

# Mistdetectie en signalering

Programma Gevaarlijk Weer

*Project Verwachtingen voor mist en lage stratus*

*J.P. van der Meulen (red.)*

De Bilt, 2007

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

Auteur: Meulen, J.P. van der  
Foto's: Meulen, J.P. van der

**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 publicatie is 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.**

# Mistdetectie en signalering

## Inhoud

Inleiding, achtergronden van mistdetectie .....	1
Indeling en opbouw van dit rapport.....	3
Directe metingen .....	4
<i>In situ metingen</i> .....	4
Indirecte metingen.....	5
<i>In situ metingen</i> .....	5
<i>Remote sensing</i> .....	9
Andere relevante metingen .....	11
<i>In situ metingen</i> .....	11
<i>Remote sensing</i> .....	15
Overige overwegingen .....	16
Ontwikkelingen buiten Nederland .....	16
BIJLAGE 1	
<i>Methoden, die operationeel meteorologen kunnen gebruiken bij de Mistverwachting.</i> .....	18
BIJLAGE 2	
<i>Voorgestelde acties (Action items)</i> .....	19



*Veerpont bij Wijk bij Duurstede (aan de Lek) tijdens mist (2005-10-06 08:37)*

[blanke pagina]

# Mistdetectie en signalering

## Inleiding, achtergronden van mistdetectie

Mist kan een regionaal maar ook zeer plaatselijk karakter hebben. Het landelijk meetnet met zichtmeters is niet fijnmazig genoeg om alle vormen van mist, die op land en ter zee optreden op directe wijze te detecteren. Mogelijk kan via indirecte technieken, bijvoorbeeld met behulp van (near)-real time waarnemingen vanuit satellieten en op waarnemingen gebaseerde 'now-casting' een betere mist signalering worden verkregen. Het accent hierbij ligt op het kunnen vaststellen van de feitelijke situatie, de werkelijkheid, al kunnen kansverdelingen een relevante rol spelen. Hiertoe geeft dit rapport een beeld van de eventuele mogelijkheden, waarbij er vanuit wordt gegaan dat er thans nog geen dergelijke applicaties voorhanden zijn. Hierbij is gedacht aan zowel in-situ metingen op de grond en in de bovenlucht en aan remote sensing metingen vanaf de grond en vanuit satellieten

Er is al veel ervaring opgedaan in het gebruik van waarnemingen en het toekennen van belang aan bepaalde variabelen onder bepaalde omstandigheden. Een overzicht van de vaardigheden die een rol spelen bij het verwachten en bepalen van mist is te vinden in bijlage 1, Methoden, die operationeel meteorologen kunnen gebruiken bij de Mistverwachting

In dit rapport wordt ingegaan op waarneem- en interpretatiemethoden gebaseerd op directe en indirecte metingen. Essentieel hierbij is dat niet een enkele methode op autonome wijze de benodigde informatie kan opleveren, maar dat de gehele verzameling van beschikbare of te ontwikkelen waarneemmethodes als een "over-redundant" systeem data levert dat na processing de informatie oplevert, bruikbaar voor de signalering van mist. Deze methodiek is beschreven in het Eumetnet rapport PWS/SCI ("Present Weather Systems - Science, Exploratory actions on automatic present weather observations"). De relatie tussen gebruik en waarnemingen is overigens niet eenduidig of vanzelfsprekend. Zie daarvoor het kader over "Meten  $\neq$  Weten".

### Over mist:

We spreken over mist als het zicht minder is dan 1000m.

Mist ontstaat alleen onder specifieke omstandigheden en condities. Hierbij spelen temperatuur, (hoge relatieve) vochtigheid, beperkte windsnelheid en diffusie en ook uitstraling dan wel menging van warme verzadigde vochtige lucht met koude lucht een significante rol. Aerosolen en zeer kleine, zwevende waterdruppeltjes geven de mist. Het groeiproces van de aerosolen, die zich altijd in de atmosfeer bevinden, weliswaar met variabele concentratie en deeltjesgrootteverdeling, is van betekenis voor het verdere verloop van de mistvorming. Of mist zich kan handhaven hangt weer af van andere atmosferische condities, zoals een stabiele verticale opbouw. Mist kan zeer lokaal van aard zijn, maar ook regionaal. Mist kan op een aantal plaatsen ontstaan en zich daarna uitbreiden over een groot gebied, maar kan zich ook verplaatsen. Op zich kan aan de hand van de te verwachten variabelen, zoals temperatuur, vochtigheid, wind aan de grond en de bijbehorende profielen daarboven aangeven worden dat de kans op mist groot is. Of mist daadwerkelijk ontstaat hangt echter toch weer af van bijzondere lokale omstandigheden en de kans op *false alarms* is groot. Heeft mist zich eenmaal gevormd en ontwikkeld, dan gaat het schatten van het tijdstip dat de mist zal oplossen met grote onzekerheid gepaard.

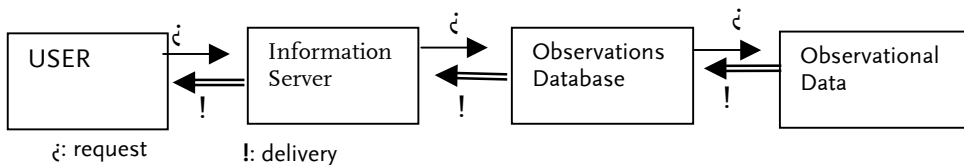
Inzicht in het ontstaan, het verdere gedrag en het oplossen van mist heeft zich ontwikkeld vanaf het begin van de 20<sup>ste</sup> eeuw en er is dan ook veel over gepubliceerd. Voor Nederland is onder andere het onderzoek op de meetmast Cabauw van grote betekenis. Ofschoon veel kennis aanwezig is blijkt het voorspellen van mist en ook het tijdig detecteren daarvan geen sinecure en is omringt door een vrij grote mate van onzekerheid, die zich kenmerkt door *false alarms* (wanneer men aan de veilige kant wil zitten) of *missing hits* (ingeval mist te laat wordt onderkend). Om deze onzekerheid te verkleinen is het nuttig om alle vormen van waarneeminformatie, die voor mistdetectie en signalering relevant kunnen zijn, naast elkaar te zetten en te onderzoeken welke mix aan informatie het meest bruikbaar is en ook goed toegankelijk en begrijpbaar.

Overigens is het vermeldenswaardig dat klimatologisch gezien voor zicht vrijwel altijd geldt MOR > 300 m, met een (geringe) verhoogde kans op zichtwaardes < 200 m (de situatie met 200 m < MOR < 300m komt zelden voor). Er is dus goed onderscheid te maken tussen gewone mist (of slecht zicht, met 200 m < MOR < 1000 m en zeer dichte mist met MOR < 200 m.

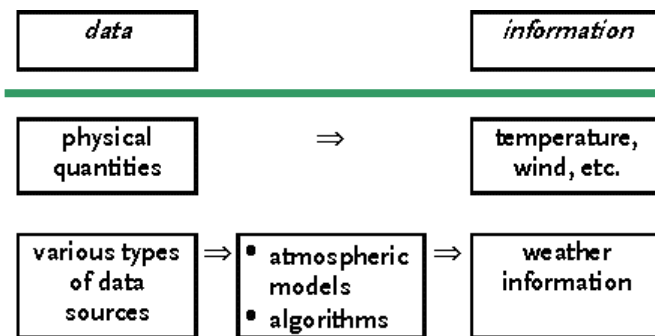
## METEN ≠ WETEN

De uitspraak "meten is weten" is ontstaan uit het motto van de experimenteel natuurkundige Kamerlingh Onnes, "door meten tot weten". Het idee dat kennis direct volgt uit het meten van iets is echter nogal onzinnig, ofschoon "*De stelling 'meten is weten' geldt alleen als je weet wat je meet*" (proefschrift P. Prins, TU Delft) een mooie anti parallel vormt op dit thema. De theoretisch natuurkundige Casimir staat zelfs kritisch tegenover het motto van Kamerlingh Onnes en stelde: "voor men aan het meten kan beginnen, moet men inzicht hebben in de verschijnselen die men wil onderzoeken. Het gevaar is niet denkbeeldig dat men door de zinspreuk van Kamerlingh Onnes ertoe gebracht wordt de mogelijkheid van geheel nieuwe verschijnselen over het hoofd te zien." Waar het dus om gaat is niet zozeer het meten op zich, maar de wetenschap die in staat stelt om door geschikt gekozen metingen te verrichten en te analyseren kennis te verwerven en deze in informatie voor derden om te zetten. Het motto dat hier opgaat is dus "van data tot informatie".

Bij het volledig automatiseren van visuele waarnemingen van de toestand van de atmosfeer en weersverschijnselen is duidelijk geworden dat het onmogelijk is om alle menselijke waarnemingen op identieke wijze door een automaat te laten uitvoeren. Een menselijke waarnemer is redelijk in staat om zijn observatie te vertalen in informatie voor de gebruiker ook al speelt subjectiviteit daarbij een belangrijke rol. Een automatische waarneming is objectief en uniform, maar er is een aparte vertaalslag nodig om de gewenste informatie te genereren, die voldoet aan de kwaliteitseisen. Hierbij spelen twee complexe processen een rol, de eerste betreft de ontwikkeling van functionele specificaties rond waarnemingen op basis van gebruikers wensen, de andere de methode van conversie van data naar informatie. Wat betreft de relatie gebruiker en waarneembehoefte is sprake van een complexiteit in de vorm van een grote diversiteit aan soorten groepen van gebruikers (disciplines), ieder met hun eigen specifieke wensen en de diversiteit aan waarneemtechnieken. Het schema dat hierbij van toepassing is, is<sup>1</sup>:



Ten aanzien van 'van data naar informatie' spelen vooral de applicaties en dataverwerking algoritmen een cruciale rol. Dit kan worden weergegeven met het volgende diagram<sup>2</sup>:



<sup>1</sup> zie: Van der Meulen, Jitze P., The Challenge to Increase the Performance of an AWS, keynote presentation at the 4th ICEAWS (International Conference on Experiences with Automatic Weather Stations), 24-26, Mei 2006, Lissabon Portugal; zie [http://web.meteo.pt/en/extras/webICEAWS/iceaws\\_home.htm](http://web.meteo.pt/en/extras/webICEAWS/iceaws_home.htm)

<sup>2</sup> zie: Van der Meulen, Jitze P., *Present Weather Science (PWS-SCI) - Exploratory actions on automatic present weather observations* (Eumetnet rapport; 2006-06-06); zie <http://www.knmi.nl/~meulenvd/eumetnet/E-PWS-Sci/>

## Indeling en opbouw van dit rapport

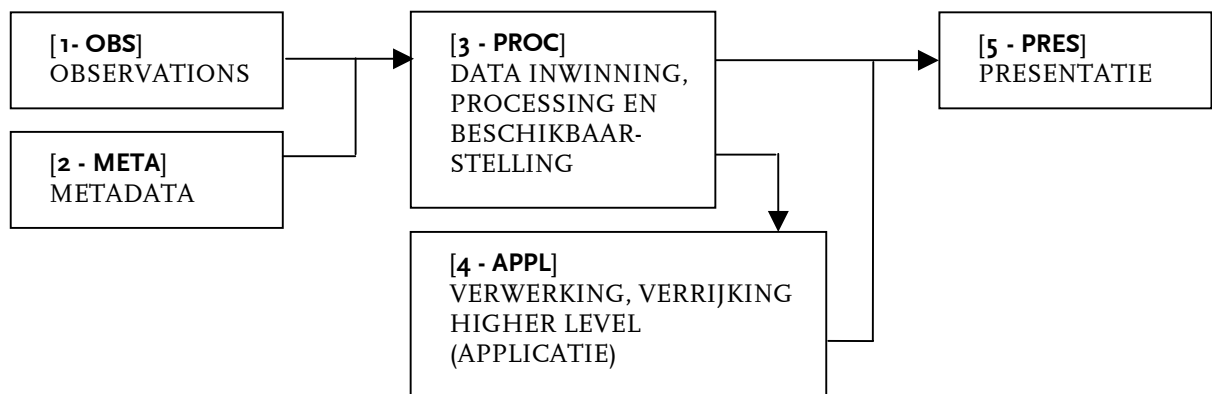
In deze publicatie staan een aantal omrande kaders, die bedoeld zijn ter nadere toelichting. Ook staan in de kantlijn zgn. actiepunten (AI's, "action items"), bedoeld als losse taak om de voorgestelde toepassingen mogelijk te maken. Deze AI's worden in meer detail vermeld in bijlage 2 en kunnen worden gebruikt in een nota met plan van aanpak.

Voor een helder inzicht en voor het maken van keuzes zijn deze AI's gestructureerd en geclusterd. Hiertoe zijn indelingen aangebracht ten aanzien van het verschijnsel mist zelf, uitgedrukt in een status aanduiding, d.w.z.

- ST A. ontstaan van mist (toekomst gericht),
- ST B. detectie van mist (actuele situatie),
- ST C. oplossen van mist (het verdere verloop),

alsmede een procesindeling betreffende data en de interpretatie daarvan (van meten tot informatie, zie ook kader "meten ≠ weten").

### *procesindeling:*



Binnen het geheel van aandachtsgebieden zijn een aantal herkenbare **deelobjecten** te onderscheiden:

- OBJ 1. Top grenslaag, stabiliteit (statisch en dynamisch); herkenbaar thema: profiling (incl. inversies) - issue van betekenis: 'integrated' profiling'
- OBJ 2. Verplaatsing en groei/krimp van mistvelden (dynamisch), inclusief het onderscheid tussen stralingsmist en advectieve mist en tussenmist en lage stratus
- OBJ 3. Potentiële verdamping, incl. bodemvocht (statisch)
- OBJ 4. Ontstaan van mist (inhoudelijk) - issue, o.a.: aerosolen
- OBJ 5. Mist op zee en groot open water. Hierbij inbegrepen: maritieme dienstverlening en heliverkeer voor de off-shore locaties
- OBJ 6. GIS applicaties en presentaties
- OBJ 7. Het oplossen van de mist (dynamisch)

## Directe metingen

### *In situ metingen*

Alle in situ waarnemingen zijn continue automatische instrumentele metingen, die iedere 10 minuten beschikbaar komen (op de luchthavens zelfs iedere minuut).

- Zichtmeter (Z): *real-time* puntmeting van de extinctie coëfficiënt  $\sigma$  waaruit MOR<sup>3</sup> wordt bepaald (zie fig. 1). Deze puntmeting verschilt van een visuele (menselijke) waarneming: de mens meet langs een veel langer optisch pad (bijv. 10 km); een mens kan mistbanken ter plaatse en in de (naaste) omgeving waarnemen, een instrument kan dat niet – hooguit uit een tijdsafhankelijk verloop van  $\sigma$ .
    - Het aantal meetpunten in NL is bescheiden (zie figuur 2 en rapport SwaNet 2005-2010) en de dichtheid van het meetnet is daarmee gering (spatiëring ca. 50 km). Dit meetnet betreft alle synoptische en aero-meteorologische stations<sup>4</sup>, aangevuld met enkele additionele stations (klimaatstations en mistposten). Naast dit meetnet beschikt KNMI ook over 10' data (zicht) uit het meetnet van het Havenbedrijf Rotterdam (HbR)<sup>5</sup> en waarnemers in de regio van RWS-Zeeland<sup>6</sup>. Ook derden (politie, defensie, ANWB-wegenwacht) geven in voorkomende gevallen mistmeldingen door aan het KNMI.
- Mistdetectie (met name bij stralingsmist) eist een zeer hoge plaatsresolutie omdat de puntmetingen een lage ruimtelijke representativiteit hebben bij mist. Om aan deze eis te kunnen voldoen is een meetnet met een extreem hoge dichtheid nodig (zie bijv. TR-157 inz. Meetnet A16-Breda), dat gelet op de hoge kosten per mistdetector onbetaalbaar is. Goedkopere alternatieve informatiebronnen zijn dus welkom.

AI-02

AI-03

AI-04

AI-05

AI-06



Figuur 1, een transmissometer (foto links) en een scatterometer (rechter foto) ter bepaling van zicht en RVR, zoals o.a. in gebruik op Schiphol. Op de rechter foto is ook een windmeter (met barometer) te zien, zoals in gebruik op luchthavens.

<sup>3</sup> De *Meteorological Optical Range* is de variabele, die per definitie wordt gebruikt voor zichtwaarden en is daarmee de maat voor mist.

<sup>4</sup> Onderscheid wordt gemaakt tussen waarnemstations, die zijn ingericht voor de synoptische meteorologie (synoptische stations), voor de luchtvaartmeteorologie (aeronautische stations op de luchthavens), voor de klimatologie (klimatologische stations), voor de hydrologie, voor de landbouwmeteorologie, etc. In een groot aantal gevallen voldoet de functionaliteit van een station aan de eisen, die door een aantal disciplines wordt gesteld. Zo kan een waarnemstation zowel een synoptische, een aeronautisch als een klimaatstation zijn. De helft van de automatische waarnemstations (AWS) in Nederland zijn uitsluitend klimaatstations, maar zijn wel nuttig voor de synoptische meteorologie en worden in dit jargon ook wel 'additionele stations' genoemd.

<sup>5</sup> KNMI en HbR hebben een samenwerkingsovereenkomst, waarbij ook uitwisseling van meetdata is geregeld; account voor KNMI: Frank Lantsheer

<sup>6</sup> Beheer van dit meetnet is geregeld middels een document 'Beheer Mistwaarnemingen Zeeland' (functioneel beheer, auteur: PY de Vries). De techniek is middels een *voice respons* systeem, dat onder supervisie staat van Bert Bergman. Het relationele beheer (met name het reguliere contact met de waarnemers en hun werkgevers) verdient verbetering.



#### Over zichtmetingen:

Zicht en daarmee de detectie van mist is een instantane meting. Zicht is meestal een variabele met een nogal constant karakter, maar kan ook zeer sterk variëren waarbij in korte tijd meerdere decades worden doorlopen, bijvoorbeeld bij binnentrekkende mistbanken. Hierdoor is het meten van het zicht zelf als prognostische variabele voor het voorspellen van mist minder geschikt. Wel kan uit de trend vaak een grove schatting worden gemaakt wanneer de mist zal oplossen.

#### Over zicht: verschil in fysische en menselijke interpretatie, *optical range* en *visual range*.

Elk mens ervaart het zicht anders omdat perceptie en de kwaliteit van het menselijk oog bij iedereen verschilt. Visuele zichtwaarnemingen zijn dus subjectief. Om een objectieve maat voor de toestand van de atmosfeer te definiëren, waarbij de menselijke subjectiviteit is buitengesloten, maar die wel direct verband houdt met het zicht is daarom gekozen voor de zgn. *Meteorological Optical Range* (MOR). De MOR wordt uitsluitend bepaald door de extinctiecoëfficiënt van de atmosfeer (voor zichtbaar licht; extinctie betreft 'mate van lichtverstrooiing'). De definitie van MOR kan worden geïnterpreteerd als 'optische diepte', maar dan met een coëfficiënt die dusdanig is gekozen dat er grote overeenkomst is met de door de mens waargenomen 'visuele diepte' overdag. Dit is de maximale afstand waarbij een donker object tegen een licht achtergrond nog net kan worden herkend (de zgn. 5% regel). Overdag zal dus gelden dat deze MOR gelijk is aan het visuele zicht (*Visual Range*, d.w.z. het zicht zoals een mens die ervaart). 's Nachts, waarbij het menselijk oog veel gevoeliger is en met name voor het detecteren van lichtbronnen, bepalen de kwaliteit van het oog en de sterkte van de lichtbronnen mede de *visual range*. Overdag wordt *visual range* dus bepaald door 'contrast zicht' en 's nachts door het zgn. 'lampen- of vurenzicht'. Kenmerkend is dat bij gelijkblijvende MOR (dus bij een niet veranderende toestand van de atmosfeer), bij nacht en duisternis de *visual range* toeneemt (en > MOR) naarmate het donkerder wordt (het menselijk oog wordt gevoeliger naarmate de achtergrondhelderheid afneemt), c.q. wanneer de lichtsterkte van de lampen toeneemt. Om een goede analyse (bijv. een klimatologische studie) te kunnen verrichten van de *visual range* is het dan ook noodzakelijk om kennis te hebben van zowel MOR, achtergrondhelderheid en lichtsterkte. Een analyse van uitsluitend subjectieve visuele waarnemingen, zonder verdere kennis van deze variabelen, zal dus geen objectieve resultaten opleveren.

## Indirecte metingen

### *In situ metingen*

- Temperatuur en vocht (T/U): Er bestaat een duidelijke, maar niet perfecte correlatie tussen Z en T/U. Lucht- en dauwpunttemperatuur, en vooral het verloop daarvan zijn nuttige variabelen bij de interpretatie van het actuele weerbeeld en kans op mist. De correlatie levert echter geen uniforme en eenduidige verband tussen Z en T/U; de relatie kan wel gebruikt worden in termen als waarschijnlijkheid (in kwantitatieve termen).
  - Het T/U meetnet is dichter dan het meetnet met zichtmeters (alle AWSen meten T/U) zodat T/U metingen als aanvulling kunnen dienen.



*Figuur 3, meting van luchttemperatuur en relatieve vochtigheid opm 150 cm hoogte. Op de voorgrond, boven het gras de meting van de luchttemperatuur op 10 cm hoogte.*



**Over het nut van de variabelen temperatuur, vocht en wind voor het voorspellen van mist:**

Veelvuldig onderzoek heeft aangetoond dat mist alleen optreedt onder bijzondere atmosferische condities, waarbij temperatuur, vochtigheid, wind en aerosoldichtheid en -samenstelling een essentiële rol spelen en vooral de menging van afgekoelde lucht met warme vochtige lucht. Uit onderzoek zijn een aantal handzame regels afgeleid die kunnen worden toegepast om in te kunnen schatten wat de kans op mist is. Hierbij spelen eveneens uitstraling en evapotranspiratie van bodem en gewas een rol van betekenis. Voor nadere details wordt verwezen naar de publicaties "De invloed van de grondwaterstand, wind, temperatuur en dauwpunt op de vorming van stralingsmist: een kwantitatieve benadering" van Jan Terpstra (KNMI TR-219; 1999), "Ontstaan en oplossen van mist" van Herman Wessels (KNMI Memorandum FM-84-10; 1984) en "Occurrence and advection of fog at Amsterdam/Airport (Schiphol)" van F. Cannemeijer en A.H.C. Stalenhoef (KNMI WR 77-12; 1977)

- Globale (inkomende) straling (QG): QG data geven voornamelijk informatie over de mate van (inkomende) zonneshijn – er is dus vooral sprake van een negatieve correlatie tussen QG en Z. QG data geeft overdag een indruk van de dikte van de mistlaag.

AI-09

*Nota bene:* de huidige QG metingen kunnen 's nachts negatieve (uitgaande) straling meten. Omdat de instrumenten echter alleen worden aangewend om inkomende straling te meten én de uitgaande component niet te kalibreren valt, worden alle meetwaarden  $< 0 \text{ Wm}^{-2}$  naar  $QG = 0 \text{ Wm}^{-2}$  "gecorrigeerd". De negatieve component is evenwel relevant omdat deze een indicatie levert voor verhoogde kans op stralingsmist (in de nachtelijke uren)

AI-10

- Het QG meetnet is relatief dicht (spatiëring ca. 40 km): vrijwel alle AWSen hebben een QG meter. Naast het QG meetnet kent het KNMI twee stralingsstations: Cabauw (primaïr) en De Bilt (secundair). Het station op Cabauw is een BSRN<sup>7</sup> station, alwaar een groot aantal stralingscomponenten wordt gemeten, het station in De Bilt met een beperkte set.

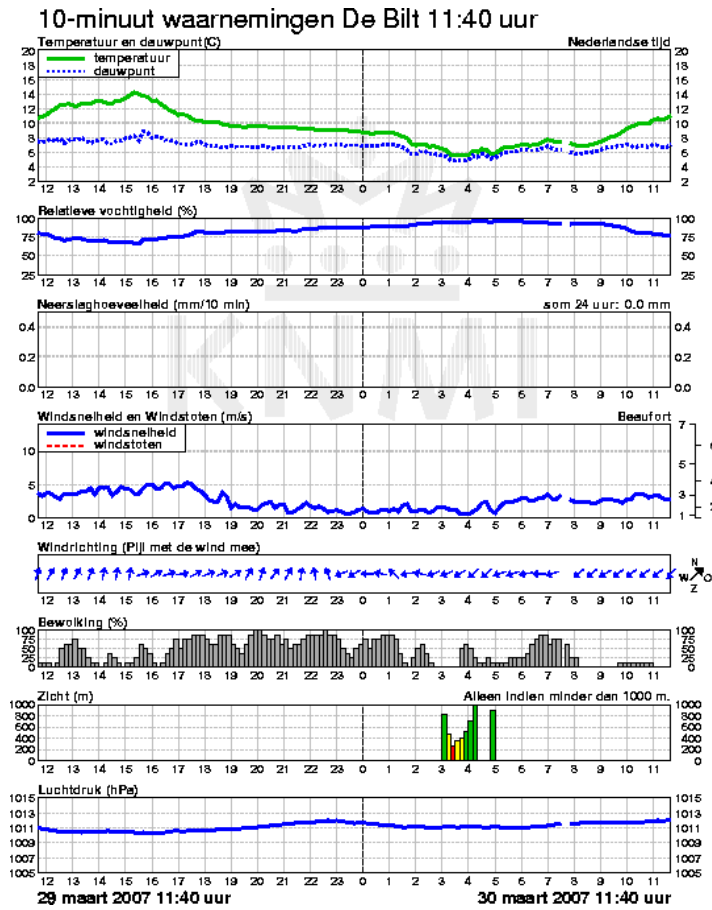
AI-11

- Speciaal voor Schiphol zijn weliswaar een viertal 'mistposten ingericht' (zie fig. 2, [c], BTP, maar aldaar wordt geen straling gemeten ofschoon dit wel zinvol zou zijn.

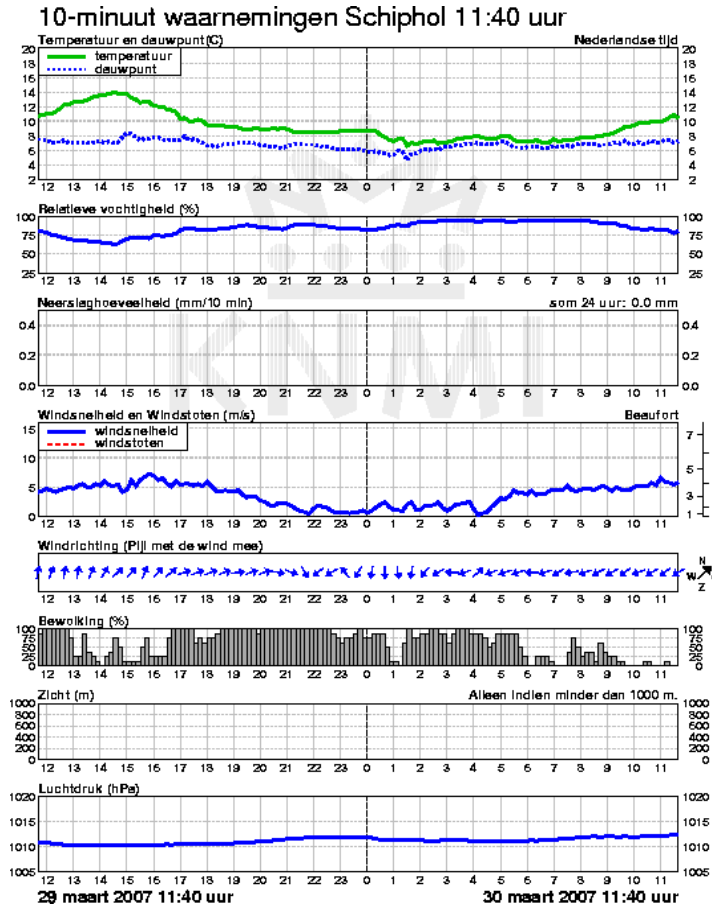


Figuur 4, met behulp van een "globale stralingsmeter" (Kipp CM 11, foto links) wordt de totale inkomende straling gemeten (in de Bilt, 06 260, op het dak van gebouw B, alwaar geen hinder is van omliggende gebouwen en bomen)

<sup>7</sup> BSRN: Baseline Surface Radiation Network, een wereldomvattend meetnet opgezet in het kader van het World Climate Research Programme (WCRP) en het Global Energy and Water Experiment (GEWEX).



Figuur 5, 10 minuut gegevens van o.a. temperatuur, vocht, bedekkingsgraad en zicht voor De Bilt en Schiphol op 30 maart 2007. Voor De Bilt is duidelijk het verband te zien tussen het optreden van mist en onbedekte hemel, iets dat op Schiphol niet is opgetreden. Ook is goed het verschil te zien in het verloop van de luchttemperatuur van beide stations. (zie ook fig. 9 met het verloop van de 10 cm temperaturen van beide stations)



## Remote sensing

- **Bewolking (C) [1]:** LIDAR-Ceilometers (ook wel wolkenhoogtemeters genoemd) meten vanaf de grond het optische back-scatterprofiel, d.w.z. de back-scatter extinctie coëfficiënt  $\sigma_B$  als functie van de hoogte. Uit de structuur van dit profiel worden, bij bewolking, een of meerdere wolken bases bepaald, en uit het tijdsafhankelijke karakter daarvan de bedekkingsgraad. Ingeval van een hoge  $\sigma_B$  vlak boven de grond en verder geen significante structuur wordt in plaats van wolkenbasis het verticale zicht geleverd ( $Z_V$ ).  $Z_V$  is echter een ongekalibreerde variabele, maar geeft wel een goede indicatie voor (zeer) laag hangende bewolking (c.q. mist)<sup>8</sup>. De reikwijdte van de ceilometer is beperkt, hoge cirrus bewolking wordt ook bij afwezigheid van lagere bewolking niet goed gedetecteerd, zodat onterecht bijv. “clear sky” gerapporteerd wordt ('s nachts een indicatie voor mogelijke stralingsmist).

AI-12

AI-13

AI-14

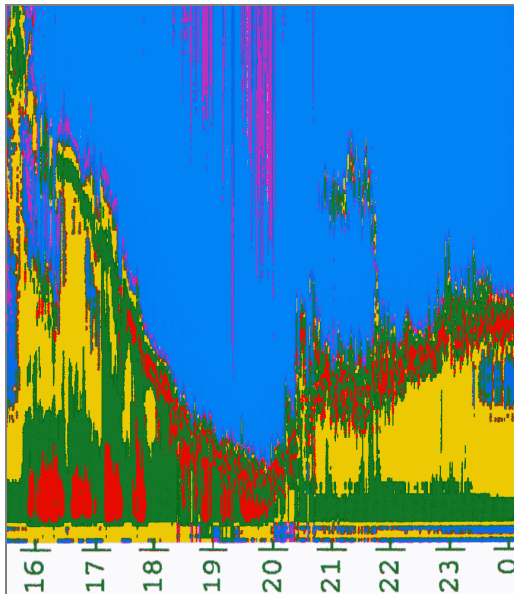
AI-15

AI-16

zie ook  
AI-11

Naast wolkenbasis, bedekkingsgraad en (onder bepaalde omstandigheden) verticaal zicht<sup>9</sup> levert een ceilometer dus ook het *back-scatter extinctie profiel* (in feite de brondata die wordt gebruikt voor de bepaling van de wolkenbasis en verticaal zicht). In mist situaties is het mogelijk om daarmee de intensiteit, dikte *en het verloop* van de mist te bepalen (deze informatie heeft dus een prognostische inhoud). Wellicht dat dit in combinatie met SODAR en windprofilers kan worden geoptimaliseerd.

- Ceilometers bevinden zich op alle synoptische en aero-meteorologische stations alsmede in de additionele stations De Bilt en Vlissingen. De gemiddelde spatiëring is ruim 50 km.
- Op de mistposten buiten Schiphol staan geen ceilometers ofschoon dit de mistwaarnemingen (ontstaan en verloop) kan bevorderen



Figuur 6, typisch voorbeeld (links) van de tijdsafhankelijke output van een ceilometer (foto rechts), met als functie van de hoogte de mate van extinctie (in afnemende sterkte: rood, groen, geel, blauw, violet)

<sup>8</sup> een optie voor  $Z_V$  rapportage (conditie) is bij een wolkenbasis  $< 150$  m en een bedekking van 8/8, terwijl  $MOR < 1000$  m

<sup>9</sup> verticaal zicht is de maximale afstand waarbinnen een object, dat zich boven of onder de waarnemer bevindt kan worden herkend. Anders dan bij horizontaal zicht, waarbij middels een puntmeting aangenomen wordt dat de extinctie coëfficiënt over grote afstand vrijwel constant is op de meethoogte (bijv. 1,5 m), is bij verticaal zicht deze extinctie coëfficiënt zeer variabel over de afstand (zie bijv. fig. 6). Voor het bepalen van het verticale zicht is het dus noodzakelijk om het extinctieprofiel te bepalen.

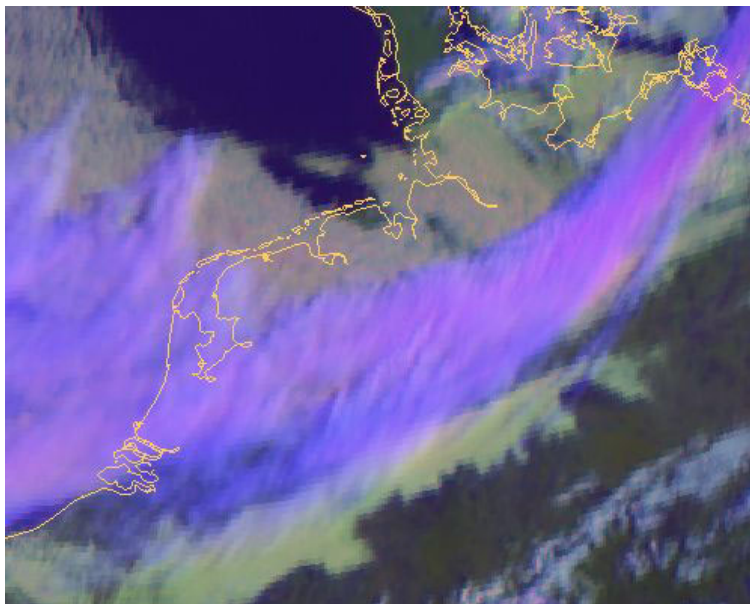
- Bewolking (C) [2] uit satellieten: Met behulp van geostationaire satellieten (MSG) kan in *near real time* uit beelden, verkregen via de verschillende optische kanalen een landelijk GIS beeld worden samengesteld met een vrij hoge resolutie ( $3 \times 4$  km in NL) zodanig dat daaruit mistvelden/laaghangende bewolking (wolke top  $< 500$  m) kan worden herleid. Zie voor een beschrijving (een eerste aanzet) IR 2003-02 (van P. Baas). De wolke top-hoogte wordt bepaald uit wolke top temperatuur wat gerelateerd wordt aan een hoogte m.b.v. van een NWP model. Dit betekent dat de nauwkeurigheid van de hoogte-bepaling afhankelijk is van de verticale resolutie van het NWP model. De observatie van de wolke top temperatuur wordt beïnvloed door het stralingstransport door de atmosfeer. Fouten in de wolke top temperatuur in de orde van 1.2 K leiden tot afwijkingen in tophoogte van circa 200 m. Dit is voor hoge bewolking niet relevant maar voor mist / lage stratus wel!

AI-17

Bewolking uit satellieten: Het bestuderen van mistgevallen in Januari en Februari 2007 laat zien dat optredende mist vaak aan het oog van de satelliet wordt onttrokken door hogere bewolking. Deze hogere bewolking bemoeilijkt een automatische detectie van mist en classificatie.

AI-18

Er moet onderscheidt gemaakt worden tussen dag en nacht situaties. In de dag situatie kan gebruik gemaakt worden van het hoge resolutie kanaal van de MSG ( $1.5 \times 1.5$  km). Hiermee kunnen mistvelden met een hoge resolutie geobserveerd worden (mits hogere bewolking de observatie niet bemoeilijkt<sup>10</sup>). De nacht situaties ontberen het hoge resolutiekanaal, terwijl juist dan de stralingsmist gevormd wordt. Door MSG kanalen van elkaar af te trekken kan de mist 's-nachts duidelijker zichtbaar gemaakt worden. Dit beeld kan de meteoroloog helpen om de uitgestrektheid van de mist gebieden te bepalen in de nacht. Relevant onderzoek, waarvan gebruik kan worden gemaakt, wordt ondermeer verricht door J. Cermak en Bendix (Uni Marburg)<sup>11</sup>. Ook op Cabauw vindt projectmatig onderzoek plaats, o.a. naar grenslaagprofielen en bodemvocht, waarbij vocht en water een belangrijke rol spelen.



*Figuur 7, voorbeeld van een MSG beeld (3 april 2007, 08:00 UTC) waarbij een hoger gelegen wolken laag schuift over een groot mistveld.*

<sup>10</sup> Hoge bewolking kan onderliggende mist volledig aan de waarneming vanuit de satelliet onttrekken, maar ook gedeeltelijk of tijdelijk afschermen.

<sup>11</sup> J. Cermak en Bendix van de universiteit van Marburg (LCRS) doen onderzoek naar mist. Ze hebben een methode om m.b.v. een aanname van waterdichtheid van mist en het liquid water path (LWP) een schatting te maken of een wolk de grond bereikt, gegeven een bepaalde wolke tophoogte. Cermak J. (2006) SOFOS - A New Satellite-based Operational Fog Observation Scheme. PhD thesis, Philipps-Universität Marburg. 2006 Kipp & Zonen Award for Boundary Layer Research.

AI-19

AI-20

AI-21

- Naast directe GIS informatie kan satelliet informatie dienen om:
  1. kleinschalige mistbanken te detecteren, die niet worden opgemerkt door het grofmazige meetnet van zichtmeters
  2. verplaatsing, groei en krimp van mistvelden te bepalen, zoals bij mist uit zee.
- Verplaatsingsvectoren. Voor die gevallen van mist waar geen hoge bewolking aanwezig is kan de bepaling van verplaatsingsvectoren afgeleid uit de verplaatsing van de randen van het mistveld een indicatie zijn van het oplossen van het mistveld, dan wel een prognose geven van de advectie van het mistveld.



*Figuur 8, Brug over de haven van Gothenburg bij laaghangende bewolking; de bovenkant van de brug zit in de wolken (linker foto, op de rechter foto de brug bij helder weer )*

AI-22

AI-23

- Een probleem is dat niet goed genoeg mist van laaghangende bewolking kan worden onderscheiden of niet kan worden waargenomen bij combinaties met bewolking in de hogere lagen (observatie is van boven de bewolking/mist). Situaties met een dicht wolkendek waarvan de basis op ca. 100 m hoogte zit kunnen niet van mist worden onderscheiden. Constateren van een overgang van mist naar stratus is dus niet mogelijk. Om dit wel te kunnen zijn aanvullende, andersoortige metingen nodig. Deze tekortkoming in detectie bemoeilijkt ook de interpolatie tussen twee of meer stations die mist rapporteren. De satelliet kan alleen een waarschijnlijkheid van mist aangeven, maar geeft géén directe mistbepaling. (Er zijn gebieden in NL waarbij sprake is van geaccidenteerd terrein of gebieden met een sterke variatie in grondsoort of land/water. Bij laaghangende mist is in satellietbeelden soms een structuur te herkennen, die sterk overeenkomt met de structuur van het terrein, deze structuur (of textuur) is niet meer te zien zodra de dikte van de mist te hoog wordt en ook sprake zal zijn van lage stratus).

## Andere relevante metingen

### *In situ metingen*

- Windrichting en –snelheid (WR/WS): mist treedt op bij vrijwel windstil weer of zeer weinig wind (zeer geringe menging van de luchtlagen, koude lucht blijft aan de grond met warme lucht erboven, diffusie van vocht is mede bepalend). Als er helemaal geen wind is, slaat het vocht vaak neer als dauw en/of ontstaat er wat grondmist, waarbij er geen hinder hoeft te ontstaan. Direct aan de kust kan mist en wind wel samengaan (binnen waaierende mistbanken, ‘ground touched clouds’). Algemeen geldt wel dat mist negatief gecorreleerd is met wind. Echter, als warme en vochtige lucht over een koude ondergrond wordt

aangevoerd, b.v. tijdens een dooiaanval in de winter, kan ook mist boven land bij een hogere windsnelheden voorkomen. Er hoeft dan geen sprake te zijn van advectioneel mist, want de mist kan boven het koude oppervlak ontstaan. Vaak is er dan echter wel sprake van een combinatie van advectioneel mist en mist die ter plaatse ontstaat.

Bij weinig wind (vrijwel geen menging in de verticale component) verplaatst mist zich en kennis van WR+WS kan worden toegepast bij interpolatie tussen de diverse mist detecterende meetpunten (**NB:** het huidige synoptische meetnet – zie SWaNet 2005-2010 – is qua spatiëring met 10' *refresh rate* als zodanig bepaald).

- Ingeval van mist op grote schaal (d.w.z. grote delen van het land en zee) zijn zichtmeters en windmeters voldoende gespatieerd om m.b.v. interpolatie en als functie van de tijd op alle posities in het land te kunnen aanduiden en in een GIS beeld<sup>12</sup> weer te geven, alsmede het verloop daarvan (mits mist is gedetecteerd door de meetpunten) – zie ook WR 77-12 (Cannemeijer).

**Over het verschil tussen advectioneel en stralingsmist:**

Het is zinvol om een onderscheid te maken tussen stralingsmist en advectioneel mist. Stralingsmist treedt vooral op aan het einde van de nacht met sterke uitstraling, waarbij de temperatuur aan de grond sterk daalt en bij vrijwel geen wind. Stralingsmist kan zeer lokaal zijn, intens en kleinschalig. Bij advectioneel mist is vooral sprake van mist, die zich (relatief langzaam) verplaatst, onder andere in de vorm van mistbanken; er is dus sprake van wind. Mist kan overigens ook bij wind ontstaan (of verdichten) wanneer warme vochtige lucht over een koude oppervlak wordt aangevoerd, bijv. bij dooi. In zo'n situatie is sprake van advectioneel mist in combinatie met mist, die ter plaatse ontstaat.

Stralingsmist kenmerkt zich door een sterke temperatuur inversie: de laagste temperatuur aan het aardoppervlak (d.w.z. een koude onderstaag laag van zo'n 10 m). Advectioneel mist kenmerkt zich door een neutrale stabiliteit in de mistlaag met de stralingsinversie aan de bovenkant van de mist. Dit verschil in stabiliteit maakt dat stralingsmist 'in rust' is, maar tijdens verdere groei of in de fase van oplossen kan gaan drijven. Bij advectioneel mist moet altijd rekening gehouden worden met verplaatsingen. (zie ook WR 77-12, Cannemeijer). Verder geeft dit fysische onderscheid een indicatie waar zich het slechtste zicht moet bevinden. In geval van stralingsmist is dat altijd aan de grond, bij advectioneel mist alleen als de mist 'binnenrolt', maar daarna loopt het zicht vaak weer op (vanwege de dikkere laag en de wind)

- Neerslag: neerslag informatie wordt verkregen uit neerslag meters (R, hoeveelheid en intensiteit) en uit *present weather sensoren* (PWS). Ofschoon mist en lichte neerslag wel kunnen samengaan is in het algemeen sprake van een negatieve correlatie tussen mist en neerslag. Omdat altijd sprake is van een gecombineerde PWS+Z meting zal de R/PWS puntmeting geen aanvullende rol spelen bij mistdetectie, wel in het verloop van de mist.
- Grondvochtigheid en verdamping: bij stralingsmist speelt, naast stabiliteit van de atmosfeer en temperatuurgradient, verdamping een grote rol, d.w.z. mate van verdamping uit grond of open water. Verdamping wordt echter in NL niet direct en in *real time* gemeten. Er is wel een herleide parameter beschikbaar: 'Gewasverdamping', bepaald uit T/U en QG (zie Handboek Waarnemingen voor details). Vanwege QG (alleen overdag) lijkt parameter ongeschikt voor enige toepassing t.b.v. de detectie van mist. Grondvochtigheid wordt in belangrijke mate bepaald door de aanvoer van neerslag. Informatie over de neerslaghoeveelheid van de afgelopen tijd is dus, in combinatie met kennis van waterafvoer, c.q. grondsoort, van belang. De mate van verdamping, van groot belang voor de vorming van mist, wordt bepaald door een aantal factoren, waarbij ook grondsoort meespeelt. Deze factoren kunnen worden gebruikt voor het opstellen van een GIS met gebieden met hoge verdampingskarakteristieken, c.q. gebieden met een verhoogde gevoeligheid op mistvorming. Overigens is verdamping van open water van grotere betekenis dan verdamping van de grond of gewas. Vooral nabij open (zoet) water treedt mist als eerste op. Kennis van gedrag van de luchtlaag boven open water in relatie tot de watertemperatuur is echter bescheiden. De verdampingsprocessen van zeewater

AI-24

AI-25

<sup>12</sup> Bedoeld wordt hier geo- of cartografische presentatie op een beeldscherm.



zijn wellicht zelfs beter in kaart gebracht (hierbij speelt mee dat het verschil in temperatuur tussen zeewater en de lucht erboven hooguit een paar graden Celcius is).

**Over grondvochtigheid en evapotranspiratie:**

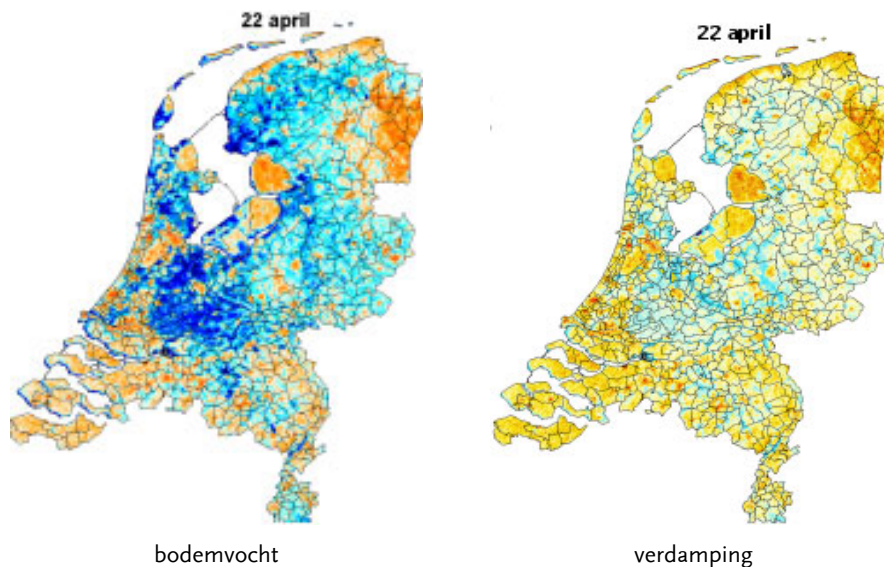
De berekeningen van gewasverdamping zijn gebaseerd op de aanname dat de bodem voldoende vochtig is, zodat het gewas maximaal kan verdampen. Ten tijde van droogte wordt hieraan niet voldaan. Echter kan worden aangenomen dat de kans op mist ten tijde van droogte minimaal is en deze afwijking zal dus geen invloed hebben op verdere herleidingen.

Uitsluitend gewasverdamping (transpiratie) wordt herleid, niet de directe verdamping van de bodem en ook niet de directe verdamping van oppervlakte waters. In het buitenland wordt overigens verdamping van oppervlakte water wel direct gemeten met behulp van *evaporation pans*

AI-26

**Bedrijven, actief op het gebied van dienstverlening inzake bodemvocht en verdamping middels satellietdata:**

Het wetenschappelijk adviesbureau WaterWatch (zie <http://www.waterwatch.nl/>, shareholders W.G.M. Bastiaanssen and E.J.M. Noordman) heeft een alternatieve herleiding van bodemvocht ontwikkeld, genaamd SEBAL (*Surface Energy Balance Algorithm for Land; SEBAL computes actual, potential and reference evapotranspiration, root zone soil moisture and biomass growth from low resolution (1 km) and high resolution (30 m) satellite images with minimum inputs.*). Een interessant product hiervan is een kaart van Nederland, met overzicht van de bodemvochtigheid en verdamping, zie <http://www.droogte.info/>. Voorbeeld:



AI-27

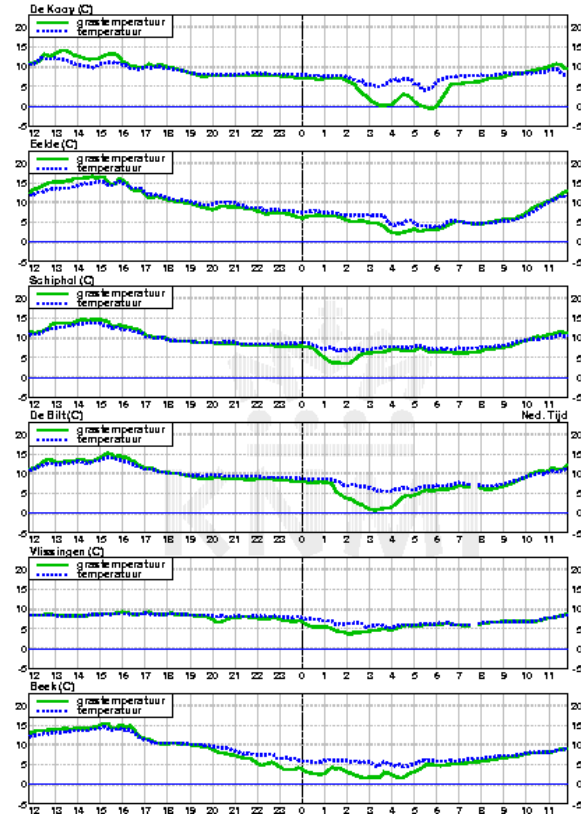
AI-28

AI-29

AI-30

- Temperatuurgradiënt (relevant voor stralingsmist): op alle stations wordt de (lucht) temperatuur gemeten op 10 cm en op 150 cm hoogte en met een meetonzekerheid van ca. 0.2 °C. Het is daarmee mogelijk om voor 0 – 2 m boven de grond een schatting te maken van de temperatuurgradiënt. Op de vier mistposten rond Schiphol wordt op 50 cm en op ca. 8 m de temperatuur gemeten zodat daar voor 0 – 10 m de gradiënt bekend is. Deze gradiënt is een relevante parameter om in combinatie met winddata stralingsmist te kunnen onderscheiden van advectieve mist.

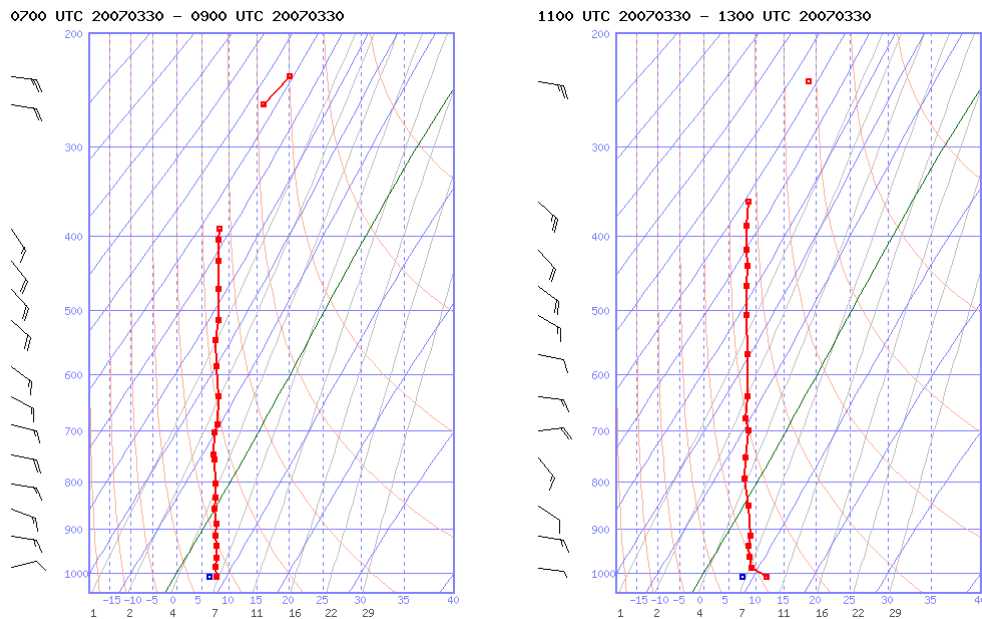
10-minuut waarnemingen (GRAS)TEMPERATUUR 11:50 uur



Figuur 9, tijdsafhankelijke verloop van de 10 cm luchttemperatuur. Het verschil tussen de 10 cm en de 150 cm luchttemperatuur is een goede indicatie voor mogelijke mistvorming. Zie het grote verschil tussen De Bilt en Schiphol rond 3 uur (zie ook fig. 5, waarbij in De Bilt  $N=0/8$  met mist en op Schiphol  $N=7/8$  zonder mist).

- Temperatuur- en vochtprofielen, verkregen met radiosonde metingen en via AMDAR. Radiosonde waarnemingen en de AMDAR-vliegtuigwaarnemingen leveren een temperatuur-, vocht<sup>13</sup> en windprofiel. Gelet op de ruimtelijke en tijdschaal<sup>14</sup> is het vooralsnog niet duidelijk in hoeverre deze profielen kunnen bijdragen in het signaleren van mist. Dergelijke profielen helpen bij het vaststellen van temperatuur inversie, de top van een mistlaag. (zie ook, hieronder, SODAR profielen)

AI-3 I



Figuur 10, AMDAR profiel (syntemp), met temperatuur en windinformatie

<sup>13</sup> Voor AMDAR: Onder test

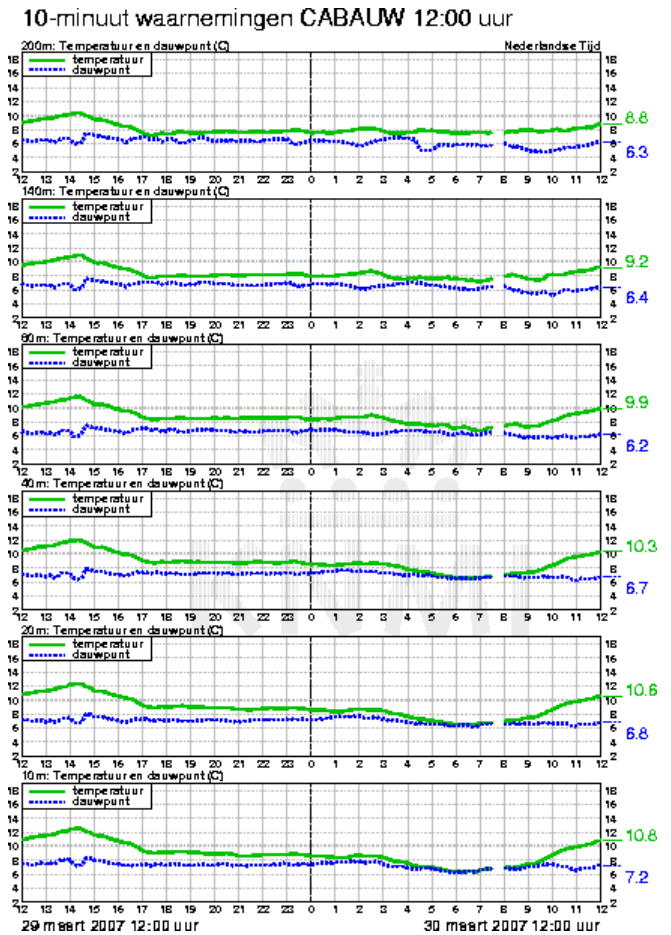
<sup>14</sup> Radiosonde: twee maal per dag vanuit De Bilt; AMDAR: zeer frequent boven Schiphol.

Naast temperatuur en vochtprofielen kan ook tot op geringe hoogte op continue basis een profiel worden gemeten, zoals op Cabauw (maximale hoogte: 200 m)

AI-32

AI-33

AI-34



Figuur 11, lucht- en dauwpunttemperatuur, gemeten op de mast van Cabauw. Deze metingen geven tot 200 m hoogte informatie over het temperatuur en dauwpunt profiel.

### Remote sensing

AI-35

AI-36

AI-37

AI-38

- **Bodemvochtigheid:** In 2008 zal SMOS (*Soil Moisture and Ocean Salinity*) polaire satelliet worden gelanceerd<sup>15</sup>. SM data zullen in *near real time* worden geleverd door ESA en verwerkt door o.a. ECMWF. Daarnaast kunnen m.b.v. de huidige scatterometers a/b ERS-2 en Metop ook uit de geleidbaarheid van het aardoppervlak een mate van soil moisture worden bepaald<sup>16</sup>. Deze data kunnen nuttig zijn bij algoritmes, die selecteren (filteren) op 'gebied, gevoelig voor mist' (*sensitive areas*). De ruimtelijke resolutie van de meetsystemen is echter beperkt (ca. 30 km) zodat deze data alleen voor een vrij grove ruimtelijke informatie kan worden toegepast en het nut dus niet *a priori* aangetoond kan worden.
- **Temperatuur- en vochtprofielen:** Aan boord van de Metop bevinden zich sensoren (IASI, MHS), waarmee het mogelijk is om temperatuur en vochtprofielen te genereren. De verticale resolutie is 1 km en de horizontale sampling afstand is 25 km, de meetonzekerheid is 1 K, resp. 10%. Of deze profielen een nuttige bijdrage kunnen leveren zal nader moeten worden onderzocht.
  - Bij polaire satellieten, zoals Metop en ERS geldt dat slecht 2x per dag een lokale waarneming op vaste tijdstippen (zonnetijd) plaatsvindt. De frequentie van waarnemen is dus veel bescheidener dan dat van een geostationaire satelliet (zoals MSG).

<sup>15</sup> Voor details, zie ESA brochure BR-224 of <http://www.esa.int/esaLP/LPsmos.html>

<sup>16</sup> Aan de Universiteit van Wenen wordt hieraan gewerkt door prof. Wagner.

AI-39

AI-40

AI-41

- Meting van het profiel met behulp van SODAR (*SOund Detection And Rangeing*). Aan de hand van SODAR profielen is het mogelijk om de gelaagdheid van mist te herkennen en ook de ontwikkeling daarvan (SODAR toont inversies). SODAR werkt goed bij weinig of geen wind. Bij harde wind verwaaid het geluid, maar dat is voor mistdetectie niet van belang.
  - Op Schiphol en op Cabauw staat een SODAR. Mogelijke *real-time* toepassingen zullen nader moeten worden uitgezocht; hierbij is datacommunicatie een eerste zorg.

### Overige overwegingen

AI-42

- Deeltjesgrootteverdeling aerosolen: Mist ontwikkelt zich uit aerosolen tot zeer kleine zwevende waterdruppeltjes. Dit vormingsproces kan vrij eenvoudig worden gekarakteriseerd m.b.v. de beschrijving van de deeltjesgrootteverdeling (en het verloop daarvan). Deze verdeling is wel goed te meten, maar deze optische apparatuur is kostbaar en onderhoudsgevoelig<sup>17</sup>

AI-43

zie ook  
AI-23

- Klimatologie van mist: Over het algemeen is het zicht > 300 m (meestal rond de 10 km). Zicht < 300 m komt nogal weinig voor, maar er is wel een hogere frequentie met zicht rond de 100 m. Dit laatste geldt typisch voor dichte mist en mistbanken. Als het zicht omlaag gaat en < 200 m dan is de kans groot dat sprake zal zijn van de vorming van dichte mist.

AI-44

AI-45

AI-46

AI-47

AI-48

AI-49

AI-50

AI-51

- Gebied: zowel op land als op zee wordt het zicht gemeten. Vooral voor heliverkeer naar en van de off-shore installaties is mistdetectie relevant. De dichtheid van het meetnet op zee is echter beperkt, maar wel bekend voor de off-shore installatie (echter niet goed genoeg daartussen). Uitgezocht moet worden of voor de Noordzee andere detectietechnieken moeten worden gebruikt dan voor land.
- Bij algoritmes, in te zetten bij interpolaties, kan gebruik worden gemaakt van GIS informatie over "mistgevoeligheidsgebieden" (op grond van kennis bodemvocht). E.e.a. kan de performance van het detectiesysteem op GIS niveau vergroten.
- Invoer van nieuwe speciale parameters: (a) de zgn. *Fog Potential Index* (FPI), die de kans weergeeft op mist in de eerstkomende uren. FPI wordt nader uitgelegd in KNMI TR-175 (Terpstra; blz. 16 e.v.), en (b) de *Fog-Point Temperature* (FPT), zoals beschreven in het *Forecaster's Reference Book* (Meteorological Office, 1997, met o.a. methode Saunders, 1950)<sup>18</sup>

### Ontwikkelingen buiten Nederland

AI-52

Voortkomend uit COST action 720 (*completed*, "Integrated ground-based remote sensing stations for atmospheric profiling") is thans binnen de "Open call" een voorstel "pre-selected"<sup>19</sup>, waarvoor ook het KNMI benaderd is: "Automatic Cloud and Fog Observing System (ACFOS)"<sup>20</sup>, dat is ingediend door Prof. Mätzler (Uni. Bern, Zwitserland).

<sup>17</sup> Mogelijk kan RIVM wel aerosol data leveren.

<sup>18</sup> FPT: de lucht temperatuur, waaronder mist zal ontstaan. UKMO heeft de methodes van Saunders (1950) en Craddock and Pritchard (1951) geëvalueerd met het numerieke UKMO *Site-Specific Forecasting Model (SSFM)*. Hieruit is gebleken dat SSFM veel betere resultaten oplevert dan de traditionele methoden; zie [http://www.metoffice.gov.uk/research/nwp/publications/nwp\\_gazette/sep02/assess.html](http://www.metoffice.gov.uk/research/nwp/publications/nwp_gazette/sep02/assess.html)

<sup>19</sup> Status per 2007-06-19: revised version date = 2007-03-15

<sup>20</sup> OC-2006-263; Domain: Earth System Science and Environmental Management, titel: "Automatic Cloud and Fog Observing System (ACFOS)", zie "List of Pre-selected proposals" op <http://www.cost.esf.org/>

De mogelijkheid bestaat dat de voorgestelde COST activiteiten een sterke gelijkenis vertonen met dit programma. Het is dus van groot belang om bij deze ontwikkelingen betrokken te zijn.

Ook is er een afgeronde COST action, No. 722, "Short range forecasting methods of fog, visibility and low clouds", waarvan de resultaten zonder meer interessant zijn<sup>21</sup>.

Deze COST actions vallen allemaal onder het COST domein ESSEM, 'Earth System Science and Environmental Management'.



*Opkomende stralingsmist boven een weiland nabij de A12  
(tussen Odijk en Driebergen, 2005-10-06 19:00)*

---

<sup>21</sup> Op een aparte COST 722 website, <http://137.248.191.94/cost/index.html>, zijn een groot aantal weblinks te vinden, o.a. naar presentaties van meetings, waaronder workshops. Bijvoorbeeld <http://137.248.191.94/index.php?id=191> (6th EMS, 2006) en de EMS/6th ECAC sessie over 'Short range forecasting methods of fog, visibility and low clouds' op [http://www.cosis.net/members/meetings/sessions/accepted\\_contributions.php?p\\_id=212&s\\_id=3819](http://www.cosis.net/members/meetings/sessions/accepted_contributions.php?p_id=212&s_id=3819).

## BIJLAGE 1

Methoden, die operationeel meteorologen kunnen gebruiken bij de Mistverwachting.

### 1. Stralingsmist

- a. Drukverdeling
- b. Luchtsoort
- c. Grondsoort
- d. Jaargetijde (ook de zomer)
- e. Uur van de dag (nachts en zonsopkomst) en lengte van de nacht
- f. Lokale mistgevoeligheid (klimatologie van de locatie)
- g. Neerslag gevallen?
- h. Vers gevallen sneeuw, sterke afkoeling
- i. Bedekkingsgraad
- j. Wind (0-3kn) op 10m.
- k. Windmaximum top grenslaag ( $\geq 15-20$ kn) ?
- l. Stabiele opbouw, T neemt toe met de hoogte evenals  $T_d$
- m. Verloop naar verwachte  $T_{\min}$
- n. Verloop naar verwachte  $T_{d \min}$
- o. Gaat  $T_{\min}$  over  $T_{d \min}$  ?
- p. Ja, oververzadiging: op  $\theta_s - p$  diagram mengverhouding bepalen en bij lichte mist oververzadiging = 0.5 gr/m<sup>3</sup>, bij dichte mist 1.5 gr/m<sup>3</sup>
- q. Vochtverloop met de hoogte, tot  $\pm 1000$ m. Methode Saunders uit Forecasters Reference Book voor grafische bepaling van  $T_{\text{fog}}$  brengt dit in rekening en levert een Temperatuur waarbij de mist zal ontstaan.
- r. Zichtveranderingen bij Nacht – DAG overgangen (dus VIS naar MOR)
- s. Overgang naar advectieve mist als  $T_{10m} \leq T_{0.5m}$ , dan voor advectie de 10m wind (het is ondiepe mist)

### 2. Advectieve mist

- a. Vormt zich in/uit (vol)groeide stralingsmist: T neemt af met hoogte volgens  $\theta_s$
- b. Vormt zich in het oplossingsstadium van stralingsmist
- c. Luchtsoort
- d. Jaargetijde
- e. Uur van de dag (nachts en zonsopkomst) en daglengte
- f. Neerslag gevallen?
- g. Stabiliteit
- h. Wind 3-6 kn (op 10m)
- i. Advectiesnelheid : 80m wind of 200m wind
- j. Heeft eigen windregime, speciaal als ze heel 'koud' is.
- k. Aankomst : slechtste zicht, na enige uren langzame verbetering
- l. Windmaximum top grenslaag ( $\geq 15-20$ kn)
- m. Sterkere wind neemt op ongunstig moment af naar kritische waarde
- n. Na windstilte langzaam toenemende wind
- o. Hoogte grenslaag
- p. Toename vocht in de grenslaag door afkoeling en menging
- q. Warme lucht over koud oppervlak ( $T_d \geq T_z$  of  $T_{10} / T_{0.1}$ )
- r. Warmtefronten en plaklagen met motregen
- s. Aanvoer uit bekend brongebied (NW – Frankrijk, 't Kanaal, NW – Duitsland,
- t. Persistente mist (de hele dag) bij afkoeling tot T rond 0°C.
- u. Zichtveranderingen bij Nacht – DAG overgangen (dus VIS naar MOR)

### 3. Oplossen van mist

1. Tijdstip afhankelijk van jaargetijde
2. Tijdstip afhankelijk van dikte
3. Tijdstip afhankelijk van stand en kracht van de zon
4. Tijdstip afhankelijk van "bewolking er boven, hoe hoog en hoe dik?
5. Windtoename (tot 10 - 20kn)
6. Methode Barthram uit Forecaster's Reference Book combineert toename T, dikte mistlaag en seizoen en geeft uitspraak over tijdstip van oplossen
7. Bepalen wanneer inversie van verloop  $T_d$  is opgeruimd.
8. Bepaal T voor oplossen / opruimen grondinversie
9. Oplossende mist spreidt zich tijdelijk horizontaal uit (ook tegen de heersende zwakke wind in) over korte afstand vanwege de thermiek in de naburige lucht zonder mist.

### 4. Model informatie

- a. Vuistregels toepassen op de modelberekeningen, met name in de grenslaag (ProgTemp), toename wind en bewolking, of afname
- b. Statistiek uit Kansverwachtingen ( TAF Guidance, SPL – Kansverwachting en FGT)
- c. Onduidelijkheid over "wat zit er in het model en waarom verwacht het model wat ze verwacht": de "black box".

(bron: Mistverwachting, aandachtspunten. Jan Hemink, 16 maart 2006)

## BIJLAGE 2

### *Voorgestelde acties (Action items)* [vastgesteld per 2007-07-03 13:08:59]

De hieronder vermelde acties (AI's, *action items*) zijn ingedeeld in soort (waarneemtechniek), object (aandachtsgebied) en proces (verloop van mist). Hierdoor ontstaat structuur zodat een overzicht wordt verkregen en ook prioriteiten kunnen worden toegekend. De indelingen zijn als volgt

soort indeling (conform structuur van dit rapport):

ALG	algemeen	
DIR-IS	direct in-situ	
IND-IS	indirect in-situ	
IND-RS	indirect remote sensing	
REST-IS	overige in situ	
REST-RS	overige remote sensing	

object indeling (zie pag. 3):

OBJ 1.	Top grenslaag, stabiliteit (statisch en dynamisch); herkenbaar thema: profiling (incl. inversies) - issue van betekenis: 'integrated' profiling
OBJ 2.	Verplaatsing en groei/krimp van mistvelden (dynamisch), inclusief het onderscheid tussen stralingsmist en advectieve mist en tussenmist en lage stratus
OBJ 3.	Potentiële verdamping, incl. bodemvocht (statisch)
OBJ 4.	Ontstaan van mist (inhoudelijk) - issue, o.a.: aerosolen
OBJ 5.	Mist op zee en grote water. Issue: Maritieme dienstverlening; meenemen: dienstverlening aan heliverkeer naar off-shore
OBJ 6.	GIS applicaties en presentaties (data en GUI)
OBJ 7.	Het oplossen van de mist (dynamisch)

proces indeling (zie pag. 3)

1 OBS	waarnemingen	
2 META	Metadata	
3 PROC	Data inwinning, processing en beschikbaarstelling	
4 APPL	Verwerking, verrijking, 'higher level' (applicatie)	
5 PRES	Presentatie	

status indeling (zie pag. 3)

ST A.	ontstaan van mist (toekomst gericht)
ST B.	detectie van mist (actuele situatie)
ST C.	oplossen van mist (het verdere verloop)

De volgende tabel geeft het overzicht van alle mogelijke acties.

No.	Blz.	Activiteit	sr t	obj	proc.	stat	
<a href="#">AI-01</a>	1	Nagaan wat de eisen (kunnen) zijn t.a.v. de drie performance indicators <i>false alarm ratio</i> (FAR), <i>probability of detection</i> (POD) en de <i>equitable skill score</i> (=Hanssen Kuipers score; ESS = POD - POFD). Deze parameters laten dienen als kentallen voor het succes van het project.	ALG		APPL	B	
<a href="#">AI-02</a>	4	Presentatie van Mistpostdata, HbR en RWS-Zeeland verbeteren, bij voorkeur in GIS.	DIR-IS	6	PRES	A, B, C	
<a href="#">AI-03</a>	4	Mistmeldingen van "derden": Uitzoeken in hoevere de data kan worden ingevoerd in een <i>real time</i> database en presentatie daarvan [ <i>Marcel Bult meldt dat deze data als database ter nadere analyse beschikbaar is</i> ]		OBS	B, C		
<a href="#">AI-04</a>	4	Nagaan of ook de provinciale diensten van RWS zichtdata (kunnen en willen) leveren aan KNMI (procedure wellicht vergelijkbaar met wegdektemperaturen). Mogelijkheid uitzoeken of relaties a la RWS Zeeland mogelijk zijn. Hierbij kan met name worden gedacht aan RWS IJG: deze dienst heeft reeds aangeboden een beperkt netwerk van RWS waarnemers in te zetten langs het IJsselmeer. Hierbij moet ook aan scholing en kwaliteitsborging worden gedacht.		OBS	A,B,C		
<a href="#">AI-05</a>	4	Mistmeldingen van "derden": vaststellen via Frank Kroonenberg en Henk van Dorp wat de huidige performance is van dit gebeuren (betrouwbaarheid van aan- en afmelden van mist, performance indicators, landelijke dekking, onzekerheid van de mistwaarde is relatie tot regionale representativiteit).		OBS	B,C		
<a href="#">AI-06</a>	4	Uitvoeren van een " <i>up-date</i> " m.b.t. zichtwaarnemingen langs en op de Wester Schelde (RWS Schelde): [1] via het aanbevolen doc. "relatiebeheer" en [2] nagaan status automatisering zichtmetingen door RWS Zeeland. Uitzoeken of moderne data communicatie technieken kunnen worden ingezet. Frank Lantsheer hierin betrekken		OBS	B, C		
<a href="#">AI-07</a>	6	Update uitvoeren inzake de feitelijke en toekomstige situatie op de Noordzee (o.a. de aanwezigheid van zicht- en ceilometers) [Jan Rozema kan informatie leveren]; zie ook AI-44.		5	OBS		
<a href="#">AI-08</a>	6	Overzicht opstellen van zichtmeetstations in Duitsland en België; relatie met [D] en [B] op het gebied van <i>real time</i> IO' data uitwisseling concretiseren.		6	OBS	B, C	
<a href="#">AI-09</a>	7	Aanpassen van QG SIAM en upgrade metnet software (introductie van nieuwe variabele, die < 0 Wm <sup>-2</sup> apart of naast QG)		IND-IS	4	OBS	A



No.	Blz.	Activiteit	sr t	obj	proc.	stat	
<a href="#">AI-10</a>	7	Internationaal Stralingsstation Cabauw: netto straling als introduceren in het operationele circuit en laten dienen als referentiewaarde. [Eerst uitzoeken wat de huidige rapportage status is]			PROC	A, C	
<a href="#">AI-11</a>	7	Inrichten van de mistposten met QG meters en wolkenhoogtemeters			OBS	A, C	
<a href="#">AI-12</a>	9	"Clear Sky" uit ceilometers kunnen wegfilteren m.b.v. satellietdata ter verlaging van FAR mistprognose.	IND-RS		OBS	A	
<a href="#">AI-13</a>	9	Presentatie van "Backscatterprofielen" (uit ceilometers) invoeren (incl. "Verticaal Zicht")			6, 7	PRES	C
<a href="#">AI-14</a>	9	Combinatie van LIDAR en SODAR profielen in een beeld nader onderzoeken				APPL	A, C
<a href="#">AI-15</a>	9	Operationele invoering van Windprofilerdata realiseren (conform CgNaWa BoWa rapport)			1, 2, 4, 7	OBS	A, C
<a href="#">AI-16</a>	9	Presentatie ontwikkelen van MSG beeld, waaruit verloop (tijdsafhankelijkheid) van mist met daarboven bewolking te zien is. Dit als leerfase t.b.v. AI-17			6	PRES	B, C
<a href="#">AI-17</a>	10	Concrete aanpak om uit ruimtelijk beeld en tijdsverloop een schatting te krijgen van lage bewolking, waarboven bewolking zit, die het zicht op die lagere bewolking ontnemt. (wellicht m.b.v. animaties)				APPL	B, C
<a href="#">AI-18</a>	10	Gebleken is dat stralingsmist soms pas ontstaat bij zonsopkomst, omdat het zonlicht de stilstaande lucht enigszins in beweging zet en wellicht ook verdamping (van condens) stimuleert. Vaststellen of hoge resolutie kanaal bij zonsopkomst toch geschikt is om dat waar te nemen. Dit lukt alleen als het temperatuurverschil tussen aardoppervlak en mist groot genoeg is.			4, 6	OBS	A, B, C
<a href="#">AI-19</a>	11	Algoritmen ontwikkelen (indien mogelijk) en implementeren dat kleinschalige mistbanken detecteert. Pixelgrootte grenscondities: 4x5 km, voor HRVIS: 2x2 km			4	APPL	B
<a href="#">AI-20</a>	11	Algoritmen ontwikkelen (indien mogelijk) en implementeren dat groei en krimp van mistvelden laat zien. (complicatie: patroonherkenning is moeilijke opgave)			2	APPL	C
<a href="#">AI-21</a>	11	Algoritmen ontwikkelen (indien mogelijk) en implementeren dat verplaatsing van mistvelden laat zien. Zie ook AI-24.				APPL	C
<a href="#">AI-22</a>	11	Idee (proberen te) ontwikkelen om texturen te herkennen	6	APPL	B		

No.	Blz.	Activiteit	sr t	obj	proc.	stat
<a href="#">AI-23</a>	11	Afspreken wat precies wordt gewent: (1) gedifferentieerde waarschijnlijkheid (d.w.z. $P[Z < 1000]$ ; $P[Z < 200]$ ), (2) mistwaarden indicatoren (presentatie continue MOR waarde of alleen klassen, bijv. 'groen', 'geel' en 'rood')			PRES	
<a href="#">AI-24</a>	12	Algoritmen ontwikkelen en implementeren z.d.d. m.b.v. WS/WR de (te verwachten) verplaatsing van mistvelden laat zien. Zie AI-21.	REST-IS	2	APPL	C
<a href="#">AI-25</a>	12	Een operationeel evapotranspiratie GIS opzetten		3, 6	APPL	A
<a href="#">AI-26</a>	13	Gebieden aanduiden in GIS, waarbij veel open water aanwezig is (d.w.z. met hoge potentie voor verdamping)		3, 6	PRES	A
<a href="#">AI-27</a>	13	Nagaan of "droogte" een zinvolle parameter is om FAR te verbeteren. Wellicht een samenwerking met "Wageningen" aangaan en een geschikt 'GIS evapotranspiration for mist prognoses'- project te starten.		3	APPL	A
<a href="#">AI-28</a>	13	Onderzoeken of 10 - 150 cm gradiënt (met mistposten algoritme) vergelijkbare dan wel nuttige informatie levert; koppelen aan presentatie van temperatuurgradiënt van de mistposten		4	APPL	A
<a href="#">AI-29</a>	13	Onderzoeken of op andere AWSen ook de 10 m temperatuur zou moeten worden gemeten			OBS	A
<a href="#">AI-30</a>	13	Een presentatie bouwen, die de 0-10 m gradiënt van de mistposten toont [eerst nagaan of GDIS presentatie afdoende is]		6	PRES	A
<a href="#">AI-31</a>	14	Analyse uitvoeren van geschiktheid van radiosonde en AMDAR profielen ingeval van mistcondities; met name nagaan of FAR kan worden verbeterd.		1	APPL	A, B, C
<a href="#">AI-32</a>	15	Uitzoeken wat de ruimtelijke representativiteit is van een 200 m profiel van de Cabauw mast.			OBS	A, C
<a href="#">AI-33</a>	15	Uitzoeken wat de overlap is tussen een 200 m profiel en een profiel van de radiosonde voor de lage luchtlagen (is waarschijnlijk bekend uit CESAR projecten, vragen aan Henk Klein Baltink)			OBS	C
<a href="#">AI-34</a>	15	Presentatie bouwen, die temperatuur gradiënt van Cabauw toont		6	PRES	A
<a href="#">AI-35</a>	15	AOP indienen bij ESA (voor deadline 1 juni 2007) om zo gratis aan real time data te kunnen komen. <sup>22</sup>	REST-RS	3	OBS	A

<sup>22</sup> Vanwege deadline (2007-06-01) AOP reeds aangemeld. Titel: "Real-Time Assessment of Fog Sensitive Areas from Soil Moisture Measurements", ID: 4666, PI: J.P. van der Meulen.

No.	Blz.	Activiteit	sr t	obj	proc.	stat
<a href="#">AI-36</a>	15	Plan opstellen voor acquisitie en verwerking van SMOS data, nodig voor de real time monitoring; een aandachtspunt is de vrij grove resolutie (40 km).			OBS	A
<a href="#">AI-37</a>	15	ERS-2 en Metop scatterometer data analyseren op bruikbaarheid voor bodemvochtbepaling (zie ook voordracht hierover op de Metop-dag, 30 mei 2007; info bij Hans Roozkrans); de vrij grove resolutie is een nadeel			OBS	A
<a href="#">AI-38</a>	15	Metop's IASI, MHS profieldata nader analyseren op bruikbaarheid		1	OBS	A
<a href="#">AI-39</a>	16	SODAR-Schiphol: uitzoeken welke en/of data real-time beschikbaar is, c.q. deze beschikbaar maken		1, 6	OBS	A, C
<a href="#">AI-40</a>	16	SODAR Cabauw: uitzoeken welke en/of data real-time beschikbaar is, c.q. deze beschikbaar maken		1, 6	OBS	A, C
<a href="#">AI-41</a>	16	SODAR data integreren in LIDAR ceilometer data om zo de inversies in $\sigma$ te tonen op een display. Alleen voor Schiphol, echter indien Cabauw ook over een LIDAR beschikt, dan ook voor Cabauw. Voor Cabauw nagaan of verticaal zicht te verifiëren valt (m.b.v. de toren).		1	PRES	B, C
<a href="#">AI-42</a>	16	Contact leggen (via Frank Kroonenberg) met RIVM om na te gaan: (1) of aerosol data real-time beschikbaar is, (2) of aerosol data nuttig is voor het project en (3) welke data nuttig kan zijn (aerosol dichtheid alleen of eerder het verloop van de aerosol deeltjesgrootte distributie)	ALG	4	OBS	A
<a href="#">AI-43</a>	16	Uitzoeken of discriminatie tussen "200 m < MOR < 1000 m" en "MOR < 200 m" nuttig is (klimatologie leert dat er twee verschillende soorten mist zijn)		6	PRES	
<a href="#">AI-44</a>	16	Noordzee: mistdetectie op de Noordzee vorm geven; via relaties Frank Lantsheer (maritieme meteo) en Kees Blom (luchtvaart meteo). Zie AI-07		5	OBS	A, B, C
<a href="#">AI-45</a>	16	Speciale case study opzetten voor mogelijkheden om op de Noordzee beter mist te kunnen detecteren (ontstaan van mist op zee verschilt van dat op land)			OBS	A, B, C
<a href="#">AI-46</a>	16	IJsselmeer/Markermeer: [eventueel] speciale case study naar het verschil van mist op IJsselmeer en Markermeer t.o.v. land. Zijn er meetpunten aldaar wenselijk? (via Frank Lantsheer)			OBS	A, B, C
<a href="#">AI-47</a>	16	Algoritmen vaststellen, incl. performance targets, die in GIS verband de gevoeligheid van een plek voor mist aangeeft (een continue variabele, c.q. een klasse met "alert regime")		6	APPL	A
<a href="#">AI-48</a>	16	Mistanalyse-kaart ontwikkelen waarbij het mogelijk wordt om met op AWSen gemeten temperatuur, vocht, wind en zichtwaardes een uitspraak te kunnen doen over mogelijke mist in de nabijheid			APPL	A

No.	Blz.	Activiteit	sr t	obj	proc.	stat
<a href="#">AI-49</a>	16	Interpolatietechnieken in GIS verfijnen (verbeterde wiskunde, gebruik gaan maken van [D] en [B] mistmeetpunten). Grote zorgvuldigheid is geboden.			PRES	B
<a href="#">AI-50</a>	16	FPI introduceren als primaire parameter, uit te voeren in relatie met AI-01.			APPL	A
<a href="#">AI-51</a>	16	FPT introduceren als primaire parameter (zie Forecaster's Reference Handbook)			APPL	A
<a href="#">AI-52</a>	16	Bijblijven in de ontwikkeling van COST voorstel (OC-2006-263). Overwogen om actief te participeren.				