

Het Synoptisch
Symposium 1992:
de verslagen

redactie H.G. Theihzen

Technische rapporten; TR-151

De Bilt 1992

Technische rapporten; TR-151

Postbus 201
3730 AE De Bilt
Wilhelminalaan 10
Tel. (030) 206 911
Telex 470 96
Telefax (030) 210 407

UDC: 551.509.313
551.466.713
551.466.33
551.509.58
551.515.9
551.509.5

ISSN: 0169-1708
ISBN: 90-369-2032-9

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

Het Synoptisch Symposium 1992,
de verslagen

Inhoud

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| HIRLAM Gerard Cats, Toon Moene, Ben Wichers Schreur, Sylvia Barlag, Cisco de Bruijn, Bert Holtslag, Wim de Rooy (OWO) | 1 |
| Het WAQUA/CSM-16 model Hans de Vries (OWO) | 19 |
| Golfverwachtingsmodel NEDWAM Evert Bouws (OWO) | 32 |
| ORGANIZED TRACK SYSTEM, Luchtwegen over de oceaan G.R. da Graça (LMD) | 44 |
| RAMPENWEER, Over milieu-calamiteiten en Meteorologie Frank Kroonenberg (calamiteiten-coördinator, CWD) | 54 |
| INTERACTIEVE PRODUCTIE LIJN Dick Blaauboer (VEO) | 60 |

HIRLAM

Gerard Cats
Toon Moene
Ben Wichers Schreur
Sylvia Barlag
Cisco de Bruijn
Bert Holtslag
Wim de Rooy
(OWO)

1. Inleiding

Op het KNMI draait sinds kort het FM-LAM (Fine Mesh Limited Area Model) als meteorologische komponent van de APL (Automatische Productie Lijn), voor de verwachtingstermijn 24 tot 36 uur. Het FM-LAM is al een oud model, en op verscheidene punten was het in feite al verouderd bij zijn invoering. Er bestaat een opvolger, het HIRLAM (HIGH Resolution Limited Area Model)¹. Op het synoptisch symposium (september 1992) werd dit model gepresenteerd.

De presentatie bestond uit 3 delen: Een voordracht, waarvan dit artikel een overzicht geeft, een poster en een voorbeeld van een recente situatie.

Het begrip 'HIRLAM' heeft nu voor het KNMI drie betekenissen. Op de eerste plaats wordt er het internationale samenwerkingsproject tussen de Noordse landen, Ierland, Frankrijk, Spanje (de laatste twee sinds 1992) en Nederland mee bedoeld. De tweede betekenis van 'HIRLAM' ligt in de bruikbaarheid van het ontwikkelde systeem bij de operationele dienst. Ten derde is het HIRLAM systeem ook nog een mooi stuk gereedschap om de atmosfeer mee te bestuderen, en als zodanig wordt het veel gebruikt bij klimaatonderzoek.

In dit artikel gaan we vooral in op die aspecten van het HIRLAM die van betekenis zijn voor de operationele praktijk. Dit zijn de raakpunten met het FM-LAM, zoals de geschiedenis van de modellen, en onderlinge vergelijking. Ook de gevolgen van het feit dat het HIRLAM systeem een internationale oorsprong heeft komen ter sprake.

Het artikel is als volgt ingedeeld:

De tweede Sectie geeft de geschiedenis van het FM-LAM en zijn opvolger HIRLAM. Vervolgens beschrijven we hoe het KNMI nu deelneemt aan het HIRLAM project. In de daarop volgende Sectie staat een beknopte beschrijving van het HIRLAM systeem, zoals dat op het KNMI geïmplementeerd gaat worden. Dan volgt een Sectie over de vergelijking tussen HIRLAM en FM-LAM, inclusief een korte beschrijving van de bovengenoemde recente situatie. Van de poster zijn kopieën in een Appendix (blz. 8 en verder) bijgevoegd. In de tekst wordt daarnaar verwezen als de "posterreproductie"; overigens komen niet alle onderwerpen van de poster in de tekst ter sprake.

¹Het HIRLAM systeem is ontwikkeld door de HIRLAM-project groep, een samenwerking tussen Denemarken, Finland, Ierland, IJsland, Nederland, Noorwegen en Zweden

2. Geschiedenis

2.1 FM-LAM

De geschiedenis van het HIRLAM begint voor het KNMI zo'n 20 jaar geleden met de oprichting van het ECMWF. In 1979 werd het eerste ECMWF model in gebruik genomen. Dit was een mondiaal model. Het bestond uit een analyse-schema gebaseerd op optimale interpolatie en een verwachtingsmodel op roosterpunten op basis van de primitieve vergelijkingen. Van dit model was ook een versie op een beperkt gebied afgeleid, dat rond 1980 door een truc, bedacht in Zweden, ook bruikbaar werd op gematigde breedten. In Zweden werd het model daarna vrij snel operationeel geïmplementeerd, eerst met een resolutie van 300 km. Aan het einde van zijn leven, rond 1990, draaiden de Zweden het op een resolutie van 100 km.

Rond 1985 werd op het KNMI duidelijk dat 'limited-area-modelling' vooral een aanvulling op mondiale modellen kon geven voor de voorspelling van systemen met kleinere schalen. Er werd dan ook besloten het Zweedse model om te bouwen tot het 'FM-LAM', met een resolutie van circa 60-km. Dit model is het dat nu langzamerhand operationeel op het KNMI is.

2.2 HIRLAM

Het zal duidelijk zijn dat het FM-LAM, met de oorsprong zo ver in het verleden, nogal verouderd is, in fysisch-meteorologisch opzicht, in numeriek opzicht, en op het gebied van de informatie-technologie. In 1986 werd dan ook een project gestart, in een samenwerking tussen Denemarken, Finland, IJsland, Nederland, Noorwegen en Zweden, om een geheel nieuw systeem te ontwikkelen voor verwachtingen met hoge resolutie. Dit project kreeg de naam HIRLAM. In 1989 kwam het eerste HIRLAM model gereed. Het werd spoedig daarna al ingezet in Denemarken en Finland. Ook in 1989 kwam er een tweede HIRLAM project, waaraan ook Ierland deelnam. Het resultaat van dit tweede project is het HIRLAM-2 model. Het is de bedoeling het FM-LAM spoedig te vervangen door dit HIRLAM-2 model in het operationele deel van de APL op het KNMI. Hoewel men altijd spreekt van het 'HIRLAM-model', gaat het in feite om een compleet systeem, bestaande uit een analyse-schema, een verwachtingsmodel (inklusief een techniek voor initialisatie) en programmatuur om deze meteorologische componenten in te passen in bestaande operationele praktijken (de zogenaamde pre- en postprocessing).

3. Het HIRLAM project en het KNMI

Na de afronding van HIRLAM-2 werd in 1992 het HIRLAM-3 project aangevangen, met dezelfde deelnemers als in het tweede HIRLAM project, maar nu ook in samenwerking met Frankrijk en Spanje.

De internationale samenwerking binnen het HIRLAM project houdt enerzijds in dat het KNMI bijdraagt aan dat project. De KNMI bijdragen bestaan uit het beschikbaar stellen van een systeem manager en uit onderzoeksactiviteiten. Anderzijds krijgen we in ruil voor de bijdragen van het KNMI toegang tot het ontwikkelde systeem en tot de kennis hoe om te gaan met zo'n systeem. Zo kon het KNMI zelfs al enkele ideeën uit het HIRLAM verwerken in het FM-LAM. Deze sectie beschrijft verder de terreinen waarop onderzoek gedaan gaat worden binnen het HIRLAM project. Er moge uit blijken dat er nog velerlei gebieden zijn waarop naar men aanneemt de kort-termijn-verwachting verbeterd kan worden - en dus ook dat het HIRLAM systeem zoals dat op het KNMI gebruikt gaat worden zeker niet het ultieme model is.

3.1 Onderzoek waaraan het KNMI bijdraagt

Het KNMI heeft besloten vooral onderzoek te verrichten naar methoden om de analyse te verbeteren, omdat we denken daarmee het meest efficiënt de kwaliteit van het systeem te kunnen opschroeven. Daarnaast doet het KNMI onderzoek naar fysische parametrisaties, omdat daar vanouds veel expertise mee bestaat, en naar verbetering van de programmatuur, omdat het KNMI nu eenmaal zuinig moet omgaan met mankracht en computercapaciteit.

3.1.1 Kwaliteit van de analyse

Verbetering van de analyse kwaliteit wordt op twee manieren nagestreefd. In de eerste plaats onderzoekt het KNMI, deels in samenwerking met andere deelnemers aan het project, hoe nieuwe waarnemingsystemen gebruikt kunnen worden. Er zijn al conclusies ten aanzien van het nut van de windrichting en -snelheid zoals gemeten door de ERS-1² satelliet (zie vel 4 van de posterreproductie). Momenteel richten we ons op het nut van TOVS³ (verticale temperatuurprofielen), al of niet in combinatie met de ERS-1 gegevens. De tweede manier om de analyse te verbeteren is het verder ontwikkelen van het analyse-schema. Met name nieuwe waarnemingssystemen als de in de vorige paragraaf genoemde, zouden wel eens veel beter tot hun recht kunnen komen in een schema gebaseerd op variatie technieken. Vooralsnog is zo'n schema te duur in computer belasting, maar in de nabije toekomst ligt het wel binnen bereik.

3.1.2 Parametrisaties

Momenteel draagt het KNMI vooral bij aan parametrisatie van de verticale diffusie, vanuit onze kennis van grenslaagmeteorologie. Een juiste parametrisatie van de grenslaagprocessen is nodig om tot correcte voorspellingen van 10 m wind, 2 m temperatuur en lage-bedeckingsgraad te kunnen komen.

3.1.3 Programmatuur

Om programma-ontwikkeling in de diverse landen op elkaar af te stemmen worden eisen gesteld aan de vorm van de programmatuur. Omdat de ontwikkelde programma's moeten kunnen draaien op een verscheidenheid aan computers, moeten ze gemakkelijk van de ene machine naar een andere om te zetten zijn, waarbij de efficiëntie behouden moet blijven. Vooral de komst van massief-parallele machines, met zeg 1000 processoren, stelt nieuwe ontwerp-eisen aan de programmatuur. Het KNMI leidt de groep die deze eisen opstelt.

²ERS: Earth Remote Sensing, een polaire satelliet, ontwikkeld door ESA. Een van de instrumenten geeft uit teruggekaatste radar-straling informatie omtrent de 10 m wind.

³TOVS: Tiros-N Operational Vertical Sounder. Een instrument op de polaire NOAA satellieten. Uit het spectrum van de straling uit de atmosfeer wordt een temperatuurprofiel afgeleid; op het KNMI gebruiken we daarvoor de 3I methode, ontwikkeld in Frankrijk.

3.2 Onderzoek in andere landen

Op de volgende gebieden wordt onderzoek gedaan door andere HIRLAM deelnemers. Het KNMI draagt weinig of niets ertoe bij, maar kan er later wel de vruchten van plukken. De gebieden worden hier slechts genoemd, de lezer zij verwezen naar de HIRLAM-3 oprichtingsovereenkomst voor een uitgebreidere beschrijving.

Numeriek, dynamica:

Efficiëntere algorithmen (semi-Lagrangiaans, spectraal (beide in principe ook nauwkeuriger), halve precisie, lagere resolutie in het buitengebied), nauwkeuriger algorithmen (randvoorwaarden, horizontale diffusie)

Parametrisatie:

Uitwisselbaarheid met andere schema's (Frankrijk, ECMWF), numerieke stabiliteit, verband met analyse, condensatie/wolken/neerslag/verdamping, resolutie, bodemprocessen

Hoge resolutie:

Non-hydrostatisch (?), 1 tot 10 km roosterpuntsafstand

Initialisatie:

Hoge resolutie, gebruik neerslaggegevens

Groenland effect:

Ontwikkeling van depressies

4. Beschrijving van het HIRLAM-2 systeem

4.1 De analyse

Het HIRLAM analyse-schema is het ECMWF schema, aangepast aan toepassing op een begrensd gebied. Het is gebaseerd op optimale interpolatie. In gebieden met een hoge waarnemingsdichtheid worden eerst dicht bij elkaar gelegen en onderling consistente waarnemingen gemiddeld. Vervolgens worden de waarnemingen onderworpen aan uitgebreide kwaliteitscontrole, waarbij elke waarneming wordt vergeleken met de analyse die zou zijn gemaakt als die waarneming er niet was geweest. Tenslotte wordt met de goed bevonden waarnemingen de uiteindelijke analyse gemaakt. Door de gebruikte analysetechniek wordt een grote consistentie van de analyse zowel horizontaal (bijvoorbeeld geostrofie) als verticaal gewaarborgd. Een belangrijke rol is weggelegd voor het 'gisveld', de 6-uursverwachting gemaakt van de vorige analyse. In gebieden met weinig waarnemingen levert de analyse min of meer het gisveld af, en in gebieden met veel waarnemingen dient het gisveld als controle-middel om een grote groep onderlinge consistente maar foute waarnemingen te verwerpen. Dit laatste gebeurt vaker dan men zou denken; zo loopt een satelliet nog wel eens uit zijn calibratie.

4.2 Het verwachtingsmodel

Het verwachtingsmodel is een roosterpuntsmodel. Het horizontale rooster is Arakawa-C, op een verschoven pool projectie. In de verticaal wordt een hybride coördinaatsysteem gebruikt; bij de grond komt dit vrijwel overeen met de geometrische hoogte, in de stratosfeer zijn de vlakken drukniveau's. De primitieve vergelijkingen worden opgelost met een semi-impliciet leap-frog schema. Er is een uitgebreide parametrisatie van de sub-grid processen,

waarbij ook een aantal processen in de grond. Zo is er een prognostische vergelijking voor de oppervlakte-temperatuur. In het model is een impliciet initialisatie-schema opgenomen.

4.3 De waarnemingen

Het HIRLAM systeem verwacht de waarnemingen in BUFR, waarbij verondersteld wordt dat de waarnemingen al gecontroleerd zijn op interne consistentie, klimatologische aanvaardbaarheid en op correctheid van de codes.

4.4 Randvoorwaarden

Voor het HIRLAM dienen sommige velden aan de randen te worden voorgeschreven. Bodemparameters, zoals de temperatuur diep in de grond, worden afgeleid uit klimatologische gegevens. Aan de zijdelingse randen worden velden uit een mondiaal model, bijvoorbeeld het ECMWF, verwacht. Een hoge kwaliteit van de velden op de zijdelingse randen is een voorwaarde voor een goede kwaliteit van de geproduceerde verwachting.

4.5 Uitvoer

Het HIRLAM levert in principe een complete beschrijving van de toestand van de atmosfeer, op willekeurige tijdstippen binnen de verwachtingstermijn. Dit is een voordeel van het draaien van een model in eigen huis: Van andere modellen kan men in het algemeen slechts beschikken over een beperkte selectie. Een tweede voordeel is de snellere beschikbaarheid van de uitvoer.

4.6 De KNMI implementatie

Het HIRLAM gaat aanvankelijk op het KNMI draaien op een gebied even groot als het huidige FM-LAM, totdat de computercapaciteit voldoende is uitgebreid om het HIRLAM volledig te kunnen verwerken. Zolang ook zal het HIRLAM een cyclus van 6 uur draaien.

Daarna echter zal de uiteindelijke vorm als volgt zijn:

Elke 3 uur wordt een analyse gemaakt, en elke 6 uur een 36uursverwachting; de 'tussenanalyses' dienen om de kwaliteit van het gisveld te verbeteren. Het rooster heeft een resolutie van 0.5°, en het gebied wordt circa 5000 km bij 5000 km. Er zijn 16 lagen, het bovenste op 25 mb, de onderste vijf op 996 mb, 983 mb, 955 mb, 909 mb en 846 mb (de onderste lagen bij een gronddruk van 1000 mb).

De waarnemingen worden ontvangen uit het mss, en omgeschreven naar BUFR met software ontwikkeld op het ECMWF. Daarbij worden de waarnemingen gecontroleerd op interne consistentie. Als de KNMI waarnemingsdatabase deze functie kan overnemen zal HIRLAM op die database worden aangesloten.

De randen zijn de meest recente ECMWF verwachtingen. Hierbij is nog van groot voordeel dat het ECMWF in ieder geval de komende jaren tweemaal daags een run zal produceren, als gevolg van een actie geïnitieerd door de HIRLAM landen.

5. HIRLAM in vergelijking met FM-LAM

5.1 Betere programmatuur

Omdat het HIRLAM systeem veel recenter geschreven is dan het FM-LAM is de programmatuur in het algemeen beter leesbaar, onderhoudbaar, en modulair dan die van het FM-LAM. Daarom is het bijvoorbeeld veel gemakkelijker het HIRLAM

aan te passen aan een nieuwe computeromgeving dan het FM-LAM, waardoor veel ontwikkeltijd wordt uitgespaard. Een minstens even belangrijk gevolg van de nieuwere structuur is de betere inzetbaarheid in een operationele omgeving door het gebruik van standaard WMO codes voor in- en uitvoer. Zo is de invoer van waarnemingen in BUFR, en die van velden in GRIB (velden worden gebruikt om de randvoorwaarden voor te schrijven). De uitvoer is in GRIB voor velden en in BUFR voor tijdreeksen. De filestructuur sluit (vrijwel) naadloos aan bij het op het KNMI in gebruik zijnde ASIMOF systeem.

5.2 Hogere kwaliteit

Het HIRLAM systeem levert in principe verwachtingen met een hogere kwaliteit dan het FM-LAM. Een aanwijzing daarvoor wordt al gevonden in de subjectieve Zweedse vergelijking tussen HIRLAM en het Zweedse LAM (zie vel 7 van de posterreproductie). Wel denken we dat het FM-LAM beter zou scoren dan het Zweedse, enerzijds door de hogere resolutie (60 km in plaats van 100), anderzijds door de betere fysica - het FM-LAM bevat immers al kennis uit het HIRLAM project.

De belangrijkste redenen om te denken dat het HIRLAM beter is dan het FM-LAM liggen in de hogere verticale resolutie (16 lagen in plaats van 11), en in de betere analyse. Over dit laatste weiden we nog wat uit:

Als kopie van het ECMWF schema heeft de HIRLAM analyse automatisch alle kwaliteit van het ECMWF systeem 'geërfd'. Het algoritme om waarnemingen te checken, een van de meest kritische stappen in het analyse-proces, is aanzienlijk beter dan dat in FM-LAM. De balans tussen waarnemingen en model is optimaal, vooral door het elimineren van alle overbodige verticale interpolatie. Tenslotte is het HIRLAM schema in staat meer waarnemingen te verwerken. Naast de door het FM-LAM geaccepteerde codes (SYNOP, SHIP, TEMP, PILOT, DRIBU en SATEM), kan het HIRLAM ook AIREP, ASDAR, SATOB en BUFR aan (dit zijn alle standaard WMO codes). In feite worden alle codes eerst naar BUFR vertaald. Daardoor is het relatief eenvoudig nieuwe waarnemingstypen als ERS-1 (al in BUFR) of TOVS (na codering in BUFR) in te voeren. Juist dit laatste voordeel is voor verwachtingen voor Nederland en de Noordzee essentieel, omdat alleen satellietssystemen een behoorlijke waarnemingsdichtheid boven de Atlantische Oceaan kunnen leveren.

Er bestaat nog niet voldoende objectief vergelijkingsmateriaal om de verwachte kwaliteitsverbetering van het HIRLAM ten opzichte van het FM-LAM te bevestigen. Overigens is voor de dagelijkse verwachting een objectieve verificatie niet altijd relevant. Veeleer zou men het gedrag van het model bij de heersende weersituatie willen kennen. Daarom hechten wij veel waarde aan de subjectieve verificatie zoals uitgevoerd in Zweden (zie boven), hoewel daar niet vergeleken is met het FM-LAM. Uit die verificatie blijkt het HIRLAM in ieder geval niet slechter dan het Britse systeem te zijn.

5.3 Internationale samenwerking

Het feit dat HIRLAM ontwikkeld is in internationale samenwerking is een groot voordeel. Bij problemen, bijvoorbeeld een inferieure verwachting, kan vaak teruggevallen worden op buitenlandse expertise om het systeem te verbeteren. Zo werd door vergelijking tussen de Deense en Finse produkten een kwalijke fout in de Deense data-extractie opgespoord. Helaas heeft internationale samenwerking ook een nadeel, want men is afhankelijk van anderen.

Omdat internationaal de ontwikkelingen doorgaan blijft het voordeel van de samenwerking vooral sterk als het KNMI een redelijk recente versie van het HIRLAM systeem gebruikt. Dit motiveert sterk tot het bijhouden van internationale ontwikkelingen. Dit is enerzijds een voordeel, want voor het

KNMI is het van levensbelang tot de besten ter wereld te behoren, maar anderzijds betekent het wel dat het KNMI niet geheel vrij is het systeem naar eigen inzicht te kiezen.

5.4 Computer belasting

Het totale HIRLAM systeem is ongeveer tweemaal zo duur als het huidige FM-LAM. Het HIRLAM verwachtingsmodel is enigszins duurder dan het FM-LAM, vooral door de hogere verticale resolutie. Maar de meeste meerkosten van het HIRLAM zitten in het analyse-schema. Een HIRLAM analyse kost nu ongeveer evenveel als een 18-uurs verwachting. Van zo'n analyse kan een 36-uurs verwachting gedraaid worden. Overigens besteedt HIRLAM altijd nog relatief weinig tijd aan de analyse: Men komt steeds meer tot het besef dat een numeriek verwachtingssysteem (evenals een meteoroloog) veeleer meer tijd moet besteden aan analyse dan aan verwachting.

5.5 Het geval 28 augustus 1992

Op vrijdag 27 augustus diepte het FM-LAM een vlak lage-drukgebied boven de Golf van Biskaije zeer sterk uit in de 24-uursverwachting voor 28 augustus 1992, 1200 UTC. Hoewel de situatie zeker onstabiel was, getuigen de waarnemingen van acht windhozen langs de Nederlandse kust, was de uitdieping, met winden tot 30 kts, ten onrechte. Het Bracknell fine-mesh model produceerde een veel betere verwachting, en het HIRLAM was zelfs nog marginaal beter dan Bracknell.

5.6 Afweging

Hoewel de voordelen van de betere programmatuur en de internationale samenwerking niet direct leiden tot betere verwachtingen, dient men zich ervan bewust te zijn dat deze voordelen betekenen dat menskracht wordt vrijgemaakt voor andere taken, waardoor deze voordelen toch indirect kunnen leiden tot verbetering van de KNMI producten.

De besparing in menskracht is beter in geld uit te drukken dan de meteorologische kwaliteitsverbetering. Het blijkt dat die besparing voldoende is om de extra computerkosten te rechtvaardigen. De (niet volledig bewezen) meteorologische verbetering is daarbij een leuke bonus.

6. Conclusies en plannen

Met het HIRLAM systeem heeft het KNMI een opvolger voor het FM-LAM voor kortetermijn verwachtingen (24 tot 36 uren-verwachtingen) in huis. Het systeem bevat, door zijn internationale afkomst, veel up-to-date kennis en ontwikkelingen. Het wordt dan ook tot de beste ter wereld gerekend. Dit geldt de meteorologische kwaliteit, maar ook de opzet van de programmatuur. Er bestaat nogal wat objectieve verificatie uit het buitenland, maar er is nog weinig vergelijkingsmateriaal met het KNMI FM-LAM. Het ligt in de bedoeling spoedig vergelijkende statistiek te gaan produceren.

Het HIRLAM-2 systeem is momenteel wel een van de beste systemen ter wereld, maar er moet rekening mee gehouden worden dat uit het derde HIRLAM project regelmatig suggesties voor verbetering zullen volgen.

OWO-ATMO

De sectie 'atmosferische modellen en dynamisch meteorologische verwachtings methoden' heeft tot opdracht modellen en methoden te ontwikkelen en op het KNMI beschikbaar te stellen en te houden, ter ondersteuning van de weerddiensten en het klimaatonderzoek.

Projecten en taken

Het ligt in de planning het HIRLAM-2 model in 1992 nog te implementeren als meteorologische komponent van de APL. Ook wordt het onderzoek naar het nut van ERS-1 gegevens afgerond.

Om modellen en methoden te ontwikkelen worden in 1993 een aantal projecten uitgevoerd, deels als KNMI bijdrage aan het HIRLAM-3 project:

• TOVS in HIRLAM

Onderzoek naar het nut van TOVS, bewerkt met de 3I methode voor het operationele HIRLAM model, eventueel in combinatie met ERS-1 gegevens.

- Verifikatie en validatie
- Een verifikatie programma voor de numerieke modellen moet de meteoroloog inzicht verschaffen in de betrouwbaarheid van de modellen.
- 'Hete' koppeling 'droge' en 'natte' modellen

• Nieuwe analyse methoden

ERS-1 gegevens blijken mede slecht bruikbaar door de lage betrouwbaarheid van de gerapporteerde windrichting. Een nieuwe analysetechniek lijkt nodig om dit soort gegevens optimaal te benutten.

• Parallelisatie

Onderzoek naar het optimaal programmeren van de modellen voor het gebruik van nieuwe computer architecturen, met name massief-parallele.

Om de modellen beschikbaar te houden heeft de sectie een aantal taken, t.w. onderhoud van de APL componenten HIRLAM en VIMOLA. Daarnaast voert de sectie nog het system management van HIRLAM-3 uit.

Het onderzoek naar parallelisatie wordt uitgevoerd in samenwerking met de Universiteit Leiden, het onderhoud van de modellen samen met de sectie NUMSIN en met de internationale HIRLAM groep.

Personele inzet

Reacties op dit werkplan kunnen gericht worden aan de leden van de sectie:

- Sylvia Barlag, k. A258, ext. 383
- Gerard Cats, k. A267, ext. 442
- Toon Moene, k. A267, ext. 443
- Wim de Rooy, k. A263, ext. 439
- Ben Wichers Schreur, k. A247, ext. 617

HIRLAM level 1

HIRLAM, het *High Resolution Limited Area Model*, startte in 1985 als een samenwerkingsproject tussen de weerdiensten van de Noordse landen en het KNMI. Doel was het ontwikkelen van een 'state of the art' numeriek weersverwachtingsmodel dat operationeel kon worden ingezet voor het maken van verwachtingen tot +48 uur. De eerste fase werd afgerond met een uitgebreid geteste versie van het model: het HIRLAM level 1 system.

HIRLAM level 2

De tweede fase van het HIRLAM project werd eind 1991 afgerond. Ierland trad toe tot het samenwerkingsverband. In deze fase van het project werd het model verder verfijnd en opnieuw gecodeerd. Nieuwe parametrisaties werden ontwikkeld en getest, alsmede nieuwe numerieke schemas. Het systeem

werd zoveel mogelijk machine onafhankelijk gemaakt en ingebed in een besturingssysteem van Unix shell scripts dat het gebruik van HIRLAM voor zowel onderzoek als operationele implementaties moet vereenvoudigen. HIRLAM werd ingevoerd als operationeel weersverwachingsmodel bij het DMI en het FMI. De tweede fase leidde uiteindelijk tot de definitie van het HIRLAM level 2 system.

HIRLAM level 3

In de huidige 3^e fase wordt zeer nauw samengewerkt met Spanje en Meteo France aan de ontwikkeling van model onafhankelijke parametrisaties en code standaardisatie. Door het modulair maken van de model fysica moet het mogelijk worden delen van het franse Arpège model en het HIRLAM uit te wisselen.

In deze fase zal ook verdergaande verifikatie van het HIRLAM mogelijk worden door de invoering van HIRLAM als operationeel verwachtings model bij het SMHI, het KNMI en wellicht ook de IMS.

Literatuur

De activiteiten binnen het HIRLAM project zijn beschreven in verschillende HIRLAM technical reports. Een gedetailleerde beschrijving van het HIRLAM model wordt gegeven in het HIRLAM level 1 documentation manual. Verdere informatie wordt graag verstrekt door de sectie OWO-ATMO.

HIRLAM in de APL

Het ligt in de lijn der bedoelingen dat HIRLAM eind 1992 het KNMI-LAM gaat vervangen als meteorologisch verwachtings model binnen de Automatische Productie *Zijn*. Bijgaande afbeeldingen geven een indruk van het verwachtingsgebied, het te gebruiken rooster en de orografie van het model.

Model parameters

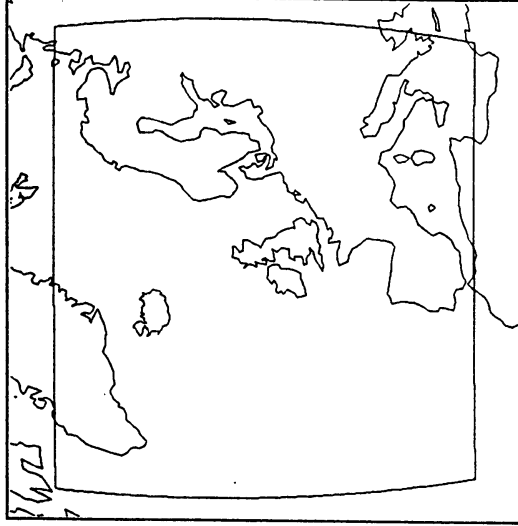
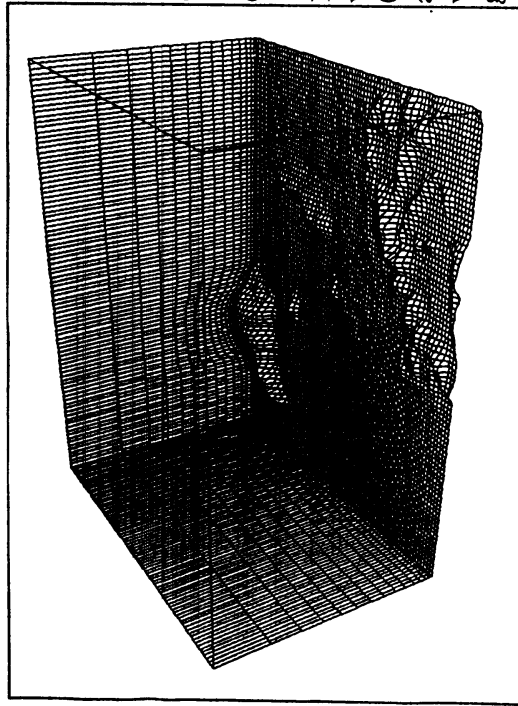
HIRLAM wordt ingevoerd met een horizontale resolutie van 0.5°, overeenkomend met een roosterpunts afstand van ±50 km, binnen een verschoven pool rooster. In de verticaal worden 16 model niveaus gebruikt.

HIRLAM gebruikt een hybride coördinaten systeem, terreinvolgend aan de grond, constante drukniveaus in de hoogste model lagen. Er zal gedraaid worden met het HIRLAM level 2 systeem, met een Optimum Interpolatie analyse schema en impliciete initialisatie.

Computergebruik

In eerste instantie zal er voor de hoofduren 00Z, 06Z, 12Z en 18Z een analyse en 36 uurs verwachting worden gemaakt. Een analyse kost

40 Convex cpu minuten, een 36 uurs verwachting 60 minuten. Met de vereiste voor- en nabewerkingen kost het HIRLAM dagelijks 500 cpu minuten. Er wordt naar gestreefd om uiteindelijk elke drie uur een analyse te draaien. Op de tussenuren zal er dan een korte verwachting worden gemaakt als gisveld voor de analyses op de hoofduren.



Het analyse schema

Het HIRLAM analyse schema is een limited area versie van het ECMWF analyse schema aangepast op een hogere resolutie. Gebruik wordt gemaakt van een Optimum Interpolatie schema, uitgebreid tot een multivariate 3-dimensionale interpolatie van waargenomen afwijkingen van een gisveld. Geanalyseerd worden geopotentiaal, wind componenten en vocht.

Quality Control

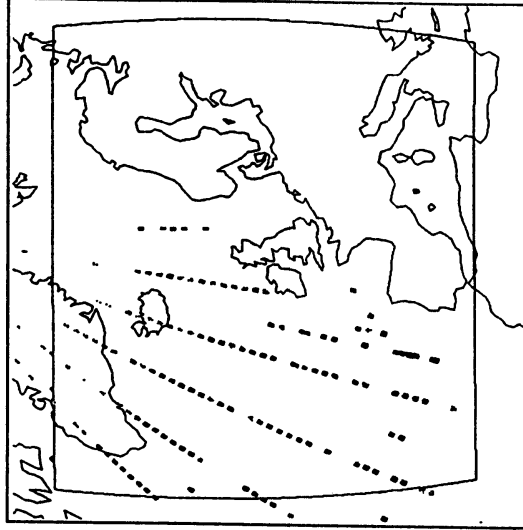
Kwaliteitscontrole is een belangrijk aspect van de analyse. De kwaliteitscontrole vindt binnen het HIRLAM systeem zowel buiten als binnen het analyse schema plaats. Bij de constructie van het AOF, Analysis Observation File, worden waarnemingen onderworpen aan 'sanity checks'. Tijdens de analyse worden de waarnemingen gecontroleerd tegen het gisveld en tegen

elkaar en bij al te grote afwijkingen verworpen. Er wordt verder gebruik gemaakt van een 'ship black list'.

Data types

Een zeer sterk punt van het analyse schema is de verscheidenheid aan data types die het aankan en de relatief eenvoudige introductie van nieuwe data types. Hiervan wordt op het KNMI gebruik gemaakt bij het onderzoek naar de impact van **ERS-1** winden, **TOVS** dikke profielen en mogelijk **ASDAR** gegevens.

De bijgaande figuur geeft een indruk van de verdeling van de AIREP waarnemingen gebruikt in een analyse. De kleur codeert de tijd van ontvangst: groen is de analyse tijd, blauw is eerder, roder is later. Paarse en grijze waarnemingen zijn te laat ontvangen om gebruikt te kunnen worden door het HIRLAM.



Nieuwe data types

Een van de grootste voordelen van het Optimum Interpolatie analyse schema, zoals gebruikt in HIRLAM is de eenvoudige integratie van nieuwe data types. Hiervan is gebruik gemaakt in een studie naar de te verwachten impact van ERS-1 scatterometer winden op operationele weersverwachtingen. In de

eerste figuur wordt een indruk gegeven van de door de satelliet gemeten wind snelheden.

Impact studie

In een parallelle test van 14 dagen zijn de verwachtingen geproduceerd door HIRLAM met en zonder satelliet winden vergeleken. In figuur 2 is het verschilveld van twee 6 uren verwachtingen

weergegeven. De invloed van ERS-1 data blijkt klein en uit zich voornamelijk in neerslagpatronen. Dit lijkt een gevolg van tekortkomingen in het ERS-1 windrichting de-aliasing schema.

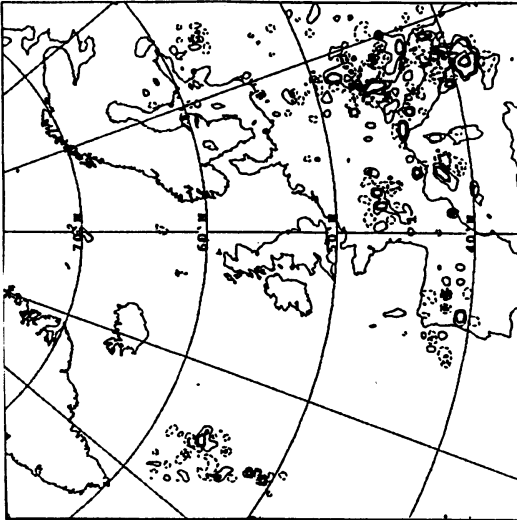
Inlichtingen

Meer informatie over het gebruik van ERS-1 data wordt u graag verstrekt door:

Ben Wichers Schreur
kamer A247
toestel 617

Verschilvelden verwachtingen HIRLAM met en zonder ERS-1 winden.

- verifikatietijd 92061118;
- blauw: temperatuur aan de grond;
- groen: druk aan de grond;
- geel: windvectoren;
- rood: neerslag



HIRLAM

Verwachtingsmodel

Roosterpuntsmodel

Het HIRLAM verwachtingsmodel is een primitieve vergelijkingen model, dat gebruik maakt van een roosterpunts representatie met tweede orde differentie benaderingen voor de ruimtelijke afgeleiden. In de verticaal wordt een hybride coördinaten systeem gebruikt.

De prognostische variabelen zijn de horizontale wind componenten, de temperatuur, de specifieke vochtigheid en de oppervlakte druk. Boven land worden ook de oppervlakte temperatuur, bodemvochtigheid en sneeuwbedekking voorspeld. Verwachtingen van het ECMWF T213 model worden gebruikt om de randen te leveren voor het HIRLAM.

Parametrisaties

De fysische processen waarvan de schaal grootte kleiner is dan die van het rooster, worden geparametriseerd: verticale diffusie, convectie, stratiforme

condensatie, straling en oppervlakte processen.

Tijds integratie

De toelaatbare tijdstap wordt begrensd door de stabiliteit van de semi-impliciete integratie van de model dynamica en is afhankelijk van de model resolutie.

HIRLAM biedt de mogelijkheid om de fysica niet elke tijdstap te berekenen, maar met een tijdsinterval overeenkomend met de tijdschaal van de fysische processen.

Afgebeeld is de HIRLAM 2m temperatuur van 16 juni 1992 1800 GMT. Duidelijk is de invloed van orografie.

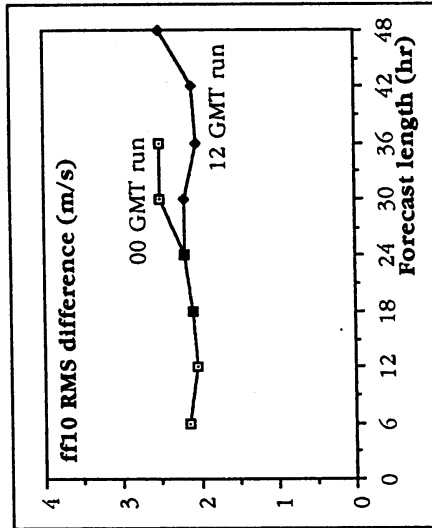
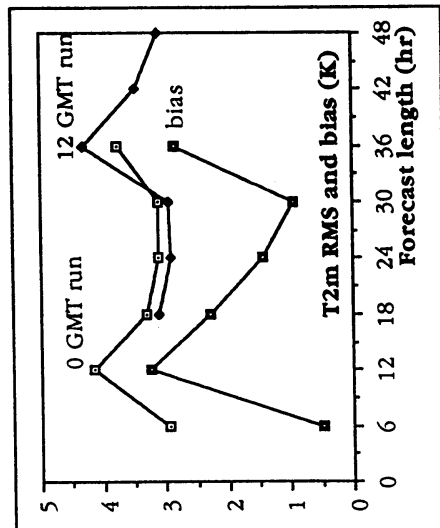


Operationeel

Het HIRLAM draait al enkele jaren als operationeel weerverwachting model bij het DMI in Denemarken en het FMI in Finland. Het model wordt daar uitgebreid geverifieerd.

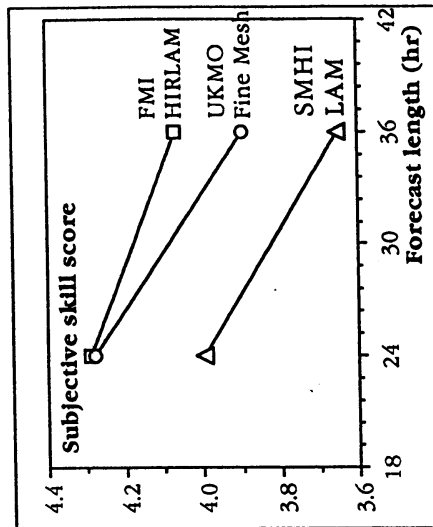
Stations verificatie

Het DMI stations verificatie pakket is geconstrueerd naar de EWGLAM richtlijnen. De afgebeelde verificatie resultaten voor de 2m temperatuur en 10m wind zijn verkregen uit de vergelijking van Hirlam level 1 verwachtingen met 115 SYNOP stations in Europa gedurende februari en maart 1992.



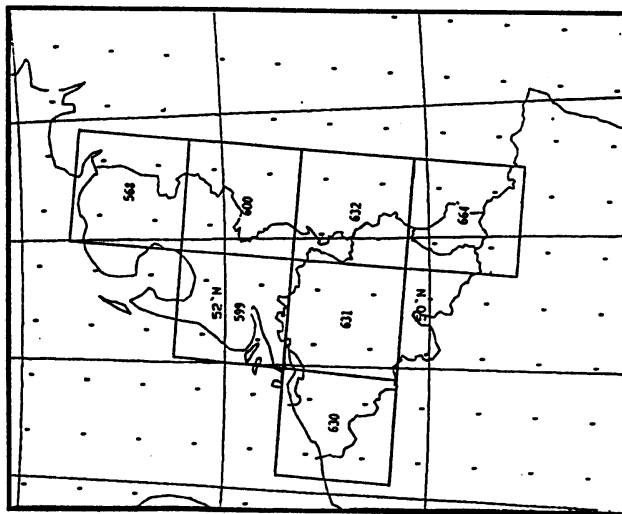
Subjectieve verificatie

In een subjectieve evaluatie werd door dienst meteorologen van het SMHI de druk op zeeniveau van het UKMO Fine Mesh model en het FMI HIRLAM vergeleken en gewaardeerd op een schaal van 1 tot 5, zeer slecht tot zeer goed. De gemiddelde skill scores voor de periode 2 oktober tot 9 november 1990 zijn weergegeven in de onderstaande figuur.



LAM neerslagverificatie

De door het LAM voorspelde 6-uurs neerslaghoeveelheden worden al vanaf half juli 1991 geverifieerd tegen waargenomen neerslaghoeveelheden. Hiertoe is het te verifiëren gebied



ingedeeld in 7 blokken die allemaal 4 roosterpunten bevatten (zie hiernaast). In elk van die 7 blokken is de LAM-neerslag op de 4 roosterpunten gemiddeld en vergeleken met de gemiddelde binnen het blok waargenomen hoeveelheid neerslag.

Overschrijdingskansen

Bij de neerslagvoorspellingen is het vaak van belang de kans op overschrijding van bepaalde hoeveelheden te weten. De afgebeelde tabellen geven de resultaten van de verificatie (periode half juli 1991 tot eind augustus 1992) in de vorm van overschrijdingskansen.

Meer informatie

Voor verdere vragen omtrent de verificatie kunt u terecht bij:

Wim de Rooy
kamer 263
toestel 439

De resultaten van de verificatie voor de periode half juli 1991 tot half januari 1992 zijn te vinden in het KNMI technisch rapport TR-143.

Tabellen van overschrijdingskansen LAM neerslagverwachting voor 6-uurs perioden

Waarnemingsklasse

| LAM+06 | 0-0.3 mm | >0.3 mm | >1 mm | >3 mm |
|----------|----------|---------|-------|-------|
| 0-0.3 mm | 90% | 10% | 6% | 2% |
| 0.3-1 mm | 51% | 49% | 30% | 10% |
| 1-3 mm | 21% | 79% | 64% | 32% |
| >3 mm | 10% | 90% | 85% | 62% |

| LAM+18 | 0-0.3 mm | >0.3 mm | >1 mm | >3 mm |
|----------|----------|---------|-------|-------|
| 0-0.3 mm | 89% | 11% | 6% | 2% |
| 0.3-1 mm | 50% | 50% | 34% | 11% |
| 1-3 mm | 23% | 77% | 63% | 32% |
| >3 mm | 16% | 84% | 72% | 46% |

| LAM+30 | 0-0.3 mm | >0.3 mm | >1 mm | >3 mm |
|----------|----------|---------|-------|-------|
| 0-0.3 mm | 88% | 12% | 7% | 3% |
| 0.3-1 mm | 50% | 50% | 34% | 12% |
| 1-3 mm | 27% | 73% | 57% | 27% |
| >3 mm | 22% | 78% | 68% | 41% |

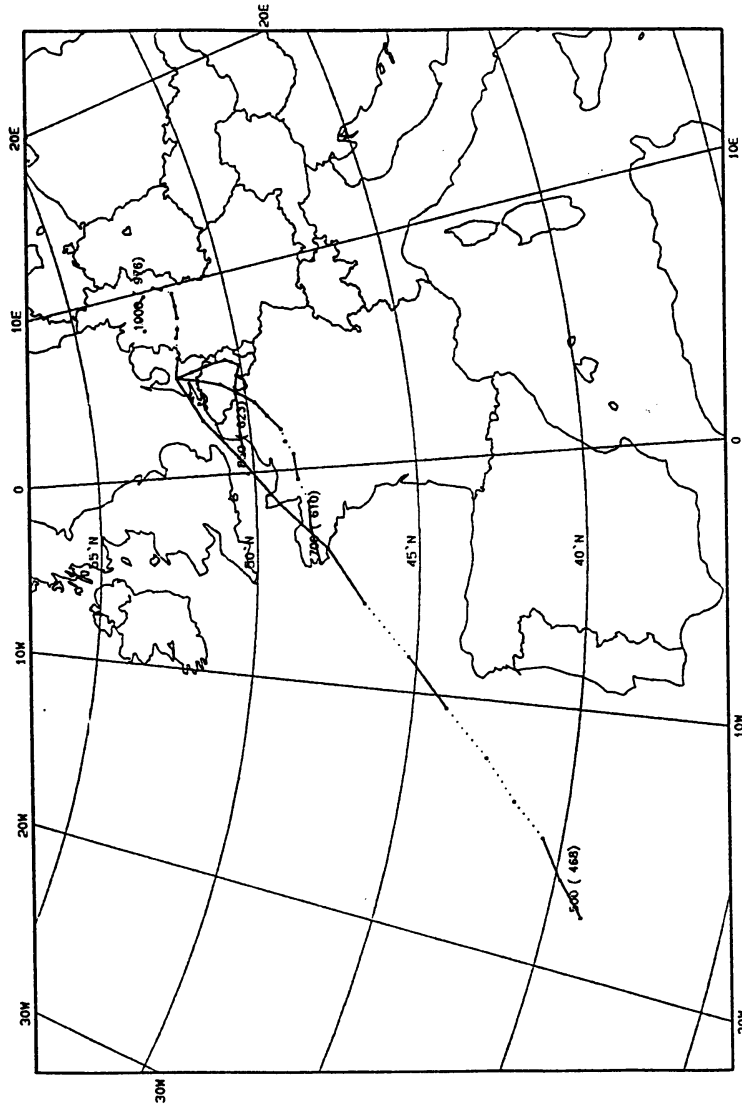
HIRLAM trajectoriën

HIRLAM moet het KNMI-LAM gaan vervangen als meteorologisch verwachtings model binnen de APL, Automatische Productie Lijn. Het zal dan ook de invoer voor andere componenten van de APL verzorgen. Eén van deze componenten is het trajectoriën model.

Sinds kort kunnen trajectoriën berekend worden op HIRLAM gegevens. Het HIRLAM levert velden van u, v, ω en P_s van 0 tot 36 uur vooruit met een interval van 6 uur. Het HIRLAM heeft een roosterpuntsafstand van 0.5° en kent 16 modelniveaus.

Achterwaartse trajectoriën geven een indicatie waar lucht vandaan komt. Een luchtdeeltje op het 1000 mbar niveau bijvoorbeeld, gaat om 92072212 weg uit Duitsland en arriveert 36 uur later om 92072400 in De Bilt.

HIRLAM BACKWARD TRAJECTORIES OF 36 HOURS
departure: 92072212; arrival: 92072400



Trajectoriën op basis van HIRLAM velden kunnen op dezelfde wijze gepresenteerd worden als de huidige UKMO trajectoriën in de weerkamer. Er zijn vier trajectoriën te zien. Ze eindigen respectievelijk op 1000, 850, 700 en 500 mbar in De Bilt. Met intervallen van drie uur zijn stippen op de trajectorie geplaatst. Tussen haakjes is de begindruk van de trajectorie aangegeven. Als de trajectorie omhoog beweegt is de lijn gestippeld. Daalt of blijft de lijn op hetzelfde niveau, dan is zij doorgetrokken.

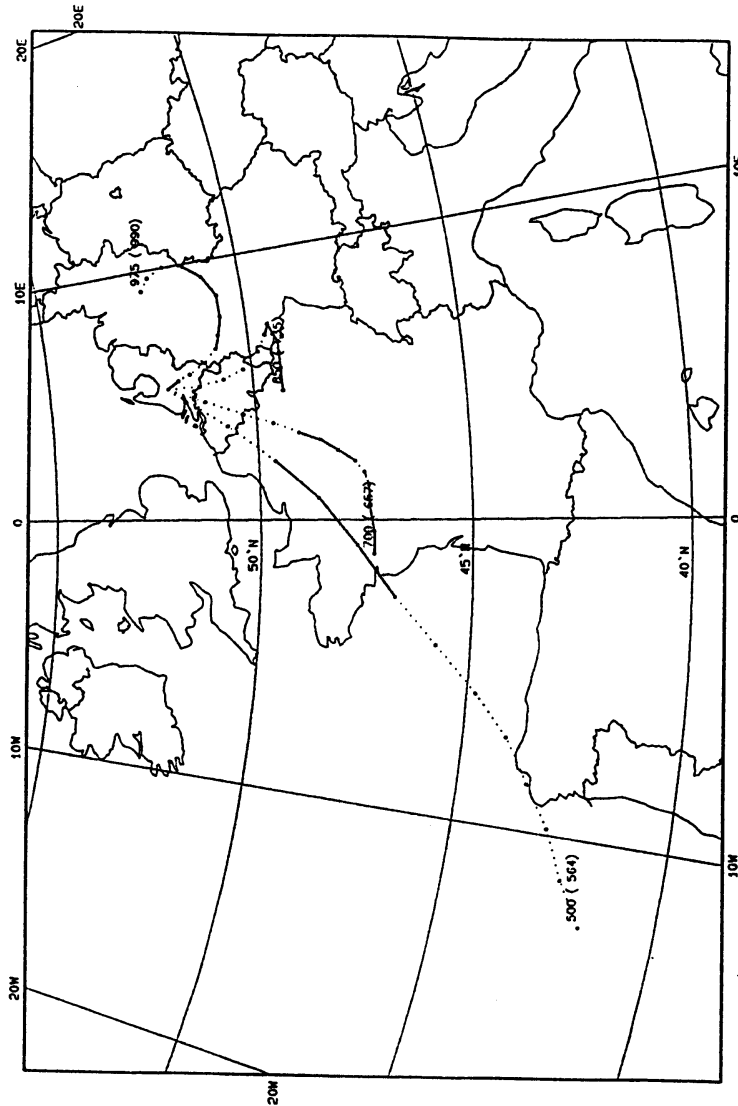
HIRLAM versus UKMO

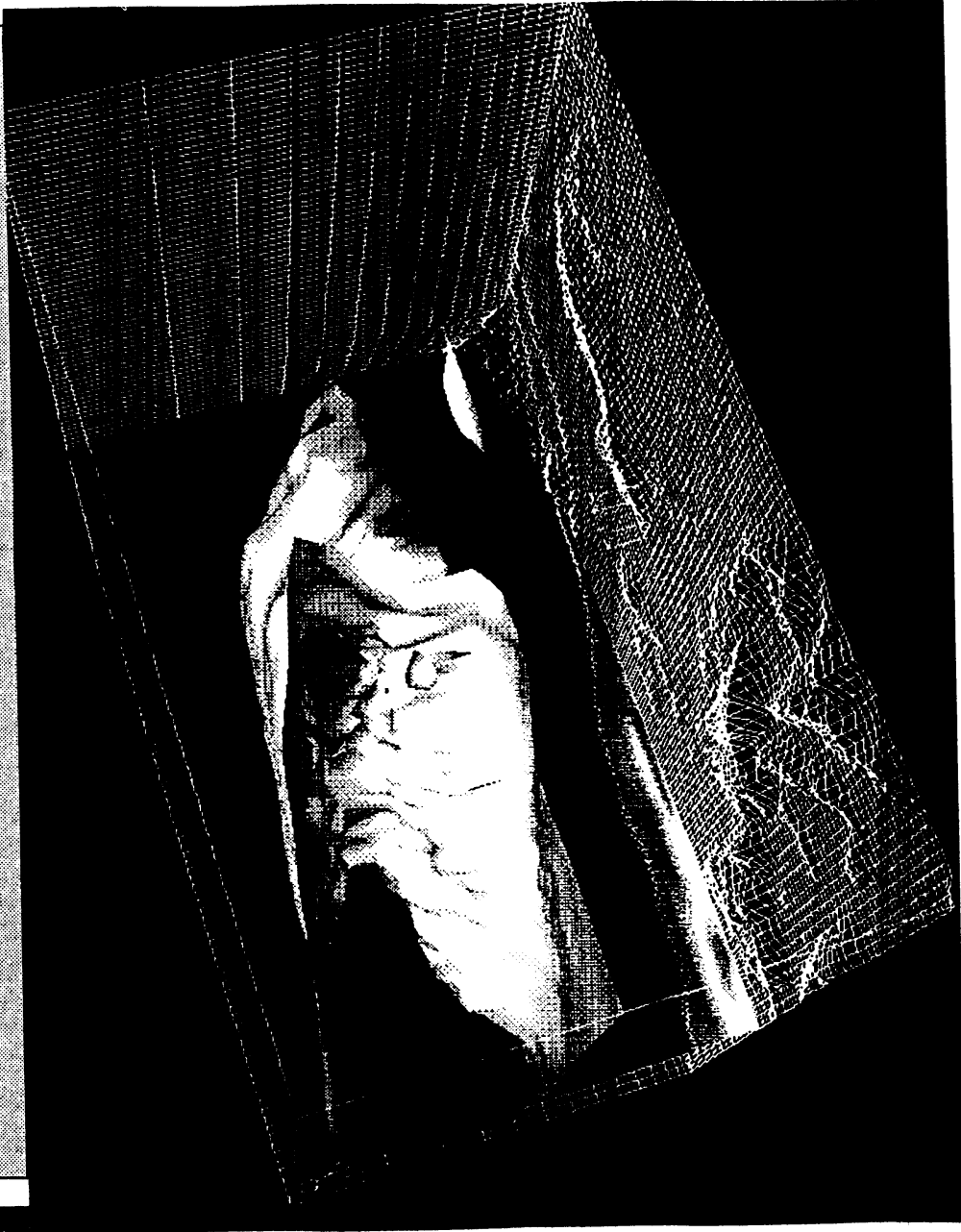
Voor de 850 en 700 mbar trajectoriën zijn behoorlijk verschillend. De 850 mbar HIRLAM trajectorie begint boven het Kanaal, terwijl de 850 mbar UKMO trajectorie ergens boven de Elzas start. Het is de bedoeling om trajectoriën op basis van ECMWF analyses te toetsen.

Voor meer informatie kunt u terecht bij:

Cisco de Bruijn
kamer A263
toestel 439

UKMO UNIFIED MODEL BACKWARD TRAJECTORIES OF 36 HOURS
departure: 92072212; arrival: 92072400



**Model uitvoer**

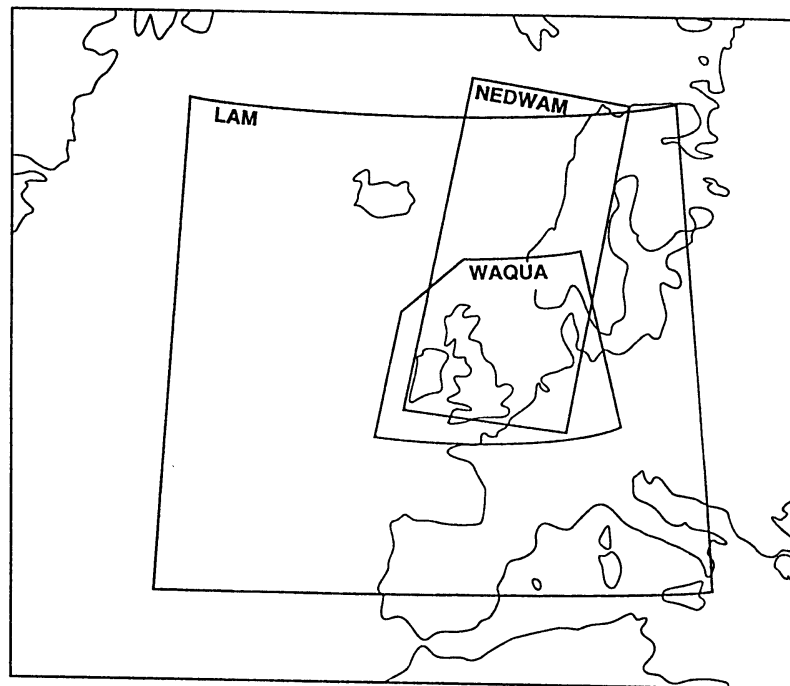
Visualisatie is een belangrijk hulpmiddel bij het ontwikkelen, analyseren, verifiëren en corrigeren van model prestaties. Ook hieraan wordt derhalve aandacht besteed. Het door HIRLAM verwachte temperatuurveld van 16 juni 1992 1800 GMT is in de bijgaande figuur verbeeld door het isosurface voor $T=220K$ en een verticale doorsnede door het veld.

Het WAQUA/CSM-16 model

Hans de Vries
(OWO)

1. Inleiding

Het WAQUA/CSM-16 model wordt gebruikt om verwachtingen te maken voor de waterhoogten langs de Nederlandse kust. Het WAQUA systeem is ontwikkeld door de Rand Corporation (USA) en Rijkswaterstaat voor tweedimensionale hydrodynamische simulaties van estuariën en ondiepe zeeën. Het systeem lost de niet-lineaire ondiep-water vergelijkingen op en berekent zowel het astronomische getij als het meteorologische effect op waterhoogten en -stromen.

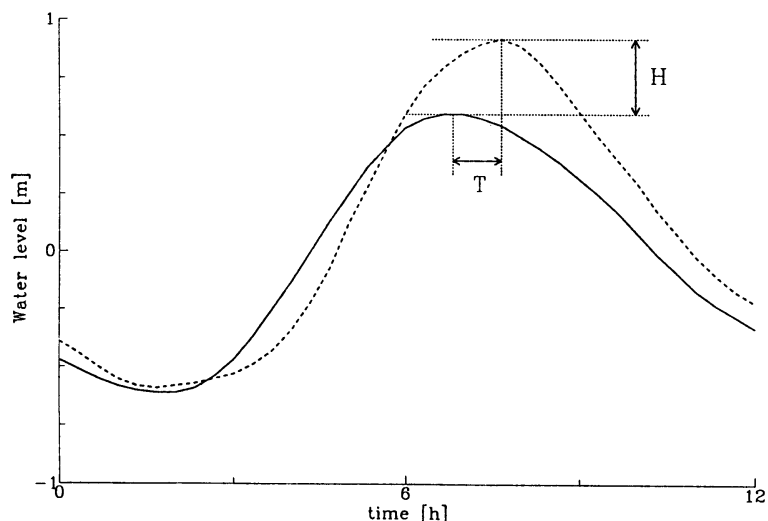


Figuur 1: De rekengebieden van LAM, WAQUA en NEDWAM

Het WAQUA systeem wordt en is op uitgebreide schaal toegepast, onder andere bij de aanleg van de Deltawerken in Zeeland, en vele modellen zijn gebouwd variërend van kleine stroomgaten tot het gehele Noordwest Europese Continentale Plat.

Het CSM-16 model is ontwikkeld door de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat in samenwerking met het Waterloopkundig Laboratorium [8, 9]. Het beslaat het gehele Continentale Plat

van 12° W tot 13° O en 48° N tot 62° N (zie figuur 1). De afstand tussen de roosterpunten is $1/4^\circ$ in west-oost richting en $1/6^\circ$ in zuid-noord richting. Dit komt overeen met ongeveer 16 km. De grenzen van het model liggen voorbij de rand van het Kontinentale Plat in diep (meer dan 200 m) water. In het OPWA projekt, een samenwerking van de Dienst Getijdewateren en de Dienst Informatieverwerking (nu ICIM B.V.) van Rijkswaterstaat en het KNMI, is het CSM-16 model afgeregeld en in de APL geïmplementeerd [11, 12]. Op het KNMI wordt of is recent aan het model gewerkt door Jeanette Onvlee, Aart Voorrips, Kees Mastenbroek en Hans de Vries. In de rest van dit verhaal zullen de termen WAQUA en CSM-16 door elkaar worden gebruikt. Er wordt dan echter steeds het WAQUA/CSM-16 model bedoeld. De belangrijkste produkten van het WAQUA model zijn rechte en scheve wateropzetten. De opzetten worden verkregen door het model zowel met als zonder meteorologische invoer te laten draaien en de resultaten van beide runs van elkaar af te trekken. De rechte opzet in een station wordt verkregen door de twee getijkrommes per modeltijdstep van elkaar af te trekken.



Figuur 2: Definitie van de scheve wateropzet H

De scheve opzet is gedefiniëerd (zie figuur 2) als het hoogteverschil tussen een hoog of laag water in een berekening met en zonder meteorologische invoer. Voor de uit te geven verwachtingen wordt de scheve opzet, zoals die door WAQUA wordt berekend, gekombineerd met de berekening van het astronomische getij door Rijkswaterstaat. De berekeningen van Rijkswaterstaat zijn nauwkeuriger dan WAQUA, omdat er (veel) meer getijkomponenten worden meegenomen.

Het astronomische getij wordt door WAQUA per dag berekend, telkens zo ver vooruit als voor de te maken verwachtingen nodig is. De meteorologische invoer voor WAQUA bestaat uit drie-uurlijkse wind- en drukvelden uit het FM-LAM. Als backup voor LAM zijn ook de gegevens uit het Fine Mesh model van de Britse weerdienst in Bracknell beschikbaar. LAM levert iedere drie uur een analyse en elke zes uur een verwachting van

dertig uur vooruit. Bracknell levert elke zes uur een analyse en elke twaalf uur een verwachting van zesendertig uur vooruit.

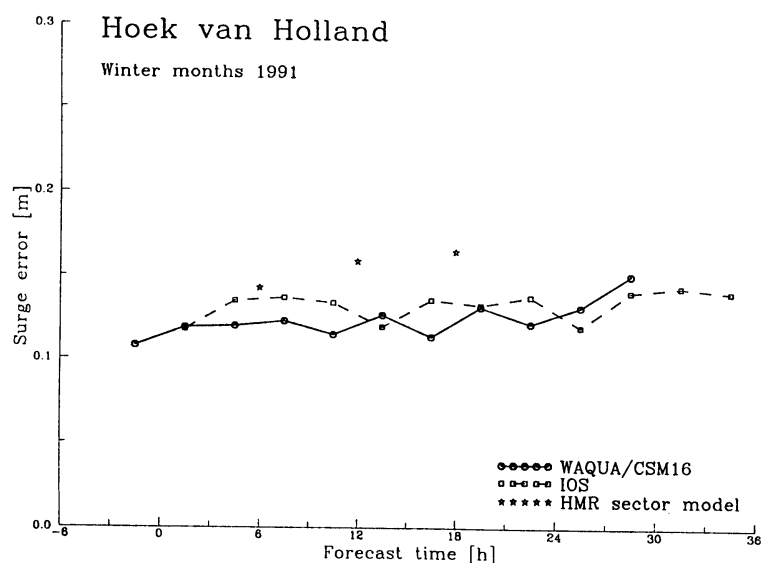
Het WAQUA systeem heeft proefgedraaid sinds februari 1989. In het begin was de beschikbaarheid van invoer uit het LAM nog niet altijd optimaal, maar langzamerhand werd dat steeds beter. In 1990 konden de resultaten voor het eerst gepresenteerd worden op het HMR. Het model levert nu elke zes uur een nieuwe verwachting aan het HMR, die gepresenteerd wordt op het APL presentatiestation en als een hardcopy via de Versatec plotter. Bovendien is er een ontwikkelversie waarin gemeten waterhoogten worden geassimileerd. De resultaten van deze versie staan sinds februari 1992 ook ter beschikking van het HMR.

2. Verifikatie

De resultaten van het WAQUA model zijn verzameld sinds 1989. Daarnaast zijn ook de resultaten van zijn voorganger, het IOS model bewaard. De verwachte opzetten zijn geverifieerd tegen de gemeten opzetten langs de Nederlandse kust. Uit WAQUA zijn er bovendien gegevens beschikbaar voor een aantal stations langs de Britse Oostkust, die ook gebruikt worden voor data-assimilatie (zie paragraaf 4). Waarnemingen worden betrokken uit de databases van Rijkswaterstaat.

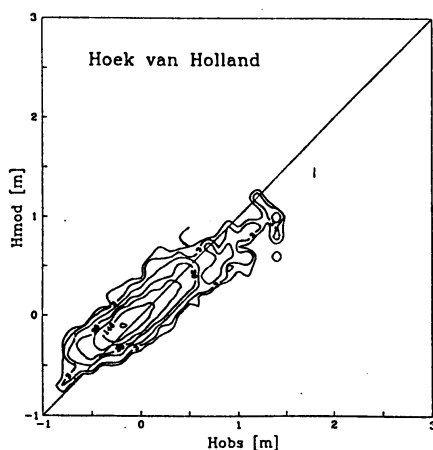
Tot slot zijn de verwachtingen voor Hoek van Holland, Euro Platform en IJmuiden, gemaakt met het vakken model, zoals dat op het HMR gebruikt wordt, beschikbaar voor 1991.

In figuur 3 worden de resultaten van de drie modellen vergeleken voor de wintermaanden van 1991 (januari, februari, maart, oktober, november en december) voor Hoek van Holland.

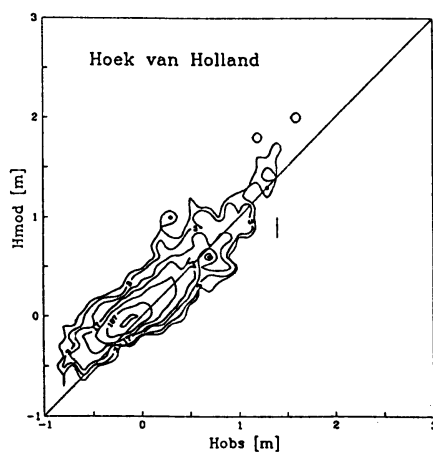


Figuur 3: Standaarddeviaties in de scheve opzetten als functie van de verwachtingstermijn

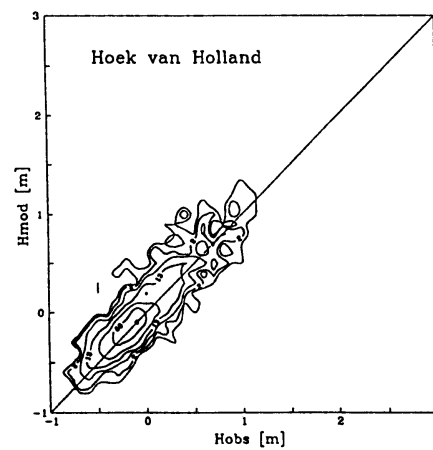
De standaarddeviaties van de fouten in de verwachte scheve opzetten zijn uitgezet als functie van de verwachtingstermijn. Hierbij is geen onderscheid gemaakt tussen hoge opzetten en lage opzetten of tussen opwaaiing en afwaaiing.



Figuur 4: Model tegen waarnemingen voor WAQUA



Figuur 5: Model tegen waarnemingen voor IOS

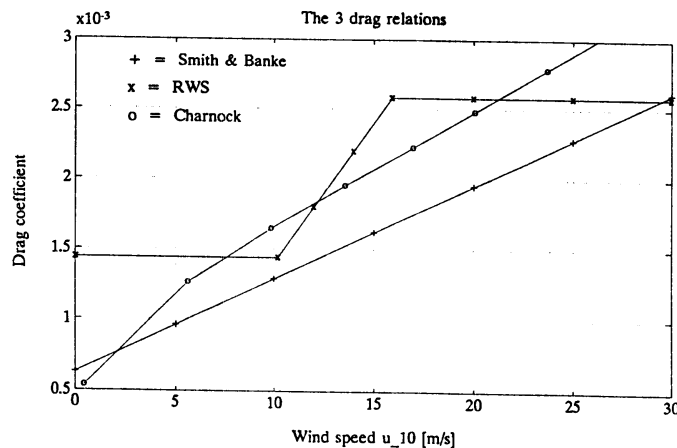


Figuur 6: Model tegen waarnemingen voor de handmethode

Bij deze manier van presentatie blijkt dat de modellen elkaar niet veel ontlopen. Voor de korte termijn lijkt WAQUA iets beter te zijn dan IOS en de skill van de handmethode neemt sneller af als functie van de verwachtingstermijn. In de figuren 4, 5 en 6 zijn de scheve opzetten uit de modellen uitgezet als functie van de waarnemingen. Aangegeven zijn de contourlijnen van het aantal gevallen in een vierkantje van 10 x 10 cm². In deze figuren is geen onderscheid gemaakt in verwachtingstermijn. In het ideale geval, waarin het model exakt de waarnemingen zou verwachten, vallen alle contourlijnen samen met de getekende hoofddiagonaal. Het blijkt zowel WAQUA als IOS opzetten systematisch onderschatten. Bij opwaaiing zijn de resultaten steeds lager naarmate de opzet toeneemt en ook afwaaiing wordt ondervoorspeld. De handmethode heeft geen last van dit effect, maar daar is de spreiding rond de hoofddiagonaal veel groter. De onderschatting door WAQUA en IOS is in principe simpel te corrigeren met behulp van figuren 4 en 5. Eleganter en meer bevredigender is echter om deze verbeteringen in het model zelf aan te brengen. Enkele mogelijkheden en resultaten zullen worden besproken in paragrafen 3 en 4.

3. Drag relatie

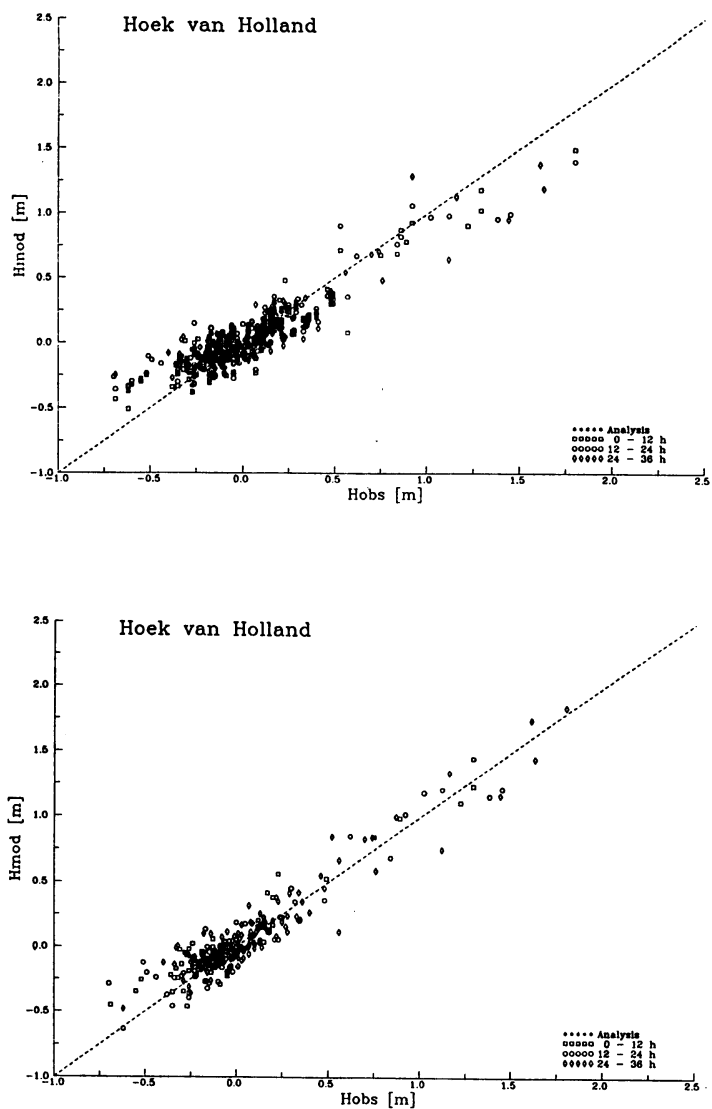
Het CSM-16 model heeft een aantal afregelparameters. De topografie en bodemruwheid zijn afgeregeld om het astronomische getij zo goed mogelijk te representeren. Een andere onzekere parameter is de winddragcoëfficiënt.



Figuur 7: Verschillende dragrelaties

Deze grootheid geeft het verband tussen de windschuifspanning $\vec{\tau}$, die de zeestroming aandrijft, en de 10 m wind \vec{v}_{10} , die uit het atmosfeermodel komt. In het algemeen is deze relatie van de vorm:

$$\vec{\tau} = C_D(\dots) \cdot |\vec{v}_{10}| \cdot \vec{v}_{10}$$



Figuur 8: Vergelijking tussen de resultaten van WAQUA met de Smith & Banke functie (boven) en de Charnock functie (onder)

waarbij de dragcoëfficiënt C_d kan afhangen van vele grootheden. In de meeste toepassingen echter is deze alleen afhankelijk van $|\vec{v}_1|$. In figuur 7 is een aantal dragrelaties uitgezet. De relatie die het meest wordt toegepast in stormvloedmodellen is die van Smith & Banke [6]. Ook voor WAQUA leek deze aanvankelijk te voldoen. Toen echter bleek dat hiermee de opzetten systematisch worden onderschat zijn ook andere mogelijkheden onderzocht. De RWS knikfunctie uit figuur 7 is bepaald door de beide knikpunten zo te kiezen dat de opzetten voor een aantal stormen in het verleden zo goed mogelijk beschreven worden [5]. Sinds december 1991 is deze in het operationele model gebruikt.

In een uitgebreidere vergelijking van dragrelaties [4] is ook

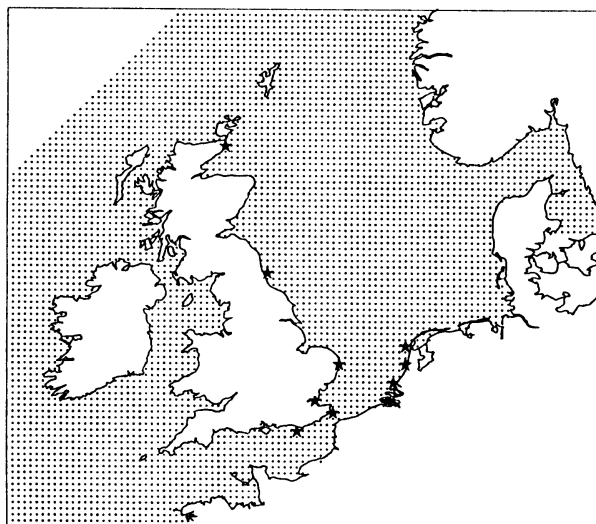
de Charnock functie betrokken. Deze functie heeft één vrije parameter. Na optimalisatie hiervan blijkt dat de Charnock functie de beste resultaten geeft voor allerlei soorten opzettingen. Een vergelijking van de resultaten van WAQUA met de Smith & Banke functie en de optimale Charnock functie is gegeven in figuur 8. De verschillen tussen de knikfunctie en Charnock zijn niet groot, maar Charnock is iets beter en stoelt bovendien op fysica. Deze functie zal dan ook gebruikt worden in het operationele model vanaf het stormseizoen 1992/1993.

4. Kalman Filter

Data-assimilatie is een essentieel onderdeel van atmosfeermodellen. Een model als WAQUA kan in principe zonder de wind- en drukvelden die uit het atmosfeermodel komen zijn voldoende om een verwachting van de waterhoogten te maken.

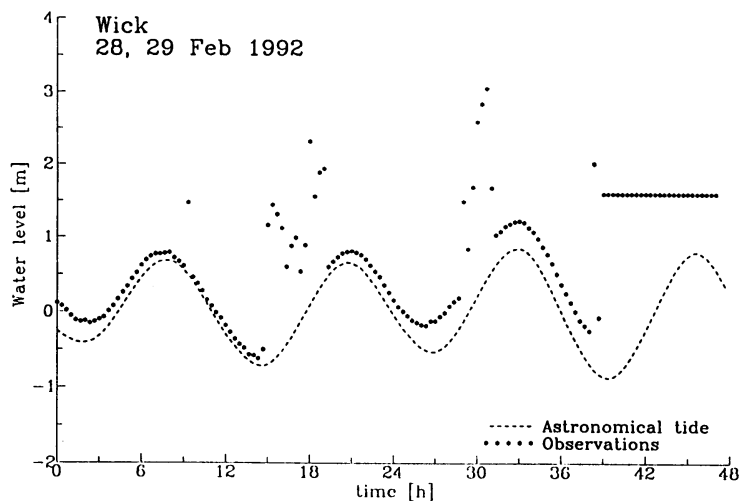
Niettemin is het wateropzetmodel niet perfect en ook bevat de meteorologische informatie fouten, die zullen doorwerken in de WAQUA resultaten. Om in elk geval een deel daarvan te compenseren kunnen gemeten waterstanden geassimileerd worden met behulp van een Kalman Filter, dat is ontwikkeld bij de Dienst Getijdewateren van Rijkswaterstaat [1]. Dit data-assimilatie schema draait proef in het WAQUA systeem en sinds februari 1992 worden de resultaten ervan op het HMR gepresenteerd.

Waterstandsmetingen worden ingewonnen door Rijkswaterstaat en ieder uur door het KNMI uit de database van het MSW (Monitoring Systeem Waterhoogten) gehaald.

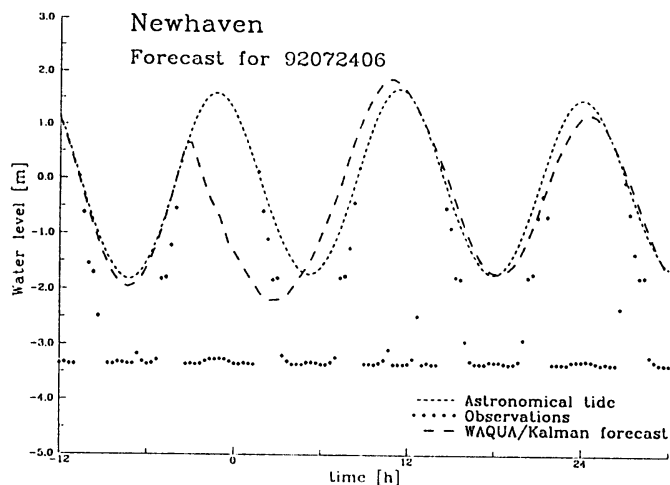


Figuur 9: Het CSM-16 model met de voor data-assimilatie beschikbare stations

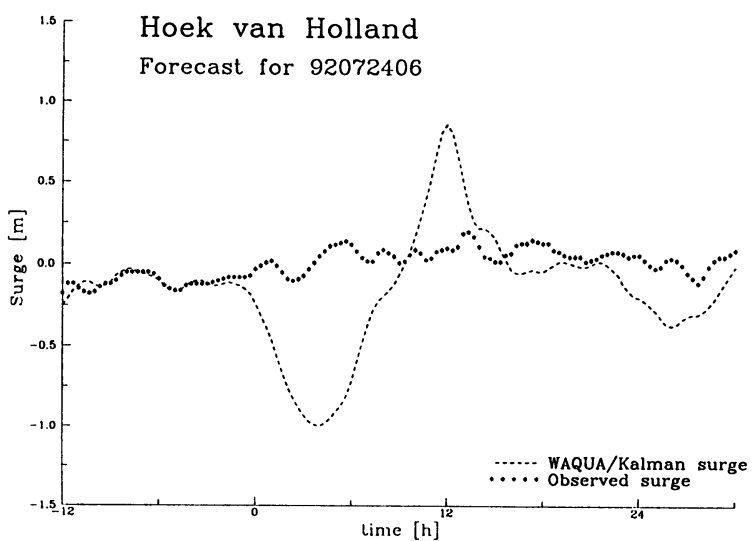
De stations die nu geassimileerd worden in het model zijn (zie figuur 9): Wick in Noord Schotland, North Shields, Lowestoft, Southend en Dover langs de Engelse oostkust, Newhaven aan de Engelse zuidkust en Vlissingen, Hoek van Holland, IJmuiden en Den Helder langs de Nederlandse kust.



Figuur 10: Typische waarnemingsreeks uit Wick



Figuur 11: Foute data in Newhaven, geassimileerd in het model



Figuur 12: Gevolg van de assimilatie van foute data op de rechte opzet in Hoek van Holland

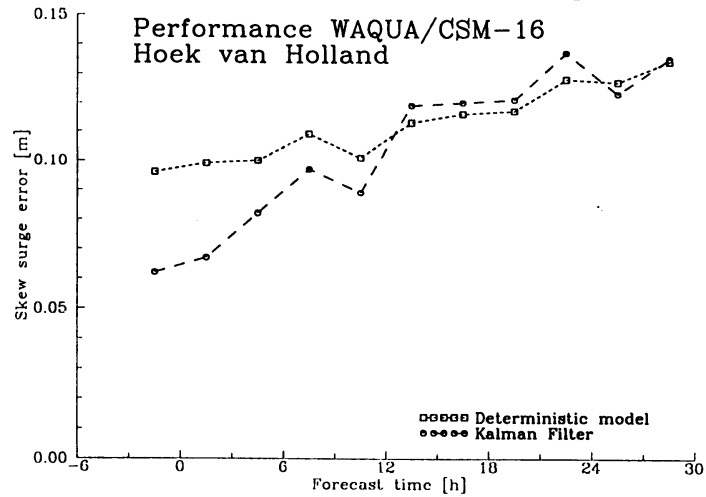
Voor de Nederlandse kust zijn meer gegevens beschikbaar, maar die worden nu niet in het model geassimileerd. De kwaliteit van de waarnemingen van de Britse stations, zoals die worden ontvangen door Rijkswaterstaat laat te wensen over. Een voorbeeld van een tijdreeks waar alle veel voorkomende fouten in optreden is gegeven in figuur 10. Er zijn wilde sprongen te zien in de meetreeks, die mogelijk duiden op fouten in de transmissie van sensor naar database, maar ook blijft de meter af en toe vast zitten, wat een reeks van konstante waarden oplevert. Het ongecontroleerd assimilieren van dit soort data in het model verslechtert de verwachting veel meer dan er ooit met data-assimilatie gewonnen zou kunnen worden.

Omdat het WAQUA systeem onderdeel is van de automatische produktielijn, waarin verwachtingen gemaakt worden zonder tussenkomst van operateurs, is het niet mogelijk om de data met de hand te controleren. Daarom is een automatisch kwaliteitskontroleschema ingebouwd dat de gegevens moet filteren en de onjuiste data moet verwerpen. Er wordt onder andere gecontroleerd op sprongen en vast lopen. Aanvankelijk is gekozen om de waarnemingen niet te vergelijken met oude WAQUA verwachtingen om het kwaliteitskontrolesysteem breder toepasbaar te maken.

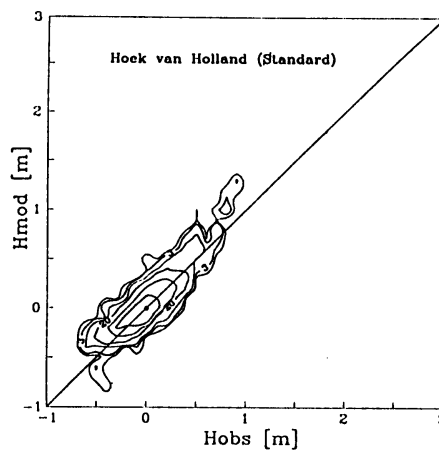
Dat dit niet altijd voldoende is toont een praktijkvoorbeeld, gegeven in de figuren 11 en 12. De waarnemingen in Newhaven vertonen een verloop wat een geldige getijkromme zou kunnen zijn, alleen 5 m lager dan het astronomische getij. Dat is volstrekt onrealistisch. Wanneer deze waarnemingen in het model worden geassimileerd geeft dat aanleiding tot een opzetting in Hoek van Holland variërend van -1.00 m tot +0.80 m, terwijl het volkomen rustig weer was. De konklusie is dat het wel degelijk nodig is om ook een WAQUA verwachting te betrekken bij de kwaliteitscontrole van de observaties. Foute waarnemingen, zoals in figuur 11 kunnen dan eenvoudig worden herkend.

Hoewel in dit voorbeeld de waarde van data-assimilatie in het stormvloedmodel twijfelachtig lijkt te zijn, zijn dit soort gevallen uitzondering. Doorgaans kunnen foutieve waarnemingen uitstekend worden verworpen en wanneer bovendien verwachtingen in de controle worden betrokken lijkt de kans op dit soort 'ongelukken' uitgesloten. De assimilatie levert dan een heel duidelijke verbetering van de verwachtingen, met name voor de korte termijn. Ter illustratie volgt hier een aantal resultaten, waarbij moet worden opgemerkt dat het Kalman Filter nog niet geoptimaliseerd is. Figuur 13 geeft de gemiddelde fouten in de scheve opzetten voor februari t/m juli 1992, sinds het moment dat data-assimilatie operationeel draait in een schaduwversie van het model. Hoewel het relatief rustig weer was in deze periode met weinig hoge opzetten, is er toch een duidelijk effect op de verwachtingen tot 12 uur vooruit. De fout in de analyse gaat van bijna 10 cm voor het deterministische model zonder data-assimilatie naar minder dan 7 cm voor het model met Kalman Filter. Een andere manier om tegen de resultaten aan te kijken is analoog aan figuur 4. De verwachte scheve opzetten zijn uitgezet als functie van de waarnemingen, waarbij weer geen onderscheid is gemaakt tussen verschillende

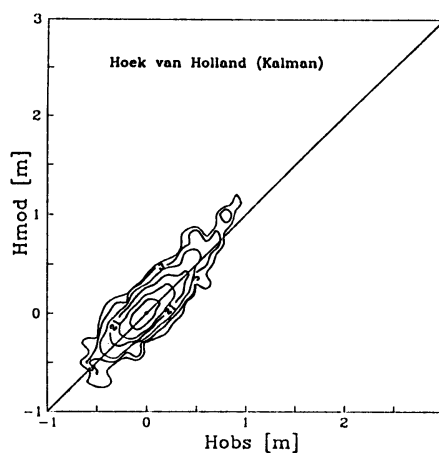
verwachtingstermijnen. Allereerst is in figuur 14 te zien dat



Figuur 13: Resultaten van WAQUA voor februari t/m juli 1992 als functie van de verwachtingstermijn



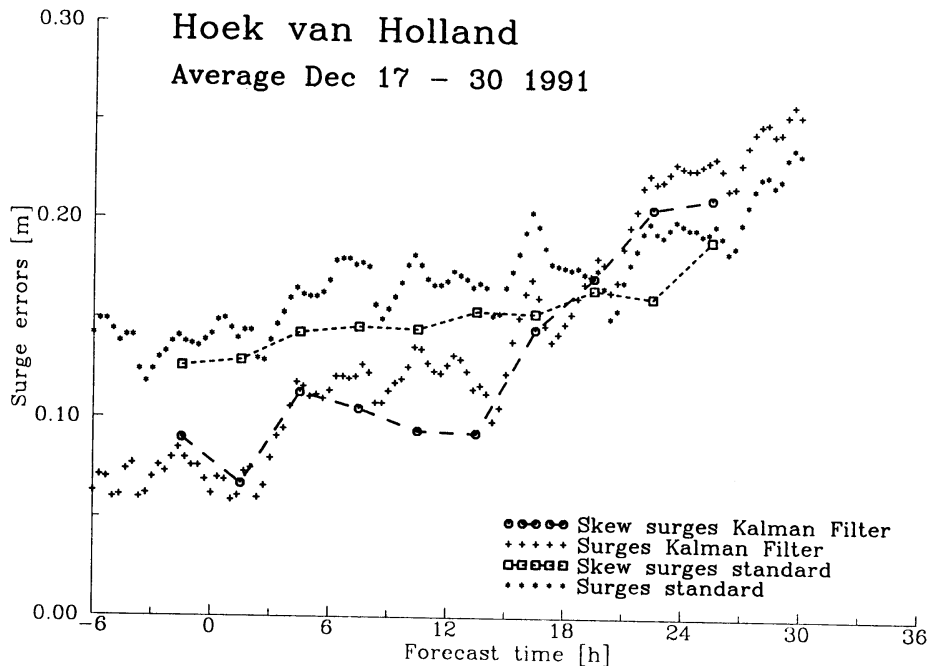
Figuur 14: Resultaten van WAQUA zonder data-assimilatie voor februari t/m juli 1992



Figuur 15: Resultaten van WAQUA met data-assimilatie voor februari t/m juli 1992

toepassing van de geoptimaliseerde knikfunctie (zie paragraaf 3) ervoor zorgt dat de verwachtingen nu veel beter rondom de hoofddiagonaal spreiden. Alleen bij afwaaiingen treedt er nog een onderschatting op. Met data-assimilatie wordt ook de afwaaiing beter.

Meer effect is te zien in de stormachtige periode in de laatste helft van december 1991. Hiervoor zijn alle verwachtingen opnieuw gemaakt, met en zonder data-assimilatie.



Figuur 16: Resultaten van WAQUA voor december 1991

In figuur 16 zijn behalve de gemiddelde fouten in de scheve opzetten ook de gemiddelde fouten in de rechte opzetten uitgezet. Ook hier worden de korte termijn verwachtingen aanzienlijk verbeterd en nu tot een verwachtingsperiode van 18 uur.

5. Toekomstige ontwikkelingen

Aan het WAQUA stormvloedverwachtingsmodel wordt nog voortdurend verder gewerkt om tot zo goed mogelijke resultaten te komen. Het voorgaande geeft al een aantal zaken aan waaraan gewerkt wordt of is. Hier volgt nog een aantal punten waaraan in de toekomst aandacht besteed zal worden.

- Binnenkort zal de voorganger van WAQUA, IOS, geheel gestopt worden.
- Om een inzicht te krijgen in de wisselwerking tussen de meteorologen en het model zullen in de zeer nabije toekomst niet alleen de modelverwachtingen geverifieerd gaan worden, maar ook de door het HMR uitgegeven verwachtingen.

- Voor het verzamelen van wensen en klachten van gebruikers van de APL, dus ook van WAQUA, is de actiegroep Nazorg APL opgericht.
- Het Kalman Filter moet verder worden afgeregeld om te zorgen dat de verwachtingen na 12 tot 18 uur met data-assimilatie niet slechter worden dan zonder.
- De verificatie zal worden opgenomen in het MOERAV-2 systeem, dat in ontwikkeling is.
- Een lang gekoesterde wens van het HMR en ook van Directie Noordzee van Rijkswaterstaat is het ter beschikking hebben van stromingen. Er wordt aan gewerkt om deze grootheden uit WAQUA te extraheren.
- Het CSM-16 model is oorspronkelijk afgeleid uit het CSM-8 model met een maaswijdte van 8 km. Nu de computerkapaciteit is toegenomen kan dit model opgenomen worden in de APL, waarmee de nauwkeurigheid van de verwachtingen toe zal nemen.
- Een test met dragkoëfficiënten die afhankelijk zijn van de golftoestand van de zee levert positieve resultaten [3]. In de toekomst zal het mogelijk zijn om met dat doel WAQUA en NEDWAM te koppelen.
- Voor de bediening van de stormvloedkering die gebouwd wordt in de Nieuwe Waterweg is het essentieel om goede waterstands verwachtingen te hebben. Bij een sluiting, die overigens maar zeer zelden mag optreden, moet het scheepvaartverkeer al zes uur van te voren worden stilgelegd. Dat heeft grote economische consequenties. Een fout van 15 cm voor opzetten van meer dan 80 cm lijkt wenselijk. Wanneer de stormvloedkering in bedrijf komt moeten voldoende resultaten ter beschikking zijn om op de verwachtingen te kunnen vertrouwen.

Referenties

- [1] Heemink, A.W., 1986: Storm surge prediction using Kalman filtering. Rijkswaterstaat communications **46**, Den Haag
- [2] Kok, C.J.,: Naar een niet-lineair wateropzetmodel; stand van zaken februari 1988, KNMI wetenschappelijke rapporten WR 88-03, De Bilt
- [3] Mastenbroek, C., Burgers, G., and Janssen, P.A.E.M.,: The dynamical coupling of a wave model and a storm surge model through the atmospheric boundary layer, KNMI memorandum 00-91-28, De Bilt [to be published]
- [4] Onvlee, J.R.A.,: On tuning the wind stress coefficient for WAQUA, KNMI technische rapporten, De Bilt [to be published]
- [5] Philippart, M.E., 1991: Kalibratie van de C_d -coefficient in het CSM-16 model, Rijkswaterstaat-DGW, Den Haag [niet gepubliceerd]
- [6] Smith, S.S., and Banke, E.G., 1975: Variation of the sea surface drag coefficient with wind speed, Quart. J. R. Met. Soc. **101**, 665 - 673
- [7] Timmerman, H., 1977: Meteorological effects on tidal heights in the North Sea, KNMI mededelingen en verhandelingen no. 99, De Bilt
- [8] Verboom, G.K., Van Dijk, R.P., en Ronde, J.G. de, 1987: Een model van het Europeese Continentale plat voor windopzet en waterkwaliteitsberekeningen, Rijkswaterstaat-DGW, Waterloopkundig Laboratorium, GWA0 87.021, Delft
- [9] Verboom, G.K., De Ronde, J.G., and Dijk, R.P. van, 1992: A fine grid tidal flow and storm surge model of the North Sea, Continental Shelf Research, 213 - 233
- [10] Voorrips, A.C., and Vries, J.W. de, Real-time assimilation of sealevel data in the storm surge model WAQUA, KNMI memorandum 00-92-07, De Bilt [unpublished manuscript]
- [11] Vries, Hans de, 1991: The implementation of the WAQUA/CSM-16 model for real time storm surge forecasting, KNMI technische rapporten TR-131, De Bilt
- [12] Vries, Hans de, 1992: Dokumentatie voor het operationele WAQUA systeem. KNMI interne documentatie, De Bilt [niet gepubliceerd]

2.2 Verificatie

Uit TR-137 van R. van Moerkerken citeer ik zijn tabel 2 (figuur 2, blz. 39), ter illustratie van de verbetering die de invoering van NEDWAM in dit stadium al heeft opgeleverd. De tabel laat zien, dat de LAM-NEDWAM combinatie het beter doet dan GONO. De verschillen nemen wel af naarmate de verwachtingsperiode langer wordt; bij $f_p = +24$ uur is de kwaliteit van de wind van LAM niet beter dan de door het 1.25 graads rooster van de UK6-bulletins "gefilterde" windverwachtingen van GONO.

De figuren 3a en 3b, blz. 40 en 41, laten de vergelijking voor K13 zien tussen model en waarnemingen verdeeld over zes sectoren van windrichting bij een verwachtingsperiode $f_p = +12$ uur. Het verschil tussen de modellen blijkt vooral uit de puntenwolken; bij GONO zijn die duidelijk breder dan bij NEDWAM. Er is nog een tweede verschijnsel dat van belang is: de onderschatting van beide modellen bij wind uit het Noorden en een zekere overschatting bij zuidelijke winden. De oorzaak hiervan is nog niet geheel duidelijk; gedacht wordt ondermeer aan de invloed van de stabiliteit van de atmosferische grenslaag. Het is bekend, dat NEDWAM gemiddeld te hoog is bij een stabiele atmosfeer en iets te laag bij onstabiele condities. De invloed van stabiliteit op de golfgroei is nog niet in het model meegenomen. Ook de voortplanting van deining uit het Noorden lijkt voor verbetering vatbaar. (Zie hierover ook paragraaf 4.)

3. Lopend ontwikkelingswerk

Twee activiteiten ter verbetering op korte termijn zijn het afgelopen seizoen ter hand genomen:

- introductie van golfdata-assimilatie, vooralsnog zonder golfrichtingen;
- verlenging van de verwachtingsperiode tot $f_p = +96$ uur met behulp van windvelden van het globale ECMWF-model.

Beide zaken zijn nog niet bevredigend afgerond. Het KNMI beschikt nog niet over gemeten golfrichtingen uit het meetnet Noordzee, met name in een vorm die rechtstreeks toegankelijk is voor NEDWAM op de Convex-computer. Uit een voorlopig onderzoek door G. Burgers et al. (1992) is gebleken, dat data-assimilatie van uitsluitend golfhoogte en golfperiode geen aantoonbare verbetering van de verwachtingen oplevert. Het is denkbaar dat dit mede is toe te schrijven aan de aard van de periode waarover getest is, namelijk tijdens de tweede helft van december 1991; het was toen tamelijk stormachtig en onder dergelijke omstandigheden overweegt de windinvloed ten opzichte van golfvoortplanting. Bovendien merkte Burgers op, dat ook factoren in het model zelf, met name de voortplanting van de golfenergie niet optimaal is, waardoor het effect van data-assimilatie zal verminderen. De russische onderzoeker Lavrenov die momenteel (september - oktober 1992) het KNMI bezoekt is bezig met een alternatief voortplantingsschema, waarin minder ongewenste dissipatie voorkomt. Zodra de golfrichtingen uit het meetnet Noordzee beschikbaar zijn, zal de data-assimilatie-versie van NEDWAM verder getest kunnen worden, waarbij met name situaties met overwegend deining zullen worden beschouwd.

Ook de verlenging van de verwachtingsperiode met behulp van velden uit het ECMWF (+48 - +96 uur) werkt nog niet bevredigend, zoals blijkt uit figuur 4, blz. 42, (uit Makin, 1992). Gemiddeld vertoont de windsnelheid van LAM een goede overeenkomst, maar de windsnelheid uit het ECMWF is gemiddeld

ca. 20% te laag, en derhalve is ook de golfhoogte te laag. De standaard afwijking neemt geleidelijk toe met toenemende verwachtingsperiode. Behalve dat de voorgaande zaken moeten worden afgerond, lijkt het nu vooral zinvol om te zorgen dat de meest geavanceerde versie van WAM kan worden ingevoerd. Karssen (1987) heeft destijds NEDWAM ontwikkeld op basis van een voorlopige versie van WAM. Inmiddels is het algoritme dat als uitgangspunt wordt gehanteerd dermate veranderd, dat het verstandiger lijkt om, net als bij HIRLAM, een nieuwe start te maken, en daarbij enerzijds nauw aan te sluiten bij de WAM-versie die thans in gebruik is bij het ECMWF en anderzijds toe te werken naar een samenhang met het wateropzetmodel WAQUA. Op deze manier wordt het binnenkort mogelijk om effectief gebruik te maken van (1) de relatie tussen golven en atmosferische grenslaag en (2) de invloed daarvan op de wateropzet via de schuifspanning van de luchtstroom boven de golven. Ook kan men denken aan de extra opzet die kan worden veroorzaakt door een overschot aan golfimpuls dat ontstaat als gevolg van de dissipatie van deining in ondiep water, zie bijvoorbeeld Dolata & Rosenthal (1984).

4. Onderzoek

De kwaliteit van golfverwachtingen hangt voornamelijk af van de door atmosferische modellen geleverde windvelden. Over het algemeen vertonen golfmodellen alleen een autonome evolutie van het golfspectrum, voorzover sprake is van grootschalige systemen (stormen) of van deining. Meestal domineert de wind de energiebalans via de golfgroeibronterm S_{in} . Echter niet alleen de windsnelheid is van belang, ook de daarmee samenhangende overdracht van bewegingsenergie en impuls van luchtstroom naar golven. De wisselwerking tussen lucht en water kent ruwweg drie schalen:

- globaal, van belang voor verwachtingsmodellen zoals die van het ECMWF en voor klimaatmodellen; in beide gevallen is de invloed van de oceaan belangrijk
- regionaal, bijvoorbeeld de omvang van het rekenrooster van NEDWAM
- afzonderlijke golven, waarbij gezocht wordt naar een direct verband tussen schuifspanning (impulsoverdracht) en de aard van de golven (glad of ruw)

Wat de eerste schaal betreft volsta ik met het vermelden van het werk van Peter Janssen ten behoeve van het ECMWF-model in Reading, en van S. L. Weber (KNMI) die ten behoeve van het klimaatonderzoek met behulp van het globale WAM de koppeling tussen atmosfeer en oceaan bestudeert, in samenwerking met onderzoekers van het Max-Planck-Institut für Meteorologie in Hamburg. Over de laatste twee schalen handelen recente publicaties van Peter Janssen (1991) en Nico Maat en Vladimir Makin (1992). Janssen laat zien hoe de schuifspanningscoëfficiënt C_D afhangt van de windsnelheid en sorteert de gegevens uit modelberekening daarbij op twee manieren (zie figuur 5, blz. 43):

- volgens golfleeftijd, uitgedrukt in de verhouding tussen voortplantingssnelheid van de golven rond de piek van het golfspectrum en de windsnelheid (of de daarmee samenhangende wrijvingsnelheid u_*), zie bovenste deel van figuur 5;

- volgens de relatieve bijdrage van de met de golven samenhangende schuifspanning aan de totale schuifspanning, zie onderste deel van figuur 5.

Dit levert een interessant resultaat op. Bij een gekozen windsnelheid is niet de golfleeftijd maar de koppeling tussen wind en golven zoals die uit de golf-geïnduceerde schuifspanning blijkt bepalend voor de schuifspanningscoëfficiënt C_D . Op deze manier kan de uit diverse onderzoeken (bijvoorbeeld in HEXMAX, zie Smith et al., 1992) bekende grote spreiding van C_D ten opzichte van de windsnelheid begrepen worden; ook voor modeltoepassingen lijkt dit een nuttig gegeven.

Naar aanleiding van ervaringen bij het verifiëren van NEDWAM onderzoekt momenteel (september 1992) Aart Voorrips voor enkele posities in de Noordzee (Auk, 56° N), of er een correlatie bestaat tussen de **atmosferische stabiliteit**, uitgedrukt afhankelijk van het temperatuurverschil tussen lucht en water, en het verschil tussen model en waarnemingen. Uit voorlopige resultaten bleek, dat een dergelijk verband bestaat: het model is te hoog bij een stabiele atmosfeer (lucht warmer dan water) en iets te laag bij een onstabiele atmosfeer (lucht kouder dan water).

Maat en Makin (1992) hebben gebruik gemaakt van een numeriek grenslaagmodel van Makin en Chalikov uit Sint Petersburg. Uit hun onderzoek blijkt dat steile brekende golven gepaard gaan met een veel grotere aerodynamische ruwheid dan gladde golven. Dit resultaat op de schaal van individuele golven vertoont veel samenhang met de bevindingen van Janssen (1991).

5. Praktijkgevallen uit HMR

Vooruitlopend op een meer gestructureerde samenwerking tussen ontwikkelaars en meteorologen kregen de ontwikkelaars enige documentatie over drie typische gevallen uit de praktijk die hieronder in het kort zullen worden becommentarieerd.

1. 4 november 1991 - K13

Volgens NEDWAM zou er een korte periode zijn met betrekkelijk werkbare condities, d.w.z. een golfhoogte van rond 1 meter. In werkelijkheid waren de golven een stuk hoger, namelijk ruim 2 meter! Wat betreft de APL was hier sprake van een vrij unieke situatie die onder andere veroorzaakt werd door de omstandigheid, dat de APL-producten nog niet operationeel waren verklaard; een fout in de datering van invoergegevens - hierdoor kreeg het LAM geen verse waarnemingsgegevens - bleef hierdoor enige dagen onopgemerkt.

Naar aanleiding van dit geval is gesuggereerd om de meteoroloog de mogelijkheid te verschaffen om NEDWAM (en WAQUA) te kunnen herberekenen met VIMOLA-windvelden.

2. juni 1992 - golfmetingen bij Eierland

In tegenstelling tot andere meetposten in de omgeving vertoonden de Wavec-golfboeien bij Eierland een wat onwaarschijnlijk verloop van de laag-frekwente golfenergie. Er was hier kennelijk sprake van een storing bij het meetnet Noordzee; het KNMI is volledig afhankelijk van acties die door Rijkswaterstaat worden ondernomen.

3. 1-2 juli 1992 - deining uit omgeving Zuid-Noorwegen

Blijkens verificatiegegevens uit het Monthly Bulletin North Sea van juli 1992 hebben alle golfmeetstations in de zuidelijke Noordzee een aanzienlijk grotere golfhoogte geregistreerd dan door NEDWAM was berekend (analyse en verwachtingen). De oorzaak lijkt te zijn geweest, dat LAM een klein maar krachtig windveld bij de zuidwestkust van Noorwegen onvoldoende heeft weergegeven.

Literatuur

Burgers, G., 1990: A guide to the NEDWAM wave model, KNMI Scientific Reports WR 90 - 04, De Bilt

Burgers, G., Makin, V.K., Gao, Q., and De Las Heras, M., 1992: Wave data assimilation for operational wave forecasting at the North Sea, Third International Workshop on Wave Hindcasting and Forecasting, 19 - 22 May 1992, Montreal, Proceedings, 202-209

Dolata, L.F., Rosenthal, W., 1984: Wave setup and wave-induced currents in coastal zones, J. Geophysical Res. 89, 1973 - 1982

Janssen, P.A.E.M., Komen, G.J., and De Voogt, W.J.P., 1984: An operational coupled hybrid wave prediction model, J. Geophysical Res. 89, 3635 - 3654

Janssen, P.A.E.M., 1991: Quasi-linear theory of wind-wave generation applied to wave forecasting, J. Physical Oceanography 21, 1631 - 1642

Karssen, B., 1987: Implementatie van en eerste resultaten met het NEDWAM model, een derde generatie golfverwachtingsmodel voor de Noordzee, KNMI Technisch Rapporten TR - 102, De Bilt

Maat, N., Makin, V.K., 1992: Numerical simulation of air flow over breaking waves, Boundary Layer Met. 60, 77 - 93

Makin, V.K., 1992: Medium range wave forecast for the North Sea, KNMI Memorandum 00 - 92 - 11, De Bilt [unpublished manuscript]

Moerkerken, R.A. van, 1991: LAM and NEDWAM statistics over the period October 1990 - April 1991, KNMI Technical reports TR - 137, De Bilt

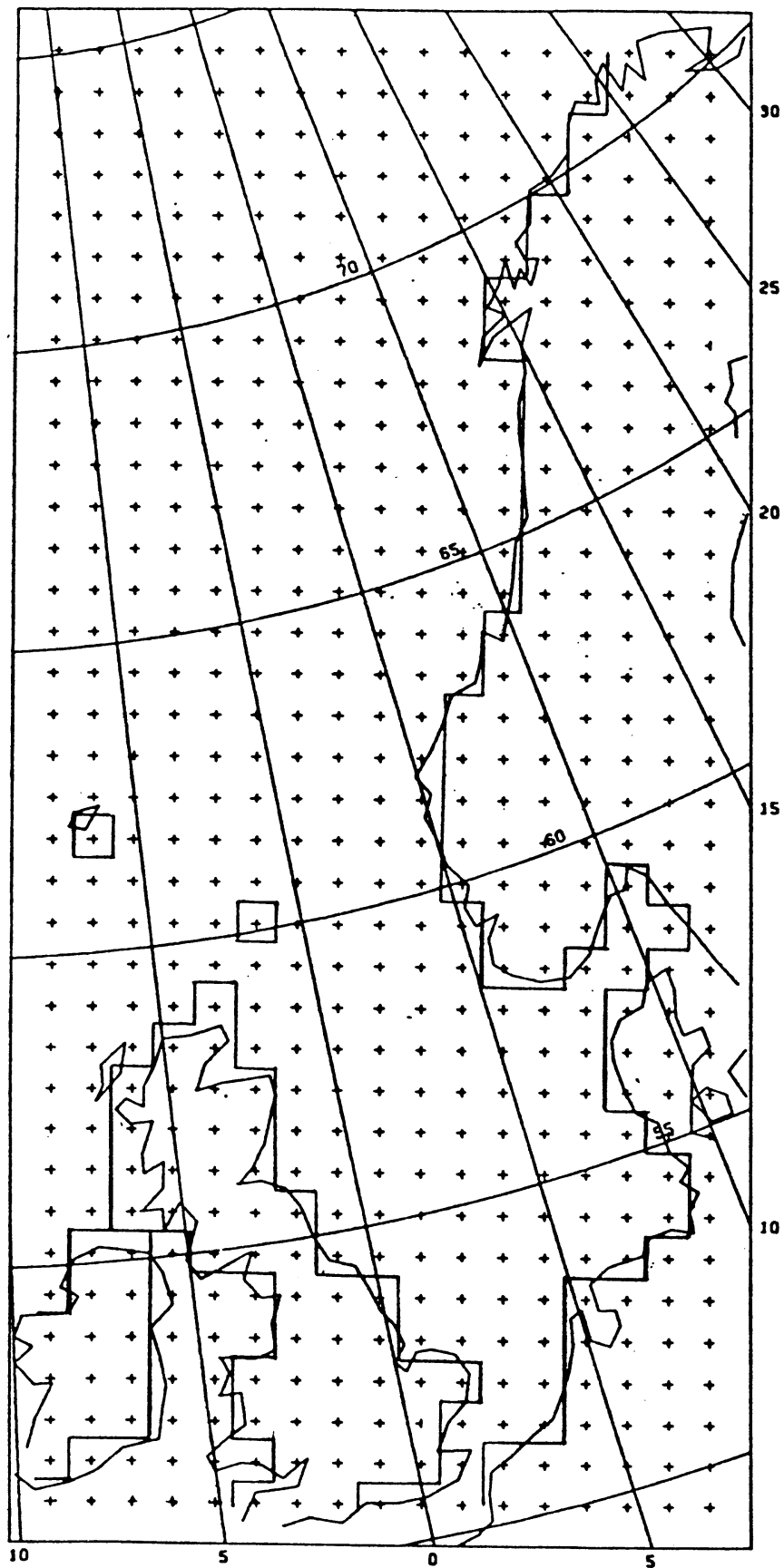
Sanders, J.W., 1976: A growth-stage scaling model for the wind-driven sea, Deutsche Hydr. Z. 29, 136 - 161

Smith, S.D., Anderson, R.J., Oost, W.A., Kraan, C., Maat, N., DeCosmo, J., Katsaros, K.B., Davidson, K.L., Bumke, K., Hasse, L., and Chadwick, H.M., 1992: Sea surface wind stress and drag coefficients: the HEXOS results, Boundary Layer Met. 60, 109 - 142

4

WAMDI Group, 1988: Hasselmann, S., Hasselmann, K., Bauer, E., Janssen, P.A.E.M., Komen, G.J., Bertotti, L., Lionello, P., Guillaume, A., Cardone, V.J., Greenwood, J.A., Reistad, M., Zambresky, L., and Ewing, J.A., The WAM model - a third generation ocean wave prediction model, J. Physical Oceanography 18, 1775 - 1810

NEDWAM GRID



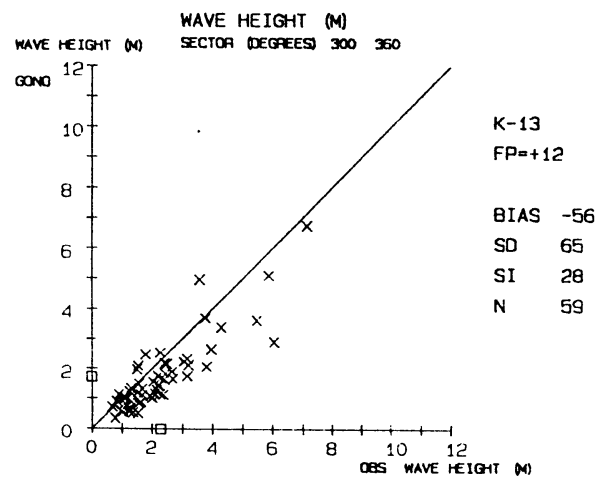
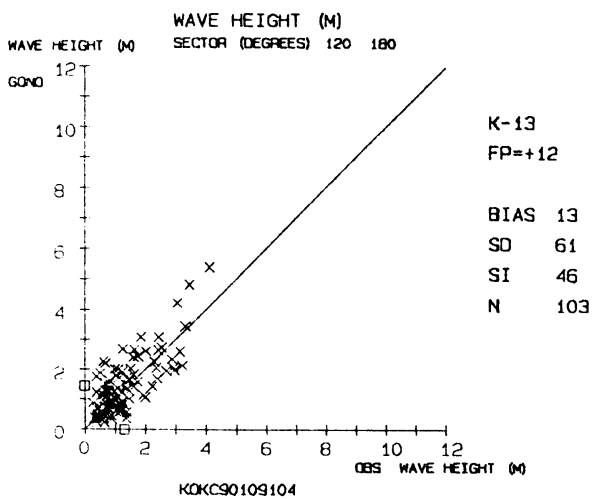
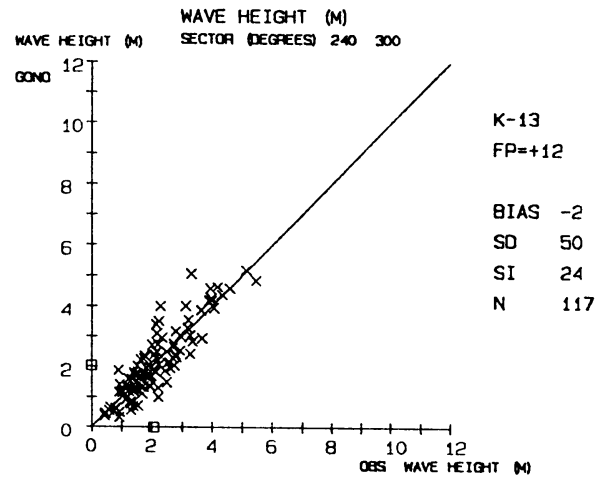
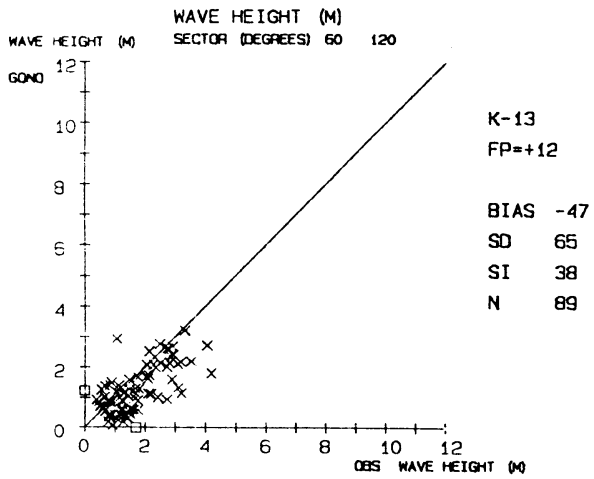
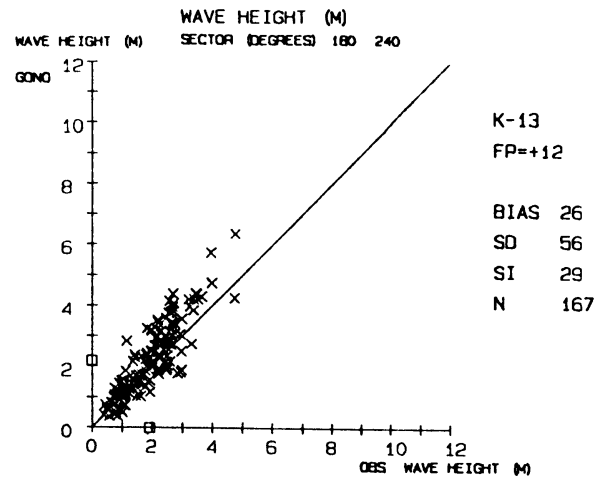
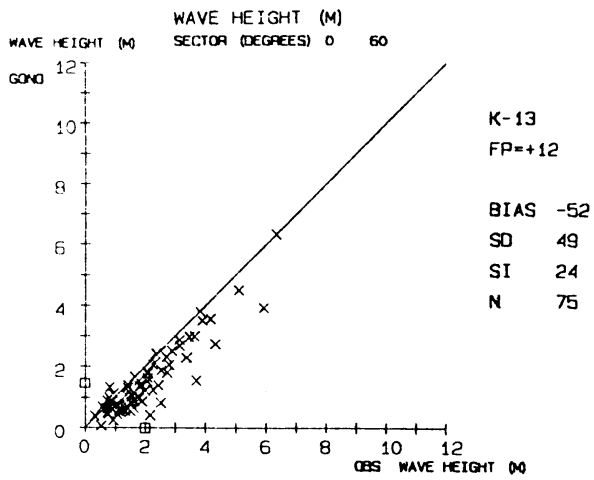
| EPF | N | AV.OBS | BIAS | | | SD | | | SI | | |
|-------------------------------|-----|--------|------|-----|-----|----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | | | 0 | +12 | +24 | 0 | +12 | +24 | 0 | +12 | +24 |
| <i>DD</i> LAM | 613 | | 5 | 11 | 14 | 13 | 21 | 27 | | | |
| <i>DD</i> GONO | 613 | | 13 | 12 | 12 | 21 | 22 | 24 | | | |
| <i>FF</i> LAM | 613 | 97 | -9 | -6 | -8 | 16 | 20 | 25 | 16 | 21 | 26 |
| <i>FF</i> GONO | 613 | 97 | -10 | -7 | -6 | 21 | 23 | 26 | 21 | 24 | 26 |
| <i>H_S</i> NWAM | 613 | 159 | -27 | -19 | -19 | 40 | 51 | 58 | 25 | 32 | 36 |
| <i>H_S</i> GONO | 613 | 159 | -28 | -25 | -23 | 54 | 57 | 59 | 34 | 36 | 37 |
| <i>H_{S,10}</i> NWAM | 605 | 21 | -6 | -6 | -5 | 14 | 16 | 20 | 66 | 77 | 87 |
| <i>H_{S,10}</i> GONO | 605 | 21 | -6 | -6 | -7 | 23 | 24 | 23 | 109 | 115 | 101 |
| <i>T_{mo,-1}</i> NWAM | 613 | 53 | -3 | -2 | -2 | 9 | 10 | 10 | 17 | 18 | 19 |

| K-13 | N | AV.OBS | BIAS | | | SD | | | SI | | |
|-------------------------------|-----|--------|------|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|
| | | | 0 | +12 | +24 | 0 | +12 | +24 | 0 | +12 | +24 |
| <i>DD</i> LAM | 615 | | -1 | 1 | 2 | 10 | 16 | 26 | | | |
| <i>DD</i> GONO | 615 | | -2 | -2 | -3 | 16 | 18 | 22 | | | |
| <i>FF</i> LAM | 615 | 98 | 2 | 3 | 2 | 13 | 19 | 24 | 13 | 19 | 24 |
| <i>FF</i> GONO | 615 | 98 | -7 | -5 | -4 | 22 | 24 | 28 | 22 | 25 | 28 |
| <i>H_S</i> NWAM | 610 | 187 | -12 | -2 | -2 | 44 | 57 | 66 | 24 | 30 | 35 |
| <i>H_S</i> GONO | 610 | 187 | -13 | -9 | -8 | 62 | 66 | 70 | 34 | 35 | 37 |
| <i>H_{S,10}</i> NWAM | 599 | 38 | -12 | -11 | -10 | 29 | 31 | 29 | 76 | 81 | 76 |
| <i>H_{S,10}</i> GONO | 599 | 38 | -13 | -12 | -11 | 34 | 36 | 33 | 90 | 95 | 85 |
| <i>T_{mo,-1}</i> NWAM | 610 | 58 | -4 | -3 | -2 | 12 | 12 | 12 | 20 | 21 | 21 |

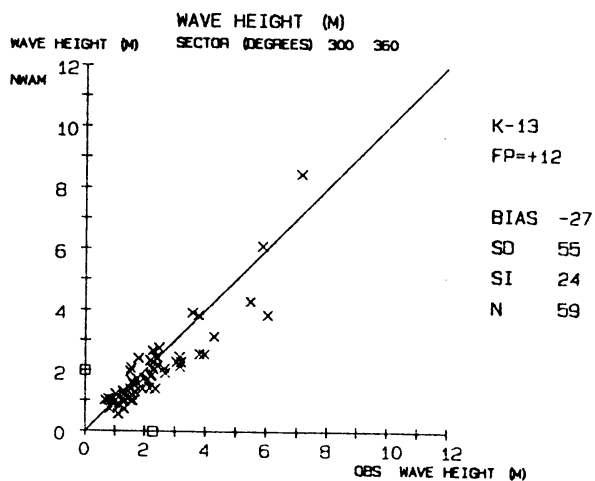
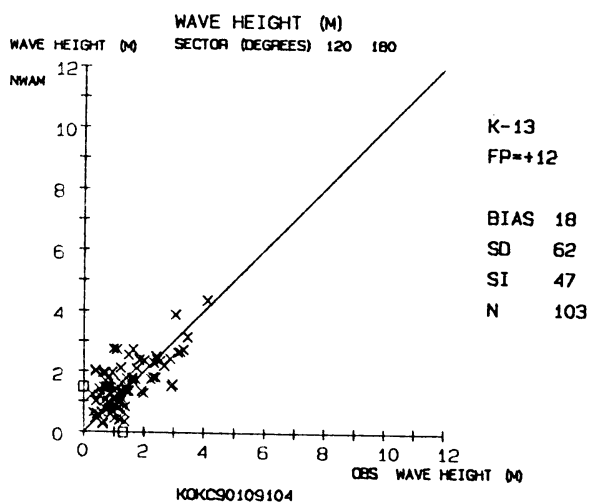
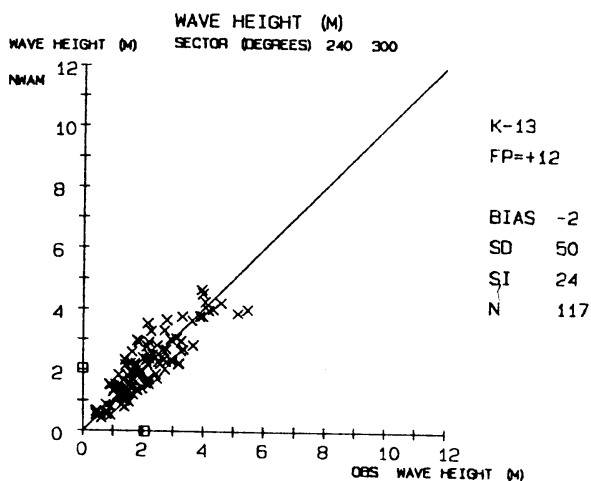
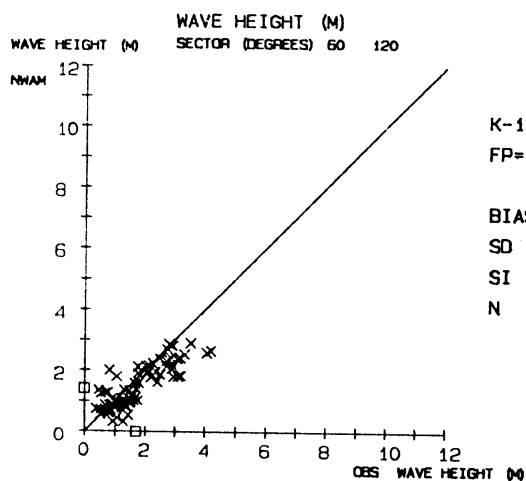
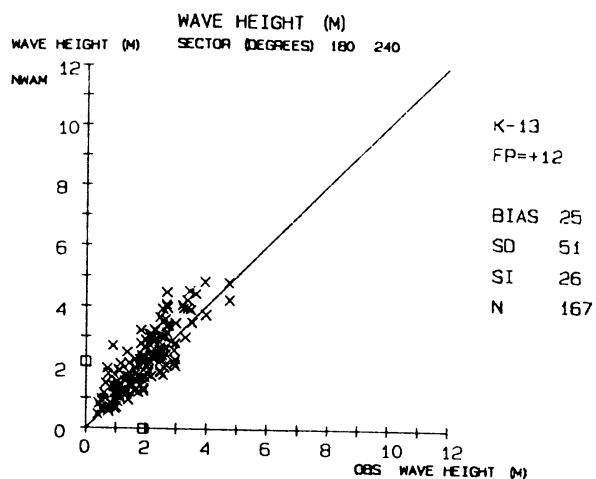
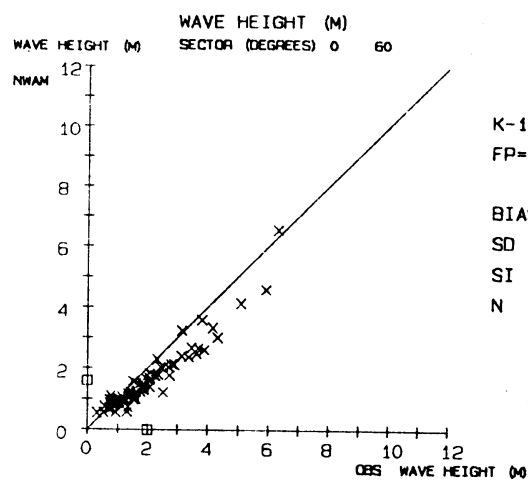
| AUK | N | AV.OBS | BIAS | | | SD | | | SI | | |
|-------------------------------|-----|--------|------|-----|-----|----|-----|-----|----|-----|-----|
| | | | 0 | +12 | +24 | 0 | +12 | +24 | 0 | +12 | +24 |
| <i>DD</i> LAM | 609 | | -1 | 0 | 0 | 8 | 17 | 25 | | | |
| <i>DD</i> GONO | 609 | | -4 | -3 | -4 | 16 | 18 | 24 | | | |
| <i>FF</i> LAM | 609 | 100 | 6 | 5 | 4 | 13 | 20 | 26 | 13 | 21 | 26 |
| <i>FF</i> GONO | 609 | 100 | -5 | -3 | -6 | 22 | 24 | 28 | 22 | 25 | 28 |
| <i>H_S</i> NWAM | 583 | 267 | -14 | -11 | -18 | 64 | 74 | 90 | 24 | 27 | 33 |
| <i>H_S</i> GONO | 583 | 267 | -38 | -35 | -38 | 83 | 89 | 100 | 31 | 33 | 38 |
| <i>H_{S,10}</i> NWAM | 567 | 85 | 2 | 2 | -2 | 57 | 65 | 76 | 70 | 77 | 86 |
| <i>H_{S,10}</i> GONO | 567 | 85 | -8 | -5 | -5 | 70 | 76 | 83 | 84 | 89 | 96 |
| <i>T_{mo,-1}</i> NWAM | 580 | 67 | 1 | 1 | 1 | 16 | 17 | 17 | 24 | 25 | 25 |

Table 2: LAM AND GONO (*DD*, *FF*) AND NEDWAM AND GONO (*H_S*, *H_{S,10}*, *T_{mo,-1}*)

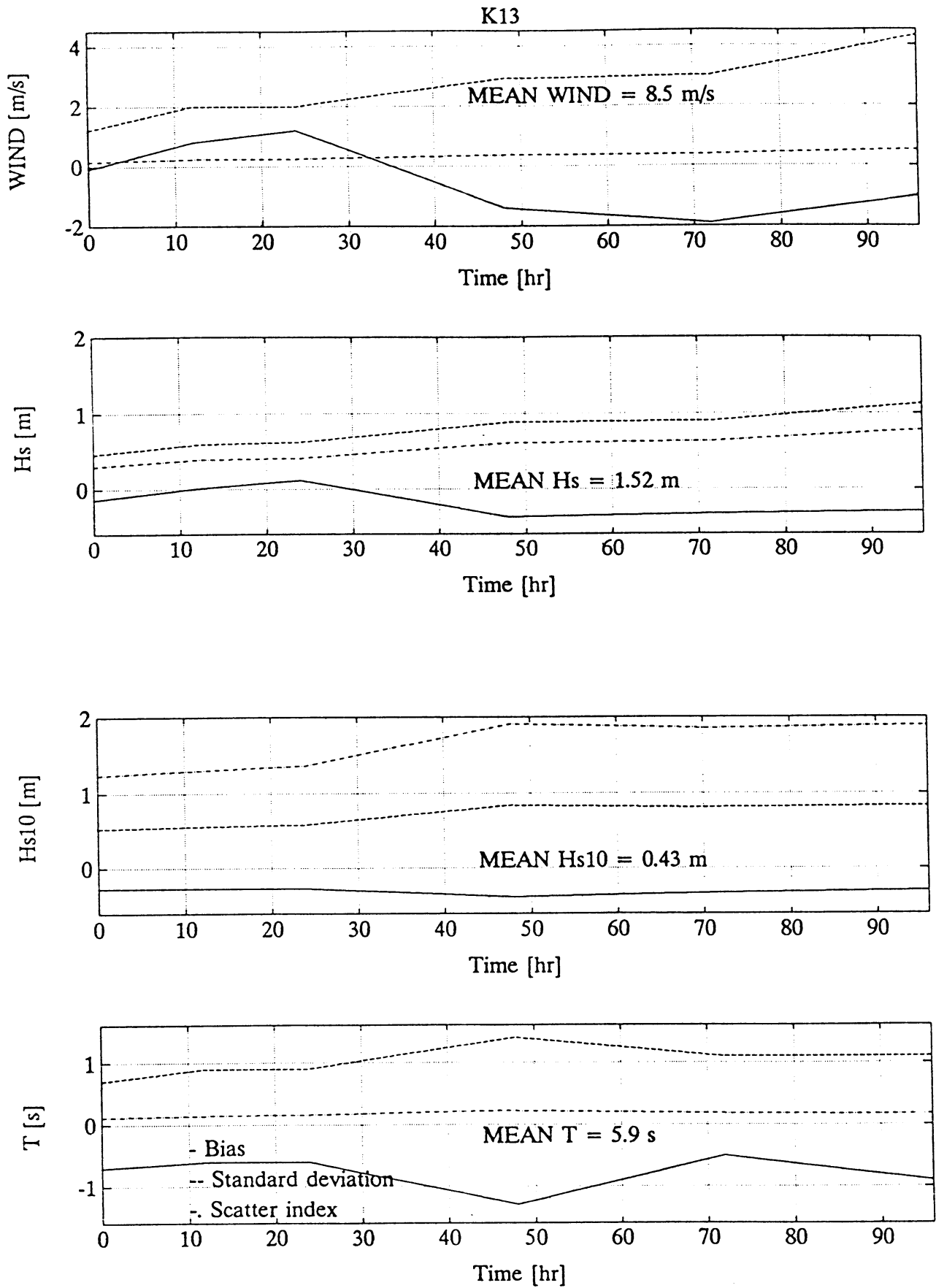
Figuur 2. Tabel 2 uit R.A. van Moerkerken (1991): Verificatie van GONO en NEDWAM



Figuur 3a. Vergelijkingen van verwachtingen voor 12 uur vooruit met waarnemingen voor K13, verdeeld over zes setcoren van windrichting (uit R.A. van Moerkerken, 1991): **GONO**



Giguur 3b. Vergelijking van verwachtingen voor 12 uur vooruit met waarnemingen voor K13, verdeeld over zes sectoren van windrichting (uit R.A. van Moerkerken, 1991): **NEDWAM**



Figuur 4. Statistiek van NEDWAM voor K13, april 1992, met verlengde verwachtingsperiode, t/m +24 uur gebaseerd op LAM, vanaf +48 uur op ECMWF (figuur 7 uit Makin, 1992)

AERODYNAMIC DRAG

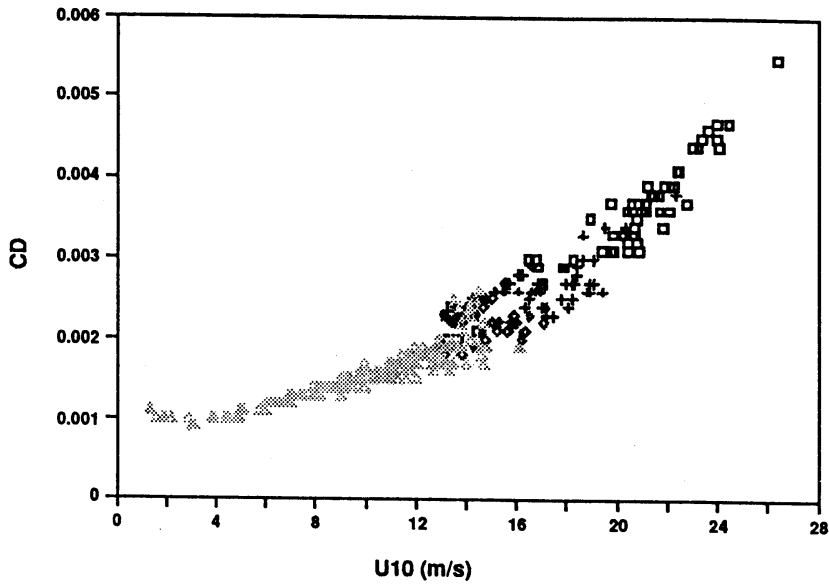


FIG. 9. Drag coefficient as a function of wind speed U_{10} for North Sea hindcast at DTG: 89 1217:12. Results are labeled according to wave age c_p/u_* . Symbols: (\square) $10 < c_p/u_* < 15$, (+) $15 < c_p/u_* < 20$, (\diamond) $20 < c_p/u_* < 25$, (Δ) $c_p/u_* > 25$.

AERODYNAMIC DRAG

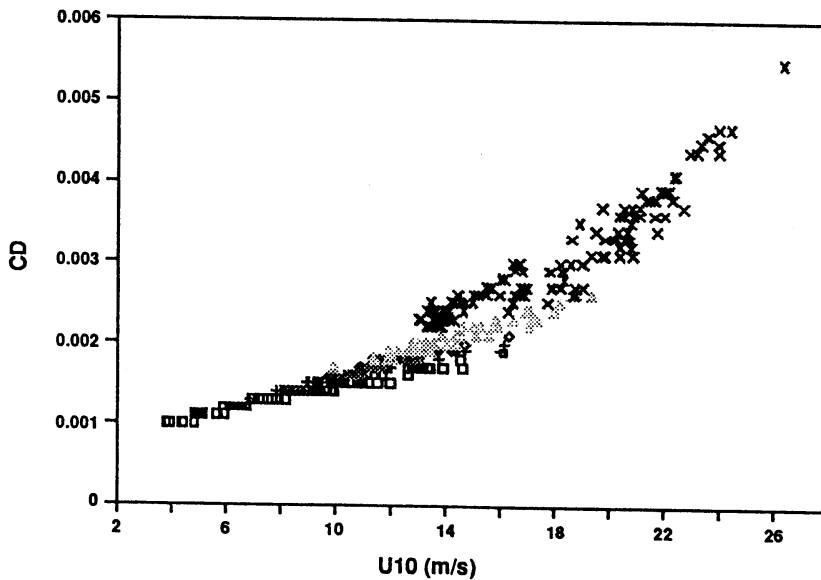


FIG. 10. As in Fig. 9, except that now results are labeled according to the ratio τ_w/τ . Symbols: (\square) $\tau_w/\tau < 0.6$, (+) $0.6 < \tau_w/\tau < 0.7$, (\diamond) $0.7 < \tau_w/\tau < 0.8$, (Δ) $0.8 < \tau_w/\tau < 0.9$, (\times) $0.9 < \tau_w/\tau < 1.0$.

Figuur 5. Drag-coëfficiënt C_D als functie van windsnelheid, op twee manieren gegroepeerd, zie paragraaf 4 (uit Janssen, 1991, figuren 9 en 10)

ORGANIZED TRACK SYSTEM

Luchtwegen over de oceaan

G.R. da Graça
(LMD)

1. Inleiding

Artikel 15 Luchtverkeersreglement

Voor de aanvang van de vlucht moet de gezagvoerder kennis nemen van alle beschikbare inlichtingen, weerberichten en weersverwachtingen daaronder begrepen, die voor de uitvoering van de vlucht van belang zijn. Daarbij moet tevens aandacht worden besteed aan de mede te voeren hoeveelheid brandstof en aan de te volgen handelwijze indien de vlucht niet overeenkomstig het oorspronkelijke voornemen kan worden voltocid.

De Luchtvaartwet van de Staat der Nederlanden verplicht, volgens bovenstaand artikel, de gezagvoerder van een luchtvaartuig tot het inwinnen van weersinformatie met betrekking tot een voorgenomen vlucht. De Staat zelf heeft zich daarbij, ook internationaal, verplicht deze weersinformatie ter beschikking te stellen van luchtvaardenden. Voor de luchtvaartmaatschappijen is voorkennis van het weer natuurlijk ook van belang voor de doelmatigheid van het brandstofgebruik.

Zoals alle andere landen ter wereld is ook Nederland aangesloten bij twee "Specialized Agencies" van de Verenigde Naties; de Internationale Burgerluchtvaart Organisatie, ICAO, en de Wereld Meteorologische Organisatie, WMO. Luchtvaardenden overal ter wereld maken tegenwoordig gebruik van de diensten en producten die worden geleverd door een samenwerkingsverband van beide laatstgenoemde organisaties: het **World Area Forecast System, WAFS**.

2. World Area Forecast System

In samenwerking met de ICAO startte de WMO in 1983 het WAFS. Ondersteund door twee World Meteorological Centres, de WMCs Londen en Washington, zorgen verschillende Regional Area Forecast Centres, RAFCs, voor de uitgifte en bewaking van meteorologische informatie ten behoeve van de luchtvaart. Deze informatie bestaat voornamelijk uit, in kaartvorm verspreide verwachtingen van wind en temperatuur op vaste drukniveaus. De RAFCs leveren tevens kaarten van verwacht, significant vliegweer zoals ijsaanzetting, onweer en turbulentie.

Het RAFC-Frankfurt (BRD) levert kaarten voor vluchten in het Europese luchtruim (zie figuur 1, blz. 48). Het WAFS-Londen, dat tevens dienst doet als RAFC, doet dit voor het Noord Atlantische luchtruim (zie figuur 2, blz. 48).

Behalve rekencentra kent het WAFS ook zgn. Meteorological Watch Offices

(MWOs). Voor het Nederlandse luchtruim is dat de meteodienst op de luchthaven Schiphol, onderdeel van de Luchtvaartmeteorologische Dienst (LMD) van het KNMI. Deze dienst bewaakt het weer boven het Nederlandse luchtverkeersgebied. Ze geeft o.a. waarschuwingen uit voor gemelde of verwachte weerssituaties die gevaar kunnen opleveren voor het luchtverkeer zoals zware turbulentie, hevige buienactiviteit en zware ijsaanzetting. Het LMD-station Schiphol kent ook een briefing-balie waar luchtvaarders door meteorologen op de hoogte kunnen worden gebracht van het huidige en verwachte vliegweer bij vertrek, aankomst en op de route. Bemanningen krijgen, na een mondelinge "briefing", een vluchtfolder mee met daarin de zgn. vluchtdocumentatie: wind- en temperatuurgegevens in kaartvorm van verschillende vlieghoogten (afkomstig van een RAFC) aangevuld met gegevens omtrent actueel en verwacht weer van de luchthavens op de route (zie figuur 3, blz. 49).

3. Straalstromen

De voor de moderne burgerluchtvaart meest economische vlieghoogten liggen op 10 tot 13 km. hoogte, aan de rand van de troposfeer. In dit overgangsgebied tussen troposfeer en stratosfeer, de tropopauze, komen regelmatig windsnelheden voor van 200 tot 300 km/u. Deze straalstromen (Eng.: jetstreams) hangen vaak samen met weerfronten zoals we die op onze breedte regelmatig aantreffen. Boven drukbevolkte delen van continenten liggen de luchtwegen vast verankerd van baken tot baken en van luchthaven tot luchthaven. Straalstromen boven deze gebieden kunnen vrijwel alleen worden ontweken door het kiezen van een gunstiger vlieghoogte. Boven de oceanen is er meer speelruimte, maar door het grote aantal medespelers zijn er wel enige belangrijke spelregels opgesteld.

Door de kennis van de verwachte positie en sterkte van eventuele straalstromen en het ontbreken van vaste luchtwegen boven de oceanen kunnen luchtvaartmaatschappijen zgn. optimale vliegroutes naar bijvoorbeeld bestemmingen in Noord-Amerika en Canada vaststellen. Naast het weer spelen uiteraard nog enkele andere factoren hierbij een rol (zie figuur 4, blz. 50). De vluchtplan-computer van de KLM, bijvoorbeeld, heeft voor iedere Noord-Atlantische bestemming een groot aantal mogelijke routes beschikbaar (zie figuur 5, blz. 50). Aan beide zijden van de Oceaan bestaan deze uit permanente luchtwegen. Het symmetrisch patroon boven de Oceaan ontstaat door alle mogelijke verbindingen tussen deze luchtwegen volgens vaste separatie-restricties te laten verlopen.

De vluchtplan-computer kan nu, na ontvangst van de roosterpunt-data van wind en temperatuur, een optimale route berekenen voor ieder willekeurig zogeheten city-pair.

4. Organized Track System

De verkeersleidingsdiensten van Gander (Canada) en Prestwick (Schotland) verzamelen voor respectievelijk het zgn. east- en westbound vliegverkeer de door de maatschappijen ongeveer 18 uur van tevoren ingediende wensen ten aanzien van hun gewenste routes. Beide diensten bepalen daarna, mede aan de hand van andere, verkeers-technische bijzonderheden, een zo optimaal mogelijk stelsel van luchtroutes tussen de vaste luchtwegen aan beide zijden van de oceaan: het **Organized Track System (OTS)**.

Gander Oceanic Area Control bepaalt het OTS tussen 01.00 en 08.00 UTC en Shanwick Oceanic Area Control tussen 11.30 en 19.00 UTC. Van de nachtelijke,

zgn. east-bound routes, wordt de meest zuidelijke aangeduid met de letter Z, de op één na zuidelijkste met Y enz. De meest noordelijke west-bound route begint met A (zie figuur 6, blz. 51, zie ook figuur 7).

Na ontvangst van de OTS-routes bepaalt de Operations afdeling van de luchtvaartmaatschappij, ca. drie uur voor vertrek, welke Transatlantische vluchten over de OTS-routes gevlogen zullen worden. Indien het eigen, optimale vluchtplan, voor het Oceaandeel grotendeels overeenkomt met het OTS, dan zal de best overeenkomende route daarvan worden geselecteerd.

Wijkt het optimale vliegplan sterk af van het OTS, dan zal voor een route buiten het OTS gekozen worden.

5. Navigatie in het OTS

De luchtwegen van het OTS hebben een horizontale separatie van minimaal 1 breedtegraad (60 NM/108 km) en een verticale separatie van 2000 voet (600m) (zie figuur 7, blz. 52).

Vliegen langs OTS luchtwegen geschiedt zonder radar-begeleiding. Voor veilige horizontale en verticale separaties tussen vliegtuigen is daarom nauwkeurige navigatie een "must".

Tussen ca. 45 en 60 graden NB is de Atlantische Oceaandeel verdeeld in twee luchtverkeersgebieden: Gander Oceanic en Shanwick Oceanic. De gemeenschappelijke grens ligt op 30 graden WL. Binnen deze verkeersgebieden dienen vliegtuigen te voldoen aan de **Minimum Navigation Performance Specifications (MNPS)** (zie figuur 8, blz. 53).

De navigatie-apparatuur dient dan minimaal te bestaan uit twee Long Range Navigation Systems (LRNS). Een LRNS kan bestaan uit:

1. een Inertieel Navigatie Systeem (INS);
2. een Omega Navigatie Systeem (ONS);
3. een Flight Management Computer System (FMCS) dat van gegevens wordt voorzien door één of meerdere Inertial Reference Systems (IRS) of Omega Sensor Systems (OSS).

6. De waarde van de windverwachting

Hoewel de omgevingstemperatuur ook van invloed is op de motorprestaties van een straalvliegtuig, is er vooral verificatie-onderzoek gedaan naar de invloed van afwijkingen van de windverwachtingen bij de vluchtuitvoering.

In de winter van 1984/85 werden enige honderden vluchten Amsterdam-New York v.v. gemonitord v.w.b. en-route wind en temperatuur. Vergeleken met de voor iedere vlucht geplande wind- en temperatuurwaarden werd een gemiddelde, absolute afwijking gevonden van 21km/u in snelheid en 14 graden in richting van de wind. Ter illustratie; iedere 8 knopen meer tegenwind kost een Boeing 747 1 minuut per uur meer vliegtijd. De straalstromen werden over het algemeen met 20-25 % onderschat. De temperatuur week gemiddeld 2 graden C. af.

De bepaling van de hoeveelheid reservebrandstof die een vliegtuig zal meenemen geschiedt hoofdzakelijk aan de hand van de verwachte windgegevens. Indien de gemiddelde afwijkingen van de windverwachting op de route met 50 % zouden worden gereduceerd betekent dit een brandstofbesparing van 100-150 liter gemiddeld per vlucht op de Noordatlantische route.

7. Interpretatie van de windverwachting

De verschillen tussen de geplande waarden van wind en temperatuur en de opgetreden waarden tijdens een vlucht kunnen niet eenvoudigweg toegeschreven worden aan het rekenmodel dat deze gegevens verstrekt.

De technische ontwikkelingen van de hardware in computers zal mogelijk nog betere model-uitvoer tot gevolg hebben maar een reële verbetering van de doelmatigheid in brandstofgebruik kan ook worden bereikt door betere interpretatie-methoden van de huidige wind- en temperatuurverwachtingen.

Nauwkeurige(r) geografische en chronologische interpolaties van de roosterpunt-gegevens kunnen ook winst in "fuel-efficiency" opleveren.

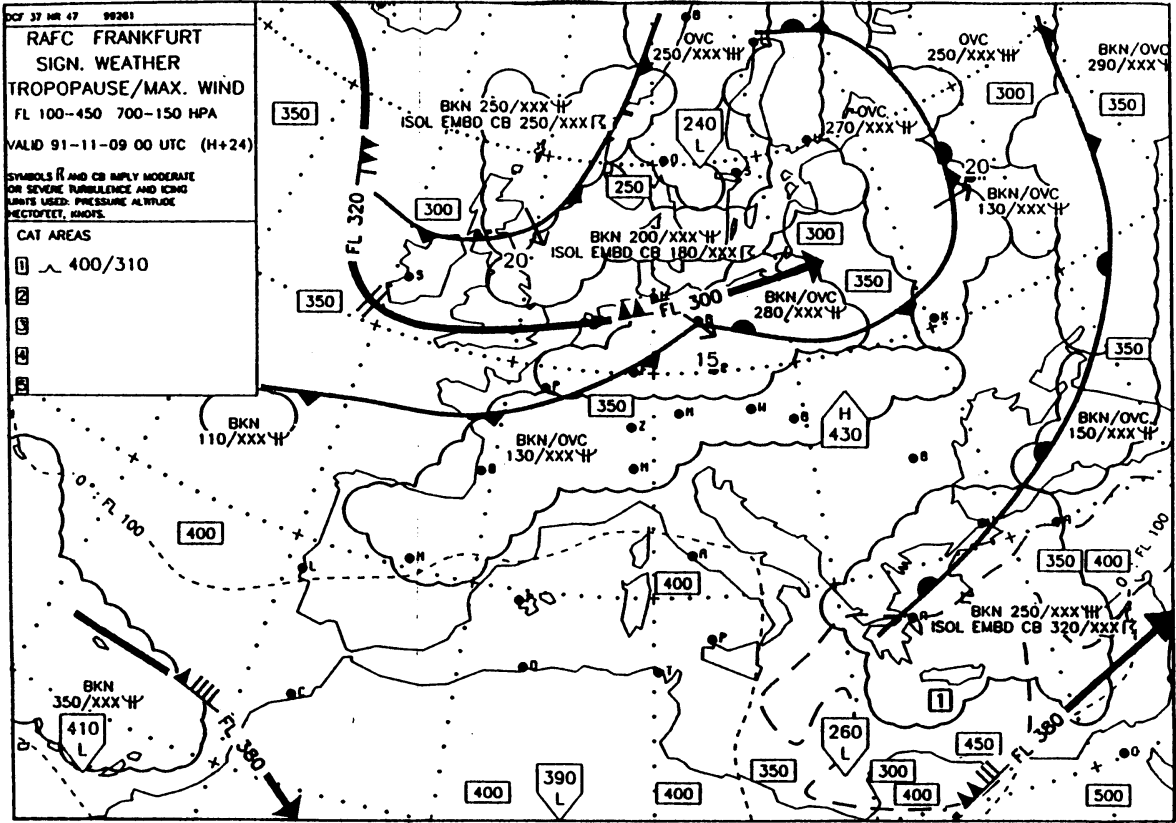
Aangezien de vliegroutes niet exact over de roosterpunten van het rekenmodel zullen lopen wordt er voor de tussenliggende gebieden een wind- en temperatuurwaarde geïnterpoleerd. Bij deze interpolaties worden geen meteorologisch-fysische maatstaven gehanteerd maar slechts eenvoudige rekenkundige gemiddelden.

De factor "vliegtijd" wordt ook slechts in beperkte mate betrokken bij de vluchtplanning. De modeluitvoer van de WAFC-computer in Londen levert "fixed-time prognostic" kaarten. De berekende waarden gelden dus slechts voor één bepaald tijdstip, bijv. 1800 UTC. Aangezien iedere zes uur zo'n kaart beschikbaar is vindt er voor langeafstandsvluchten een tijds-interpolatie plaats (zie figuur 9, blz. 53). Indien er van interpolatie methodes gebruik zou worden gemaakt die werkelijke tijdsprogressie zouden berekenen dan kan ook dit een kostenbesparing betekenen en een doelmatiger gebruik van het luchtruim.

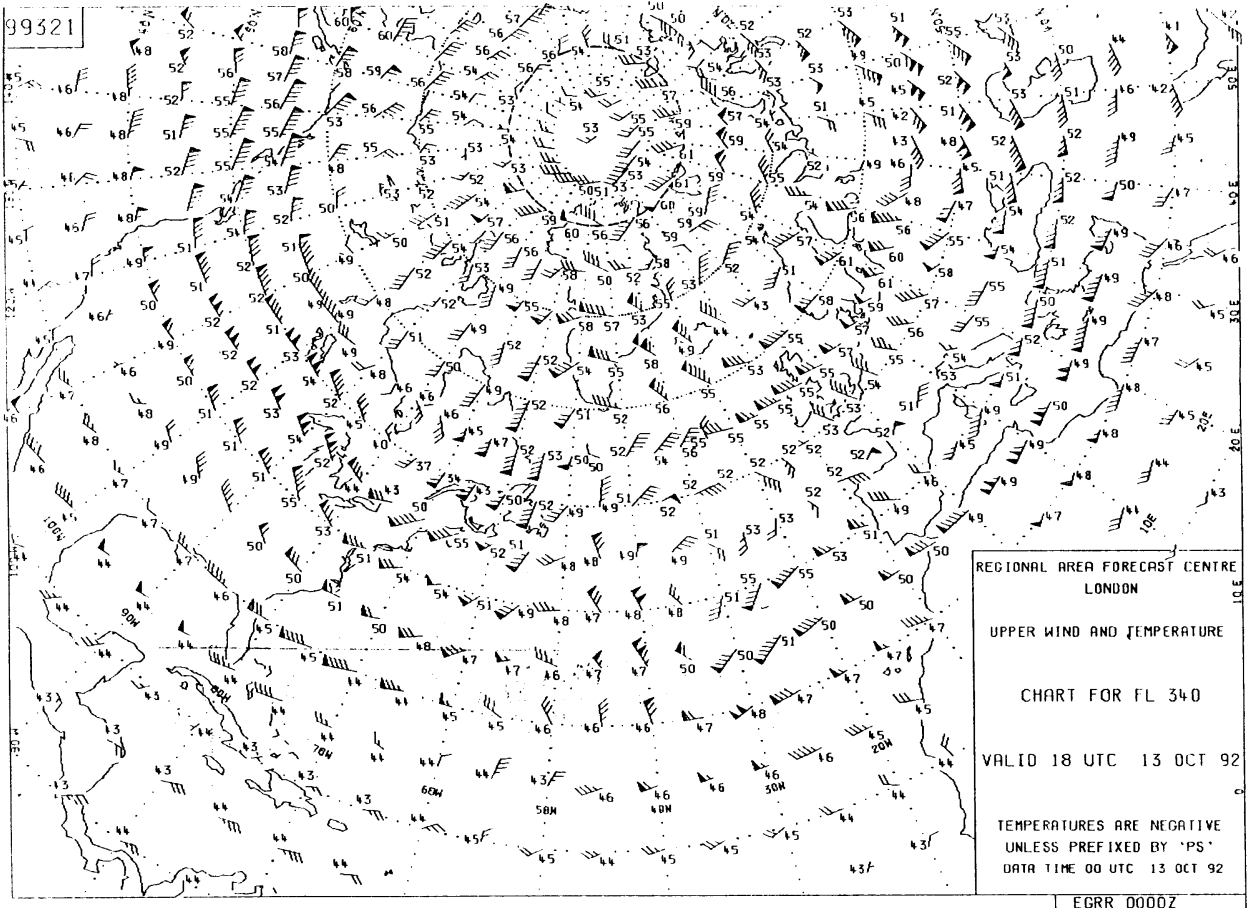
Een laatste, nog niet realiseerbare mogelijkheid tot doelmatiger brandstofgebruik zou een snelle uitwisseling van en-route vluchtgegevens kunnen zijn. De bij het eerder genoemde onderzoek waargenomen extreme afwijkingen van windrichting en -snelheid bedroegen soms 100 graden en 100 km/u. Deze extremen werden echter ook door vliegtuigen waargenomen die enige uren later dezelfde route volgden. Indien daar voor vertrek kennis van was genomen zou wellicht nog tijdig voor een andere, brandstofbesparende route en/of vlieghoogte zijn gekozen.

Satellietverbindingen zouden het mogelijk moeten maken om de eenmaal vastgestelde OTS-routes te bewaken en eventueel tussentijds te veranderen, al naar gelang de continu binnenstromende vluchtgegevens.

Hoewel al deze maatregelen tezamen waarschijnlijk een brandstofbesparing van niet meer dan enkele procenten kunnen bewerkstelligen krijgt dat cijfer wat meer gewicht als we bedenken dat luchtvaartmaatschappijen een brandstofrekening van vele honderden miljoenen gulden hebben.



Figuur 1. Significant-weer kaart



Figuur 2: Wind en temperatuur op flightlevel 340 (34.000 voet in de Standaard atmosfeer)

AMSTERDAM AIRPORT METEOROLOGICAL INFORMATION SYSTEM

13-OCT-1992 11:03

FLIGHT DOCUMENTATION

EHAM - Amsterdam/SPL. --> EGLL - London/Heathr. UNITED KINGDOM

METAR

131050 ... EGLL London/Heathr. 07005kt 9999 1cu032 5ci300 12/03 1027 nosig=
 131055 ... EHAM Amsterdam/SPL. 09010kt cavok 10/01 1027 nosig=
 131055 ... EHRD Rotterdam 09010kt cavok 09/m00 1027 nosig=
 131055 ... EHGG Groningen/Eel. 16006kt cavok 10/m00 1027 nosig=
 131055 ... EHEH Eindhoven 10006kt 9999 3ci250 09/00 1026=
 131055 ... EHBK Maastricht/Bk. 07010kt cavok 08/00 1025 nosig=
 131050 ... EBBR Brussels Intl. 03006kt cavok 07/00 1026 nosig=
 131050 ... EDDL Dusseldorf 13007kt cavok 11/m02 1026 nosig =
 131050 ... EGMC Southend 09007kt cavok 11/04 1027=
 131050 ... EGSS Stansted Airp. 09010kt cavok 12/01 1027=
 131050 ... EGKK London /Gatw. 06008kt 9999 1cu032 6ci250 11/02 1026 nosig=
 131050 ... EGGW Luton 05008kt cavok 10/05 1027=
 131050 ... EGBB Birmingham 34003kt 8000 05hz 1st005 09/06 1028 nosig=
 131050 ... EGFF Cardiff 06012kt 9999 1cu026 5ci280 11/04 1027=
 131050 ... EGCC Manchester 19002kt 9999 1cu022 3sc050 13/06 1028 nosig=

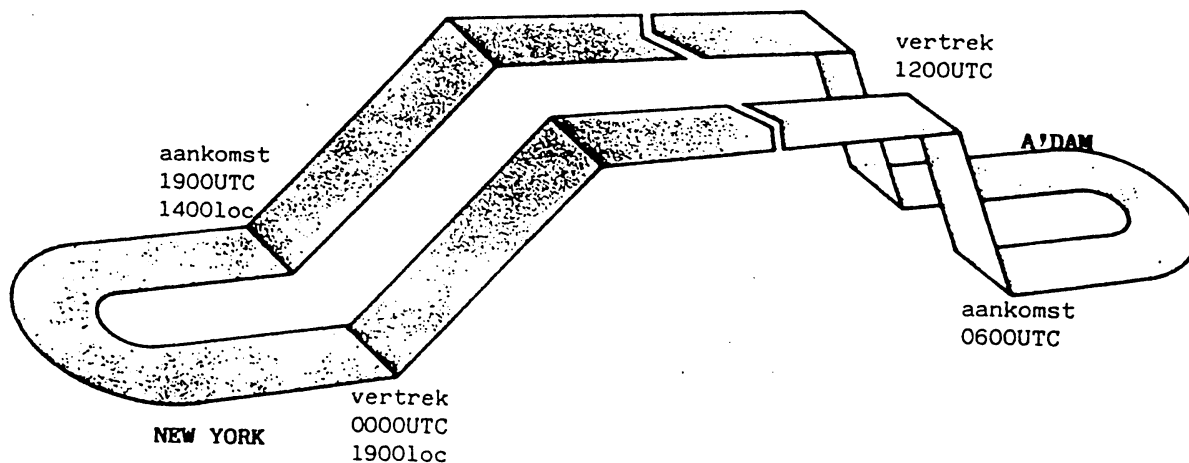
TAF

130900 ... EGLL London/Heathr. 1019 03004kt cavok=
 130900 ... EHAM Amsterdam/SPL. 1019 10006kt cavok gradu 1012 20007kt gradu
 1619 24008kt 7sc030=
 130900 ... EHRD Rotterdam 1019 08008kt cavok gradu 1618 vrb04kt=
 130900 ... EHGG Groningen/Eel. 1019 19006kt cavok gradu 1215 6sc040=
 130900 ... EHEH Eindhoven 1019 vrb05kt 9999 2ci250=
 130900 ... EHBK Maastricht/Bk. 1019 09010kt cavok gradu 1619 05005kt=
 130900 ... EBBR Brussels Intl. 1019 08008kt cavok=
 130900 ... EDDL Dusseldorf 1019 08010kt cavok=
 130900 ... EGMC Southend 1019 04008kt cavok=
 130900 ... EGSS Stansted Airp. 1019 03005kt cavok=
 130900 ... EGKK London /Gatw. 1019 03005kt cavok=
 130900 ... EGGW Luton 1019 03005kt cavok prob20 tempo 1012 9000=
 130900 ... EGBB Birmingham 1019 vrb03kt 0800 44fg nsc prob30 tempo 1011
 0200 5st002 gradu 1013 9999 wxnil=
 1019 05010kt 9999 1cu025=
 130900 ... EGFF Cardiff 1019 vrb05kt 9999 5sc035 prob20 tempo 9000=
 130900 ... EGCC Manchester

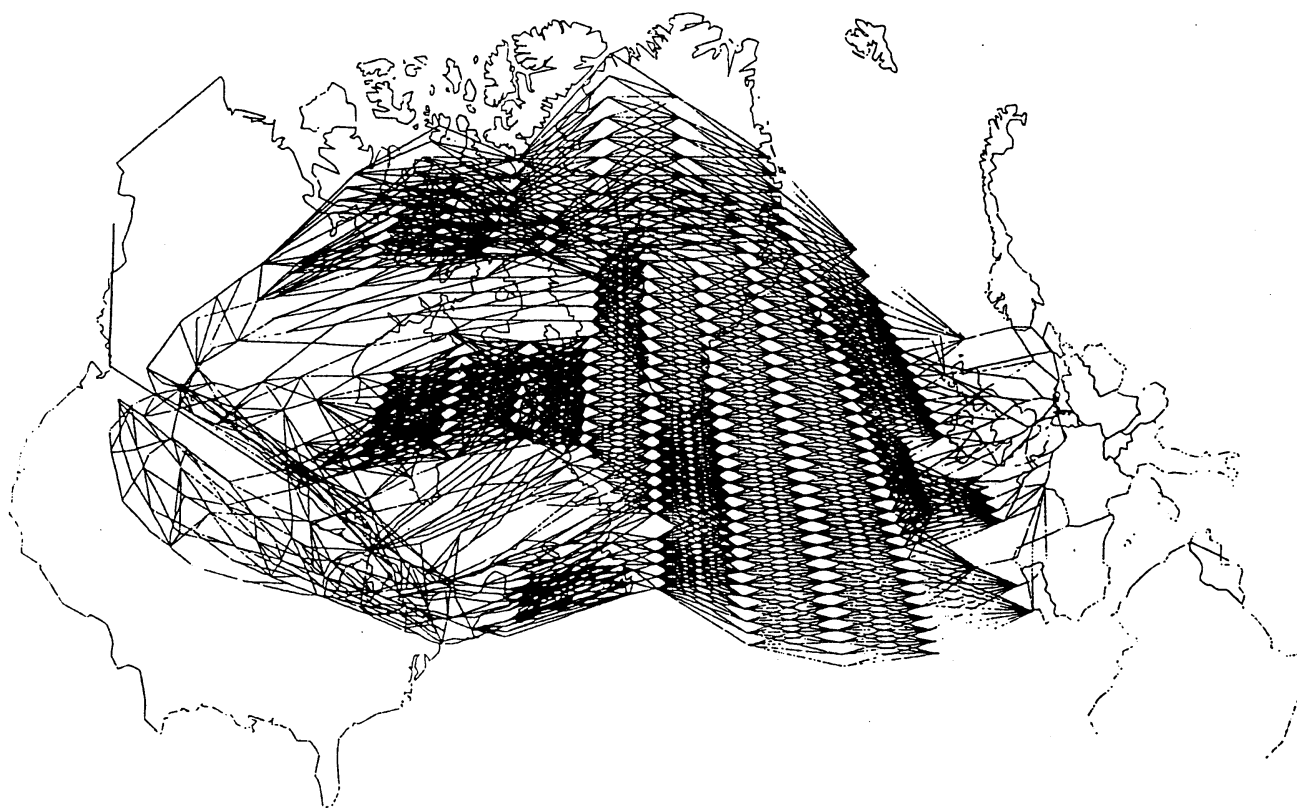
SIGMET

No additional sigmet(s).

Figuur 3. Actueel weer (METAR) en verwacht weer (TAF) voor een vlucht van Amsterdam naar London/Heathrow, afkomstig uit de databank (ALV) van de LMD/Schiphol



Figuur 4. Tijdzones, restricties t.a.v. geluidsoverlast, economische aspecten en, natuurlijk, passagiersaanbod bepalen het patroon van het Noord Atlantisch luchtverkeer. Na een omkeertijd van ca. vijf uur is het vliegtuig gereed voor de terugvlucht



Figuur 5. Alle mogelijke routes voor het city-pair Amsterdam - Calgary (Can.) in de KLM vluchtplan-computer

ZCZC ANA529 042248
 FF EHAMYNYX
 042246 EGGXZQZX
 (NAT-1/2 TRACKS FLS 310/370 INCLUSIVE
 NOVEMBER 05/1130Z TO NOVEMBER 05/1900Z
 PART ONE OF TWO PARTS-
 A 53/15 53/20 51/30 50/40 48/50 YTT
 EAST LVLS NIL
 WEST LVLS 310 330 350 370
 EUR RTS WEST 3
 NAR NAB4 NAB6-
 B 52/15 52/20 50/30 49/40 47/50 COLOR
 EAST LVLS NIL
 WEST LVLS 310 330 350 370
 EUR RTS WEST 3
 NAR NA44 NA48-
 C 51/15 51/20 49/30 48/40 46/50 BANC5
 EAST LVLS NIL
 WEST LVLS 310 330 350 370
 EUR RTS WEST 3
 NAR NA22 NA28-
 D 50/15 50/20 48/30 46/40 44/50 43/60 POGGO
 EAST LVLS NIL
 WEST LVLS 310 330 350 370
 EUR RTS WEST 3
 NAR NA10 NA12-
 END OF PART ONE OF TWO PARTS)
 NNNN

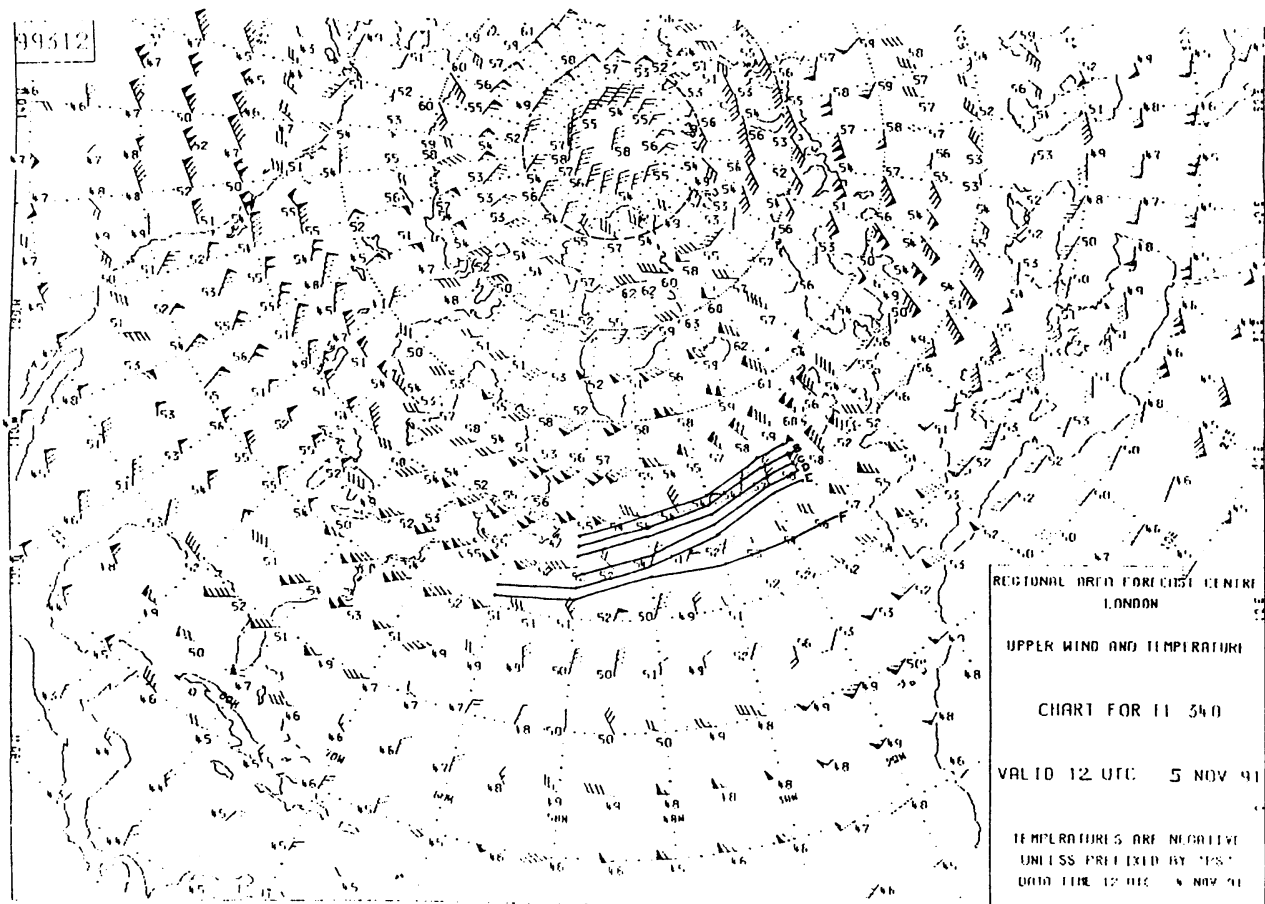
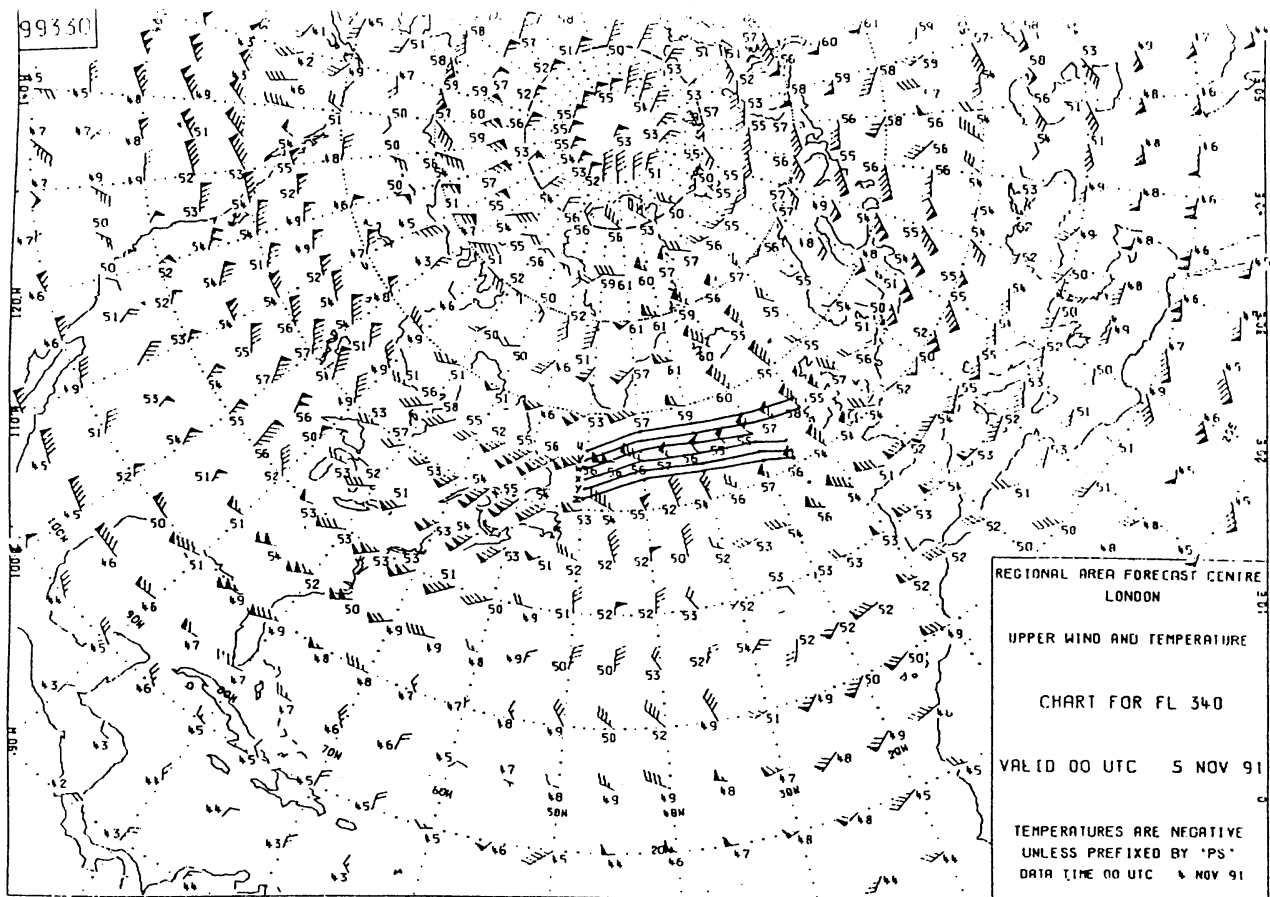
Original :
 ZCZC ANA530 042250
 FF EHAMYNYX
 042247 EGGXZQZX
 (NAT-2/2 TRACKS FLS 310/370 INCLUSIVE
 NOVEMBER 05/1130Z TO NOVEMBER 05/1900Z
 PART TWO OF TWO PARTS-
 E 49/15 49/20 47/30 45/40 43/50 42/60 JOB0C
 EAST LVLS NIL
 WEST LVLS 310 350
 EUR RTS WEST 3
 NAR NA6 NA8-
 F 4330/13 44/20 44/30 44/40 42/50 41/60 SLATN
 EAST LVLS NIL
 WEST LVLS 310 350
 EUR RTS WEST STG
 NAR NA2 NA4-
 REMARKS

1. R99 IN EFFECT FOR EUR/CAR TFC.
2. OPERATORS ARE REMINDED THAT SPECIFIC MNPS CERTIFICATION TO FLY WITHIN MNPS AIRSPACE FL280 TO FL390, IS REQUIRED FROM THEIR STATE AUTHORITY.
3. OPERATORS ATTENTION IS DRAWN TO UK NOTAM S344 WHICH DETAILS

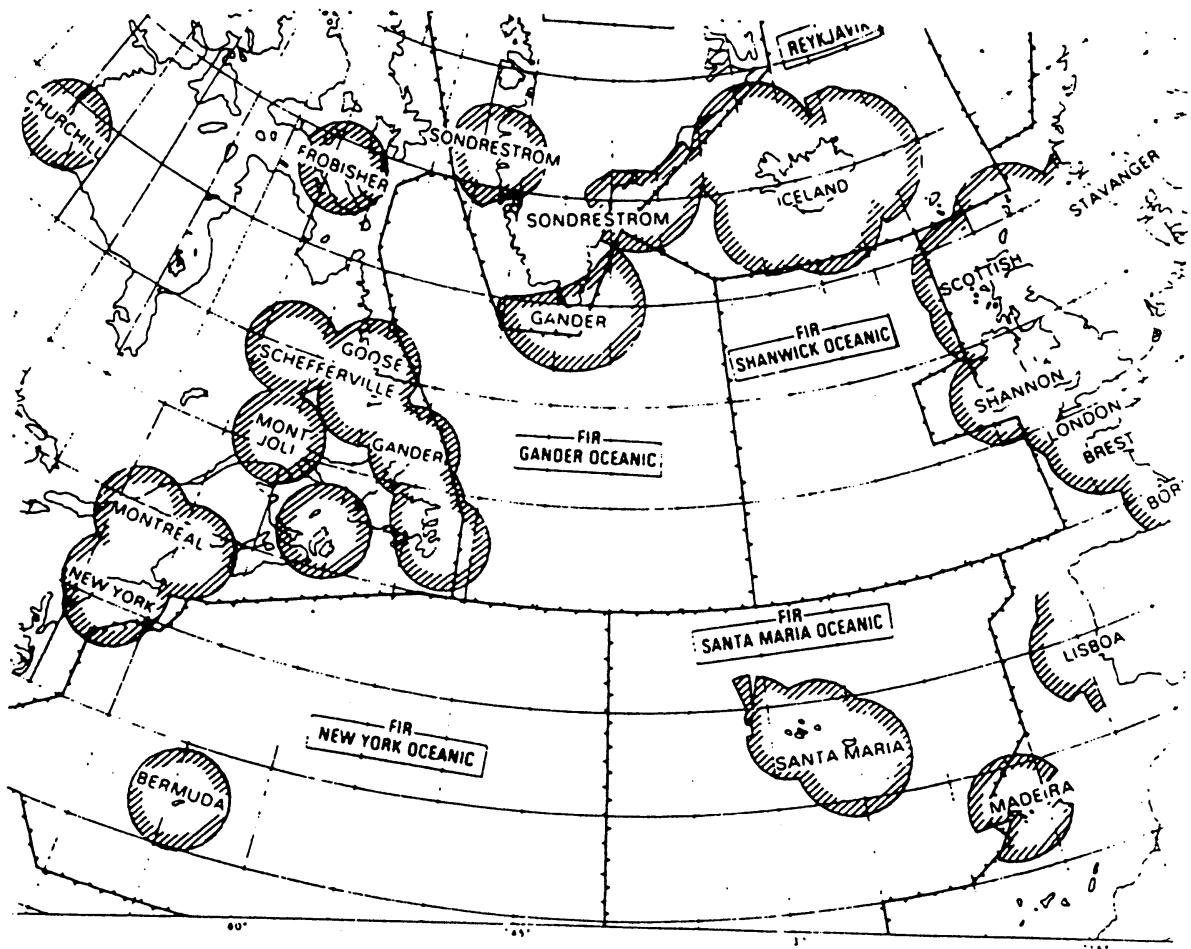
FXUK71
 041200 zczc ada714 041306
 ff ehamymyx
 041235 czqxzqzx
 fxuk71 eham 041200
 (nat-1/2 tracks fls 330/390 inclusive
 nov 05/0100z to nov 05/0800z
 part one of two parts
 u yyr scr 56/50 58/40 58/30 57/20 56/10 mac
 east lvls 330 350 370 390
 west lvls nil
 eur rts west nil
 nar na221 na225-
 v klamm oyster 55/50 57/40 57/30 56/20 55/10 bel
 east lvls 330 350 370 390
 west lvls nil
 eur rts west nil
 nar na201 na207-
 w redby carpe 54/50 56/40 56/30 55/20 ackil
 east lvls 330 350 370 390
 west lvls nil
 eur rts west nil
 nar na181 na187-
 x yay 53/50 55/40 55/30 54/20 53/15 snn
 east lvls 330 350 370 390
 west lvls nil
 eur rts west nil
 nar na163 na169-
 y dotty 52/50 54/40 54/30 53/20 52/15 crk
 east lvls 330 350 370 390
 west lvls nil
 eur rts west nil
 nar na151 na159-
 end of part one of two parts)
 nnnn

FXUK72
 041200 zczc ada718 041310
 ff ehamymyx
 041235 czqxzqzx
 fxuk72 eham 041200
 (nat-2/2 tracks fls 330/390 inclusive
 nov 05/0100z to nov 05/0800z
 part two of two parts
 z sg 51/50 53/40 53/30 52/20 51/15 gapli
 east lvls 330 350 370
 west lvls nil
 eur rts west nil
 nar na141 na147-
 remarks
 1. r99 in effect for car/eur traffic
 2. operators are reminded that specific mnps certification to operate within mnps airspace fl27.5/fl400 is required from their state aviation authority.
 end of part two of two parts)
 nnnn

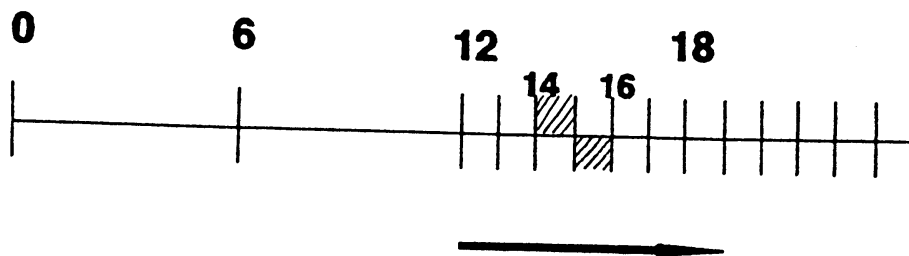
Figuur 6. Dag (links) en nacht-routes van het OTS



Figuur 7. De east (boven) en west-bound routes van het OTS op 5 november 1991



Figuur 8. Luchtverkeersgebieden boven de Atlantische Oceaan waarvoor de MNPS gelden



Figuur 9. Amsterdam-New York: vliegtijd ca. 7 uur. Voor de eerste twee en laatste drie uur van de vlucht rekent de vluchtplan-computer met de "fixed-time prognostic" kaart van resp. 12 en 18 uur UTC. Van 14 tot 16 uur UTC wordt tussen beide kaarttijden gemiddeld

RAMPENWEER

Over milieu-calamiteiten en Meteorologie

Frank Kroonenberg
(calamiteiten-coördinator, CWD)

Behandelde onderwerpen:

- KNMI calamiteiten organisatie structuur
- nucleaire calamiteiten
- niet nucleaire calamiteiten
- Cindu-Uithoorn
- nieuwe ontwikkelingen

Als we vanuit kijken met welke calamiteiten we op het KNMI worden geconfronteerd is er een drie-deling te maken:

- I. Calamiteiten die veroorzaakt worden door de meteorologische omstandigheden. (storm, overstroming, dijkdoorbraak, etc.)
- II. Industriële calamiteiten waarvan het effect op de volksgezondheid wordt bepaald door de meteorologie. (Tsjernobyl, St.Petersburg, Cindu, DSM)
- III. Andere calamiteiten, waarbij in principe geen meteorologische omstandigheden een rol spelen. (aardbeving, supersone knallen, etc.)

Het onderwerp waarmee de calamiteiten-coördinator op het KNMI hoofdzakelijk belast is zijn de industriële calamiteiten waarvan het effect op de volksgezondheid grotendeels bepaald wordt door de meteorologie (II). Dit was tevens het aandachtsgebied op het symposium.

Een greep uit de werkzaamheden van de calamiteiten-coördinator:

Actualiseert de calamiteiten-draaiboeken en instrueert de meteorologen op procedures en het gebruik van modellen. Tevens is hij belast met de contacten intern op het KNMI, o.a. met OWO i.v.m. de ontwikkeling van nieuwe verspreidingsmodellen. Ook extern worden contacten onderhouden, o.a. in het kader van het Nationaal Plan voor de Kernongevallenbestrijding (NPK) en het nieuwe Project Overheidsop treden bij Bijzondere Milieu-omstandigheden (POBM). Ook zijn er contacten met de Rijks Brandweer Academie (RBA) in Arnhem, dit o.a. i.v.m. een door het KNMI te schrijven Meteorologische-Syllabus voor de voortgezette opleiding van brandweerofficier.

Bij calamiteiten is er een sterk toenemende vraag vanuit de samenleving naar het KNMI, door:

- De bij de bestrijding betrokken hulpverlenende organisaties (brandweer, politie, evt. ministerieel)
- De media
- Verontruste of evt. nieuwsgierige burgers

De **maatschappelijke relevantie van het KNMI** is hoog zodat er, afhankelijk van de aard van de calamiteit, dikwijls sprake is van topdrukke en het noodzakelijk inzetten van extra menskracht.

De weerdienst van het KNMI heeft daartoe, dagelijks een geconsigneerde calamiteiten-meteoroloog ingeroosterd. Bij elke calamiteit waarbij de belasting voor de dagelijkse dienstuitvoering te groot wordt, is deze meteoroloog 24 uur per dag (per semafoon) oproepbaar.

Vakmatige vragen door hulpverlenende instanties worden door de calamiteiten-meteoroloog afgehandeld. Vragen vanuit de media worden altijd afgehandeld door de KNMI PR-functionaris (Harry Geurts); dit in continue ruggespraak met de weerkamer.

Samenvattend:

Organisatiestructuur CWD-calamiteiten

Normale shift en dienstuitvoering

Bij ernstige calamiteiten met verhoogde "vraag":

Geconsigneerde calamiteitenmeteoroloog toegevoegd aan de shift

De historie van de operationele calamiteiten-meteorologie is terug te voeren naar de tijd van het Tsjernobyl Kernongeval in april 1986.

Ten tijde van Tsjernobyl (april '86):

- bestond er landelijk een onduidelijke organisatie structuur
- de maatregelen (graasverboden, etc) werden erg ad hoc genomen

Na Tsjernoby1:

- start PKOB (Project KernOngevallen Bestrijding)
- nu implementatie van het NPK
(**Nationaal Plan voor de Kernongevallenbestrijding**)

NPK-structuur

Het Beleidsteam (BT):
minister BIZA, e.a. beslissingsbevoegden

Laat zich adviseren door:

De Technische Informatie Groep (TIG):
diverse specialisten op nucleair gebied,
+ KNMI calamiteiten-meteoroloog

De voorlichting aan pers en publiek wordt verzorgd door:

Nationaal Voorlichtingscentrum (NVC)

De NPK-structuur van BT, TIG en NVC zetelt op het Ministerie van Binnenlandse Zaken en moet in het geval van een ernstig **nucleair** incident (binnenland en buitenland) binnen twee uur operationeel zijn. De KNMI-TIG meteoroloog adviseert de TIG m.b.t. de meteorologische omstandigheden die een rol spelen bij de verspreiding van de vrijkomende radioactieve stoffen. De TIG-meteoroloog wordt in De Bilt ondersteund door een toegevoegde calamiteiten-meteoroloog.

De **NPK-structuur** vereiste van het KNMI een continue consignatie van een calamiteiten-meteoroloog en ligt als zodanig dan ook aan de **basis** van onze huidige **calamiteiten consignatie-regeling**. Het is duidelijk dat er v.w.b. het omgaan met nucleaire ongevallen een duidelijk wettelijke kader bestaat. Voor wat betreft de **niet nucleaire calamiteiten** is dat **nu** nog anders:

- Het KNMI staat opgenomen in alle provinciale rampenplannen. De autoriteiten zijn echter niet verplicht om het KNMI in te lichten, of te consulteren

Bij consultatie geschiedt de melding via een speciaal en geheim "calamiteiten-telefoon-nummer" op de weerkamer.

Toekomst:

Het project **Overheidsoptreden bij Bijzondere Milieuomstandigheden (POBM)**, voorziet naar analogie van het PKOB, in een NPK structuur voor niet nucleaire chemische calamiteiten en geeft daarbij op termijn dus ook een wettelijk kader voor ernstige **niet**-nucleaire ongevallen waarbij gevaarlijke stoffen vrijkomen. Het KNMI wordt ook binnen het POBM gezien als de adviserende instantie m.b.t. de meteorologische verspreiding van gevaarlijke stoffen.

Welke meteorologische hulpmiddelen heeft de calamiteiten-meteoroloog tot zijn beschikking:

Natuurlijk alle in de dagelijkse weerdienstpraktijk gebruikelijke **routine-produkten**, zoals:

- synoptische waarnemingen
- hand en computer analyses
- Coarse-mesh en fine-mesh atmosfeermodellen (ECMWF, Bracknell)

Maar ook een aantal **speciale-produkten**:

- Synoptische RIVM winden op 10 meter
- Cabauw winden + temperaturen (tot 200 meter)
- LAM, t.z.t. HIRLAM windvelden en neerslagprognoses
- Vimola windvelden
- Sectorenmodel geeft voor de eerste één tot twee uur vooruit, van alle windwaarnemingsstations in onze omgeving, de 80% waarschijnlijkheids sectorhoek van verspreiding aan
- Het Cal model, een kleinschalig verspreidingsmodel voor het bepalen van het verspreidingsgebied tot negen uur vooruit (momenteel werkt OWO aan een nieuwe en modernere versie)

Bij **industriële calamiteiten** (nucleair en niet nucleair) **met grootschalige verspreiding** zijn er nog een aantal andere speciale produkten beschikbaar:

- Het KNMI-RIVM Puff verspreidingsmodel (incl. depositie) gebaseerd op LAM en ECMWF velden
- De ECMWF trajectoriën forwards and backwards.

De CINDU ramp (8 juli 1992)

De melding:

- Er kwam geen officiële melding. Er was geen meldingsplicht
- Alle info kwam via derden (o.a. media)

Operationele bezetting:

- Op voorhand de calamiteitenmeteoroloog ingezet, om op evt. vragen voorbereid te zijn
- Harry Geurts (PR), behandelt alle vragen vanuit de media (continu ruggespraak met meteoroloog)

De CINDU-Meteorologie:

- slappe luchtdrukverdeling, dus nauwelijks stroming
- rug van hogedruk, via Britse eilanden over noord Nederland, trekt langzaam zuidwaarts. Later op de dag stroming uit NW
- Op ca. 2000 meter een sterke inversie met daaronder westelijk stromingspatroon

Handicaps:

- De roetwolk stijgt bijna loodrecht op en verspreidt onder de inversie in de daar heersende stroming
- Er zijn geen windwaarnemingen op 2000 meter hoogte en ook de modellen geven geen goede info over de stroming op 2000 meter. Het radiosonde netwerk heeft een te geringe ruimtelijke en tijdsresolutie

Conclusie:

Het was bijzonder lastig een betrouwbare verspreidingsverwachting te maken. Verspreidingsmodellen zijn moeilijk bruikbaar als de grondstroming te slap is.

In veel gevallen, inversies met slappe grondstroming, vindt verspreiding op grotere hoogte in de grenslaag plaats. Er is dringend behoefte aan een beter "hoogte-windnet".

Er wordt momenteel dan ook nagedacht over uitbreiding van het "Hoogte wind waarnemingsnetwerk". Mogelijkheden:

- meten op zendmasten en torens
- gebruik "Profilers" (wind en temp. per 50 meter, tot 2000 meter)

Nieuwe ontwikkelingen:

- Verbetering kleinschalige verspreidingsmodel, het nieuwe "Cal-model"
- Met DCMR, Dienst Centraal Milieubeheer Rijnmond, samenstellen van een nieuw milieu-meteorologie verwachtingspakket voor DCMR

In het algemeen het verder profileren van het KNMI als Het instituut voor de verspreidingsmeteorologie.

Oefeningen

In de winter 1993-1994 wordt het **ETEX** experiment gehouden.

Ergens in Europa wordt een Fluor-houdende verbinding vrijgelaten op een niet van tevoren aangekondigd moment.

-Meteorologische instituten draaien on-line hun diverse verspreidingsmodellen

-D.m.v. overal in Europa geïnstalleerde meetopstellingen wordt de fluorverbinding getraceerd (ook in NL)

Het experiment dient om de operationaliteit van de diverse Europese Meteorologische-instituten en hun modellen te testen, alsmede om de kwaliteit van die verspreidingsmodellen te toetsen aan de werkelijkheid.

INTERACTIEVE PRODUCTIE LIJN

Dick Blaauboer
(VEO)

INHOUD

1. Inleiding
2. Visie IPL
 - 2.1 Definitie en begrenzing
 - 2.2 Huidige situatie
 - 2.3 Toekomstige situatie
 - 2.3.1 Meteorologisch werkstation
 - 2.3.2 Kennissystemen
 - 2.3.3 Satellietmeteorologie
 - 2.3.4 Kwaliteitsconctrôle
3. Lopende projecten
 - 3.1 Meteorologisch werkstation
 - 3.2 Korte termijn neerslagverwachting, KTN
 - 3.3 Mistvoorspel systeem, MIVOS
 - 3.4 Detail basis verwachting, DeBaV
 - 3.5 Korte termijn bewolkingsverwachting
 - 3.6 Interactief calamiteiten model, CAL

1. Inleiding

In deze bijdrage is, evenals bij de voordracht tijdens het synoptisch symposium, uitgegaan van het zogeheten Masterplan IPL. Dit is een overkoepe-
lend plan voor de uitvoering van vernieuwingsprojecten in het kader van de
interactieve productielijn die op het KNMI binnen het aandachtsgebied
Meteorologisch Productie Proces (MPP) worden uitgevoerd. Voor de coördinatie
van deze projecten is een coördinatiegroep IPL in oprichting.

In dit stuk wordt een visie gegeven op de huidige en toekomstige interactieve
productielijn (IPL). Deze visie is tot stand gekomen in onderling overleg
tussen vertegenwoordigers van de betrokken operationele afdelingen en
vertegenwoordigers van de afdelingen die betrokken zijn bij nieuwe ontwikke-
lingen binnen het interactieve productieproces.

Hierna wordt een korte beschrijving gegeven van de diverse projecten die op
dit moment in het kader van de IPL vallen.

2. Visie IPL

2.1 Definitie en begrenzing

De IPL is de verzamelnaam van al die processen waarbij de meteoroloog actief
betrokken is: zij is de combinatie van meteoroloog en zijn/haar werktuig dat
eerstgenoemde in staat stelt op basis van expertise waarde toe te voegen aan
automatisch geproduceerde verwachtingen (contrôle, aanpassing, voorlichting).

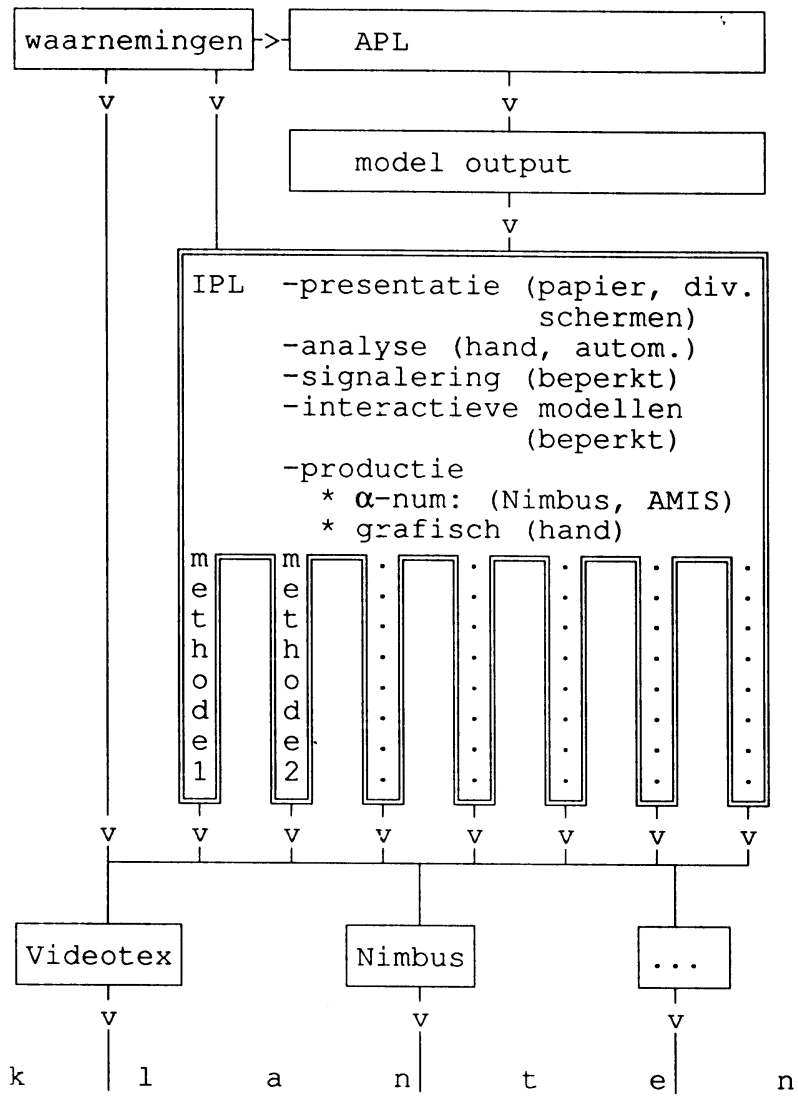
Bij de IPL hoort niet de verzameling van min of meer geautomatiseerde
processen binnen het operationele productieproces: de productie en aanlevering
van waarnemingsmateriaal incl. radar- en satellietwaarnemingen, en de
automatische verwerking hiervan in modellen. Dit laatste vindt plaats in de
APL, de automatische productielijn. Voor het gemak wordt hierbij ook de
aanlevering van buitenlandse modeloutput en automatisch daaruit afgeleide
produkten (bijv. gids) gerekend. Bij de IPL hoort ook niet de aanmaak en
distributie van produkten, ook al is deze in de meeste gevallen interactief
(Nimbus, Videotex, AMIS, etc.).

Uiteraard zijn de relaties tussen IPL enerzijds en APL en distributiesystemen
anderzijds van wezenlijk belang.

2.2 Huidige situatie

De huidige situatie van het interactieve gedeelte van het meteorologisch
productieproces bij het KNMI kenmerkt zich door een veelheid aan presentatie-
middelen (papier, diverse beeldschermen) aan de inputkant en een veelheid aan
productiemethoden (van handmethode tot PC-applicatie) aan de outputkant. Men
kan niet spreken van één interactieve productielijn omdat er geen eenduidige
organisatie bestaat van de verschillende interactieve processen. Bovendien
lopen de analyse-gerichte en eindprodukt-gerichte taken vaak doorelkaar.

In onderstaand schema is aangegeven hoe het huidige productieproces er grofweg uitziet. Onder "waarnemingen" wordt ook radar- en satelliet-gegevens verstaan. Bij APL horen naast de KNMI-modellen ook de buitenlandse modellen (ECMWF, Bracknell, Offenbach). In het blok IPL is aangegeven dat er voor de bediening van verschillende klanten veel methoden parallel worden toegepast. Hierdoor is een grote inspanning van de meteoroloog vereist om de consistentie van de uitgaande produkten te kunnen garanderen.



Kenmerkend voor het huidige interactieve productieproces is de **beschikbaarheid** van een grote hoeveelheid gegevens en een aantal hulpmiddelen. Welke gegevens en de manier waarop deze gegevens gebruikt worden, d.w.z. de keuze van de hulpmiddelen, wordt volledig overgelaten aan de meteoroloog. Natuurlijk is hij/zij verantwoordelijk voor het eindproduct, maar door de veelheid aan informatie wordt het de meteoroloog moeilijk gemaakt om in elke situatie steeds het juiste hulpmiddel te kiezen. Bovendien mist hij/zij een aantal belangrijke hulpmiddelen.

Meteorologische hulpmiddelen die op dit moment nog ontbreken betreffen voornamelijk korte termijn verwachtingssystemen. Te denken valt aan interactieve modellen, kennissystemen, patroonherkenningsmethoden voor de volgende grootheden:

- bewolking/zonneschijn
- bewolkingsclassificatie op basis van satellietdata
- basis en bedekkingsgraad grenslaagbewolking
- neerslag (incl. neerslag hoeveelheid/soort, buien, onweer, hagel, windshear etc.)
- zicht (mist)
- TREND-verwachting (zeer korte termijn, mede op basis van waarnemingen)
- low level jet
- first guess TAF, GAFOR, GWC (DeBaV)
- turbulentie
- icing
- convectie

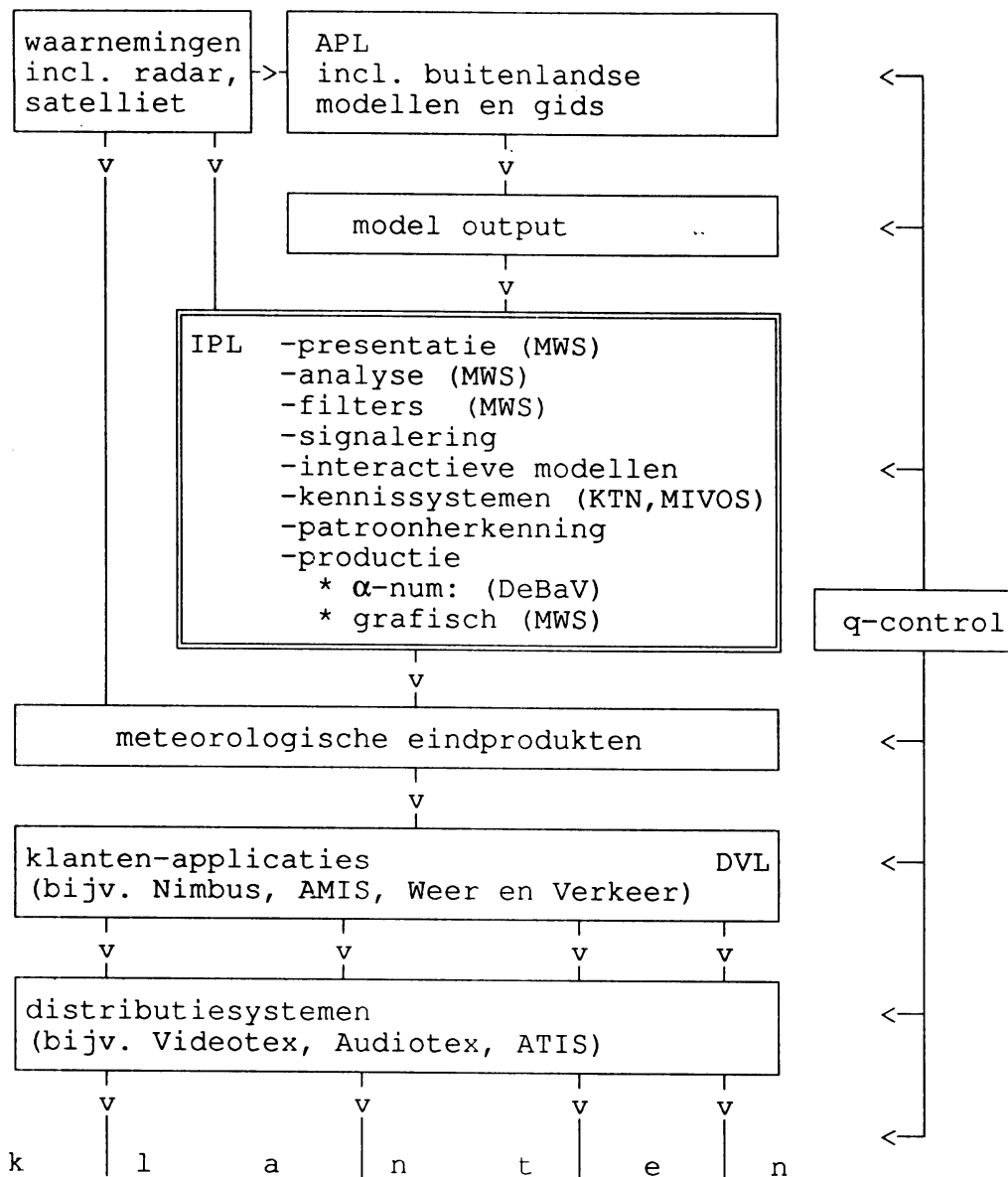
2.3 Toekomstige situatie

Een aantal veranderingen in het interactieve productieproces is gewenst. Niet alleen de samenhang tussen vernieuwingsprojecten is van belang, maar ook het beter organiseren van het interactief productieproces zelf speelt een belangrijke rol. Dan pas kunnen we spreken van een IPL.

Een belangrijk verschil met de huidige situatie is de scheiding tussen het puur meteorologische gedeelte van het productieproces en de klanten-applicaties. De meteoroloog beperkt zich tot typisch meteorologische taken. Zijn/haar eindprodukt is een serie bewaakte verwachtingen uitgedrukt in een set basisgetallen (DeBaV) en basisteksten. Deze basisverwachtingen worden door een serie klanten-applicaties omgevormd tot producten die naar klanten gaan. In principe gebeurt dat automatisch, maar in enkele gevallen kan interactie met een (voorlichtings)meteoroloog noodzakelijk of gewenst zijn. Dit stuk van het productieproces hoort bij dienstverlening. Sommige basisverwachtingen kunnen rechtsreeks naar klanten gaan. Op deze manier wordt voorkomen dat producten die het KNMI verlaten onderling in strijd met elkaar zijn.

In sommige gevallen is het productieproces sterk gericht op een bepaalde klant of klantgroep, bijvoorbeeld de productie van TAFS bij de LMD. Toch is ook hier een scheiding te maken tussen de meteorologische prognose van een aantal parameters en de vertaling in het TAF-formaat.

In onderstaand schema is globaal aangegeven hoe de toekomstig interactieve productielijn eruit ziet.



Hierna worden enkele onderdelen van de IPL nader uitgewerkt.

2.3.1 Meteorologisch werkstation

Voor een meer uniforme presentatie van gegevens inclusief analysemethoden en enkele andere interactieve "tools" vormt het meteorologisch werkstation (MWS) het belangrijkste uitgangspunt. Dit is het platform dat de toekomstige interactieve productielijn onderdak moet bieden. De specificaties van het MWS zijn sterk geënt op de huidige werkwijze van de meteoroloog, maar er zijn daarbij zoveel nieuwe mogelijkheden gespecificeerd dat de werkwijze van de meteoroloog vrijwel zeker aanpassing behoeft. Hoe dit proces van aanpassing, leren van de nieuw geboden mogelijkheden en aanvullende vragen om nieuwe mogelijkheden zich precies zal afspelen is op dit moment niet precies te

zeggen. Wel is een aantal concrete veranderingen en de gevolgen daarvan voor de manier van werken aan te geven. Bij de begeleiding van de veranderingen, zeker waar het om het aanvullen van meteorologische kennis gaat, kan de vakschool een belangrijke rol spelen.

1. Zwaartepuntverplaatsing van papier naar beeldscherm.

Hoewel het geen doel op zichzelf is zal bij de invoering van het MWS in het productieproces het gebruik van papier als presentatiemiddel en analysemiddel sterk teruglopen.

2. Integratie van informatiebronnen en productiemiddelen.

De kracht van het MWS is voor een belangrijk deel gelegen in de mogelijkheid van uiteenlopende informatiebronnen tegelijkertijd gebruik te maken: overlays van waarnemingen, modeloutput, radar- en satellietbeelden. Bovendien kunnen op den duur steeds meer applicaties binnen het MWS opgenomen worden. Binnen datzelfde MWS zijn bovendien een aantal productiemiddelen aanwezig of kunnen op termijn ter beschikking komen: alfanumerieke en grafische editor, integratie van DeBaV en Nimbus.

3. Taakscheiding wachtmeteoroloog en productiemeteoroloog

De wachtmeteoroloog zal zich beperken tot de bewaking van de meteorologische situatie en basisverwachtingen.

De productiemeteoroloog is belast met de productie van eindprodukten (voor zover deze niet automatisch tot stand komen) en het contact met de klanten.

2.3.2 Kennissystemen

Datareductie kan worden bewerkstelligd door het al dan niet interactief aanzetten van filters en signalering en het gebruik van kennissystemen.

Een kennissysteem is een systeem waarin behalve conventionele data (waarnemingen, modelresultaten) ook "kennis" van een expert is opgeslagen, in ons geval van een meteoroloog. Kennissystemen vinden vooral toepassing op plaatsen waar objectieve numeriek modellen het af laten weten.

Met het gebruik van een kennissysteem voor het maken van een bepaald type verwachting, wordt in feite ook een vorm van datareductie toegepast: afhankelijk van de meteorologische situatie wordt de meteoroloog de relevante data en hulpmiddelen aangereikt. Kennissystemen kunnen worden ingezet als beslissingsondersteunende systemen bij het maken van verwachtingen voor "fysische" elementen, bij voorbeeld voor (convectieve) bewolking, mist, neerslag(soort), turbulentie etc. Belangrijk bij het inzetten van dergelijke verwachtingssystemen is ook de relatie tussen de verschillende elementen.

Meteorologische kennissystemen zullen zich beperken tot het begeleiden van de meteoroloog langs de relevante data en hulpmiddelen en het vastleggen van standaard redeneringsprocessen. Het systeem rapporteert daarbij van zijn bevindingen. De meteoroloog kan zich dan volledig concentreren op het nemen van de "moeilijke" beslissingen.

2.3.3 Satellietmeteorologie

Een hoofdstuk apart vormt het gebruik van satellietinformatie door de meteoroloog. Afgezien van een beginnend gebruik door numerieke modellen beperkt zich tot dusverre het gebruik hiervan tot het bekijken van de diverse kanalen van de beschikbare satellieten en een subjectieve beoordeling van deze informatie aan de hand van algemene meteorologische overwegingen. De introductie van het MWS maakt een intensiever gebruik van satellietinformatie in combinatie met modeloutput mogelijk. Een aanzet voor het gebruik van interactieve technieken is al eens gegeven door G. Forbes en V. Zwatz-Meise. Hiervan is een kwaliteitswinst te verwachten voor de korte termijn verwachting.

Verder is satellietinformatie wellicht te gebruiken bij toepassingen van patroonherkenning: bewolkingsclassificatie, in een vroeg stadium herkennen van "slecht-weer-gebieden".

2.3.4 Kwaliteitscontrôle

In het toekomstige productieproces is door een betere organisatie van de IPL eenvoudig plaats in te ruimen voor een **consequente** kwaliteitscontrôle (q-control): bij een professionele marktbenadering past een gedegen systeem voor kwaliteitsborging. Kwaliteitscontrôle gebeurt grotendeels off line. Dit deel behoort niet tot de IPL. Kwaliteitscontrôle resulteert ook in een terugkoppeling naar de meteoroloog. Dit hoort **wel** bij de IPL.

3. Lopende projecten

Hieronder volgt een opsomming van IPL projecten die op dit moment in uitvoering zijn en een zeer beknopte beschrijving van de inhoud.

3.1 Meteorologisch werkstation

In dit project wordt de invoering van meteorologische werkstations (MWS) bij het KNMI geregeld. Op specificaties van het KNMI is de bouw van de MWS's uitbesteed aan een externe leverancier.

Het gaat om een "driekoppig" systeem (één werkstation met drie beeldschermen) dat bediend wordt m.b.v. een muis. Binnen het werkstation komt alle standaard meteorologische informatie beschikbaar (kaarten met waarnemingen, satelliet en radar informatie, modeloutput) en het bevat vele presentatiemogelijkheden en "tools" om de beschikbare informatie te bewerken. Het is de bedoeling dat, op termijn, de meeste bestaande en nog in ontwikkeling zijnde KNMI applicaties (bijv. Nimbus, DeBaV) in het werkstation geïntegreerd worden.

Eind 1992 komt een eerste prototype met beperkte functionaliteit beschikbaar. Medio 1993 worden bij elk van de drie hoofdvestigingen van het KNMI (De Bilt, Schiphol, Hoek van Holland) een werkplek ingericht. Gedurende de rest van 1993 en begin 1994 volgt de operationele invoering en uitbreiding naar de overige werkplekken.

3.2 Korte termijn neerslagverwachting, KTN

In dit project wordt het interactieve gedeelte van het productieproces voor korte termijn neerslagverwachtingen gestandaardiseerd. Er wordt onderscheid gemaakt tussen vier categorieën:

1. De grote lijnen, elke 12 uur toe te passen met als resultaat verwachtingen tot 24 uur vooruit;
2. Meer detail, elke 6 uur toe te passen. Dit levert verwachtingen tot 12 uur vooruit;
3. Regionale bewaking, elke 3 uur toe te passen: verwachtingen tot 6 uur vooruit;
4. Nowcasting, permanente bewaking.

Voor elke termijn zijn de meest geschikte, veelal bekende, soms voor het KNMI nieuwe, verwachtingstechnieken geselecteerd. Gedeelten van de complete productiemethode worden geïmplementeerd in een kennissysteem.

Met de bouw van het systeem wordt najaar 1992 begonnen. Na een test waarbij produkten voor een specifieke klant op deze nieuwe manier zullen worden gemaakt zal het systeem begin 1994 klaar zijn voor integratie in het meteorologisch werkstation.

3.3 Mistvoorspel systeem, MIVOS

MIVOS is een kennissysteem voor het maken van mistverwachtingen. In het systeem zijn naast waarnemingen, enkele eenvoudige methoden en twee objectieve modellen (een statistische model voor het bepalen van mistkansen en een stralingsmist model) ook ervaringsregels beschikbaar. Een uitgebreide beschrijving van MIVOS is te vinden in KNMI publicatie TR-141.

Een getest prototype van dit systeem is eind 1991 opgeleverd. Het is de bedoeling in 1993 het systeem zodanig om te werken dat integratie in het meteorologisch werkstation mogelijk wordt.

3.4 Detail basis verwachting, DeBaV

Dit systeem voorziet in een set detail basisverwachtingen voor een aantal meteorologische grootheden. Deze verwachtingen worden bewaakt door de meteoroloog en leveren de input voor produkten die naar klanten gaan. Als "first guess" voor deze verwachtingen wordt in principe gebruik gemaakt van de output van de daarvoor het meest in aanmerking komende automatische of interactieve modellen. Deze koppeling van modellen is op dit moment nog niet optimaal. De set grootheden waarvoor verwachtingen worden gemaakt kan in de toekomst verder uitgebreid worden.

Operationele invoering van de eerste versie van DeBaV staat voor najaar 1992 op het programma.

3.5 Korte termijn bewolkingsverwachting

Het gaat hier om de ontwikkeling van nieuwe modellen voor het maken van gedetailleerde bewolkingsverwachtingen voor zowel stratiforme als convectieve bewolkingstypen. Er wordt gerekend in een een-dimensionaal model gekoppeld aan trajectoriën. In het model worden de microfysische processen die een rol spelen bij de vorming van wolken geparametriseerd. Initialisatie van het model gebeurt m.b.v. TEMPS, Hirlam en/of satellietgegevens.

De ontwikkelingen bevinden zich nog in een ontwerpfase.

3.6 Interactief calamiteiten model, CAL

Het operationele calamiteiten programma CAL is een model dat voor de korte termijn een verwachting geeft voor de zwaartepuntverplaatsing van een gaswolk (chemisch of nucleair verontreinigde lucht). Voor dit model wordt een vervanger gebouwd die gebruik kan maken van APL-velden (output van LAM of VIMOLA).

Operationele invoering van dit model wordt begin 1993 voorzien.

Het Synoptisch Symposium 1992: de verslagen

redactie H.G. Theihzen

Technische rapporten; TR-151