van de dynamica van de atmosfeer en het klimaat; de ontwikkeling van numerieke modellen van atmosferische processen, oppervlakteprocessen en hydrologische processen; en de impact studies voor het verbeteren van de weervoorspellingen en voor klimaatdiensten.

ALGEMEEN OVERZICHT

Fundamentele aspecten:

In 2016 werd een nieuw Oceaan-Atmosfeer-model, het MAOAM (the Modular Arbitrary-Order Ocean-Atmosphere Model) ontwikkeld en ter beschikking gesteld van de wetenschappelijke wereld voor klimaatonderzoek. Tevens werd onderzoek naar stochastische methodes - o.a. voor het inschatten van de onzekerheden binnen probabilistische voorspellingssystemen - uitgevoerd. Dergelijke technieken worden gebruikt om de foutmarges op de voorspellingen in te schatten en hun toepassing te verbeteren via statistische correcties.

Numerieke modellen:

De dienst speelt een voorname rol in de ontwikkeling van de ALARO-model waarbij de focus vooral lag op de numerieke methodes voor het oplossen van de onderliggende vergelijkingen. Het KMI werkt hiervoor nauw samen met het ECMWF (Europees Centrum voor Middellange Termijnvoorspellingen) in het kader van de Horizon-2020-ESCAPE-project dat gefinancierd wordt door de Europese Commissie.

Het KMI speelde ook een actieve rol in het management van het internationale ALADIN- consortium dat

een state-of-the-art numeriek weervoorspellingssysteem ontwikkelt en onderhoudt. Binnen deze organisatie kende 2016 meerdere gedenkwaardige hoogtepunten zoals de ondertekening van het nieuwe ALADIN 'Memorandum of Understanding', de ondertekening van een nieuw samenwerkingsakkoord met het HIRLAM-consortium, de organisatie van meerdere vergaderingen en workshops en het afleveren van een nieuwe versie van het ALADIN-Systeem in de 16 deelnemende instituten van dit programma.

Wat hydrologie betreft, heeft het KMI het hydrologisch model SCHEME ontwikkeld en zorgt tevens voor het onderhoud ervan. Sinds 2016 kan dit model satellietwaarnemingen verwerken om de voorspelbaarheid te verbeteren. Een eerste studie naar de voorspellende waarde van seizoenvoorspellingen werd inmiddels uitgevoerd met positieve resultaten voor de winter en de lente wat temperatuur en neerslag betreft.

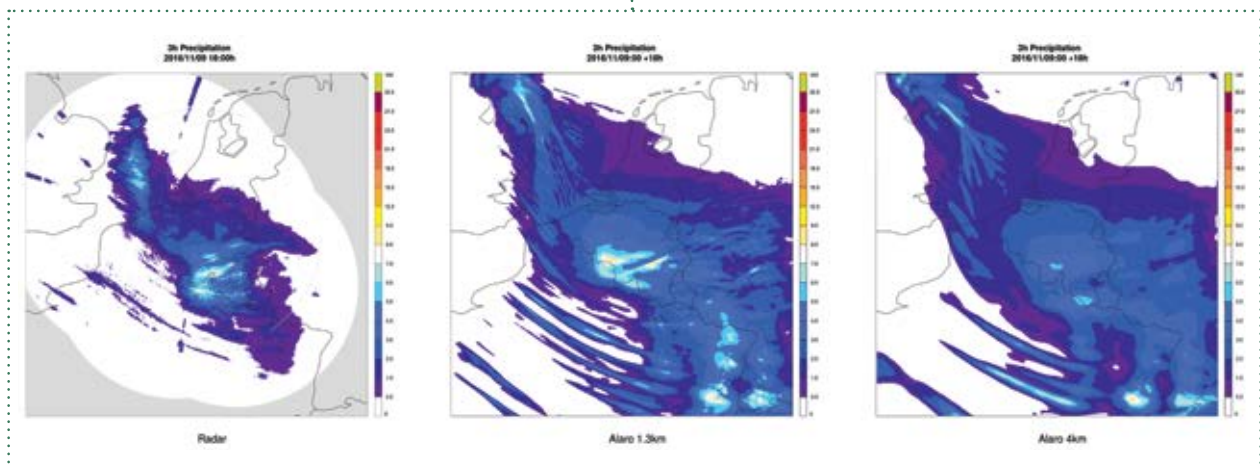
De modellering van oppervlakteprocessen behoort eveneens tot het actieterrain van de wetenschappelijke dienst, waarbij vooral gefocust wordt op twee modellen. Enerzijds onderhoudt het KMI een oppervlaktemodel voor de berekening van evapotranspiratie en oppervlaktefluxen. Dit model draait op continentale schaal en verwerkt tevens meetgegevens van weersatellieten. In 2016 werd een nieuwe methode om grondvocht af te leiden vanuit oppervlakte-temperaturen, ontwikkeld en werd een nieuw meettoestel, het eddy-covariance systeem, geïnstalleerd om de nieuwe versies van dit model te valideren. Anderzijds draagt deze wetenschappelijke dienst bij tot de ontwikkeling van het oppervlaktemodel SURFEX. Dit model wordt gebruikt bij het uitvoeren van klimaatimpactstudies voor het inschatten van stedelijke effecten.

Einde 2015 werd een nieuwe High Performance-computer geïnstalleerd. De numerieke computermodellen van het KMI werden dit jaar naar de nieuwe machine overgebracht. De extra rekenkracht werd gebruikt om meer details voor de numerieke weervoorspellingen te berekenen. Een versie van het ALARO-model van het ALADIN-Systeem draait

6° | Onderzoek op het KMI

sinds 2016 met een hoge resolutie van één kilometer in een quasi-operationele modus. De onderstaande afbeelding toont enkele beloftevolle resultaten van de voorspelling van de neerslag en illustreert het niveau van details dat berekend wordt. Een eerste versie van een probabilistisch voorspellingssysteem met hoge-resolutie, het RMI-EPS, werd eveneens geïnstalleerd. Op basis van de modeloutput van dit systeem, werd een automatisch waarschuwingssysteem ontwikkeld voor extreme neerslag.

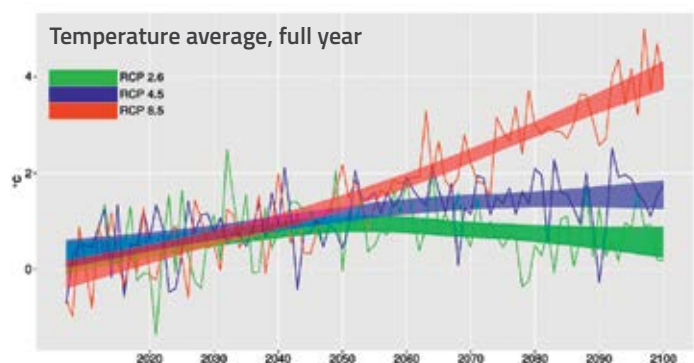
De wetenschappelijk dienst 'Meteorologisch en klimatologisch onderzoek' onderhoudt ook nauwe banden met de verschillende Belgische universiteiten. In 2016 werden door de UGent zes klimaatstations in het centrum van Gent opgesteld om stedelijke effecten op te meten. Een aantal episodes van hitte-eiland-effecten werden die zomer geregistreerd en vergeleken met de gegevens van de modellen van het KMI.



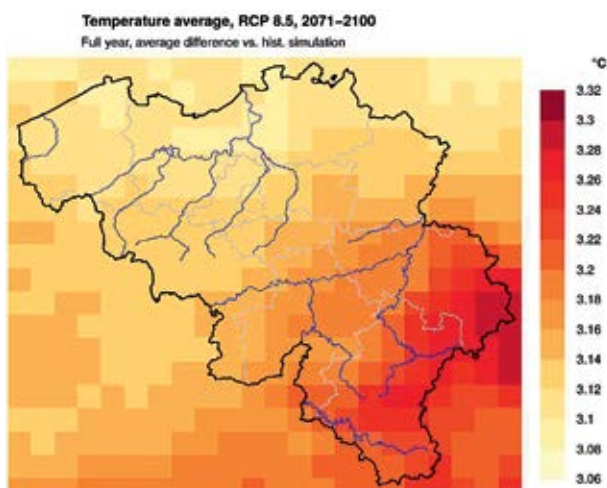
Impact studies:

In 2016 werden de klimaatsimulaties binnen het kader van het Belgische CORDEX.be project (www.euro-cordex.be) dat gefinancierd werd door BELSPO, gefinaliseerd. Een beperkte set van modelgegevens werd opgestuurd naar de data HUB van het internationale CORDEX-project. Het regionaal klimaatmodel van het KMI werd gevalideerd volgens internationale standaarden en de resultaten werden gepubliceerd in de vakliteratuur. De afbeelding hiernaast toont de klimaatopwarming voor de 21e eeuw voor België berekend door dit regionaal KMI-klimaatmodel. De modelgegevens werden gebruikt voor een aantal klimaatimpactstudies over hittegolven, het voorkomen van wintersmogepisodes en de kans op het voorkomen van onweersbuien zoals die zich voordeden tijdens de Pukkelpopstorm van 2011.

De KMI-klimaatscenario's werden in nauwe samenwerking met de vakgroep Fysica en Sterrenkunde van de UGent berekend.

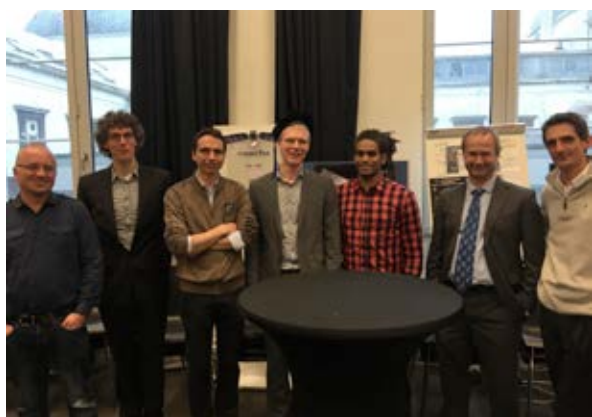


Klimaatverandering volgens de KMI klimaatscenario's: de opwarming in België tegen het eind van de 21e eeuw volgens het RCP 8.5 IPCC scenario.



MEDEWERKERS IN DE KIJKER

2016 was wel een bijzonder succesvol jaar voor de wetenschappelijke dienst 'Meteorologisch en klimatologisch onderzoek' want 2 medewerkers behaalden een doctoraat en een andere medewerker werd bekroond met een 'poster award'.



Steven Caluwaerts in het centrum.

Op 18 april 2016 behaalde Steven Caluwaerts zijn doctoraatstitel aan de UGent met zijn thesis «Horizontal spatial discretization modularity within the spectral semi-implicit semi-Lagrangian ALADIN framework».

Zijn werk betreffende de mogelijkheden van toekomstige supercomputers voor weermodellering, werd uitgevoerd in nauwe samenwerking met de Wetenschappelijke Dienst meteorologisch en klimatologisch onderzoek van het KMI. Hiermee leverde hij een belangrijke bijdrage aan de verdere ontwikkeling van het ALADIN-model, het numeriek weersvoorspellingsmodel dat door het KMI gebruikt wordt voor weersvoorspellingen en klimaatsimulaties.



Doctoraat Rozemien De Troch.

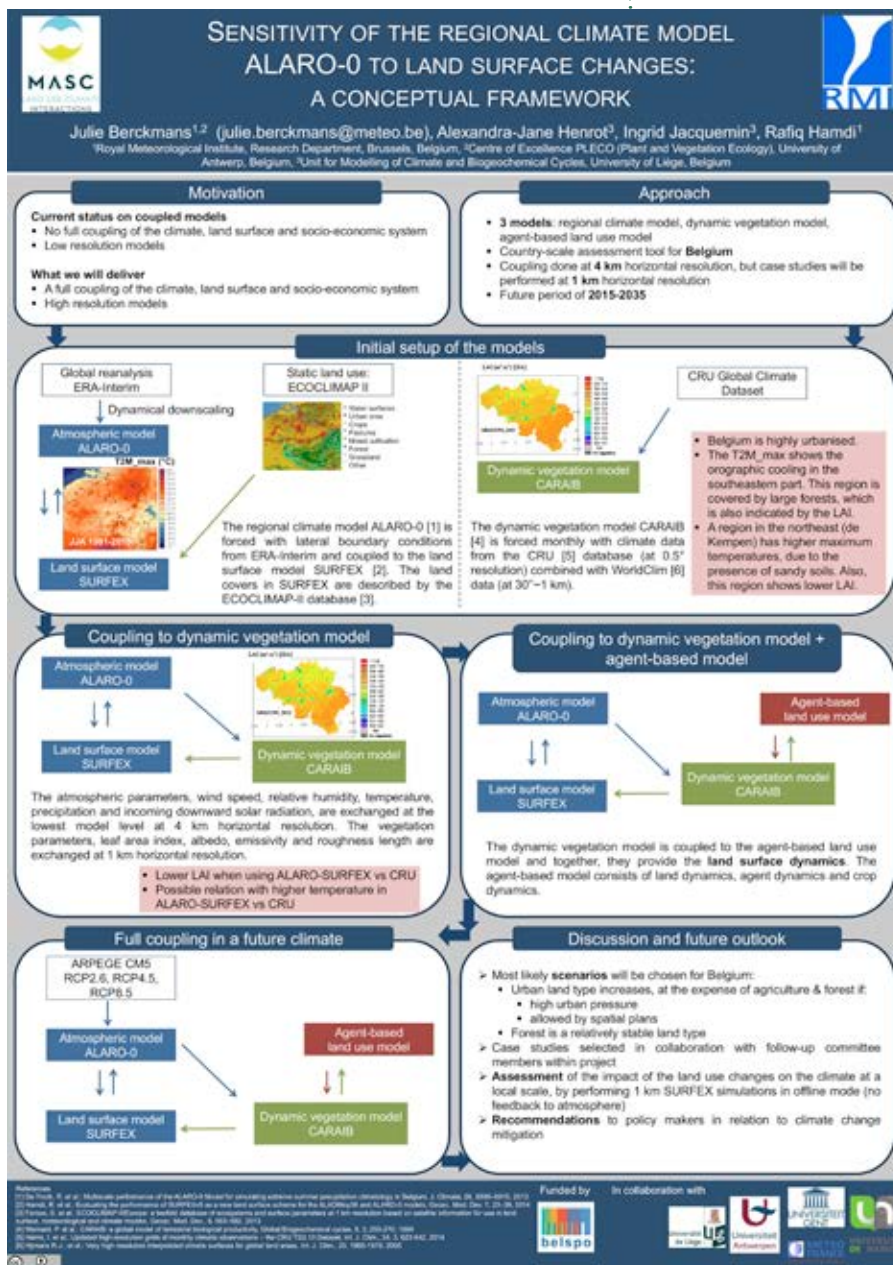
Een maand later, op 9 mei 2016, behaalde ook Rozemien De Troch haar doctoraatstitel aan de Universiteit van Gent. Ze verdedigde met succes haar thesis "The application of the ALARO-0 model for regional climate modeling in Belgium: extreme precipitation and unfavorable conditions for the dispersion of air pollutants under present and future climate conditions".

Haar onderzoeksproject, gefinancierd door Belspo, beoogde om in detail te onderzoeken in welke mate het operationele weermodel van het KMI (i.e. ALARO-0) gebruikt kan worden voor regionale klimaatmodellering in België. De conclusies en resultaten van Rozemiens werk toonden aan dat ALARO-0 in het bijzonder kan gebruikt worden voor de toepassing van extreme neerslag en de meteorologische condities die ongunstig zijn voor de verspreiding van luchtvervuiling tijdens wintersmogepisodes.

6° Onderzoek op het KMI

Tijdens de jaarlijkse bijeenkomst van de Europese Meteorologische Vereniging (EMS) die plaats had van 12 tot 16 september 2016 in Triëste in Italië, heeft Julie Berckmans, KMI-medewerker, de Outstanding Poster Award gewonnen. De poster be-

handelt Julie's onderzoek rond de impact van de veranderingen in het gebruik van het land op het regionale klimaat. Dit onderzoek kadert in het project MASC, dat gefinancierd wordt door Belspo.





NIEUWE ERVARING IN DE WAARNEMING VAN DE COVARIANTIE VAN DE TURBULENTIE.

De energie van de zon is één van de belangrijkste motoren die de uitwisseling van energie en materie tussen het aardoppervlak en de atmosfeer aanstuurt. De stralingsbalans van de aarde bestaat uit drie belangrijke onderdelen: vooreerst een flux van warmte in de grond (numeriek doorgaansweg de minst belangrijke), vervolgens een stroom van warmte uitgewisseld met de atmosfeer (de zogenaamde voelbare warmtestroom) en tenslotte een energiestroom ten gevolge van het evapotranspiratieproces (de zogenaamde 'latente' warmtestroom) die overeenkomt met de combinatie van de verdamping aan de grond (of wateroppervlaktes) en de transpiratie van de vegetatie. Deze laatste is gerelateerd aan het proces van fotosynthese dat de ademhaling van de vegetatie en de uitwisseling van CO₂ met de atmosfeer bepaalt. Kennis van de verspreiding van deze verschillende warmtestromen is cruciaal voor een goed begrip van de fysische processen die zich voordoen op de grens van het aardoppervlak en de atmosfeer. Het is ook een sleutelement om de kwaliteit van weersvoorspellingen en klimaatstudies te modelleren.

Gedurende vele jaren ontwikkelde de internationale onderzoeksgemeenschap de techniek van 'covariantie van turbulentie'. Deze techniek maakt het mogelijk om de relatieve bijdrage van de voelbare en de latente warmtestromen, evenals de CO₂-stroom, te bepalen. Het principe is gebaseerd op de meting (op zeer hoge frequentie) en de berekening van covariantie tussen de schommelingen in de windsnelheid enerzijds en de luchttemperatuur en -vochtigheid (of de inhoud van de CO₂) anderzijds. De techniek werd in de loop der jaren verder verfijnd en groeide ten slotte uit tot de standaardtechniek die zelfs in een operationele context (met continue metingen in bijna reële tijd) gebruikt wordt. In 2016, heeft het KMI, dankzij een nauwe samenwerking tussen haar wetenschappelijke diensten 'Waarnemingen' en 'Klimatologisch en Meteorologisch Onderzoek', een systeem ontwikkeld om de covariantie van de turbulentie te meten. Het systeem bestaat uit een sonische anemometer

en een gasanalyzer. Beide werden in Ukkel geïnstalleerd voor een testfase (zie afbeeldingen). Gedurende dit eerste jaar werd de praktische kennis van deze bijzondere instrumentatie (inclusief de specifieke noden en het onderhoud ervan) opgebouwd en de verwerving en overdracht van gegevens op punt gesteld. Een eerste analyse van de waarnemingen is veelbelovend en biedt mogelijkheden voor diverse toepassingen.



Afb. Meetsysteem van de turbulentiestromen in testfase in Ukkel in 2016 (onder) en de details van de sonische anemometer (boven).

WETENSCHAPPELIJKE DIENST 'WAARNEMINGEN'

De Wetenschappelijke Dienst 'Waarnemingen' van het KMI staat in voor een brede waaier van waarnemingen van weer en klimaat, gaande van waarnemingen aan de grond door onze weerstations verspreid over België, tot de waarnemingen hoog in de ruimte via satellietinstrumenten. Naast het operationeel beschikbaar maken van de waarnemingen in "bijna reële tijd", doet het departement ook heel wat onderzoek naar het optimaal gebruik van de bestaande waarnemingen, het invoeren van nieuwe waarnemingen en het ontwikkelen van nieuwe toepassingen van de waarnemingen. Dit onderzoek gebeurt in een internationale context, wat de beste garantie is voor een goede kwaliteit van de waarnemingen en het gerelateerde onderzoek.

Sinds 2000 heeft het KMI een netwerk van 17 automatische weerstations eerste generatie verspreid over België. In 2013 werd er gestart met de modernisering van deze stations. Na Stabroek, Zeebrugge, Humain, Beitem, en Retie, werd in 2016 ook de stations Ernage en Melle gemoderniseerd. Buiten de klassieke weerinstrumenten werden er lidars/ceilometers geïnstalleerd in Ukkel, Zeebrugge, Humain en Diepenbeek. Uit de lidarmetingen worden operationeel de wolkenhoogte en de hoogte van de atmosferische grenslaag afgeleid. In 2016 werd een artikel over een originele methode voor de karakterisatie van hygroscopische aerosols als vroege indicatie van de vorming van mist, gepubliceerd.

Driemaal per week wordt in Ukkel een weerballon voor de verticale peiling van de atmosfeer op gelaten. Naast de meting van de temperatuur-, wind- en waterdampprofielen, wordt hiermee ook de profielen van ozon gemeten. Het KMI heeft één van de langste meetreeksen van ozon in Europa over een tijdsperiode van ongeveer 45 jaar. De ozongegevens worden onder andere ook gebruikt voor de validatie van satellietwaarnemingen. Tenslotte is het KMI ook bevoegd voor de metingen van de UV-index en de aerosolen, niet alleen in België, maar ook in het Princes Elisabethstation op Antarctica. Op vraag van de Wereld

Meteorologische Organisatie voert een medewerker van het KMI in het Princes Elisabethstation ook ballonpeilingen uit.



Quentin Laffineur, werknemer van het KMI, lanceert een weerballon vanuit het Princes Elisabethstation op Antarctica.

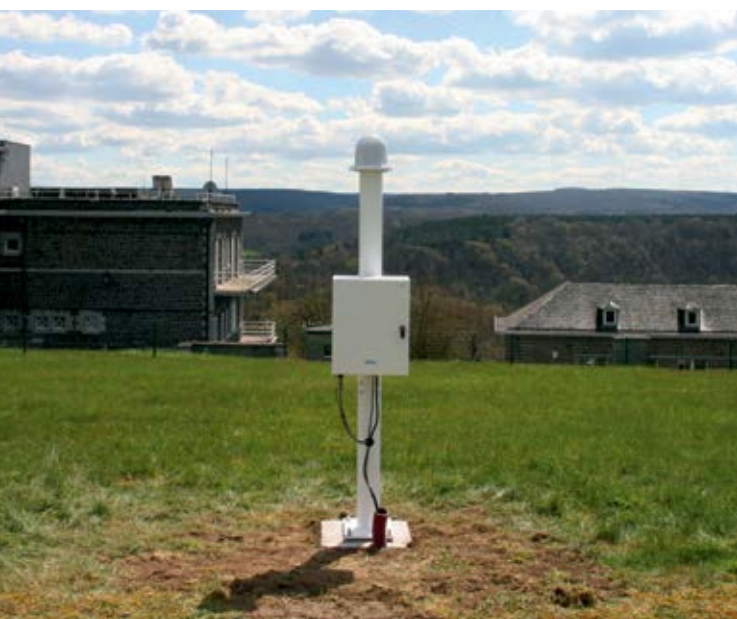
Voor de waarneming van neerslag en onweer maakt het KMI gebruik van de weerradars in België, waaronder de radars in Wideumont en Jabbeke, beheerd door het KMI, en de radar in Zaventem beheerd door Belgocontrol. In 2016 werd een vierde Belgische radar in Helchteren, beheerd door VMM (Vlaamse Milieu Maatschappij) toegevoegd. De uitwisseling van radardata tussen het KMI en de VMM werd in oktober 2016 opgestart. Het KMI beschikt nu over meer dan 13 jaar gearchiveerde ruwe radardata. Op basis hiervan kunnen statistieken over de frequentie van hevige neerslag, convectieve stormen en hagel gemaakt worden. Het meten van neerslag, bevoegdheid van het KMI, is een belangrijke input in hydrologische modellen voor het voorspellen van overstromingen en laagwaterstanden, een gewestelijke bevoegdheid. Ook in 2016 werd tussen het Waalse gewest en de federale overheid een structurele publiek-publieke samenwerking met een belangrijke focus op hydrologische toepassingen, opgestart (zie tekst KMI-



OGO2). Een nieuwe radargegevensverwerking werd ontwikkeld en gevalideerd om de beste schatting van neerslaghoeveelheid uit de ruwe radardata af te leiden. De methode maakt ook gebruik van AWS en satellietwaarnemingen.

De radardata vormen een belangrijke input voor de INCA-BE en STEPS-BE nowcastingsoftware, die de waarnemingen extrapoleert in de tijd over een korte termijn van enkele uren. De output van het INCA-BE systeem is beschikbaar voor het grote publiek via de KMI app. Een nieuwe ontwikkeling betreft de combinatie van de probabilistische radar nowcasts geleverd door STEPS-BE en de NWP voorspelling van ALARO. Het KMI neemt deel aan het nieuwe Eumetnet programma ASSIST over nowcasting en is al lang actief in het OPERA-programma over weerradars.

Met de installatie van het SAFIR-systeem in 1992 was het KMI een pionier voor de detectie van bliksem. In 2016 werd de modernisering van het SAFIR-systeem naar het BELLS-systeem bijna voltooid. BELLS neemt bliksems waar via de radiogolven die zij uitzenden. Hiervoor werden nieuwe bliksemsensoren in Ernage, Oelegem, Koksijde, Dourbes geplaatst. De sensor in Riemst zal worden geïnstalleerd in 2017.



Nieuwe BELLS bliksemdetectiesensor in Dourbes.

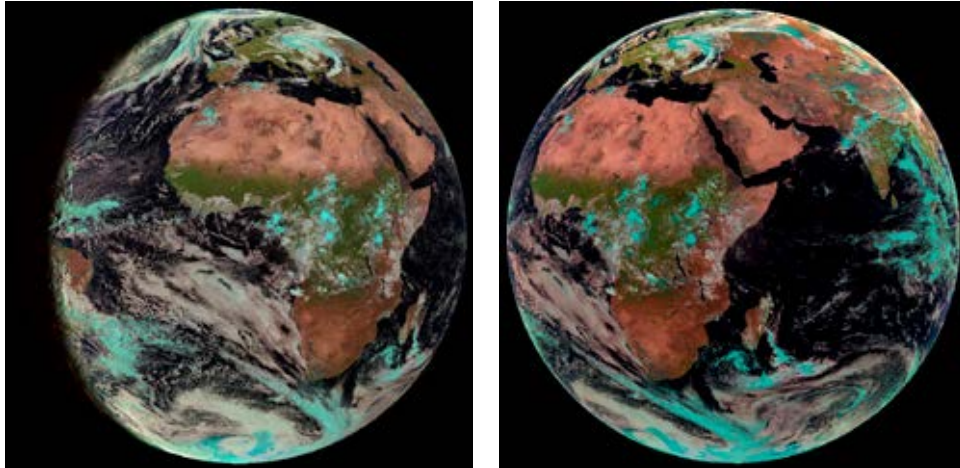
Het KMI vertegenwoordigt België in de intergouvernementele organisatie Eumetsat die instaat voor het beheer van de operationele Europese weersatellieten. De Wetenschappelijke Dienst 'Waarnemingen' zorgt voor de wetenschappelijke ondersteuning van het dagelijkse gebruik van de Meteosat weerbeelden door het weerbureau.

Het KMI bouwt zijn eigen ruimte-instrumenten voor de meting van de zonneïrradiantie, dit is de hoeveelheid energie die de Zon naar de Aarde stuurt en die het klimaat op Aarde bepaalt. Sinds de eerste vlucht op Spacelab in 1983 werden er in totaal 11 ruimtevluchten met 6 verschillende instrumenten gemaakt. Van het langst werkende instrument Diarad/Virgo dat gelanceerd werd op 2 december 1995 en dat haar metingen begon op 16 januari 1996, bestaan er nu metingen sinds meer dan 20 jaar. Het instrument was voorzien voor een levensduur van 2 tot 6 jaar, maar na 20 jaar in de ruimte werkt het nog steeds uitstekend. Dit is een sterk staaltje van Belgische ruimtevaarttechnologie.

Al sinds 2003 is het KMI verantwoordelijk voor de gegevensverwerking van het GERB- instrument op de Meteosat Tweede Generatie satellieten. De Gerb-gegevens worden o.a. gebruikt voor de monitoring van de kwaliteit van het ECMWF-weer-voorspellingsmodel.

GERB meet als enige instrument ter wereld de dagelijkse cyclus van de uitgaande aardse straling. Deze dagelijkse cyclus is nauw verbonden met het verloop van tropische convectie. De parametrisatie hiervan in klimaatvoorspellingsmodellen en numerieke weersvoorspellingsmodellen is echter voor verbetering vatbaar. Na jaren lang lobbywerk van het KMI heeft Eumetsat vanaf oktober 2016 de Meteosat-8 satelliet boven de Indische Oceaan geplaatst. Meteosat-8 is de oudste van de Meteosat Tweede Generatie Europese geostationaire satellieten. Een geostationaire satelliet maakt continu beelden van een deel van de aarde vanuit een baan op een hoogte van 36 000 km boven de evenaar. Door de keuze van de lengtegraad kan gekozen worden van welk deel van de aarde beelden gemaakt worden. De verplaatsing van Meteosat-8 is interessant om de invloed van Aziatische luchtvervuiling op het klimaat na te gaan.

6° | Onderzoek op het KMI



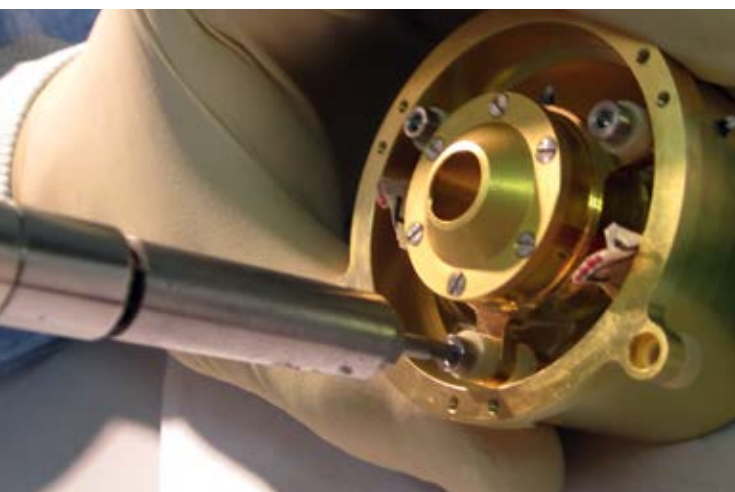
Links: beeld van de aarde door Meteosat-10 vanaf 0°.

Rechts: Beeld van de aarde door Meteosat-8 vanaf zijn nieuwe positie op 41.5 Oost.

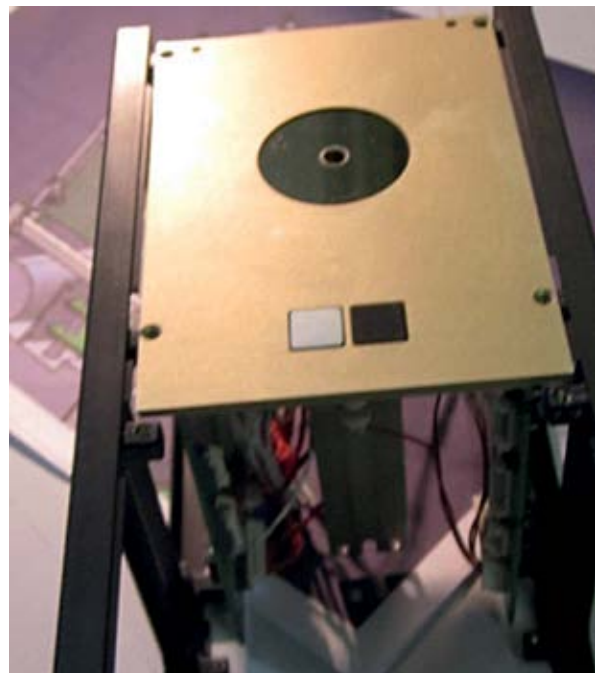
De dienst Waarnemingen werkt tevens aan de voorbereiding van de gegevensverwerking van de toekomstige ESA Earthcare satelliet. Naast een lidar en een radar zal Earthcare ook een Breed Band Radiometer (BBR) aan boord hebben, een instrument gelijkaardig aan Gerb. Earthcare zal informatie opleveren over de verticale profielen van de straling in de atmosfeer.

Ook werken aan de Simba-satelliet, die zowel de inkomende zonnestraling als de uitgaande zonnestraling zal meten, stond op het programma. Simba is een kleine satelliet met afmetingen 10x10x34 cm³

en behoort daarmee tot de 'cubesat' familie. In 2016 werd de 'Critical Design Review' succesvol afgerond, dit is de laatste review voor de start van de eigenlijke bouw van de satelliet, die hopelijk in 2017 zal plaatsvinden, met een voorziene lancering in 2018. De afbeeldingen hieronder tonen het Simba instrument.



Vooraanzicht Simba-instrument.



Montage Simba-instrument.



DE IMPACT VAN GEGEVENSHOMOGENISATIE OP DE OZONCONCENTRATIES EN –TRENDS TE UKKEL EN DE BILT

Reeds gedurende 50 jaar lanceert het KMI weerballonnen met ozonsondes om de hoeveelheid ozon in functie van de hoogte te meten. Ozon is immers een belangrijke component van de atmosfeer: de ozonlaag, die zich op een hoogte van 20-25 km bevindt, houdt het ultraviolette zonlicht grotendeels tegen en beschermt mens en dier tegen zonnebrand. Daarnaast gedraagt de ozon op ongeveer 10 km hoogte zich hoofdzakelijk als een broeikasgas, terwijl de hoge ozonconcentraties in de onderste luchtlagen - van 0 tot 3 km hoogte - schadelijk zijn en bijvoorbeeld ademhalingsproblemen kunnen veroorzaken.

Een ozonsonde bestaat uit een pompje dat de lucht van de atmosfeer doorheen twee met elkaar verbonden cellen blaast. In deze cellen zitten chemische oplossingen die enkel reageren op de aanwezige ozonmoleculen. Het instrument is tijdens de afgelopen 50 jaar nog niet zo ontzettend veel veranderd. Wel werden er verschillende types ontwikkeld die anders reageren op de ozonconcentraties. De voorbereiding (i.e. het klaarmaken en de ijking van het instrument) is met de tijd wel wat geëvolueerd en wetenschappers experimenteerden ondertussen met de concentraties van de chemische oplossingen in de cellen. Door ballonexperimenten of testen in een drukkamer, waarin de omstandigheden in de atmosfeer nabootst worden, werd er ook meer kennis vergaard over het instrument zelf en de vereiste gegevenscorrecties. Op die manier ontstond er een arsenaal aan mogelijke correctiemethoden. Om wat orde te scheppen in deze waaier van voorbereidingsprocedures en gegevenscorrecties, heeft een internationaal team een referentie, d.w.z. standaardprocedures en -correcties en voorschriften of transferfuncties om bestaande gegevens tot deze referentie te herleiden, vastgelegd. Het is de bedoeling van deze activiteit, O3S-DQA (Ozone Sonde Data Quality Assessment), om een homogene tijdreeks van verticale ozonprofielen te bekomen, niet alleen per station, maar ook globaal over ongeveer 60 plaatsen wereldwijd waar peilingen met ozonsondes gebeuren.

Twee van deze stations, met name Ukkel (Brussel) en De Bilt (Nederland) liggen relatief dicht bij elkaar - zo ongeveer 175 km in vogelvlucht - en daarom verwachten we dan ook een zeer gelijkaardige verticale verdeling van de ozonconcentraties, zeker nadat de data van beide stations herleid werden tot de referentie. Beide stations hebben echter ook wel hun eigen operationele gegevenscorrecties ontwikkeld. Met andere woorden, door de metingen van beide stations vóór de verschillende gegevenscorrecties - die dus eigenlijk quasi identiek zouden moeten zijn na de standaardcorrecties - met elkaar te vergelijken, kunnen we veel leren over de impact van de verschillende correcties op de metingen, en dus ook over de impact op de trends in de ozonconcentraties over de verschillende jaren.

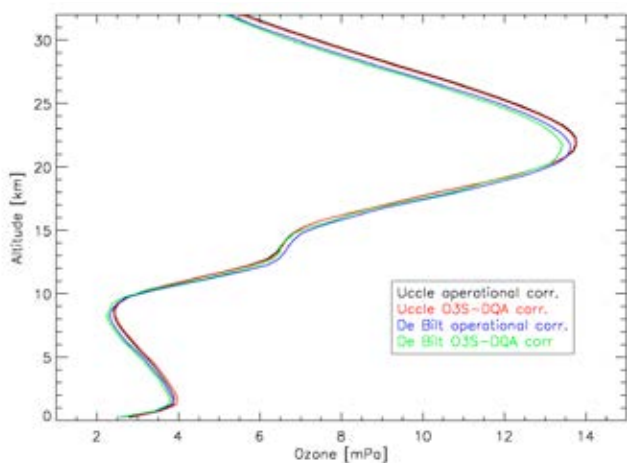
Eerst hebben we de gemiddelde ozonprofielen van Ukkel en De Bilt vergeleken, waarvan een voorbeeld voor de periode 1997-2014 weergegeven wordt in afbeelding 1. We stellen vast dat de twee gemiddelde profielen toch niet exact hetzelfde zijn. Zo ligt het ozonmaximum in De Bilt op een iets lagere hoogte dan boven Ukkel. Ook zien we dat de standaardcorrecties - als 'O3S-DQA' gelabeld in de afbeelding - de gemiddelde profielen zeker niet dicht bij elkaar brengen, integendeel! Dit is bijzonder opmerkelijk en niet helemaal te verklaren.

Wanneer we nu vervolgens in dezelfde periode voor beide stations naar de verticale trends in de ozonconcentraties kijken voor de verschillende toegepaste correctiemethodes (zie afbeelding 2), dan moeten we ook vaststellen dat de standaardcorrecties enkel tussen 12 en 24 km aanleiding geven tot een betere overeenkomst in de ozontrends van beide stations (vergelijk hiervoor de verschillen tussen de zwarte en blauwe lijnen enerzijds en de rode en groene lijnen anderzijds).

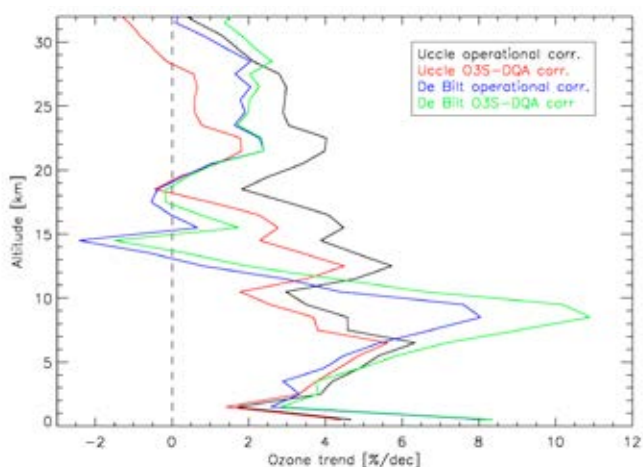
Uit deze afbeelding is nog een andere belangrijke conclusie te trekken. De trends werden namelijk vanaf het jaar 1997 berekend, op het ogenblik dat de concentraties van ozonafbrekende gassen in de hogere atmosferelagen hun maximum bereikt hebben, vooral door uitstoting van menselijke oorsprong. Vanaf dat jaartal verwachten we dus een voorzichtig herstel van de ozonlaag en dus positieve waarden in

6° Onderzoek op het KMI

de ozontrends. Afbeelding 2 toont echter aan dat de trend niet alleen afhankelijk is van het station waar men de metingen verricht (Ukkel of De Bilt), maar ook van de verbeteringsmethode die men toepast op de gegevens. Het is voorlopig dus nog te vroeg om over een significant herstel van de ozonlaag boven onze contreien te kunnen spreken!



Afb. 1: Gemiddelde verticale verdelingen van de ozonconcentraties ("ozonprofielen") boven Ukkel en De Bilt voor de periode 1997-2014. De verschillende kleuren geven de verschillende profielen weer, bekomen na de toepassing van verschillende correctiemethodes (operationeel of gehomogeniseerd, O3S-DQA, zie tekst) op de data. Uit de figuur blijkt eveneens dat het ozonmaximum (of het maximum in de ozonlaag) zich gemiddeld rond 22 km hoogte bevindt in onze streken.



Afb. 2: Trends in ozonconcentraties (in %/decennium) voor de periode 1997-2014 boven Ukkel en De Bilt, voor verschillende correctiemethodes toegepast op de data.

KMI wetenschappers publiceren een referentieartikel over de zonneconstante

Het klimaat op aarde wordt fundamenteel bepaald door de hoeveelheid energie die de aarde van de zon ontvangt. Deze energie wordt gekwantificeerd in de zogenaamde zonne-irradiantie of zonneconstante. Het KMI heeft meer dan 30 jaar ervaring met het meten van deze zonneconstante vanuit de ruimte en levert hiermee een belangrijke bijdrage tot het internationaal klimaatonderzoek. Wetenschappers van het KMI hebben een artikel gepubliceerd in het prestigieuze "Astrophysical Journal", dat een antwoord geeft op de twee vragen in verband met de zonneconstante, die sinds lang het onderwerp uitmaken van een debat in de wetenschappelijke wereld:

Heeft de zon een significante invloed op de klimaatveranderingen op aarde ?

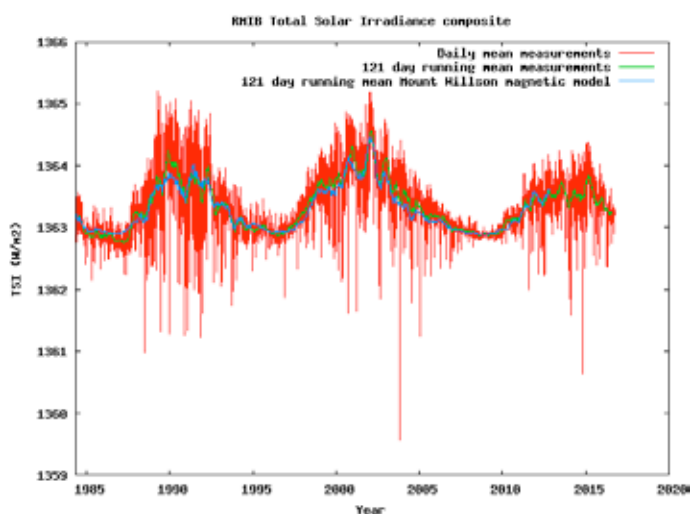
Het is reeds langer geweten dat de zonne-irradiantie varieert in fase met de elf jaarlijkse zonnecyclus. Deze elf jaarlijkse cyclus is bekend van de meer dan 300 jaar lopende waarnemingen van de hoeveelheid zonnevlekken. Deze elf jaarlijkse zonnecyclus veroorzaakt op aarde bescheiden temperatuurvariaties van 0,1 tot 0,15 °C. Tot nu was het echter een open vraag of de zon op langere termijn een meer significante invloed heeft op de klimaatsveranderingen op aarde. Uit een zorgvuldige analyse van de beschikbare ruimtemetingen, over de periode van 1982 tot 2016, besluiten we nu dat er geen aanwijzingen zijn van langetermijnvariaties van de zonne-irradiantie bovenop de elf jaarlijkse cyclus.

Wat is de waarde van de zonneconstante ?

Naast de meting van de variaties van de zonne-irradiantie is er het aparte probleem van de zo nauwkeurig mogelijke meting van de gemiddelde waarde van de zonneconstante. Dit is een probleem van metrologie en vereist het gebruik van zogenaamde absolute radiometers die niet gekalibreerd worden door een uitwendige bron. Op basis van metingen die we gemaakt hebben op het Internationale Ruimte Station in 2008 en op basis van een laboratoriumvalidatie in 2013 besluiten we dat de waarde van de zonneconstante tijdens het minimum van de elf jaar-



lijkse cyclus, 1363 W/m² is. Deze consensuswaarde wijkt zowel af van de "oude" consensuswaarde van 1365 W/m² uit de jaren 90 van vorige eeuw, als van de "nieuwe" waarde van 1361 W/m² die recent door Amerikaanse collega's voorgesteld werd.



Het operationele dispersiemodel van het KMI

Sinds 2014 beschikt het KMI over een operationeel dispersiemodel. Een dispersiemodel simuleert de verspreiding van deeltjes en gassen in de lucht door gebruik van meteorologische data zoals wind, neerslag, temperatuur...

Het model wordt gebruikt voor verschillende scenario's gaande van een vulkaanuitbarsting om de verspreiding van vulkanische as in de gaten te houden, tot nucleaire incidenten om de verspreiding van een radioactieve wolk te volgen.

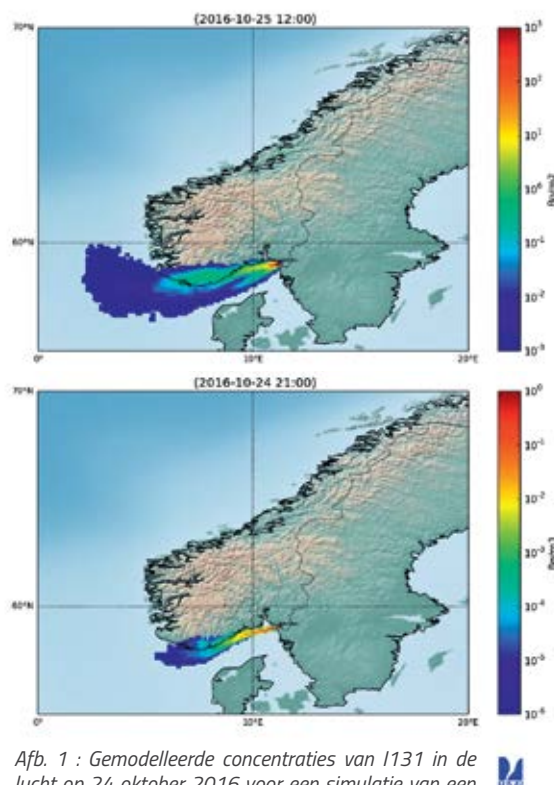
Aangezien dispersie niet stopt aan de landsgrenzen, maakt het dispersiemodel momenteel een voorspelling voor het hele noordelijke halfrond en dit voor de komende drie dagen. Afbeelding 1 toont een simulatie tijdens een incident in de kerncentrale van Halden in Noorwegen.

In België staan diverse kerncentrales. Het is dan ook van groot belang om tijdens een nucleair incident snel zicht te hebben op de situatie. Daarom maakt het KMI elke dag een dispersiesimulatie voor de Belgische kerncentrales. In deze context werkt het KMI

nauw samen met het crisiscentrum en staat het 24/7 beschikbaar. Ook de IJslandse vulkanen worden op deze manier in de gaten gehouden.

Het KMI is met het dispersiemodel niet alleen op nationaal, maar ook op internationaal vlak actief. Het is immers een partner binnen de Comprehensive Test-Ban Treaty Organisation (CTBTO), een internationale organisatie om het kernstopakkoord te controleren. Het KMI neemt tevens deel aan internationale dispersieoefeningen om zodoende de onderlinge resultaten te vergelijken om onze modellen voortdurend te verbeteren.

Daar wetenschappelijk onderzoek naast het operationele kader voor het KMI belangrijk is, is samenwerking met andere wetenschappelijke instellingen van groot belang. In samenwerking met het SCK•CEN (het studiecentrum voor kernenergie, Mol) en de UGent loopt er een doctoraatsonderzoek met als doel de onzekerheden van dispersiemodellen te kwantificeren waardoor beleidsmakers een bepaalde situatie beter kunnen inschatten en dus ook betere beslissingen kunnen nemen.



Afb. 1 : Gemiddelde concentraties van I131 in de lucht op 24 oktober 2016 voor een simulatie van een incident te Halden, Noorwegen.

WETENSCHAPPELIJKE DIENST KMI IN DOURBES

De wetenschappelijke dienst 'KMI in Dourbes' heeft het voorbije jaar heel wat onderzoeksactiviteiten uitgevoerd, maar heeft tevens ook heel wat werk gestoken in netwerking. Er werden tijdens de zomermaanden immers drie belangrijke congressen aangaande het wetenschappelijk onderzoek van de drie afdelingen in Dourbes georganiseerd die plaatsvonden in Dourbes of in de nabije omgeving. Deze meetings hadden een internationaal karakter en hebben telkens meer dan 200 deelnemers gelokt.

In 2016 ontplooide Dourbes grote activiteit in het plaatsen van verschillende instrumenten AUTODIF en GYRODIF die toelaten om volledig automatisch gedetailleerde waarnemingen van het magnetisch veld uit te voeren. Dergelijke instrumenten werden zowel in het buitenland als in België geplaatst voor zowel openbare als private instellingen: KRIS in Korea, JMA in Japan en Total in Argentinië.

De studie van een nieuwe onderzoek-infrastructuur voor een 'kamer met neutraal magnetisch veld' werd verder gezet aan de hand van zeer specifieke modellen, met onder andere de COMSOL 5.0-software. Op het gebied van het ruimteweer, ontstaan nieuwe diensten die monitoring, voorspellingen en waarschuwingen aan de bevolking bij gevaarlijke situaties, mogelijk maken.

De dienst heeft ook actief bijgedragen aan de economische bedrijvigheid door middel van contracten met Airbus, Airport Liège en de luchthaven BSCA.

De hoge resolutie K-index voor ruimteweervoorspellingen

Het voornaamste doel van geomagnetische activiteitsindices is het kwantificeren van de mate waarin het aardmagnetisch veld (lokaal of globaal) verstoord is en het karakteriseren van de oorsprong en tijdschaal van deze variaties in het aardmagnetisch veld. De K-index, één van deze criteria, verklaart de morfologische kenmerken van tijdelijke onregelmatige variaties van het aardmagnetisch veld en is ontworpen om de geomagnetische activiteit tijdens een interval van 3 uur op een bepaalde locatie te bepalen. De K-index is in feite een code die uitgedrukt wordt in gehele getallen tussen 0 (wat staat voor een 'zeer rustig' geomagnetisch veld) en 9 (een 'zeer gestoord' geomagnetisch veld), die verwijst naar een niveau op een quasi-logaritmische schaal bestaande uit 10 geleidelijk toenemende bereiken. Op elk station waar K-indices geproduceerd worden, wordt het zelfde interval van 3 uur (00-03, 03-06, 06-09, 09-12, 12-15, 15-18, 18-21, 21-24 (UT)) gebruikt.

Diverse ionosfeer- en ruimteweeronderzoekers opteren voor het gebruik van de K-index. Een voorbeeld hiervan zijn de ruimteweerschalen van NOAA, één van de belangrijkste ruimteweereferenties, die de planetaire K-index (Kp) gebruiken als een fysieke maat voor het inschatten van de gevolgen van een geomagnetische storm op ruimtevaartuigen, stroomvoorziening en andere systemen. Een ander voorbeeld is het Committee on Space Research (COSPAR) Internationaal Referentie Ionosfeermodel (IRI), het meest geavanceerde globale empirische model van de ionosfeer, dat de Kp-waarde nodig heeft als belangrijkste invoerparameter. Binnen het KMI wordt de lokale K-index gebruikt voor operationele monitoring van de ionosferische activiteit en om gebruikers te waarschuwen voor magnetische stormen.

Momenteel bieden verscheidene centra real-time schattingen van de geomagnetische activiteit, gebaseerd op metingen vanop de grond, aan. Zo biedt



het Duitse centrum voor onderzoek voor Geowetenschappen een geschatte "Quicklook Kp-index"-waarde die elke 3 uur bijgewerkt wordt. Ook het Amerikaanse Centrum voor de voorspelling van Ruimteweer (SWPC: Space Weather Prediction Center) biedt een Kp-index-voorspelling aan die eveneens om de 3 uur wordt bijgewerkt. Naast grondwaarnemingen worden ook waarnemingen vanuit de ruimte (van de zonnwindparameters) gebruikt voor de nowcast en kortetermijnvoorspelling van de planetaire K-index. Ondanks de mogelijkheid om de voorspellingen sneller bij te werken (na 15 minuten ipv na 3 uur), wordt de nowcast gebaseerd op een geassimileerd model aangezien de beschikbaarheid van de satellietgegevens vaak onbetrouwbaar is.

Er werd al vastgesteld dat de vaste standaard tijdschaal van 3 uur nodig voor de productie van de K-index, veel ruimer is dan de karakteristieke duur van de verschillende fenomenen die aan een verhoogde geomagnetische activiteit gekoppeld zijn. Deze omvatten verstoringen in de ionosfeer die van bijzonder belang zijn vanwege hun (negatieve) effecten op hedendaagse radiocommunicatie- en navigatietoepassingen. Dergelijke storingen kunnen zich aan hoge snelheden voortplanten (tot ongeveer 600 m/s) en zijn dus in staat om tijdens grote geomagnetische stormen grote gebieden (bijvoorbeeld Europa) in een paar uur te bedekken. Dit maakt duidelijk dat bij een (plotselinge) storm die start aan het begin van de 3 uur-durende-periode waarvoor de standaard K-index geldig is, de vorming en de verspreiding van de ionosferische storing zou gemist worden tegen de tijd dat de K-index voor deze periode geproduceerd wordt. Vanuit dit oogpunt is de vraag gegroeid naar diensten die real-time schattingen van de (lokale en globale) magnetische activiteit op een kortere tijdschaal voorzien en die de gebruikers waarschuwen met het oog op het nemen van voorzorgsmaatregelen.

In antwoord op deze vraag heeft de onderzoeksgroep 'Ionosfeer en Ruimteweer' van het KMI een nieuw operationeel systeem ontwikkeld om de lokale magnetische activiteit in real-time in te schatten door middel van een K-type-index (K^*) die sterk lijkt op de standaard K-index. Het belangrijkste verschil met de standaard post-processing methoden zit in de manier waarop de regelmatige zonnevariatie van het geomagnetisch veld bepaald wordt: de nieuwe, real-time aanpak gebruikt enkel gegevens van metingen uit het verleden. Een ander verschil is dat het concept waarbij de vaste 3-uurlijkse periodes gekenmerkt door een enkele K-waarde per periode, vervangen wordt door een K^* -waarde op elk gewenst moment, afgeleid uit de gegevens van de meest recente 3 uur. Met deze nieuwe aanpak wordt het nowcaststelsel gebaseerd op een volledige geautomatiseerde computerprocedure die instaat voor de real-time verwerking en screening van de gegevens van het digitale magnetogram, voor het vaststellen van de normale veldvariatie en het berekenen van de K^* -index en voor het uitsturen van een waarschuwing wanneer er activiteit op stormniveau wordt vastgesteld. Aanvankelijk werd er om het uur een nowcast-voorspelling gemaakt, wat veel beter was dan de elders beschikbare K-indexschattingen. Een ander belangrijk kenmerk van dit nowcaststelsel is de strikte controle op de gegevensinvoer en -verwerking, wat een onmiddellijke kwaliteitscontrole van de output mogelijk maakt. De kwaliteitscontrole maakt gebruik van het feit dat een volledige en correcte dataset de ideale basis vormt voor de productie van een betrouwbare index die het dichtst bij de definitieve waarde aanleunt. De service werd goed onthaald en gebruikt in verschillende nationale en internationale projecten, zoals bijvoorbeeld het project AFFECTS (Advanced Forecast For Ensuring Communications Through Space) binnen het 7^{de} Kaderprogramma (FP7) van de Europese Unie.

Dankzij de verbeteringen in de gegevensverwerking, computerkracht en netwerkinfrastructuur, kon het algoritme voor de K^* -index schatting en het bijbeho-

rende nowcast- en waarschuwingssysteem verbeterd worden. De digitale magnetogrammetingen komen binnen op een resolutie van 1 minuut en worden via het netwerk onmiddellijk overgebracht naar de verwerkingssoftware. Na zuivering van de gegevens, wordt de curve van de dagelijkse regelmatige zonnevariatie bepaald op basis van de mediaan (berekend over een lopende periode van 27 dagen). De regelmatige variaties worden verwijderd door de mediaan af te trekken van de instantane metingen en zo de residuele tijdreeksen te produceren. Vervolgens wordt het bereik, dat wil zeggen het verschil tussen de maximale en minimale waarde over de laatste 3 uur, berekend waaruit uiteindelijk de K-index bepaald wordt. Hoewel de K-index nog steeds gebaseerd is op de gegevens van de vorige 3 uren, kan deze nu worden berekend met een frequentie van 1 minuut. Een dergelijke hoge frequentie voor de K-index werd nooit voordien behaald en dat maakt deze dienstverlening dan ook uniek in de wereld.

De verbetering wordt weergegeven in afbeelding 1 aan de hand van de prestatie van de K-index nowcast voorspelling tijdens een recente geomagnetische storm. Vier parameters van de storm zijn hierbij van bijzonder belang voor de gebruikers: de kracht van de storm (d.i. de maximale waarde van K) en de tijdstippen waarop de storm begon, zijn maximum bereikte en eindigde. Indien een K-waarde elke 3 uur wordt geproduceerd, zal de nowcast deze waarde aan het einde van de periode van 3 uur geven (de witte pijlen). Dit betekent dat de onzekerheid, met verwijzing naar het precieze tijdstip van de gebeurtenis, 3 uur lang zal aanhouden. Als de frequentie veranderd wordt naar 1 uur, zal de K-waarde aan het einde van de periode van 1 uur beschikbaar zijn (de grijze pijl), m.a.w. de onzekerheid wordt teruggebracht tot 1 uur. Bij een frequentie van 1 minuut wordt de onzekerheid echter minder dan een minuut, hetgeen in de praktijk betekent dat het precieze tijdstip van de gebeurtenis kan worden bepaald tot op 1 minuut nauwkeurig.

Over het algemeen is de verbetering van de K-nowcast door de frequentie van 3 uur naar 1 minuut te brengen, aanzienlijk. In de specifieke stormcase van de afbeelding hiernaast kon de start van de storm «vooruit verplaatst» worden met meer dan 1,5 uur. Dergelijke aanzienlijke verbeteringen in de nowcast kunnen voor bijna elk storm-evenement verwacht worden.

Meer weten? Bezoek onderstaande websites:

www.swpc.noaa.gov/noaa-scales-explanation

<https://iri.gsfc.nasa.gov>

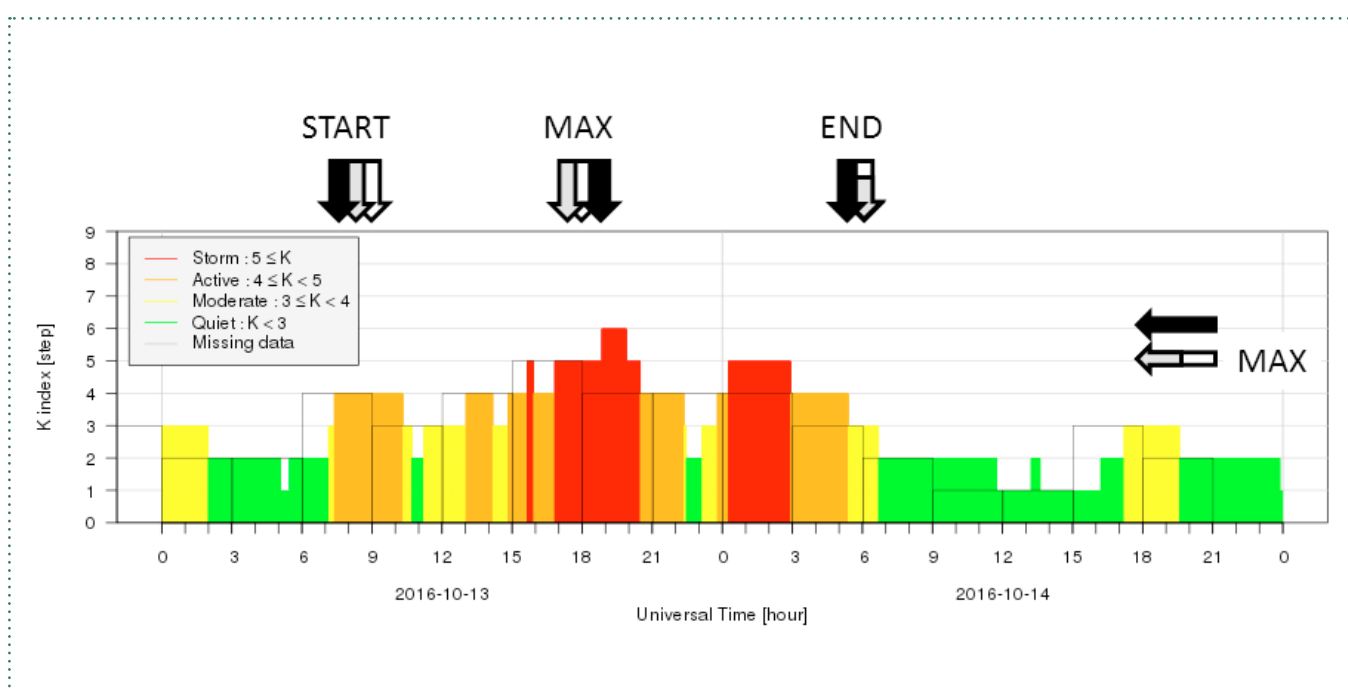
http://ionosphere.meteo.be/geomagnetism/ground_K_dourbes

<http://ionosphere.meteo.be/ionosphere/liedr>

www.gfz-potsdam.de/en/section/earths-magnetic-field/data-products-services/kp-index/quicklook

www.swpc.noaa.gov/products/planetary-k-index

www.swpc.noaa.gov/products/wing-kp



Afb. 1: De K^* -index nowcast met 1 minuut resolutie gebaseerd op digitale magnetogram metingen in Dourbes gedurende de storm van 13-14 oktober 2016. De zwarte blokken duiden de standaard 3 uurlijkse waarden van de index aan, de gekleurde balken geven de waarden per minuut aan. De verbetering van de nowcast van een resolutie van 3 uur (witte pijlen) naar 1 minuut (zwarte pijlen), is 95 min vanaf de start van de storm, 53 min voor het maximum en 40 min voor het einde. De sterkte van de storm is met 1 K-unit gecorrigeerd.





MEMORANDUM OF UNDERSTANDING VAN HET ALADIN CONSORTIUM



Op 9 februari 2016 ondertekende Daniel Gellens, algemeen directeur a.i. van het KMI, het nieuwe Memorandum of Understanding (MoU) van het ALADIN consortium dat bestaat uit 16 nationale meteorologische instituten. Hierdoor zal het KMI, in nauwe samenwerking met de andere partners, tijdens de komende vijf jaar haar activiteiten in het domein van de numerieke weersvoorspellingen verderzetten.

De deelname van het KMI aan dit consortium dateert reeds van 1996 toen de toenmalige directeur H. Malcorps het MoU ondertekende. Binnen de internationale context van het consortium, heeft het KMI een onderzoekploeg van 17 wetenschappers opgebouwd die actief is in het onderzoek en de ontwikkeling van het atmosferische ALADIN model. Vanuit deze activiteiten werd ook de basis voor de postgraduaatsopleiding "Weather and Climate Modeling" aan de Universiteit Gent (UGent) gelegd. Twee van de 17 onderzoekers werken trouwens in de vakgroep Fysica en Sterrenkunde van de UGent.

15^{DE} CASTLE-MEETING: DE NIEUWE TRENDS IN HET MAGNETISMEONDERZOEK

Het Geofysisch Centrum van het KMI gevestigd te Dourbes, in het zuiden van het land op enkele kilometers van de Franse grens en ver van alle elektrische en magnetische storingen, geniet een internationale faam wat geofysica betreft.

Deze afdeling van het KMI kreeg in 2016 dan ook de eer om de tweejaarlijkse Castle-meeting te organiseren die traditioneel plaats vindt in Tsjechië of Slowakije, maar sinds 2014 ook kan doorgaan in andere landen. Het KMI kon hiervoor rekenen op de gulle steun van het Federaal Wetenschapsbeleid (BELSPO), de International Association of Geomagnetism and Aeronomy (IAGA) en andere industriële partners.

De Castle-meeting wordt zeer gewaardeerd door de internationale wetenschappelijke gemeenschap van zowel het archeo- en paleomagnetisme, als van het rots- en milieumagnetisme. Deze reeks van ontmoetingen ontstond 26 jaar geleden, bij de val van het IJzeren Gordijn, met als doel een platform te creëren om, mits aanvaardbare budgetten, uitwisselingen toe te laten tussen onderzoekers van het voormalige Oostblok en deze van de Westerse Wereld.

De 15de Castle meeting (met als thema "New Trends on Palaeo Rock and Environmental Magnetism") werd van 21 tot 27 augustus 2016 in Dinant gehouden en bracht 85 deelnemers afkomstig uit 24 landen bij elkaar. Dankzij hun bijzonder actieve deelneming konden er 94 presentaties gehouden worden, waarvan er een record aantal (34) door master- of doctoraatstudenten werden gegeven.



Groepsfoto van de deelnemers aan de 15de meeting in Castel Pont-à-Lesse (Dinant).

HET KMI ORGANISEERDE HET 17DE CONGRES OVER INSTRUMENTEN VOOR MAGNETISMEOBSERVATORIA.

Om de twee jaar komt de internationale wetenschappelijke gemeenschap van magnetische observatoria samen met een tweeledig doel: enerzijds de organisatie van een onderlinge ijkingscampagne betreffende de absolute metingen van het aardmagnetische veld en anderzijds een voorstelling van de nieuwste vorderingen bij het ontwikkelen van instrumenten voor de magnetische observatoria, hun systemen voor gegevenswerving en het gebruik en de verwerking van de geomagnetische gegevens. Het KMI organiseerde in 2016 deze bijeenkomst ("XVIIth IAGA Workshop on Geomagnetic Observatory Instruments, Data Acquisition and Processing").

De verschillende congresactiviteiten vonden plaats van 5 tot 9 september 2016 in het Geofysisch Centrum van het KMI te Viroinval. In totaal waren er 87 deelnemers uit 37 landen (waaronder 21 niet-Europese landen en zelfs 8 landen uit het zuidelijk halfrond) aanwezig.

Gedurende deze vijf dagen werden er niet minder dan 72 wetenschappelijke lezingen gegeven, onder andere over de evolutie van de technieken en waarnemingsinstrumenten, over het verwerven en verwerken van gegevens, over de nieuwe observatoria, de herhalingsstations en over de specifieke toepassingen.

Gelijktijdig werd een ijkingscampagne van absolute magnetische waarnemingsinstrumenten gehouden. Het belang van dergelijke ijkingscampagne is om eventuele kwaliteitsproblemen te identificeren.

Hier bovenop volgde ook een gloednieuwe activiteit: het kalibreren van een meetinstrument dat aanwezig is in elke magnetisch observatorium en waarmee lokaal de intensiteit van het magnetisch veld

ten wordt, aan de hand van een kalibratie-instrument dat zich in het Geofysisch Centrum van het KMI bevindt. In totaal hebben de onderlinge ijking en de kalibratie gezorgd voor de evaluatie van 50 magnetische waarnemingsinstrumenten.

Tijdens de openingszitting van het congres, benadrukte de heer J.M. Delizée, burgemeester van Viroinval, het belang van politieke sensibilisering naar wetenschappelijke bezigheden toe en drukt hij de wens uit dat dit mooie voorbeeld van een goede relatie tussen de politieke en de wetenschappelijke wereld, navolging zal kennen bij andere gelegenheden en in andere landen. Zijn toespraak werd erg gewaardeerd door Dr. Eduard Petrovsky, de voorzitter van de 'International Association of Geomagnetism and Aeronomy'.

Deze 17de editie kan, mede dankzij de medewerking van Belspo (Belgisch Wetenschapsbeleid) en IAGA (International Association of Geomagnetism and Aeronomy), zowel kwalitatief als kwantitatief, als succesvol beschouwd worden.



Onderlinge vergelijking van absolute metingen: 3 teams meten de inclinatie en de declinatie van het aardmagnetisch veld.



HET VIERJAARLIJKS OZON SYMPOSIUM

Het 4-jaarlijkse ozonsymposium ging het voorbije jaar door van 4 tot 9 september 2016 in Edinburgh, Schotland. Niet minder dan 300 wetenschappers uit 39 verschillende landen waren aanwezig om te rapporteren over de stand van zaken in het ozononderzoek en hun resultaten en bevindingen met elkaar te delen. Het lijkt misschien vreemd om een geheel symposium te wijden aan 1 molecule dat in slechts zeer kleine hoeveelheden in onze atmosfeer voorkomt (ongeveer 0.001%), maar toch is ozon zeer belangrijk voor het leven hier op aarde, aangezien de ozonlaag op zo'n 20 à 25 km hoogte de schadelijke UV-straling van de zon tegenhoudt. Door de uitstoot van chloor-, fluor- en broomverbindingen (o.a. de chloorfluorkoolwaterstoffen (CFK's)) op industriële schaal in de 2^{de} helft van de vorige eeuw, is de ozonlaag wereldwijd verdund en ontstond er zelfs elke lente boven Antarctica een gat in de ozonlaag. Anderzijds kunnen te hoge ozonconcentraties dicht bij de grond aanleiding geven tot ademhalingsproblemen (denk maar aan smog), lagere oogsten en een gevaar vormen voor ecosystemen (bijv. het plankton in oceanen).

In Edinburgh lag de grote focus op de vraag of de ozonlaag nu echt aan de beterschap is of niet, nadat een internationaal protocol de uitstoot van ozonafbrekende stoffen beperkte vanaf 1989. De ozoncon-

centraties nemen in ieder geval niet meer af, maar of er een significante stijging is ingezet, is nog voer voor discussie. Hierin speelt de klimaatverandering ook een rol, aangezien ozon zelf een broeikasgas is, en aangezien de stratosferische temperaturen (dus ook op de hoogte van de ozonlaag) beïnvloed worden door de temperatuurstijging aan de grond. Andere belangrijke onderwerpen die aan bod kwamen waren de vergelijking van ozonmetingen afkomstig van een hele waaier aan instrumenten: aan boord van satellieten, in het ruim van commerciële vliegtuigen, bevestigd aan weerballonnen, en vanop de grond.

Het KMI, dat een traditie van bijna 50 jaar in ozononderzoek heeft, nam actief deel aan dit ozon-symposium met een eigen mondelinge presentatie betreffende een update van de validatie van ozonconcentraties opgemeten met operationele weersatellieten (MetOp-A/B) met behulp van ozonpeilingen. De eigen posters handelden over de vergelijking van verticale profielen (0-10 km) van ozonconcentraties boven Brussel, opgemeten met ballonpeilingen en met een instrument aan boord van een Sabena-vliegtuig (gedurende de periode 1997-2001) en over de vergelijking tussen de tijdreeksen van ozonpeilingen te Ukkel en De Bilt, beiden gecorrigeerd door zowel operationele methodes als door toepassing van internationaal afgesproken standaards en algoritmes. Daarnaast leverden de KMI-wetenschappers ook bijdragen aan nog 3 andere mondelinge presentaties en 3 andere posters.







HET KMI: ECODYNAMISCHE ONDERNEMING MET 3 STERREN!

De inspanningen die het KMI de laatste jaren leverde om zijn milieu-voetafdruk maximaal te beperken werden in 2016 beloond. Het ECO-team van het KMI heeft immers op 22 juni 2016 het ECO label van "Ecodynamische onderneming" met 3 sterren, van minister Céline Fremault, Brussels minister van Leefmilieu en Energie, in ontvangst mogen nemen.

Nadat het instituut in 2014 het ECO label met 1 ster verkreeg, voerde het verder acties door om de EMAS-certificatie te behalen die er op zijn beurt voor zorgde dat het nu als 'ecodynamische onderneming' erkent werd. Dit label is 3 jaar geldig.

Enkele voorbeelden van uitgevoerde milieuverbeteringen:

- Volledig gescheiden ophaling van 7 soorten afval;
- Beperking van papierverbruik en enkel aankoop van FSC-papier (d.i. papier met een FSC-label (Forest Stewardship Council) of dus een milieu- en bosvriendelijk label);
- Registratie van energie- en waterverbruik om grote verbruikers aan te pakken;
- Aankoopprocedures die rekening houden met het milieu;
- Alle verlichtingspunten vervangen door energiearme lampen, klokschakelaars en detectoren.



Plechtige overhandiging door de minister Fremault aan Ludo Schryvers, Jean-Marie Ribourdouille en Nancy Ackerman, afgevaardigden van het ECO-team van het KMI.



HET KMI DOET MEE AAN DE WEEK VAN DE MOBILITEIT!

Jaarlijks vindt er in september op Europees niveau een 'week van de mobiliteit' plaats in het kader van duurzame mobiliteit en bewust autogebruik. Brussel doet hier steevast aan mee en zowat iedereen kent wel de autoloze zondag van Brussel, één van de vele activiteiten tijdens deze week. Duurzame mobiliteit belangt ook het KMI aan en dit jaar werden er, naast het promomateriaal om de mobiliteit in de kijker te zetten, ook 2 workshops georganiseerd, met name een workshop 'fietsen in de stad' en een workshop 'ecodriving';

De workshop 'fietsen in de stad' ging door op 22 september. De lesgever begon met een theoretisch gedeelte waarbij even de verkeersregels en veiligheidsregels op een aangename en niet schoolse manier herhaald werden alsook werden een aantal heel praktische en alledaagse verkeerssituaties nader toegelicht. Een praktisch gedeelte kan in dergelijke workshop niet ontbreken want de kennis moet toch in reële situaties toegepast worden en dus gingen we met z'n allen – 10 personeelsleden in totaal – de fiets op en de stad Brussel in. Fietsen in de stad bleek inderdaad niet zo evident want meestal is er geen speciale ruimte (fietspaden) voor de fietser voorzien. En dat fietsen niet altijd zo aangenaam is, mochten we op de terugweg ondervinden toen een deelnemer lek reed ten gevolge van glasscherven op de

weg. Gelukkig waren we niet te ver meer verwijderd van de eindbestemming en kon de lekke band hersteld worden. Alle deelnemers, zelfs de pechvogel, reageerden heel enthousiast op dit initiatief – zowel wat het theoretisch als het praktisch gedeelte betrof – en vonden dit voor herhaling vatbaar.

De workshop 'ecodriving' had plaats op maandag 26 september. Met een beetje hulp van een paar personeelsleden konden die dag de rijssimulatoren tijdig in de zaal geplaatst worden. De bedoeling van deze workshop was om een andere stijl van rijden, die milieuvriendelijker en vooral ook portemonnee-vriendelijker (minder verbruik) is, aan te leren. Uiteraard zijn een aantal praktische tips (zoals de juiste bandenspanning) van belang, maar hoofdzakelijk komt het erop aan om sneller naar een hogere versnelling te schakelen en te anticiperen. Hoewel de rijssimulatoren de les aangenaam maakten, ervoeren de meeste deelnemers eerder het gevoel van een video-game dan van echt autorijden.

Beide workshops konden ondanks het beperkte aantal deelnemers toch rekenen op enthousiaste reacties en vormden het gespreksonderwerp van de dag!

SAMENWERKING BELGOCONTROL – KMI WAT BETREFT DE METEOROLOGISCHE RADARS

Sinds geruime jaren bestaat er een uitstekende samenwerking tussen het KMI en de meteorologische dienst van Belgocontrol wat betreft het beheer van de meteorologische radars. De brute gegevens van de radar van Wideumont en Jabbeke (KMI) en de radar van Zaventem (Belgocontrol) worden in reële tijd uitgewisseld en elke weerdienst maakt hiermee zijn eigen talrijke producten voor hun gebruikers. De samenwerking tussen beide diensten beperkt zich niet enkel tot de uitwisseling van gegevens, maar betreft ook de uitwisseling van hun expertise en hun kennis zowel op technisch als op wetenschappelijk vlak. Deze uitwisseling laat immers toe om de goede werking van de radars en de kwaliteit van de waarnemingen te bestendigen.





Op 29 september 2016 ontmoeten beide technische ploegen voor de radar van het KMI en Belgocontrol elkaar in Zaventem.

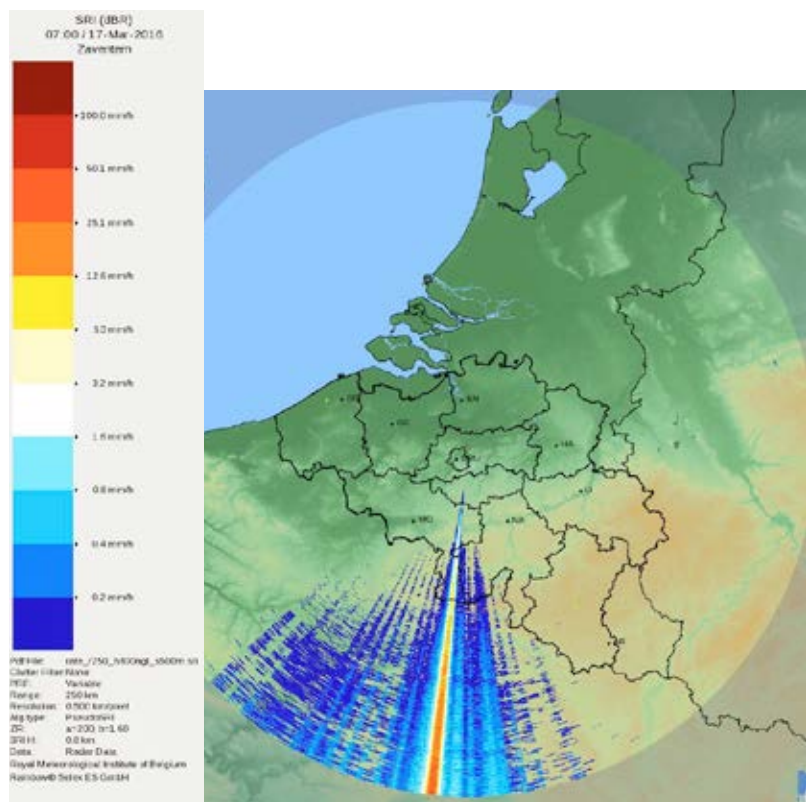
KMI EN BIPT WERKEN SAMEN VOOR HET OPSPOREN VAN RADARSTORINGEN

Radarbeelden kunnen verstoord worden door zenders die gebruik maken van dezelfde frequentieband als de radar (rond 5GHz). Vaak zijn het krachtige Wi-Fi zenders die zorgen voor een draadloze verbinding tussen twee punten, bijvoorbeeld op een camping wanneer de campinguutbater een draadloos internet wil aanbieden aan zijn gasten, of in een bedrijf dat meerdere van zijn gebouwen via een draadloos internet wil verbinden. In principe is er een stuk van het elektromagnetische spectrum rond 5 GHz voorbehouden voor weerradars. Een Wi-Fi zender moet de frequentieband waarin hij werkzaam is, continu onderzoeken of er geen weerradar van dezelfde frequentie gebruik maakt. Als dit het geval is, moet de Wi-Fi zijn frequentie aanpassen door middel van een dynamische frequentie selectie (DFS = Dynamic Frequency Selection). Helaas is het zo dat soms toestellen opduiken die dit niet doen, bijvoorbeeld door een defect, een foute configuratie of omdat het product niet conform is aan de Belgische wetgeving. Deze zenders worden opgepikt door weerradars, met een storing tot gevolg. De storingen zijn moeilijk

te filteren, en daarom kunnen ze ook opduiken in afgeleide applicaties, zoals de specifieke weerapp van het KMI op een smartphone.

Deze verstoringen worden gemeld aan het BIPT, het Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie. Het is de instantie die onder andere bevoegd is voor het correct gebruik van het radiospectrum in België. Bij ontvangst van een melding van storing, gaan speciale teams van het BIPT op zoek naar de locatie en de eigenaar van de niet-conforme zender. Ze gebruiken daarvoor een meetwagen die is uitgerust met geavanceerd detectie-materiaal.

De controledienst van het BIPT heeft in overleg met het radarteam van het KMI beslist om beter informatie uit te wisselen, en om een actieplan op te stellen om ongewenste stoorzenders in de toekomst op te sporen.



Zeer sterke verstoring van een zender in de beelden van de radar van Zaventem.





SAMENSTELLING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE RAAD, DE BEHEERSCOMMISSIE, DE JURY EN DE DIRECTIERAAD VAN HET KMI

WETENSCHAPPELIJKE RAAD

- Voorzitter:

Prof. dr. ir. C. Bouquegneau



- Algemeen directeur a.i. van het KMI, ambtshalve lid:

Dr. D. Gellens

- Leden van het leidinggevend personeel van de instelling:

Dr. J. Rasson
Dr. C. Tricot
Dr. S. Dewitte
Dr. P. Termonia

- Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten de instelling:

Prof. dr. J. Cornelis
Prof. dr. H. Dejonghe
Prof. dr. C. De Mol
Prof. dr. C. Maes

DIRECTIERAAD

- Algemeen directeur a.i. van het KMI, ambtshalve voorzitter:

Dr. D. Gellens

- Leden van het leidinggevend personeel van de instelling:

Dr. J. Rasson
Dr. C. Tricot
Dr. S. Dewitte
Dr. P. Termonia

BEHEERSCOMMISSIE

- voorzitter:

De heer F. Monteny



Dr. D. Gellens, ondervoorzitter
Dr. R. Van der Linden, ondervoorzitter
Dr. M. De Mazière, ondervoorzitter
De heer R. Renier, attaché
De heer E. Van Walle
De heer M. Praet
De heer T. Mary
De heer J.-L. Migeot

JURY

- Voorzitter:

Mr. M. Beumier



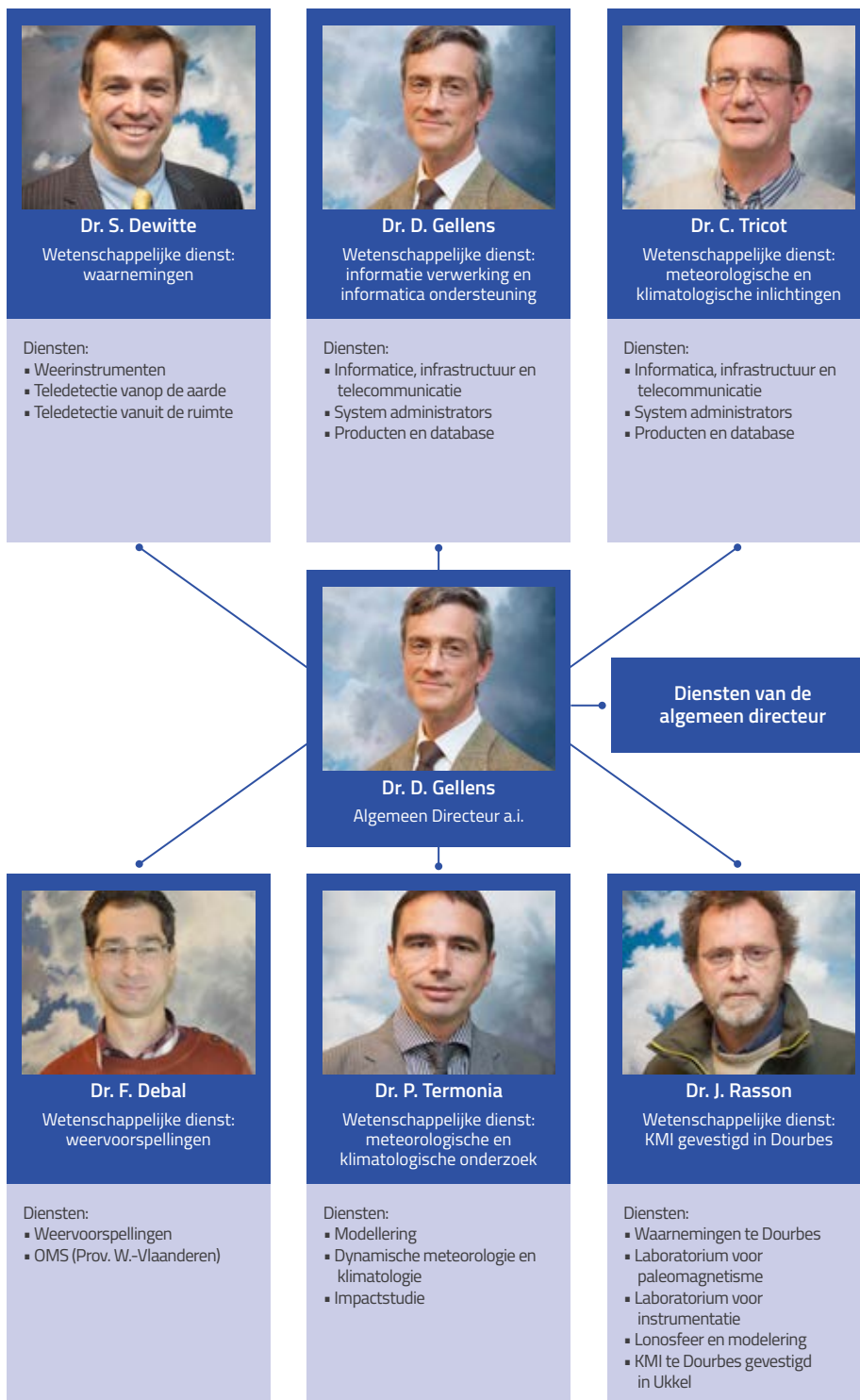
- Algemeen directeur a.i. van het KMI, ambtshalve lid:

Dr. D. Gellens

- Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten de instelling:

Prof. dr. P. De Mayer
Prof. dr. H. Goosse

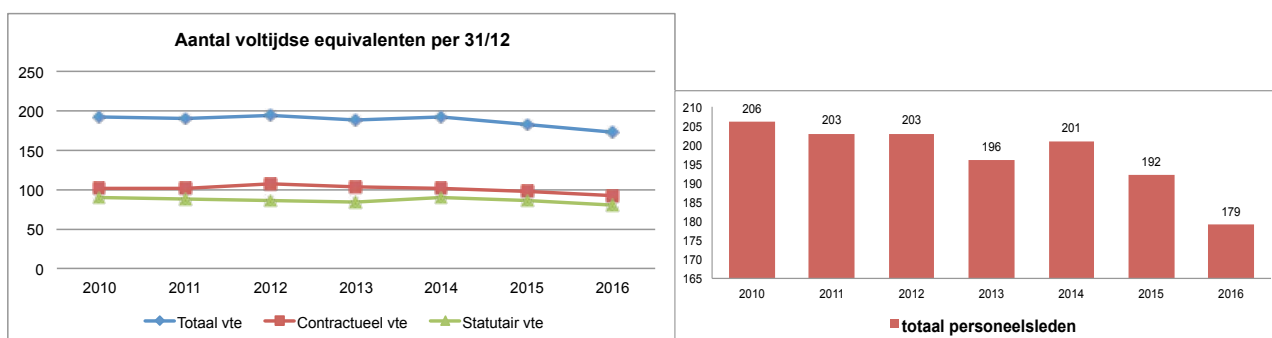
ORGANIGRAM KMI



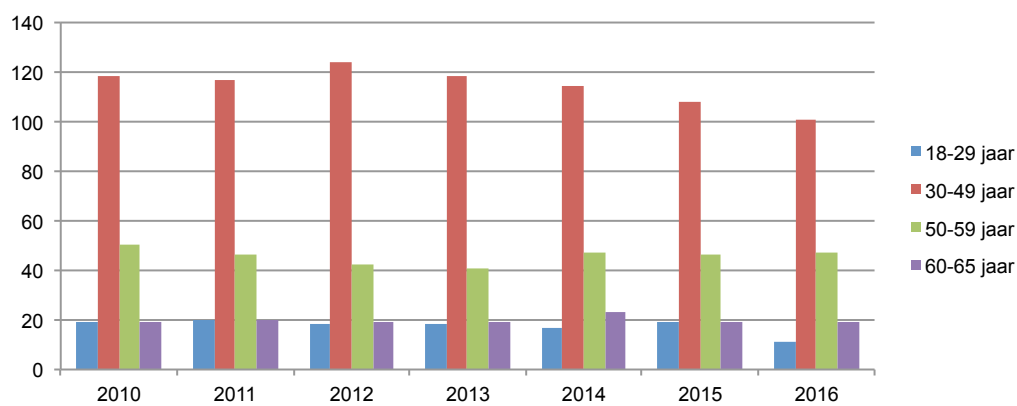


PERSONEELSBEZETTING

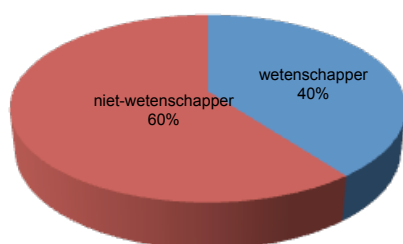
De dalende trend in de personeelsbezetting zet zich ook in 2016 verder door.



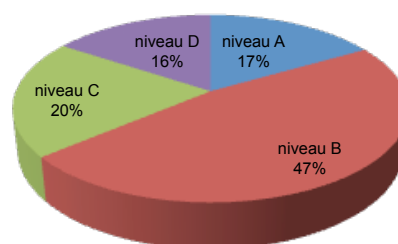
Grafiek: links: VTE (voltijdse equivalenten) per 31/12/2016 - Rechts: aantal personeelsleden per 31/12/2016.



Verdeling personeel volgens leeftijdscategorie.



Verdeling wetenschapper/niet wetenschapper per 31/12/2016.



Niet wetenschappelijk personeel volgens niveau per 31/12/2016.





PUBLICATIES IN INTERNATIONALE TIJDSCHRIFTEN MET LEESCOMITÉ

Bertrand, C., Gonzalez Sotelino, L., Journée, M. : Quality control of the RMI's wind observations. *Advances in Science and Research*, vol. 13, p. 13-19, 2016.

Caluwaerts, S., Degrauwe, D., Voitus, F., Termonia, P.: Discretization in Numerical Weather Prediction: A Modular Approach to Investigate Spectral and Local SISL Methods. *Mathematical Problems in Meteorological Modelling*, p. 19-46, 2016.

De Cruz, L., Demaeyer, J., Vannitsem, S.: The Modular Arbitrary-Order Ocean-Atmosphere Model: MAOOAM v1.0. *Geoscientific Model Development*, vol. 9, p. 2793-2808, 2016.

De Meutter, P., Camps, J., Delcloc, A., Deconinck, B., Termonia, P.: On the capability to model the background and its uncertainty of CTBT-relevant radionuclide isotopes in Europe by using ensemble dispersion modelling. *Journal of Environmental Radioactivity*, vol. 164, p. 280-290, 11/2016.

Degrauwe, D., Seity, Y., Bouyssel, F., Termonia, P.: Generalization and application of the flux-conservative thermodynamic equations in the AROME model of the ALADIN system. *Geoscientific Model Development*, vol. 9, p. 2129-2142, 2016.

Delcloc, A., De Troch, R., Giot, O., Hamdi, R., Deckmyn, A., Termonia, P. : Future Climate and Air Quality of the Brussels Capital Region for the 2050s Under A1B Scenario. In: Steyn D., Chaumerliac N. (eds) *Air Pollution Modeling and its Application XXIV*. Springer Proceedings in Complexity. Springer, Cham, 02/2016.

Foresti, L., Reyniers, M., Seed, A., Delobbe, L.: Development and verification of a stochastic precipitation nowcasting system for urban hydrology in Belgium. *Hydrology and Earth System Sciences*, vol. 20, p. 505-527, 2016.

Ghilain N.: Continental scale monitoring of subdaily and daily evapotranspiration enhanced by the assimilation of surface soil moisture derived from thermal infrared geostationary data. *Satellite Soil Moisture Retrieval: Techniques and Applications*, p.309-332, 2016.

Giot, O., Termonia, P., Degrauwe, D., De Troch, R., Caluwaerts, S., Smet, G., Berckmans, J., Deckmyn, A., De Cruz, L., De Meutter, P., Duerinckx, A., Gerard, L., Hamdi, R., Van den Bergh, J., Van Genderachter, M., Van Schaeuybroeck, B. : Validation of the ALARO-0 model within the EURO-CORDEX framework. *Geoscientific Model Development*, vol. 9, p. 1143-1152, 2016.

Goudenhoofd, E., Delobbe, L.: Generation and Verification of Rainfall Estimates from 10-Yr Volumetric Weather Radar Measurements. *Journal of Hydrometeorology*, vol. 17 (4), 1223-1242, 4/2016.

Haefelin, M., Laffineur, Q., Bravo-Aranda, J.-A., Drouin, M.-A., Casquero-Vera, J.-A., Dupont, J.-D., De Backer, H.: Radiation fog formation alerts using attenuated backscatter power from automatic Lidars and ceilometers. *Atmospheric Measurement Technique*, vol. 9, p. 5347-5365, 2016.

Hamdi, R., Duchêne, F., Berckmans, J., Delcloc, A., Vanpoucke, C., Termonia, P.: Evolution of urban heat wave intensity for the Brussels Capital Region in the ARPEGE-Climat A1B scenario, *Urban Climate*, vol. 17, p. 176-195, 08/2016.

Hassinen, S., Balis, D., Bauer, H., Begoin, M., Delcloc, A., Eleftheratos, K., Gimeno Garcia, S., Granville, J., Grossi, M., Hao, N., Hedelt, P., Hendrick, F., Hess, M., Heue, K.-P., Hovila, J., Jönch-Sørensen, H., Kalakoski, N., Kauppi, A., Kiemle, S., Kins, L., Koukoulis, M. E., Kujanpää, J., Lambert, J.-C., Lang, R., Lerot, C., Loyola, D., Pedernana, M., Pinardi, G., Romahn, F., van Roozendaal, M., Lutz, R., De Smedt, I., Stammes, P., Steinbrecht, W., Tamminen, J., Theys, N., Tilstra, L. G., Tuinder, O. N. E., Valks, P., Zerefos, C., Zimmer, W., Zyrichidou, I.: Overview of the O3M SAF GOME-2 operational atmospheric composition and UV radiation data products and data availability. *Atmospheric Measurement Technique*, vol. 9, p. 383-407, 2016.

Heue, K.-P., Coldewey-Egbers, M., Delcloc, A., Lerot, C., Loyola, D., Valks, P., van Roozendaal, M.: Trends of tropical tropospheric ozone from 20 years of European satellite measurements and perspectives for the Sentinel-5 Precursor. *Atmospheric Measurement Technique*, vol. 9, p. 5037-5051, 2016.

Hubert, D., Lambert, J.-C., Verhoelst, T., Granville, J., Keppens, A., Baray, J.-L., Bourassa, A. E., Cortesi, U., Degenstein, D. A., Froidevaux, L., Godin-Beekmann, S., Hoppel, K. W., Johnson, B. J., Kyrölä, E., Leblanc, T., Lichtenberg, G., Marchand, M., McElroy, C. T., Murtagh, D., Nakane, H., Portafaix, T., Querel, R., Russell III, J. M., Salvador, J., Smit, H. G. J., Stebel, K., Steinbrecht, W., Strawbridge, K. B., Stübi, R., Swart, D. P. J., Taha, G., Tarasick, D. W., Thompson, A. M., Urban, J., van Gijssel, J. A. E., Van Malderen, R., von der Gathen, P., Walker, K. A., Wolfram, E., Zawodny, J. M.:

- Ground-based assessment of the bias and long-term stability of 14 limb and occultation ozone profile data records. *Atmospheric Measurement Technique*, vol. 9, p. 2497–2534, 2016.
- Nicolis, C. : Error dynamics in extended-range forecasts. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, vol. 142, p. 1222–1231, 04/2016.
- Nicolis, C. and G. Nicolis, Dynamical systems approach to extreme events, in "Extreme events: observations, modeling, and economics", M. Chavez, M. Ghil and J. Urrutia-Fucugauchi Editors, AGU Monograph Series vol. 214 , 23–34 (2016).
- Nicolis, G., Nicolis, C.: Detailed balance, nonequilibrium states and dissipation in symbolic sequences. *Physical Review E* 93, 5/2016.
- Nicolis, G., Nicolis, C.: Stochastic resonance, self-organization and information dynamics in multistable systems. *Entropy* , vol. 18 (5), p. 172, 5/2016.
- Petropoulos, G., Ireland, G., Lamine, S., Griffiths, H., Ghilain, N., Anagnostopoulos, V., North, M., Srivastava, P.K., Georgopoulou, H. 2016. Operational evapotranspiration estimates from SEVIRI in support of sustainable water management. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol. 49, p. 175–187, 2016.
- Poelman, D. R., Schulz, W., Diendorfer, G., Bernardi, M.: The European lightning location system EUCLID – Part 2: Observations, Natural Hazards and Earth System Sciences, vol. 16 (2), p. 607–616, 2016.
- Rommens, K., Jegou, D., De Backer, H., Weyler, J.: Seasonal variation in cutaneous melanoma incidence, link with recent UV levels: a population-based study in Belgium (2006–2011). *Melanoma Research*, vol. 26 (2), p. 195–201, 4/2016.
- Sanders, A.F.J., Verstraeten, W.W., Kooreman, M.L., van Leth, T.C., Beringer, J., Joiner, J.: Spaceborne Sun-Induced Vegetation Fluorescence Time Series from 2007 to 2015 Evaluated with Australian Flux Tower Measurements. *Remote Sensing*, vol. 8(11), p. 895, 10/2016.
- Sapundjiev, D., Stankov, S.M. : Statistical analysis and modeling of the local ionospheric critical frequency: a mid-latitude single-station model for use in forecasting. *Acta Geophysica*, vol. 64 (3), p. 810–824, 2016.
- Sari, L., Djerrab, A., Spassov, S., Soudani, L., Sari, A., Bensadok, S., Sehil, N.: Recent Investigations on Holocene Occupations in Northeastern Algeria: The Contribution of Kef en-Naga. *African Archaeological Review* vol. 33(3), p. 321–343, 2016.
- Schulz, W., Diendorfer, G., Pedebay, S., and Poelman, D. R.: The European lightning location system EUCLID – Part 1: Performance analysis and validation, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 16, 595–605, doi:10.5194/nhess-16-595-2016, 2016.
- Tabari, H., De Troch, R., Giot, O., Hamdi, R., Termonia, P., Saeed, S., Brisson, E., Van Lipzig, N., Willems, P. : Local impact analysis of climate change on precipitation extremes: Are high-resolution climate models needed for realistic simulations?. *Hydrology and Earth System Sciences* vol. 9 (20), 2016.
- Van den Bergh, J., Roulin, E. : Postprocessing of medium range hydrological ensemble forecasts making use of reforecasts. *Hydrology* , vol. 3, p. 21, 2016.
- Van Malderen, R., Allaert, M. A. F., De Backer, H., Smit, H. G. J., De Muer, D.: On instrumental errors and related correction strategies of ozone-sondes: possible effect on calculated ozone trends for the nearby sites Uccle and De Bilt. *Atmospheric Measurement Technique*, vol. 9, p. 3793–3816, 2016.
- Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: A probabilistic approach to forecast the uncertainty with ensemble spread. *Monthly Weather Review*, vol. 144, p. 451–468, 2016.
- Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: Assessment of calibration assumptions under strong climate changes. *Geophysical Research Letters*, vol. 43, p. 1314–1322, 2016.
- Vannitsem, S., Lucarini, V.: Statistical and dynamical properties of covariant Lyapunov vectors in a coupled ocean-atmosphere model – Multiscale effects, geometric degeneracy and error dynamics. *Journal of Physics A*, vol. 49 (22), 2016.
- Verhulst, T.G.W., Sapundjiev, D., Stankov, S.M.: High-resolution ionospheric observations and modeling over Belgium during the solar eclipse of 20 March 2015 including first results of ionospheric tilt and plasma drift measurements. *Advances in Space Research*, vol.57 (11), p.2407–2419, 2016.



Weidle F., Wang, Y., Smet, G.: On the Impact of the Choice of Global Ensemble in Forcing a Regional Ensemble System. *Weather Forecasting*, vol. 31, p. 515-530, 2016.

Zamani, S., Gobin, A., Van de Vyver, H., Gerlo, J.: Atmospheric drought in Belgium – statistical analysis of precipitation deficit. *International Journal of Climatology*, vol. 36, p. 3056—3071, 2016.

PUBLICATIES IN NATIONALE TIJDSCHRIFTEN MET LEESCOMITÉ

Demarée, G.R.: De jaren van pestilentiën 1633-1636 : het weer, de pest en de hippocratische hypothese in de Lage Landen. De Kapucijnen en de Pest te Leuven in 1634-1636, Leuven, p. 35-40, 2016.

Demarée, G.R., Beillevaire, P., Tsukahara, T., Mikami, T., Tagami, Y., Zaiki, M. : Les séismes à Okinawa : les observations du Père Louis Furet, missionnaire apostolique. *Ciel et Terre*, vol. 132, p. 2-10, 2016.

Ech-chakrouni, S., Hus J., Danese, V. : Site Ath/ Ghislenghien : Datation archéomagnétique de deux fours à chaux à Ghislenghien. *Chronique de l'archéologie Wallonne*, vol. 24, p. 84-86, 2016.

Hardy, C., Delanois, É., Ech-Chakrouni, S., Hus, J. : Andenne/Landenne : sondages à proximité de l'ancien château. *Chronique de l'archéologie Wallonne*, vol. 24, p. 265-266, 2016.

Tricot, Ch., Bertrand, C.: L'évolution du climat belge/ De evolutie van het klimaat in België. *SCIENCE connection*, vol. 50, p. 4-5, 2016.

INTERNATIONALE MONOGRAFIEËN PROCEEDINGS

Altadill, D., Paznukhov, V., Verhulst, T., Belehaki, A., Reinisch, B., Galkin, I., Buresova, D., Parkinson, M., Mielich, J., Blanch, E., Stankov, S., Sales, G., Kozlov, A., Hamel, R. : High frequency based detection of TIDs in the Net-TIDE project: Challenges and opportunities for long HF paths. *Pres. COSPAR Scientific Assembly, Istanbul, Turkey 30 Jul - 7 Aug 2016*.

Demarée, G.R., Ogilvie, A.E.J. : L'éruption du Lakagígar en Islande ou 'Annus mirabilis 1783'. *Études et bibliographies d'histoire environnementale. Belgique – Nord de la France – Afrique centrale*, 2016.

Hamdi, R., Duchêne, F., Giot, O., Berckmans, J., Delcloo, A., Deckmyn, A., Termonia, P.: Future climate of Brussels and Paris for the 2050s under the A1B scenario. *The International Conference on Regional Climate-CORDEX 2016, Stockholm, Sweden 17– 20 May 2016*.

Hamdi, R.: Knowledge and uncertainties on regional and local climate projections: Climate change and cities. *The 13th International Weather and Climate Forum 2016, Paris, France, 31 May 2016*.

Hubert, D., Keppens, A., Granville, J., Verhoelst, T., Lambert, J.C., Delcloo, A., Hauchecorne, A., Kivi, R., Stübi, R.: Ground-based validation of CCI

ozone profile Climate Research Data Package release 2015, Living Planet Symposium 2016, Prague, Czech Republic, 9-13 May, 2016.

Jacquemin, I., Henrot, A.-J., Beckers, V., Berckmans, J., Debusscher, B., Dury, M., Minet, J., Hamdi, R., Dendoncker, N., Tychon, B., Hambuckers, A., François, L.: High-resolution climate and land surface interactions modeling over Belgium: current state and decennial scale projections. Geophysical Research Abstracts vol. 18, EGU2016-13025, 2016.

Poelman D. R., Goudenhoofdt, E., Delobbe, L., Schulz, W.: Determining lightning outliers based on Belgian radar data to evaluate the performance of EUCLID, International Lightning Detection Conference, San Diego, USA.

Sapundjiev, D., Stankov, S., Verhulst, T.: Estimation of transmitter and receiver code biases using concurrent GNSS and ionosonde measurements. Pres. COSPAR Scientific Assembly, Istanbul, Turkey 30 Jul - 7 Aug 2016.

Sapundjiev, D., Stankov, S., Jodogne, J.C.: Present status and modernisation of the Dourbes Cosmic Ray Observatory for improved space weather research and forecasting. Proc. European Space Weather Week, Oostende, Belgium 14-18 Nov 2016.

Stankov, S., Verhulst, T., Sapundjiev, D.: High-cadence nowcast of a proxy K-type index of the local magnetic activity for improved space weather monitoring applications. Pres. American Geophysical Union Fall Meeting, San Francisco, USA, 12-16 Dec 2016.

Stankov, S., Verhulst, T., Sapundjiev, D.: On the use of IGS TEC maps for ionospheric storm-time specification: scientific user requirements for modelling and service developments. Pres. International GNSS Service Workshop, Sydney, Australia 8-12 Feb 2016.

Stankov, S., Verhulst, T., Sapundjiev, D., Nava, B.: Intercomparison of LIEDR and NeQuick ionospheric modeling using radio occultation and ionosonde measurements. Proc. International Beacon Satellite Symposium, Trieste, Italy 27 Jun - 1 Jul 2016.

Stavrou, T., Müller, J.-F., Bauwens, M., Berckmans, J., Caluwaerts, S., De Troch, R., De Cruz, L., Giot, O., Hamdi, R., Termonia, P., Schaeysbroeck, B.: High resolution isoprene emissions over Europe in past and future climate. Geophysical Research Abstracts vol. 18, EGU2016-14310, 2016.

Van Schaeysbroeck, B., Berckmans, J., Caluwaerts, S., De Troch, R., De Cruz, L., Duchêne, F., Giot, O., Hamdi, R., Termonia, P.: Climate projections of the ALARO-0 model on the EURO-CORDEX domain. Geophysical Research Abstracts vol. 18, EGU2016-6355, 2016.

Verhulst, T., Sapundjiev, D., Stankov, S.: High time resolution TEC and ionosonde observations at Dourbes, Belgium, during the March 2015 solar eclipse. Proc. International Beacon Satellite Symposium, Trieste, Italy 27 Jun - 1 Jul 2016.

Verhulst, T., Stankov, S.: Effects of the different times of sunrise at different altitudes in the ionosphere. Pres. COSPAR Scientific Assembly, Istanbul, Turkey 30 Jul - 7 Aug 2016.

INTERNE EN EXTERNE RAPPORTEN MET LEESCOMITÉ

Ghilain N., Arboleda A., Gellens-Meulenberghs F.: Algorithm Theoretical Basis of the LSA-SAF MET v2, DMET v2, MLE & MH products, 24 p., November 2016.



INTERNE EN EXTERNE RAPPORTEN ZONDER LEESCOMITÉ

Caluwaerts, S., Termonia, P., Hamdi, R., Duchêne, F., Berckmans, J., Degrauwe, D., Wauters, G.: Monitoring the urban climate of the city of Ghent, Belgium. International Association for Urban Climate Issue no. 61, September 2016.

De Niel, J., Demarée, G., Willems, P. (2016) Extreme high flows Meuse river 1500-2015. Workshop on Hydrological Modeling of the Meuse basin. Powerpoint presentation, 28 p., 4th IAHR Europe Congress, Liege, Belgium, 27-29 July 2016.

Giot, O., Termonia, P., Degrauwe, D., De Troch, R., Caluwaerts, S., Smet, G., Berckmans, J., Deckmyn, A., De Cruz, L., De Meutter, P., Duchêne, F., Duerinckx, A., Gerard, L., Hamdi, R., Van den Bergh, J., Van Ginderachter, M., Van Schaeuybroeck, B.: Validation and climate projections of the ALARO-0 model on the EURO-CORDEX domain ALARO workshop, Lisbon, Portugal, 4-8 April 2016.

Hamdi, R.: ACCEPTED final report. 33 p., March 2016.

Hamdi, R.: ACCEPTED summary report for end users, 12 p., March 2016.

Hamdi, R.: FORBIO-CLIM annual report 2016.

Hamdi, R.: MASC annual report 2016.

Termonia, P., Hamdi, R., Van Schaeuybroeck, B., Willems, P., Van Lipzig, N., van Ypersele, J.-P., Marbaix, P., Fettweis, X., De Ridder, K., Gobin, A., Stavrakou, T., Luyten, P., Pottiaux, E.: Combineren van regionale downscaling expertise in België: CORDEX en verder (CORDEX.be). Science Connection vol. 50, 2016.

Termonia, P., Hamdi, R., Van Schaeuybroeck, B., Willems, P., Van Lipzig, N., Van Ypersele, J.-P., Marbaix, P., Fettweis, X., De Ridder, K., Gobin, A., Stavrakou, T., Luyten, P., Pottiaux, E.: Impact du changement climatique en Belgique. Science Connection vol. 50, 2016.

Van Bever, J.: ESCAPE Quarterly Report (4th quarter). oktober 2016.

ABSTRACTS VAN CONFERENTIES EN POSTERS

Aerts, R., Van Nieuwenhuysse, A., Hendrickx, M., Hoebeke, L., Dendoncker, N., Linard, C., Dujardin, S., Verstaeten, W., Delcloo, A., Hamdi, R., Saenen, N., Nawrot, T., Aerts, J.-M., Van Orshoven, J., Somers, B.: Cumulative diversity dose CDD as an integrated measure of human exposure to biodiversity. European One Health/Ecohealth Workshop, Brussels, Belgium, 6-7 October 2016.

Arboleda, A., Ghilain, N., Gellens-Meulenberghs, F.: The LSA-SAF evapotranspiration products, Living Planet Symposium, Prague, Czech Republic, 9-13 May 2016.

Barrios, J. M., Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: PROBA-V capabilities in support to evapotranspiration monitoring in wetlands, ESA PROBA-V Symposium, Ghent, Belgium, January 2016.

Barrios, J. M., Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Exploring the potential of PROBA-V in evapotranspiration monitoring in wetlands, Living Planet Symposium, Prague, Czech Republic, 9-13 May 2016.

Barrios, J. M., Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Daily evapotranspiration at sub-kilometer spatial resolution by ingesting Spot-Vegetation/Proba-V data in an energy balance setting, Copernicus Global Land User Workshop, Arlon, Belgium, 6-7 June 2016.

Berckmans, J., Giot, O., De Troch, R., Hamdi, R.: Reinitialised versus continuous regional climate simulations using ALARO coupled to the land surface model SURFEX: investigating the land-atmosphere feedback, Stockholm, Sweden, 17-20 May 2016.

Berckmans, J., Henrot, A.-J., Jacquemin, I., Hamdi, R.: Sensitivity of the regional climate model ALARO-0 to land surface changes. EMS Annual Meeting Abstracts vol. 13, EMS2016-533, 2016.

Berckmans, J., Henrot, J.-P., Jacquemin, I., Hamdi, R.: Sensitivity of the regional climate model ALARO-0 to land surface changes: A conceptual framework. Trieste, Italy, 12-16 September 2016.

De Cruz, L., Berckmans, J., Caluwaerts, S., De Troch, R., Duchêne, F., Giot, O., Hamdi, R., Termonia, P., Van Schaeybroeck, P.: Results For Climate Projections Using The ALARO-0 Model On The EURO-CORDEX Domain. AOGS 13th Annual Meeting, Beijing, China, 31 July – 5 August 2016.

De Cruz, L., Demaeyer, J., Vannitsem, S.: The Modular Arbitrary-Order Ocean-Atmosphere Model of the RMIB: MAOOAM. European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17–22 April 2016.

De Cruz, L., Schubert, S., Demaeyer, J., Vannitsem, S.: Predictability Analysis of An Extensible Nonlinear Coupled Ocean-atmosphere Model. AOGS 13th Annual Meeting, Beijing, China, 31 July – 5 August 2016.

De Troch, R., Giot, O., De Cruz, L., Van Schaeybroeck, B., Berckmans, J., Hamdi, R., Termonia, P.: On the added value of subdaily precipitation from the ALARO-0 model within the EURO-CORDEX framework. International Conference on Regional Climate (ICRC)-CORDEX, Stockholm, Sweden, 16-18 May 2016.

Demaeyer, J., Vannitsem S.: Subgrid-scale parameterization and low-frequency variability: a response theory approach. EGU General Assembly, Vienna, Austria, April 2016.

Demaeyer, J., Vannitsem, S.: Subgrid-scale parameterization and low-frequency variability: a response theory approach. 31st IUGG Conference on Mathematical Geophysics, Paris, France, June 2016.

Delvaux, C., Journée, M., Ingels, R., Vrubel, V., Bertrand, C.: Quality Control of the Belgian Historical Weather Data. EMS Annual Meeting Abstracts, vol. 13, 16th EMS/11th ECAC, 2016.

Demarée, G.R., Verheyden, R.: Walthère Victor Spring, a forerunner in the study of the greenhouse effect, at the University of Liège, Belgium. Central European Conference of Historical Geographers (CECHG), Historical Geography Research Centre, Faculty of Science of Charles University in Prague, Prague, Czechia, 31 August – 2 September 2016.

Ech-chakrouni, S., Hus, J.: Brick kilns as good recorders of the geomagnetic field. XVth Castle Meeting: New Trends on Rock, Paleo and Environmental Magnetism. Dinant, Belgium, 21-27 August 2016.

Gellens-Meulenberghs, F., Ghilain, N., Arboleda, A., Barrios, J. M.: Operational evapotranspiration based on Earth observation satellites, European Geophysical Union General Assembly, Vienna, Austria, April 2016.

Gellens-Meulenberghs, F., Ghilain, N., Arboleda, A., Barrios, J.M.: Land SAF evapotranspiration products and on-going research at RMI, WMO RAVI Hydrological Forum 2016, Workshop on Hydrological modelling, forecasting and warnings, Oslo, Norway, 20 september 2016.

Ghilain, N., Arboleda, A., Barrios J.M., Gellens-Meulenberghs, F.: Operational evapotranspiration mapping based on Earth observation satellites supported by PRODEX research, PRODEX 30th anniversary symposium, Noordwijk, Netherland, 5-6 September 2016.

Ghilain, N., Arboleda, A., Barrios, J.M., Gellens-Meulenberghs, F.: A soil moisture index derived from Copernicus land surface temperature over Africa and Australia, Copernicus Global Land Services first users workshop, Arlon, Belgium, 6-7 June 2016.

Gobin, A., Van de Vyver, H., Vanwindekens, F., Planchon, V., Verspecht, A., de Frutos Cachorro, J., Buysse, J.: Meteorological risks are drivers of environmental innovation in agro-ecosystem management. Geophysical Research Abstracts vol. 18, EGU General Assembly 2016.

Gobin, A., Van Schaeybroeck, B., Termonia, P., Willems, P., Van Lipzig, N., van Ypersele, J.- P., Marbaix, P., Fettweis, X., De Ridder, K., Stavrakou, T., Luyten, P., Pottiaux, E.: Climate impacts on agricultural biomass production in the CORDEX.be project context. Vienna, Austria, 17-22 April 2016.

Goudenhoofd, E., Delobbe, L.: Extreme value analysis based on a 10-year radar-based precipitation reanalysis. Oral presentation at 16th EMS Annual Meeting, Trieste, Italy, 2016.

Hamdi, R.: Second UCCRN Assessment Report on Climate Change and Cities ARC3.2. Symposium international dans le cadre de la COP 22. Les changements climatiques Nouvelles approches, nouvelles technologies, nouvelles opportunités. Implication des compétences africaines d'ici



et d'ailleurs. Marrakech, 11-12 November 2016.

Housmans, C., Bertrand, C.: Evaluation of various procedure transposing global tilted irradiance to horizontal surface irradiance. EMS Annual Meeting Abstracts, vol. 13, 16th EMS/11th ECAC, 2016.

Kosareva, L.R., Kuzina, D.M. Spassov, S., Nourgaliev, D.K., Sitdikov, A.G., Khasanov, D.I.: Archaeomagnetic investigations in Bolgar (Tatarstan). 41st International Symposium on Archaeometry – ISA2016. Kalamata, Greece, 15-21 May 2016.

Lucarini, V., Vannitsem, S.: Covariant Lyapunov Vectors in a Coupled Atmosphere-Ocean Model - Multiscale Effects and Geometric Degeneracy, EGU, Vienna, Austria, 21 April 2016.

Mangold, A., Elst, D., Delcloo, A., Hamdi, R., Hermans, C.: Measurements of the aerosol composition of the Brussels sub-urban atmosphere and implications for the emission scheme of a regional chemical transport model, 32nd International Conference on Environmental Geochemistry and Health, Society for Environmental Geochemistry and Health, SEGh, Brussels, Belgium, 4-8 July 2016.

Martins, J.P.A., Trigo, I.F., Ghilain, N., Goettsche, F.M., Olesen, F.S., Gellens-Meulenberghs, F., Arboleda, A.: Feasibility study of an all-weather land surface temperature product, EUMETSAT conference, Darmstadt, Germany, September 2016.

Morera Chavarria, A., Dekkers, M.J., Spassov, S., Roetert Steenbruggen, K.V., Hoving, A., Griffioen, J., Behrends, T.: Low-temperature magnetism to characterize iron mineral transformations in a progressing oxidation front in Early Pleistocene fluvial clay. XVth Castle Meeting: New Trends on Rock, Paleo and Environmental Magnetism. Dinant, Belgium, 21-27 August 2016.

Reyniers, M.: Recent additions in the precipitation nowcast of INCA-BE: uncertainty plumes and hail. 9th European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology, Antalya, Turkey, 2016.

Schefzik, R., Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: A comparison of ensemble post-processing approaches that preserve correlation structures. Vienna, Austria, 17-22 April 2016.

Simonis, C., Tychon, B., Gellens-Meulenberghs, F.: Sensitivity analysis of AquaCrop evapotranspiration to weather station distance. VII International Scientific Agriculture Symposium, Jahorina, Bosnia and Herzegovina, 6-9 October 2016.

Spassov, S., Maher, B.A., Possolo, A.: Magnetic properties of Chinese Red Clay from Lingtai and its significance for proxies of past climate. XVth Castle Meeting: New Trends on Rock, Paleo and Environmental Magnetism. Dinant, Belgium, 21-27 August 2016.

Spassov, S., Ortega, D., Dutz, S., Steinhoff, U., Natividad, E., Wells, J.: RADIOMAG – A COST networking project in experimental cancer treatment research, combining magnetic fluid hyperthermia and radiotherapy. 11th International Conference on the Scientific and Clinical Applications of Magnetic Carriers. Vancouver BC, Canada, 31 May - 04 June 2016.

Stavrou, T., Müller, J.-F., Bauwens, M., Berckmans, J., Caluwaerts, S., De Troch, R., De Cruz, L., Giot, O., Hamdi, R., Termonia, P., Schaeybroeck, B.: High resolution isoprene emissions over Europe in past and future climate. European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016.

Termonia, P., Van Schaeybroeck, B., Willems, P., Van Lipzig, N., van Ypersele, J.-P., Marbaix, P., Fettweis, X., De Ridder, K., Gobin, A., Stavrou, T., Luyten, P., Pottiaux, E.: CORDEX.be: COmbining Regional climate Downscaling EXPertise in Belgium. Vienna, Austria, 17-22 April 2016.

Termonia, P., Van Schaeybroeck, B., Willems, P., Van Lipzig, N., van Ypersele, J.-P., Marbaix, P., Fettweis, X., De Ridder, K., Gobin, A., Stavrou, T., Luyten, P., Pottiaux, E.: CORDEX.be: COmbining Regional climate Downscaling EXPertise in Belgium. The International Conference on Regional Climate ICRC-CORDEX 2016, Stockholm, Sweden, 17-20 May 2016.

Trigo, I.F., Ghilain, N., Arboleda, A., Gellens-Meulenberghs, F.: Monitoring evapotranspiration and surface heat fluxes in EUMETSAT LSA-SAF: Exploitation of LST from MSG/SEVIRI, GlobTemp Workshop 16, Lisbon, Portugal, 8 June 2016.

Van Bever, J.: Presentatie op de ESCAPE dissemination Workshop, Helsingor, Denmark, October 2016.

Van De Vyver, H., Van Schaeybroeck, B., Smet, G., Vannitsem, S.: Ensemble post-processing methods for modeling the ensemble tail. SRNWP-EPS II Workshop, Bologna, Italy, 17-19 May 2016.

Van de Vyver, H., Van Schaeybroeck, B., Vannitsem, S.: The role of ensemble post-processing for modeling the ensemble tail. Geophysical Research Abstracts vol. 18, EGU General Assembly 2016.

Van de Vyver, H., Van Schaeybroeck, B.: Probabilistic forecasting of extreme weather events based on extreme value theory. Geophysical Research Abstracts vol. 18, EGU General Assembly 2016.

Van de Vyver, H.: Bayesian estimation of rainfall intensity-duration-frequency relationships. STAHY 2016 workshop in Quebec-City, Canada, 26-27 September 2016.

Van Schaeybroeck, B., Berckmans, J., Caluwaerts, S., De Troch, R., De Cruz, L., Duchêne, F., Giot, O., Hamdi, R., Termonia, P.: Climate projections of the ALARO-0 model on the EURO-CORDEX domain. EGU, Vienna, Austria, 17-22 April 2016.

Vannitsem, S.: The low-frequency variability of the coupled ocean-atmosphere system – A dynamical systems perspective, AIMS, Orlando, 5 July 2016.

Vannitsem, S.: The role of the ocean mixed layer on the development of the low-frequency variability at midlatitudes. EGU, Vienna, Austria, 21 April 2016.

Vannitsem, S., Lucarini V., Statistical and Dynamical Properties of Covariant Lyapunov Vectors in a Coupled Atmosphere-Ocean Model – Error dynamics. EGU, Vienna, Austria, 21 April 2016.

Wouters, S., Devleeschouwer, X., Spassov, S., Steurbaut, E.: Detrital paramagnetic (clays) minerals controlling the magnetic susceptibility signal and detection of detrital ferromagnetic minerals during Danian and Selandian time (Loubieng quarry, France). XVth Castle Meeting: New Trends on Rock, Paleo and Environmental Magnetism. Dinant, Belgium, 21-27 August 2016.

Zanarini, I., Spassov, S., Atzemoglou, A., Kondopoulou, D., Gault, A., Polyá, D., Maher, B.A., Hademenos, V.: Mapping heavy metal distribution around the Kozani-Ptolemais power plants (Northern Greece) using magnetic parameters of soils. 18th International Conference on Heavy Metals in the Environment. Ghent, Belgium 12-15 September 2016.

CONFÉRENCIES EN POSTERS ZONDER ABSTRACTS

Arboleda, A.: EUMETSAT/WMO Land SAF/Satellite Products Training Course on Applications in Agro Meteorology., Tbilisi, Georgia, 23-27 March 2016.

Berckmans, J., Pottiaux, E., Van Malderen, R., Hamdi, R.: Evaluation of the atmospheric water vapor in the regional climate model ALARO coupled to the land surface scheme SURFEX using GNSS observations. COST Summer School/Workshop, Potsdam, Germany, 29 August - 2 September 2016.

Delcloo, A., Heue, K.-P., Keppens, A., Coldewey-Egbers, M., Lerot, C., Hubert, D., Verhoelst, T., Loyola, D., Valks, P., Lambert, J.-C., Witte, J., Thompson, A., van Roozendaal, M.: Validation of The ESA-CCI Harmonized Tropospheric Ozone Column Data Product, Using Balloon Sounding Data. ESA Atmospheric Composition Validation and Evolution conference, Frascati, Italy, 18 - 20 October 2016.

Delcloo, A., Loyola, D., Tuinder, O., Valks, P.: Validation of GOME-2/METOP-A and GOME-2/METOP-B tropospheric ozone column products, using balloon sounding data. EUMETSAT Meteorological Satellite conference, 2016, Darmstadt, Germany, 26 - 30 September 2016.

Demaeyer, J.: Subgrid-scale parameterization in a low-order coupled ocean-atmosphere model: A response theory approach. 30 Years of Nonlinear Dynamics in Geosciences, Rhodos, Greece, July 2016.

Demarée, G., Furet, L.T.: Apostolic Missionary at Okinawa, and his meteorological and seismological Observations (1857-1860). Workshop at the Department of Seismology, Faculty of Science, Ryukyu University, Naha, Okinawa, Japan, 30 January 2016.

Demarée, G., Kusman, D.: La sismicité historique au sujet de séismes au Labrador et au Groenland, au Japon et du séisme du 6 avril 1580 en Europe de l'Ouest. Histoire de l'Environnement – Réseau Interdisciplinaire, Group de contact FNRS. Observatoire royal de Belgique, 21 December 2016.



Demarée, G.: The Atmospheric Pressure Observations by Father Furet, Naha, 1856-1858. International Workshop 'Meteorological Observations and Typhoon Tracks in Japan during 19th Century', Seikei University, Tokyo, Japan, 28 July 2016.

Gerard, L.: 1. The non-saturated downdraught in Alaro-0. 2. Scale aware deep convection parameterization. 3. Alaro-1 multi-scale behaviour with cellular automata. 4. Cloudiness in the high-resolution context. ALARO-1 Working Days, Brussels, 12-14 September 2016.

Gerard, L.: Perturbation approach for scale-aware convection parameterization at kilometer resolution. HD(CP)2 conference: Understanding clouds and precipitation, Berlin, Germany, 15-19 February 2016.

Gielen, C., Van Roozendaal, M., Hermans, C., Hendrick, F., Fayt, C., De Backer, H., Mangold, A., De Bock, V., Laffineur, Q., Van Lipzig, N., Souverijns, N., Gorodetskaya, I., Lhermitte, S., Gossart, A.: Aerosol and ozone measurements from the recently installed MAX-DOAS instrument at the Princess Elisabeth Station in the framework of the AEROCLOUD project. BNCGG-BNCAR Symposium, Brussels, Belgium, 29 April 2016.

Giot, O., Termonia, P., Degrauwe, D., De Troch, R., Caluwaerts, S., Smet, G., Berckmans, J., Deckmyn, A., De Cruz, L., De Meutter, P., Duerinckx, A., Gerard, L., Hamdi, R., Van den Bergh, J., Van Genderachter, M., Van Schaeybroeck, B.: Validation and climate projections of the ALARO-0 model on the EURO-CORDEX domain. Joint 26th ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting 2016, Lisbon, Portugal, 4-8 April, 2016.

Gorodetskaya, I., Maahn, M., Kneifel, S., Thiery, W., Van Tricht, K., Gallé, H., Lenaerts, J., Souverijns, N., Gossart, A., Schween, J., Lhermitte, S., Mangold, A., Laffineur, Q., Reijmer, C., van den Broeke, M., Crewell, S., Van Lipzig, N.: Cloud precipitation and surface mass balance measurements at Princess Elisabeth Station: a unique observatory in East Antarctica. BNCGG-BNCAR Symposium, Brussels, Belgium, 29 April 2016.

Gossart, A., Souverijns, N., Lhermitte, S., Gorodetskaya, I., Lenaerts, J., Mangold, A., Laffineur, Q., Van Lipzig, N.: An assessment of the COSMO-CLM simulation of surface mass balance processes over Antarctica. COSMO/CLM/ART User Seminar 2016, Offenbach, Germany, 7-9 March 2016.

Gossart, A., Souverijns, N., S., Gorodetskaya, I., Lhermitte, S., Lenaerts, J., Mangold, A., Laffineur, Q., Palm, S., Van Lipzig, N.: Snowdrift events detection: a comparison of satellite imagery with ground-based remote sensing observations at Princess Elisabeth Station, East Antarctica. European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016.

Haefelin, M., Laffineur, Q., Bravo-Aranda, J.-A., Drouin, M.-A., Casquero-Vera, J.-A., Dupont, J.-D., De Backer, H.: PARAFOG: Pre-FOG alert tool based on ceilometer measurements, Journée Scientifique SIRTa 2016, Paris, France, 23 June 2016.

Hamdi, R., Duchêne, F.: SURFEX offline coupled to ALARO. Cordex.be meeting RMI, Brussels, 2016.

Hamdi, R.: Combining the EKF soil analysis with a three dimensional variational upper-air assimilation for ALARO. Joint 26th ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting 2016, Lisbon, Portugal, 4-8 April 2016.

Hamdi, R.: Heat wave and Urban Heat Island, a potential health-risk for the in-habitant of the Brussels Capital Region for the 2050s horizon. RMI, Brussels, 1st June 2016.

Hamdi, R.: Invloed van stad op weer en klimaat. Melle, Belgium, 4 May 2016.

Hamdi, R.: Surface data assimilation at RMI. Joint 26th ALADIN Workshop & HIRLAM All Staff Meeting 2016, Lisbon, Portugal, 4-8 April 2016.

Hamdi, R.: Surface data assimilation at RMI. Surface data assimilation workshop, Zagreb, Croatia, 24-26 October 2016.

Hamdi, R.: SURFEX as a new land surface scheme for ALADIN partners. Strategy meeting, Toulouse, France, 26-28 April 2016.

Hamdi, R.: SURFEX for ALADIN/ALARO. SURFEX steering committee, 23 March 2016.

Hamdi, R.: SURFEX with ALARO. ALARO-1 Working days 2016. RMI, Brussels, 12-14 September 2016.

Hamdi, R.: Urban climate/meteorology modelling at RMI. Urumqi, China, August 2016.

Hamdi, R.: Urban projections and impact assessments. ERA4CS meeting, Madrid, Spain 3-4 March 2016.

Hamdi, R.: Weather forecasts for the roads. Trilateral Benelux meeting, RMI, Brussels 20 October 2016.

Herenz, P., Mangold, A., Wex, H., Stratmann, F.: CCN measurements at the Princess Elisabeth Antarctica Research Station. 17th International Conference on Clouds and Precipitation, Manchester, United Kingdom, 25-29 July 2016.

Keppens, A., Lambert, J.-C., Hubert, D., Granville, J., Verhoelst, T., Compernelle, S., van Peet, J., van der A, R., Miles, G., Siddans, R., Clerbaux, C., Coheur, P.-F., Delcloo, A., Godin-Beekmann, S., Kivi, R., Stübi, R., Zehner, C.: Comprehensive quality assessment of GOME- and IASI-type multi-mission tropospheric ozone data records. Quadrennial Ozone Symposium, Edinburgh, UK, 4-9 September 2016.

Klos, A., Bock, O., Pottiaux, E., Van Malderen, R., Bogusz, J.: Autoregressive Processes in Homogenization of GNSS Tropospheric Data. AGU Fall Meeting, San Francisco, US, 12-16 December 2016.

Laffineur, Q., Haeffelin, M., Dupont, J.-C., Bravo-Aranda, J.A., Drouin, M.-A., De Backer, H.: Statistical analysis of parameters computed by PARRAFOG: a new pathway to increase knowledge on the early stage of fog formation. 7th International Conference on Fog, Fog Collection and Dew, Wroclaw, Poland, 24-29 July 2016.

Mangold, A., Elst, D., Delcloo, A., Hamdi, R., Hermans, C.: Measurements of the aerosol composition of the Brussels sub-urban atmosphere and implications for the emission scheme of a regional chemical transport model. 32nd International Conference on Environmental Geochemistry and Health, Society for Environmental Geochemistry and Health, SEGh, Brussels, Belgium, 4-8 July 2016.

Mangold, A., Laffineur, Q., De Backer, H., Herenz, P., Wex, H., Gossart, A., Souverijns, N., Gorodetskaya, I., Van Lipzig, N.: Aerosol and CCN properties at Princess Elisabeth station, East Antarctica: seasonality, new particle formation events and properties around precipitation events. European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016.

Mangold, A., Laffineur, Q., De Bock, V., Hermans, C., Gielen, C., Gorodetskaya, I., Herenz, P., Wex, H., Verhasselt, K., Oosterbos, S., Kuppens, S., De Backer, H.: Atmospheric aerosol characterisation at Princess Elisabeth station, East Antarctica. BNCGG-BNCAR Symposium, Brussels, Belgium, 29 April 2016.

Mangold, A., Laffineur, Q., Van Malderen, R., De Bock, V., Hermans, C., Nys, K., De Backer, H.: Analysis of total ozone and UV radiation and of vertical profile measurements of temperature, humidity and wind data at Princess Elisabeth Station, East Antarctica. BNCGG-BNCAR Symposium, Brussels, Belgium, 29 April 2016.

Namaoui, H., Kahlouche, S., Belbachir, A.H., Van Malderen, R., Brenot, H., Pottiaux, E.: First results of GPS water vapour and its comparison with radiosondes and ERA-Interim Reanalysis in Algeria. COST Summer School/Workshop, Potsdam, Germany, 29 August - 2 September 2016.

Poelman, D. R., Goudenhoofd, E., Delobbe, L., Schulz, W.: Determining lightning outliers based on Belgian radar data to evaluate the performance of EUCLID. European Lightning Detection Workshop, Toulouse, France, 2016.

Smet, G., Van den Bergh, J.: Thunderstorm case studies with the experimental convection-permitting RMI-EPS. SRNWP-EPS II workshop on Probabilistic prediction of severe weather phenomena, Bologna, Italy, 17-19 May 2016.

Smet, G.: Toward a convection-permitting EPS. Hirlam-C/ALADIN Joint Working Week on GLAMEPS, HarmonEPS and HARP development for EPS, De Bilt, Netherlands, 29 February - 4 March 2016.

Smet, G.: Toward a convection-permitting RMI-EPS. RMI seminar, Brussels, Belgium, 7 December 2016,

Souverijns, N., Gossart, A., Gorodetskaya, I., Lhermitte, S., Mangold, A., Laffineur, Q., Van Lipzig, N.: The representation of radiation, clouds and precipitation in a default COSMO-CLM simulation over Antarctica. COSMO/CLM/ART User Seminar 2016, Offenbach, Germany, 7-9 March 2016.

Souverijns, N., Gossart, A., Gorodetskaya, I., Lhermitte, S., Van Tricht, K., Mangold, A., Laffineur, Q., Van Lipzig, N.: Climatology of clouds and precipitation over East Antarctica using ground-based remote sensing at the Princess Elisabeth Station. European Geosciences Union General Assembly 2016, Vienna, Austria, 17-22 April 2016.

Tuinder, O.N.E., Delcloo, A., Hess, M., Shah, S.: Reprocessed Metop/GOME-2 Vertical Ozone Profiles, Quadrennial Ozone Symposium, Edinburgh, UK, 4-9 September 2016.

Van Malderen, R., Allaart, M.A.F., De Backer, H., Smit, H.G.J., De Muer, D.: Testing the SI²N Ozonesonde Data Quality Assessment for the nearby stations Uccle (BE) and De Bilt (NL). Quadrennial Ozone Symposium, Edinburgh, UK, 4-9 September 2016.

Van Malderen, R., Pateraki, N., De Backer, H., Smit, H.G.J., Thouret, V.: Comparison of tropospheric ozone profiles at Brussels, measured with MOZAIK aircraft and ozonesondes. Quadrennial Ozone Symposium, Edinburgh, UK, 4-9 September 2016.



Vannitsem, S.: Predictability of atmospheric flows. Are seamless ensemble predictions useful for mid-latitudes? IMS workshop on ensemble forecasts, Tel Aviv, Israel, 9 November 2016.

Vannitsem, S.: The low-frequency variability of the coupled ocean-atmosphere system – A dynamical systems perspective, seminar at the NERSC, Bergen, Belgium, 9 February 2016.

PROEFSCHRIFTEN TER VERKRIJGING VAN EEN DOCTORAAT

De Troch, R.: The application of the ALARO-0 model for regional climate modeling in Belgium: extreme precipitation and unfavorable conditions for the dispersion of air pollutants under present and future climate conditions, PhD Thesis, May 2016.

10°

Wetenschappelijke publicaties

Datum gebeurtenis	Weerfenomeen	Getroffen gemeenten/provincies
7 - 9 juni 2014	Overvloedige neerslag	1 gemeente West-Vlaanderen
7 - 9 juni 2014	Overvloedige neerslag	1 gemeente West-Vlaanderen
5 juni 2015	Overvloedige neerslag	1 gemeente West-Vlaanderen
15 - 17 januari 2016	Overvloedige sneeuwval	provincies Luik en Namen
22 - 23 januari 2016	Overvloedige neerslag	2 gemeenten provincie Luik
27/28- maart 2016	Stormwinden	Vlaanderen
11 mei 2016	Overvloedige neerslag	1 gemeente Namen
11 mei 2016	Overvloedige neerslag	2 gemeenten Henegouwen
11 mei 2016	Overvloedige neerslag	1 gemeente Henegouwen
27 mei 2016	Overvloedige neerslag	7 gemeenten provincies Luik en Henegouwen
27 mei 2016	Stormwinden	Vlaanderen
27 mei 2016	Overvloedige neerslag	7 gemeenten provincies Luik en Henegouwen en Waals-Brabant
29 mei 2016	Overvloedige neerslag	5 gemeenten provincie Luik
30 mei 2016	Overvloedige neerslag	2 gemeenten Henegouwen
2 juni 2016	Overvloedige neerslag	2 gemeenten Luxemburg
5 juni 2016	Overvloedige neerslag	1 gemeente Henegouwen
2/5/6 juni 2016	Overvloedige neerslag en hagel	1 gemeente Luik
5 juni 2016	Overvloedige neerslag	5 gemeenten provincie Luik en Luxemburg
5 juni 2016	Overvloedige neerslag	12 gemeenten Luik
6 juni 2016	Overvloedige neerslag	1 gemeente Luik
6 juni 2016	Overvloedige neerslag	1 gemeente Namen
6/7 juni 2016	Overvloedige neerslag	15 gemeenten Luik, Henegouwen en Namen
6/7 juni 2016	Overvloedige neerslag en hagel	16 gemeenten Henegouwen
6/7 juni 2017	Overvloedige neerslag	1 gemeente Henegouwen
7 juni 2016	Overvloedige neerslag	6 gemeenten Luxemburg



Datum gebeurtenis	Weerfenomeen	Getroffen gemeenten/provincies
7 juni 2016	Overvloedige neerslag	19 gemeenten Brussels Hoofdstedelijk Gewest
6/7/8/23 juni 2016	Overvloedige neerslag	2 gemeenten Henegouwen
23 juni 2016	Overvloedige neerslag	19 gemeenten Brussels Hoofdstedelijk Gewest
23 juni 2016	Overvloedige neerslag en storm	20 gemeenten Waals-Brabant, Henegouwen en Brabant,
23 juni 2016	Storm/onweer	Vlaanderen
22 juli 2016	Overvloedige neerslag	1 gemeente Namen
23 juli 2016	Overvloedige neerslag	10 gemeenten Vlaams-Brabant
23 juli 2016	Overvloedige neerslag	5 gemeenten Waals-Brabant en Luxemburg
25 augustus 2016	Meetnet Vlaanderen	Parlementaire vraag J. De Meyer
20 november 2016	Storm	Vlaanderen
20 november 2016	Storm	Wallonië
20 november 2016	storm	Brussel Hoofdstedelijk Gewest





AFFECTS: Advanced Forecast For Ensuring Communications Through Space

ALADIN: Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational

ALARO: Versie van Aladin voor hoge resolutie

AWS: Automatisch WeerStation

BELLS: Belgian Lightning Location System

Belspo: Belgisch Wetenschapsbeleid

BIPT: Belgisch Instituut voor Postdiensten en Telecommunicatie

CFK: ChloorFluorKoostofverbinding

CORDEX: Coordinated Regional climate Downscaling Experiment

COSPAR: Committee on Space Research

DFS: Dynamic Frequency Selection

DGO2: Algemene Operationele Directie 2/ Direction Generale Opérationelle de la Mobilité et des Voies hydrauliques

ECMWF: European Centre for Medium-range Weather Forecast

EMS: Europese Meteorologische Vereniging

FAI: Fédération Aéronautique Internationale

FSC: Forest Stewardship Council

GERB: Geostationary Earth Radiation Budget

HIRLAM: High Resolution Limited Aera Model

IAGA: International Association of Geomagnetism and Aeronomy

INCA-BE: Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis-BELgium

KMI: Koninklijk Meteorologisch Instituut

KRISS: Korea Research Institute for Standards System

MAOOAM: Modular Arbitrary-Order Ocean- Atmosphere Model

MASC: Mass Schelster Capability

MoU: Memorandum of Understanding

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NOAA: National Oceanic and Atmospheric Administration

NWP: Numerical Weather Prediction

OPERA: OPERational RAdars

QPE: Quantitative Precipitation Estimation

SAFIR: Système d'Alerte Fourdre par Interferometrie Radioélectrique

SCHEME: hydrologisch model voor SCHElde en Maas

SI2: Solar Impulse 2

STEPS-BE: Short Term Ensemble Prediction System-BELgium

SURFEX: SURface EXternalisé

SWPC: Space Weather Prediction Center

TOPROF: Towards Operational ground-based PROfiling with ceilometers, doppler lidars and microwave radiometers

Ugent: Universiteit van Gent

VMM: Vlaamse Milieu Maatschappij



KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË

Ringlaan 3, B-1180 Ukkel | Tel.: +32 2 373 05 08 | Fax: +32 2 375 12 59

www.meteo.be



KONINKLIJK METEOROLOGISCH INSTITUUT VAN BELGIË

