

Systembeschrijving
Mist Voorspel Systeem
MIVOS

D. Blaauboer
H.R.A. Wessels
S. Kruizinga

Technische rapporten; TR-141

de bilt 1992

publicatienummer: Technische rapporten; TR-141

postbus 201
3730 AE de bilt
wilhelminalaan 10
tel. (030) 206 911
telex 470 96

Voor strikt intern gebruik verschijnt er een deel II als bijlage;
deze is op verzoek bij de auteur verkrijgbaar.

UDC: 551.509.325 167.7.001.573
551.575.1 681.3.06

ISSN: 0169-1708

ISBN: 90-369-2012-4

© KNMI, De Bilt. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en / of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotocopie, microfilm, of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijk toestemming van het KNMI.

**SYSTEEM BESCHRIJVING
MIST VOORSPEL SYSTEEM
MIVOS**

deel I

door

D. Blaauboer
H.R.A. Wessels
J. van Lierop
S. Kruizinga

KNMI, De Bilt, januari 1992

INHOUD

1.	Inleiding.....	4
2.	Systeemconcept.....	5
2.1	Het kennissysteem MIVOS.....	5
2.2	De modellen.....	7
2.2.1	Fysisch numeriek mistmodel.....	7
2.2.1.1	Inleiding.....	7
2.2.1.2	Processen.....	7
2.2.1.3	Het model.....	8
2.2.1.4	Modelparameters.....	9
2.2.1.5	Programma-pakket.....	10
2.2.1.6	Opmerking.....	11
2.2.2	Het statistisch model.....	11
2.3	De data-voorziening.....	11
2.4	De omgeving.....	12
3.	Middelen.....	12
3.1	Hardware.....	12
3.2	Software.....	12
4.	Literatuur.....	13
Appendix A:	Verificatiecijfers pilot project MIVOS...	14
Appendix B:	Evaluatie m.b.t. toekomstige ontwikkelingen.....	21
Appendix C:	Kennis-acquisitie.....	24
Appendix D:	Bulletin-selectie MIVOS.....	30
Appendix E:	Stationslijst.....	32
Appendix F:	Functioneel ontwerp MIVOS.....	deel II
Appendix G:	Beschrijving data-extractie programmatuur.....	deel II
Appendix H:	Handleiding gebruik MIVOS.....	deel II
Appendix J:	Eindrapportage pilot project MIVOS..	deel II

PROJECT GEGEVENS

Projectorganisatie: SgO
Projectnummer : 2.42.01
Start project : 20-5-87
Einde project : 23-10-91
Projectgroep : D. Blaauboer vz.
H.R.A. Wessels
S. Kruizinga
J. van Lierop
J. Hemink (tot juni 1990)
C. van der Goot (tot juni 1990)
Auteurs : D. Blaauboer, H.R.A. Wessels, J. van
Lierop en S. Kruizinga
Opdrachtgever : E. Hofstee (HLMD) later H. Daan (HPEO)
Datum : januari 1992

1. INLEIDING

Voor u ligt een uitwerking van de systeembeschrijving van het Mist VOorspel Systeem MIVOS. Doel van dit stuk is een inhoudelijke, voor een belangrijk deel technische beschrijving te verschaffen van MIVOS. Als zodanig is het met name bedoeld voor de volgende groepen gebruikers:

- degenen die meer dan gemiddelde interesse hebben in kennissystemen in het algemeen en MIVOS in het bijzonder;
- degenen die geïnteresseerd zijn in het maken van mistverwachtingen
- degenen die direct bij het project betrokken zijn geweest of in de toekomst nog bij een vervolg betrokken worden

In hoofdstuk 2 wordt kort ingegaan op het systeemconcept van MIVOS. Zowel de basis-ideeën achter het kennissysteem MIVOS, de gebruikte numerieke modellen als de integratie in de omgeving komen hier aan bod.

In hoofdstuk 3 volgt een opsomming van de gebruikte apparatuur en programmatuur.

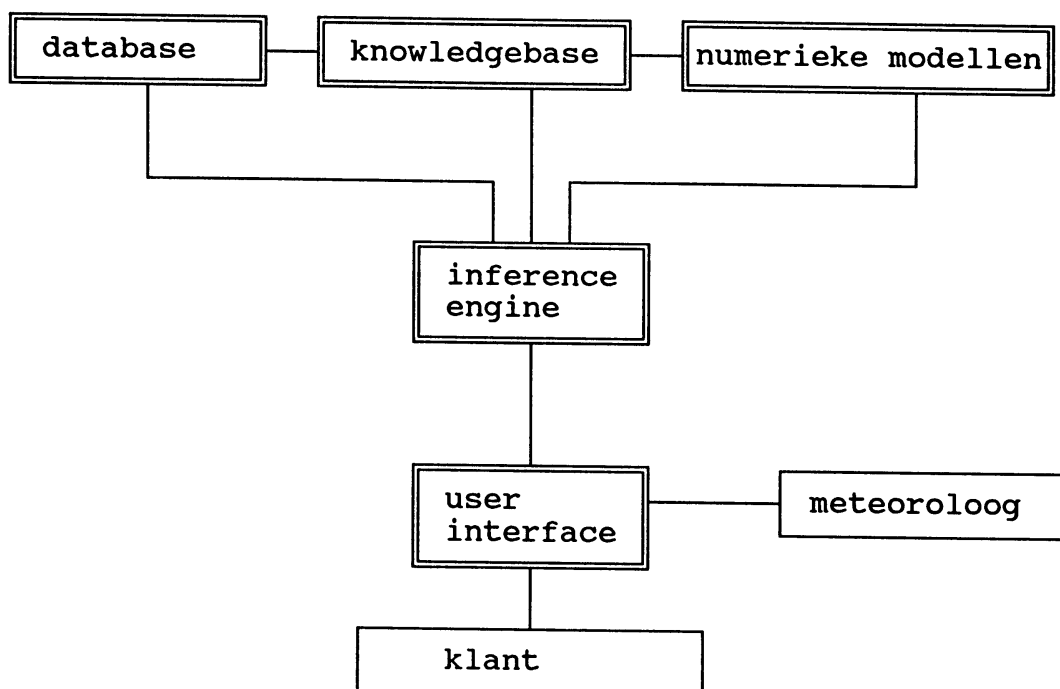
In appendix A staan de verificatiecijfers voor het pilot project MIVOS. In appendix B is een evaluatie van MIVOS m.b.t. toekomstige ontwikkelingen opgenomen. In appendix C wordt verslag gedaan van de wijze waarop kennis-acquisitie heeft plaats gehad. In appendix D wordt een lijst gegeven van de GTS-bulletins die naar de fileserver worden gerouteerd als input voor MIVOS. De lijst met voor MIVOS relevante stations is appendix E.

De overige appendices bevatten de meer technische informatie. Deze zijn opgenomen in deel II van dit rapport dat bij de auteurs opgevraagd kan worden. Een gedetailleerd functioneel ontwerp inclusief datastroom diagrammen en systeem-encyclopedie is terug te vinden in appendix F. De data-extractie programmatuur wordt beschreven in appendix G. Een beknopte handleiding voor het gebruik van MIVOS in de testfase is opgenomen als appendix H. Voor de volledigheid is de "Eindrapportage pilot project MIVOS", waarin de meer project-organisatorische zaken aan de orde komen, opgenomen als appendix J.

2. SYSTEEMCONCEPT

2.1 Het kennissysteem MIVOS

Uitgangspunt voor de bouw van MIVOS is het kennissysteem-concept geweest (Buchanan and Shortliffe, 1984). Dit concept is vooral van toepassing op die kennisgebieden waar numerieke modellen en algoritmen niet voorhanden zijn. In de meteorologie hebben numerieke modellen al lang hun nut bewezen, niettemin zijn er meteorologische parameters die zich slecht door modellen laten beschrijven. Een daarvan is mist. Hoewel er enkele numerieke modellen voorhanden zijn, spelen zoveel overwegingen een rol bij het maken van operationele mistverwachtingen dat een kennissysteem benadering op zijn plaats leek (en bleek). Hoe ziet een kennissysteem er nu uit?



Een korte beschrijving van dit schema luidt als volgt.

- database** - eigenlijk gaat het om twee databases: de interne bevat alle (tussen)resultaten van het kennissysteem; de externe bevat de normale waarnemingsgegevens afkomstig van een meteorologisch netwerk (GTS) en standaard output afkomstig van roosterpuntmodellen;

-
- knowledge base** - hierin bevindt zich de meteorologische *heuristiek*, d.w.z. veelal vuistregels op grond van operationele meteorologische ervaring; daarbij kan ook de nodige klimatologische kennis zijn (zie verder appendix C);
- numerieke modellen-** de belangrijkste zijn een een-dimensionaal model voor stralingsmist en een aantal regressie vergelijkingen voor het berekenen van mistkansen (zie verder par. 2.2 en appendix F);
- inference engine** - dit is de kern van het kennis-systeem: het bevat de zoekstrategieën voor het doorzoeken van de knowledgebase; een combinatie van "forward chaining" en "backward chaining" is gebruikt (zie Expertech, 1988)
- user interface** - hierin bevinden zich allerhande dialoog vensters, menu's, uitlegfaciliteiten en grafische mogelijkheden (zie Expertech, 1988 en appendix F)

Bij de ontwikkeling van dit kennis-systeem is uitgegaan van een commerciële expert system shell. Dat is een leeg kennis-systeem waarvan de knowledge-base nog gebouwd moet worden. Deze knowledge base bestaat in hoofdzaak uit kennis regels van de vorm "als <voorwaarde> dan <consequentie>". De gebruikte modellen kunnen gezien worden als onderdeel van die kennis: een model kan opgestart worden als aan bepaalde voorwaarden voor opstarten is voldaan.

Het verzamelen van de expert-kennis voor de knowledge base verliep via het houden van interviews. Hierbij trad ondergetekende op als kennis-ingenieur (interviewer) en de heren Stel, van der Goot en Hemink als domein-experts (geïnterviewden). De neerslag van deze "kennis-eliciterende interviews" is opgenomen in appendix C.

De volgende stap is de zogeheten kennis representatie: het vertalen van de kennis naar een model-vorm: in dit geval die van kennis regels. In de gebruikte expert system shell is een applicatie gebouwd bestaande uit vijf knowledge bases (kb): één controle kb en één voor elk van de deelproblemen ontstaan (verdwijnen) van mist voor de periode 0 tot 12 (12 tot 24) uur vooruit. Op

deze wijze is een applicatie gebouwd bestaande uit ca 300 regels. Een aantal van deze zijn controle regels. Naast het bouwen van het kennissysteem zelf ondersteunt de gebruikte shell ook de bouw van de user-interface. Zie verder de handleiding van XI-plus (Expertech, 1988).

Bij het gebruik van het kennissysteem (zie voor de handleiding appendix H) gaat men als volgt te werk. De gebruiker (de meteoroloog) stelt een vraag aan het systeem (het starten van een query), bijv. "komt er de komende uren mist in de Bilt?" en komt na een dialoog met het systeem tot een antwoord. Het systeem ondersteunt op deze wijze de beslissing die de meteoroloog moet nemen. Tot slot kan de output van het systeem verzonden worden naar een klant. Deze optie is voor MIVOS nog niet verwezenlijkt, maar al wel in de demo-versie die t.b.v. het DRIVE-project CROW is ontwikkeld. Voor een uitgebreidere beschrijving wordt verwezen naar Blaauboer (juni 1990). Een functioneel ontwerp, waarin ook in beknopte vorm documentatie van in eigen beheer ontwikkelde software is opgenomen, is te vinden in appendix F. Voor wat betreft de beschrijving van de numerieke modellen wordt verwezen naar par. 2.2, naar Kruizinga (1989) voor de statistische modellen en naar Wessels (1989) voor het een-dimensionale stralingsmist-model. Voor documentatie van kleine numerieke modellen zoals de bepaling van het nevel-interval en de methode Kennington-Barthram (Stel) wordt verwezen naar Met. Office (1975) en appendix F.

2.2 De modellen

2.2.1 Fysisch numeriek mistmodel

2.2.1.1 Inleiding

In deze bijdrage tot de MIVOS systeembeschrijving wordt een kort overzicht gegeven van het MIVOS-'mistmodel'. Met name komen de volgende punten aan de orde: waar is het model op gebaseerd, hoe is het georganiseerd en waar is verdere documentatie te vinden.

2.2.1.2 Processen

In het bij MIVOS gebruikte mistmodel zitten ideeën verwerkt, die zijn verkregen uit verticale profielmetingen van meteorologische grootheden (inclusief zicht) langs de 200m.-meetmast te Cabauw. De levensloop van mist kan als volgt worden geschetst. Zoals de naam al aangeeft ontstaat stralingsmist

na zonsondergang door afkoeling van de grond middels uitstraling. Dit warmteverlies moet worden aangevuld uit de bodem en uit de onderste luchtlagen. In de stabiele nachtelijke oppervlaktelaag heerst dus een benedenwaarts warmte- en vocht-transport. Afkoeling van de bodem en aangrenzende luchtlagen leidt tot condensatie, vooral in de vorm van dauw en soms - meestal in mindere mate - in de vorm van mist dicht boven het aardoppervlak. De kans op mist hangt af van de mate van turbulentie, de stralingsabsorptie van lucht en van de vegetatie. De warmtestraling van mistdruppels is belangrijk. Als de mist bij voortgaande afkoeling hoger en dichter wordt en tenslotte de bovenlucht geheel bedekt, is de benedenwaartse straling van de mist ongeveer even groot als de opwaartse uitstraling van het aardoppervlak. Dit leidt tot de omslag van een laag grondmist tot een stratuswolk, die aanvankelijk nog op de grond kan rusten. De uitstraling aan de bovenzijde houdt de afkoeling gaande, die nodig is om de uitgevallen en door vegetatie ingevangen druppels te vervangen. In de mistlaag is de temperatuuropbouw van stabiel in onstabiel gewijzigd, terwijl zich bij de top van de mist een zeer scherpe inversie kan bevinden. Door de onstabiele opbouw nemen de temperatuur en de windsnelheid bij de grond toe. Het horizontale zicht neemt naar boven toe af, de druppels zetten zich gemakkelijker af in de vegetatie en de mistlaag als geheel gaat zich verplaatsen: het wordt 'advectieve mist'. Het slotstadium van mist volgt na zonsopgang als de mistlaag opwarmt en geleidelijk 'optrekt', d.w.z. los komt van de grond en dan transformeert tot een veld stratocumuluswolken onder een geleidelijk stijgende inversie.

2.2.1.3 Het model

Het model beschrijft de ontwikkelingen gedurende één nacht beginnend te 15.00 uur. In principe kan de eindtoestand als start voor de volgende nacht worden gebruikt, maar deze mogelijkheid is nog niet gerealiseerd. Het model volgt de ontwikkeling met de tijd van temperatuur, waterdamp en vloeibaar water in een vijftal lagen: de bodem, de vegetatie, een dun onderstelde oppervlaktelaag, de grenslaag en de vrije atmosfeer. De

dikte van de grenslaag zal i.h.a. stijgen in afhankelijkheid van wind en convectieve warmtestroom. De opslag en de verticale variaties van de genoemde grootheden binnen elk van die lagen zijn bepaald door het stadium waarin de mist zich bevindt. Als voorbeeld kan genoemd worden het temperatuurprofiel in de grenslaag: na zonsondergang lineair stabiel, onder bepaalde voorwaarden (Richardsongetal) met een temperatuursprong er boven; in de latere stadia onstabiel (of neutraal) onder een scherpe inversie. Voor transporten van genoemde grootheden tussen de diverse lagen wordt in het algemeen van weerstandswetten gebruik gemaakt. Omdat het mogelijk blijkt de bodemtemperatuur aan de bodemwarmtestroom-historie te koppelen, is het systeem te sluiten en kunnen na elke tijdstap de profielen op grond van de (oude) fluxen worden berekend. Met name de geaccumuleerde opslag van warmte (liquid water potential temperature) en vocht(mixing ratio) in de grenslaag worden bijgehouden. Condensatie wordt alleen tijdelijk toegepast voor het checken van stralingsfluxen en temperatuurgradienten.

2.2.1.4 Modelparameters

Behalve de invoergegevens voor elke nieuwe mistsituatie zijn van belang zijn de meer algemeen geldige externe parameters:

- geleidingsvermogen, specifieke warmtecapaciteit en diepteschaal van de bodem;
- albedo van de grond (vegetatie);
- hoogte, bladoppervlak-dichtheid en bladbreedte van de vegetatie. Middels preprocessing worden daaruit de ruwheid en de andere transportweerstand van de vegetatie bepaald. Zelfs de mate van afzetting van mist is aan deze parameters gekoppeld;
- druppelconcentratie die -als enige parameter- het druppelspectrum bepaalt: een zogenaamde gamma-verdeling met een vaste relatieve breedte. Condensatie leidt dus tot hetzelfde aantal grotere druppels. Het druppelspectrum werkt door in de straling (albedo, absorptie) en in uitval en afzetten van druppels;
- tenslotte enige meer zakelijke groot-

heden: tijdstap, zonshoogte-grens
tussen dag en nacht.

2.2.1.5 Programma-pakket

In het volgende zijn de minimaal benodigde files onderstreept.

FOGMIV.F is de fortrancode van het eigenlijke simulatie-model, dit wordt FOGMIV.EXE na compilatie met R&M versie 2.43 voor MS.DOS. Tijdens de programma-loop worden twee files ingelezen indien ze aanwezig zijn (anders vervolgt het programma als default/demo):

- FOGMIV.PAR is een ASCII-file met de parameters van bovengenoemde par. 2.2.1.4 alsmede enige 'flags' voor de uitvoer;
- FOGMIV.INP is een 4-regelige ASCII-file met de eigenlijke invoer voor de mistsituatie: dagnummer, droog-natverschil, temperatuur, geowind en bewolking; met eventuele wijzigingen gedurende de nacht.

De uitvoer kan op het scherm komen (in verschillende niveaus van uitgebreidheid, maar komt in elk geval in FOGMIV.OUT de eigenlijke uitvoerfile met halfuurlijkse data. Deze resultaten-file FOGMIV.OUT kan via scherm of printer getoond worden door middel van:

- FOGDSP.EXE (Fortrancode FOGDSP.F). Het schermbeeld blijft zichtbaar cq. de printer wacht met uitvoeren totdat een toets wordt aangeraakt. Omdat de uitvoer in GEM-omgeving geschiedt, moet nog aan het volgende voldaan zijn:
- LDVDI.EXE installeren. deze test de aanwezigheid van ASSIGN.SYS, d.w.z. een index van drivers en eventuele printerfonts.

De uitvoer kan naar keuze naar de volgende devices: 1 EGA/VGA, 2 Hercules, 21 EPSOM-compatible printer, 31 Metafile. De keuze wordt gemaakt door het desbetreffende nr. in FOGMIV.PAR op te geven. Via FOGMIV.OUT wordt dit dan weer door FOGDSP ingelezen. Tenminste één van de vier genoemde device-drivers moet dus aanwezig zijn om programma-uitvoer te tonen. Als extra hulpmiddel dient een vertaalprogramma voor metafiles: GEMPS.EXE (source GEMPS.F) met als hulpfile GEMPROCS.PSS. Daarmee wordt de postScript-file GEMFILE.PS gecreëerd die via postScript

hardware of software kan worden afgedrukt.

2.2.1.6 Opmerking

Het programma wordt nog getest, zodat veranderingen mogelijk blijven. De sources bevatten commentaar en een uitgebreide toelichting, met name over de layout van de invoerfiles. Over de fysica van het programma FOGMIV is nog een publicatie in voorbereiding.

2.2.2 Het statistisch model

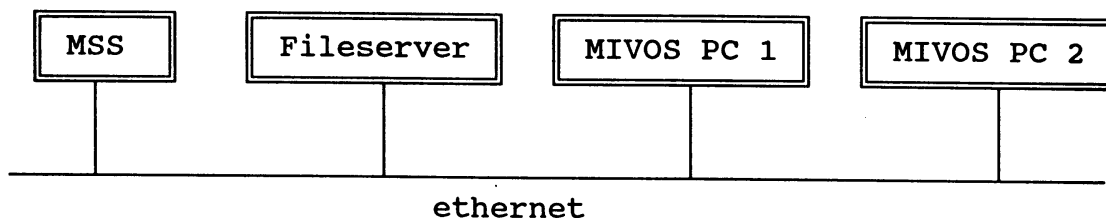
Het statistisch model bestaat uit twee delen. Het eerste gedeelte bestaat uit een set regressievergelijkingen waarmee mist-indices worden berekend. Als predictoren wordt standaard ECMWF roosterpunt output voor roosterpunt De Bilt gebruikt. Dit gebeurt in het Fortran programma INDEXMIVOS dat op de A6 draait. Dit programma genereert het bulletin FQNL48 waarin de mist-indices staan in stappen van 12 uur tot 72 uur vooruit. Dit bulletin wordt naar de Bulletin Server gerouteerd, waar het als input van het tweede gedeelte van de statistische module wordt gebruikt. Dit bestaat uit de Fortran programma's PREPSTAT en STATFOR. Hierin wordt m.b.v. een regressievergelijking voor een aantal Nederlandse stations (voorlopig 8) de kans berekend op het voorkomen van mist (zicht < 1000 m) op een aantal tijdstippen (om de 3 uur, tot ca 12 uur vooruit) en voor een aantal tijdsintervallen van 6 uur (tot ca 24 uur vooruit). Per voorspeltijd wordt voor alle stations dezelfde regressievergelijking gebruikt. Predictoren zijn hier naast de betreffende mist-index de waarnemingen van het betreffende station op het starttijdstip. Elk uur van de dag kan als starttijdstip optreden. De te gebruiken coëfficiënten zijn voor ieder starttijdstip en voor twee seizoenen (winter en zomer half jaar) berekend en in vaste invoerfiles beschikbaar (COWI.uu en COZO.uu). Voor een uitgebreide beschrijving van de gevolgde methode wordt verwezen naar Kruizinga en Blaauboer (1989).

2.3 *De data-voorziening*

Voor de vertaling van de beschikbare ruwe data in bulletin-vorm naar gemakkelijk toegankelijke data files is een serie Pascal-programma's ontwikkeld. De diverse files die door deze programma's worden aangemaakt worden beschreven in Appendix G. In appendix E staat een lijst van in MIVOS gebruikte stations.

2.4 De omgeving

De omgeving van MIVOS kan als volgt beschreven worden.



Via het MSS komt GTS-data het KNMI binnen. Een bepaalde selectie (zie Appendix D) wordt doorgestuurd naar de fileserver (bulletin-server). Op MIVOS PC 2 draait de extractieprogrammatuur die de geëxtraheerde datafiles opslaat op de fileserver. Zowel MIVOS PC 2 als MIVOS PC 1 benaderen de fileserver als een virtuele disk. Op MIVOS PC 1 zijn de geëxtraheerde datafiles nu direct beschikbaar. Op deze PC bevindt zich het kennissysteem dat de meteoroloog interactief benadert.

3. MIDDELEN

3.1 Hardware

Gewerkt is met 2 Tulip PC's AT met 80287 co-processors (PC 1 met EGA kleuren scherm en PC 2 met monochrome scherm). Beide PC's zijn voorzien van een Digital DEPCA-kaart voor koppeling aan ethernet. De gebruikte fileserver maakt geen deel uit van MIVOS, maar is te beschouwen als onderdeel van de infrastructuur.

3.2 Software

- Decnet PCSA software voor communicatie met de fileserver via ethernet;
- Expertech, XI-plus, expert system shell; deze software is gebruikt als moederprogramma waarin de knowledge base en de diverse Fortran routines zijn opgenomen
- Ryan McFarland, Professional Fortran (met gebruik van co-processor); gebruikt voor diverse hulpprogramma's
- Ryan McFarland, Fortran versie 2.43 (geschikt voor gebruik co-processor, maar met alternatieve routines indien deze ontbreekt); gebruikt voor model Wessels en enkele andere grafische procedures

- Golden Software, Surfer, grafisch pakket voor het maken van grids en analyses
- Borland, Turbo Pascal; hierin is de data-extractie software geschreven

Een aantal gegevens over de zelf-ontwikkelde programma-tuur is opgenomen in appendix F.

4. LITERAUR

- Met. Office, *Handbook of weather forecasting*, Meteorological Office, Bracknell, 1975, ch. 20
- Buchanan B.G. and E.H. Shortliffe, *Rule based expert systems*, Addison-Wesley, Reading Ma, 1984;
- Expertech, *User manual XI-plus*, Expertech, Berkshire U.K., augustus 1988
- Kruizinga S. en D. Blaauboer, *Intermediate report on statistical methods to forecast poor visibility conditions at specific sites*, Drive Project V 1058 Deliverable 8a, KNMI, De Bilt, september 1-989
- Wessels H.R.A. en D. Blaauboer, *Intermediate report on a physical numerical model to forecast fog at specific sites*, Drive Project V 1058 Deliverable 8b, KNMI, De Bilt, september 1989
- Blaauboer D., *A Knowledge Based System for fog forecasting on the road*, Drive Project V 1058 Deliverable 15, KNMI, De Bilt, juni 1990
- Blaauboer D. en H.R.A. Wessels, *A Knowledge Based System for fog forecasting on road sites: operational practice and verification*, Drive Project V 1058 Deliverable 28b, KNMI, De Bilt, september 1991.

APPENDIX A: Verificatiecijfers pilot project MIVOS

Als verificatie rapport volgen hieronder delen van hoofdstuk 3 en 4 uit deliverable 28 van het DRIVE project CROW (Conditions of Road and Weather) "*A knowledge based system for fog forecasting on road sites: operational practice and verification*". Hoewel het systeem voor DRIVE speciaal gericht is op de weggebruiker en -beheerder zijn onderstaande resultaten direct relevant voor MIVOS. De test in de proeftuin van de weerkamer diende namelijk tegelijkertijd als test t.b.v. DRIVE.

3. SYSTEM TEST

3.1 Setup

The system has been tested since Oktober 1990 in a semi-operational environment, i.e. senior forecasters of the meteorological service used the system to produce point forecasts of fog probability and visibility off line but making use of operational data.

Since at this moment no road station sensors measuring visibility are available the test has been performed for De Bilt (residence of KNMI) and a few other weather stations in the Netherlands. These are regular meteorological stations which give various meteo-data each hour. Therefore during this test we aimed for fog forecasts with a time resolution not higher than 1 hour. Though this is not an operational situation we believe yet that it is realistic enough to get a clear understanding about the quality and usefulness of the system. Changing to another location causes a change in part of the system: new observational locations have to be defined, specific climatological and meteorological knowledge of the environment is required. Also tuning of a few models should be done. Testing covered the following topics:

1. A technical test concerning the performance of the system: does the system work well?
2. A conceptual test concerning the usefulness of a KBS approach to forecast fog along the road: do we use the right concept?
3. A functional test concerning the output quality of the system: is the quality higher compared to conventional methods and does it meet the needs of road users?

Answers to these questions will be given in the remaining part of this chapter and in the next chapter.

3.2 Daily practice

During six months principally each working day a forecast has been made. Due to meteorologically less suitable days and, specially at first, technical troubles, only half of the time forecasts were really made. Although the system may be used at any time of the day for testing purposes the late afternoon is most interesting: at that time a forecast could be made covering a major part of the coming night during which most fogs develop. Therefore most of the forecasts have been made at that time. The forecaster has been communicating with the system for 5 to 10 minutes on the average per session. During that time he provided supplementary information which the system used to draw conclusions about the formation and evolution of fog. Although a knowledge based system should be reviewed with respect to its simulation of the decision maker, in this case for simplicity reasons a plain verification of the system output has been made. Results are given in section 3.4.

3.4 Verification

3.4.2 System results

For verification purposes different skill scores may be used. In this project the Performance Index (PI) has been chosen. It is a scoring rule for alternative forecasts, i.e. yes/no forecasts. If we plot forecast values against observed values in a contingency table we get:

\ O	y	n
F \		
y	a	b
n	c	d

where O means "observed" and F means "forecast". Now the performance index is defined by:

$$PI = \frac{a}{a+c} + \frac{d}{b+d} - 1$$

During the test period that lasted from 1 October 1990 until and including 31 March 1991 (the test is still going on, but results could not be used for this evaluation anymore) 64 forecasts have been made. Most of these forecasts were made during the late afternoon and related to the coming night. The fog forecasting system has been

used to make a forecast for that period with respect to fog. First of all we looked at the alternative forecast: yes or no fog during that period of time. This resulted in the next contingency table.

\	O	y	n
F	\		
	y	10	3
	n	8	43

These figures yield a performance index of 0.49. The average operational fog forecast index is about 0.20.

A more detailed verification should have been done using the probability statements of the system. This was not possible since the number of forecasts was too small to divide the probability interval into a sufficient number of classes.

The same holds with respect to the visibility forecasts: although a number of 64 forecasts is reasonably high only about 12 cases dealt with serious radiation fog for which case visibility values might be given.

The results presented so far refer to the forecasting system as a whole. It is of interest to evaluate single modules of the system separately in order to investigate possibilities for future improvement. Therefore the individual performance of the physical numerical model has been tested. This model is using input values of forecasted windspeed, cloudiness and free atmosphere humidity deficit and produces a diagram showing the forecasted development of fog and/or stratus cloud and various meteorological parameters (fig.3.1). The model accepts a rather flexible input, so the forecaster may e.g. investigate the effect of breaking up of the cloud cover after midnight.

Because the model was applied only for those nights that fog development was considered possible, the number of test cases was limited. The results for 16 cases were archived and are shown in the following contingency table:

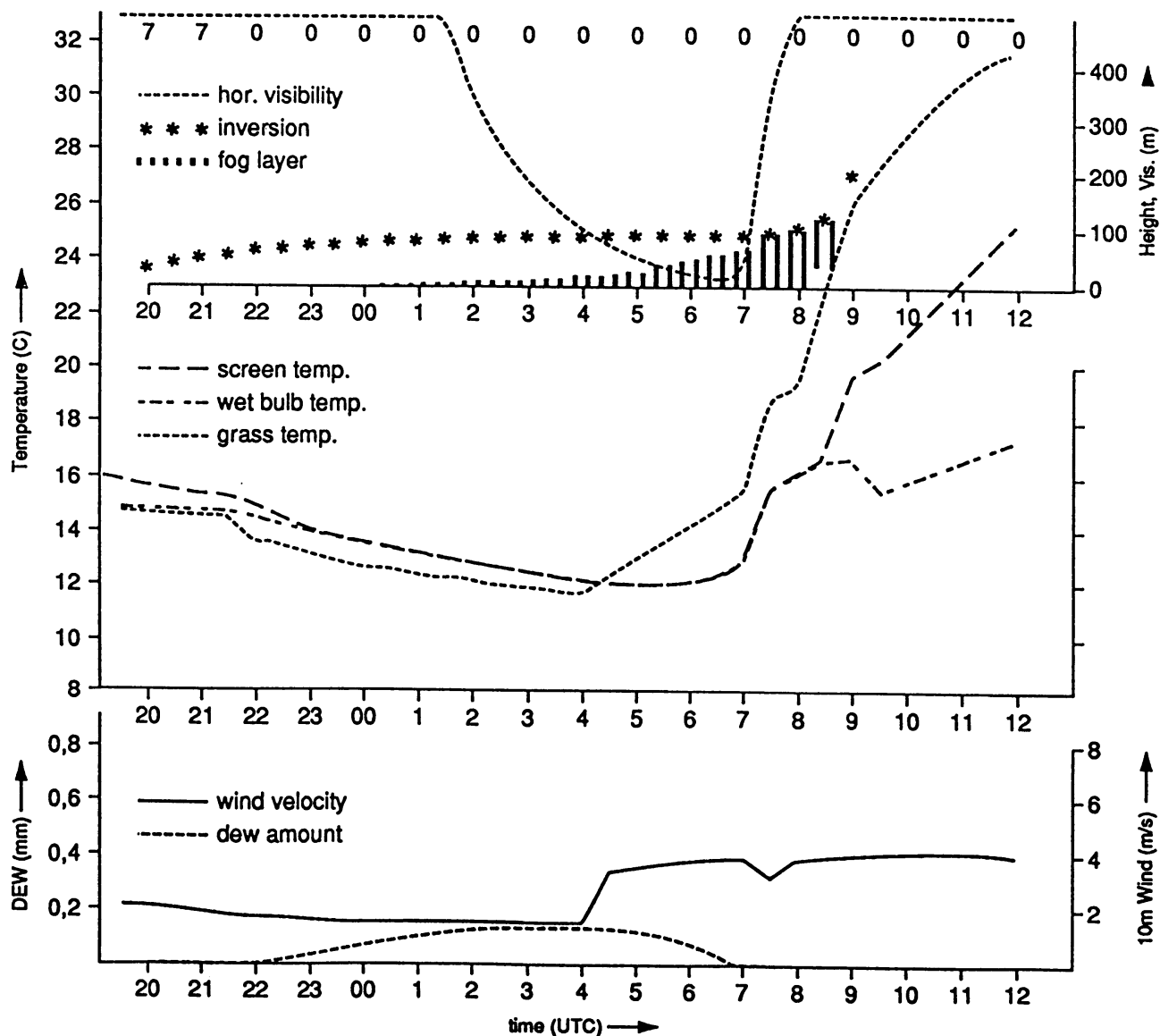


Figure 3.1: Example of the system output for 2 August 1990, test site De Bilt

F \ O	y	n
y	8	4
n	1	3

Incorrect model results may be caused by weak model performance, but also by wrong input parameters. Meteorological experience shows that 18 hour forecasts of cloudiness are notoriously difficult.

The cases with incorrect forecasts were studied in more detail. It seems that the model is overpredicting fog formation (4 cases, versus 1 unpredicted fog). Analysis shows that in two of these cases the wind and cloudiness increased more rapidly than expected due to an approaching front. Fog formation is prohibited in such conditions. In one of the two remaining cases the model predicted a rapid transition of fog to low stratus, which was indeed observed. This is a common phenomenon: many fogs are just low clouds touching the ground on a few places only. Such behaviour makes predictions of road visibility problematic.

The resulting performance index of this test is 0.32. This figure is very uncertain, because it is based on 16 nights only. Moreover, it applies to a selection of fog-prone nights. A test of the overall performance, i.e. including the many nights with certain fog/no fog decisions, would have resulted in a higher index.

The physical numerical model is still undergoing improvements and the above results are taken into account. The present version of the model produced already very useful results for at least some nights. As an example a visibility forecast is presented in figure 3.4. The visibility scale is logarithmic. Note the rapid fall of visibility during the evening which is rather well predicted by the system, although time differences of 1 hour between forecast and observation do occur. This is partially due to the fact that during the test the system was driven with hourly observations. So a time resolution higher than 1 hour can not be expected.

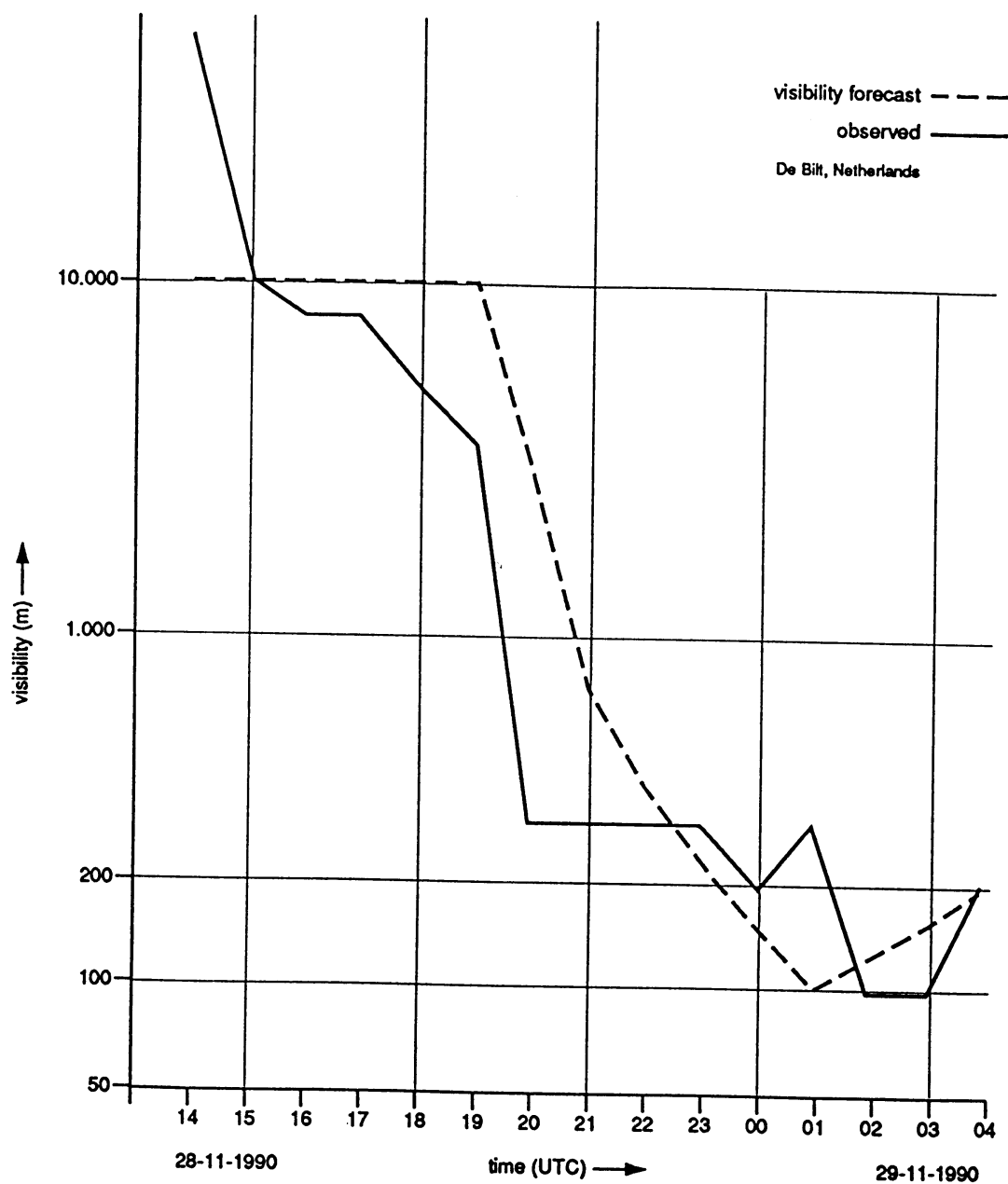


Figure 3.4: Observed and forecasted visibility for De Bilt, Netherlands, 28-29 November 1990

4. EVALUATION

Though several problems had to be solved during the first months of the test the system is working well finally. A few technical problems have still been left. These concern the reliability of the data-aquisition, which is not an internal part of the system, and the performance (response times) of the system. Use of a faster processor should solve this problem.

Working with the system during semi-operational conditions has learned that the concept of a knowledge base system including numerical models is very suitable to produce short term fog forecasts. In almost all cases relevant, though not necessarily right decisions have been made by the KBS during the decision making process.

The output quality of the system has increased during the test period. The skill of the system is much higher than the skill of conventional operational fog forecasts. This is encouraging since fog is one of the most unpredictable meteorological phenomena.

APPENDIX B: Evaluatie m.b.t. toekomstige ontwikkelingen

De evaluatie van het pilot project MIVOS komt in engere zin aan de orde in de eindrapportage van dit project (zie ook appendix J). Hier wordt nader ingegaan op hetgeen we van dit project kunnen leren c.q. de eventuele consequenties voor volgende projecten van het type "beslis-systeem". Het onderstaande bevat overwegingen en conclusies n.a.v. het werken met MIVOS. Ze zijn wel zo algemeen dat verwacht mag worden dat ze ook gelden voor kennissystemen op andere, vergelijkbare gebieden.

Een van de motivaties voor de ontwikkeling van een beslissingsondersteunend systeem in de weerdienst is een verhoging van de consistentie van de verwachting. Met name hieraan wordt door een kennissysteem als MIVOS duidelijk tegemoet gekomen: onder gelijke omstandigheden bewandelt het systeem gelijke "zoekwegen" door de beschikbare kennis. Onafhankelijk van de kwaliteit van de beschikbare kennis en modellen wordt de gebruiker (meteoroloog) alleen geconfronteerd met de relevante informatie. Hierbij wordt de verantwoordelijkheid van de meteoroloog gerespecteerd doordat de gepresenteerde (tussen)-resultaten altijd "overruled" kunnen worden.

Dat ook de kwaliteit van de verwachting toeneemt met een systeem als MIVOS kan nog niet onomstotelijk aangetoond worden, maar de eerste resultaten wijzen wel in die richting (zie eindrapportage).

Indien nieuwe kennissystemen ontwikkeld worden m.b.v. dezelfde ontwikkelomgeving, kunnen resultaten van het ene systeem door het andere overgenomen worden. Dit komt de consistentie van de verwachting ten goede.

Het gebruik van een kennissysteem kan de meteoroloog alarmeren m.b.t. de mogelijkheid voor het optreden van het te voorspellen verschijnsel.

Het ontwikkelde kennissysteem kan als kennisbank fungeren van het betreffende kennisdomein, ofwel (bijv.): alle relevante kennis over mist zit in MIVOS. Dit voorkomt dat kennis bij pensionering van de domeinexpert het KNMI uitlekt. Het is dan natuurlijk wel nodig dat deze kennisbank wordt onderhouden.

Negatieve reacties van meteorologen gedurende de testfase van MIVOS vinden voor het overgrote deel hun oorzaak in technische problemen (zie eindrapportage): slechte performance, ontbreken van actuele gegevens. Dit was van tevoren bekend, maar beïnvloedt de uitkomst van een test altijd negatief. Bij volgende projecten van het soort "beslis-systemen" (maar ook bij andere projecten die de gebruikers direct aangaan) is het van essentieel belang dat een vertegenwoordiger van de gebruikers in het project deelneemt. Deze vervult een belangrijke rol bij

het doen aanslaan van het nieuwe systeem bij de (toekomstige) gebruikers.

Kennissystemen kunnen een belangrijke rol vervullen bij de opleiding en training van aspirant meteorologen. Het systeem biedt mogelijkheden om gevallen uit het verleden "na te spelen".

In zijn algemeenheid kan de kennissysteem-benadering haar vruchten afwerpen bij het produceren van verwachtingen op de korte termijn, d.w.z. van 0.5 tot ca 36 uur vooruit. Dit is namelijk de termijn waarvoor het meteorologisch wikkelen en wegen een belangrijke plaats inneemt. Voor verwachtingen verder dan 36 uur vooruit zijn er de bestaande gidsverwachtingen gebaseerd op model output. Een uitzondering vormt mogelijk de meerdaagse tekst: deze zou heel goed m.b.v. een kennissysteem geproduceerd kunnen worden. Bij de zeer korte termijn (0 tot 30 minuten vooruit) is geen tijd voor interactieve systemen. Hier ligt de nadruk op extrapolatie (neerslag, bewolking), statistische trendverwachtingen (zicht). Voor de overblijvende termijn is het informatie-aanbod aan de meteoroloog zeer groot: waarnemingen, output van diverse modellen, diverse verwachtingsmethoden, kennis van klimatologische invloeden etc. Hier is een kennissysteem dus het meest gewenst (data-reductie). Het kan gezien worden als intermediair tussen de aanwezige halfprodukten en de klant, waarbij de meteoroloog zijn verantwoordelijkheid voor de uitgaande verwachtingen houdt.

Projecten waarvoor het gebruik van een kennissysteem wordt geadviseerd op grond van ervaringen met MIVOS.

- mistverwachting
- korte termijn neerslagverwachting (incl. onweer en wolkentoppen)
- korte termijn zonneshijn/bewolkingsverwachting (incl. basis)
- speciale luchtvaartverwachtingen:
 - * turbulentie
 - * icing
 - * thermiek
 - * low level jet

in mindere mate:

- korte termijn temperatuurverwachting

Windverwachting en daarvan afgeleide verwachtingen (golven, deining, wateropzet) kunnen waarschijnlijk beter rechtstreeks van de beschikbare modellen, al dan niet na een regressieslag, overgenomen worden.

Tot slot kunnen kennissystemen hun diensten bewijzen bij het

uitvoeren van ingewikkelde procedures die maar af en toe uitgevoerd worden. Te denken valt aan:

- calamiteiten procedure weerbedrijf: hieraan wordt reeds gewerkt door F. Kroonenberg
- afhandeling storingen

Met deze laatste mogelijkheid is een link gelegd naar toepassingsgebieden buiten de SgO sfeer die er zeker zijn, maar hier verder buiten beschouwing blijven.

APPENDIX C: Kennis-acquisitie

Enkele overwegingen bij het maken van mistverwachtingen

Verslag van de bijeenkomsten op 3, 4 en 11 november 1988.

Aanwezigen: C. v.d. Goot, J. Hemink, S. Stel (11/11) en
D. Blaauboer (verslag)

Doel van de bijeenkomsten

Ten behoeve van het project MIVOS wordt zoveel mogelijk operationeel bruikbare kennis verzameld over het ontstaan en het verdwijnen van mist. Naast het beschikbaar maken van alle benodigde data (waarnemingen, analyses van waarnemingen, sommige output van grote modellen) zijn er drie nieuwe onderdelen binnen het project: ontwikkeling van een fysisch mistmodel, ontwikkeling van statistische methoden voor de voorspelling van mist en het in kaart brengen van synoptisch heuristische kennis die bij de praktische mistverwachtingen gebruikt wordt of kan worden. Dit laatste onderdeel was onderwerp van deze bijeenkomsten.

Manier van werken

Gekozen is voor een interview waarbij ondergetekende als interviewer optrad. De kennis die op deze manier verzameld wordt zal toegevoegd worden aan het kennissysteem dat aan het MIVOS ten grondslag ligt en waarin alle componenten van het project geïntegreerd worden. Hiertoe wordt deze kennis zoveel mogelijk in de vorm van kennisregels gegoten (als <voorwaarde> dan <consequentie>).

Verder is het Handbook of Weather Forecasting van het Engelse Met. Office doorgenomen op het punt van mist- en zichtverwachting. Besloten is enkele eenvoudige methodes of rekenregels over te nemen. Testen van het een en ander gebeurt op real-time gegevens. Na verloop van tijd moet bekeken worden welke regels of methodes eventueel aangepast of vervangen moeten worden. Inhoudelijke evaluaties zullen overigens ook na een eventuele operationele invoering regelmatig plaats moeten blijven hebben.

Hieronder worden, met weinig onderlinge samenhang, een aantal synoptische heuristieken weergegeven, zoals deze in de gesprekken boven water kwamen.

Synoptische heuristieken

Er is geen mist aanwezig, hoe groot is de kans op de ontwikkeling van stralingsmist gedurende de komende

avond-nacht-ochtend ?

- invloed van de bedekkingsgraad
 - * verdwijnt de bewolking (ac of sc) of niet
 - kijk naar satellietfoto's
 - zijn er dalende luchtbewegingen, zo ja ≥ 10 mb/h
 - * invloed van ci is moeilijk te bepalen (voldoende dik?)
 - * verdwijnt cu
 - meestal wel
 - indien voldoende droge lucht boven een duidelijke inversie (winter): ja
 - indien hoge θ_w (zomer): cu blijft lang
 - indien vochtige lucht boven inversie: cu spreidt zich uit
 - * ontstaat er bewolking
 - kijk naar satellietfoto's
 - bewolkingsprognose ECMWF
- invloed van wind
 - * bepaal geowind
 - model
 - handprog
 - * indien $v_g \leq 5$: geringe mistkans (te weinig menging)
 - * indien $v_g \geq 15$: idem (lage st)
 - * indien v klein maar v_g groot : geen mist
 - * Eelde
 - wind uit NW tot N : geringere mistkans (invloed stad)
 - wind uit O tot Z : voorkeursrichting voor mist
 - * Rotterdam
 - wind uit ZW tot ZO : geringere mistkans (invloed stad)
 - wind uit N tot O : voorkeursrichting voor mist
 - * Schiphol
 - wind uit 280-090 : hooguit mistbanken (invloed stad of polaire lucht)
 - wind uit 110-220 : mogelijk mist
 - wind uit ZO tot Z : voorkeursrichting voor mist (plassen)
 - * Beek
 - wind uit ZO : geen mist (dalende luchtbeweging)
 - wind uit ZW tot NW : voorkeursrichting voor mist
 - * kom je juist in de as van een hoog
 - indien ja: wind valt weg: mistbanken
 - indiend nee: wind blijft staan: dikke mist

- (winter, inversie)
- * indien 's nachts geen wind en tegen de ochtend steekt de wind op : mist
 - * indien helder weer (polaire lucht) en weinig wind -> direct na zonsondergang mistbanken die later weer verdwijnen; gebeurt dit tegen de ochtend dan slaat het helemaal dicht zodra de wind opsteekt rond zonsopkomst
- invloed van temperatuur
- * daling T 3° -> daling T_d 1°
 - als $T=T_d$ dan prob30 \equiv in de taf
 - hoeveel "oververzadiging" is nodig (wat is het nevelinterval: zie map weerkamer)
 - * bij stralingsmist : T_{gras} bekijken (lager dan..)
 - * vochtige lucht boven koude grond : verhoogde mistkans
 - * bepaling van T_{fog} : Craddock/Pritchard
- invloed van regen
- * tijdens regen door grondinversie : frontmist
 - * na natte perioden kans op mist groter dan na droge periode (bij overigens gelijke omstandigheden)
 - * opklaringen na regen : vergrote mistkans
- invloed van voorgeschiedenis
- * is er in dezelfde lucht elders al mist ontstaan
 - * is er een lage inversie dan grote tegenstraling en een geringe kans op mist (bijv. vervuilde lucht aangevoerd met een ZO wind).
 - * indien zicht overdag slecht en geringe menging : makkelijker mist
- invloed van sneeuw en rijp
- * als rijp smelt (bij weinig menging) : kans op mist
 - * boven vers gevallen sneeuw -> sterke afkoeling : mist
 - * boven sneeuw bij $-13 < T < 0$: mist vriest geleidelijk uit
 - * boven sneeuw bij $T < -13$: ijsmist
 - * dooifront (ook overdag)
 - smeltende sneeuw
 - $T_d > 0$
 - weinig wind
- mist na onweer
- * juni, juli
 - * na onweersfront draaiing van wind naar W-NW (tijdelijk)

Advectieve mist (monitoring !)

- in voorjaar: langzame advectie van maritiem subtropische lucht over Kanaal-zone of Noordzee
- na koude situaties: slechtste condities tijdens frontpassage
- mist van zee
 - * voorjaar
 - * zwakke ZO wind
 - * hoge temperatuur boven land
 - * tijdelijke zichtverslechtering (mistfront)
- algemeen
 - * eerst sterke verslechtering zicht, later weer verbetering
 - * Eelde
 - wind uit N-elijke richtingen : advectie van zee
 - wind uit ZO : advectie uit noordduitse laagvlakte
 - * Rotterdam
 - wind uit ZW tot NW : advectie van zee
 - * Schiphol
 - wind uit NO : IJsselmeermist
 - wind uit W tot NW : advectie van zee
 - wind uit ZO tot Z : advectie van plassen-gebied
 - * Beek
 - wind uit W-elijke richtingen : advectie vanuit Maasdal

Mistvoorspelling op langere termijn

- circulatietypes (GWL's) die relatief hoge mistkans geven
 - * zuidoost anticyclonaal (niet in de winter)
 - * noordwest anticyclonaal (in de winter)
 - * zuidwest cyclonaal
 - * zuidwest anticyclonaal
 - * hoog boven midden-Europa
 - wind
 - bewolking
 - hoge druk na ZW wind (voldoende vocht)
- Er is mist aanwezig, wanneer verdwijnt ze ?*

-
- vragen die je je stelt:
 - * is er bewolking ?
 - zo nee, gebruik methode Stel
 - zo ja
 - bewolking schatten, vervolgens Stel/Mizon
 - winter: mist blijft
 - voorjaar/najaar: 2 uur uitstel t.o.v. geen bewolking
 - * welke tijd van het jaar is het ?
 - * hoe dik is de mistlaag ?
 - temp de Bilt (evt. temp in aanvoerrichting)
 - pireps (verkeersleider)
 - sodar
 - Cabauw
 - * wat is de advectiewind ? (80 m)
 - * is er droge lucht boven de mistlaag ?
 - zo ja, is er voldoende menging ?
 - monitoring (laatste 2 à 3 uur)
 - * zicht
 - * wind
 - druktendenzen
 - * bedekkingsgraad
 - methodes
 - * Stel (Kennington/Berthram) invoer parameters:
 - temperatuur bij zonsopkomst
 - temperatuur waarbij mist oplost (evt. temperatuur waarbij mist gevormd is + 2 gr.)
 - dikte van de mistlaag
 - tijd van het jaar
 - * Saunders (oplossen van onvolgroeide mist bij bewolking erboven), invoer parameter:
 - grastemperatuur
 - * vergelijking doorvallende straling met maximale straling
 - * bepaling geowind waarbij mist oplost (Handbook)
 - algemeen
 - * invloed van regen: zicht loopt op tot ca 800 m (st !)
 - * zicht bij warmtefront: tijdelijke verslechtering, verbetert vaak weer zodra de temperatuur niet verder oploopt
 - * na koufrontpassage verbetert het zicht tenzij er opklaringen komen waarbij de wind wegvalt ('s nachts)
 - * in de zomer: de zon lost de mist op
 - * in de winter: alleen de wind kan de mist doen verdwijnen
 - * voor- en najaar: combinatie van factoren

Algemeen

- mistveld heeft eigen windregime, gedraagt zich als koufront: krimping van de wind voor arriveren mistveld

APPENDIX D: Bulletin-selectie MIVOS

**Bulletins die t.b.v. MIVOS via MSS naar de fileserver gerou-
teerd worden**

Nederland

CXNL40 : klim
FENL40 : ECMWF (roosterpunt de Bilt)
FQNL48 : mistindices
FQNL49 : P27-klassen
FXNL53 : gids
SANL31 : metars (burgers)
SANL32 : idem
SANL40 : metars (militairen)
SANL41 : metars (Vlieland)
SANL42 : metars (Vlissingen, de Kooi)
SXNL40 : geowind
SXNL43 : zichtbericht Schiphol
SXNL45 : meetpalen
SXNL48 : zichtbericht Westerschelde
SXNL49 : zichtbericht Waterweg
SXNL68 : bericht t.b.v. verkeersinformatie (ANWB)
S(MIN)NL40 : synops (burgers + militairen)
S(MIN)NL41 : idem
S(MIN)NL43 : automatische stations
SMVF10 : schepen en plats Noordzee
SMVF11 : idem
S(IN)VF20 : idem
S(IN)VF21 : idem
SYVF40 : idem
SYVF41 : idem
SYVF42 : idem
UXNL43 : hoge masten
UXNL45 : meetmast Cabauw
UXNL55 : pirep

Bracknell

XPE#98 : fine mesh gronddrukvelden, tijdstappen 3 uur
XWE#98 : fine mesh windvelden, idem

België

SABX31 : metars (burgers)
SABX50 : metars (militairen)
SMBX01 : synops
S(IM)BX20 : idem
S(IM)BX21 : idem
SIBX22 : idem
SNBX40 : idem
SNBX41 : idem

Duitsland

SADL31 : metars (burgers): motne
SADL45 : metars: motne
SADL51 : metars
SADL53 : idem
SMDL01 : synops
S(IN)DL21: synops
S(MIN)DL22 : idem
S(MIN)DL23 : idem
S(MI)DL41 : idem
SNDL42 : idem
S(MIN)DL51 : idem
SNDL52 : idem

Frankrijk

SAFR32 : metars: motne
SAFR46 : metars: motne
SAFR48 : metars: motne
SAFR40 : metars
S(MI)FR21 : synops

UK

SMUK01 : synops
S(IN)UK21 : synops
S(MIN)UK53 : idem

De gegevens die via het motne verspreid worden zijn op dit moment niet beschikbaar.

APPENDIX E: Stationslijst

Iiiii	"CCCC"	naam	X	Y
	BASS	Assendelft	111.7	497.7
	BMUI	Muiden	134.3	482.8
	BNWV	Nieuw Vennep	104.6	473.7
	BNIE	Nieuwkoop	111.4	462.5
	NLPT	Loodspost (9-14 km b.g.)	61.0	447.0
	NMBV	Maasboulevard	95.5	435.5
	NMSL	Maassluis	76.5	437.0
	NVCB	Verkeerscentrale Botlek	81.0	434.0
	NVCS	Verkeerscentrale Stad	91.5	435.7
	NVPD	Verkeerspost Dordrecht	106.0	426.0
	NVPH	Verkeerspost Hartel	82.8	430.3
	ZAWP	Rede van Antwerpen	83.7	359.0
	ZBTH	Bath	73.4	379.7
	ZHRS	Haringvlietsluizen	63.0	428.0
	ZHSK	Haamstede (kustwacht)	37.0	415.0
	ZHSW	Hansweert	59.0	385.0
	ZKKS	Kreekraksluis	74.5	385.0
	ZKMS	Krammersluis	65.5	409.5
	ZKRS	Kruisschans	77.9	360.9
	ZKTS	Kats (sluis)	49.4	396.1
	ZODK	Ouddorp (kustwacht)	53.0	428.0
	ZSTB	Midden Steenbank	12.8	406.8
	ZTNZ	Terneuzen	45.0	373.0
	ZVOS	Volkeraksluis	87.3	411.7
	ZWKP	Westkapelle	19.5	395.0
	ZWLG	Wielingen	-17.0	378.1
	ZWMV	Wemeldingen	59.0	393.4
	ZZBG	Zeebrugge	4.9	373.7
	ZZVL	Zandvliet	78.0	373.5
03498	EGNL	Newarp L.V.	-84.6	540.5
03499	EGSK	Smith's Knoll L.V.	-53.6	529.8
03796	EGLB	Langdon Bay	-127.5	357.0
03797	EGMH	Manston	-126.1	381.1
03799	EGEG	East Goodwin L.V.	-109.5	365.4
06200	EHYP	Ypenburg	83.8	449.8
06210	EHVB	Valkenburg	88.6	466.5
06225	EHIJ	IJmuiden	99.2	497.8
06235	EHKD	De Kooy	114.5	548.6
06240	EHAM	Schiphol	113.2	479.3
06242	EHVL	Vlieland	126.7	584.8
06250	EHTR	Terschelling	143.6	597.1
06260	EHDB	De Bilt	140.6	456.9
06265	EHSB	Soesterberg	146.7	460.5
06266	EHKO	Kornwerderzand	151.7	564.7
06268	EHLV	Lelystad-Houtrib	158.1	505.0
06270	EHLW	Leeuwarden	179.6	581.5
06273	EHMA	Marknesse	188.9	524.0
06275	EHDL	Deelen	189.3	452.6
06278	EHHE	Heino	214.5	494.3

06279	EHHO	Hoogeveen	231.4	527.7
06280	EHGG	Eelde	235.2	571.4
06283	EHHU	Hupsel	242.0	454.0
06290	EHTW	Twente	258.0	477.1
06300	EHLH	Lichteiland-Noordhinder	-40.2	410.5
06310	EHFS	Vlissingen	30.5	385.1
06320	EHLG	Lichteiland-Goeree	36.7	439.6
06330	EHHH	Hoek van Holland	67.7	444.5
06344	EHRD	Rotterdam	90.1	441.0
06348	EHMC	Meetmast Cabauw	123.8	442.0
06350	EHGR	Gilse Rijen	111.8	396.6
06356	EHHW	Herwijnen	138.3	429.9
06370	EHEH	Eindhoven	157.0	384.4
06375	EHVK	Volkel	177.1	407.6
06380	EBBK	Beek	182.4	325.7
06400	EBFN	Koksijde	-36.8	347.2
06407	EBOS	Oostende (airport)	-21.2	359.7
06408	EBOP	Oostende (pier)	-17.5	363.3
06428	EBMT	Munte	38.7	328.3
06431	EBGI	Gent Industrie-Zone	45.2	356.0
06450	EBAW	Antwerpen	90.6	357.0
06451	EBBR	Brussel	90.2	323.7
06452	EBBT	Brasschaat	93.1	371.8
06456	EBFS	Florennes	102.4	249.4
06458	EBBE	Beauvechain	111.2	306.8
06465	EBDT	Schaffen-Diest	133.6	334.4
06470	EBST	Sint-Truiden	141.8	312.2
06478	EBLG	Luik	159.4	295.5
06479	EBBL	Kleine Brogel	160.5	352.9
06481	EBZW	Genk	162.9	327.0
07002	LFBO	Boulogne	-112.3	311.6
07003	LFAT	Le Touquet	-112.4	287.5
07010	LFAC	Dunkerque	-59.1	344.4
10001	PLAT	Plat, aut	269.7	747.5
10007	PUFS	UFS Duitse Bocht, aut	289.6	690.5
10015	PHEL	Helgoland	319.0	691.5
10113	PNOR	Norderney	271.3	638.1
10122	EDNJ	Jever	321.1	600.6
10126	EDNT	Wittmundhaven	306.0	620.5
10203	EDEH	Emden-Hafen	275.7	595.5
10205	EDPA	Papenburg, aut	288.7	568.0
10305	EDLI	Lingen	285.9	504.9
10306	EDCE	Rheine-Bentlage	291.1	480.9
10313	EDMU	Muenster	307.0	444.2
10314	EDNP	Hopsten	302.4	484.9
10400	EDDL	Dusseldorf	252.4	366.8
10401	EDUR	Brueggen	207.1	356.9
10402	EDUW	Wildenrath	213.0	347.7
10405	EDUL	Laarbruch	206.7	401.4
10406	EDBO	Bocholt	233.6	427.7
10410	EDES	Essen	264.9	380.1
10502	EDNN	Noervenich	245.1	316.6
10503	EDCM	Aachen-Merzbrueck	280.4	315.5

10509	EDCU	Butzweilerhof	261.2	333.6
10513	EDDK	Koln/Bonn	277.9	321.0
	S100		102.6	601.7