


KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Projectgroep Numerieke Weersverwachting

Derde Interimrapport

A handwritten signature in dark ink, appearing to be 'R. H. van der ...', is centered on the page.

De Bilt, juni 1964

Projectgroep Numerieke Weersverwachting

Derde Interimrapport

Juni 1964

1. Inleiding.

Dit verslag sluit aan op de eerder verschenen verslagen V-162 en V-163. Het werd afgesloten juni 1964.

Een zeer belangrijke gebeurtenis in de verslagperiode was de ingebruikstelling op 1 januari 1964 van de X1 van het Elektronisch Rekencentrum van de Rijksuniversiteit te Utrecht. Daardoor kwam dus een rekenmachine dicht in de buurt beschikbaar, hetgeen een vlotte gang van zaken ten goede kwam.

De beide X1-s zijn niet geheel identiek. De X1-Amsterdam bezit een geheugen van 12288 X1-woorden, die in Utrecht één van 8192 X1-woorden, dat is dus een verhouding 3:2. De invoer (inlees) apparatuur is dezelfde. Daarentegen beschikt Amsterdam over 2 ponsers, een snelle van 300 symbolen per seconde en een langzame van 25 symbolen per seconde, van welke in Utrecht alleen de langzame aanwezig is.

De X1 in Utrecht mag slechts gedurende kantooruren worden gebruikt. Maximaal kan men de machine voor 5 kwartier ter beschikking krijgen. Voor langdurende programma's levert dit wel bezwaren op.

2. Projecten.

2.1 Barotrope forecast in geostrofische benadering.

U1. Dit was het eerste programma wat door ons op de X1 te Utrecht werd uitgevoerd. De voornaamste verandering t.a.v. voorgaande programma's was dat het aantal roosterpunten nu instelbaar was. Omdat het in de bedoeling lag met een kleiner aantal roosterpunten te gaan werken en de berekeningstijd evenredig is met de 3e tot 4e macht van dit aantal, werd de doorstart mogelijkheid weggelaten, evenals enkele andere, minder belangrijke facetten. Dit omdat de X1 in Utrecht minder geheugenruimte heeft dan die in Amsterdam.

Het programma werd uitgevoerd op een veld van 169 punten (rand inbegrepen). Het vereiste circa 4 minuten per tijdstap. Vergelijken met de 25 à 35 minuten per tijdstap, die vroeger waren gevonden bij een veld van 625 roosterpunten, viel de tijdwinst iets tegen.

U2. Aangezien de berekeningstijd, behalve van het aantal roosterpunten, ook nog afhangt van een aantal andere factoren, zoals de gebruikte tolerantie bij het oplossen van de Poisson-vergelijking en mogelijk ook van de gekozen uitgangstoestand, werd een nieuw programma opgesteld waarin ook de tolerantie instelbaar is. Bovendien werd de uitgangstoestand aangepast, zodanig dat deze voor een veld van 169 roosterpunten het zelfde "luchtdrukveld" beschrijft als het vroeger gebruikte van 625 roosterpunten.

Het programma werkte goed. De standaardafwijking bleek echter wel toe te nemen. Dit moet daaraan toegeschreven worden dat door de bovengenoemde aanpassing één tijdstap in U2 correspondeert met 4 tijdstappen van één uur in het programma van 625 roosterpunten.

U3. Door de in U2 toegepaste kunstgreep van het adjusteren van het beginveld kan men het instellen van het aantal roosterpunten opvatten als een verandering van de differenties in x en y richting (x en y zijn plaats-coördinaten). Uit de theorie volgt dat voor sommige differentie schema's de verhouding van Δx en Δt belangrijk is voor de stabiliteit. Daarom is in U3 de Δt instelbaar gemaakt, onafhankelijk van Δx .

De veranderingen zijn het eenvoudigst te interpreteren als Δx en Δt met een gehele macht van 2 veranderd worden. Voor Δx was er niet veel speling, vergroten zou de berekeningstijd weer sterk doen toenemen, verkleinen geeft een onpraktisch klein veld. Daarom is een serie berekeningen uitgevoerd met dezelfde Δx (corresponderend met 169 roosterpunten) en hetzelfde beginveld, maar met verschillende Δt .

Deze serie (zie tabel 1) bracht enkele merkwaardigheden aan het licht, waarvan de meest in het oog vallende was, het zgn. even- oneven effect, dwz. dat de uitkomst van de berekeningen na een even aantal stappen (vaak aanzienlijk) beter was dan na een oneven aantal stappen.

Dit verschijnsel kan verklaard worden uit het gebruik van niet centrale differenties voor de eerste tijdstap, waardoor de berekening na 1 tijdstap een relatief grote fout had. Daarom werd overgegaan op een nieuw programma.

U7. Noem het tijdsincrement k , dan werd met het programma U3 het stroomveld berekend op de tijden $t = nk$, $n = 1, 2, 3, \dots$

Het programma U7 berekent het stroomveld op de tijden $2^{-m}k$, $2^{-m+1}k$, \dots , $2^{-1}k$, k , $2k$, $3k$, $4k$, \dots waarbij m instelbaar is met behulp van een schakelaar op het console bord van de machine.

De bedoeling hiervan is om een nauwkeuriger veld te krijgen voor $t = k$, door het eerste tijdvak onder te verdelen.

In de praktijk bleek voor m de waarde 1 reeds voldoende, dus éénmaal onderverdelen van het vak in 2 deelvakken gaf een redelijke benadering.

Tevens werd in U7 de doonstartmogelijkheid weer ingebouwd, omdat reeds bij U3 de wenselijkheid was gebleken om wat langere series te kunnen berekenen.

Zoals uit tabel 2 blijkt, vertoont de standaardafwijking nu een veel regelmatiger verloop.

Vergeleken met tabel 1 zien we dat voor een tijdstap van 4 uur alle standaardafwijkingen een verbetering hebben ondergaan, bij een tijdstap 2 geldt dit alleen voor de "oneven" punten. Verder blijkt dat in tabel 2 de fout voor $t \leq 16$ bij een tijdstap van 4 uur kleiner is dan de fout van hetzelfde tijdstip bij een tijdstap van 2 uur. Voor grotere t neemt echter de onnauwkeurigheid van de fout bij een tijdstap van 4 uur wel toe.

Tabel 1 Standaard afwijking x 100.000 van het verschil tussen berekende en exacte waarde (U3)

tijd in uren	tijdincrement in uren			
	0.5	1	2	4
0	0	0	0	0
0.5	7			
1	5	25		
	12			
2	9	8	93	
	16			
3	14	33		
	21			
4	19	17	16	354
	27			
5	24	41		
	32			
6	30	27	105	
7		51		
8		37	33	68
9		61		
10		48	118	
12			54	301
14			132	
16			76	166
18			146	
20				573
24				1436
28				5224
32				19220

Tabel 2 Standaardafwijking x100.000 van het verschil tussen berekende en exacte waarde (U7)

tijd in uren	tijdincrement in uren	
	2	4
2	8	
4	16	14
6	26	
8	35	21
10	46	
12	55	47
14	68	
16	77	88
18	90	
20	99	211
22	112	
24	125	
26	147	
28	192	
30	306	

U9. Het verschil tussen U9 en U7 is van rekentechnische aard. Een aantal van de in de berekening voorkomende grootheden werd met een zo hoge macht van 10 vermenigvuldigd, dat deze getallen binnen de gestelde nauwkeurigheidseisen als gehele getallen konden worden beschouwd. Het voordeel is dat waar een tiendelige breuk 2 geheugenplaatsen inneemt en een geheel getal 1 geheugenplaats, een belangrijke besparing in het gebruik van geheugenruimte werd verkregen. Dit is van belang voor toekomstige experimenten met grotere velden en/of verfijnde technieken. Een bescheiden versnelling van het programma werd hiermede eveneens verkregen, al bleek deze niet zo groot te zijn als verwacht werd.

Met dit programma is uitgebreid geëxperimenteerd. Zo is hiermede een forecast van 80 uur vooruit verkregen, die nog geen spoor van instabiliteit vertoont en waarbij nog steeds slechts toelaatbare afwijkingen van de exacte waarden werden geconstateerd. Er zullen nog proeven over nog langere tijden worden genomen, maar de voorlopige conclusie mag toch wel worden getrokken, dat met dit programma een aantal belangrijke moeilijkheden zijn overwonnen.

2.2 Objectieve analyse. Methode Cressman.

Als een van de belangrijkste problemen rondom het complex der numerieke weersverwachtingen moet worden beschouwd, dat van de objectieve analyse. Hierbij stelt men zich tot doel op basis van de ingekomen informatie, langs machinale weg tot analyse van de toestand van de atmosfeer te komen. Men kan stellen dat de manieren waarop men in het buitenland dit probleem heeft geprobeerd op te lossen sterk uiteen lopen, in elk geval veel meer uiteenlopen dan de methoden waarmede de bewegingsvergelijkingen worden geïntegreerd. Bij de integratiemethoden heeft men althans iets van een theorie ter beschikking, die in staat is, *à priori*, uitspraken te doen omtrent de kwaliteitsverschillen tussen de verschillende methoden. Bij de objectieve analyse is er geen theorie op grond waarvan men van te voren een verwachting kan uitspreken omtrent de kwaliteitsverschillen. De enige manier om deze kwaliteitsverschillen te ontdekken is dus door de verschillende methoden te proberen.

Om boven geschetste redenen werd het niet raadzaam geacht nu al één methode te adopteren maar leek het nuttig, althans met sommige, enkele proeven te nemen. Als eerste methode kwam in aanmerking die welke afkomstig is van CRESSMAN en die te Suitland (Md) in operationeel gebruik is. Deze methode is herhaaldelijk in de literatuur beschreven o.a. door CRESSMAN zelf (Mon. Wea. Rev. 87, 367-374, 1959). Opvallend is, dat in de verschillende beschrijvingen voortdurend andere waarden voor de te gebruiken constanten worden vermeld, terwijl ook de plaats in het programma waar men een gladstrijkoperatie op het te analyseren veld toepast, nog al eens heeft gewisseld. Blijkbaar wordt er te Suitland nog steeds aan de methode gewerkt. Een viertal programma's werden voor deze methode ontworpen en getoetst (OAC1 t/m OAC4).

OAC1 en OAC2

Twee programma's die identieke resultaten opleveren en slechts verschillen in vorm. Beide zijn gebaseerd op het geciteerde artikel van CRESSMAN. Bij toetsing bleek, dat over het algemeen de analyse redelijk goed overeenkwam met de "De Bilt analyse 500 mb" ondanks het feit dat bij de objectieve analyse uitsluitend van hoogte (druk) gegevens werd gebruik gemaakt en hoogtewind gegevens niet gebruikt werden. Opvallend was dat zelfs aan de rand van de kaart (die ongeveer 3/4 van de "topografie 500 mb. van gistermiddag 13 uur" uit het KNMI pu-

blikatiekaartje bevatte) nog een juiste detaillering werd gevonden. De analyse vertoonde echter één gebrek. Eén kern werd met een aanzienlijk te lage waarde van de geopotential te ver van de goede plaats aangetroffen.

Ten einde een inzicht te krijgen van de eigenschappen van dit programma werden ook een aantal proeven genomen met mathematisch gedefinieerde velden. Een apart hiervoor geschreven programma produceerde daartoe een serie imitatiewaarnemingen, die door OAC1 en OAC2 werden bewerkt.

OAC3 en OAC4

Twee programma's die identieke resultaten opleveren, waarvan echter OAC4 in sommige gevallen sneller is dan OAC3. Beide zijn gebaseerd op een artikel van J.E. Mc. DONELL (USWB, NMC, Techn. Memor. No. 23, 1962). Zij verschillen van OAC1 en OAC2 slechts in de waarden van enkele constanten en in de plaats waar de gladstrijkoperaties worden uitgevoerd. Toepassing van deze programma's, op dezelfde gegevens die reeds met OAC1 en OAC2 werden behandeld, leverde het volgende resultaat. De kern die in OAC1/2 niet goed weergegeven werd, lag nu op de goede plaats en de geopotential in de kern had een waarde die aanzienlijk beter met de werkelijkheid in overeenstemming was. Dit bleek ten koste te gaan van een gering verlies aan nauwkeurigheid in de details aan de rand van de kaart. Onderzocht moet nog worden hoe beide programma's zich gedragen voor andere series gegevens.

Als algemene kenmerken van de methode Cressman kunnen worden genoemd:

- 1e. Het gebied van analyse kan onbeperkt groot worden genomen.
- 2e. Het aantal waarnemingsstations is onbeperkt en mag van kaart tot kaart wisselen.
- 3e. Er moet een "guess-veld" beschikbaar zijn b.v. in de vorm van een prebaratic.

2.3 Objectieve analyse. Noorse methode.

OAN1. Uitgaande van een artikel van O. HAUG (Norske Met. Inst. Sci. Rep. no. 5, 1959), werd een programma geschreven voor de Noorse methode van objectieve analyse. Het werd getoetst met dezelfde serie waarnemingen als werden gebruikt voor de toetsing van OAC1 t/m OAC4. De resultaten waren aanzienlijk slechter. Zoals reeds eerder werd gemeld, werden uitsluitend de geopotential gegevens benut en werden

de hoogtewindgegevens buiten beschouwing gelaten. Daar echter de hoogtewindgegevens in de Noorse methode een veel belangrijkere rol spelen dan in de Amerikaanse methode, mag men uit de gevonden resultaten niet zonder meer de conclusie trekken, dat de Noorse methode slechter is. Tzt. zullen beide programma's moeten worden uitgebreid zo dat zij ook de windgegevens mee in de analyse kunnen betrekken, waarna pas een vergelijking zinvol zal zijn.

Als algemene kenmerken van de Noorse methode kunnen worden genoemd:

- 1e. Het gebied van analyse kan onbeperkt groot worden genomen.
- 2e. Het aantal waarnemingsstations is onbeperkt en mag van kaart tot kaart wisselen.
- 3e. Een "guess-veld" is niet nodig.

2.4 Objectieve analyse - Methode Kuipers.

Reeds in vorige verslagen werd melding gemaakt van een door KUIPERS ontwikkelde methode van objectieve analyse, die berust op de voorstelling van het te analyseren veld als een machtreeks in 2 veranderlijken. Aanvankelijk werd de methode bij wijze van proef uitgewerkt voor een klein gebied (ongeveer de Britse-eilanden) en een beperkt aantal stations (10).

De methode werd inmiddels zodanig gewijzigd, dat uitbreiding van het gebied en/of het aantal stations geen onaangename gevolgen, met betrekking tot de benodigde geheugen-capaciteit meer heeft. Proeven zijn genomen met een gebied ter grootte van de detail-kaart model W 37, zoals deze in de Weerdienst wordt gebruikt, waarbij het aantal stations werd uitgebreid tot 54.

De analyse geschiedt in twee stappen. In de eerste stap die vrij tijdrovend is ($\frac{1}{2}$ uur), worden een aantal vergelijkingen opgesteld die in de tweede worden opgelost. Bij meerdere analyses achter elkaar kan na de eerste analyse de duur van de eerste stap worden teruggebracht tot enkele minuten. De duur van de tweede stap hangt sterk af van het aantal vergelijkingen. Tot nu toe werd gewerkt met 28 vergelijkingen waarvan de oplossing $3\frac{1}{2}$ minuut duurde. Proeven zullen moeten uitwijzen of het aantal vergelijkingen zal moeten worden verhoogd tot 36, 45 of meer, wat een verlenging van de rekentijd met 7 resp. 14 of meer minuten met zich mede zal brengen.

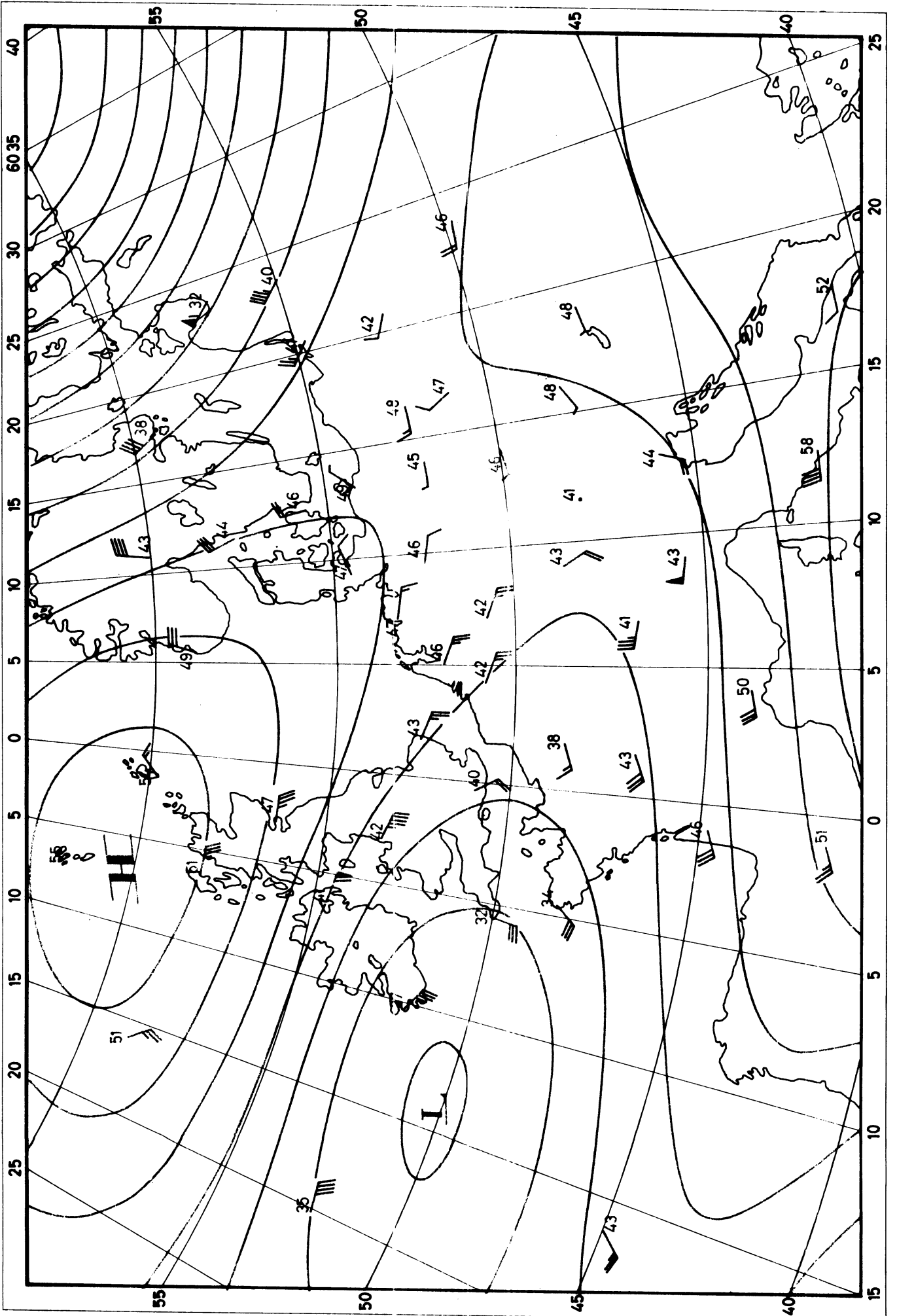
Aan dit verslag zijn toegevoegd een 3-tal figuren die resp. weer-
geven:

- 1e. De De Bilt-analyse 500 mb. van 11 maart 1963, 0000 gmt.

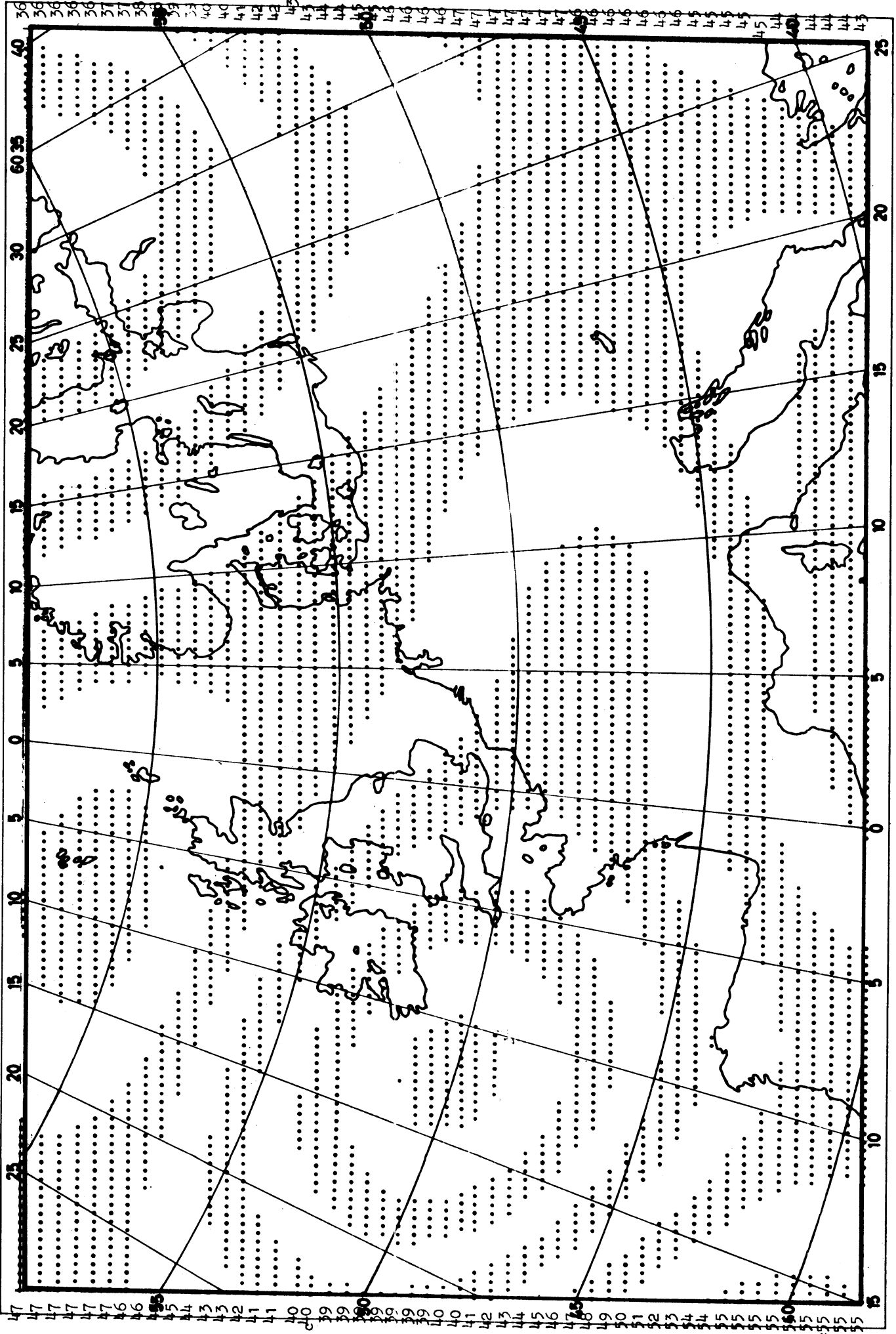
- 2e. De objectieve-analyse van dezelfde kaart volgens de methode KUIPERS zonder gebruikmaking van windgegevens.
- 3e. De objectieve-analyse van dezelfde kaart volgens de methode KUIPERS met gebruikmaking van windgegevens.

2.5 Diverse projecten

- 2.5.1 Een programma werd ontworpen, dat getallenbanden in 5-gats telexcode machinaal omzet in banden in 7-gats Flexowriter-code. De lezer van de X1 kan weliswaar ook 5-gats banden lezen, maar aanvankelijk slechts in zgn. X1-hand-code. De bedoeling was dat hiermede op het KNMI geposte telexgetallenbanden konden worden omgezet in Flexowriter-banden. Het programma is eenmaal gebruikt voor de invoer van gegevens voor een harmonische analyse tbv. Drs. v.d. Ham. Sinds enige tijd is dit programma echter achterhaald omdat men in Utrecht voor getallenbanden de X1-hand-code heeft verlaten en zodanige wijzigingen heeft aangebracht dat de X1 rechtstreeks gevoed kan worden met getallenbanden in telexcode.
- 2.5.2 Een programma werd ontworpen dat ALGOL-programmabanden in telexcode kan omzetten in ALGOL-programmabanden in Flexowriter-code. Op enkele kleinigheden na werkt het goed. Het ziet er echter naar uit, dat er voor dit programma weinig werk zal zijn. Het dienstonderdeel "Machinale Bewerking Waarnemingen" is er sindsdien nl. toe overgegaan enige personeelsleden op te leiden in het bedienen van Flexowriters, waardoor aan het zelf ponsen van programma- en getallenbanden door de leden van de projectgroep tzt. een einde zal komen.
- 2.5.3 Een begin is gemaakt met het opstellen van een programma dat uit de telexbanden, zoals die op routine basis in de Weerdienst worden ontvangen, de verschillende berichten kan selecteren en decoderen. Het zal nog veel experimenteren kosten alvorens dit programma feilloos werkt. De moeilijkheden komen voort uit de omstandigheid dat de WMO sinds januari 1964 wel dwingend een vaste lay-out voor de berichtgeving heeft ontworpen, maar dat (1) er dikwijls door de afzenders van de berichten sterk de hand mee wordt gelicht en (2) er toch nog een aantal voorschriften zijn die tot dubbelzinnigheden aanleiding kunnen geven.
- 2.5.4 Aandacht werd eveneens besteed aan het machinaal berekenen van zgn. radiaalpatronen tbv. Fall-out verwachtingen.



analyse 500mb
Datum 63031100



cc
: analyse 500mb
: Datum : 63051100

