

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

De Bilt

Verslagen

V - 230

B. Zwart

Een onderzoek naar een verband tussen
vertikale luchtbewegingen in het 600 mbar-
niveau en de verdeling van de neerslag

De Bilt, 1971

Publikationsnummer: KNMI V-230(II)

U.D.C.: 551.558.29:
551.577.2 :
551.509.324.2

Een onderzoek naar een verband tussen verticale luchtbewegingen
in het 600 mbar-niveau en de verdeling van de neerslag

door

B. Zwart

Vraagstelling

Is het mogelijk een uitspraak te doen over de verdeling van de neerslag en de te verwachten neerslaghoeveelheden, indien ter beschikking staan voorspelde kaarten van het verticale isotachenpatroon in het 600 mbar-niveau?

Materiaal

Het J.N.W.D.C. te Washington verschaftte isotachenkaarten van het 600 mbar-niveau resp. van

1. de opgetreden toestand te 00.00 uur gmt;
2. de voorspelde toestand 24 uur vooruit;
3. de voorspelde toestand 36 uur vooruit.

Het materiaal bestond uit per MUFAX ontvangen kaarten. Het was grotendeels afkomstig uit de periode van 2 november 1964 tot en met 26 maart 1965.

Werkwijze

De orde van grootte van de verticale snelheden werd vergeleken met neerslaghoeveelheden over een periode waarvan het kaartuur van het isotachenpatroon het midden vormde. Voor isotachenkaarten van 00.00 uur gmt was dit de neerslagperiode van 18.00 tot 06.00 uur gmt en voor isotachenkaarten van 12.00 uur gmt de neerslagperiode van 06.00 tot 18.00 uur gmt.

Voor Nederland werd het verband bekeken tussen de gemiddelde verticale snelheid boven ons land en de neerslaghoeveelheden van 14 synoptische stations, waarbij telkens een hogere ondergrens voor de regenhoeveelheden is genomen. Een drietal tabellen alsmede een bespreking van de resultaten zijn te vinden in het verslag van het synoptisch colloquium van 9 mei 1967. Daarin zijn zowel uit analyse berekende verticale bewegingen als voorspelde verticale bewegingen voor 24 en 36 uur vooruit bestudeerd. Voor Europa zijn alleen uit analyse berekende verticale snelheden vergeleken met het neerslagpatroon. Om een objectieve werkwijze te kunnen volgen, is er over Europa een vierkant gelegd met 64 gelijke velden (fig. 1). Deze velden waren 235 km in het vierkant. Het vierkant is zodanig meergelegd, dat ons land juist door één veld werd bedekt. Uit deze velden zijn er 30 gekozen, waarvan werd verondersteld dat de topografie van weinig invloed zou zijn op de neerslagverdeling, m.a.w. dat de neerslagverdeling onder dezelfde omstandigheden tot stand zou komen als boven ons land. De gebruikte velden zijn gearceerd. Er komen geen hooggebergten in voor.

Gebieden waar stuwregens zouden kunnen optreden, vallen eveneens voor het grootste deel buiten de gebruikte velden. Het onderzochte gebied omvat Midden- en Zuid-Engeland, een groot deel van Frankrijk, de Beneluxlanden, Noord- en Midden-Duitsland, Polen alsmede de Randstaten, Denemarken en het zuiden van Zweden.

Voor elk vak is de gemiddelde neerslaghoeveelheid vergeleken met de gemiddelde verticale snelheid in het 600 mbar-niveau voor het midden van de periode, waarop de afgetapte hoeveelheid neerslag betrekking had. Ter beschikking stonden 96 isotachenkaarten van 00.00 uur gmt. De daarbijbehorende regenkaarten van 06.00 gmt werden zo nauwkeurig mogelijk geanalyseerd, waarbij de volgende isohyeten werden gebruikt: 1, 3, 10, 30 en 100 mm. De isotachenpatronen werden overgebracht op de overeenkomstige regenkaarten. Per veld zijn daarna de gemiddelde verticale snelheden en neerslaghoeveelheden bepaald. Het totaal van tweemaal 2880 schattingen werd verricht door de heer G. de Bont.

Resultaten

De resultaten van deze schattingen zijn samengebracht in een procenten-tabel (tabel 1). Uit de tabel blijkt, dat in 56% van het totaal aantal gevallen de gemiddelde verticale snelheid dicht bij de nulwaarde ligt ($v = -0,4$ t/m $+0,4$ cm sec⁻¹). Bij driekwart van deze gevallen valt weinig of geen neerslag ($\leq 0,3$ mm). Dit gegeven heeft echter weinig voorspellende waarde, aangezien wij ook uit de klimatologie weten, dat de kans op "droog" iets groter is dan de kans op "regen". Van voorspellende waarde zijn alleen die gevallen, waarbij een dalende luchtbeweging optreedt ($v \gg -0,5$ cm sec⁻¹) en het droog blijft en waarbij een stijgende luchtbeweging optreedt ($v \gg 0,5$ cm sec⁻¹) en er neerslag valt. Deze gevallen maken resp. 20,2% en 13,3% van het totaal uit. De kans dat een voorspelling "droog" uitkomt, ligt iets gunstiger dan die voor een voorspelling "regen". Mogelijk is de hoeveelheid waterdamp, die in de atmosfeer beschikbaar is om als neerslag de aarde te bereiken, niet altijd groot genoeg om bij de opgetreden verticale bewegingen voldoende neerslagelementen te vormen. Ook is, volgens Amerikaanse onderzoekingen, gebleken dat een aanzienlijk deel van de gevormde neerslag-elementen de grond niet bereikt, maar onderweg verdampt.

De vraag, die bij het nagaan van het verband tussen verticale luchtbewegingen en neerslaghoeveelheden tevens werd gesteld, was of grote hoeveelheden neerslag steeds gekoppeld zijn aan krachtige opwaartse luchtbewegingen op grote schaal. Het aantal gevallen met een neerslaghoeveelheid van gemiddeld 10,1 mm of meer per vak bleek echter te klein (0,1% van het totaal) om hieraan betekenis te hechten. Bij opwaartse luchtbewegingen van gemiddeld 1 of 2 cm sec⁻¹ (19,8% van het totaal) blijkt ongeveer de helft gemiddelde neerslaghoeveelheden van 1,1 tot 10,0 mm per vak te veroorzaken.

We kunnen de resultaten ook uitdrukken in de vorm van een PI. Hiervoor maken we gebruik van een tabel, die de frekwentieverdeling van de neerslag geeft in vier klassen voor elke verticale snelheid afzonderlijk (tabel 2). Het heeft alleen zin een bepaalde hoeveelheid neerslag te voorspellen, indien de kans hierop groter is dan de klimatologische kans. De gevallen waarin dit zin heeft, zijn onderstreept. We kunnen dus als volgt handelen:

bij	voorspel	met inzet
-4 tot -1 om sec ⁻¹	A	65
0	A/B	76
+1	B/C/D	35
+2	C/D	24

Hieruit volgt tabel 3 (contingentietabel).

Totale inzet ΣI (%):

688 x 65 = 44 720
1621 x 76 = 123 106
537 x 35 = 18 795
34 x 24 = 816

$\Sigma I = 187\,437\%$

Totaal aan treffers ΣT :

581
1190 + 242 = 1432
104 + 167 + 83 = 354
10 + 18 = 28

$\Sigma T = 2395$
 $\times 100\% = 239\,500\%$

De PI (prestatie-index) bedraagt:

$$PI = \frac{\Sigma T - \Sigma I}{N} = \frac{239\,500 - 187\,437}{2880} = 0,18$$

De hierboven geschetste werkwijze kan ook worden toegepast op de patronen van de vertikale snelheden, die 24 resp. 36 uur vooruit zijn voorspeld. Aangezien het vrijwel zeker is, dat de hieruitvolgende PI's lager zullen liggen dan die van het opgetreden patroon, werd dit onderzoek niet uitgevoerd. Zou het patroon met grote nauwkeurigheid tot 36 uur vooruit kunnen worden voorspeld, dan zou dit de neerslagverwachtingen nauwelijks hebben verbeterd. De weerdienst had van november 1964 t/m maart 1965 voor de 12 uur-periode een PI van gemiddeld 0,19. Gemiddeld over de jaren 1963 t/m 1966 bedroeg de PI 0,21 voor de 12 uur-periode en 0,22 voor de 24 uur-periode.

Literatuur

A.W. Hanssen en W.J.A. Kuipers: On the relationship between the frequency of rain and various meteorological parameters (with reference to the problem of objective forecasting). KNMI Med. en Verh. no. 81 (1965).

hoeveelheid neerslag mm	0,0-0,3	0,4-1,0	1,1-3,0	3,1-10,0	>10,1	som
\vec{v} in cm sec ⁻¹ op 600 mbar						
-4	0,0	-	-	-	-	0,0
-3	0,3	-	-	-	-	0,3
-2	2,1	0,05	0,05	-	-	2,2
-1	17,8	2,1	1,1	0,4	-	21,4
0	41,3	8,4	5,0	1,4	0,05	56,3
+1	6,4	3,6	5,8	2,8	0,05	18,6
+2	0,1	0,1	0,4	0,6	-	1,2
+3	-	-	-	-	-	-
som	68,0	14,3	12,4	5,2	0,1	100,0

Tabel 1

Frekwentieverdeling in procenten in afhankelijkheid van richting en grootte van de verticale bewegingen in het 600 mbar-niveau. Een minteken duidt op dalende, een plusteken op stijgende luchtbewegingen.
Aantal gevallen: 2880.

neerslag- klassen	A	B	C	D	aantal gevallen
\vec{v} in cm sec ⁻¹ op 600 mbar	0,0-0,3	0,4-1,0	1,1-3,0	>3,1 mm	
-4	100				1
-3	100				8
-2	94	3	3		63
-1	83	10	5	2	616
0	73	15	9	3	1621
+1	34	19,5	31	15,5	537
+2	9	9	29	53	34
+3	-	-	-	-	0

Tabel 2

Frekwentieverdeling van de neerslagklassen in procenten voor elke verticale snelheid afzonderlijk, in vergelijking met de klimatologische frekwentie van deze neerslagklassen te De Bilt.

klim. kans op neerslag te De Bilt	0,0-0,3	0,4-1,0	1,1-3,0	>3,1 mm
	65	11	14	10

verwacht

opgetreden	klasse	A	A/B	B/C/D	C/D	som
	A	581	1190	183	3	1957
B	63	242	104	3	412	
C	33	146	167	10	356	
D	11	43	83	18	155	
som	688	1621	537	34	2880	

Tabel 3

Contingentietabel.

FIGURE

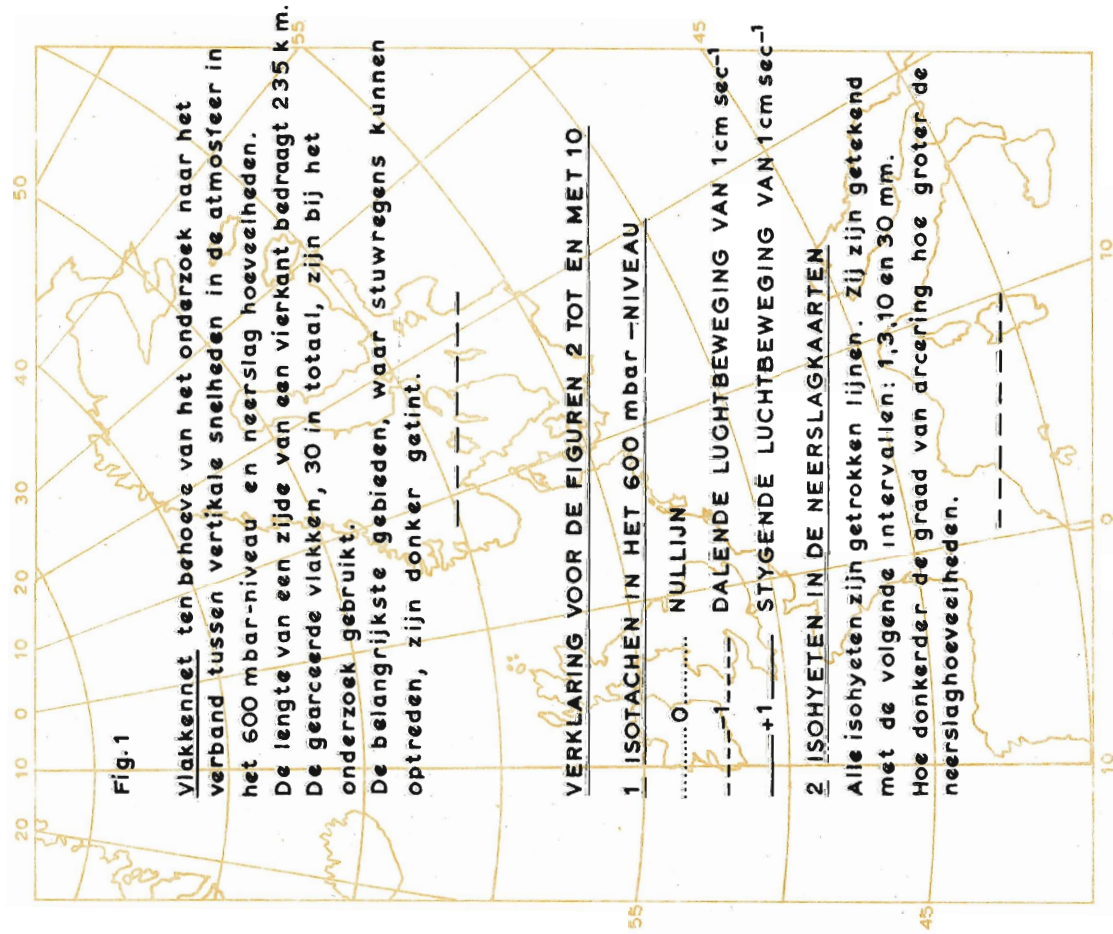
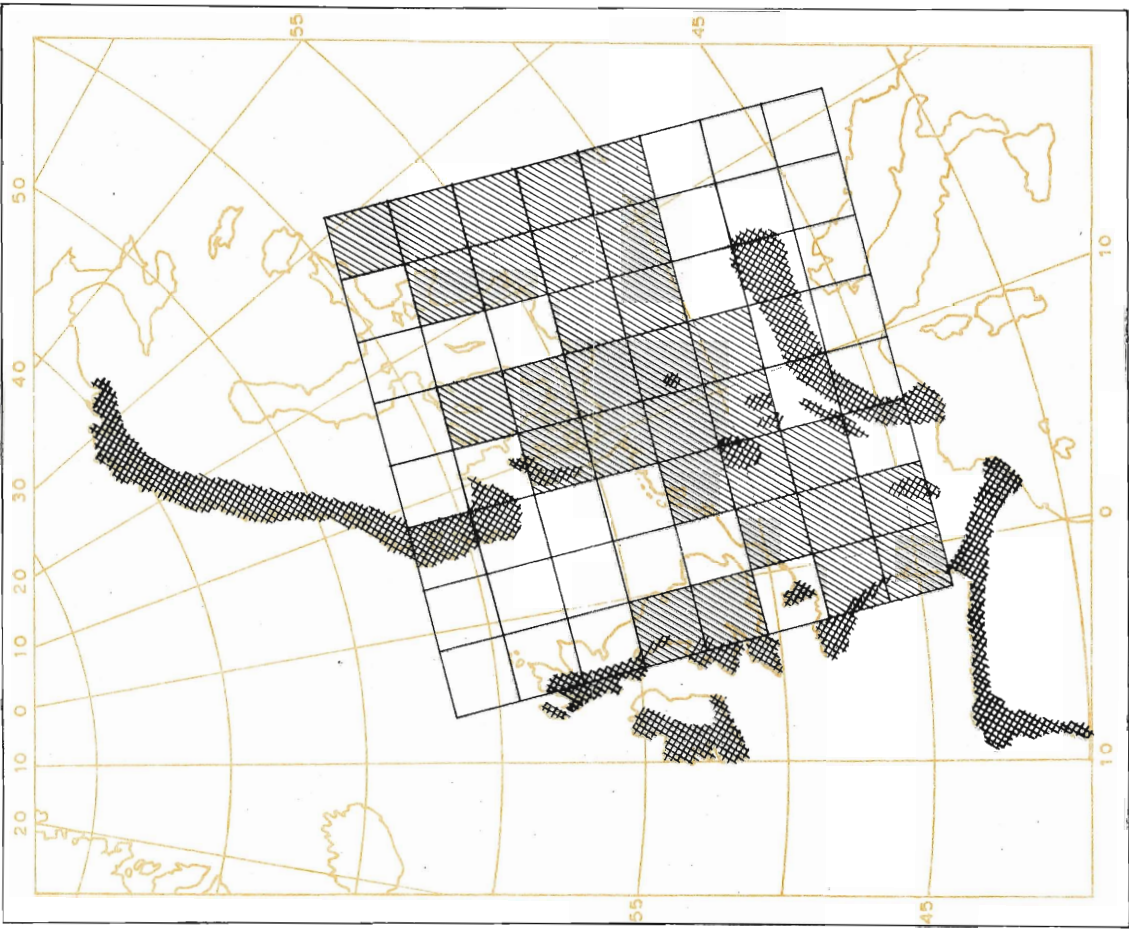


Fig. 1

Vlakken ten behoeve van het onderzoek naar het verband tussen verticale snelheden in de atmosfeer in het 600 mbar-niveau en neerslag hoeveelheden. De lengte van een zijde van een vierkant bedraagt 235 k m. De gearceerde vlakken, 30 in totaal, zijn bij het onderzoek gebruikt. De belangrijkste gebieden, waar stuwregens kunnen optreden, zijn donker getint.

VERKLARING VOOR DE FIGUREN 2 TOT EN MET 10

- 1 ISOTACHEN IN HET 600 mbar -NIVEAU**
 0 NULLIJN
 --- -1 --- DALENDE LUCHTBEWEGING VAN 1 cm sec⁻¹
 --- +1 --- STYGENDE LUCHTBEWEGING VAN 1 cm sec⁻¹
- 2 ISOHYETEN IN DE NEERSLAGKAARTEN**
 Alle isohyeten zijn getrokken lijnen. Zij zijn getekend met de volgende intervallen: 1,3,10 en 30 mm. Hoe donkerder de graad van arcering hoe groter de neerslaghoeveelheden.



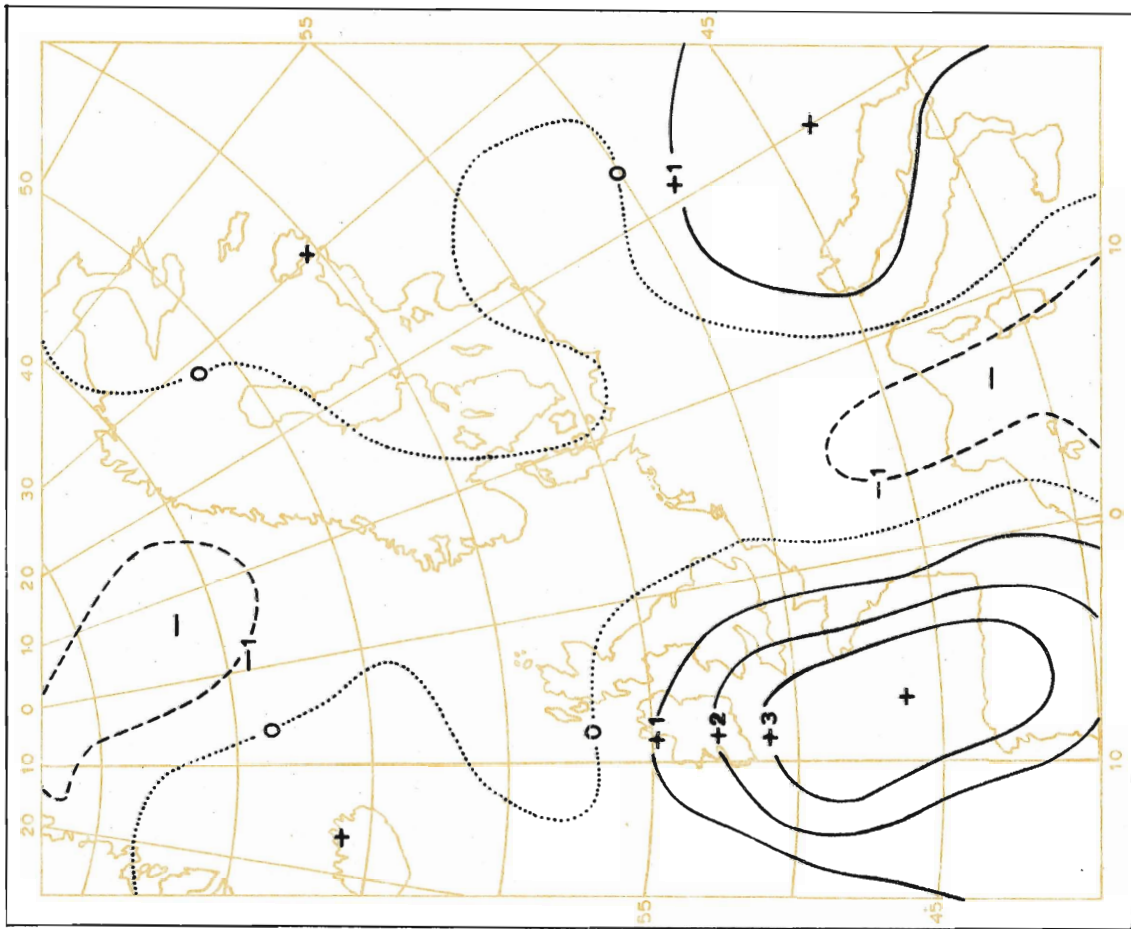


Fig. 2^a

Opgetreden verticale sneheden in het 600 mbar-niveau op 20 januari 1965 te 00.00 uur g.m.t.

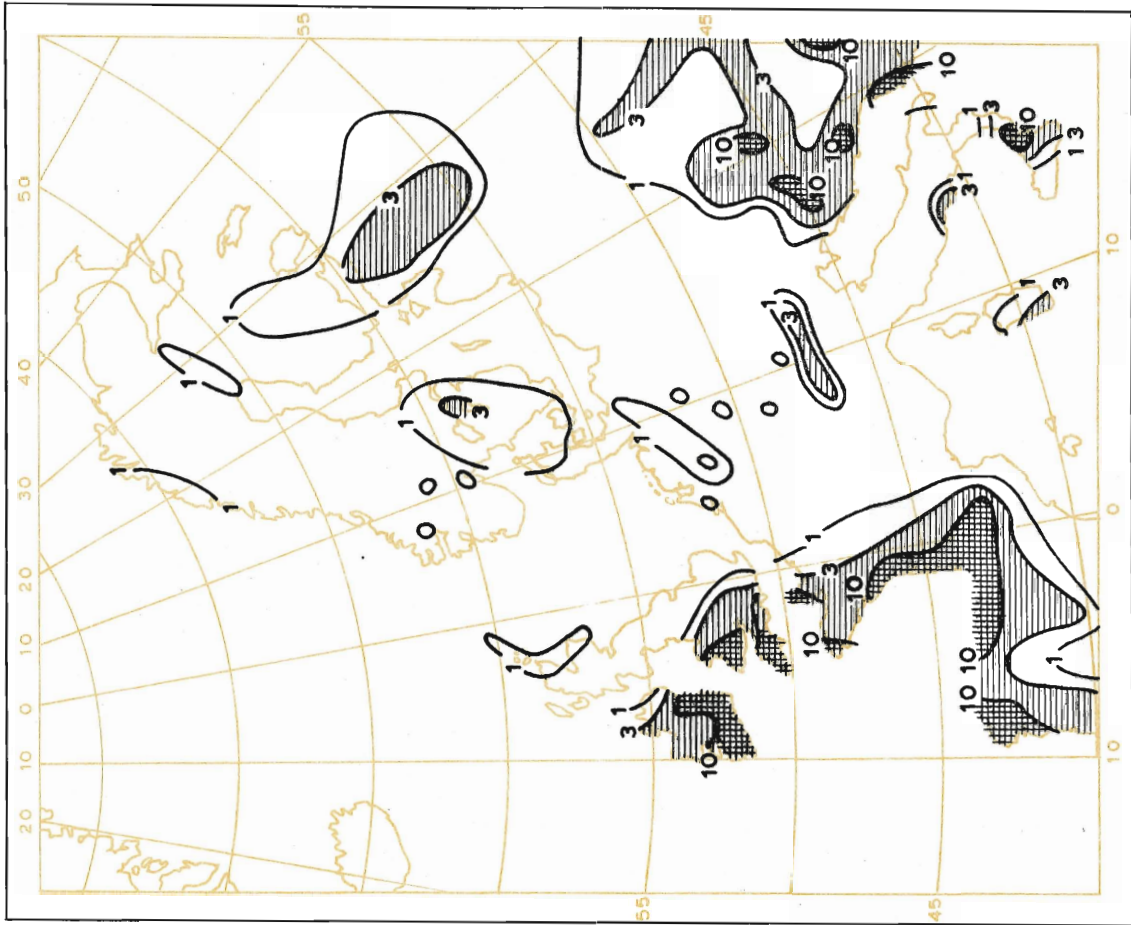


Fig. 2^b

Neerslag, gevallen in de periode van 19 januari 1965 18.00 uur g.m.t. tot 20 januari 1965 06.00 uur g.m.t.

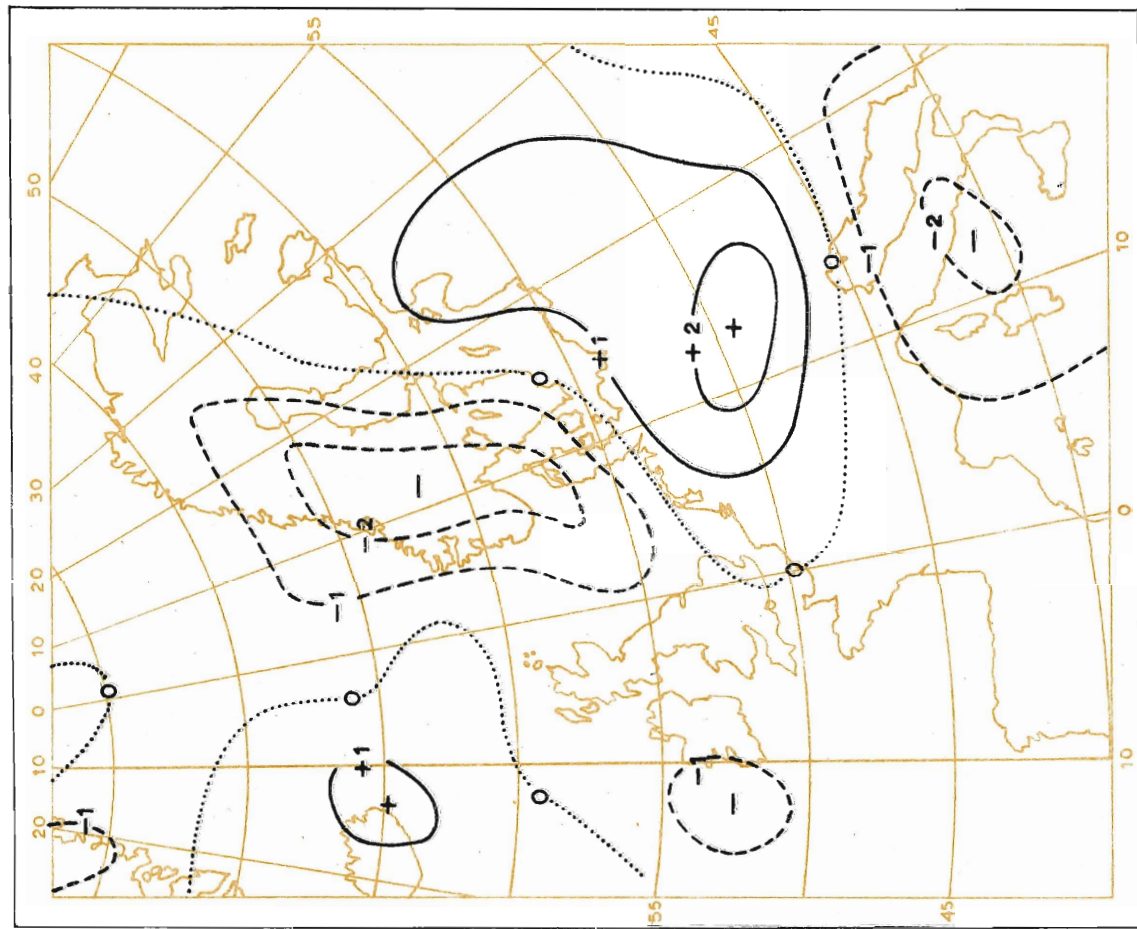


Fig. 3^a
Opgetreden verticale snelheden in het 600 mbar-niveau
 op 8 februari 1965 te 00.00 uur g.m.t.

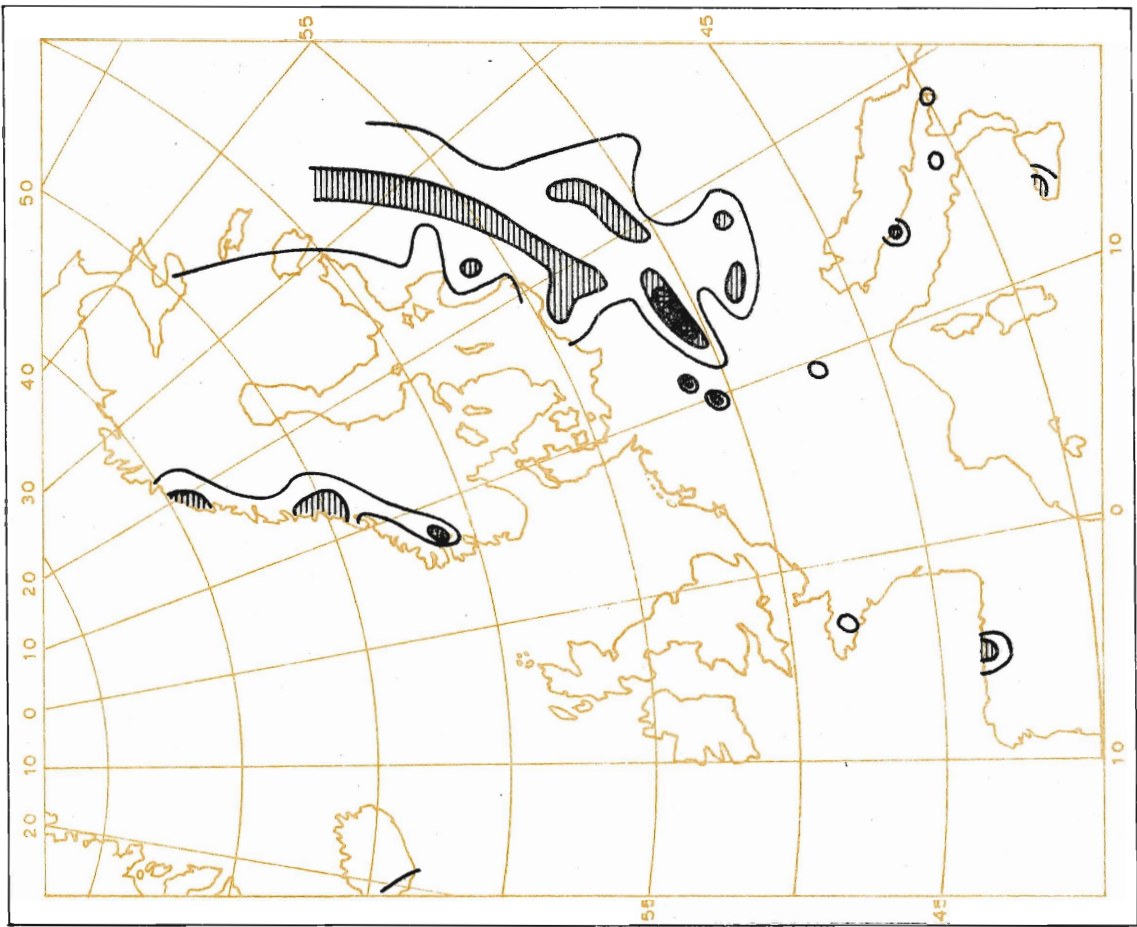


Fig. 3^b
Neerslag, gevallen in de periode van 7 februari 1965
 18.00 uur g.m.t. tot 8 februari 1965 06.00 uur g.m.t.

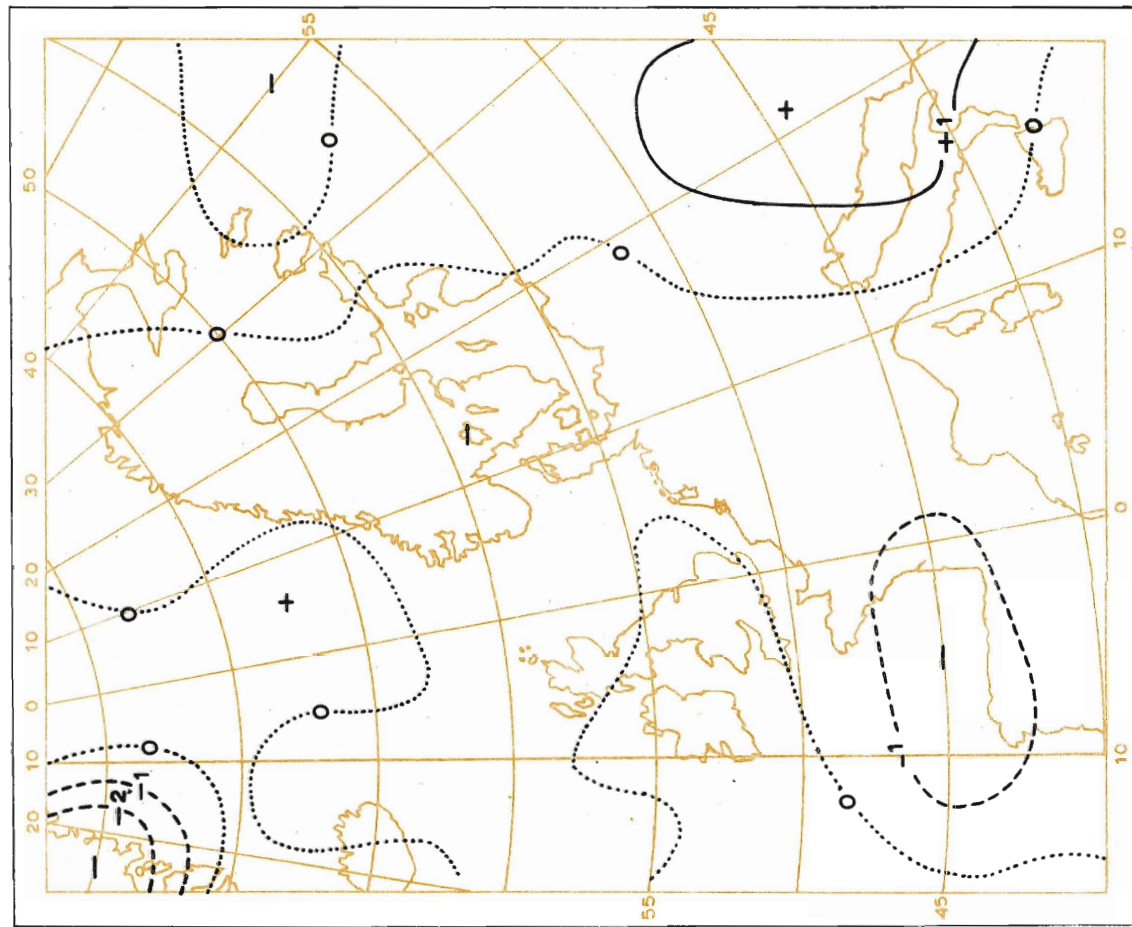


Fig. 4^a
 Opgetreden verticale sneiheden in het 600 mbar-niveau
 op 16 februari 1965 te 00.00 uur g.m.t.

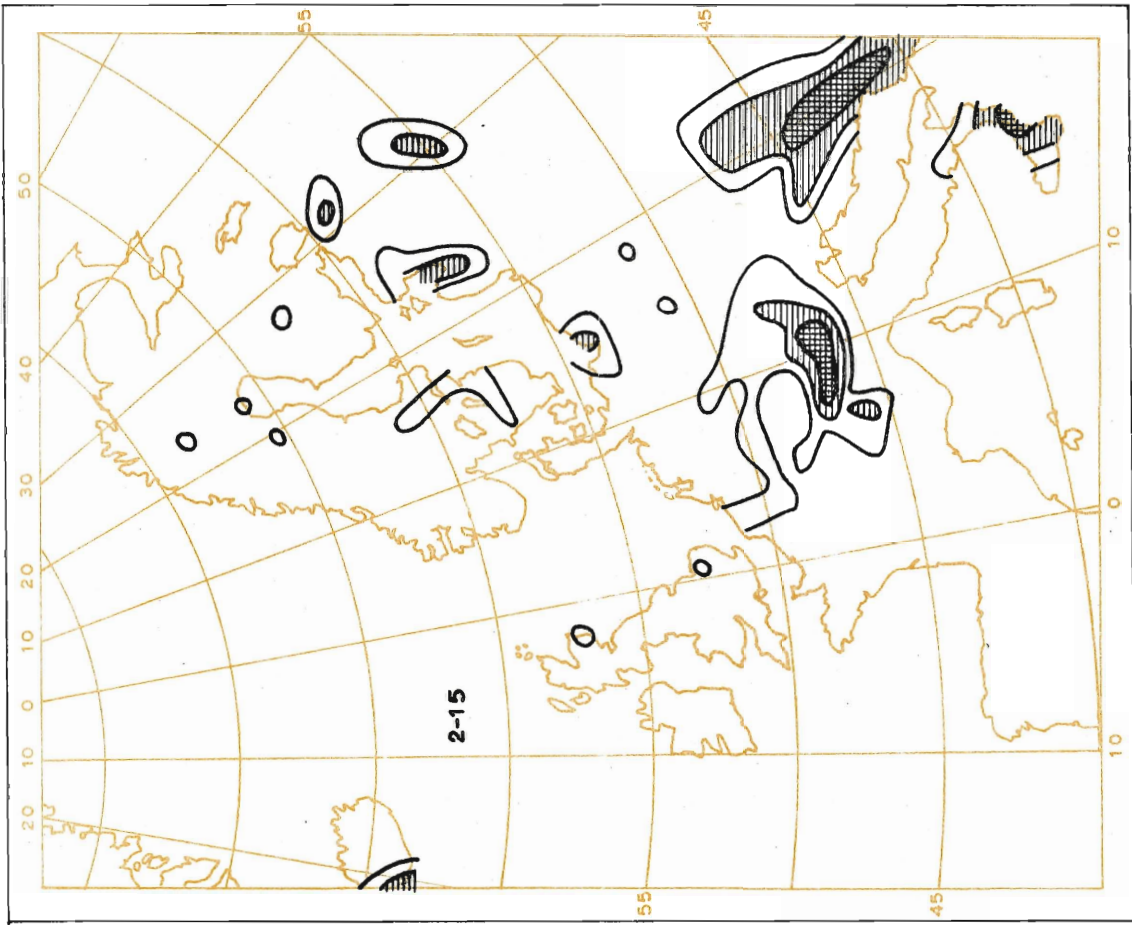


Fig. 4^b
 Neerslag, gevallen in de periode van 15 februari 1965
 18.00 uur g.m.t. tot 16 februari 1965 06.00 uur g.m.t.

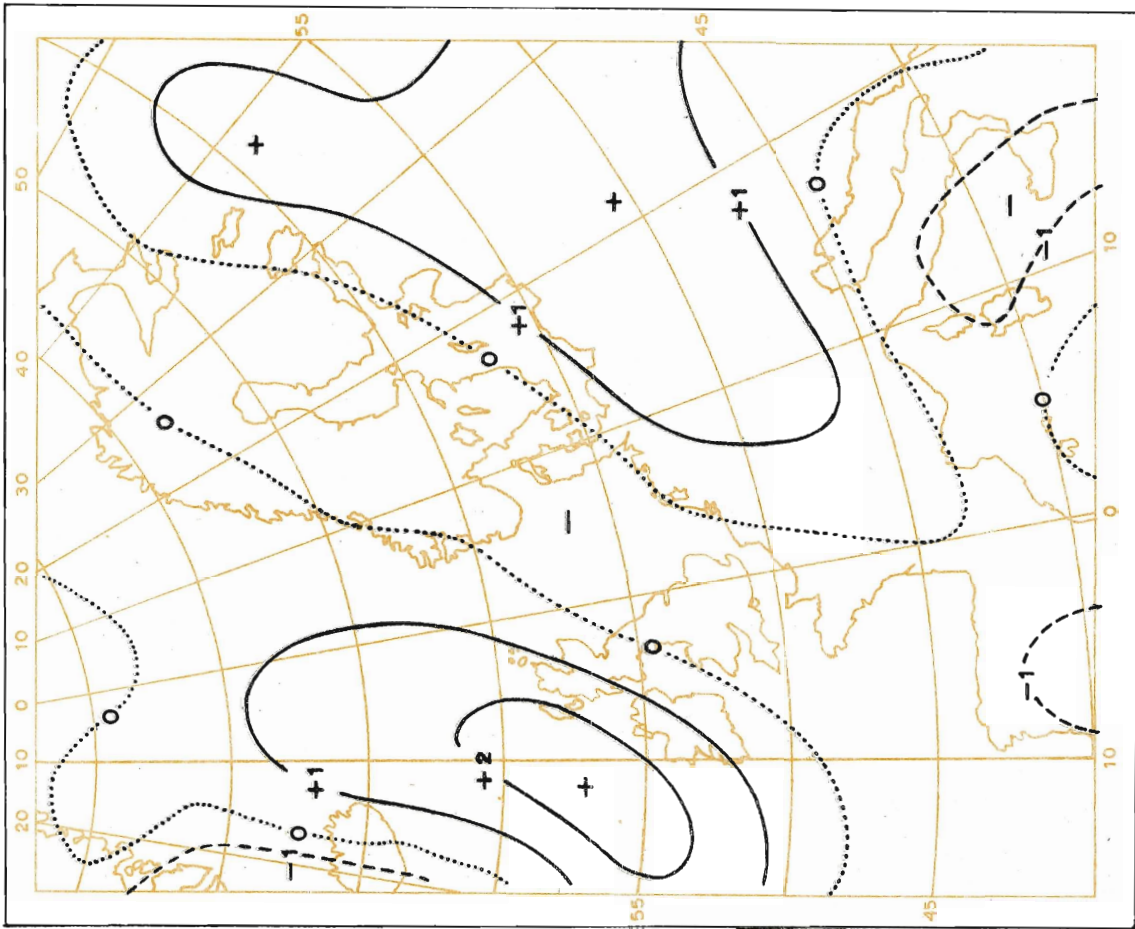


Fig. 5^a

Opgetreden verticale snelheden in het 600 mbar-niveau op 3 maart 1965 te 00.00 uur g.m.t.



Fig. 5^b

Neerslag, gevallen in de periode van 2 maart 1965 18 uur g.m.t. tot 3 maart 1965 06.00 uur g.m.t.

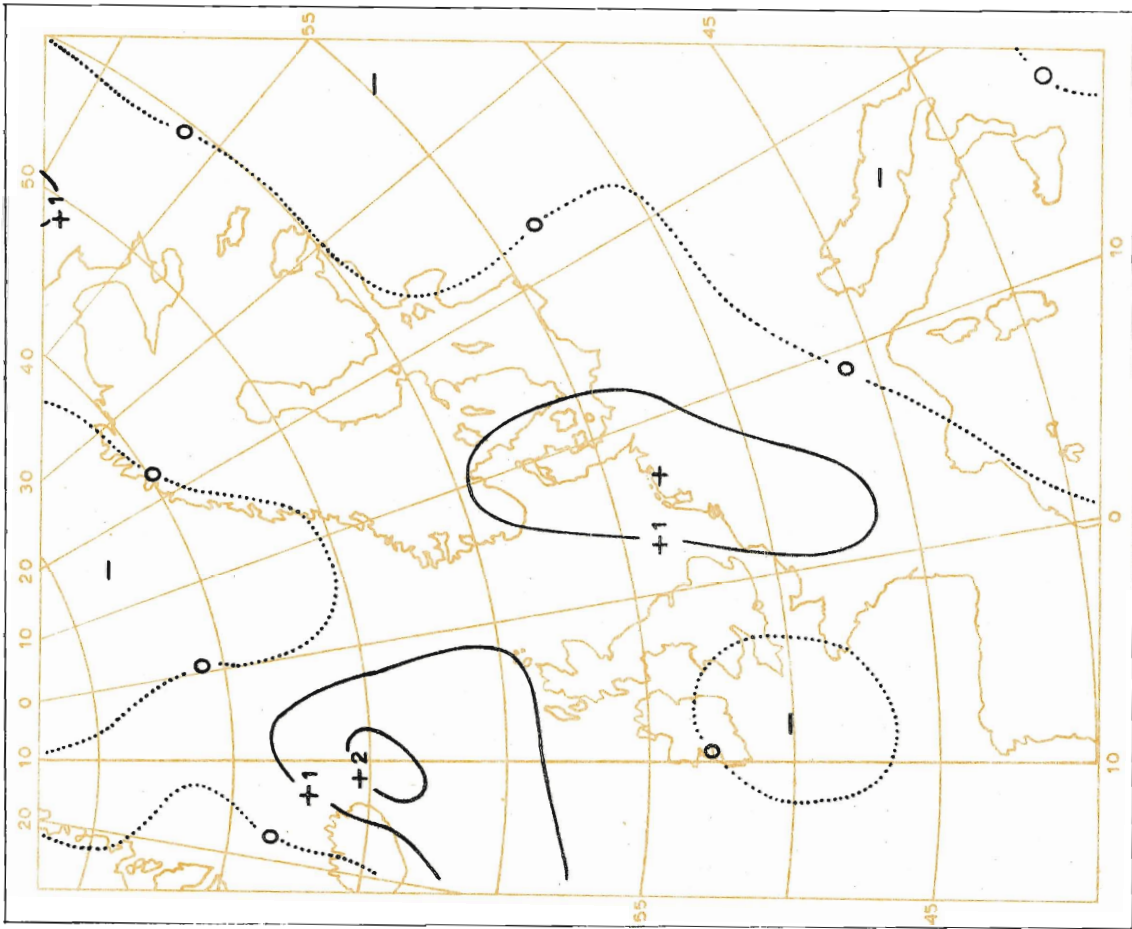


Fig. 6^a
 Opgetreden vertikale snelheden in het 600 mbar-niveau
 op 16 maart 1965 te 00.00 uur g.m.t.

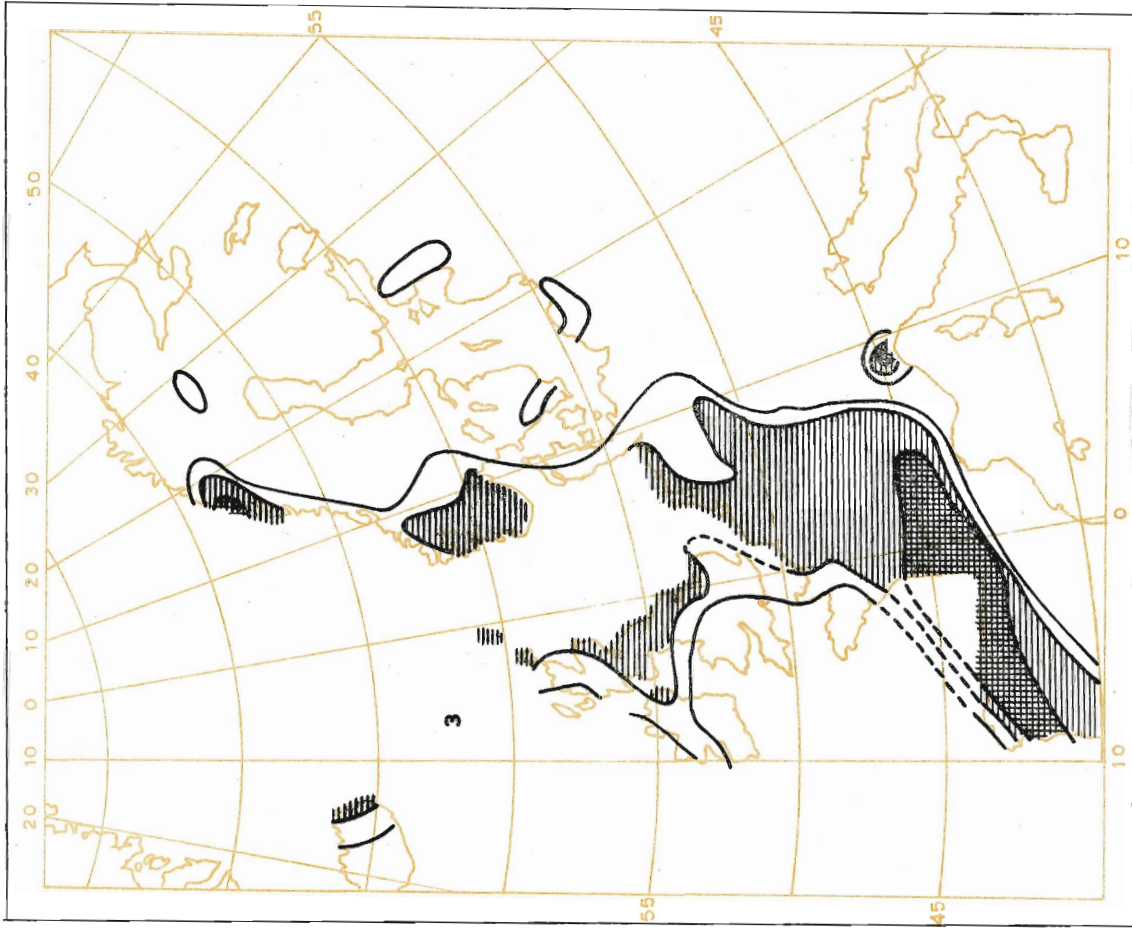


Fig. 6^b
 Neerslag, gevallen in de periode van 15 maart 1965
 18.00 uur g.m.t. tot 16 maart 1965 06.00 uur g.m.t.

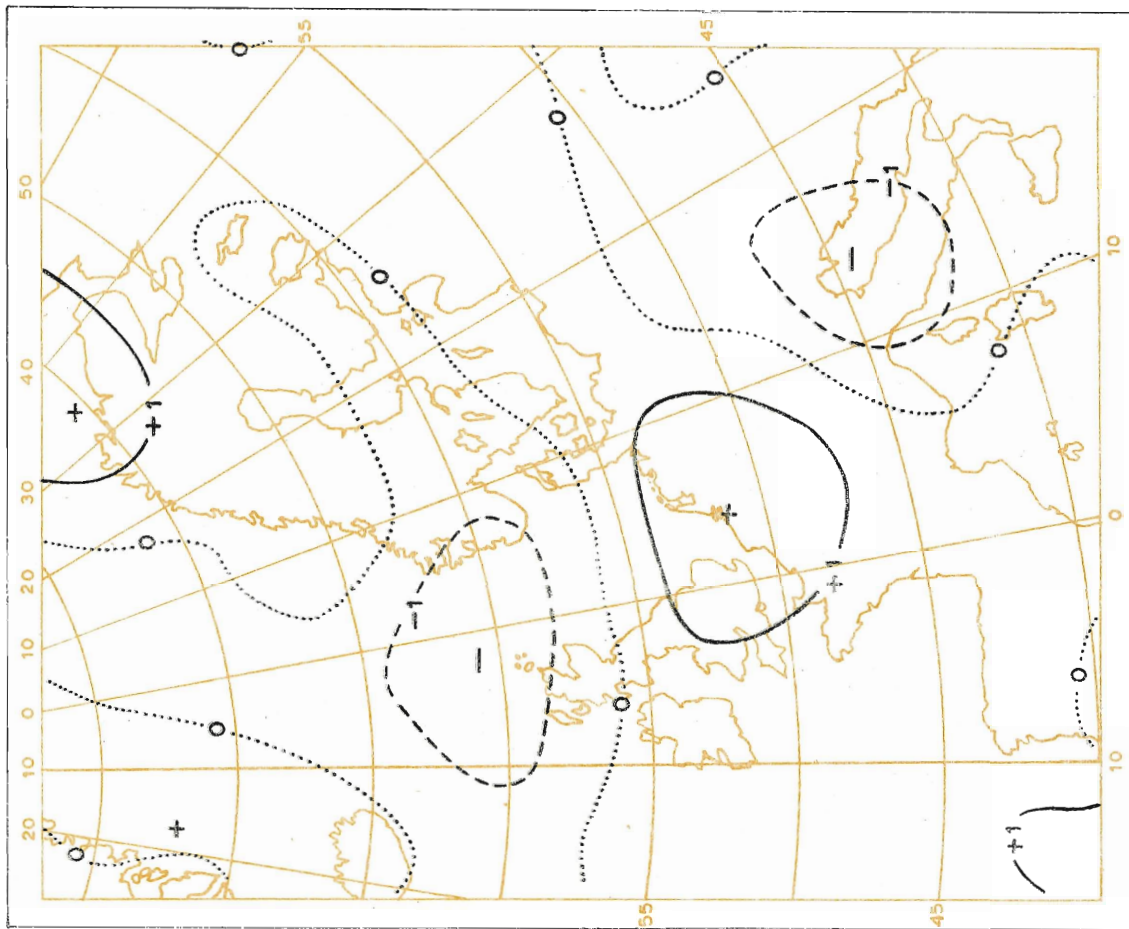


Fig. 7^a

Opgetreden verticale snelheden in het 600 mbar-niveau op 21 maart 1965 te 00.00 uur g.m.t.

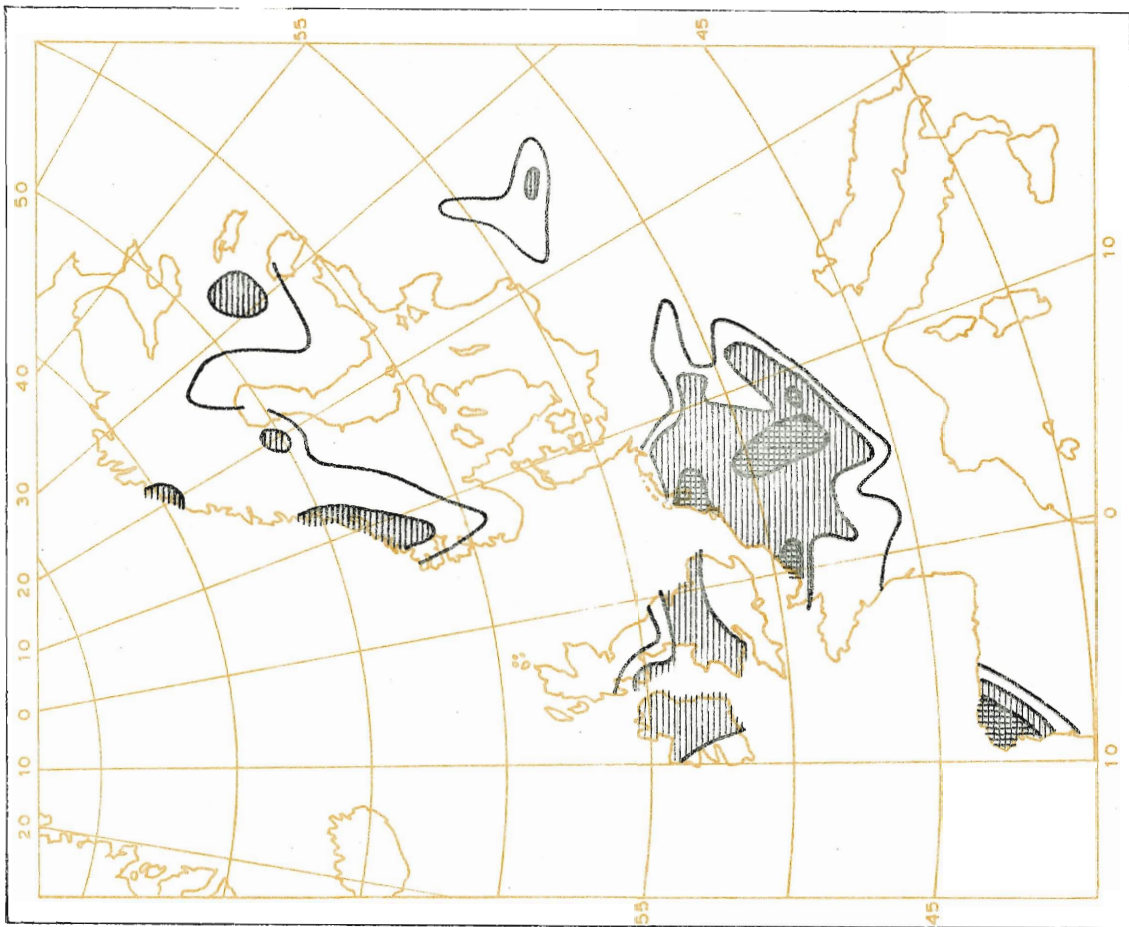


Fig. 7^b

Neerslag, gevallen in de periode van 20 maart 1965 18.00 uur g.m.t. tot 21 maart 1965 06.00 uur g.m.t.

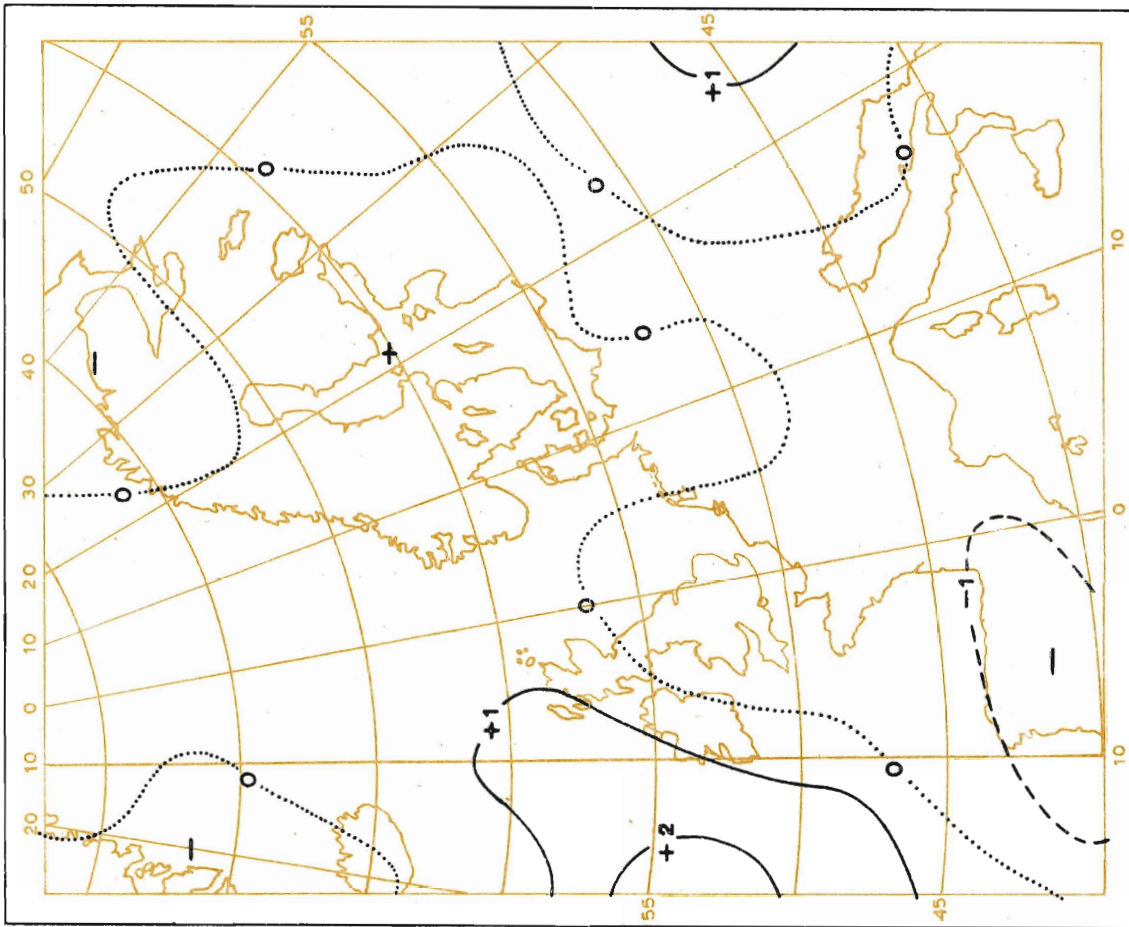


Fig. 8a

Opgetreden verticale sneiheden in het 600 mbar-niveau op 13 november 1964 te 00.00 uur g.m.t.

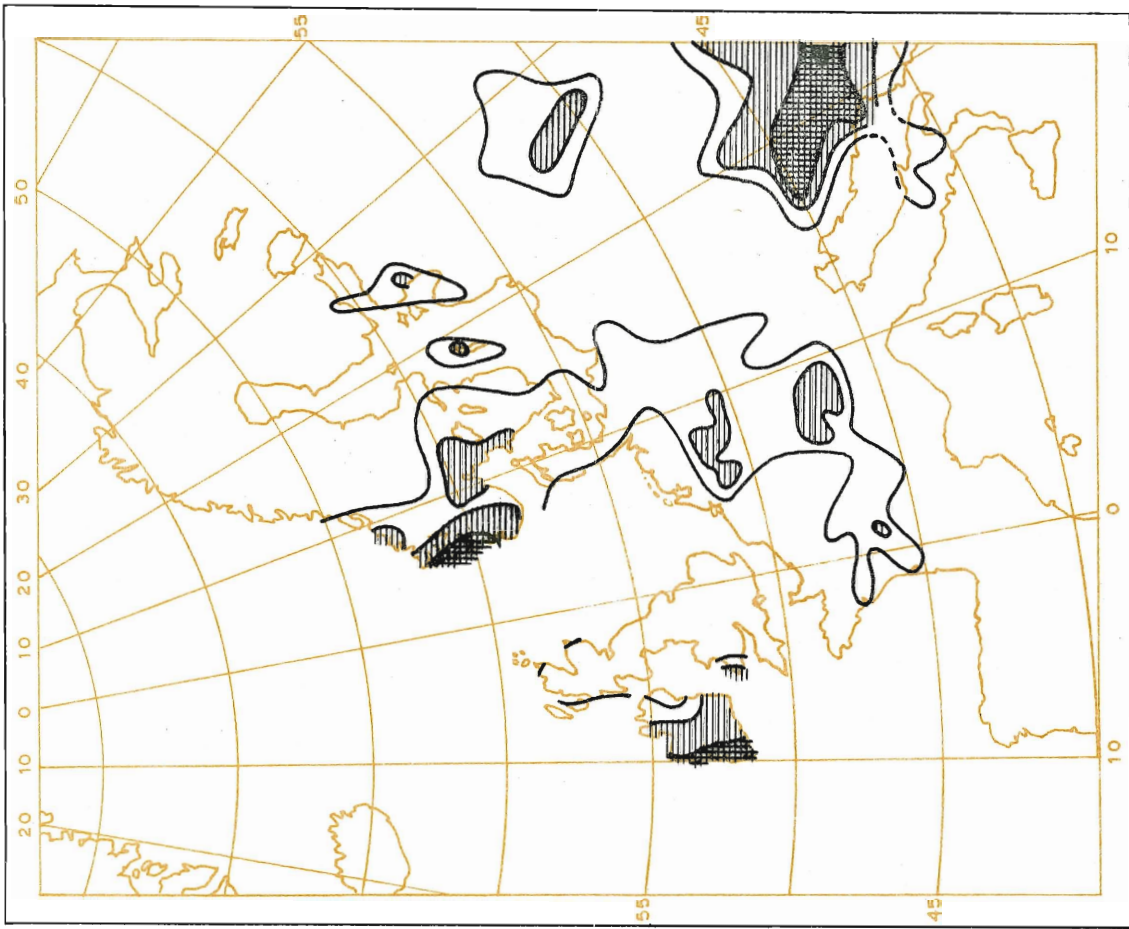


Fig. 8b

Neerslag, gevallen in de periode van 12 november 1964 16.00 uur g.m.t. tot 13 november 1964 00.00 g.m.t.

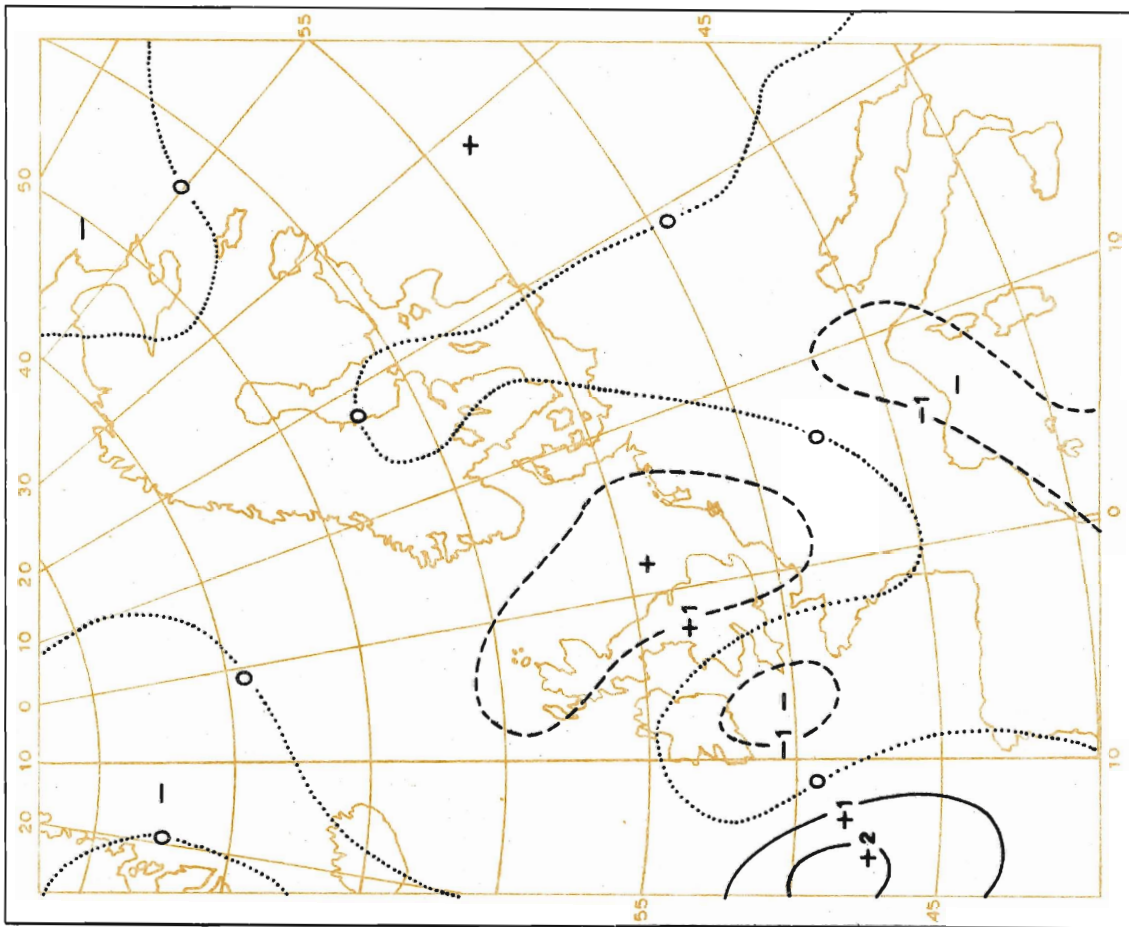


Fig. 6c
 Voorspelde verticale snelheden in het 600 mbar-niveau
 voor 14 november 1964 te 00.00 uur g.m.t. (24 uur vooruit)

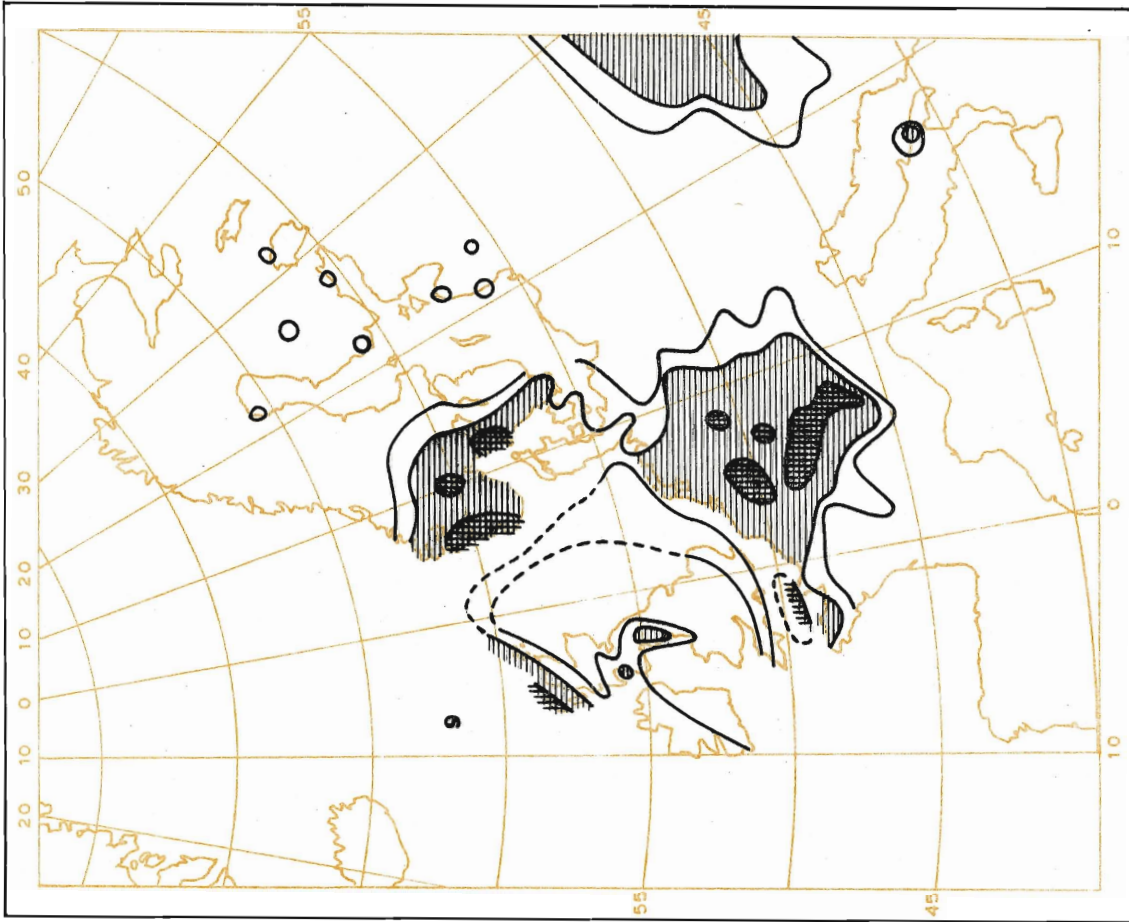


Fig. 6d
 Neerslag, gevallen in de periode van 13 november 1964
 18.00 uur g.m.t. tot 14 november 1964 06.00 uur g.m.t.

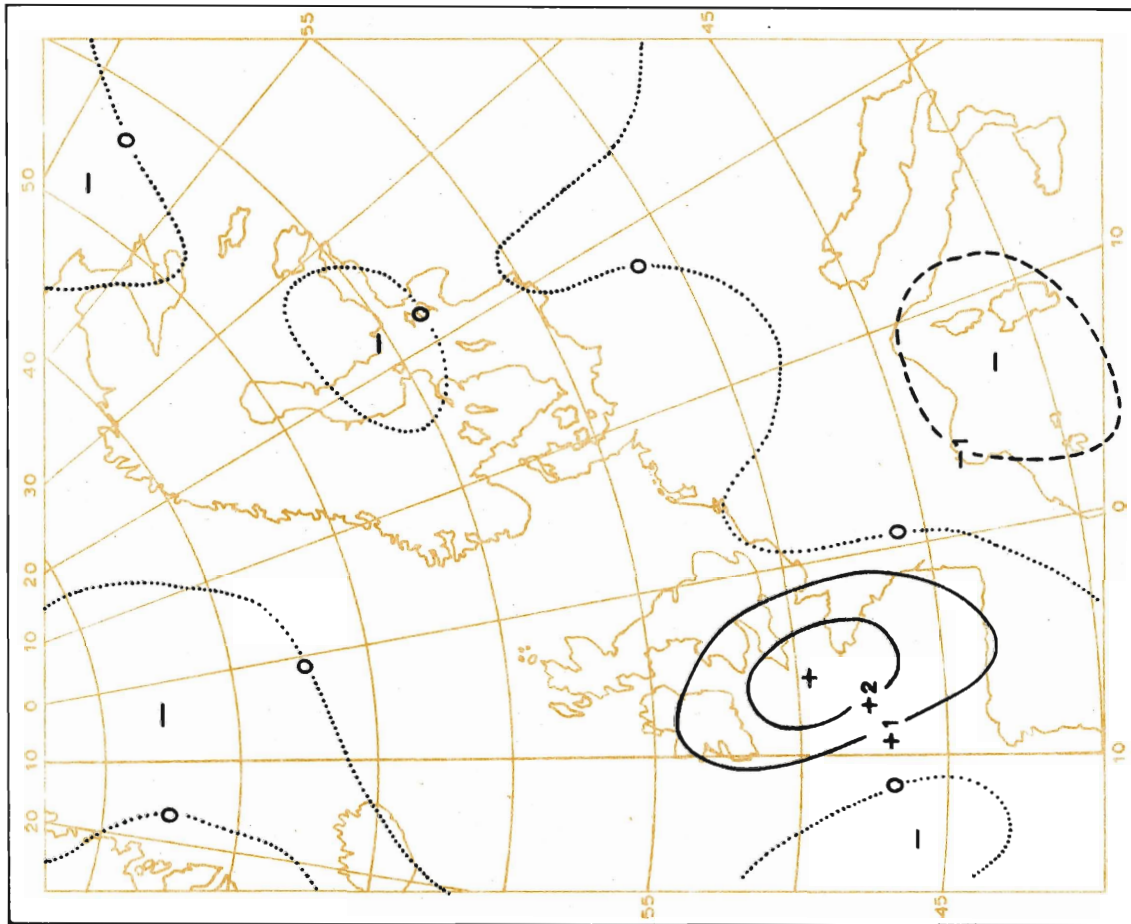


Fig. 8^c

Voorspeide verticale snelheden in het 600 mbar-niveau voor 14 november 1964 te 12 uur g.m.t. (36 uur vooruit)

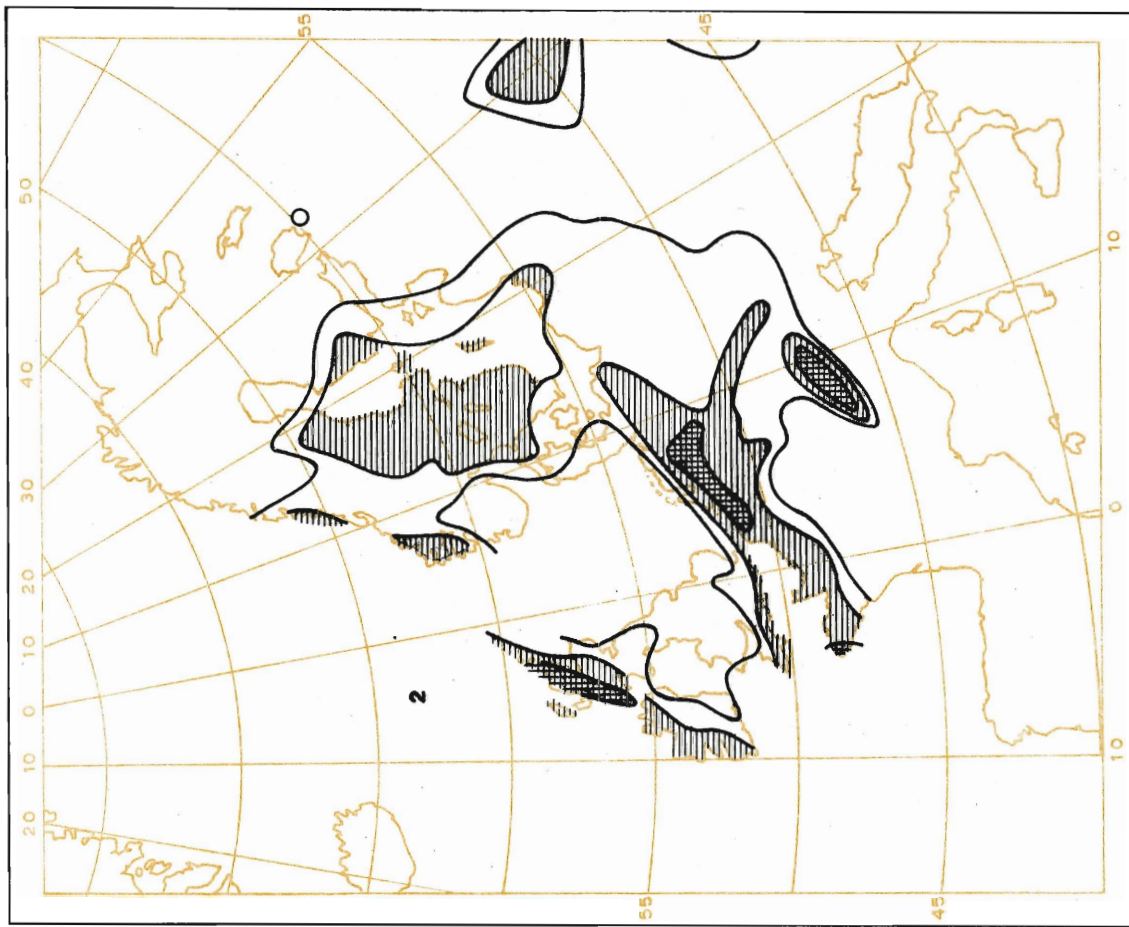


Fig. 8^f

Neerslag, gevallen op 14 november 1964 in de periode van 06:00 uur g.m.t. tot 18:00 uur g.m.t.

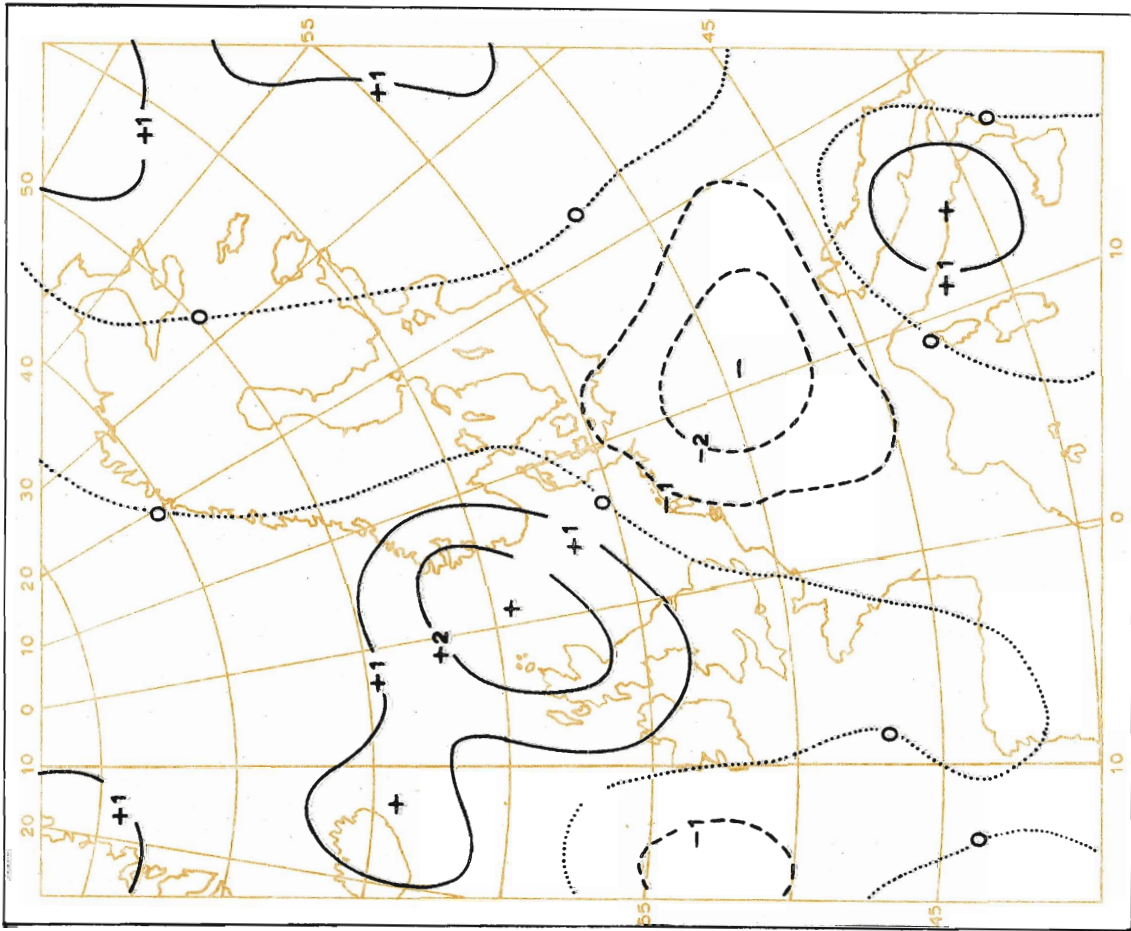


Fig. 9a

Opgetreden verticale snelheden in het 600 mbar-niveau op 19 november 1964 te 00.00 uur g.m.t.

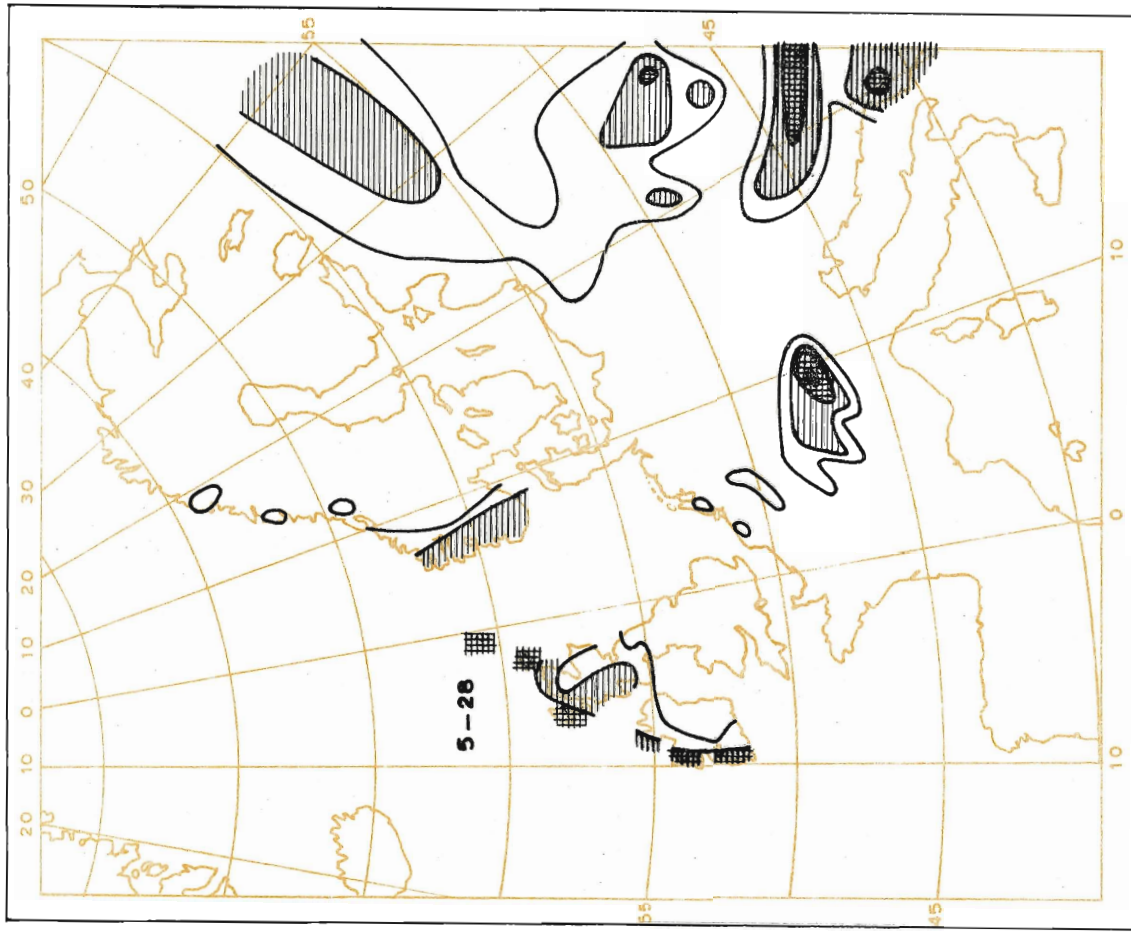


Fig. 9b

Neerslag, gevallen in de periode van 18 november 1964 18.00 uur g.m.t. tot 19 november 1964 06.00 uur g.m.t.

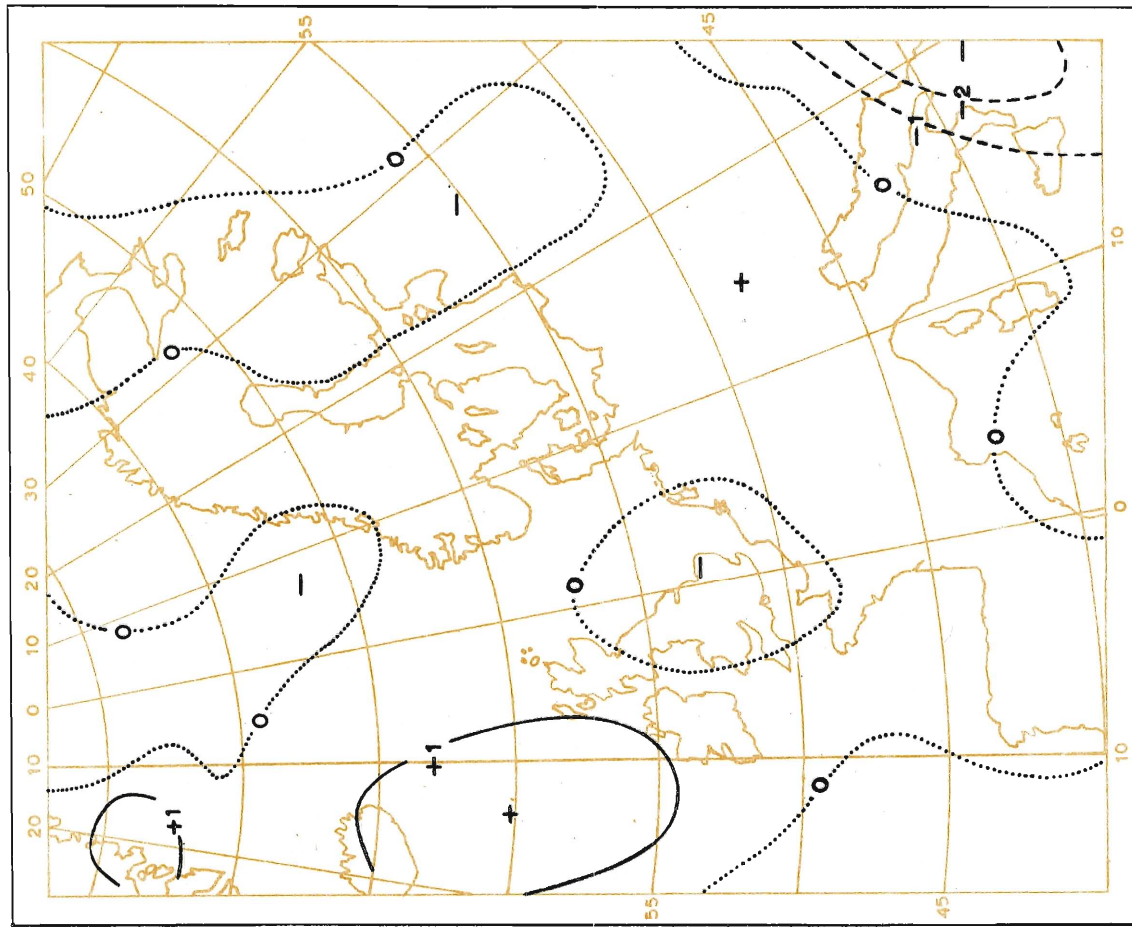


Fig. 9c

Voorspelde verticale snelheden in het 600 mbar-niveau voor 20 november 1964 te 00.00 uur (24 uur vooruit)

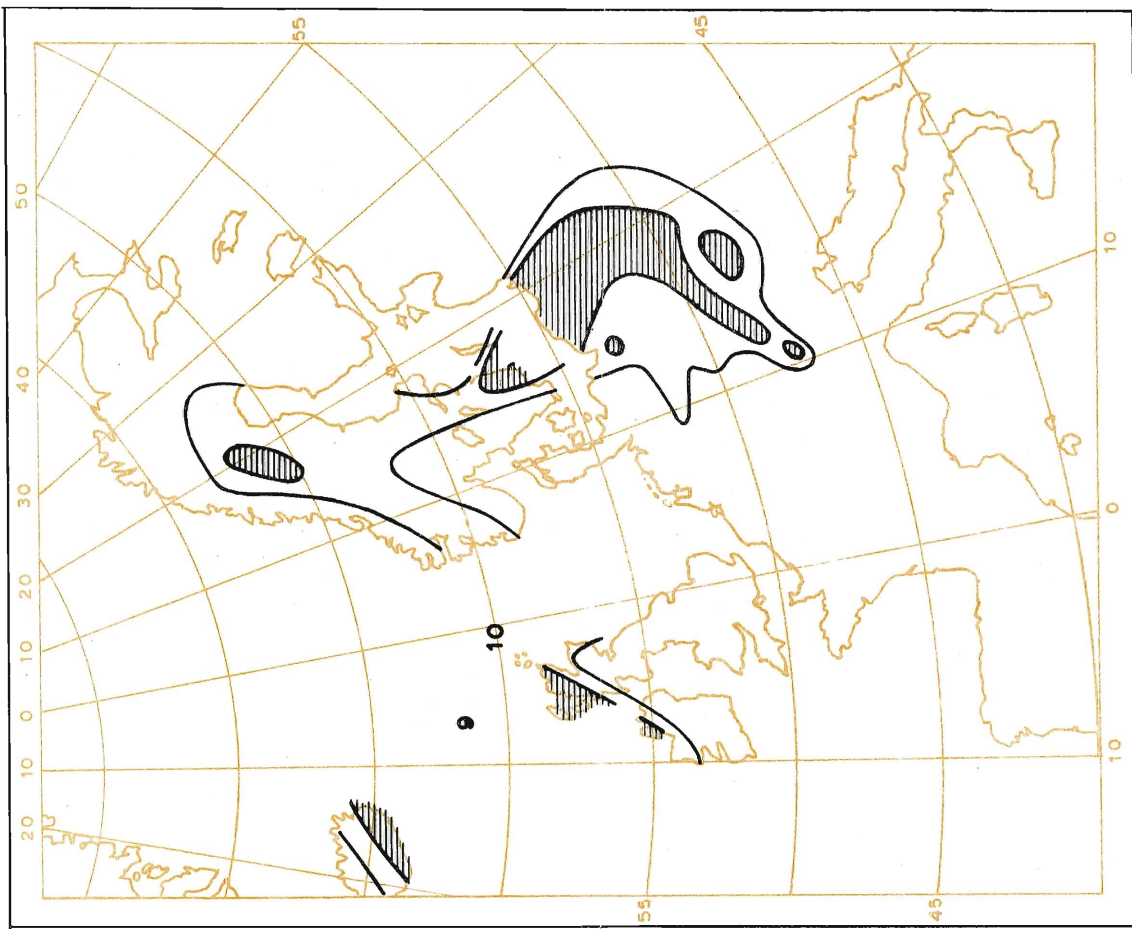


Fig. 9d

Neerslag, gevallen in de periode van 19 november 1964 18.00 uur g.m.t. tot 20 november 1964 06.00 uur g.m.t.

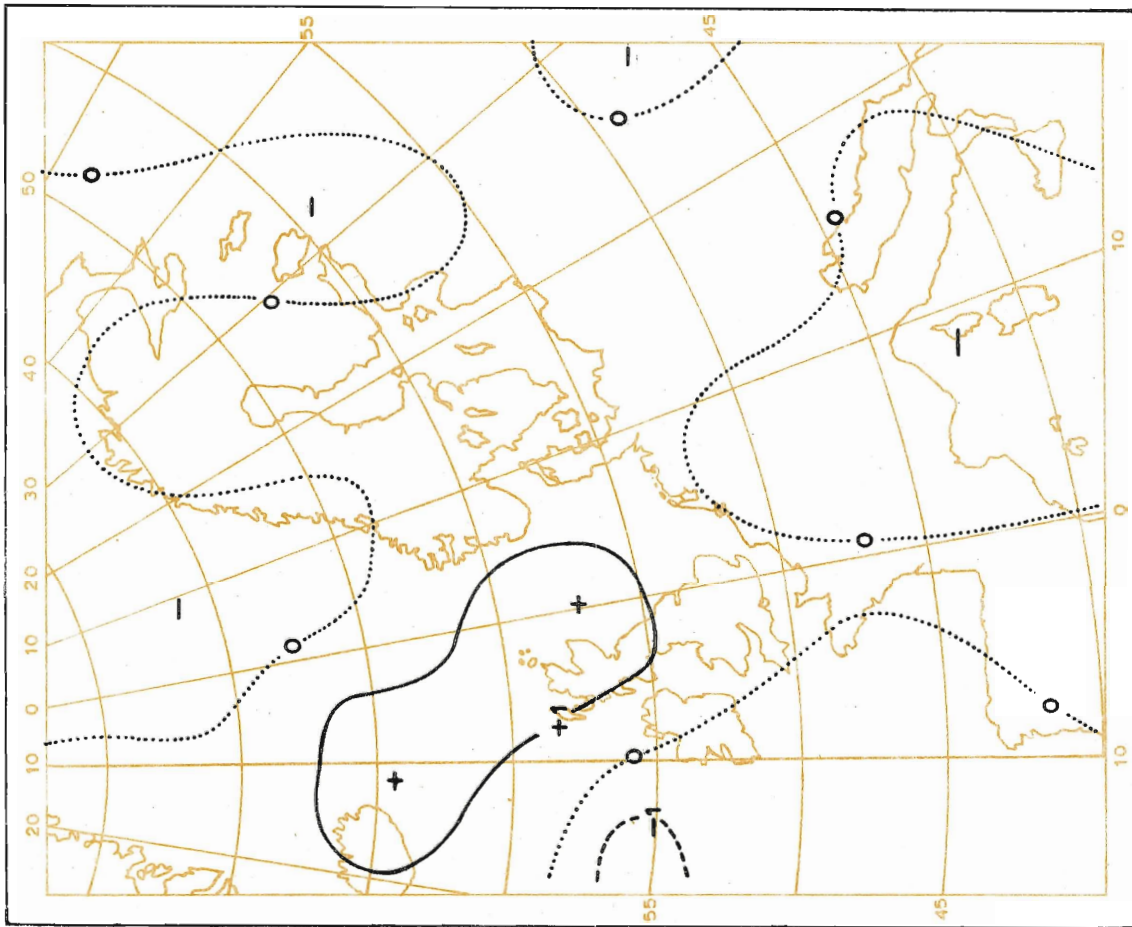


Fig. 9^e
 Voorspelde verticale snelheden in het 600 mbar-niveau
 voor 20 november 1964 te 12.00 uur g.m.t. (36 uur vooruit)

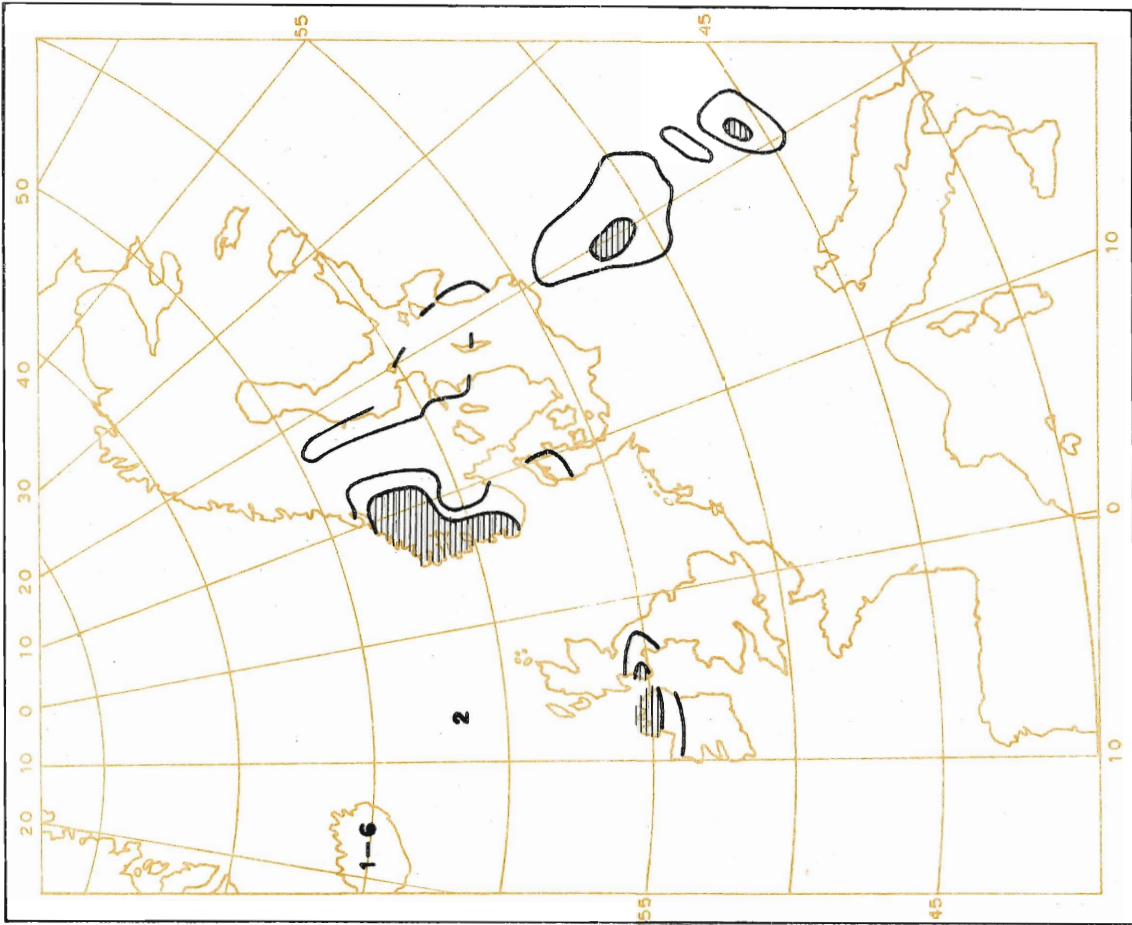


Fig. 9^f
 Neerslag, gevallen op 20 november 1964 in de periode van
 06.00 uur g.m.t. tot 18.00 uur g.m.t.

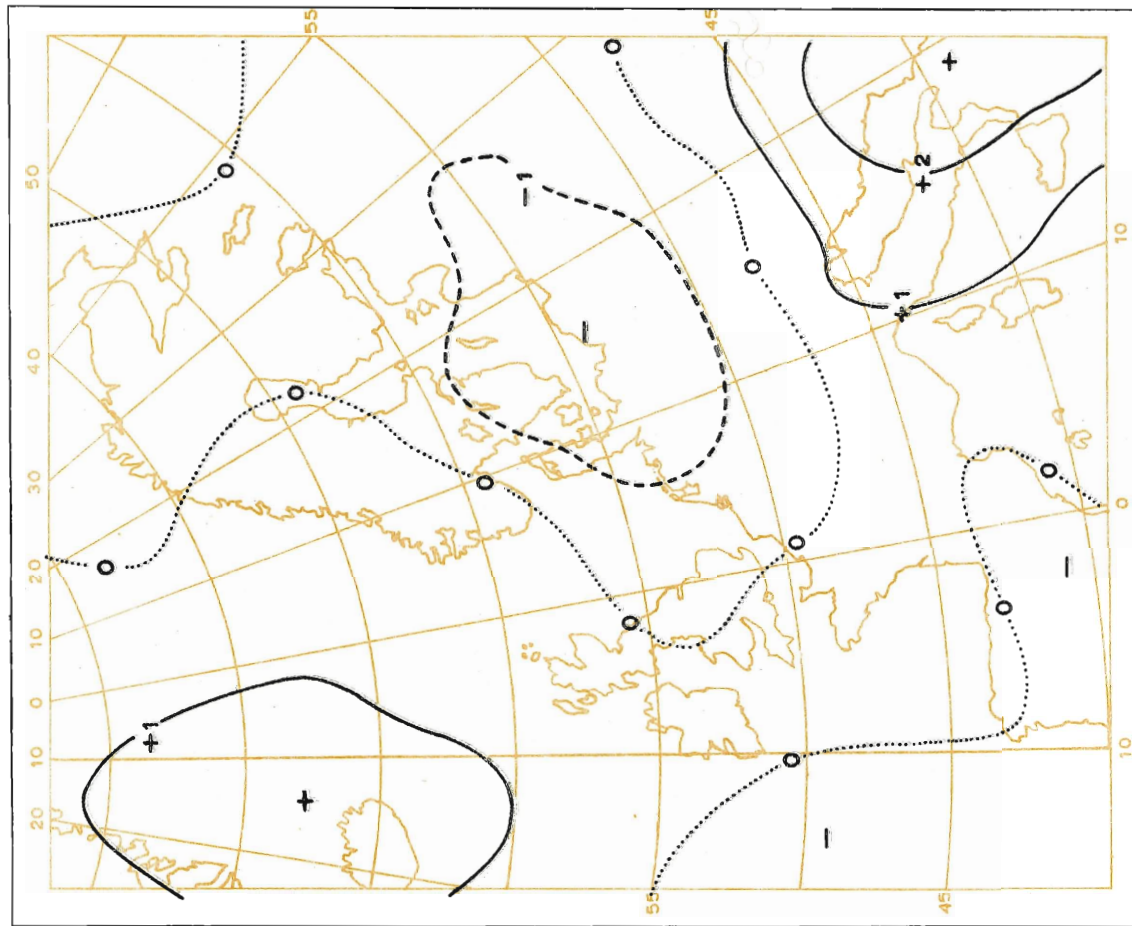


Fig.10^a
 Opgetreden verticale snelheden in het 600 m bar-niveau
 op 9 november 1964 te 00.00 uur g.m.t.

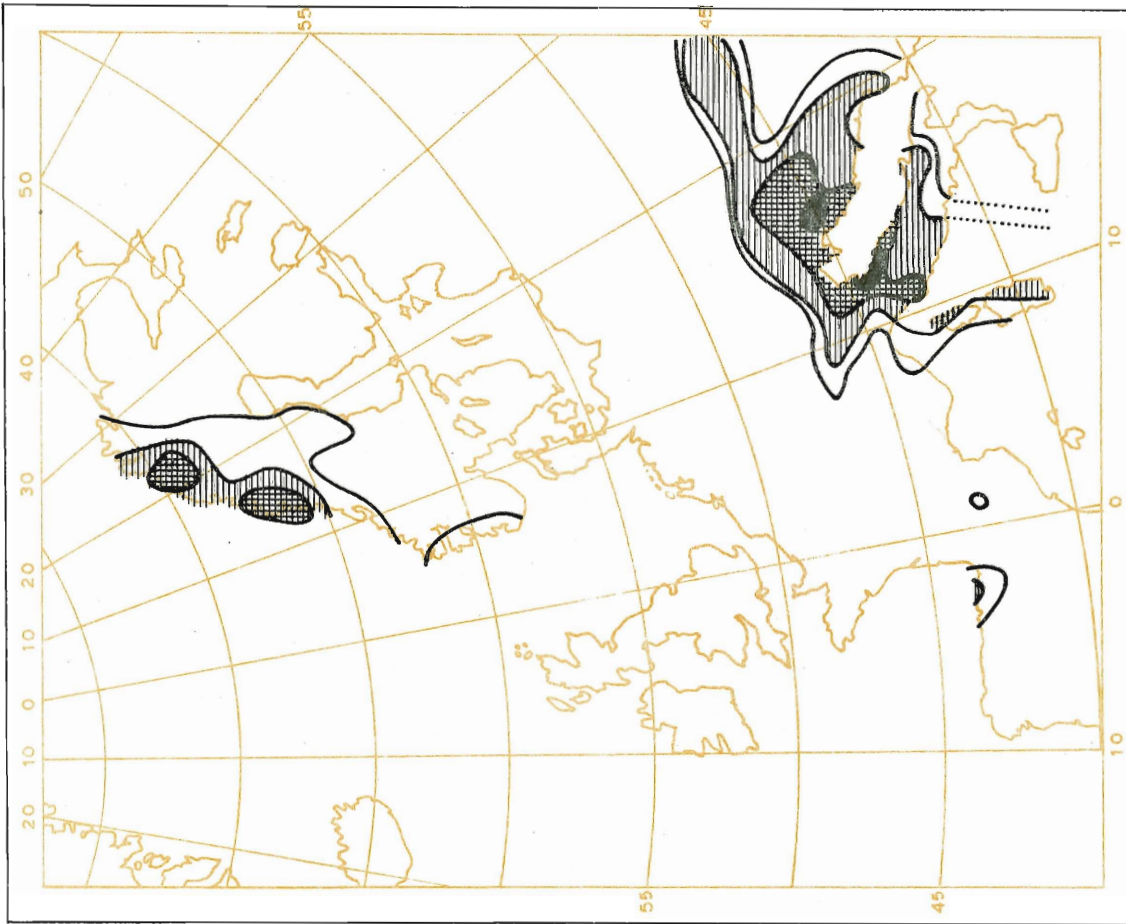


Fig.10^b
 Neerslag, gevallen in de periode van 8 november 1964
 18.00 uur g.m.t. tot 9 november 1964 06.00 uur g.m.t.

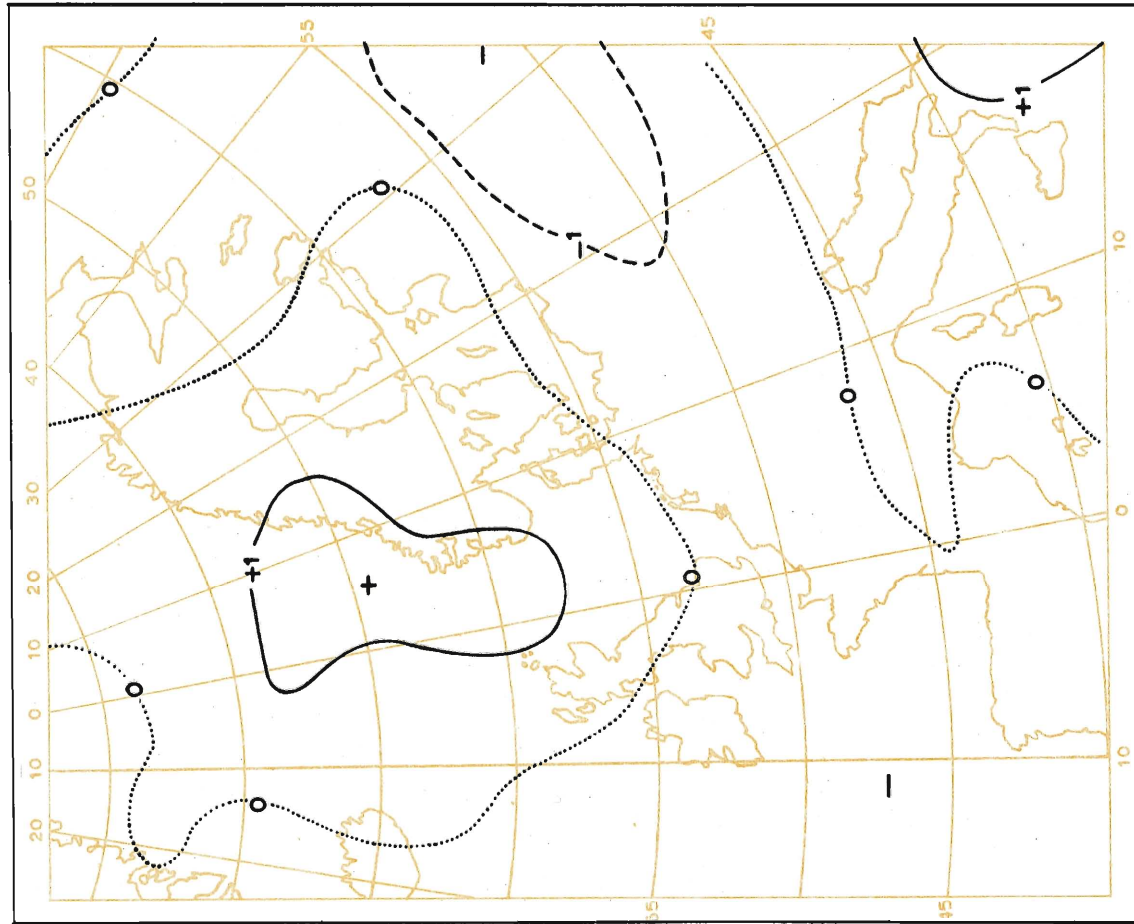


Fig.10c

Voorspeide verticale sneiheden in het 600 mbar-niveau voor 10 november 1964 te 00.00 uur g.m.t. (24 uur vooruit)



Fig.10d

Neerslag, gevallen in de periode van 9 november 1964 18.00 uur g.m.t. tot 10 november 1964 06.00 uur g.m.t.

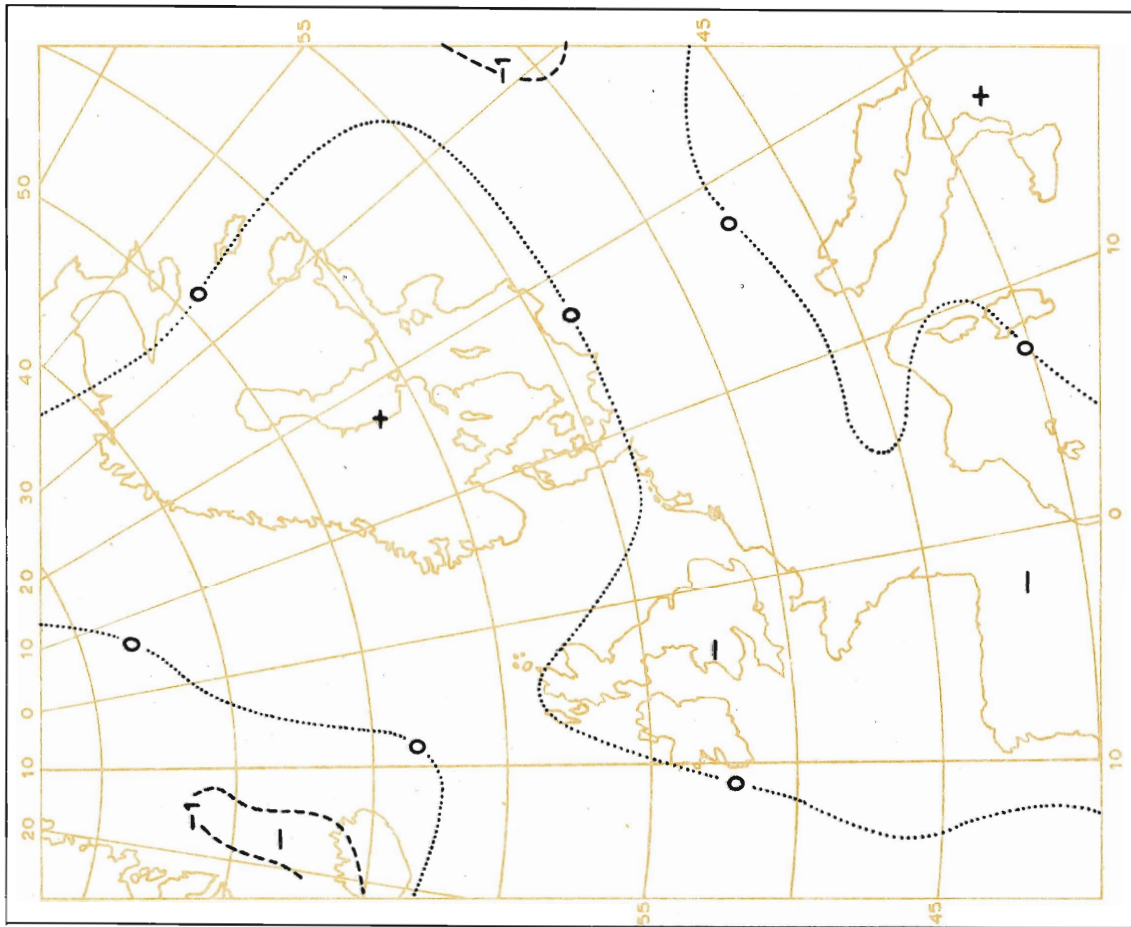


Fig. 10^e
 Voorspelde verticale snelheden in het 600 mbar-niveau
 voor 10 november 1964 te 00,00 uur g.m.t. (36 uur vooruit)

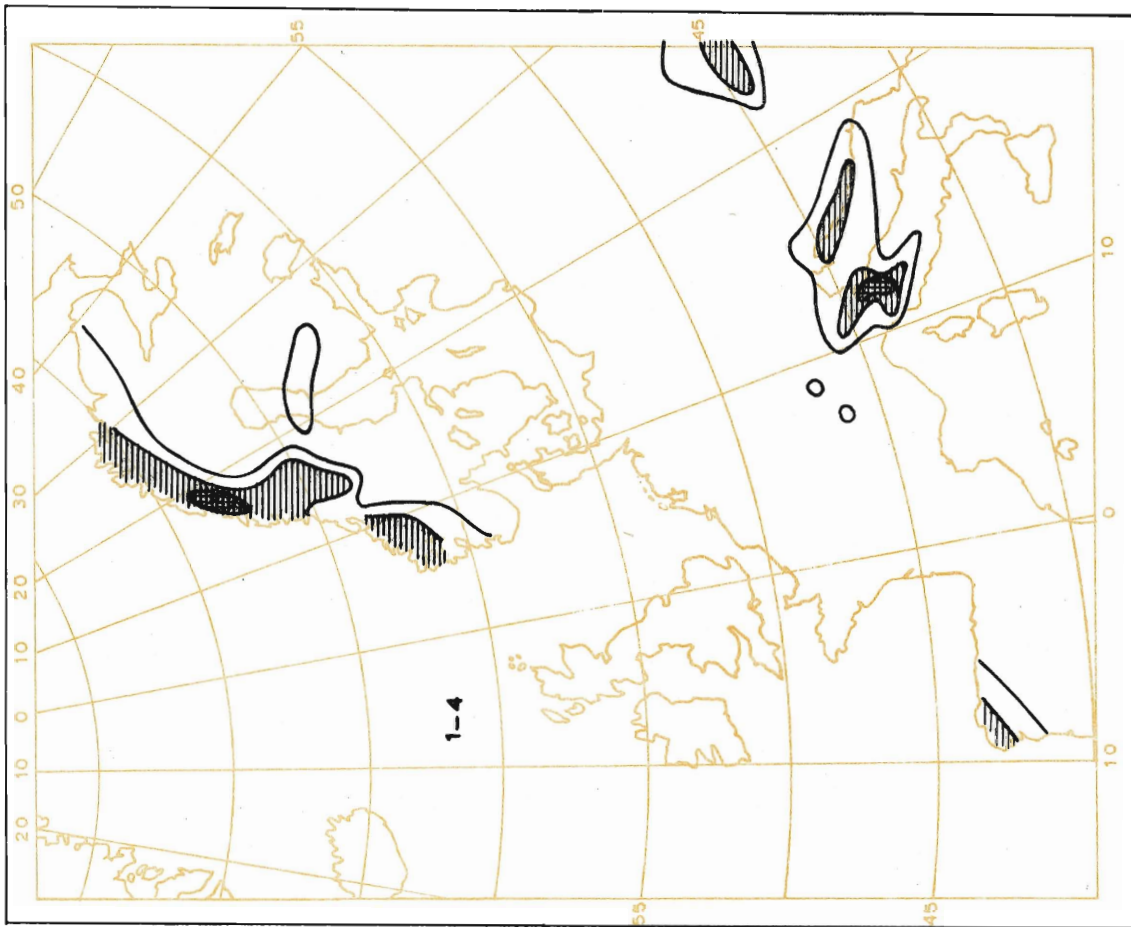


Fig. 10^f
 Neerslag, gevallen op 10 november 1964 in de periode van
 06,00 uur g.m.t. tot 18,00 uur g.m.t.

Overeenkomst patronen verticale snelheden en het isohyetenpatroon

Het aantal gevallen waarin het neerslaggebied geheel binnen het gebied met stijgende luchtbewegingen lag, was klein. Enkele voorbeelden van situaties, waarbij de patronen elkaar vrijwel bedekten, zijn gegeven in de figuren 2 tot en met 7. In de meeste gevallen was het neerslaggebied iets verschoven ten opzichte van het gebied met stijgende luchtbewegingen. Dit kan verband houden met de verplaatsingssnelheid van het laatstgenoemde gebied, m.a.w. met de verplaatsingssnelheid van de luchtdruksystemen. Wordt deze verplaatsingssnelheid niet goed voorspeld, dan wordt de verschuiving groter naarmate de voorspelde kaart verder in de toekomst ligt. Voorbeelden zijn gegeven in de figuren 8, 9 en 10. De laatste serie laat de beste voorspelling zien.

Sommige neerslaggebieden waren niet te verbinden aan een gebied met opwaartse luchtbewegingen in het opgetreden patroon. Meestal was hier sprake van neerslagvorming door lokale oorzaken, zoals stuwregens aan de loefzijde van gebergten (westkust van Noorwegen, Schotland, Ierland, Wales, Bretagne en het Iberische schiereiland) of van neerslagvorming door lokale onstabieliteit (in opvullende depressiekernen, onder koude putten, in onweersstorings- of boven berghellingen). Voorbeelden van zulke bijzondere neerslaggebieden zijn te zien in de figuren 2, 3, 4 en 9.

De algemene indruk is, dat het neerslagpatroon boven Europa geen grote afwijkingen vertoont van het gebied met stijgende luchtbewegingen op grote schaal en dat derhalve de voorspelde patronen zouden kunnen worden gebruikt bij de voorspelling van gebieden waar in de eerstvolgende 24 of 36 uur regen te verwachten is. Aangezien het J.N.W.P.C. het verzenden per facsimilé van deze kaarten naar Europa in 1968 heeft gestaakt, zijn we voor een produktie van deze kaarten aangewezen op de EL-X8.