

verificatie van GONO
golfverwachtingen en van
Engelse fine-mesh winden
over de periode
oktober 1986 - april 1987

wetenschappelijke rapporten; WR 89-03

R. A. van Moerkerken

de bilt 1989 publikatienummer: Scientific reports = wetenschappelijke
rapporten ; WR 89-03 (00)

postbus 201
3730 AE de bilt
wilhelminalaan 10
tel.(030) - 206911
telex 47096

Division of Oceanographic Research

U.D.C.: 551.466.33
551.509.59
551.552
(261.26)

ISSN: 0169-1651

©KNMI, De Bilt. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden door middel van druk, fotocopie, microfilm, of op welke wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het KNMI.

verificatie van GONO
golfverwachtingen en van
Engelse fine-mesh winden
over de periode
oktober 1986 - april 1987

wetenschappelijke rapporten; WR 89-03

R. A. van Moerkerken

Samenvatting

In dit rapport worden berekende golfhoogten en berekende winden vergeleken met waarnemingen die routinematig op een aantal punten in de Noordzee gedaan worden. De berekeningen worden gemaakt door het GONO model dat ten behoeve van de Operationele Dienst van het KNMI golfverwachtingen voor de Noordzee opstelt. De bijbehorende wind is in dit rapport GONO wind genoemd. De vergelijking betreft windrichting, windsnelheid, golfhoogte en laagfrequente golfhoogte, over de periode 1 oktober 1986 t/m 30 april 1987, voor de posities : EPF, IJMUIDEN en K-13 in de zuidelijke Noordzee, AUK in de centrale Noordzee en BRENT in de noordelijke Noordzee. Eveneens is een vergelijking uitgevoerd tussen waargenomen winden en winden die berekend worden door het atmosfeer model van het Meteorological Office in Engeland. Deze wind wordt in dit rapport UK-6 wind genoemd. We tonen aan dat er een duidelijk verband bestaat tussen de fout in de GONO windsnelheden en de fout in de golfhoogten. Op alle posities is de correlatie coëfficiënt ongeveer .70. Voor de UK-6 winden berekenen we zowel een kleinere standaard deviatie als een kleinere strooiindex dan de GONO winden. Langs de kust zijn de UK-6 winden te laag.

Abstract

Wave heights predicted by the operational KNMI wave model (GONO) and the wind fields derived from UK Meteorological Office fine-mesh pressure fields (GONO wind) have been compared with observations. The comparison is made for the following elements : the wind direction, the wind speed, the wave height and the low frequency wave height, for the period October 1986 until April 1987 inclusive for the following locations: EPF, IJMUIDEN and K-13 in the southern North Sea, AUK in the central North Sea and BRENT in the northern North Sea. Also a comparison has been made for the GONO wind and the UK Meteorological Office fine-mesh wind fields (UK-6 wind). Note the UK-6 wind fields are not exactly the same wind fields used by the British Meteorological Office because of different interpolation procedures, we show that there is a good correlation between errors in the GONO wind and errors in the calculated wave height. The correlation coefficient is about .70 for all the positions. The UK-6 winds have both a smaller standard deviation as a smaller scatter index than the GONO winds. Along the coast the UK-6 winds are too low in the mean.

Inhoud

I	Inleiding	5 - 6
II	Waarnemingen en modeluitkomsten	7 - 8
	1. Waarnemingen	7
	2. Modeluitkomsten	8
III	Algemeen overzicht	9 - 13
	1. GONO en GONO wind versus waarnemingen	9 - 11
	2. GONO wind versus UK-6 wind	12 - 13
IV	Statistisch overzicht	14 - 22
	1. Statistisch overzicht van de waargenomen golfhoogten	14 - 15
	2. Statistisch overzicht GONO en GONO wind versus waarnemingen	16 - 17
	3. Statistisch overzicht GONO wind versus UK-6 wind	18
	4. GONO en GONO wind versus waarnemingen	19 - 21
	5. GONO wind versus UK-6 wind	22
V	Samenvatting en konklusies	23 - 24
	Referenties	26 - 27
	Figuren	28

I Inleiding.

Het operationele numerieke golfmodel GONO wordt sinds vele jaren gebruikt voor het maken van zeegang- en deiningverwachtingen voor de Noordzee. Binnenkort wordt het golfverwachtingssysteem vervangen door een 3de generatie golfverwachtingsmodel, dat gekoppeld zal worden aan een "limited-area" atmosfeermodel (LAM). Het nieuwe systeem, dat meer fysika bevat, zal naar verwachting betere resultaten opleveren. Om deze bewering in de toekomst te kunnen controleren, en om de kwaliteit van de lopende verwachtingen te bewaken is de verifikatie voor het seizoen 1986 - 1987 uitgevoerd.

Samengevat verloopt een modelrun als volgt. Ten behoeve van de operationele dienst ontvangt het KNMI iedere 12 uur 3 uurlijkse luchtdrukvelen voor een verwachtingstermijn van 36 uur vooruit. De velden zijn afkomstig van het Meteorological Office in Bracknell, Engeland. Uit deze velden wordt de bijbehorende windsnelheid op het 10 meter niveau voor ieder punt van het GONO-rooster berekend. De 10 meter wind wordt vervolgens ingevoerd in het golfmodel GONO. Deze wind wordt in dit rapport GONO wind genoemd. Zowel GONO als GONO wind worden in dit rapport geverifieerd.

Een beschrijving van GONO is te vinden in Janssen, Komen en de Voogt (1984). Sinds 1979 wordt het model systematisch geverifieerd. De resultaten van deze verificaties worden jaarlijks gebundeld (Bouws et al., 1980, 1982a, 1982b, 1983, 1984, 1985 en 1986).

Tevens worden de uitkomsten van GONO wind vergeleken met de wind van het UK Meteorological Office fine-mesh model (UK-6 wind). Deze UK-6 winden zijn niet precies dezelfde winden die het Britse Meteorological Office gebruikt, maar winden die hiervan zijn afgeleid door interpolatie.

Dit rapport behandelt de periode 1 oktober 1986 tot en met 30 april 1987. De modelresultaten worden geverifieerd voor de volgende posities:

NAAM	POSITIE	HOOGTE WINDMETER	DIEPTE
EPF	52°00' N 3°16' E	29 meter	30 m
IJMUIDEN	52°34' N 4°04' E	12 meter	25 m
K-13	53°13' N 3 13' E	75 meter	22 m
AUK	56°24' N 2°04' E	103 meter	60 m
BRENT	61°04' N 1°43' E	80 meter	>100 m

Deze posities zijn aangegeven in figuur 1.

Bovenstaande hoogtes van de windsensor zijn gegeven t.o.v. het gemiddelde zeeniveau (MSL). Voor de verificatie zijn de gemeten windsnelheden gecorrigeerd naar het 10 meter niveau. Geverifieerd worden: windrichting (DD), windsnelheid (FF), golfhoogte (H_S) en laagfrequente golfhoogte ($H_{S,10}$). Voor de golfhoogten gelden de onderstaande formules:

$$H_S = 4 \left[\int_0^{\infty} E(f) df \right]^{\frac{1}{2}}$$

$$H_{S,10} = 4 \left[\int_0^{0.1} E(f) df \right]^{\frac{1}{2}}$$

In de praktijk wordt veel met E_{10} gewerkt, de relatie tot $H_{S,10}$ is:

$$E_{10} = \left[\frac{1}{4} H_{S,10} \right]^2$$

II Waarnemingen en modeluitkomsten.

II.1 Waarnemingen.

De golfmetingen van de positie IJMUIDEN werden door KNMI waveriders geregistreerd. De golfmetingen van de posities EPF, K-13 en AUK werden door de Directie Noordzee van Rijkswaterstaat ingezameld. De golfwaarnemingen van BRENT evenals de windwaarnemingen zijn betrokken via het Global Telecommunication System (GTS).

In de voorafgaande jaren werd er voor een belangrijk deel met de hand geverifieerd, omdat er geen programmatuur was om de data afkomstig van verschillende informatiebronnen aan elkaar te koppelen. Er werd gedurende twee jaren gewerkt aan een geautomatiseerd systeem waarmee sneller en uitgebreider geverifieerd kan worden. Dit systeem is inmiddels gereed gekomen en werkt zeer bevredigend. Het systeem verzamelt synoptische gegevens verkregen via het GTS uit 100 gebieden voornamelijk van de Noordzee (fig. 1). Deze gegevens worden gecontroleerd, gecorrigeerd en gearchiveerd om later samen met (geschoonde) golfmetingen van het CIC (Hoek van Holland) en de golfmetingen van het KNMI (munitiestortplaats IJMUIDEN) wind-en golfmodellen te verifiëren. Dit systeem, het z.g. MOERAV-systeem, is een systeem dat Modeluitkomsten en Observaties op een Economische wijze Registreert, Archiveert en Verifieert (fig. 2). Het systeem bestaat uit een set van routines die er voor zorgt dat de data in een "library" worden opgenomen. De files die in figuur 2 aangeduid zijn met GTS-data bevatten synoptische waarnemingen van het GTS, de GPAR-data files bevatten golfparameters die berekend zijn m.b.v. spectrale analyses uit instrumenteel waargenomen tijdreeksen. De files GONO-data, tenslotte, bevatten de modelberekeningen.

Enkele voordelen van dit systeem zijn :

1. de gebieden zijn vrij te kiezen
2. het systeem bevat veel meer grootheden dan alleen wind en golven, zoals zicht, temperaturen, luchtdruk, enz.
3. er kan snel geverifieerd worden

Ook worden met dit systeem de maandelijkse overzichten betreffende een aantal klimatologische gegevens van de Noordzee samengesteld (Monthly Bulletin North Sea).

II.2 Modeluitkomsten.

De modelresultaten zijn niet altijd aanwezig, o.a. in de maand februari bij K-13, in de maanden oktober en november bij AUK en bij BRENT in de hele verificatie periode, ontbreken de UK-6 uitkomsten. Er is nagegaan of het ontbreken van de UK-6 resultaten veel invloed heeft op de statistiek bij het vergelijken van de beide winden. Dit blijkt niet het geval te zijn.

III Algemeen overzicht.

De tijdreeksen zijn gepresenteerd in de vorm van grafieken, waarin 6 uurlijks de windrichting (DD) in hele graden, de windsnelheid (FF) in meters/sec, de golfhoogte (H_S) en de laagfrequente golfhoogte ($H_{S,10}$) in meters zijn geplot. De modelanalyses worden vergeleken met de waarnemingen. Omdat de modellen slechts tweemaal per dag opgestart worden 0 en 12 uur (U.T.) beschikken we alleen op die tijdstippen over analyses. Op de plots staat FP = 0,6,0,6 (FP betekent "forecasting time"); dit wil zeggen dat alleen de analyses en de 6 uur forecasts geplot worden.

Om praktische reden zijn de teksten op de plots in het Engels.

In dit overzicht is voornamelijk gelet op extremen die naar voren komen in de tijdreeksen (figuren 3 t/m 44).

III.1 GONO en GONO wind versus waarnemingen.

EPF (fig. 3 t/m 9)

Tijdens deze verificatie periode komen veel situaties voor met hoge windsnelheden (> 15 m/s) bij windrichtingen tussen zuid en west. GONO wind berekent in deze situaties te hoge windsnelheden, waardoor GONO te hoge golfhoogten uitrekent. In bijna al deze gevallen worden de windrichtingen te ruim berekend. Voorbeelden hiervan zijn te zien op 26, 27 en 30 oktober, op 5, 10, 18, 19, 24 en 25 november, op 4, 5, 16, 18, 19 en 29 december, op 4 januari, op 6 februari, op 27 en 28 maart, en op 11 april. In de periode 10 tot en met 16 januari worden de golfhoogten te laag berekend ook de windsnelheden zijn in deze periode te laag (behalve op 14 januari),

terwijl de NO windrichting te ruim wordt berekend. Zulke perioden zijn ook te zien tussen 17 en 25 februari en tussen 6 en 15 maart, bij windrichtingen tussen noord-oost en oost. Er is slechts één geval met laagfrequente golfhoogte van ten minste 2 m geregistreerd en wel op 2 maart.

IJMUIDEN (fig. 12 t/m 18)

Bovenstaande is ook bij IJMUIDEN te zien, de windrichtingen worden te ruim berekend, terwijl de windsnelheden en de golfhoogten te hoog worden berekend bij windrichtingen tussen zuid en west. De meeste gevallen op dezelfde tijdstippen als bij EPF. Bij windrichtingen tussen noord en oost worden ongeveer in dezelfde periode als EPF te lage windsnelheden en golfhoogten berekend; ook nu worden de windrichtingen te ruim berekend. Bij dit station worden enkele gevallen met laagfrequente golfhoogte van ca. 2.5 m waargenomen en wel op 2 november en op 19, 27 en 29 december.

K-13 (fig. 21 t/m 27)

Bij K-13 worden bij windrichtingen tussen zuid en west te hoge windsnelheden en golfhoogten berekend, met name bij hoge windsnelheden (> 15 m/s). Dat is te zien op 5, 9, 10, 19, 24 en 25 november, op 3, 4, 5, 13, 15, 28, 29 en 31 december, op 6 en 10 februari, op 27 en 28 maart. In de periode 13 - 17 januari, op 20 februari en in de periode 8 - 11 maart worden zowel de windsnelheden als de golfhoogten te laag berekend bij windrichtingen tussen noord en oost. De windrichtingen worden in het algemeen beter berekend dan bij EPF en IJMUIDEN. Laagfrequente golfhoogten van ca. 2.5 meter worden op 2 november en in de periode 27 - 30 maart waargenomen.

AUK (fig. 30 t/m 36)

Bij hoge windsnelheden (> 15 m/s) met windrichtingen tussen zuid en west worden zowel de windsnelheden als de golfhoogten te hoog berekend. De berekende windrichtingen zijn redelijk goed. Enige voorbeelden hiervan zijn te zien op 25 en 30 oktober, op 9, 10, 16, 22, 23, 25, 29 en 30 november, op 3, 5 en 25 december, op 5 februari en op 27 maart. In de periode 9 - 17 januari, op 26 en 28 januari, en op 22 en 23 februari bij windrichtingen tussen noord en oost worden de windrichtingen en windsnelheden redelijk goed uitgerekend, terwijl GONO de golfhoogten te laag berekent. Dat is ook het geval bij zuid oosten wind in de periode 7 - 12 maart. In een aantal gevallen berekent GONO te hoge laagfrequente golfhoogten namelijk op 30 en 31 oktober, op 9, 10, 25 en 29 november, op 3, 5, 11, 13 en 15 december en op 27 maart. Op 26 en 28 januari en op 23 februari wordt te laag berekend.

BRENT (fig. 38 t/m 44)

Op deze positie komen vaak de grootste golfhoogten voor, zowel bij de waarnemingen als bij het model. Bij windrichtingen tussen zuid en oost berekent het model vaak te grote golfhoogten. Soms berekent GONO te hoog b.v. op 12, 16, 18, 27 en 30 oktober, op 16 en 22 november en op 7 december, en soms berekent GONO te laag b.v. op 29 december, op 4, 9, 10 en 17 januari en op 2 en 6 maart. In al deze gevallen zijn de windrichtingen te ruim berekend.

III.2 GONO wind versus UK-6 wind.

In het voorgaande blijkt, dat de standaardmethode voor het berekenen van winden uit drukvelden ten behoeve van GONO (GONO winden) bij hoge windsnelheden vaak te hoge snelheden oplevert. Omdat de invoergegevens van het UK Meteorological Office niet alleen drukvelden maar ook windvelden bevatten, leek het zinvol om de uitkomsten van GONO wind te vergelijken met de rechtstreeks geleverde windvelden.

GONO wind is gebaseerd op de zogenaamde Hesselberg-methode. Deze methode is onder relatief extreme omstandigheden (windsnelheden > 15 m/s) niet geheel betrouwbaar; fluctuaties in de luchtdrukgradient kunnen tot grote fouten leiden, met als gevolg uitschieters in de windsnelheid. Het UK Meteorological Office model bepaalt de windvelden op een andere manier. Uit onderzoek van Kok (1988) en referenties daarin blijkt dat deze winden goed zijn in het algemeen. Alleen bij de kust zijn ze te zwak. De oorzaak hiervan is gelegen in het uitsmeren van "landeffecten" die tot boven zee doordringen als gevolg van roosterinterpolaties. Zou men de door Kok voorgestelde correcties toepassen, dan krijgt men winden die ook langs de kust beter voldoen dan de tot op heden gebruikte GONO winden. (Deze correcties zijn hier niet toegepast)

De windrichtingen van GONO wind en UK-6 wind laten in de tijdreeksplots weinig verschillen zien en worden daarom niet gepresenteerd.

EPF, IJMUIDEN en K-13. (zie fig. 3 t/m 29)

Wat het meest opvalt zijn de kort durende fluctuaties van de GONO winden die niet uit de waarnemingen blijken (de vele "piekjes"). De UK-6 winden (fig. 10, 11, 19, 20, 28 en 29) vertonen deze fluctuaties niet. De UK-6 winden zijn vaak bij extreme windsnelheden uit het zuid-westen te laag.

AUK. (zie fig. 30 t/m 37, UK-6 wind in fig. 37)

Over het algemeen lijken de beide winden het meest op elkaar op deze positie en komen zij redelijk goed overeen met de waarnemingen.

Door de tijdreeksplots met modeluitkomsten van GONO winden met die van de UK-6 winden van EPF, IJMUIDEN, K-13 en AUK te vergelijken kunnen we de volgende conclusie trekken:

Afgezien van een systematische fout bij de kust, die eventueel te corrigeren zou zijn, blijken de UK-6 winden de waarnemingen beter te benaderen dan de GONO winden.

IV Statistisch overzicht.

IV.1 Statistisch overzicht van de waargenomen golfhoogten.

Om een idee te krijgen hoe de verdeling in klassen van golfhoogten, verdeeld in sectoren van windrichting, tijdens deze verificatie-periode is geweest wordt hieronder tabel 1 weergegeven.

Waarnemingen (Periode 8610 t/m 8704)

EPF

H_S	0 - 60	60 - 120	120 - 180	180 - 240	240 - 300	300 - 360
< 1 m	17	38	37	47	15	5
1 - 2 m	42	34	37	78	43	24
2 - 3 m	17		8	74	40	15
3 - 4 m	10		2	18	26	3
4 - 5 m				4	3	1
5 - 6 m					2	

IJMUIDEN

H_S	0 - 60	60 - 120	120 - 180	180 - 240	240 - 300	300 - 360
< 1 m	14	40	21	43	16	6
1 - 2 m	34	36	33	52	44	20
2 - 3 m	13	3	10	44	43	10
3 - 4 m	3		3	11	20	4
4 - 5 m				3	6	2
5 - 6 m					2	

K -13

H_S	0 - 60	60 - 120	120 - 180	180 - 240	240 - 300	300 - 360
< 1 m	4	22	26	41	22	8
1 - 2 m	25	28	28	60	47	26
2 - 3 m	9	35	1	57	60	25
3 - 4 m	5	7	1	13	30	10
4 - 5 m	3	2		5	3	1
5 - 6 m						
6 - 7 m					1	

TABEL 1 Overzicht van het aantal waargenomen golfhoogten verdeeld in klassen van golfhoogten uitgesplitst in 6 sectoren

AUK

H _S	0 - 60	60 - 120	120 - 180	180 - 240	240 - 300	300 - 360
< 1 m		3	6	13	12	8
1 - 2 m	6	12	41	63	55	27
2 - 3 m	13	23	30	30	77	32
3 - 4 m	10	26	12	22	52	17
4 - 5 m	6	7	2	7	14	15
5 - 6 m		1		1	4	4
6 - 7 m					2	

BRENT

H _S	0 - 60	60 - 120	120 - 180	180 - 240	240 - 300	300 - 360
< 1 m	2	1	7	1	2	1
1 - 2 m	11	7	21	9	18	7
2 - 3 m	11	5	44	39	26	15
3 - 4 m	2	6	40	42	22	10
4 - 5 m	1	6	37	24	15	12
5 - 6 m	1	1	16	16	7	8
6 - 7 m		1	11	1	4	1
7 - 8 m		1	8	1	2	1
8 - 9 m			3			
9 -10 m			4			

VERVOLG TABEL 1 Overzicht van het aantal waargenomen golfhoogten verdeeld in klassen van golfhoogten uitgesplitst in 6 sectoren

IV.2 Statistisch overzicht GONO en GONO wind versus waarnemingen.

De statistiek wordt gepresenteerd in de vorm van tabellen. Het gaat hierbij om het aantal waarnemingen (NUMBER), het gemiddelde van de waargenomen waarden (AV. OBS), de gemiddelde fout (BIAS), en de standaard afwijking (SD). Tevens wordt gegeven de strooiindex (SI) gedefinieerd door $100 \times (SD / AV. OBS)$ in percentages (tabel 2).

De bias en de standaarddeviatie in de windsnelheden zijn gegeven in dm/sec en de golfhoogten in cm. De statistiek is van toepassing op windsnelheden groter of gelijk aan 5 m/s.

In de onderstaande tabel worden de statistische parameters van de windrichting, de windsnelheid, de golfhoogte en de laagfrequente golfhoogte gepresenteerd zowel voor de analyses als voor de prognoses.

GONO (H_S , $H_{S,10}$) en GONO wind (DD,FF) (periode 8610 t/m 8704)											
EPF	NUMBER	AV.OBS	BIAS			SD			SI		
			0	+12	+24	0	+12	+24	0	+12	+24
DD	620		13	14	14	21	23	26			
FF	620	100	-2	0	3	25	30	34	25	30	34
H_S	620	171	-5	-5	1	61	70	77	36	41	44
$H_{S,10}$	604	19	3	5	6	30	33	37	158	172	201
IJMUIDEN											
	NUMBER	AV.OBS	BIAS			SD			SI		
			0	+12	+24	0	+12	+24	0	+12	+24
DD	603		19	20	20	25	28	28			
FF	603	100	0	0	4	27	33	33	27	33	33
H_S	514	171	2	2	9	64	72	77	37	42	46
$H_{S,10}$	514	28	2	3	6	35	39	47	123	137	169

TABEL 2 Statistisch overzicht van windrichting, windsnelheid, golfhoogte en laagfrequente golfhoogte voor analyses en prognoses

K-13	NUMBER	AV.OBS	BIAS			SD			SI		
			0	+12	+24	0	+12	+24	0	+12	+24
DD	612		-3	-2	-2	18	22	25			
FF	612	99	1	3	6	25	31	34	26	31	34
H _S	586	190	9	11	15	69	79	81	36	41	43
H _{S,10}	574	38	-2	0	2	40	44	47	104	115	126
AUK	NUMBER	AV.OBS	BIAS			SD			SI		
			0	+12	+24	0	+12	+24	0	+12	+24
DD	626		-14	-15	-12	20	25	32			
FF	626	98	2	4	6	23	28	33	23	29	34
H _S	621	247	2	7	16	89	100	116	36	40	47
H _{S,10}	581	81	7	10	19	85	94	107	104	115	135
BRENT	NUMBER	AV.OBS	BIAS			SD			SI		
			0	+12	+24	0	+12	+24	0	+12	+24
DD	511		14	15	17	23	27	34			
FF	511	117	-11	-10	- 8	35	41	45	30	35	39
H _S	507	329	- 6	1	9	120	135	137	36	41	42

DD in hele graden; FF in dm/sec; H_S in cm; H_{S,10} in cm.

0 = analyses; +12 en +24 = prognoses;

VERVOLG TABEL 2 Statistisch overzicht van windrichting, windsnelheid, golfhoogte en laagfrequente golfhoogte voor analyses en prognoses

IV.3 GONO wind versus UK-6 wind.

Tabel 3 geeft een overzicht van de statistische verificatie van de beide winden. Het betreft de windsnelheid uitgesplitst in 6 sectoren van windrichting. In het algemeen zijn de UK-6 winden beter, hoewel deze winden langs de kust te lage windsnelheden berekenen.

GONO wind en UK-6 wind (periode 8610 t/m 8704) (windsnelheden in dm/sec.)							
	SECTOR	UK-6	GONO	UK-6	GONO	UK-6	GONO
		BIAS	BIAS	SD	SD	SI	SI
EPF	0 - 60	-17	-21	14	18	14	19
IJMUIDEN	0 - 60	-13	-15	16	21	17	23
K-13	0 - 60	5	-12	19	20	20	23
AUK	0 - 60	4	-12	17	21	19	23
EPF	60 - 120	-14	-16	12	20	16	25
IJMUIDEN	60 - 120	-20	-11	16	23	20	29
K-13	60 - 120	- 6	-20	24	19	24	19
AUK	60 - 120	8	- 6	24	25	23	25
EPF	120 - 180	-12	2	14	26	15	28
IJMUIDEN	120 - 180	- 8	18	19	33	22	38
K-13	120 - 180	- 6	0	21	25	25	31
AUK	120 - 180	5	- 3	19	20	20	21
EPF	180 - 240	-19	6	18	25	16	24
IJMUIDEN	180 - 240	-28	4	18	26	17	23
K-13	180 - 240	- 5	13	20	28	18	25
AUK	180 - 240	- 4	8	20	24	21	24
EPF	240 - 300	-14	6	15	22	14	20
IJMUIDEN	240 - 300	-26	- 1	19	24	17	21
K-13	240 - 300	6	6	17	21	16	21
AUK	240 - 300	- 2	5	18	23	18	23
EPF	300 - 360	- 9	- 8	18	25	20	29
IJMUIDEN	300 - 360	-23	-16	17	18	18	20
K-13	300 - 360	3	0	20	21	23	25
AUK	300 - 360	3	- 1	19	21	20	23

TABEL 3 Statistisch overzicht van windsnelheden
uitgesplitst in 6 sectoren van windrichting

IV.4 GONO en GONO wind versus waarnemingen.

In deze en de volgende paragraaf zullen we aan de hand van scatterplots proberen verder inzicht te krijgen in het verband tussen berekende en waargenomen grootheden, als functie van windrichting en voor verschillende snelheids- respectievelijk hoogteklassen.

Scatterplots (fig. 45 t/m 59)

De vierkantjes op de X- en Y-assen op de scatterplots geven de gemiddelde waarden van de waarnemingen respectievelijk van de modeluitkomsten.

In een aantal scatterplots (figuren 45, 48, 51, 54 en 57) worden alle data geplot, maar om een beter inzicht te krijgen worden tevens scatterplots gepresenteerd waarbij de data uitgesplitst zijn in 6 sectoren van windrichting. Bias en standaarddeviatie zijn gegeven in dm/sec, net als in de tabellen. Onderstaand wordt het e.e.a. besproken.

EPF. (fig. 45 t/m 47)

Bij EPF (fig. 45 c) is te zien dat de windrichtingen over het algemeen geruimd zijn t.o.v. de waarnemingen. De windsnelheden (fig. 46) zijn in de sectoren 0 - 60, 60 - 120 en 300 - 360 te laag berekend (7 - 20 dm/s), terwijl in de overige sectoren vooral bij hoge windsnelheden GONO wind te hoog berekent. De golfhoogten (fig. 47) worden ook in de sectoren 0 - 60, 60 - 120 en 300 - 360 te laag berekend (gem. 40-70 cm), terwijl in de overige sectoren de golven te hoog worden berekend.

IJMUIDEN. (fig. 48 t/m 50)

Ook hier zijn de windrichtingen geruimd t.o.v. de waarnemingen (fig. 48c), de windsnelheden (fig. 49) zijn in de sectoren 0 - 60, 60 - 120 en 300 - 360 te laag berekend (10 - 15 dm/s). In de sector 120 - 180 worden de windsnelheden te hoog berekend. De golfhoogten (fig. 50) in de sectoren 0 - 60, 60 - 120 en 300 - 360 worden te laag berekend (gem. 40-60 cm). In de sectoren 120 - 180 en 180 - 240 worden de golfhoogten te hoog berekend (gem. 25-40 cm).

K-13. (fig. 51 t/m 53)

De windrichtingen (fig. 51c) zijn in het algemeen in de sector 0 - 60 gekrompen t.o.v. de waarnemingen, de overige richtingen komen goed overeen met de waarnemingen. De windsnelheden (fig. 52) zijn in de sectoren 0 - 60 en 60 - 120 te laag (10 - 20 dm/s) berekend, terwijl in de sectoren 180 - 240 en 240 - 300 met name de hogere snelheden (> 25 knopen) te hoog worden berekend. Voor de golfhoogten (fig. 53) geldt hetzelfde, de twee oostelijke sectoren te laag (gem. 50 cm) en de sectoren 180 - 240 en 240 - 300 (gem. 20-50 cm) te hoog met name golfhoogten > 2 meter.

AUK. (fig. 54 t/m 56)

De windrichtingen (fig. 54c) bij AUK zijn in het algemeen gekrompen t.o.v. de waarnemingen. Mogelijk hangt dit samen met de hoogte van de windsensor (ca. 100 meter) De windsnelheden (fig. 55) worden in de sectoren 0 - 60 en 60 - 120 (5 - 10 dm/s) te laag berekend en in de sectoren 180 - 240 en 240 - 300 te hoog (5 - 8 dm/s). In de laatstgenoemde sectoren worden de windsnelheden > 20 knopen veel te hoog berekend. Voor wat betreft de golfhoogten (fig. 56) valt op dat in de sectoren 0 - 60 en 60 - 120 de golfhoogten te laag (gem. 50 - 90 cm), en in de sectoren 180 - 240 en 240 - 300 te hoog (gem. 20 - 40 cm) worden uitgerekend. Vooral de hogere

golven (vanaf ca. 3 meter) worden te hoog berekend.

BRENT. (fig. 57 t/m 59)

De windrichtingen (fig. 57) zijn in het algemeen geruimd t.o.v. de waarnemingen terwijl de windsnelheden (fig. 58) in de sectoren 0 - 60, 60 - 120 en 300 - 360 gemiddeld 25 - 35 dm/s te laag zijn. De golfhoogten (fig. 59) worden in de sectoren 0 - 60 (gem. 50 cm) en 300 - 360 (gem. 80 cm) te laag berekend.

Conclusie: Bij alle stations blijkt dat door een minder goede windinvoer GONO geen goede golfhoogte berekent. Tabel 4 geeft de relatie tussen de gemiddelde fout in de windsnelheid (FFGONO - FFOBS per klasse) en de daarbij optredende gemiddelde fout in de golfhoogte (HSGONO - HSOBS). In de tabel zijn alleen windsnelheden > 10 m/sec verwerkt. De correlatie bij EPF is .74 en bij AUK .70 . Omdat IJMUIDEN, K-13 en BRENT ongeveer hetzelfde beeld geven zijn deze stations niet in deze tabel opgenomen. Ook de correlaties van deze stations komen overeen met EPF en AUK.

BIAS FF (dm/sec) (in 8 klassen)	EPF		AUK	
	AANTAL	BIAS HS (cm)	AANTAL	BIAS HS (cm)
> -20	56	-69	39	-78
-20 - -10	32	-36	30	-35
-10 - 0	39	-21	51	-21
0 - 10	44	12	35	19
10 - 20	37	27	40	45
20 - 30	30	67	27	110
30 - 40	21	63	25	133
> 40	37	97	24	166

TABEL 4 Statistisch verband tussen de bias in FF (FFGONO - FFOBS) en de bias in HS (HSGONO - HSOBS) voor EPF en AUK

IV.5 Scatterplots. GONO wind versus UK-6 wind. (fig. 45, 48, 51 en 54)

De scatterplots laten zien dat de windrichtingen (fig. 45a, 45c, 48a, 48c, 51a, 51c, 54a en 54c) van de beide winden in het algemeen met elkaar overeenkomen. De windsnelheden van de UK-6 wind worden bij EPF (fig. 45b) en IJMUIDEN (fig. 48b) veel te laag, bij K-13 (fig. 51b) goed en bij AUK (fig. 54b) redelijk goed berekend, terwijl GONO wind de hoge windsnelheden te hoog berekent bij alle stations. Bij alle posities geven de GONO winden meer spreiding dan de UK-6 winden.

V Samenvatting en conclusies

Uit de verificatie komen de volgende punten naar voren.

GONO en GONO wind

- Bij de kust (EPF, IJMUIDEN en K-13) blijkt dat windsnelheden afkomstig uit zuid-westelijke richtingen te hoog worden berekend ten opzichte van de waargenomen winden. GONO berekent als gevolg hiervan te grote golfhoogten. Bij windrichtingen tussen noord en oost (bij EPF en IJMUIDEN ook in de sector 300 - 360) worden de windsnelheden te laag berekend, waardoor GONO te lage golfhoogten berekent. De windrichtingen worden bij EPF en IJMUIDEN geruimd en bij K-13 redelijk goed berekend.
- In open zee (AUK en BRENT) blijkt dat bij AUK de windsnelheden bij zuid-westelijke winden te hoog worden berekend, waardoor GONO te grote golfhoogten berekend. Bij winden uit het oosten berekent GONO te lage golfhoogten ondanks de redelijk goed berekende winden. De windrichtingen bij AUK zijn ten opzichte van de waarnemingen gekrompen. De windwaarnemingen op AUK worden echter op vrij grote hoogte gedaan, zodat een zekere ruiming ten opzichte van de toestand aan het zeeoppervlak waarschijnlijk is.
- Voor BRENT geldt in het algemeen dat de windrichtingen te ruim worden berekend. In de noordelijke windsectoren worden de windsnelheden gemiddeld 3 m/s en de golfhoogten gemiddeld 50 - 80 cm te laag berekend.
- Door de minder goede windinvoer worden de golfhoogten van GONO vaak niet goed berekend. In tabel 4 wordt het verband tussen de fout in de windsnelheid en de fout in de golfhoogte zichtbaar gemaakt. Hieruit blijkt dat bij te laag (hoog) berekende windsnelheden ook te lage (grote) golfhoogten berekend worden. Bij goed voorspelde windsnelheid is de bias in de golfhoogte klein.

UK-6 wind :

- De kwaliteit van de windrichtingen komt overeen met die van de GONO winden
- De windsnelheden langs de kust zijn in het algemeen veel te laag, en boven open zee redelijk goed berekend. Dit is een bevestiging van eerdere studies zoals Kok (1988) en referenties daarin. De standaarddeviatie en de strooiindex van de UK-6 winden zijn kleiner dan die van de GONO winden. De GONO winden hebben een kleinere bias bij EPF en IJMUIDEN in de sectoren 180 - 240 en 240 - 300 en ook bij EPF in de sector 120 - 180 en bij IJMUIDEN in de sector 60 - 120.

De bias van de UK-6 winden is bij EPF en IJMUIDEN (kuststations) in alle sectoren negatief (winden te laag).

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

1. Er is duidelijk een verband tussen de fout in de GONO windsnelheden en de fout in de golfhoogten. Op alle posities is de correlatie coëfficiënt ongeveer .70. Dat wil zeggen ongeveer de helft van de fouten in de golfverwachtingen is te wijten aan de fouten in de windverwachtingen.
2. Voor UK-6 winden berekenen we een kleinere standaard deviatie en strooiindex dan voor de GONO winden. Langs de kust zijn de UK-6 winden te laag.

Dankbetuiging

Veel dank is verschuldigd aan

EVERT BOUWS, RIK de GIER, LOUIS GODSCHALK, KEES HOUTTUIN, KEES KOK,

HUUB OUDE GROEN, FRANK van SCHAIK, KLAAS VELDHUIJSEN en

RUDOLF van WESTRHENEN voor het vele en goede programmeerwerk.

Tevens wil ik EVERT BOUWS, PETER JANSSEN, KEES KOK, GERBRAND KOMEN
en DICK RIEPMA bedanken voor het kritisch doorlezen van dit rapport
en voor hun waardevolle suggesties.

Voor het beschikbaar stellen van een statistisch programma (gebruikt
in tabel 4) bedankt de auteur S.KRUIZINGA.

Referenties.

Bouws, E., Komen, G.J., Moerkerken, R.A. van, Peeck, H.H. and Saraber, M.J.M. (1980). A comparison of shallow water wave predictions. KNMI Verslagen, V-362.

Bouws, E., Komen, G.J., Moerkerken, R.A. van, Peeck, H.H. and Saraber, M.J.M. (1982a). An evaluation of the KNMI operational wave model GONO for the period October 1980 - April 1981.
KNMI Technisch Rapport, TR-11.

Bouws, E., Komen, G.J., Moerkerken, R.A. van, Peeck, H.H. en Saraber, M.J.M. (1982b). Evaluatie van de golfberekeningen van GONO over de periode oktober 1981 - april 1982.
KNMI Technisch Rapport, TR-22.

Bouws, E., Komen, G.J., Moerkerken, R.A. van, Peeck, H.H. en Saraber, M.J.M. (1983). Evaluatie van de golfberekeningen met GONO over de periode oktober 1982 - april 1983.
KNMI Technisch Rapport, TR-37.

Bouws, E., Komen, G.J., Moerkerken, R.A. van, Peeck, H.H. en Saraber, M.J.M. (1984). Evaluatie van de golfberekeningen met GONO over de periode oktober 1983 - april 1984.
KNMI Technisch Rapport, TR-56.

Bouws, E., Komen, G.J., Kruseman, P., Moerkerken, R.A. van en Peeck, H.H. (1985). Evaluatie van de golfberekeningen met GONO over de periode oktober 1984 - april 1985.
KNMI Technisch Rapport, TR-79.

Bouws, E., Komen, G.J., Kruseman, P., en Moerkerken, R.A. van (1986).
Evaluatie van de golfberekeningen met GONO over de periode oktober 1985 -
april 1986.

KNMI Technisch Rapport, TR-96.

Janssen, P.A.E.M., Komen, G.J. and Voogt, W.J.P. de (1984).

An operational coupled hybrid wave prediction model, J. Geophys. Res. 89,
3635-3654.

Kok, C.J. (1988). Naar een niet-lineair wateropzetmodel; Stand van zaken
februari 1988 . KNMI Wetenschappelijk Rapport, WR 88-03.

Onderschriften bij de figuren

- fig. 1 overzicht van de Noordzee met de posities van de 5 verificatie stations
- fig. 2 schematisch overzicht MOERAV-systeem
- fig. 3 - 44 tijdreeksen met windrichting, windsnelheid, golfhoogte en laagfrequente golfhoogte van de 5 posities (fig. 10, 11, 19, 20, 28, 29 en 37 alleen met FF van UK-6)
- fig. 45 - 59 scatterplots met windrichting, windsnelheid en golfhoogte van observaties uitgezet tegen modeluitkomsten (fig. 45, 48, 51 en 54, met windgegevens van UK-6, in linkerkolom).

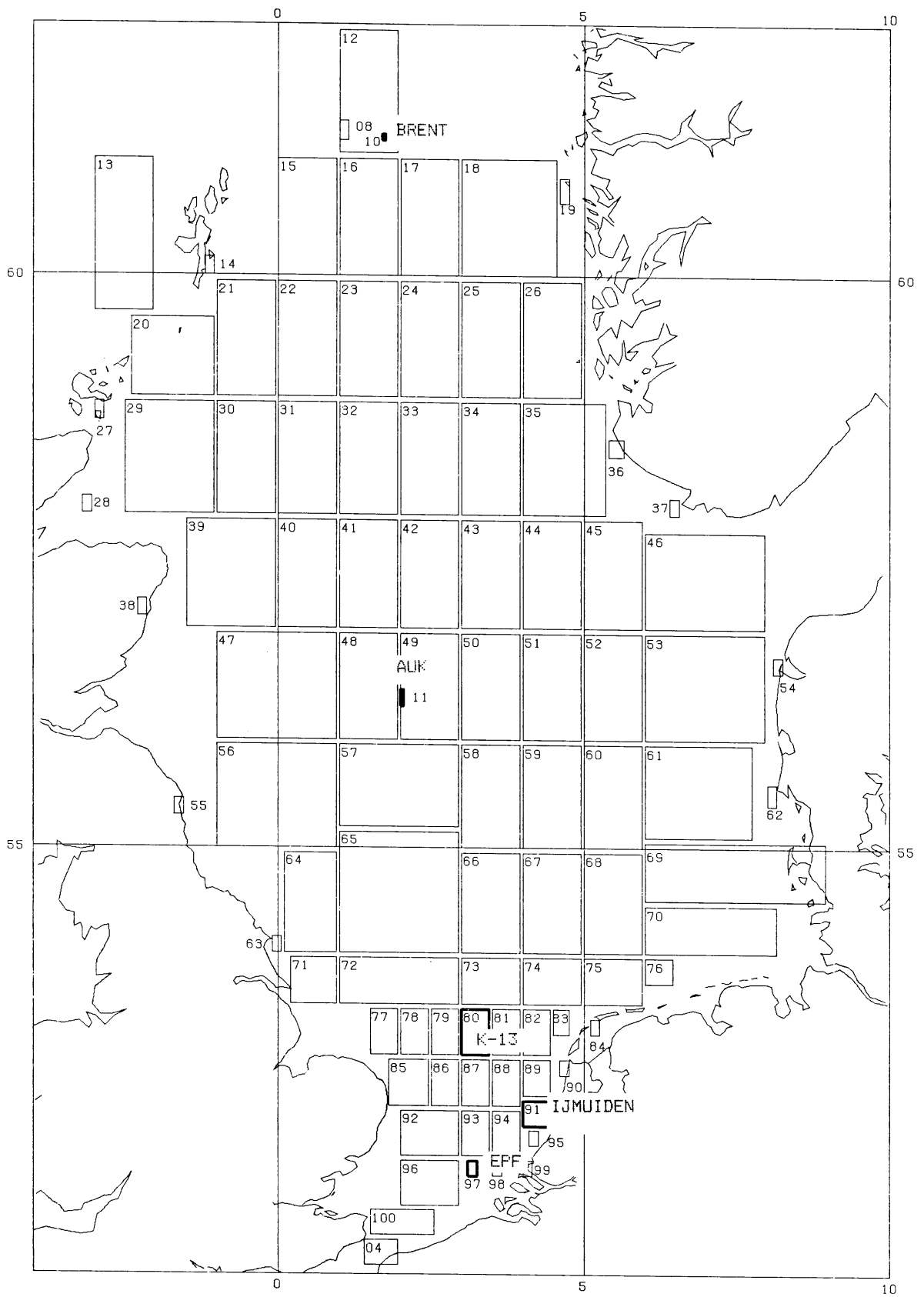


FIG. 1

MOERAV SYSTEEM

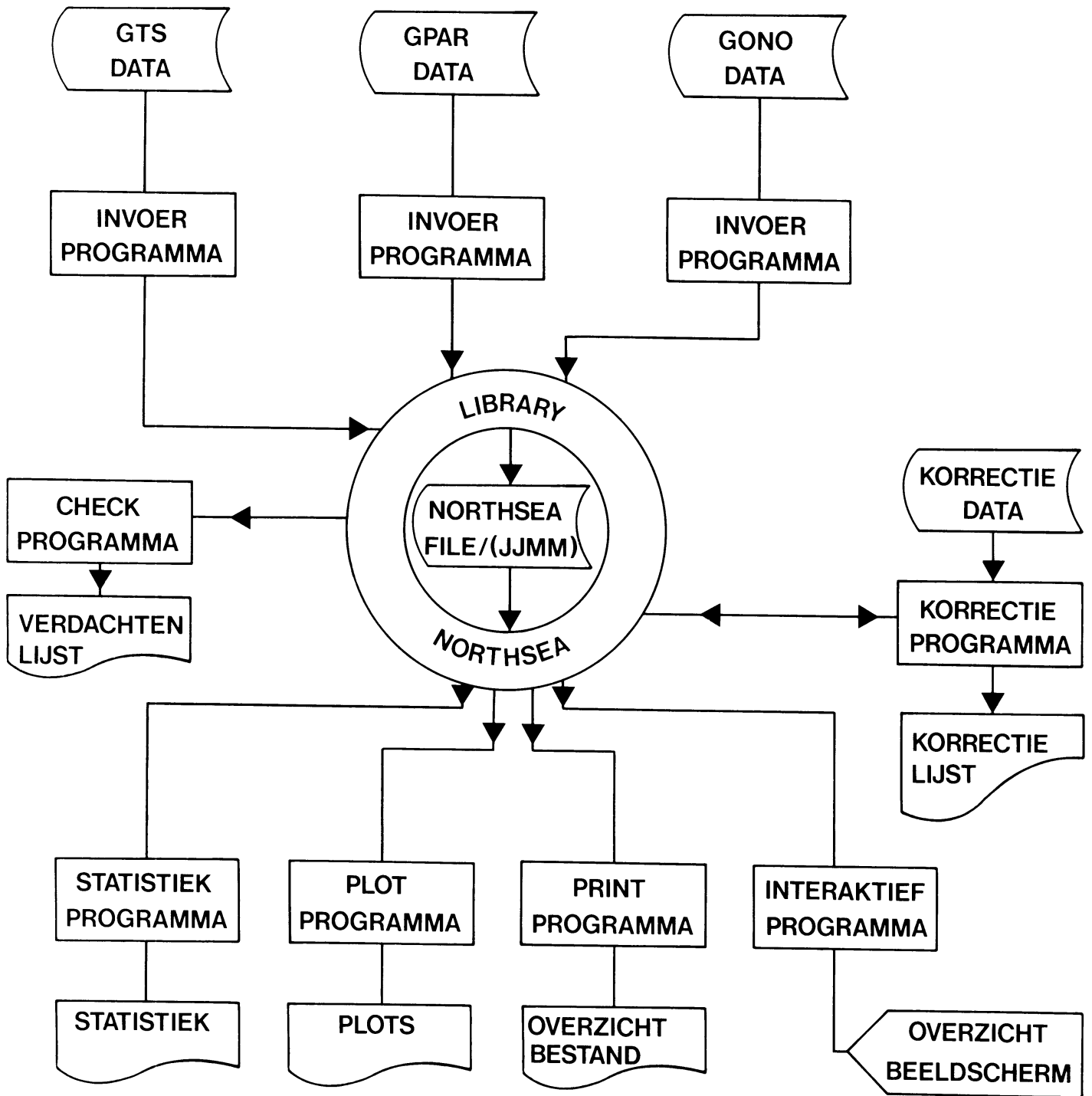


FIG. 2

OCTOBER 1986

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

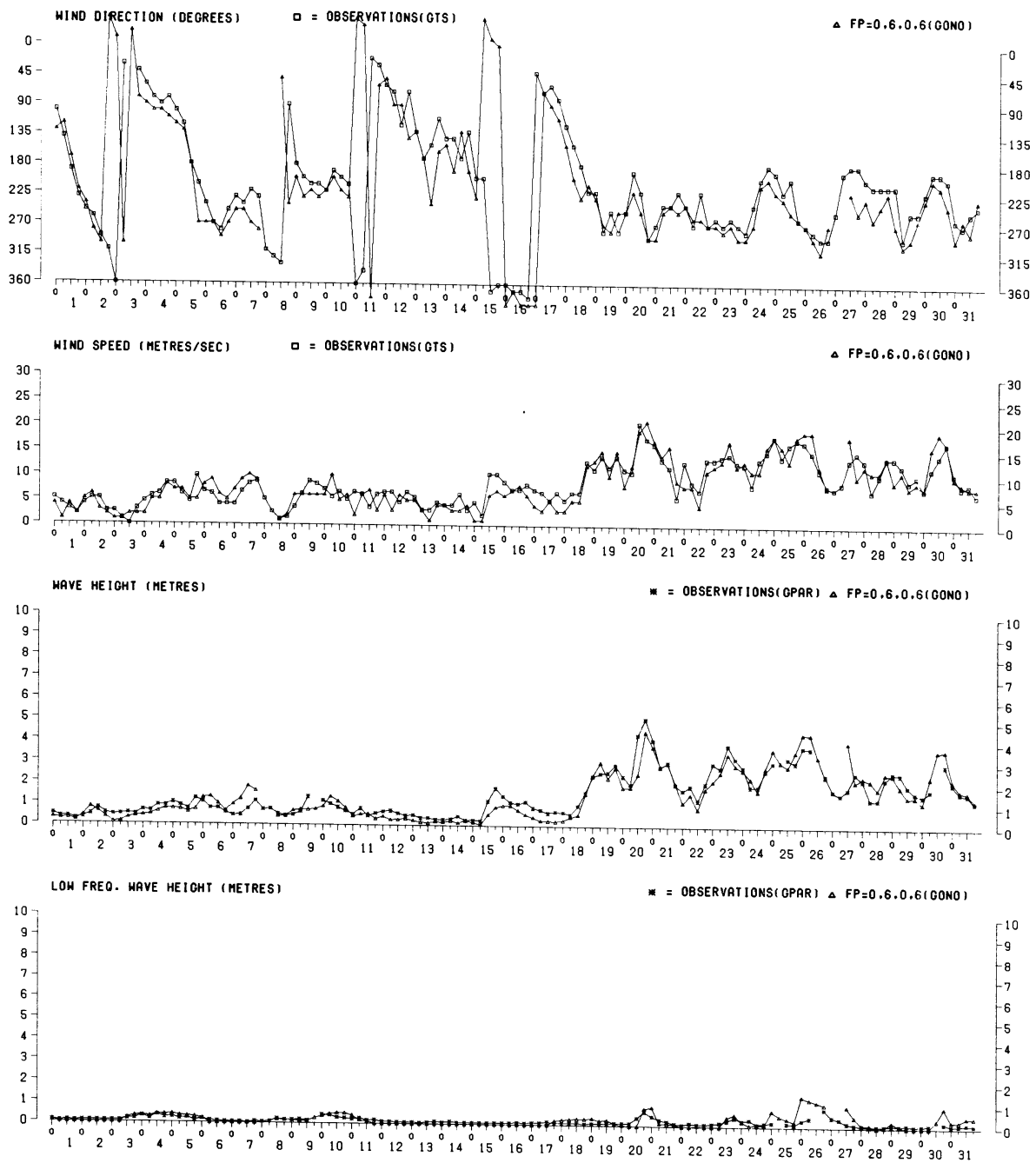


FIG. 3

NOVEMBER 1986

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

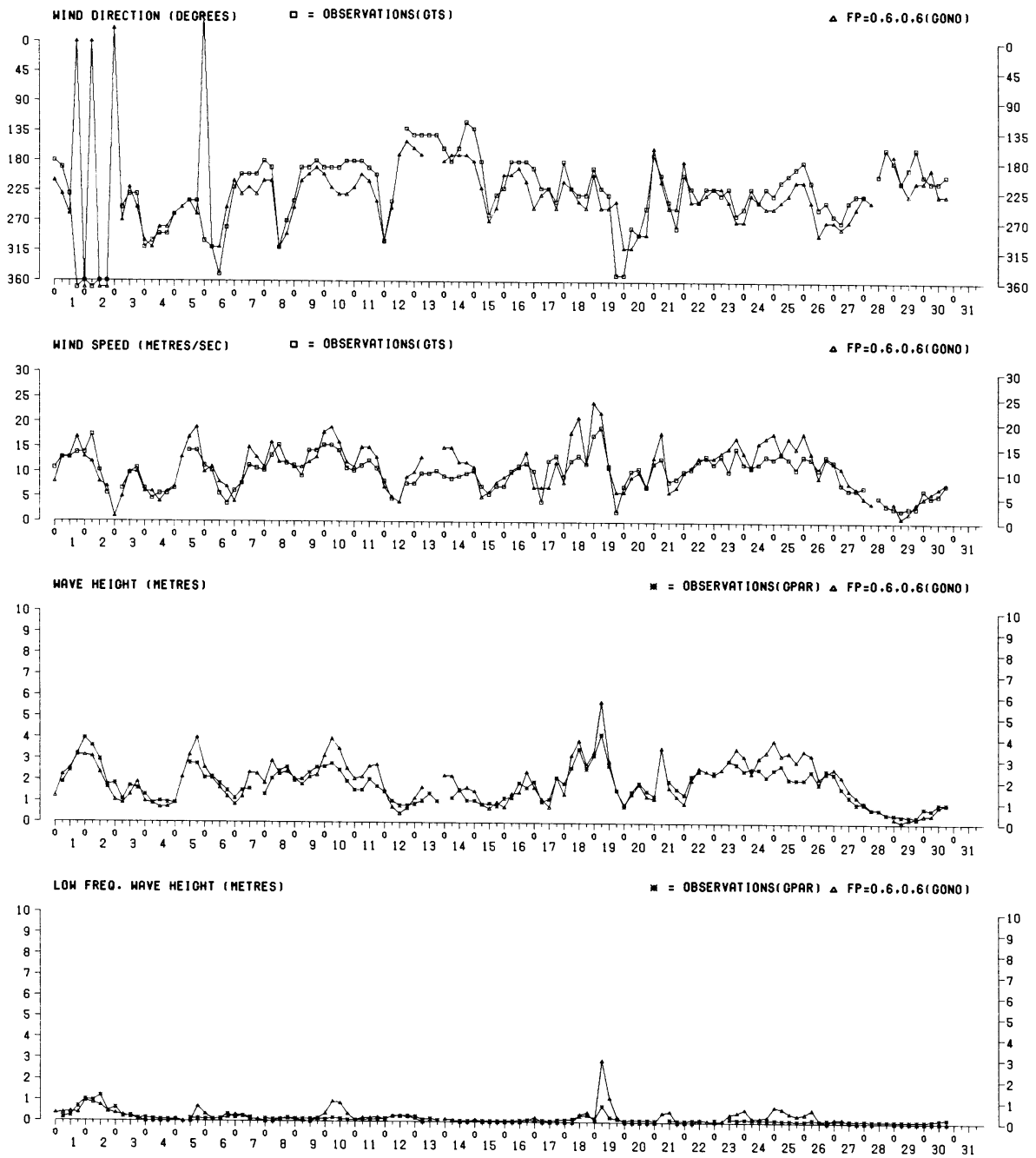


FIG. 4

DECEMBER 1986

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

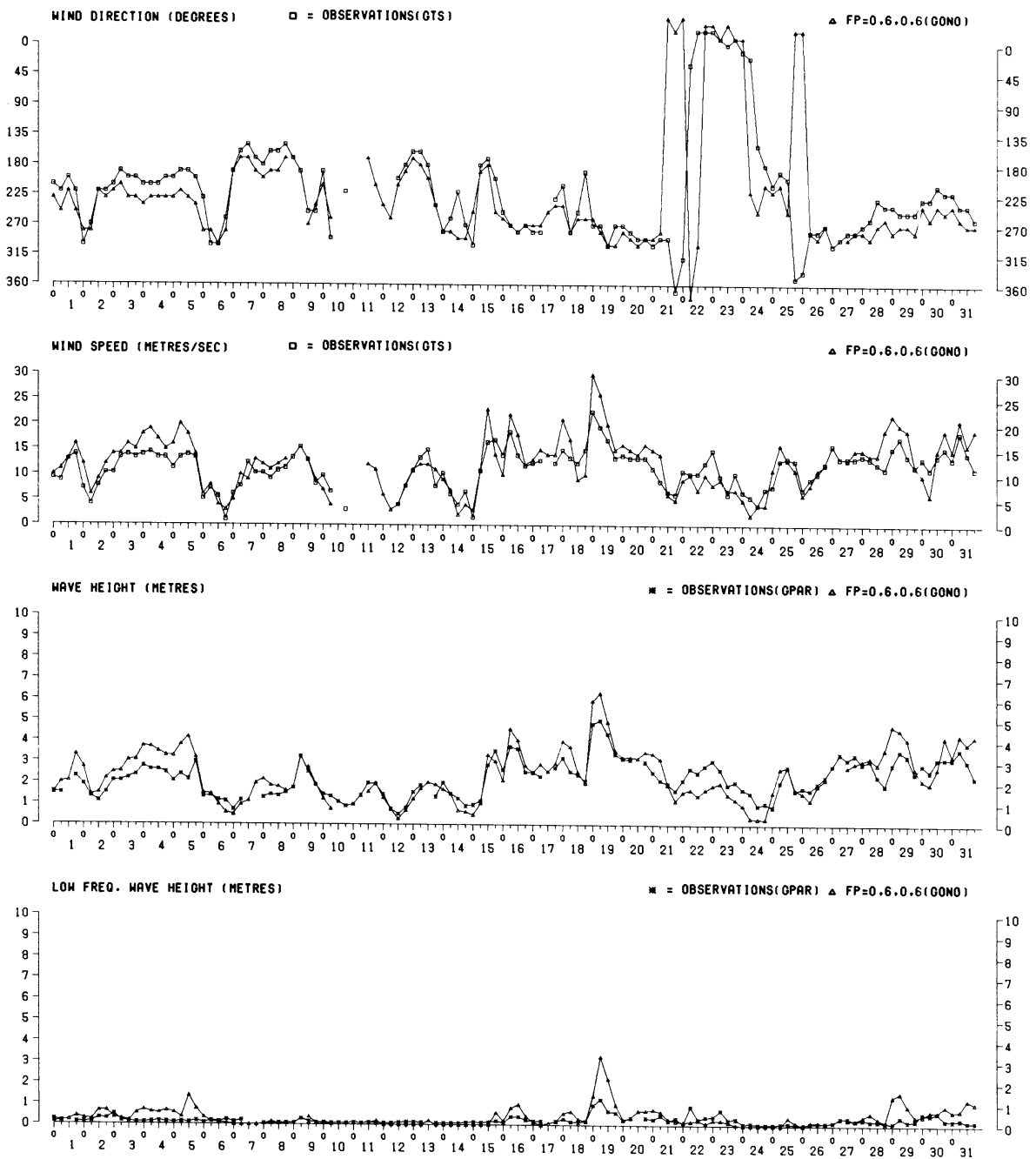


FIG. 5

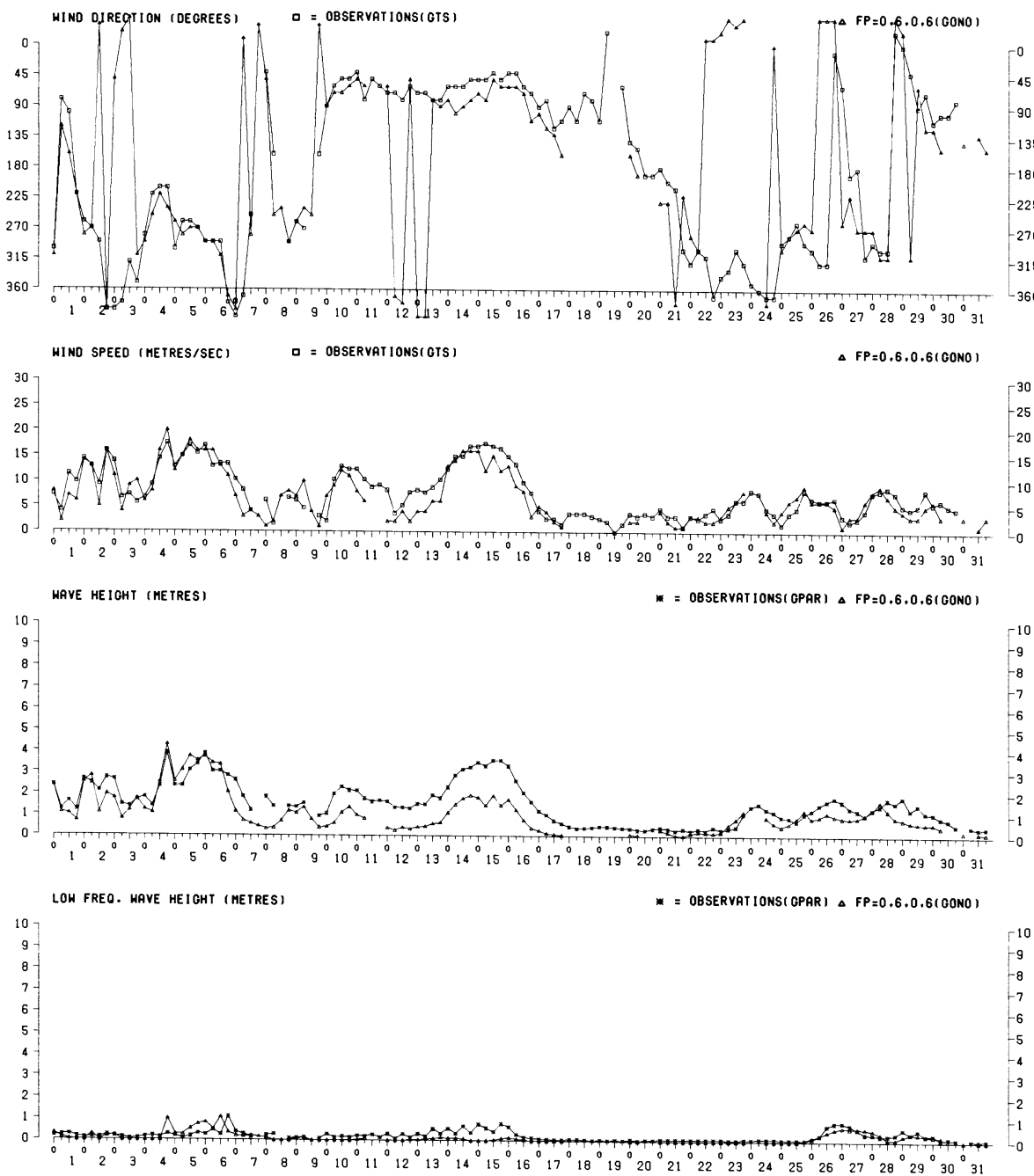


FIG. 6

FEBRUARY 1987

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

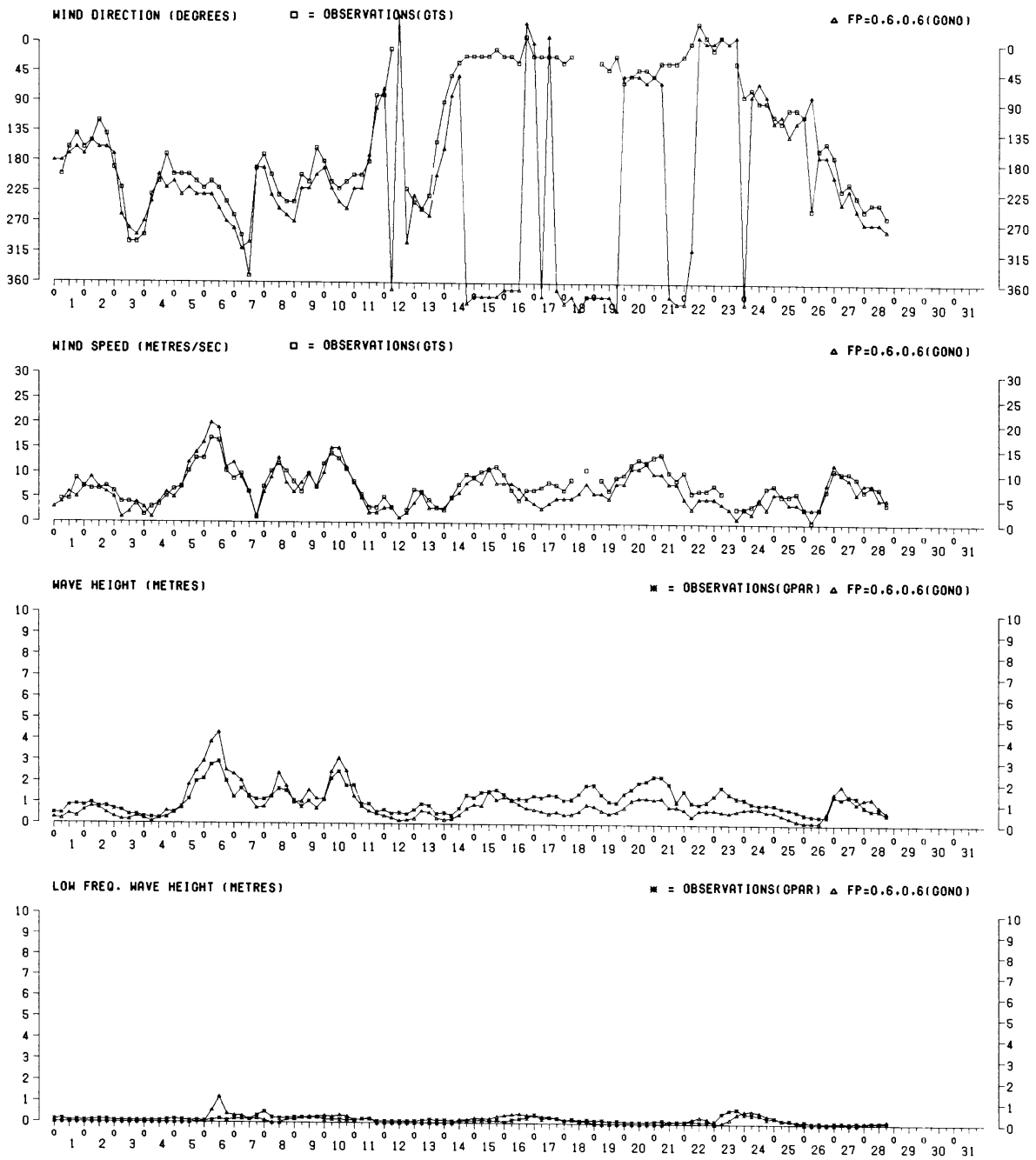


FIG. 7

MARCH 1987

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

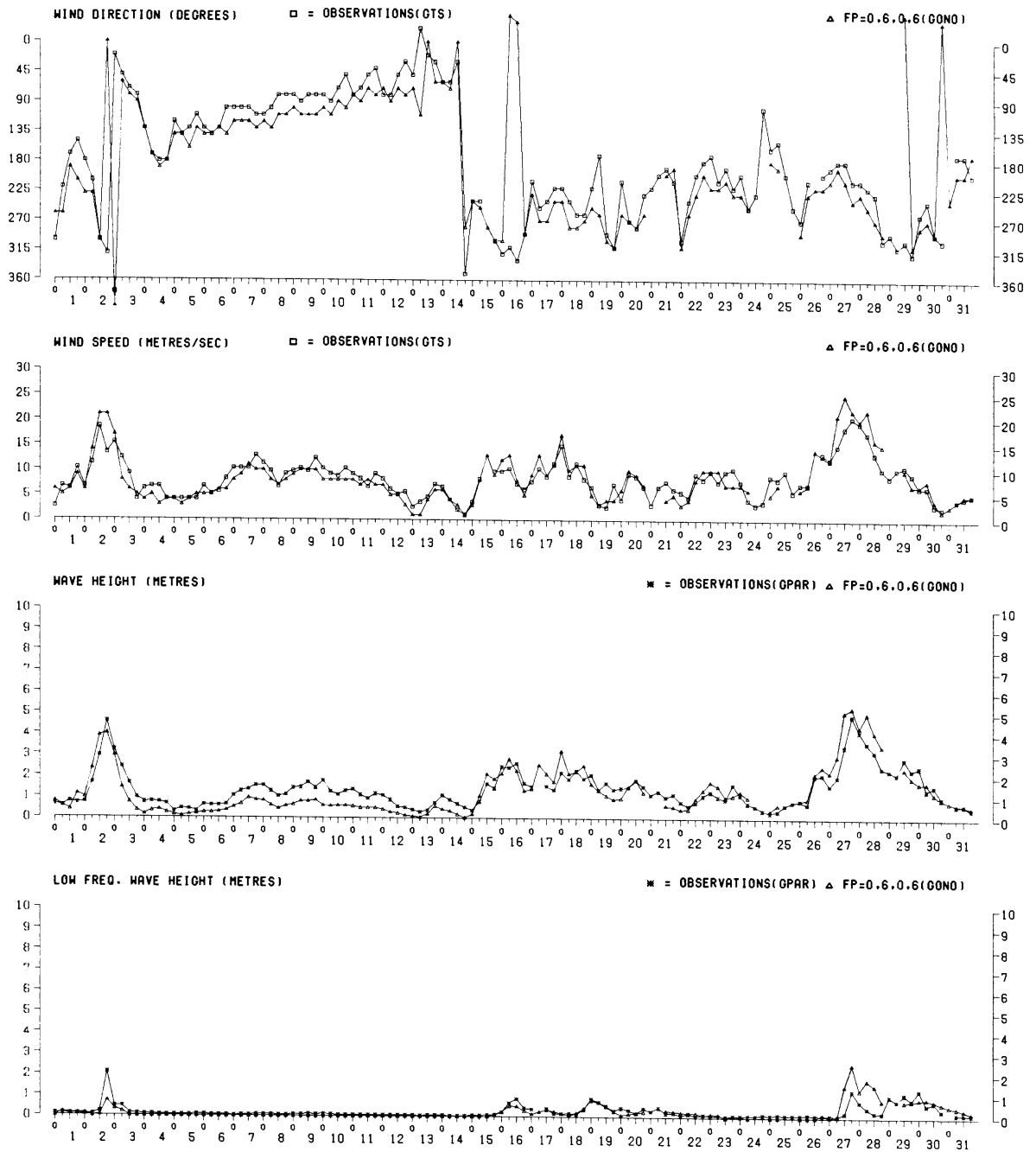


FIG. 8

APRIL 1987

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

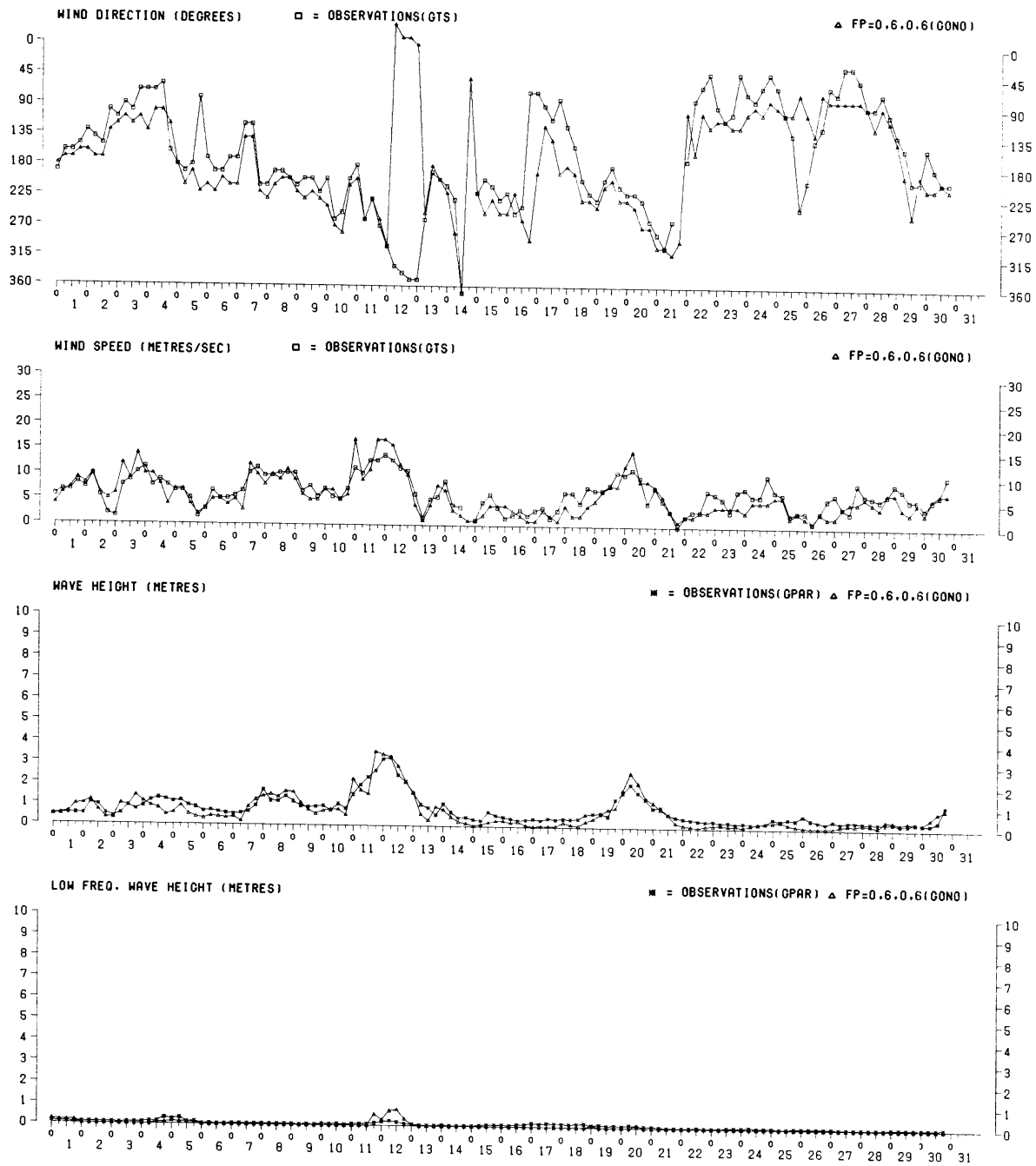
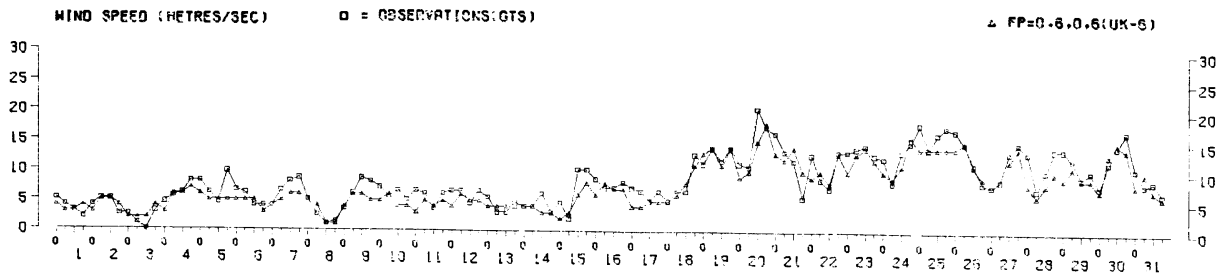


FIG. 9

OCTOBER 1986

EPF-AREA 97

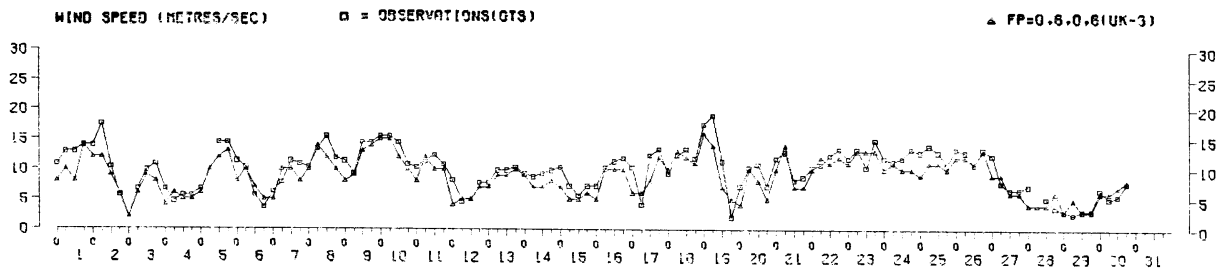
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



NOVEMBER 1986

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



DECEMBER 1986

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

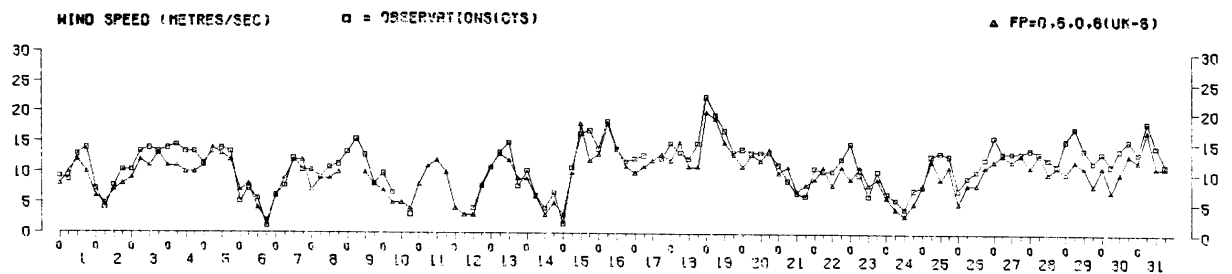
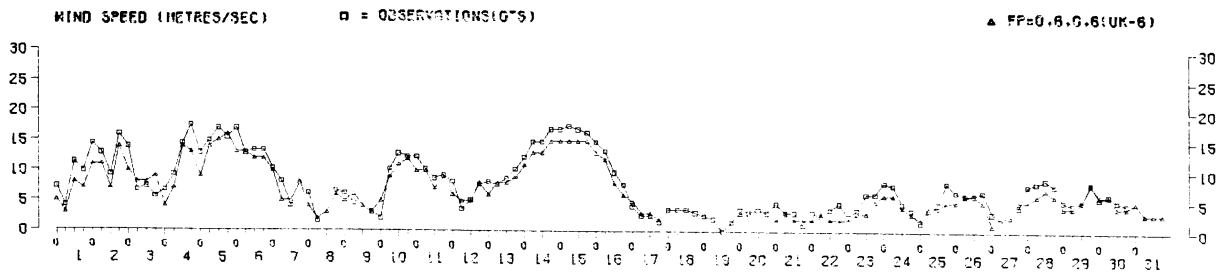


FIG. 10

JANUARY 1987

EPF-AREA 97

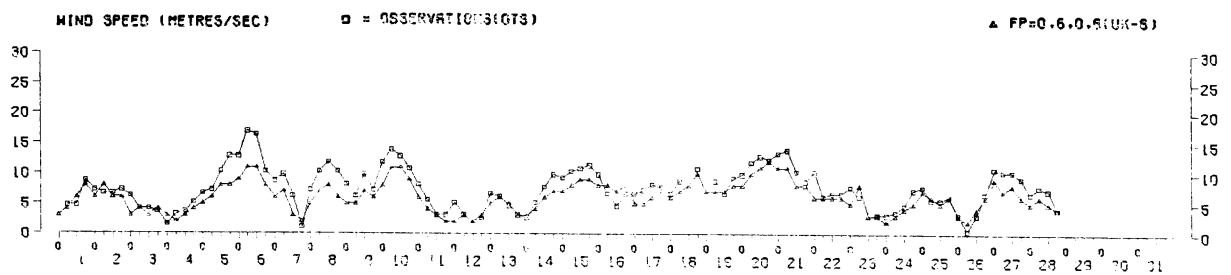
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



FEBRUARY 1987

EPF-AREA 97

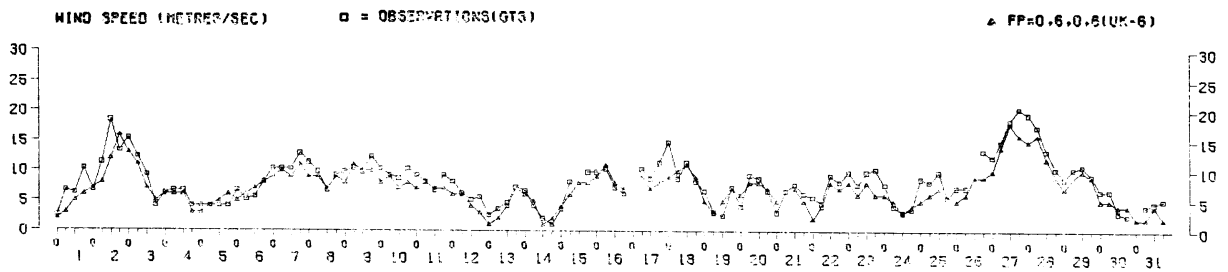
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



MARCH 1987

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



APRIL 1987

EPF-AREA 97

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

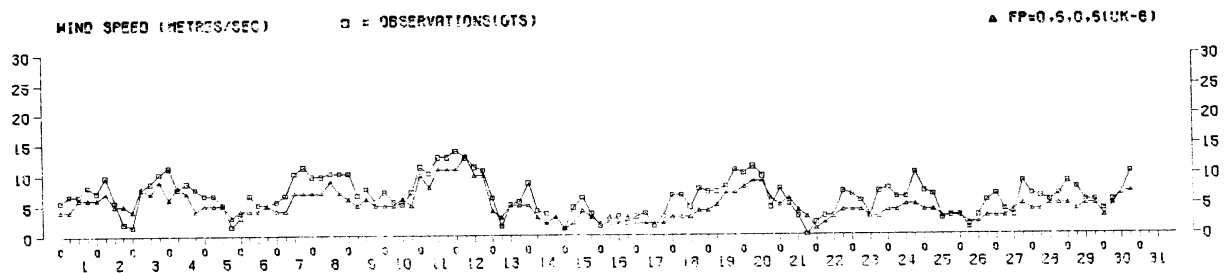


FIG. 11

OCTOBER 1986

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

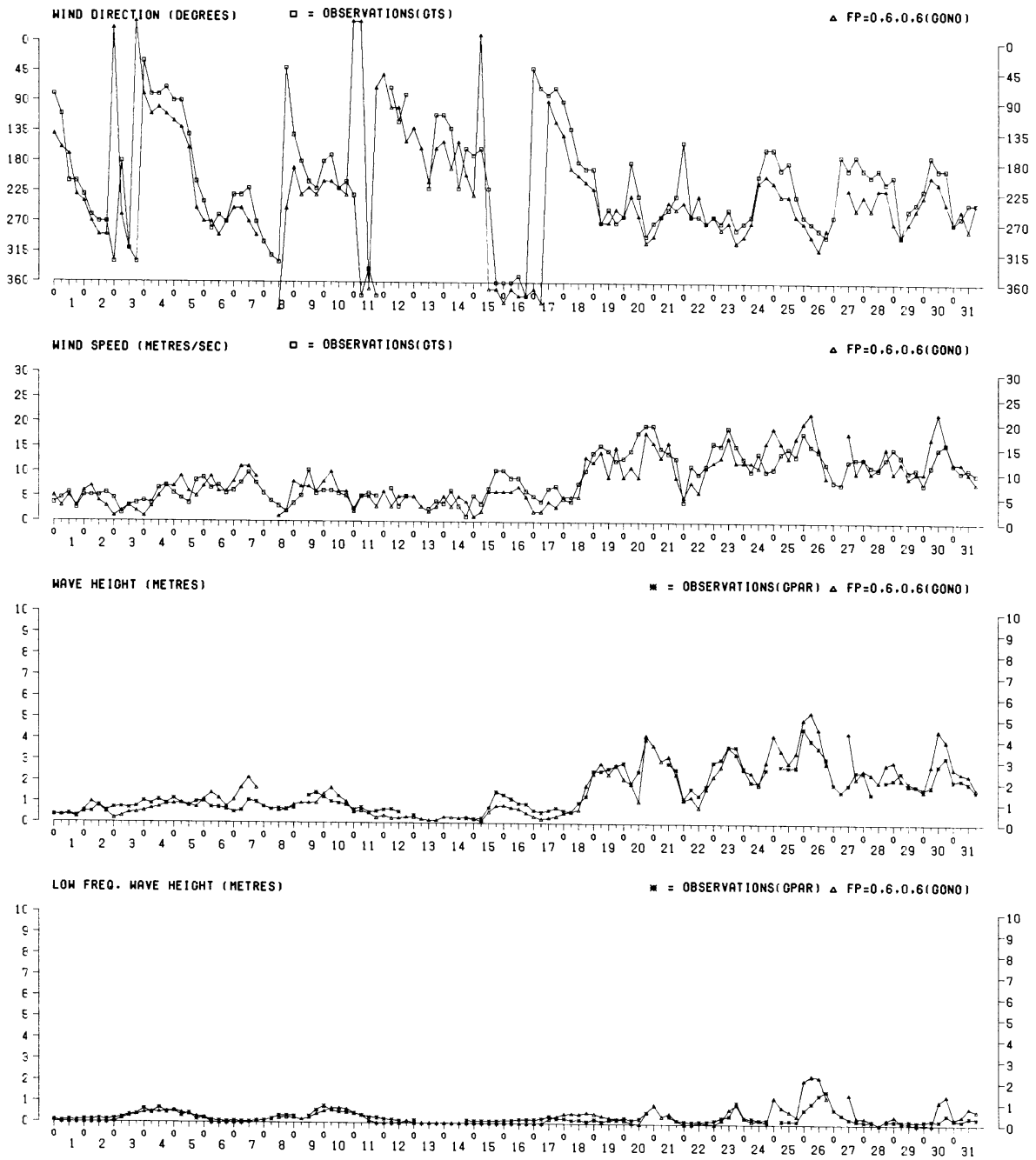


FIG. 12

NOVEMBER 1986

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

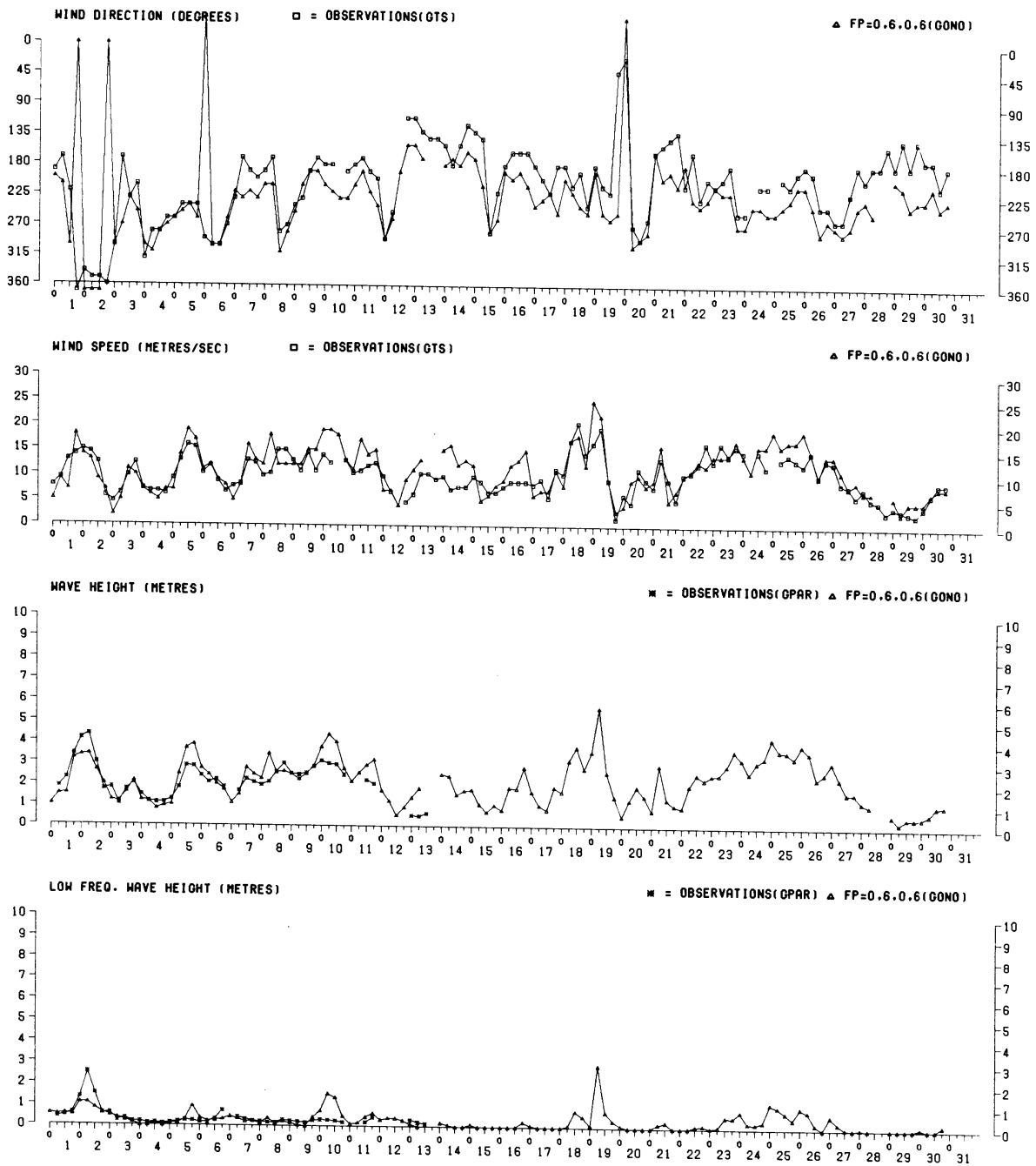


FIG. 13

DECEMBER 1986

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

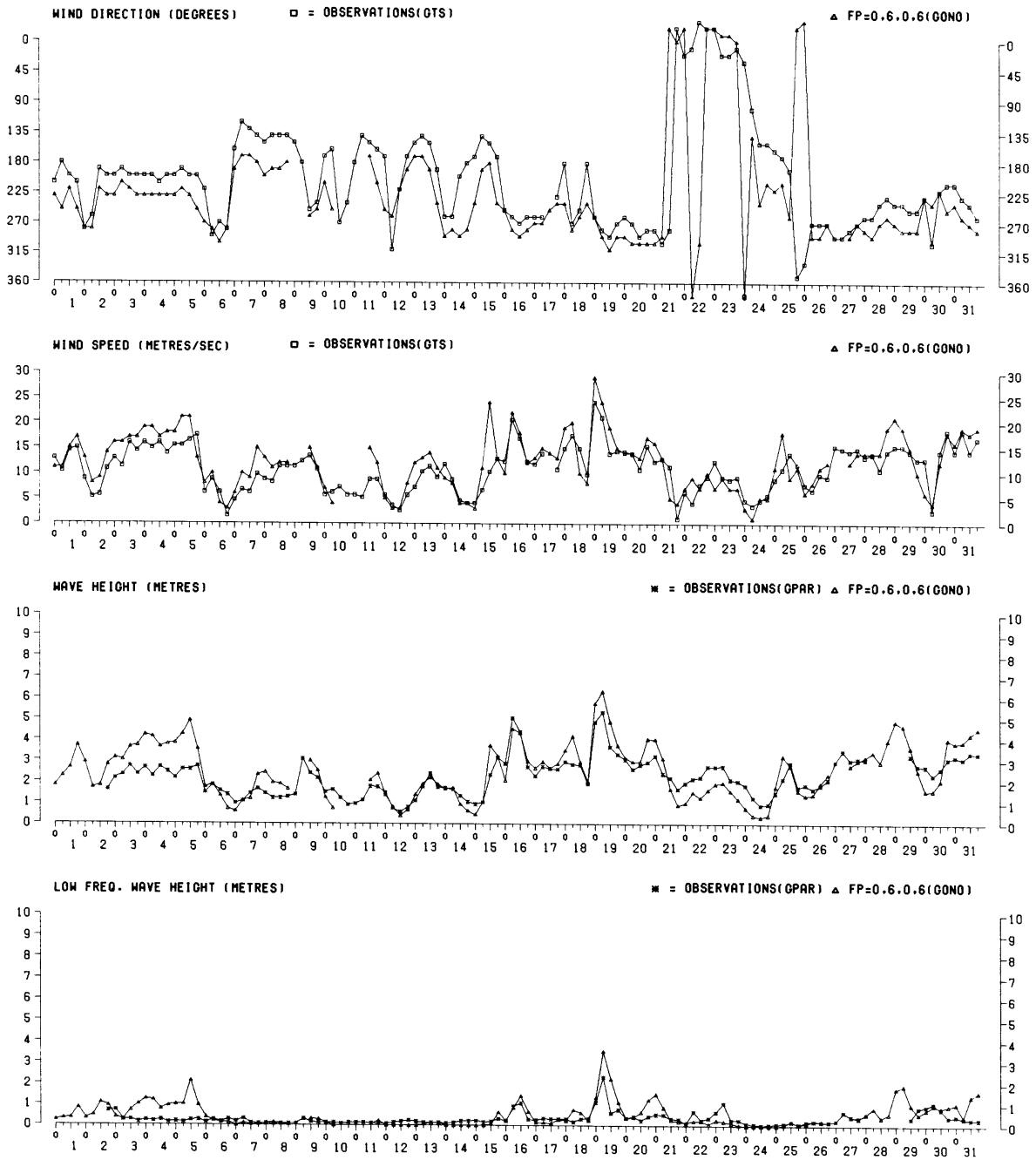


FIG. 14

JANUARY 1987

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

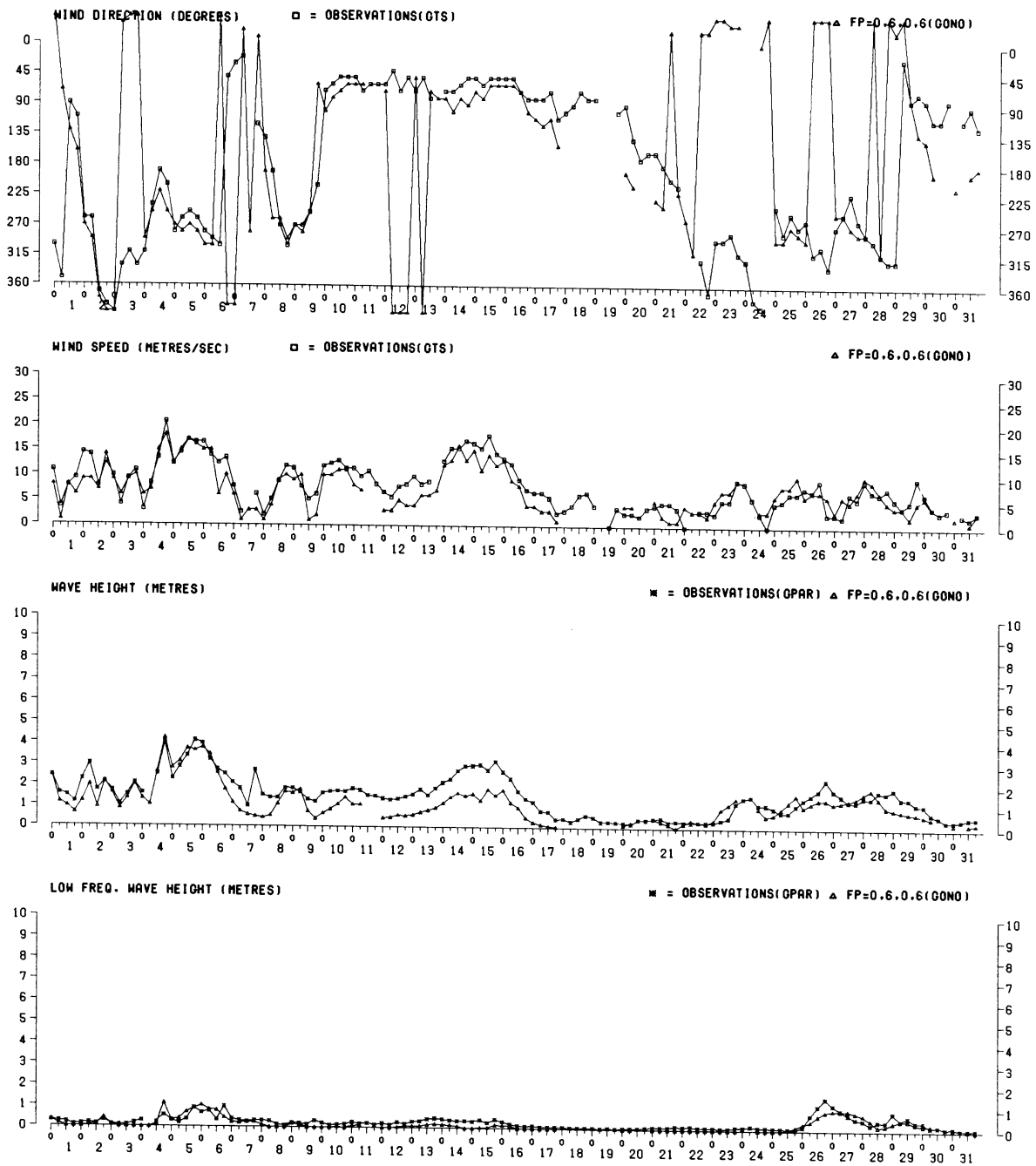


FIG. 15

FEBRUARY 1987

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

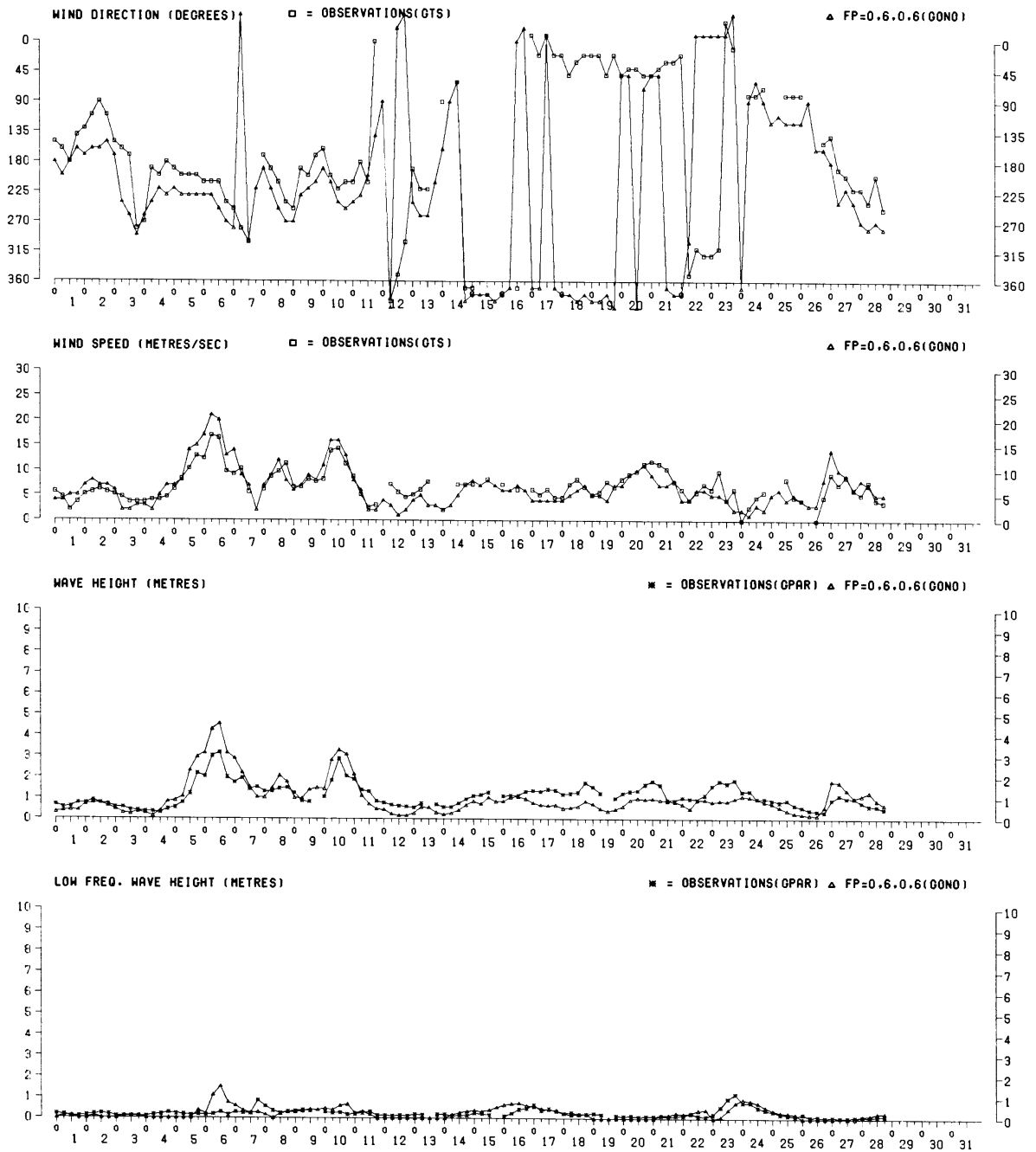


FIG. 16

MARCH 1987

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

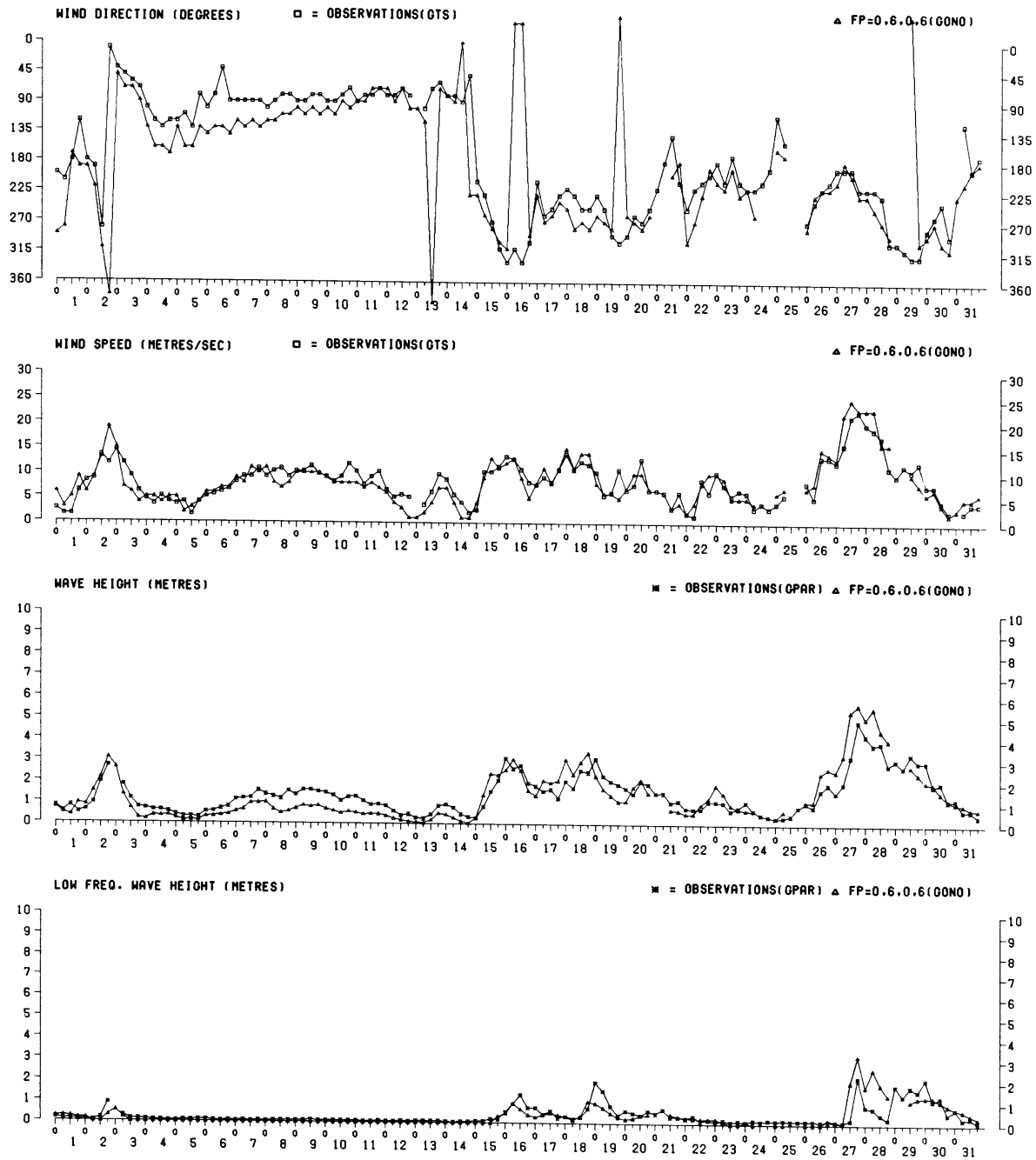


FIG. 17

APRIL 1987

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

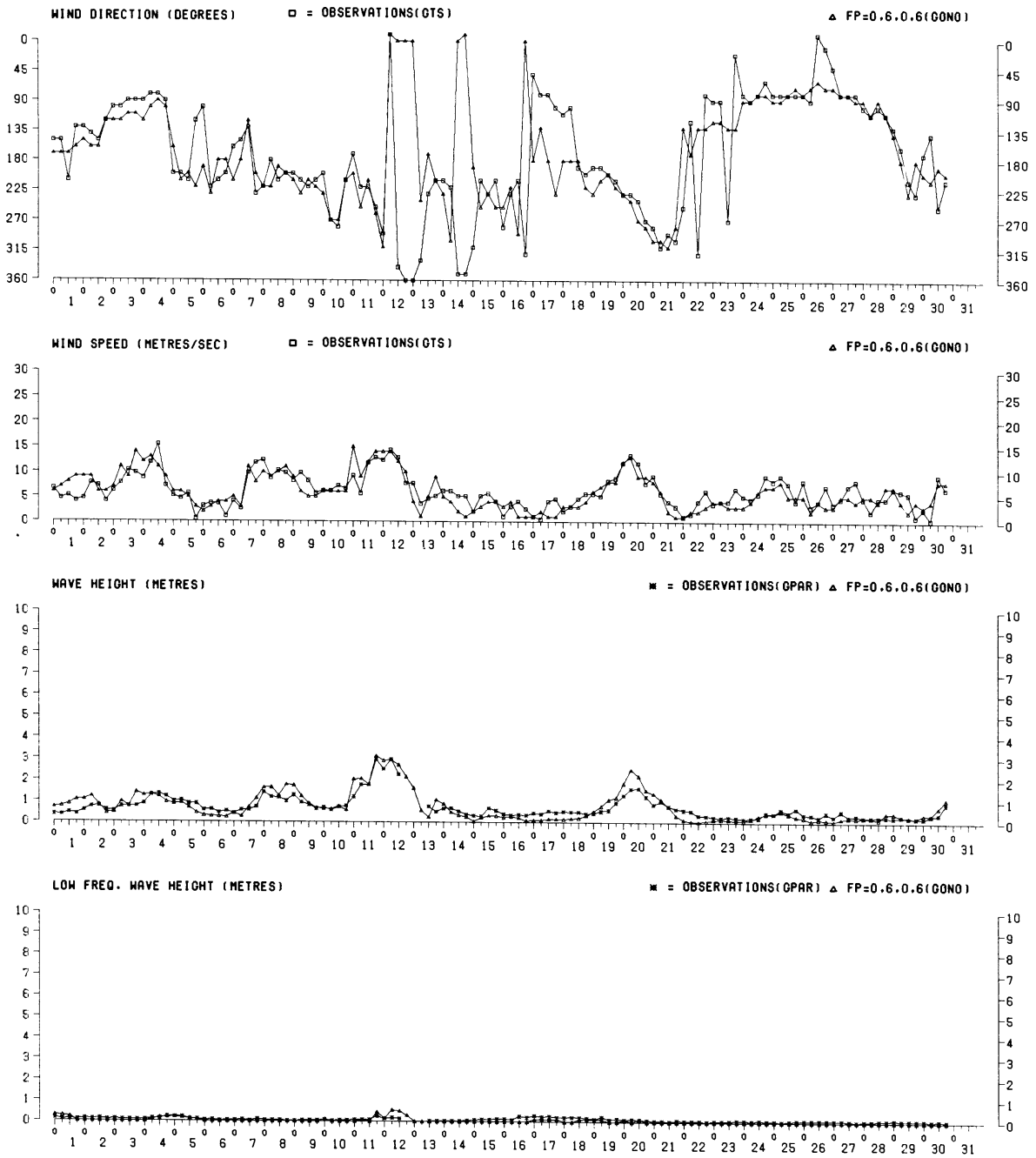
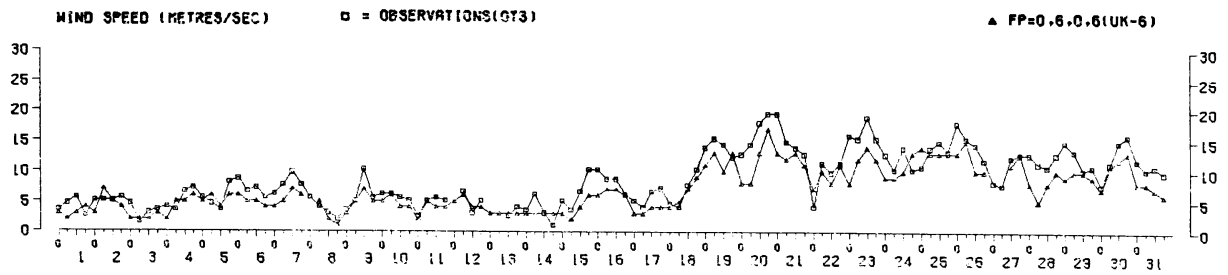


FIG. 18

OCTOBER 1986

IJMUIDEN-AREA 91

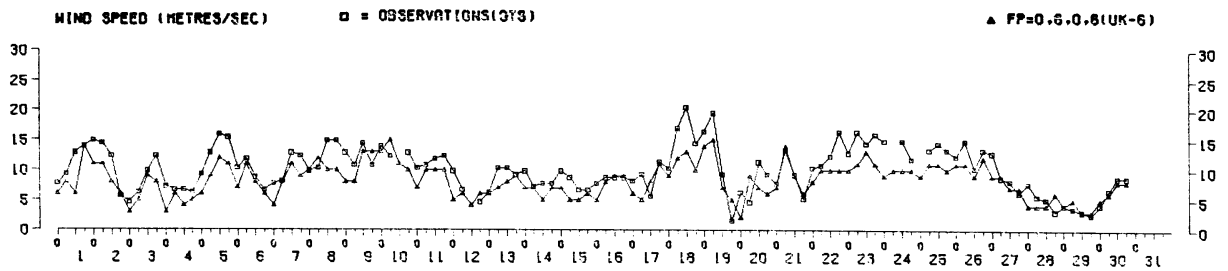
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



NOVEMBER 1986

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



DECEMBER 1986

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

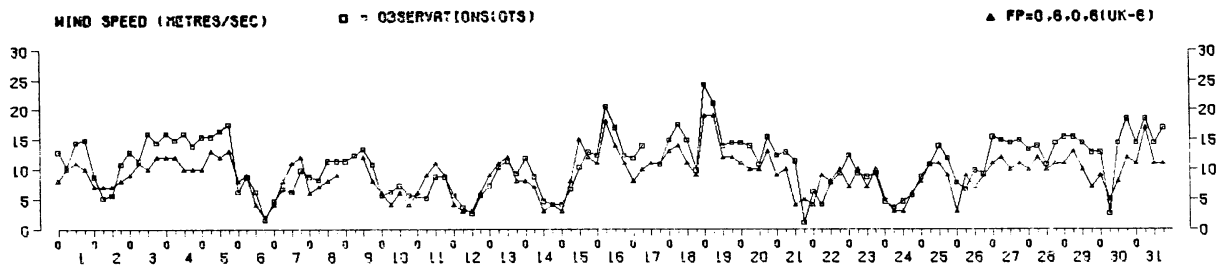
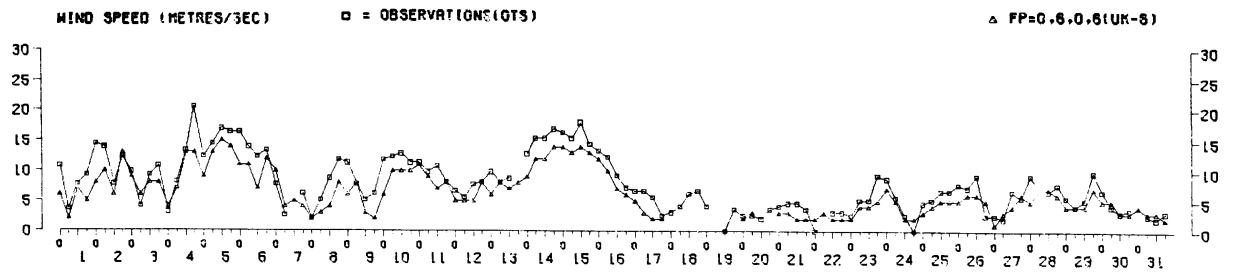


FIG. 19

JANUARY 1987

IJMUIDEN-AREA 91

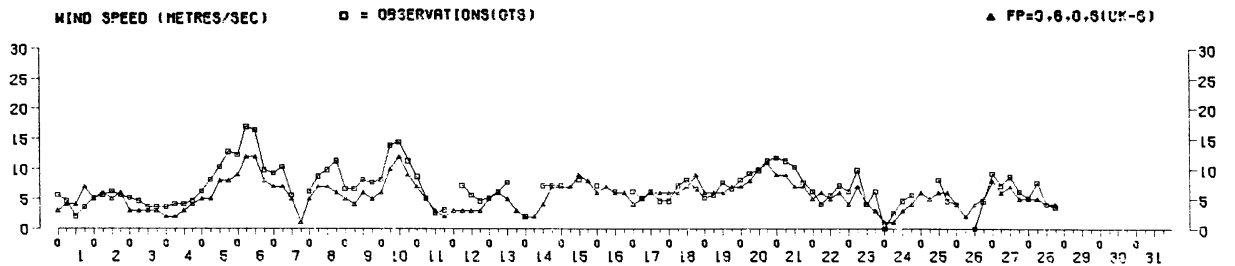
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



FEBRUARY 1987

IJMUIDEN-AREA 91

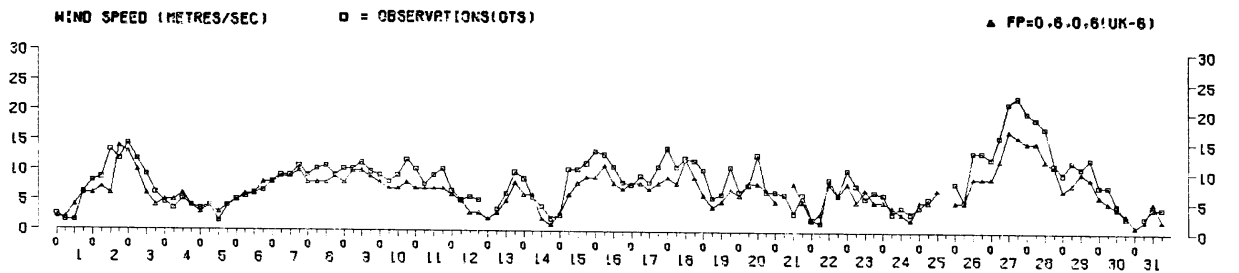
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



MARCH 1987

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



APRIL 1987

IJMUIDEN-AREA 91

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

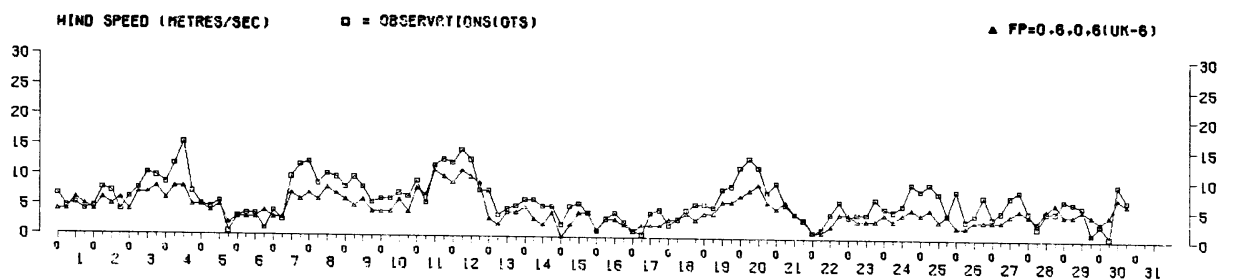


FIG. 20

OCTOBER 1986

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

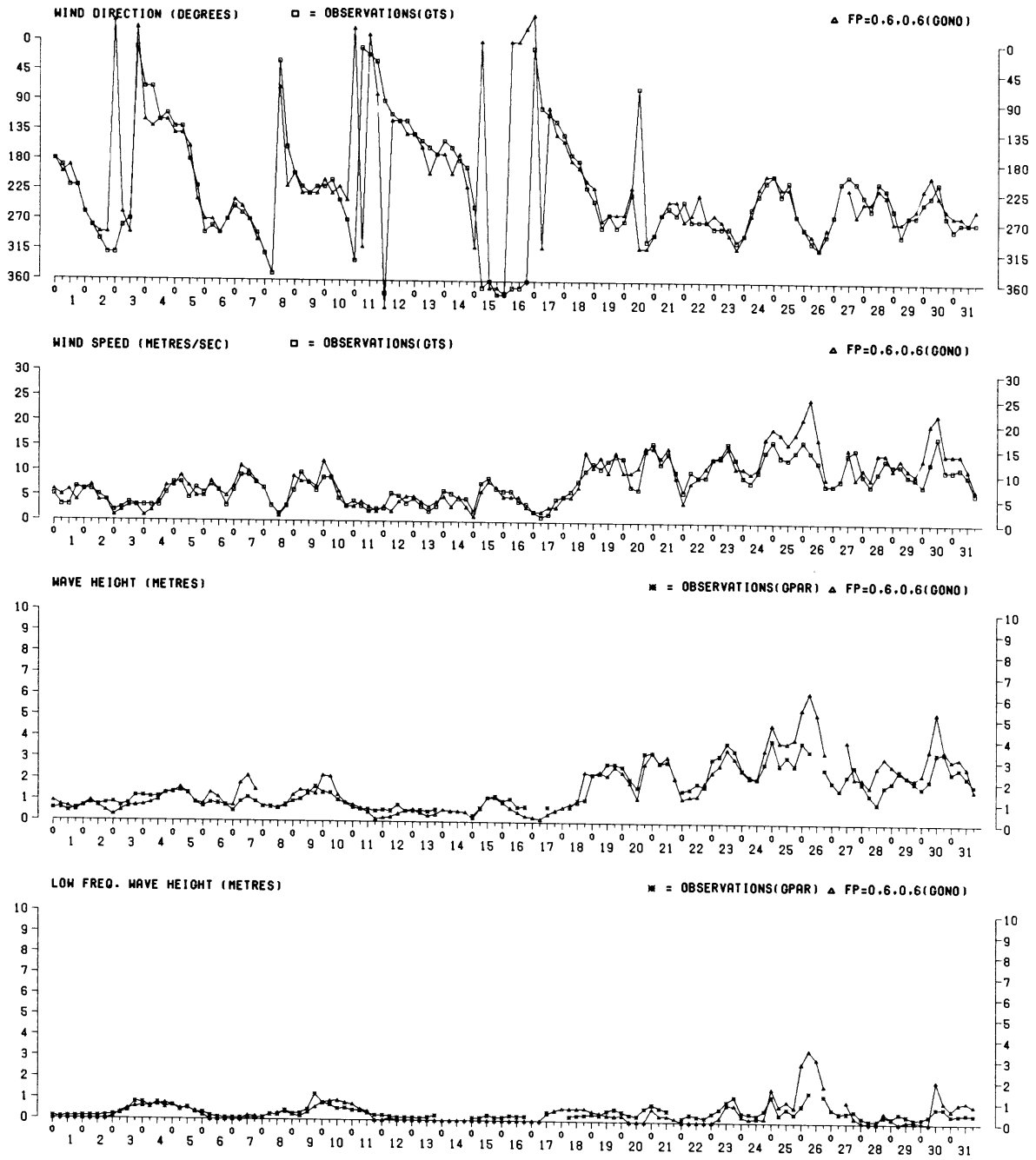


FIG. 21

NOVEMBER 1986

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

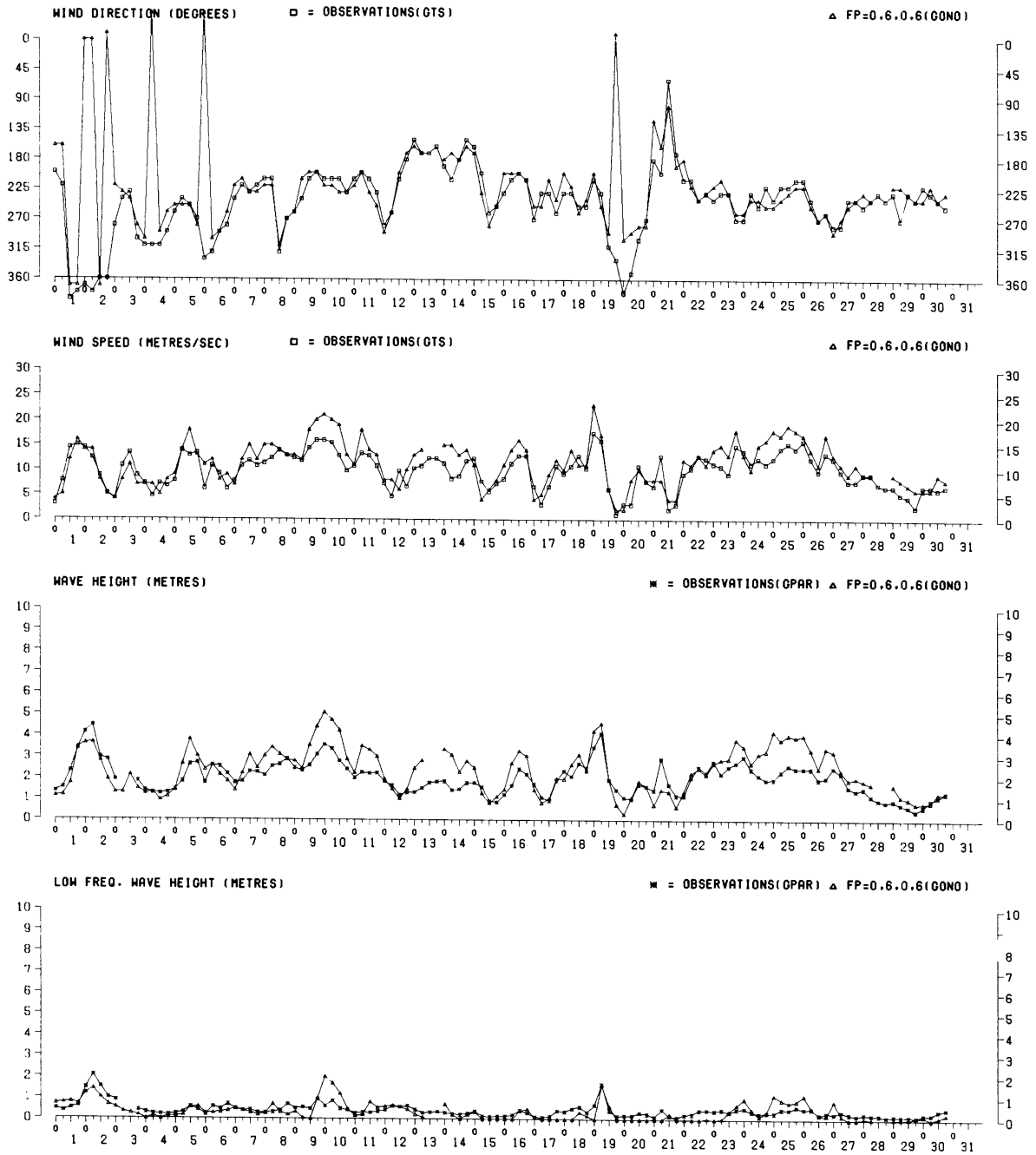


FIG. 22

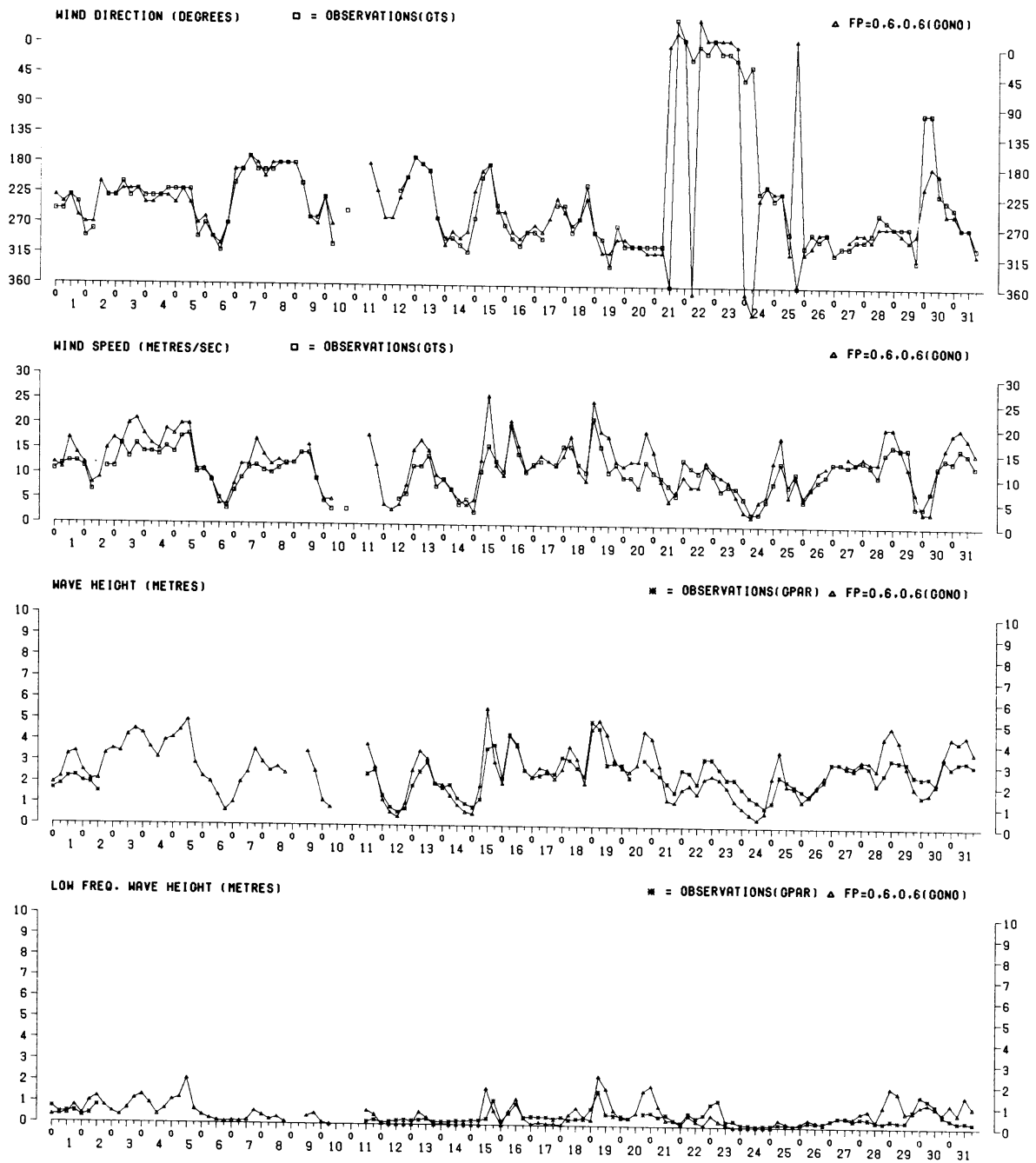


FIG. 23

JANUARY 1987

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

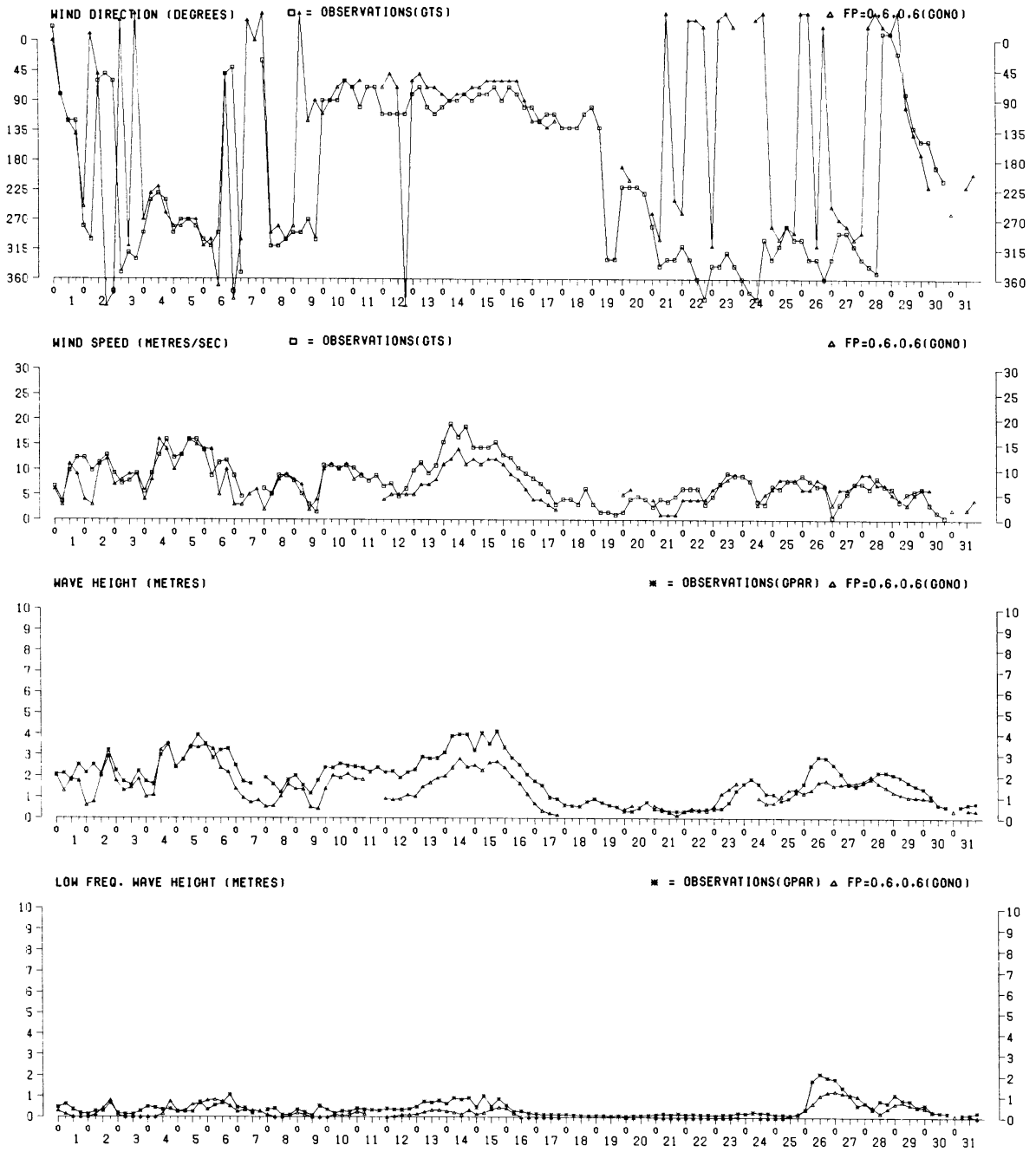


FIG. 24

FEBRUARY 1987

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

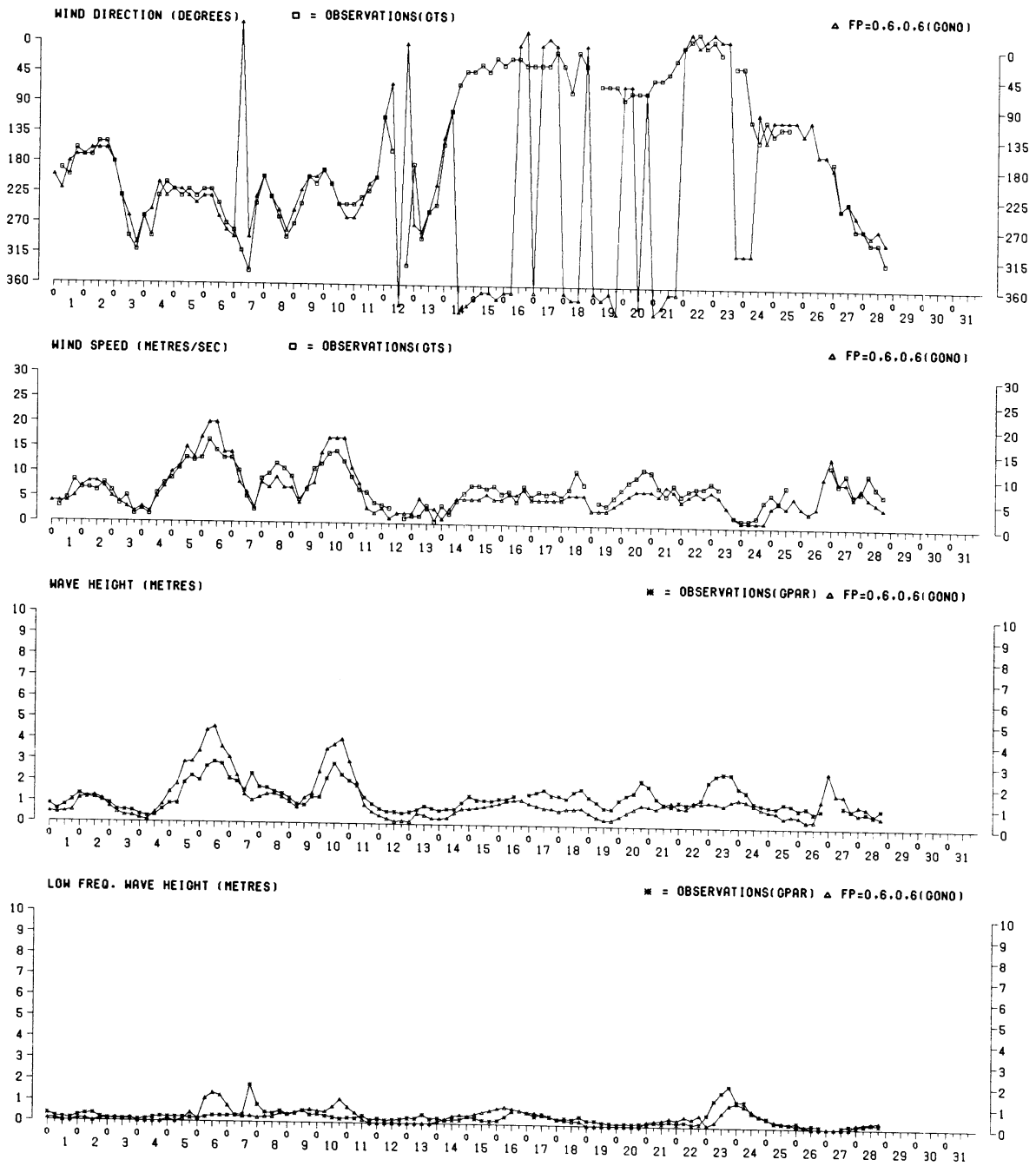


FIG. 25

MARCH 1987

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

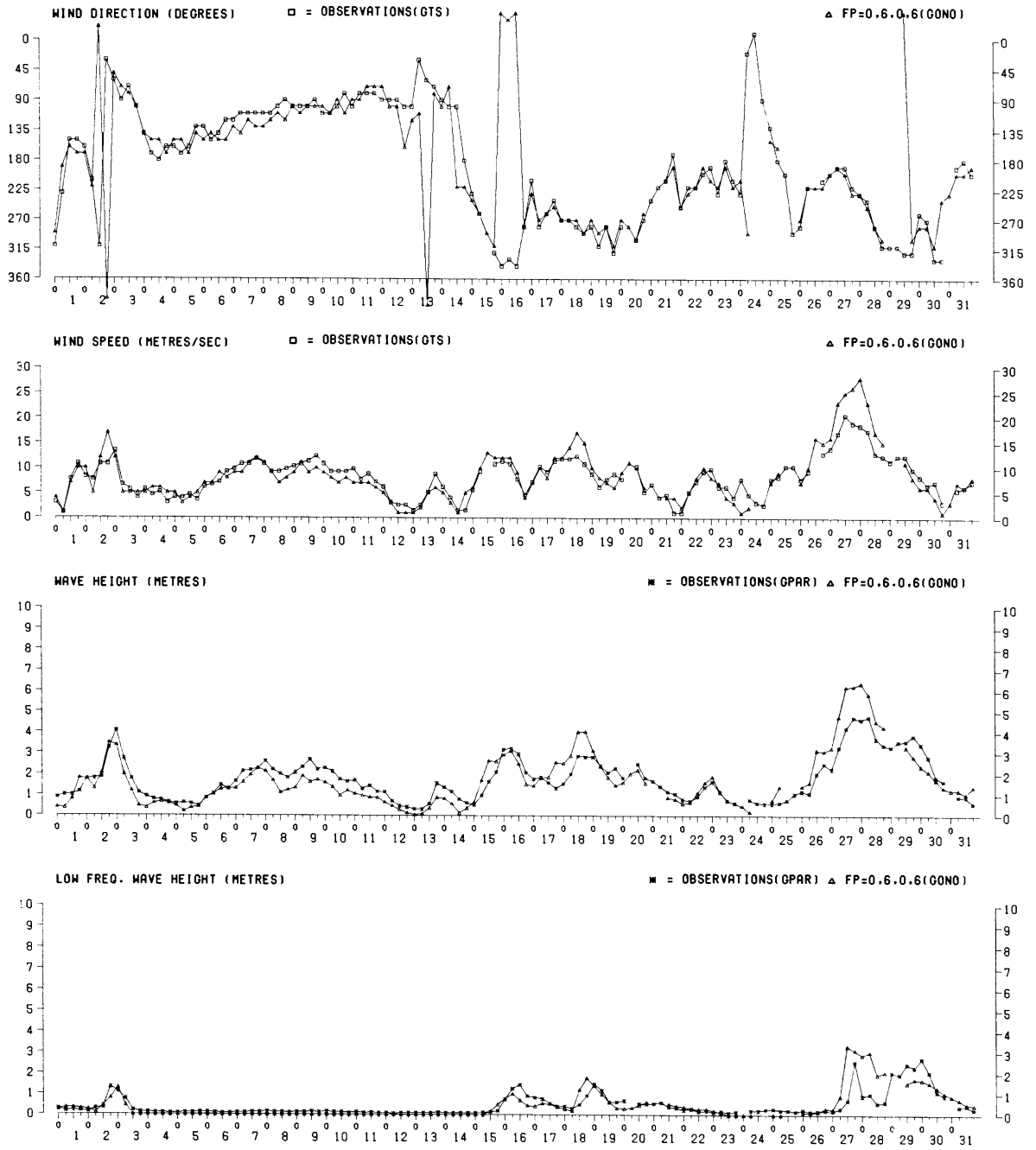


FIG. 26

APRIL 1987

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

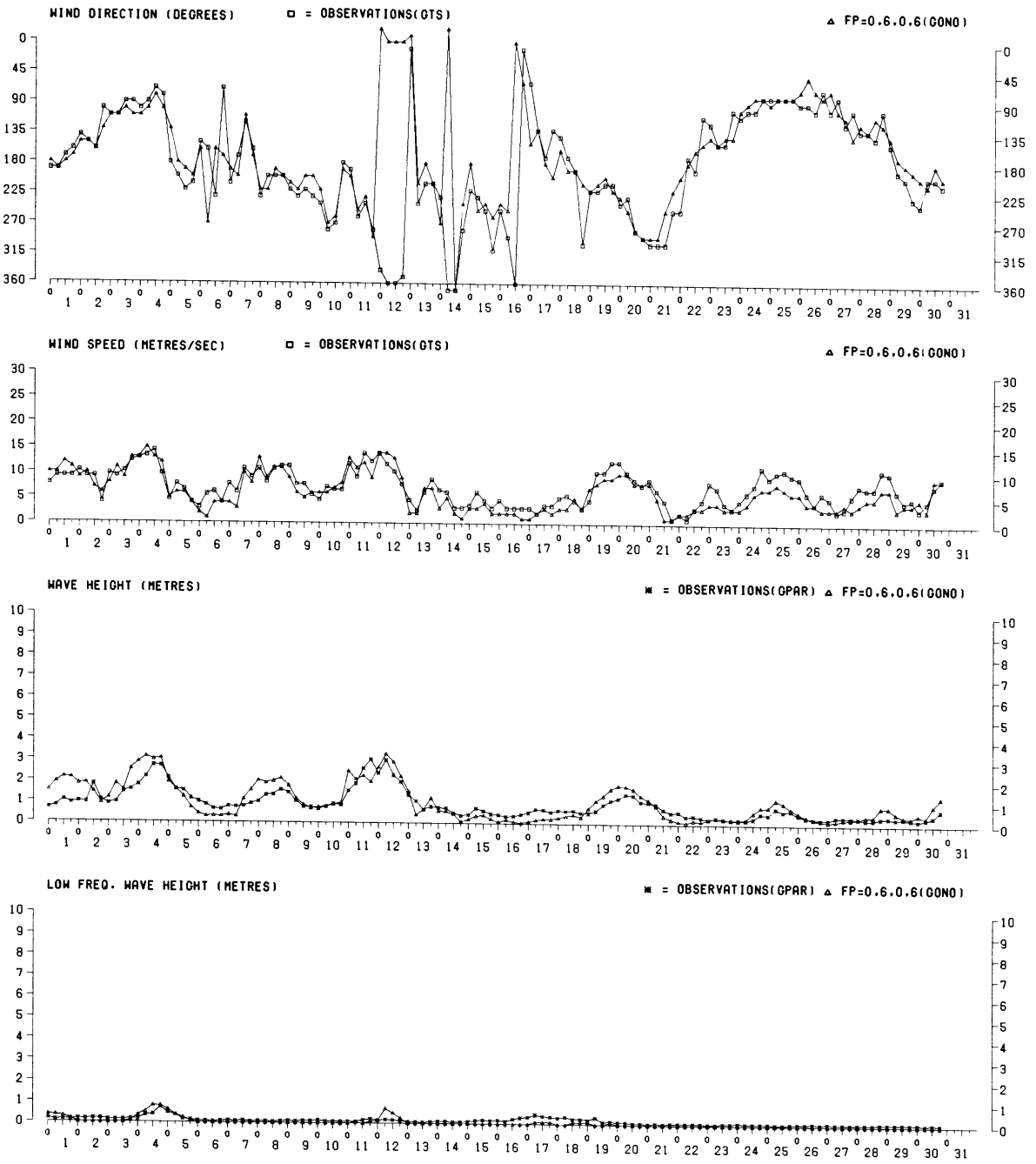
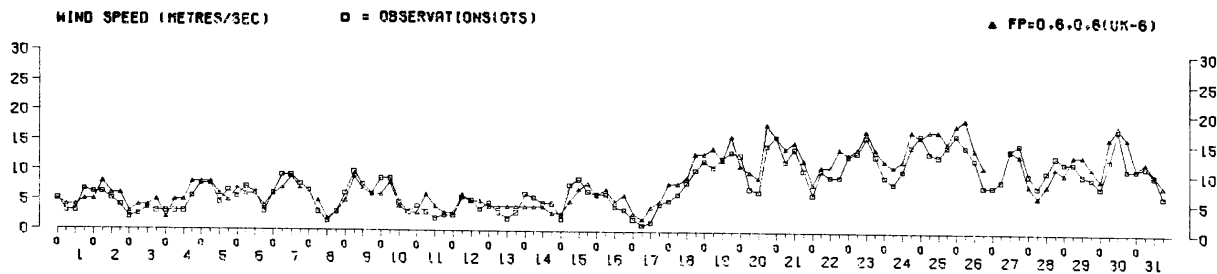


FIG. 27

OCTOBER 1986

K13-AREA 80

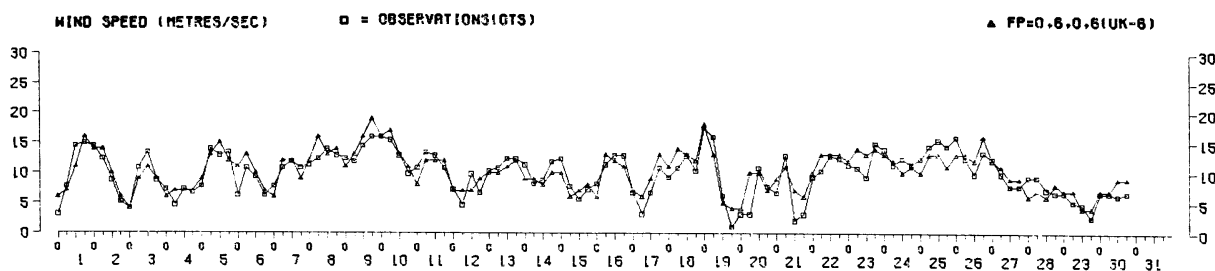
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



NOVEMBER 1986

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



DECEMBER 1986

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

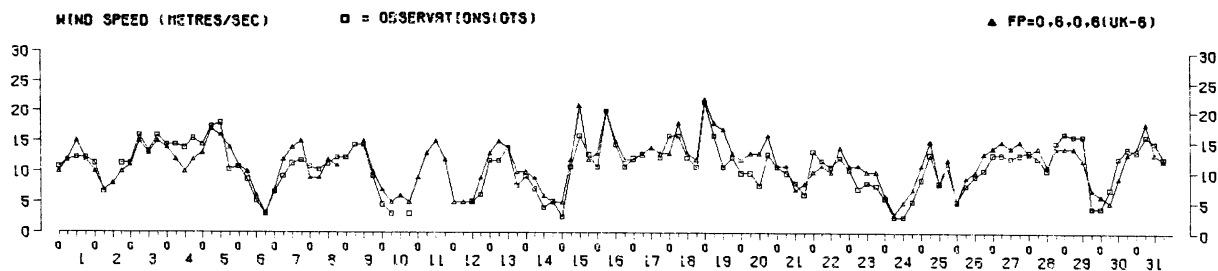
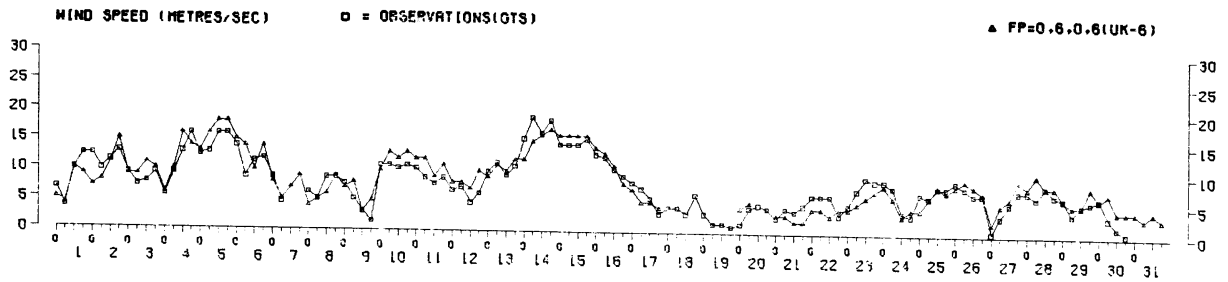


FIG. 28

JANUARY 1987

K13-AREA 80

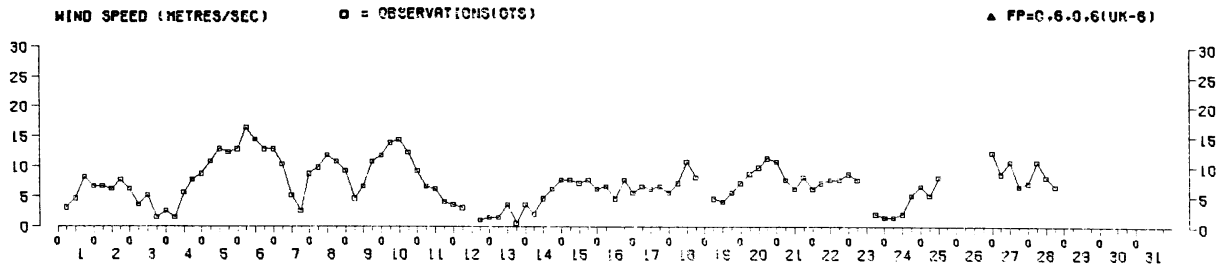
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



FEBRUARY 1987

K13-AREA 80

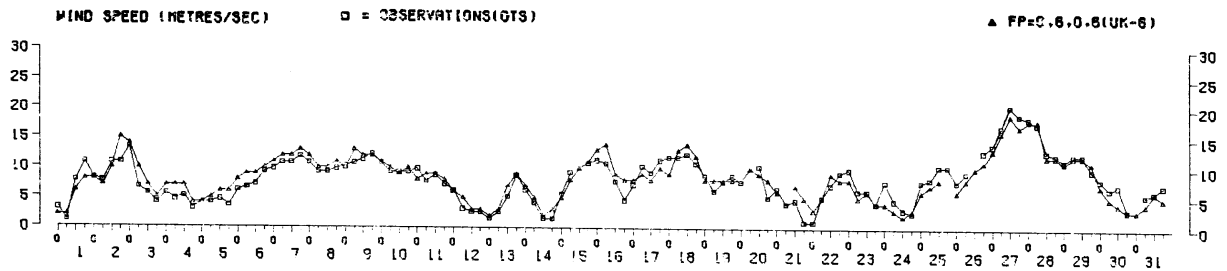
KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



MARCH 1987

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



APRIL 1987

K13-AREA 80

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

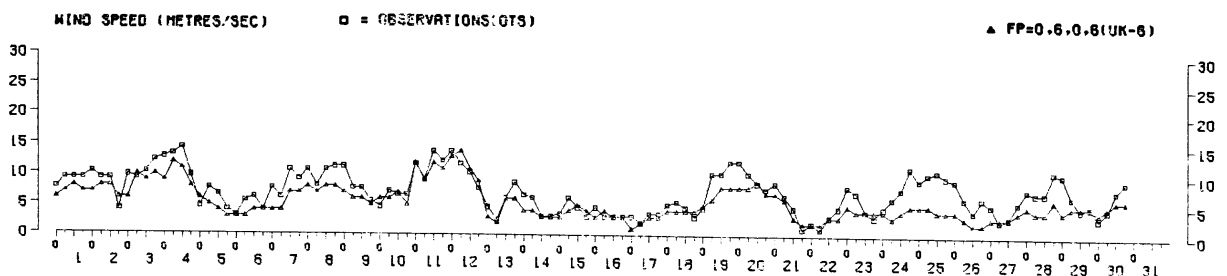


FIG. 29

OCTOBER 1986

AUK-AREA 11

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

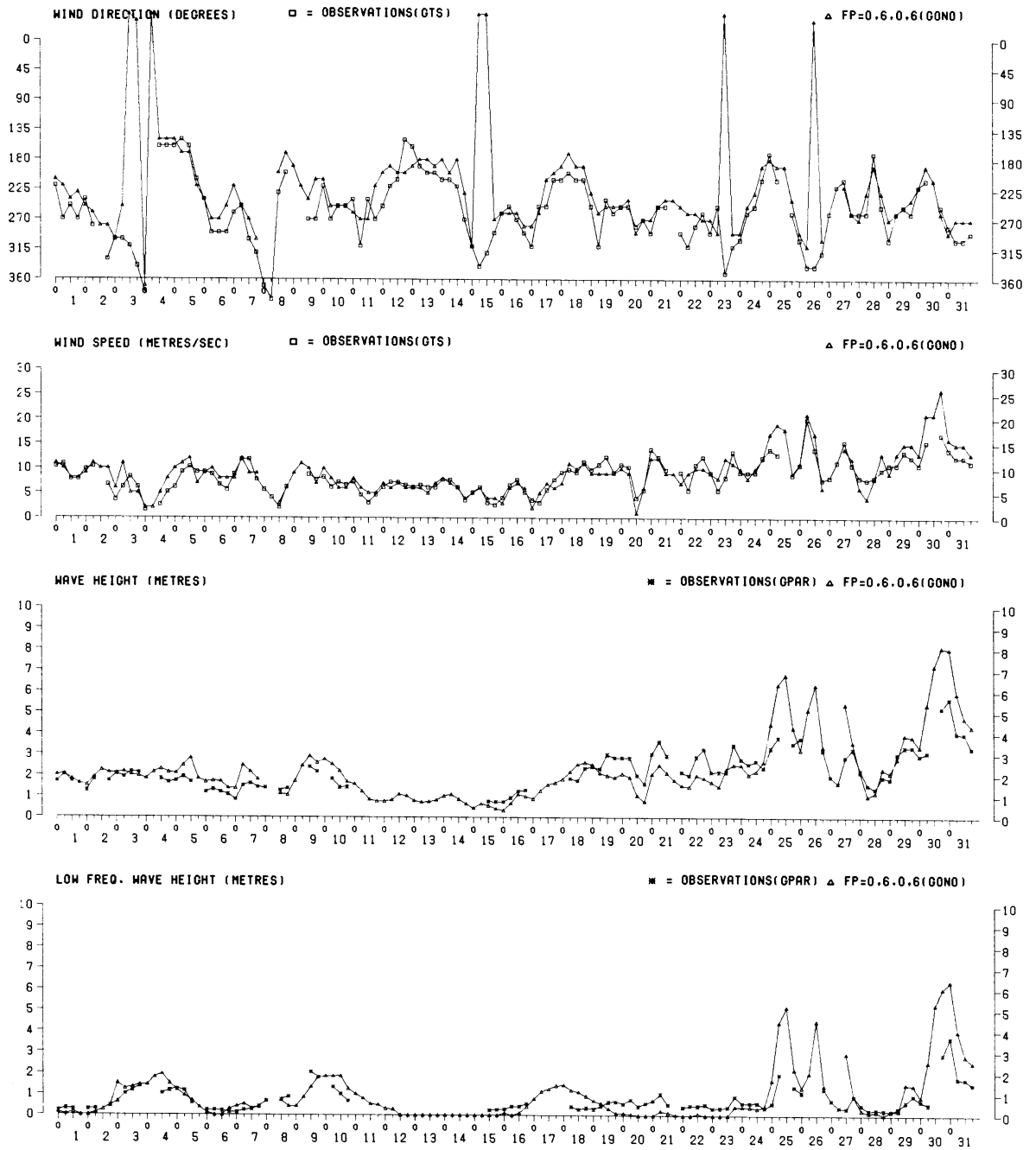


FIG. 30

NOVEMBER 1986

AUK-AREA 11

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

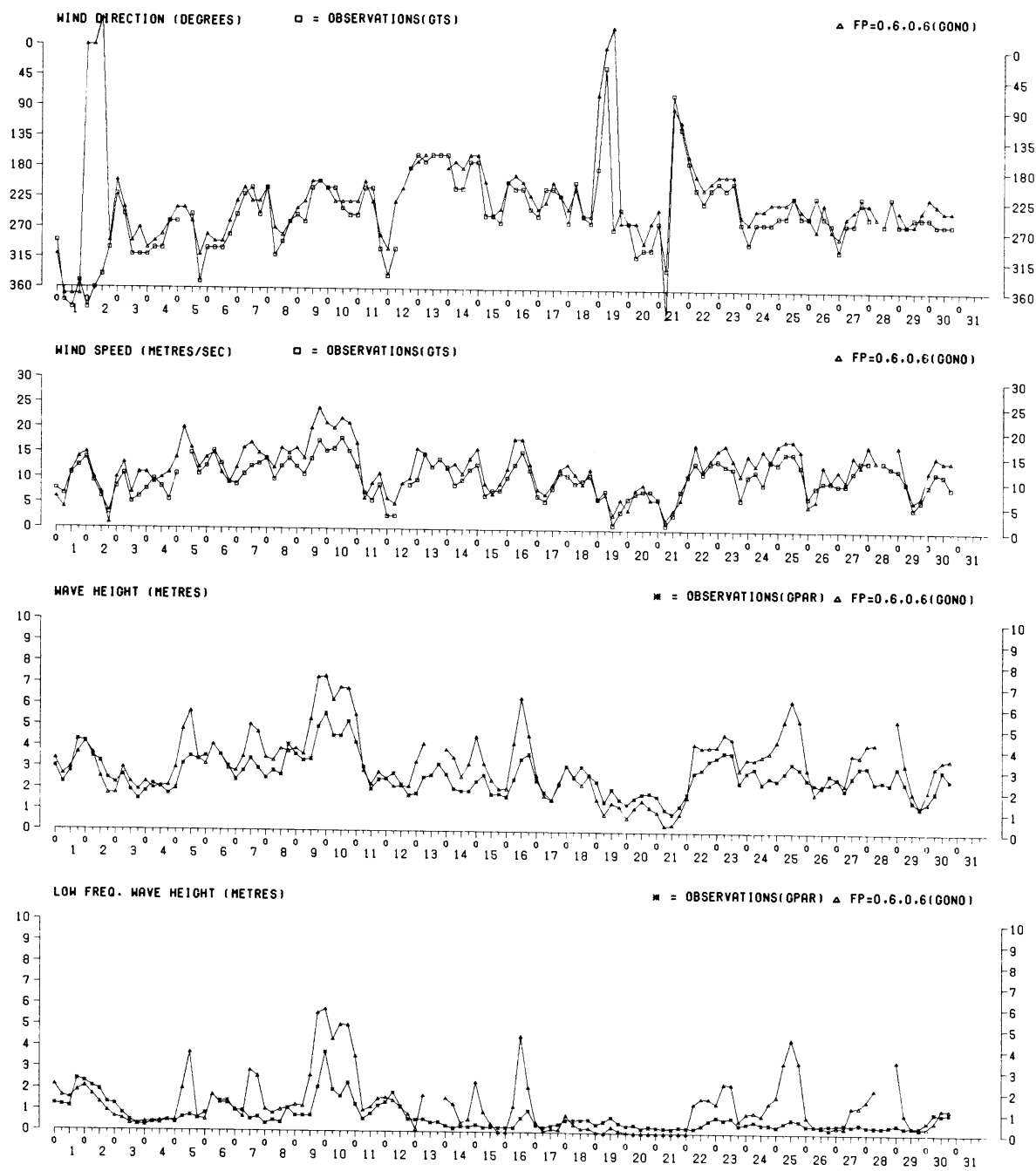


FIG. 31

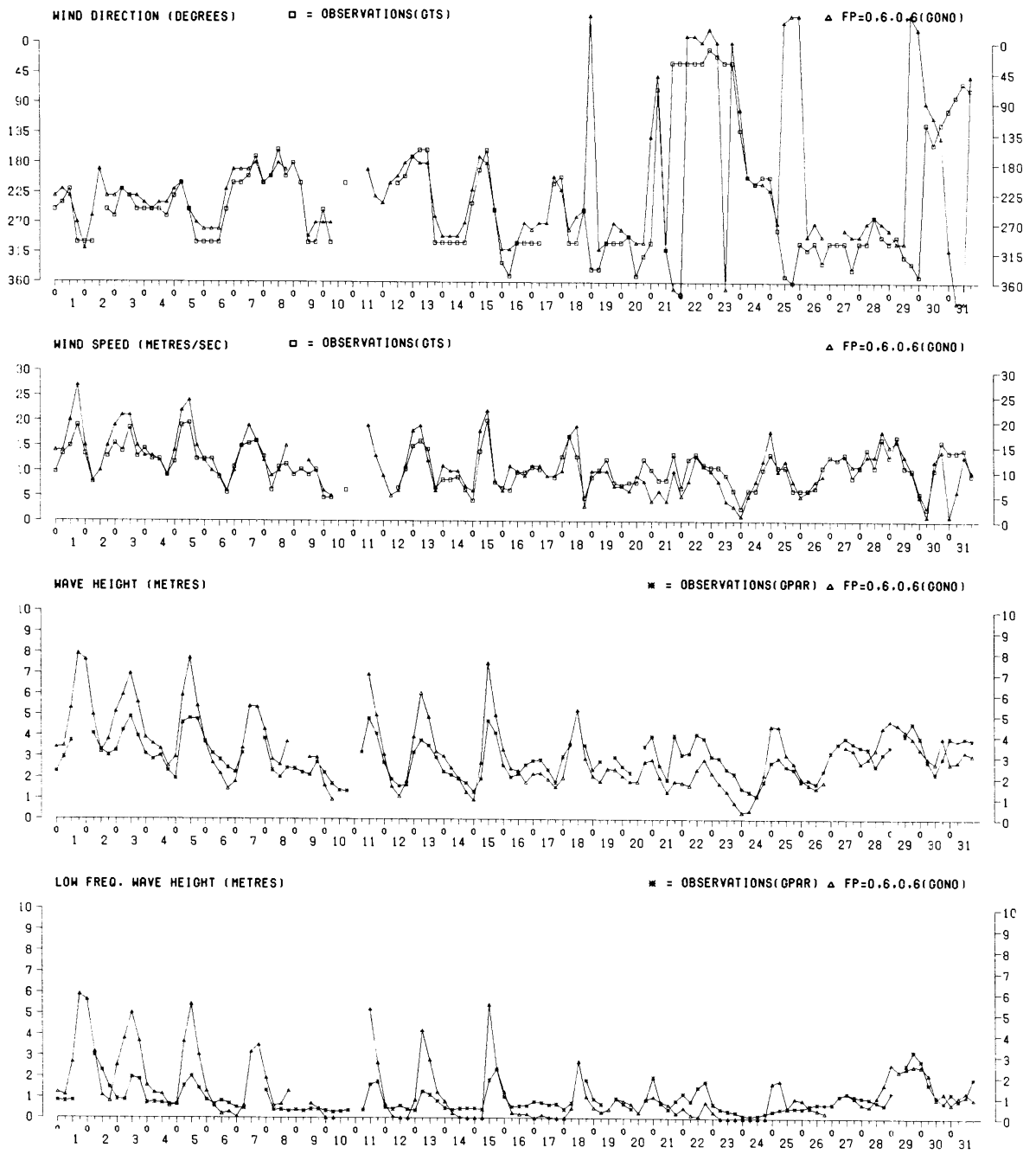
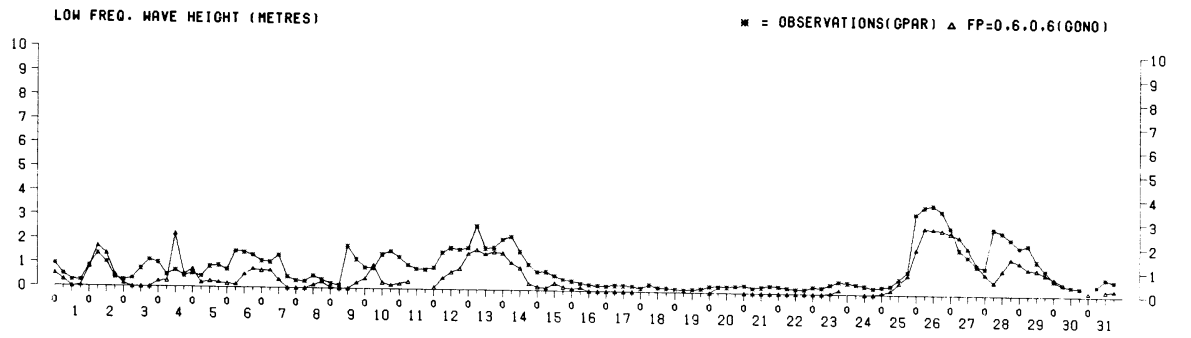
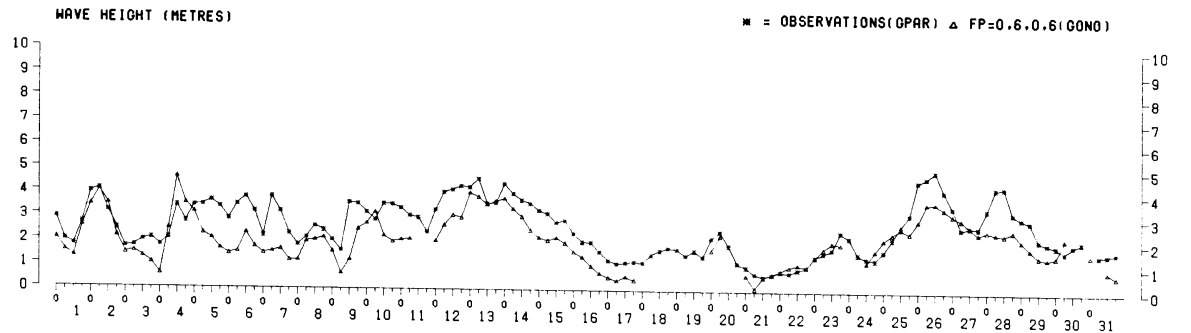
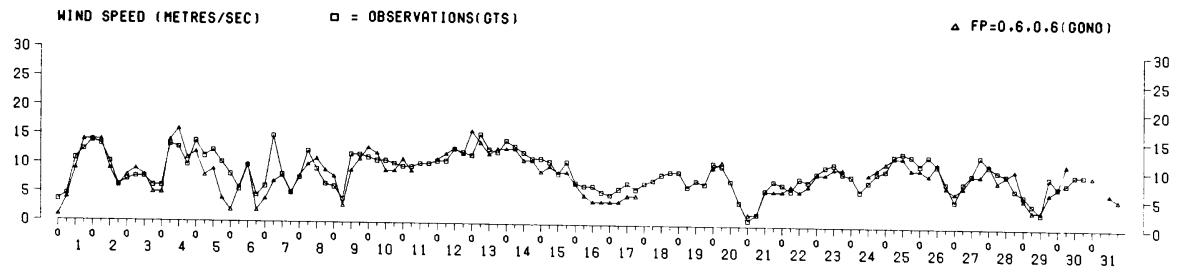
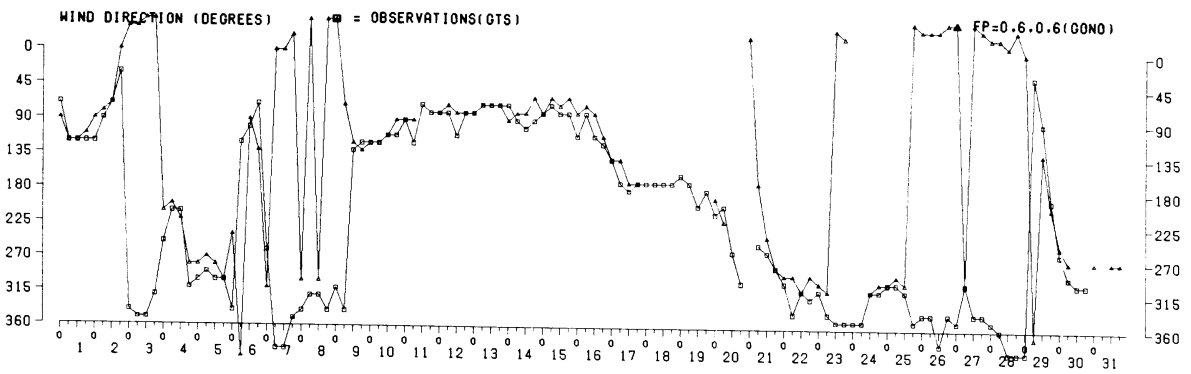


FIG. 32



F16. 33

FEBRUARY 1987

AUK-AREA 11

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

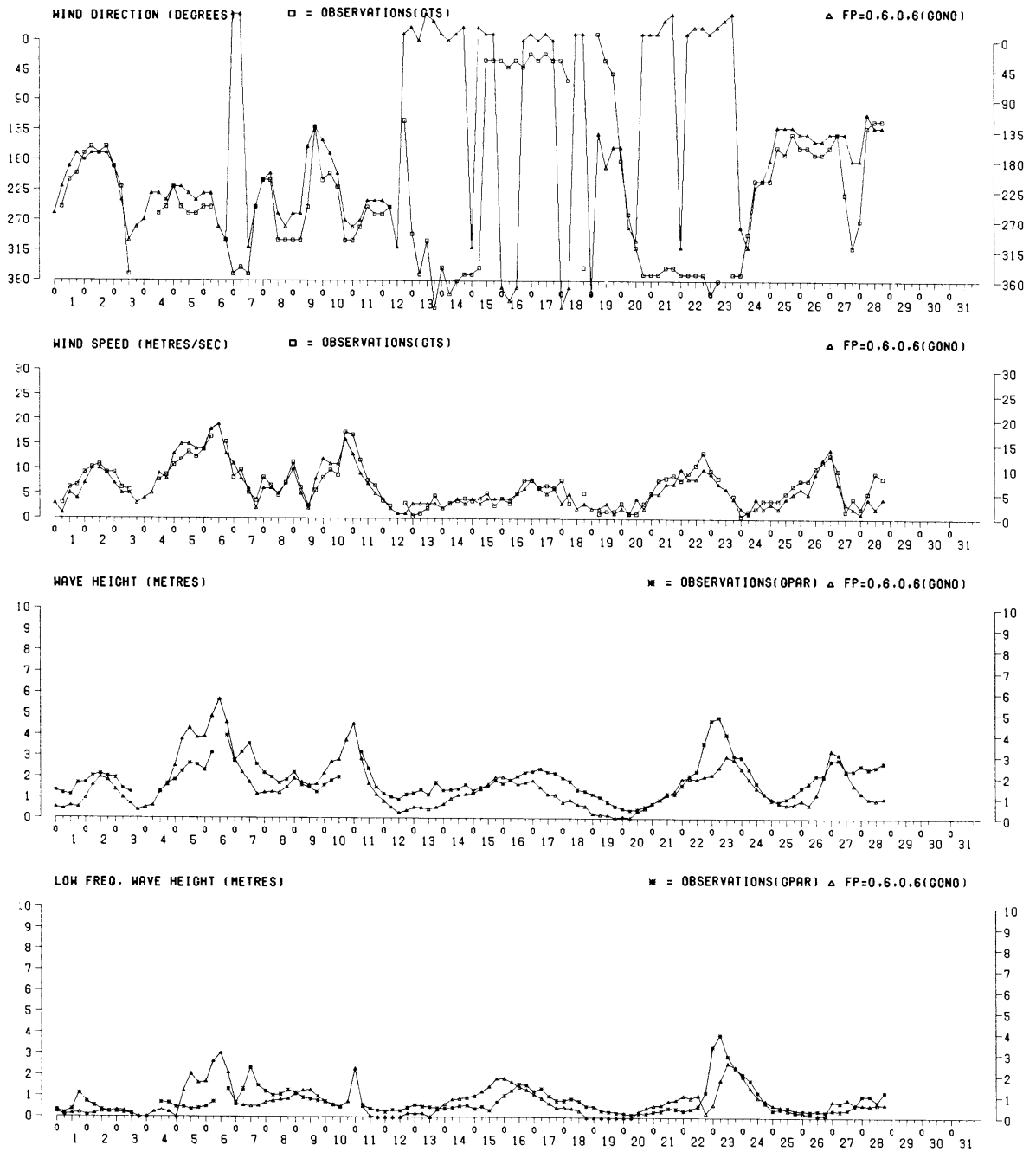


FIG. 34

MARCH 1987

AUK-AREA 11

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

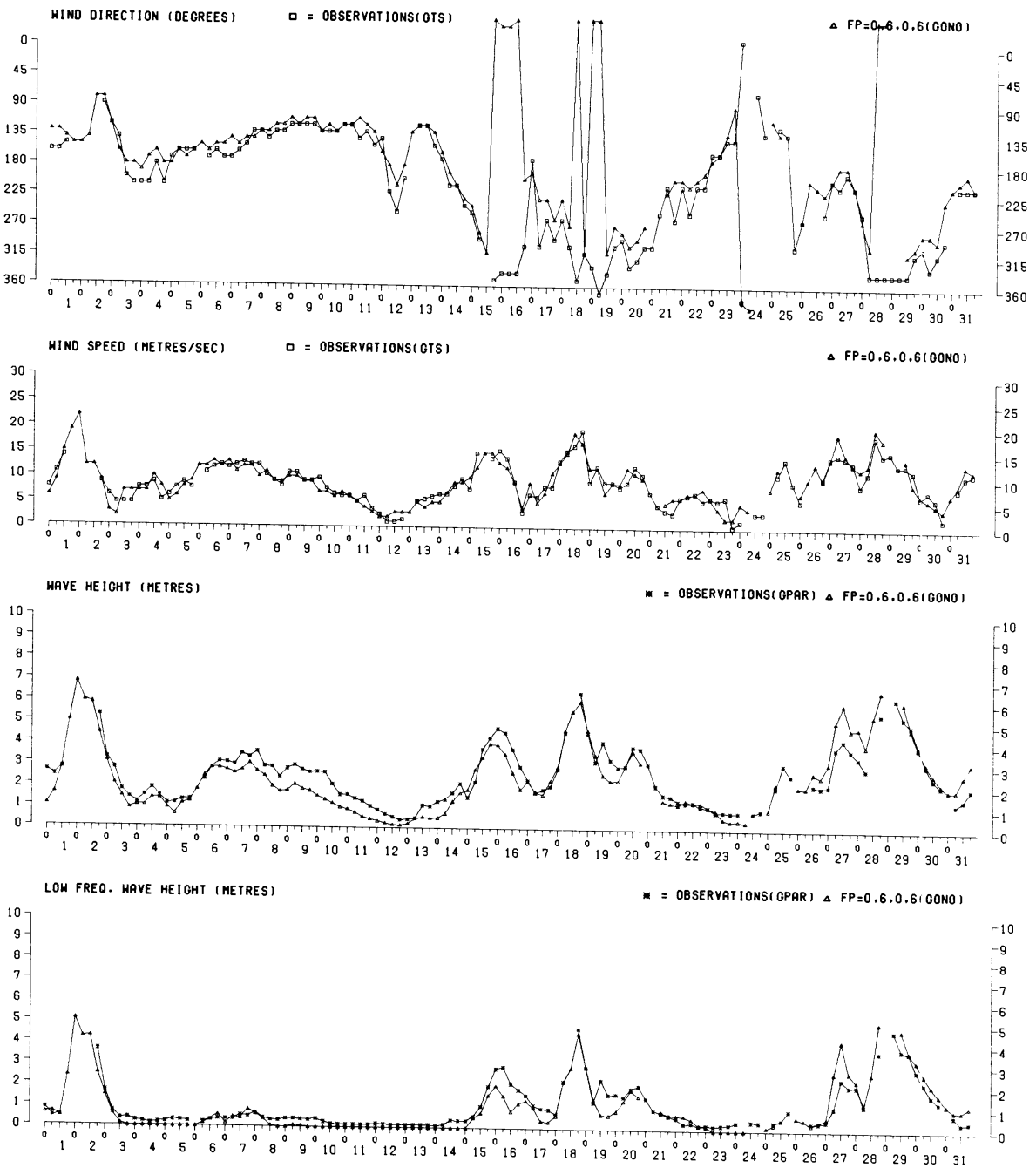


FIG. 35

APRIL 1987

AUK-AREA 11

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

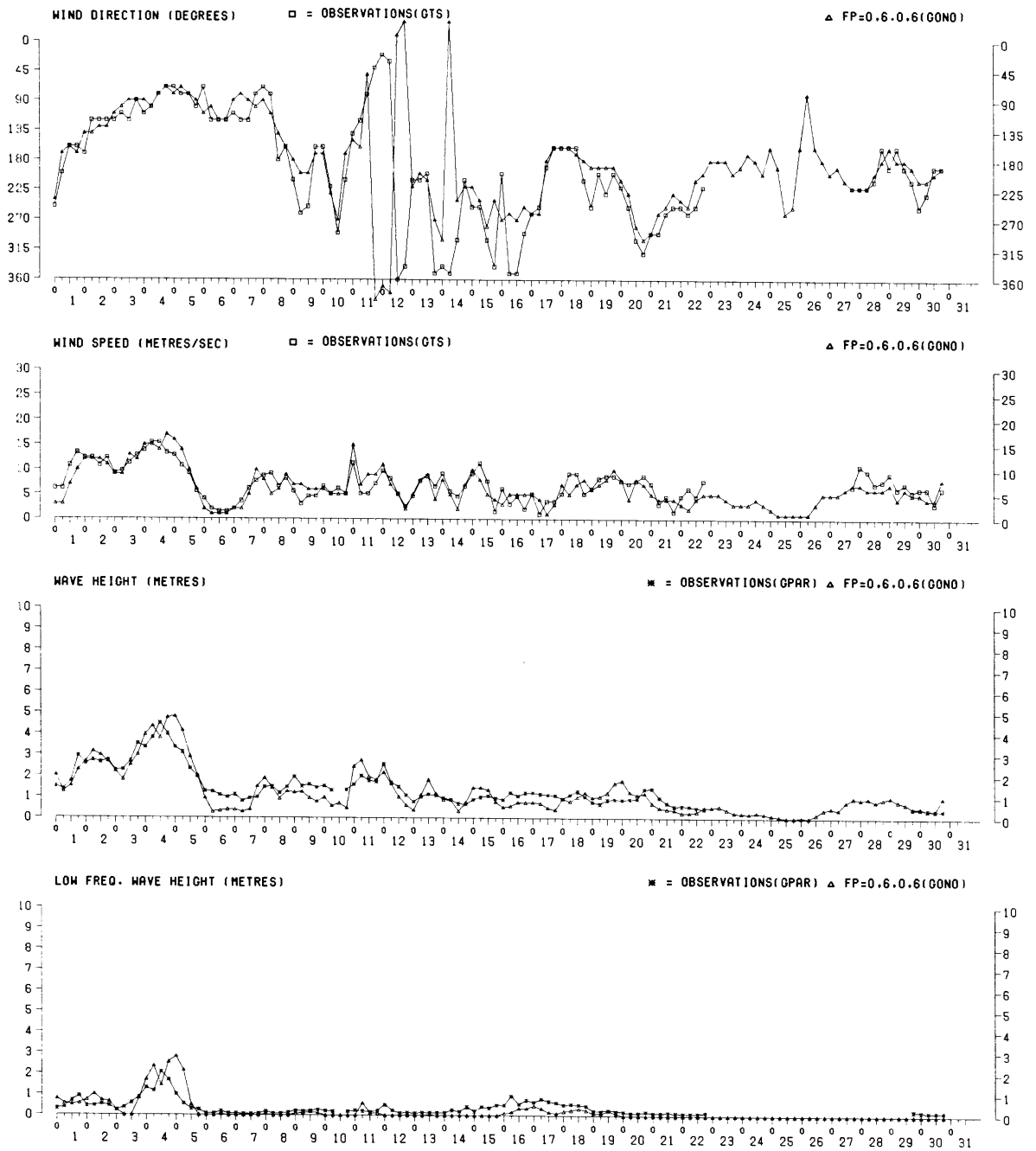
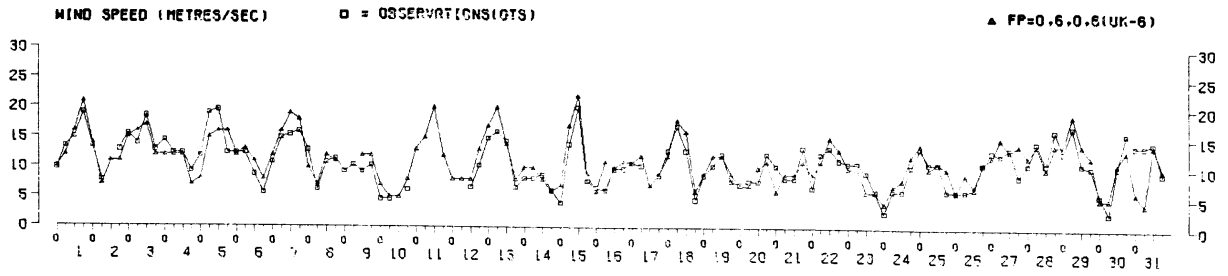


FIG. 36

DECEMBER 1986

AUK-AREA 11

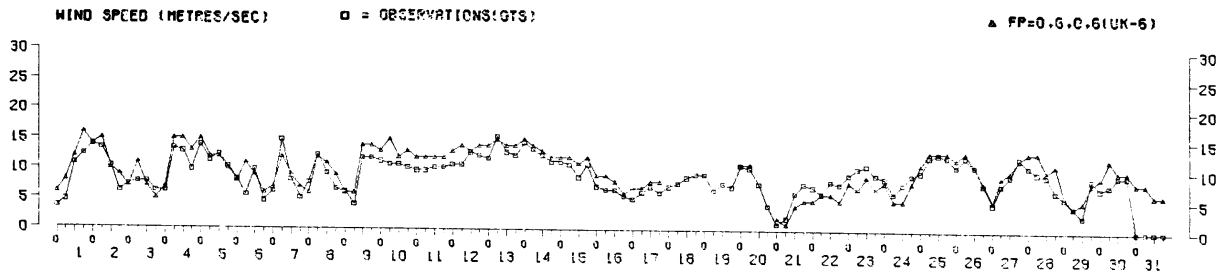
NNI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



JANUARY 1987

AUK-AREA 11

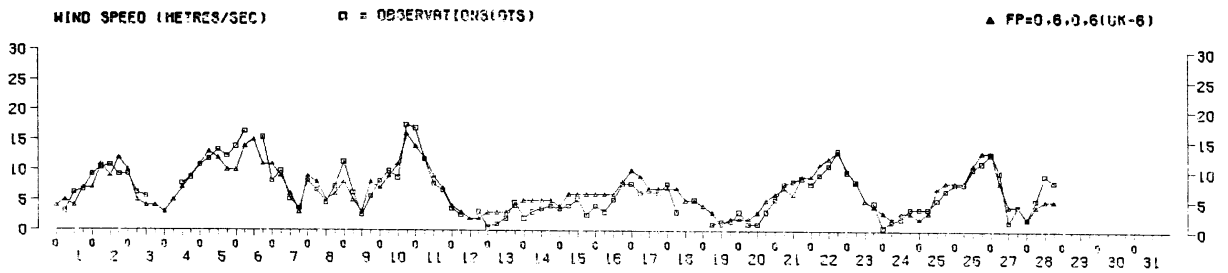
NNI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



FEBRUARY 1987

AUK-AREA 11

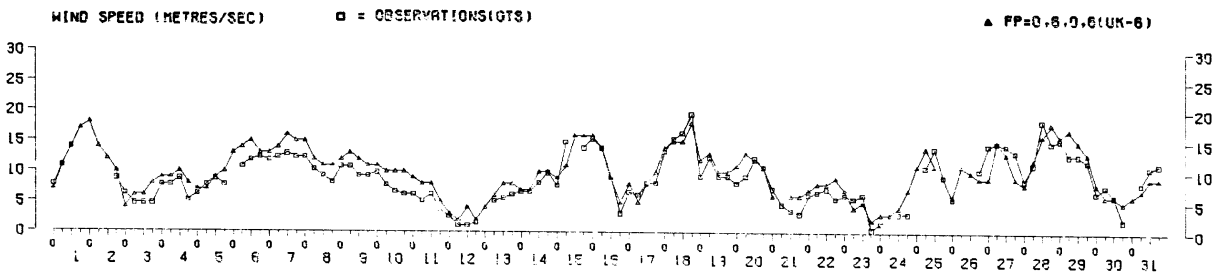
NNI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



MARCH 1987

AUK-AREA 11

NNI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH



APRIL 1987

AUK-AREA 11

NNI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

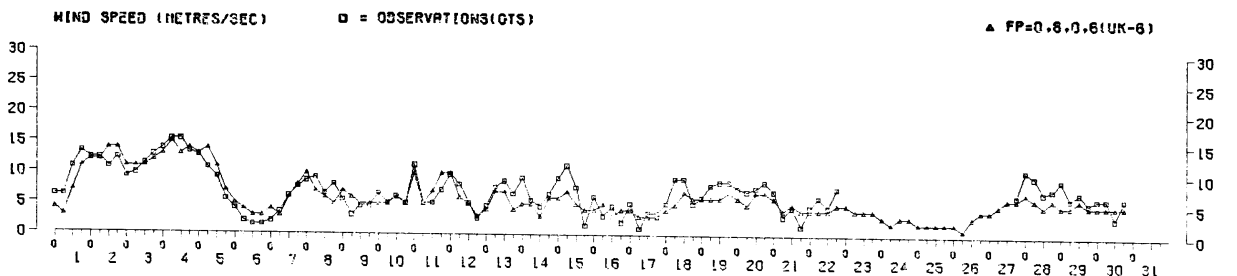


FIG.37

OCTOBER 1986

BRENT-AREA 10

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

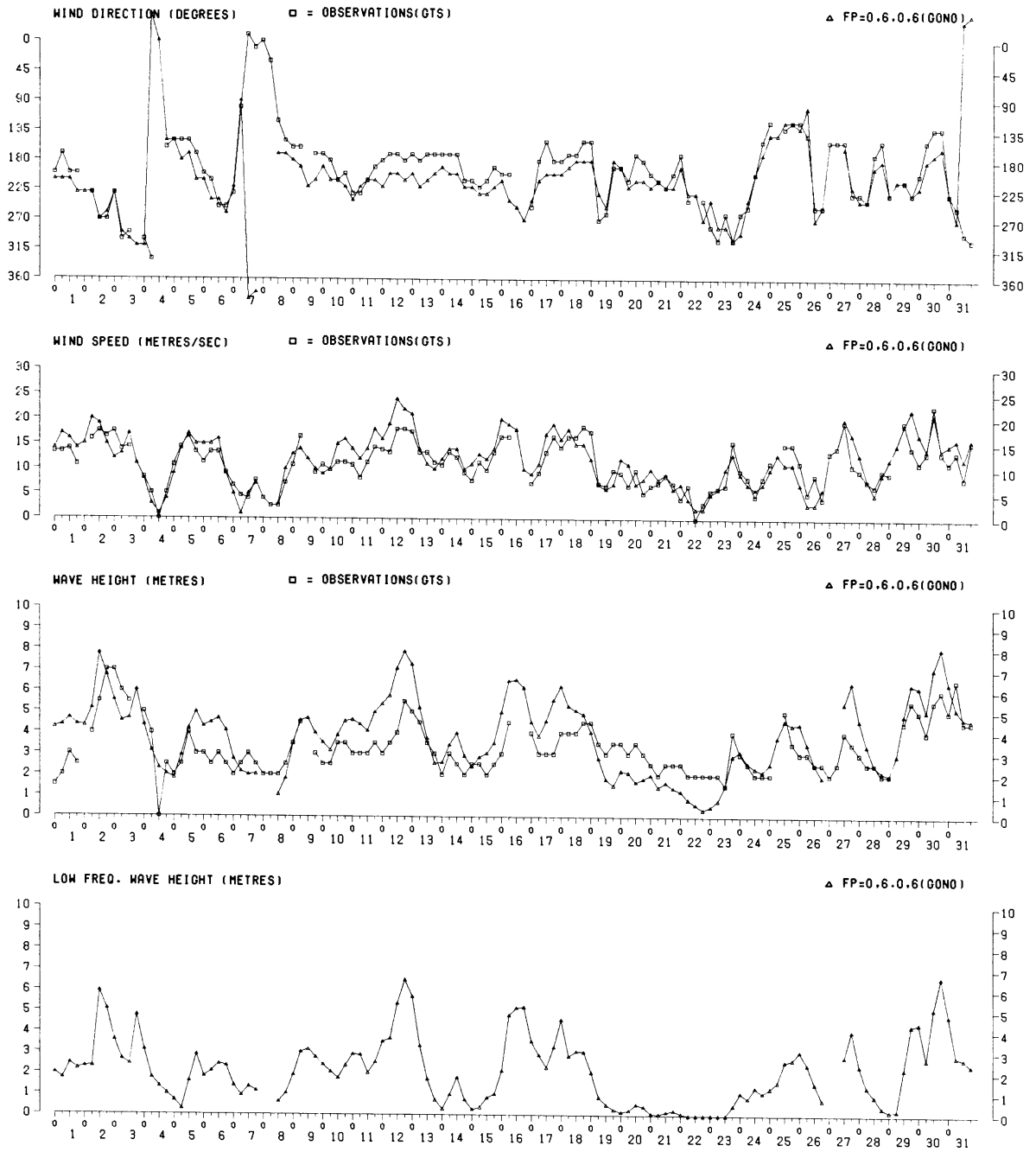


FIG. 38

NOVEMBER 1986

BRENT-AREA 10

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

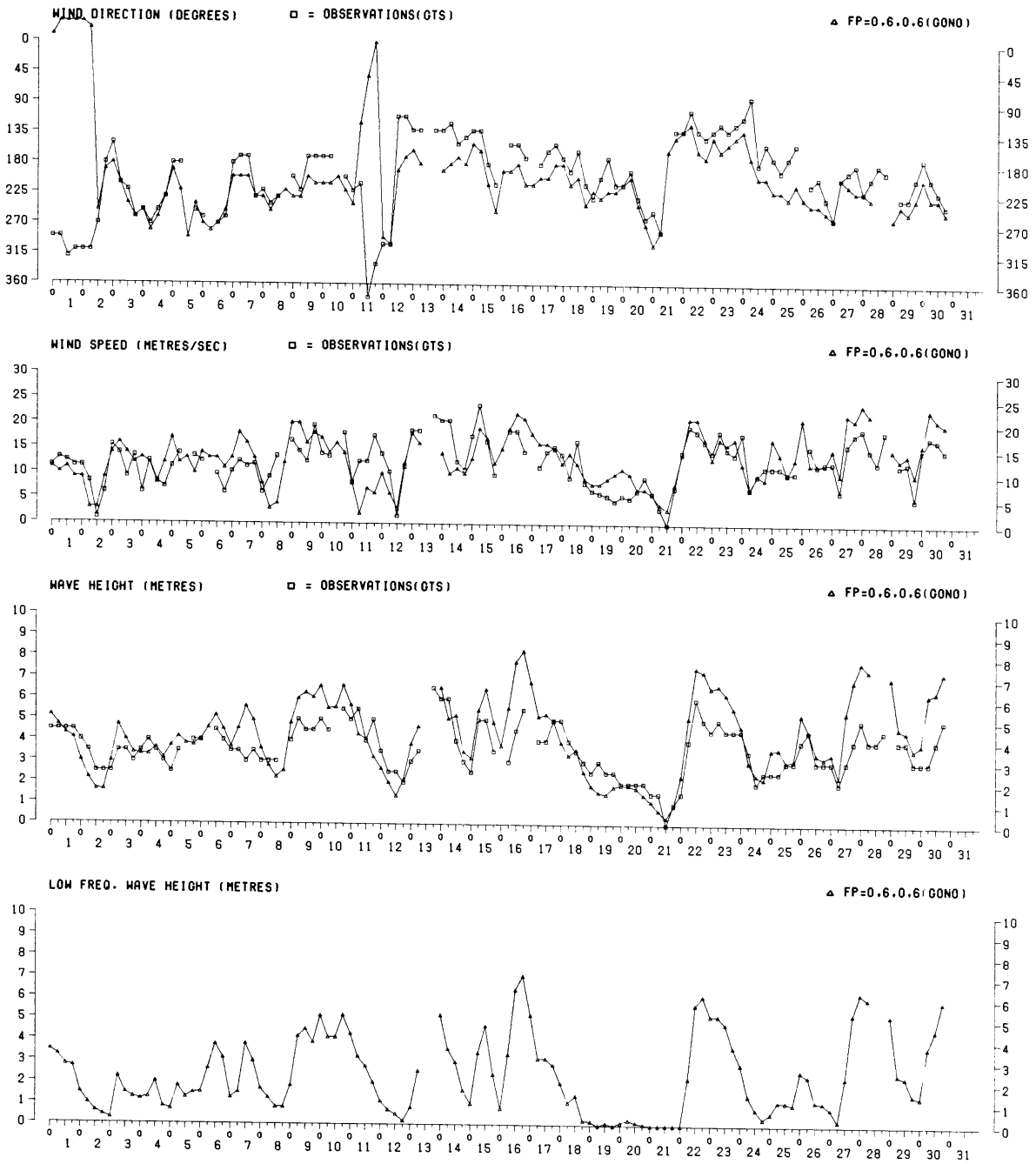


FIG. 39

DECEMBER 1986

BRENT-AREA 10

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

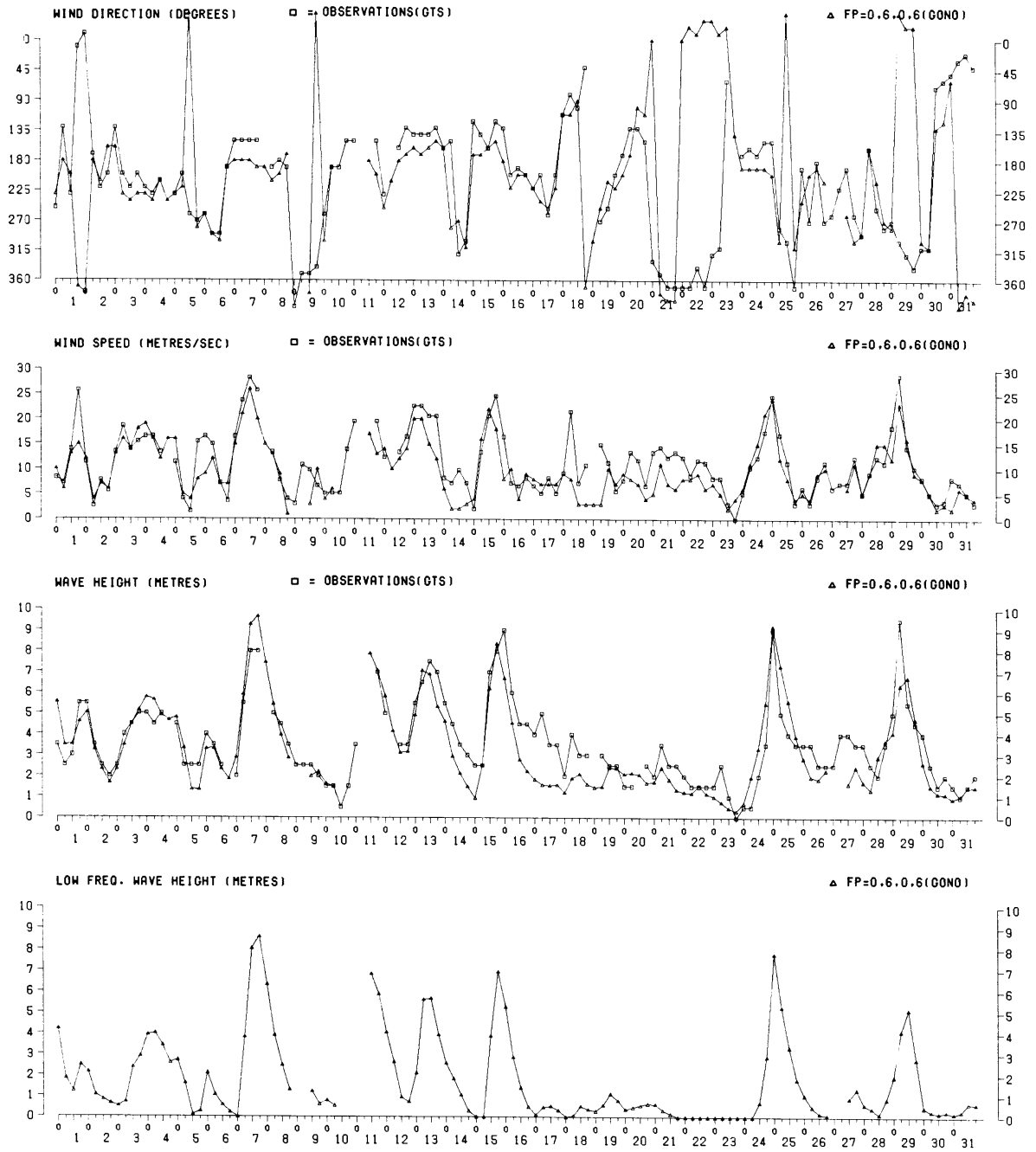


FIG. 40

JANUARY 1987

BRENT-AREA 10

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

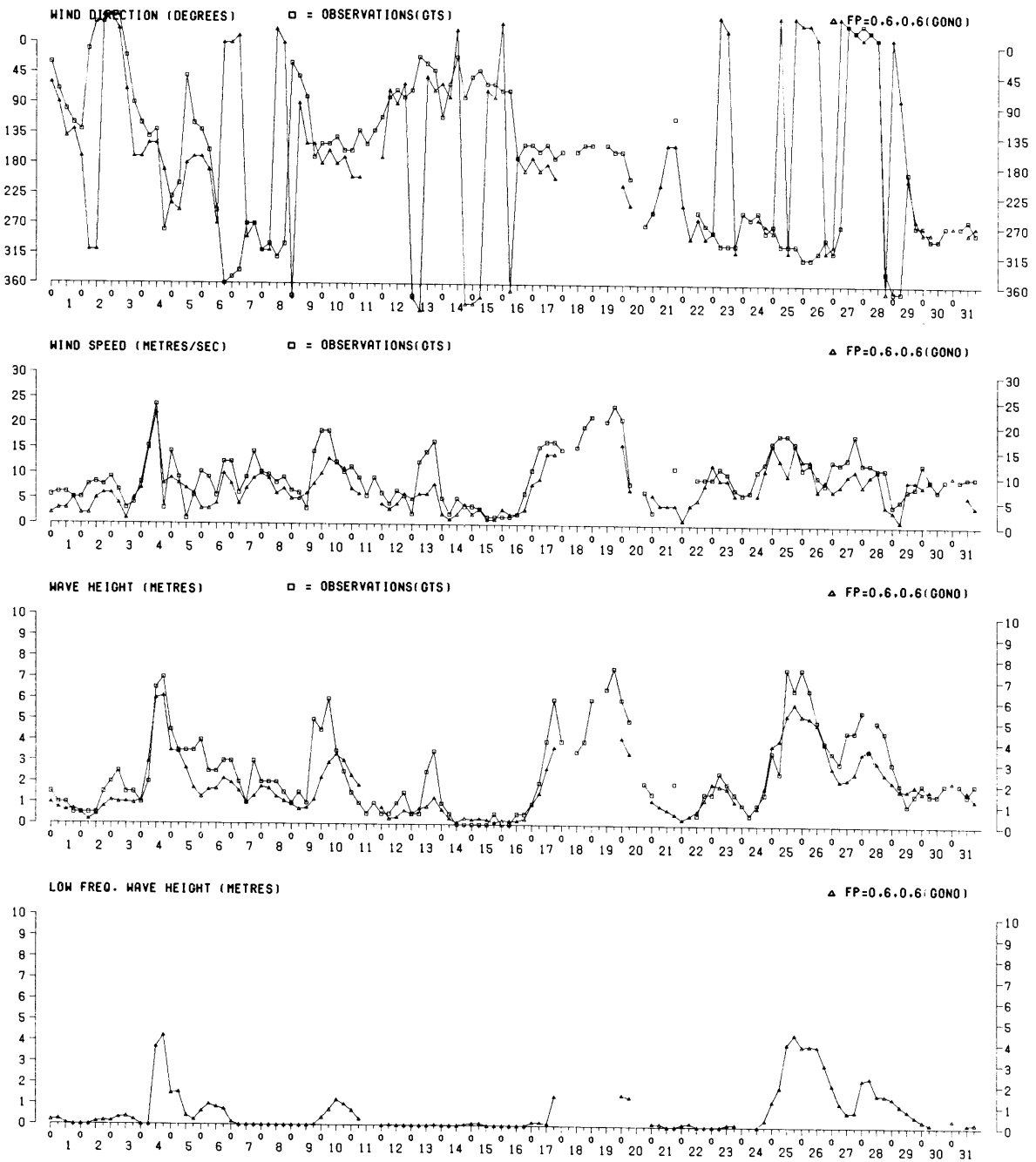


FIG. 41

FEBRUARY 1987

BRENT-AREA 10

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

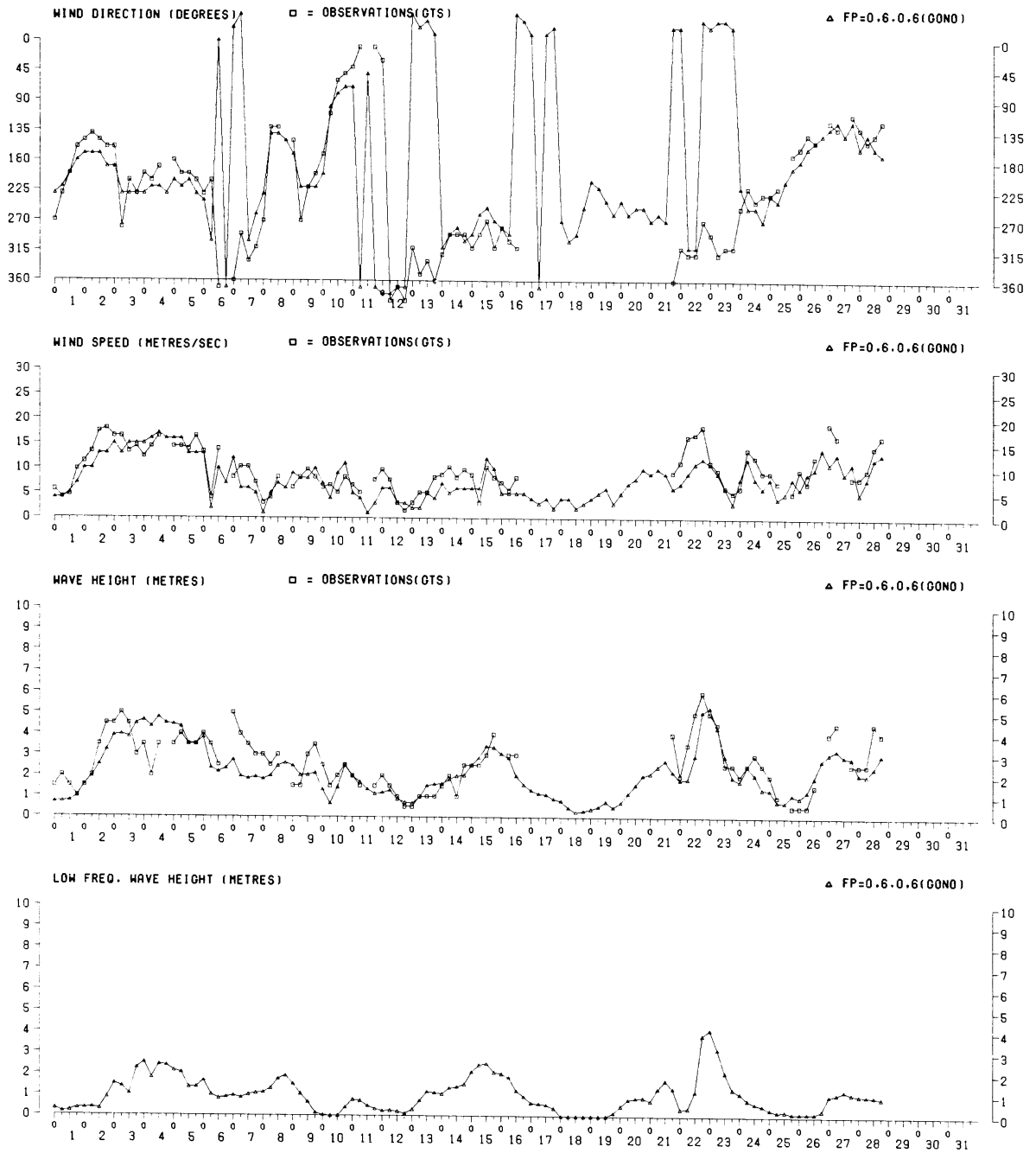


FIG. 42

MARCH 1987

BRENT-AREA 10

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

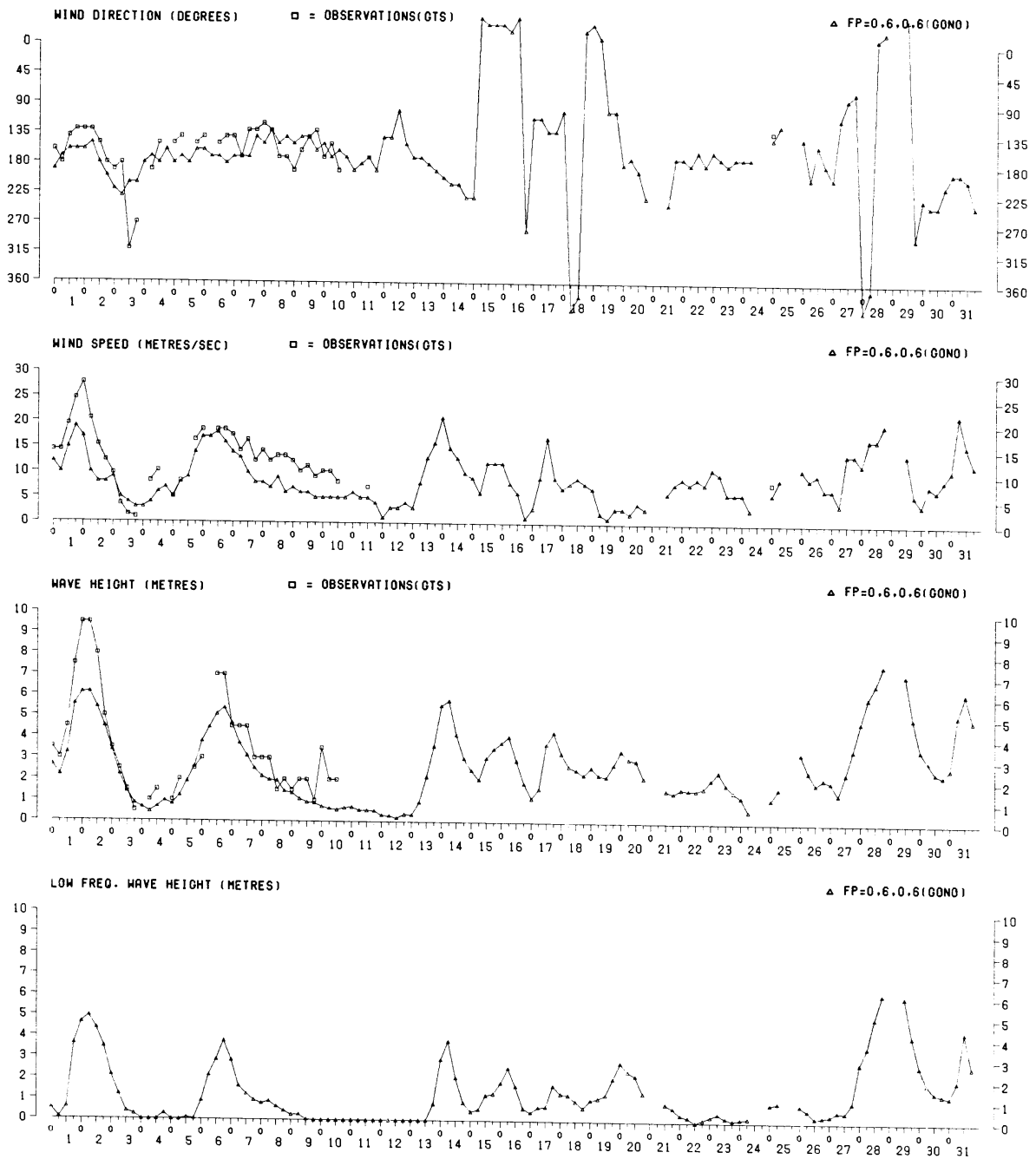


FIG. 43

APRIL 1987

BRENT-AREA 10

KNMI (ROYAL NETHERLANDS METEOROLOGICAL INSTITUTE)
DIVISION OF OCEANOGRAPHIC RESEARCH

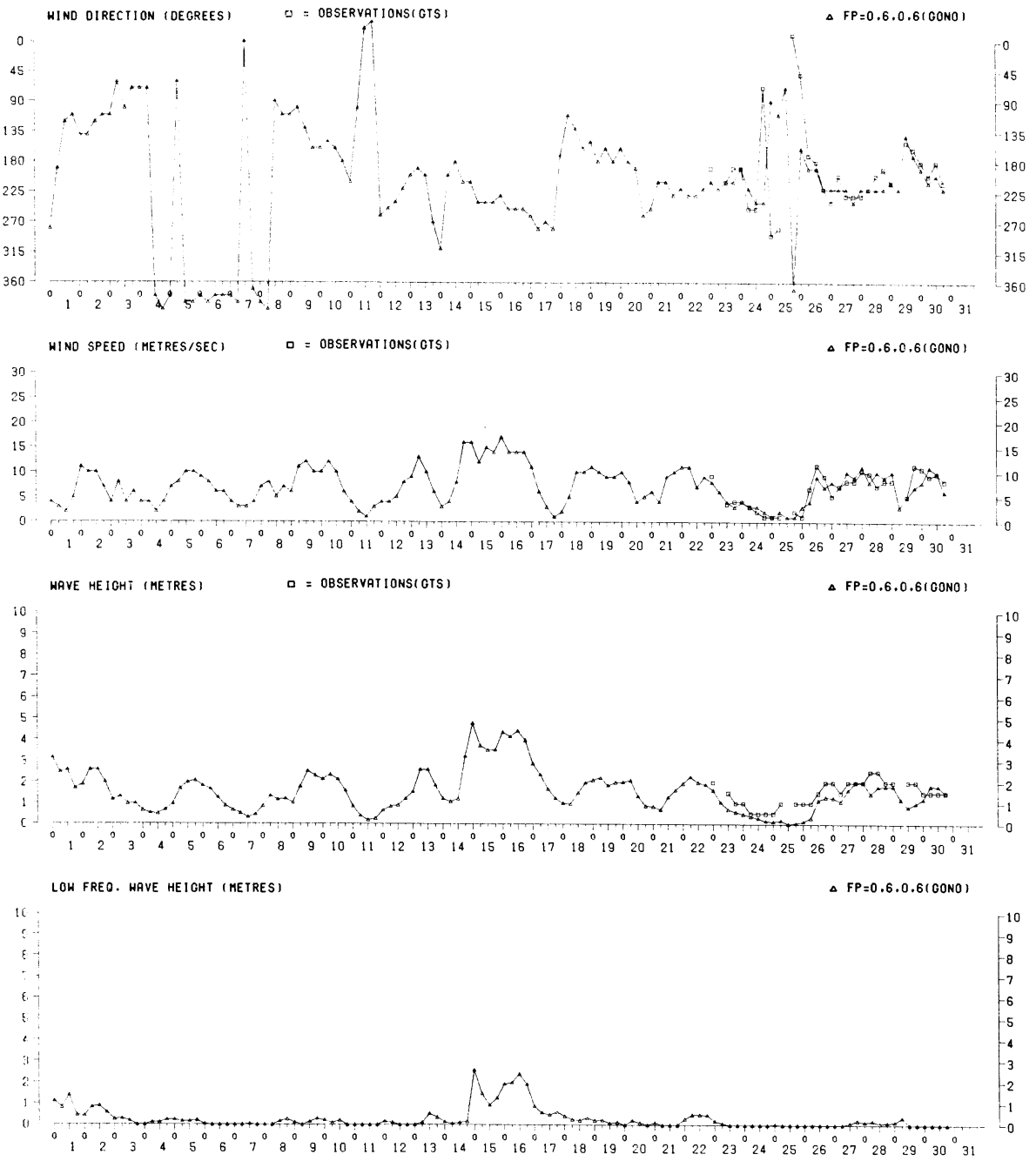
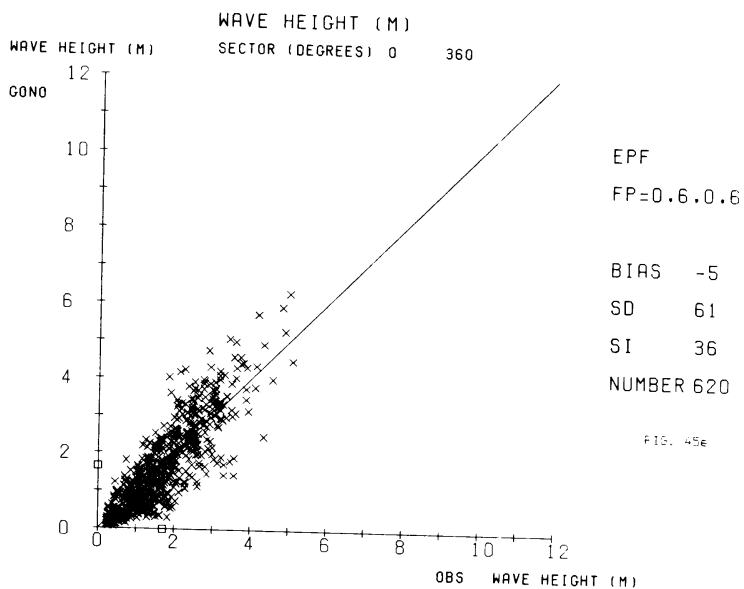
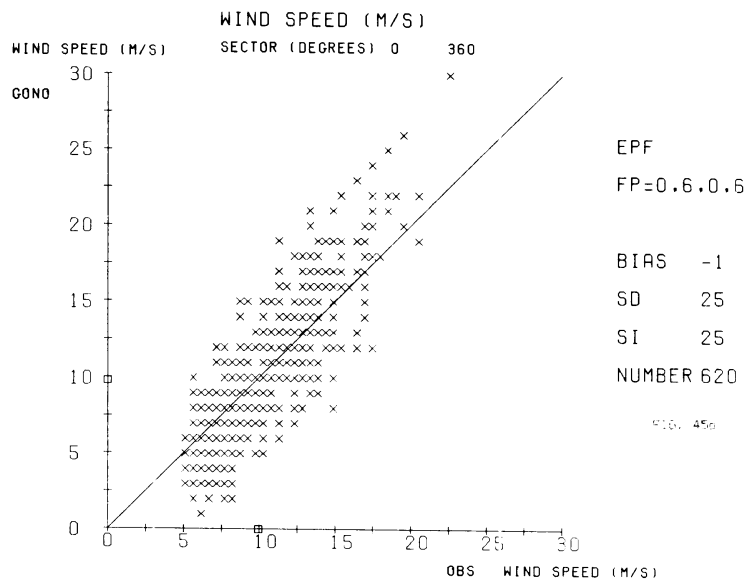
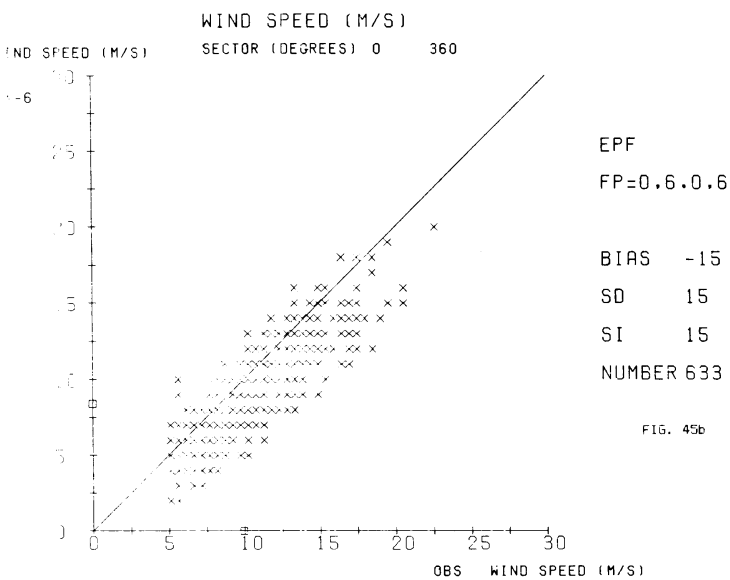
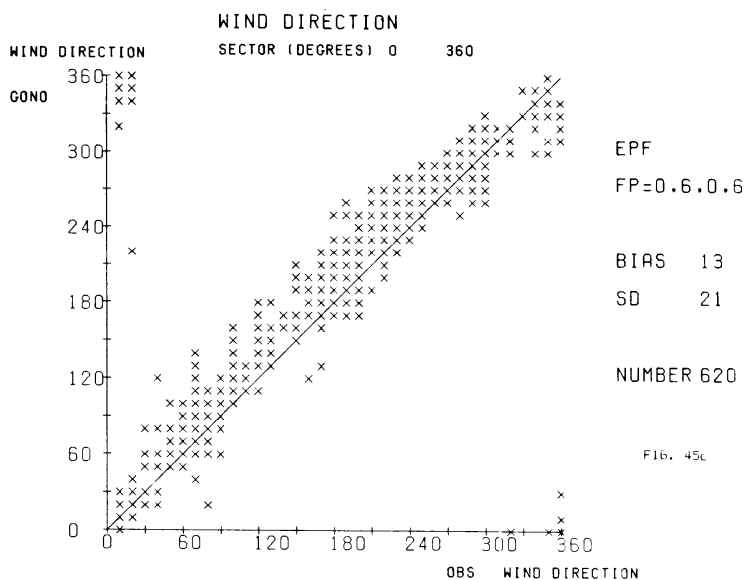
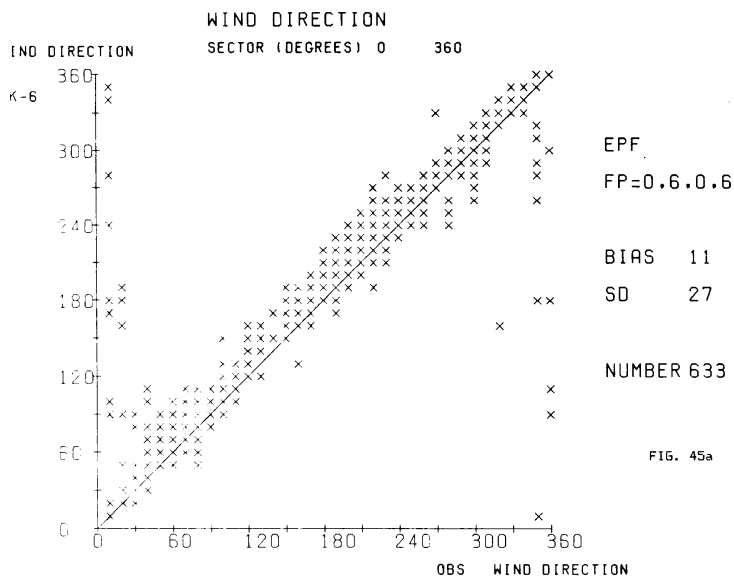


FIG. 44



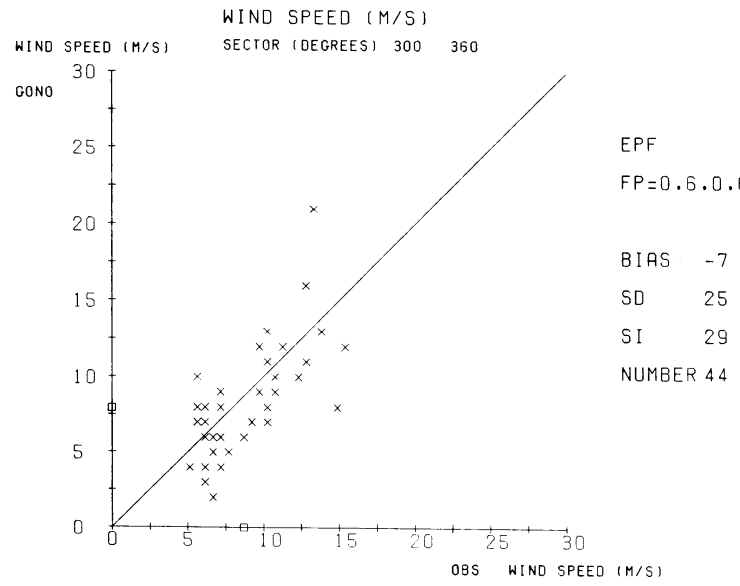
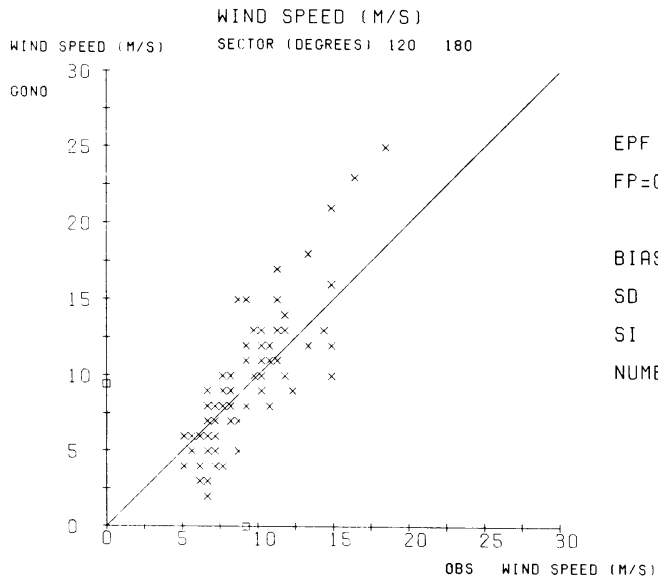
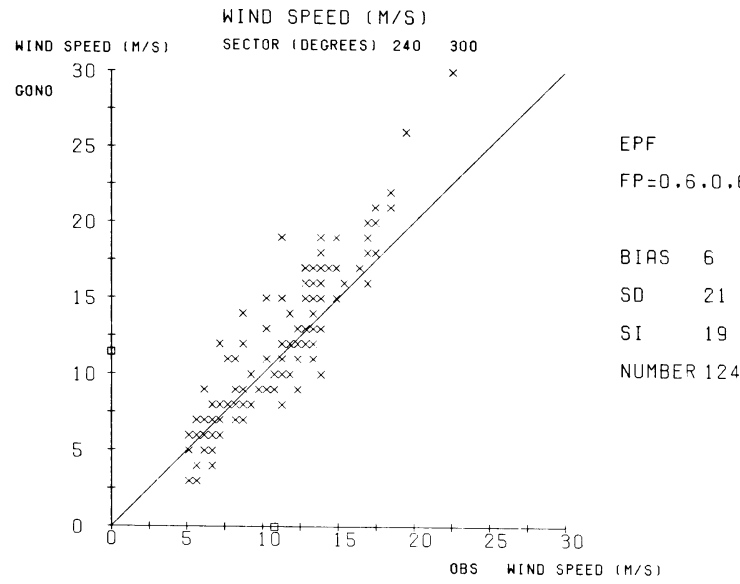
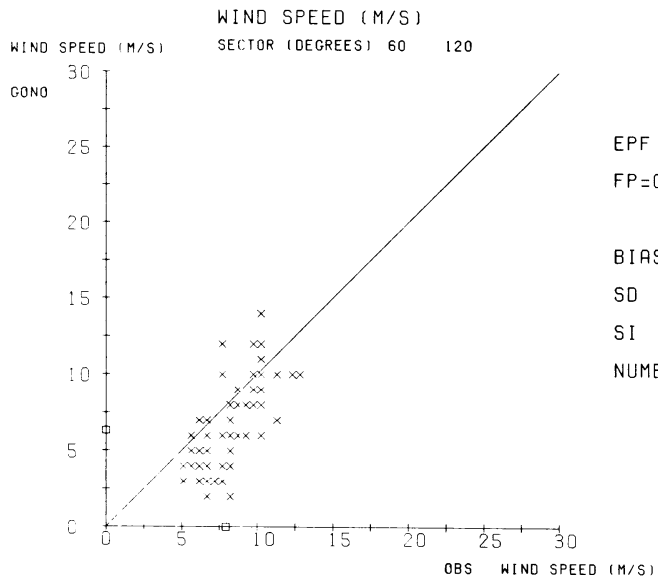
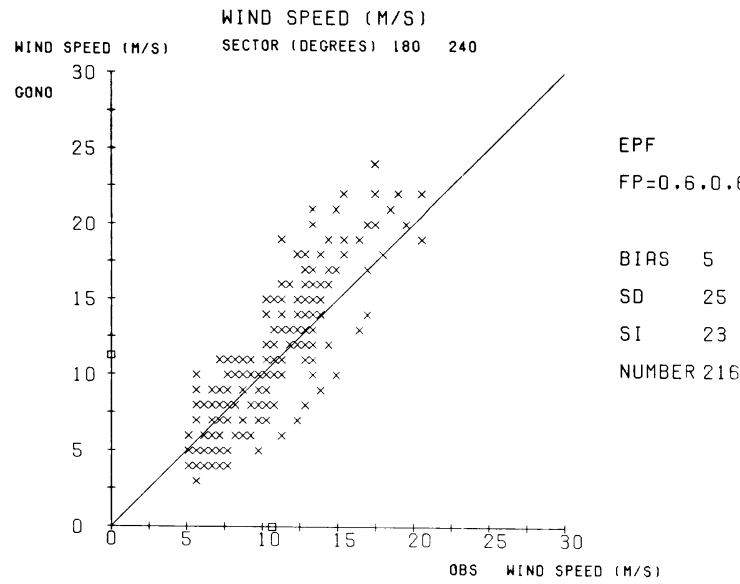
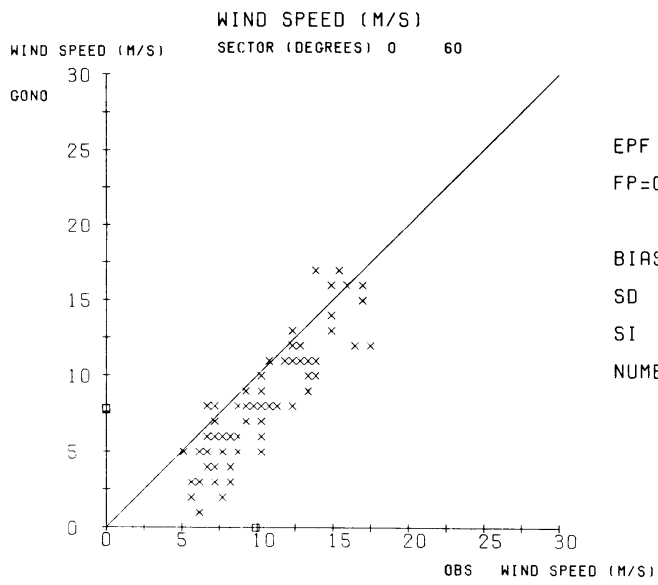
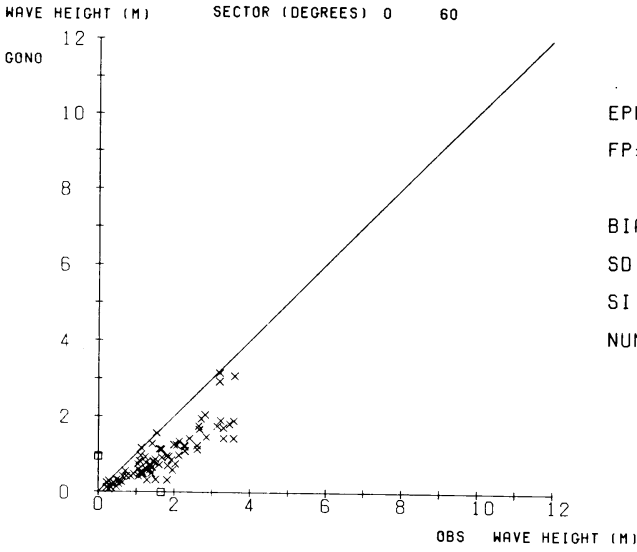


FIG. 46

WAVE HEIGHT (M)

SECTOR (DEGREES) 0 60

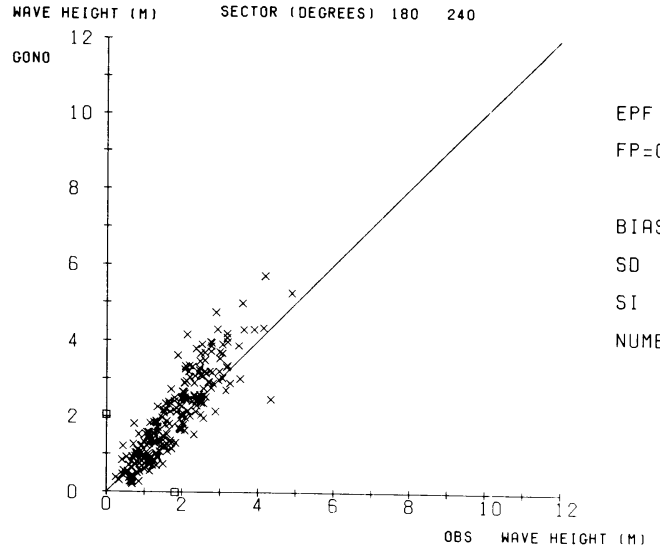


EPF
FP=0.6.0.6

BIAS -72
SD 47
SI 28
NUMBER 84

WAVE HEIGHT (M)

SECTOR (DEGREES) 180 240

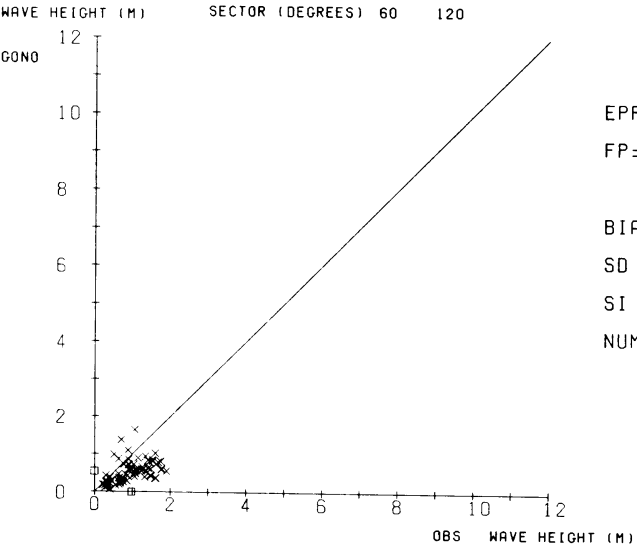


EPF
FP=0.6.0.6

BIAS 23
SD 54
SI 30
NUMBER 216

WAVE HEIGHT (M)

SECTOR (DEGREES) 60 120

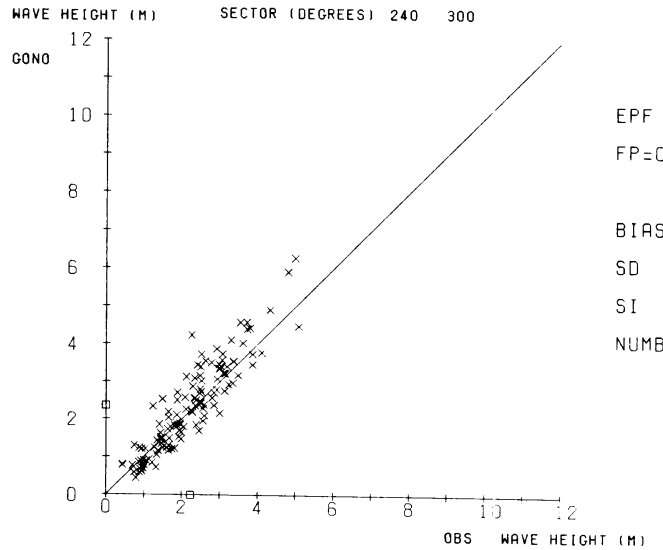


EPF
FP=0.6.0.6

BIAS -43
SD 41
SI 41
NUMBER 71

WAVE HEIGHT (M)

SECTOR (DEGREES) 240 300

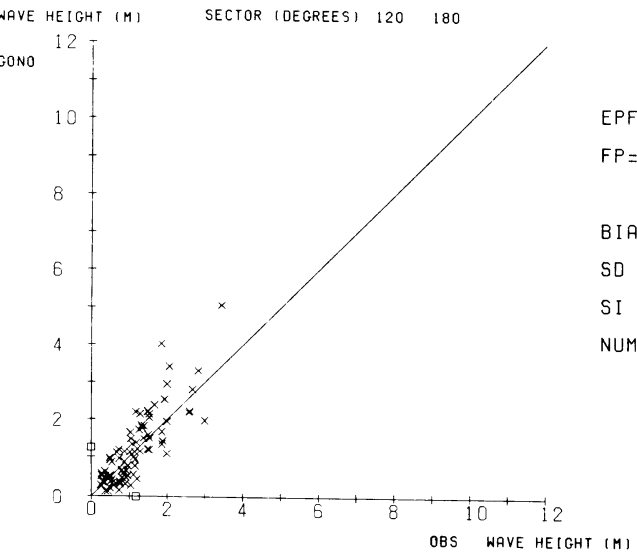


EPF
FP=0.6.0.6

BIAS 12
SD 49
SI 22
NUMBER 124

WAVE HEIGHT (M)

SECTOR (DEGREES) 120 180

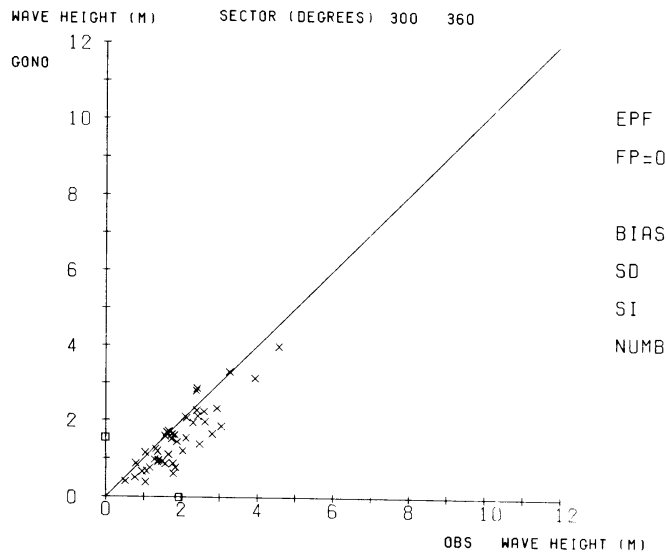


EPF
FP=0.6.0.6

BIAS 8
SD 54
SI 46
NUMBER 81

WAVE HEIGHT (M)

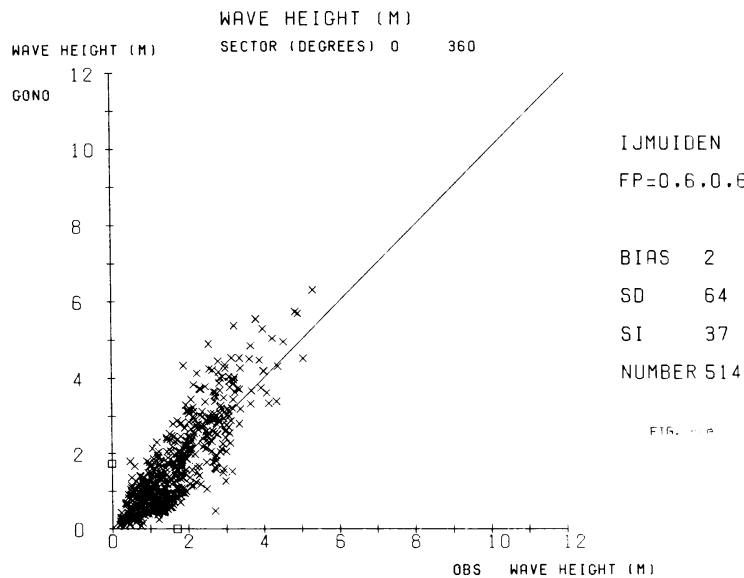
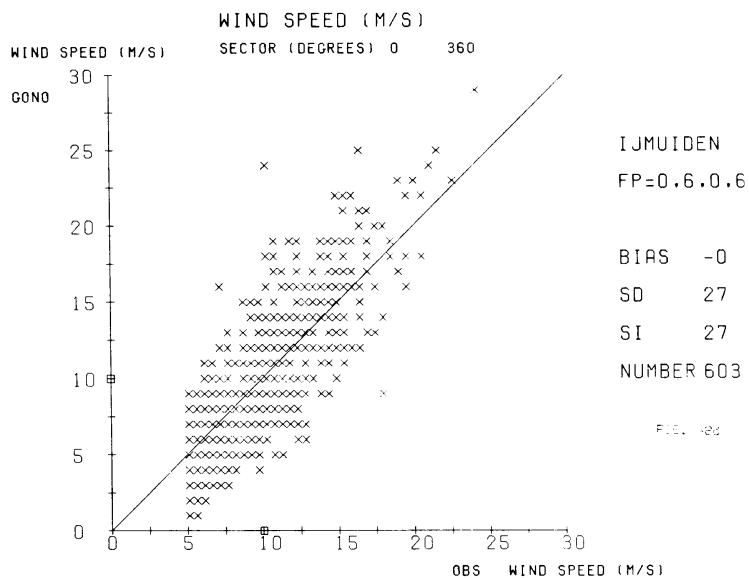
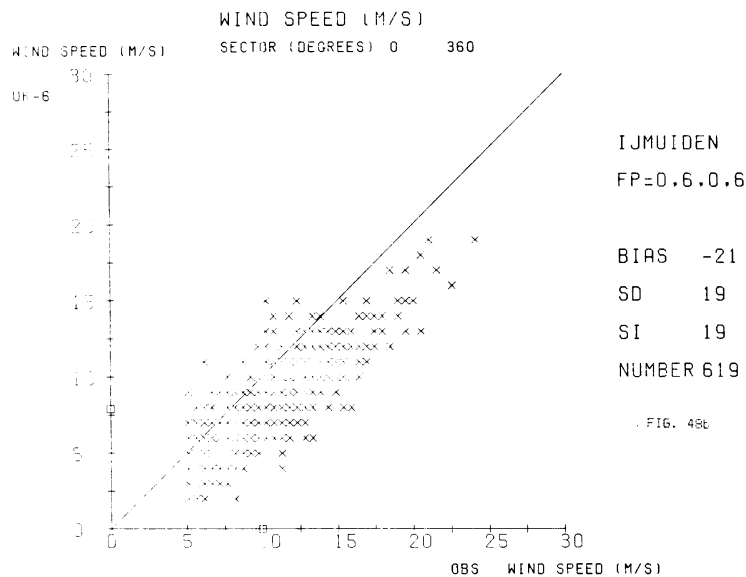
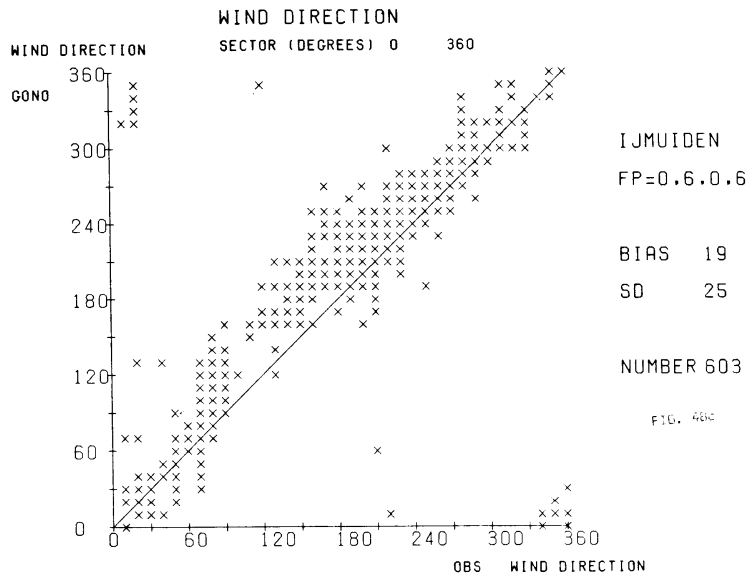
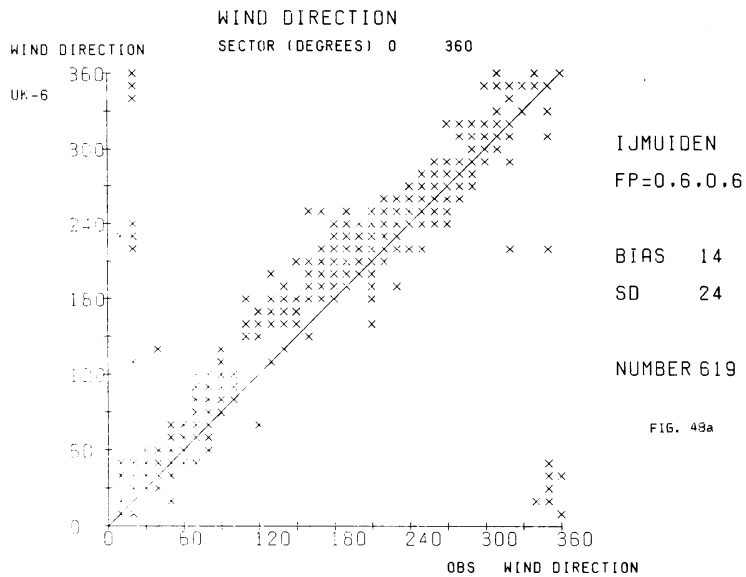
SECTOR (DEGREES) 300 360



EPF
FP=0.6.0.6

BIAS -39
SD 40
SI 20
NUMBER 44

FIG. 47



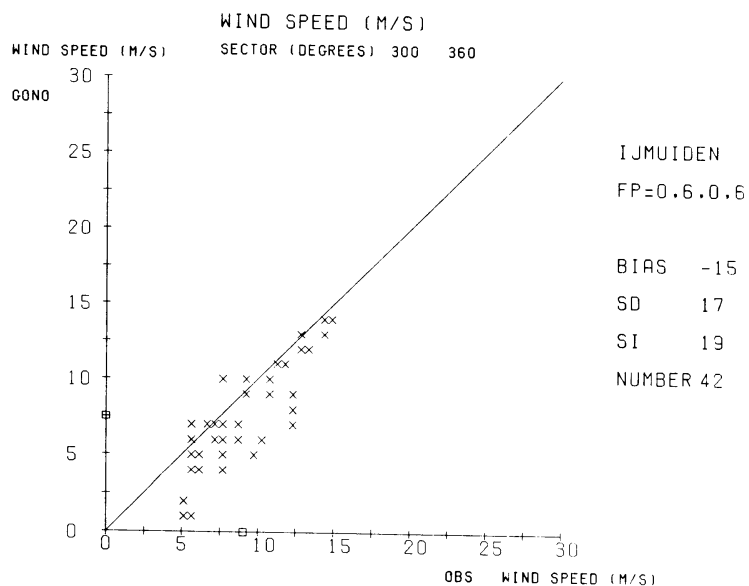
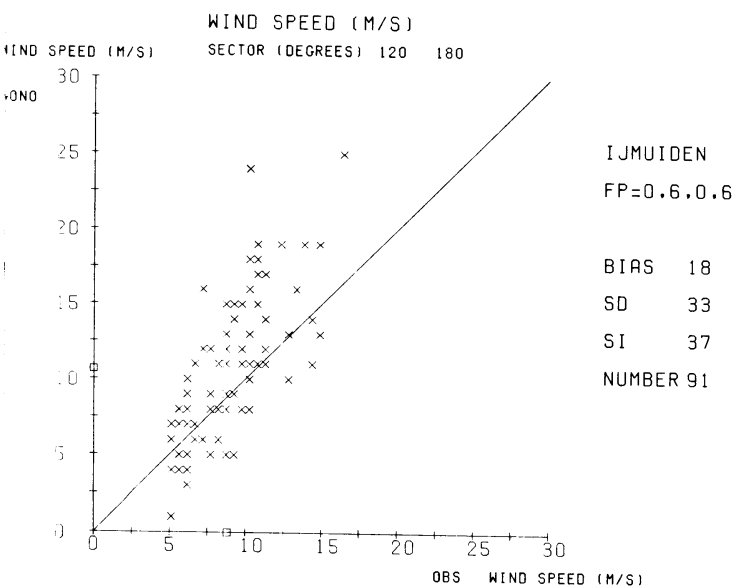
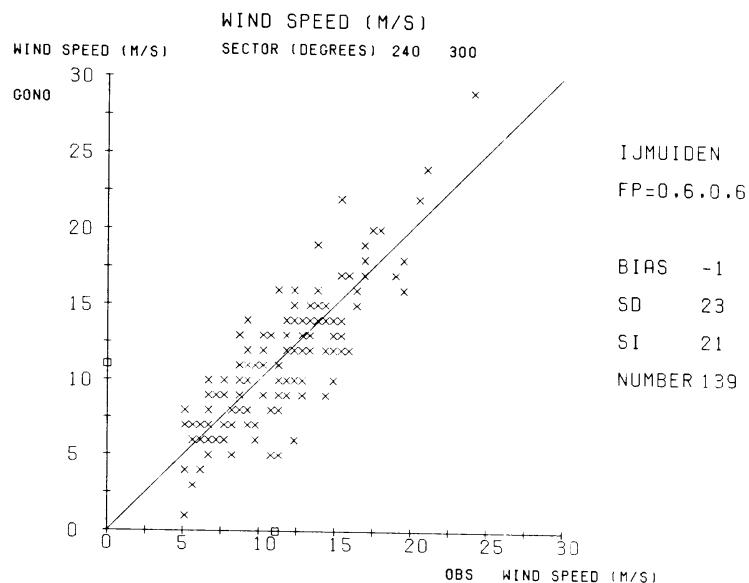
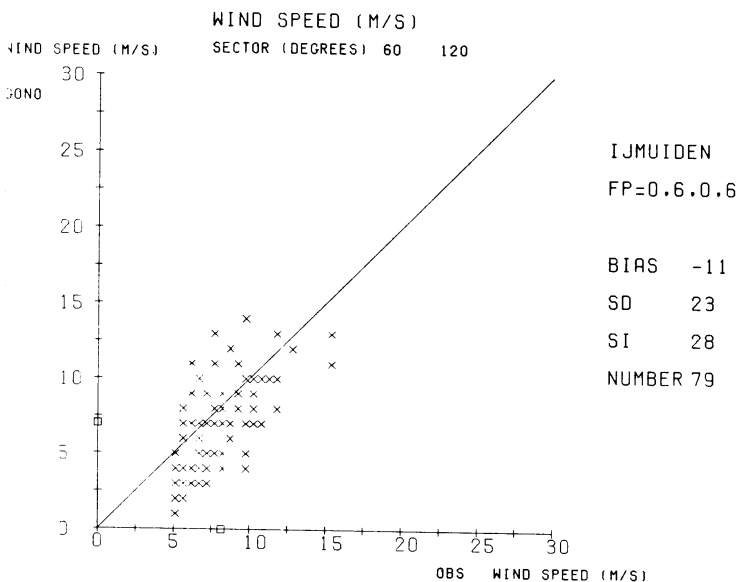
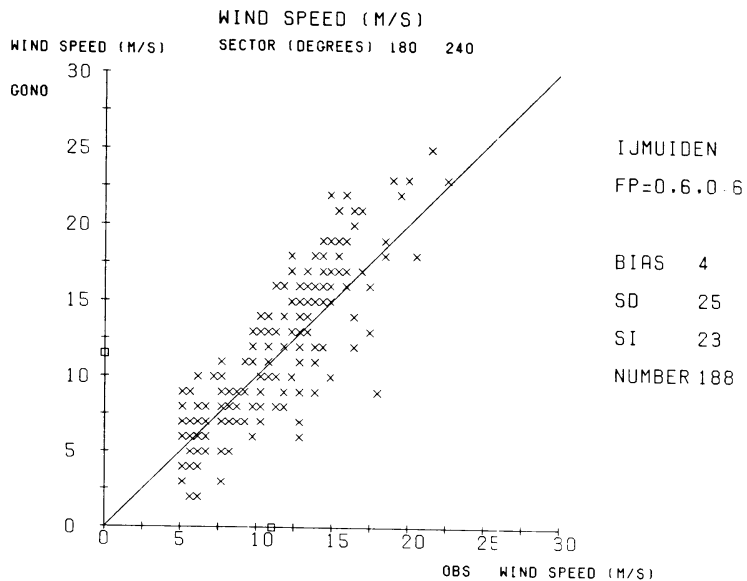
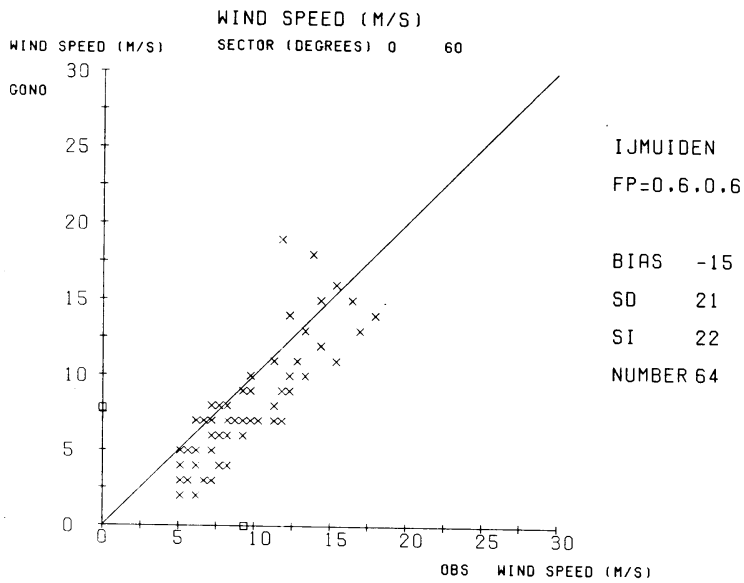


FIG. 49

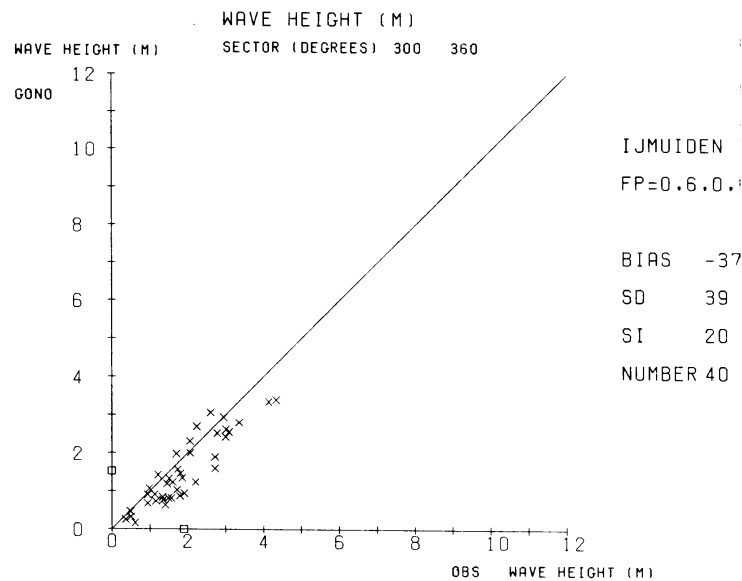
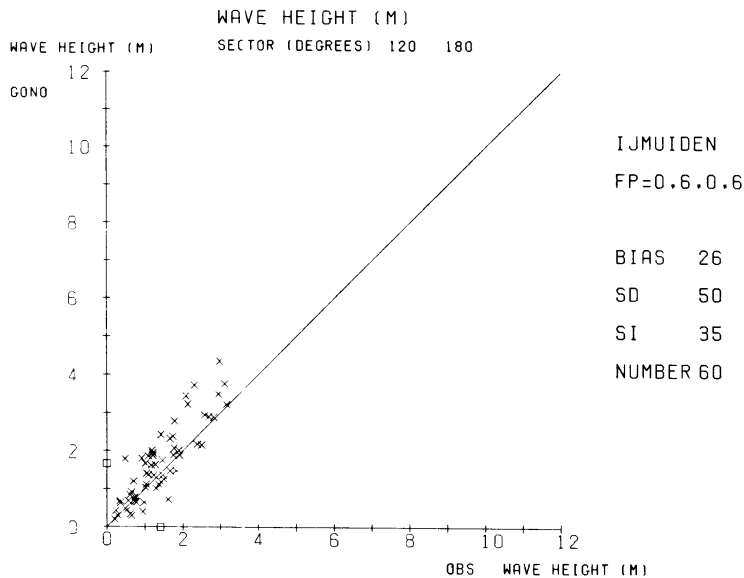
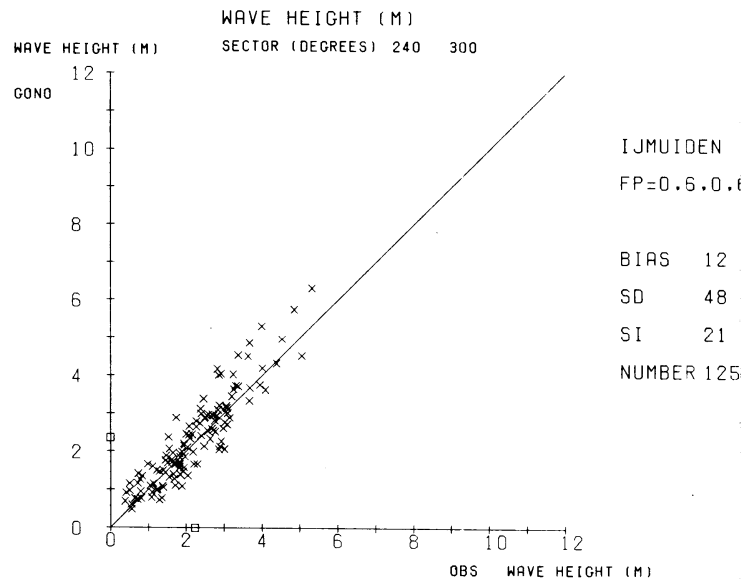
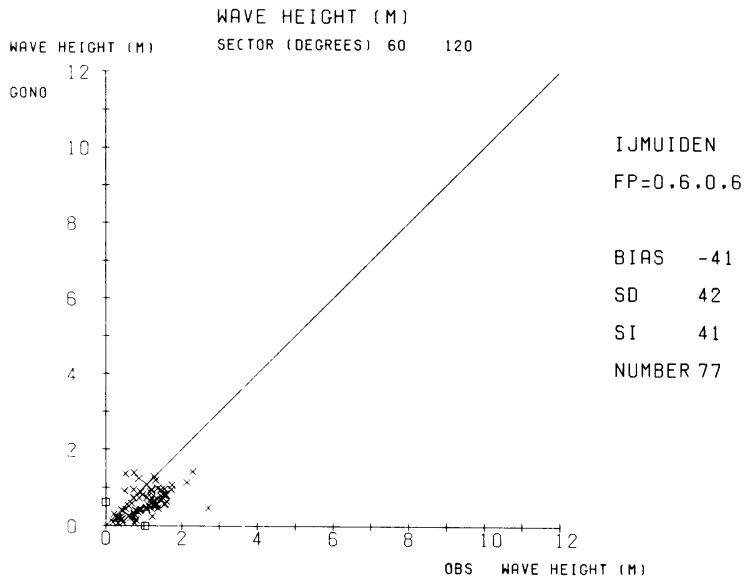
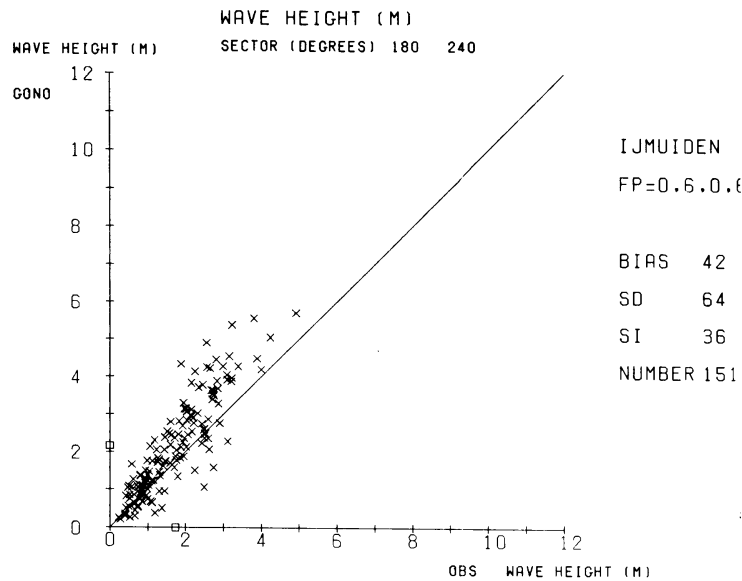
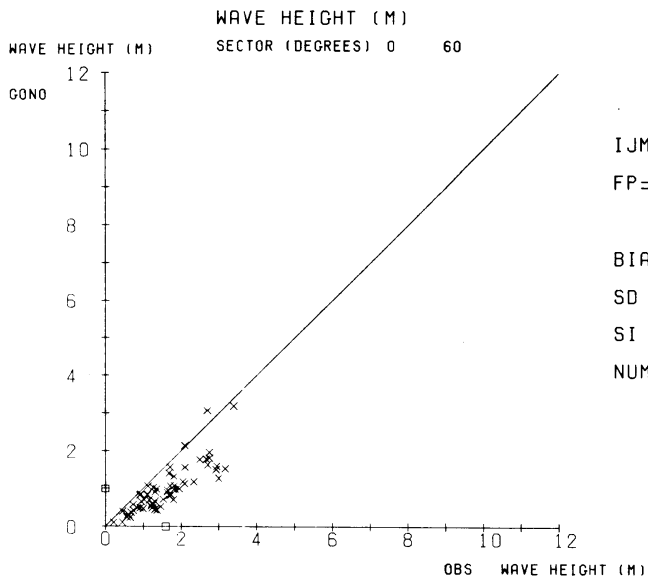
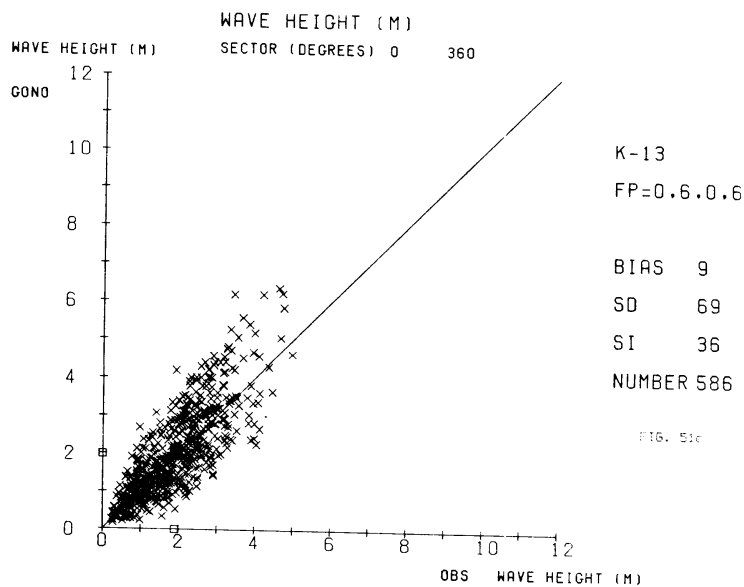
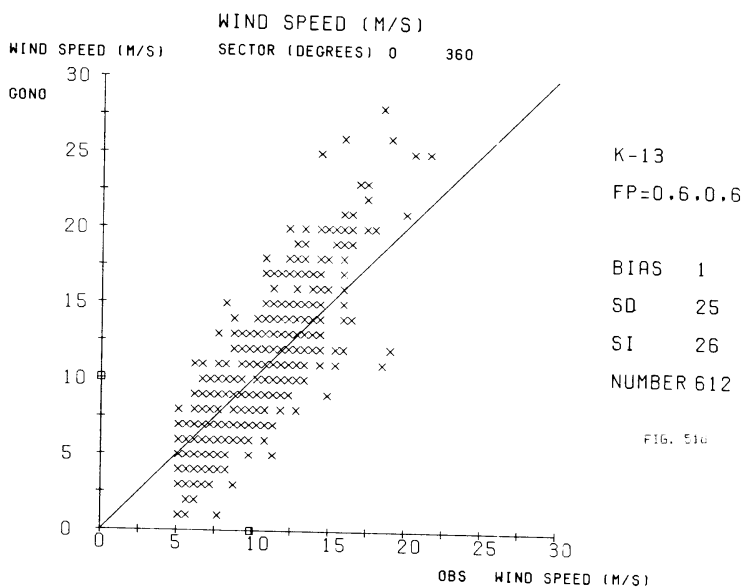
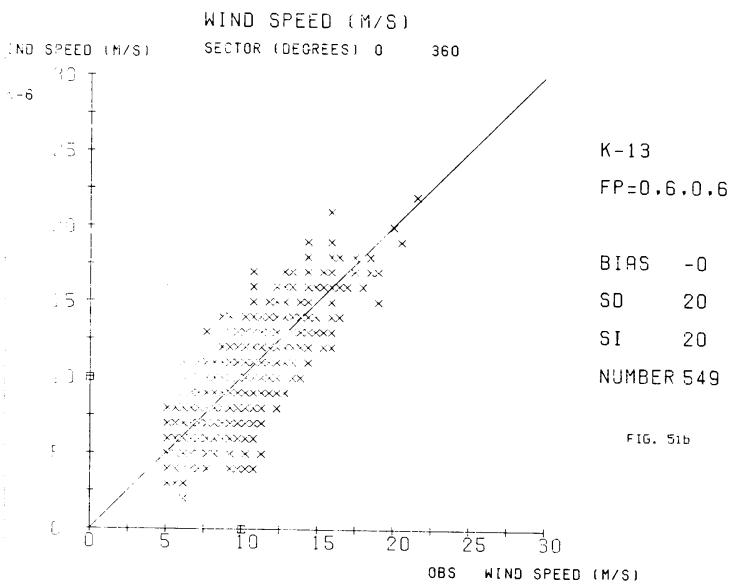
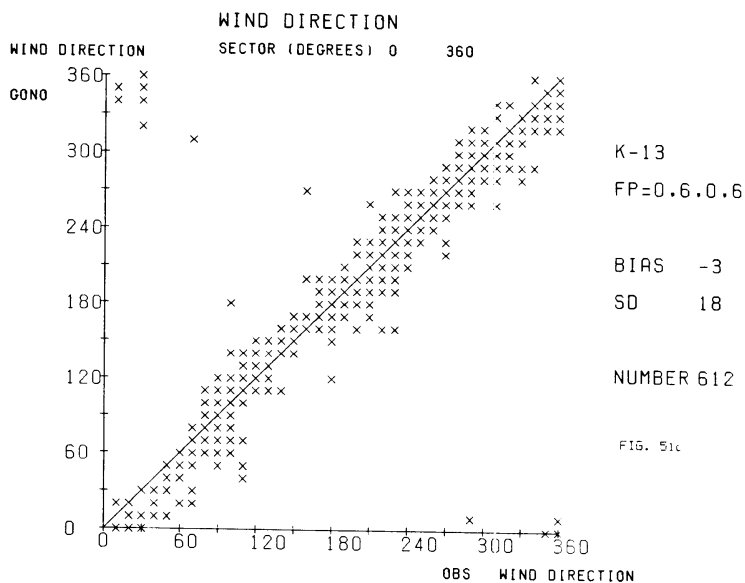
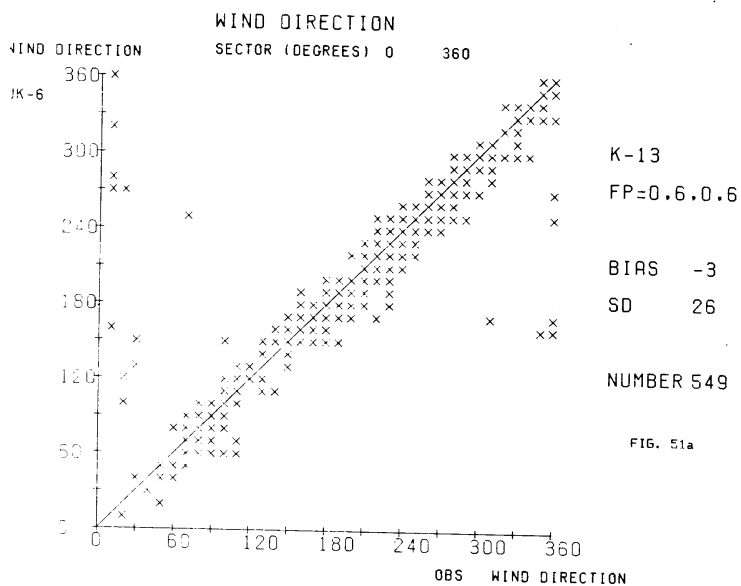


FIG. 50



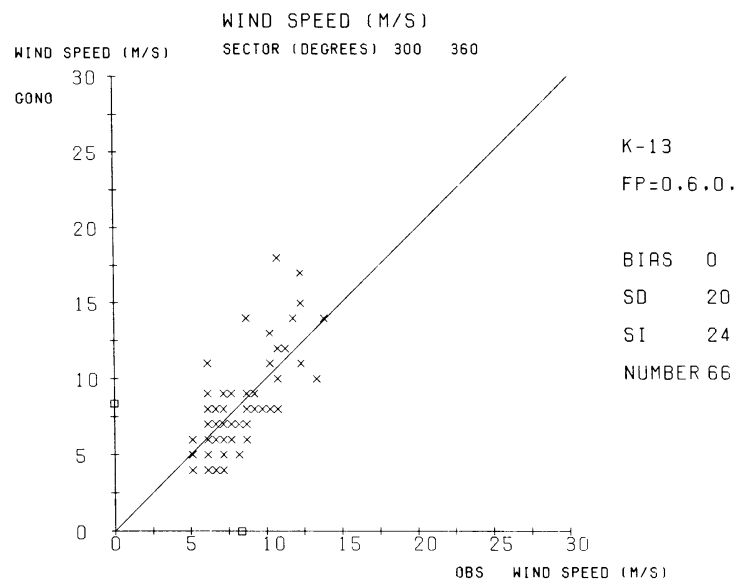
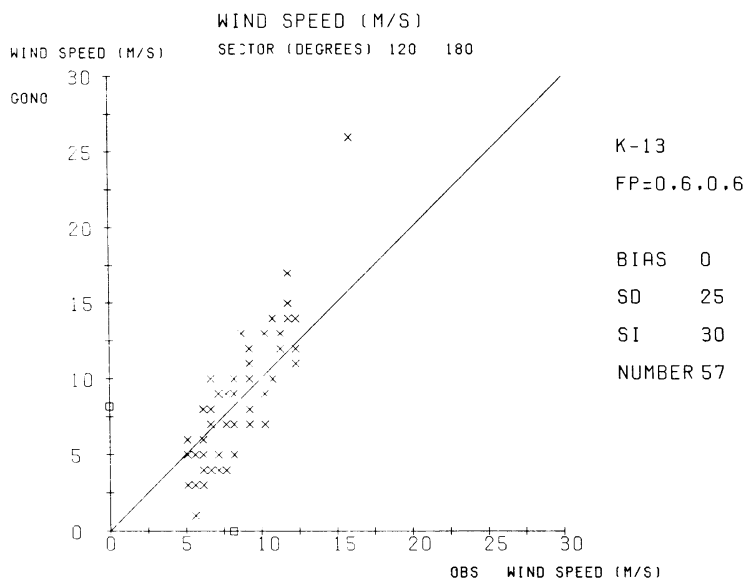
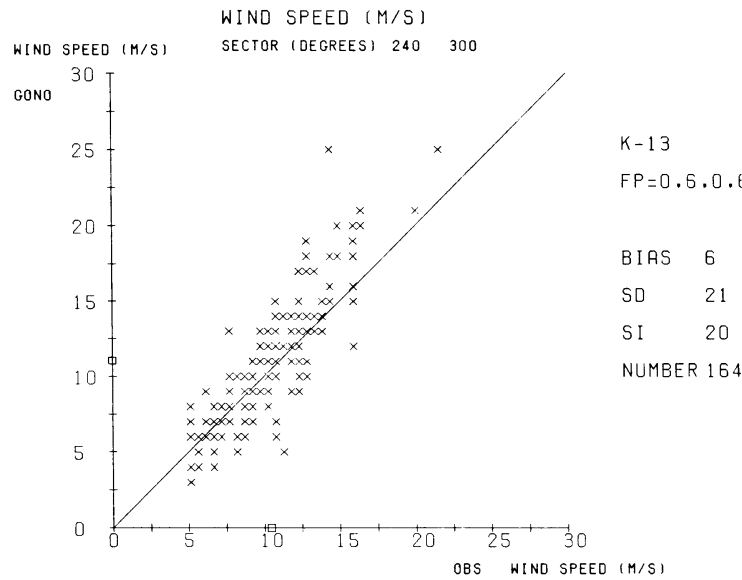
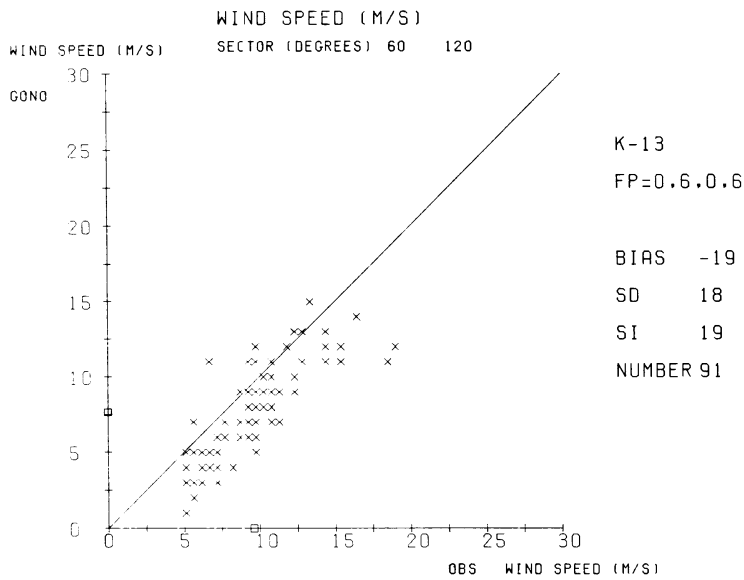
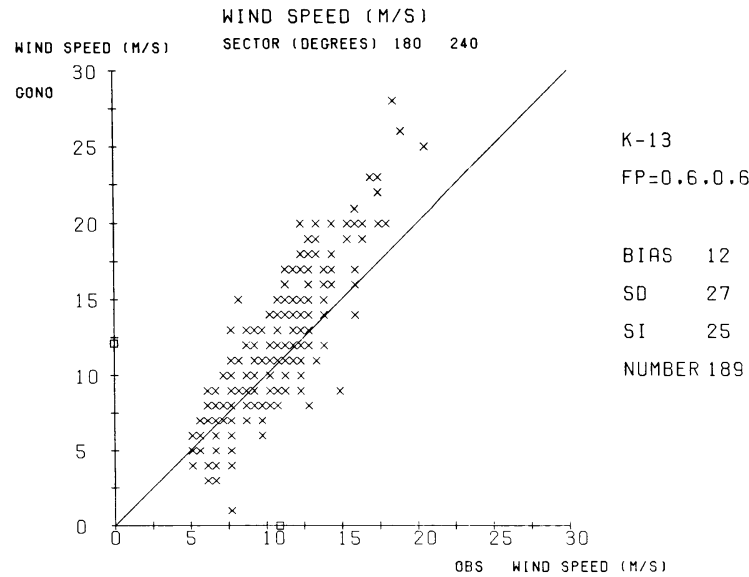
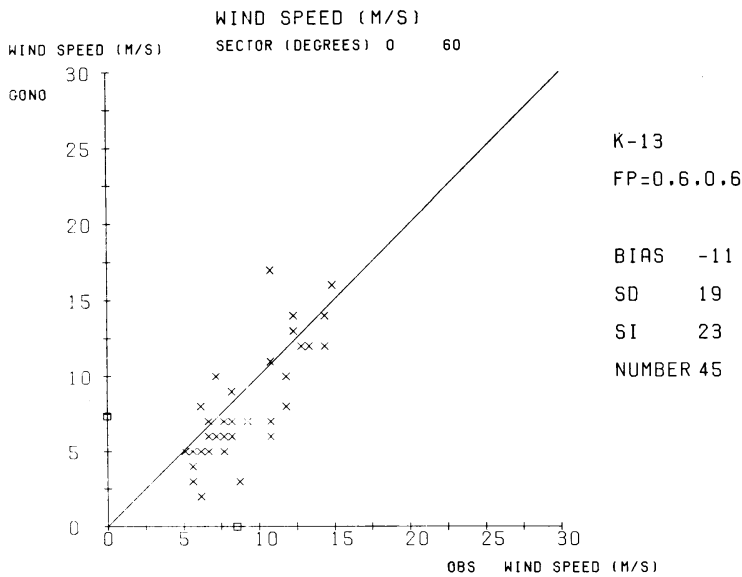


FIG. 52

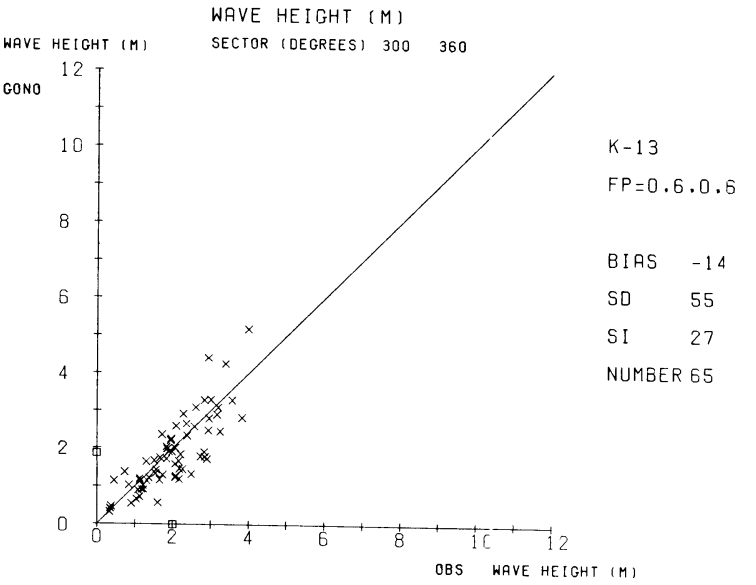
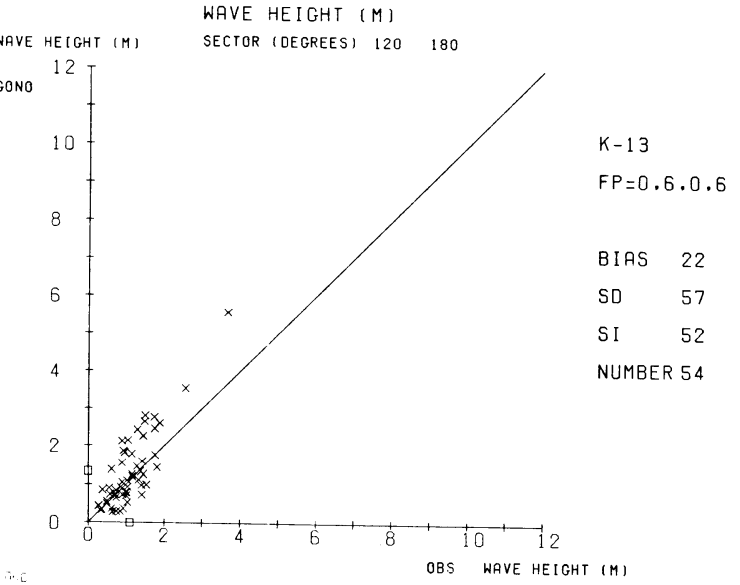
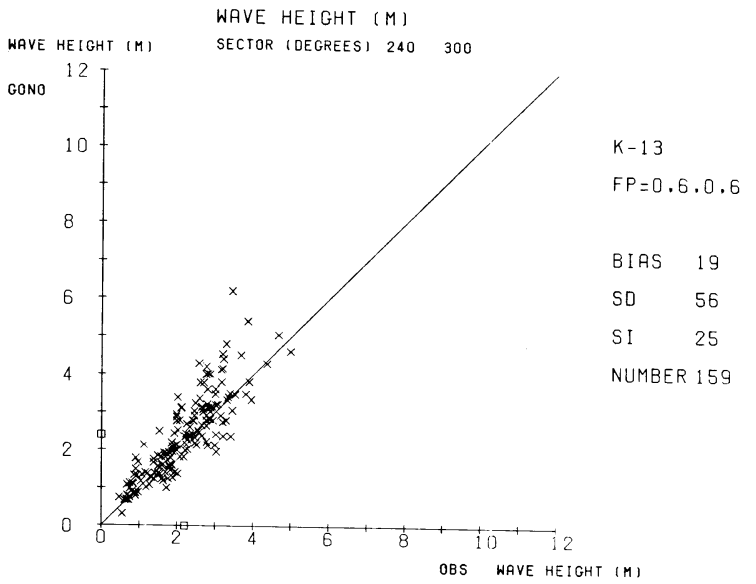
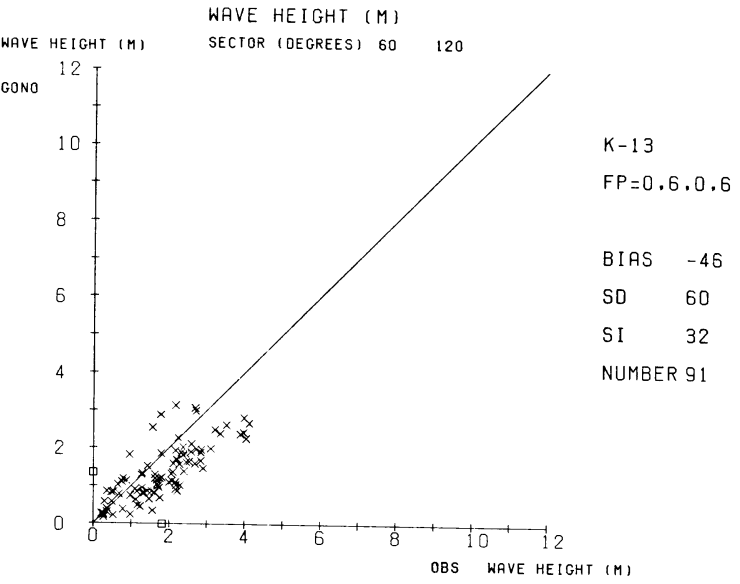
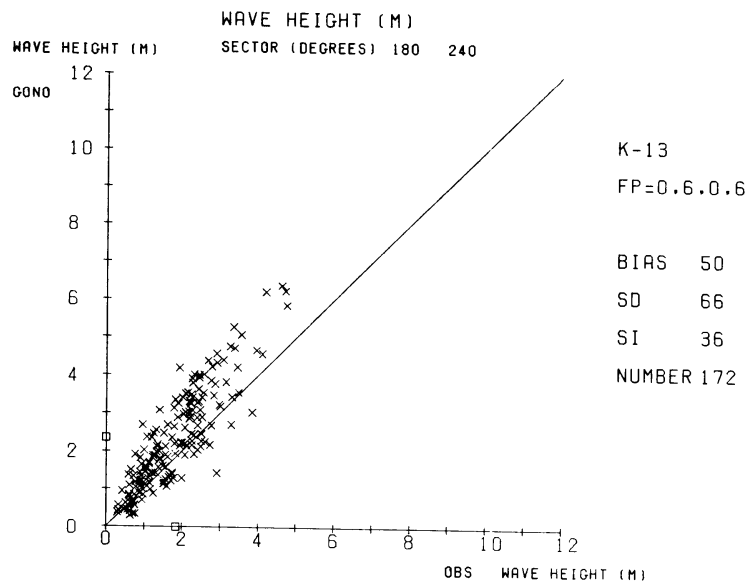
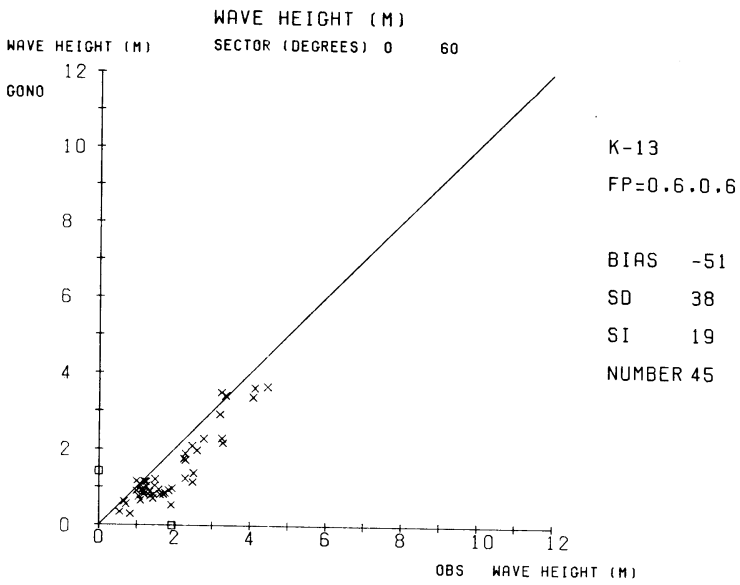
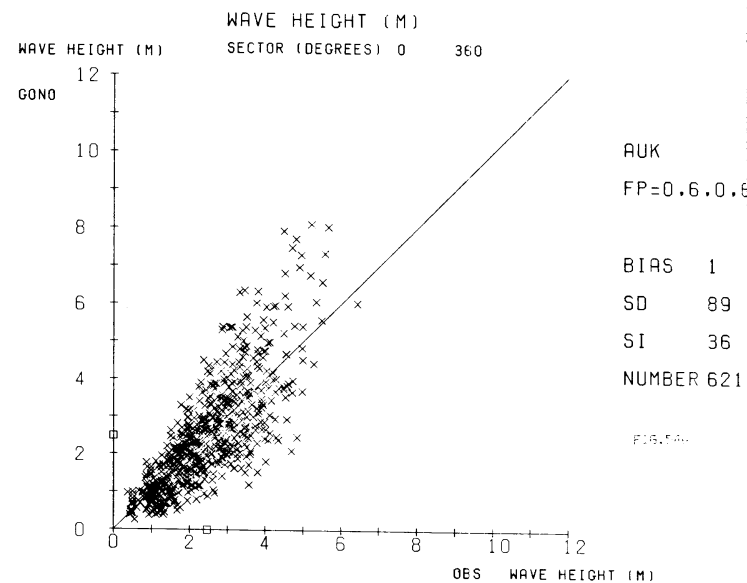
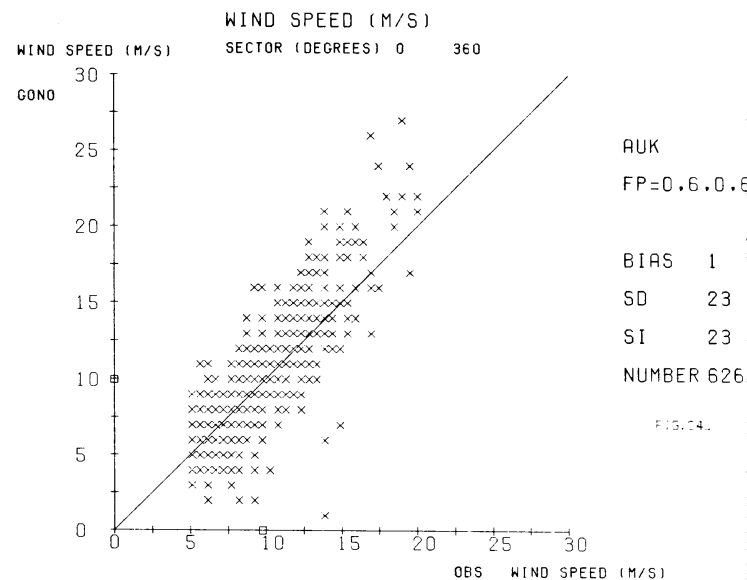
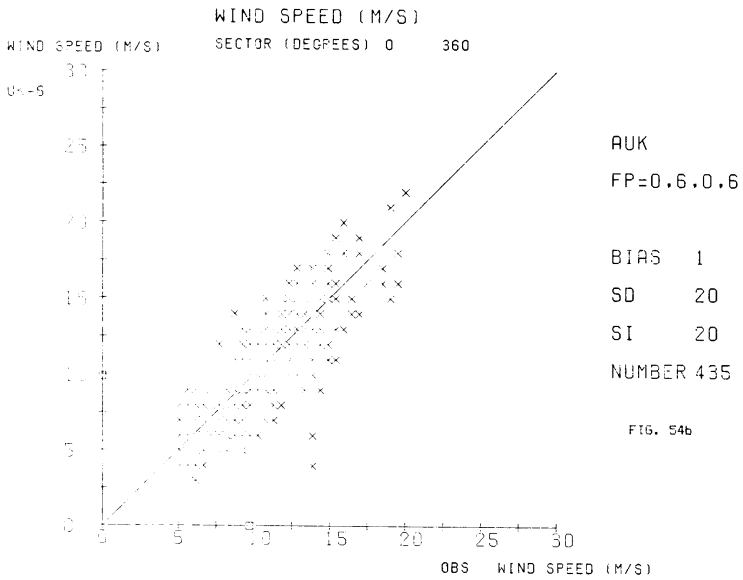
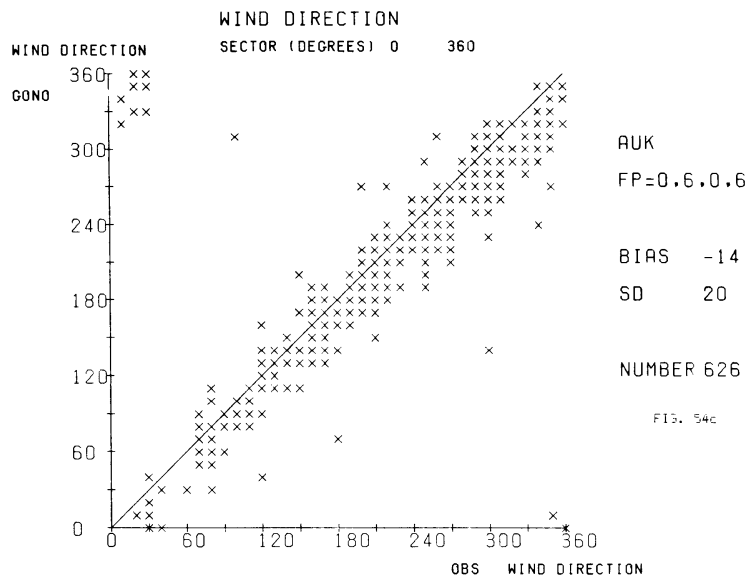
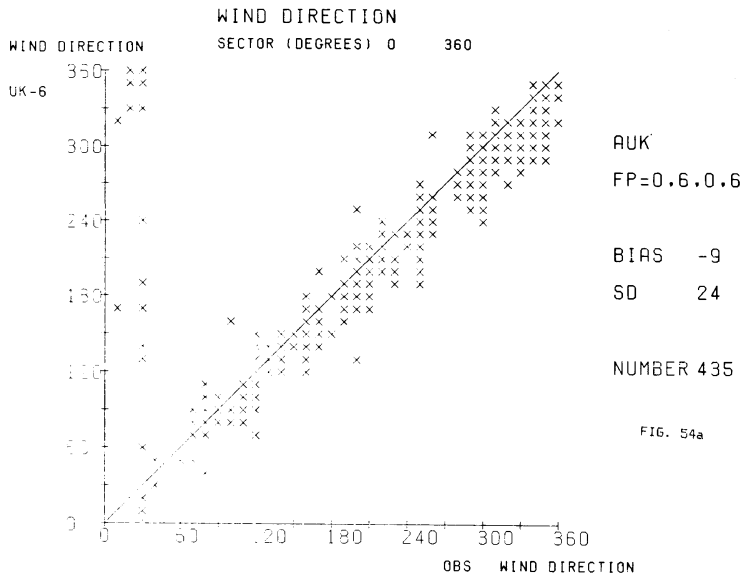
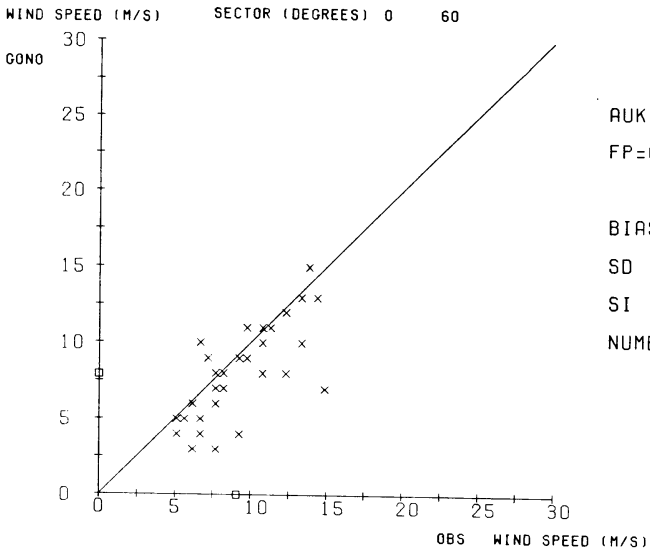


FIG. 53



WIND SPEED (M/S)

SECTOR (DEGREES) 0 60

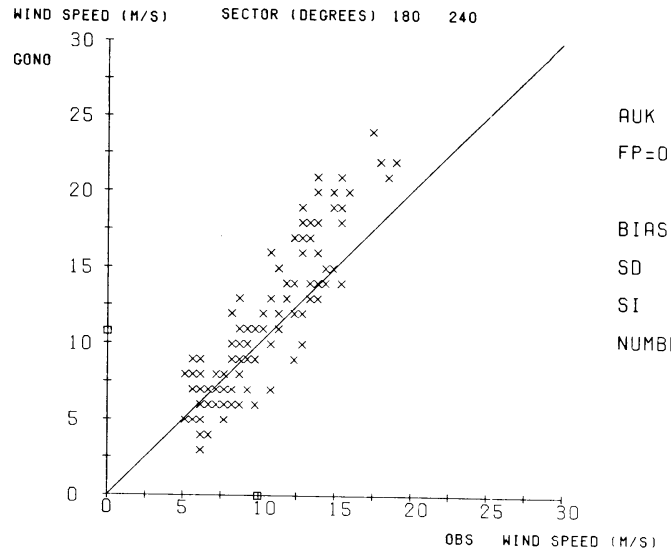


AUK
FP=0.6.0.6

BIAS -11
SD 21
SI 23
NUMBER 34

WIND SPEED (M/S)

SECTOR (DEGREES) 180 240

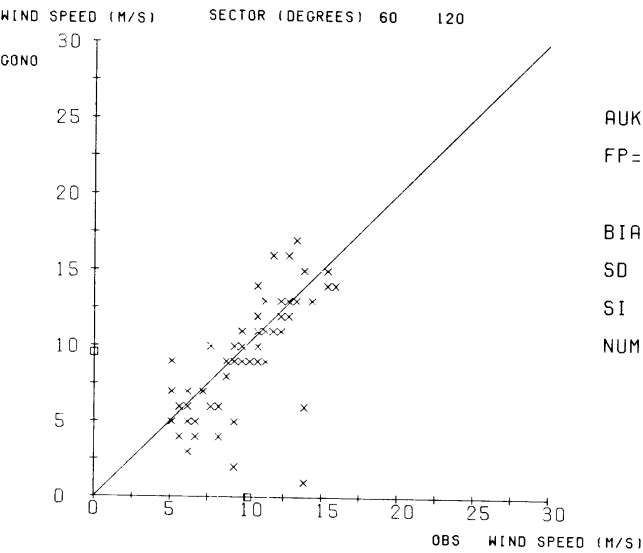


AUK
FP=0.6.0.6

BIAS 8
SD 23
SI 23
NUMBER 131

WIND SPEED (M/S)

SECTOR (DEGREES) 60 120

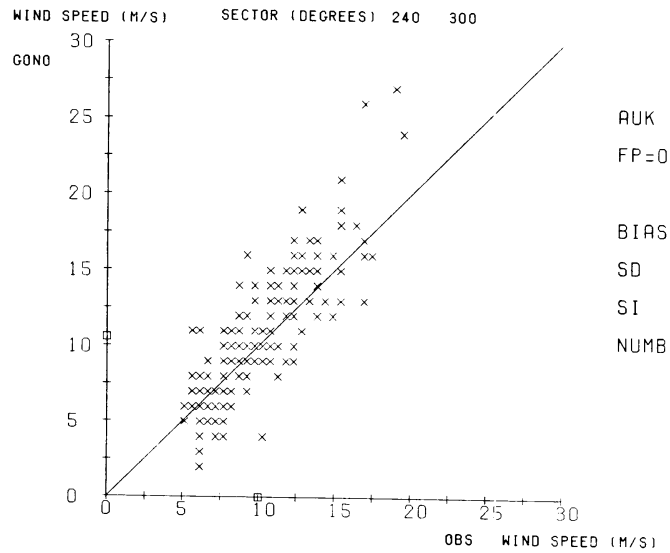


AUK
FP=0.6.0.6

BIAS -6
SD 25
SI 25
NUMBER 70

WIND SPEED (M/S)

SECTOR (DEGREES) 240 300

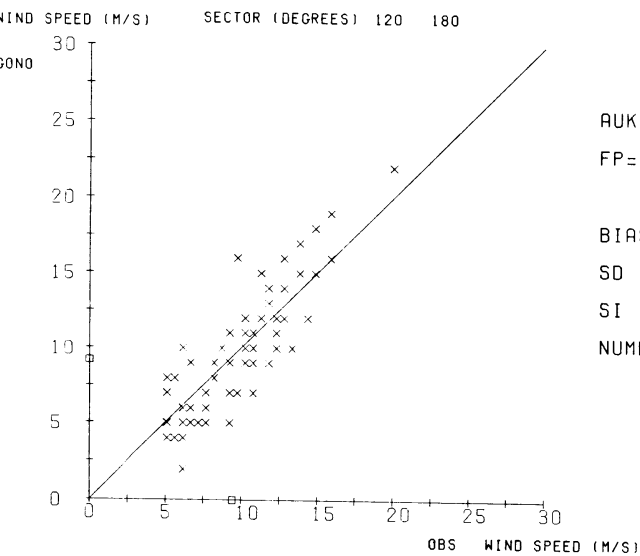


AUK
FP=0.6.0.6

BIAS 5
SD 23
SI 23
NUMBER 208

WIND SPEED (M/S)

SECTOR (DEGREES) 120 180

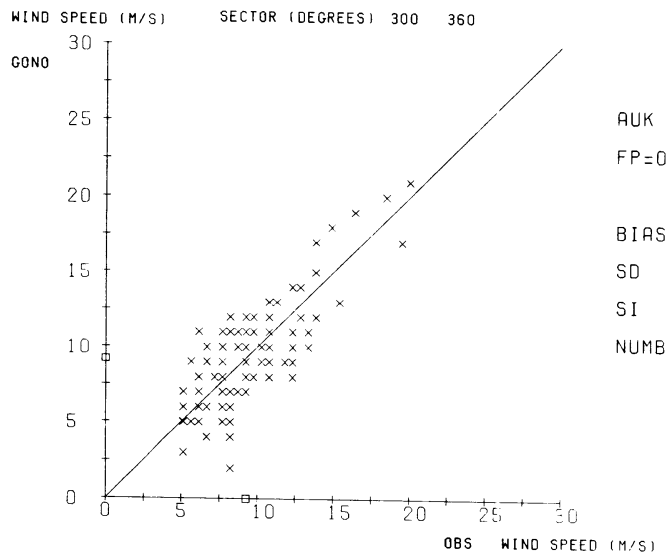


AUK
FP=0.6.0.6

BIAS -2
SD 20
SI 21
NUMBER 80

WIND SPEED (M/S)

SECTOR (DEGREES) 300 360



AUK
FP=0.6.0.6

BIAS -0
SD 20
SI 22
NUMBER 103

FIG. 55

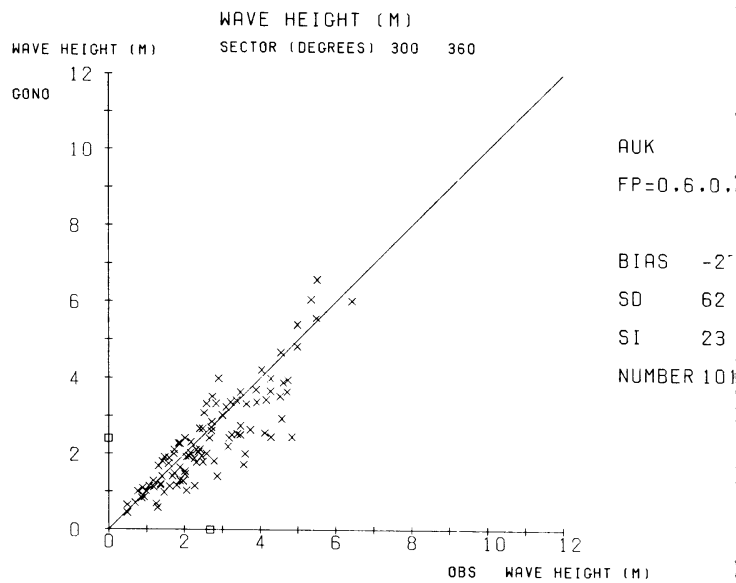
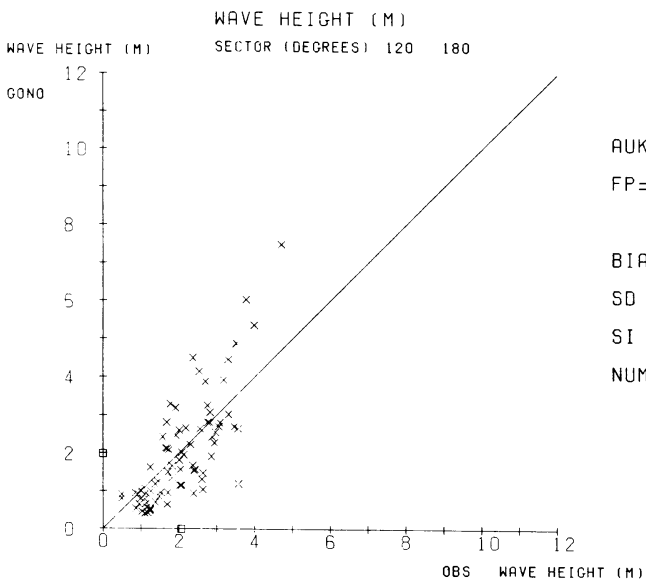
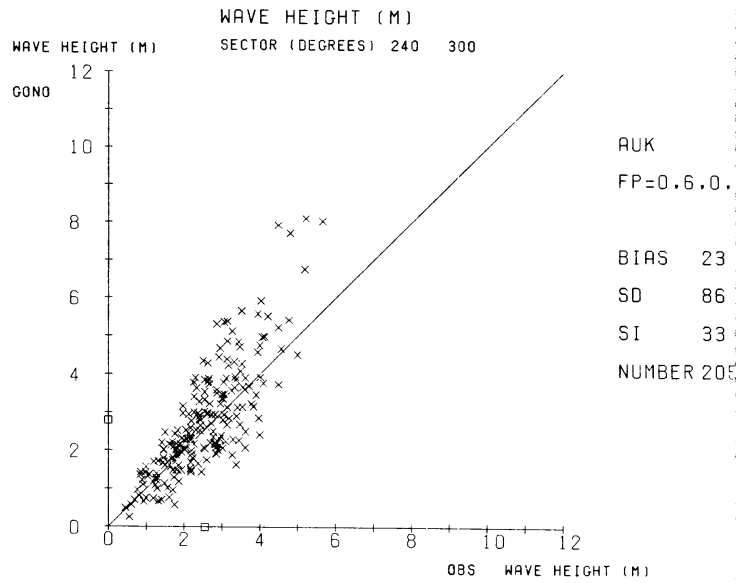
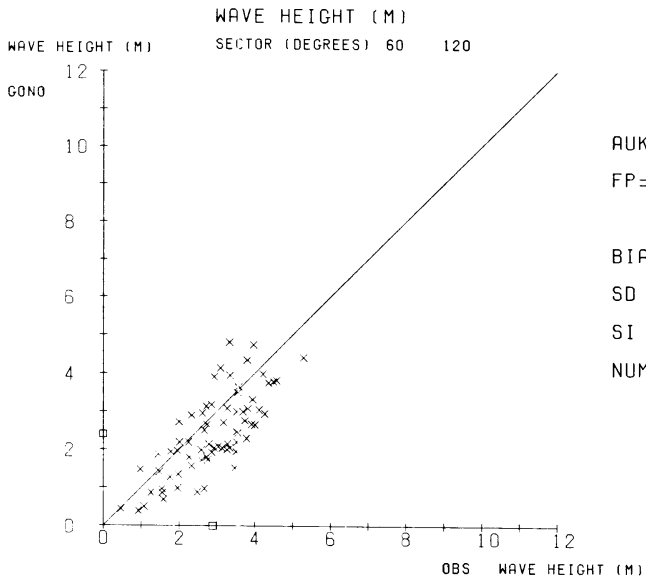
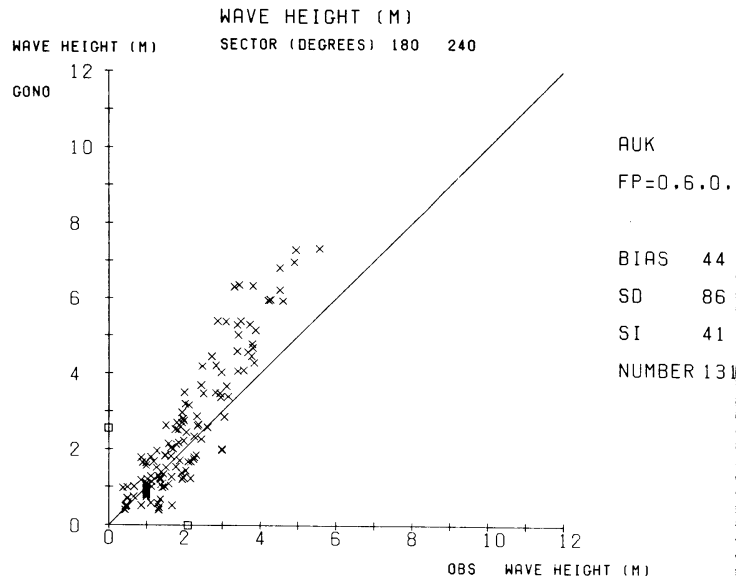
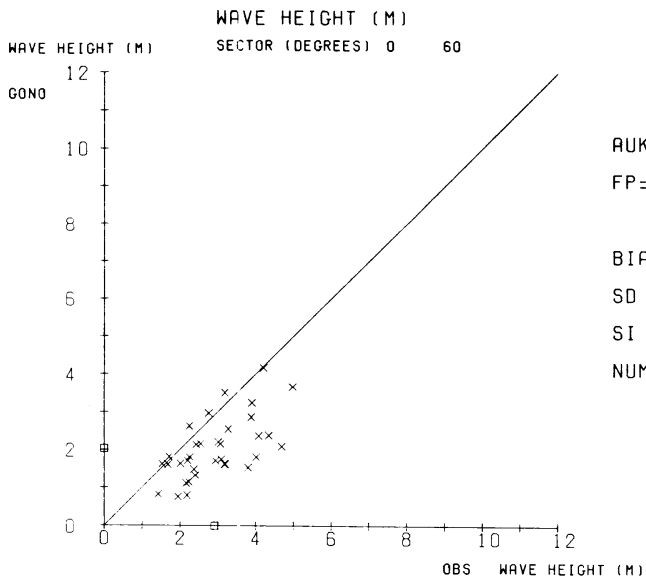
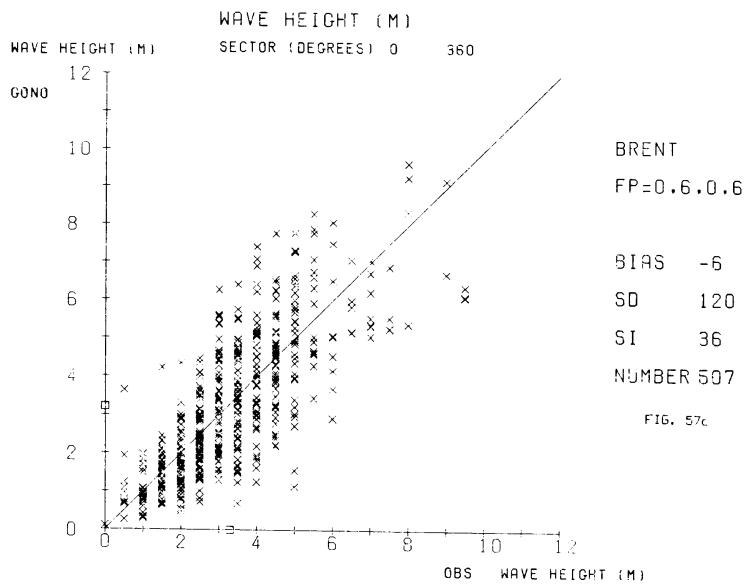
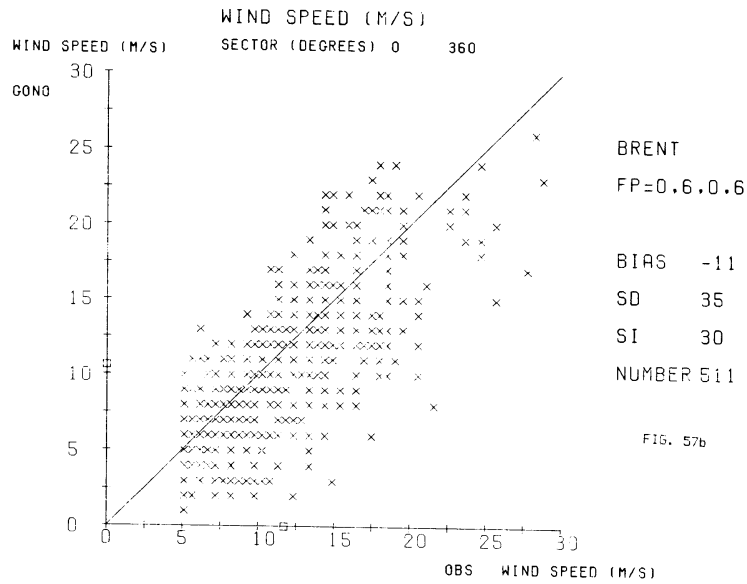
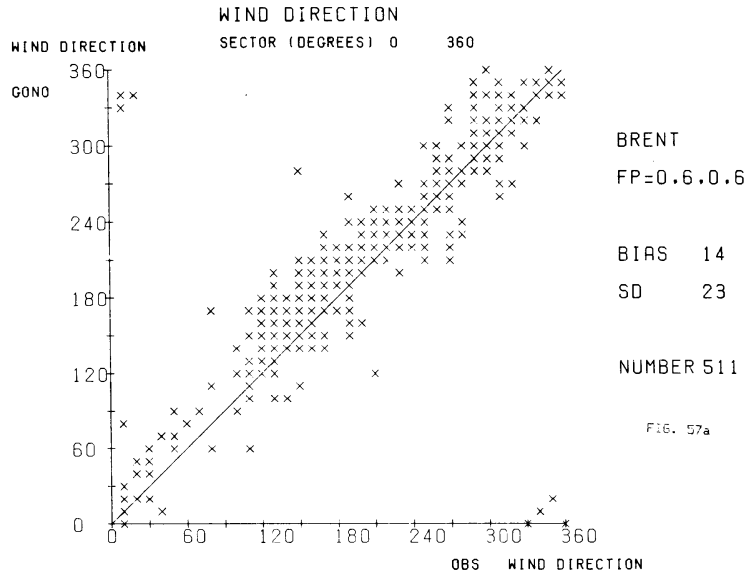
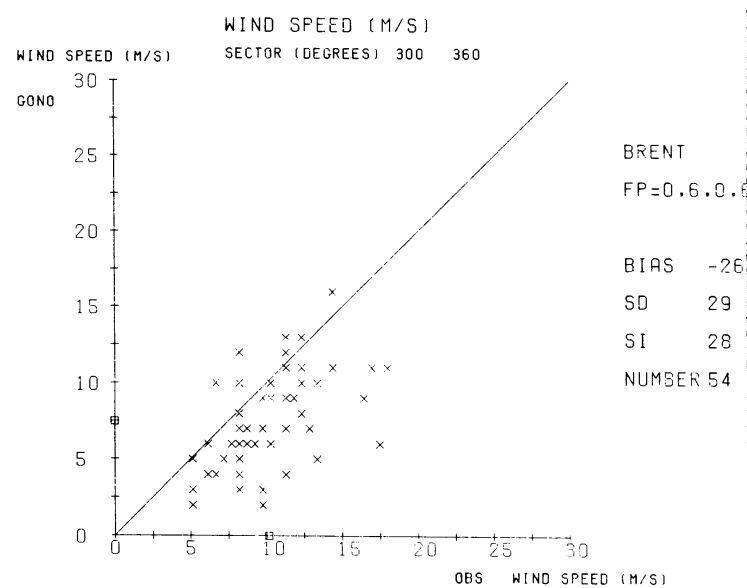
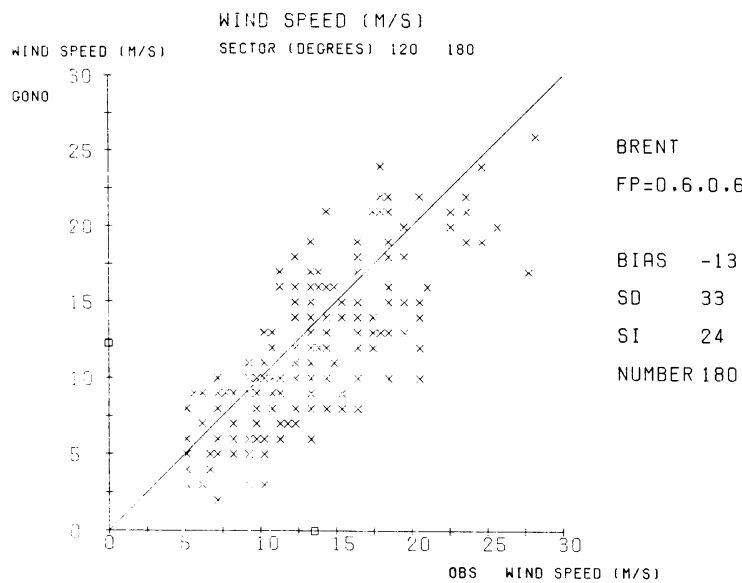
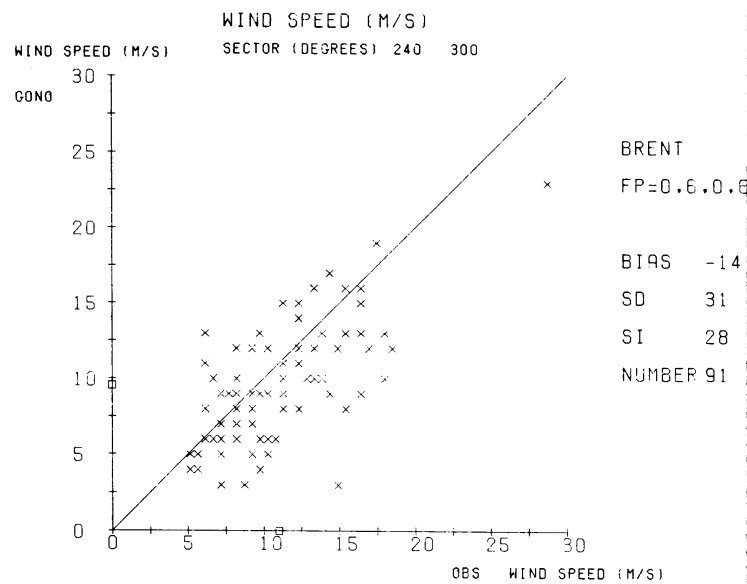
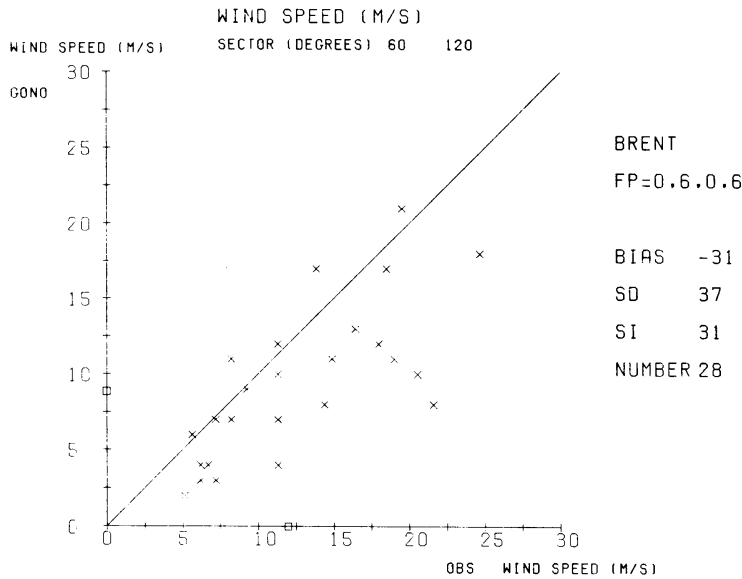
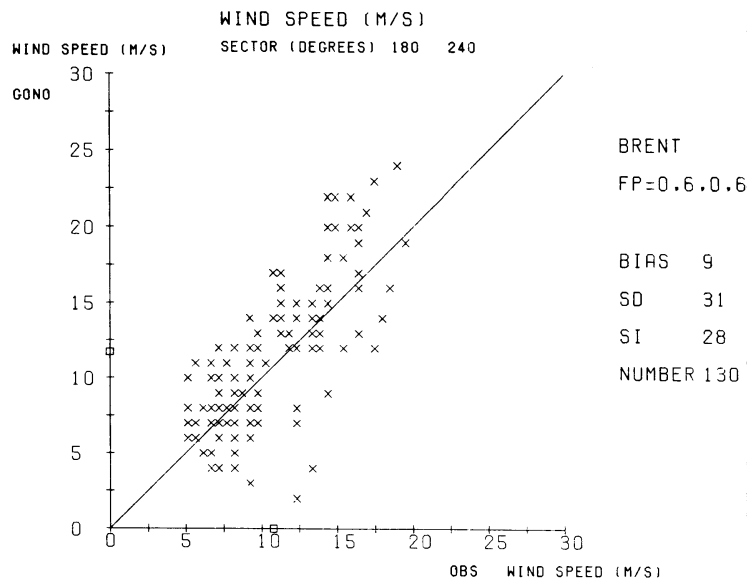
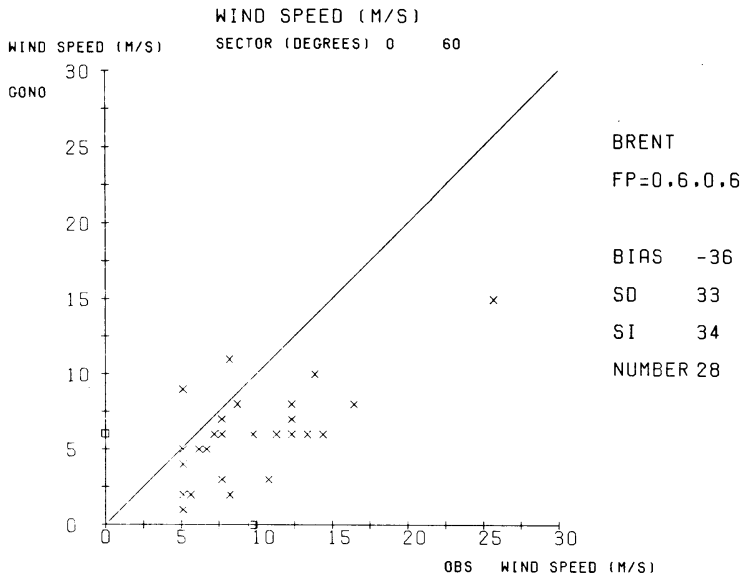


FIG. 56





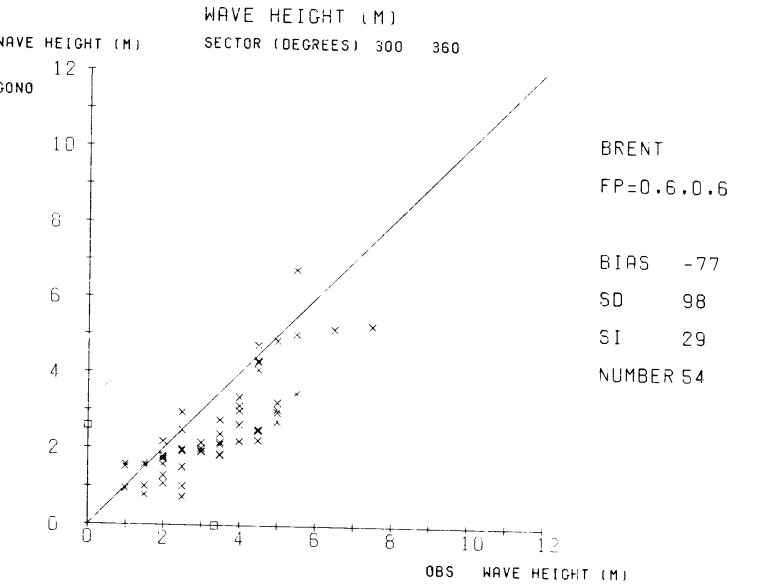
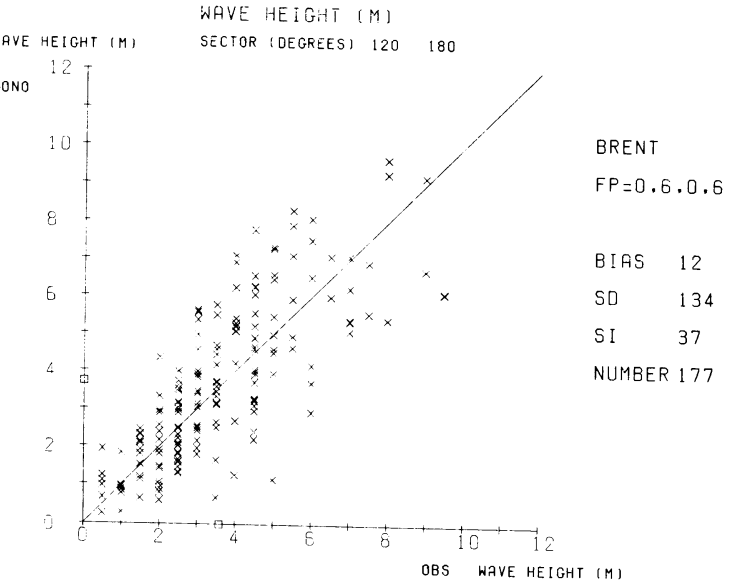
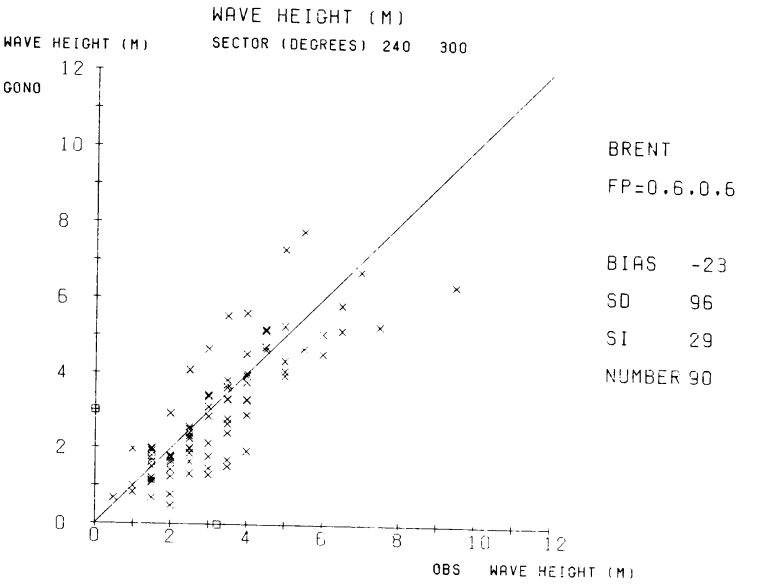
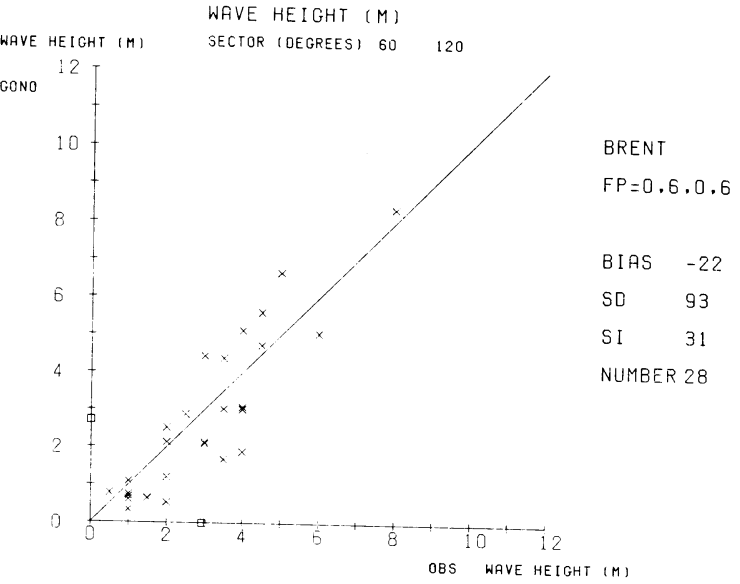
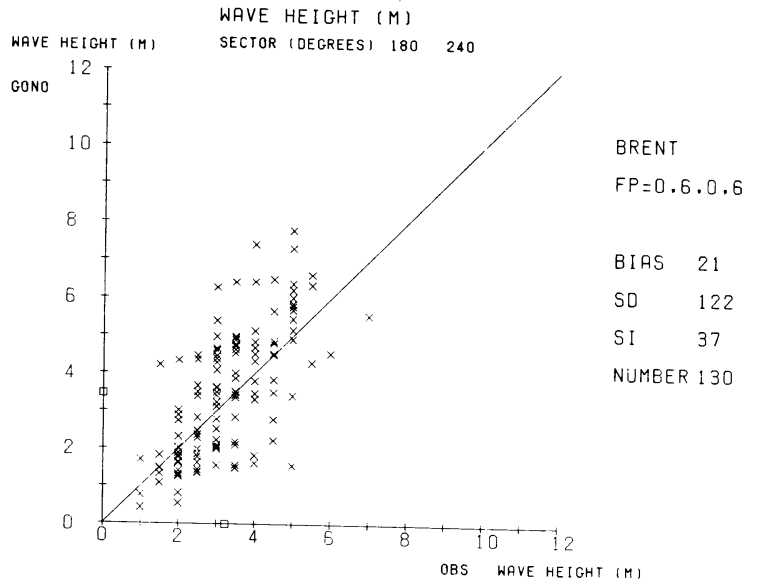
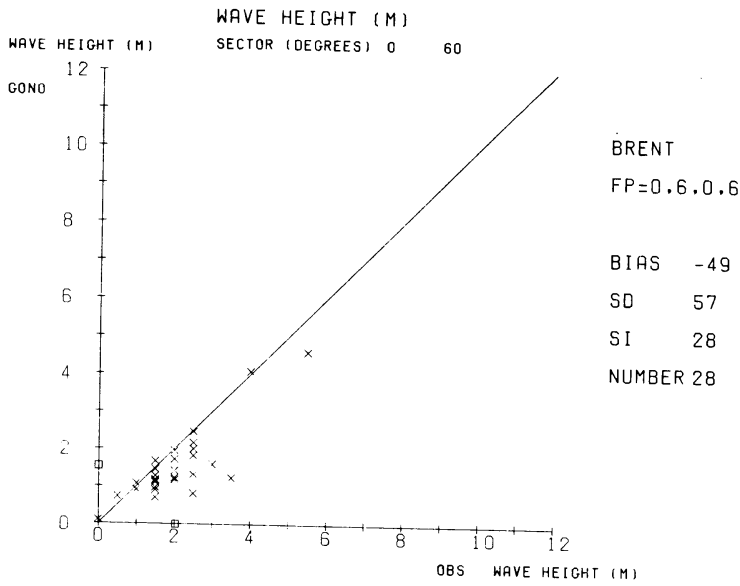


FIG. 5*