

Verslag over de
INTERNATIONAL METEOROLOGICAL SATELLITE WORKSHOP,
gehouden van 13 t/m 22 november 1961 te Washington, D.C.

door drs. C.J. van der Ham.

Inleiding

De International Meteorological Satellite Workshop werd georganiseerd door de NASA (National Aeronautics and Space Administration) in samenwerking met het US Weather Bureau, met de bedoeling om de synoptische meteorologen buiten de Verenigde Staten inlichtingen te verschaffen over en enige praktische ervaring te geven met het gebruik van de gegevens van de meteorologische satellieten bij de dagelijkse weerkaartanalyse.

Van Nederlandse zijde werd aan de Workshop deelgenomen door dr. F.H. Schmidt en verslaggever dezes.

Bij de officiële opening werden inleidende woorden gesproken door Mr. J.E. Webb, administrator van de NASA, door Dr. H. Wexler, director of research US Weather Bureau, door Dr. K. Langlo namens de WMO en door U. Schwarz namens ICAO. De Workshop werd bijgewoond door 44 deelnemers uit alle werelddelen.

De eerste twee dagen werden besteed aan voordrachten, waarvan hier een korte samenvatting volgt.

Dr. M. Tepper (NASA) - The current NASA Meteorological Satellite Program

De atmosfeer, die de gehele aarde omvat, kan met de conventionele waarnemingsmethoden niet voldoende geobserveerd worden. Van vele gebieden komen weinig of helemaal geen waarnemingen binnen. Zelfs in gebieden waar het waarnemingsnet tamelijk dicht lijkt, blijkt dit toch nog te grof om weersverschijnselen van kleine omvang, zoals buien en tornado's, voldoende te observeren. Weersatellieten kunnen de voornaamste gaten in het waarnemingsnet opvullen. Zij maken een vroegtijdige ontdekking en nauwkeurige baanbepaling van de weersystemen (zowel op macro- als microgebied) mogelijk, zodat tijdig waarschuwingen kunnen worden uitgegeven. Bovendien kunnen van een weersatelliet uit directe waarnemingen van de zon (zonder een filtrerende atmosfeer ertussen) worden gedaan. Met behulp van stralingsmeters kan de balans tussen inkomende zonnestraling

en van de aarde uitgaande straling worden bepaald en daarmee de energie, die beschikbaar is om de atmosferische processen op gang te houden. De Tiros-satellieten hebben gedemonstreerd, dat het technisch mogelijk is de gewenste gegevens te verkrijgen en hebben het nut dat deze gegevens voor de praktijk hebben, aangetoond.

De eerste drie Tiros-satellieten werden achtereenvolgens op 1 april 1960, 23 november 1960 en 12 juli 1961 gelanceerd onder een hoek van iets minder dan 50° met de equator, in banen op ongeveer 700 km hoogte. Ze hadden twee TV-camera's aan boord en Tiros II en III bovendien een radiometer met 5 kanalen plus een zwarte en een witte radiometer. Tiros III bezat daarbij nog een radiometer met een grote openingshoek, gelijkend op die, welke aan de Explorer VII was meegegeven.

Het ligt in de bedoeling nog vier Tiros-weersatellieten te lanceren, voordat de eerste meer geperfectioneerde satelliet van het type Nimbus omhoog gaat. Enkele van de komende Tiros-satellieten zullen wellicht onder een grotere hoek met de equator worden gelanceerd.

De prestaties van de eerste drie Tiros-satellieten waren zeer bevredigend, ondanks de kleinere tegenslagen, nl. dat de groothoekcamera van Tiros II niet voldoende scherpe beelden leverde en dat een van de twee groothoekcamera's van Tiros III 12 dagen na de lancering uitviel.

De wolkenopnamen bevatten nuttige meteorologische informatie. De nauwkeurigheid van de weerkaart-analyses kon ermee worden vergroot. De bewerking van de stralingsgegevens gaat minder vlug maar de voorlopige resultaten zijn bevredigend. Gebieden, waarin de satelliet lage temperaturen waarnam, kwamen overeen met wolkenzones, hogere temperaturen werden gemeten in onbewolkte gebieden. Reeds van Tiros I-foto's werden neph-analyses gemaakt, die over facsimile en telex in binnen- en buitenland werden verspreid. Bij Tiros II en III werd dit op routinebasis gedaan. Copieën van de originele foto's zijn beschikbaar voor buitenlandse studiegroepen. De meteorologische diensten van vele landen werden uitgenodigd ten behoeve van het Tiros-project speciale waarnemingen te doen. Meer dan 30 landen zegden medewerking toe.

De International Meteorological Satellite Workshop werd georganiseerd met als doel:

- 1) Het USA weersatellieten-programma ter kennis te brengen van de gehele wetenschappelijke gemeenschap van de wereld.
- 2) De huidige activiteiten te presenteren in hun juiste proportie tegenover de toekomstplannen.
- 3) De buitenlandse weerdiensten praktische ervaring te verschaffen in het analyseren van de Tiros-gegevens.

D.S. Johnson (USWB) - Review of current research objectives and activities

Johnson, hoofd van het Meteorological Satellite Laboratory (MSL) van het US Weather Bureau, vertelde over de activiteiten van dit laboratory. Het MSL gaat na welke gebieden het meest in aanmerking komen om tijdens de eerstvolgende omlopen van Tiros gefotografeerd te worden. De voornaamste taak van het MSL is echter het aanwenden van de satellietgegevens voor meteorologisch onderzoek. Ter illustratie werd een aantal bijzondere Tiros-opnamen getoond: orkaan Betsy, Cumulonimbi, fraaie lijgolven, ijs in de St. Lawrence baai. Omdat de hoeveelheid materiaal ontzaglijk groot is, ontwikkelt het MSL methodes voor automatische bewerking van de gegevens ten behoeve van de research.

W.G. Stroud (NASA) - The Tiros Satellites

In deze voordracht werd een korte beschrijving gegeven van het Tiros-systeem. De Television and Infrared Observation Satellite heeft de vorm van een hoedendoos, weegt 122 kg, heeft een hoogte van 48 cm en een diameter van 107 cm. Hij wordt in zijn baan gebracht met een Thor-Agena raket. Enkele aspecten van het camera-systeem:

- 1) De belichtingstijd bedraagt 1,5 milliseconde. De electronenstraal heeft 2 seconden nodig om het beeld om te zetten in elektrische signalen. Het beeld wordt 10 seconden op de beeldbuis gehouden. Om de 30 seconden wordt een opname gemaakt.
- 2) Men is erin geslaagd behoorlijke contrasten in de foto's te krijgen. De Vidicon-televisiebuis werkt met 500 beeldlijnen. Het oplossend vermogen van het optische systeem is tweemaal zo groot als dat van het televisie-apparaat.
- 3) Een belangrijk punt was de stand van de camera. De optische as van de camera is evenwijdig aan de as van de satelliet. Deze was "spin-stabilized". Toch bleek de as geen vaste stand in de ruimte te hebben. Dit was het gevolg van de invloed van het magneetveld van de aarde en van de niet-gelijkmatige verdeling van de zwaartekracht op de ronddraaiende satelliet. Men heeft het effect hiervan bij Tiros II en III gedeeltelijk kunnen opheffen, doordat men om de kunstmaan een spoel heeft aangebracht waardoor men van de grond af regelbare elektrische stroompjes kan laten lopen.

Enkele bijzonderheden over het functioneren van de Tiros-kunstmanen: Tiros I werkte 78 dagen, maakte 23000 foto's. Er waren twee gebreken:

1e tussen omwenteling 22 en omwenteling 572 werkte de kleinhoekcamera niet; 2e doordat het relais onklaar raakte, vielen de batterijen uit, zodat de stroomvoorziening ophield.

Tiros II heeft ongeveer 35000 wolkenfoto's opgeleverd en gedurende 1600 omwentelingen stralingsgegevens. Zendt nog steeds.

Gebreken: 1e stralingsgegevens kwamen na de 1600e omwenteling niet meer door; 2e groothoekcamera gaf onscherpe beelden, waarschijnlijk doordat de lens bij de lancering besmeurd was door de uitlaatgassen van een van de raketten; 3e de gevoeligheid van 2 van de 5 kanalen van de radiometer liep terug.

Tiros III Eind oktober nam het contrast van de televisiebeelden af. Leverde echter op 13 november nog steeds beelden. Gaf gedurende 800 omwentelingen stralingsgegevens.

Dr. S. Fritz (USWB) - Cloudiness associated with large-scale synoptic systems in temperate latitudes

Fritz vertoonde beelden van wolken behorende bij depressies in verschillende stadia van ontwikkeling. Wolken worden veroorzaakt door opwaartse beweging van vochtige luchtmassa's. De wolkenbeelden geven dus aanwijzingen omtrent de verdeling der verticale bewegingen. Men kan er de met numerieke methoden berekende verticale bewegingen mee controleren. Klopt het niet, dan kan men het oorspronkelijke horizontale stromingsveld aanpassen. Dit verbeterde stromingsveld kan men dan weer gebruiken bij de numerieke weervoorspelling. Verschillende wolkenpatronen werden gelegd naast de bijbehorende isentrope kaart. Er was uitstekende overeenstemming. De beweging van vochtig warme lucht omhoog en droge koude lucht omlaag weerspiegelde zich fraai in de wolken systemen. Omdat de grens tussen warme en koude lucht vaak duidelijk gemarkeerd wordt door de rand van een frontaal wolkenstelsel, kan bij benadering de plaats van jet streams uit de wolkenfoto's worden afgeleid.

In de discussie werd opgemerkt, dat het wel nodig is de soort van de bewolking te bepalen, wil men conclusies trekken over opwaartse beweging. Er zijn immers ook wolkentypen, zoals stratocumulus, die niet samenhangen met grootscheepse opwaartse bewegingen. Gesuggereerd werd, dat men misschien hoge en lage wolken van elkaar kan onderscheiden door de polarisatie van het licht te bepalen.

C. Erickson (USWB) - Interpretation of cloud types

Het herkennen van wolkentypes is sterk afhankelijk van de kwaliteit van

de foto's, met name van het oplossend vermogen. Zelfs op één Tiros-foto is het oplossend vermogen niet overal gelijk. Gemiddeld bedraagt het 3 mijl. Alle wolkelementen met afmetingen kleiner dan 1 mijl zijn zeker niet als afzonderlijke elementen te zien. Zo geven b.v. vele kleine cumuluswolken hoogstens een dunne sluier op de foto te zien. Het feit, dat cu-wolken dikwijls in groepen samenklonteren, maakt dat ze wel zichtbaar worden. De helderheid van de wolken kan bij de interpretatie helpen. Kleine heldere plekje wijzen meestal op goed ontwikkelde cumulus- of cumulonimbusmassa's. Wolken met geringe optische dichtheid, zoals cirrus, hebben een geringe helderheid. Dunne cirrus is op de Tiros-plaatjes niet zichtbaar. Er is een algemene tendens tot overschatting van een dik wolkendek dicht bij de horizon en onderschatting van dunne bewolking verticaal onder de satelliet

L.F. Hubert (USWB) - Tropical cloudiness, severe storms and convective cells

Als voorbeeld van een verbetering van een tropische analyse werd een geval van een subtropische convergentiezone in het zuidelijk deel van de Stille Oceaan behandeld.

De Tiros-foto's tonen een 200-300 mijl brede, krachtig ontwikkelde convergentiezone, terwijl uit de synoptische analyses de omvang en intensiteit van deze zone niet is af te leiden.

Bij één van de foto's merkte Hubert op, dat men soms geen onderscheid kan maken tussen hoge en lage wolken, wanneer men geen gelijktijdige infrarood-waarnemingen heeft.

Op het gebied van de convectieve bewolking tonen de Tiros-foto's duidelijk, dat cumuli de neiging hebben tot groepsvorming en de neiging om te groeien ten koste van hun nabuurwolken. Heftige convectie is op de Tiros-foto's zichtbaar in de vorm van helderwitte, geïsoleerde plekken. Op 19 mei 1960 kwam op de foto's een vierkante helderwitte wolkenmassa voor boven Texas-Oklahoma. Het was een complex onweersbuien waarin zich tornado's ontwikkelden.

Middelgrote convectiecellen blijken vaak samengesteld te zijn uit afzonderlijke cumuli, die gerangschikt zijn langs de rand van onregelmatig gevormde cellen met een diameter van 30-50 mijl. In andere gevallen zijn de afzonderlijke cumuli gegroepeerd in het midden van de cel, terwijl er omheen georganiseerde dalende bewegingen lijken voor te komen. Dit werd met enkele voorbeelden geïllustreerd. Het zijn gevallen met een vrij lage subsidentie-inversie. Volgens een voorlopige bestudering betreft het

hier convection in een laag waarin geen verticale "shear" aanwezig is. Is er wel "shear" dan rangschikken de cumuli zich in rijen en banken.

C.L. Bristor (USWB) - Picture Gridding

De foto's van de Tiros-satellieten zijn sterk vertekend. Deze vertekening hangt af van de stand van de as van de camera, die evenwijdig is aan de as van de satelliet, en van verscheidene andere factoren, zoals de hoogte van de satelliet. Een vertekend net van lengte- en breedtegraden wordt voor elke foto berekend met een elektronische computer (IBM 7090). De geometrie, die ten grondslag ligt aan deze berekeningen, werd kort besproken. Voorbeelden van deze netten werden getoond. De machine kan bovendien voor de belangrijkste gebieden een vertekende geografie leveren. 18000 woorden in het geheugen van de computer hebben betrekking op punten op alle kustlijnen van de wereld.

J.S. Winston (USWB) - Use of Tiros-pictures in current Synoptic Analysis

Een "composite" kaart met wolkenanalyses van 8 omlopen, op één dag opgevangen, werd vertoond, om te laten zien wat op één dag maximaal door een Tiros-satelliet kan worden geleverd. In dit geval bedekten de analyses de gehele Stille Oceaan van Japan tot Californië en Noord-Amerika, terwijl er tijdens één omloop foto's op de Atlantische Oceaan waren gemaakt.

Verschillende malen zijn Tiros-nephanalyses gebruikt om grond- en bovenluchtanalyses te wijzigen en aan te passen. Als spectaculair voorbeeld werd een reeks foto's van 10 september 1961 getoond, waarop de tropische cycloon Esther werd ontdekt als een mogelijke vortex en waarmee de positie van Debbie kon worden gecorrigeerd (lag 7-8 breedtegraden verder dan synoptische kaarten aangaven). Vervolgens werd een voorbeeld gegeven van een verbetering van de plaats van een front met behulp van Tiros-foto's. Het betrof hier een warmtefront bij de Amerikaanse oostkust.

Op 6 september 1961 kon aan de hand van Tiros-foto's, radarwaarnemingen en pilotreports een "squall-line" boven de Mississippivallei worden geplaatst. Tiros-foto's van 18 en 20 juli 1961 toonden een geheel verschillende bewolkingstoestand boven de Golf van Mexico bij ongeveer dezelfde luchtdrukverdeling.

De satellietfoto's kunnen een duidelijk beeld geven van de onweersactiviteiten in een groot gebied. Dit werd aangetoond met een foto van het zeegebied ten westen van Florida. Er lag daar een band van onweersbuien, die op de synoptische kaarten niet kon worden ontdekt.

Een laatste voorbeeld betrof de bewolkingstoestand op een uitgestrekt zeegebied op het zuidelijk halfrond, waar synoptische berichten schaars waren. Het is enkele malen mogelijk geweest een verbeterde positie van een trog in de bovenlucht af te leiden uit Tiros-analyses. Deze zijn gewoonlijk 3-4 uur na de waarneming beschikbaar.

In de discussie werd de kwestie van de lengte der nephanalyses ter sprake gebracht. Hierop werd geantwoord dat men druk bezig is een verkorte code te ontwerpen.

De volgende 4 voordrachten hebben betrekking op de stralingsmetingen:

Dr. W. Nordberg (NASA) - Physical measurements and data processing

Spreker behandelt 3 aspecten van de stralingsmetingen:

- 1e de gebruikte instrumenten;
- 2e de ijking daarvan;
- 3e de verwerking en analyse van de gegevens.

- 1) De Tiros-satellieten bevatten 2 soorten instrumenten voor het meten van de door de aarde uitgezonden en gereflecteerde straling:
de 5 kanalen-radiometer met een betrekkelijk groot oplossend vermogen (ongeveer 60 km) en de zwart-wit radiometer (ook wel "wide-field-radiometer" genoemd) met een veel kleiner oplossend vermogen (ongeveer 600 km). Aan de hand van enkele dia's werden opstelling en werking van deze radiometers nader toegelicht. De doorlatingskarakteristieken voor de 5 kanalen van de grote radiometer werden besproken:
kanaal 1 meet de intensiteit van de straling in de band van het waterdampspectrum rond $6,3\mu$.
kanaal 2 meet de straling die door de atmosfeer wordt doorgelaten in het zgn. "venster" tussen 8 en 12μ .
kanaal 3 meet de straling in het golflengtegebied tussen 0,2 en 6μ , dit is de totale teruggekaatste straling.
kanaal 4 meet de intensiteit van de straling uitgezonden door aardoppervlak en atmosfeer tezamen ($8-30\mu$).
kanaal 5 meet de straling in het zichtbare deel van het spectrum ($0,55-0,75\mu$).
- 2) De instrumenten worden vóór de lancering nauwkeurig geijkt. Een voorbeeld werd gegeven van de ijking van kanaal 4. De radiometer wordt gericht op een zwart lichaam waarvan de temperatuur varieert tussen die van vloeibare stikstof (ongeveer -150°) en 40° boven nul. De "output" van de radiometer blijkt bovendien afhankelijk te zijn van de temperatuur van het apparaat zelf. De ijkcurven voor "binnen"-temperaturen van 25°

en 45° , die getoond werden, bleken duidelijk verschillend. De twee kanalen, die straling in het zichtbare deel van het spectrum meten, worden geijkt door meting van het licht van een gloeilamp, voor zover dat gereflecteerd wordt door een vel papier waarvan de afstand kan worden gevarieerd. Bij de ijking worden de instrumenten geplaatst onder een vacuüm klok (10^{-6} mm Hg). De "witte" en "zwarte" detectoren zijn in principe weerstandsthermometers. De weerstand is een functie van de temperatuur van het doelwit en die van de ruimte waarin de radiometer staat. Er kunnen vergelijkingen worden opgesteld, die het verband geven tussen de temperatuur van de zwarte en witte detector en de energie, die wordt toegestraald door het doelwit en door het kastje waarin de detector staat, plus nog de warmte die door geleiding de detector bereikt. Dergelijke vergelijkingen hebben de volgende vorm:

$$T_{\text{detector}}^4 = B_1 T_{\text{doelwit}}^4 + B_2 T_{\text{satelliet}}^4 + B_3 (T_{\text{detector}} - T_{\text{satelliet}}) + B_4 \times I_{\text{albedo}}$$

De constanten moeten door ijking in het laboratorium worden bepaald.

- 3) De gegevens worden in de satelliet bewaard op magneetband en teruggespeeld op bevel van een van de 2 grondstations aan de oost- en westkust van de USA. Op de grondstations worden de gegevens eveneens opgenomen op magneetband en vervolgens automatisch gedigitaliseerd. Dit leverde voor Tiros II enkele honderden miljoenen getallen op. De getallen worden gecombineerd met de ijkgegevens en de baanparameters in een "complex computer program". De computer levert de stralingsgegevens als een functie van tijd en plaats op aarde. De gegevens kunnen ook automatisch in kaart worden gebracht. Een beperkt monster van 50 geselecteerde omlopen van Tiros II is uitgegeven in: Radiation Data Catalog, Vol. 1. Van de resultaten werden enkele geanalyseerde voorbeelden getoond waaruit duidelijk bleek, dat de stralingsgegevens uitstekend kunnen dienen om wolkengebieden en frontensystemen op te sporen. In elk van de 3 infrarood-intervallen kunnen de bewolkte gebieden worden onderscheiden van heldere zones door hun geringere straling.

Dr. D. Q. Wark (USWB) - Application to radiative processes in the atmosphere

Wil men met de stralingsmetingen van de 5 kanalen-radiometer een zuivere bepaling krijgen van de gezochte meteorologische grootheden, dan moeten enkele correcties worden toegepast. Dr. Wark beperkte zich tot de kanalen 2 en 4, resp. het "venster" tussen 8 en 12μ en het brede infraroodgebied tussen 8 en 30μ . De straling in het atmosferische venster krijgt weliswaar

zijn voornaamste bijdrage van de wolke toppen of van het aardoppervlak, maar er zijn ook kleine bijdragen bij van waterdamp en van de ozonband van $9,6\mu$. Hiervoor moeten correcties worden aangebracht om de juiste waarde te vinden van de temperaturen van het onderliggende aardoppervlak of van de wolke toppen. In beide kanalen treedt enige verduistering naar de rand toe op (limb-darkening), m.a.w. de intensiteit van de straling is enigszins afhankelijk van de invalshoek. Dit effect werd berekend voor 100 model-atmosferen verkregen uit radiosondemetingen op alle geografische breedten en in alle jaargetijden. Uit de berekeningen bleek, dat de randverduistering in kanaal 2 kan worden verwaarloosd, behalve bij zeer grote invalshoeken. Voor kanaal 4 kan een gemiddelde correctie worden toegepast. Van de verschillende effecten werden grafieken getoond.

J.S. Winston (USWB) - Application of Radiation data to synoptic analysis and to studies of the general circulation

Stralingsmetingen in het waterdamp-venster ($8-12\mu$) blijken uitgestrekte wolken systemen op middelbare en dichte wolkenbanken op hoge niveaus duidelijk aan te geven. Is daarbij de horizontale en verticale temperatuurverdeling bekend, dan kan de hoogte van de toppen van de wolken systemen bij benadering worden bepaald. In gevallen met een laag wolkendek kan dit niet van onbewolkte gebieden worden onderscheiden, maar als televisiebeelden (overdag) of voldoende synoptische waarnemingen beschikbaar zijn, kan uit de stralingsmetingen worden vastgesteld waar een laaghangend wolkendek aanwezig is. Een voorbeeld van metingen in een groot gebied op de Atlantische Oceaan toonde deze mogelijkheden en beperkingen duidelijk aan.

Tiros-waarnemingen van de solaire en terrestrische straling zullen spoedig in voldoende hoeveelheid beschikbaar zijn en ons de eerste directe metingen van het warmte-budget van onze atmosfeer verschaffen. In afwachting hiervan zijn algemene studies gemaakt van de energieomzettingen in de atmosfeer op het noordelijk halfrond. Een interessant voorbeeld werd gegeven van de opbouw van zonale potentiële en kinetische energie tot een hoge waarde en de daaropvolgende "breakdown" met de bijbehorende omzetting in de energie van wervels ("eddy-energy"). (Zie artikel van Winston en Krueger in M.W.R. Sept. '61, Vol. 89, Nr. 9).

Dr. V.E. Suomi - Differential cooling from satellite observations

Uit de satellietwaarnemingen van langgolvlige, van de aarde afkomstige straling blijkt, dat deze straling van gebied tot gebied grote verschillen

vertoont. De gebieden zijn in grootte vergelijkbaar met de weersystemen. Het bleek mogelijk een verband te leggen tussen de gebieden met verschillende straling en de hoge- en lagedrukgebieden op de weerkaart. De stralingsgebieden bleken met de hoge- en lagedrukgebieden mee te bewegen. De satellietwaarnemingen werden vergeleken met waarnemingen van de langgolvlige straling, die gelijktijdig in de atmosfeer gedaan zijn met radiometersondes. Uit metingen met deze radiometersondes blijkt, dat er een lineair verband bestaat tussen de uitgaande langgolvlige straling op 25 mb enerzijds en het verschil in de langgolvlige straling aan het aardoppervlak en die op het 100 mb-vlak anderzijds. De verschillen in afkoeling op synoptische schaal kunnen beschouwd worden als een energiebron voor de atmosfeer. Zij kunnen de beschikbare potentiële energie doen toe- of afnemen.

Dr. R. L. Pyle (USWB) - Archiving of Tiros data

Van de satellietwaarnemingen wordt een archief aangelegd voor researchdoeleinden. Archief-copieën van de Tiros-wolkenfoto's worden op een bijzonder zorgvuldige wijze vervaardigd door het US Navy Photographic Interpretation Center en bewaard in het National Weather Records Center te Asheville, N.C.

Copieën worden op verzoek verstrekt in de vorm van rollen van 100 ft op 35 mm film (positief of negatief). Een rol, die de waarnemingen van ongeveer 2 dagen bevat, kost 4 dollar.

De foto's van Tiros I zijn nu volledig beschikbaar (50 rollen), met bijbehorende catalogus. De foto's van Tiros II komen deze winter klaar. Van Tiros III zijn films en catalogus gereed voor de maanden juli en augustus 1961. September en oktober 1961 zijn in bewerking. Van Tiros I zijn tevens films beschikbaar met op de foto's aangebracht gradennet. Voor Tiros III zijn deze in bewerking. De stralingsgegevens van Tiros II en III zullen op magneetband worden bewaard. Copieën van Tiros II komen spoedig beschikbaar.

A.W. Johnson (USWB) - Supporting meteorological observations

Op dit gebied doet men in de USA het volgende:

- 1) Er worden extra wolkenwaarnemingen verricht, die worden ingevuld op een speciaal daarvoor ontworpen formulier;
- 2) incidenteel worden all-sky foto's gemaakt;
- 3) er worden extra radarwaarnemingen op een aantal plaatsen gedaan;
- 4) voor het onderzoek van prof. Suomi doet men "radiometer soundings".

Het Weather Bureau zorgt voor de verspreiding van nephanalyses over telex en facsimilé. De distributie over het telexnet op het noordelijk

halfmond werkte goed, op het zuidelijk halfmond niet. Men tracht de neph-analyses te verbeteren door

1e toevoeging van een "indicator of confidence" en

2e verkorting van de omvang door invoering van wijzigingen in de code.

In de discussie wordt de vraag gesteld of het mogelijk is in de analyses op te geven de hoogte van de wol Kentoppen en het eventueel voorkomen van lijgolven. Verslaggever dezes vraagt of het mogelijk is steeds een week vooruit baangegevens te verstrekken. Men is echter van mening, dat de Tiros Alerts voldoende informatie geven en voelt dus niet veel voor uitbreiding.

Dr. M. Tepper (NASA) - Future Meteorological Satellites and their instrumentation

De toekomstplannen berusten op de bedoelingen die het satellietenprogramma heeft. Deze zijn:

- a) het verschaffen van de gewenste inlichtingen aan de meteorologen ten behoeve van een beter inzicht in de atmosferische processen en een betere weervoorspelling;
- b) het ontwikkelen van een operationele meteorologische satelliet;
- c) het verrichten van research ter verbetering van de waarnemingsinstrumenten voor meteorologische satellieten.

Het is de bedoeling nog minstens 4 Tiros-satellieten te lanceren, elke 4 maanden één. Deze zullen 2 groothoekcamera's meekrijgen, waarvan er één een iets minder groot gezichtsveld heeft (ongeveer 20% minder) maar een groter oplossend vermogen en minder vertekening. Men overweegt tevens deze satellieten onder een iets grotere hoek met de equator te lanceren.

De Tiros-familie zal worden gevolgd door de Nimbus-familie. De eerste Nimbus-satelliet is gepland voor eind 1962. De volgende telkens een half jaar later. De camera's van de Nimbus-satellieten zullen steeds op het middelpunt van de aarde gericht zijn, terwijl deze satellieten een quasi-polaire baan beschrijven (80° retrograad) op een hoogte van ongeveer 1000 km. Zij zullen uit twee delen bestaan: een gedeelte dat de waarnemingsinstrumenten bevat en een ander gedeelte waarin zich de controle-apparatuur bevindt en waaraan wieken zijn bevestigd, die bedekt zijn met zonnecellen. Deze wieken kunnen altijd op de zon gericht worden gehouden. De Nimbus-satelliet is opgebouwd uit een aantal standaardvakken, waarin in de toekomst eventueel nieuwe instrumenten kunnen worden geplaatst. Men denkt aan de volgende mogelijkheden:

- a) TV-camera's die 's nachts de verdeling van de bewolking kunnen waarnemen;
- b) radarapparatuur om neerslaggebieden waar te nemen;
- c) een stralingsmeter om de temperatuur-structuur van de stratosfeer te bepalen;
- d) een "sferics-detector" om onweders waar te nemen;
- e) "electro-static tape camera's" om detailopnamen van weersystemen te maken;
- f) een instrument om de zonneconstante te meten.

Het grondstation voor de ontvangst en controle wordt opgericht in Fairbanks (Alaska). Men hoopt, dat een tweede ontvangststation in Europa zal worden opgericht.

Er bestaan plannen om in een volgend stadium Aeros-satellieten te lanceren. Deze nog weer verder ontwikkelde satellieten zullen op zodanige hoogte worden gebracht (36000 km), dat zij stationair boven een bepaalde plaats op aarde (op de evenaar) blijven hangen. Een dergelijke satelliet zal tot de poolcirkels kunnen kijken, maar het beeld zal aan de randen sterk samengedrukt zijn.

Op het gebied van de bewerking en doorzending van de gegevens zijn de volgende ontwikkelingen in studie:

- 1) ontwerpen van instrumenten voor automatische analyse;
- 2) onderzoek naar mogelijkheid om deze analyse aan boord van de satelliet te doen plaatsvinden;
- 3) verbeterde communicatiemogelijkheden.

Men doet verder pogingen om research op basis van de Tiros-gegevens aan te moedigen, ook in internationaal verband.

Een verdere activiteit op internationaal gebied is het bevorderen van de oprichting van read-out stations in het buitenland. Voor het Nimbus-programma is een ontvangststation in Europa gewenst. Men bestudeert hoe voor landen buiten de USA de mogelijkheid kan worden geschapen om de gegevens van een weersatelliet af te lezen, zonder dat deze daarbij op de magneetband in de satelliet worden uitgewist. In de toekomst hoopt men tot een internationaal operationeel systeem van weersatellieten te komen, die hun wereldomvattende waarnemingen uitzenden naar een internationaal meteorologisch centrum en meer beperkte gegevens direct naar regionale, nationale en lokale weerinstituten en -stations.

D.S. Johnson (USWB) - An operational meteorological Satellite system

Men wil de satellietwaarnemingen op operationele basis inpassen in het synoptische waarnemingssysteem. Met één Nimbus-satelliet voortdurend in werking, kan elke 12 uur - en wel om 12 uur 's middags en 12 uur 's nachts lokale tijd - een waarneming worden gedaan. Met 2 Nimbus-satellieten elke 6 uur. Men wil dit doen op de tijdstippen 3, 9, 15 en 21 uur lokale tijd. Na een snelle elektronische bewerking van de gegevens in Washington wil men de waarnemingen en analyses internationaal verspreiden.

In de discussie werd gevraagd hoeveel zo'n "read-out" station kost. Men dacht dat dit ongeveer 2 miljoen dollar zou zijn. Men tracht echter een goedkopere apparatuur te ontwikkelen en hoopt plannen hier toe voor te leggen aan een volgende Workshop.

-o-o-o-

Woensdag 15 november 1961 - Deze dag was bestemd voor een tweetal excursies.

In de ochtend werd een bezoek gebracht aan het Goddard Space Flight Center te Greenbelt (Maryland), ongeveer 40 km ten noordoosten van Washington. Dit centrum is twee jaar geleden opgericht en wordt nog verder uitgebreid. Aan de thans gereed zijnde vier gebouwen zullen er nog zes worden toegevoegd. Het centrum is genoemd naar Dr. R. Goddard (1882-1945), die pionierswerk verrichtte op het gebied van het onderzoek van de hogere luchtlagen met behulp van raketten. Het Goddard-Centrum ressorteert onder de NASA en heeft tot taak het onderzoek van het gehele universum, van de aarde en haar atmosfeer tot de verstverwijderde sterrenstelsels. Dit onderzoek wordt uitgevoerd met behulp van raketten en satellieten, waarvan er ten tijde van ons bezoek resp. 32 en 14 waren gelanceerd, zoals de directeur, dr. Harry J. Goett, mededeelde.

Ter inleiding werd een korte film, "A voice of Mercury", vertoond om een beeld te geven van de wijze waarop de kunstmanen van het project Mercury met radar worden gevolgd. Vervolgens werd ons iets verteld over de wijze waarop de beweging van alle kunstmanen door het GSFC wordt bijgehouden (Space Operations Control). Hierbij wordt een parabolische radarantenne gebruikt met een diameter van 85 ft. Deze zal ook voor de Nimbusweersatellieten worden gebruikt. Voor de bewerking van de stralingsgegevens van de weersatellieten maakt men gebruik van drie elektronische rekenmachines (type IBM 7090).

Om een indruk te geven van de uitgebreidheid van het programma van het GSFC werden modellen van een zestal niet-meteorologische satellieten

getoond, waaronder een ionosfeer-satelliet en een astronomische satelliet, die een complete sterrekijker zal meevoeren.

In de namiddag werd een bezoek gebracht aan de GSFC-installaties in Anacostia. Daar werden modellen van de Tiros- en Nimbus-satelliet, de ijkopstellingen van de zwarte en de witte stralingsdetector en die van de 5 kanalen-radiometer getoond.

Verder werden twee verschillende methoden gedemonstreerd voor het omzetten van de radiometergegevens. Het betrof hier de omzetting van de van de radiometer ontvangen frequenties in temperaturen en de integratie van de energie der verschillende golflengtegebieden, die door Tiros worden waargenomen. Men deed dit met een elektronische rekenmachine maar men toonde ons ook hoe de berekeningen minder snel, maar op goedkopere wijze met een digitale rekenmachine konden worden uitgevoerd ("poor man's method").

Donderdag 16 november 1961. Ook voor deze dag stonden twee excursies op het programma.

In de ochtend werd per vliegtuig een bezoek gebracht aan Wallops Station, gelegen aan de Amerikaanse oostkust (Virginia). Hier werd ons de grote antenne getoond, die in gebruik is voor de ontvangst van de Tiros-signalen. Daarna kregen we de apparatuur te zien voor de directe ontvangst. Men ziet echter de Tiros-beelden die ontvangen worden met het blote oog niet, omdat zij slechts een fractie van een seconde op het scherm blijven (één "scan") en in die tijd gefotografeerd worden. Er worden positief- en negatief-films van de beelden gemaakt. Hierop wordt een elektronisch berekend "grid" gelegd voor het maken van de analyses. Deze zijn 2-2 $\frac{1}{2}$ uur na ontvangst van de beelden gereed en worden dan doorgegeven aan het Meteorological Satellite Laboratory in Suitland, waar ze worden gecontroleerd en uitgezonden.

Vervolgens werd ons een uiteenzetting gegeven over de Arcas Raket (Atlantic Research Corporation Atmospheric Sounding), welke gebruikt wordt voor onderzoek van de atmosfeer. Deze raket kan een hoogte bereiken van 240.000 ft (80 km) (tijd 128 sec.). Op die hoogte wordt de "pay load" uitgeworpen, welke bestaat uit een ballon of een radiosonde. De ballon (materiaal mylar 0.01 inch dikte) wordt tot 1 m diameter opgeblazen door verdamping van isopentaan. Binnen de ballon bevindt zich een gemetalliseerde reflector als radar doel. Door de ballon met radar te volgen kan men de wind op de diverse hoogten bepalen. Maximale windsnelheden werden gemeten op 150 tot 160 duizend voet (45-50 km). Zie voor verdere bijzonder-

heden het "Verslag van een korte studiereis in de Verenigde Staten" door prof. W. Bleeker (Verslagen V-88).

Ten slotte werd nog een en ander verteld over de Rocket Grenade Experiments door dr. Nordberg. Het betreft hier een raket waaruit achtereenvolgens 12 granaten worden weggeschoten op hoogten tussen 40 en 90 km. De exacte hoogte van de "bursts" wordt bepaald, hetzij met radar (duurste methode), hetzij met een ballistische camera (goedkoop), hetzij met een Doppler-systeem (Dovap). De tijd waarop het geluid van de explosies de grond bereikt wordt nauwkeurig bepaald met een opstelling van microfoons. Men berekent daaruit de gemiddelde wind en temperatuur in lagen van ongeveer 3 km dikte.

In de namiddag van 16 november werd een bezoek gebracht aan de afdelingen van het Weather Bureau te Suitland. Door dr. Rao werd een en ander verteld over de analyse van stralingsgegevens in het golflengtegebied van 8-12 μ (zgn. water vapour window). De hieruit berekende temperaturen zijn in kaart gebracht en vergeleken met de meteorologische situatie. De temperaturen in wolkenloze gebieden bleken goed te kloppen met de aan het aardoppervlak gemeten luchttemperaturen. De bewolkte gebieden werden gekenmerkt door zeer lage temperaturen. Men kan hieruit een schatting maken van de hoogte der wolkentoppen. Door dr. Krueger zijn Tiros-foto's van tropische cyclonen bestudeerd. Enkele fotocomposities van de cycloon "Anna" werden getoond. Opvallend was dat de spiraalvormige wolkenbanden, die in het begin aanwezig waren, in een later stadium verdwenen. Het oog van Anna was moeilijk te vinden. Opnamen van een andere cycloon, gemaakt vanuit een Mercury-raket, toonden het oog wel duidelijk. Het oog was omgeven door een kring van zeer hoge cumulonimbi, welke er mogelijk mede oorzaak van zijn, dat het oog van tropische cyclonen door de Tiros-camera's bij schuine stand van de optische as slecht gezien wordt.

Verder werd een en ander verteld over een nieuwe spectrometer, die over enkele jaren in weersatellieten zal worden gebruikt. Men hoopt hiermede straling uit verschillende lagen van de troposfeer en stratosfeer te ontvangen en dan ruwweg een temperatuur-hoogte-diagram te kunnen samenstellen.

Vervolgens werd een bezoek gebracht aan de Numerical Prediction afdeling. Men toonde ons de machines, die gebruikt worden om de gegevens die op de telexen binnenkomen rechtstreeks op de magnetische band te zetten. De berekeningen worden uitgevoerd door een IBM 7090 elektronische rekenmachine. Het resultaat wordt automatisch op de kaart getekend door de elektronische curve-plotter.

De heer James O'Connor gaf ons op de afdeling "Extended Forecasting" een overzicht van de wijze waarop de 5-daagse verwachtingen worden gemaakt. In snel tempo werden we vervolgens door de synoptische weerdienst gevoerd. Het trof mij dat daar nog zoveel analyses en prontours met de hand worden getekend en dat zelfs de met de elektronische machine berekende kaarten nog subjectief worden aangepast.

Ten slotte kwamen we in het Meteorological Satellite Laboratory. Dit laboratory heeft twee taken: het programma van de Tiros-waarnemingen opstellen en de van de weersatellieten komende gegevens verder bewerken en verspreiden.

De eerste taak bestaat in het vaststellen van het gebied dat door Tiros moet worden gefotografeerd. De volgende factoren spelen hierbij een rol:

- 1) De beperkte mogelijkheden van de satelliet. De Tiros-satellieten kunnen alleen opnamen maken van het daglicht-gedeelte van de aarde en alleen wanneer ze op de aarde gericht staan.
- 2) Gebieden waar de ontwikkeling van een tropische cycloon of een depressie verwacht wordt.
- 3) Uit meteorologisch oogpunt interessante gebieden.
- 4) Verzoeken van verschillende instellingen. Ook buitenlandse instellingen kunnen een verzoek tot het doen van waarnemingen in een bepaald gebied indienen.

Het programma wordt telefonisch doorgegeven aan NASA. Men maakt vervolgens alert-messages gereed en zorgt voor de uitzending daarvan.

Tot de tweede taak behoort de ontvangst en verspreiding van de Tiros-gegevens. De van Wallops Station en Point Mugu ontvangen nephanalyses worden gecontroleerd, bijgewerkt en uitgezonden via telex en facsimilé.

De bewerking van de gegevens bestaat uit het vergelijken van de Tiros-gegevens met de weerkaarten. Waar mogelijk worden verbeteringen aan de meteorologen van het National Meteorological Center voorgesteld. In bijzondere gevallen worden speciale internationale "storm bulletins" uitgegeven.

Vrijdag 17 november werd onder leiding van L.F. Hubert geheel besteed aan het zelf uitvoeren van de rectificatie van een Tiros-foto en de berekening van een gradennet daarvoor volgens de methode van dr. T. Fujita. Dit is een zeer omslachtige methode, maar hij levert een veel nauwkeuriger resultaat dan de methode waarbij de elektronische rekenmachine wordt gebruikt. De nauwkeurigheid van de machine bedraagt ongeveer 2 breedtegraden, terwijl de afwijkingen met de methode van Fujita gewoonlijk niet groter zijn dan 0,5 graad.

De methode Fujita omvat de volgende bewerkingen:

- 1) Het elimineren van de vertekening, ten gevolge van lensfouten en van de electronische overbrenging. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de betrouwbaarheidsmerken, bestaande uit 4 L-vormige hoekmerken en een kruis in het midden, die op elke foto voorkomen en die eveneens vertekend zijn. Met behulp van deze merken kan men een vertekend netwerk voor de bewuste foto construeren. Men brengt nu markante bijzonderheden van de foto (zoals een eventuele horizon) over op een netwerk zonder vertekening, dat vóór de lancering voor elke camera afzonderlijk is bepaald.
- 2) Men bepaalt vervolgens de nadir-hoek (η) van de optische as, dit is de hoek tussen de optische as en de verticaal door de satelliet. Als er een schijnbare horizon op de foto voorkomt gebruikt men deze om eerst de hoek (η) tussen de optische as en een straal afkomstig van de schijnbare horizon te bepalen. Aangezien de hoogte van de satelliet uit de baangegevens bekend is, kan vervolgens η worden bepaald.
- 3) Met behulp van η kan nu de afstand worden bepaald tussen twee belangrijke punten, nl. het punt waar de optische as het fotovlak snijdt (hoofdpunt genoemd) en het punt waar de verticaal door de satelliet het fotovlak snijdt (subpunt genoemd). Men doet dit voor een hele reeks posities van de satelliet en krijgt zo naast de baan van de hoofdpunten (die uit de baangegevens is berekend) de baan van de subpunten.
- 4) Men brengt deze belangrijke banen nu over op een kaart, waarvoor als projectie is gekozen een scheve equidistante cilindrische projectie, welke voor rectificatie-doeleinden het meest geschikt leek. De hoek van de scheve projectie is gelijk genomen aan de inclinatiehoek van het baanvlak van de satelliet. De baan is op deze projectie een horizontale lijn. Men brengt de baan van de subpunten op deze projectie over. Met behulp van de onder 3) berekende afstanden kan men dan ook weer de baan van de hoofdpunten op deze projectie tekenen. Een nauwkeuriger bepaling van de hoofdpunten kan men nog verkrijgen door het snijpunt te bepalen van een lijn evenwijdig aan de optische as door het middelpunt van de aarde met het aardoppervlak en met de hemelbol.
- 5) Men brengt vervolgens enkele "landmarks" van de foto over op de scheve projectie. Daarmee kan men controleren of de uit de baangegevens berekende waarnemingstijden juist zijn. Verschillen deze nl., dan vallen de "landmarks" niet samen met hun afbeelding op de kaart en men kan dan correcties op de tijden aanbrengen.

- 6) Nu brengt men de lengte- en breedtegraden van de scheve projectiekaart achtereenvolgens op de netwerken zonder en met vertekening over en hiermede is het gradennet voor de foto gereed.

Maandag 20 november en dinsdagmorgen 21 november.

Deze tijd was bestemd voor het uitvoeren van analyses van Tiros-foto's onder leiding van C.O. Erickson, E. Albert en J.S. Winston (alle USWB).

Het eerste object was de Tiros III-foto van de tropische cycloon Anna (21 juli 1961, 15.50 gmt), waarvoor we vrijdag een gradennet hadden geconstrueerd. De nephanalyse werd vergeleken met de synoptische grondkaarten van 12 en 18 gmt. Zoals de meeste tropische cyclonen, vertoont Anna wolkenzones in de vorm van spiraalarmen. Het oog is op de foto niet te onderscheiden. Men schat de positie ervan door de spiraalarmen naar de kern van de centrale wolkenmassa te verlengen. Vervolgens moest een compositie worden samengesteld van 3 foto's van Tiros I, gemaakt op 20 mei 1960 boven de Verenigde Staten. Men maakt een wolkenanalyse en probeert de ligging van enkele fronten te onderkennen. Het betrof hier een gecompliceerde situatie met twee koufronten, voorafgegaan door een squall-line. De ligging der fronten was uit de Tiros-foto's moeilijk en zeker niet on-dubbelzinnig vast te stellen.

De volgende opgave betrof een serie foto's van Tiros I, gemaakt op 19 mei 1960 boven de Stille Oceaan. In deze fotocompositie waren de fronten veel duidelijker te zien. Midden op de oceaan lag een gedeeltelijk geoccludeerde depressie volgens het klassieke model; via een duidelijk front was deze verbonden met een lagedrukgebied bij de Amerikaanse westkust.

De volgende foto was genomen in het gebied ten zuidoosten van Madagascar door Tiros I op 19 april 1960. Op deze foto was duidelijk een storing te zien, welke echter op de analyses van de Zuidafrikaanse Unie niet bleek voor te komen. Deze toonden een ongestoorde oostelijke stroming aan de rand van een subtropisch hogedrukgebied. Met behulp van de foto kon een "easterly wave" op de kaart worden ingetekend.

Ook de volgende foto gaf aanleiding tot een correctie van de synoptische kaart. Het betrof hier de tropische cycloon "Liza" op de Stille Oceaan bij de westkust van Mexico. Door de spiraalvormige wolkenbanden tot in het centrum te verlengen kon men de plaats van het oog van de cycloon vinden, op een punt waar zich inderdaad een donkere vlek vertoonde. Dit punt bleek ongeveer 4 graden noordelijker te liggen dan de positie, die op de weerkaart was aangegeven.

Dinsdagmiddag 21 november 1961. Oefeningen in het gebruik van de stralingsgegevens van de Tiros-satellieten onder leiding van dr. Hanel (NASA) en J.S. Winston (USWB).

In de oorspronkelijke registratie van de stralingsmetingen van Tiros II, opgevangen op 23 november 1960, moesten de frekwenties worden opgemeten voor de kanalen 2 en 4. Deze frekwenties moesten achtereenvolgens met behulp van grafieken worden omgezet in digitaalgetal, gemiddelde energie en stralingstemperatuur. De totale kaart voor het gebied rond Nieuw-Zeeland, waarvan hier voor een aantal punten temperaturen werden bepaald, werd vervolgens besproken. De bewolkte gebieden langs enkele fronten komen duidelijk naar voren als gebieden met veel lagere temperaturen dan de omgeving.

Vervolgens moesten de temperaturen boven de Verenigde Staten, afgeleid uit de metingen van Tiros II in kanaal 2 op 23 november 1960, worden geanalyseerd, eerst in de vorm van de oorspronkelijke, niet "uitgesmeerde" waarden en daarna in de uitgesmeerde "print-out" die door de rekenmachine was geleverd. Een vergelijking met de weerkaart toonde weer dat bewolkte gebieden belangrijk lagere temperaturen hadden dan onbewolkte. Met behulp van de opstijgingen van die dag werd voor enkele plaatsen een schatting gemaakt van de hoogte van de bewolking.

Woensdag 22 november werd een bijeenkomst gehouden om de afgevaardigden van de verschillende landen in de gelegenheid te stellen iets te vertellen over hun aanvullende waarnemingen en hun ervaringen met de neph-analyses.

Dr. Gabites (Nw. Zeeland) zei, dat in zijn land extra wolkenwaarnemingen worden verricht. Hij maakte van de gelegenheid gebruik om te vertellen dat hij de wolkencodering in de Synop-code onbevredigend vindt en gaarne zou zien dat deze verbeterd zou worden (o.m. door op te geven in welk hemelkwadrant zich een bepaalde wolkensoort bevond).

De heer Mc Monagle (Ierland) vertelde, dat op de waarnemingsstations in zijn land eveneens extra wolkenwaarnemingen worden verricht. Deze worden direct naar een centraal punt doorgegeven in een speciaal daarvoor bestemde code. Ook worden in Ierland luchtfoto's gemaakt van grote hoogte.

Verslaggever gaf een overzicht van de speciale waarnemingen die in Nederland worden verricht. Enkele met de all-sky camera gemaakte foto's werden getoond.

De heer Villeveille (Frankrijk) las in slecht Engels een verklaring voor, waarin werd verteld welke plannen de Fransen hebben voor onderzoek van de atmosfeer met behulp van raketten.

De heer C.J. Boyden (Engeland) hield zich bezig met het nut van de neph-analyses, zoals deze van de Tiros-foto's zijn gemaakt. Hij is van mening, dat dit nut voornamelijk bestaat voor gebieden met weinig waarnemingen en in veel mindere mate voor gebieden met veel waarnemingen, zoals West-Europa. De lengte van de Tiros-nephanalyses is een zware belasting voor het meteorologische telexnetwerk. Hij stelt daarom voor de analyses te bekorten door letters te geven voor 2- of 4-gradsvakjes in plaats van voor elk graadsvakje afzonderlijk. Alle vorige sprekers waren tegen dit voorstel, omdat de nauwkeurigheid van de nephanalyses hierdoor naar hun mening te veel zou afnemen. In de Verenigde Staten worden, zoals de heer A.W. Johnson mededeelde, eveneens extra wolkenwaarnemingen verricht; op daarvoor bestemde formulieren wordt o.m. een schets gemaakt van de verdeling van de bewolking over de hemel. Op een desbetreffende vraag van verslaggever antwoordde hij, dat hij geen verdere wensen of suggesties betreffende extra waarnemingen had. Hij legde er de nadruk op, dat de verschillende landen deze waarnemingen op de allereerste plaats doen ten eigen bate, nl. om er zelf de Tiros-foto's beter mee te kunnen interpreteren.

In klein comité heeft verslaggever daarna een aantal in De Bilt getekende nephanalyses getoond en de geconstateerde verschillen met de synoptische waarnemingen besproken. De voornaamste oorzaken van verschillen zijn de onnauwkeurigheid van ongeveer 2 graden in de plaatsbepaling en het coulisseneffect, waardoor bij schuine stand van de as van de camera soms ten onrechte "geheel bewolkt" wordt gegeven.

-o-o-o-

Bezoek aan Extended Forecasting Afdeling te Suitland op 24 november 1961.

De bedoeling van dit bezoek was met Namias van gedachte te wisselen over het verschijnsel "blocking".

Namias vertelde eerst een en ander over een recent onderzoek, dat hij had uitgevoerd en waarover hij een voordracht heeft gehouden tijdens het symposium over "Climatic Change" in oktober 1961 te Rome. Voor de jaren 1956 tot en met 1960 heeft hij jaaranomalieën van het 700 mb-vlak gemaakt voor West-Europa en het aangrenzende oceaangebied. Deze gaven de volgende ontwikkeling te zien: De periode van december 1956 tot en met november 1957 werd gekenmerkt door een versterkte zonale circulatie met een positief anomaliegebied in de omgeving van Spanje en een negatief anomaliegebied bij de poolcirkel. In de volgende 12 maanden-periode nam dit negatieve anomaliegebied sterk af en splitste zich in twee delen. In de

daaropvolgende periode, december 1958 tot en met november 1959, was een duidelijke blokkeringstoestand te zien met een flinke positieve anomalie boven het Noordzeegebied. In de periode van december 1959 tot en met november 1960 had dit positieve anomaliegebied zich naar de Poolzee verplaatst en bevond zich bij Zuid-Ierland de kern van een gebied met negatieve anomalie, dat tot Nederland reikte. De bijbehorende neerslaghoeveelheden te Bergen (Noorwegen) vertoonden een regelmatige afneming tot een minimum in 1960.

Op de vraag of hij meende, dat een dergelijke cyclus vaker voorkwam, antwoordde Namias dat hij deze cyclus voorlopig als een eenmalig gebeuren beschouwde, zonder te denken aan een mogelijke herhaling of aan een periodiciteit.

In de neerslaggegevens van Bergen komt aan het begin van deze eeuw een hierop gelijkende reeks van 4 jaren met afnemende neerslaghoeveelheden voor. De bijbehorende luchtdrukverdeling is echter niet onderzocht.

Verslaggever vertelde Namias over de manier waarop prof. Berlage en hij de ligging van blokkerende hogedrukgebieden hebben onderzocht voor de periode van 1949 tot heden. Over oorzaak en ontstaan van blokkering kon Namias geen nieuwe gezichtspunten naar voren brengen. Hij meent, dat de CAV (constant absolute vorticity) -trajectorieën mog de meeste houvast bieden. Hij wees voor West-Europa op het belang van de Genua-depressie.

Namias liet verder een fraai geval zien van een zichzelf steeds weer herstellende geblokkeerde situatie boven Noord-Amerika in maart 1961. Achtereenvolgende depressies, die langs de oostkust van de USA trokken, bereikten hun grootste diepte ten zuiden van New-Foundland. De aan de oostzijde van deze depressies opgebouwde ruggen versterkten het hogedrukgebied boven Canada. Als een van de oorzaken voor deze herhaalde regeneratie beschouwt Namias een zich voor de tijd van het jaar abnormaal ver naar het zuiden uitstrekkend sneeuwgebied boven Noord-Amerika. Doordat de lucht boven dit gebied extra werd afgekoeld, zou de thermische gradiënt aan de oostkust vergroot zijn en daardoor zouden de depressies zich in dat gebied sneller en sterker ontwikkeld hebben.

Na het gesprek met Namias had verslaggever nog een onderhoud met de heer J. O'Connor van de afdeling Extended Forecasting (5-daagse verwachtingen). Deze liet een en ander zien van de statistische gegevens die op zijn afdeling worden gebruikt: frekwentie van ruggen en troggen in het gehele gebied van het noordelijk halfrond voor elke maand van het jaar, ligging van centra van belangrijke positieve en negatieve anomaliegebieden in elke maand, een catalogus met plaats en datum van de meest

belangrijke anomalieën. O'Connor meent, dat de noordwaarde advectie van anticyclonale vorticateit uit het gebied ten zuiden van de straalstroom een belangrijke rol speelt bij de ontwikkeling van een blokkerend hogedrukgebied. Naar zijn mening moet elke ontwikkeling van een depressie op tamelijk lage breedte nauwkeurig worden gevolgd met het oog op de mogelijke ontwikkeling van een blokkerend hogedrukgebied in samenhang daarmee.

-o-o-o-