

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

VERSLAGEN

V-336

C.J. van der Ham

Windmaxima aan de bovenzijde van de grenslaag
gedurende de winter van 1978-1979.

De Bilt 1980

Publikatienummer: K.N.M.I. V-336 (B. V.)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Bureau Vakopleidingen,
Postbus 201,
3730 AE De Bilt,
Nederland.

U.D.C.: 551.554

Windmaxima aan de bovenzijde van de grenslaag
gedurende de winter van 1978-1979

C.J. van der Ham

1. Inleiding

Aan het voorkomen van windmaxima in de grenslaag van de atmosfeer is in de afgelopen jaren veel aandacht besteed. Vooral het zgn. nachtelijke type, dat bij onbewolkt weer met een grote dagelijkse gang van de meteorologische elementen in de nachturen op zeer geringe hoogte voorkomt, heeft sterk in de belangstelling gestaan. Aan de synoptische omstandigheden, die tot andersoortige Low level Wind Maxima (LWM) aanleiding kunnen geven, is echter minder aandacht geschonken.

De winter van 1978-1979 bood door het frequente voorkomen van dergelijke LWM's een unieke gelegenheid deze synoptische omstandigheden te onderzoeken. Daartoe kon voor de wind- en temperatuurgegevens van de onderste 200 meter gebruik worden gemaakt van de metingen aan de 200 meter hoge meetmast van Cabauw. De metingen verschaffen gegevens van 10, 20, 40, 80, 120, 160 en 200 meter hoogte. Voor gegevens uit de daarboven gelegen lagen werd gebruik gemaakt van de wind- en temperatuurmetingen verricht met behulp van de radiosondeopstijgingen te De Bilt van 0000 en 1200 GMT en van de radarwindpeilingen van 0600 en 1800 GMT van hetzelfde station. Hierbij moet worden opgemerkt dat de afstand tussen De Bilt en Cabauw ruim 20 kilometer bedraagt, hetgeen onder bepaalde omstandigheden de aansluiting van de gegevens aan elkaar bemoeilijkt. Een andere moeilijkheid wordt gevormd door het feit dat de radarwindgegevens van De Bilt de gemiddelde windrichting en windsnelheid betreffen, telkens genomen over een laag van ongeveer 300 meter, terwijl de windmetingen aan de mast het 2-minuten gemiddelde van de windsnelheid op één bepaald punt leveren.

Om deze metingen zo goed mogelijk aan elkaar te doen aansluiten, is als volgt te werk gegaan. Uit de mastgegevens werd voor elk geval de gemiddelde windsnelheid van de onderste 200 meter (\bar{V}_{200}) bepaald. Uit deze \bar{V}_{200} en de met radar bepaalde \bar{V}_h (waarbij h de hoogte is van de sondeballon op het tijdstip van de eerste minuutwaarneming) kon op eenvoudige wijze \bar{V}_{h-200} (de gemiddelde wind in de laag tussen 200 m en h meter) worden berekend met de formule

$$\frac{5 \bar{V}_{200} + \frac{h-200}{40} \bar{V}_{h-200}}{5 + \frac{h-200}{40}} = \bar{V}_h$$

In de grafieken (windprofielen) werd de waarde \bar{V}_{h-200} in het midden van de laag tussen 200 m en h geplaatst.

Evenzo werden alle andere met de sondeballon of loodsballon bepaalde windgegevens in de grafieken geplaatst op halve hoogte van de sinds de vorige minuutwaarde door de ballon doorlopen laag. Al deze windgegevens werden in de grafieken met een verticaal streepje door het punt van de halve hoogte aangegeven, terwijl de mastgegevens met een punt werden aangeduid.

Een nauwkeurige bepaling van de verticale windschering (VWS) was alleen mogelijk tot 200 m hoogte (mastgegevens). Aangezien de windgegevens in de lagen daarboven (radarpeilingen) uit gemiddelde waarden over lagen van ongeveer 300 m bestaan, is een nauwkeurige bepaling van de VWS in die lagen niet mogelijk.

2. Presentatie van de waarnemingsgegevens

Uitgaande van de hierboven vermelde meetgegevens is gezocht naar windmaxima in de onderste kilometer van de atmosfeer in het tijdvak van 1 december 1978 tot 1 maart 1979.

Tabel 1 geeft een overzicht van de meest geprononceerde en voldoende gedocumenteerde gevallen. De tabel bevat zeker niet alle in het genoemde tijdvak voorgekomen LWM's. In een aantal gevallen waarin een LWM kon worden vermoed, bleken namelijk niet voldoende gegevens beschikbaar. Een van de oorzaken hiervan was het ontbreken van de hoogtewindgegevens van De Bilt van de onderste 350-700 m (eerste en tweede minuut van de ballonopstijging). Een andere oorzaak was het enkele malen vastvriezen van de windmeters aan de mast te Cabauw door ijzel. Aan de onderzijde van het windmaximum komt in alle gevallen een grote verticale windschering (VWS) voor. In het merendeel van de gevallen bedraagt deze VWS in dunne lagen meer dan 10 kts per 100 m.

Ten aanzien van de in tabel 1 opgenomen gegevens kan het volgende worden opgemerkt:

- De geostrofische wind, die in kolom 4 is opgegeven, werd berekend volgens een door Cats (1977) ontworpen numerieke methode.
- De in het LWM voorkomende windsnelheden overtreffen in sommige gevallen de geostrofische windsnelheid, zoals uit vergelijking van de kolommen 3 en 4 blijkt.
- In de gevallen dat het windmaximum de gemiddelde windsnelheid in een laag betrof, werden in de kolom voor de hoogte van het windmaximum (kolom 5) de boven- en onderzijde van de laag opgegeven. Kwam het maximum op 200 m of lager voor, dan kon met het opgeven van één niveau worden volstaan.
- In kolom 6 wordt de plaats van het windmaximum t.o.v. de meestal dichtbijgelegen inversie aangegeven. Aangezien de inversielaag een zekere dikte heeft en ook voor de hoogte van het windmaximum een zekere marge moest worden aangenomen, werden aanduidingen als basis, midden en top van de inversie gebruikt.

- In de gevallen dat een grondinversie aanwezig was, werd dit met een G aangegeven.
- Gezien het belang van de VWS aan de onderzijde van het LWM, wordt in kolom 7 de grootste beneden het niveau van 200 m waargenomen VWS opgegeven en in kolom 8 de laag waarin deze voorkwam. In kolom 9 werd de VWS in de laag van 20-200 m opgenomen, die werd bepaald uit de homogene gegevens van de meetmast te Cabauw. De VWS is opgegeven in knopen per 100 m. Gebruikt men m/s per 100 m, dan wordt de eenheid $10^{-2} s^{-1}$, welke bij benadering tweemaal zo groot is als de kts/100 m.
- Om de eventuele invloed van een nabijgelegen front te kunnen vaststellen, werd de afstand tot het dichtstbijgelegen grondfront bepaald en in kolom 10 opgenomen. Deze afstand speelde een belangrijke rol bij de bepaling van het type LMW, zoals opgegeven in kolom 11.
- Gevallen op korte afstand van een naderend front, waarbij de invloed van het front overduidelijk was, werden met de letter F aangeduid (Frontaal type).
- Gevallen waarin het nachtelijk effect een belangrijke rol leek te spelen, werden met de letter N (Nachtelijk type) aangeduid.
- Gevallen, die noch van het nachtelijke noch van het frontale type waren, werden aangeduid met de letters NF (niet-frontaal type). In principe kan ook het orografische type nog worden onderscheiden. Bij dit type speelt de orografie een overheersende rol. Aangezien de orografische invloeden in ons vlakke land klein zijn (ofschoon een enkele maal een land-zee effect vermoed kon worden), is geen van de gevallen als orografisch type aangemerkt.

3. Discussie van de verschillende typer.

In het volgende zullen de drie verschillende typen afzonderlijk worden besproken en toegelicht aan de hand van enkele markante gevallen.

3.1 Het nachtelijk type

De waarnemingsgegevens van 06-12-'78 en 07-12-'78 vertonen verschillende kenmerken die een indeling van deze gevallen bij het nachtelijk type wettigen, namelijk (a) een windmaximum groter dan de geowind, (b) een koppeling aan een grondinversie en (c) een daling van het windmaximum in de loop van de nacht. De situatie van 6 december is in fig. 1 afgebeeld.

De synoptische situatie wordt op beide dagen beheerst door een hogedrukgebied boven Zuid-Scandinavië. De windrichting is daardoor oostelijk. Er is een ondiepe koude luchtlaag boven Nederland aanwezig, begrensd door een krachtige inversie op 350 tot omstreeks 600 m hoogte. Samenhangend met deze inversie komt op 6 december om 0000 GMT een windmaximum voor tussen 200 en 350 m hoogte en op 7 december om 0000 GMT tussen 400 en 670 m hoogte. In beide gevallen zakt het windmaximum gedurende de nacht naar 200 m hoogte. Daarbij ontstaat op 6 december een inversie tussen de grond en 200 m. Op 7 december ontstaat volgens de sodar-metingen een sterke inversie op ongeveer 300 m. Het geval van 6 december vormt het duidelijkste voorbeeld van dit type. Zoals vaak bij het nachtelijk type het geval is, zijn de windsnelheden in het windmaximum supergeostrofisch. De VWS in de onderste 200 m is groot. Tussen 20 en 120 m bedraagt hij om 0600 GMT 15.8 kts. Voor een verklaring van de nachtelijke LWM's wordt verwezen naar Blackadar (1957). De afneming van de windsnelheid aan de bovenzijde van het maximum tot een minimum van 7 kts op 4000 m is toe te schrijven aan de horizontale temperatuurgradient boven Nederland, die een thermische wind oplevert, die vrijwel tegengesteld gericht is ten opzichte van de werkelijke winden, zoals is te zien in de relatieve topografie 850-500 mbar.

3.2 De frontale gevallen

In negen van de in tabel 1 opgenomen gevallen komt het LWM voor in de nabijheid van een front. Bij drie daarvan is het maximum weinig geprononceerd en de windafneming boven het maximum gering. De oorzaak hiervan kan gelegen zijn in de aard van het front of in het feit dat de waarneming niet op het meest geschikte moment plaatsvond. In één geval was het front zwak.

De vijf andere gevallen (8 dec. '78, 8 jan. '79, 20 jan. '79, 23 jan. '79 en 7 feb. '79) hebben alle betrekking op situaties aan de voorzijde van opdringende dooifronten (warmtefronten of warmtefrontocclusies) die ijzel veroorzaakten. Bij dergelijke situaties is de kans op een LWM blijkbaar groot. De windmaxima bevonden zich op 200-400 m hoogte, in de onmiddellijke nabijheid van de frontale inversie.

De meest geprononceerde gevallen zijn die van 20 jan. en 7 feb. 1979 (figuren 2 en 3). Deze gevallen vertonen veel overeenstemming. In beide gevallen nadert een warmtefront uit het zuidzuidwesten, zijn de winden oostzuidoostelijk, komt beneden het windmaximum een grote VWS voor (vooral in het geval van 7 februari), is de windsnelheid van het windmaximum supergeostrofisch en wordt aan de bovenzijde van het maximum een sterke afneming van de wind waargenomen. In het geval van 7 februari zijn twee inversies aanwezig respectievelijk tussen 200 en 400 m en tussen 700 en 1030 m. De bovenste inversie is als de frontale inversie te beschouwen. Het windmaximum wordt dicht bij de top van de onderste inversie aangetroffen. Waarschijnlijk speelt hierbij de nachtelijke oscillatie een rol, aangezien het tot 0000 GMT vrijwel onbewolkt was. Een tegengestelde thermische wind veroorzaakt de sterke afneming boven het windmaximum.

Dat de VWS bij deze frontale gevallen niet altijd vlak boven de grond wordt aangetroffen, toont het geval van 8 jan. '79 (fig. 4). In dit geval naderde een warmtefront uit het westen. In de koude laag aan de voorzijde van het front waren de winden zuidwestelijk. In de onderste 200 m is er geen sprake van een VWS. Deze wordt pas tussen 200 en 400 m aangetroffen en misschien zelfs slechts in een gedeelte van deze laag. Hij hangt samen met de frontale inversie tussen 300 en 500 meter.

Een en ander zou aldus kunnen worden samengevat: In de winter komen aan de voorzijde van naderbijkomende warmtefronten in de daar aanwezige ondiepe grondlagen gemakkelijk LWM's voor. Het windmaximum bevindt zich gewoonlijk ter hoogte van de frontale inversie en zal tegelijk daarmee langzaam zakken naar gelang het front dichterbij komt. De met dit maximum samenhangende VWS kan door de aanwezigheid van een grondinversie aanmerkelijk worden versterkt. Bij afwezigheid van een grondinversie zal de VWS soms niet tot het aardoppervlak reiken.

Bij deze frontale gevallen is het de frontale inversie, die door zijn stabiele temperatuuropbouw zorgt voor een totale ontkoppeling van de onder en boven deze inversie gelegen luchtlagen. De luchtstroming boven de inversie stelt zich geheel vrij en ongehinderd door wrijvingsinvloeden in op de op dat niveau heersende luchtdrukgradiënt. De VWS in de grondlaag wordt veroorzaakt door de invloed van de wrijving. De afneming van de wind in de lagen boven het windmaximum is een gevolg van de horizontale temperatuurverdeling (thermische wind).

3.3 De niet-frontale gevallen

3.3.1 Koude grondlagen met oostelijke wind

In tabel 1 zijn zeven gevallen als niet-frontale gevallen (NF) aangemerkt. De fronten liggen in deze gevallen op voldoende grote afstand om geen invloed op de situatie te hebben.

Van deze zeven gevallen zijn er vijf met oostelijke wind en twee met zuidwestelijke wind.

Het is niet verwonderlijk dat LWM's in het merendeel van de gevallen bij oostelijke winden worden aangetroffen. De koudere lucht ligt dan immers meestal aan de noordzijde, zodat de thermische wind juist in de lagen vlak boven het windmaximum westelijk is en dus in deze lagen een afname van de oostelijke wind bewerkstelligt, hetgeen het windmaximum zijn profiel verleent.

Bij deze situaties met oostelijke wind is in alle gevallen een ondiepe koude grondlaag aanwezig. In vier van de vijf hier beschouwde

gevallen is deze koude grondlaag omstreeks 400 m dik; in het geval van 14 februari, dat hierna afzonderlijk wordt besproken, is de dikte ruim 800 meter.

In de koude grondlaag is de temperatuuropbouw meestal stabiel, met in de onderste niveaus meestal een aanzienlijke VWS. In deze situaties is het de vaak zeer krachtige inversie aan de bovenzijde van de koude grondlaag, die voor de ontkoppeling van de daarboven gelegen laag zorgt, zodat de stroming daarin zich geheel aan de heersende luchtdrukgradiënt kan aanpassen.

Als voorbeelden van deze gevallen worden hier besproken de situatie van 19 jan. '79, 0000 GMT en de situatie van 14 feb. '79, 1200 GMT. Een geval dat tot dezelfde synoptische categorie behoort, werd behandeld door C. Freytag (1978).

Op 19 jan. '79, 0000 GMT (fig. 5) heerst een krachtige oostelijke luchtstroming tussen een hogedrukgebied boven Rusland en Scandinavië en een lagedrukgebied bij de NW-punt van Spanje. Een grondinversie is niet aanwezig. Tussen 440 en 560 m bevindt zich een inversielaag, die de onderste koude luchtlaag begrenst.

Volgens de radarwindwaarnemingen bevindt zich een LWM tussen 200 en 350 m in een vrijwel isotherme en dus stabiel opgebouwde luchtlaag. De VWS in de grondlaag is aanzienlijk: 13,7 kts per 100 m tussen 40 en 120 m, en van dezelfde grootte-orde tussen 200 m en de hoogte van het windmaximum. De afneming van de wind boven het maximum is ook vrij groot.

Een bijzonder interessant geval is dat van 14 feb. '79, 1200 GMT (fig. 6). De waarnemingen werden gedaan tijdens een sneeuwstorm, die volgde op een inval van koude lucht uit het noordoosten, die ruim 12 uur tevoren was begonnen.

Het complexe windmaximum vertoont twee pieken, één tussen 200 en 300 m en de andere op ongeveer 800 m en dicht bij de basis van een scherpe inversie, die de koude luchtlaag eronder begrenst. Zowel onder als boven het windmaximum is de VWS groot. De afname van de wind aan de bovenzijde van het windmaximum vertegenwoordigt een krachtige thermische wind. Tussen 840 en 1780 meter bedraagt deze 200° met 16 kts. Hij heeft een belangrijke component, tegengesteld aan de windrichting op deze niveaus (gemiddeld 055°).

3.3.2 Windprofielen bij kouinvallen

Men kan zich afvragen hoe tijdens een krachtige kouinval het verticale windprofiel zich ontwikkelt en bij welke dikte van de koude luchtlaag zich een maximum vormt. In de winter van 1978-79 deden zich twee zeer krachtige kouinvallen uit het noordoosten voor, nl. op 29/30 december 1978 en op 13/14 februari 1979. Met de gegevens van de meetmast te Cabauw kon de ontwikkeling van het windprofiel in de onderste 200 meter worden gevolgd. In de avond van 13 februari was aan de bovenzijde van de koude laag een zwak maximum te vinden (fig. 7). De groei van de koude luchtlaag is goed te volgen op de Acdar-registratie (fig. 8). In de nacht van 29 op 30 december was er echter nauwelijks een windmaximum waarneembaar (fig. 9). De ontwikkeling van het windprofiel tussen 200 en 600 meter kon niet worden gevolgd, omdat de waarnemingen voor deze niveaus geheel ontbraken. Hier zijn helaas een tweetal unieke kansen om de ontwikkeling van de windprofielen in de grenslaag te bepalen tijdens felle kouinvallen uit het noordoosten gemist. Pas twaalf uur na de inzet van de kouinval waren weer radarwindgegevens beschikbaar. Het windprofiel van 14 februari 1979 toonde daarbij een belangrijk krachtiger windmaximum dan dat van 30 december 1978, waarin nauwelijks een windmaximum was te vinden.

3.3.3 Een geval met ZW-wind

Van de niet-frontale gevallen, waarbij de windrichting niet oostelijk was maar zuidwestelijk, is de situatie van 3-1-1979, 1800 GMT, een aardig voorbeeld (fig. 10). Er ligt op dat moment een hogedrukgebied in de omgeving van Luxemburg. Er is boven midden-Nederland een ondiepe koude luchtlaag aanwezig. Om 1800 GMT is deze laag ongeveer 200 meter dik. Op die hoogte ligt een scherpe inversie. De windsnelheden vertonen een maximum op ongeveer 300 m (26 kts). De windsnelheid van 24 kts, die om 1900 GMT op 200 m hoogte werd gemeten, is van dezelfde grootte-orde. De windsnelheid in het maximum schommelt dan rond de geostrofische wind die 22 kts bedraagt. De afneming van de wind boven het maximum (afneming tussen 400 en 800 meter 10 kts) komt overeen met een thermische wind van 020° met 10 kts. Deze thermische wind past goed bij de temperatuurverdeling

in de onderste niveaus waar de isothermen ruwweg NO-ZW lopen (Fig. 11). Dit isothermenverloop is duidelijk een gevolg van de instroming van minder koude lucht van zee over het noordwesten van Nederland. We hebben hier dus een geval waarbij zee-effecten een duidelijke rol spelen bij het tot stand komen van een LWM.

4. Samenvatting

In dit rapport is een onderzoek weergegeven naar het voorkomen van windmaxima in de grenslaag in de winter van 1978-1979 in verband met de synoptische situaties. Door het bijzondere karakter van deze vrij strenge winter met veel ijzelgevallen kwamen relatief veel situaties voor met windmaxima in de grenslaag. De gegevens betreffende deze windmaxima werden in een tabel bijeengebracht. Er werd onderscheid gemaakt tussen windmaxima van het nachtelijk type, windmaxima in de nabijheid van fronten en windmaxima niet samenhangend met fronten. Situaties met opkomende ijzelfronten bleken zeer geëigend voor het optreden van LWM's. Ook bij situaties met oostelijke winden in een ondiepe koude grenslaag bleken LWM's herhaaldelijk voor te komen. In enkele gevallen bleken ook zeeinvloeden een rol te spelen bij het voorkomen van LWM's. De LWM's lijken van belang voor de luchtvaart (voornamelijk de zeer laag liggende) en voor de verspreiding van luchtverontreiniging.

Referenties

- G.J. Cats (1977): Berekening van de geowind. KNMI W.R. 77-2.
- A.K. Blackadar (1957): Boundary-layer wind maxima and their significance for the growth of nocturnal inversions. Bull. Am. Met. Soc. 38, 283-290.
- C. Freytag (1978): Zur Struktur des Low Level Jet. Meteor. Rundschau 31, 16-24.
- Algemene oriëntatie:
- F. Weber (1978): Windscherungen im Bereich der planetarischen Grenzschicht. Promet 8, 1-5.

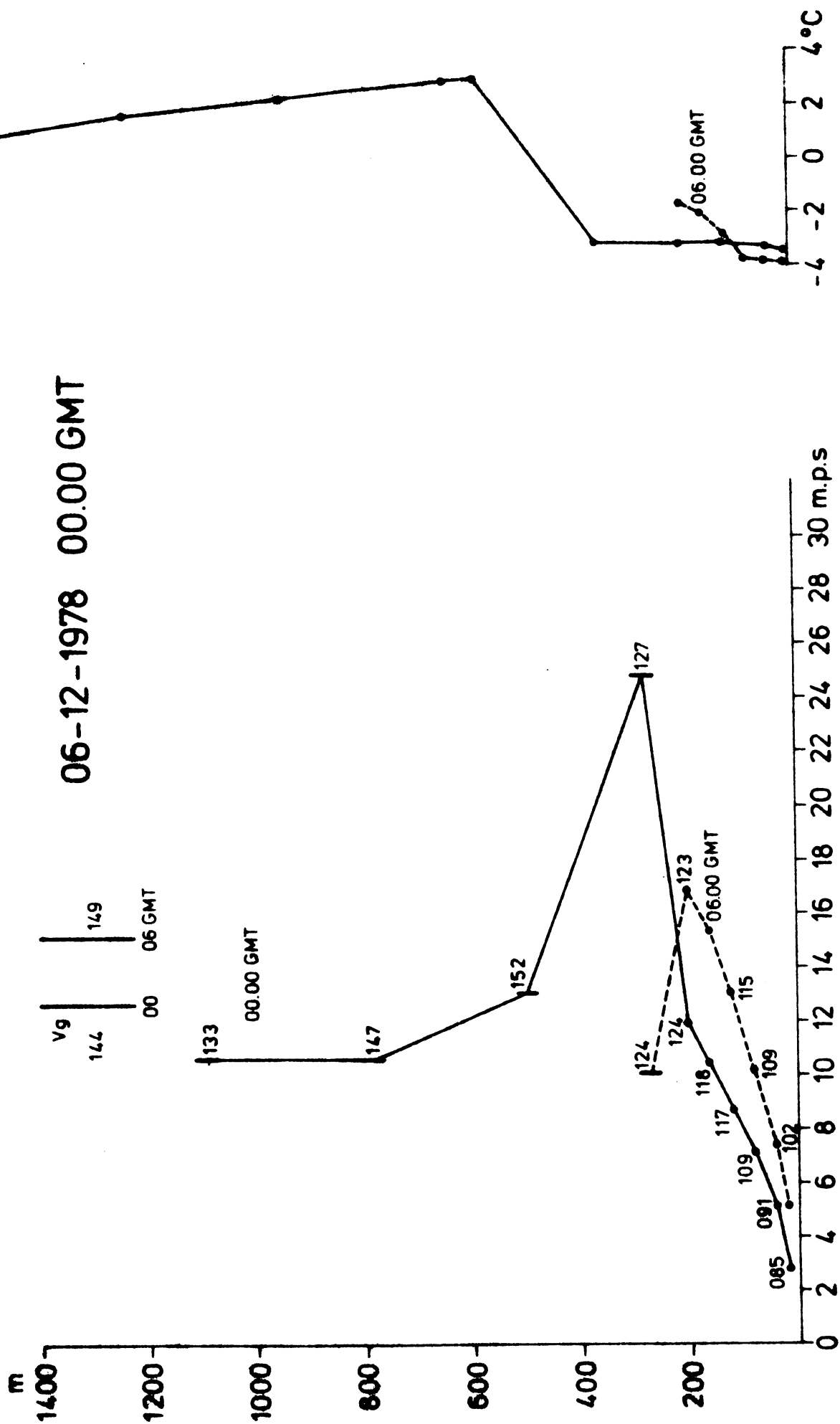
Onderschriften figuren

- Fig. 1 t/m 6 In de grafiek geeft de linker kromme de windsnelheid in m.p.s. als functie van de hoogte. De punten hebben betrekking op de metingen aan de mast te Cabauw, de streepjes op de radarwindgegevens. De bijgevoegde cijfers geven de windrichting in graden. De rechter kromme geeft de temperatuur als functie van de hoogte. Aan de bovenzijde van de grafiek is met een getrokken lijn de waarde van de geostrofische windsnelheid aangegeven, met daarnaast in cijfers de windrichting.
- Fig. 1a t/m 6a Weersituatie behorende bij Fig. 1 t/m 6 (grondweerkaart en kaart van gemiddelde temperatuur laag 850-500 mbar).
- Fig. 7 In deze figuur zijn voor een aantal achtereenvolgende uren de wind- en temperatuurmetingen van Cabauw in de onderste 200 m uitgezet tegen de hoogte. Voor het tijdstip van 14-2-1979 0000 GMT zijn enkele temperatuurgegevens van de radiosondewaarneming van De Bilt toegevoegd.
- Fig. 8. Registratie van de waarneming met de acoustische radar te Cabauw in de nacht van 13 op 14-2-1979, waarop de toenemende hoogte van de inversie, die de bovenste begrenzing van de koude grondlaag vormt, goed te zien is.
- Fig. 9 Windgegevens van de onderste 200 m volgens metingen te Cabauw van 29-12-1978 2300 GMT tot en met 30-12-1978 0600 GMT.

- Fig. 10 Grafieken van windsnelheid (3-1-1979 1800 GMT) en temperatuur (3-1-1979 1200 en 1800 GMT, en 4-1-1979 0000 GMT). Gegevens tot 200 m: meetmast Cabauw, daarboven: sondeballon De Bilt.
- Fig. 10a Weersituatie behorende bij fig. 10 (grondweerkkaart en kaart van de gemiddelde temperatuur van de laag 850-500 mbar).
- Fig. 11 Isothermen van de temperatuur op 1.50 m hoogte boven Nederland op 3-1-1979 1800 GMT.

-o-o-o-

Fig. 1



Weersituatie 06-12-1978 00.00 GMT

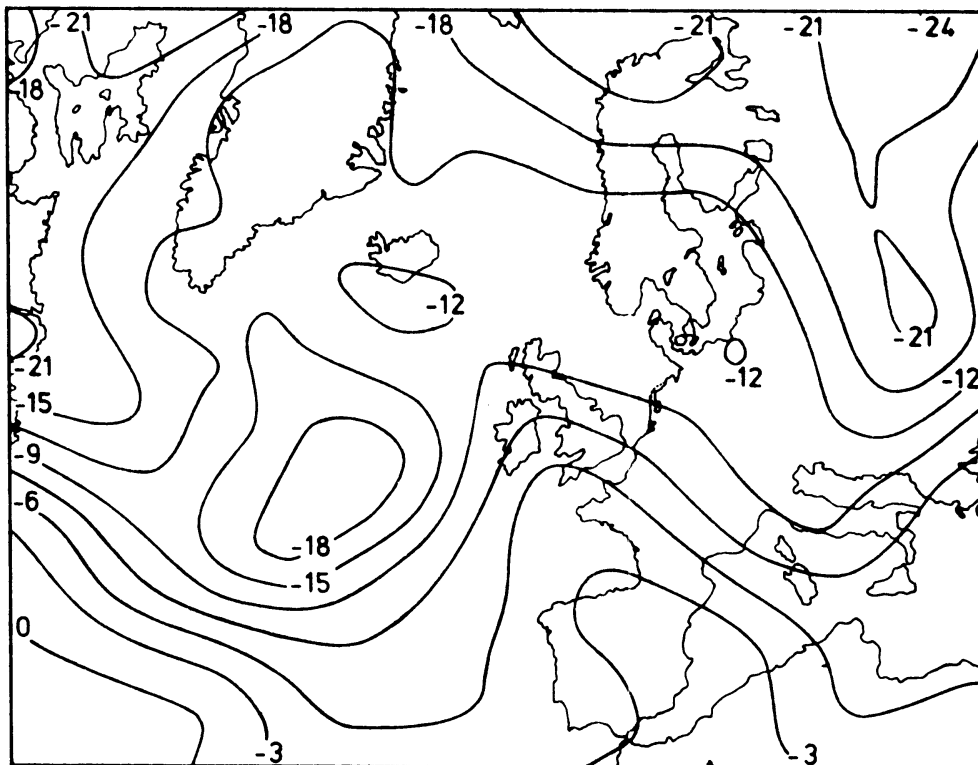
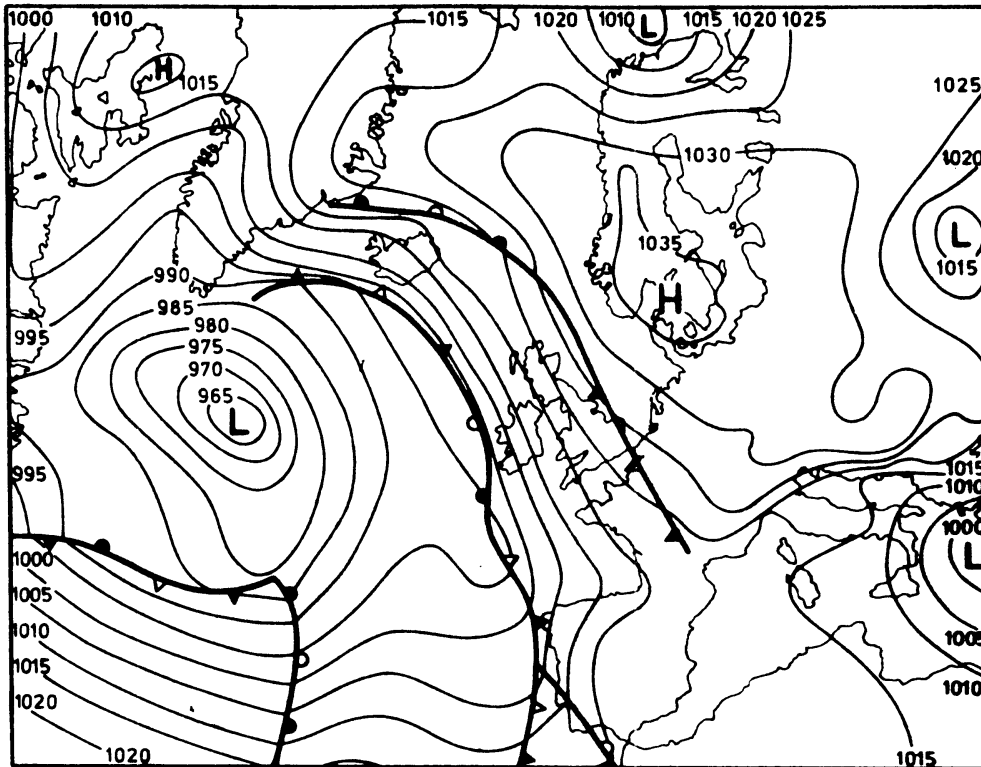
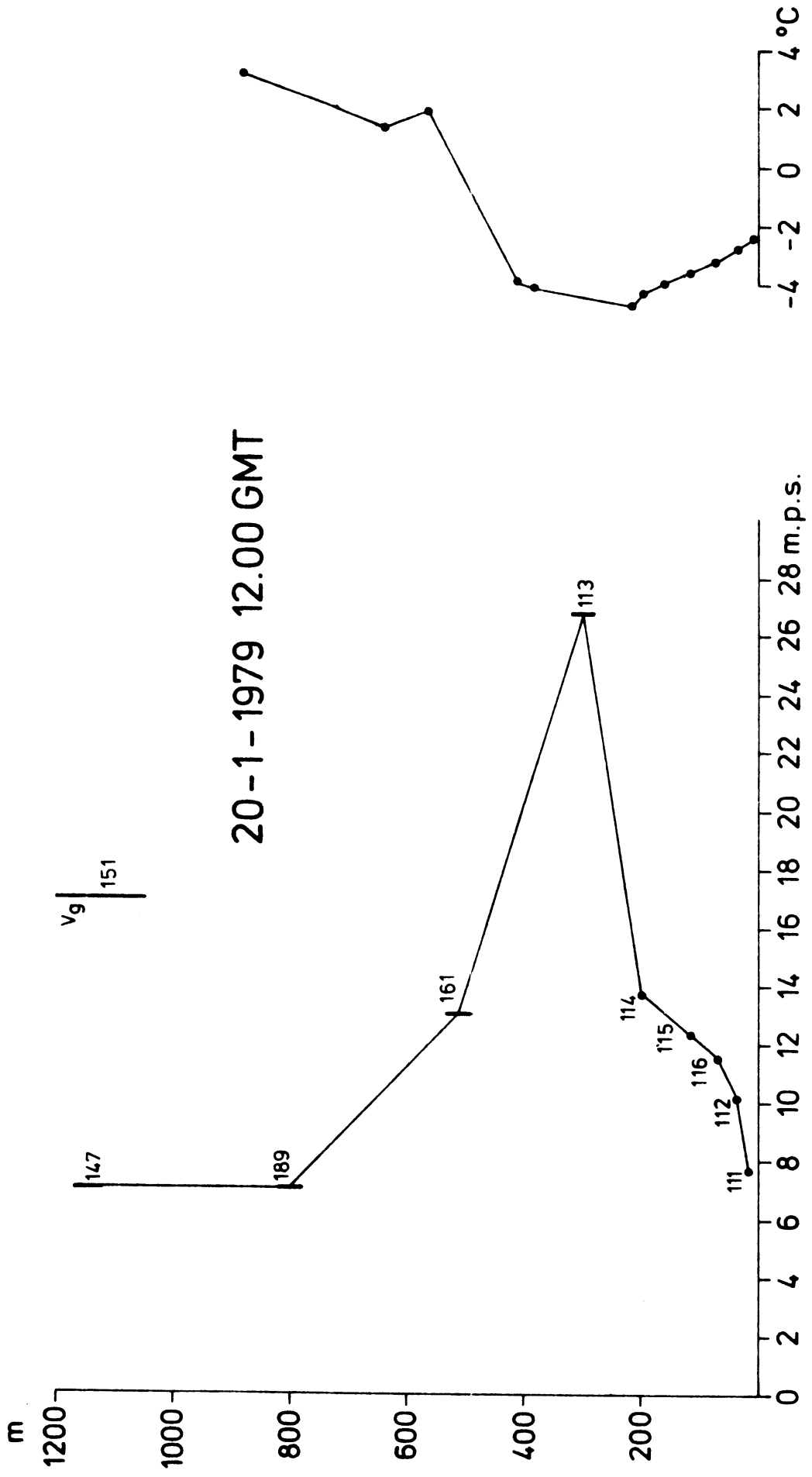


Fig. 1a

Fig. 2



Weersituatie 20-01-1979 12.00 GMT

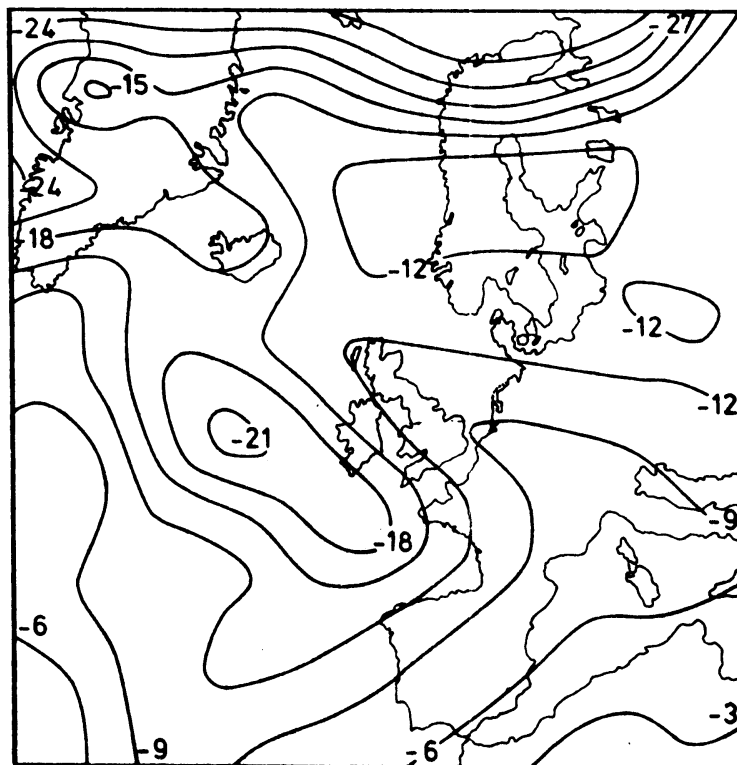
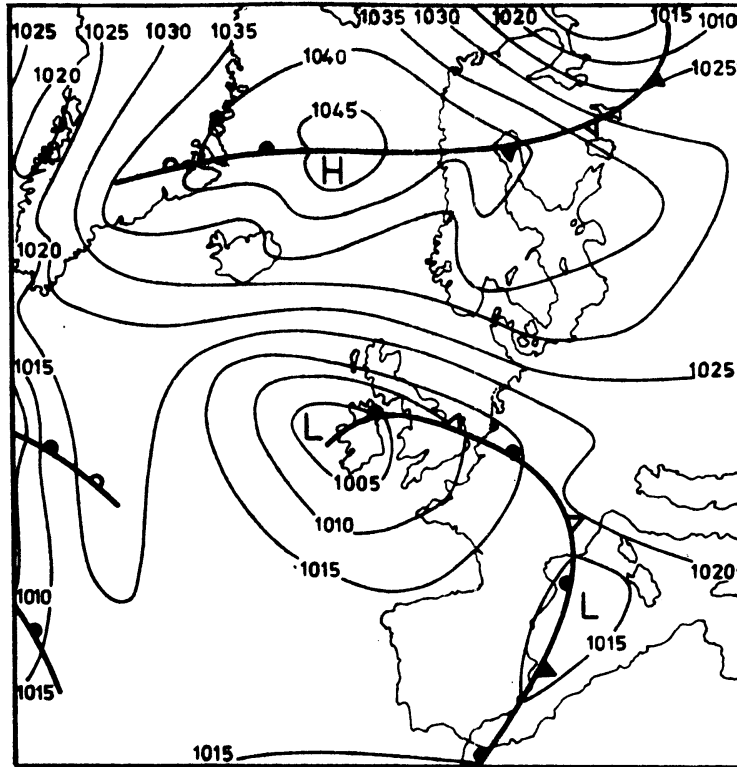
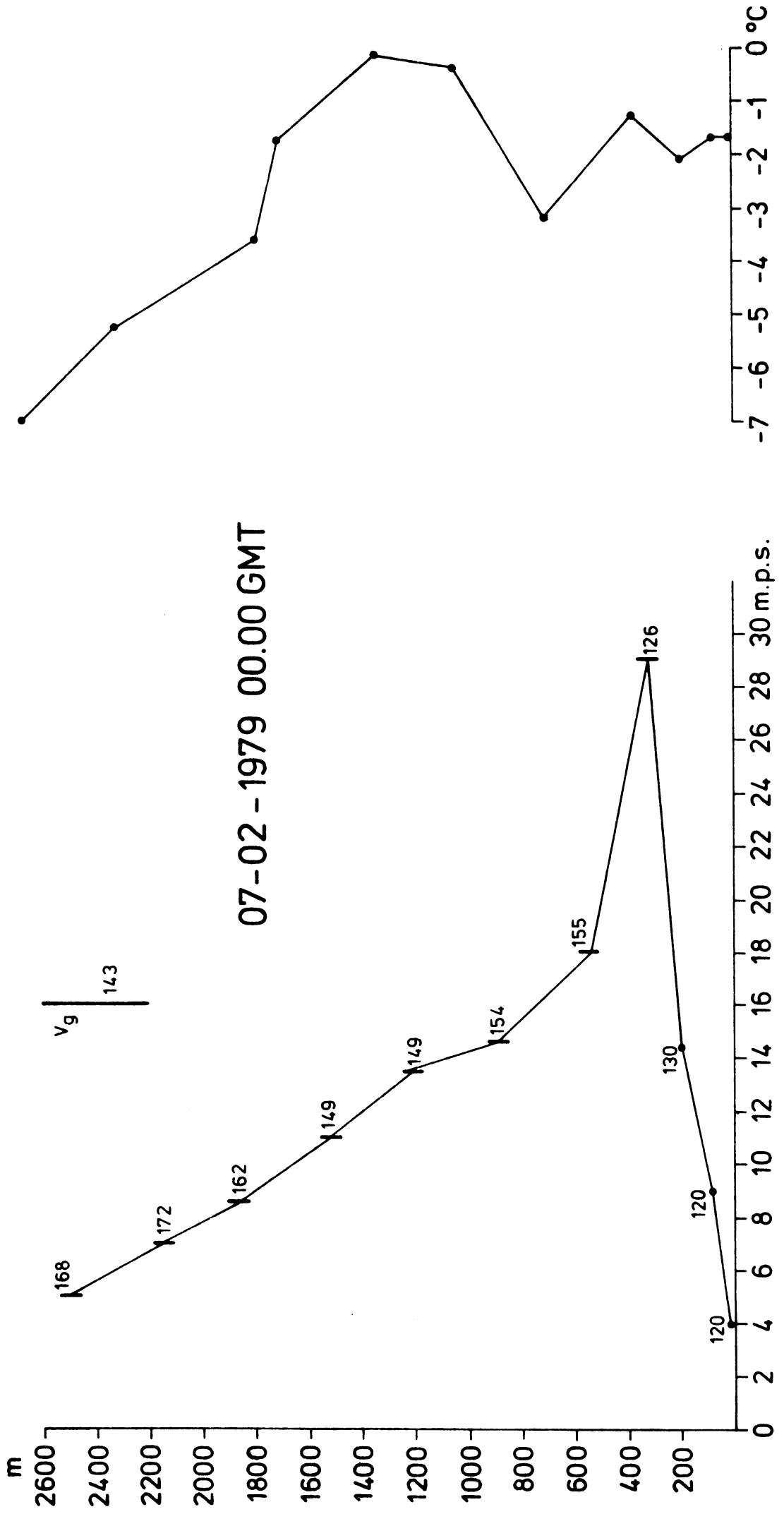


Fig. 2a

Fig. 3



Weersituatie 07-02-1979 00.00 GMT

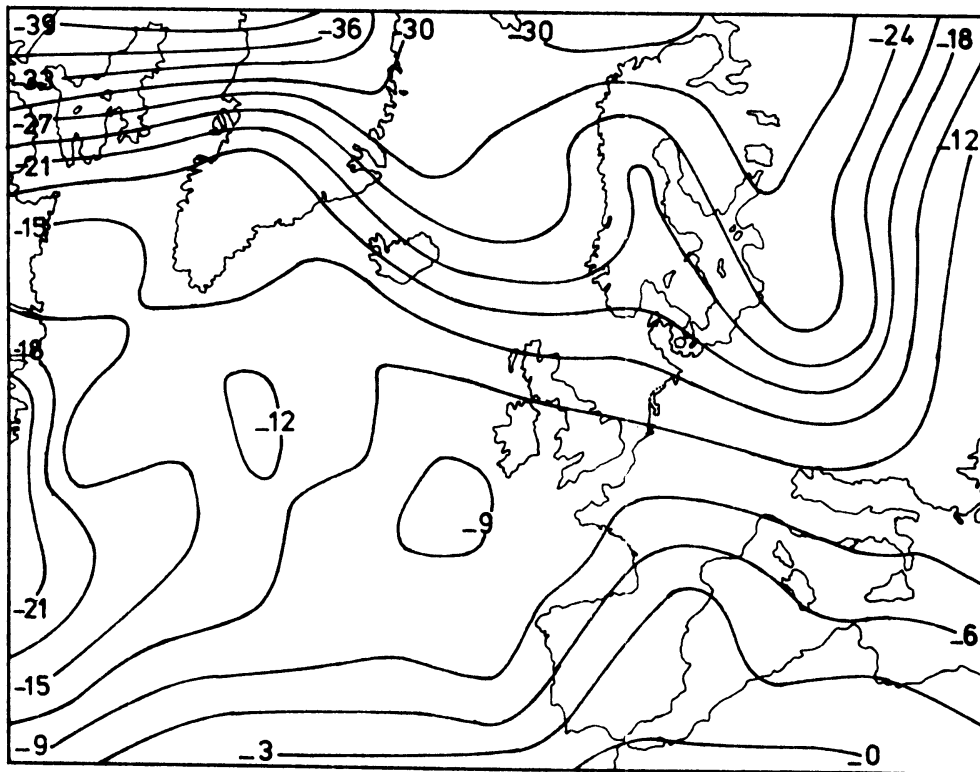
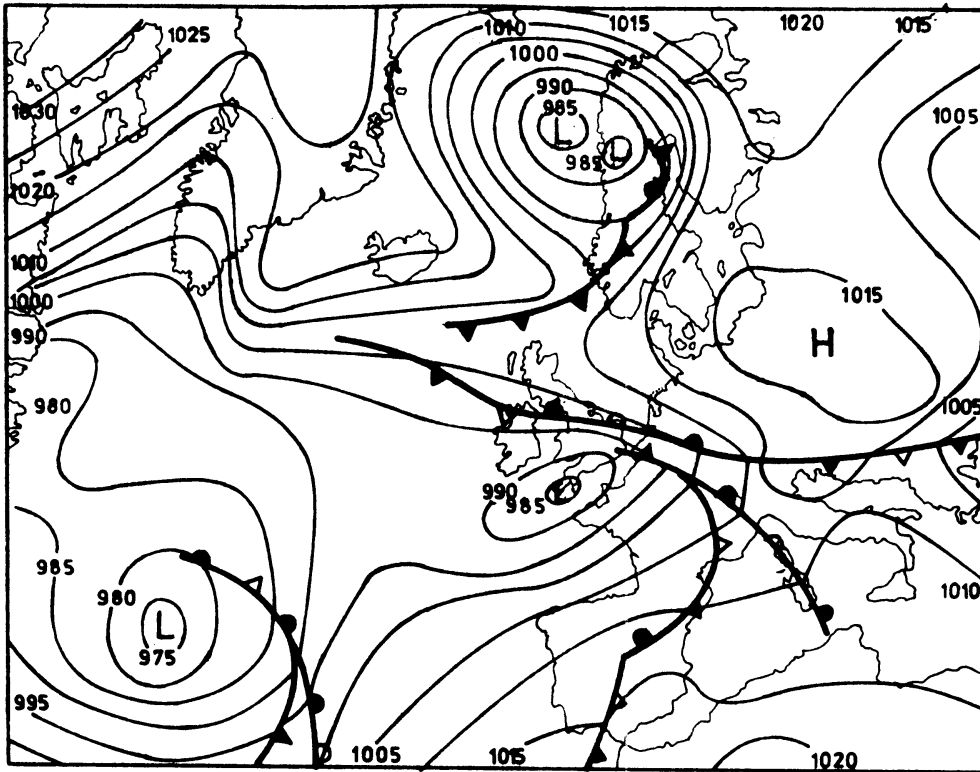
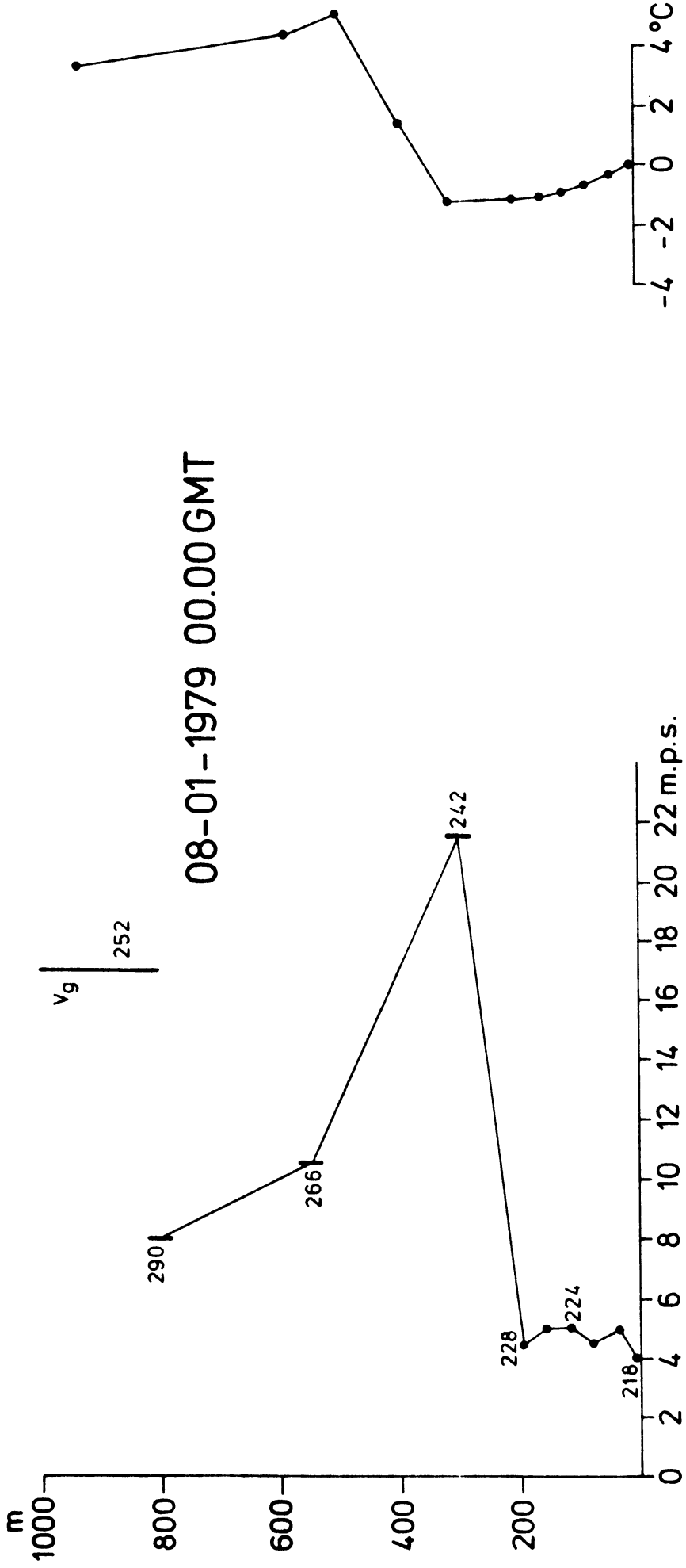


Fig. 3a

Fig. 4



Weersituatie 08-01-1979 00.00 GMT

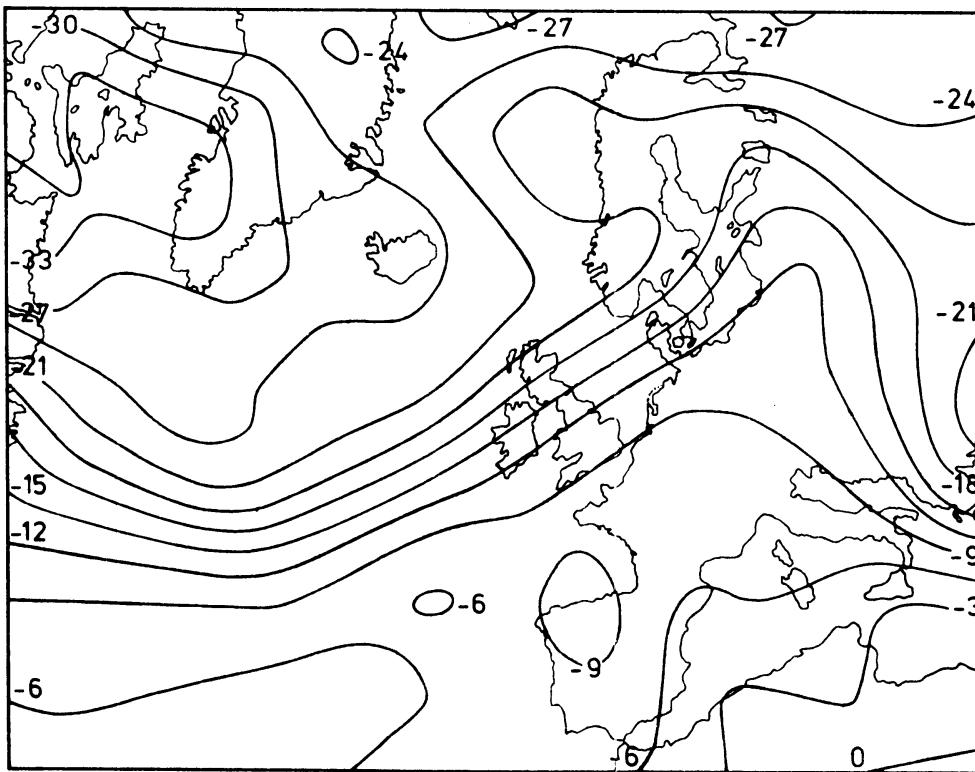
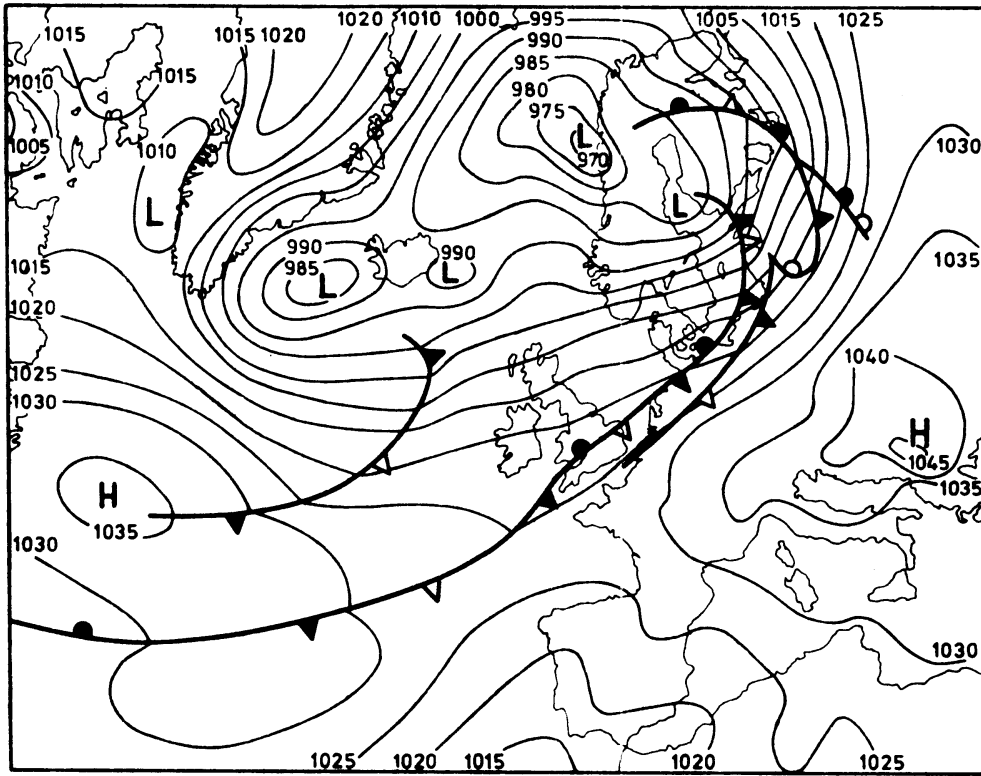
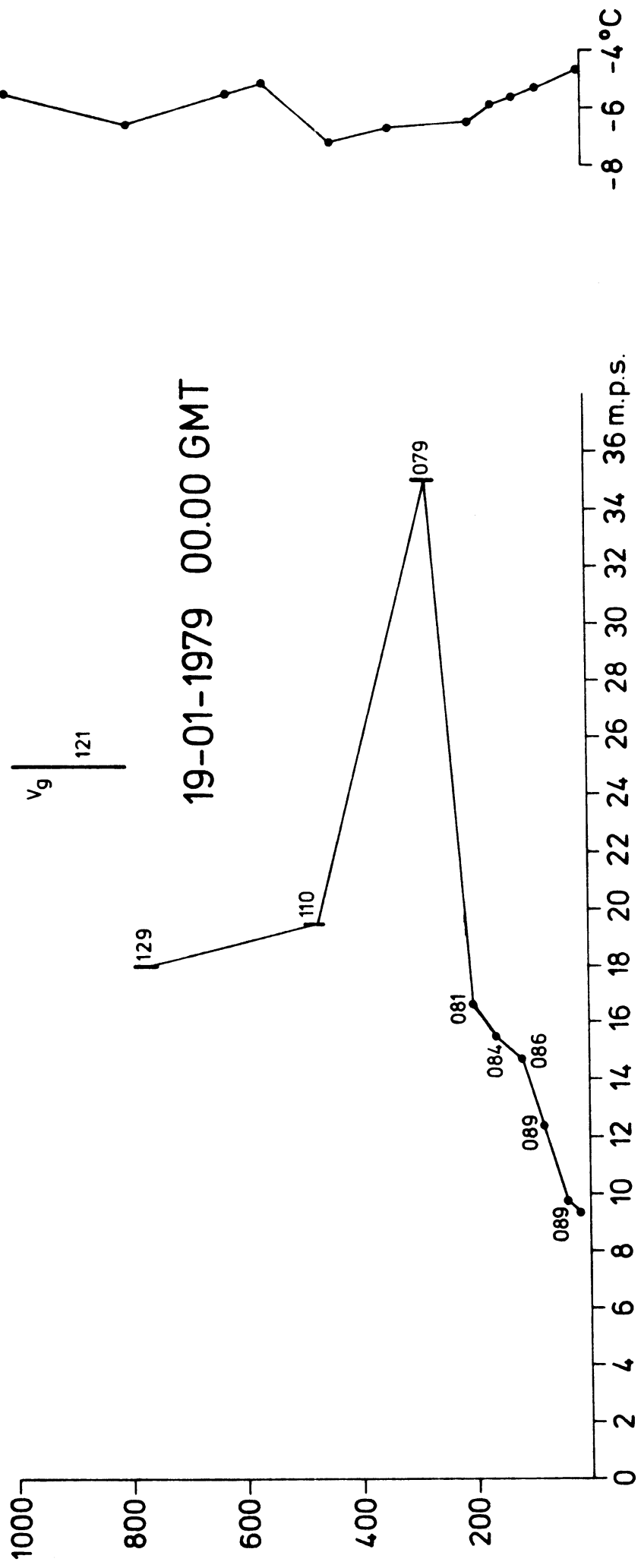


Fig. 4a

Fig. 5



Weersituatie 19-01-1979 00.00 GMT

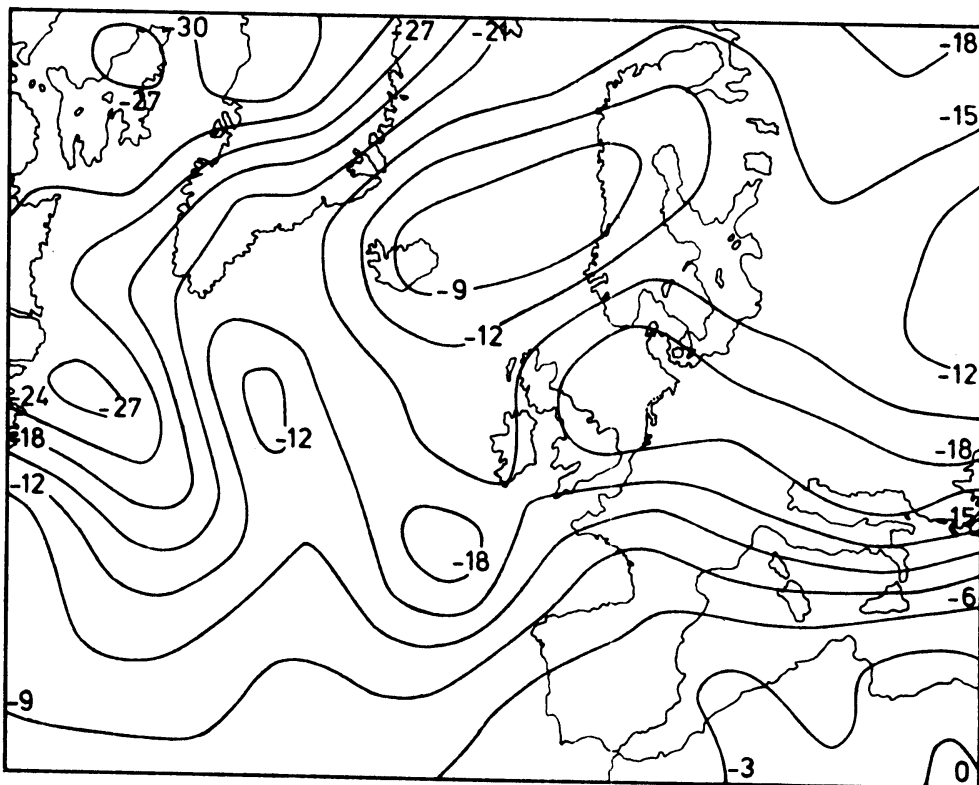
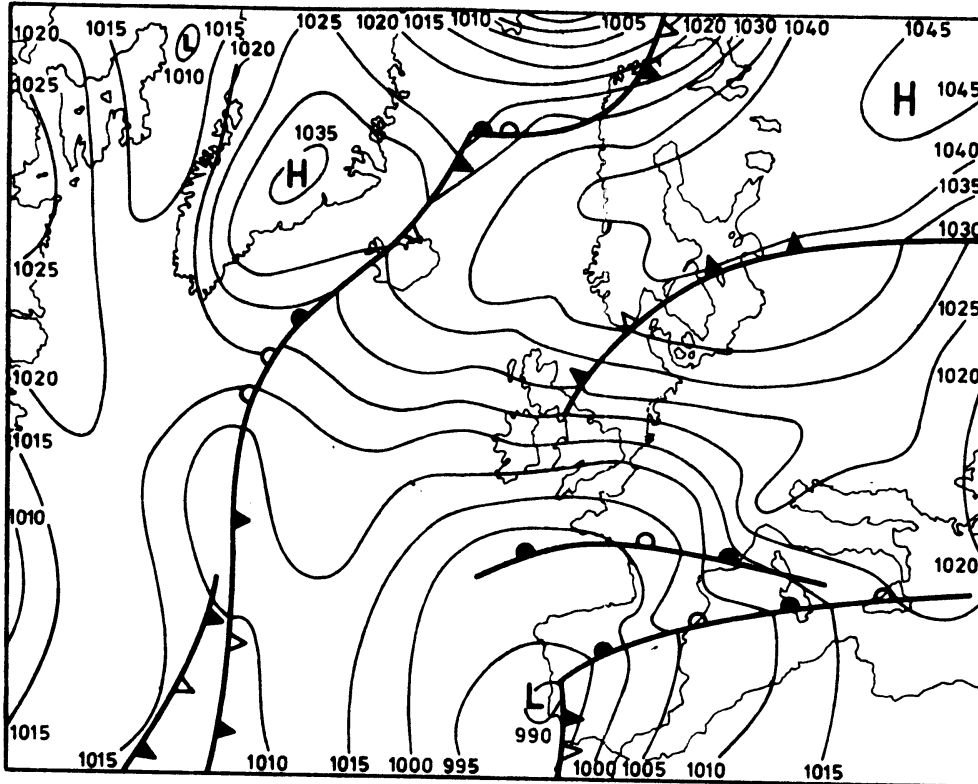
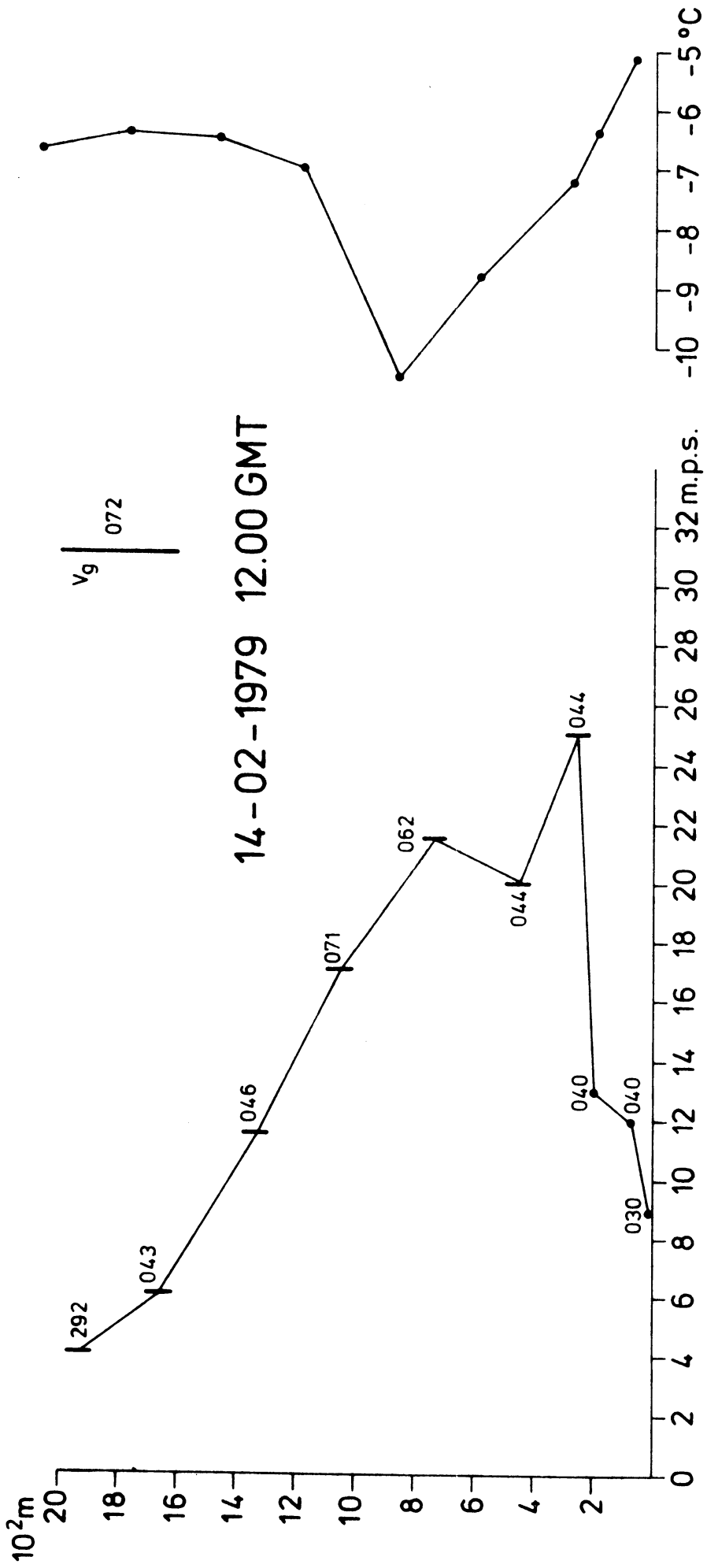


Fig. 5a

Fig. 6



Weersituatie 14-02-1979 12.00 GMT

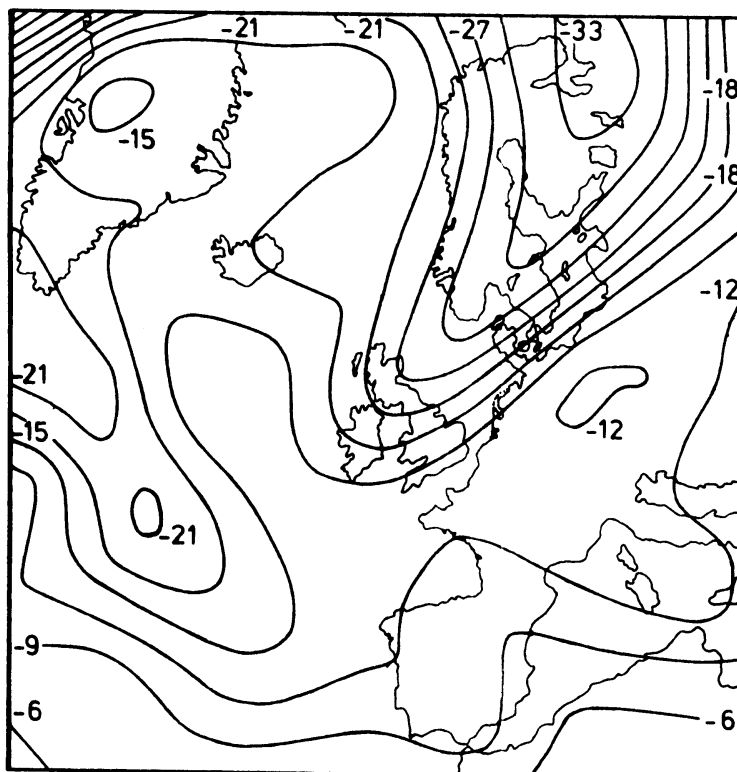
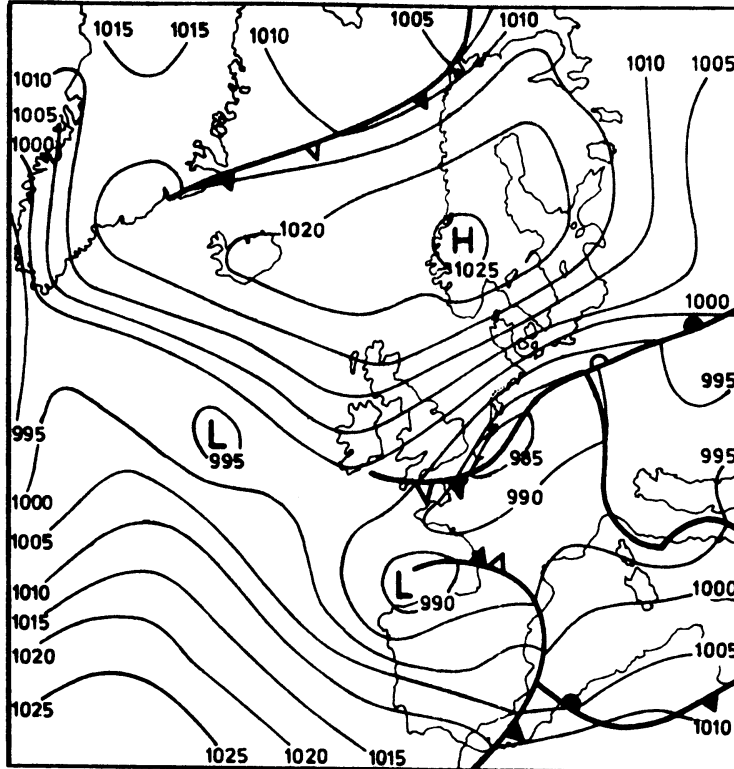


Fig. 6a

Fig. 7

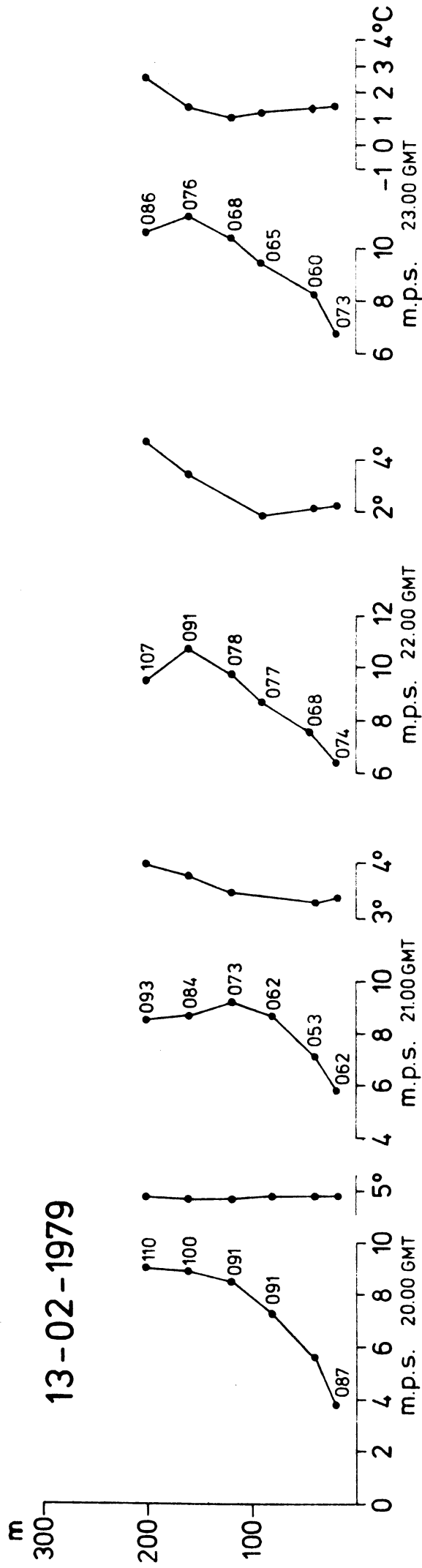


Fig. 7

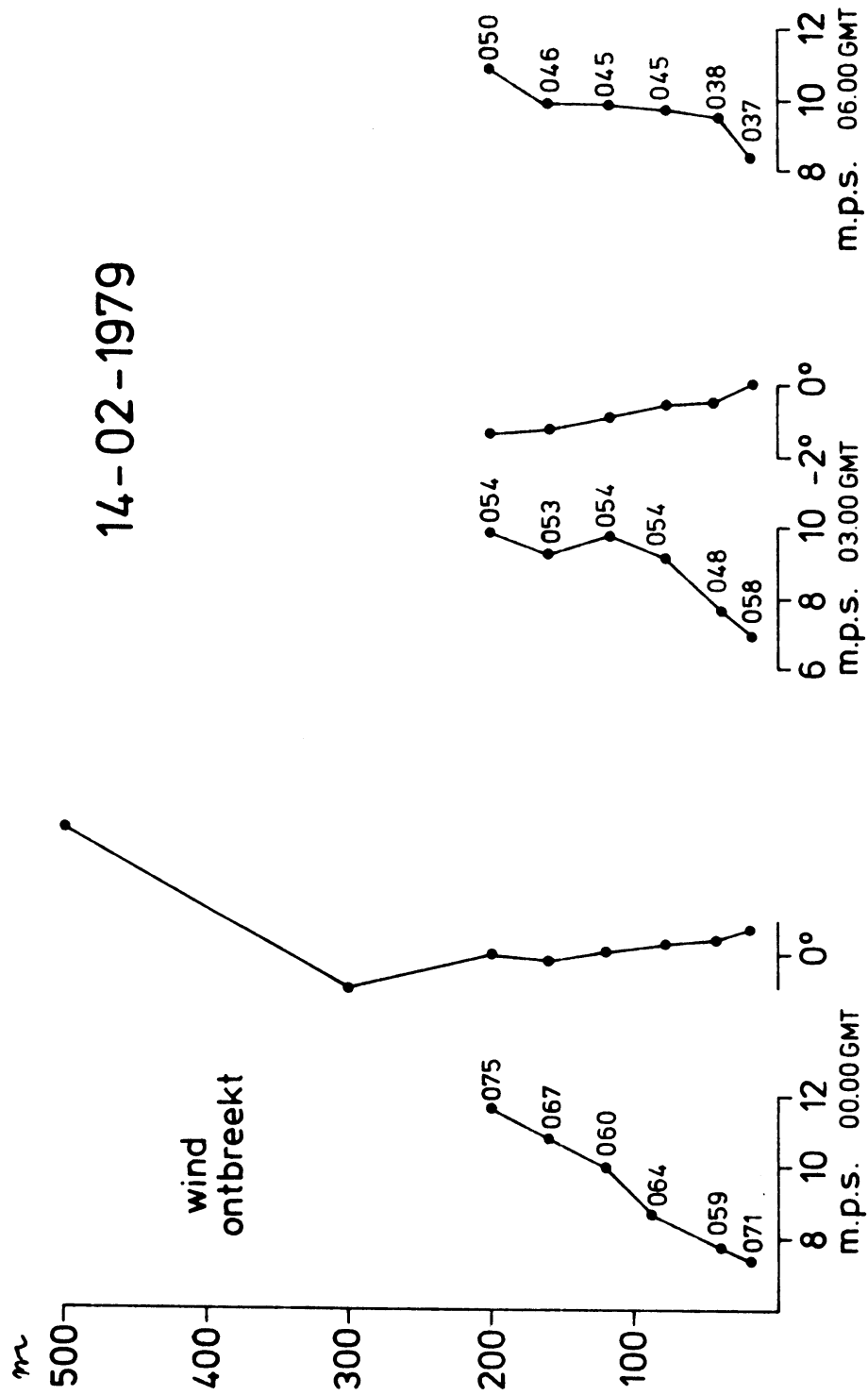


Fig. 8

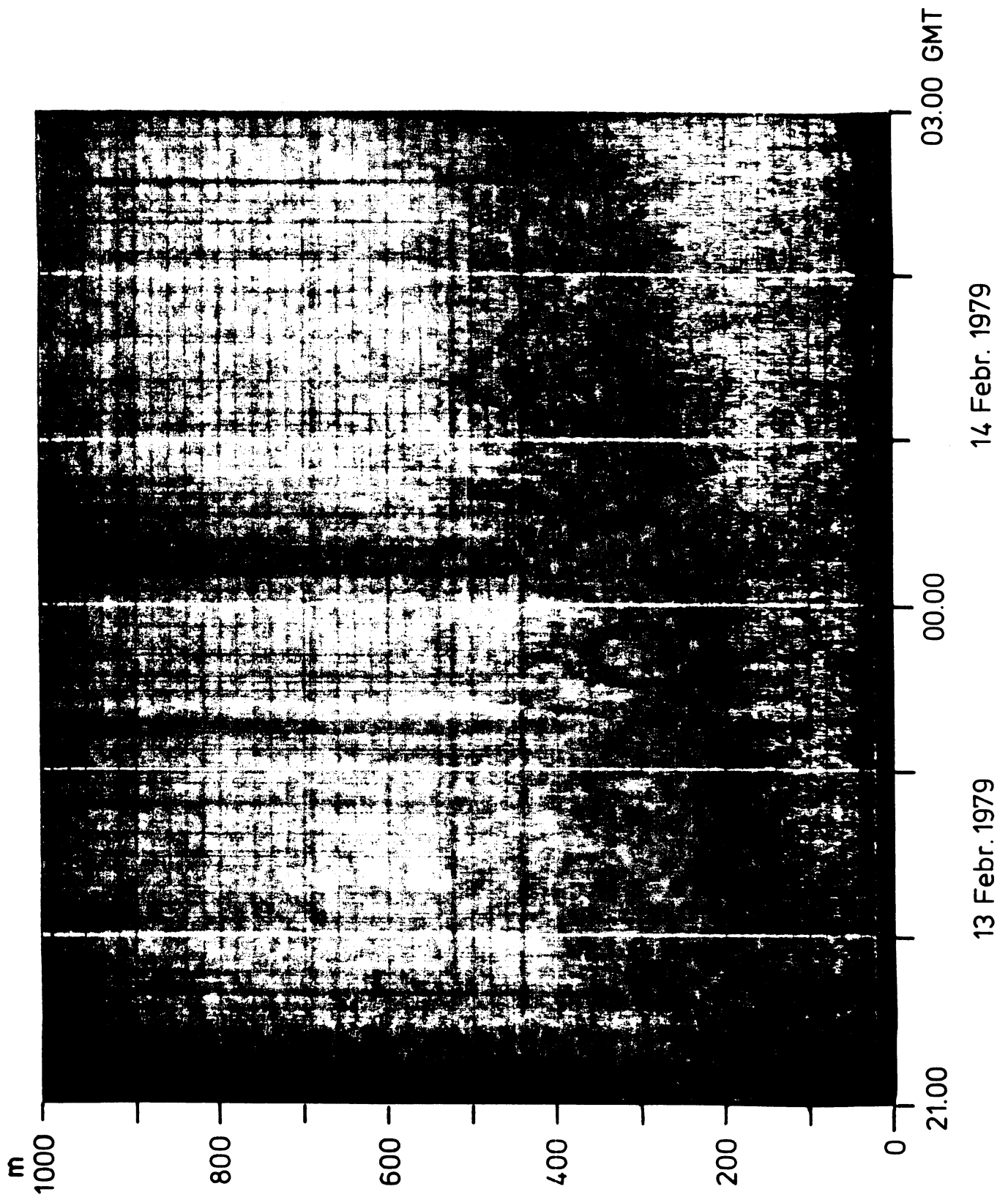


Fig. 9

30-12-1978

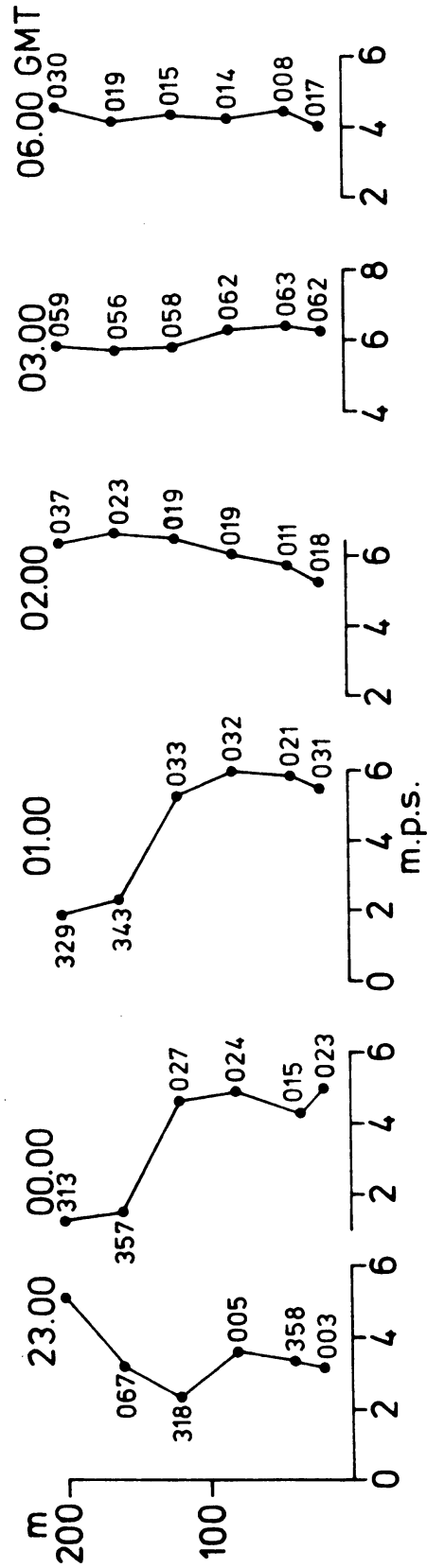


Fig. 10

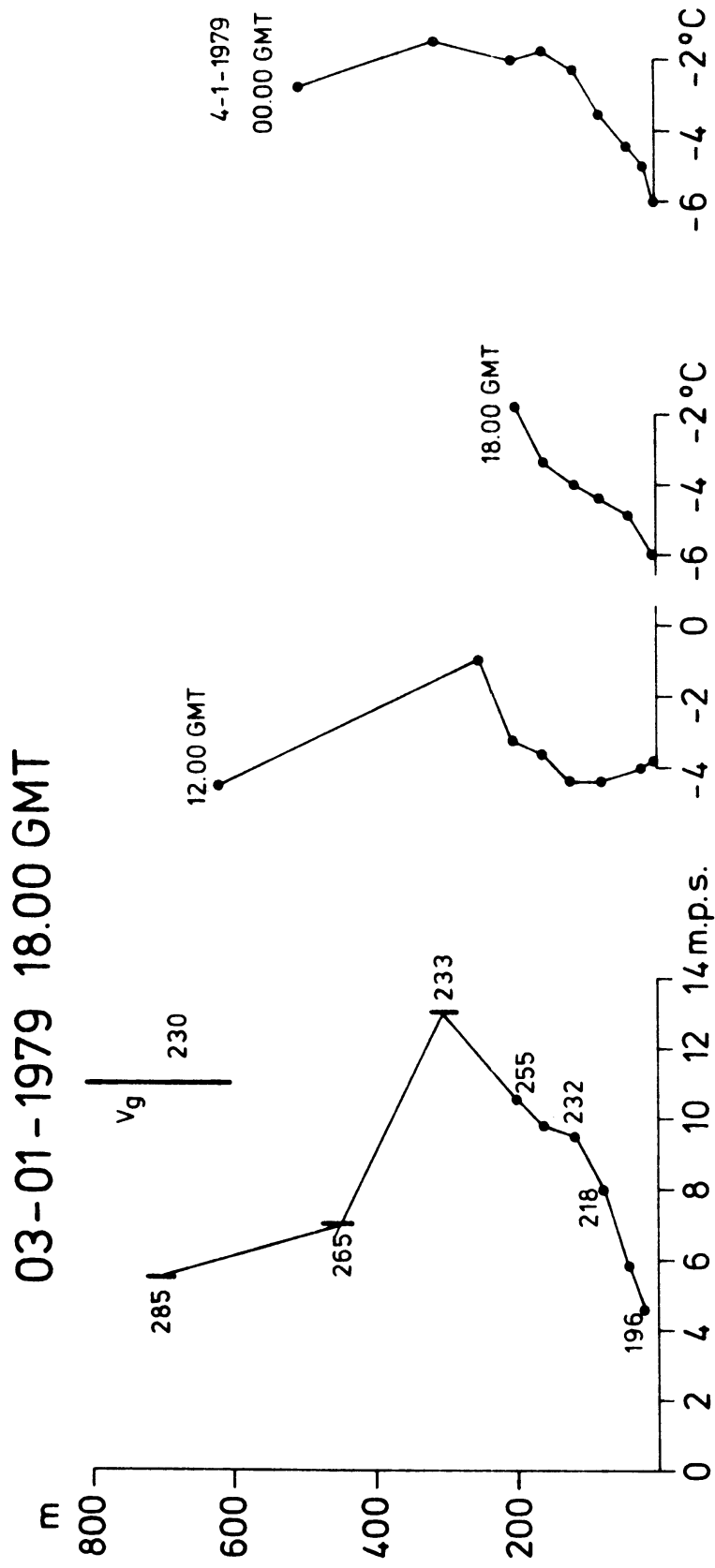
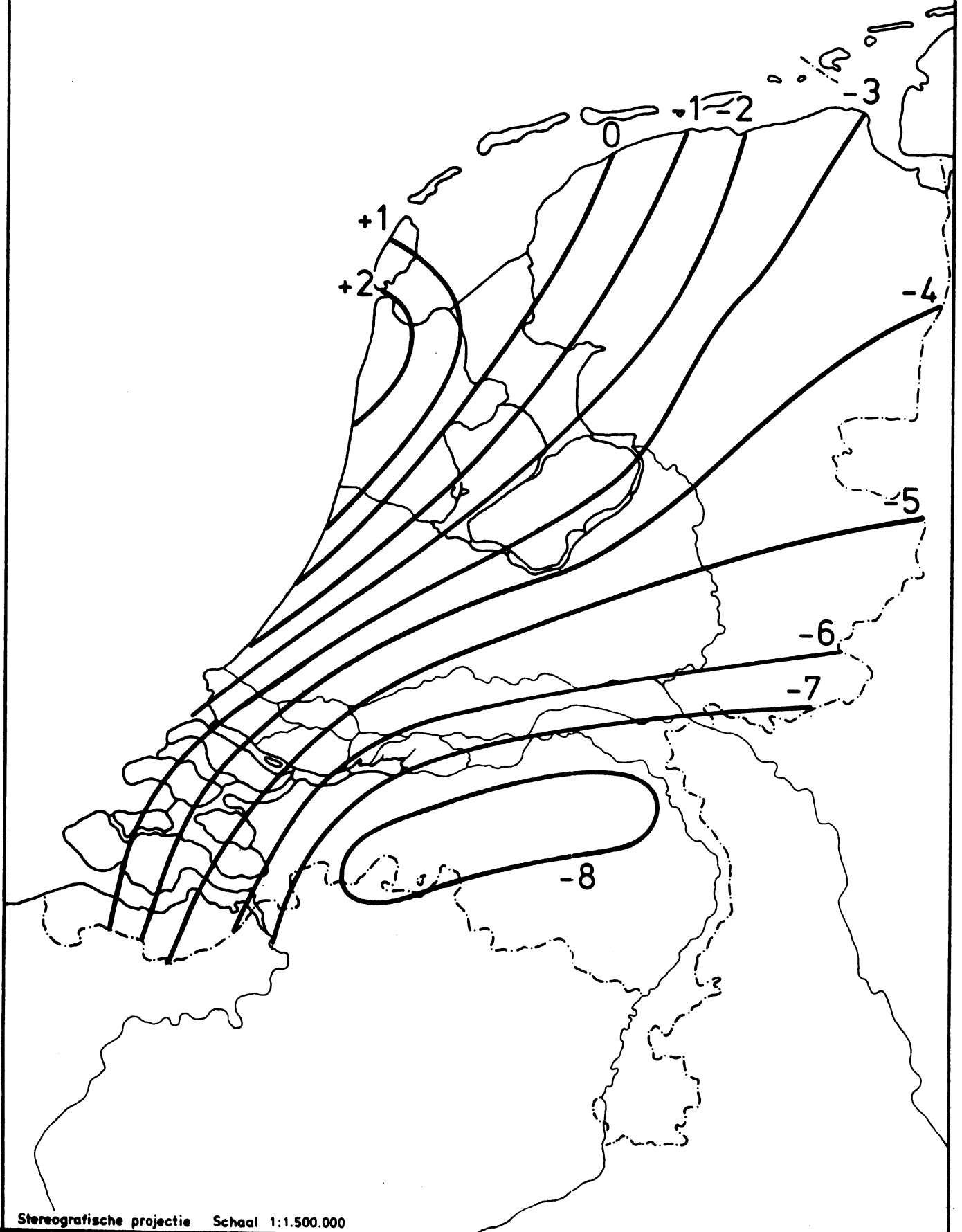


Fig. 11

Isothermen (°C) 03-01-1979 18.00 GMT



Tabel 1. Low Level Wind Maxima Winter 1978-1979

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
datum	tijd	DDDff	DDDff	DDDff	HHH	grootste VWS	laag met gr. VWS	VWS 20-200m	afstand tot front	type LWM	bijzonderheden
GMT	10m	max.	GEO	m	plaats t.o.v. inversie	kts/100m	gr. VWS	200m	front	LWM	
6-12-78	00 085 05 06 100 10	127 50 123 34	144 25 149 30	200-350 200	basis top G	11.8 15.8	20-120 20-120	10.0 14.4	400 400	N N	
7-12-78	06 106 12	123 28	149 32	200	basis	13.6	20- 80	9.2	400	N	scherp maximum
8-12-78	06 122 12	135 32	164 41	200	basis	14.0	20- 80	10.2	350	F	opkomende ijzel
24-12-78	18 103 13	130 32	151 43	200	midden	12.5	20- 40	10.6	100	F	maximum erg zwak, regen
1- 1-79	00 016 10	033 54	040 20	200-460	basis isothermie	8.4	20- 80	6.7	600	NF	maximum bij basis isothermie sterk supergeostrofisch
3- 1-79	18 196 08	233 25	230 22	200-400	top G	10.6	20- 80	6.5	800	NF	ZW-wind geval, zee-effect
8- 1-79	00 218 08	242 43	252 34	200-400	basis	onzeker	200-386	0.0	100	F	ijzel
10- 1-79	18 190 09	200 45	210 30	200-350	basis isothermie	onzeker	-	11.8	100	F	
18- 1-79	12 068 14	085 46	120 34	200-500	basis	6	20-120	3.9	900	NF	
19- 1-79	00 095 18	079 70	121 50	200-400	basis	13.7	40-120	7.9	900	NF	
20- 1-79	00 098 15 12 111 13	100 55 113 54	137 45 151 34	200-400 200-400	midden midden	13.6 12.6	20- 80 20- 80	10.7 6.6	200 100	NF F	naderende ijzel
23- 1-79	00 067 06	076 24	111 25	200-400	basis	7.6	20- 80	-	100	F	naderende ijzel
27- 1-79	06 210 05	244 30	238 17	200-400	onzeker	onzeker	200-412	2.8	800	NF	ZW-wind geval
29- 1-79	06 145 11	174 34	186 38	350-650	midden isothermie	12.6	20- 80	8.7	300	F	breed maximum boven inversie
30- 1-79	00 179 10	167 40	192 25	200-350	geen inversie	12.4	20- 80	7.2	100	F	afnemng naar boven zwak, geen inversie
7- 2-79	00 120 08	126 58	143 32	200-400	top	11.7	20-200	11.7	100	F	naderende ijzel
14- 2-79	12 030 18 18 030 18	044 50 054 43	072 62 062 54	300 en 800 600-800	basis basis	8.6 8.6	10- 80 10- 80	4.2 4.2	200 200	NF NF	tijdens sneeuwstorm

N = nachtelijk; F = frontaal; NF = niet-frontaal.

kolom
2 windrichting en windsnelheid (kts) op 10 m hoogte.
3 windrichting en windsnelheid (kts) van het windmaximum.
4 windrichting en windsnelheid (kts) geostrofische wind.
5 hoogte van het windmaximum in m.
6 plaats in de verticaal t.o.v. inversie c.q. isothermie.

kolom
7 grootste verticale windscherping (VWS) in kts per 100 m.
8 laag (beneden 200 m) waarin grootste VWS voorkwam.
9 VWS in laag 20-200 m.
10 afstand tot dichtstbijzijnd front in km.