

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Projectgroep Numerieke Weersverwachting

Vierde Interimrapport

~~B~~

De Bilt, januari 1965

PROJECTGROEP NUMERIEKE WEERSVERWACHTING

Vierde Interimrapport

januari 1965

1. Dit rapport sluit aan op de eerder verschenen rapporten van de Projectgroep. Het werd afgesloten medio januari 1965.

2. Barotrope forecast

Op basis van de eerder opgestelde programma's werd een nieuw programma ontworpen, waarin enige finesses werden geïntroduceerd en dat ten opzichte van de vorige als een verdere stap naar een definitief programma moet worden beschouwd.

Ten grondslag aan het programma ligt een model van een equivalent barotrope atmosfeer in geostrofische benadering. Nieuw in het model is, dat de Coriolis-parameter en de schaalfactor van de kaartprojectie van punt tot punt variabel werden gemaakt. Gewerkt werd op een rooster van  $27 \times 15 = 405$  punten met een roosterafstand van  $d = 375$  km. Het gebied waarop de forecast betrekking heeft, liep van de Oeral tot de Rocky Mountains en van bijna de Noordpool tot  $+ 30^{\circ}$  NB.

Het programma werd in het zg. ALCOR-systeem ontworpen en is daardoor geschikt om toevertrouwd te worden aan de TR-4 van de T.H. te Delft, die vele malen sneller is dan de X-1. Werd in de vorige experimenten steeds gebruik gemaakt van fictieve, door mathematische formules vastgelegde situaties, in dit nieuwe programma werd gewerkt met werkelijk opgetreden toestanden (contouren 500 mb, 10 t/m 15 dec. 1962, 0000 gmt). Met tijdsintervallen van 1 uur werden 24-hrs forecasts gemaakt. In het programma was tevens opgenomen een sub-programma, dat het uittypen van het geopotentialveld op schaal volgens de puntjes-spatie methode verzorgt.

De benodigde tijd was voor een 24-hrs forecast  $\pm 3$  minuten. (Tijd voor berekenen forecast en uit te typen veld + opslag op magnetische band). Overwogen wordt om, nu uitgaande van dit programma, de volgende stappen te nemen:

- a. Introductie van de Cressman-correctie voor retrograde lange golven.
- b. Experimenten met andere roosters.

3. Objectieve analyse (Amerikaanse methode)

De experimenten met de objectieve analyse volgens de Amerikaanse methode werden voortgezet. Gereedgekomen zijn de analyses van een nieuwe proefserie volgens 2 varianten van de Amerikaanse methode met verschillende guess-velden.

4. Objectieve analyse (methode Kuipers)

- 4.1 In het programma voor objectieve analyse zijn enkele niet-principiële wijzigingen aangebracht, die rekentechnisch bepaalde voordelen hebben.

- 4.1.1 Aanvankelijk werd een waarnemingsstation aangeduid door zijn geografische coördinaten (lengte en breedte). In plaats hiervan kan nu het indexnummer worden gegeven.

4.1.2 Er is een selectielijst van waarnemingsstations ingevoerd, bestaande uit die stations van een bepaald kaartgebied, die regelmatig waarnemingen doorgeven. Bij de uitvoering van het programma wordt onderscheid gemaakt tussen waarnemingen van deze selectielijst en de hierop niet voorkomende, incidentele waarnemingen. De rekentijd voor de eerstgenoemde is + 3 sec., voor de laatstgenoemde + 30 sec. Geeft een station van de selectielijst bij wijze van uitzondering geen waarneming, dan kost deze omstandigheid eveneens 30 sec. Door een verstandige keuze van de selectielijst kan de analysetijd aanmerkelijk worden bekort, zonder dat men gebonden is aan een vast stel waarnemingsstations.

4.1.3 In verband met deze voorzieningen is het programma in 3 autonome delen gesplitst, wat het voordeel biedt van een grotere werkruimte.

#### 4.2 Controle op analyse

Er is een programma ontwikkeld dat als volgt werkt: Een analyse, bestaande uit een serie coëfficiënten, wordt ingelezen. Daarna wordt de getallenband, die voor de analyse werd gebruikt, ingelegd. Deze bevat per station: indexnummer, hoogte en windgegevens. Vervolgens wordt voor ieder station berekend de "aangepaste" waarde voor de hoogte en de wind. Deze wordt verkregen door substitutie van de coördinaten van het station in de analytische uitdrukking voor de analyse.

Bij de uitvoer worden zowel de gemeten als de aangepaste waarden geproduceerd en deze kunnen onderling worden vergeleken.

#### 5. Barotrope voorspelling (methode Kuipers)

Uitgaande van een continu analytische representatie van de hoogtewind van een vlak van constante druk, is een programma ontwikkeld voor barotrope voorspelling, uitgaande van

1. geostrofische benadering van het windveld;
2. constante Coriolis-parameter en constante schaalfactor.

Als bijzonderheid zij vermeld, dat de voor de Poisson-vergelijking benodigde randvoorwaarde hieruit bestaat, dat op oneigenlijke afstand de afgeleide van de hoogte naar de tijd gelijk aan nul wordt gesteld.

De voornaamste moeilijkheid die zich voordeed bij de ontwikkeling van het programma is deze, dat bij de verschillende differentiaties van de hoogte naar de coördinaten een graadsverandering optreedt. Deze verandering is een verhoging, als gevolg van het voorkomen van de factor

$$e^{-(x^2+y^2)}$$

in de analytische uitdrukking van de analyse.

Graadsverhoging treedt eveneens op bij de berekening van de Jacobiaan in het rechterlid van de prognostische formule. Deze wordt namelijk geschreven als het product van 2 reeksen vermenigvuldigd met een exponentische functie, als bovengenoemd.

In verband met het cyclus-vormige verloop van het programma is het noodzakelijk na afloop van de genoemde bewerkingen een procedure toe te passen, die ervoor zorgt, dat de graad weer wordt verlaagd tot de aanvangswaarde. Deze reductie komt tot stand door een afvlakking toe te passen, waarbij de mate van afvlakking afhankelijk wordt gesteld van een parameter  $\lambda$ . De waarde van  $\lambda$  moest

experimenteel worden bepaald. Bij te kleine waarde van  $\lambda$  blijkt een zekere onstabieliteit in de berekening op te treden. Anderzijds vermindert een te grote waarde van  $\lambda$  de amplitude van de hoogteverandering. Tot compromis-waarde van  $\lambda$  werd besloten op grond van enkele series experimenten. De volgende fase van de ontwikkeling bestaat hierin, dat de Coriolis-parameter en de schaalfactor afhankelijk van de breedte worden gesteld.

## 6. Varia

Enige experimenten werden ondernomen met het schrijven van programma's gedeeltelijk in ALGOL en gedeeltelijk in machine-code. Als eerste resultaat hiervan is een subprogramma te noemen voor het berekenen van de waarden van polynomen. In de gemengde vorm geeft dit subprogramma een tijdsbesparing van ongeveer 60% ten opzichte van een geheel in ALGOL geschreven programma. Een programma waarin dezelfde techniek wordt toegepast voor de objectieve analyse (Amerikaanse methode) is gereed maar is gebleken nog niet geheel foutloos te werken.

Van een programma voor de barotrope forecast (zie par. 2) geheel in machine-code is het concept gereed. Binnenkort zal tot ponsen van dit programma worden overgegaan. In verband met de in deze paragraaf genoemde onderzoeken werd door twee leden (Bouman en Heyna) een studie gemaakt van de ALGOL-vertaler ("compiler") en het daarbijbehorende zg. complex. De bedoeling van een en ander is de nadelen van ALGOL (inefficiëntie t.o.v. de rekentijd) zoveel mogelijk te vermijden.