

**KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

**WETENSCHAPPELIJK RAPPORT  
SCIENTIFIC REPORT**

**W.R. 78-6**

**F. Cannemeijer - J. Reiff - M. J. M. Saraber**

**Bepaling van brongebieden  
en trajektoriën.**



---

De Bilt, 1978

Publikationsnummer: K.N.M.I. W.R. 78-6 (M.O.)

U.D.C.: 551.511.2 :  
551.509.313 :  
551.509.52

## Inhoud

	pag.
1. Inleiding	1
2. Vergelijking van verwachte met opgetreden BK27-winden op 850 mbar en 500 mbar	2
2.1 Horizontale winden	2
2.2 Vertikale winden	3
2.3 Konklusie	5
3. Trajektoriën	6
3.1 Bepaling trajektoriën	6
3.2 Discussie betreffende de trajektoriën	7
3.3 Temperatuuradvectie n.a.v. de gekonstrueerde trajektoriën	10
4. Konklusies en aanbevelingen	12
Referenties	12
Figure captions	13

## Summary

This report presents the results of an introductory study of the possibility of setting up a trajectory model.

The introduction in chapter one contains among others some remarks about the usefulness of a trajectory model for the operational practice of weather forecasting.

The second chapter deals with a limited investigation of the accuracy of the wind prognoses, both vertical and horizontal, obtained by the operational numerical model (BK27) of the institute. The accuracy of the wind appeared to be sufficient to justify a further step into the construction of a trajectory model.

The third chapter describes six cases for which, by hand methods, 24hr trajectories have been constructed for both the 500 mbar and the 850 mbar level. The differences in trajectories calculated from analyses and calculated from prognoses were small enough to justify the construction of a computer trajectory model.

Finally, in chapter four, some conclusions and recommendations are given.

## 1. Inleiding

Onder de trajektorie van een deeltje wordt verstaan de baan, die dat deeltje in een bepaalde periode doorloopt. Een model, dat trajektoriën voor luchtdeeltjes berekent, maakt het dus mogelijk te bepalen uit welk brongebied de lucht afkomstig is, die zich - gerekend vanaf zeker tijdstip - na 24 of 36 uur boven Nederland bevindt en tevens welk traject is doorlopen.

Uitgaande van de fysische begintoestand van het luchtpakketje in het brongebied, is het dan m.b.v. een tamelijk gecompliceerd model in principe mogelijk te berekenen welke transformaties de lucht onderweg heeft ondergaan en welke de fysische eindtoestand van het pakketje is, wanneer het op het eindpunt van de trajektorie is aangekomen.

Verwacht mag worden, dat een eenvoudig trajektoriënmodel, dat brongebieden berekent, voor de meteoroloog een belangrijk hulpmiddel zal kunnen zijn bij het verkrijgen van kwalitatief inzicht in de relevante meteorologische processen van de zich ontwikkelende weerssituatie.

In eerste instantie kan een eenvoudig trajektoriënmodel worden gebruikt ter ondersteuning van objectieve methoden, waarbij de identifikatie van het brongebied (luchtsoort) essentieel is, zoals b.v. bij de verwachting van minimumtemperatuur, neerslag en zonschijn.

Het is duidelijk dat de resultaten van zo'n trajektoriënmodel slechts dan zinvol en bruikbaar zullen zijn, wanneer de berekende trajektoriën voldoende nauwkeurig zijn, hetgeen sterk van de kwaliteit van de voorspelde, drie-dimensionale windvelden (in ons geval de operationele KNMI prognosevelden: BK27-velden) afhangt. Daarom hebben we, alvorens over te gaan tot het opzetten van een trajektoriënmodel, een klein onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de windverwachting, die m.b.v. het BK27-model wordt bereikt. Vervolgens zijn voor een aantal situaties op verschillende wijze trajektoriën berekend, nl. met behulp van:

- (1) een vijftal analyses van zowel het 850 mbar- als het 500 mbar-vlak, te weten om 0000, 0600, 1200, 1800 en 0000 GMT, verkregen van de LMD te Schiphol;
- (2) een drietal analyses van BK27: 0000, 1200 en 0000 GMT van het 850 mbar- en het 500 mbar-vlak;
- (3) één analyse van BK27: 0000 GMT;  
twee prognoses van BK27: 1200 en 0000 GMT, ook van zowel het 850 mbar- als van het 500 mbar-vlak.

Dit verslag beschrijft de resultaten van beide onderzoeken. Deze resultaten zullen het aannemelijk maken een eenvoudig trajectoriënmodel op te zetten met het doel brongebieden van +24 uur "De Bilt"-lucht te berekenen.

Een volgende belangrijke stap in de ontwikkeling van een trajectoriënmodel zou daarna kunnen zijn de prognose van een temp 24 of 36 uur vooruit, zoals door Reap [1] in de Verenigde Staten reeds wordt gedaan. De meteoroloog krijgt, indien deze stap mogelijk is de beschikking over veel informatie omtrent de verticale opbouw van de atmosfeer, verandering in bewolkingstoestand, zonnenschijnpercentage, stabiliteit van de atmosfeer, vochtigheidsverloop (neerslagkans) etc. Om de mogelijkheden voor het slagen van zo'n volgende stap te onderzoeken, zal echter opnieuw een voorbereidend onderzoek noodzakelijk zijn.

## 2. Vergelijking van verwachte met opgetreden BK27-winden op 850 mbar en 500 mbar

### 2.1 Horizontale winden

Voor een achttal maanden, t.w. januari 1976 t/m augustus 1976, zijn de geostrofische winden berekend uit de BK27 +24 uur prognose voor het punt IJmuiden vergeleken met de winden verkregen uit de BK27-analyse van 24 uur later [2].

In fig. 1 zijn de uit de analyses verkregen windsnelheden ( $O_{ff}$ ) uitgezet tegen de uit de prognoses verkregen windsnelheden ( $V_{ff}$ ).

Men ziet dat de verschillen tussen de verwachte en "opgetreden" \*) windsnelheid nogal groot kunnen zijn. Hierna zijn voor drie windsnelheidsklassen in  $V_{ff}$  de absolute verschillen tussen verwachte en opgetreden windsnelheid berekend. Aangezien deze absolute verschillen grote uitschieters vertonen, is naar de mediaanwaarde van de absolute verschillen voor drie windsnelheidsklassen zowel voor 500 mbar als voor 850 mbar gekeken. De waarden hiervan worden in tabel I gegeven.

Het mediane verschil tussen verwachte en opgetreden windsnelheid neemt toe bij toenemende windsterkte. De relatieve fout (laatste regel in tabel I) echter, neemt af met toenemende windsnelheid.

De figuren 2 en 3 confronteren de opgetreden windrichtingen met de verwachte windrichtingen voor respectievelijk het 500- en het 850 mbar vlak. De punten liggen random om de  $V_{dd} = 0_{dd}$  lijn. In tabel I worden ook de mediane absolute verschillen tussen verwachte en opgetreden windrichtingen gegeven. We zien dat de windrichtingsverschillen afnemen met toenemende windsnelheid. Tabel II geeft dezelfde grootheden voor het 850 mbar vlak tabel I, maar nu voor zowel +12 uur als +24 uur. Men ziet dat de verschillen tussen de verwachte en opgetreden grootheden duidelijk veel kleiner zijn voor een 12-uur voorspelperiode dan voor een 24-uur voorspelperiode.

Een voorbeeld: Als er op 850 mbar een wind van 18 kts waait, is de voorspelde windsnelheid en windrichting over 12 uur in 50% van de gevallen  $\leq 3$  kts en  $\leq 10^\circ$  fout; over 24 uur is dat 4 kts resp.  $16^\circ$ . Dat betekent ruwweg, dat als de lucht in 24 uur in werkelijkheid van een punt A komt, 800 km van ons verwijderd, er in dit geval een kans van 50% bestaat dat hij voorspeld wordt te komen uit een gebied van zo'n 150 km om punt A heen.

## 2.2 Vertikale winden

In eerste instantie kan men een trajectoriënmodel opzetten waarbij wordt aangenomen dat het deeltje isobarisch beweegt. Met andere woorden, men neemt aan dat het luchtpakketje, dat op zeker ogenblik boven De Bilt aanwezig is op b.v. 850 mbar, zich gedurende de gehele trajectorie van b.v. 24 uur bevonden heeft op 850 mbar. Deze aanname introduceert echter fouten, aangezien wel degelijk verticale

---

\*) De uit de analyses verkregen windsnelheid en windrichting worden in het vervolg van dit verslag de opgetreden windsnelheid en windrichting genoemd.

Tabel I. Mediane verschillen tussen de verwachte +24 uur winden en de opgetreden winden op 500 mbar respectievelijk 850 mbar voor het punt IJmuiden.

$V_{ff} \rightarrow$	500 mbar			850 mbar		
	0-10 kts	11-30 kts	>30 kts	0-10 kts	11-30 kts	>30 kts
N	41	113	88	75	139	26
$\bar{V}_{ff}$	6.7 kts	20.1 kts	50.3 kts	7.4 kts	18.2 kts	41 kts
mediaan van $V_{ff} - O_{ff}$	3 kts	8 kts	10 kts	3 kts	4 kts	7 kts
mediaan van $V_{dd} - O_{dd}$	37°	22°	10°	27°	16°	14°
$\frac{\Delta ff}{V_{ff}} \times 100$	45%	40%	20%	40%	25%	17%

Tabel II. Mediane verschillen tussen de verwachte +24 uur respectievelijk +12 uur winden en de opgetreden winden op 850 mbar voor het punt IJmuiden.

$V_{ff} \rightarrow$	0-10 kts		11-30 kts		>30 kts	
	+24	+12	+24	+12	+24	+12
voorspel- termijn						
N	75	68	139	140	26	31
$V_{ff}$	7.4 kts	6.6 kts	18.2 kts	18.7 kts	41 kts	37.8 kts
mediaan van $V_{ff} - O_{ff}$	3 kts	2 kts	4 kts	3 kts	7 kts	3 kts
mediaan van $V_{dd} - O_{dd}$	27°	16°	16°	10°	14°	6°
$\frac{\Delta ff}{V_{ff}} \times 100$	40%	30%	25%	16%	17%	8%



bewegingen ( $\omega = \frac{dp}{dt} \neq 0$ ) voorkomen. Verwaarlozing van deze verticale bewegingen geven aanleiding tot het gebruik van andere (verkeerde) horizontale windsnelheden. Het gevolg van deze verwaarlozing kan zijn dat er totaal andere trajektoriën en dientengevolge andere bron-gebieden voorspeld worden. Voor een voorbeeld hiervan zie Danielsen [3]. Vertikale bewegingen zullen daarom zeker in rekening gebracht moeten worden en wel langs de gehele trajektorie. De nauwkeurigheid waarmee deze bewegingen kunnen worden berekend lijkt hierbij van groot belang.

Teneinde een indruk te verkrijgen omtrent de nauwkeurigheid van de berekening van de verticale beweging is gekeken naar de gemiddelde verticale snelheid over de laag 500-850 mbar, zoals deze door het BK27-model wordt berekend. Uitgegaan werd van 00 GMT gegevens [2].<sup>1)</sup> Daarbij bleek dat gedurende de periode jan. '76 t/m aug. '76 de +24 uur forecast-waarden van de gemiddelde verticale snelheden in het roosterpunt Eelde (in mbar/24hr) een correlatiecoëfficiënt van slechts 0.45 vertoonden met de opgetreden waarden. Voor +12 was de correlatiecoëfficiënt 0.5. Bovendien bleek dat voor de +24 uur forecast in 33% van de 239 gevallen de opgetreden waarde tegengesteld van teken was aan de voorspelde! Voor +12 uur kwam dit in 22% van de gevallen voor.

De nauwkeurigheid waarmee de gemiddelde verticale snelheid over de laag 850-500 mbar berekend wordt m.b.v. het BK27-model blijkt niet erg groot te zijn. Bij invoering van een verbeterde versie van het BK27-model [4] mag echter worden verwacht, dat naast de loopsnelheid van de systemen ook de verticale bewegingen beter zullen worden voorspeld.

### 2.3 Konklusie

De resultaten van de BK27 24-uurs windvoorspellingen, zoals die hierboven zijn geschetst, rechtvaardigen o.i. de volgende stap in het onderzoek naar een brongebiedmodel, namelijk het met de hand konstrueren van trajektoriën.

---

1) Indien bij het bepalen van de trajektoriën gebruik gemaakt gaat worden van verticale snelheden, kan men natuurlijk niet bovenstaande gemiddelde verticale snelheden gebruiken, maar moet men op verschillende niveaus (300, 500 en 800 mbar) verticale snelheden berekenen.

### 3. Trajektoriën

#### 3.1 Bepaling trajektoriën

Voor een zestal data zijn 24-uurs trajektoriën bepaald. De keuze van deze data was niet geheel willekeurig. Strakke West-circulaties en situaties met fronten die Nederland passeren werden uitgesloten. De meeste gevallen worden gedomineerd door hogedrukgebieden, die gedurende 24 uur een verplaatsing ondergaan.

De volgende situaties werden uitgekozen:

winter	{	30/1/1976	Oostelijke stroming	fig. 4 en 5
		16/2/1976	Zuidoostelijke stroming	fig. 6 en 7
voor- jaar	{	19/4/1976	Noordwestelijke stroming	fig. 8 en 9
		9/5/1976	Zuidoostelijke stroming	fig. 10 en 11
zomer	{	12/7/1976	Zwakke, veranderlijke stroming	fig. 12 en 13
		20/8/1976	Noordelijke stroming	fig. 14 en 15

De figuren geven de uitgangstoestand om 0000 GMT van de betreffende dag voor resp. 850 mbar en 500 mbar weer. (Analyses door LMD Schiphol). In de figuren zijn ook de trajektoriën getekend, die zijn verkregen op een drietal manieren, t.w.

- (1) met gebruikmaking van de analyses van 850 mbar en 500 mbar vervaardigd te Schiphol. Voor iedere datum was beschikbaar de 0000, 1200 en 2400 GMT hoogte-analyse van het 850 mbar resp. 500 mbar vlak en de 0600 en 1800 GMT analyse van het stromingsveld op 850 mbar en 500 mbar. De werkwijze was als volgt:  
Op de 2400 GMT analyse werd ter plaatse van Eelde (= roosterpunt van het BK27) een schatting gemaakt van windsnelheid en windrichting. Met behulp van deze wind werd een (voorlopige) 1800 GMT positie verkregen. Op deze positie werd uit de 1800 GMT windanalyse de wind geschat. Deze wind werd gemiddeld met de wind te Eelde om 2400 GMT. Deze gemiddelde wind werd gebruikt om opnieuw vanuit Eelde een 6-uurs trajektorie te tekenen.<sup>1)</sup> Ter plaatse van dit nieuwe windpunt werd een nieuwe wind geacht, welke werd gebruikt om 6 uur verder terug te gaan.

---

1) Wanneer het "nieuwe" eindpunt, dat met de gemiddelde wind werd berekend, veel van het eerste eindpunt verschilde, werd een nieuw gemiddelde opgemaakt tussen de Eelde-wind van 2400 GMT en de 1800 GMT wind van dit "nieuwe" eindpunt.

Op deze wijze in vier stappen van 6 uur teruggaande, werd een 24-uurs trajektorie geconstrueerd.

- (2) met behulp van de 2400, 1200 en 000 GMT BK27-analyses werden windsnelheden en windrichtingen in ieder roosterpunt van het BK27-veld bepaald. Voor de bepaling van de winden in punten gelegen tussen de roosterpunten werd schattenderwijs geïnterpoleerd. Op analoge wijze als bij de Schiphol-analyses werden 24-uurs trajektoriën geconstrueerd, met het verschil dat hier in twee stappen van 12 uur werd gewerkt.
- (3) Op analoge wijze als onder (2), maar nu met de +24 en +12 uur prognose i.p.v. de 2400 en 1200 GMT analyse, werden 24-uurs trajektoriën getekend.

In de figuren 4 t/m 15 zijn de op bovenvermelde wijzen bepaalde trajektoriën weergegeven.

### 3.2 Discussie betreffende de trajektoriën

Tabel III geeft een overzicht van afstanden tussen de op de drie verschillende wijzen bepaalde brongebieden. In de rij achter % staat in percentages vermeld: de afstand tussen brongebieden van de BK27-analyses en -prognoses (rij 3-2) gedeeld door de afstand Eelde → 2. Deze laatste getallen vormen een relatieve maat voor de nauwkeurigheid van brongebiedsbepaling op basis van BK27-prognoses.

Men ziet in de rij achter 2-1 dat de afstanden tussen de brongebieden zoals bepaald met behulp van de BK27-analyses enerzijds en die met behulp van de Schiphol-analyses anderzijds nogal groot zijn. De mediaan van de percentages verkregen door de getallen uit de rij 2-1 te delen door de afstand Eelde → 2 en te vermenigvuldigen met 100 is 36%. In drie gevallen, nl. 30/1 op 500 mbar en 19/4 en 12/7 op 850 mbar, is de onderlinge afstand tussen de via de twee soorten analyses verkregen brongebieden veel groter dan de afgelegde afstand van het BK27-analyse brongebied tot Eelde.

Tabel III. Vergelijking van afstanden tussen de op verschillende manieren bepaalde brongebieden.

datum (1976) →	afstanden tussen de brongebieden, in km											
	30/1		16/2		19/4		9/5		12/7		20/8	
drukvlak →	850	500	850	500	850	500	850	500	850	500	850	500
2-1	220	630	360	290	370	200	320	360	290	100	130	490
3-2	180	180	190	170	240	90	290	240	90	80	110	510
Eelde → 2	1000	520	1000	630	280	520	980	760	80	350	800	1900
%	18	35	19	27	86	17	30	32	113	23	14	27
<p>2-1 : afstand tussen BK27-analyse brongebied en Schiphol-analyse brongebied, in km.</p> <p>3-2 : afstand tussen BK27-prognose brongebied en BK27-analyse brongebied, in km.</p> <p>Eelde → 2 : afstand tussen BK27-analyse brongebied en Eelde, in km.</p>												

De oorzaken van deze verschillen moeten worden gezocht in één of meerdere van de volgende verschillen tussen de twee bepalingswijzen van de trajektoriën:

- (1) Verschil in tijdstap: 6 uur bij de Schiphol-analyses;  
12 uur bij de BK27-analyses.
- (2) Verschil tussen Schiphol- en BK27-analyses: de laatste is namelijk minder gedetailleerd ten gevolge van het gladstrijken.
- (3) Wijze van interpoleren:  
BK27 : interpoleren tussen roosterpuntsnelheden.  
Schiphol: interpoleren tussen aerologische stationswaarnemingen.

De invloed van het verschil in tijdstap (6 uur versus 12 uur) tussen de twee methoden is te illustreren aan de hand van fig. 7, waar de trajektoriën getekend zijn voor 16/2/76 op 850 mbar. De Schiphol-analyse trajektorie met eindpunt Eelde (trajektorie 1) is duidelijk gekromd, terwijl de BK27-analyse trajektorie (trajektorie 2) totaal niet gekromd is. Bovendien liggen de brongebieden 370 km van elkaar verwijderd. Bij nadere analyse bleek, dat indien de Schiphol-analyse trajektorie wordt geconstrueerd in twee stappen van 12 uur, er een

heel ander resultaat te zien is (fig. 7, de streeplijn eindigend in Eelde). De brongebieden liggen in dat geval slechts op een afstand van 100 km van elkaar. Dat betekent niet, dat de BK27-analyse trajektorie de werkelijk uitgevoerde baan zou zijn. Integendeel, in dit geval is de gebruikte tijdstap van 12 uur duidelijk te groot en zal de Schiphol-analyse trajektorie, met tijdstap van 6 uur, de werkelijkheid waarschijnlijk beter benaderen.

Een voorbeeld van verschillende trajektorieën ten gevolge van een verschil tussen Schiphol- en BK27-analyse is te zien in fig. 9. Hier is op de Schiphol-analyse plaatselijk een veel grotere gradiënt te vinden dan op de BK27-analyse. Dientengevolge is de trajektorie op basis van de Schiphol-analyse veel langer dan die, gebaseerd op de BK27-analyse.

Een voorbeeld van een geval waarbij de wijze van interpoleren een rol speelt is de 24-uurs trajektorie van 30/1/1976 op 500 mbar. Fig. 4 laat zien dat de trajektorie geconstrueerd op basis van de Schiphol-analyses (trajektorie 1 → Eelde) zeer veel afwijkt van de trajektorie verkregen met behulp van de BK27-analyses (trajektorie 2 → Eelde). De oorzaak hiervan moet worden gezocht in het feit dat bij de eerste stap van 0000 GMT terug naar 1800 GMT een scherpe trog ten zuiden van ons land wordt gepasseerd. Bij de volgende iteratieve stappen ruimt daardoor de toe te passen gemiddelde wind en krijgt de trajektorie het geschetste verloop. Het resultaat blijkt sterk afhankelijk van de schatting van de wind, die gebruikt wordt bij de eerste stap. Een kleine krimpings van de geschatte wind ( $10$  à  $20^\circ$ ) heeft tot gevolg dat de trog-as niet wordt gepasseerd en de trajektorie een zuidoostelijke richting aanneemt. Ook bij gebruik van tijdstappen kleiner dan 6 uur blijft men bij de constructie van de trajektorie ten noorden van de trog en lijkt het resultaat veel meer op de trajektorie zoals met behulp van de BK27-analyses is verkregen.

Uit bovenstaande voorbeelden en uit tabel III blijkt, dat de uit de 12-uurs BK27-analyses en 6-uurs Schiphol-analyses bepaalde brongebieden nog een grote fout kunnen bevatten. We nemen aan, dat deze twee manieren van analyseren zo verschillend zijn, dat we de getallen van 2-1 als een maat voor de fout in het brongebied bepaald met

analyses kunnen opvatten, waarbij we het verschil in tijdstap tussen beide analysemethoden als foutenbron even verwaarlozen. Dan blijkt dat in zes van de twaalf gevallen de plaats van een brongebied meer dan 36% van de afstand Eelde-brongebied afwijkt.

Bij vergelijking van de ligging van de brongebieden bepaald met behulp van de BK27-analyses met die bepaald met behulp van de BK27-prognoses (rijen 3-2 en % in tabel III) is het enige verschil bij het bepalen van de trajektoriën gelegen in de gebruikte snelheidsvelden. In het ene geval dus de snelheidsvelden verkregen uit de BK27-analyses en in het andere geval de snelheidsvelden verkregen uit de prognoses van het BK27-model. In tien van de twaalf gevallen bedragen de optredende afstanden tussen de op de twee manieren bepaalde brongebieden minder dan 40% van de totaal afgelegde afstand Eelde-BK27-analyse brongebied. De mediaan van de procentuele verschillen van de twaalf gevallen bedraagt 28%. De twee situaties, waarbij de procentuele "onnauwkeurigheid" in de brongebiedsbepaling 86% (19/4/76, 850 mbar) en 113% (12/7/76, 850 mbar) bedraagt, zijn situaties met kleine gradiënten, waarvoor te verwachten is (zie paragraaf 2.1) dat grote relatieve afwijkingen kunnen optreden.

We zien dat twee verschillende manieren van analyseren gemiddeld grotere verschillen in brongebieden opleveren dan het gebruik van twee verschillende (maar op elkaar gelijkende) windvelden (het analyseren en het prognose-windveld). Een opvallend resultaat; dat enig vertrouwen in het gebruik van prognoses voor de bepaling van brongebieden geeft. De tijdstap van 12 uur zal dan echter wel kleiner moeten worden.

### 3.3 Temperatuuradvectie n.a.v. de gekonstrueerde trajektoriën

Teneinde een indruk te krijgen van de mogelijkheden een betrouwbare prognose te leveren van de temperatuurveranderingen, die in de hogere luchtlagen optreden, zijn met behulp van de trajektoriën de temperaturen van de brongebieden naar Nederland geadvecteerd en vergeleken met de werkelijk opgetreden waarden. Hierbij zijn de trajektoriën als isobarisch beschouwd, zodat de temperatuur van het brongebied direkt vergelijkbaar is met de werkelijk opgetreden waarde. De resultaten zijn in tabel IV weergegeven, waarbij de begintemperaturen zijn gemiddeld over het brongebied.

Tabel IV. Temperaturen in brongebieden (zoals bepaald m.b.v. BK27 prognoses) en boven Nederland (Eelde) opgetreden waarden.

datum	500 mbar			850 mbar		
	T(00)		T(+24)	T(00)		T(+24)
	bron	Eelde	Eelde	bron	Eelde	Eelde
30/1/76	-32	-29	-29	-11	-10	-8
16/2/76	-26	-25	-26	-1	-6	0
19/4/76	-21	-21	-22	+3	+4	+4
9/5/76	-16	-18	-17	+13	+14	+15
12/7/76	-12	-14	-14	+12	+12	+12
20/8/76	-13	-17	-13	-9	-11	-11

Uit tabel IV blijkt, dat de verschillen tussen de temperatuur van dit brongebied en de werkelijk opgetreden waarden boven Nederland in het algemeen slechts enkele graden bedragen. Het blijkt dat in tien van de twaalf gevallen de temperatuur te Eelde op +24hr niet meer dan 2° C verschilt van de temperatuur te Eelde op +00hr (persistentie). In de twee niet-persistente gevallen, nl. 16/2/76, 850 mbar, en 20/8/76, 500 mbar, met temperatuurveranderingen van +6° C resp. +4° C, is een goede overeenkomst te vinden tussen T(00) van het brongebied en T(+24) te Eelde.

Omdat het beeld van de mogelijkheden, die aanleiding kunnen geven tot verschillen tussen T(00) van het brongebied en T(+24) van Eelde, niet erg eenduidig is, wordt hier slechts volstaan met een opsomming van die mogelijkheden:

- I      adiabatische processen t.g.v. verticale beweging en niet-adiabatische processen (bijv. straling, condensatie);
- II     verkeerde brongebieden;
- III    orografische effecten;
- IV     natuurlijke spreiding in de temperatuur in het brongebied;
- V      meetfouten.

#### 4. Konclusies en aanbevelingen

- De resultaten van het in dit verslag beschreven onderzoek rechtvaardigen het opzetten van een in eerste instantie eenvoudig rekenmodel waarmee trajektoriën en brongebieden kunnen worden bepaald.
- De brongebieden bepaald m.b.v. de Schiphol-analyses en de brongebieden bepaald m.b.v. de BK27-analyses liggen in zes van de twaalf gevallen minder dan 300 km en in tien van de twaalf gevallen minder dan 400 km van elkaar (paragraaf 3.2).
- De brongebieden bepaald m.b.v. de BK27-analyses en de brongebieden bepaald m.b.v. de BK27-prognoses blijken in acht van de twaalf gevallen minder dan 200 km en in tien van de twaalf gevallen minder dan 250 km van elkaar te liggen (paragraaf 3.2).
- De overeenkomst tussen de BK27-analyse brongebieden en de BK27-prognose brongebieden is veel groter dan tussen de BK27-analyse brongebieden en de Schiphol-analyse brongebieden.
- De "gemiddelde" afstand tussen verwachte en "gerealiseerde" brongebieden is in overeenstemming met de onnauwkeurigheid, die verwacht werd na onderzoek aan de nauwkeurigheid van de BK-27-windverwachting voor +12 en +24 uur (paragraaf 2.1).
- Hoewel invoering van verticale bewegingen in het trajektorie-model aan de ene kant noodzakelijk is (zie Danielsen), is het twijfelachtig daarvoor de resultaten van het huidige, operationele BK27-model te gebruiken (paragraaf 2.2).

#### Referenties

- 1 Reap, R.M. (1972): An operational three -dimensional trajectory model, J. Appl. Met., 11, 1193.
- 2 Verica-lijsten, voor beschrijving zie Heijboer, L.C., Memorandum 72-009.
- 3 Danielsen, E.F. (1961): Trajectories: isobaric, isentropic and actual, J. Meteor., 18, 479.
- 4 Bernard, J.H.A. en Opsteegh, J.D. (1977): Verificatietest van een BK3-model met gewijzigde modelconstanten op een bestaande data-set. KNMI Verslagen V-289.



Figure captions

Figure 1 At IJmuiden the analyzed wind speed ( $O_{ff}$ ) and the +24 forecast wind speed ( $V_{ff}$ ) are compared. Both winds are obtained from BK27.

a) for 500 mbar      b) for 850 mbar.

The solid line gives the best regression.

Figure 2 As figure 1, but now for wind direction at 500 mbar.  
o refers to wind speeds less than or equal to 10 kts.  
+ refers to wind speeds between 11 and 30 kts.  
. refers to wind speeds greater than 30 kts.

The solid line refers to  $O_{dd} = V_{dd}$ .

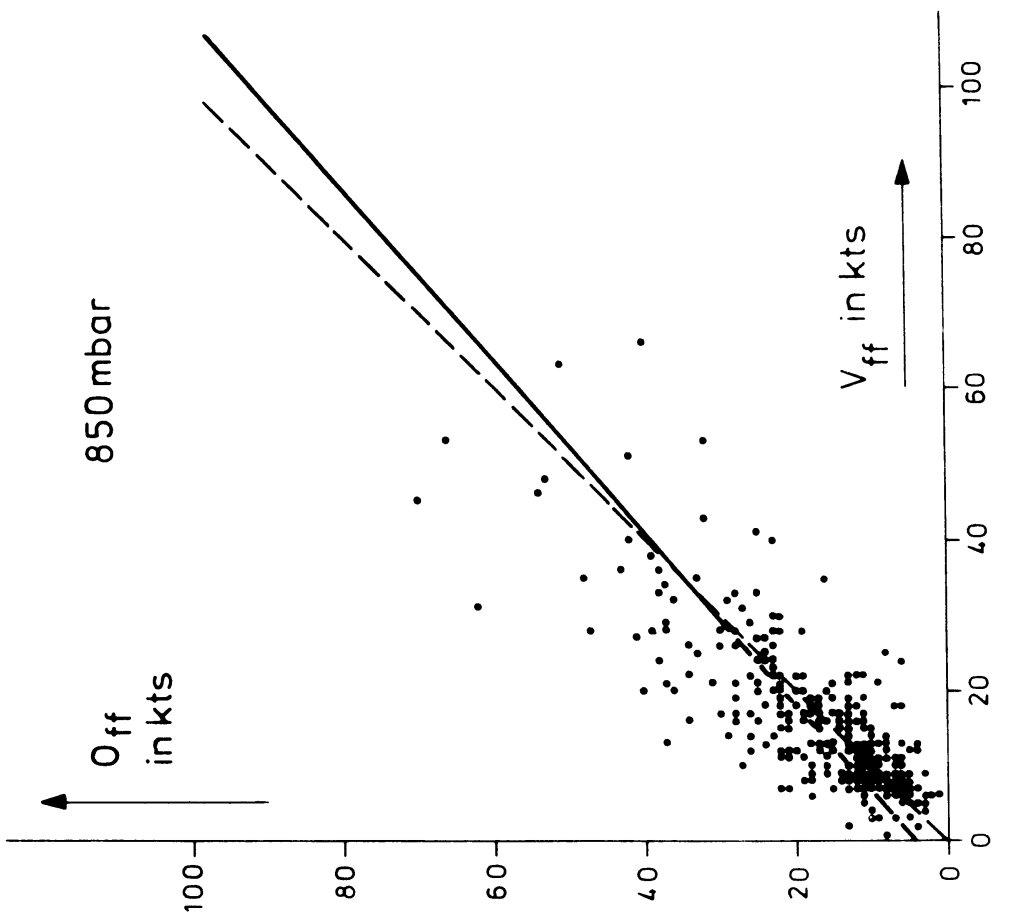
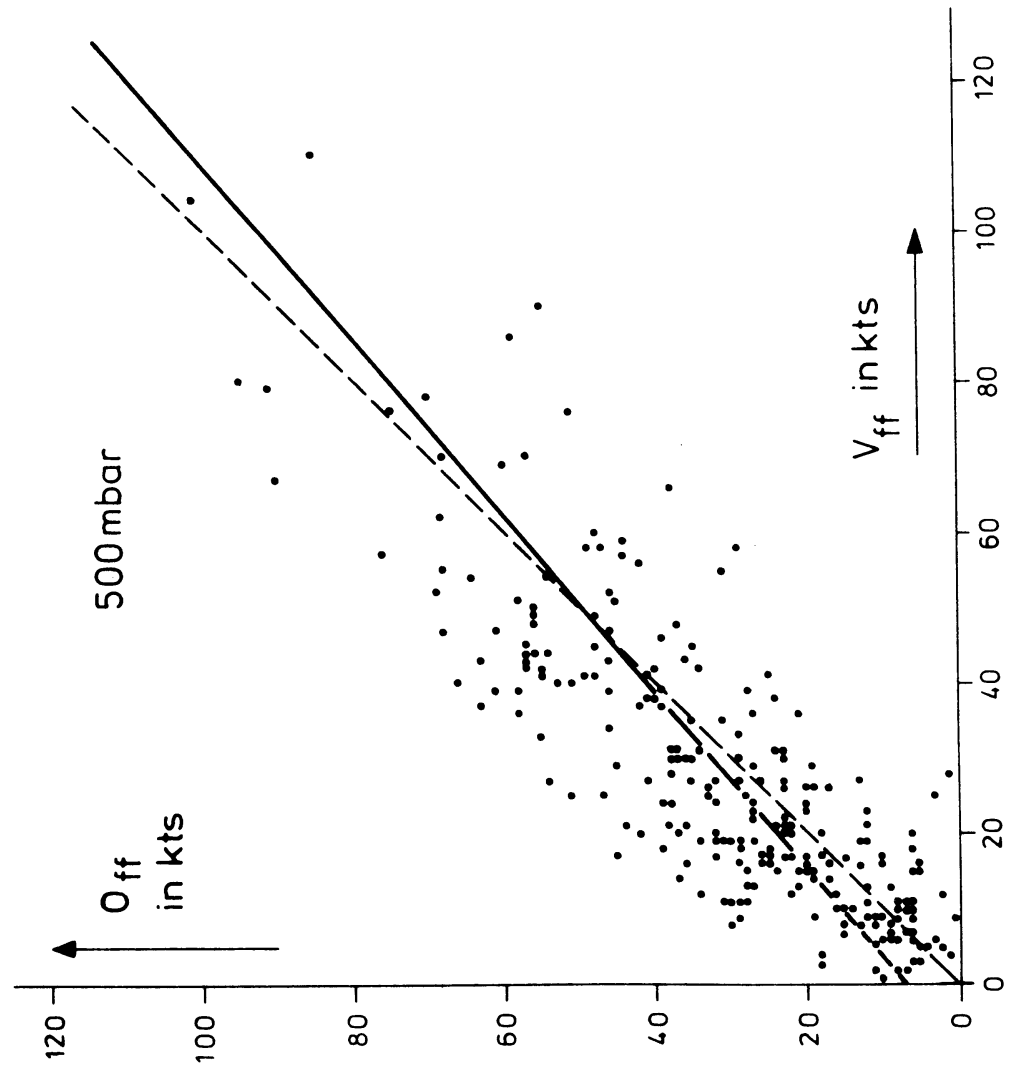
Figure 3 As figure 2, but for 850 mbar.

Figures 4-15 Three 24-hour trajectories are given in a streamline analysis at the initial situation at 0000z (Schiphol analysis). The broad arrows in centres of low and high pressure systems refer to the 24-hour displacement of these centres. Each trajectory ends after 24 hour at Eelde (only a trajectory with an accent (')) ends at De Bilt).

1..... refers to trajectories for which 6-hour Schiphol handmade streamline analyses have been used. So four different time steps (6 hour each) have been taken.

2..... refers to trajectories for which 12-hour BK27 computermade streamline analyses have been used.

3..... refers to trajectories for which 12-hour BK27 computermade streamline prognoses have been used.



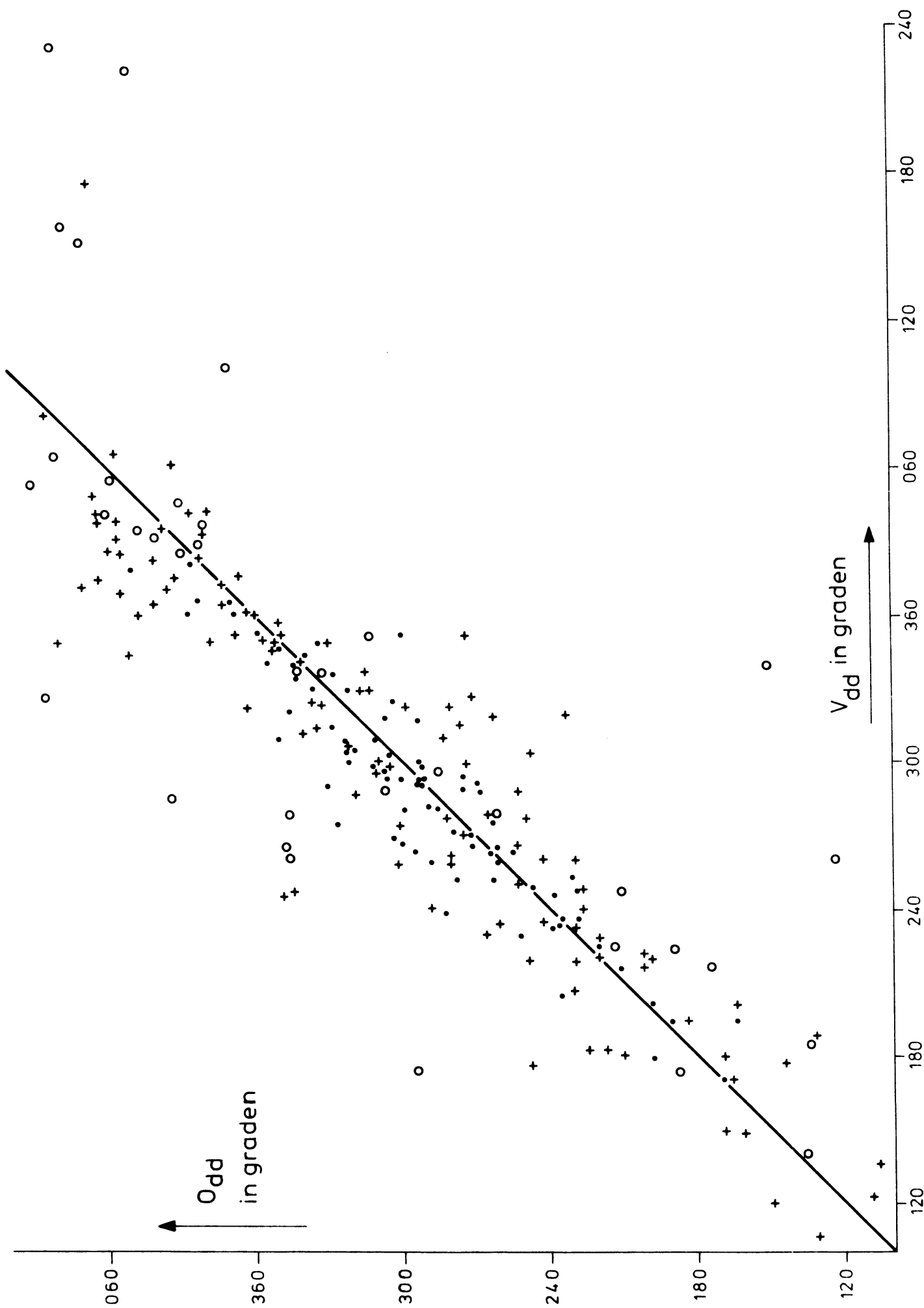


Fig. 2

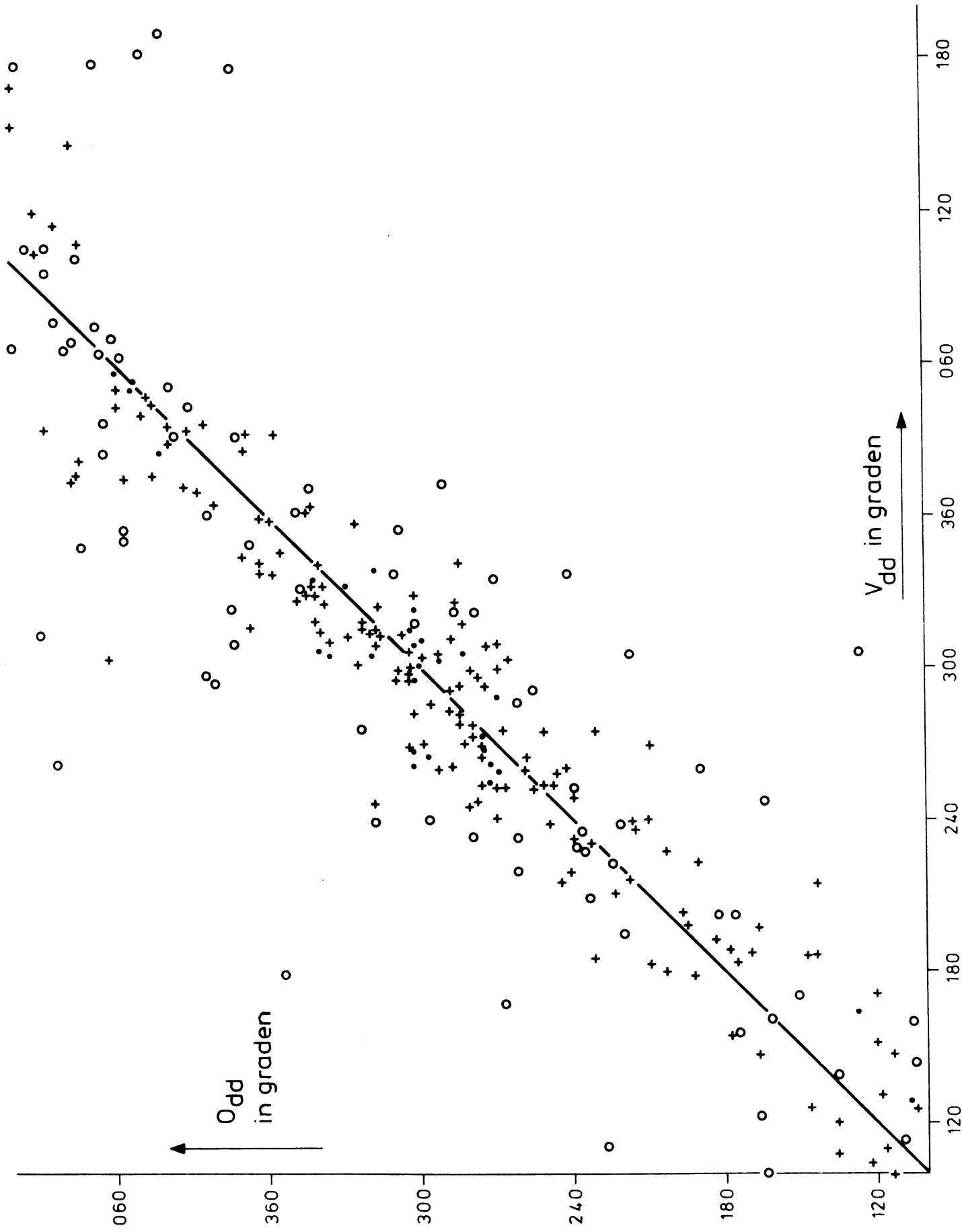


Fig. 3

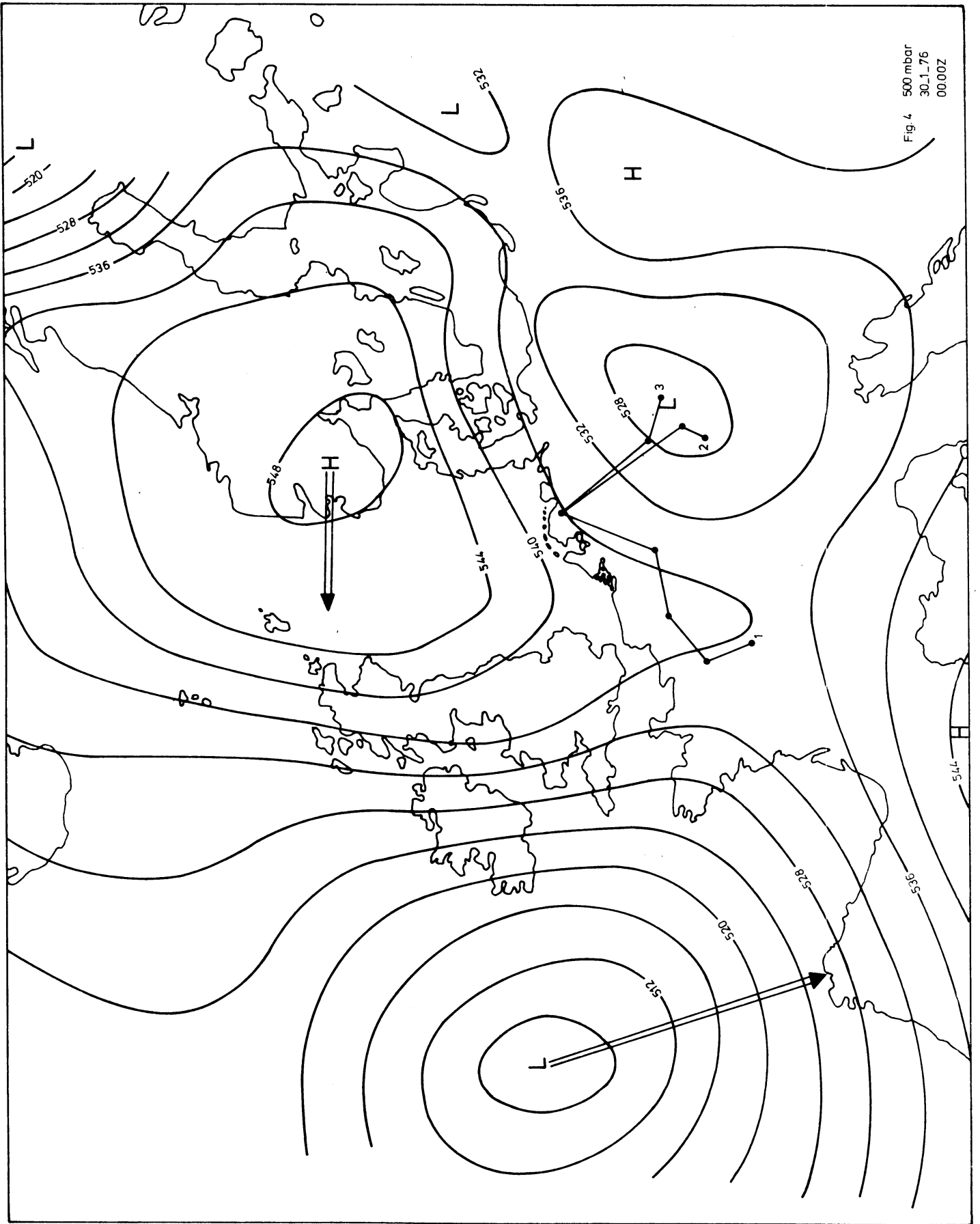


Fig. 4 500 mbar  
30.1.76  
00.00Z

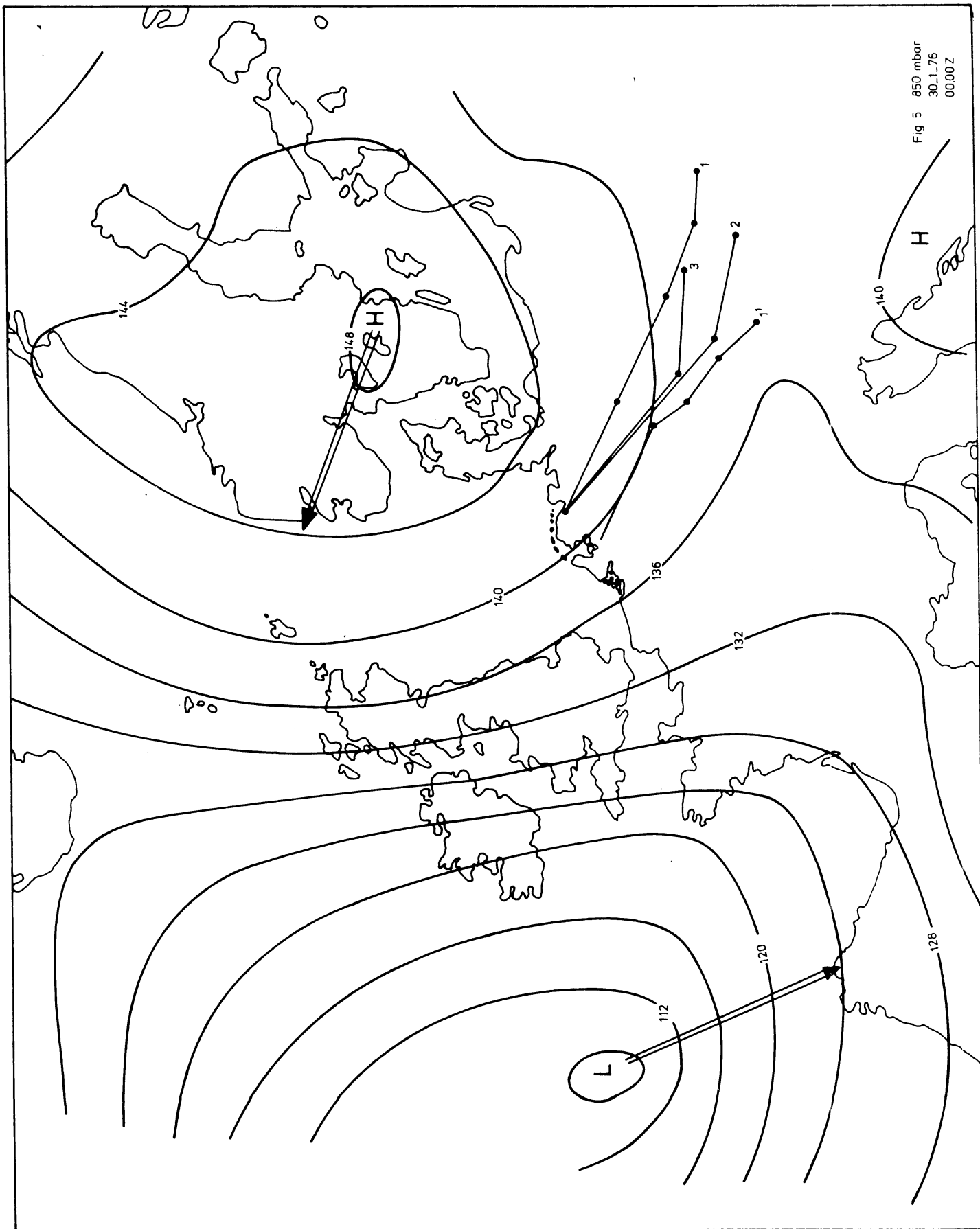


Fig 5 850 mbar  
30.1.76  
0000Z

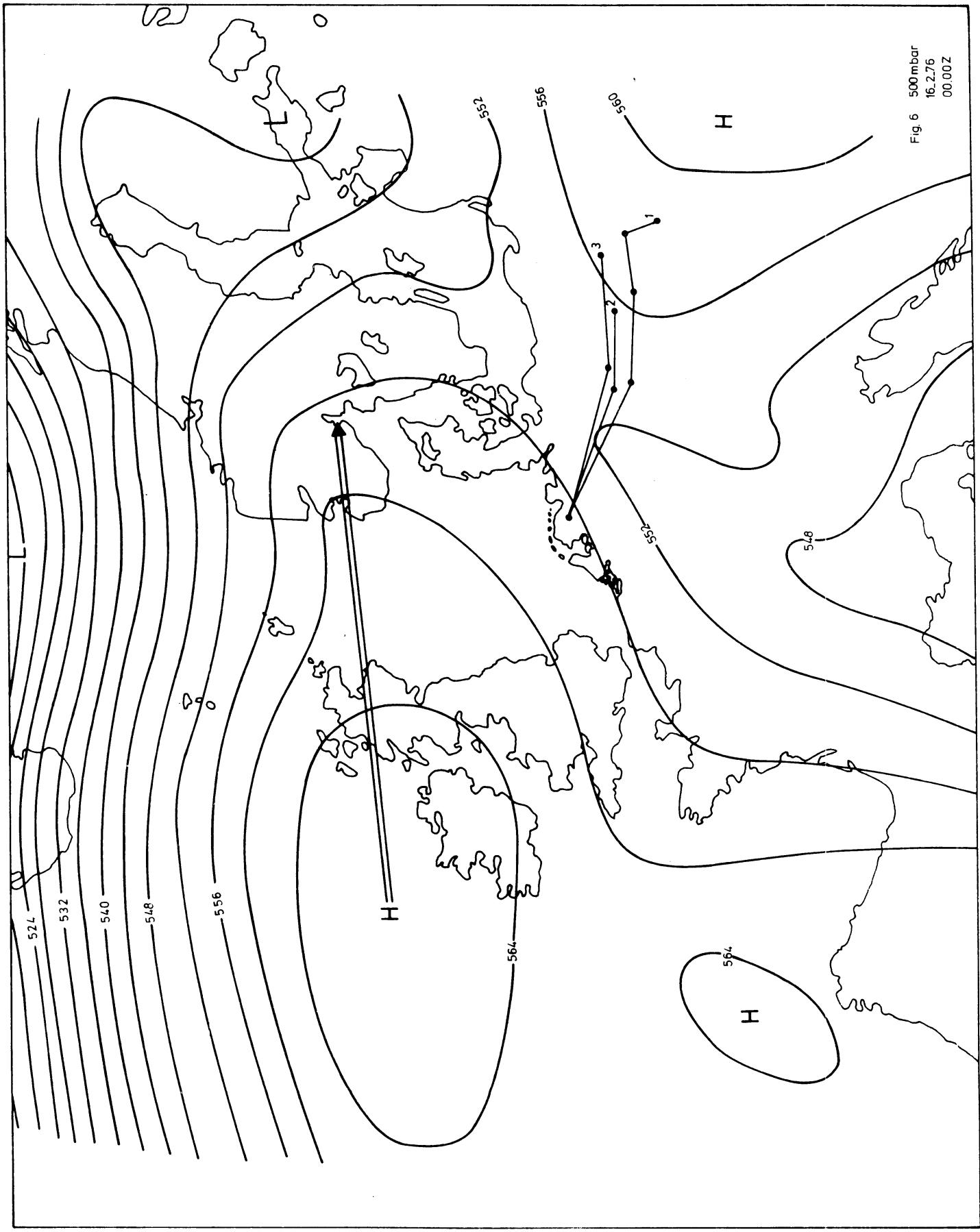


Fig 6 500mbar  
16.2.76  
00.00Z

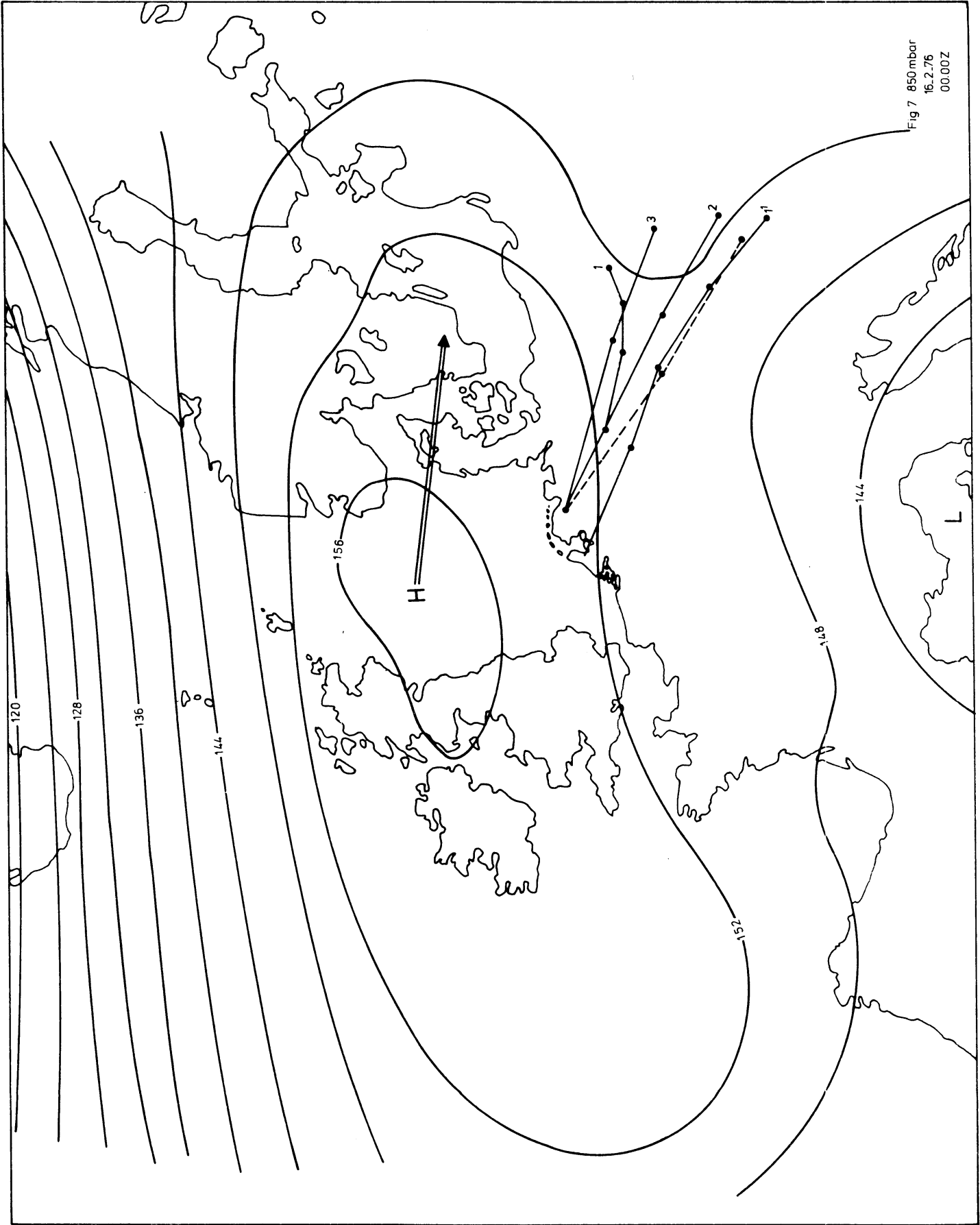


Fig 7 850 mbar  
16.2.76  
00.00Z



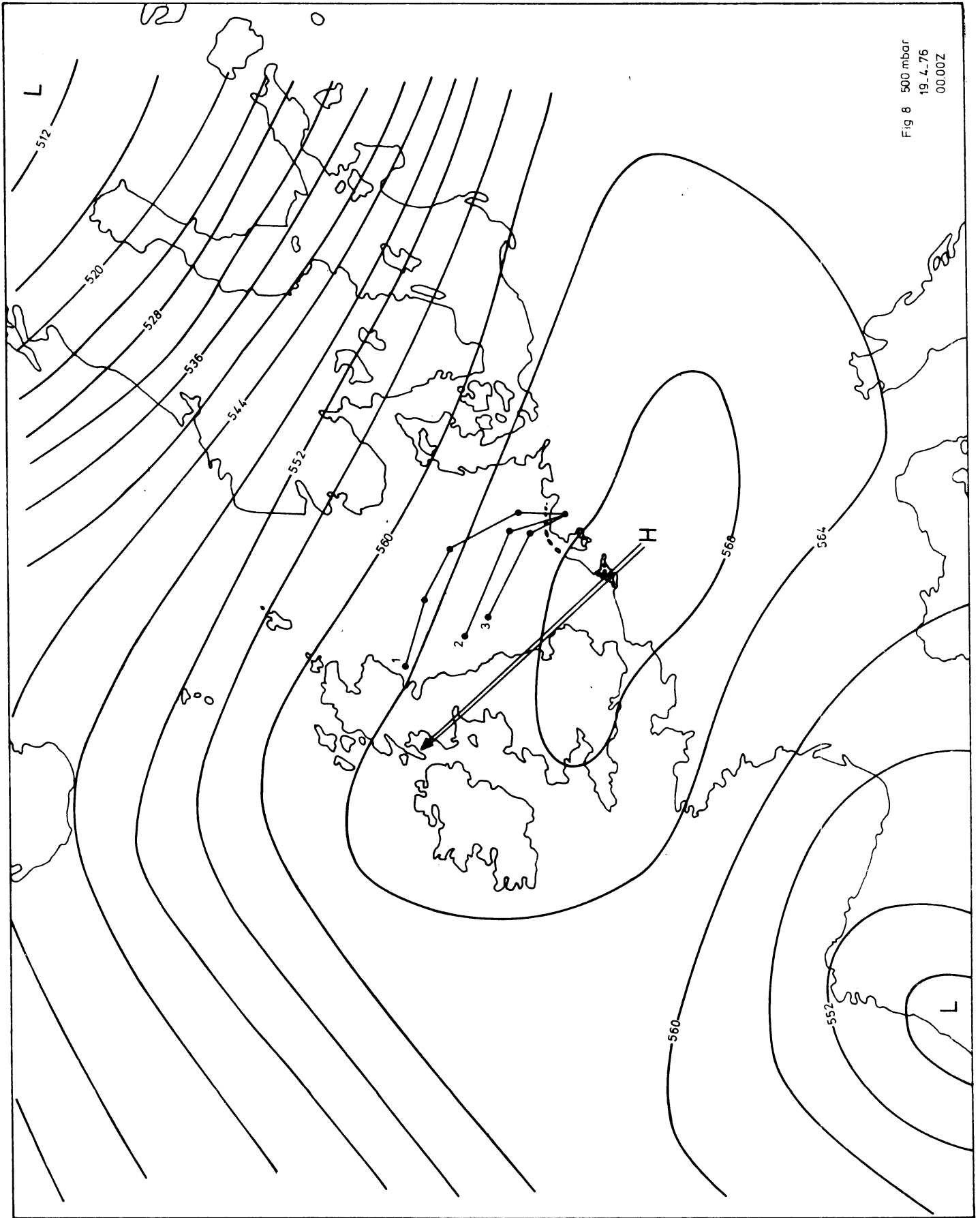


Fig 8 500 mbar  
19.4.76  
00.00Z

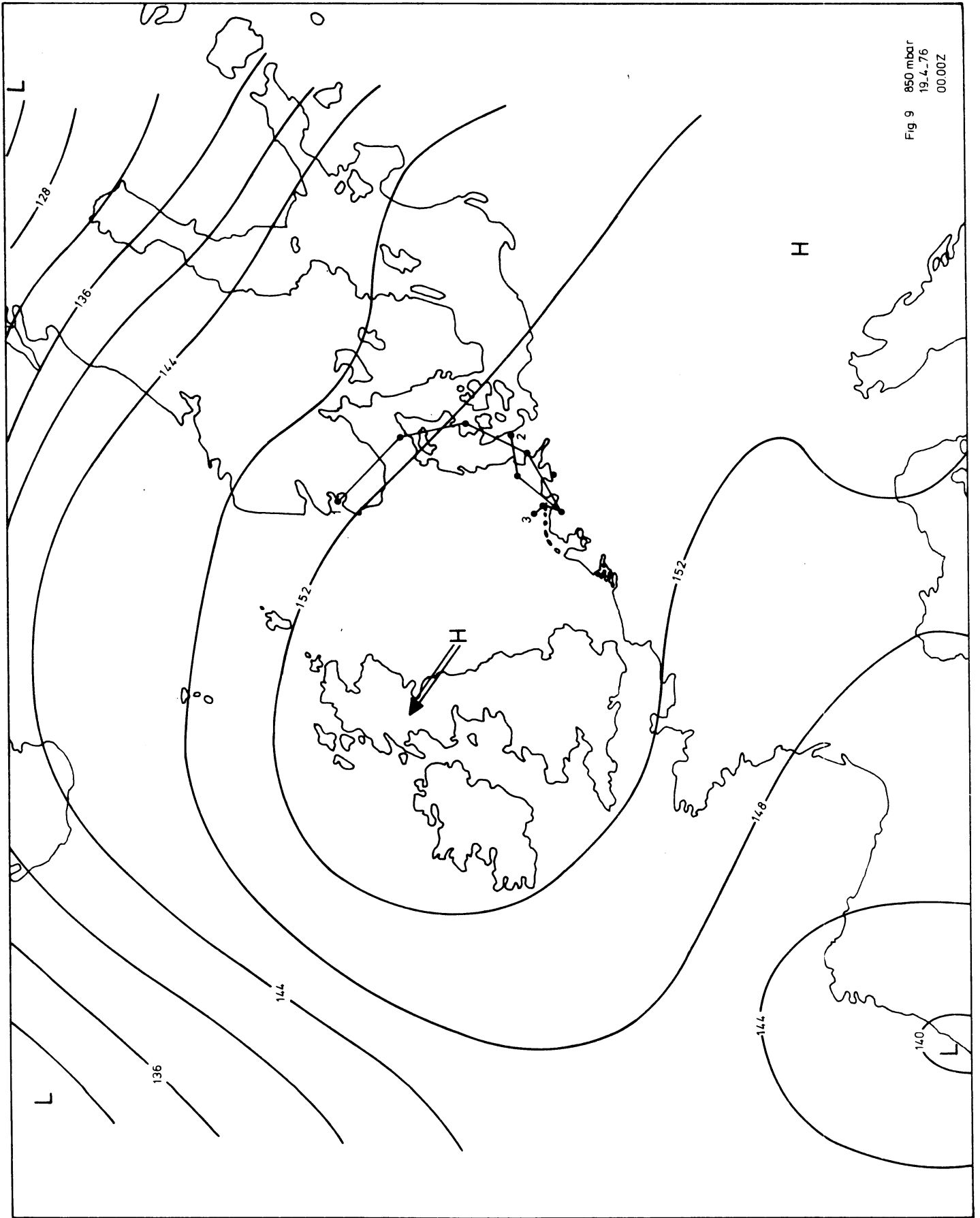


Fig 9 850 mbar  
19.4.76  
00.00Z

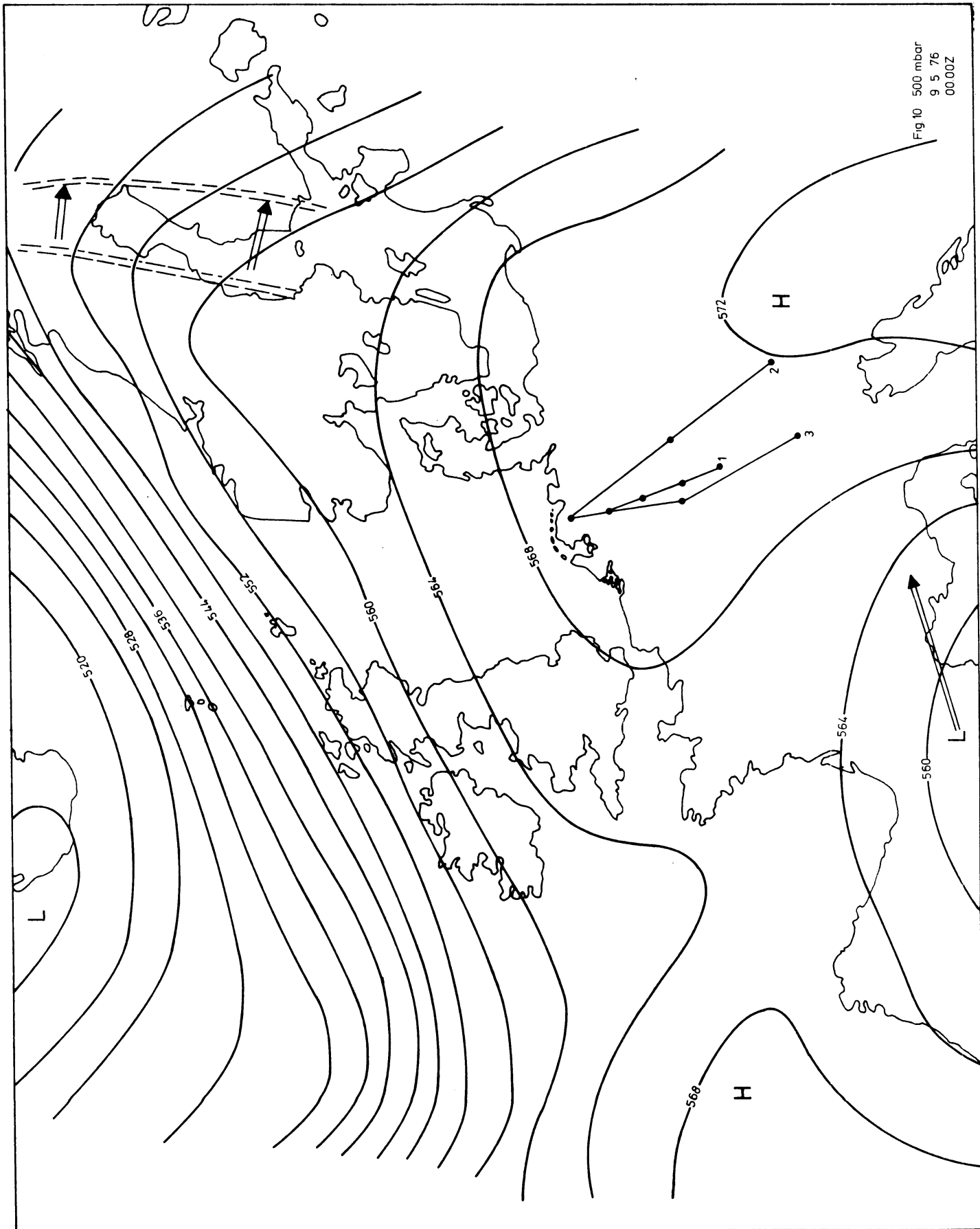


Fig 10 500 mbar  
9 5 76  
0000Z

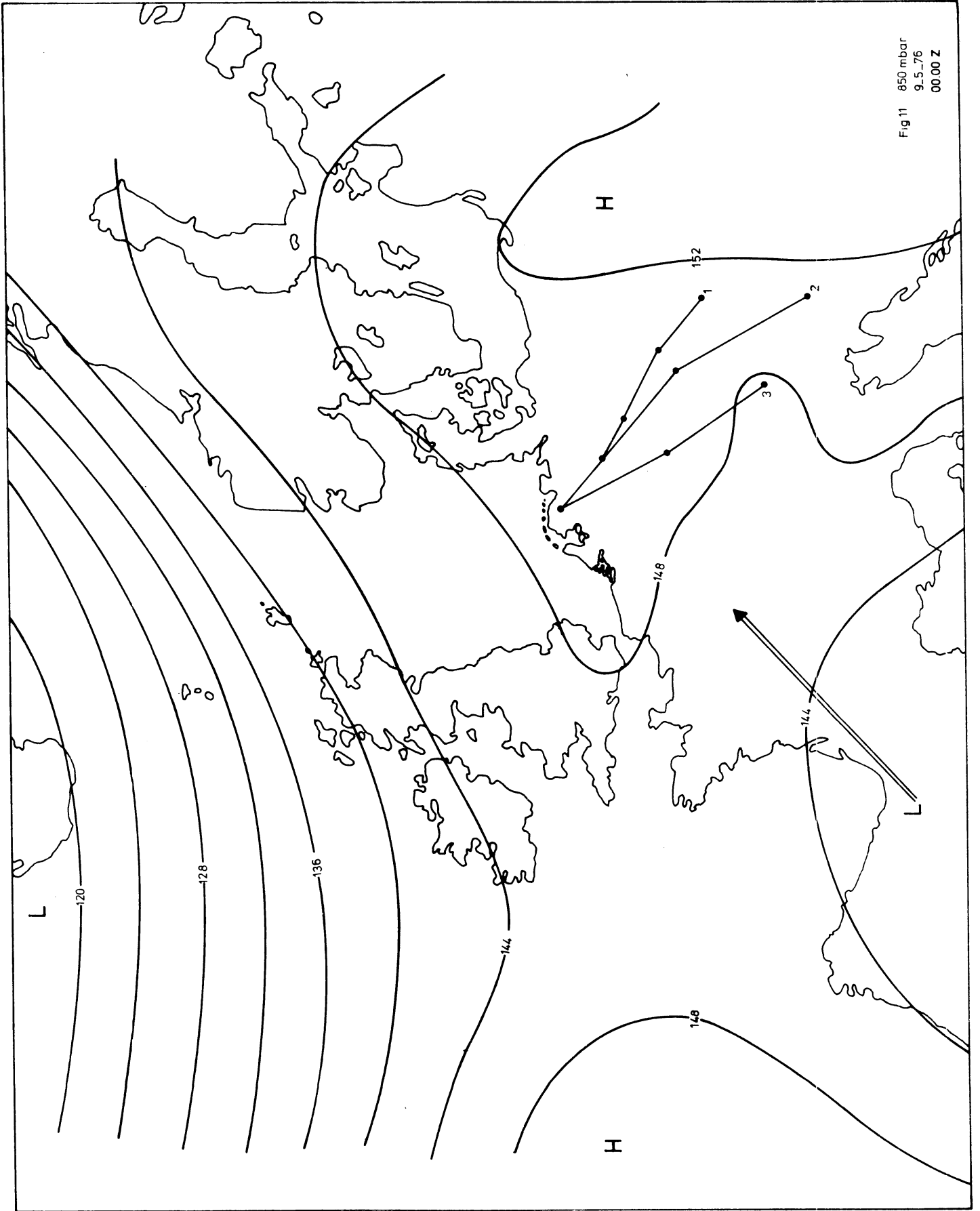


Fig 11 850 mbar  
9.5.76  
00.00 Z

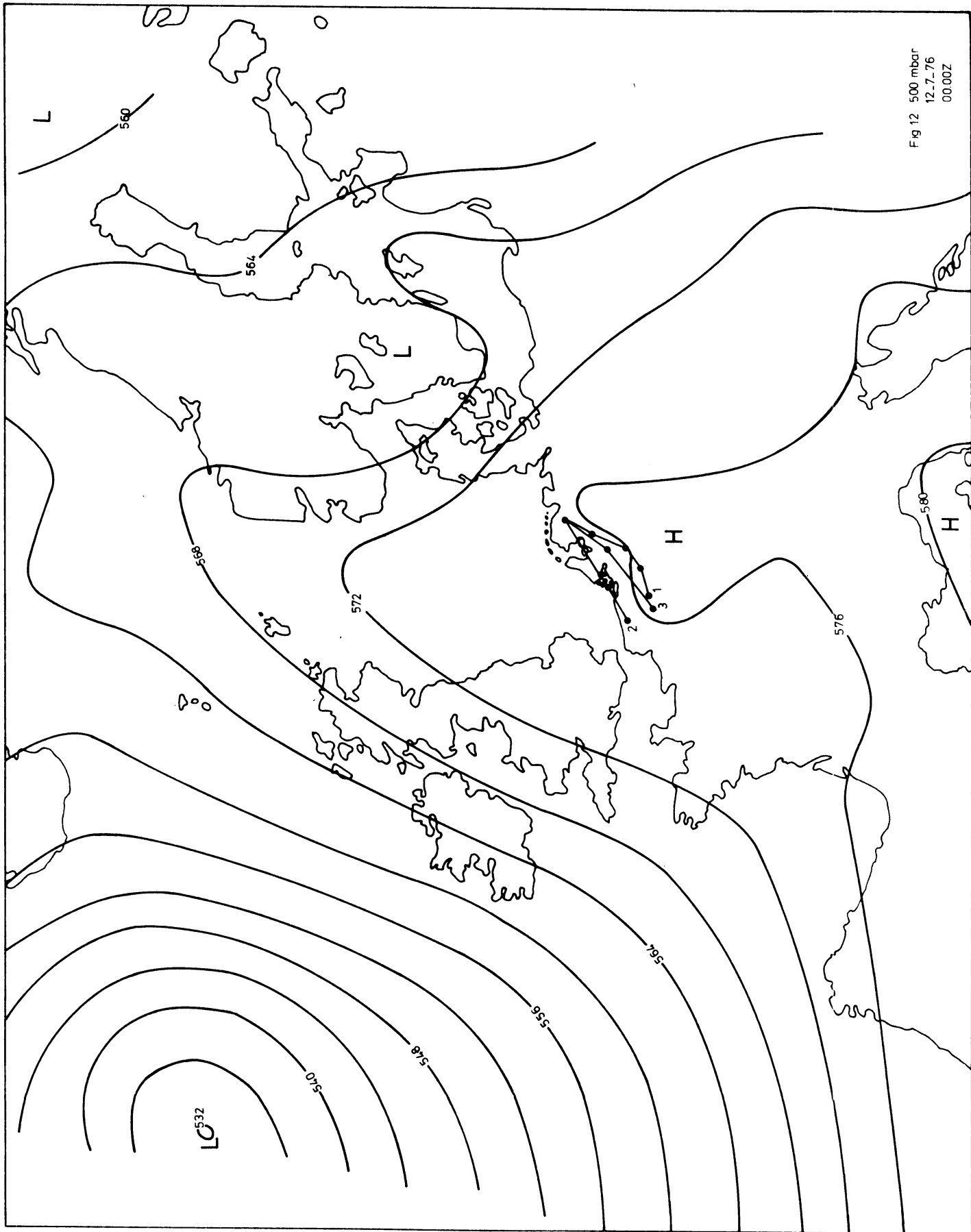


Fig 12 500 mbar  
12-7-76  
00.00Z

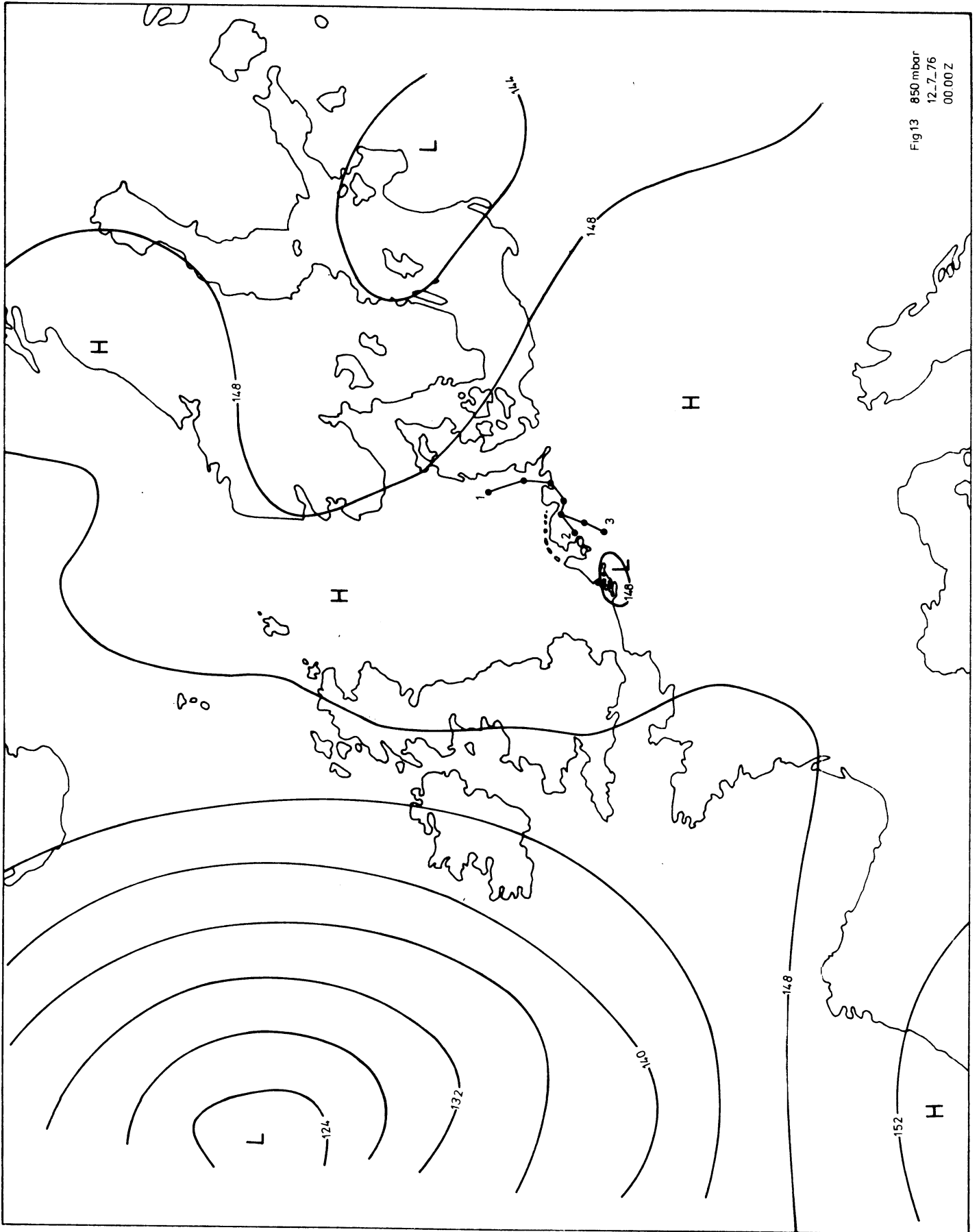


Fig 13 850 mbar  
12-7-76  
00.00Z

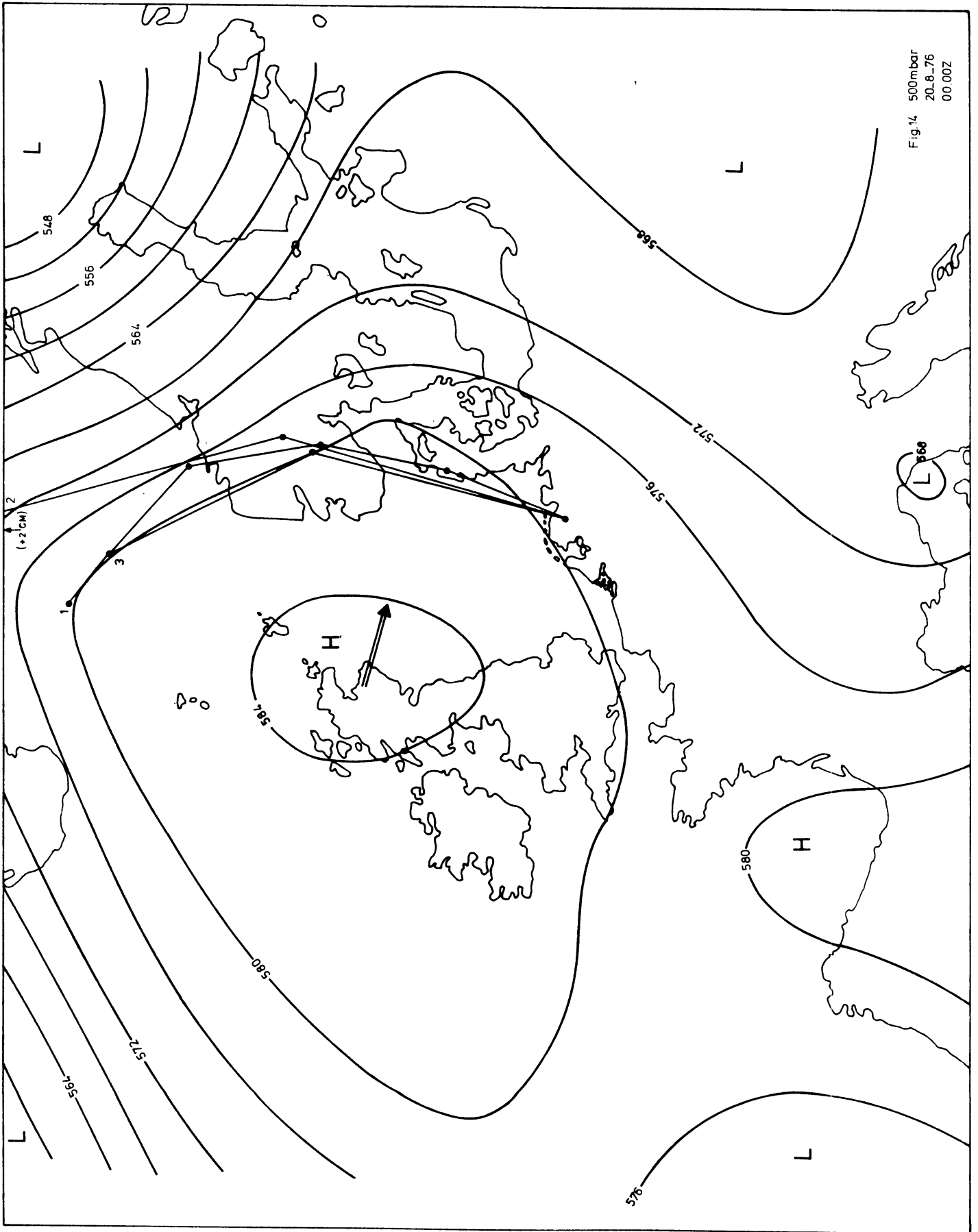


Fig.14 500mbar  
20.8-.76  
00.00Z

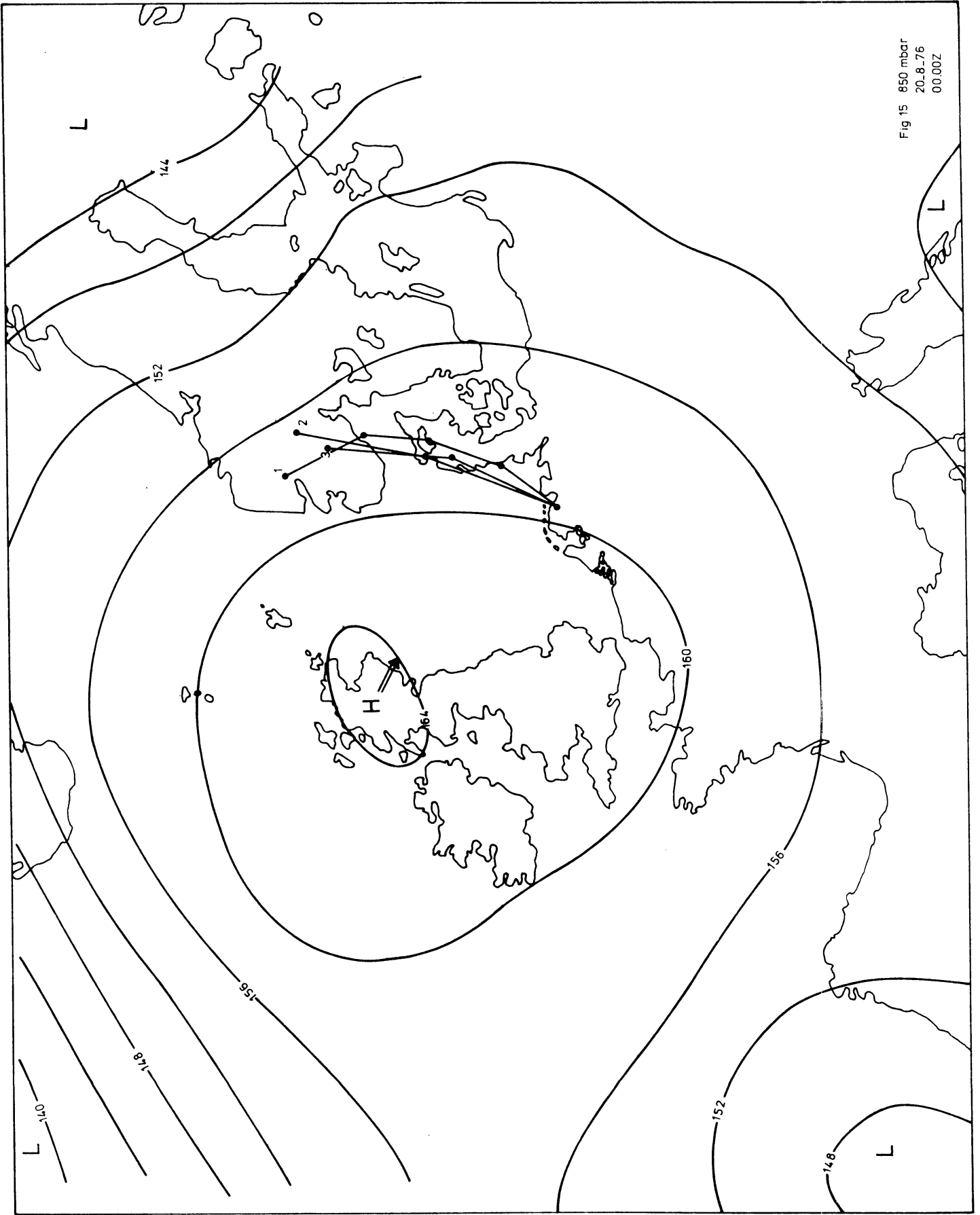


Fig 15 850 mbar  
20.8.76  
00.00Z