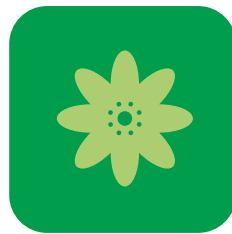
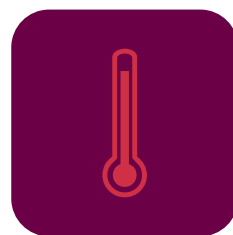


JAARVERSLAG

KMI

2008

**Koninklijk
Meteorologisch
Instituut
van België**



KMI

Koninklijk Meteorologisch Instituut

Ringlaan 3
B-1180 Brussel
Tel. +32 2 373 06 11
Fax +32 2 375 12 59

www.meteo.be

Verantwoordelijke uitgever : Dr. H. Malcorps ISSN/1377-2406

Coördinator: Heidi Langenus

Graphisch ontwerp en realisatie : Trinome.be

VOORWOORD

7

OPMERKELIJKE FEITEN

9

1. Magnetic Valley	9
2. SOVIM van de grond	9
3. Bouw van een weertoren in Jabbeke en het belang ervan op die plek	10
4. Voorbereiding van de expeditie op Antarctica	10
5. Oprichting van het 'EUMETNET Coordination Office'	11
6. Internationaal Weerforum	11
8. EUMETNET bijeenkomst in Brussel	12
9. ICWED-vergadering te Brugge	13

VERBETEREN WAARSCHUWINGEN BOVEN LAND EN ZEE

15

1. Kwaliteitscontrole van de waarschuwingen	15
2. Verbetering van de waarschuwingen voor gevaarlijke weersomstandigheden	20

UITBREIDEN VAN DE KENNIS OVER HET KLIMAAT

33

1. Geïntegreerde benadering van de fouten in de begintoestanden en de modellering	33
2. Correctie van de voorspellingen	33
3. Gegevensassimilatie	34
4. Analyse van waterdampmetingen (AGACC-project)	34
5. Bijdrage aan het GEMS-project: Controle van de waarnemingen van aerosols met behulp van Modellering	35
6. Fijn stof en gezondheid (PARHEALTH-project)	35
7. Wetenschappelijke resultaten van de meting van de zonnestraling	36
8. GERB/CMSAF metingen	36

UITBREIDEN EN VERBETEREN WAARNEMINGSSYSTEMEN

39

1. Registratie van het geomagnetische veld	39
2. Weertoren in Jabbeke	39
3. Webcams	40
4. Vernieuwing van de pluviometers in de automatische stations van start	40
5. IJking Brewer-instrumenten	41
6. Validering van ozonprofielen	41

VERBETEREN EN UITBREIDEN VAN DE PRODUCTEN EN DIENSTEN AAN DE GEBRUIKERSGROEPEN

43

1. Het DMFI (Digital Magnetic Master File) cartografisch product: magnetische declinatie voor de hele Benelux	43
2. Statistische gegevens over hagelstenen in België	43
3. Geïnformateerde dagelijkse kaarten met schade van meteorologische oorsprong	43



4. Dienstenmarkt voor het BIM	45
5. Effecten van de aerosolsamenstelling op UV-voorspellingen	45
6. Zonne-energie	46
7. Verbetering van de informatica-infrastructuur	47
8. Toegang voor gebruikers tot de informatie/dienst	47
BIJDRAGEN TOT DE INTERNATIONALE UITSTRALING VAN BELGIË	49
1. Export van de producten van het KMI.	49
2. ALADIN-HIRLAM : internationale samenwerking	49
3. Steering group meeting EUMETSAT O3M SAF	50
4 EUMETNET/OPERA	51
MODERNISEREN VAN HET BEHEER	53
1. Versterken van de innovatie	53
2. Verbeteren en uitbreiden van het 'management information system'	53
3. Welzijn van het personeel : veiligheid en preventie	54
4. Analytische boekhouding	54
HET WEER IN 2008	57
Nog een warm jaar, maar minder opmerkelijk dan 2006 en 2007	57
WETENSCHAPPELIJKE RAAD, BEHEERSCOMMISSIE, COMMISSIE VOOR WERVING EN BEVORDERING EN DIRECTIERAAD VAN HET KMI	65
1. Wetenschappelijke Raad	65
2. Beheerscommissie	65
3. Commissie voor Werving en Bevordering	65
4. Directieraad	65
WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES EN CONFERENTIES	67
1. Publicaties met leetuurcomité	67
2. Proceedings	68
3. Interne en technische rapporten	69
4. Abstracts van conferenties of van posters	69
5. Conferenties en posters zonder abstracts	70
6. Proefschriften ter verkrijging van een doctoraat	72
7. Boeken	72
8. Publicaties voor het Rampenfonds	73
11. LIJST VAN LETTERWOORDEN EN AFKORTINGEN	75



Voorwoord



VOORWOORD

Het KMI is een federale instelling met beheersautonomie. Het KMI staat ten dienste van de bevolking en van de overheid met het oog op het verstrekken van betrouwbare diensten gebaseerd op onderzoek, innovatie en continuïteit.

De bevolking verwacht in de eerste plaats van de overheid dat ze instaat voor veiligheid. Daarom heeft het KMI volgende strategische doelen gedefinieerd :

- meer veiligheid bieden door kennisopbouw over het weer, het klimaat, het geomagnetische veld en de ionosfeer ;
- het verbeteren en uitbreiden van meteorologische producten en diensten voor de gebruikersgroepen.

Bovendien wil het Instituut een bijdrage leveren tot de internationale uitstraling van ons land en het beheer van de instelling verder moderniseren.

De dienstverlening wordt geschaagd door wetenschappelijk onderzoek. Ieder jaar genereert het KMI meer dan 5000 weervoorspellingen en meer dan 100 waarschuwingen. De weervoorspellingen en waarschuwingen zijn onder andere gebaseerd op de verwerking van 83 miljoen Belgische gegevens uit waarnemingen en 800.000 beelden afkomstig van radars en satellieten. Hieraan moeten bovendien de gegevens afkomstig van de numerieke modellen worden toegevoegd. De kwaliteit van de dienstverlening hangt rechtstreeks af van de kwaliteit van deze gegevens, maar ook van het wetenschappelijk onderzoek en de internationale samenwerking.

Het Instituut werkt nauw samen met de andere Europese meteorologische diensten ; niet alleen bilateraal, maar evenzeer en vooral in multinationaal verband. Voorbeelden hiervan zijn het Europees Centrum voor Weersvoorspellingen op Middellange termijn (Reading), Eumetsat, Eumetnet en Ecomet. Dankzij deze samenwerking heeft Europa een leidende rol in de wereld verworven op het vlak van meteorologie. Het KMI stelt al de expertise, die ze samen met deze organisaties heeft ontwikkeld, ter beschikking van de federale overheid, maar ook van de drie gewesten en gemeenschappen. Deze laatste hebben immers belangrijke opdrachten ten opzichte van de bevolking, waarvoor ze over meteorologische informatie moeten beschikken. Het KMI wil hen daarbij helpen door hen het beste van wat op dit gebied voor ons land relevant is, ter beschikking te stellen.

In 2008 werd verder werk gemaakt van de realisatie van de strategische doelen, die als een rode draad doorheen dit jaarverslag lopen.

Als openbare dienst hecht het KMI vooral belang aan de kwaliteit van zijn waarschuwingen voor gevaarlijk weer : hevige neerslag, hevige wind, onweer, sneeuw, ijzel. Daarom worden deze waarschuwingen voortdurend getoetst aan de waarnemingen. Hieruit blijkt dat ze in 2008 van uitstekende kwaliteit waren.

Het onderzoek dat op dit gebied wordt gevoerd, heeft enerzijds tot doel de kans op gevaarlijke weersituaties langer op voorhand in te schatten, en anderzijds op kortere termijn de voorspelling en de lokalisatie van de gevaarlijke weerfenomenen te verfijnen. Dit had onder andere tot gevolg dat de weersvoorspellers van het KMI sinds 2008 over numerieke voorspellingskaarten met een resolutie van 4 kilometer beschikken.

Steunend op een lange traditie op het gebied van onderzoek en studie van het klimaat, heeft het KMI al sinds verscheidene decennia het onderzoek toegespitst op nog weinig bekende domeinen in verband met de klimaatsverandering, hun modellering en de studie van hun lokale impact (voor een overzicht verwijs ik naar het boek 'Oog voor het klimaat'). De vorderingen op het gebied van fijnchalige modellering (Aladin) zullen in de toekomst eveneens toelaten om klimaatgevoelighedsstudies op Belgisch niveau uit te voeren.[1]

Het KMI wil ook bijdragen tot de socio - economische ontwikkeling van ons land. Hierbij speelt "innovatie", gebaseerd op wetenschappelijk onderzoek, een belangrijke rol. De aandacht werd toegespitst op mogelijke spin - offs van het geofysisch centrum van het KMI te Dourbes. Met de steun van de minister van wetenschapsbeleid, mevrouw Laruelle, en de staatssecretaris voor armoedebestrijding, de heer Delizée, werd de realisatie van "Magnetic Valley" opgestart.

Bij het lezen van dit jaarverslag zal u merken hoe het KMI stapsgewijs de vooropgestelde strategische doelen realiseert. Ik wens u alvast veel leesgenot.[2]

Dr. Henri Malcorps,
algemeen Directeur
van het KMI



© Foto Ivan Mervillie

[1] Het KMI is steeds bijzonder productief geweest op het gebied van klimaatonderzoek, waarvan de talrijke publicaties op onderstaande hyperlinks getuigen :

<http://www.meteo.be/meteo/view/nl/103541-Publicaties.html?keyword=climat&categorygrouplist=&zoek=Zoek of>

<http://www.meteo.be/meteo/view/nl/103541-Publicaties.html?keyword=klimaat&categorygrouplist=&zoek=Zoek>

[2] Voor bijkomende inlichtingen kunt u steeds terecht op de "Users Interface" van het Instituut (+32 (0)2 373 05 25 of +32 (0)2 373 09 70) of via volgende hyperlink : <http://www.meteo.be/meteo/view/nl/131477-Contactformulier.html>.

Opmerkelijke feiten

1



OPMERKELIJKE FEITEN

1. Magnetic Valley

Het Geofysisch Centrum van het KMI in Dourbes, Viroinval, ontving voor het project 'Magnetic Valley' een financiering van de federale regering. Magnetic Valley wil met de wetenschappelijke knowhow en expertise van het Geofysisch Centrum bijdragen tot de sociaaleconomische ontwikkeling van de regio rond Dourbes. Magnetic Valley bestaat uit 4 subprojecten waarvan sommige zich in de commercialiseringsfase bevinden en uiteindelijk kunnen uitmonden in de oprichting van spin-offs. Die spin-offs zullen hun uitvalsbasis vervolgens in de streek onderbrengen.

2. SOVIM van de grond

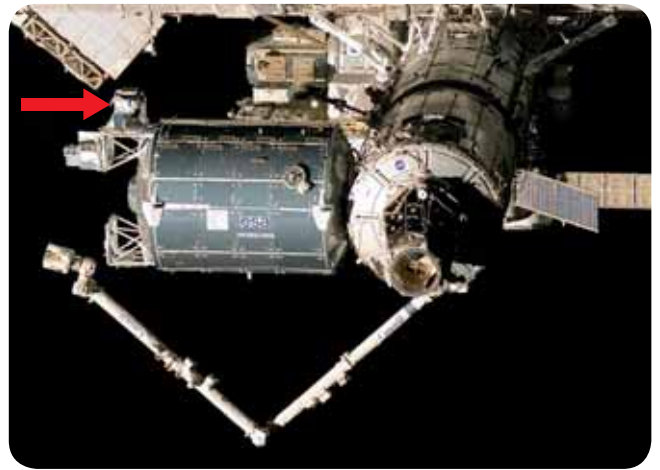
Sinds 1978 meten verschillende instrumenten vanuit de ruimte de totale zonne-energie.

Die grootte, ook "zonneconstante" genoemd, is de totale hoeveelheid zonne-energie die per seconde op 1 vierkante meter van het aardoppervlak terecht komt. Die waarde wordt vervolgens gerelateerd aan de afstand van een astronomische eenheid. Deze voor het klimaatsysteem fundamentele meting werd met verschillende absolute nauwkeurigheden uitgevoerd. De eerste metingen, geïllustreerd op *afbeelding 3*, leverden door de onnauwkeurigheid van de instrumenten eerder een versnipperd beeld op. Gaandeweg werd de meetkwaliteit beter. Pas rond 1990 wezen de metingen eensgezind een gemeenschappelijke waarde van ongeveer 1365 W/m^2 aan. In 2003 registreerde het TIM-meetinstrument een waarde die 4 W/m^2 lager uitkwam. Dat doet vragen rijzen bij de kwaliteit van de vroegere metingen. Met het nieuwe SOVIM instrument dat mee aan boord van het internationale ruimtestation (zie *afbeelding 2*) reist, voerde het KMI in 2008 nieuwe metingen uit (zie *afbeelding 3*). Uit de analyse van die metingen blijkt dat de eerdere metingen correct waren. SOVIM registreerde een waarde van om en bij de $1365,25 \text{ W/m}^2$. Dit doet vermoeden dat de TIM metingen systematische fouten vertonen.

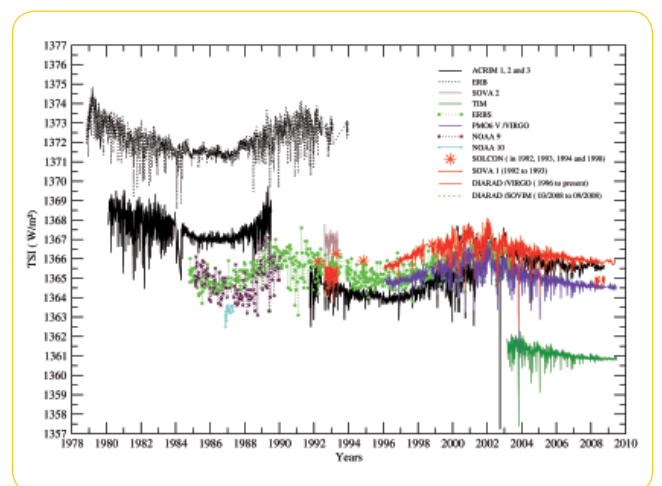
De instrumenten meten niet enkel de zonnecyclus maar tonen ook de samenhang met de zonnevlekken aan die door neerwaartse pieken worden gekenmerkt. De eerste metingen, die vanaf 1978 werden uitgevoerd, leveren naargelang van het gebruikte instrument verschillende resultaten op.



Afbeelding 1.1 : Sfeerbeeld van de 'Magnetic Valley' persconferentie ter gelegenheid van de financiële steun die het KMI voor dit project mocht ontvangen van mevrouw Sabine Laruelle, minister voor KMO's, Zelfstandigen, Landbouw en Wetenschapsbeleid.



Afbeelding 1.2 : Het DIARAD/SOVIM instrument van het KMI is ingebouwd in het SOLAR paneel van de Columbus module van het internationale ruimtestation.



Afbeelding 1.3 : Verschillende instrumenten meten sinds 1978 de zonneconstante. De langetermijnmetingen van de KMI-instrumenten zijn in het rood weergegeven. Bovendien nam het KMI ook deel aan verschillende kortetermijnmissies aan boord van de Amerikaanse ruimtelanders.



Afbeelding.1.4 : Foto van de bouw van de radartoren te Jabbeke

3. Bouw van een weertoren in Jabbeke en het belang ervan op die plek

In het Oost-Vlaamse Jabbeke werd de eerste spadesteek gegeven voor de bouw van een nieuwe radar. De werkzaamheden worden voor rekening van het KMI door de Regie der Gebouwen uitgevoerd. De toren biedt onderdak aan een nieuwe weerradar die een betere waarneming en kortetermijnvoorspelling van de neerslag in het noordwesten van het land moet mogelijk maken.



Afbeelding 1.5 : Links de CIMEL zonnefotometer die de totale extinctie van het zonlicht door aerosoldeeltjes meet, en rechts, de aethalometer, die de absorptie van het zonlicht door aerosolpartikels en de concentratie van zwarte koolstofdeeltjes meet.

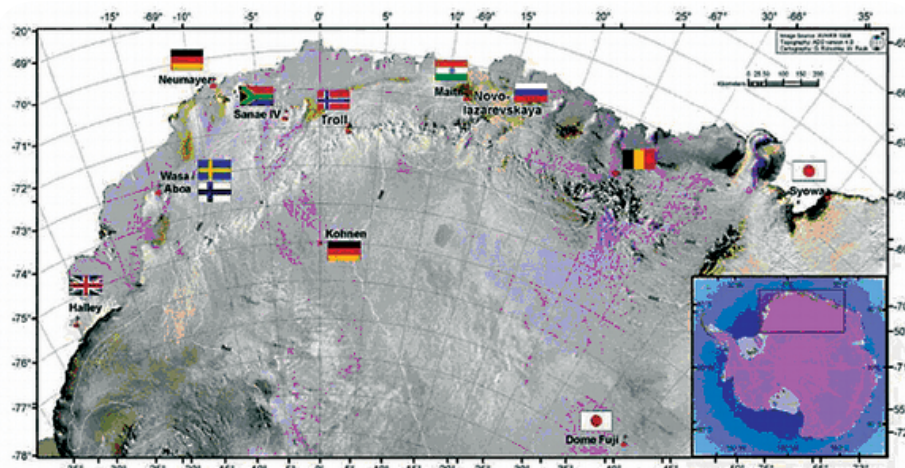


4. Voorbereiding van de expeditie op Antarctica

De nieuwe Belgische 'Princess Elisabeth' basis wordt tijdens de poolzomer 2008-2009 officieel in gebruik genomen. Het KMI draagt binnen het BelAtmos project (project van het Federale Wetenschapsbeleid, onder leiding van het KMI met bijdragen van het BIRA) bij tot het wetenschappelijk onderzoek op deze nieuwe basis. De eerste instrumenten voor het project kwamen in 2008 toe en werden onmiddellijk voor hun opstelling op het Princess Elisabeth Station voorbereid. In februari 2009 worden een zonnefotometer, die de totale extinctie (demping) van het zonlicht door aerosoldeeltjes meet, en een aethalometer geïnstalleerd. Die laatste meet de absorptie van zonlicht door aerosolpartikels. In de loop van de volgende jaren worden nog tal van andere instrumenten op Antarctica geplaatst.

De metingen van de samenstelling van de atmosfeer op een afgelegen plek als Antarctica zijn belangrijk om wijzigingen in de achterliggende concentraties te evalueren en om meer inzicht te verwerven in het transport over grote afstand van aerosoldeeltjes en sporengassen. Tot nu toe werden er erg weinig metingen van dit type verricht op Antarctica en inzonderheid in het binnenland, waar de samenstelling van de atmosfeer kan verschillen van die aan de kust omdat daar meer

Afbeelding 1.6 : Locatie van het nieuwe Belgische Zuidpoolstation, Prinses Elisabeth ; de coördinaten ervan zijn 71°, 57' zuiderbreedte, 23 graden, 20' oosterlengte.



mariene aerosoltypen aanwezig zijn. De waarnemingen zijn echter van onschatbare waarde voor de input of validering van satelliet- en modelleringsdata. De data van het nieuwe Belgische station op de Zuidpool zullen met andere woorden een grote leemte vullen.

5. Oprichting van het 'EUMETNET Coordination Office'

EUMETNET is een netwerk van 24 Europese Nationale Meteorologische diensten. Het scheidt een kader om samenwerkingsprogramma's te organiseren waaronder waarnemingssystemen, opleiding, de ontwikkeling van voorspellingsproducten, onderzoek, enz. Via de EUMETNET programma's willen de leden hun collectieve capaciteit verder ontwikkelen om op die manier aan alle Europese gebruikers de best beschikbare kwaliteit van meteorologische informatie te kunnen aanreiken. Het is voor het KMI dan ook een hele eer dat sinds 1 januari 2008 het Europese Coordination Office van EUMETNET in ons Instituut is gevestigd.

6. Internationaal Weerforum

Het vijfde Internationale Weerforum dat door de "Société Météorologique de France" (SMF) voor het eerst buiten Frankrijk werd georganiseerd, streek van 3 tot 9 november 2008 neer in Brussel. Dit forum bracht in het Atomium, het inmiddels vijftig jaar oude emblematische gebouw van Brussel, heel wat Belgische en buitenlandse partners samen.

Het forum omvatte twee delen. Een eerste gedeelte voor het grote publiek, dat vooral tijdens de week ook de schoolgaande jeugd aansprak en een tweede deel, bedoeld voor professionals van weermannen en -vrouwen afkomstig uit een dertigtal landen. **Voor het grote publiek** was het KMI er met een stand in de centrale bol; die deelden we met de vereniging "les jeunes scientifiques de Belgique". Op de stand met de blauwe achtergrond kregen kinderen (en volwassenen uiteraard ook) de kans om zich onder het waakzaam oog van de weermannen en -vrouwen van de openbare en privéomroepen te vervolmaken in het brengen van een "virtueel" weerbericht.

De sfeer op de stand van het KMI zat er 7 dagen lang goed in, wat zowel bij het schoolpubliek (**om en bij de 2 000 leerlingen uit het basis- en secundair onderwijs**) als bij het grote publiek (**vele duizenden bezoekers, vooral tijdens het weekend**) in goede aarde viel. Het evenement bracht in totaal zowat 11 000 bezoekers op de been.

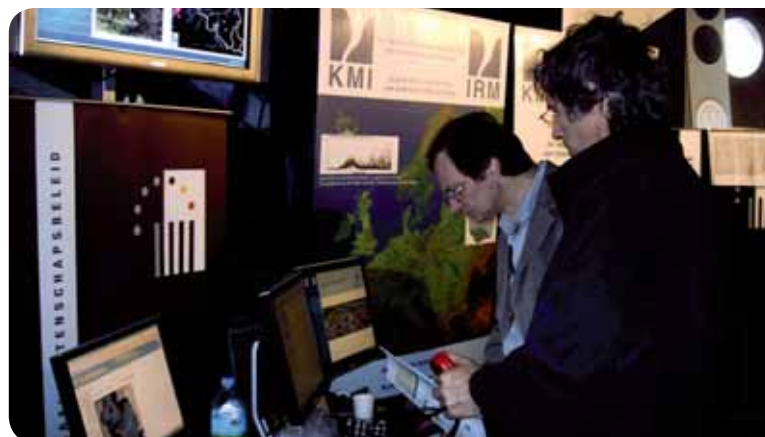
Voor de gelegenheid mobiliseerde het KMI een team van weermannen en -vrouwen die om beurten de principes van hun vak kwamen toelichten; ze illustreerden hun uiteenzettingen met spectaculaire projecties over de verschillende nieuwe instrumenten die iedere dag door het weerbureau worden gebruikt: radarbeelden satellietbeelden, bliksemdetectie, voorspellingsmodellen,...



Afbeelding 1.7 : Steve Noyes, Executive Director van EUMETNET en Marja-Liisa Tuomola, Executive Assistant.



Afbeelding 1.8 : Officiële affiche van het evenement



Afbeelding 1.9 : De stand van het KMI en van Wetenschapsbeleid in het Atomium



Afbeelding 1.10 : De stand met de blauwe achtergrond met de "geactualiseerde" beelden van het KMI.

De beelden van recente en markante gebeurtenissen op het weerfront werden gearchiveerd, maar de beschikbaarheid van de beelden in reële tijd was eveneens verzekerd.

Gewapend met deze informatie konden leerlingen van het lager en secundair onderwijs op de stand met de blauwe achtergrond een eigen "weerbericht" zoals op televisie brengen.

Wat het zogenaamde "professionele" gedeelte voor weer- mannen en -vrouwen van radio, televisie en pers betrof, werd onze bijdrage verzekerd door Christian Tricot, verantwoordelijke van de dienst klimatologische inlichtingen, die tijdens een rondetafelgesprek een uiteenzetting gaf over de impact van de klimaatsverandering.

De minister van Wetenschapsbeleid, mevrouw Laruelle, zette de openingszitting van het professionele gedeelte met haar aanwezigheid de nodige luister bij. In haar toespraak beklemtoonde zij onder meer de belangrijke rol van het KMI en van andere federale instellingen binnen klimaatmonitoring. De plechtigheid werd bijgewoond door 138 deelnemers uit 28 landen en 50 TV- en radiozenders.

Uit een tevredenheidsonderzoek bij het schoolpubliek bleek de weerbol op de meeste bijval te kunnen rekenen.

Dit evenement zette het KMI in de kijker bij de internationale media van het meteorologische universum. De "Société Météorologique de France", organisator van het evenement, maakte de inventaris van deze mediadekking op aan de hand van :

- 31 televisiereportages waaronder 27 in de televisiejournaals in België of elders (Canada, Frankrijk, Tsjechische Republiek) ;
- 30 radioreportages waaronder 10 rechtstreeks op de RTBF ;
- Meer dan 40 artikelen in de geschreven pers.

8. EUMETNET bijeenkomst in Brussel

Op 16 en 17 oktober 2008 organiseerde het KMI de 34ste Raad en de Strategy Workshop van Eumetnet.

39 collega's van verschillende Europese weerkundige diensten tekenden present op de twee dagen durende bijeenkomst te Brussel. Daar werden samenwerkingssuggesties voorgesteld, verslagen van lopende programma's opgesteld en pistes voor een heroriëntering van de Eumetnet visie onderzocht.



Afbeelding 1.11 : Sfeerbeeld van de 34ste zitting van de EUMETNET Raad van 16 en 17 oktober 2008 te Ukkel. Op de foto staan links de heer Steve Noyes, Executive Director van EUMETNET, en rechts de heer Fritz Neuwirth, directeur van het Oostenrijks meteorologisch instituut en voorzitter van EUMETNET.

9. ICWED-vergadering te Brugge

De directeurs van de Nationale Meteorologische Instellingen van West-Europa hebben een informeel samenwerkingsverband opgericht onder de naam ICWED (Informal Conference of Western European Directors). In deze context gaan zij op zoek naar gemeenschappelijke punten van interesse en proberen zij in de mate van het mogelijke hun activiteiten op elkaar af te stemmen.

ICWED telt 18 leden en vergadert jaarlijks, telkens op uitnodiging van een ander ICWED-lid. In 2008 was het de beurt aan het KMI om in te staan voor de organisatie van de 38ste ICWED-vergadering, die plaatsvond van 16 tot 18 april in Brugge.



Afbeelding 1.12 : Groepsfoto van de deelnemers aan de 38ste ICWED-conferentie en hun partners voor het gouverneurshuis van Brugge.

**Verbeteren
waarschuwingen
boven land en zee**



	Aantal bestudeerde gevallen	Aantal correcte KMI waarschuwingen	Percentage correcte voorspellingen
Alle gevallen die schade veroorzaakten	24	22	92%
Gevallen bestudeerd voor het Rampenfonds (belangrijkste schade)	9	9	100%

Tabel 2.1 : geeft de scores voor elk van de 2 categorieën. Uit de cijfers blijkt dat het KMI 92% van de gebeurtenissen met zware neerslag die schade kon veroorzaken, correct voorspelde.

De cijfers in de tabel tonen aan dat het KMI voor alle gevallen die door het Rampenfonds werden onderzocht een waarschuwing uitstuurde.

De 2 niet-voorspelde gevallen op de eerste lijn van de tabel deden zich voor in de maanden maart en april ; de algemene voorspellingen wezen toen echter op een kans op zware neerslag, zonder een specifieke waarschuwing uit te sturen.

Voor de neerslagvoorspellingen werd geen enkele valse waarschuwing de wereld ingestuurd : iedere waarschuwing van de weersvoorspellers in 2008 stemde met een reële situatie overeen. Daarbij werd telkens minstens de onderste waarschuwingdrempel overschreden.

	Gemiddeld maandelijks foutenpercentage
januari	7
februari	6
maart	8
oktober	13
november	15
december	-
2008	10

Tabel 2.2 : Gemiddeld maandelijks foutenpercentage van de voorspelde windsnelheid bij stormdepressies tijdens het jaar 2008.

B. Voorspellingen van en waarschuwingen voor hevige wind

Het KMI stuurt waarschuwingen uit bij windstoten die een snelheid van 80 km/u overtreffen (dat fenomeen noemen we rukwinden). Voor de validering maken we een onderscheid tussen de kust en de rest van het land. Net als in vorige jaren onderscheiden we twee situaties :

- Situaties die gepaard gaan met brede en diepe stormdepressies ; hiervoor bestaan goed gedefinieerde methoden die de voorspelling van de maximale rukwinden kunnen kwantificeren. Dergelijke situaties doen zich het vaakst in de winter voor.
- Situaties waarbij op veel kleinere schaal onweer tot ontwikkeling komt ; hierbij is het veel moeilijker, of zelfs onmogelijk, om de maximale snelheid van de rukwinden te voorspellen. In dat geval wordt gewaarschuwd voor rukwinden of hevige windstoten, zonder de snelheid ervan te preciseren.

Tijdens de zes koudste maanden van 2008 telden we 24 situaties met hevige wind. In 19 van de 24 gevallen stuurde het KMI een waarschuwing uit. In 4 van de 5 gevallen waarvoor geen waarschuwing werd gegeven, moeten we melden dat de waargenomen windsnelheden de drempel van 80 km/u slechts licht overschreden. Een enkele waarschuwing – 21 november – werd niet uitgestuurd. Daarbij werden windsnelheden opgetekend van 94 km/u aan de kust en van 90 km/u in het binnenland.

In de lente en zomer deden zich andermaal situaties met hevige wind voor die gepaard gingen met instabiele en onweer-

achtige luchtmassa's. De rukwinden en onweders die zich daarbij voordeden, werden voorspeld. In 10 van de 18 gevallen ging er een waarschuwing aan vooraf. De moeilijkheid bij de voorspelling en controle van dergelijke instabiele omstandigheden met kans op onweer in de lente en zomer blijkt uit het feit dat het meetnet dergelijke, vaak heel lokale, verschijnselen niet altijd kan waarnemen. Soms komen ze pas aan het licht nadat privépersonen ons meldden dat er zich bij hen schade heeft voorgedaan.

Tot slot kan worden gesteld dat de kwaliteit van de voorspellingen voor hevige wind in 2008 stabiel was ten opzichte van 2007. De gemiddelde afwijking voor 2008 tussen de voorspelde windsnelheden van meer dan 80 km/u en de reëel waargenomen windsnelheid, ligt om en bij de 10%. In 2007 deden er zich 3 situaties voor waarbij de windsnelheid boven de 100 km/u uitkwam, met één uitschieter tot 126 km/u. In 2008 deden er zich 2 dergelijke situaties voor; de topsnelheid die daarbij werd behaald, was 104 km/u. Het aantal situaties dat zich in 2008 voordeed, is weliswaar hoger dan in 2007, maar de intensiteit ervan nam af.

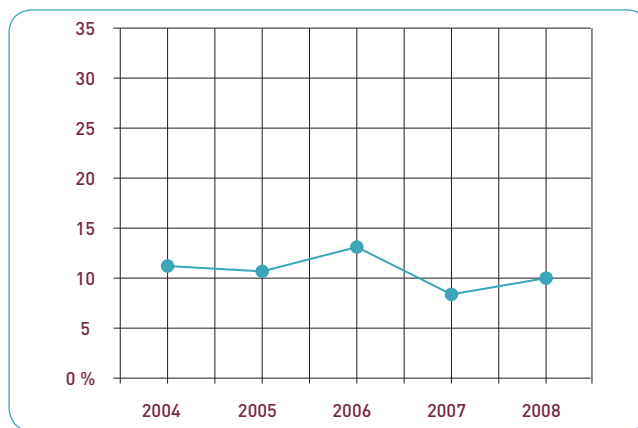
C. Voorspellingen en waarschuwingen voor hevig onweer

Het bliksemdetectiesysteem SAFIR registreerde boven het Belgische grondgebied in 2008 ongeveer 152 000 bliksemontladingen. Sinds het KMI in 1993 met het SAFIR-systeem startte, bedroeg het jaarlijkse gemiddeld aantal ontladingen 160 000. We kunnen dus stellen dat 2008, in tegenstelling tot bijvoorbeeld 2007 (106 000 bliksems), een normaal jaar was. Het minst aantal ontladingen werd geregistreerd in 1998 met 88 000 bliksems, terwijl er in het topjaar 2002 maar liefst 266 000 ontladingen werden opgetekend.

Een onweersdag krijgt het etiket "belangrijk" als er minstens 5 000 ontladingen zijn. De kans op verspreide schade is dan aanzienlijk en een speciale en tijdige waarschuwing is zeer wenselijk. In 2008 werden er 6 dergelijke dagen geteld (zie tabel 2.3).

Opmerkelijk is het groot aantal ontladingen op 2 juni, toen er 56 610 werden opgetekend. Sinds het begin van de meetreeks is dit na 11 juli 1995 (61 337 bliksems) en 30 juli 2002 (59 595 bliksems) de derde belangrijkste dag in rangorde. Merk ook op dat 2 juni en 2 juli samen goed zijn voor 51% van het totaal aantal bliksemontladingen voor 2008.

Voor de 6 vermelde dagen werd er telkens door het KMI een tijdige waarschuwing verstuurd. Voor de twee echt zware onweersdagen van 2 juni en 2 juli, maar ook voor 29 mei en 7 augustus, was er een kleurencode oranje voorzien. Oranje betekent zware onweersbuien op verspreide schaal. Voor de wat minder belangrijke dagen van 22 juni en 28 juli werd er een kleurencode geel gegeven. Geel betekent gevaar voor eerder lokale onweders (bijvoorbeeld onweer in slechts 1 of 2 provincies). Door het grillige karakter van onweer kan echter ook bij kleurencode geel de schade plaatselijk behoorlijk oplopen.



Abbeelding 2.2 : Evolutie tussen 2004 en 2008 van het gemiddelde jaarlijkse foutenpercentage van de voorspelde windsnelheid bij stormdepressies.

Datum :	Gemiddeld maandelijks foutenpercentage
29 mei	12 925
2 juni	56 610
22 juni	6 964
2 juli	21 419
28 juli	6 706
7 augustus	8 398

Tabel 2.3 : Dagen met minsten 5 000 bliksemontladingen boven België in 2008.

Er waren in totaal ook 7 dagen met tussen de 2 000 en 5 000 ontladingen (14 mei, 25 juni, 10 juli, 26 juli, 31 juli, 1 augustus en 11 september). Telkens werd er een waarschuwing geel of oranje gegeven.

Voor de vele onweersdagen met minder dan 2 000 bliksems blijft het nuttig om een waarschuwing geel te geven. Dat werd dan ook meestal door het weerbureau gedaan. Enkel op 17 mei met 1 250 ontladingen ontbrak de gepaste waarschuwing.

Een aantal keren werd er ten onrechte een (gele) waarschuwing gelanceerd. Dit was het geval op 24 april, 2 september en 9 september. Gezien echter het wispelturige en soms nog onvoorspelbare karakter van de onweerskernen is het begrijpelijk dat er af en toe dergelijke onterechte waarschuwingen worden gegeven. Voorzichtigheid bij onweer is immers steeds troef. Dergelijke onzekerheden dienen dan ook steeds vermeld te worden in de begeleidende teksten van de waarschuwingen (bijvoorbeeld "een kleine kans op onweer").

Opmerking : De SAFIR-afbeelding van 2 juni (56 000 ontladingen) was minder interessant omdat toen de onweders over heel het land waren verspreid en het overzicht verloren ging. Er waren bovendien ook enkele technische problemen zodat de voorstelling niet geheel correct was.

D. Koudegolf van december 2008

Eind december 2008 was behoorlijk guur in België. De minimumtemperaturen daalden tot -10°C terwijl de maxima in verschillende weerstations onder het vriespunt bleven.

De analyse van de waarnemingen laat toe te besluiten dat de waarschuwing geel voor de provincie Luxemburg voor de periode van 27 tot en met 29 december gerechtvaardigd was.

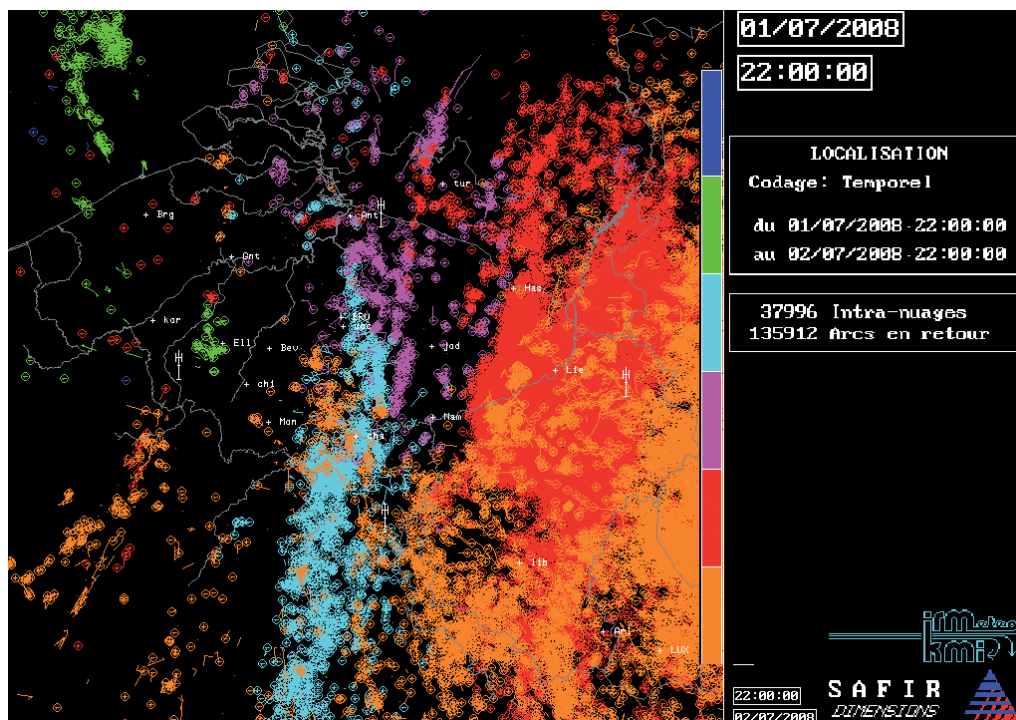
Een gele waarschuwing komt er als de verwachte gemiddelde maximumtemperatuur drie dagen lang niet boven de -1,0°C uitstijgt en de verwachte gemiddelde minimumtemperatuur drie dagen lang onder de -5,0°C blijft. Dat was voor deze periode het geval.

E. Voorspellingen en waarschuwingen voor sneeuw en ijzel

→ Sneeuw

In 2008 werden de belangrijkste sneeuwperiodes goed voorspeld. Tabel 2.4 vergelijkt de resultaten tussen waarnemingen en waarschuwingen.

In januari was er geen enkele dag met sneeuw van betekenis (→2cm). Er was wel wat lichte winterse neerslag gedurende 3 dagen (←2cm) en deze was steeds goed voorspeld.



Afbeelding 2.3 : Op 2 juli 2008 troffen de onweersbuien vooral het oostelijke deel van het land. Deze afbeelding toont aan hoe ook bij zware onweersdagen (21 419 ontladingen) het noodweer niet noodzakelijk in alle streken voorkomt. De afbeelding geeft de verdeling van het aantal ontladingen in 6 perioden van 4 uur tussen 22.00 UT op 1 juli en 22.00 UT op 2 juli.

In februari waren er 2 dagen met sneeuw van betekenis. Het eerste geval was goed voorspeld. In het tweede geval viel zeer lokaal (op de Hoge Venen) tot 5 cm en werd er geen waarschuwing gegeven, er werd in de berichten ook enkel gesproken over smeltende sneeuw.

In maart waren er 6 dagen met sneeuw van betekenis. Er waren 3 dagen met matige sneeuw (→10cm) in de Ardennen. De sneeuw was telkens goed voorspeld. Enkel de hoeveelheden waren soms wat onderschat, maar die werden slechts heel plaatselijk overschreden. De 4de werd tot 10 cm voorspeld. Meestal was dat ook correct, maar er was één uitschieter met 18 cm in Elsenborn. De 21ste viel er 10 cm in Elsenborn. In de weerberichten werd sneeuw voorspeld, maar geen 10 cm. Ook hier was de overschrijding dus zeer lokaal. De 25ste viel er op veel plaatsen ongeveer 3 cm sneeuw. Op de toppen van de Ardennen liep dat op tot 36 cm. De weerberichten waren correct voor de meeste plaatsen. Opnieuw werd de hoeveelheid sneeuw in de Ardennen onderschat. In april was er 1 dag met sneeuw van betekenis, de 7de. Toen werd plaatselijk tot 11 cm gemeten in de provincie Luxemburg. Er werd geen waarschuwing uitgegeven. Ook in het weerbericht werd vooraf niet van sneeuw gesproken.

In november waren er 3 dagen met sneeuw van betekenis. De 22ste viel er plaatselijk 2 cm in Gosselies. De 23ste viel er tussen 3 en 5 cm sneeuw. De 24ste viel er 18 cm in Elsenborn. Voor de 22ste werd tot 15 cm sneeuw voorspeld, wat overdreven was. Hier was de oranje waarschuwing onterecht. Ook de sneeuw van de 23ste was iets overschat. De sneeuw voor de 24ste was voorspeld maar hier werd dan geen oranje waarschuwing gegeven. Voor de 30ste was er ook onterecht een gele waarschuwing. In december waren er 7 dagen met sneeuw van betekenis. Er waren 2 dagen met matige sneeuw in de Ardennen. De matige sneeuw van de 3de was goed voorspeld en ook de waarschuwing was correct. De sneeuw van de 15de (11 cm in Elsenborn) was nauwelijks voorspeld in de weerberichten en bovendien was er geen waarschuwing. De 6de werd er onterecht een oranje waarschuwing uitgegeven, terwijl er nauwelijks sneeuw van betekenis is gevallen. Van de 5 gele waarschuwingen die nodig waren, werden er slechts 2 uitgegeven.

→ IJzel

In 2008 waren er 4 gevallen met ijzel waarvan er in 1 geval op meerdere plaatsen ijzel werd geconstateerd. Dit was op 3 januari.

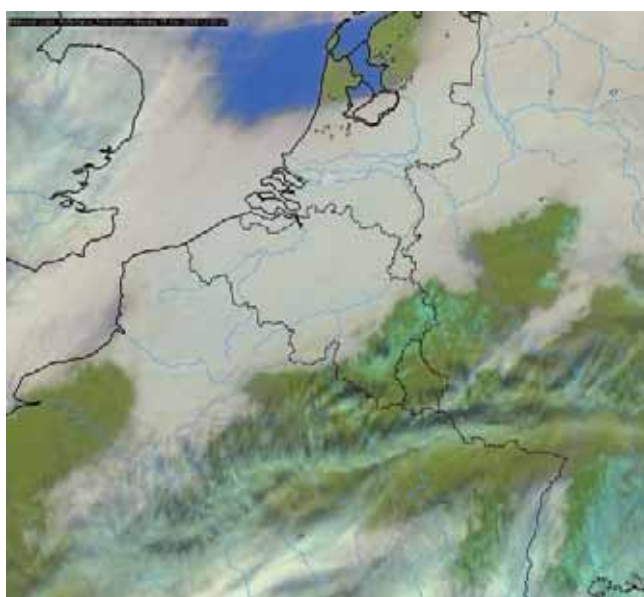
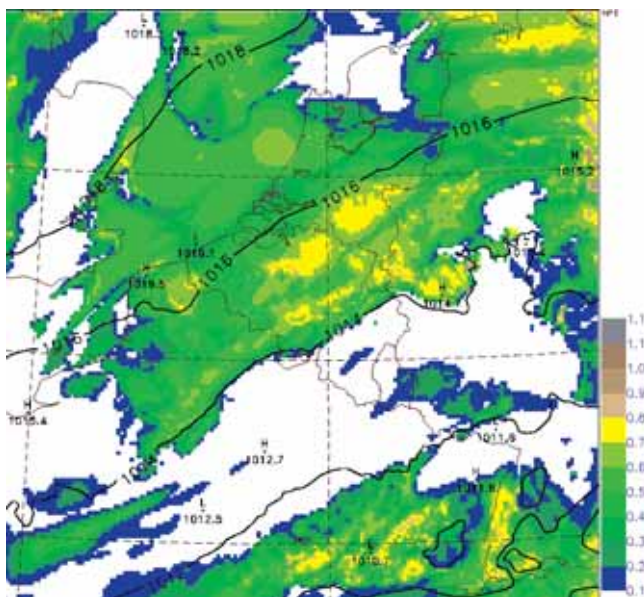
Datum	Weerbericht volledig correct	Terechte waarschuwing	Onterechte waarschuwing	Gemiste waarschuwing
3 januari	Ja	Ja		
13 december	Ja	Ja		
16 december	Ja	Ja		
31 december	Ja	Ja		
-	100%	100%	0%	0%

Telkens was de ijzel goed voorspeld.

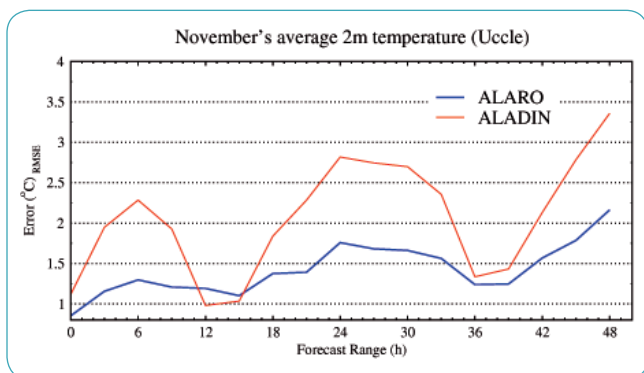
	Waarnemingen	Waarschuwingen
Alle gevallen in België (minstens 2 cm)	12 gele (tussen 2 en 10 cm)	7 gele (correct) + 1 oranje (foutief)
-	en 7 oranje (meer dan 10 cm)	1 oranje (correct) + 4 gele (foutief)
Weerbericht correct, de kleur van de waarschuwingen buiten beschouwing gelaten		13
Correcte waarschuwingen		8
Loze waarschuwingen		2 (een gele op 30 november en een oranje op 6 december)
Gemiste sneeuwhoogte	3 oranje in maart	3 gele in maart
-	1 gele december	1 oranje december
-	1 oranje december	1 gele december

Tabel 2.4 : Overzicht van de waarnemingen en de waarschuwingen voor de dagen in 2008 waarbij de sneeuwval een sneeuwlaag aan het oppervlak van minstens 2 cm dikte opleverde. De 'gele' waarschuwingen op de website van het KMI hebben betrekking op voorspellingen van de dikte van een sneeuwlaag tussen 2 en 10 cm en de 'oranje' op een dikte van minstens 10 cm.

Tabel 2.5 : IJzeldagen in



Afbeelding 2.4 : Wolkenvelden 12 uur vooraf door Alaro - 0 op 4 km (links) voorspeld en door Meteosat (rechts) waargenomen.



Afbeelding 2.5 : Voorspellingsfout (onbewerkte modeloutput) van de temperatuur op 2 m te Ukkel, volgens de verwachtingstermijn. Gemiddelde voor de maand november 2008. Vergelijking Alaro - 0 (blauw) versus de vroegere versie van Aladin (rood).

2. Verbetering van de waarschuwingen voor gevaarlijke weersomstandigheden

A. Systeem van overzichtsvoorspellingen voor de neerslag en de waarschijnlijkheid van hoogwaterstand en overstromingen

Een automatische procedure ontwikkeld voor het project HEPDO (Hydrological Ensemble Predictions for the Demer and Ourthe) maakt sinds de lente van 2005 elke dag hydrologische voorspellingen op middellange termijn voor de twee teststroomgebieden van de Demer en de Ourthe. Die hydrologische voorspellingen zijn gebaseerd op de resultaten van het Ensemble Prediction System (EPS) van het ECMWF en gaan na wat de kansen zijn dat het rivierpeil op een bepaald punt een bepaalde drempel overschrijdt. Die verwachtingen kunnen bijdragen tot systemen die vroegtijdig waarschuwen voor hoogwaterstand. In 2008 bestudeerden we in het kader van een nieuw project nieuwe ontwikkelingen, in het bijzonder de toepassing van deze methodologie op het geheel van Belgische stroomgebieden. Het project wordt gefinancierd met het budget van de Ministerraad van 22 maart 2006.

B. Ontwikkeling van een beperkt luchtmodel met hoge resolutie

→ Pre-operationele voorspellingen met het Alaro - 0 model

Sinds oktober 2008 beschikken de weersvoorspellers van het KMI over voorspellingsvelden aangemaakt door het Alaro - 0 model met een resolutie van 7 km (over een domein zo groot als West-Europa) en 4 km over een kleiner gebied rond België.

Het project Alaro - 0 is een internationale samenwerking binnen de groep Aladin om de numerieke operationele weersvoorspelling op korte termijn te verbeteren door de horizontale resolutie te verhogen (zodat extreme verschijnselen beter kunnen worden voorgesteld) en de fysische verschijnselen meer gedetailleerd voor te stellen (parametrisaties). Het KMI leverde een aanzienlijke bijdrage binnen deze ontwikkeling door het model te laten werken met een maaswijdte van 4 km, dezelfde grootteorde als fenomenen van diepe convectie.

De operationele voordelen vertalen zich in aanzienlijk verbeterde voorspellingen van wolken- en neerslagzones, en in een kleinere foutmarge bij temperatuurvoorspellingen op 2 m. Alaro - 0 is momenteel in gebruik in 4 landen van het Aladin consortium. Ons verder onderzoek is gericht op het verbeteren van verschillende aspecten van de levenscyclus van wolken en op het gedrag bij fijnere resoluties. Afbeelding 2.5 : Voorspellingsfout (onbewerkte modeloutput) van de temperatuur op 2 m te Ukkel, volgens de verwachtingstermijn. Gemiddelde voor de maand november 2008. Vergelijking Alaro - 0 (blauw) versus de vroegere versie van Aladin (rood).

→ Verbeterde voorspellingen op korte termijn met behulp van nieuwe satellieten

Het H-SAF project (Satellite Application Facilities on Support to Operational Hydrology and Water Management) is een center of excellence, opgestart door EUMETSAT om toepassingen te ontwikkelen voor de raming van neerslag, de grondvochtigheid en de hoeveelheid sneeuw. Dit gebeurt op basis van de gegevens van weersatellieten voor gebruik in de operationele hydrologie. Een belangrijke activiteit van H-SAF is het valideren van verschillende producten en het testen van hun bijdrage aan hydrologische toepassingen. Het KMI neemt deel aan deze valideringsactiviteiten. Er werden verschillende methodologieën bestudeerd voor de validering van deze producten en hun assimilatie in de hydrologische modellen.

Wat de neerslag betreft, gaat het om ramingen op basis van hyperfrequentie-instrumenten (AMSU en SSM/I) aan boord van poolsatellieten. De verkregen gegevens stemmen overeen met afdrucken op de grond met een diameter van vele tientallen kilometers. Die gegevens worden vergeleken met de gegevens van de weerradar van het KMI in Wideumont, met een veel fijnere spatiale resolutie. Om de spatiale schaaldispariteit tussen die verschillende bronnen uit te vlakken, werd onderzoek naar de filtertechnieken gestart. De hydrologische toepassingen vergen een meer volledige temporele dekking die andere poolsatellieten niet kunnen verzekeren. Daartoe worden de infraroodgegevens van de geostationaire satelliet Meteosat gecombineerd met de neerslaggegevens die de voorbij zwevende poolsatelliet optekent. Daarvan wordt dan de hele dag lang om het kwartier het product berekend.

In de demonstratiefase die in 2008 werd opgestart, werd een eerste versie van de lijst producten voor systematische validering overgemaakt. De totale hoeveelheid neerslag binnen deze producten, berekend over periodes variërend van drie uur tot één dag, is gebaseerd op de integratie van hoger vermelde gegevens. Die neerslaghoeveelheden werden gebruikt in een hydrologisch model voor twee teststroomgebieden, namelijk die van de Demer en de Ourthe. Het geraamde debiet werd vergeleken met het gemeten debiet en met het debiet geraamd op basis van de gegevens van het pluviometernet of van de radar van Wideumont. De systematische validering van de verschillende producten en het gebruik ervan binnen hydrologische modellen zal worden voortgezet.

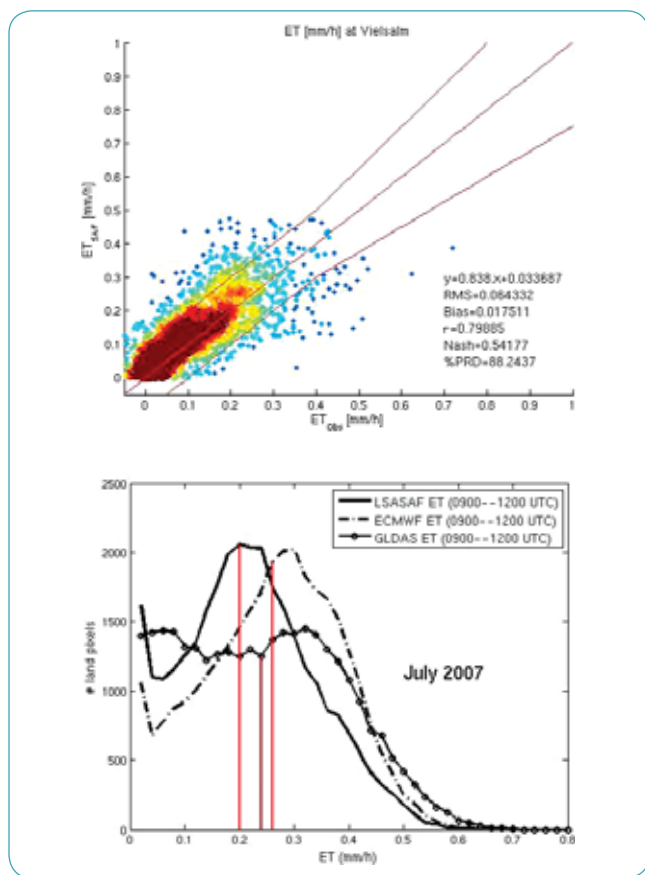
→ Raming van de evapotranspiratie

Het KMI zette zijn activiteiten in het kader van LSA-SAF (<http://landsaf.meteo.pt>) in 2008 voort. Het onderzoek dat zich aanvankelijk uitstrekte tot Europa werd uitgebreid tot de volledige schijf die MSG waarneemt (Afrika en een gedeelte van Zuid-Amerika inbegrepen). De activiteiten sloten perfect aan op die van het jaar voordien en spitsten zich toe rond twee kernen: 1) het consolideren van het bestaande algoritme met een versteviging van de "teledetectiecomponent", en 2) de ontwikkeling van een verder uitgewerkt fysisch model.



De consolidering van het bestaande algoritme omvatte voornamelijk een intensieve valideringsoefening die al in 2007 in de steigers werd gezet en in 2008 verder werd uitgediept. Bij die oefening werden de resultaten van de evapotranspiratie (ET) vergeleken met de grondmetingen (FLUXNET netwerk) en met de gegevens van de internationaal erkende globale modellen (ECMWF en GLDAS). *Afbeelding 2.7* toont 2 voorbeelden van vergelijkingen. De capaciteit van het algoritme om de waargenomen variaties te reproduceren, en de beperkingen ervan, werden gekwantificeerd. Uitgaande van de aanbevelingen van de validering werden nieuwe methodologische en informatica-instrumenten ontwikkeld. Een van die methodologische ontwikkelingen omvatte het onderzoek naar een versterkte "teledetectiecomponent" van het algoritme door nieuwe satellitaire producten verbonden met de vegetatie te gebruiken. Binnen deze nieuwe experimentele versie neemt het algoritme niet langer genoegen met een maandelijkse gegevensbasis om de vegetatie te karakteriseren, maar houdt het dagelijks rekening met de variaties afgeleid uit de satellietgegevens. Daarvoor maakt het gebruik van de spatiale resolutie van het SEVIRI-instrument. Na volledige validering wordt deze nieuwe versie in 2009 in gebruik genomen.

Gelijktijdig wordt een methodologie onderzocht die de gegevens van microsattelieten betreffende de reëel aanwezige hoeveelheid water in de bodem kan assimileren. De satellietwaarnemingen worden in dit geval beschouwd als een aanvullende bron van informatie die in een prognosemodel moet worden opgenomen. In dit kader implementeerden we een grondiger uitgewerkt fysisch model dat uitgaat van het H-Tessel oppervlakteschema. Dat wordt momenteel in het model voor de numerieke weersvoorspellingen van het Europese Centrum voor Voorspellingen op Middellange Termijn (ECMWF) gebruikt. Het model werd aan de hand van de waarnemingen van het FLUXNET netwerk geijkt en gevalideerd. Samenwerking met de Technische Universiteit van Wenen bereidt het terrein voor om de satellietgegevens over de vochtigheid van de bodem in het oppervlakteschema op te nemen.



Afbeelding 2.6 : Boven de vergelijking tussen de evapotranspiratie geproduceerd door het ET-model van LSA-SAF en de waarnemingen van het station van Vielsalm (bron : <http://gaia.agraria.unitus.it/database/carboeuropeip/>) in 2007. Beneden de verdeling van de evapotranspiratiewaarden over Europa afkomstig van 3 verschillende modellen (LSA-SAF ET, ECMWF en GLDAS) voor de maand juli 2007 aangemaakt tussen 09 :00 en 12 :00 uur.

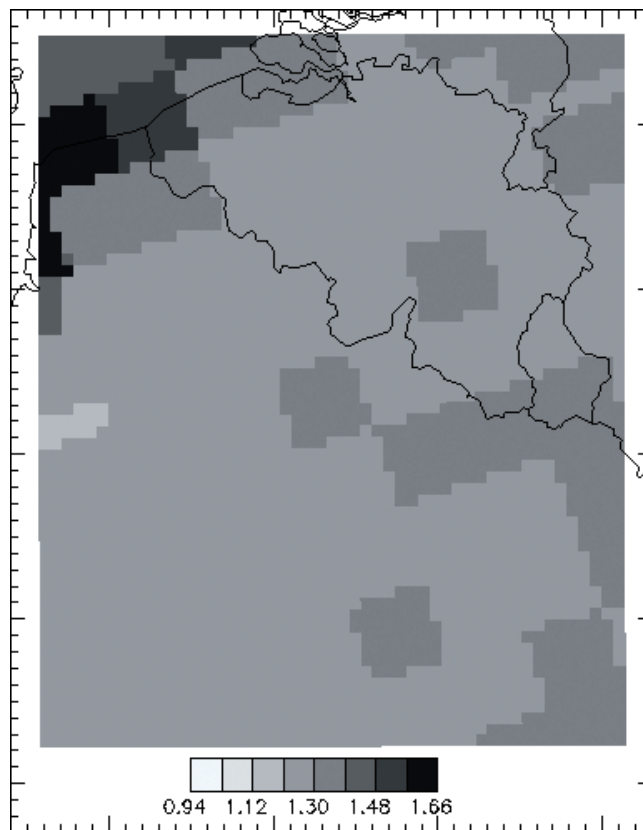
C. Impact van klimaatsveranderingen op hydrologische extremen langs rivieren en stadssystemen

Om scenario's van klimaatsverandering in België te creëren, vooral met het oog op de gevoeligheidsanalyses van hydrologische extremen, werden in het kader van het project CCI-HYDR (Climate Change Impact on HYDRrological extremes along rivers and urban drainage systems) scenario's van klimaatsverandering uit het Europese project PRUDENCE onderzocht. Dit ging gedetailleerd de gevoeligheid na van een tiental Europese regionale klimaatmodellen (RCM) voor de toename van broeikasgassen. Deze regionale klimaatmodellen werden zelf geforceerd door 5 globale klimaatmodellen die 2 scenario's met toenemende broeikasgassen volgden, zoals gedefinieerd door het IPCC. De resultaten van deze modellen zijn beschikbaar in de vorm van dagelijkse tijdreeksen. De resolutie van de gegevens in ruimte en tijd is dus veel beter dan de resolutie uit de vorige KMI-studies.

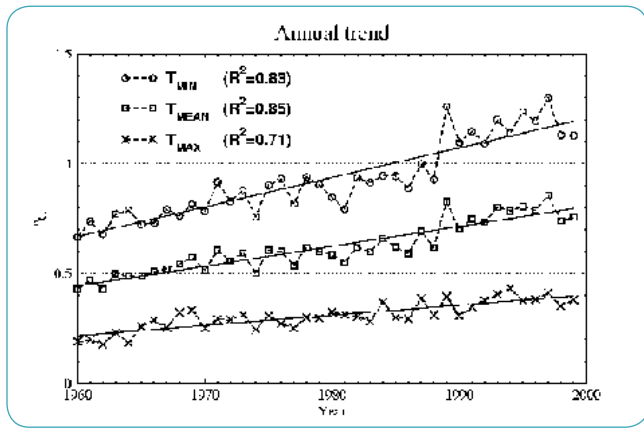
Een eerste gedetailleerde analyse evalueerde de kwaliteit van de gegevens van het Europese PRUDENCE project. Daarvoor gebruikten we de waarnemingen van het KMI als referentie. Vervolgens veralgemeenden we deze analyse, voor wat de neerslag betreft, tot het volledige Belgische grondgebied. Tot slot werden voor het hele Belgische gebied en voor het gedeelte van België dat de stroomgebieden van de Schelde en de Maas stroomopwaarts van ons land omvat scenario's voor de klimaatswijziging gemaakt. Die omvatten de neerslag (Afbelding 2.2.4.1.1), de potentiële temperatuur en evapotranspiratie, m.a.w. de forceringsvariabelen van de hydrologische modellen die voor de impactanalyses worden gebruikt.

Doel van de eerste hydrologische simulaties bestond erin de gevoeligheid van het hydrologische model voor andere dan klimaatswijzigingen na te gaan, in casu veranderingen in de bodembestemming, zoals de uitbreiding van zones met een aanzienlijk aandeel ondoordringbare oppervlakte. De analyse van de impact van de klimaatswijziging rondt dit project af.

De resultaten van dit project werden deels gebruikt om scenario's van klimaatswijzigingen op te stellen die de ecologische impactstudies in het Vlaams Gewest in het kader van het INBO project (Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek) moeten schragen. Daartoe werden extra meteorologische variabelen geanalyseerd.



Afbelding 2.7 : Scenario's voor de hydrologische winter aan het einde van de eeuw : de cijfers zijn de factoren van maximale neerslagversterking (zonder dimensie) volgens de resultaten van het Europese PRUDENCE project.



Afbeelding 2.8 : Gemiddelde jaarlijkse stedelijke afwijkingsgrootte voor de minimum-, gemiddelde en maximumtemperatuur met de lineaire trend voor de periode 1960 - 1999. R^2 is de determinatiecoëfficiënt. Het jaarlijkse gemiddelde is het gemiddelde van de 12 gemiddelde gegevens van het jaar.

→ Effect van de stadswijken op de temperaturen in Ukkel : 1960 - 1999

In deze studie onderzoeken we de plaatselijke impact van de uitdeining van de ondoorlaatbare oppervlakte in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest (BHG) op de tendens van de maximum-, gemiddelde en minimumtemperaturen tussen 1960 en 1999. Hier worden, meer specifiek, de satellietbeelden gecombineerd met een oppervlaktemodel waarin tegelijk een schema zit vevat dat de energiebalans voor stedelijk gebied analyseert. Om (i) de effecten van de uitdeining van de stedelijke gebieden op de tijdreeks van de temperatuur af te bakenen, los van de algemene atmosferische circulatie en (ii) het model te kunnen toepassen op een hele lange periode zonder beperking van de berekeningstijd ; we zetten ons oppervlaktemodel in "offline" modus en koppelden het aan de gegevens van de ERA-40 heranalyse van het ECMWF. We beschouwen het Brussels Hoofdstedelijk Gewest ook als een homogeen stedelijk volume ; de graad van verstedelijking werd geraamd volgens het percentage ondoorlaatbare oppervlakte berekend volgens de "Landsat" satellietgegevens die tijdens de jaren voordien werden verkregen.

De resultaten van de simulaties tonen aan dat : (1) de jaarlijkse stedelijke afwijkingsgrootte voor de minimumtemperatuur procentueel (zie Afbeelding 2.8) lichtjes drie maal sterker stijgt dan de maximumtemperatuur. De lineaire tendensen voor de maximum- en minimumtemperatuur worden geraamd op 0,14°C en 0,05°C per decennium.

(2) De gemiddelde jaarlijkse stedelijke afwijkingsgrootte over de periode van 40 jaar tussen 1960 en 1999 wordt voor de gemiddelde temperatuur geraamd op 0,62°C (3). Tijdens de zomer stellen we een heel uitgesproken correlatie vast tussen de toename van de stedelijke afwijkingsgrootte voor de minimumtemperatuur en de procentuele toename van de ondoordringbare oppervlakte.

→ SAF - Hydrologie

Naast het H-SAF project (zie 'Verbeterde voorspellingen op korte termijn met behulp van nieuwe satellieten), hebben we ook een stochastisch model ontwikkeld voor de assimilatie van radar- en satellietgegevens. Naast het feit dat hiermee waarschijnlijker schattingen van neerslagintensiteiten bekomen worden, is een andere interessante toepassing het herstellen van beschadigde radarbeelden.

→ **Atmosferische numerieke modellering : een nieuw numeriek schema voor de niet-lineaire diffusievergelijking**

Atmosferische numerieke modellen worden gebruikt voor het maken van weersvoorspellingen. De ALADIN-groep doet hierover wetenschappelijk onderzoek door de verbetering van de numerieke technieken, de parametrisaties van de fysische processen en de verwerking van de meteorologische waarnemingen. We hebben een nieuw numeriek schema voorgesteld voor een benaderende oplossing van de niet-lineaire diffusievergelijking.

Numerieke experimenten met enkele eenvoudige bekende testproblemen bevestigen dat het nieuwe schema in heel wat opzichten betere resultaten oplevert dan het bestaande schema van het ECMWF. Concreet is het nieuwe schema (i) meer numeriek niet-lineair stabiel, (ii) beter bestand tegen hoog frequente golven, (iii) drie tot vier maal computationeel efficiënter, (iv) eenvoudiger te implementeren. In een volgende fase moeten bijkomende experimenten worden uitgevoerd om na te gaan of het nieuwe schema uiteindelijk in het ALADIN-model kan worden geïntegreerd.

→ **Initialisatie van de numerieke weersvoorspellingen**

De atmosferische begintoestanden van numerieke weersvoorspellingsmodellen zijn doorgaans niet uitgebalanceerd. Dit leidt over het algemeen tot een overdreven aanwezigheid van atmosferische golven (zogenoemde gravitatiegolven) gedurende de eerste uren van de numerieke weersvoorspellingen. Een gekende techniek om de begintoestanden meer realistisch te maken, bestaat uit het toepassen van een numerieke filter (een zogeheten Digital-Filtering Initialisation, DFI). Hierbij veronderstelt men dat de tijdsfrequenties van de gravitatiegolven aanzienlijk hoger zijn dan de tijdsfrequenties van de meer meteorologisch relevante atmosferische structuren. Onderzoek uitgevoerd door het KMI heeft uitgewezen dat die veronderstelling niet toepasbaar is in het geval van extreme stormen. Meer bepaald is het mogelijk dat een Dopplereffect de relevante frequenties zodanig verhoogt dat ze in het frequentiebereik komen te liggen van de gravitatiegolven, en daarmee door de initialisatie worden weggefilterd. Het gevolg hiervan is een afzwakking van de sterkte van de stormen. Uit dit onderzoek is ook gebleken dat dit probleem kan worden opgelost door de digitale filter schaalafhankelijk te maken (Scale-Selective Digital-Filtering Initialisation). Verwacht wordt dat de sterkte van toekomstige extreme stormen hierdoor beter zal worden voorspeld.

→ **Ontwikkeling van een academische versie van het ALADIN model**

Numerieke weermodellen die operationeel worden gebruikt, zijn zodanig ontwikkeld dat ze de berekeningen zo snel mogelijk uitvoeren. Deze efficiëntie gaat echter ten dele ten koste van de gebruiksvriendelijkheid. Nochtans is er vanuit de universiteiten vraag naar een weermodel dat ook door niet-specialisten kan worden gebruikt en waarin efficiëntie niet de hoogste prioriteit heeft. Dit model kan dan als pedagogisch hulpmiddel worden gebruikt om studenten te laten proeven van een 'echt' weermodel of om onderzoek op te doen. Aan het KMI werd in dit kader een eerste versie van CHAPEAU (Common Hirlam Aladin Package for Education and other Academic Use) ontwikkeld. Dit pakket kan eenvoudig op een Linux PC worden geïnstalleerd en bevat de volledige functionaliteit van het ALADIN weermodel.

→ **GLAMEPS : ontwikkeling van een internationaal project voor regionale ensemble-voorspellingen**

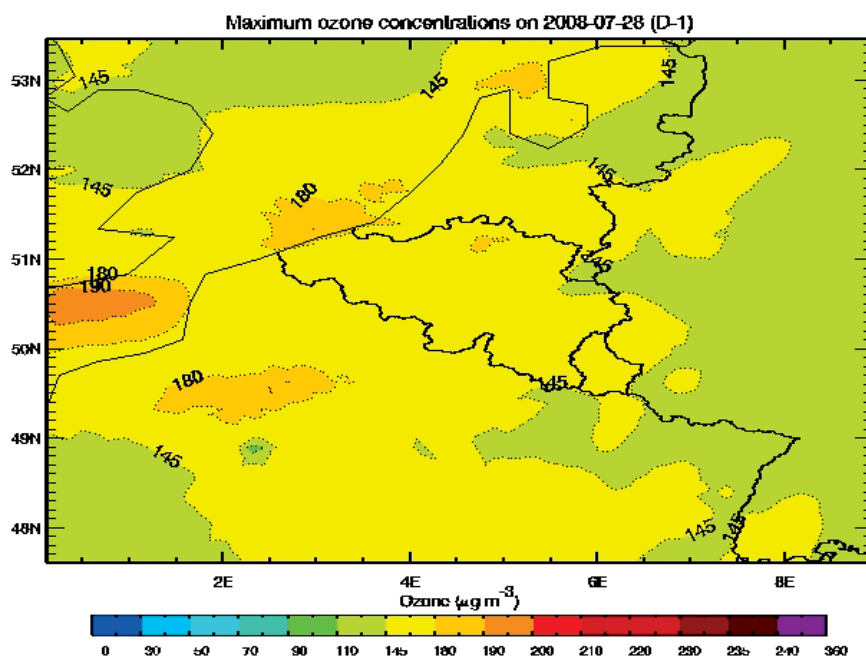
Het KMI werkt mee aan het internationale GLAMEPS project (Grand Limited Area Model Ensemble Prediction System). Dit project wil binnen de ensemble-voorspellingen verschillende voorspellingen (met licht verschillende beginvoorwaarden of verschillen in de details van de fysische processen) onderling combineren. Dit geeft een spreiding van voorspellingen waaruit een kansverdeling voor het optreden van bepaalde gebeurtenissen (b.v. het overschriden van een drempelwaarde van neerslag of windsnelheid) kan worden berekend. De kwaliteit van dergelijke ensemble-voorspellingen hangt af van de spreiding van de voorspellingen om alle onzekerheden in rekening te brengen. Die spreiding moet immers voldoende groot zijn. In het GLAMEPS project worden dan ook voorspellingen van verschillende weermodellen (ALADIN, HIRLAM en het globale model IFS) gecombineerd. Het domein waarop deze GLAMEPS voorspellingen worden gemaakt, omvat een groot deel van Europa. Dit is een groot domein (en vergt dus veel computerkracht), maar toch veel kleiner dan bij een globaal model. Daardoor kan op een veel hogere resolutie worden gewerkt dan in globale EPS systemen. Het GLAMEPS project zal toelaten om in de toekomst extreme weerfenomenen langer op voorhand te voorspellen.

→ Voorspellingen van fijn stof en ozon, gekoppeld aan de ALADIN meteovelden

In 2008 werd het chemisch transport model CHIMERE gekoppeld aan een weermodel dat output geeft op hoge resolutie (7 km); met name het ALADIN model. Met een dergelijk fijnschalig model voor ozon en fijn stof modelleringen kan er beter rekening worden gehouden met de lokale effecten. Voorbeelden van lokale effecten zijn enerzijds het contrast in landgebruik tussen steden en platteland en anderzijds orografische verschillen: heuvelachtig gebied tegenover vlakke gebieden. Ook de zeebries is een lokaal effect dat met een hoog resolutiemodel beter kan worden gemodelleerd. Onderstaande afbeelding geeft een voorbeeld van de gemodelleerde ozonconcentraties voor 28 juli 2008.

→ Nieuwe resultaten voor nowcasting en convectieve onweders

In 2008 is het KMI begonnen met de implementatie van een automatisch systeem dat zal instaan voor de korte-termijnvoorspellingen ("nowcasting") van en de waarschuwingen voor hevige neerslag en onweer. In eerste instantie zal dit systeem gebruik maken van radargegevens, maar op termijn zal het ook worden uitgebreid naar andere waarnemingsystemen, zoals het bliksemdetectiesysteem en satellietgegevens. De implementatie van het systeem bestaat uit twee luiken. Het eerste luik omvat een systematische studie van convectieve onweerssituaties op het Belgische grondgebied, teneinde te komen tot een klimatologie van onweer en onweercellen (ontstaan, trajecten, levenscyclus, uitsterven). Het tweede luik omvat de implementatie van een operationeel systeem, dat zowel aan interne (o.a. het weerbureau) als externe (o.a. hydrologische diensten) gebruikers zal worden geleverd. Hoewel dit project nog maar net is opgestart, werd er reeds opmerkelijke vooruitgang geboekt. In het kader van de systematische studie werd er een tool geïnstalleerd op de computerinfrastructuur van het KMI die toelaat om radargegevens interactief te bestuderen. In het kader van de implementatie van het nowcasting systeem werd er een zeer grondige literatuurstudie gemaakt van de bestaande systemen aan onderzoekscentra en in de andere meteorologische diensten.



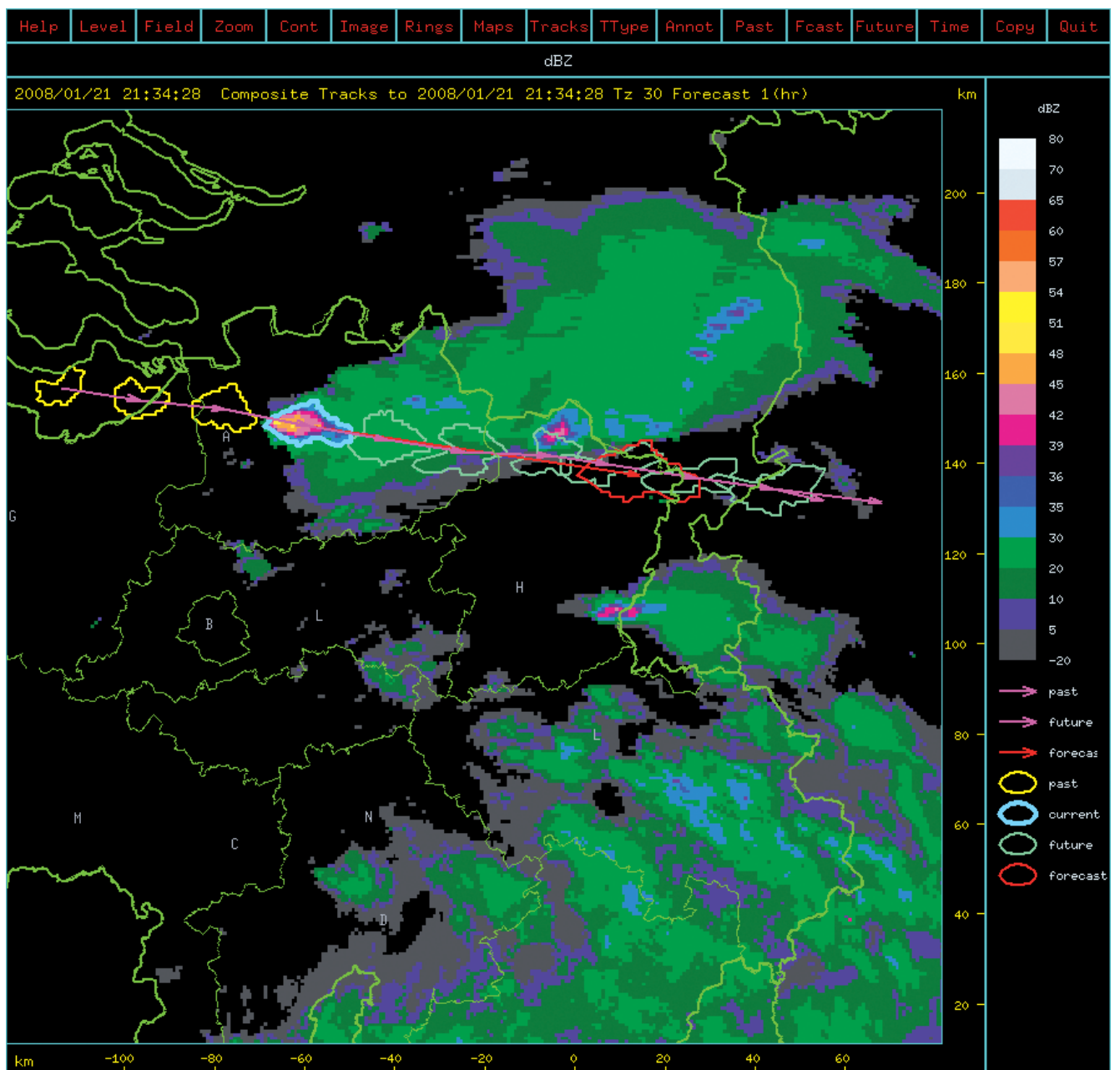
Afbeelding 2.9 : Maximum ozonconcentraties voor 28 juli 2008 voor België, berekend met behulp van het Chemisch Transport Model CHIMERE, gekoppeld aan het meteomodel ALADIN.

De nieuwe tool «TITAN» die in 2008 op de computerinfrastructuur van het KMI werd geïnstalleerd, laat toe om onweerscellen interactief te bestuderen. Onderstaande afbeelding toont de « tracking » van een onweerscel op 21 januari 2008 op basis van archiefdata. Het is deze cel die een windhoos genereerde in de buurt van Grote Brogel (Peer) omstreeks 23u30 (22u30UT).

Het tijdstip van het getoonde beeld is 21u34UT, en de huidige positie van de cel in kwestie is aangegeven in het lichtblauw («current»). De figuur toont de lokalisaties van deze cel vòòr 21u34UT in het geel («past»), de lokalisaties ná 21u34UT in

het cyaan («future»). Eveneens wordt er op de figuur een voorspelde positie van de cel aangegeven in het rood («forecast»). Deze voorspelde positie is geldig voor één uur na het huidige beeld (i.e. om 22u34UT, het tijdstip van de windhoos), en is berekend enkel op basis van de lokalisaties van vòòr 21u34UT. M.a.w. de voorspelling in het rood zou in principe in real-time kunnen gegenereerd worden. Voor deze cel ligt de voorspelde positie zeer dicht bij de werkelijkheid.

De schaal die in de figuur gehanteerd wordt, is niet de gebruikelijke neerslagintensiteit, maar radar reflectiviteit uitgedrukt in decibel (dBZ).



Afbeelding 2.10 : Tracking van een onweerscel op 21 januari 2008.

→ Ionosferische profielen

Tegenwoordig maken heel wat technologische bedrijfssystemen voor hun werking gebruik van de emissie en/of ontvangst van radiogolven : grond-grond telecommunicatie over lange afstand, grond-satelliet telecommunicatie, radars, satellietnavigatiesystemen zoals GPS of Galileo, geodetische satellieten gebruikt voor wetenschappelijk onderzoek,... De vrije elektronen in de ionosfeer van de aarde hebben een grote invloed op de voortplanting van radiogolven. De ionosfeer wordt gedefinieerd als "de atmosferische laag op aarde met voldoende sterk geconcentreerde vrije elektronen om de voortplanting van radiogolven te beïnvloeden" (K. Davies). In bepaalde omstandigheden kan de ionosfeer de correcte werking van technologische systemen die gebruik maken van radiogolven sterk beïnvloeden of zelfs verhinderen. Om die reden moeten ionosfeer en de effecten ervan op de radiogolven in reële tijd in het oog worden gehouden en moeten daarvan modellen worden gemaakt.

Zo kunnen bijvoorbeeld toepassingen van satellietnavigatiesystemen die een uiterste nauwkeurigheid vergen, sterk worden verstoord door het ionosfeereffect. De ionosfeer is immers een in ruimte en tijd uiterst veranderlijk milieu. De modellen van de satellietnavigatiesystemen kunnen dan wel "gemiddelde omstandigheden" van de ionosferische activiteit voor een bepaalde plaats en een bepaald ogenblik voorspellen, maar zijn niet aangepast aan een sterke ionosferische activiteit, bijvoorbeeld als gevolg van verstoorde omstandigheden van de ruimtemeteorologie (geomagnetische stormen, zonne-uitbarstingen, coronaal gat,...). Dit geldt ook voor de meeste technologische bedrijfssystemen die radiogolven gebruiken.

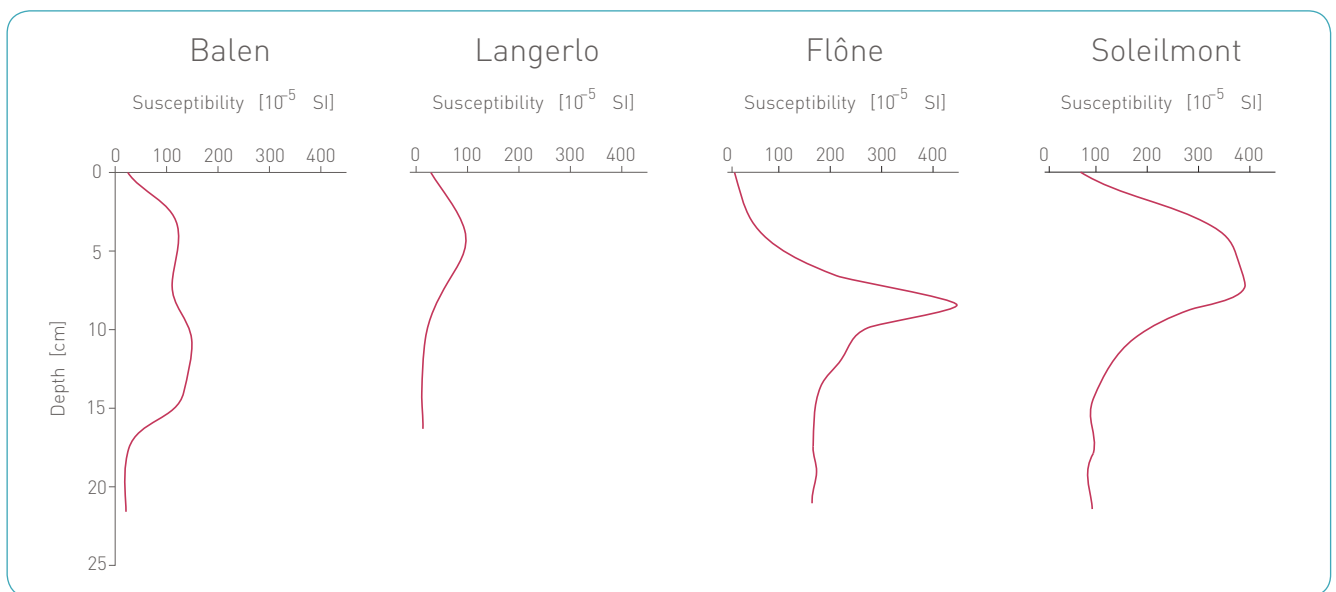
De meting in reële tijd van de toestand van het ionosferisch plasma (in hoofdzaak de concentratie van vrije radicalen) is voor de goede werking van talrijke operationele technologische systemen met andere woorden onmisbaar. Bovendien verschaft dit type metingen meer inzicht in de fysische fenomenen in de ionosfeer die aan de basis liggen van een slechte werking van deze technologische systemen : een beter begrip van deze fenomenen is een eerste stap naar een betere modelvorming van de effecten van de ionosfeer op de voortplanting van radiogolven. Verder moeten ook de verschillende parameters worden gemeten die de ionosferische activiteit kunnen beïnvloeden. Zo vormt bijvoorbeeld de variabiliteit van het magnetisch veld van de aarde een parameter die het ionosferisch plasma aanzienlijk beïnvloedt.

In 2008 onderzocht de afdeling "Ionosferische profielen" van het KMI de verschillende fenomenen in de ionosfeer die fouten in de positiebepaling met GPS systemen kunnen veroorzaken en stelde daar modellen van op. Zo werd in het bijzonder aangetoond dat extreme geomagnetische stormen fouten van verschillende meters kunnen veroorzaken in applicaties met een nominale nauwkeurigheid uitgedrukt in centimeter. Gezien de enorme invloed van geomagnetische stormen op GPS systemen ontwikkelde het KMI operationele procedures waarmee de geomagnetische index K in reële tijd kan worden berekend en voorspeld. In 2009 wordt deze informatie beschikbaar gesteld op de site <http://swans.meteo.be>.



Afbeelding 2.11 : Meting van de magnetische susceptibiliteit volgens de diepte (van 0 tot 50 cm) in bosgrond in de buurt van Balen (provincie Antwerpen). De SM-400 sensor (vooraan links) meet de magnetische susceptibiliteit met grote spatiale resolutie en nauwkeurigheid (sensibiliteit 10⁻⁵ SI) en detecteert de zones waarin de antropogene verontreiniging zich opstapelt.

Daarnaast ontwikkelde de afdeling “Ionosferische profielen” een software die op ieder ogenblik de fout kan kwantificeren die de ionosfeer veroorzaakt op de toepassingen van het GPS systeem die een hoog niveau van nauwkeurigheid vergen. Onder “toepassingen die een hoog niveau van nauwkeurigheid” vergen, wordt een applicatie begrepen die in reële tijd tot op de centimeter nauwkeurig is. Deze software werd met succes uitgetest op casestudies die verschillende activiteitsniveaus vertonen, zoals we die in de ionosfeer aantreffen. Met het oog op de operationele implementering ervan op de site <http://swans.meteo.be> zal deze software in 2009 worden aangepast.



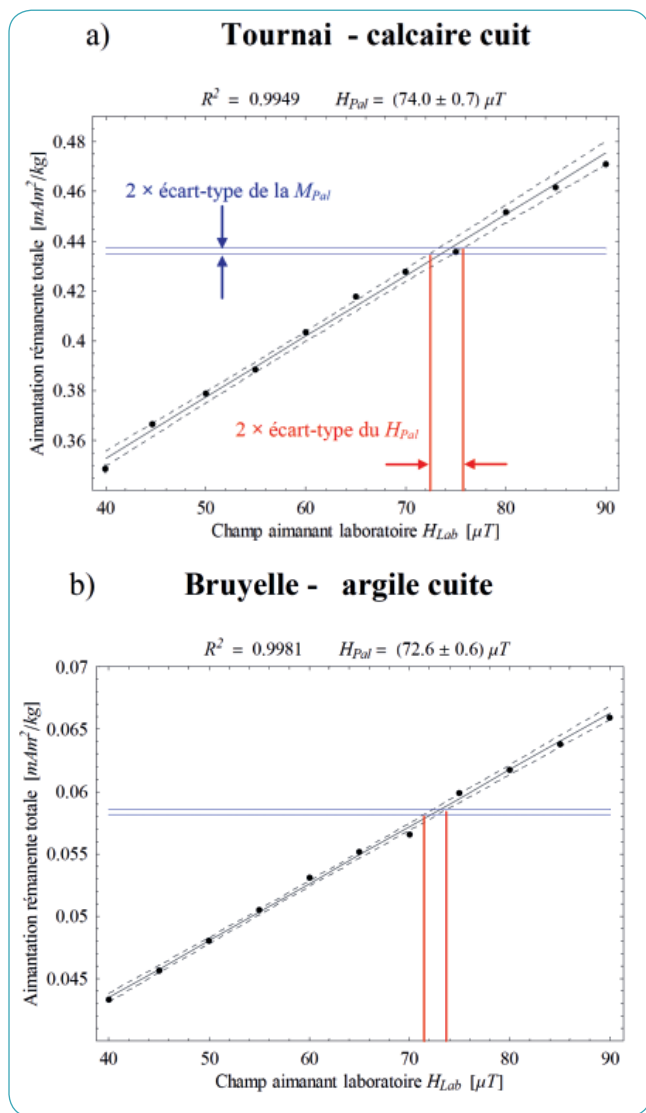
Afbeelding 2.12 : Profielen van magnetische susceptibiliteit rond vier industriële sites in een verschillende ondergrond verkregen met het SM-400 meettoestel (zie afbeelding 2.14). De toename van de magnetische susceptibiliteit in de eerste centimeters wordt hoofdzakelijk toegeschreven aan stof uitgestoten door de plaatselijke industrie. In Balen (zinkfabriek) en Langerlo (elektriciteitscentrale) is de magnetische susceptibiliteit in de eerste 5 tot 15 centimeter 10 tot 15 maal hoger dan de grondruis gemeten op een diepte tussen 15 en 20 centimeter. Toch lagen die maximumwaarden merkbaar lager dan op de twee andere sites : Flône (oude zinkfabriek) en Soleilmont (ijzerfabriek). De SM-400 is dus een kostbaar meetinstrument voor een snelle en goedkope raming van de antropogene bodemverontreiniging. Na ijking met geochemische analyses zou de methode kunnen worden gebruikt om de graad van bodemvervuiling door zware metalen te meten.

→ Magnetische susceptibiliteit en bodemverontreiniging

IJzer is het element dat we het frequentst in de aardkost aantreffen. Samen met zuurstof of zwavel verbindt het zich tot magnetische mineralen die universeel aanwezig zijn. Deze ijzerertsen ontstaan tijdens uiteenlopende biogeochemische processen, zoals chemische vertering, bodemvorming, diagenese van sedimenten, de groei van bacteriën of hun energieproductie, maar ook tijdens antropogene processen zoals de verbranding van fossiele brandstoffen, afvalverbranding of het smelten en bewerken van metalen.

Biogeochemische processen zijn echter niet de enige oorzaak van een verhoogde magnetisering van de grond. De magnetische eigenschappen van een groot gedeelte van het grondoppervlak worden ook versterkt door de neerslag van atmosferische magnetische partikels die tijdens industriële en verbrandingsprocessen ontstaan. In het algemeen vertegenwoordigt magnetisch ijzeroxide tussen de 2 en 20% van het gewicht van partikels die bij verbranding vrijkwamen ; de hoogste waarden treffen we aan in vliegias afkomstig van de verbranding van steenkool. Magnetiet en de zichtbare spinellen, evenals hematiet zijn de belangrijkste magnetische mineralen die frequent in industrieel vliegias worden aangetroffen. Ze ontstaan tijdens de verbranding en worden vaak waarge-

nomen in de vorm van bolletjes. Vliegias uitgestoten bij de verbranding van fossiele brandstoffen in elektriciteitscentrales, smelterijen (productie van ferro en non-ferro metalen) en cementfabrieken bevat heel veel zware metalen. Samen met de zware metalen worden magneetpartikels geproduceerd ; beide volgen eenzelfde afzettingstraject. Zware metalen kunnen ook in de magnetische kristalstructuur ingekapseld geraken, of aan het oppervlak van het magnetisch partikel worden geadsorbeerd. Daarom werden magnetische methodes voorgesteld om de verontreiniging door partikels die zware metalen afkomstig van verbrandingsprocessen bevatten te controleren en in kaart te brengen. Magnetische methodes bieden het grote voordeel dat zwakke concentraties (ter grootte van ppm) van de ferromagnetische fasen in een korte meettijd en zonder dure voorbereiding van het monster kunnen worden gedetecteerd, geïdentificeerd en gekwantificeerd.



Afbeelding 2.13 : Bepalen van de paleo - intensiteit van een kalkoven uit Doornik (a) en een pottenbakkersoven in Bryelle (b), beide uit de Romeinse periode. De blauwe lijnen tonen tweemaal de standaardafwijking van het natuurlijk magnetisme (MPal) gemeten vóór de vaststelling. Het totale magnetisme (MTot) wordt aangeduid door de zwarte punten.

Om te komen tot de gemiddelde rechte (zwarte lijn) werd een lineaire regressie toegepast. De afwijking van deze laatste wordt weergegeven door twee zwarte stipellijnen (betrouwbaarheidsinterval van de gemiddelde rechte aan 95%). Het veld waarin het totale magnetisme kruist met de rechte stemt overeen met de paleo - intensiteit.

→ Vaststelling van de intensiteit van het geomagnetisch veld in periodes waarin de registratie nog niet met instrumenten gebeurde

Sinds het begin van de zestiende eeuw gebruikt de mens instrumenten om het geomagnetisch veld te meten en te bestuderen ; daarom beschikken we vandaag over instrumentale registraties van die variaties in de tijd. Om het veld van de vroegere periodes te kennen, gebruikt men tegenwoordig een methode gebaseerd op remanent magnetisme geïnduceerd door het vroegere geomagnetische veld. In verbrand en gebakken materiaal dat magneeterts bevat, wordt het geomagnetische veld geregistreerd. Dit gebeurt tijdens de afkoeling in de vorm van een thermisch remanent magnetisme dat evenwijdig loopt met het veld. De intensiteitsbepaling beperkt zich doorgaans tot gebakken aarde afkomstig uit ovens die op archeologische vindplaatsen werden blootgelegd. Om de intensiteit van het veld in het verleden te bepalen, meet men eerst het natuurlijk magnetisme (MPal) van een monster afkomstig uit verbrande gebakken aarde (blauwe horizontale lijnen in afbeelding 3). Vervolgens wordt de aarde verwarmd om het natuurlijk magnetisme gedeeltelijk te demagnetiseren. Daarna laat men de aarde in een gekend veld afkoelen. Het gedemagnetiseerde gedeelte wordt door het laboratoriumveld (HLab) nu thermisch gemagnetiseerd. Dan wordt het totale remanente magnetisme (MTot) gemeten dat enerzijds bestaat uit het natuurlijk magnetisme en anderzijds uit het magnetisme verworven in het laboratorium. Door deze procedure voor verschillende veldwaarden te blijven herhalen, komt men voor een bepaald veld tot de bevinding dat het totale remanente magnetisme gelijk is aan het aanvankelijk gemeten natuurlijke magnetisme. Deze veldwaarde stemt overeen met de intensiteit van het geomagnetische veld op het ogenblik dat het materiaal werd gebakken.

Het oppervlak van de verbrandingskamer van een oven gaat doorgaans schuil onder een zwartachtige harde korst die tekenen van verglazing vertoont. Dat wijst op een reducerend milieu bij hoge temperatuur tijdens de werking van de oven. De binnenzijde van de wand is op een bepaalde afstand van het wandoppervlak oranje, wat op oxiderende omstandigheden wijst. Helaas kunnen de reducerende omstandigheden niet worden gereproduceerd in het laboratorium bij het heropwarmen van het monster tijdens paleo - intensiteitsproeven. De zwart gekleurde monsters oxideren en er ontstaan nieuwe magneetertsen. De paleo - intensiteit kan niet worden bepaald, omdat de nieuw gevormde mineralen een ongewenst bijkomend remanent magnetisme verwerven.

Daarom zijn we nagegaan of andere materialen in aanmerking komen om de paleo - intensiteit te bepalen. Zo werden tests uitgevoerd op kalkovens bestaande uit kalkblokken. Hiervoor werd materiaal gebruikt afkomstig van het oppervlak (6,5 – 8 cm) van de verbrandingskamer van een kalkoven van Doornik ; dit materiaal was wit krijt, een zachte vorm van kalk. De resultaten werden vergeleken met paleo - intensiteitsproeven op gebakken klei uit een pottenbakkersoven uit diezelfde periode (Bruyelle) dat op eenzelfde afstand van het oppervlak werd weggenomen (afbeelding 3). De resultaten tonen aan dat ook kalk geschikt is om de intensiteit van het geomagnetisch veld te bepalen van periodes vóór registratie met behulp van instrumenten.



**Uitbreiden van de kennis
over het klimaat**

3



UITBREIDEN VAN DE KENNIS OVER HET KLIMAAT

1. Geïntegreerde benadering van de fouten in de begintoestanden en de modellering

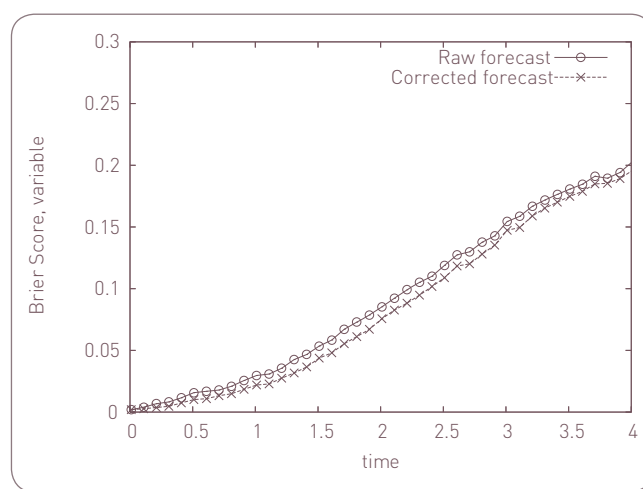
Verkeerde inschattingen van de begintoestand en de onzekerheid van de weer- en klimaatmodellen zijn twee factoren die het voorspellen van het weer en het klimaat bemoeilijken. Die vaststelling dateert al van de eerste weervoorspellingen en werd gequantificeerd via empirische analyses van de foutevolutie in operationele voorspellingsmodellen. Toch werd nog geen enkele theorie ontwikkeld over de potentiële gevolgen van de koppeling tussen de initiële fout en de fout in de modelvorming. Die kwestie die in 2006 en 2007 bij de dienst Dynamische Meteorologie en Klimatologie aan de orde werd gesteld, kreeg in 2008 een vervolg met de studie naar een meer gedetailleerd, maar toch nog voldoende eenvoudig atmosferisch model om een exhaustieve studie toe te laten. Die studie bevestigde de wijzigingen in de dynamiek van de gemiddelde fout in aanwezigheid van twee foutbronnen. Er is meer bepaald sprake van een verschuiving van het minimum van de fout, die op haar beurt bepaald wordt door de structuur van de beginfout en de bron van de modelfout.

2. Correctie van de voorspellingen

Een van de grootste problemen bij het voorspellen van het weer is dat de voorspelling geleidelijk degradeert waardoor ze voor de min of meer lange termijn uiteindelijk nutteloos wordt. Om dit te verhelpen, worden verschillende benaderingswijzen overwogen (verbetering van de begintoestand, verbetering van het model,...). Een daarvan gaat de voorspelling achteraf bijsturen met statistische informatie van vroegere voorspellingen. Die benadering werd bedacht met de Engelse naam 'Model Output Statistics (MOS)'. In dit verband werden heel wat technieken voor het corrigeren van deterministische voorspellingen (met andere woorden de correctie van een enkele voorspelling) voorgesteld. Het meest populair is nog steeds de lineaire benadering die uitgaat van het minimaliseren, via de kleinste kwadratenmethode, van het verschil tussen de waarnemingen en voorspellingen uit het verleden.

Sinds enkele jaren werd de postcorrectie van voorspellingen uitgebreid tot Ensemble voorspellingen en werden daarvoor specifieke technieken ontwikkeld. In 2007 ontwikkelden we op basis van het onderzoek van de jaren voordien een nieuw schema voor correctie van globale voorspellingen. Dit schema breidt de klassieke lineaire correctietechniek voor deterministische voorspellingen uit via een aanpassing van de kostenfunctie van de minimalisering via het kleinste kwadraat, in die mate dat de aanwezigheid van fouten op de verklarende variabelen afkomstig uit het model in aanmerking worden genomen. Deze benadering werd met succes toegepast in een chaotisch systeem van lage dimensie.

Afbeelding 3.1 toont de evolutie van de Brier-score voor een variabele van het atmosferische Lorenzmodel vóór en na correctie door de MOS techniek. Deze score stemt overeen met een gemiddelde kwadratische fout voor de waarschijnlijkheid dat een bepaalde drempel wordt overschreden. De drempel die hier werd gekozen, is de klimatologie (lange-termijngemiddelde in het model van Lorenz). De nieuwe techniek die wij voorstellen, levert duidelijk een betere kwaliteit van de voorspelling na correctie op (een lagere waarde van de gemiddelde kwadratische fout).



Afbeelding 3.1 : Evolutie van de Brier-score voor de probabilistische voorspelling dat een drempel voor een variabele van het atmosferische Lorenz-model wordt overschreden. De twee curven geven de resultaten zonder correctie (ononderbroken lijnen, cirkels) en de resultaten met correctie door de nieuwe MOS techniek (stippellijn, kruisen) weer. Een fout in de modelvorming tast de modelparameters aan.

3. Gegevensassimilatie

Essentieel bij de weervoorspelling is de keuze van een begin-toestand. Daarvoor werden geavanceerde technieken ontwikkeld, bekend als technieken van gegevensassimilatie. Toch houden ze maar heel summier rekening met de aanwezigheid van de onvermijdelijke modelfouten. Onlangs pakten we dit probleem aan door een sequentieel assimilatieschema te ontwikkelen dat rekening houdt met de deterministische aard van modelleringsfouten en hun dynamiek. Dit kaderde in het perspectief van het recente onderzoek van de Dienst Dynamische Meteorologie en Klimatologie over de modelleringsfout. In 2008 zetten we ons onderzoek naar het deterministische karakter van de modelleringsfout in de assimilatie voort, via enerzijds de analyse van een assimilatiesysteem dat uitgaat van een geheel van trajecten (Maximum Likelihood Ensemble Filter), en anderzijds van de 4 D variationele assimilatie. Het eerste schema onderwierpen we aan een voorafgaande analyse. Daarmee wilden we de impact van de assimilatie in chaotische systemen nagaan en het verband blootleggen tussen de onderliggende dynamische eigenschappen van het chaotische systeem, evenals de structuur van het assimilatieschema. We kwamen tot de bevinding dat er tussen de aantrekkingsdimensie van het systeem en het aantal leden van het geheel vereist voor het assimilatiesysteem een nauwe band bestaat. Bij het formuleren van het variationele schema werd rekening gehouden met het deterministische karakter van de modellering. Voorafgaand numeriek onderzoek in het kader van chaotische systemen met lage dimensie levert erg bemoedigende resultaten op over de essentiële rol van de correlatie van de modelleringsfout op de kwaliteit van de assimilatie.

4. Analyse van waterdampmetingen (AGACC-project)

Enerzijds voorspellen klimaatmodellen dat de concentratie van waterdamp in de bovenste troposfeerlagen zou verdubbelen tegen het einde van deze eeuw door een toename in de concentraties van andere broeikasgassen. Anderzijds blijkt uit waarnemingen dat de hoogte van de tropopauze - de scheiding tussen de troposfeer en de stratosfeer - is toegenomen met verschillende honderden meters sinds 1979. Aan het KMI wordt een poging ondernomen om deze twee trends met elkaar te relateren door een homogene tijdreeks (1990-2007) van verticale profielen van temperatuur en vochtigheid, opgemeten met radiosondes, nader te bestuderen. Deze studie toont aan dat gedurende de periode januari 1990 - september 2001 de troposfeer krimpt, de bovenste troposferische lagen bijgevolg dalen, opwarmen, met een toenemende hoeveelheid waterdamp tot gevolg. Vanaf september 2001 (ongeveer) zet de troposfeer uit en stijgen dus de bovenste troposfeerlagen, koelen af en drogen uit. Eenzelfde trendverandering rond die periode werd vastgesteld door andere onderzoekers in andere datasets en verklaard door een wijziging in de Brewer - Dobson circulatie. De analyse van langere tijdreeksen van temperatuurprofielen voor verscheidene Europese waarnemingsstations leert ons bovendien dat een dergelijke verandering in de dynamica van de troposfeer geen alleenstaande gebeurtenis is, zowel in de tijd als in de ruimte.



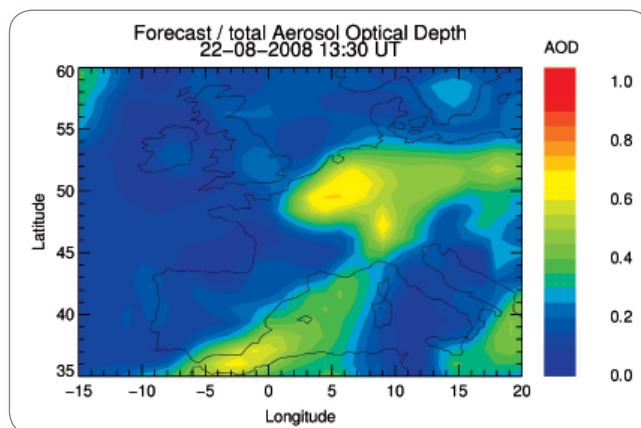
5. Bijdrage aan het GEMS-project : Controle van de waarnemingen van aerosols met behulp van Modellerings

Het KMI is lid van het Europese GEMS project dat wordt gefinancierd door het 6de kaderprogramma van de Europese Unie. Een deel van het project koppelt modules die een modellering van concentraties van aerosols, broeikasgassen en reactieve gassen omvatten aan het voorspellingsmodel van het ECMWF. De taak van het KMI bestaat erin de gegevens van het aerosolmodel te vergelijken met onafhankelijke metingen (metingen die niet als input in het model of in het assimilatieproces worden gebruikt). Daarvoor maakt de AOD (Aerosol Optische Dikte) gebruik van gegevens afgeleid van metingen van de Brewer-instrumenten en van metingen van aerosols boven de oceaan die door het SEVIRI-instrument worden aangeleverd. Die vergelijkingen tussen het model en de waarnemingen werden gebruikt om het model te valideren.

In 2008 was het volledige aerosolmodelsysteem (assimilatie, analyse, prognose) klaar om in het voorspellingssysteem ECMWF te worden geïntegreerd. De geïntegreerde bijna real time prognose is sinds juli 2008 operationeel en kan, samen met prognoses van o.a. ozon en koolstofdioxide, via de websites van ECMWF worden geconsulteerd. Bij wijze van voorbeeld illustreert afbeelding 3.2 de bijna real time prognose van de AOD op 550 nm voor antropogene aerosols boven Europa op 5 april 2009. De prognose wijst op grote hoeveelheden aerosols in een zone die zich uitstrekt van Zuid-Italië over Centraal- en Oost-Europa tot Scandinavië.

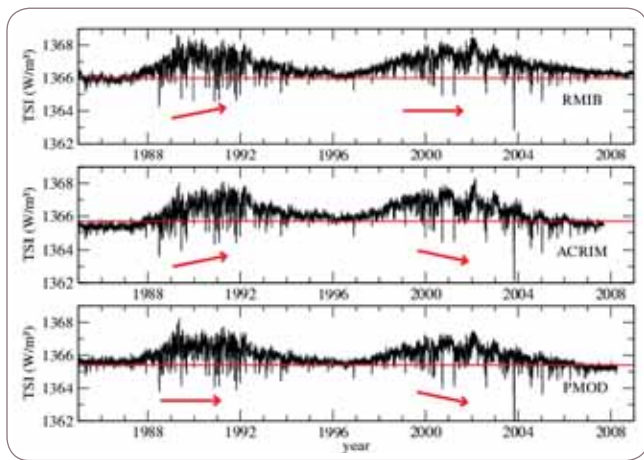
6. Fijn stof en gezondheid (PARHEALTH-project)

Verschillende studies hebben aangetoond dat er een sterke correlatie bestaat tussen fijn stof met een diameter kleiner dan 10 µm (PM10) en het aantal sterfgevallen per dag. Nochtans bestaat er eveneens een sterker en niet lineair verband tussen mortaliteit en de buitentemperatuur. Fijn stof is een verzamelnaam van componenten, die als gemeenschappelijke eigenschap hebben dat hun diameter kleiner is dan 10 µm. Het bevat ondermeer anorganische en organische componenten, zeezout, secundaire organische aerosol, elementair koolstof, water, secundaire sulfaat-, nitraat- en ammoniakverbindingen in hoog variabele concentraties. België is één van de landen binnen Europa, waar zeer hoge concentraties fijn stof worden geregistreerd vanwege zijn dicht verkeersnetwerk, dichtbevolkte woonzones en sterke industrialisatie. Dit alles leert ons dat België de hoogst geschatte verliezen in levensverwachting heeft binnen Europa, geschat op 14,9 maanden vergeleken met 9 maanden als Europees gemiddelde. De afdeling Pneumologie van het departement Maatschappelijke Gezondheidszorg van de KULeuven heeft aangetoond dat de effecten van luchtverontreiniging zelfs sterker zijn gedurende de zomermaanden dan tijdens de winter. Om verder in te gaan op deze problematiek heeft het KMI het fijn stof over een deel van België gemodelleerd over een tijdsperiode van 7 jaar (1997-2003) en bestudeerd of er geen associatie af te leiden is tussen de samenstelling van gemodelleerd fijn stof

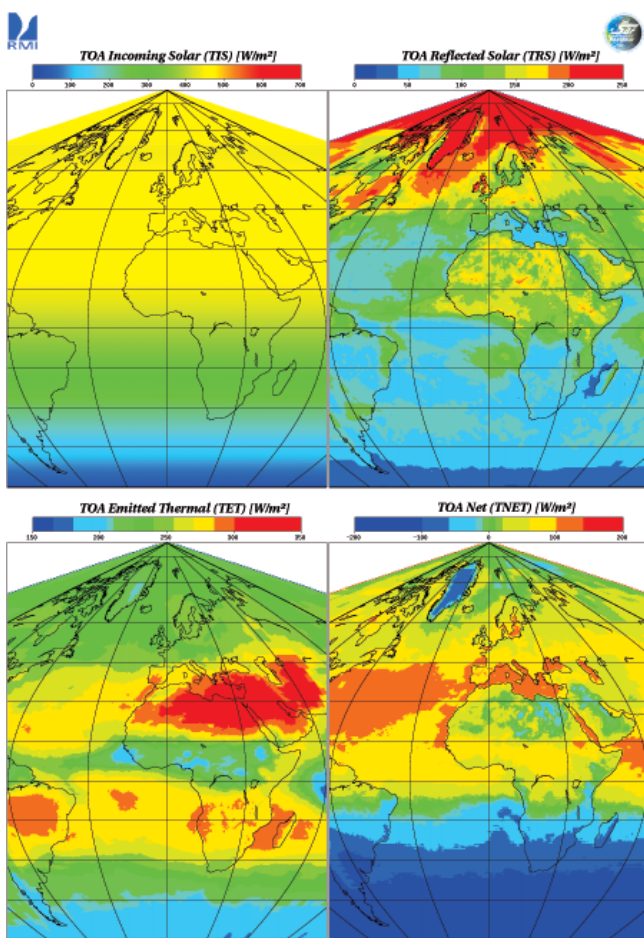


Afbeelding 3.1 : Evolutie van de Brier-score voor de probabilistische voorspelling dat een drempel voor een variabele van het atmosferische Lorenz-model wordt overschreden. De twee curven geven de resultaten zonder correctie (ononderbroken lijnen, cirkels) en de resultaten met correctie door de nieuwe MOS techniek (stippellijn, kruisen) weer. Een fout in de modelvorming tast de modelparameters aan.

en het aantal acute sterfgevallen per dag. Uit de eerste resultaten blijkt dat tijdens de winter het zeezout een positief effect heeft op onze gezondheid. Een hogere concentratie aan zeezout in de lucht toont een significant negatieve associatie met het aantal acute dagelijkse sterfgevallen. Gedurende de zomer waren het vooral secundaire organische aerosols (i.e. aerosols die niet direct uitgestoten worden, maar in de lucht gevormd worden uit chemische componenten) die significant positief geassocieerd werden met het aantal acute sterfgevallen per dag.



Abbeelding 3.3 : Van boven naar onder, de meetcurves van de zonneconstante van het KMI, ACRIM en PMOD. De metingen worden gecompileerd langs de 22ste en 23ste zonnecyclus. De verschillen doen zich voor tussen de zonneminima behaald in 1986, 1996 en 2008. De pijlen wijzen op een stijging, een stabilisering of een daling. De toename die door het KMI werd geobserveerd, is niet betekenisvol. De horizontale rechten zijn willekeurige referenties.



Abbeelding 3.4 : Maandelijks gemiddelde straling voor juli 2008 : invallende zonnestraling (links boven), weerkaatste zonnestraling (rechts boven), warmtestraling (links onder) en stralingsbalans (rechts onder). De balans is het resultaat van het verschil tussen enerzijds de invallende zonnestraling en anderzijds de weerkaatste zonnestraling en de warmtestraling.

7. Wetenschappelijke resultaten van de meting van de zonnestraling

De metingen van de SOVIM-radiometer worden toegevoegd aan de database met de metingen van de zonneconstante. De onafhankelijke metingen van ieder instrument moeten echter worden aangepast om tot een samengestelde curve te kunnen worden verwerkt. Momenteel bestaan er drie verschillende versies : de versie van het KMI, die van ACRIM (Active Cavity Radiometer Irradiance Monitor SOLAR) in de Verenigde Staten en de versie van het Zwitserse PMOD (Physikalisches Observatorium Davos) (zie afbeelding 3.3). Het grote verschil tussen die versies betreft de minimumniveaus die de zon in 1986, 1996 en in 2008 zou hebben behaald. De metingen gecompileerd door het KMI tonen aan dat de zonneminima geen betekenisvolle wijziging zouden hebben ondergaan. De Zwitserse en Amerikaanse versies weerleggen dat echter. Volgens het PMOD zouden de zonneminima momenteel ongeveer $0,2 \text{ W/m}^2$ lager liggen dan in 1996, hoewel er voor 1986 en 1996 geen verschil in minima werd aangetoond. De ACRIM versie wijst op een stijging van het minimum in 1996 gevolgd door een daling in 2008. Een samengestelde curve om de zonne-impact op de klimaatwijziging te bepalen leidt echter tot andere resultaten. De GIEC (Groupe Intergouvernemental d'Etude sur le Climat) hanteert de curve van het PMOD en verklaart geen bewijzen te kunnen vinden voor een impact van de zon op de temperatuurstijging. Andere wetenschappers gebruiken dan weer de ACRIM versie en komen tot de bevinding dat de zon voor minstens 10% bijdraagt tot de opwarming. De curve vastgesteld door het KMI bevestigt de GIEC-versie. Het KMI zal zijn metingen via het DIARAD (Differential Absolute Radiometer)/VIRGO (Variability of Solar IRradiance and Gravity Oscillations) instrument aan boord van de SOHO satelliet nog voortzetten tot in 2014. Het nieuwe SOVAP-instrument (Solar Variability-Picard) van het KMI wordt einde 2009 gelanceerd. Deze radiometer zal het overnemen van DIARAD/VIRGO.

8. GERB/CMSAF metingen

Het KMI verwerkte de gegevens van het GERB-instrument (Geostationary Earth Radiation Budget) op Meteosat-9 het hele jaar lang in nagenoeg reële tijd. Via de FTP-site van het project werden de resultaten (Edition - 1) ter beschikking gesteld van de gebruikers. Die gegevens worden intussen op grote schaal gebruikt door de wetenschappelijke gemeenschap. Bewijs daarvan zijn twee conferenties die in 2008 plaatsgrepen rond de missie en de metingen van GERB. De eerste ging door aan de universiteit van het Spaanse Valencia, terwijl het Goddard Institute for Space Studies in New York de tweede verwelkomde. Die conferenties bevestigden dat de klimatologen belangstelling tonen voor de GERB-metingen, en meer in het bijzonder voor de verbeterde modellen van de weer- en klimaatvoorspellingen. Ter illustratie toont afbeelding 3.4 de maandelijkse stralingsgemiddelden voor juli 2008 : invallende zonnestraling (links boven), weerkaatste zonnestraling (rechts boven), thermische zonne-energie (links onder) en de stralingsbalans (rechts onder).

Verschillende inspanningen werden geleverd om de kwaliteit van de producten te verbeteren en ook de validering van de producten werd onder ogen geschouwd. Een belangrijke stap in de verwerking is de conversie van de straling door het instrument in de hemisferische flux. Dit instrument meet de zogenaamde radiantie, dit is de straling in één enkele richting. In de gegevensverwerking wordt deze radiantie omgezet in een schatting van de flux van energie aan de top van de atmosfeer; deze energiestroom bestaat uit bijdragen van de radianties uit verschillende richtingen. De omzetting gebeurt aan de hand van anisotropische modellen van het stralingsveld. Boven het continentaal oppervlak werden bij heldere hemel bepaalde beperkingen van die modellen vastgesteld. Dit vormde voldoende aanleiding voor een wetenschapper van het GERB team om een missie van drie maanden door te brengen bij het NASA-team dat hierin is gespecialiseerd. Deze samenwerking maakte de weg vrij voor de ontwikkeling van nieuwe anisotropische modellen, die zullen worden gebruikt om de kwaliteit van de GERB-producten in de toekomst te verbeteren.

Als gegevensleverancier voor de wetenschappelijke gemeenschap heeft een aanzienlijk gedeelte van het werk van het team betrekking op de validering van de gegevens. Die valideringen zijn indirect noodzakelijk aangezien er geen instrument bestaat dat de stromingen helemaal bovenaan in de atmosfeer kan meten. De GERB-gegevens werden in 2008 vergeleken met de gegevens van de Amerikaanse CERES-instrumenten. De resultaten bevestigden de juiste werking van de GERB-instrumenten en de correcte gegevensverwerking. Wat de weerkaatste zonnestraling betreft, werd een verschil van ongeveer 6% ten opzichte van CERES waargenomen. Dit verschil kan echter grotendeels worden toegeschreven aan de CERES-instrumenten. De instrumenten die de stralingsbalans op aarde meten, moeten niet alleen correct gekalibreerde radiometrische gegevens verstrekken, maar ook een goede stabiliteit in de tijd vertonen, zodat ze klimaatwijzigingen en -afwijkingen kunnen detecteren. In dit verband werden de GERB-gegevens getoetst aan de waarnemingen van de SEVIRI-radiometer over een periode van meer dan 2 jaar. Dit onderzoek bevestigde de goede stabiliteit van het GERB-instrument in zijn baan.



Uitbreiden en verbeteren waarnemingssystemen



UITBREIDEN EN VERBETEREN WAARNEMINGSSYSTEMEN

1. Registratie van het geomagnetische veld

Afgezien van de routinematige registraties in de twee magnetische Belgische observatoria in Dourbes en Manhay, liet het KMI zich met heel innoverende waarnemingen op dit vlak niet onbetuigd. Eerst en vooral werd de AUTODIF - magnetometer, het instrument bij uitstek voor de automatische waarnemingen van de toekomst, in het kader van GOAMS klaargemaakt voor gebruik in het nieuwe CONRAD Magnetisch Observatorium in Oostenrijk. Hiervoor werken we samen met onze klant ZAMG die de eerste versie van deze magnetometer bij ons bestelde. Daarnaast werd de nauwkeurigheid van de gegevens van de nieuwe triaxiale magnetometer met een bemonsteringsgraad van 1 Hz, die in 2007 in Dourbes werd geïnstalleerd, aan een nieuwe evaluatiemethode onderworpen. Daarbij konden we vaststellen dat de tijdsbepaling van de bemonstering beter scoorde dan 0,01 s. Een maand lang testte het Geofysisch Centrum van Dourbes op ware grootte de correcte werking, de stabiliteit en de nauwkeurigheid van een magnetometer die op de nieuwe Belgische Zuidpoolbasis Princess Elizabeth zal worden ingezet. Hoewel dit instrument eigendom is van het Japanse NIPR, krijgen de vorsers van Dourbes onbeperkt toegang tot de gegevens die na installatie op de Zuidpoolbasis hiermee worden opgetekend. In het kader van het INTERLATAM -project kwamen er twee nieuwe magnetische observatoria in Pakistan (Sonmiani en Islamabad) bij. Daarnaast werden de observatoria in het Mozambikaanse Maputo en Nampula uitgebreid met nieuwe, energiezuinige oplossingen voor gegevensopslag. De oudere pc's werden met andere woorden vervangen door flashgeheugens in USB-sticks. Tot slot zetten we ook onze programma's voor het meten van magnetische repetitie in de stations in België en Nederland voort zodat we onze klanten volledig up-to-date gegevens kunnen aanbieden. Verder voerden we tijdens een reis naar Pakistan magnetische repetitiemetingen uit in de Himalaya en de Hindoekoesj (stations van Skardy, Gilgit en Multan).

2. Weertoren in Jabbeke

De Regie der Gebouwen vatte voor rekening van het KMI de constructie aan van een weertoren in Jabbeke. Deze 50 m hoge toren zal onderdak bieden aan een nieuwe meteorologische radar die de radars van Wideumont (KMI) en Zaventem (Belgocontrol) komt versterken. De nieuwe weerradar moet een betere waarneming van de neerslagzones in het noordwesten van het land mogelijk maken. Hij zal bijdragen tot betere korte-termijnvoorspellingen van het KMI en preciezere waarschuwingen voor meteorologisch gevaarlijke situaties zoals storm, hevig onweer, hagel en sneeuwval.



Abbeelding 4.1 : Bouw van de weertoren in Jabbeke : Plaatsing van de wenteltrap op 19 december 2008.



Afbeelding 4.2 : Beeld van de webcam van Zeebrugge op 12 augustus

Het onderzoek naar een verbeterde kwaliteit van producten afgeleid van weerradars gaat door. Door gebruik te maken van uiterst gesofisticeerde methodes die radarwaarnemingen en metingen van pluviometers op de grond combineren, werd een enorme stap voorwaarts geboekt bij het inschatten van de dagelijkse neerslaghoeveelheid.

3. Webcams

De automatische weerstations van Zeebrugge, Diepenbeek en Mont - Rigi kregen een webcam. Dit brengt het totaal aantal webcams dat de weervoorspellers voor de visuele weerobservatie gebruiken intussen op acht.

4. Vernieuwing van de pluviometers in de automatische stations van start

Het voorbije jaar werden de oude pluviometers vervangen door nieuwe, krachtigere exemplaren wat leidde tot betere neerslagmetingen in bepaalde weerstations van het KMI. Het gaat om de stations van Dourbes, Beitem, Ernage, Mont - Rigi en Ukkel.

De pluviometers van de nieuwe generatie zijn zowel wat zwakke als sterke neerslag betreft een heel stuk nauwkeuriger. Ze gaan uit van de weging van de neerslaghoeveelheid en zijn minder vatbaar voor verontreiniging dan de vroegere pluviometers waarin de neerslag in schaaltes werd opgevangen. Het principe van de pluviometer met schalen bestaat erin de regen in een klein recipiënt, het schaalte, op te vangen. Een vol schaalte kantelt waardoor de neerslag eruit stroomt ; daarbij wordt een elektrische impuls geregistreerd. Dit systeem vertoont een dubbel nadeel : te zwakke neerslag (het schaalte wordt niet gevuld) en te sterke neerslag (de schaaltes stromen over) kunnen niet worden gemeten. Om die reden is het ijken van pluviometers met schaaltes een stuk hachelijker dan pluviometers die de neerslag wegen. Pluviometers die de neerslaghoeveelheid wegen, kennen dit soort problemen niet, en hun resultaten zijn dus heel wat betrouwbaarder.

De komende maanden komen de pluviometers van alle automatische stations aan bod zodat het KMI voor het hele Belgische grondgebied een hogere betrouwbaarheid over de neerslagwaarden zal kunnen garanderen. Ook het terugsturen van de gegevens van de automatische stations voor verdere verwerking werd herdacht : voor een betrouwbaardere ontvangst van de gegevens werden redundante servers geïnstalleerd. Dit vereenvoudigt niet alleen de taak van de verwerkers, maar bovendien beschikt de eindgebruiker over gegevens die een stuk zekerder zijn.

5. IJking Brewer-instrumenten

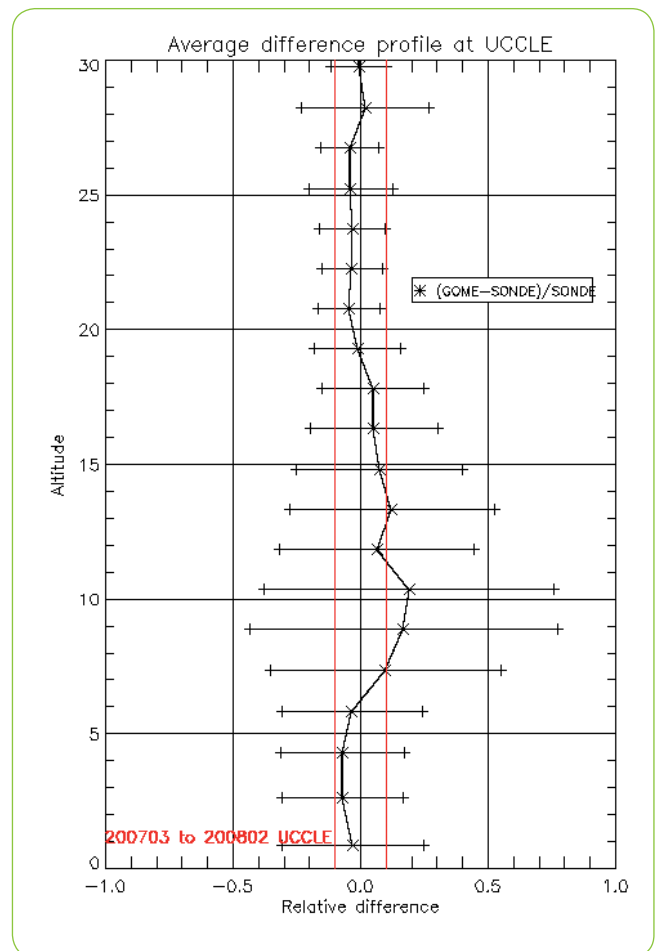
Om de kwaliteit van de metingen van de dikte van de ozonlaag en de intensiteit van de UV-straling te garanderen is een regelmatige ijking van de meetinstrumenten noodzakelijk. In mei 2008 werden de Brewer-instrumenten van het KMI (zie afbeelding 4.3) vergeleken met ons ambulant referentie-instrument. Hieruit bleek dat er slechts minieme veranderingen waren in vergelijking met de vorige ijking in 2006.

6. Validering van ozonprofielen

Het KMI heeft zich geëngageerd om als partner binnen EUMETSAT voor de validering van ozonprofielen te zorgen. In 2007 werd de Continuous Development and Operations Phase van de SAF Ozone and Atmospheric Chemistry Monitoring gestart. Momenteel konden we reeds 1 jaar data van ozonprofielen valideren. De eerste resultaten tonen aan dat GOME-2 vooral op middelbare breedtegraden binnen de vooropgestelde accuratesse presteert. De afbeelding geeft een voorbeeld van een dergelijke validering van GOME-2 ozonprofielen, afkomstig van de MetOp-A satelliet (<http://o3msaf.fmi.fi>), afgetoetst tegenover de ozonsondes van Ukkel voor de periode van maart 2007 tot februari 2008.



Afbeelding 4.3 : De Brewer-instrumenten 016 en 178 op het dak van het KMI voor waarnemingen van de dikte van de ozonlaag en de intensiteit van de UV-straling.



Afbeelding 4.4 : Voorbeeld van een validatie van GOME-2 ozonprofielen met behulp van ozonsondes, gelanceerd in Ukkel, voor de periode maart 2007 tot februari 2008. De rode lijnen geven het accuraatheidsinterval van 10% [-10%, +10%].

**Verbeteren en uitbreiden van
de producten en diensten
aan de gebruikersgroepen**



VERBETEREN EN UITBREIDEN VAN DE PRODUCTEN EN DIENSTEN AAN DE GEBRUIKERSGROEPEN

1. Het DMFI (Digital Magnetic Master File) cartografisch product : magnetische declinatie voor de hele Benelux

Het cartografisch product van DMFI voor het magnetisch veld in de Benelux is vandaag volledig operationeel. Afgelopen jaar werden nieuwe softwaretools ontwikkeld voor de automatische extractie van nauwkeurige gegevens van dit standaardbestand. Er werd ook een pilootstudie gestart voor het berekenen van een isogonale magneetkaart met hoge spatiale resolutie.

2. Statistische gegevens over hagelstenen in België

In de reeks van publicaties van het KMI werd de problematiek rond hagel bij onweerstijd nog nooit behandeld. Met de brochure "De frequentie en de diameter van de hagelstenen bij onweerstijd in België : periode 1960-2005" werd deze leemte in 2008 opgevuld. De publicatie licht de vorming van hagel toe en reikt hagelschalen aan waarmee de aangerichte schade kan worden gemeten. De brochure gaat ook dieper in op de klimatologie van hagelstenen bij onweerstijd in België. Bovendien is de verstrekte informatie bijzonder nuttig voor de dienst Rampenschade van het Ministerie van Binnenlandse Zaken bij de erkenning van hagelrampen. Bij hagelschade dienen de medewerkers van het Rampenfonds immers ter plaatse te gaan om de hagelschade al dan niet als uitzonderlijk te erkennen. Ook hier bewijst de brochure, en dan vooral de hagelschalen, haar nut. Bovendien komt deze brochure tegemoet aan de vraag van het grote publiek om meer inzicht en kennis te verwerven in het ontstaan, de vorming en de gevolgen van hagelbuien. Deze publicatie is tot slot eveneens interessant voor verzekerings- en expertisemaatschappijen.

3. Geïnfomatiseerde dagelijkse kaarten met schade van meteorologische oorsprong

De snelheid van maximale windstoten gemeten in de Belgische anemometrische stations, windschade veroorzaakt door windstoten, overstromingen, hagel, bliksem en windhozen maken het grootste deel uit van de dagelijkse inlichtingen gevraagd door het publiek aan de dienst klimatologische inlichtingen van het KMI. Bij schadegevallen zijn deze gegevens bijzonder nuttig voor particulieren en verzekeringsmaatschappijen, en daarnaast ook voor advocaten en politie.

Vanaf het begin van de jaren 70 is het KMI, via zijn dienst klimatologische inlichtingen, gestart met het opmaken van kaarten waarop dit type van informatie te vinden was. Tot voor kort werden die kaarten manueel op papier gemaakt. In 2008

ANEMOMETRIC STATIONS

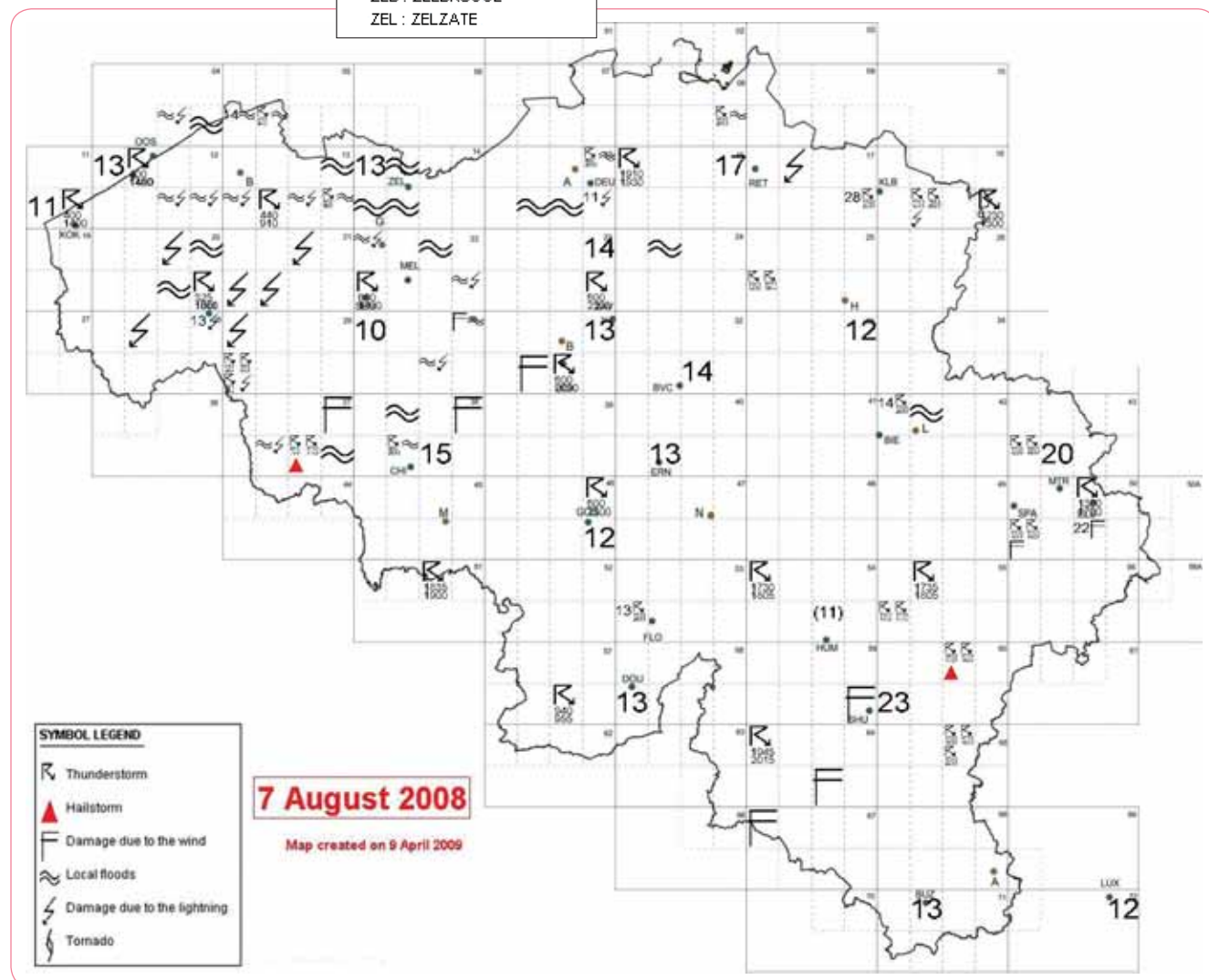
BEI : BEITEM
BIE : BIERSET
BUZ : BUZENOL
BVC : BEAUVECHAIN
CHI : CHIEVRES
DEU : DEURNE
DIE : DIEPENBEEK
DOU : DOORBES
ELS : ELSNBORN
ERN : ERNAGE
FLO : FLORENNES
GEN : ZELZATE
GOS : GOSSELIES
HUM : HUMAIN
KLB : KLEINE-BROGEL
KOK : KOKSIJDE
LUX : LUXEMBOURG
MID : MIDDELKERKE
MTR : MONT RIGI
RET : RETIE
SEM : SEMMERZAKE
SHU : SAINT-HUBERT
SKW : SINT-KATELIJNE-WAVER
ZAV : ZAVENTEM
ZEB : ZEEBRUGGE
ZEL : ZELZATE

werd een programma geïmplementeerd dat voortvloeit uit het interne OCCO - project. Hiermee kunnen we deze informatie niet alleen sneller, maar ook op een meer gestandaardiseerde en geïnformateerde wijze in de kaarten integreren. De informatie die deze kaarten bevatten, wordt nu in een Oracle gegevensbank opgeslagen, zodat we ze te allen tijde kunnen gebruiken om vragen te beantwoorden, statistieken op te stellen of andere doeleinden.

Dit systeem biedt het voordeel dat er van de dagelijkse kaarten digitale beelden worden gecreëerd, die via e-mail rechtstreeks naar onze klanten kunnen worden verstuurd. Op die manier wordt het systematisch afdrucken op papier vermeden. Naast de moderne en snelle aanpak is dit systeem dus ook ecologisch verantwoord.

De kaart geeft niet alleen de gemeten maximale windstoten weer (in m/s), maar ook de regio's waar onweders of hagel door de waarnemers en de media werden gesignaleerd. Daarnaast geeft de kaart de plaatsen met wateroverlast, windschade en blikseminslagen weer die eveneens in de media werden vermeld of door onze waarnemers werden doorgegeven.

Abbeelding 5.2 : Voorbeeld van een definitieve dagkaart (7 augustus 2008).



4. Dienstenmarkt voor het BIM

Het pluviometrische meetnet, dat door het Brussels Instituut voor Milieubeheer (BIM) wordt beheerd, begon in juni 1992 met zijn eerste metingen in het Brusselse Gewest. Vandaag is het nog steeds operationeel. De gegevens zijn afkomstig van 14 meetpunten, waarvan ongeveer de helft al metingen uitvoerde bij het opstarten van dit meetnet. De verschillende meters werden gedurende de ganse periode ter plekke regelmatig onderhouden en geijkt door het KMI.

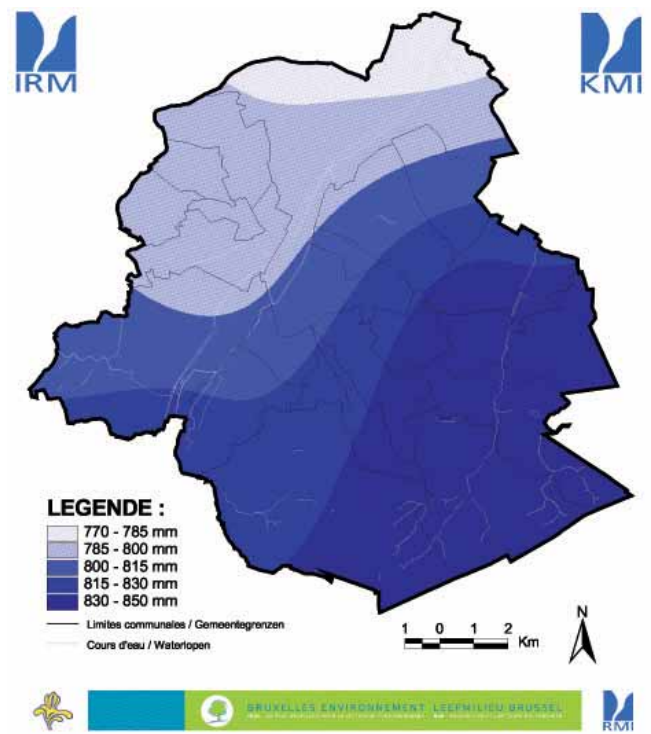
In het kader van een dienstenmarkt werd het KMI in 2008 door het BIM belast met de kwaliteitscontrole van de uurlijkse pluviometrische archieven van dit meetnet en met een studie van de verdeling van de neerslaghoeveelheden boven het Brusselse Gewest, waarbij gebruik wordt gemaakt van de gevalideerde metingen. De kwaliteitscontrole en de correctie van de gegevens gebeurt aan de hand van de PLUVIOVALID-software die op het KMI al wordt gebruikt voor de validering van de uurlijkse neerslaggegevens van het "DGO Mobilité et Voies hydroliques" van de "Service public de Wallonie". De software werd aan het meetnet van het BIM aangepast.

De periode van januari 1999 tot september 2007 werd vervolgens weerhouden om een eerste cartografische presentatie van de gemiddelde jaarlijkse, seizoensgebonden en maandelijkse neerslaghoeveelheden boven het grondgebied van het Brusselse Gewest voor te stellen (cf. Afbeelding 5.3). Deze periode van 8 jaar werd uitgekozen als compromis tussen de langst mogelijk in overweging te nemen periode (nodig vanuit klimatologisch oogpunt) en het hoogst aantal beschikbare stations (nodig om eventuele ruimtelijke verschillen aan te tonen).

Het meest opvallende resultaat uit de gegevensanalyse is het bestaan van een duidelijk aantoonbare noordwest/zuidoost gradiënt voor de gemiddelde neerslaghoeveelheden, vooral op jaarbasis. Deze relatie tussen de gecumuleerde neerslaghoeveelheden en de hoogteligging illustreert op kleinere schaal een feit van het Belgisch grondgebied dat ons reeds op grotere schaal bekend was.

5. Effecten van de aerosolsamenstelling op UV-voorspellingen

Om de voorspelling van de UV-index te verbeteren, werd in samenwerking met een stagestudent van het departement Natuurkunde van de Universiteit van Antwerpen een specifiek onderzoek in de steigers gezet. Hierbij werd onderzocht welke invoergegevens voor de modelberekening van de UV-index kunnen worden aangepast om de voorspellingen zo goed mogelijk in overeenstemming te brengen met de waarnemingen. Via de gerichte keuze van optische eigenschappen van de aerosoldeeltjes, kunnen we de systematische verschillen verminderen. In de toekomst zal worden onderzocht hoe dit in de UV-routinevoorspellingen kan worden toegepast.

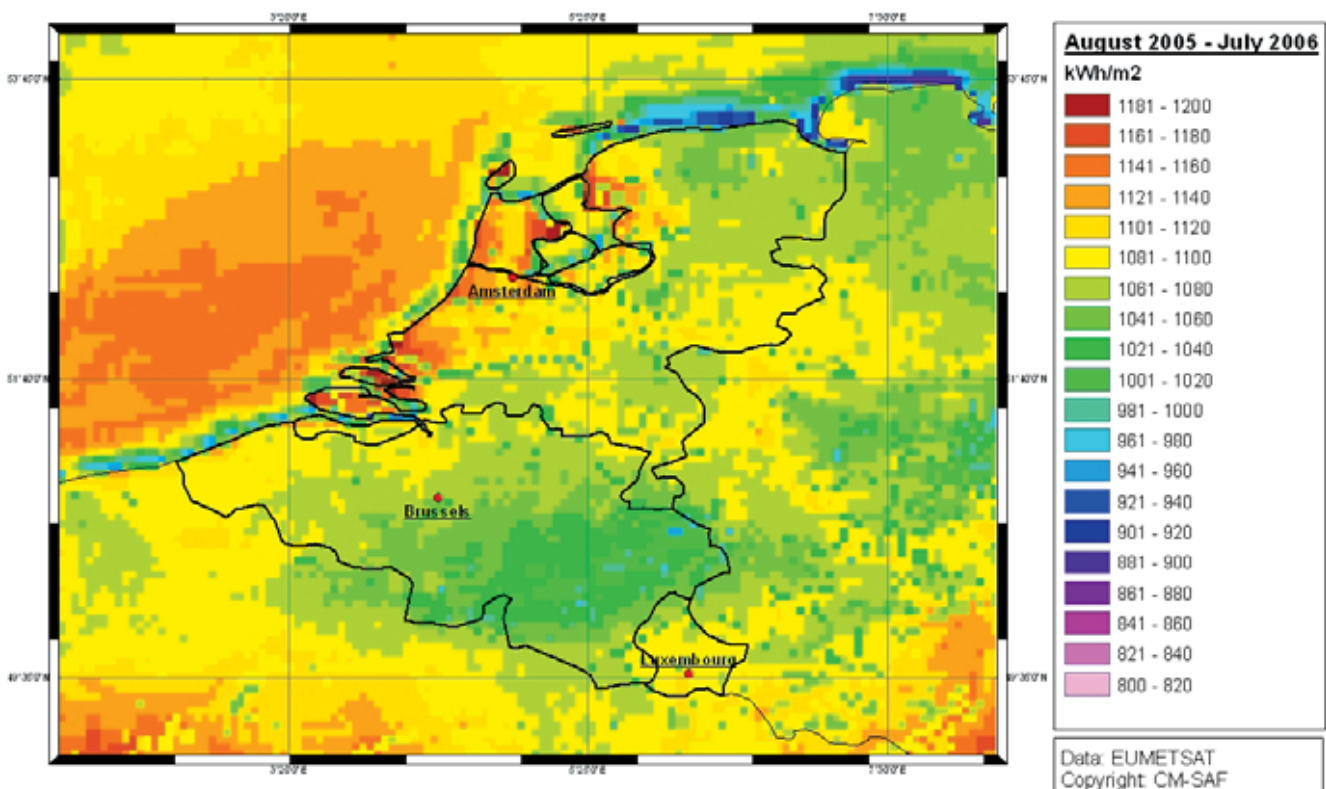


Afbeelding 5.3 : Kaart met de jaarlijkse neerslaghoeveelheden boven het Brussels Hoofdstedelijk Gewest.

6. Zonne-energie

De zon is een onuitputbare bron van energie, die kan worden gebruikt voor zowel de verwarming van gebouwen als het opwekken van elektriciteit. Als niet vervuilende en hernieuwbare energiebron kan ze ons helpen onze levensstandaard te vrijwaren zonder de leefbaarheid van de aarde voor toekomstige generaties in het gedrang te brengen. Vandaar dat zowel het algemene publiek als bedrijven actief in hernieuwbare energie veel vragen stellen aan het KMI over de beschikbaarheid van zonne-energie in België. Het KMI heeft een lange traditie in het meten van de zonnestraling op grondniveau. Momenteel gebeuren er geautomatiseerde metingen in 14 stations verspreid over heel België. De zonnestraling kan ook worden afgeleid uit satellietmetingen via de Klimaat Monitoring SAF waar het KMI aan deelneemt. Afbeelding 5.4 toont de ruimtelijke verdeling van de gecumuleerde zonne-energie die invalt op een horizontaal vlak voor de Benelux. De zonne-energie is maximaal aan de kust (waarden rond 1120 kWh/m²) en het zuidoostelijk puntje van de provincie Luxemburg (waarde rond 1100 kWh/m²), in vergelijking met de waarden voor Brussel (circa 1060 kWh/m²) en de minimale waarden op de Ardense hoogten (circa 960 kWh/m²).

Annual Solar Energy Benelux



Afbeelding 5.4 : Jaarlijkse zonnestraling in de Benelux (kWh/m²)

7. Verbetering van de informatica - infrastructuur

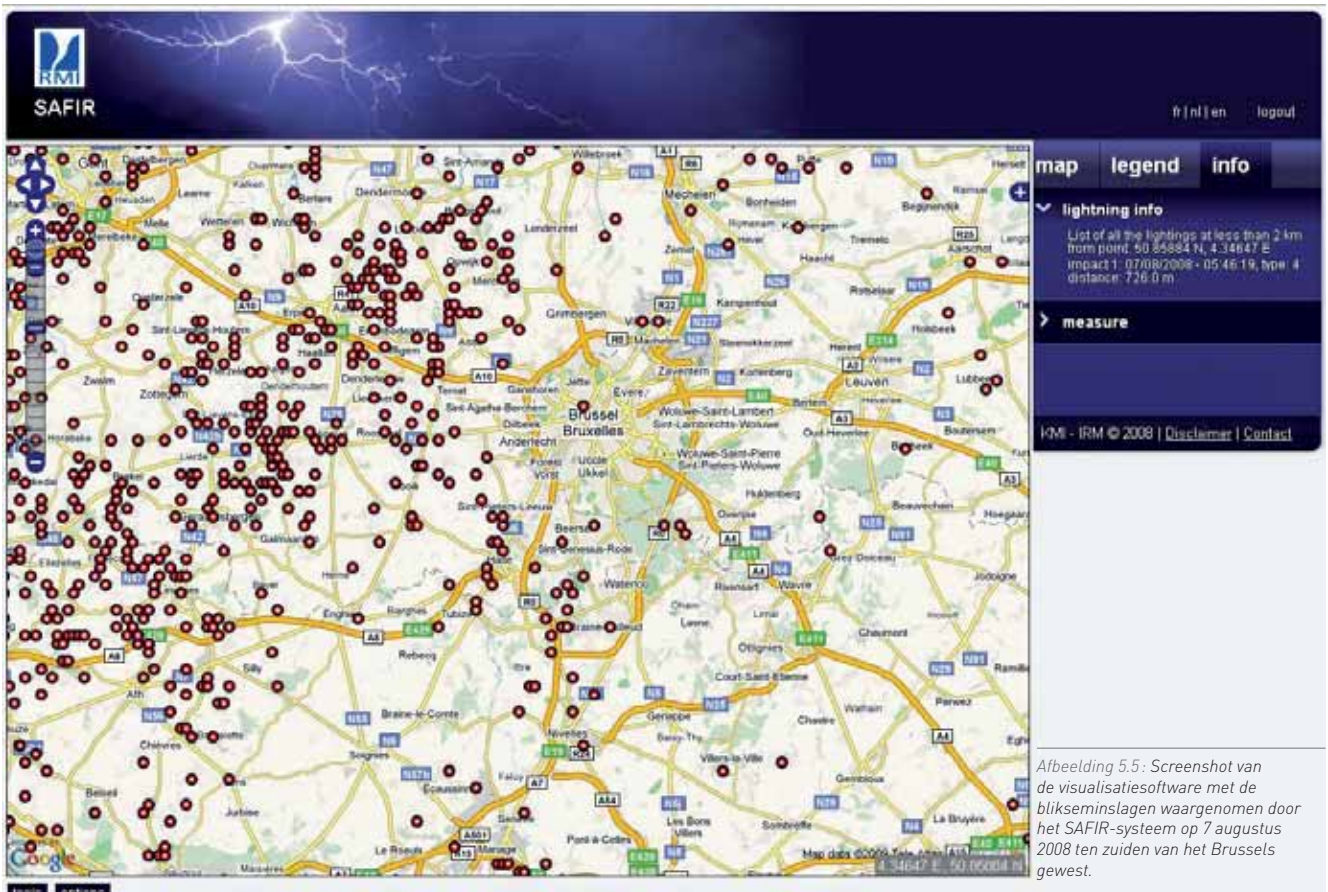
Om tegemoet te komen aan de niet -aflatende vraag van wetenschappelijke gebruikers naar grotere gegevensopslagcapaciteit, implementeerden we recent een hiërarchisch opslagstelsel. De systeemarchitectuur berust op de HSM - software (Hierarchical Storage Manager) van IBM. Die staat in voor het databeheer en de gegevensmigratie van de schijven naar de. Deze installatie, die de onderzoeksteams een opslagcapaciteit van 50 TB garandeert, werd mogelijk gemaakt dankzij de subsidiëring door Lotto. Door aan de oplossing toe te voegen, kan het systeem ook in de toekomst aan de noden van de onderzoeksteams worden aangepast.

Nadat Belnet in 2007 een aanbesteding uitschreef voor ScienceMan, konden de internetverbindingen van alle Federale Wetenschappelijke Instituten aanzienlijk worden verbeterd. Het netwerk van het Plateau van Ukkel is vandaag op Belnet aangesloten via twee onafhankelijke aansluitingen met elk een bandbreedte van 1 Gbps, ofwel een capaciteit die 30 maal hoger ligt dan voordien.

8. Toegang voor gebruikers tot de informatie/dienst

Voor het SAFIR-bliksemdetectiesysteem werd een nieuwe webapplicatie ontwikkeld, ter vervanging van de oude SAFIR-visualisatiesoftware. Deze webapplicatie toont met behulp van GIS - technologie (Geografisch Informatie Systeem) alle blikseminslagen op een kaart van België. Dankzij de GIS - capaciteiten kunnen we op eenvoudige wijze in - en uitzoomen, detailinformatie van een bliksem opvragen, eigen lagen toevoegen e.d.

De weergave van de bliksems kan gebeuren in real time of door raadpleging van de archieven. Hierdoor kan de applicatie voor verschillende doeleinden worden ingezet, zoals de bescherming van luchthavens of het onderzoeken van verzekeringsclaims.



Abbeelding 5.5: Screenshot van de visualisatiesoftware met de blikseminslagen waargenomen door het SAFIR-systeem op 7 augustus 2008 ten zuiden van het Brussels gewest.

**Bijdragen tot de
internationale uitstraling
van België**

6



BIJDRAGEN TOT DE INTERNATIONALE UITSTRALING VAN BELGIË

1. Export van de producten van het KMI

De instrumenten die door het KMI worden ontwikkeld en geproduceerd, genieten steeds meer bijval in het buitenland. Zo werden twee LAMA triaxiale magnetometers aan Pakistan geleverd. Oostenrijk bestelde dan weer een AUTODIF-instrument. Die erkenning van de uitmuntendheid van onze producten is het resultaat van verschillende acties waarbij onze toestellen tijdens internationale congressen in de kijker werden gezet. AUTODIF werd bijvoorbeeld met succes op een workshop van magnetische observatoria in het Amerikaanse Boulder voorgesteld. Er werden cursussen en conferenties rond de waarneming van het geomagnetisch veld georganiseerd: "Geomagnetic Observation course" in Sezana (Slovenië) en "Geomagnetism for Aeronautics" op SUPARCO, Karachi (Pakistan) zijn daar twee voorbeelden van. Naar aanleiding van de algemene vergadering van de ICSU in Maputo (Mozambique) van 13 tot 25 oktober 2008, organiseerden we een workshop "Measuring Geophysical Parameters in Africa".

2. ALADIN-HIRLAM : internationale samenwerking

Het KMI heeft de eer gehad om van 7 tot 10 april 2008 een internationale workshop te organiseren, gewijd aan atmosferische modellering voor numerieke weersvoorspellingsmodellen op korte termijn. Een honderdtal wetenschappers uit 25 landen namen hieraan deel.

Deze workshop past in het kader van een wetenschappelijke samenwerking tussen de twee internationale consortia ALADIN (<http://www.cnrm.meteo.fr/aladin>), waaraan het KMI sinds 1996 deelneemt, en HIRLAM (<http://hirlam.org>). De bedoeling was om onderzoekers uit de twee wetenschappelijke gemeenschappen samen te brengen voor een stand van zaken met betrekking tot de recent geboekte vooruitgang in numerieke modellering en ideeën en ervaringen uit te wisselen.

Deze workshop, georganiseerd door het KMI, laat aan de leden van de ALADIN- en HIRLAM gemeenschap toe wederzijds voordeel te halen uit het gemeenschappelijk werk; zowel qua onderzoek als qua operationele toepassingen.

Naast de wetenschappelijke presentaties waren er talrijke besprekingen voor het bepalen van de toekomstige strategie om de samenwerking tussen de gemeenschappen verder uit te bouwen.

Uit de presentaties en discussies is gebleken dat de versmelting tussen de twee gemeenschappen in volle gang is. Dat mag ook blijken uit de markante vooruitgang die op meerdere vlakken wordt geboekt, zoals de modellering en data-assimilatie van oppervlakteprocessen en de ontwikkeling van een Europees ensemble voorspellingssysteem, GLAMEPS (<http://glameps.hirlam.org>).



Afbeelding 6.1 : Foto van de deelnemers aan het ALADIN -HIRLAM colloqium van april 2008 in Brussel.

3. Steering group meeting EUMETSAT O3M SAF

Op 25 en 26 november 2008 verwelkomde het KMI de 5^{de} bijeenkomst van de "Ozone and trace gas Monitoring Science Application Facility" (O3MSAF) stuurgroep van EUMETSAT.

EUMETSAT, de Europese organisatie voor het beheer van meteorologische satellieten, heeft een aantal programma's (SAF's), lopen om satellietwaarnemingen om te zetten in relevante atmosferische gegevens. De "O3MSAF" leidt de sporengassenconcentraties in de atmosfeer af uit de metingen van het zonlicht dat door het aardoppervlak en de atmosfeer weerkaatst wordt. Het KMI neemt aan deze "O3MSAF" deel en valideert de ozonprofielen die uit de metingen van het GOME-2- instrument aan boord van de METOP-satelliet worden afgeleid.

Tijdens de bijeenkomst bespraken de partners (zie Afbeelding 6.2) hoe, in de toekomst, de kwaliteit van de afgeleide metingen kan worden gehandhaafd en eventueel verbeterd. Ook werd de toestand van het instrument aan boord van de satelliet toegelicht. Heel wat waarnemingen konden operationeel worden



Afbeelding 6.2 : De deelnemers aan de vijfde Steering Group meeting van de O3MSAF op het KMI : VLNR : Hans Claude (DWD - Duitsland), Thomas Trautmann (DLR - Duitsland), Anastasios Anthis (HNMS - Griekenland), Niels Larsen (DMI - Denemarken), Frédéric Gasiglia (EUMETSAT - Duitsland), Lúis Pessanha (STG/AFG - Portugal), Jukka Kajunpää (FMI - Finland), Lothar Schüller (EUMETSAT - Duitsland), Michael Eisinger (ESA/ESTEC - Nederland), Tuija Pulkkinen (FMI - Finland), Rüdiger Lang (EUMETSAT/OPS - Duitsland), Hugo De Backer (KMI - België, organisator), Dominique Faucher (EUMETSAT - Duitsland), Seppo Hassinen (FMI - Finland), Roeland van Oss (KNMI - Nederland)

verklaard. Dit betekent dat de waarnemingen aan de vooropgestelde nauwkeurigheid beantwoorden en dat ze voldoende snel na de waarneming beschikbaar zijn voor de gebruikers (bv. als invoergegeven voor weersvoorspellingmodellen).

Er werd ook reeds nagedacht over het voortzetten van de SAF na het beëindigen van het huidige project in 2012.

4 EUMETNET/OPERA

Het KMI werkt in het teken van het Europese netwerk van meteorologische radars actief mee aan het Europese EUMETNET/OPERA programma. Dit programma beoogt een betere uitwisseling van expertise en informatie tussen de verschillende nationale weerkundige diensten. Op het vlak van meteorologische radars verleent het KMI ook haar medewerking aan het FlySAFE project, dat door het gebruik van radarsde vogelmigratie in reële tijd wil detecteren om zo de risico's op botsingen tussen vliegtuigen en trekvogels te verminderen. Dit project loopt in samenwerking met het Institut Ornithologique Suisse, het KNMI (Nederlandse meteorologische dienst), Météo-France, de Universiteit van Amsterdam en de Belgische en Nederlandse luchtmacht.

Moderniseren van het beheer

17



MODERNISEREN VAN HET BEHEER

1. Versterken van de innovatie

In 2007 werd een model uitgedacht voor het versterken van de innovatie binnen de instelling, samen met een serie indicatoren die het mogelijk maken om de werking van dit model op te volgen. Dit liet toe om de zwakke punten van het innovatieproces op te sporen en oplossingen voor te stellen. Een belangrijk gevolg was onder andere een betere samenwerking tussen het departement voor research en het operationele departement. Magnetic Valley, een project gericht op de socio-economische ontwikkeling van de streek rond Viroinval, is tevens een mooi voorbeeld van de implementatie van de innovatiestrategie.

2. Verbeteren en uitbreiden van het 'management information system'

In 2008 werd een team 'workflowdesign' opgericht, met als taak de werkprocessen te automatiseren. Opdat alle departementen bij de automatisering van de workflows zouden worden betrokken, werd van ieder departement een vertegenwoordiger in het team opgenomen. Iedere vertegenwoordiger is verantwoordelijk voor de werkprocessen van zijn of haar departement. Een departement kan meerdere verantwoordelijken tellen.

De eerste fase bestond erin de teams vertrouwd te maken met de basisbegrippen van workflow en met het gebruik van de tool voor gedigitaliseerde modelvorming. De opleiding heeft met oefeningen en een casestudy ook een praktische inslag. Tijdens de tweede fase werd het team opgevolgd en ondersteund bij de analyse, het design en het ontwikkelen van geautomatiseerde workflows. Zo zagen verschillende workflows simultaan het levenslicht; andere bevinden zich momenteel in de analysefase.

Naarmate de designers hun workflows concrete vorm zagen aannemen, doken er ook nieuwe noden op. Het automatisch berekenen en invullen van bepaalde gegevensvelden, het valideren van de input, de aanmaak van formulieren, documenten of e-mails zijn slechts een aantal voorbeelden daarvan. Al die behoeften vertaalden zich in nieuwe functionaliteiten die nog moeten worden ontwikkeld en geïmplementeerd.

Bij de uitbreiding van het gegevensbeheersysteem in 2008 ging de grootste aandacht uit naar het bevorderen van het gebruik van het workflowsysteem, het opleiden van de medewerkers tot workflowdesigners, hun ondersteuning bij het werk en de ontwikkeling van nieuwe softwarefunctionaliteiten om aan hun behoeften tegemoet te komen.

3. Welzijn van het personeel : veiligheid en preventie

De externe preventiedienst IDEWE heeft de medische tests voor het personeel onverminderd voortgezet.

Gezien het niet mogelijk was om iedereen in 2008 aan een onderzoek te onderwerpen, worden de medische tests in 2009 voortgezet.

In samenwerking met de brandweer werd een interventieplan opgesteld. Dit document is hoofdzakelijk bestemd ter ondersteuning van de externe hulpdiensten. Het moet hen de nodige kennis verschaffen om snel en adequaat te kunnen optreden.

De hiertoe noodzakelijke aanpassingen op het terrein werden eveneens uitgevoerd.

Een eerste versie van een intern noodplan werd opgesteld en ter evaluatie aan de diensten van de gouverneur overgemaakt. Verdere optimalisering van dit plan vereist echter de nodige technische ingrepen. In dit verband werd het technisch dossier voor de installatie van een globaal branddetectie en -waarschuwingssysteem voorbereid in samenwerking met de Regie der Gebouwen. Het opstarten van de aanbestedingsprocedure is gepland voor 2009.

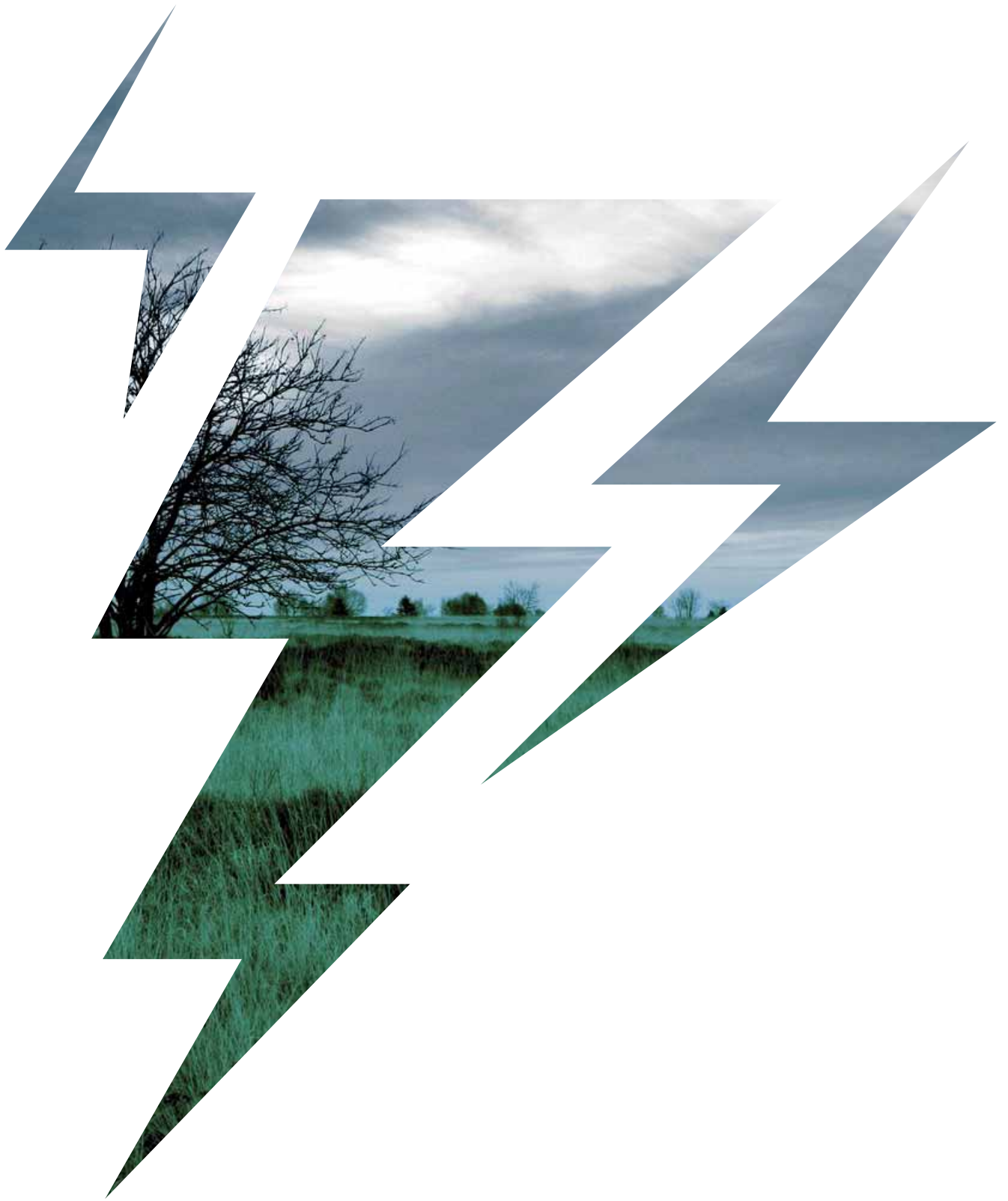
4. Analytische boekhouding

De analytische boekhouding werd in 2008 nog gedetailleerder.

Niet alleen de inkomsten uit commerciële activiteiten komen in de piramide, maar ook alle kosten van het KMI worden opgenomen in deze structuur. Die kosten omvatten :

- de personeelskosten van de statutaire en de contractuele medewerkers. Zij worden ingedeeld per afdeling en per project waar de medewerker aan de slag is.
- de werkingskosten die rechtstreeks betrekking hebben op de commerciële activiteiten en de kosten met betrekking tot niet - commerciële activiteiten. Deze indirecte kosten worden verdeeld volgens het aantal medewerkers in de verschillende afdelingen.
- de investeringen. Zij worden geboekt per afdeling en per project waarop ze betrekking hebben.

Met een gedetailleerde analytische boekhouding is er een duidelijke transparantie tussen alle inkomsten en uitgaven van het KMI. Ze geeft een duidelijk overzicht van de rentabiliteit per afdeling en per project.



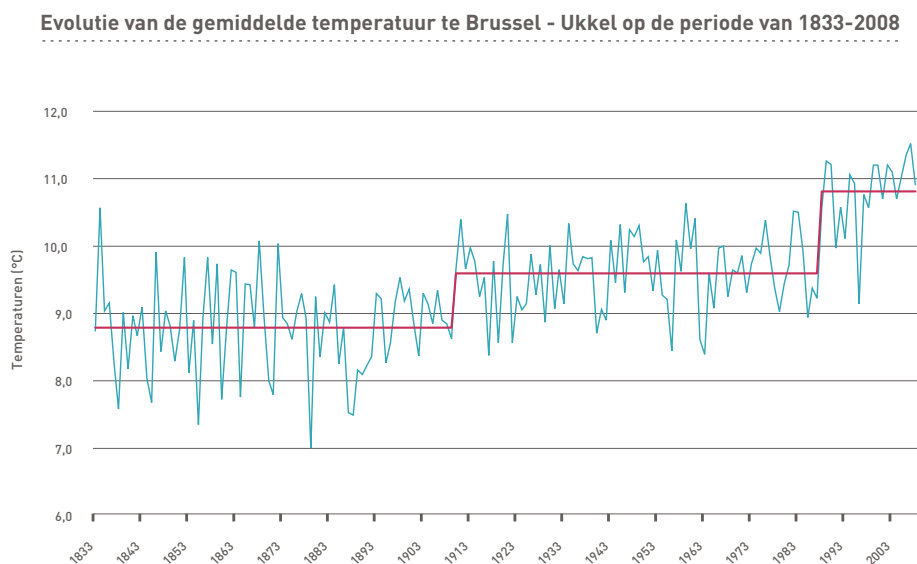
Het weer in 2008

8



HET WEER IN 2008

Nog een warm jaar, maar minder opmerkelijk dan 2006 en 2007



Afbeelding 8.1 : Gemiddelde jaarlijkse temperatuur (in °C) te Brussel - Ukkel van 1833 tot 2008.

Na de recordjaren 2006 en 2007 werd ook het jaar 2008 gekenmerkt door belangrijk hoge temperaturen in Ukkel, in vergelijking met de gemiddelde temperatuur waargenomen tussen 1901 en 2000. Enerzijds bereikte de gemiddelde temperatuur in 2008 10,9°C. Dat is 1,2°C boven de normale waarde van de 20ste eeuw. Een dergelijke afwijking wordt als "zéér abnormaal" beschouwd [zie tabel 1 voor de abnormaliteitsgraden]. Het is opmerkelijk vast te stellen dat er geen enkele "winterse dag" kon worden opgetekend, en dat is zéér uitzonderlijk. Dit wil zeggen dat er geen enkele dag was waarbij de maximumtemperatuur niet boven 0°C uitkwam.

Anderzijds bedraagt het gemiddelde van de temperaturen, gemeten te Ukkel over de laatste 20 jaar, 10,8°C. De gemiddelde temperatuur van dit jaar leunt dus zeer sterk aan bij de gemiddelde temperatuur van de warme periode die wij al kennen sinds de relatief brutale opwarming waargenomen in de jaren 1980 [zie Afbeelding 8.1].

In 2008 kunnen bijna alle waarden van de parameters die niet verbonden zijn aan temperaturen, als "normaal" worden gekwalificeerd [zie tabel 8.1 en 8.2]. Met 861,5 mm ligt het neerslagtotaal iets hoger dan normaal. De zonneschijnduur bedroeg 1448,7 h en vertoont een klein tekort tegenover de normale waarde. Enkel de relatieve luchtvochtigheid en de gemiddelde windsnelheid waren zéér uitzonderlijk. Merk ook op dat de gemiddelde windsnelheid abnormaal laag was, maar toch iets hoger dan de vorige jaren.

Afkorting	Graad van abnormaliteit	Fenomeen bereikt of overtroffen gemiddeld één keer om de
n	normaal	-
a	abnormaal	6 jaar
za	zéér abnormaal	10 jaar
u	uitzonderlijk	30 jaar
zu	zéér uitzonderlijk	100 jaar

Tabel 8.1 : Definitie van de abnormaliteitsgraad van een klimatologische parameter, uitgedrukt in gemiddelde terugkeerperioden.

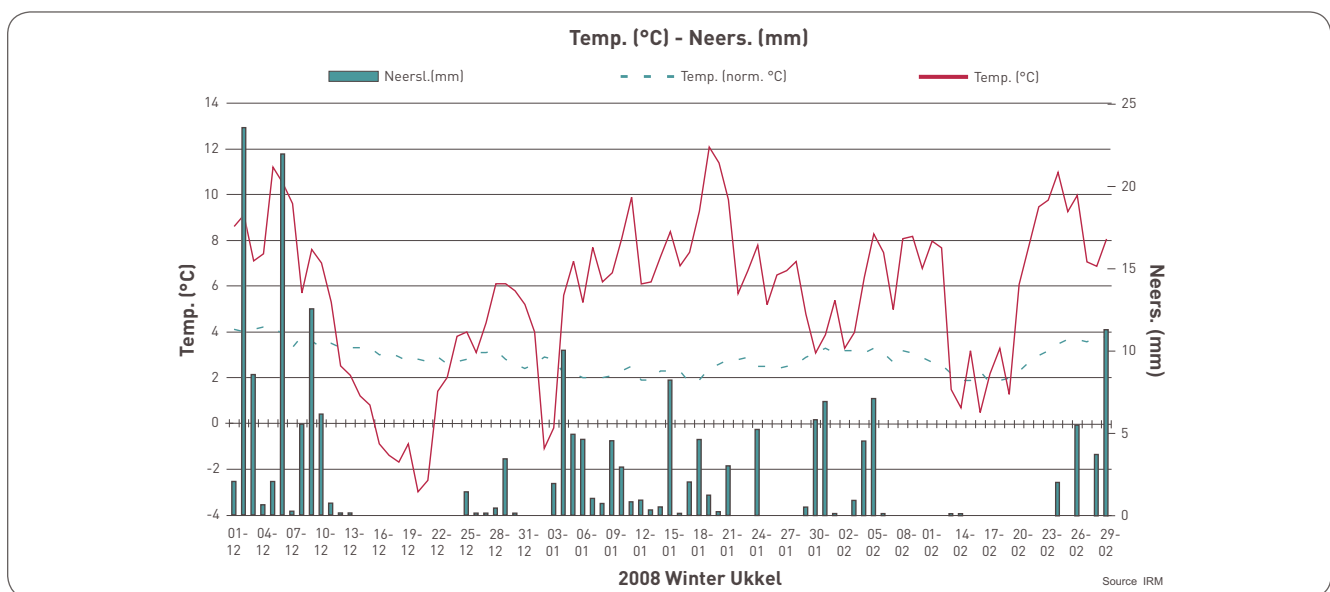
Parameter	2008	Normaal	Statistische kenmerken
Luchtdruk (herleid tot zeeniveau) (hPa)	1015,4	1015,7	n
Gemiddelde windsnelheid (m/s)	3,4	3,7	za -
Zonneschijnduur (h)	1449	1554	n
Gemiddelde temperatuur (°C)	10,9	9,7	za+
Gemiddelde maximumtemperatuur (°C)	14,6	13,8	n
Gemiddelde minimumtemperatuur (°C)	7,2	6,7	n
Absolute maximumtemperatuur (°C)	31,0	31,7	n
Absolute minimumtemperatuur (°C)	-6,1	-8,9	n
Aantal vorstdagen (min <= 0°C)	37	47	n
Aantal winterse dagen (max <= 0°C)	0	8	zu -
Aantal zomerse dagen (max >= 25°C)	25	25	n
Aantal hittedagen (max >= 30°C)	1	3	n
Gemiddelde relatieve luchtvochtigheid (%)	77	81	za -
Gemiddelde dampdruk (hPa)	10,1	10,3	n
Neerslagtotaal (mm)	861,5	804,8	n
Aantal dagen met meetbare neerslag (<= 0,1 mm)	209	207	n
Aantal onweersdagen in het land**	95	94	n

Tabel 8.2 : Waarden van 2008 en normale waarden* voor verschillende meteorologische parameters te Ukkel. De kolom "Statistische kenmerken" geeft de graad van abnormaliteit aan van de parameter in 2008, uitgedrukt in terugkeerperiodes (zie tabel 1).

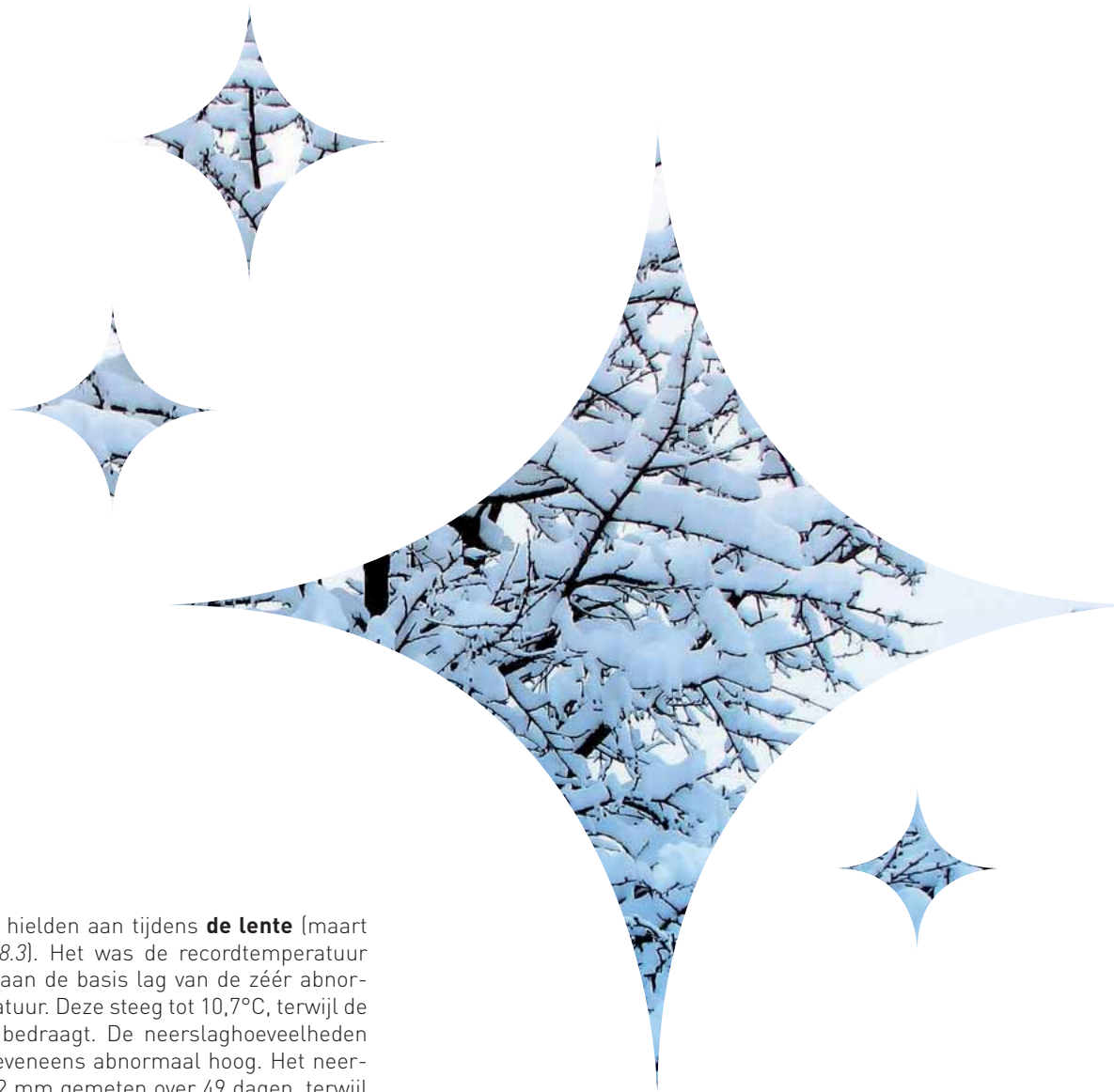
* De normale waarden en de statistische kenmerken werden berekend voor de periode 1901 - 2000, met uitzondering van de uiterste temperaturen (maxima en minima) en de parameters afgeleid van deze temperaturen (absolute waarden en aantal dagen) waar de referentieperiode 1968 - 2000 is (begin waarnemingen in gesloten hut).

** Vanaf 2008 zal het normaal aantal onweersdagen in ons land berekend worden op basis van de metingen van de atmosferische elektriciteit, uitgevoerd door het SAFIR-systeem.

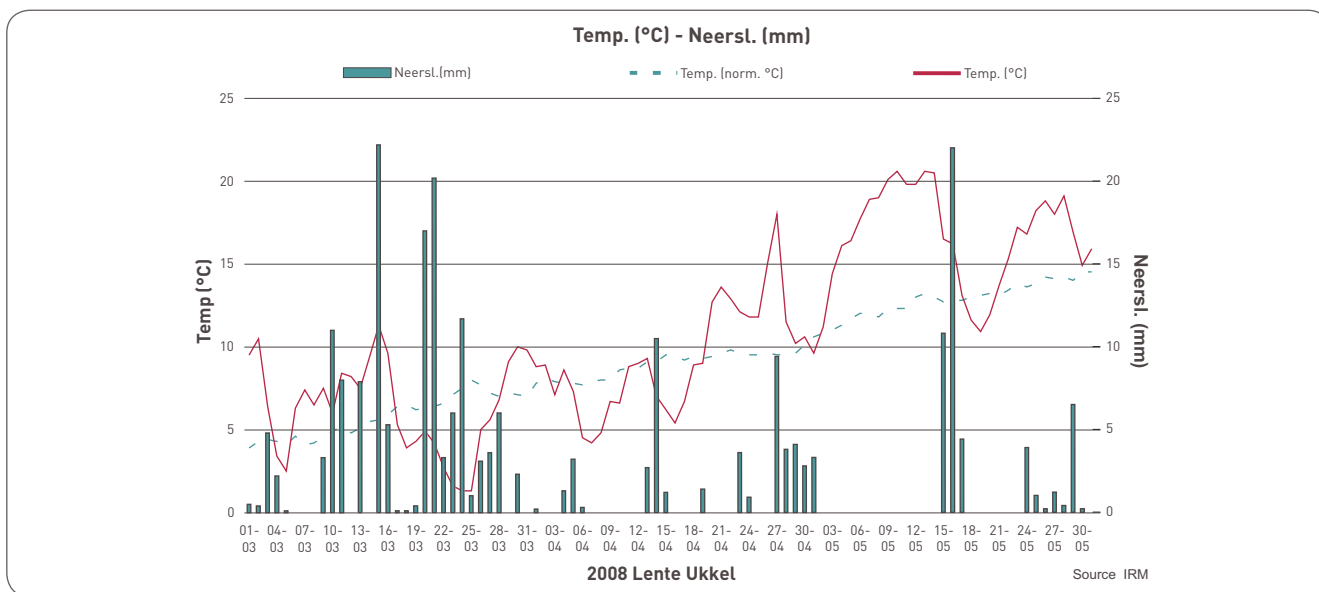
De winter 2008 (december 2007, januari 2008 en februari 2008 - zie Afbeelding 8.2) was zéér abnormaal warm. Dit was hoofdzakelijk te wijten aan de uitzonderlijk zachte januari-maand met een gemiddelde temperatuur van 6,5°C, en aan een zéér abnormaal warme februari-maand. De winter was eveneens opvallend omwille van de hoge zonneschijnduur van 237,7 h ; terwijl de normale waarde slechts 170,5 h bedraagt. Dit teveel was zéér abnormaal. Het neerslagtotaal was normaal ; zowel wat de hoeveelheid als het aantal dagen betreft. In totaal werd 195,3 mm gemeten op 53 neerslagdagen. De normale waarde bedraagt 202,1 mm op 55 dagen.



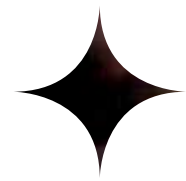
Afbeelding 8.2 : Evolutie van de temperaturen en de dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de winter 2008 (december 2007 tot februari 2008).



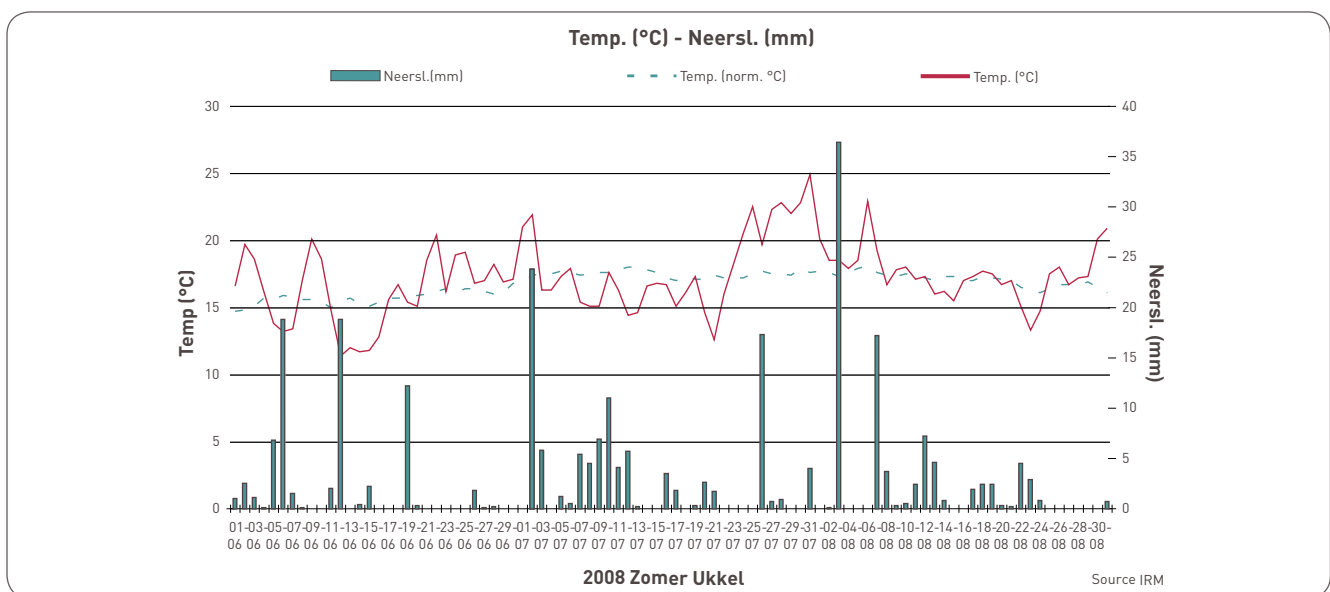
De milde temperaturen hielden aan tijdens **de lente** (maart tot mei - zie *Afbeelding 8.3*). Het was de recordtemperatuur van de meimaand die aan de basis lag van de zéér abnormaal hoge lentetemperatuur. Deze steeg tot 10,7°C, terwijl de normale waarde 9,5°C bedraagt. De neerslaghoeveelheden tijdens de lente waren eveneens abnormaal hoog. Het neerslagtotaal bereikte 240,2 mm gemeten over 49 dagen, terwijl de normale waarde 196,2 mm over 53 dagen bedraagt. Met 434,4 h zonschijn stelden wij een tekort aan zonschijn vast. Gemiddeld worden er tijdens dit seizoen 450,7 h zonschijn geregistreerd.



Afbeelding 8.3 : Evolutie van de temperaturen en de dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de lente 2008 (maart tot mei).

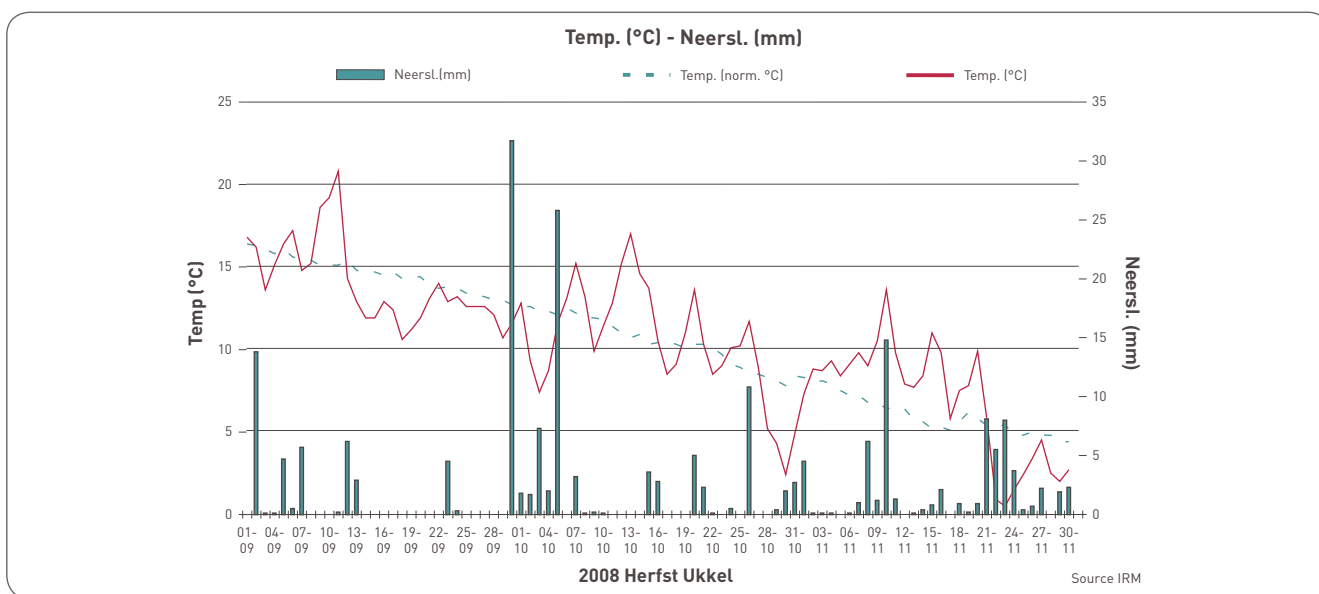


De zomer (juni tot augustus-zie *Afbeelding 8.4*) vertoonde geen enkele anomalie wat de klimatologische parameters betreft. Zelfs de te lage zonnenschijnduur van 504,5 h (normaal 567,9 h) is op het nippertje "normaal". We hadden nog 2,5 h minder zonneshijn nodig opdat deze waarde abnormaal laag zou zijn. Het was vooral de augustusmaand die aan de basis van dit tekort lag, terwijl de zonneshijn tijdens juni en juli eveneens te laag was. De neerslaghoeveelheden en het aantal neerslagdagen waren te hoog ; hoewel dit zij met respectievelijk 261,1 mm neerslag in 56 dagen binnen de grenzen van de normale waarde vielen,die 210,4 mm op 46 dagen bedraagt.Met 17,2°C was de gemiddelde temperatuur 0,2°C hoger dan het seizoensgemiddelde.



Afbeelding 8.4 : Evolutie van de temperaturen en de dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de zomer 2008 (juni tot augustus).

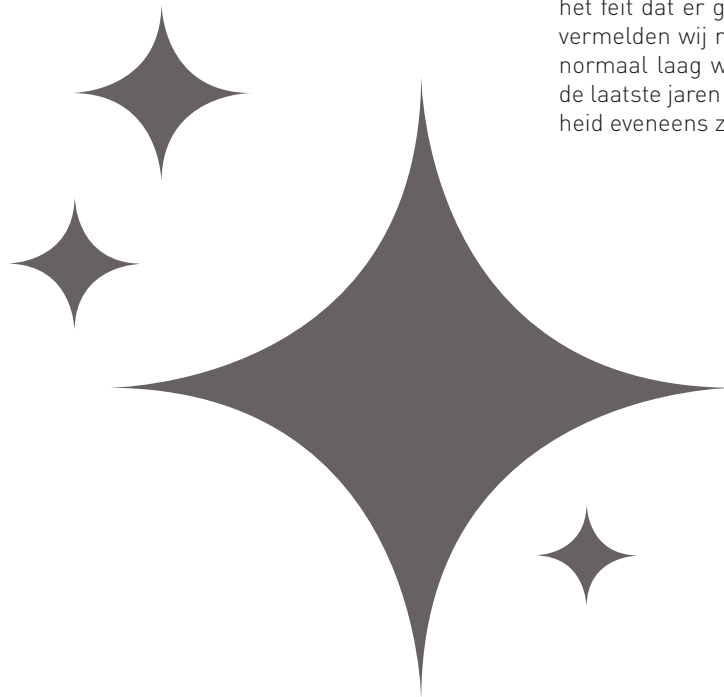
De herfst (september tot november -zie *Afbeelding 8.5*) was eveneens klimatologisch relatief normaal. Ondanks een tekort aan zonneschijn tijdens de maand november, was het aantal uren zonneschijn globaal hoger dan normaal zonder abnormaal te zijn. Opmerkelijk was de frequentie van het aantal neerslagdagen tijdens november : 26 dagen is een uitzonderlijk hoge waarde.

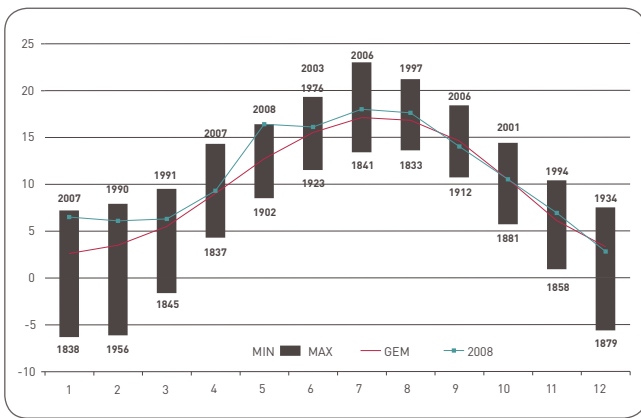


Afbeelding 8.5 : Evolutie van de temperaturen en de dagelijkse neerslaghoeveelheden te Ukkel tijdens de herfst 2008 (september tot november).

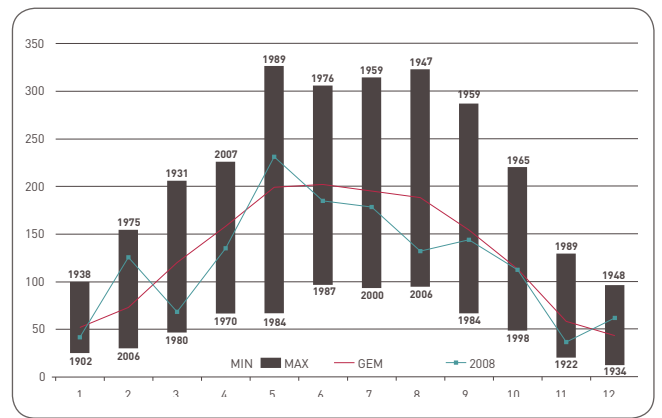
Voor Ukkel geven de roze curven op de *afbeeldingen 8.6 tot 8.9* respectievelijk de maandelijkse waarden van 2008 weer wat betreft de gemiddelde temperatuur, de zonneschijnduur, het neerslagtotaal en het aantal neerslagdagen. De afbeeldingen tonen eveneens de normale maandwaarden (rode curven) en de uiterste maandelijkse waarden, waargenomen te Brussel - Ukkel sinds het begin van de metingen van elke parameter (1833 voor de temperatuur en de neerslag en 1887 voor de zonneschijnduur).

Als besluit kunnen we onthouden dat de relatief hoge gemiddelde temperatuur waargenomen in 2008 te wijten was aan een abnormaal warme winter en een abnormaal warme lente. Vervolgens, als gevolg van de normale waarden van de herfst- en zomertemperaturen, was de waarde van 2008 veel lager dan deze van 2007 en 2006. De zachte maanden januari en februari, evenals een normale decembermaand, verklaren het feit dat er geen enkele winterse dag was in 2008. Verder vermelden wij nog dat de gemiddelde windsnelheid zéér abnormaal laag was - hoewel minder uitgesproken dan tijdens de laatste jaren - en dat de gemiddelde relatieve luchtvochtigheid eveneens zéér abnormaal laag was.

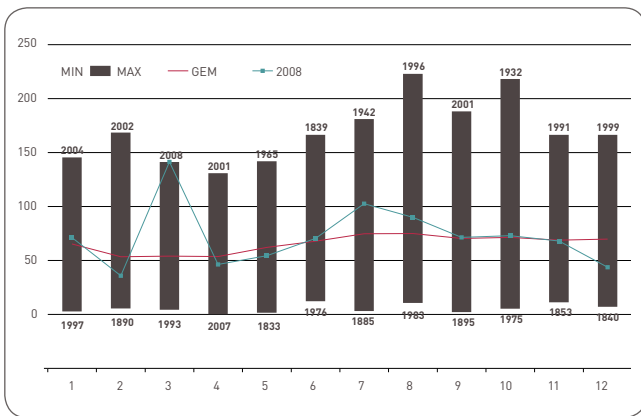




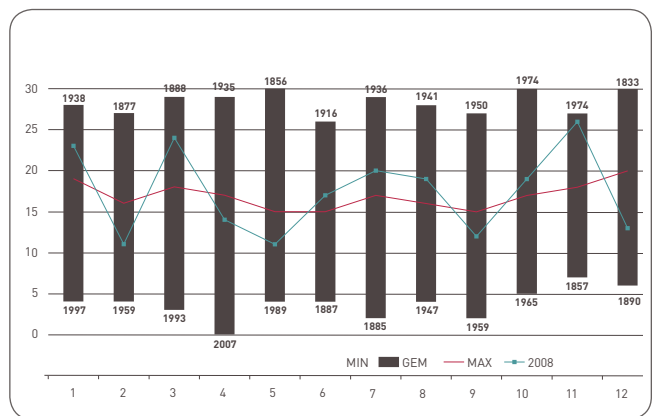
Afbeelding 8.6 : Maandelijkse gemiddelde temperatuur te Ukkel (in °C).



Afbeelding 8.7 : Maandelijkse zonneshijnduur te Ukkel (in uren).



Afbeelding 8.8 : Maandelijks neerslagtotaal te Ukkel (in mm).



Afbeelding 8.9 : Maandelijks aantal neerslagdagen te Ukkel (in dagen).

Samenstelling

9



WETENSCHAPPELIJKE RAAD, BEHEERSCOMMISSIE, COMMISSIE VOOR WERVING EN BEVORDERING EN DIRECTIERAAD VAN HET KMI

1. Wetenschappelijke Raad

→ Voorzitter

Prof. Dr. Ch. Bouquegneau

→ Algemeen Directeur van het KMI, die ambtshalve lid is

Dr. H. Malcorps

→ Leden van het leidinggevend personeel van het KMI

Dr. D. De Muer
Dr. A. Joukoff
Dr. J. Rasson
Prof. Dr. E. Rouvas - Nicolis

→ Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten het KMI

Prof. Dr. Cl. Buess - Herman
Prof. Dr. J. Cornelis
Prof. Dr. H. Dejonghe
Prof. Dr. Ch. De Mol

2. Beheerscommissie

→ Stemgerechtigde leden

De heer W. De Smet, voorzitter
Dr. H. Malcorps, ondervoorzitter
Dr. R. Van der Linden, ondervoorzitter
De heer N. Parmentier, ondervoorzitter
De heer R. Renier, attaché
De heer Burggraaf D. Frimout
De heer P. Debouverie
De heer M. Praet
De heer T. Mary

3. Commissie voor Werving en Bevordering

→ Voorzitter

De heer L. Grauls

→ Algemeen Directeur van het KMI, die ambtshalve lid is

Dr. H. Malcorps

→ Wetenschappelijke prominenten gekozen buiten het KMI

Prof. Dr. Ir F. Ronday
Prof. Dr. J. Paredaens
Prof. Dr. G. Schayes

4. Directieraad

→ Algemeen Directeur van het KMI, die ambtshalve voorzitter is

Dr. H. Malcorps

→ Leden van het leidinggevend personeel van het KMI

Dr. S. Dewitte
Dr. J. Rasson
Prof. Dr. C. Rouvas - Nicolis
Dr. P. Termonia
Dr. Ch. Tricot

→ Secretaris

Mevr. E. Honnay

**Wetenschappelijke
publicaties en
Conferenties**

10



WETENSCHAPPELIJKE PUBLICATIES EN CONFERENTIES

1. Publicaties met lectrurcomité

Bertrand C., L. Gonzalez, A. Ipe, N. Clerbaux, S. Dewitte (2008) : *Improvement in the GERB short wave flux estimations over snow covered surfaces*, Advances in Space Research, 41(7), 1894 - 1905.

Carrassi, A., M. Ghil, A. Trevisan and F. Uboldi, 2008 : *Data assimilation as a nonlinear dynamical system problem : Stability and convergence of the prediction - assimilation system*. Chaos, 18, 023112.

Carrassi, A., A. Trevisan, L. Descamps, O. Talagrand and F. Uboldi, 2008 : *Controlling instabilities along a 3DVar analysis cycle by assimilating in the unstable subspace : a comparison with the EnKF*. Nonlinear Processes in Geophysics, 15, 503 - 521.

Carrassi A, S. Vannitsem et C. Nicolis, Model error and sequential data assimilation : *A deterministic formulation*. Quart. J. Roy. Met. Soc., 134, 1297 - 1313, 2008.

Clerbaux N., J.E. Russell, S. Dewitte, C. Bertrand, D. Caprion, B. De Paepe, L. Gonzalez Sotelino, A. Ipe, R. Bantges, H.E. Brindley (2009) : *Comparison of GERB instantaneous radiance and flux products 2 with CERES Edition - 2 data*, Remote Sensing of Environment, 113, 102 - 114.

Clerbaux N., Dewitte S., Bertrand C., Caprion D., De Paepe B., Gonzalez L., Ipe A., Russell J.E. and Brindley H. (2008) : *Unfiltering of the Geostationary Earth Radiation Budget (GERB) Data. Part I : Shortwave Radiation*, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 25(7), 1087 - 1105.

Clerbaux N., Dewitte S., Bertrand C., Caprion D., De Paepe B., Gonzalez L., Ipe A. and Russell J.E. (2008) : *Unfiltering of the Geostationary Earth Radiation Budget (GERB) Data. Part II : Longwave Radiation*, Journal of Atmospheric and Oceanic Technology, 25(7), 1106 - 1117.

De Marco, E., Spassov, S., Kondopoulou, D., Zananiri, I. & Gerofoka, H., *Archaeomagnetic study and dating of a Hellenistic site in Katerini (Macedonia, N - Greece)*, Physics and Chemistry of the Earth, 33, 481 - 495, 2008.

De Paepe B., A. Ignatov, A. Ipe, S. Dewitte (2008) : *Aerosol retrieval over ocean from SEVIRI for the use in GERB's Earth radiation budget analysis*, Remote Sensing of Environment, 112, 2455 - 2468.

Crewell S, Mech M., Reinhardt T., Selbach C., Betz H. - D., Brocard E., Dick G., O'Connor E., Fischer J., Hanisch T., Hauf T., Hünerbein A., Delobbe L., Mathes A., Peters G., Wernli H., Wiegner M. and Wulfmeyer V., 2008. *The general observation period 2007 within the priority program on quantitative precipitation forecasting : Concept and first result*. Meteorol. Z., 17, 849 - 866.

Dewitte S., Gonzalez L., Clerbaux N., Ipe A., Bertrand C., De Paepe B. (2008) : *The Geostationary Earth Radiation Budget Edition 1 data processing algorithms*, Advances in Space Research, 41(11), 1906 - 1913.

Delclocq A., De Backer H., *Five day 3D backward trajectories clusters and trends analysis for the Uccle ozone sounding time*

series in the troposphere (1969 - 2001), Atm Env, 42, 4419 - 4432, doi :10.1016/j.atmosenv.2008.01.72, 2008.

Demarée G.R. & Ogilvie A.E.J. (2008) *The Moravian missionaries at the Labrador coast and their centuries - long contribution to instrumental meteorological observations*. Climatic Change, 91, p. 423 - 450.

Goudenhoofdt, E., Delobbe, L. : *Evaluation of radar - gauge merging methods for quantitative precipitation estimates*, Hydrol. Earth Syst. Sci. Discuss., 5, 2975 - 3003, 2008.

Hamdi R., Masson V., Inclusion of a drag approach in the Town Energy Balance (TEB) Scheme : *Offline 1 - D validation in a street canyon*. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 47, 2627 - 2644, 2008.

Hamdi R., Schayes G., *Sensitivity study of the urban heat island intensity to urban characteristics*. International Journal of Climatology, 28, 973 - 982, 2008.

Jordanova, D., Hus, J., Evlogiev, J. & Geeraerts, R., *Palaeomagnetism of the loess/palaeosol sequence in Viatovo (NE Bulgaria) in the Danube basin*, Physics of the Earth and Planetary Interiors, 167, 71 - 83, 2008.

Krämer, M., Schiller C., Afchine A., Bauer R., Gensch I., Mangold A., Schlicht S., Spelten N., Sitnikov N., Borrmann S., de Reus M. and Spichtinger P., *Ice supersaturations and cirrus cloud crystal numbers*, Atmos. Chem. Phys. Discuss., 8, 21089 - 21128, 2008.

Lejeune S., Warnant R. (2008) *A novel method for the quantitative assessment of the ionosphere effect on high accuracy GNSS applications which require ambiguity resolution*. J. of Atmospheric and Solar - Terrestrial Physics, Vol. 70, pp. 889 - 900, doi :10.1016/j.jastp.2007.01.009.

Nicolis C., Nicolis G. *Irreversible thermodynamics of multistep transitions*, Phys. Rev E 77, 05110 - 1 - 1 - 8, 2008.

Nicolis, G., Balakrishnan V., Nicolis C. *Probabilistic aspects of extreme events generated by periodic and quasiperiodic deterministic dynamics*. Stochastics and Dynamics, 8, 115 - 125, 2008.

Nicolis G., Nicolis C. *Extreme events in bimodal systems*. Phys. Rev. E 78, 036222 - 1 - 6, 2008.

Reyniers, M., 2008. *Quantitative Precipitation Forecasts based on radar observations : principles, algorithms and operational systems*. Wetenschappelijke en Technische publicatie nr. 52, Koninklijk Meteorologisch Instituut van België.

Solberg, Sverre, Ø. Hov, A. Søvde, I. Isaksen, P. Coddeville, H. De Backer, C. Forster, Y. Orsolini and K. Uhse, *European surface ozone in the extreme summer 2003*, J. Geophys. Res., 113 D07307, 2008. Doi :10.1029/2007JD009098 <http://www.agu.org/journals/jd/jd0807/2007JD009098/2007JD009098.pdf>

Spassov, S., Hus, J., Geeraerts, R. & Heller, F., *Archaeomagnetic dating of a High Middle Age likely Iron Working Site in*

Corroy-le-Grand (Belgium), *Physics and Chemistry of the Earth*, 33, 544 - 556, 2008.

Spits J., Warnant R. (2008) *Total Electron Content monitoring using triple frequency GNSS data : a three - step approach*. *J. of Atmospheric and Solar - Terrestrial Physics*, Vol. 70, pp. 1885 - 1893, doi :10.1016/j.jastp.2008.03.007.

Termonia P., Voitus F., 2008 : *Externalizing the lateral - boundary conditions from the dynamic core in semi - implicit semi - Lagrangian models*. *Tellus A60*, 632 - 648.

Termonia P., 2008 : *Scale - Selective Digital Filtering Initialization*. *Mon. Wea. Rev.*, 136, 5246 - 5255

Van der Putten, N., Hébrard, J. - P., Verbruggen, C., Van de Vijver, B., Disnar, J. - R., Spassov, S., de Beaulieu, J. - L., De Dapper, M., Keravis, D., Hus, J., Thouveny, N. & Frenot, Y., *An integrated palaeoenvironmental investigation of a 6200 year old peat sequence from Île de la Possession, Îles Crozet, sub - Antarctica, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 270, 179 - 195, 2008.

Vanderstraeten P., Lénelle Y., Meurrens A., Carati D., Brenig L., Delcloo A., Offer Z.Y. and Zaady E., *Dust Storm Originate from Sahara Covering Western Europe ; a case study*, *Atmospheric Environment*, 2008, doi :10.1016/j.atmosenv.2008.02.063.

Vannitsem S., Nicolis C., *Dynamical properties of Model Output Statistics forecasts*. *Mon. Wea. Rev.*, 136, 405 - 419, 2008.

Vannitsem S., *Dynamical properties of MOS forecasts : Analysis of the ECMWF operational forecasting system*. *Weather and Forecasting*, 23, 1032 - 1043, 2008.

2. Proceedings

Baklanov A., Clappier A., Mestayer P., Zilinkevich S., Joffre S., Mahura A., Petersen C., Fay B., Hamdi R., *Strategy for Urbanization of Different Types of Models*. Exeter Workshop. /COST728 publication/2008.

Bidaine B., Warnant R. (2008) *Towards an improved single frequency ionospheric correction : focus on mid - latitudes*. *Proceedings of the 4th ESA Workshop on Satellite Navigation User Equipment Technologies NAVITEC 2008 (CD - ROM)*, Noordwijk, Netherlands, 10 - 12 december 2008.

Boukhris O., Willems P., Baguis P., Roulin E., 2008. *Rainfall and evapotranspiration climate change scenarios for impact analysis on hydrological extremes in Belgium*. In *Proceedings of the International Conference on "Water Resource systems management under extreme conditions"*, 4 - 5 juni 2008, Moskou, Rusland, SIBICO International Ltd., 517 - 522.

Delobbe L., Goudenhoofd E., and Mohyont B., 2008. *Improvement of quantitative precipitation estimates in Belgium*. In *Proceedings of the Fifth European Conference on Radar in Meteorology and Hydrology (ERAD 2008)*, Helsinki, Finland.

Delobbe L., Bastin G., Dierickx P., Goudenhoofd E., Leclercq G., Moens L., and Thunus M., 2008. *Evaluation of several radar - gauge merging techniques for operational use in the Walloon region of Belgium*. In *Proceedings of the International Symposium on Weather Radar and Hydrology*, Grenoble, Frankrijk.

Demarée G., Nordli Ø., Malaquias I., Gonzalez Lopo D. (2007) *Volcano Eruptions, Earth - & Seaquakes, Dry Fogs, vs. Aristotle's Meteorologica and the Bible in the Framework of the Eighteenth Century Science History*. *Bull. Séanc. Acad. R. Sci. Outre - Mer - Meded. Zitt. K. Acad. Overzeese Wet.*, 53(3), p. 337 - 359.

Demarée, G.R. and Curnel, Y. (2008) *Plant Phenology in Belgium*. In : *The history and current status of plant phenology in Europe*. COST Action 725, p. 29 - 33.

Gellens - Meulenberghs F., Arboleda A., Ghilain N., *Evapotranspiration by LSA - SAF : methodology, status of validation and plans for the near future*. *Proceedings of the 2008 EUMETSAT meteorological satellite data user's conference*, Darmstadt, Duitsland, 8 - 12 september, 8 pp.

Ghilain N., Arboleda A., Gellens - Meulenberghs F., *Improvement of a surface energy balance model by the use of MSG - SEVIRI derived vegetation parameters*. *Proceedings of the 2008 EUMETSAT meteorological satellite data user's conference*, Darmstadt, Duitsland, 8 - 12 september, 7 pp.

Grimmond C.S.B., Best M., Barlow J. and Baik J - J., Belcher S., Bruse M., Calmet I., Chen F., Clark P., Dandou A., Erell E., Fortuniak K., Hamdi R., Kanda M., Kawai T., Kondo H., Krayenhoff S., Lee S.H., Limor S.B., Martilli A., Masson V., Miao S., Mills G., Moriwaki R., Oleson K., Porson A., Sievers U., Tombrou M., Voogt J., Williamson T., *Urban surface energy balance models : model characteristics and methodology for a comparison study*. Exeter Workshop. /COST728 publication/2008.

Hazenbergh P., Leijnse H., Uijlenhoet R., Delobbe L., 2008. *Hydrological modeling of the Ourthe catchment using both radar and raingauge data*. In *Proceedings of the International Symposium on Weather Radar and Hydrology*, Grenoble, Frankrijk.

Holleman, I., Delobbe L. and Zgonc A., 2008. *The European Weather Radar Network (OPERA) : An Opportunity for hydrology*. In *Proceedings of the International Symposium on Weather Radar and Hydrology*, Grenoble, Frankrijk.

Koch E., Demarée G., Lipa W., Zach S. and Zimmermann K. (2008) *History of international phenological networks*. In : *The history and current status of plant phenology in Europe*. COST Action 725, p. 12 - 16.

Leclercq, G., Bastin G., Moens L., Delobbe L., Dierickx P. and Thunus M., 2008. *Using weather radar measurements for real - time river flow forecasting*. In *Proceedings of the International Symposium on Weather Radar and Hydrology*, Grenoble, Frankrijk.

Mohyont B. and Delobbe L., 2008. *Is the variogram a good tool for assessing the spatial variability of vertical profiles of reflectivity?* In *Proceedings of the International Symposium on Weather Radar and Hydrology*, Grenoble, Frankrijk.

Stankov S., Warnant R. (2008) *Ionospheric slab thickness : analysis and monitoring applications*. *Proceedings of the 12th International Ionospheric Effects Symposium (IES2008)*, 13 - 15 mei 2008, Alexandria, USA, pp. 159 - 164.

Van de Vyver H., Roulin E., 2008. *Belgian contribution to the validation of the precipitation products : methodology developed and preliminary results*. *Proceedings of the 2008 EUMETSAT*

Meteorological Satellite Conference, Darmstadt, Duitsland, 8-12 september 2008, 8 pp.

Van de Vyver H., Roulin E. : *Belgian contribution to the validation of the precipitation products of the Hydrology-SAF* : methodology developed and preliminary results. Proceedings of the 2008 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Darmstadt, Duitsland, 8-12 september 2008.

3. Interne en technische rapporten

Benedetti, A., Morcrette J. - J., Boucher O., Dethof A., Engelen R., Fisher M., Flentje H., Huneeus N., Jones L., Kaiser J., Kinne S., Mangold A., Razingier M., Simmons A., Suttie M. and the GEMS - AER team, 2008 : *Aerosol analysis and forecast in the ECMWF integrated forecast system* : Data assimilation, Technical report, ECMWF Technical Memorandum No. 571.

Brenot H., Warnant R. (2008) *Characterization of the tropospheric small-scale activity* Technical Report, WP 250, GALOCAD Project, contract GJU/06/2423/CTR/GALOCAD.

Demarée, G., Baguis P., Debontridder L., Deckmyn A., Pinnock S., Roulin E., Willems P., Ntegeka V., Kattenberg A., Bakker A., Bessembinder J. et Lenderink G., 2008. "Berekening van klimaatscenario's voor Vlaanderen". Eindverslag bij de studie van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), 62 pp.

Demarée, G., Baguis, P., Debontridder, L., Deckmyn, A., Pinnock, S., Roulin, E., Willems, P., Ntegeka, V., Kattenberg, A., Bakker, A., Bessembinder, J., Lenderinck, G., Beersma, J. (2008) *Berekening van klimaatscenario's voor Vlaanderen*, Eindverslag bij de studie met besteknummer INBO.FD.2007.5, 60 p., Bijlagen/Annexen, 16 p.

Ntegeka, V., Willems P., Baguis P., and Roulin E. 2008. *Climate change impact on hydrological extremes along rivers and urban drainage systems. Phase 1* : Development of climate change scenarios for rainfall and Eto. Report of Phase 1, K.U.Leuven - Hydraulics Section & Royal Meteorological Institute of Belgium, april 2008, 65 pp.

Warnant R. (2008), *Project Office* - Third synthetic report Technical Report, WP 100, GALOCAD Project, contract GJU/06/2423/CTR/GALOCAD.

Warnant R. (2008) *Project Office* - Final report Technical Report, WP 100, GALOCAD Project, contract GJU/06/2423/CTR/GALOCAD.

Warnant R. (2008) *Constitution of a data set for atmospheric studies*. Technical Report, WP 210, GALOCAD Project, contract GJU/06/2423/CTR/GALOCAD.

Warnant R., Wautelet G., Spits J., Lejeune S. (2008) *Characterization of the ionospheric small-scale activity*. Technical Report, WP 220, GALOCAD Project, contract JU/06/2423/CTR/GALOCAD.

Warnant R., Wautelet G. (2008) *GALOCAD User Interface*, Technical Report, WP 400, GALOCAD Project, contract GJU/06/2423/CTR/GALOCAD.

Wautelet G., Lejeune S., Stankov S., Brenot H., Warnant R. (2008) *Effects of small-scale atmospheric activity on precise positioning*. Technical Report, WP 230, GALOCAD Project, contract GJU/06/2423/CTR/GALOCAD.

4. Abstracts van conferenties of van posters

Arboleda, A., Ghilain N., Gellens - Meulenberghs, F., LSA - SAF *evapotranspiration over Europe and Africa : current results and comparisons at different scales*. Oral contribution presented at the EGU assembly, Wenen, 14-18 april 2008, summary in Geophysical Research Abstracts [10] EGU2008 - A - 08485, 1 pp.

Baguis P. and Roulin E., 2008. *Assessment of RCM climate change scenarios for hydrological impact studies in Belgium*. EGU General Assembly 2008, Session "Hydrological Change : Predicting Variation of Hydrological Behavior" (Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008 - A - 08847.)

Carrassi A, Vannitsem S. et Nicolis C., *Model error and sequential data assimilation : A deterministic formulation*. EGU General Assembly, Geophysical Research Abstracts, Vol 10, 08413, 2008.

De Backer H., *Time series of daily erythemal UVB doses at Uccle, Belgium*, Quadrennial ozone symposium, Tromso, Noorwegen, 29 Juni - 5 Juli 2008.

Delcloo A., De Backer H., *Validation of GOME-2 Ozone Profiles for mid- and Nordic latitudes, using balloon sounding data*, EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Darmstadt, Duitsland 8-12 september, 2008, EUMETSAT P. 52, ISBN 978-92-9110-082-8, ISSN 1011-3932.

Delcloo A., Mangold A. and De Backer H., *Evaluation of an experimental 10 day ozone forecast with the CTM Chimere*, Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008 - A - 11045, 2008, SRef - ID : 1607-7962/gra/EGU2008-A-11045.

Mangold, A., De Paepe B., Dewitte S., De Backer H., Cheymol A., Kinne S., Benedetti A. and Mcrette J. - J., *Evaluation of the GEMS aerosol model with aerosol data retrieved from SEVIRI onboard MSG - 1 and Brewer spectrophotometers*, EGU assembly, Wenen, Oostenrijk, 13-18 april 2008.

Delcloo A., Nawrot T., De Backer H., *Association between daily mortality and the composition of fine particulate matter by the use of the CTM CHIMERE*, EAC conference, Thessaloniki, Griekenland, 24-29 augustus 2008.

Delcloo A., Lemoine R., De Backer H., *Validation of GOME2 ozone profiles for mid- and Nordic latitudes, using balloon sounding data*, EUMETSAT meteorological satellite conference, Darmstadt, Duitsland, 8-12 september 2008,

Demarée G., Malaquias I. (2008) *Aspects of Weather, Science and Religion related to the 1 November 1755 Earthquake of Lisbon*. International Commission on the History of Meteorology (ICHM), "Weather, Society, and Everyday Life", Rio de Janeiro, Brazilië, 26-30 mei 2008, 1 p.

Demarée G. and Ogilvie A.E. (2008) *Impacts of Climate and Sea-Ice Changes in Labrador/Nunatsiavut : evidence from Moravian missionary records*. International Arctic Social Sciences Association VI, Nuuk, Kalaallit Nunaat (Groenland), augustus, 2008, 1 p.

Demarée G. and Ogilvie A.E. (2008) *What do tell us the Moravian missionaries records about the climate of Labrador/Nunatsiavut since the 1770s.* Workshop on Boreal Histories, Environments and Narratives : The Making and the Uses of Knowledge. Reykholt, IJsland, oktober 2008, 1 p.

Demarée, G.R. (2008) *The phenological observations and net-working of Adolphe Quetelet at the Royal Observatory of Brussels.* COST 725, WG1 Workshop "Benefit of old phenodata series - Evaluation and declaring Ability", Rome, Italië, 6-7 november 2008, 1 p.

Garcia de Cortazar - Aauri, I., Chuine, I., Daux, V., Garnier, E., Viovy, N., Seguin, B., Parker, A., Van Leeuwen, K., Tardaguila, J., Bousicot, J.M., Demarée, G. & Yiou, P. (2008) *Climate reconstruction of Europe during the last millenium.* EMS8/ECAC7 Abstracts, Vol. 5, EMS2008 - A - 00000, 2008, Amsterdam, 1 p.

Gellens - Meulenberghs, F., Ghilain, N., Arboleda, A., Hasenauer, S., Wagner, W. *A combination of land surface modeling and remote sensing : synergy between LSA - SAF and H - SAF for soil moisture retrieval.* Oral contribution presented at the EGU assembly, Wenen, 14 - 18 april 2008, summary in Geophysical Research Abstracts (10) EGU2008 - A - 04077, 2 pp.

Gellens - Meulenberghs, F., Ghilain, N., Arboleda, A., de Crane, F. *Evapotranspiration and soil moisture modeling by using meteorological satellites data - research status at RMI, Belgium.* Oral contribution presented at the first Luxembourg Earth Observation (LEO) day, Bourglinster, Luxemburg, 19 november 2008, summary in Remote Sensing Applications in Hydrology, 5 - 6.

Hus, J., Spassov, S., Heller, F., Evans, M.E., Yue, L., and von Dobeneck, T. *The Upper Olduvai boundary recorded in Chinese loess at Lingtai : Evidence for transitional geomagnetic field behaviour or delayed remanence acquisition?* Fall Meeting of the American Geophysical Union, San Francisco, Verenigde Staten, van 15 tot 19 december 2008. (poster No GP51B - 0763)

Mangold, A., Cheymol A., De Backer H., Hermans C., Cafmeyer J., Maenhaut W. and Mocrette J. - J. *Linking aerosol optical depth from the NIR to the UV - B with aerosol composition,* EAC conference, Thessaloniki, Griekenland, 24 - 29 augustus 2008.

Schnadt Poberaj Ch., Stähelin J., Brunner D., Thouret V., Steinbrecht W., Stübi R., De Backer H., Long - term ozone changes (1975 - 2001) in the northern hemisphere UT/LS using measurements from regular aircraft and ozonsondes, Quadrennial ozone symposium, Tromso, Noorwegen, 29 Juni - 5 Juli 2008.

Smit H., De Backer H., Braathen G., Claude H., Davies J., Deshler T., Johnson B., Kyro E., Kivi R., Oltmans S., Sasaki T., Schmidlin F., Staehelin J., Stubi R., Tarasick D., Thompson A., Viatte P., Witte J. *Assessment of the performance of ECC - ozone sondes and the need for standardization of operating procedures,* EGU assembly, Wenen, Oostenrijk, 13 - 18 april 2008.

Smit H., De Backer H., Braathen G., Claude H., Davies J., Deshler T., Johnson B., Kyro E., Kivi R., Oltmans S., Sasaki T., Schmidlin F., Staehelin J., Stubi R., Tarasick D., Thompson A., Viatte P., Witte J. *Assessment of the performance of ECC - ozone sondes : Improvements through standardization of operating procedures,* Quadrennial ozone symposium, Tromso, Noorwegen, 29 juni - 5 juli 2008.

Spassov, S., Hus, J., Geeraerts, R., and Vannitsem, S. *Palaeointensity determination and error assessment using the linear field dependence of partial thermoremanent magnetisation : Application to baked archaeological materials,* New Trends in Paleo, Rock and Environmental Magnetism, 11th biennial Castle Meeting, Bojnice, Slowakije, van 22 tot 28 juni 2008.

Spassov, S., Kondopoulou, D., Valet, J. - P., Casas, L., Zananiri, I., Le Goff, M., and Hus, J. *Rock magnetic properties and palaeointensity determinations on Santorini historical lava flows,* Fall Meeting of the American Geophysical Union, San Francisco, Verenigde Staten, van 15 tot 19 december 2008 (conference No GP43C - 08).

Van de Vyver, H. and Roulin E., 2008. *Belgian contribution to the validation of the precipitation products : methodology developed and preliminary results.* Proceedings of the 2008 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Darmstadt, Duitsland, 8 - 12 september 2008.

Van Malderen R. and De Backer H. *Trend analysis of the radiosonde relative humidity measurements at Uccle, Belgium,* Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, EGU2008 - A - 02676, 2008, SRef - ID : 1607 - 7962/gra/EGU2008 - A - 02676

Vannitsem S. *Dynamical properties of MOS forecasts. Analysis of the ECMWF operational forecasting system.* EGU General Assembly, Geophysical Research Abstracts, Vol 10, 02702, 2008.

Von der Gathen, P., Rex M., Deckelmann H., Harris N.R.P., Reimer E., Grunow K., Vik A., Allaart M., Andersen S., Eriksen P., Araujo J., Claude H., David C., Godin - Beekmann S., Davies J., Fast H., De Backer H., Deshler T., Mercer J., Dier H., Dorokhov V., Yushov V., Gerding M., Johnson B., Keckhut P., Marchand M., Kleckociuk A., Kivi R., Kyrö E., Kois B., Zablocki G., Moore D., Nakajima H., Ymamanouchi T., Parrondo C., Yela M., Sato K., Skrivankova P., Stübi R., Viatte P. *Bipolar ozone loss rates measured by ozonsonde Match campaigns during IPY,* Quadrennial ozone symposium, Tromso, Noorwegen, 29 juni - 5 juli 2008.

5. Conferenties en posters zonder abstracts

Baguis P. *"CCI - HYDR project : climate change estimation over Belgium from Regional Climate Models".* Seminar in het KMI van 1 oktober 2008.

Bidaire B., Warnant R. (2008), *Modelling the ionosphere over Europe : Investigation of NeQuick formulation.* Presented at 5th European Space Weather Week, Brussels, Belgium, 17 - 21 november 2008.

Brenot H., Lejeune S., Warnant R. (2008) *Detection of small - scale structures in the neutral atmosphere using double differences of GNSS measurements.* Presented at EGU General Assembly, 13 - 18 april 2008, Wenen, Oostenrijk.

Carrasi A., Vannitsem S. and Nicolis C., 2008 : *Model error and sequential data assimilation. A deterministic formulation.* WWRP/THORPEX Workshop on 4D - Var and Ensemble Kalman Filter Inter - Comparison. 10 - 13 november. Buenos Aires (Argentinië). Poster Presentation

Carrassi A., *Model Error and Sequential Data Assimilation. A Deterministic Formulation*. 21 augustus 2008. Cooperative Institute for Research in the Atmosphere, Colorado State University. Fort Collins. Verenigde Staten.

Clémer, K., Hermans C., De Mazière M., Brenot H., De Backer H., Van Malderen R., and Fally S., *Intercomparison of IWW measurements from radiosonde, sunphotometer, FTIR and GPS instruments at Uccle*, SPARC General Assembly, Bologna, Italië, 31 augustus - 5 september 2008

De Backer H., *Time series of daily erythemal UVB doses at Uccle Belgium*, Quadrennial Ozone Symposium, Tromso, 30 juni - 5 juli 2008. ftp://ftp.kmi.be/dist/meteo/hugo/posters/20080630tromso_hdb.pdf

Delcloo A., De Backer H., *Validation of GOME-2 Ozone Profiles for mid- and Nordic latitudes, using balloon sounding data*, EUMETSAT Meteorological Satellite conference, 8-12 september, 2008, Darmstadt, Duitsland.

Delcloo A., Nawrot T., Jacobs L., De Backer H., *Association between daily mortality and the composition of fine particulate matter by the use of the CTM CHIMERE*, European Aerosol Conference, 24-29 augustus 2008, Thessaloniki - Griekenland.

Delcloo A. and De Backer H., *Validation of different levels of the CTM CHIMERE with ECC-ozone sondes for the summer of 1997 at Uccle*, Tromso, Noorwegen, 30 juni - 5 juli 2008.

Demarée, G. & Willems, P. (2008) Berekening van Klimaatscenario's voor Vlaanderen, Project INBO.2007.5, Voorstelling aanvangsverlag, INBO, Brussel, 1 februari 2008.

Demarée, G. (2008) *Klimaatreconstructie aan de hand van historische documenten - Geschiedenis van het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België*. Lezing voor afdelingen van het Netwerk van ondernemende senioren (NEOS).

Gellens - Meulenberghs, F., Ghilain, N. and Arboleda, A., *The LSA-SAF evapotranspiration: current results and next steps*, oral contribution presented at the 3rd LSA-SAF Workshop held in Lisbon, 4-6 juni 2008.

Gerard L., *Advances in 3MT*. presentation at the joint 18th Aladin Workshop and HIRLAM all staff meeting 2008, Brussel, 7-10 april 2008. <http://www.cnrm.meteo.fr/aladin/spip.php?action=autoriser&arg=947>

Gerard L., *Ensuring consistency of operational NWP cloud and precipitation forecasts at various resolutions*. Presentation at the plenary session of the 4th PAN-GCSS meeting on "Advances in modeling and observing clouds and convection", Toulouse, juni 2008. http://www.knmi.nl/~siebesma/PAN-GCSS/PRESENTATIONS/pangcss_gerard.pdf Poster also presented at 29th EWGLAM meeting in Madrid, oktober 2008.

Ghilain, N., *Validation of a distributed energy balance model (Land SAF evapotranspiration) through comparison with various measuring techniques and models*, RMI 2008 conferences, 3 december 2008, Brussel.

Hamdi R. : *Including atmospheric layer in vegetation and urban offline surface scheme: Validation with the new surface scheme SURFEX*. Presentatie op 14 mei 2008, in het KMI (België).

Hamdi R. : *Offline version of SURFEX: a tool to improve winter 2m temperature*. Poster voorgesteld op "18th ALADIN Workshop and HIRLAM All Staff Meeting", Brussel (België), 7-10 april. <http://www.cnrm.meteo.fr/aladin/spip.php?article141>

Hamdi R. : *Surface assimilation: status and plan*. Présentation au "The 2nd AROME training course", Lisbon (Portugal), 4-7 maart. <http://www.cnrm.meteo.fr/gmapdoc/spip.php?article183>

Hamdi R. : *Urban effects: from local regional scale to global environmental change*. Presentatie op 31 juli op de "Hungarian Meteorological Service" in Budapest (Hongarije).

Korepanov V., Marusenkov A., Rasson J., *A candidate for a new INTERMAGNET standard 1-second variometer: key features and tests results*, IAGA workshop on Geomagnetic Observatories, Golden/Boulder, Verenigde Staten, juni 2008

Kunches J., Terkildsen M., Stanislawski I., Dabas R., Van der Linden R., Warnant R. (2008) *Ionospheric Products and Services from the Regional Warning Centers of the International Space Environment Service (ISES) for GNSS Users*. Presented at 3rd International Committee on GNSS, Pasadena, California, 8-12 december 2008.

Mangold, A., De Paepe, B., Dewitte, S., De Backer, H., Cheymol, A., Kinne, S., Benedetti, A., Morcrette, J.-J., *Evaluation of the GEMS aerosol model with aerosol data retrieved from SEVIRI onboard MSG-1 and Brewer spectrophotometers*, Geophysical Research Abstracts, Vol. 10, 03896, EGU General Assembly 2008, 13-18 april 2008, Wenen.

Masson V., Hamdi R., Seity Y., *How to model the surface boundary layer and/or canopy processes*. Presentatie op de "30th EWGLAM and 15th SRNWP meetings", Madrid (Spanje), 6-9 oktober.

Rasson, J. L., *Testing the time-stamp accuracy of a digital variometer and its data logger*, IAGA workshop on Geomagnetic Observatories, Golden/Boulder, Verenigde Staten, juni 2008

Riddick J. C., Rasson J. L., Turbitt C. W., Flower S. M., *INDIGO Digital Observatory Project, 2004-2008*, IAGA workshop on Geomagnetic Observatories, Golden/Boulder, Verenigde Staten, juni 2008

Rasson J.L., van Loo S., Berrami N., *Automatic Diflux Measurements with AUTODIF*, IAGA workshop on Geomagnetic Observatories, Golden/Boulder, Verenigde Staten, juni 2008

Rasson, J. L., *Absolute Measurement of the Geomagnetic Field Orientation in Space, International scientific conference on Magnetism - Geomagnetism - Biomagnetism MGB*, Higher Education Centre Sezana, Slovenië, 7 en 8 november 2008

Rasson, J. L., *General introduction to the workshop "Measuring geophysical parameters in Africa"*, 29th GA of the ICSU, Maputo, Mozambique, 14 oktober 2008

Rasson, J. L., Nhatsave A., *Practical applications of geomagnetism products and services in Africa*, 29th GA of the ICSU, Maputo, Mozambique, 14 oktober 2008, Rasson, J. L., Geomagnetism for Aeronautics, SUPARCO headquarters, Karachi, Pakistan, 21 juli 2008

Spits J., Warnant R. (2008), *Total Electron Content monitoring using triple frequency GNSS data : a three - step approach*, Presented at 37th COSPAR Scientific Assembly, Montreal, Canada, 13 - 20 juli 2008.

Spits J., Warnant R. (2008) *Total Electron Content monitoring using triple frequency GNSS data : a three - step approach*, Presented at 5th European Space Weather Week, Brussel, België, 17 - 21 november 2008.

Van de Vyver H., Roulin E. : *Belgian contribution to the validation of the precipitation products of the Hydrology - SAF : methodology developed and preliminary results*. 2008 EUMETSAT Meteorological Satellite Conference, Darmstadt, Duitsland, 08 - 12 september 2008.

Van de Vyver H., Roulin E. : *Validation of H - 01, H - 02, H - 03, H - 05 products for the period August 2007 - March 2008 in Belgium*, Precipitation Products Calibration/Validation and Hydrological Validation Workshop, Budapest, 16 - 18 april 2008.

Van Malderen R., De Backer H., *Trend analysis of the radio-sonde relative humidity measurements at Uccle, Belgium*, SPARC General Assembly, Bologna, Italië, 31 augustus - 5 september 2008

Vannitsem S. *Forecast Correction : Role of the initial condition and model errors*. In "Current efforts toward advancing the skill of regional weather prediction. Challenges and Outlook". 8 - 10 oktober 2008, Trieste, Italië.

Warnant R., Wautelet G., Lejeune S., Brenot H., Spits J., Stankov S., Kutiev I. (2008), *Galileo Local Component for the detection of atmospheric threats*. Presented at 5th European Space Weather Week, Brussel, België, 17 - 21 november 2008.

Wautelet G., Lejeune S., Warnant R. (2008) *Ionospheric variability which degrades the precision of real time GNSS applications*. Presented at 5th European Space Weather Week, Brussel, België, 17 - 21 november 2008.

Willems P., Baguis P. & CCI - HYDR team, A. Ducharne, P. Vennot & REXHySS team, T. Verwaest & CLIMAR team). *"Impact du changement climatique sur les extrêmes hydrologiques et hydrauliques dans les bassins de l'Escaut et de la Seine, et sur le littoral de la Mer du Nord"*, exposé dans le cadre de la "Conférence Eau et changement climatique, 14 - 15 Octobre 2008, Université d'Anvers" (congrès international franco - flamand).

Zupanski, D., Zupanski M., DeMaria M., Grasso L., Brummer R., Jankov I., Lindsey D., Sengupta M. and Vannitsem S. *Challenges and benefits of assimilation of the future satellite radiances in cloudy scenes into regional weather forecasting models*. In "Current efforts toward advancing the skill of regional weather prediction. Challenges and Outlook". 8 - 10 oktober 2008, Trieste, Italië.

6. Proefschriften ter verkrijging van een doctoraat

Clerbaux N. (2008) : *Processing of Geostationary Observations for Earth Radiation Budget Studies*, PhD thesis at Vrije Universiteit Brussel.

7. Boeken

Hamdi R., Schayes G. *The representation of urban areas in air quality models: Validation in the Basel region (Switzerland)*. In: *Air Quality: New Research*, edited by S. A. Lynch and L. K. Moore. ISBN 978-1-60456-792-2. /2008. Nova Science Publishers/, Inc. New York (hoofdstuk in een boek, zonder review door een leescomité)



8. Publicaties voor het Rampenfonds

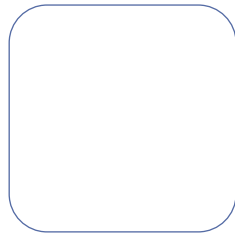
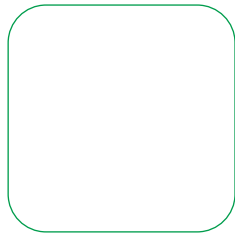
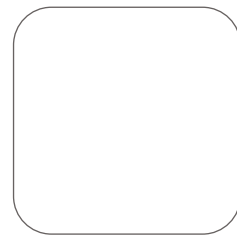
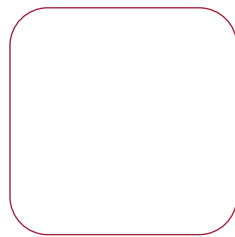
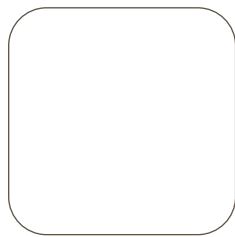
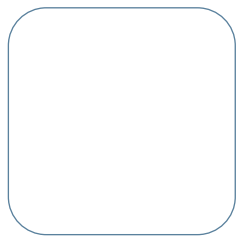
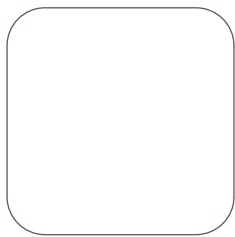
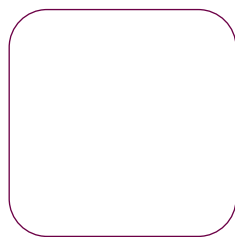
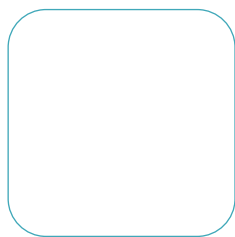
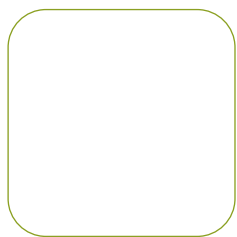
Datum van de gebeurtenis	* Aard van de gebeurtenis	Getroffen provincie(s)
Januari 2008		
21 (1 advies)	Windhoos Grote - Brogel	Limburg (1 gemeente)
Februari 2008		
05 (1 advies)	Windhozen Sint - Gillis - Dendermonde en Lier en Limbourg	Oost - Vlaanderen (1 gemeente) Antwerpen (1 gemeente) Luik (1 gemeente)
Maart 2008		
01 (2 adviezen)	Hevige wind	Gans België
Mei 2008		
15 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag	West - Vlaanderen (9 gemeenten) Oost - Vlaanderen (1 gemeente)
17 (2 adviezen)	Onweders met overvloedige neerslag	West - Vlaanderen (6 gemeenten) Henegouwen (1 gemeente)
29 (2 adviezen)	Onweders met overvloedige neerslag	Luik (32 gemeenten) Limburg (14 gemeenten) Luxemburg (7 gemeenten)
Juni 2008		
02 (3 adviezen)	Onweders met overvloedige neerslag	Vlaams - Brabant (11 gemeenten) Waals - Brabant (8 gemeenten) Antwerpen (9 gemeenten) West - Vlaanderen (24 gemeenten) Oost - Vlaanderen (7 gemeenten) Henegouwen (18 gemeenten) Luik (7 gemeenten) Limburg (20 gemeenten) Namen (7 gemeenten)
04 (1 advies)	Overvloedige neerslag	Luik (1 gemeente)
25 (2 adviezen)	Onweders met overvloedige neerslag	Luik (3 gemeenten)
Juli 2008		
02 (3 adviezen)	Onweders met overvloedige neerslag	Vlaams - Brabant (5 gemeenten) Waals - Brabant (2 gemeenten) Antwerpen (4 gemeenten) Oost - Vlaanderen (1 gemeente) Henegouwen (4 gemeenten) Luik (30 gemeenten) Luxemburg (9 gemeenten) Namen (3 gemeenten)
10 - 11 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag	Luik (2 gemeenten)
27 - 28 (2 adviezen)	Onweders met overvloedige neerslag	Antwerpen (14 gemeenten) Limburg (1 gemeente)
Augustus 2008		
03 - 04 (3 adviezen)	Onweders met overvloedige neerslag	Waals - Brabant (13 gemeenten) Henegouwen (15 gemeenten) Luik (10 gemeenten) Limburg (1 gemeente) Vlaams - Brabant (8 gemeenten)
07 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag	West - Vlaanderen (19 gemeenten)
Late aanvragen voor 2007*		
juni - juli 2007 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag	West - Vlaanderen (1 gemeente)
20 juli 2007 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag	Limburg (1 gemeente)
23 - 24 juli 2007 (1 advies)	Onweders met overvloedige neerslag	West - Vlaanderen (2 gemeenten)

Lijst van letterwoorden en afkortingen



11. LIJST VAN LETTERWOORDEN EN AFKORTINGEN

ACRIM	Active Cavity Radiometer Irradiance Monitor SOLAR	H - SAF	Satellite Application Facilities on Support to Operational Hydrology and Water Management
AGACC	Advanced exploitation of Ground based measurements for atmospheric Chemistry and Climate applications	HSM	Hierarchical Storage Manager
ALadin	Aire Limitée, Adaptation dynamique, Développement InterNational	IASB	Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique
AMSU	Advanced Microwave Sounding Unit	IBGE	Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement
AOD	Aerosol Optical Depth	ICSU	International Council for Science
AUTODIF	Automatic Declination and Inclination Fluxgate Theodolite	ICWED	Informal Conference of Western European Directors
BelAtmos	Belgische monitoring van ozon en gerelateerde sporengassen, UV - straling en aerosoldeeltjes ter ondersteuning van de atmosferische chemie en het klimaatonderzoek	INBO	Instituut voor Natuur - en Bosonderzoek
BHG	Brussel Hoofdstedelijk Gewest	INTERLATAM	INTERMAGNET for Latin America
BIM	Brussels Instituut voor Milieubeheer	IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
CCI - HYDR	Climate Change Impact on HYDRological extremes along rivers and urban drainage systems	LAMA	Latin American Magnetometer
CERES	Clouds and the Earth's Radiant Energy System	LSA - SAF	Land Surface Analysis - Satellite Application Facility
CPG	Centre de Physique du Globe de l'IRM	METOP	Polar orbiting meteorological satellites
DFI	Digital - Filtering Initialisation	MOS	Model Output Statistics
DGO	Direction générale opérationnelle	MSG	Meteosat Second Generation
DIARAD	Differential Absolute Radiometer	NASA	National Aeronautics and Space Administration
DMFI	Digital Magnetic Master File	NIPR	National Institute for Polar Research (Japan)
ECMWF	European Centre for Medium - Range Weather Forecasts	OCCO	Outil de Construction des Cartes Orage
EPS	Ensemble Prediction System	PMOD	Physikalisches Observatorium Davos
ET	European Time	RBC	Région de Bruxelles Capitale
EUMETNET	European Meteorological Network	RCM	Regional Climate Models
EUMETSAT	European Meteorological Satellites	RTBF	Radio - Télévision belge de la Communauté française
GEMS	Global Environment Monitoring System	SAF	Satellite Applications Facilities
GERB	Geostationary Earth Radiation Budget	SEVIRI	Spinning Enhanced Visual and InfraRed Imager
GIEC	Groupe Intergouvernemental d'Etude sur le Climat	SMF	Société Météorologique de France
GIS	Geografisch Informatie Systeem	SOHO	Solar and Heliospheric Observatory
GLAMEPS	Grand Limited Area Model Ensemble Prediction System	SOVAP	SOLar VARIability Picard
GLDAS	Global Land Data Assimilation System	SOVIM	SOLar Variable and Irradiance Monitor
GOAMS	Geomagnetic Observatory automated measurement system	SUPARCO	Space and Upper Atmosphere Research Commission
GPS	Global Positioning System	TIM	Total Irradiance Monitor
HEPDO	Hydrological Ensemble Predictions for the Demer and Ourthe	TMAX	maximumtemperatuur
HIRLAM	High Resolution Limited Area Model	TMEAN	gemiddelde temperatuur
		TMIN	minimumtemperatuur
		USB	Universal Serial Bus
		VIRGO	Variability of solar IRradiance and Gravity Oscillations
		ZAMG	ZentralAnstalt für Meteorologie und Geodynamik (Oostenrijk)



**Koninklijk
Meteorologisch
Instituut**

Ringlaan 3
B-1180 Brussel
www.meteo.be

