



# Inventarisatie nowcasting technieken voor gevaarlijk weer - eindrapport -

*verwachtingstermijn 0 tot 6 à 12 uur vooruit*

*G.T. Geertsema, A. Maas, H.R.A. Wessels,  
H. Benschop, D. Blaauboer en C.J. Kok*



**Intern rapport; IR 2000-01**

De Bilt, 2000

PO Box 201  
3730 AE De Bilt  
Wilhelminalaan 10  
De Bilt  
The Netherlands  
Telephone +31(0)30-220 69 11  
Telefax +31(0)30-221 04 07

Auteurs: G.T. Geertsema, A. Maas, H.R.A. Wessels, H. Benschop, D. Blaauboer en C.J. Kok

**De reeks Intern rapport is in juli 2000 gestart en geeft bij afsluiting de vorderingen rond een project of instrument weer. De inhoud is primair bestemd voor KNMI'ers, maar de publicaties zijn verder openbaar. Lezers van buiten het instituut dienen er echter wel rekening mee te houden dat het gebruikte jargon niet in alle gevallen voor buitenstaanders duidelijk zal zijn.**



# Eindrapport

## Inventarisatie nowcasting technieken voor gevaarlijk weer

(Verwachtingstermijn 0 tot 6 à 12 uur vooruit)

G.T. Geertsema  
A. Maas  
H.R.A. Wessels  
H. Benschop  
D. Blaauboer  
C.J. Kok

projectnummer: 2702  
opdrachtgever: HAM

De Bilt, Maart 2000



## Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Sjabloon</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Windvlagen</b>	<b>7</b>
3.1	Inventarisatie . . . . .	7
3.2	Eindverslag . . . . .	10
<b>4</b>	<b>CAT</b>	<b>11</b>
4.1	Inventarisatie . . . . .	11
4.2	Eindverslag . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Onweer</b>	<b>15</b>
5.1	Inventarisatie . . . . .	15
5.2	Eindverslag . . . . .	19
<b>6</b>	<b>Mist</b>	<b>20</b>
6.1	Inventarisatie . . . . .	20
6.2	Eindverslag . . . . .	28
<b>7</b>	<b>Presentatie</b>	<b>29</b>
<b>8</b>	<b>Archivering</b>	<b>31</b>
<b>9</b>	<b>Cases</b>	<b>34</b>
<b>10</b>	<b>Samenvatting en conclusies</b>	<b>37</b>
	<b>Bijlage onweersindices</b>	<b>40</b>



## Hoofdstuk 1 Inleiding

In het HOPWA-project "stroomlijnen upstream produktie" is geconstateerd dat niet alle in het project MBP (meteorologische basisproduktie) gespecificeerde basisinformatie in de juiste vorm of van de vereiste kwaliteit aanwezig is. Met name op het gebied van nowcasting (effektieve verwachtingstermijn 0 tot 6 à 12 uur vooruit) heeft de meteoroloog op het ogenblik voornamelijk handmatige (tijdrovende) methodes beschikbaar. In de praktijk blijkt in de dienstuitvoering de meteoroloog regelmatig de tijd, en soms ook de kennis, te ontbreken om deze handmethodes zorgvuldig toe te passen. Dat is met name een probleem tijdens gevaarlijk-weersituaties, wanneer nowcasting essentieel is, maar waarin de meteoroloog vaak onvoldoende tijd heeft om zelf een optimale inschatting van de korte termijn ontwikkelingen in het weer te kunnen maken. Situaties zoals zijn opgetreden tijdens 24 augustus 1997 (zware onweersbuien met zeer zware windstoten resulterend in grote schade in Midden Nederland) maken het ontbreken van goede gereedschappen voor het nowcasten van fenomenen van gevaarlijk weer op mesoschaal pijnlijk duidelijk.

Doel van dit project is om algoritmes en methodes te bepalen voor het genereren van een automatische verwachting op mesoschaal voor bepaalde typen gevaarlijk weer. Het gaat daarbij over bijvoorbeeld: zware (vlagerige) wind, windstoten met/zonder buien, turbulentie en windshear, onweer, hagel en mist. Deze lijst van weerfenomenen is niet compleet. Bij het samenstellen van een dergelijke lijst kan uitgegaan worden van verschillende bronnen. Ten eerste kunnen we ons baseren op het weeralarm zoals dit beschreven is in het "protocol algemeen weerbericht". Dit wordt onder de ambtelijke titel "Interim gedragslijn algemeen weerbereicht" via KNMI-internet meer algemeen toegankelijk. Dit protocol bevat de criteria voor het uitgeven van "waarschuwingen voor extreme weersomstandigheden", het zogenaamde weeralarm. Deze criteria zijn uitgewerkt voor bijvoorbeeld zwaar onweer en zeer zware windstoten. Voor mist is geen criterium onder de "waarschuwingen voor extreme weersomstandigheden", maar wel bij de "waarschuwingen voor het wegverkeer".

Naast dit protocol en de weerssituaties die daarin beschreven zijn kunnen we onze lijst van "gevaarlijk-weerfenomenen" verder baseren op de items die genoemd zijn in het project Grafische Interactie (GI) en/of het project Bewaakte Verwachtingen Database (BVD), beide een onderdeel van het HOPWA project Meteorologische BasisProduktie. In de rapporten van deze projecten wordt voor een aantal velden verwezen naar dit project, en wel voor de parameters 10-m windstoot, neerslag soort, zicht, inversiehoogte, freezing level, icing-index en CAT-index.

Omdat de lijst van gevaarlijk-weerfenomenen zo een aantal verschillende typen weersomstandigheden omvat, wordt de inventarisatie gefaseerd uitgevoerd. In deze fase is geconcentreerd op windstoten, CAT (clear-air turbulentie), onweer en mist. Afgezien van de CAT-index zal bij de gevaarlijk-weerfenomenen die in dit rapport beschreven zijn de doelgroep die een leidraad bij de inventarisatie heeft gevormd het algemene publiek zijn.

De activiteiten per soort gevaarlijk weer:

1. Inventarisatie van relevante, operationeel beschikbare waarnemingen en modelgegevens.
2. Inventarisatie van de nu door meteorologen gehanteerde vuistregels en methodes.



3. Bepalen - met behulp van een literatuurstudie - van bruikbare automatische verwachtingsmethodes (fysisch en/of statistisch) die realiseerbaar zijn binnen de APL (Automatische Productie Lijn).
4. Samenstellen van een set waarnemingen voor validatie van de geselecteerde methodes. Gezien de relatieve zeldzaamheid en het soms sterk door lokale omstandigheden bepaalde karakter van de weersverschijnselen waar het hier om gaat, is het samenstellen van een set betrouwbare validatiegegevens uit archieven en literatuur een niet-triviale en tijdrovende aangelegenheid.
5. Validatie van de geselecteerde algoritmes, en (mede) op basis daarvan het doen van een gemotiveerde keuze voor een bepaald algoritme.

Met dit rapport wordt de eerste fase van het gevaarlijk weer nowcasting project afgesloten.

Bij het selecteren van methodieken voor het nowcasten van gevaarlijk weer die zich lenen voor automatische verwerking is voor een systematische aanpak gekozen. Eerst is geïnventariseerd welke methodes nu in de operationele dienst gebruikt worden en wat daarbij de knelpunten zijn. Ook ten bate van een prioriteitsstelling was het noodzakelijk eerst een inventarisatie uit te voeren. De inventarisatiefase is afgesloten voor de elementen CAT, mist, onweer en windstoten.

De inventarisatiefases zijn uitgevoerd aan de hand van een sjabloon; deze vragenlijst wordt in het volgende hoofdstuk toegelicht. Bij het gebruik bleek dit sjabloon goed te helpen bij het maken van een overzicht. Het hielp met name om geen vragen te vergeten. Natuurlijk is het sjabloon een leidraad en hoeft niet letterlijk ingevuld te worden. Ook wordt hier niet beweerd dat het sjabloon allesbevattend is.

De eindverslagen bestaan uit een korte samenvatting van de conclusies en aanbevelingen uit de bijbehorende inventarisatie. Er worden suggesties gedaan voor mogelijke vervolgprojecten. Een lijst met referenties completeert het geheel.

Dit rapport bevat inventarisatie- en eind-verslagen voor de weerfenomen Clear-Air turbulentie, mist, onweer en wind. Daarna wordt een aanzet voor een overzicht van mogelijkheden van presentatie gegeven. Parallel aan de inventarisatiefase is een archiveringsstrategie uitgewerkt; deze wordt kort toegelicht. Bovendien zijn in de afgelopen twee jaar cases geselecteerd die gebruikt zullen worden voor het verifiëren van diverse methodieken die kunnen helpen bij het verwachten van gevaarlijk weersituaties. Deze lijst zal gebruikt worden bij de vervolgprojecten.



## Hoofdstuk 2 Sjabloon

De volgende items zijn gebruikt als een leidraad bij het opstellen van een inventarisatie over een bepaald gevaarlijk weerelement.

### 1 Inleiding

*De inleiding moet een korte beschrijving en de gevolgen bij optreden van het weerelement bevatten. Deze informatie moet leiden tot een conclusie of dit bewuste element zeer belangrijk, belangrijk of onbelangrijk is vanuit een maatschappelijk oogpunt.*

### 2 Huidige situatie bij het KNMI

2.1 Wat wordt nu door de meteorologen gebruikt?

2.2 Waar en/of door wie gebruikt?

*Worden deze methodieken gebruikt door de basismeteorologen te De Bilt of door de meteorologen te Schiphol of ....*

2.3 Wanneer gebruikt?

2.4 Waarschuwingsbeleid en/of criteria

2.5 Benodigde parameters

*Welke parameters zijn nodig voor de nu gebruikte verwachtingsmethodiek, denk aan een combinatie van bijvoorbeeld vochtvelden en windsnelheid.*

2.6 Hoe geverifieerd?

2.7 Hoe gebruikt in de operationele dienst?

*Het gaat hier om het gebruik van de verwachtingsmethodiek door de forecaster. Is deze verwachtingsmethodiek beschikbaar in de vorm van APL+ uitvoer, via de pc of wordt deze methode bijvoorbeeld handmatig uitgevoerd?*

2.8 Hoe is de presentatie?

2.9 Detectie, rapportage/archivering en presentatie

*Wordt het voorkomen van dit element gerapporteerd via bijvoorbeeld de synop gegevens of via plaatjes op het MWS?*

2.10 Is hier een dringend knelpunt?

*Hier kan aangegeven worden wat de prioriteit bij het bepalen van een betere verwachtingsmethodiek voor dit element zou moeten zijn, leidend tot een indeling in hoge, gemiddelde of lage prioriteit.*

2.11 Tevredenheid gebruikers

*Hier kan gedacht worden aan tevredenheid op verschillende terreinen, bijvoorbeeld de methodiek zelf: in de operationele praktijk heeft men gemerkt dat de huidige methode bijvoorbeeld niet goed werkt of dat er problemen zijn met de interpreteerbaarheid. Ook problemen met de presentatie kunnen hier gemeld worden.*

2.12 Eerste ideeën ter verbetering

2.13 Korte bespreking literatuur

### **3 Verschillende verwachtingsmethodieken**

3.1 Korte beschrijving van de methodieken.

3.2 Welke parameters worden gebruikt?

3.3 Is er al direct een favoriete methode?

*Hier kan gedacht worden aan criteria zoals: een methode die gemakkelijk te automatiseren is, goede verificatie-scores geeft, in buurlanden gebruikt wordt, fysisch goed onderhouden is, etcetera.*

### **4 Conclusie en aanbevelingen**

### **5 Referenties**

*Referenties naar literatuur en/of personen.*

### **6 Later verkregen informatie**

*Bedoeld voor een korte toevoeging die moeilijk onder één van de eerdere items is onder te brengen.*

### **7 Bijlagen**

*Hier kunnen bijvoorbeeld voorbeelden van uitvoer in verwerkt worden. Ook andere achtergrondinformatie kan hier bijgevoegd worden.*



## Hoofdstuk 3 Windvlagen

### 3.1 Inventarisatie

#### Inleiding

Windvlagen zijn het gehele jaar een probleem. Voor harde windstoten wordt via een weeralarm gewaarschuwd. De kans op windstoten is in Nederland het hele jaar aanwezig, maar in de herfst komen windstoten in grotere frequentie voor dan in het zomerhalfjaar. De gevolgen kunnen variëren van licht ongemak tot ontwortelde bomen en zware hinder voor het verkeer.

#### Huidige situatie bij het KNMI

##### Wat wordt nu door de meteorologen gebruikt?

Voor het berekenen van windstoten wordt nu gebruikt

1. Vuistregel: vermenigvuldig de gemiddelde wind met een bepaalde factor
2. Windstoten-methode van Ivens

De vuistregel is waarschijnlijk gebaseerd op de vlaag-theorieën van Wieringa en Rijkooft (1983). Deze zijn empirisch bepaald. De vuistregel kan altijd toegepast worden. Deze methode is gebaseerd op de gedachte dat de wind boven ruw terrein vlageriger is dan de wind boven glad terrein. De MMD (applicatie van Ludlam) heeft de hele formule van Wieringa en Rijkooft in een pc-programma verwerkt. Met typische waarden wordt de factor dan 1.7; groter dan de factor van de in De Bilt gebruikte factor van 1.5. De waarde van de factor is met name afhankelijk van de terreinruwheid. Echter de precieze factor is in deze fase niet van belang. Het essentiële hier is dat de gemiddelde wind eenvoudig met een factor vermenigvuldigd wordt.

De methode van Ivens is gebaseerd op de gedachte dat de hoeveelheid energie die in de bovenlucht aanwezig is omgezet kan worden in een hogere windsnelheid aan de grond. Hiervoor worden de parameters  $\theta$  en windsnelheid op hoogte en de temperatuur aan de grond als invoer gebruikt. In de loop van de tijd zijn er kleine verschillen tussen de oorspronkelijk door Ivens uitgeschreven methode en de operationele methode ontstaan. In de oorspronkelijke formule wordt de maximale temperatuur gebruikt, in de praktijk kan ook gekozen worden voor de temperatuur bij het begin van de bui. Daarnaast wordt voor de windsnelheid op 250hPa nu het maximum van de windsnelheid op 200hPa en 300hPa gebruikt. Deze verschillen zullen de uitkomsten niet zwaar beïnvloeden.

#### Waarschuwingbeleid en of criteria

Windstoten is onderdeel van het weeralarm: bij de verwachting van zeer zware windstoten (meer dan 28 m/s ofwel 100 km/u) gaat een weeralert en later een weeralarm uit in het kader van waarschuwingen voor gevaarlijk weer door het KNMI. Idem bij vlagerige wind

met uitschieters boven de 100 km per uur en minstens anderhalf maal de gemiddelde wind. De frequentie (terugkeertijd) waarmee zeer zware windstoten ergens in het land optreden is 0.3 jaar.

### Tevredenheid

De operationele dienst is redelijk tevreden over de nu gebruikte methodes, dit zijn een vuistregel bestaande uit een vermenigvuldigingsfactor met de gemiddelde wind en de methode Ivens. De via de vuistregel verkregen windvraag is een modificatie van de gemiddelde wind. De methode Ivens is geschikt om de windstoten in buien te schatten. De vuistregel en de methode Ivens zijn misschien niet de meest optimale keuze, maar lijken wel te voldoen en in ieder geval vrij snel te implementeren.

Zeker de methode voor windstoten in buien lijkt een aanvaardbare skill (Ivens 1987) te vertonen (geen reden om te verwachten dat dat in 1997 anders is dan in 1987). Wel dienen enkele opmerkingen over gebruik van de methode buiten het testgebied nagegaan te worden. Daarvoor moeten situaties met een geschikte synoptische situatie uitgezocht worden. Dit kan het best door een synopticus uitgevoerd worden (bijvoorbeeld een operationeel meteoroloog in een off-line dienst).

### Benodigde parameters

De vraagfactor is van verschillende parameters afhankelijk, met name van de ruwheidslengte, de meethoogte en de vraaggolflengte. Voor de precieze details verwijzen we hier naar Wieringa en Rijkoort (1983).

Voor de methode Ivens worden de volgende parameters gebruikt:

- zee- of oppervlaktetemperatuur
- maximale dagtemperatuur
- $\theta_w$  op 850 hPa
- $\theta_w$  op 500 hPa
- wind op 850hPa
- wind op 250 hPa.

In de loop van de jaren zijn hier kleine modificaties op aangebracht, zo kan in plaats van de wind op 250 hPa ook het maximum van de wind op 200 en 300 hPa gebruikt worden.

### Hoe gebruikt in de operationele dienst?

Vuistregel: is duidelijk, hier is geen computer voor nodig, kan uit het "blote" hoofd.

Het programma dat nu gebruikt wordt voor het berekenen van de methode Ivens is in De Bilt door Marco Nolet en John Kambeel gemaakt, en voor de MMD door Dave Ludlam. Beide programma's zijn geprogrammeerd in Visual Basic en zijn gebruikersvriendelijk.

### Hoe geverifieerd?

De vuistregel is een afgeleide van het werk dat onder andere beschreven is in het windklimaat van Nederland, auteurs Wieringa en Rijkoort (1983).



De windstootmethode van Ivens is door Ivens (1987) gevalideerd: de methode toegepast op waarnemingen en de uitkomsten zijn gevalideerd tegen waarnemingen. De skill is behoorlijk. Daarnaast heeft de operationele praktijk de indruk opgeleverd dat de formules ook goed werken op prognostische invoer en de methode bleek ook toepasbaar te zijn in de herfst en de winter. Met name bij buien vanuit zee bleek de methode Ivens goed te werken.

### Eerste ideeën ter verbetering

Voor de methode Ivens lijkt op dit moment de belangrijkste omissie dat de gevoeligheden niet duidelijk zijn, met andere woorden: welke invoerparameter de uitkomst het meest beïnvloedt en dus de meeste aandacht van de meteoroloog vraagt. Daarnaast zijn de keuzes van de invoer parameters beïnvloed geweest door de beschikbare parameters. Het aantal hoogtes waarop wind en thetaw gegevens in de weermodellen is nu veel groter.

### Conclusies en Aanbevelingen

De windstootverwachting gebeurt nu met behulp van vuistregels en PC-applicaties. De vuistregels kunnen met behulp van toegenomen kennis verbeterd worden en bovendien via een GRIB-veld locatie-afhankelijk berekend worden. Via presentatie op het MWS wordt dan ook het gebruik gestandariseerd. Zeker voor de vlaagverwachting is dit een actie die vrij snel te verwezenlijken is.

De methode Ivens voor windstootverwachting moet geverifieerd worden voor toepassing op modeluitvoer in plaats van waarnemingen. Daarnaast zijn ook andere methodes voor de verwachting van windstoten beschikbaar. Deze methodes moeten onderling vergeleken worden zodat de beste methode ingezet kan worden. Het beschikbaar maken van de uitvoer van meerdere methodes is niet wenselijk, aangezien het dan niet duidelijk is in het geval van strijdige informatie welke methode de beste is. Het kan natuurlijk zijn dat de ene methode in de ene situatie en een andere methode in een andere situatie beter voldoet. Ook dan echter moet het aantal methodes waarvan uitvoer in de operationele dienst beschikbaar is beperkt blijven. Eventueel moet een beslissingsboom helpen bij het gebruik van meerdere methodes. Echter het verifiëren van een beslissingsboom-aanpak is zeer tijdrovend en moet bij elke invoerswijziging opnieuw uitgevoerd worden. Daarvoor is een veel grotere historische dataset nodig dan om alleen de methodes zelf te verifiëren. Tenslotte moet de beslissingsboom op een niet met de dataset gebruikt voor de methodeverificatie overlappende dataset geverifieerd worden.

### Referenties

- R.A.A.M. Ivens; Proc. symp. mesoscale analysis & forecasting, Vancouver, Canada 17-19 August 1987, ESA SP-282 (August 1987) "Forecasting the maximum wind velocity in squalls.
- J. Wieringa en P.J. Rijkoort, 1983, "windklimaat van Nederland" KNMI

### 3.2 Eindverslag

De operationele dienst is redelijk tevreden over de nu gebruikte methodes, dit zijn een vuistregel bestaande uit een vermenigvuldigingsfactor met de gemiddelde wind en de methode Ivens voor het verwachten van windstoten in buien.

De vuistregel is gebaseerd op de gedachte dat de wind boven ruw terrein vlageriger is dan de wind boven glad terrein [1]. Deze regel kan met behulp van toegenomen kennis verbeterd worden, met name is deze empirisch bepaalde formule wellicht theoretisch af te leiden. Bovendien is het wenselijk de ruwheid van het terrein te verwerken in de berekening van de windvlaag. Weliswaar zit de terreinruwheid wel in de formule van de windvlaag, maar deze wordt in de praktijk ingeschat. De uitvoer van de berekening van de windvlaag kan via een GRIB-veld locatie-afhankelijk gepresenteerd worden.

De methode Ivens (1987) voor windstootverwachtingen moet geverifieerd worden met behulp van model-uitvoer tegen waarnemingen.

Voorgestelde vervolgacties:

1. Vlaagformule revisie (met name ook stabiliteitsafhankelijk maken) en automatiseren.
2. Windvlagen methode Ivens optimaliseren met de huidige kennis en gegevens en verifiëren.

Referenties:

- [1] J. Wieringa en P.J. Rijkoort, 1983, "windklimaat van Nederland" KNMI
- [2] R.A.A.M. Ivens; "Forecasting the maximum wind velocity in squalls" Proc. symp. mesoscale analysis & forecasting, Vancouver, Canada 17-19 August 1987, ESA SP-282 (August 1987)



## Hoofdstuk 4 CAT

### 4.1 Inventarisatie

#### Inleiding

Een weerfenomeen dat gevaarlijk kan zijn voor de luchtvaart is de zogenaamde heldere-lucht turbulentie: clear-air turbulentie, ook wel CAT genoemd.

Clear-air turbulentie komt voor op grotere hoogte, typisch tussen hoogten van 500 hPa en de tropopauze (zeg 200 hPa), ofwel vooral boven vluchtnivo 200 (20000 voet). Typische horizontale afmetingen zijn daarbij 10 tot 500 kilometer en op verticale schaal kan gedacht worden aan 200 tot 1500 meter. De verticale versnellingen die hierbij een rol spelen zijn in de orde van 5 tot meer dan 10 meter per seconde in het kwadraat en de relevante tijdschalen variëren van een half uur tot een dag.

CAT is een niet-convectief proces, waarbij in een statisch (lokaal) stabiele atmosfeer ten gevolge van sterke (vertikale of horizontale) windscherping Kelvin-Helmholtz instabiliteiten ontstaan.

De gevolgen van clear-air turbulentie kunnen variëren van simpel een wat ruwe vlucht voor de passagiers -koffie die uit de kopjes vliegt, tassen die uit de bagagerekken vallen- tot zwaar lichamelijk letsel. Daarnaast neemt het brandstofverbruik toe. Zelden geeft CAT aanleiding tot een vliegtuigongeluk; dit geldt zeker in het Amsterdam Flight Information Region gebied.

#### Verwachtingsmethodieken

Clear-air turbulentie komt vaak voor in de buurt van de straalstroom, bij hoogtefronten, in de buurt van bergen en in de buurt van de tropopauze. Drie methodes om het optreden van clear-air turbulentie te verwachten zijn uitgewerkt door Bakker (1993) in "Drie objectieve indices voor clear-air turbulentie nader bekeken". Hierin wordt ook toegelicht in hoeverre die methodes de ernst van de verwachte clear-air turbulentie kunnen voorspellen. Bakker heeft deze methodes voor het gebied Amsterdam Flight Information Region toegepast en vergeleken met de opgetreden CAT. Op basis van zijn studie is hij tot een aanbeveling gekomen die in het VIM project uitgewerkt en geïmplementeerd is (zie de Bruijn et al 1994). De resultaten zijn via de APL+ module op het MWS toegankelijk.

De methodieken die Bakker heeft onderzocht zijn nog steeds actueel, zoals onder andere blijkt uit het verzoek van de CMET<sup>1</sup> commissie om het bewuste TR in het engels te mogen vertalen (mondellinge mededeling H. Bakker).

Zoals bij elke studie zijn er wel kanttekeningen te plaatsen bij het onderzoek van Bakker; er zijn 4 dagen gebruikt voor de analyse van de bruikbaarheid van de drie methodes; dit is niet veel. De case-studies bevatten dagen met CAT; er is niet nagegaan hoeveel valse alarms er zijn geweest. Het gebied waarop de analyse is uitgevoerd is erg klein. Verbeteren en uitbreiden van de studie van Bakker zal veel tijd kosten en kan beter in

<sup>1</sup>Chartered Meteorologist zie Meteorologica 1998, nr 1

samenwerking met andere landen uitgevoerd worden: het Amsterdam Flight Information Region gebied is maar een klein gebied. Ook is de database van waarnemingen klein en subjectief: het gaat hier om meldingen van opgetreden CAT door piloten. Voor een toepassing van de methodes op hoge resolutie modeluitvoer moeten de drempelwaardes zoals nu gebruikt anders gezet worden, maar alleen via een gedegen onderzoek met een groot aantal gevallen is na te gaan wat de waardes moeten zijn.

### Huidige situatie bij het KNMI

Het overzicht van de huidige situatie is verkregen via een vragenlijst die door Bram Anker tijdens een meteorologen-overleg te Schiphol is besproken. Over de methodes zoals die nu aan de LMD meteorologen ter beschikking staan blijkt men tevreden te zijn. Overigens bleek dat:

1. De LMD meteorologen gebruiken de faxen uit Engeland, waar onder andere de matige en matige tot zware CAT-gebieden op aangegeven staan. Men is tevreden met deze faxen.
2. De LMD meteorologen gebruiken de CAT uitvoer op het MWS niet omdat de uitvoer niet duidelijk is. Dit geldt met name voor de betekenis van de contouren.
3. De piloten waar de LMD meteorologen mee te maken hebben, zien CAT niet als een groot probleem. Indien er langs de vliegroute zware CAT wordt verwacht en er zijn opties om deze CAT-gebieden te vermijden die niet teveel geld kosten (omvliegen), dan wordt er rekening mee gehouden. De informatie wordt dus wel bekeken en zeker gebruikt om met name passagiers te waarschuwen om stoelriemen vast te doen en andere voorzorgsmaatregelen te adviseren. (Dit geldt voor piloten van niet-Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen; piloten van Amerikaanse luchtvaartmaatschappijen zijn meer gespitst op het vermijden van CAT-gebieden).
4. De CAT index wordt nu alleen gepresenteerd op basis van ECMWF velden en niet op basis van de HIRLAM gegevens, waardoor het voordeel van snellere updates niet gebruikt wordt. (Overigens zijn de drempelwaarden gebaseerd op een ruimtelijke resolutie van 150 kilometer. De drempelwaarden moeten bij gebruik van HIRLAM-velden bijgesteld worden.)

Gezien de typische afmetingen van clear-air turbulentie is het interessant om in de toekomst de CAT-index methodiek uit te werken voor het hoge resolutie HIRLAM. Indicaties van de activiteiten die daarvoor nodig zijn worden door Bakker (1993) aangestipt.

Overigens is het noodzakelijk om voor een toepassing van de CAT-index op een hoge resolutie versie van het HIRLAM nu te beginnen met het opzetten van een database: het is zeer moeilijk om aan referentiemateriaal te komen; die actie moet nu al starten, zodat er tenminste een aanzienlijke database voor verificatie aanwezig is.

B. Anker is begonnen met het onderzoeken van de mogelijkheid tot het ter beschikking krijgen van de terugmeldingen van piloten en de data van een eventuele automatische registratie van meetapparatuur aan boord van vliegtuigen ten bate van (automatische) verificatie van de CAT-index.



## Conclusie en aanbevelingen

Afsluitend kan geconcludeerd worden dat het gevaarlijk weer fenomeen clear-air turbulentie op dit moment geen hoge prioriteit qua onderzoeksinspanning behoeft.

Daarnaast is het wellicht verstandig over de presentatie van de CAT-index op het MWS met de LMD-meteorologen te overleggen. Wellicht is het verstandiger om de CAT-index niet druknivo-afhankelijk te presenteren, maar de diverse nivo's te integreren en via een eenvoudige getalcode de ernst aan te geven en via een eenvoudige kleurcode de hoogte waarop de CAT te verwachten is (of omgekeerd). Dit kan misschien betrekkelijk eenvoudig via een MWS-macro. De vorm waarin dit uitgewerkt wordt moet consistent zijn met andere parameters die op deze wijze gepresenteerd kunnen worden.

## Referenties

Bij het verkrijgen van deze informatie hebben de volgende mensen geholpen: Bram Anker heeft de vragen aan de LMD meteorologen gesteld en de antwoorden teruggemeld, Harry Bakker heeft de CAT index zoals op het MWS ter beschikking is via de DIFAX toegege-licht, Cisco de Bruijn heeft de literatuur over de APL+ module opgezocht en Rudolf van Westrhenen heeft de CAT-index APL+ module gestuurd.

H. Bakker, 1993, Drie objectieve indices voor clear-air turbulentie nader bekeken, KNMI TR-160.

Cisco de Bruijn, Rob Slikker en Harry Bakker, 1994, APL+ ondersteunt luchtvaartmete-orofoon, Uitgezocht, nummer 3.

## Later verkregen informatie

Kees Kling heeft een handig MWS-macro gemaakt waarbij de CAT-index van een bepaald niveau, de Aireps (air-reports), radiosondegegevens en het hoogteveld van het bijbehorende niveau gecombineerd worden in één overlay. Hierin worden gebieden met een bepaalde waarde van de CAT-index gearceerd weergegeven.

## 4.2 Eindverslag

In 1993 heeft Bakker [1] 3 objectieve methodieken voor het bepalen van clear-air turbulentie bestudeerd. Deze methodieken zijn nog steeds actueel, zoals onder andere blijkt uit het verzoek van de CMET commissie om het bewuste TR in het engels te mogen vertalen (mondelijke mededeling H. Bakker). Bakker's studie heeft geleid tot een duidelijke aanbeveling welke binnen het VIM project uitgewerkt en geïmplementeerd is door de Bruijn [2]. De clear-air turbulentie index zoals sindsdien op basis van ECMWF velden via de APL+ uitvoer op het MWS ter beschikking staat, wordt nauwelijks tot niet gebruikt, omdat de LMD meteorologen niet weten wat de betekenis van de contouren is (mondelijke mededeling Anker). De LMD meteorologen gebruiken de WAFC faxen uit Engeland, waarop gebieden met matige en matige tot zware clear-air turbulentie aangegeven zijn. Men is tevreden met deze faxen.

### Conclusie:

De hierboven opgesomde overwegingen hebben geleid tot de conclusie dat een verbetering van de clear-air turbulentie index geen hoge prioriteit behoeft. Wel eventueel de presentatievorm van de clear-air turbulentie index op het MWS.

### Voorgestelde vervolgacties:

Twee vervolgacties zijn gewenst, ten eerste: een betere presentatie van de clear-air turbulentie index. Hiervoor moet nauw overleg zijn met de LMD meteorologen. Deze presentatie moet consistent zijn met de presentatie van andere gelijksoortige parameters. De tweede actie is het archiveren van de terugmeldingen van piloten en/of de data van een eventuele automatische registratie van meetapparatuur aan boord van vliegtuigen ten bate van (automatische) verificatie van de CAT-index.

### Referenties:

- [1] H. Bakker, Drie objectieve indices voor clear-air turbulentie nader bekeken, KNMI TR-160, December 1993
- [2] Cisco de Bruijn, Rob Slikker en Harry Bakker, APL+ ondersteunt luchtvaartmeteoroloog, Uitgezocht, april 1994, nummer 3.



## Hoofdstuk 5 Onweer

### 5.1 Inventarisatie

#### Inleiding

De kans op onweer bestaat in Nederland het gehele jaar, maar is het grootst in het zomerhalfjaar. Gemiddeld komen er per locatie 20 tot 30 onweersdagen voor, maar de variaties hierin zijn aanzienlijk. Zo onweerde het in De Bilt in 1998 op 40 dagen waarvan 35 in de periode van april tot en met oktober. Onweer komt vaak na een dag of een periode van mooi en warm zomerweer. Verwachtingen voor onweer zijn gebaseerd op synoptische kennis en op juiste inschatting van de stabiliteit en vochtverhouding van de atmosfeer in de verwachtingsperiode. Hierbij worden empirische regels en formules gebruikt die als belangrijkste parameters de stabiliteits- en vochtindices in de troposfeer hebben.

Onweer gaat soms gepaard met windhozen, veelal met hagel en meestal met windstoten en overvloedige regenval. In deze oriëntatie worden windstoten behorende bij onweersbuien niet meegenomen, deze worden in een ander deel van het project behandeld.

Blikseminslag, hagel en overvloedige regenval kunnen bijzonder gevaarlijk zijn voor personen, have en goed. Dit heeft zowel te maken met de hevigheid van het verschijnsel, die in de zomer aanmerkelijk groter is, als met het feit dat als gevolg van vooral recreatie en sport in het zomerhalfjaar veel mensen buiten verkeren op flinke afstand van een schuilplaats. Het aantal doden als gevolg van de bliksem ligt in Nederland rond de 4 per jaar.

Hagel en zware regenval is vooral bedreigend door de schade die ze aanbrengen in de land- en tuinbouw, al kunnen hagelstenen met een doorsnee van meer dan 5 cm dodelijk zijn voor mens en dier. Windhozen veroorzaken aanzienlijke schade en kunnen de dood veroorzaken van mensen die in het centrum van de hoos terecht komen. Tornado's zijn in Nederland zeer zeldzaam, maar zorgen voor schade op grote schaal en bijna altijd voor doden en gewonden. Zomerhagel met hagelstenen groter dan 3 cm komt gemiddeld 2 maal per jaar ergens in het land voor. Het is evident dat een goede verwachting van deze fenomenen ongevallen en schade aanzienlijk kunnen beperken.

#### Huidige situatie bij het KNMI

##### Wat wordt nu door de meteorologen gebruikt?

Een kans op onweer wordt door de meteoroloog allereerst ingeschat vanuit de synoptische situatie, vervolgens worden empirische regels en/of formules toegepast. Er zijn veel methodes, maar meestal beperkt men zich tot het gebruik van de zogenoemde Boyden- en/of Bradburyindex.

De Boyden-index (en soms de Bradbury-index) wordt op alle vestigingen van het KNMI gebruikt. Bij de LMD worden daarnaast ook de Jefferson- en Rackliff-index gebruikt. In De Bilt wordt door een enkeling de methode Hanssen (1965) of de methode Roodenburg (1973) toegepast. De basismeteoroloog heeft ook te maken met de Showalter-index omdat deze wordt toegepast door Oostenrijkse collega's in het Satellite Report (SatRep). In de

profilemode van het MWS staan naast het tempdiagram nog een aantal andere indices die echter door de meteoroloog niet of nauwelijks worden toegepast omdat ze gemaakt zijn voor gebruik op het Noord Amerikaanse continent en in West Europa niet zijn geverifieerd. De Boyden-index is erg favoriet door z'n eenvoud. Deze index wordt in alle seizoenen gebruikt al is de kwaliteit in het winterseizoen minder dan in de zomer. De Bradbury-index bepaalt alleen de potentiële onstabiele in de laag tussen 850 en 500 hPa en wordt daardoor alleen maar toegepast in combinatie met andere indices.

De indices worden gebruikt nadat is vastgesteld dat de synoptische situatie en de stabiliteitsopbouw van de atmosfeer geschikt zijn voor het ontstaan van diepe convectie.

### Waarschuwingsbeleid en of criteria

Onweer kan op diverse wijzen in een waarschuwingbulletin van het KNMI voorkomen:

- A. Als wolkbreuk criterium: 5 mm of meer binnen 10 minuten
- B. Als zwaar onweer criterium: veel ontladingen, windstoten, slagregens of hagel.

Onweer komt gemiddeld 108 dagen per jaar ergens in Nederland voor. In de zomer zelfs op meer dan de helft van de dagen. Zelfs voor de gewone onweersverwachting moet dus een selectie gemaakt worden. Hanssen (1965) neemt als eis dat het op 1 van de 10 stations tussen 7 en 21 uur (locale tijd) moet voorkomen. Dat zijn dan nog 1 op de 4 zomerdagen. Een dergelijk criterium kan geverifieerd worden. Dit criterium eis wordt hier als voorbeeld gegeven om te laten zien waar een verifieerbaar criterium uit kan bestaan. Hier is nachtelijk onweer bijvoorbeeld buiten het criterium gehouden, terwijl dit ook zeer gevaarlijk zijn. Om onweer "gevaarlijk" te noemen is nog meer restrictie nodig. Behalve de bliksemfrequentie kan daarvoor bijvoorbeeld het samengaan met windstoten, een wolkbreuk (5 mm of meer binnen 10 minuten) of hagel dienen.

### Benodigde parameters

Boyden: hoogte 1000 hPa vlak, hoogte 700 hPa vlak en de temperatuur 700 hPa (celsius)  
Bradbury: theta w 850 hPa, theta w 500 hPa

Kansverwachtingen en verificatie:

Verificatie van de nowcasting-verwachting van onweer vindt op het KNMI niet plaats. De meteoroloog moet verwachtingen op allerlei termijnen maken en bijstellen. Bij de verificatie van zeldzame verschijnselen (zie waarschuwingsbeleid) mag het correct verwachten van het niet-optreden niet teveel meespelen. Hier moet bij de verificatie-methode rekening mee gehouden worden. Een methode die hiervoor geschikt is, is bijvoorbeeld de Hanssen-Kuipers score (Hanssen en Kuipers 1965). Bij het waarschuwingsbeleid hoort een beslissing over het toelaatbare percentage valse alarms.

### Hoe gebruikt in de operationele dienst?

De Boyden- en de Bradbury-index worden voor elke - via het MWS - op te roepen radiosonde opstijging automatisch berekend en naast het tempdiagram gepresenteerd. Via APL+ worden Boyden velden geleverd tot 48 uur vooruit.



De presentatievorm is alfanumeriek of wordt in velden aangeleverd (Boyden-index). Naast de al genoemde Boyden- en Bradbury-index zijn via het MWS nog 6 andere indices beschikbaar. Deze gegevens worden berekend op basis van het tempdiagram, zowel voor de waargenomen temp als voor de modeltemp. De modeltemps (en de diverse indices) op basis van bijvoorbeeld het ECMWF-model, zijn beschikbaar via het MWS op alle roosterpunten (roosterpuntsafstand 1.5 graad) in een gebied rond Nederland.

### **Is hier een dringend knelpunt?**

Het gebruik van Boyden en Bradbury indices is eenvoudig en de presentatie is helder. Toch is er de wens tot een modernisering van de hulpmiddelen. De Boyden en Bradbury indices zijn ontwikkeld in het pre-computertijdperk. Ze zijn zo simpel mogelijk gehouden omdat berekeningen toen nog met de hand moesten worden uitgevoerd. Veel parameters die belangrijk zijn voor het ontstaan van onweer zijn niet in deze indices verwerkt; zo wordt een uiterst belangrijke parameter als de luchtvochtigheid niet gebruikt. Complexere formules waarin deze essentiële parameters wel zijn opgenomen zijn nu snel en automatisch te berekenen.

Onweer valt in substantieel veel gevallen binnen het gevaarlijk-weercriterium, daarom dient het ontwikkelen van een beter en snel ter beschikking staand gereedschap een hoge prioriteit te hebben.

### **Verschillende verwachtingsmethodieken**

Verschillende indices voor de bepaling van de onweerskansen lijken uiteraard erg op elkaar. Indices die op 500 mbar de T in plaats van de theta nemen missen de bijdrage van een droge bovenlucht op de potentiële onstabiele. De populariteit van "Boyden" komt waarschijnlijk door de toepasbaarheid voor onweer lager in de atmosfeer, d.w.z. in de winter. Met de huidige middelen is het beter de criteria te baseren op kennis van thermodynamica en mechanismen toegepast op 3D velden. Van de dynamische velden zijn vooral temperatuursadvecties op de verschillende hoogten van belang, vorticeitsadvecties spelen waarschijnlijk in eerste instantie een minder belangrijke rol (zie ook manual of satellite meteorology version 2.0, Mesoscale Convective Systems).

### **Conclusie en aanbevelingen**

Via het MWS zijn verscheidene onweer-indices als puntwaarde beschikbaar bij de temps onder de knop profiles. Een beschrijving van deze indices kan gevonden worden op het intranet: <http://info.knmi.nl/wa/mws/onweer.htm>. De getallen die voor de diverse indices gegeven zijn, zijn berekend uit de temp waar ze bijstaan. Dit geldt zowel voor waargenomen temps als voor modeltemps. Een deel van deze informatie is ook onder de knop stations toegankelijk, dit houdt in dat ook de contouroptie toegepast kan worden.

De Boyden- en de Bradbury-index worden het meest door de operationeel meteorologen gebruikt. Deze indices echter zijn ontwikkeld in het pre-computertijdperk, dat wil zeggen dat ze zo simpel mogelijk gehouden zijn omdat berekeningen toen nog met de hand moesten worden uitgevoerd. Veel parameters die belangrijk zijn voor het ontstaan van onweer zijn niet in deze indices verwerkt; zo wordt een uiterst belangrijke parameter als

de luchtvochtigheid niet gebruikt. Complexer formules waarin deze essentiële parameters wel zijn opgenomen zijn nu snel en automatisch te berekenen.

Onweer is direct gerelateerd aan de mate van convectieve instabiliteit. In die zin kunnen onweer-indices ook als convectie-indices gezien worden. Naast de tot nu toe genoemde indices zijn in de hedendaagse literatuur nog andere indices gangbaar voor het bepalen van de convectieve instabiliteit. Zo wordt bijvoorbeeld vaak CAPE, de convective available potential energy, genoemd. Het is gewenst de diverse indices - zoals in gebruik via het MWS en die indices die volgens de literatuur veelbelovend zijn - voor de Nederlandse situatie te valideren en te verifiëren. Daarmee is inzicht te verkrijgen in de toepasbaarheid van de diverse onweersindices voor de Nederlandse situatie.

## Referenties

- De intranet pagina <http://info.knmi.nl/wa/mws/onweer.htm> bevat informatie over de onweer indices zoals deze via het MWS beschikbaar zijn.
- Voor het "Manual of satellite meteorology version 2.0", onderdeel "Mesoscale Convective Systems" kan hier verwezen worden naar de intranet pagina <http://info.knmi.nl/wa/naslag/wa-amd/weerk/satrep/satmanu.htm>
- Hanssen, A.W. 1965, Journal of applied meteorology, vol 4 no2, "An objective method for forecasting thunderstorms in the Netherlands"
- Hanssen, A.W., Kuipers, W.J.A., 1965, KNMI Mededelingen en verhandelingen no. 81: "On the relationship between the frequency of rain and various meteorological parameters"
- Roodenburg, J. 1973, KNMI Verslag V-251: "Het signaleren en het bepalen van het tijdstip van aankomst in Nederland van onweer, dat samenhangt met een warmtestoring uit zuidwest-Europa"

## 5.2 Eindverslag

Een kans op onweer wordt door de meteoroloog allereerst ingeschat vanuit de synoptische situatie. Vervolgens worden empirische regels en/of formules toegepast. Hierbij is de Boyden index favoriet vanwege zijn eenvoud. Dat echter is ook gelijk het nadeel van deze index; veel parameters die belangrijk zijn voor het ontstaan van onweer zijn niet in deze index verwerkt. Dit is veelal ook het nadeel van de andere indices die nu via het MWS [1] beschikbaar zijn. Met de huidige computerfaciliteiten is het beter criteria te baseren op kennis van thermodynamica en mechanismen toegepast op 3D velden (zie ook manual of satellite meteorology version 2.0, Mesoscale Convective Systems [3]).

Onweer is direct gerelateerd aan de mate van convectieve instabiliteit. In die zin kunnen onweer-indices ook als convectie-indices gezien worden. Naast de tot nu toe genoemde indices zijn in de hedendaagse literatuur nog andere indices gangbaar voor het bepalen van de convectieve instabiliteit. Zo wordt bijvoorbeeld vaak CAPE, de convective available potential energy, genoemd. Echter onweerindices die in het buitenland ontwikkeld zijn, werken niet noodzakelijkerwijs voor Nederland, wellicht omdat voor ons voorspelgebied vaak geldt dat de luchtmassa geadvecteerd is vanaf zee, terwijl de indices vaak geoptimaliseerd zijn voor gebieden in het binnenste van een continent [2].

Voorgestelde vervolgacties:

1. Het is gewenst de diverse indices - zoals in gebruik via het MWS en die indices die volgens de literatuur veelbelovend zijn - voor de Nederlandse situatie te valideren en te verifiëren. Daarmee is inzicht te verkrijgen in de toepasbaarheid van de diverse onweersindices voor de Nederlandse situatie. Op basis van de verificatie dient een selectie van een beperkt aantal indices (ook een combinatie van indices of een nieuwe index is mogelijk) gemaakt te worden. Deze indices dienen dan ingezet te worden in de operationele praktijk.
2. Het verwachten van onweer is een belangrijke eerste stap bij het vaststellen van de eventuele verschijnselen die gevaarlijk weer bij onweer veroorzaken, zoals: frequentie ontladingen, slagregens, hagel (dikte van de stenen), windstoten, downdraft, turbulentie, windhozen en tornado's. Behalve voor windstoten zijn voor al deze verschijnselen weinig of geen specifieke verwachtingshulpmiddelen aanwezig of in gebruik. Nadat de optimale indices voor het verwachten van onweer vastgesteld zijn is het van belang om op basis van de waarden van deze indices en andere gegevens te bepalen welke van de hier genoemde verschijnselen kunnen voorkomen. Hierbij zijn ook de waarnemingen stroomopwaarts van belang. Zo worden in het project "niet-Doppler-radar gevaarlijk-weerproduct" bijvoorbeeld verschillende hagel-detectie-methodes vergeleken met waarnemingen. Het resultaat van dit onderzoek zal operationeel beschikbaar komen.

Referenties:

- [1] Onweersindices zoals die via het MWS beschikbaar zijn, zie intranet pagina <http://info.knmi.nl/wa/mws/onweer.htm> (zie bijlage)
- [2] Hanssen, A.W. 1965, Journal of applied meteorology, vol 4 no 2, "An objective method for forecasting thunderstorms in the Netherlands"
- [3] Zie voor het "Manual of satellite meteorology version 2.0", de intranet pagina <http://info.knmi.nl/wa/naslag/wa-amd/weerk/satrep/satmanu.htm>



## Hoofdstuk 6 Mist

### 6.1 Inventarisatie

#### Inleiding

De kans op mist bestaat in Nederland het gehele jaar, maar mist komt in het winterhalfjaar vaker voor dan in het zomerhalfjaar. De ontstaansoorzaak van mist op een locatie kent vele varianten, maar voor Nederlandse situaties kan ruwweg een tweedeling worden gemaakt, namelijk zogenaamde stralingsmist en advectieve mist. Een verwachting van zowel het tijdstip van ontstaan, als het tijdstip van verdwijnen van mist is van belang. (Het gaat bij mist natuurlijk met name om het beperkte zicht, de parameter visibility in de synops).

Mist is in het bijzonder hinderlijk en soms gevaarlijk voor het transport. Wegverkeer, scheepvaart en luchtvaart kunnen door dichte mist ernstige hinder ondervinden en er kunnen gevaarlijke situaties ontstaan bij het plotseling en/of onverwacht optreden van dichte mist. Geschat wordt dat het aantal verkeersdoden per jaar als gevolg van mist in de tientallen loopt. Vooral kettingbotsingen tijdens mist eisen van tijd tot tijd vele slachtoffers. Een schatting van de jaarlijkse schade ligt boven de 100 miljoen. In de scheepvaart vinden aanvaringen vaak in dichte mist plaats en niet zelden zijn daarbij dodelijke slachtoffers te betreuren. In de luchtvaart zorgen vertragingen en annuleringen van vluchten tijdens mist voor miljoenen schade. In de kleine luchtvaart (onder z.g. VFR<sup>1</sup> regels) is onverwachte mist of laaghangende bewolking levensgevaarlijk en is de oorzaak van veel ongelukken.

#### Doel van de mistverwachting

Er is een duidelijk onderscheid tussen de locale en de landelijke mistverwachting. Bij de locale mistverwachting - vooral van belang voor wegverkeer en de luchtvaart - is de situatie duidelijk: de tijdreeks van zicht en wolkenbasis moet verwacht worden. Waarnemingen ter verificatie zijn beschikbaar.

De landelijke mistverwachting is niet de som van vele locale verwachtingen. Het probleem is dat de landelijke frequentie van voorkomen vrij groot is: bijna 40% van de etmalen. Meestal gaat het om locale stralingsmistbanken boven polders en landelijke gebieden, die aldus weinig hinder veroorzaken. Elke keer voor deze mistsoort waarschuwen via een landelijk bericht is dus onnodig en ongewenst. Hiervoor is een waarschuwing van toepassing die toegespitst is op een regio waarin ernstige mistoverlast verwacht wordt. Binnen de huidige opzet van waarschuwingen voor gevaarlijk weer door het KNMI is een dergelijke regionalisering niet mogelijk. Zeer (te) vaak waarschuwen voor mist in een landelijke publieksverwachting leidt tot een negeren van het publiek van een dergelijke waarschuwing. Het is daarom gewenst om t.b.v. de landelijke mistverwachting een bepaalde verifieerbare mate van voorkomen van mistbanken als criterium te kiezen! Men kan daarbij denken aan de ANWB waarnemingen op een aantal mistgevoelige snelwegtrajecten. Advectieve mist hoort altijd in de verwachting thuis, vanwege de horizontale uitgebreidheid.

---

<sup>1</sup>VFR: Visual Flight Rules

## Huidige situatie bij het KNMI

### Wat wordt nu door de meteorologen gebruikt?

Bij de verwachting voor het ontstaan van mist is allereerst de synoptische situatie van belang. Over het algemeen wordt door de meteoroloog met behulp van het verwachte temperatuurs- en vochtverloop in de verwachtingsperiode een inschatting gemaakt over het ontstaan of verdwijnen van mist. Verwachtingsmethoden zijn er legio, de meeste methoden zijn van de zogenaamde Engelse school zoals die te vinden zijn in het leerboek van de meeste KNMI meteorologen: het "Handbook of weather forecasting" of in het "forecasters' reference book". Er is ook een aantal Nederlandse voorspelmethoden, bijvoorbeeld van Hanssen, Cannemeijer en Stalenhoef, gebaseerd op klimatologie en meestal van toepassing voor vliegvelden. In de praktijk kennen al deze methodes flinke beperkingen en het gebruik ervan is over het algemeen in onbruik geraakt.

### Waarschuwingsbeleid en of criteria

Van mist spreekt men in de meteorologie bij zichtwaarden beneden de 1000 meter. Deze meteorologische mistgrens wordt ook bij de maritieme verwachting gehanteerd. Voor het wegverkeer kent men de grenzen dichte mist (zicht minder dan 200 meter) en zeer dichte mist (zicht minder dan 50 meter). Alleen voor deze criteria worden waarschuwingen uitgegeven. Voor het luchtverkeer gelden andere eisen die gerelateerd zijn aan de zogenaamde Aflight Rules (IFR<sup>2</sup> en VFR) of aan de instrument- c.q. breveteisen waaraan vliegtuigen, baanapparatuur en vliegers moeten voldoen.

Mist valt niet onder het gevaarlijk-weercriterium. Wel worden waarschuwingen uitgegeven; de zogenaamde VIF's<sup>3</sup> voor het wegverkeer en Met.Warnings voor de kleine luchtvaart bij plotselinge verslechtingen.

### Benodigde parameters

Parameters die een rol spelen bij het verwachten van mist (ontstaan en/of oplossen) zijn: temperatuur en dauwpunt in de gehele grenslaag, kort- en langgolvlige straling, chemische samenstelling van de lucht, windrichting en snelheid, bewolkingsgraad, dikte en basishoogte. Naast deze atmosferische parameters is ook de volgende informatie nog van belang bij het ontstaan van mist: bodeminformatie zoals (type) vegetatie, structuur, samenstelling, vocht, mate van vochtabsorptie in de grond en in de vegetatie, bebouwing, wegen, wateroppervlakken, enz.

### Hoe is de presentatie?

Hoe de presentatie nu vorm is gegeven is nauwelijks van toepassing. In de synops wordt mist zowel gerapporteerd als "mist met bovenlucht onzichtbaar" als met "meer dan 4/8 lage wolken" (zichtbaar via AWW<sup>4</sup>). Ook de satellietbeelden kunnen een indruk geven over het aanwezig zijn van mistgebieden.

---

<sup>2</sup>IFR: Instrument Flight Rules

<sup>3</sup>VIF: Verkeersinformatie

<sup>4</sup>AWV Alfanumerieke Werkplek Voorlichting, Intranet-toegang tot de meest gevraagde operationele alfanumerieke meteo-informatie



## Is hier een dringend knelpunt?

Voor het verwachten van mist zijn nu nauwelijks hulpmiddelen voorhanden. De gids- en de TAF verwachtingen bevatten verwachtingen voor mist. Bij de gids gaat het daarbij om kansen op zichtwaarden kleiner dan 1000 meter. Bij de TAF gaat het specifiek om verwachtingen voor de luchthavens. Voor het nowcasten van (zeer) dichte mist is de meteoroloog aangewezen op het gebruik van meetgegevens en zijn/haar synoptische kennis. In het verleden is er een project MIVOS (MIst VOorspel Systeem) gestart, maar dit project is nooit afgerond en het systeem is dan ook nooit in de weerkamers geïnstalleerd. Ook andere hulpmiddelen zijn in het verleden de weerkamer gepasseerd, maar geen van deze hulpmiddelen bleek in de operationele praktijk een lang leven beschoren. Wat betreft de vraag of hier een knelpunt ligt is het antwoord daarom, ja; maar het zal waarschijnlijk zeer tijdrovend en moeilijk zijn om dit knelpunt op te heffen.

## MIVOS revisited

In dit kader is het van belang om in te gaan op het project MIVOS, het MIst VOorspel Systeem. Ten grondslag aan het ontwikkelen van het systeem MIVOS liggen vele uren (denk)werk van veel experts binnen het KNMI. Het resultaat is een prachtig stuk gereedschap. Desondanks is dit gereedschap niet gebruikt. Om lering te trekken uit het MIVOS project wordt hier ingegaan op de historie van MIVOS, de redenen dat MIVOS operationeel niet gebruikt wordt en de huidige mogelijkheden van MIVOS.

## Historisch overzicht:

1987: Rapport Projectgroep Beslissystemen: vergelijking van conventionele beslissingsbomen en, toen nog, experimentele expert systemen.

1988-1992: Pilot Project MIVOS: opdrachtgever E. Hofstee (HLMD), later H.Daan (HPEO), projectgroep: D.Blaauboer, H.Wessels, S.Kruizinga, S.Stel, J.Hemink, C.v.d.Goot, J.v.Lierop: gekozen is voor een bestaande expert system shell op een PC waarin ervaringskennis van meteorologen is gecombineerd met fysische en statistische modules. Belangrijkste daarvan waren een stralingsmist model van Wessels en een statistische methode (gebaseerd op modeldata en waarnemingen) van Kruizinga.

1989-1991: Drive: gebruik van MIVOS in een Europees "weer en verkeer" project. Een belangrijk deel van de ontwikkelkosten van MIVOS kon hierdoor worden gefinancierd.

1993-1994: Herbouw MIVOS door BSO: opdrachtgever R.Ivens (HAMD). Na afsluiting van een pilotfase in 1990-1991 is in 1993 besloten het systeem operationeel te maken (in 1992 is er wat betreft MIVOS niet veel gebeurd mede door de inzet van de projectleider van MIVOS in het MWS project dat toen startte). Gekozen is voor een port naar het DEC Ultrix platform waar toen het MWS op ontwikkeld werd. Hierdoor werd een koude integratie met het MWS gerealiseerd (het systeem ging draaien op dezelfde hardware als het MWS, maar communiceerde er niet echt mee). Gebruik werd gemaakt van de software ontwikkelomgeving ART-IM. Nog voordat de operationele oplevering plaatsvond is binnen het project MWS besloten over te gaan naar het nieuwe OS van DEC (DEC-OSF, later DEC-Unix). Er werd voor MIVOS toen geen probleem voorzien omdat de software omgeving ART-IM ook



spoedig onder DEC-OSF beschikbaar zou zijn. Dat is echter nooit gebeurd. Gevolg: MIVOS draaide op een verlaten hardware platform.

1996: Offerte Herbouw MIVOS. Nadat het project weer ruim een jaar had stilgelegen is in 1996 opnieuw offerte aangevraagd voor een port van het bestaande systeem naar DEC-Unix. De offerte was echter boven het beschikbare budget en de port is dus niet uitgevoerd.

### **Wat was de reden dat MIVOS nooit operationeel is geworden?**

Hoewel hierboven de gang van zaken ongeveer beschreven is, kun je niet zeggen dat het niet-operationeel worden van MIVOS alleen door de te hoge kosten van de laatste port is afgeketst. Er is eigenlijk een complex van redenen:

- \* Het KNMI was niet rijp voor het toepassen van kennissysteem-technologie;
- \* Juist op het moment dat MIVOS operationeel zou worden, was de start van het MWS-project dat toen alle andere ontwikkelingen binnen OD/WA verre overschaduwde;
- \* De ontwikkeling van MIVOS was meer gebaseerd op het enthousiasme van de projectleider dan op een breed draagvlak bij de gebruikers en hun managers;
- \* Hoewel in die tijd (1992-1993) een coördinatiegroep Interactieve ProductieLijn (cgIPL) actief was, is het er nooit echt van gekomen een samenhangend beleid t.a.v. de ontwikkeling van interactieve systemen voor de operationele meteorologen uit te voeren (hoewel er wel ooit een "Masterplan IPL" is geschreven).

### **Is MIVOS door de tijd ingehaald?**

Een aantal elementen van MIVOS is ook nu nog actueel: het stralingsmistmodel (elders het 1D fysisch model genoemd), de statistische methodes en de ervaringskennis. Wel zijn de "Masterplannen" veranderd: het interactieve deel van MIVOS zou nu geïntegreerd moeten worden in het HOPWA-onderdeel "Meteorologische Basis-Productie (MetBaPro)", terwijl de automatische delen eerder thuishoren in de fysische en statistische verlengstukken van de APL (als onderdeel van "Stroomlijning Upstream Productie". Maar ook inhoudelijk zou MIVOS herzien moeten worden voordat het in het operationele proces ingezet zou kunnen worden.

### **Lering**

Het project MIVOS leert ons dat de tijd niet altijd rijp is voor nieuwe ontwikkelingen en dat hard- en software-ontwikkelingen soms zo snel gaan dat er niet tegen op te ontwikkelen is. MIVOS als geheel nu nog inzetten is niet meer nuttig. De huidige hulpmiddelen met name op het gebied van computers staan geavanceerdere hulpmiddelen toe. Delen van het MIVOS zijn echter ook nu nog zeer goed bruikbaar.

In MIVOS is naast een aantal vuistregels ook een index verwerkt, de zogeheten Fog Potential Index (FPI). Het gaat hier om a priori kennis: wat je van te voren van gebieden al weet, zoals bodemgesteldheid, welke plekken zijn wel of niet gevoelig voor het optreden

van mist. Met behulp van een Geografisch Informatie Systeem (GIS) is het bijvoorbeeld mogelijk om de vochtthuishouding zichtbaar te maken. Een GIS kan vermoedelijk bijdragen in een mistverwachting. Het onderzoek hiernaar kan gebruik maken van het voorwerk dat gedaan is in het project mist-GIS, een pilot-project dat als primair doel had na te gaan in hoeverre een GIS aanpak in een meteorologische setting gebruikt kan worden (zie eindrapport Meteogis 2000).

## Verschillende verwachtingsmethodieken

### Inleiding

De voor het verwachten van mist gebruikte handmethoden voldoen redelijk, maar er is toch behoefte aan objectieve hulpmiddelen om de mistverwachting te integreren in een toekomstig productieproces. Bij dit laatste spelen een rol:

1. synoptische data (PWS, zicht, wind, temp,  $T_d$ ) en stralingsgegevens,
2. het systematisch gebruik van modelresultaten,
3. een geautomatiseerde guidance,
4. en een systematische verificatie.

Er zijn verschillende soorten mist te onderscheiden. Vele mistsoorten zoals bijvoorbeeld: zeemist, stralingsmist boven sneeuw overdag, mist boven dooiend ijs of sneeuw, laten zich redelijk goed uit synoptische kenmerken verwachten. Nachtelijke stralingsmist en advectieve mist daarentegen zijn lastig te verwachten.

### Problemen bij het voorspellen van nachtelijke stralingsmist

Het ontstaan (en oplossen) van mist in de loop van de nacht ten gevolge van uitstraling is afhankelijk van (onder andere) de hoeveelheid bewolking en de temperatuur en dauwpunt in de grenslaag. Van belang is hoe deze parameters in de loop van de nacht veranderen. Bij het verwachten van stralingsmist zijn er minstens 3 problemen:

1. De (nachtelijke) grenslaag is horizontaal inhomogeen, o.a. door topografische factoren
2. De ontwikkeling van die grenslaag hangt af van subtiele externe forcering door wind en bewolking, waarbij met name de verwachting van bewolking moeilijk blijkt.
3. In de vochtbalans van de grenslaag vormt mistvorming maar een kleine term ten opzichte van dauwvorming. Slechts in een nauw bereik van (zwakke) windsnelheden ontstaat mist.

- ad 1. Dit is een reden om de verwachting tot enkele mistgevoelige locaties te beperken.
- ad 2. Wat betreft de bewolking ligt het voor de hand hiervoor het METCAST model systematisch in te zetten. Wel eerst verifiëren!
- ad 3. Een traditioneel hulpmiddel is het Taylordiagram (Taylor 1917): bij geringe bewolking en windsnelheid ontstaat mist als de vochtigheid in de vooravond al boven een bepaalde drempel zit. Hanssen (1975) heeft aangetoond dat met deze methode een overwaarschuwing van ongeveer een factor twee optreedt. Wel is het mogelijk om met deze methode op een veilige manier te melden dat er GEEN mist te verwachten is. In principe kan het fysisch model dat bij MIVOS is gebruikt, hier bij helpen. Wel



is daarvoor nog verificatie en - zonodig - tuning vereist (een aantal maanden werk met onzeker resultaat). Het is aannemelijk dat toekomstige modellen de grenslaagontwikkeling zo goed gaan beschrijven, dat gebruik voor mistvoorspellingen zinvol wordt. Het ECMWF-model produceert reeds klimatologische verantwoorde resultaten (Teixeira, 1997). Dit is iets om op te blijven letten.

### Verwachting en detectie van advectioneel mist

Als de grenslaag voldoende dik is (niet te zwakke wind) en de mist al vroeg in de nacht begint, kan stralingsmist in advectioneel mist overgaan. Zulke mist kan grotere gebieden bedekken en lost in de ochtend niet zo snel op. Wat een poging waard lijkt, is een nader onderzoek op historisch materiaal naar "predictands" voor het bereiken van dit miststadium. Bij vroegere onderzoeken werden namelijk geen misttypen onderscheiden.

Als voorspellen moeilijk is, wordt het systematische volgen van waarnemingen van belang: met satellieten en grondwaarnemingen. In synops wordt advectioneel mist zowel gerapporteerd als "mist met bovenlucht onzichtbaar" als met "meer dan 4/8 lage wolken". Vaak zijn mistfronten zo van uur tot uur te volgen. De analyse van mistfronten is dus essentieel voor de korte termijnverwachting. Op het MWS zou een "contouring" of "highlighting" volgens deze criteria nuttig zijn.

Met behulp van satellietgegevens is een indicatie van mist gebieden te verkrijgen. Zo vallen gebieden met mist en lage bewolking van andere gebieden te onderscheiden met behulp van het verschil in brightness temperature tussen de AVHRR (NOAA) kanalen 3 en 4 (dit produkt is door de leverancier aangemaakt en binnen het KNMI ter beschikking, met de aantekening dat het produkt alleen voor nachtelijke situaties is aangemaakt - mondelinge mededeling Hans Roozkrans). Het gebruik van dit produkt vergt echter verdere bewerking van deze satellietgegevens: zo moet onderscheid gemaakt worden tussen hoge, middelbare, lage bewolking en mist. Een combinatie met onder andere de oppervlaktetemperatuur is noodzakelijk voordat een interpretatie mogelijk is en ook dan nog is het gebruik zeker niet triviaal. Het is dan ook verstandig om dit produkt voor de Nederlandse situatie te verifiëren voordat het operationeel ingezet wordt. In de nabije toekomst komen bij de nieuwe generatie satellieten (meer) mistprodukten ter beschikking. Met name de hogere horizontale resolutie van deze satellieten zorgt ervoor dat een combinatie van satellietkanalen informatie over mist kunnen leveren. De lancering van meteosat second generation is gepland eind 2000. De combinatie van hoge temporele (iedere 15 minuten) en spectrale (11 banden) resolutie maakt dat van deze satelliet veel impact op de operationele nowcasting van het weer wordt verwacht.

### Oplossen van mist na zonsopkomst

Dit betreft advectioneel mist. Mistgroei gebeurt vooral door uitstraling bij de top van de mistlaag. Oplossen van mist wordt bevorderd door afzetten/uitvallen van mistdruppels bij de grond en door zonnestraling die de grond verwarmt. Van belang is, dat in dergelijke mist het verticale waterinhoudsprofiel nat-adiabatisch is, zodat de optische dikte ongeveer kwadratisch toeneemt met de dikte van de mistlaag. Een grotere laagdikte laat minder zonnestraling door en heeft juist meer straling nodig om op te lossen! Een onbenut hulpmiddel bij het bepalen van de laagdikte bestaat uit de globale kortgolfige-stralingsmetingen die continue op een 30-tal meteorologische stations worden verricht (het gaat hier om 10 mi-



nuten gegevens en wel maximum, minimum en gemiddelde straling in Watt per vierkante meter).

Als hogere wolken ontbreken volgt de straling aan de top van de mistlaag uit de zonshoogte. Uit de relatie tussen de berekende straling aan de top van de mistlaag en de gemeten straling aan het aardoppervlak volgt dan de optische dikte en kan geschat worden hoeveel tijd het oplossen zal vergen. Hierbij kan rekening gehouden worden met (advectie van) geconstateerde verschillen in mistdikte. Bij dit laatste kan de analyse worden aangescherpt met (N)IR satellietbeelden.

Deze aanpak heeft het voordeel dat het oplosproces met schattingen van de relevante energieflex wordt gesimuleerd. Als nadeel telt, dat deze methode pas ruim een uur na zonsopgang gaat werken en dat er hoge eisen worden gesteld aan de integratie van allerlei waarnemingen.

### **Welke parameters worden gebruikt.**

Parameters die van belang zijn voor mist zijn met name: bedekkingsgraad (via satelliet-informatie, synops en METCAST), windsnelheid, gemeten globale straling en zonshoogte (beschikbare globale straling).

### **Conclusie**

Het grootste probleem met mistverwachtingen in verband met gevaarlijk weer is het verwachten van landelijke mist en het verifiëren van deze verwachting. Mist is een zeer veel voorkomend verschijnsel, de kans op voorkomen ergens in het land ergens in een etmaal is 40%. In de operationele dienst wordt een mistverwachting niet als een groot knelpunt ervaren. Kritische schakel in mistverwachtingen is het moment van opklaringen. Hier zou METCAST kunnen helpen.

In de eerdere paragrafen zijn op diverse plaatsen aanbevelingen gedaan. Deze worden hier nog even kort herhaald in de vorm een lijst met mogelijke acties ten bate van mistverwachtingen, met daarbij de opmerking dat verschillende mistsituaties een verschillende aanpak vereisen. De volgorde is beïnvloed door de benodigde inspanning en het verwachte effect (veel effect, weinig inspanning, dan hogere prioriteit). Aanbevolen wordt deze actielijst met enige meteorologen te bespreken en eventueel in projectvoorstellen op te nemen.

Acties in volgorde van prioriteit:

1. Een eenduidige definitie voor landelijke en/of regionale mist is noodzakelijk. Zonder een dergelijke definitie is het moeilijk methodes van mistverwachtingen te ontwikkelen en/of te verifiëren.
2. Operationeel hulpmiddel voor traceren opgetreden advectieve mist. Hiermee wordt bedoeld het gebruiken van de opties contouring en highlighting op het MWS om de (synops) metingen te gebruiken om mist te herkennen en zo de mistfronten van uur tot uur te volgen.
3. Operationeel gebruik van stralingsmetingen en satellietbeelden voor voorspelling van het oplossen van advectieve mist.

4. Inzetten van METCAST voor de korte termijn verwachting van stralingsmist. Bij stralingsmist is de bedekkingsgraad een cruciale parameter. Het goed verwachten van een sterke toe- of afname in de bedekkingsgraad is essentieel. Met name het moment waarop de bewolking oplost dient goed verwacht te worden. Dit vergt een andere aanpak van de verificatie van METCAST dan nu gebruikt. Daarom moet METCAST voor deze toepassing apart geverifieerd worden.
5. Bij mist is het zeker weten dat mist NIET optreedt een belangrijk gegeven. Het operationeel gebruik van statistische hulpmiddelen voor "geen mist" kan in deze zeer behulpzaam zijn.
6. Ontwikkelen van een statistische voorspelling voor de evolutie van stralingsmist tot advectieve mist.
7. Operationeel maken van 1D fysisch model dat bij MIVOS gebruikt is.
8. Gebruik maken van a priori kennis: wat je van te voren van gebieden al weet, zoals bodemgesteldheid, bodemgebruik enzovoorts. De FPI (Fog Potential Index) zoals gebruikt binnen MIVOS is een voorbeeld van het toepassen van dergelijke a priori kennis. Deze index is echter niet optimaal voor het Nederlandse grondgebied (pilotproject MistGIS 2000). Bij het ontwikkelen van een voor Nederland optimale index kan gebruik gemaakt worden van het voorwerk dat gedaan is in het project mist-GIS. Via een Geografisch Informatie Systeem (GIS) is het bijvoorbeeld mogelijk om bodemvocht, bodemgebruik, etcetera zichtbaar te maken. Deze gegevens kunnen binnen GIS gecombineerd worden tot een mistgevoeligheidsindex.

## Referenties

- D. Blaauboer, H.R.A. Wessels, S. Kruizinga, J. van Lierop 1992, "Systeembeschrijving Mist Voorspel Systeem MIVOS" KNMI TR-141 en Memorandum PEO 92-01 (Appendices)
- Hanssen, H.W. 1975, "Uitwerking van een hulpmiddel bij het voorspellen van mist voor de luchthaven Schiphol" Verslagen V-262 KNMI
- Taylor, G.I. 1917, "The formation of fog and mist" P.J. of the R.M.S., 43 246-268.
- Teixeira, J. 1997, "Simulation of fog with the ECMWF prognostic cloud scheme" Technical memorandum ECMWF no 225
- Voor informatie over het pilotproject MistGIS zie: "Eindrapport Meteogis: GIS voor meteorologische toepassingen", (in druk)
- Het "Handbook of weather forecasting" en het "Forecasters' reference book" worden uitgegeven door het Meteorological Office, Bracknell.
- Wessels, 1993: "Meteorologische evaluatie van de zichtmetingen langs de A16" KNMI TR 157

## 6.2 Eindverslag

Het verwachten van mist op basis van de weersituatie gaat vrij goed. Hulpmiddelen die in het verleden in de operationele dienst werden geïntroduceerd, bleken niet significant bij te dragen aan de verbetering van de mistverwachting. Dit komt vermoedelijk omdat mist zeer complex is: er zijn verschillende oorzaken voor mist, daarnaast kan mist zeer lokaal zijn. Om te voorkomen dat de operationele dienst opgezadeld wordt (zoals kenmerkend in het verleden gebeurde) met veel produkten die weinig tot niet bijdragen en dus overbodige ballast vormen, is verificatie van methodes voor mistverwachting noodzakelijk. Het introduceren van hulpmiddelen in de operationele dienst die niet voor de Nederlandse situatie geverifieerd zijn, is zeer onwenselijk. Ten behoeve van een zinvolle verificatie zal in een vervolgproject de definitie van (dichte) mist nader gespecificeerd worden. Voorgestelde vervolgacties (de volgorde is in overeenstemming met de prioriteit zoals die in het orientatiedeel is toegelicht):

1. Opstellen van een eenduidige definitie voor landelijke en/of regionale mist.
2. Operationeel hulpmiddel voor signaleren van opgetreden advectionele mist.
3. Korte termijn model ontwikkelen voor de voorspelling van het oplossen van advectionele mist op basis van stralingsmetingen en satellietbeelden.
4. Inzetten van METCAST voor de korte termijn verwachting van stralingsmist.
5. Model maken dat aangeeft wanneer de kans op mist nul is.
6. Ontwikkelen van een statistische voorspelling voor de evolutie van stralingsmist tot advectionele mist.
7. Operationeel maken van het 1D fysisch model dat bij MIVOS [1] gebruikt is.
8. Afleiden en operationeel inzetten van de mistgevoeligheidsindex bijvoorbeeld met behulp van een Geografisch Informatie Systeem (GIS) [2].

### Referenties:

- [1] D. Blaauboer, H.R.A. Wessels, S. Kruizinga, J. van Lierop: Systeembeschrijving Mist Voorspel Systeem MIVOS, TR-141 en Memorandum PEO 92-01 (Appendices)
- [2] voor informatie over het pilotproject mistgis Voor informatie over het pilotproject MistGIS zie: "Eindrapport Meteogis: GIS voor meteorologische toepassingen", (in druk)



## Hoofdstuk 7 Presentatie

### Inleiding

Het belangrijkste presentatie-middel in de weerkamer is op dit moment het MWS (Meteorologisch WerkStation). Gestreefd is de laatste jaren om zoveel mogelijk presentatie op het MWS te concentreren. Deze lijn dient voor zover mogelijk ook voor gevaarlijk-weerelementen doorgezet te worden. Afwijkende presentatie is zeker in meer hectische weerssituaties een zeer ongewenste situatie. Daarnaast is de eerste insteek met betrekking tot de gevaarlijk-weerelementen een uitvoer via velden (in GRIdded Binary (GRIB) formaat).

### Huidige situatie

Ook ten aanzien van gevaarlijk-weerparameters - gebaseerd zowel op modeldata als op waarnemingen - biedt het MWS de belangrijkste mogelijkheden. Daarnaast zijn op een PC wat aanvullende procedures aanwezig voor het berekenen van enkele gevaarlijk-weerparameters (windstoten, neerslagsoort). Deze zijn echter niet gekoppeld aan het automatische productieproces.

Binnen het MWS zijn de volgende voorzieningen aanwezig die in verband met Nowcasting gevaarlijk weer relevant kunnen zijn:

- alert-functie: er kan een signalering aangezet worden die op grond van door de meteoroloog ingestelde drempels waarschuwt voor het optreden van bepaald "gevaarlijk" weer. De alarmering gebeurt op basis van waarnemingen in een bepaald vooraf ingesteld gebied. De functie is zodanig opgezet dat uitbreiding naar andere data-bronnen mogelijk is, bijvoorbeeld modeldata en radardata.
- meta-file: een datasource in MWS waarin door externe software geproduceerde data gevisualiseerd kan worden. Dit is een geografisch georiënteerd formaat waarmee getallen, symbolen, lijnen etcetera in een kaart gepresenteerd kunnen worden.
- macro-overlays en -folders: met de huidige macro-taal MEL (script-taal gebaseerd op Perl) kan een veelheid aan samengestelde producten gegenereerd worden.
- shapefile: Het "shapefile" formaat is een tamelijk standaard formaat in de GIS-wereld (althans in ArcView en ArcInfo). Hierdoor wordt het mogelijk data naar en van GIS-applicaties te exporteren respectievelijk te importeren.

Voor verdere informatie wordt hier verwezen naar de documentatie van het MWS.

### Ontwikkelingen

De volgende ontwikkelingen (binnen MetBaPro) zijn in verband met presentatie van Nowcasting gevaarlijk-weerparameters van belang:

- GI: HOPWA-project "Grafische Interactie" (GI). In dit project worden de grafische interactie-gereedschappen gedefinieerd en geïmplementeerd waarmee de meteoroloog

automatisch gegenereerde velden uit de APL kan aanpassen. De aldus aangepaste velden worden in de Bewaakte Verwachtingen Database (BVD) geplaatst, waaruit de verdere productie wordt afgeleid (tijdreeksen, teksten). De realisatie van de BVD vindt parallel met het project GI plaats.

Zie voor verdere informatie het Ontwerp-document GI (eindversie beschikbaar). Het project GI bevindt zich nu in de realisatie-fase. Oplevering en implementatie is t.a.v. fase 1 (synoptische schaal interactie) gepland voor maart 2000. De tweede fase (now-casting schaal) volgt in augustus-september.

WMO: De afkorting WMO staat hier voor: Werkgroep Meteorologische Objecten! Deze groep is in oprichting (na aanbeveling van een Workshop Grafische Interactie in Helsinki, december 1998). Meteorologische objecten zijn twee- of drie-dimensionale lichamen die begrensd zijn in ruimte en tijd en die zekere meteorologische kenmerken hebben: een front bijvoorbeeld, of een jet-as. De werkgroep zal zich gaan richten op de definitie van dergelijke MO's en hun toepasbaarheid in de operationele meteorologie. Het Canadese FPA (Forecast Production Assistent) maakt er al ruim gebruik van, en ook in Frankrijk en UK zijn de nodige ervaringen opgedaan. Punt van discussie is onder andere de relatie tussen MO's en meteorologische velden met name ten aanzien van grafische interactie. Is het bijvoorbeeld handiger GI op MO's toe te passen (sleuren aan fronten) dan op velden? En zo ja, hoe vertalen zich de aangepaste objecten in de daarmee samenhangende velden? Zie verder de Proceedings van de Helsinki Workshop.

## Referenties

User manual MWS

Administration manual MWS

Proceedings COST-78 Workshop on Graphical Interaction with gridded fields, Helsinki, 10-12 december 1998

## Hoofdstuk 8 Archivering

Ten behoeve van het onderzoek naar geschikte cq optimale methodieken voor het verwachten van gevaarlijk-weerelementen zijn relevante HIRLAM en APL+ gegevens uit het vroegere WM archief geëxtraheerd. De keuzes die bij deze extractie gemaakt zijn worden verderop in dit hoofdstuk toegelicht. Ten gevolge van ruimtegebrek in het MOS (Massa Opslag Systeem) werd het in het voorjaar van 1999 noodzakelijk om de hoeveelheid gearchiveerde-modeldata sterk te beperken. Het "gevaarlijk-weerarchief" werd daarom gedeeltelijk opgewaardeerd tot zijnde het WM-archief. Na een inventarisatie van wensen voor andere projecten is besloten de gemaakte keuzes betreffende gebied en verwachtingstijden iets uit te breiden. De verantwoordelijkheid voor de archivering ligt nu bij de afdeling ModelData. Deze afdeling heeft ook gezorgd dat de opzet van het archief zo is dat de bereikbaarheid gewaarborgd is en het archief is nu ook voorzien van een algemeen toegankelijke documentatie (Kruizinga 2000).

De motivatie van de archiveringsstrategie wordt nu toegelicht, allereerst voor het tijdvak waarover gearchiveerd is, dan welk gebied waarom is gekozen en tenslotte welke forecast-tijden gearchiveerd zijn.

### Geëxtraheerde modeldata:

Zowel de HIRLAM als de APL+ gegevens zijn uit het WM-archief geëxtraheerd en in het zogenoemde gevaarlijkweer-archief gestopt.

Tot en met 1996 rekende het HIRLAM met 16 lagen. Voor het gebruik van HIRLAM uitvoer bij het berekenen van gevaarlijk-weerelementen was een belangrijke stap voorwaarts in het verleden dat het HIRLAM op 31 lagen in de vertikaal is gaan rekenen. De extractie van HIRLAM (en APL+) gegevens ten behoeve van het project gevaarlijk weer is daarom uitgevoerd vanaf 1 januari 1997.

Er is voor gekozen om in het tijdvak vanaf 1 januari 1997 voor alle dagen modeldata te extraheren, dus niet alleen de voor de geselecteerde testdagen. De reden hiervoor is dat voor het uitvoeren van zogenaamde "false-alarm" tests modeldata van meer dagen dan alleen de dagen met gevaarlijk weer nodig zijn. Er zijn echter wel gaten in het archief. Precieze informatie over de ontbrekende data kan bij de documentatie van het archief bij de afdeling ModelData gevonden worden.

### Naamgeving:

Er is voor gekozen om de HIRLAM gegevens en de op basis van HIRLAM gegevens berekende APL+ uitvoer in één bestand te zetten. Om naamsverwarring te voorkomen is voor een nieuwe naam van dat bestand gekozen, namelijk

IVEN\_ALL\_datum\_verwachtingstermijn\_AB. Dit is dus een samenvoeging van de LAMH\_FMT of LAMH\_LFM (vanaf 98070512) en de LAMH\_APL bestanden. Bij het opwaarderen van het gevaarlijkweer-archief naar het WM-archief is besloten deze afwijkende naam (IVEN) los te laten en over te gaan op een naam die weer aangeeft dat de inhoud van het bestand gebaseerd is op een HIRLAM berekening, namelijk LAMH\_FCS... Ook is besloten in de laatste naam het jaartal met vier cijfers aan te geven.

Van 1 januari 1997 tot en met 31 juli 1998 zijn de filenamen:

IVEN\_ALL-*jjmmdduu00\_0ff00\_AB*



Vanaf 1 augustus 1998 is de filenaam LAMH\_FCS\_ffffmmdduu\_0ff00\_AB, waarbij ff de verwachtingsperiode aangeeft en AB aangeeft dat het om een asimof bestand gaat.

#### Gebied:

Het gebied dat geëxtraheerd is, is Nederland plus omgeving. Deze omgeving is vrij ruim gekozen zodat een gevaarlijk-weerfenomeen ook stroomopwaarts al gedetecteerd kan worden. Bovendien kunnen juist gevaarlijk-weerfenomenen optreden in een stroming met een grote advectionssnelheid. Ook het gebied is bij het opwaarderen van het gevaarlijkweer-archief naar het wm-archief veranderd. Het gebied is bijvoorbeeld naar het Noorden uitgebreid.

#### Extractie-details:

Het programma `intp.x` is gebruikt voor de extractie van alle parameters van het HIRLAM bestand voor een beperkt gebied. Dit programma heeft als standaardinstelling dat de eigenschappen van het eerste veld gebruikt worden ook bij de extractie van de andere velden. Als deze standaard-instelling niet uitgezet wordt, dan wordt er impliciete interpolatie van de windcomponenten naar een niet-gestaggerd veld uitgevoerd. Voor het gevaarlijkweer-archief is deze standaard-instelling wél uitgezet. Er is dus letterlijk een uitsnede uit het HIRLAM veld gemaakt. Dat houdt in dat velden die binnen het HIRLAM gestaggerd zijn ook na de extractie nog gestaggerd zijn. De reden hiervoor is dat indien een interpolatie naar bijvoorbeeld een station gewenst is, het van belang is dat deze interpolatie dan ook expliciet uitgevoerd wordt.

In verschoven pool coördinaten worden de hoekpunten (in één-duizendste graad) gegeven door:

	van 1 januari 1997 tot 31 juli 1998	vanaf 1 augustus 1998
zuid	-22000	-25000
noord	4000	20000
west	-3000	-3000
oost	23000	23000
nx punten	53	53
ny punten	53	91

#### Geselecteerde tijdstappen:

De verwachtingstermijnen waarvoor HIRLAM-data geëxtraheerd zijn is van 1 januari 1997 tot en met 31 juli 1998: de +00, +03, +06, +09 en +12. De argumentatie hierachter is dat het bij dit project om nowcasting gaat. De mogelijkheid om met behulp van een korte verwachtingstermijn uitspraken te doen over gevaarlijk weer moet dus nagegaan worden met een zo nauwkeurig mogelijke HIRLAM verwachting. De 6 uren verwachting komt hiervoor bijvoorbeeld in aanmerking. Verder zijn ook de +18, +24 en +48 urenverwachtingen toegevoegd, voornamelijk uit nieuwsgierigheid. Weliswaar zal een onderzoek naar de kwaliteit van een gevaarlijkweer-index in eerste instantie op een korte verwachtingstermijn uitgevoerd worden, in het algemeen is het ook interessant om te zien hoe ver van te voren de meteoroloog al gewaarschuwd kan zijn.

#### Organisatie archief:

De afdeling ModelData heeft besloten de archieven te organiseren met behulp van tarfiles. Voor elke dag is een tar-file, deze zijn per maand in één directory geplaatst en de

naam van de directory is LAMH\_FCS. Dit is geordend per jaar. Dus voor de gegevens van bijvoorbeeld februari 1997 moet gezocht worden in het directory:

[/mos]/archive/wm/1997/LAMH\_FCS/02.

**Samenvattend:**

Locatie: [/mos]/archive/wm/1997/LAMH\_FCS/MM met MM is de maand, MM=00,...,12

Naam: IVEN\_ALL\_jjmmdduu00\_0fc00\_AB, met fc = 00, 03, 06, 09, 12, 18, 24, 48.

Naam: LAMH\_FCS\_jjjmmdduu\_0fc00\_AB, met fc = 00, 03, 06, 12, 18, 24, 30, 36, 42, 48.

**Referentie:**

S. Kruizinga, 2000, Archief Modeldata, zie N:\wm-md\apldoc\archief

## Hoofdstuk 9 Cases

Geïnteriseerd is welke dagen sinds januari 1997 interessant zijn vanuit een gevaarlijk weer perspectief. Vanaf medio 1998 geschiedde deze inventarisatie met name via monitoring op dagbasis. Dit is gedaan omdat het minder tijd kost om op de dag zelf of binnen een paar dagen een weersituatie te analyseren met behulp van bijvoorbeeld het MWS (Meteorologisch Werk Station) dan de benodigde gegevens uit diverse archieven te extraheren. Bij de samenstelling van de zo verkregen lijst van zogeheten cases is niet naar algemene toepasbaarheid gestreefd, maar naar bruikbaarheid met in eerste instantie een onderzoek naar windstoten in gedachten. De toepassingen zijn later uitgebreid naar meer gevaarlijk weer elementen, zoals bijvoorbeeld mist (alhoewel dat officieel niet onder het gevaarlijk weer criterium valt). De rapportages zoals deze monitoring heeft opgeleverd is ook gebruikt bij het project First-Guess-TAF en bij de evaluatie van het weeralarm door WA.

De informatie die gebruikt is bij de inventarisatie, is afkomstig van

1. het MWS; het Meteorologisch Werk Station
2. DOW: dagoverzicht van het weer
3. MOW: maandoverzicht van het weer
4. MONV: maandoverzicht Neerslag en Verdamping in Nederland
5. KNMI-intranet
6. De weeralarm-waarschuwingen
7. Het project "Ontwikkeling niet-Doppler-radar gevaarlijk-weerproduct"

De dag- en maandoverzichten worden uitgegeven door de klimatologische dienst van het KNMI. De informatie betreffende de uitgegeven waarschuwingen en weeralarms is afkomstig van Frank Kroonenberg. De informatie uit het project "Ontwikkeling niet-Doppler-radar gevaarlijk-weerproduct" is beschikbaar gesteld door Iwan Holleman.

Als voorbeeld van de informatie die deze monitoring heeft opgeleverd is hier het overzicht van de maand november 1999 bijgevoegd.

### voorbeeld: november '99

\* 1/11 frontale zone trekt in de loop van de middag en avond over het land; deze passage gaat gepaard met regen en een harde, aan de kust soms stormachtige ZW-wind; mede als gevolg van een krachtige bovenstroming (ff.850 hPa: 50 à 55 kts) komen uitschieters > 40 kts (Vlieland: 49 kts) voor; het algoritme Ivens overschatte de situatie enigszins (berekening fx: 60 à 65 kts);

\* 3/11 met westenwind wordt zachte lucht aangevoerd, 's nachts brede opklaringen; vanwege de opklaringen en het wegvallen van de wind werd in de verwachting een reële kans op mistvorming aangegeven, met name in O- en ZO-Ned.; in de praktijk bleek hiervan echter nauwelijks sprake te zijn; alleen in Z.Ned. werd hier en daar lichte nevel waargenomen;

\* 4/11 zelfde weersituatie; in de ochtend mist in Noord-Holland en op de waddeneilanden (bovenlucht onzichtbaar);

\* 6/11 actieve depressie trekt vanaf Britse eilanden over de Noordzee in NO-richting; frontpassage gaat gepaard met veel regen: in de NO-polder, O.Flevoland en delen van



N.Gelderland een etmaalsom van meer dan 30 mm (maximum: Swifterband, 08-08 UTC aftapping: 43,8 mm), landelijk gemiddelde etmaalsom: 10 mm (synopstations Schiphol en Lelystad hadden een neerslagsom van ca.25 mm); de depressie veroorzaakt een harde, stormachtige wind en aan de kust storm (Bft 9); eea gaat vergezeld van zware windstoten: kust (IJmuiden) tot 56 kts, land (Nieuw Beerta) tot 45 kts;

\* 9/11 onder invloed van hogedrukgebied boven Schotland wordt vanuit O/NO koude, droge lucht aangevoerd; 's nachts weinig wind; als gevolg van eea in NO.Nederland en Noordoostpolder dichte mist;

\* 13/11 na koude nacht (lichte vorst) 's ochtends in grote delen van het land zeer dichte mist (m.n. in het zuiden en oosten en in de IJsselmeerpolders); de mist handhaaft zich tot diep in de middag;

\* 16/11 passage van koufront gaat gepaard met regen; na frontpassage vanuit NW aanvoer van koude, onstabiele lucht; hierin ontstaan talrijke winterse buien: 's middags en 's avonds sneeuwbuien in midden- en oost-Ned., later ook in het noorden; 's avonds aan de kust (Z.Holland) onweer; in de loop van de avond en aansluitende nacht: zware buien met veel neerslag (mn aan de kust): 10 - 20 mm in enkel uren tijd; neerslagstations in Westland: 08-08 UTC aftapping ( 30 mm (NB matige wind en geen noemenswaardige windstoten);

\* 17/11 na frontpassage op 16/11 in de loop van de dag trogpassage welke gepaard gaat met veel neerslag (etmaalsom RotterdamLH -> 16,1 mm) en zware windstoten; op grond van Hirlam-run 06UTC + 12 (valid 18 UTC) en Ivens algoritme werd berekend: fx = 49 kts, kans fx > 40 kts -> 87%; berekende Boydon-index (zelfde run, zelfde tijdstip): 96 (hele land); hoogst gemeten waarden fx: Vlieland 43 kts, IJmuiden 43 kts, Lauwersoog 45 kts, Stavenisse 54 kts; maximum gemiddelde waarde windsnelheid: Stavenisse = 43 kts (Bft 9); onweer aan de kust van N.en Z.Holland en in Zeeland;

\* 18/11 aanvoer van zeer koude lucht uit het noorden; boven het relatief warme water van de Noordzee ontwikkelen zich zware buien met veel neerslag (etmaalsom RotterdamLH->17,7mm), onweer, hagel en sneeuw; buien gaan bovendien gepaard van soms zeer zware windstoten; ogv Hirlam - forecast voor 12 UTC (run 00UTC +12) en algo "Ivens" werd voor De Bilt fx = 45 kts berekend (kans fx > 40 kts -> 85%); boven land werd deze waarde bij lange na niet bereikt (maximum fx ca. 25 à 30 kts, Schiphol 37 kts); wel in de kuststrook: IJmuiden 43 kts, Stavenisse 45 kts, Lauwersoog 45 kts; Vlieland gaf een maximale fx= 76 kts! de weersomstandigheden, inclusief gladheid door neerslag of bevriezing, veroorzaakten een totale ontwrichting van het verkeer; in sommige delen van het land (Veluwe, N.Brabant, Limburg) vormde zich een sneeuwdek van 6 cm; in de loop van deze dag verdween de sneeuw weer; met name in het westen en het midden van het land was sprake van onweersontladingen;

\* 19/11 aanvoer van onstabiele lucht uit het noorden en noordoosten veroorzaakt buien met onweer en zware windstoten (mn aan de westkust en de waddeneilanden); Hoek van Holland fx = 41 kts, Vlieland fx = 58 kts;

\* 24/11 in de nacht en ochtend tamelijk dichte mist, mn in midden en oost Ned en de N.O.polder;

\* 26/11 -> 27/11 koufrontpassage gepaard gaande met harde/ stormachtige ZZW-wind (IJmuiden:gem.windsnelheid: 35 kts, fx = 39 kts) modellen (ECMWF, Hirlam 25/11 00UTC +48) hadden eea goed aangegeven;

\* 30/11 in de nacht en vroege ochtend enkele mistbanken: N. en Z.Holland, Flevopolders

en Noord Nederland; in Noord Holland zicht soms minder dan 100 m; in de loop van de ochtend lost mist snel op oiv aanwakkerende wind (uit ZW); wind neemt toe tot hard (Bft 7, met windstoten tot 40 kts).

## Hoofdstuk 10 Samenvatting en conclusies

### Inleiding

Op het gebied van nowcasting heeft de operationeel werkende meteoroloog veelal handmatige (tijdrovende) methodes beschikbaar. In de praktijk blijkt in de dienstuitvoering bij de meteoroloog regelmatig de tijd, en soms ook de kennis, te ontbreken om optimaal gebruik te maken van de bestaande methodes. Met name is dit het geval tijdens gevaarlijk weer situaties, waar nowcasting essentieel is, maar waarin de meteoroloog vaak onvoldoende tijd heeft om een goede inschatting van de korte termijn ontwikkelingen in het weer te maken.

Tijdens de inventarisatie van de nu gebruikte methodes voor nowcasten van gevaarlijk weer bleek dat sommige van de zogenaamde handmethoden wel al in geautomatiseerde vorm beschikbaar zijn. Zo is bijvoorbeeld voor onweer de Boyden index als APL+ uitvoer en de Bradbury index als puntwaarde beschikbaar via het MWS bij de temps onder de knop profiles. Voor bijvoorbeeld windstoten is dit niet het geval, maar een groot operationeel probleem is dit niet. De pc-applicatie die nu gebruikt wordt werkt snel en is gebruiksvriendelijk. Voor mist zijn zelfs geen handmethoden beschikbaar.

### Het belang van detectie, extrapolatie en verificatie voor nowcasting

Bij de gekozen aanpak van de inventarisatie is uitgegaan van de nu gebruikte methodes en beschikbare waarnemingen. Onderbelicht zijn nog de (nabije) toekomstige ontwikkelingen op het gebied van detectiemogelijkheden en het nut van "eenvoudige" extrapolatiemethodes. Nowcasting van gevaarlijk weer heeft (natuurlijk) een sterke relatie met detectie van gevaarlijk weer. Voor het nowcasten van gevaarlijk weer is dan ook het project "Ontwikkeling niet-Doppler-radar gevaarlijk-weerproduct" zeer relevant. De weerradar is een zeer belangrijk instrument voor de detectie en monitoring van de ontwikkeling van diverse gevaarlijk-weerfenomenen. De nieuwe radars in De Bilt en Den Helder bieden op dit gebied een betere functionaliteit dan hun voorgangers. Binnen het project "Ontwikkeling niet-Doppler-radar gevaarlijk-weerproducten" worden technieken ontwikkeld en toegepast om de nieuwe producten van de radars optimaal te kunnen benutten ten behoeve van het nowcasten van gevaarlijk weer.

Voor nowcasting doeleinden is gebruik van goede extrapolatietechnieken een belangrijk hulpmiddel. Zo is het met behulp van de Cinesat-software van Gepard mogelijk om aan de hand van de laatste METEOSAT beelden een aantal geforecaste satelliet beelden te bekijken. Naast satelliet gegevens kunnen ook radar-beelden geëxtrapolerd worden. Met behulp van Safir zijn bliksemgegevens beschikbaar, ook extrapolatie van deze gegevens is mogelijk.

Bij de inventarisatie van nowcasting technieken voor gevaarlijk weer bleek verificatie wel standaard uitgevoerd te worden voor bijvoorbeeld (korte termijn) gids- en NWP-producten, maar zelden tot nooit voor specifieke nowcasting en gevaarlijk weer doeleinden. Niet voldoende kan benadrukt worden dat verificatie van het allergrootste belang is. Verificatie geeft informatie over de bruikbaarheid van een methode en kan helpen bij het bepalen van de mate van overwaarschuwing. Bij het waarschuwingsbeleid hoort ook een



beslissing over het toelaatbare percentage valse alarms. Ook het bepalen van de juiste verificatiemaat is zeer belangrijk: bij de verificatie van zeldzame verschijnselen mag het correct verwachten van niet-optreden niet teveel meespelen. Het introduceren van hulpmiddelen in de operationele dienst die niet voor de Nederlandse situatie zijn geverifieerd is zeer onwenselijk. (Het is mogelijk dat een methode die elders goed werkt in de Nederlandse situatie niet voldoet, een voorbeeld hiervan wordt gegeven door Ivens<sup>1</sup> 1988).

Naast de hierboven genoemde ontwikkelingen op het gebied van gevaarlijk-weerkenmerken zijn er nog (veel) meer activiteiten gaande binnen het KNMI die een relatie hebben met nowcasting gevaarlijk weer. We noemen hier met name het COST-78 project, dat gericht was op nowcasting en waar enkele KNMI'ers bij betrokken zijn geweest. Binnen dat kader is in een apart project aandacht besteed aan "early warning" methoden voor convectieve systemen. Het verdient aanbeveling de binnen COST-78 ontwikkelde technieken op toepasbaarheid te toetsen en, indien geschikt, in te voeren. Voor meer informatie verwijzen we hier naar de COST-78 Proceedings of the 2nd international workshop on Development of Nowcasting Techniques, Dresden, 2-4 March 1998. Het eindrapport is nog niet verschenen.

Het in kaart brengen van alle relevante activiteiten op het gebied van nowcasting gevaarlijk weer binnen het KNMI is niet gemakkelijk. De coördinatie van de diverse activiteiten laat te wensen over.

### Korte samenvatting van de resultaten

Dit rapport heeft zich geconcentreerd op een inventarisatie van de nu door de meteorologen gehanteerde vuistregels en methodes en van de operationeel beschikbare waarnemingen en modelgegevens. Ten behoeve van de verificatie en eventuele verbetering van methodes is een archief met operationeel beschikbare modelgegevens aangemaakt. Naast het extraheren van data voor de specifieke windstootmethode (de methode "Ivens") is rekening gehouden met het bredere onderzoek naar gevaarlijk weer, wat inhoudt dat de extractie van modeldata een vrij uitgebreid gebied beslaat en breed toepasbaar is. Dit heeft er toe geleid dat de status van dit archief is opgewaardeerd naar de status van WM-archief. Daarbij is het gebied zelfs nog iets verder vergroot. Ook is een database met testcases aangelegd. De monitoring van gevaarlijk-weersituaties was in eerste instantie gericht op het bijhouden van dagen met gevaarlijke windstoten. Dit verzamelen van zogenaamde cases is vrij spoedig uitgebreid naar het maken van een kort maandoverzicht met de voorgekomen dagen met gevaarlijk-weerfenomenen. Ook deze activiteit heeft een bredere toepassing gekregen, zo zijn deze verslagen ook gebruikt bij de maandrapportages van de TIK (Team integrale kwaliteit).

Daarnaast is een eerste overzicht voor presentatiemogelijkheden toegevoegd. Daarbij moet de volgende kanttekening worden gemaakt: zorgvuldig overleg met gebruikers is noodzakelijk bij het gebruik van piepjes en andere "gadgets" om de aandacht te trekken voor drempelwaarde-overschrijdende data: denk aan de piepjes (voor 40 locaties) die de meteoroloog op gladheid alert moesten maken waarbij de piepjes ook nog eens meerdere malen herhaald werden om te waarschuwen dat er nog niet naar de betreffende strooidienst gebeld was... Het resultaat laat zich raden; de vele piepjes werden al spoedig genegeerd. Piepjes kunnen zeker zinvol zijn als alertmechanisme, maar moeten dan wel met mate worden toegepast. Ook is het gewenst dat het overschrijden van kritische drempelwaarden

<sup>1</sup>R. Ivens 1988, "windstoten bij zware buien" KNMI Memorandum PEO 88-8

voor verschillende gevaarlijk weerfenomenen via een consistente presentatiekeuze onder de aandacht van de dienstdoende meteoroloog gebracht moet worden.

Samenvattend levert het project "nowcasting technieken voor gevaarlijk weer" inventarisatieverslagen op over windstoten, clear-air turbulentie (CAT), onweer en mist. Een handzaam sjabloon om een dergelijke inventarisatie aan te pakken is nu beschikbaar. Een archief met modeldata en een database met testcases is aangelegd. Een eerste overzicht van presentatiemogelijkheden is toegevoegd.

### Conclusies en aanbevelingen met betrekking tot de vervolgactiviteiten

De inventarisatie heeft duidelijk gemaakt dat er voor het nowcasten van mist geen adequate hulpmiddelen zijn. Hulpmiddelen die in het verleden in de operationele dienst zijn geïntroduceerd hebben niet bijgedragen tot het verbeteren van de verwachting van mist. Ondanks te verwachten moeilijkheden is het zinvol om het traject zoals geschetst bij het mist-eindverslag in te zetten. Met name van hulpmiddelen die met weinig inspanning gerealiseerd kunnen worden is het nuttig om deze methodes te verifiëren. Denk daarbij bijvoorbeeld aan het korte termijn bewolkingsmodel METCAST en een op stralingsmist toegespitste verificatie van de bewolkingsverwachting van dit model. Bij een mistverwachting is het vaak mogelijk de doelgroep (wegverkeer, scheepvaart, luchtvaart, ...) op korte termijn te waarschuwen. Dit houdt in dat het gebruik van operationele hulpmiddelen voor het traceren van mist extra nuttig is. Met de huidige mogelijkheden van het MWS is dit goed mogelijk.

Voor het verwachten van windstoten geassocieerd met buien wordt nu een pc-applicatie gebruikt. Deze werkt snel en is gebruiksvriendelijk. Wel is de methode die achter deze applicatie schuil gaat aan een revisie toe. Bovendien is het wenselijk om de verwachting van windstoten in en buiten buien te integreren.

Voor de verwachting van onweer zijn via het MWS acht indices beschikbaar (zie bijlage). De kwaliteit van enkele van deze indices is bekend. De aanwezigheid van zoveel verschillende onweersindices op het MWS lijkt het gevolg te zijn van het enthousiasme van de leverancier (3SI) van de MWS-software en niet van het nut van deze indices voor het verwachten van onweer boven Nederland. Dit is een ongewenste situatie. De eerste acties voor het bepalen van de bruikbaarheid van deze indices zijn opgestart. Dit is echter slechts een klein onderdeel van de aanbevolen vervolgacties voor het verwachten van onweer, en van de met onweer samenhangende verschijnselen die het eigenlijke gevaar veroorzaken, zoals bijvoorbeeld de frequentie van de ontladingen en hagel. Tijdens het opstellen van de inventarisatie bleek dat de benodigde parameters voor de diverse gevaarlijk weerelementen sterk met elkaar verwant zijn. De oplossingen die gebruikt zijn in de handmethoden zijn zwaar beïnvloed door de destijdse beperkte computermogelijkheden. Met de huidige middelen kunnen de algoritmes gebaseerd worden op kennis van thermodynamica en worden toegepast op drie-dimensionale velden. Er kan nu ook gebruik worden gemaakt van fysische parameters die voor de meeste gevaarlijk weerelementen van belang zijn, in plaats van het toepassen van de element-gerichte oplossingen zoals die in de handmethoden verwerkt zijn. Het onderzoek naar de onweerindices leent zich bij uitstek voor het opstarten van een dergelijke meer generieke aanpak. Naast de vrij eenvoudige indices zoals aanwezig op het MWS, kunnen bij dit onderzoek ook de meer moderne methodes worden meegenomen voor het beschrijven van convectieve weersituaties.

## Bijlage onweersindices

Op het KNMI zijn diverse indices in gebruik voor de bepaling van de onweerskans. Deze indices zijn samen met enkele Amerikaanse indices, beschikbaar via het MWS. Uiteraard lijken deze indices erg op elkaar, de verschillen liggen bijvoorbeeld in het gebruik van de temperatuur op een iets andere hoogte of de thetaw in plaats van de temperatuur. Voor de volledigheid zijn hier de formules van de via het MWS beschikbare onweersindices toegevoegd (bron is de MWS intranet pagina <http://info.knmi.nl/wa/mws/onweer.htm>).

### K-index

$$KI = (T850 - T500) + TD850 - (T700 - TD700)$$

- > 20 grote kans op buien met onweer.
- > 40 vrijwel 100% kans op onweer.
- > 30 mogelijkheid tot vorming van Mesoscale Convective Complexes

### Rackliff index

$$Rack = ThetaW900 - T500$$

- > 25 een enkele bui.
- > 30 significante buien met onweer.

### Jefferson index

$$Jeff = 1,6 * ThetaW900 - T500 - 11$$

- > 30 Significante buien met onweer.

### Boyd index

$$Boyd = Z700 - Z1000 - T700 - 200$$

- > 94 kans op onweer



**Lifted index**

$$LI = T500 - T_{p500}$$

- < -2 Grote kans op zware onweersbuien.
- > +2 Kans op zwaar onweer vrij klein.

Bepaling  $T_{p500}$ : Een luchtdeeltje met een mengverhouding gelijk aan de gemiddelde mengverhouding van de lucht in de onderste 3000 voet en de potentiële temperatuur van de droogadiabaat behorende bij de verwachte maximum temperatuur wordt vanaf het condensatieniveau nat-adiabatisch opgetild tot het 500 hectoPascal-vlak.

**Totals totals index**

$$TTI = T850 - T500 + TD850 - T500$$

- > 44 grens van potentieel zwaar onweer.
- > 50 kans op vorming van Mesoscale Convective Complexes.
- > 60 veel losse onweersbuien, enkele zware complexen mogelijk met tornado's.

**Bradbury index**

$$BRAD = \theta_{W500} - \theta_{W850}$$

- < +3 toenemende kans op onweer.

**Severe weather index**

De severe weather index ofwel de SWEAT index:

$$SI = 12 * TD850 + 20 * (TTI - 49) + 2 * FF850 + FF500 + 125 * (S + 0.2)$$

- > 300 zware onweersbuien beginnen voor te komen.
- > 400 Tornado vorming begint op te treden.

Waarbij alle termen die kleiner dan 0 zijn, gelijk gesteld worden aan 0.

$$S = \sin(DD500 - DD850)$$

De term  $S + 0.2$  wordt 0, als er aan één van de volgende eisen niet wordt voldaan:

- $DD850$  tussen 130 en 250 graden.
- $DD500$  tussen 210 en 310 graden.
- $DD500 - DD850 > 0$
- $FF850$  en  $FF500$  beiden  $> 15$  knopen







