

**KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

TECHNISCHE RAPPORTEN

T.R. - 22

E. Bouws, G.J. Komen, R.A. van Moerkerken,  
H.H. Peeck and M.J.M. Saraber.

Evaluatie van de golfberekeningen met GONO  
over de periode oktober 1981 - april 1982.

De Bilt, 1982

Publikatienummer: K.N.M.I. T.R. 22 (00/CWD)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,  
Oceanografisch Onderzoek/Centrale Weerdienst,  
Postbus 201,  
3730 AE De Bilt  
Nederland

U.D.C.: 551.466.33

EVALUATIE VAN DE GOLFBEREKENINGEN MET GONO OVER  
DE PERIODE OKTOBER 1981 - APRIL 1982.

E. BOUWS, G.J. KOMEN, R.A. VAN MOERKERKEN,  
H.H. PEECK en M.J.M. SARABER.

Samenvatting : Resultaten van GONO, het operationele golfmodel van het KNMI, voor de golfhoogte, de  $H_{S,10}$  en de wind vektor worden vergeleken met waarnemingen. De vergelijking beslaat de periode van 1 oktober 1981 t/m 31 april 1982, en is gemaakt voor drie stations in de zuidelijke Noordzee en twee meer noordelijk gelegen stations.

N.B. : De tijdreeksen waarvan sprake is in dit rapport verschijnen in een apart supplement, verkrijgbaar via de KNMI bibliotheek.



Abstract : Results of the KNMI wave model GONO on wave height, low frequency wave height, wind speed and wind direction are compared with observations. The comparison is made for the period October 1981 until April 1982 for the following locations: EURO, IJMUIDEN AND PENNZOIL in the southern North Sea and AUK and BRENT in the northern North Sea.

Note : The time series mentioned in this report are contained in a separate Supplement, which is available from the KNMI library on request.



## 1. INLEIDING

Het operationele numerieke golfmodel GONO is in gebruik voor het maken van zeegangs- en deiningsverwachtingen en analyses voor de Noordzee. Het model is hiertoe gekoppeld aan het atmosferische BK4 model. Een beschrijving van GONO is te vinden in De Voogt, Komen en Bruinsma (1982) en in Bruinsma et al (1980). Sinds 1979 wordt het model systematisch geverifieerd. De resultaten van deze verificatie worden jaarlijks gebundeld (Bouws et al, 1980, 1982).

Dit rapport behandelt de periode oktober 1981 t/m april 1982. Modelresultaten werden geverifieerd voor de volgende posities:

		diepte
EURO	51°59'N 3°30'O	20 m
IJMUIDEN	52°34'N 4°04'O	25 m
PENNZOIL	53°13'N 3°13'O	22 m
AUK	56°24'N 2°04'O	60 m
BRENT	61°04'N 1°43'O	> 100 m

De golfmetingen in IJMUIDEN zijn gedaan met KNMI waveriders. De metingen voor EURO, PENNZOIL en AUK werden verzameld door de Directie Noordzee van Rijkswaterstaat terwijl de BRENT metingen werden ontvangen via het Global Telecommunication System.

Geverifieerd werden:

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

en

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

alsmede de windsnelheid en windrichting.

Tijdens de voorgaande verificatieperioden werd gebruik gemaakt van waarnemingen van het weerschip M. Omdat het weerschip M zich vaak buiten het voor verificatie gebruikte gebied bevond en de kwaliteit van de waarnemingen van de "POLAR FRONT" te wensen overliet, is besloten om met ingang van 1 januari 1982 de verificatie van het weerschip M te beëindigen. In plaats van het weerschip M is nu geverifieerd op de positie van BRENT. Dit station heeft als voordelen:

1. er wordt gemeten met een waverider,
2. er zijn in deze omgeving veel platforms met betrouwbare gegevens,
3. BRENT-B ligt praktisch op GONO-roosterpunt 8, 17.

Voor dit rapport zijn de gegevens van BRENT over de gehele periode vanaf oktober 1981 naderhand bijgewerkt, zodat ook voor dit station de evaluatie vergelijkbaar is met de andere stations. De evaluatie voor weerschip M is ook voor de maanden oktober 1981 - december 1981 weggelaten.

## 2. WAARNEMINGEN.

In de eerdere rapporten is uitgebreid aandacht besteed aan de kwaliteit en de uniformiteit van de metingen. We verwijzen naar deze rapporten (Bouws et al, 1980, 1982) voor een bespreking van de hiermee samenhangende problemen.

## 3. TIJDREEKSEN EN STATISTISCH OVERZICHT.

In dit hoofdstuk wordt een kwalitatieve beschrijving van het verloop van de tijdreeksen gegeven, waarbij de aandacht vooral gericht is op grote afwijkingen tussen waarnemingen en modelberekeningen. De tijdreeksen zijn gepubliceerd als Supplement van dit rapport. Deze bevatten plots van  $H_S$ ,  $H_{S,10}$  en windvectoren van de analyse en van de +12 uur- en +24 uur-prognose van het model, tezamen met de waarnemingen voor de vijf geselecteerde stations.



Voor iedere maand is een aantal statistische parameters berekend. Deze worden gegeven in Tabel 1-21. Het gaat hierbij om het aantal waarnemingen, het gemiddelde van de waargenomen waarden, de gemiddelde fout, en de rms fout. Tevens wordt gegeven de strooiindex SI d.i.  $100 \times (\text{rms fout} / \text{gemiddelde waarde})$  en het aantal keren dat te hoog dan wel te laag berekend is.

OKTOBER 1981 (Zie Supplement, fig. 1-5)

#### ALGEMEEN OVERZICHT.

Op de zuidelijke stations vertoonde de golfhoogte pieken, waarvan het hoogste maximum ruim 5 m bedroeg. Deze maxima werden goed beschreven door het model, inclusief aanloop en uitdemping. De berekende  $H_{S,10}$ -waarden waren redelijk, met uitzondering echter van een te hoge waarde tussen 5 en 9 oktober. Dit was een gevolg van een foute analyse in het brongebied van de deining (9-10 meter i.p.v. 7-8 meter op ca.  $60^{\circ}\text{NB}$ ).

De Noordelijke stations AUK en BRENT gaven een redelijk verloop van  $H_S$ , hoewel de pieken in het model in het algemeen wat te hoog waren. In het verloop van  $H_{S,10}$  voor AUK is het model i.h.a. te laag, met name in de aanloop op 2 oktober van 0 meter naar  $H_S$  ca. 3 meter is GONO ongeveer 18 uur te laat. (zowel  $H_S$  als  $H_{S,10}$ ).

De +12 uur- en +24 uur-prognoses vertoonden hetzelfde beeld als de analyse.  $H_S$  bereikte op AUK een maximale waarde van ca. 6 meter op 8 en 12 oktober terwijl op BRENT op 4 oktober 6 meter golven gemeten werden.

#### STATISTISCH OVERZICHT.

*analyses:*

- windrichting: gemiddelde fout klein (IJMUIDEN  $12^{\circ}$ , overige stations kleiner), rms fout tussen  $13^{\circ}$  en  $27^{\circ}$ .

- windsnelheid: gemiddelde fout varieert van -1.6 m/s voor AUK tot +0.1 m/s voor EURO, rms fout tussen 2.1 m/s en 2.8 m/s (nagenoeg onveranderd t.o.v. 80/81).
- $H_S$  : gemiddelde fout varieert van 0 voor AUK tot -16 cm voor IJMUIDEN, rms fout van 38 cm voor EURO tot 106 cm voor BRENT.  
De rms fouten voor EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL zijn aanzienlijk beter dan voor oktober 1980.
- $H_{S,10}$  : gemiddelde fout varieert van 2 tot 16 cm, rms fout van 24 tot 79 cm, een geringe verbetering t.o.v. vorig jaar.

De strooi-indices (rms fout/gemiddelde waarde) lagen voor de windsnelheid en  $H_S$  tussen 20 en 30%, en voor  $H_{S,10}$  tussen 60 en 90%.

*prognoses:*

De rms fout in de windrichting is ongeveer  $35^\circ$ . De windsnelheden zijn wat te laag: de gemiddelde fout varieert van -0.7 m/s voor EURO (+12 prog) tot -2.6 m/s voor AUK (+24 prog). De toename t.a.v. de analyse van de rms fout voor de verwachte  $H_S$  en  $H_{S,10}$  is beperkt.

NOVEMBER 1981 (Zie Supplement, fig. 6-10)

ALGEMEEN OVERZICHT.

Van IJMUIDEN waren er over deze maand geen metingen. Op de zuidelijke stations, EURO en PENNZOIL, kwamen golven voor tot 4 à 6 meter (significant). Op EURO kwamen 8 maxima voor boven de 2 meter. Voor zowel EURO als PENNZOIL was met name de analyse tijdens de maxima veelal te hoog. Dit resulteerde ook in te hoge  $H_{S,10}$  waarden. De oorzaak hiervan is nog niet duidelijk. De fouten in de wind lijken niet zodanig dat deze de afwijkingen verklaren. Ook voor AUK gold dat i.h.a. de maxima enigszins te hoog geanalyseerd waren.

Voor de storm van 24-26 november viel het waargenomen maximum op de 24<sup>e</sup> 1800 GMT. Waargenomen werd toen een significante golfhoogte van 11.5 meter. GONO gaf op dit tijdstip weliswaar eveneens een golfhoogte van 11.5 meter, maar gaf het maximum 6 uur vroeger. Voor GONO bedroeg dat maximum 12 meter, terwijl op dat tijdstip de waargenomen significante golfhoogte circa 10.5 meter was.

Op BRENT werden golfhoogten van 8.5 meter (op 5 november) en 10 meter (op 24 november) gemeten. Ook voor BRENT werden de maxima i.h.a. te hoog geanalyseerd. De storm op 24-26 november is veel te hoog geanalyseerd. (ca. 14 meter tegen 10 meter opgetreden) als gevolg van veel te hoge windsnelheden. (ca. 65 knopen tegen 42 opgetreden).

#### STATISTISCH OVERZICHT.

De cijfers over november kwamen in grote lijnen overeen met de resultaten van oktober. De windsnelheden werden gemiddeld te laag voorspeld. M.b.t. de analyses de volgende verschillen:

- windrichting rms-fout tot  $18^{\circ}$  (oktober  $27^{\circ}$ )
- windsnelheid: gemiddelde fout tot -1.2 m/s (oktober -2.2 m/s) m.u.v. BRENT +1.9 m/s.

DECEMBER 1981 (Zie Supplement, fig. 11-15).

#### ALGEMEEN OVERZICHT.

Van IJMUIDEN waren er over deze maand geen metingen. Op de zuidelijke stations EURO en PENNZOIL kwamen golven voor tot 4 à 5 m (significant). Op EURO kwamen 5 maxima voor boven 2 m. In het algemeen waren de golfhoogten voor de analyse en +12 uur-prognose enigszins te laag. De pieken werden redelijk weergegeven, met uitzondering van de pieken op de 19e en de 21e. Op de 19e was GONO te laag en op de 21e te hoog. Waarschijnlijk is dit het gevolg van slechte winden; op de 19e is de GONO-wind

2-4 m/s te laag, op de 21e op EURO 2-4 m/s te hoog. De +24 uur prognose voor beide posities was slecht; er traden veel korte uitschieters op in het model, die niet gemeten zijn. Waarschijnlijk zijn deze het gevolg van slechte winden. Voor EURO en PENNZOIL werd het verloop van  $H_{S,10}$  door GONO redelijk tot goed gevolgd, al is GONO wat te hoog. Bij AUK werd de piek op 5 december van 6.5 meter goed weergegeven, terwijl de pieken op 18 en 21 december te hoog waren (de windsnelheden waren ca. 2.5 m/s te hoog). De pieken op 25 en 30 december waren echter te laag. (De windsnelheden zijn ca. 3 m/s te laag). Voor BRENT analyseerde GONO de pieken in  $H_S$  van 8 meter op de 5e en van 9 meter op de 20e 1-2 meter te hoog, als gevolg van te hoge modelwinden. Verder is GONO voor deze maand i.h.a. te laag.

#### STATISTISCH OVERZICHT.

Het gemiddelde van de waargenomen windsnelheid, golfhoogte ( $H_S$ ) en laagfrequente energie ( $H_{S,10}$ ) gedurende de maand december is ongeveer een kwart lager dan de voorafgaande maanden. Dit beïnvloedt de strooi-indices in negatieve zin.

#### *analyses:*

- windrichting : onveranderd t.o.v. oktober, november.
- windsnelheid : gemiddelde fout onveranderd, slechtere strooi-indices (22-40%).
- $H_S$  : vooral voor EURO en PENNZOIL gemiddeld te laag berekend. AUK en BRENT grote rms-fout (92-108 cm).
- $H_{S,10}$  : rms-fouten ongeveer even groot als het gemiddelde van de waarnemingen.

*prognoses:*

De windberekening is belangrijk slechter vergeleken met oktober en november gezien de rms-fout in de windrichting van  $45-60^{\circ}$  en in de windsnelheid van 47-56 dm/sec.

- $H_S$  : in overeenstemming met de grotere fouten in de windberekening, lopen de rms-fouten voor de  $H_S$  van 87-183 cm.
- $H_{S,10}$  : strooi-indices variëren van 90 tot 130%.

JANUARI 1982 (Zie Supplement, fig. 16-20).

ALGEMEEN OVERZICHT.

IJMUIDEN, waar slechts weinig metingen beschikbaar kwamen wordt buiten beschouwing gelaten. Op de zuidelijke stations kwamen geen golven voor hoger dan 4.0 m. Op de noordelijke stations AUK en BRENT kwamen hogere golven voor, tot 8 m. Bij BRENT trad op 14 januari een significante golfhoogte van 8 m op. Deze piek is vrij goed geanalyseerd. Tussen 12 en 18 januari werd deining waargenomen, die door GONO te hoog werd weergegeven (ongeveer 2 x te hoog). De begin- en eindtijden werden echter redelijk tot goed weergegeven. Deze gebeurtenis drukt een zwaar stempel op de statistische analyse van deze maand. Het brongebied van de deining lag op  $70^{\circ}-75^{\circ}$  NB, waar GONO winden van 50 knopen met een  $H_S$  van 11 m berekende. Het is niet eenvoudig om na te gaan hoe realistisch dit was. De mogelijke oorzaken van de te hoge deining zijn derhalve: a) foute windberekening, b) incorrecte positie ijsgrens in GONO, c) onjuiste deiningdissipatie. De analyse van de routing liet slechts golfhoogten van 4 m zien in het brongebied. De  $H_{S,10}$  waarden in de periode 27 t/m 31 januari zijn alleen beschikbaar voor EURO, en werden matig weergegeven door GONO. De +12- en +24-prognoses zijn veel slechter, met name de +24 uur-prognose vertoont verscheidene hoge pieken, zowel in  $H_S$  als  $H_{S,10}$  die het gevolg zijn van fouten in de wind.

STATISTISCH OVERZICHT.

*analyses:*

De kwaliteit van de windberekening blijft constant.

- windrichting : IJMUIDEN gemiddeld 22 graden geruimd t.o.v. de metingen.
- windsnelheid : PENNZOIL en AUK in 80% van alle gevallen te laag berekend, hetgeen resulteert in een gemiddelde dat 25 dm/sec te laag is.
- $H_S$  : IJMUIDEN blijft buiten beschouwing omdat alleen bij rustig weer metingen ontvangen zijn. Gemiddelde fout klein ( $< 10$  cm). RMS waarden echter van 60 tot 100 cm en de SI: 35-55%, wat we moeten kwalificeren als slecht.
- $H_{S,10}$  : SI waarden ongeveer 150 (AUK 85%). Deze getallen spreken voor zich.

*prognoses:*

De windberekening is vergelijkbaar met de afgelopen maand december.

- $H_S$  : RMS loopt op tot 150 cm. SI van 50-85%.
- $H_{S,10}$  : strooi-indices variëren van 140 tot 200%.

FEBRUARI 1982 (Zie Supplement, fig. 21-25).

ALGEMEEN OVERZICHT.

Op de zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL) kwamen de hoogste golven nauwelijks boven de 2 meter uit. Er waren twee langere perioden met een grote oostelijke windcomponent, nl. 1-5 febr. met O-ZO wind en 16-22 febr. met overwegend O wind. In de eerste periode waren de GONO-winden ca.  $30^\circ$  geruimd t.o.v. de waarnemingen. De windsnelheden

waren redelijk goed. De golfhoogte werd gedurende de tweede periode echter te laag geanalyseerd. Oorzaak is waarschijnlijk het landwind-effekt waardoor bij afluende wind het GONO-model rekent met extra gereduceerde windsnelheid.

Op AUK en BRENT waren meerdere hoge pieken voor in  $H_S$  en  $H_{S,10}$ . Op BRENT ca. 7 m op 13 en 27 februari. Op AUK ca. 5 m op 13, 18 en 27 februari. De analyses voor AUK waren beter dan die voor BRENT, vooral de pieken werden beter weergegeven. Op BRENT zijn de geanalyseerde toppen te hoog. Op de 13e 00.00 z gaf AUK een  $H_S$  van 4.9 m; deze piek werd door GONO goed weergegeven. De piek in  $H_{S,10}$  bedroeg echter slechts 1.4 m; GONO gaf ca. 3.3 m. Het blijkt dat het spectrum echter extreem scherp is, zodat weinig energie boven de 10 sec. voorkomt (de zeegang is nog zeer jong).

Dit extreme geval wordt door GONO dan ook niet goed gepresenteerd.

Het beeld van de +12- en +24 uur-prognoses was voor alle stations slechter. Vooral op de zuidelijke stations vertoonde de +24 uur-prognoses merkwaaardige pieken (oorzaak te hoge windsnelheden). Opvallend is de door het GONO-model gegenereerde deining in de periode 31 jan. tot 3 febr. met  $H_{S,10} \approx 1$  m op de zuidelijke stations. Waargenomen werd slechts  $\approx 30$  cm tussen 1 en 2 febr. Deze deining kwam uit richtingen tussen NW en N. Het brongebied is een golfveld met maximum van ca. 4 m op 68 NB. GONO genereert een golfveld met een maximum van ca. 10 m op 68°NB. De richting van deze hoge golven was echter NO. De deining in GONO was afkomstig van het gebied rond 64°NB waar GONO 4-5 m hoge golven genereerde een richting tussen NW en N. GONO vertoonde daar winden van ongeveer 50 knopen, terwijl ca. 30 knopen is waargenomen.

STATISTISCH OVERZICHT

*analyses:*

De kwaliteit van de windberekening is relatief goed.

- windrichting : IJMUIDEN wederom gemiddeld geruimd t.o.v. de metingen. AUK gem. fout  $4^{\circ}$ , rms-fout  $9^{\circ}$ .
- windsnelheid : PENNZOIL en AUK wederom lagere berekeningen dan gemeten.
- $H_S$  : BRENT gem. fout 16 cm, SI 29%.
- $H_{S,10}$  : rms-fouten overtreffen het gemiddelde van de metingen, hetgeen resulteert in SI-waarden tussen de 100 en 150%.

*prognoses:*

- windrichting : rms-fouten lopen op tot  $35-45^{\circ}$ .
- windsnelheid : SI van 40-60% voor de +24 uren prognoses.
- $H_S$  : beter dan januari jl. Oplopende SI van Noord naar Zuid van 29 tot 68%. BRENT gemiddeld een halve meter te laag berekend.
- $H_{S,10}$  : te laag berekend voor alle stations.

MAART 1982 (Zie Supplement, fig. 26-30).

ALGEMEEN OVERZICHT.

Op de zuidelijke stations, EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL, kwamen drie periodes voor met hoge golven, nl. van 2-6 maart met golfhoogte tussen 3.5 en 4 m, van 10-14 maart met  $H_S$  tussen 4 en 4.5 m en van 29-31 maart met  $H_S \pm 2$  m. De modelanalyses waren redelijk. Echter bij ZW wind was de GONO wind af en toe te hoog (2-4 m/s te hoog) hetgeen in te hoge



golven resulteerde terwijl op 30 maart bij windrichting Noord-Noordoost te lage waarden berekend werden (ca. 2 m/s te laag) hetgeen resulteerde in te lage golven. De +12- en +24 uur-prognoses waren veel slechter, met name de +24 uur-prognose. Op de lokatie EURO werd rond 5 maart ongeveer 0.5 m deining gemeten hetgeen door het model goed weergegeven werd. Op de noordelijke stations (AUK en BRENT) kwamen enkele keren golven tot ca. 8 m voor. De GONO-analyses voor AUK waren redelijk, ofschoon ook enkele keren te hoge golven berekend werden, waarbij de GONO-wind soms echter lager was dan de waargenomen wind. Rond de 30<sup>e</sup> was de GONO-wind te laag, net als op de zuidelijke stations. Dit resulteerde in te lage golven. Op 6 maart gaf het model te hoge golven waarbij de GONO-wind op beide stations te hoog was. De pieken in  $H_{S,10}$  voor AUK zijn redelijk door het model geanalyseerd. (Voor BRENT zijn geen  $H_{S,10}$  metingen beschikbaar). Ook voor de noordelijke stations geldt dat de kwaliteit van de +12- en +24 uur-prognoses zeer te wensen over laat.

#### STATISTISCH OVERZICHT.

*analyses*: weinig verandering t.o.v. de maand februari 1982.

- $H_S$  : BRENT gemiddeld 40 cm te laag berekend.
- $H_{S,10}$ : SI varieert van 80-90% m.u.v. EURO 114%.

*prognoses*: weinig verandering t.o.v. de maand februari 1982.

APRIL 1982 (Zie Supplement, fig. 31-35).

#### ALGEMEEN OVERZICHT

M.u.v. BRENT en afgezien van de periode 18-24 april waren de resultaten van het GONO model over april goed. Ook de +12- en +24 uur-prognoses waren redelijk tot goed, waarbij echter de +24 uur-prognose enkele

uitschieters gaf die niet reëel waren. Gedurende de periode 6 t/m 14 april stond er een uitgestrekt noordwestelijk windveld boven de Noordzee. Op de stations werden maximale significante golfhoogten waargenomen van 3,5 m op EURO, 4 m op IJMUIDEN, 5,5 m op PENNZOIL, 7,5 m op AUK en 6,5 m op BRENT. Deze periode werd juist weergegeven zowel in analyse als +12 uur-prognose. De +24 uur-prognose was voor de 3 zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL) correct maar voor AUK en BRENT matig. Dit was het gevolg van slechte winden. Het verloop van  $H_{S,10}$  werd ook goed weergegeven, waarbij GONO echter, met name voor EURO iets aan de hoge kant was. Vooral de steile aanloop (van 0 naar 3 m binnen 12 uur) werd bijzonder nauwkeurig door het model gevolgd. Ook de afname werd goed weergegeven. Op de 18e treedt nog een piek in  $H_S$  en  $H_{S,10}$  op die door GONO te laag werd weergegeven. (met name voor AUK was GONO te laag). Oorzaak was een golfveld van ca. 5 m tussen 65 en 70 NB op 16 april dat in het GONO model te oostelijk lag. Daardoor kon de deining uit dit veld niet zuidelijk genoeg doordringen. Ook de piek rond 30 april (ca. 2-3 m op de zuidelijke stations en ca. 5 m op AUK en BRENT) werd redelijk tot goed weergegeven.

#### STATISTISCH OVERZICHT.

##### *analyses:*

- windrichting : kleine gemiddelde fout, nl. maximaal  $8^\circ$ . RMS-fout van 11-17 $^\circ$ .
- windsnelheid : berekeningen lager dan metingen. PENNZOIL (-23 dm/sec.) in 90% van alle gevallen te laag berekend.
- $H_S$  : eveneens gemiddeld te laag (-10 tot -30 cm). RMS-fout tussen 35 en 50 cm m.u.v. BRENT: 100 cm.
- $H_{S,10}$  : gemiddelde waarde van de metingen van 20 tot 90 cm. Opvallend lage SI-waarden: 40-75%.

*prognoses:*

- windrichting : verdubbeling rms-fouten t.o.v. de analyses.
- windsnelheid : idem tot ongeveer 35 dm/sec.
- $H_S$  : gemiddeld duidelijk te lage resultaten: -20 tot  
-50 cm. SI tussen de 35 en 40% m.u.v. BRENT: 55%.
- $H_{S,10}$  : geringe toename SI tot 50-90%.

#### 4. SAMENVATTING EN KONKLUSIES.

De resultaten zijn samengevat in de figuren 1-8. In deze figuren zijn voor de beschouwde grootheden maandgemiddelden geplot als functie van de tijd. Tevens zijn de resultaten van het vorige seizoen weergegeven.

Voor wat betreft de windsnelheid is de gemiddelde fout groter dan in het vorige seizoen. Dit geldt i.h.b. voor de verwachtingen voor EURO in januari (te hoog) terwijl PENNZOIL en AUK systematisch te laag zijn. De rms-fout en de SI (=rms-fout/gemiddelde waarde) was groter dan in het vorige seizoen vooral in december en januari.

De significante golfhoogte heeft een gemiddelde fout, die vrij redelijk is zeker in vergelijking met het vorige seizoen, toen het grote aantal zuidwesterstormen in december en januari te hoge berekeningen van  $H_S$  liet zien. De strooiindex was bepaald slecht vooral voor de verwachtingen. Dit hangt samen met de hoge strooiindex van de verwachte winden. Gelukkig trad in april een aanzienlijke verbetering op, als gevolg van verbeteringen van het atmosferische BK4-programma.

De gemiddelde fout in  $H_{S,10}$  is klein, behalve voor AUK, zodat geconcludeerd kan worden dat de tuning van  $H_{S,10}$  redelijk goed is. De hoge waarde in januari wordt grotendeels bepaald door één gebeurtenis. Deze is in hoofdstuk 3 reeds besproken. De rms-fouten bleven beperkt tot 2 à 3 dm voor de zuidelijke stations.

Om na te gaan of oninteressante gevallen (d.w.z. lage windsnelheden) een stempel op de statistische analyse drukken, is de analyse herhaald, waarbij die gevallen werden weggelaten waarvoor de gemeten, dan wel de berekende windsnelheid kleiner dan 5 m/s was. De op deze wijze verkregen resultaten zijn gegeven in de figuren 9 t/m 11. Vooral de waarden van de strooiindices worden op deze wijze gereduceerd. Dit komt omdat de gemiddelde waarden hoger zijn, maar ook omdat enkele missers waarbij de berekende wind onder en de gemeten wind boven de 5 m/s zat - of omgekeerd - zijn weggelaten.

In dit stuk hebben we verificatieresultaten besproken van het numerieke golfmodel van het KNMI. Deze resultaten geven een duidelijk beeld van de kwaliteit van de verwachtingen. Tevens zijn zij onontbeerlijk bij het onderzoek naar mogelijk verbeteringen van het model.

Wij danken Henk Kalle voor zijn assistentie en Rik de Gier voor zijn programmeerwerk.



## REFERENTIES

- Bouws, E., Golding, B.W., Komen, G.J., Peeck, H.H. and Saraber, M.J.M. (1980). Preliminary results on a comparison of shallow water wave predictions. KNMI Scientific Report W.R. 80-5.
- 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 Report, V-362.
- Bouws, E., Komen, G.J., Moerkerken, R.A. van, Peeck, H.H. and Saraber, M.J.M. (1982). An evaluation of the KNMI operational wave model GONO for the period October 1980 - April 1981. Technisch Rapport, T.R.-11.
- Bruinsma, J., Janssen, P.A.E.M., Komen, G.J., Peeck, H.H., Saraber, M.J.M. and Voogt, W.J.P. de (1980). Description of the KNMI operational wave forecast model GONO. KNMI Scientific Report, W.R. 80-4.
- Voogt, W.J.P. de, Komen, G.J. en Bruinsma, J. (1982). The KNMI operational wave prediction model GONO, Proc. Symp. Wave Dyn. and Radio Prob. of the Ocean Surface.

## ONDERSCHRIFTEN BIJ FIGUREN.

- 1 - 8 Plots van gemiddelde fout, rms fout en de strooiindex van windsnelheid, significante golfhoogte ( $H_S$ ) en laag frekwente energie ( $H_{S,10}$ ), voor de geselecteerde stations.
- 9 - 11 Plots van de gemiddelde fout, de rms fout en de strooiindex (analyse), als in de figuren 1-8, maar met die gevallen weggelaten waarbij de wind kleiner is dan 5 m/s. (= all sectors).

TABELLEN.

1 - 21 Statistische tabellen van wind- en golfgegevens betreffende windrichting, windsnelheid,  $H_S$  en  $H_{S,10}$ .

Gegeven worden respectievelijk het station, aantal waarnemingen, gemiddelde van de waarnemingen, gemiddelde fout, rms-fout, strooiindex aantal gevallen van overschatting en het aantal gevallen van onderschatting.



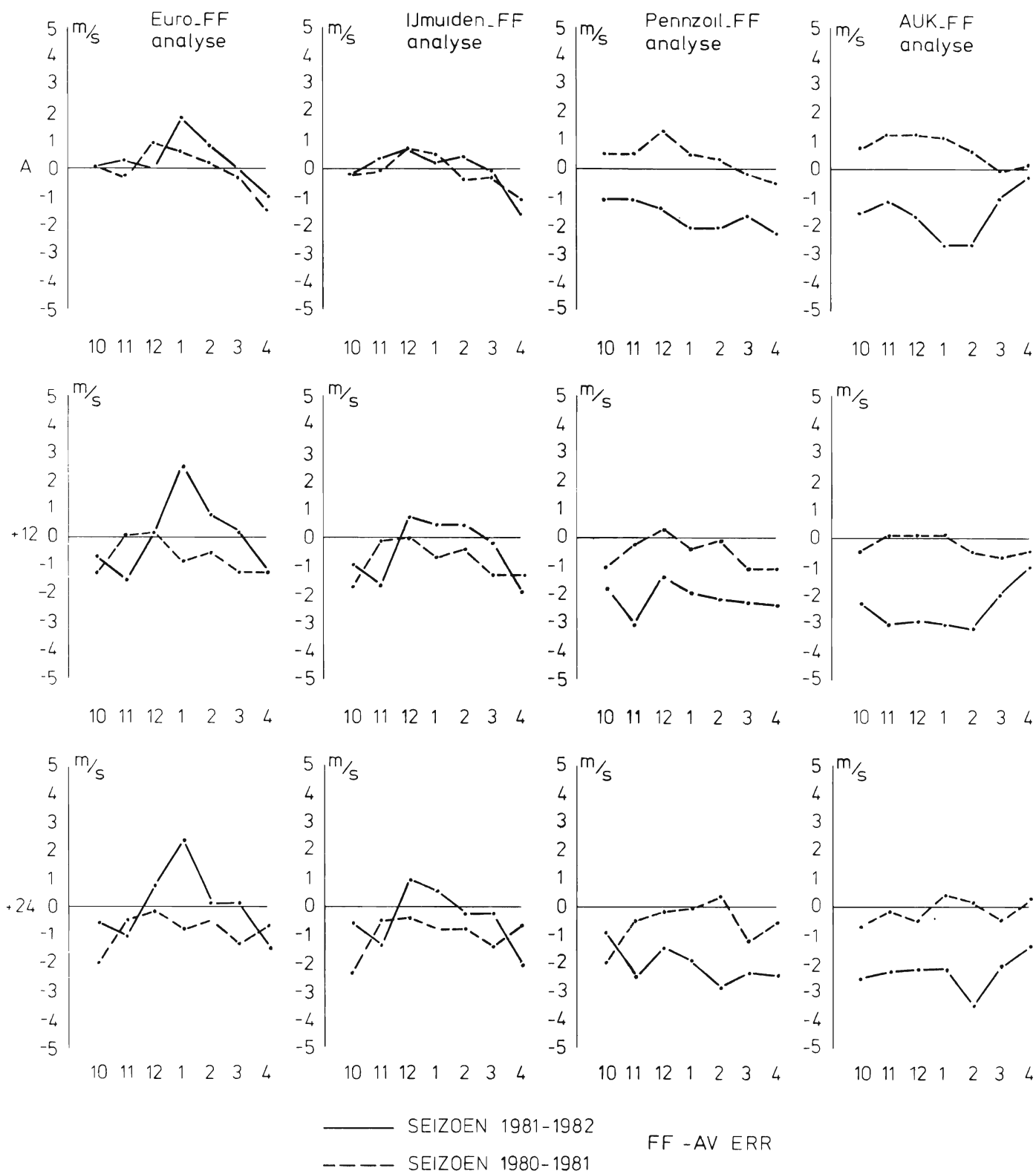


Fig.1

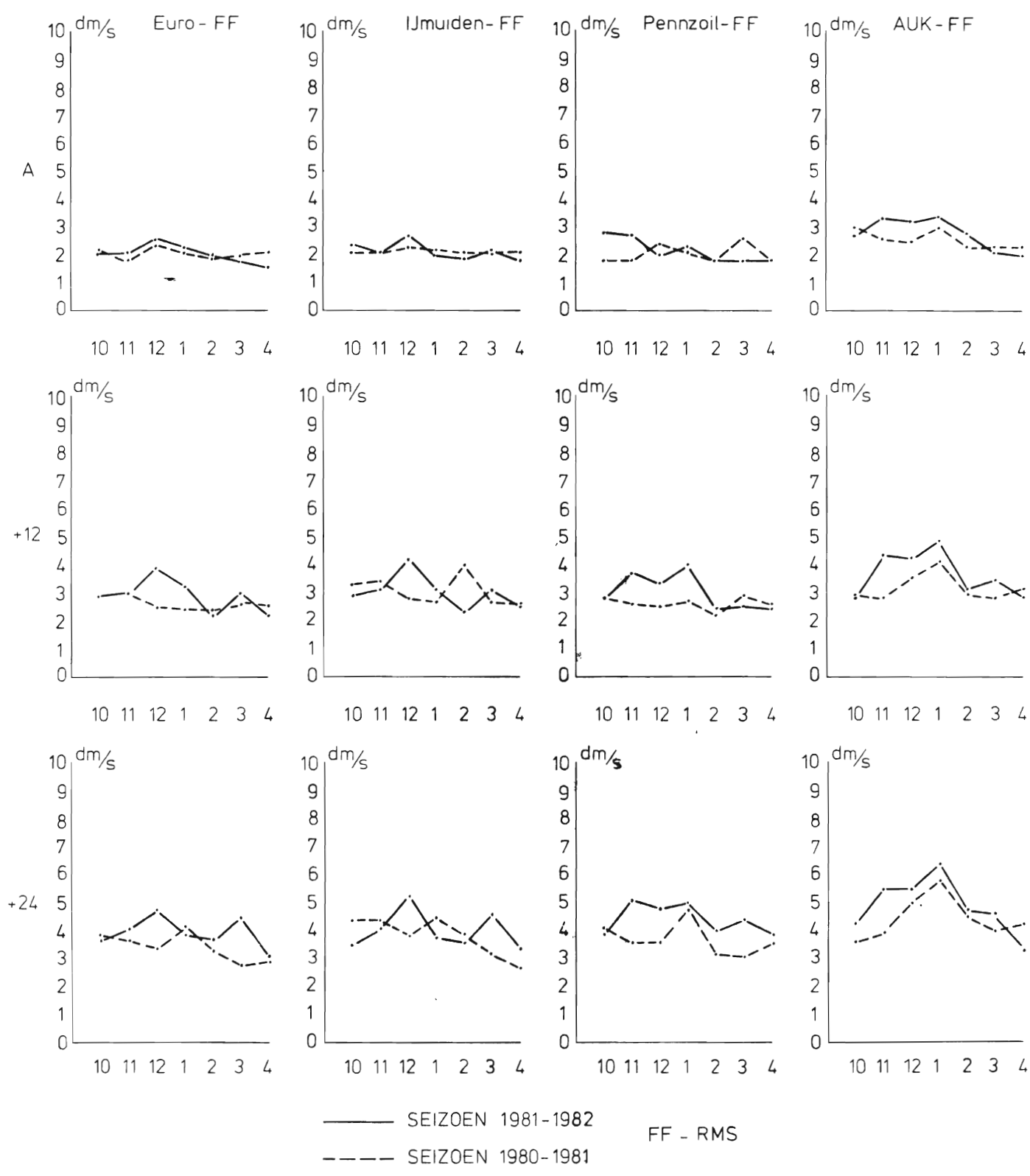


Fig.2

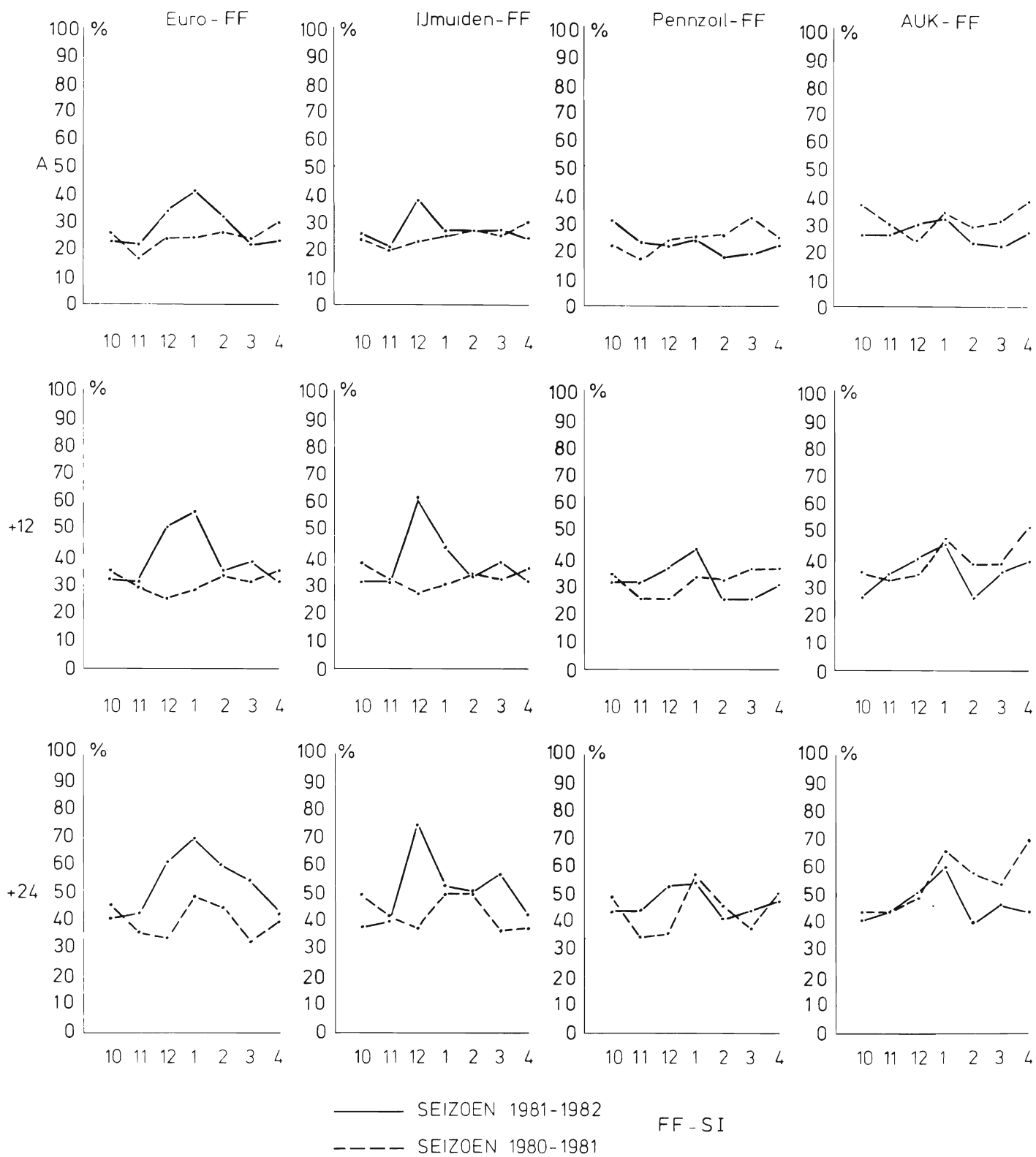


Fig. 3

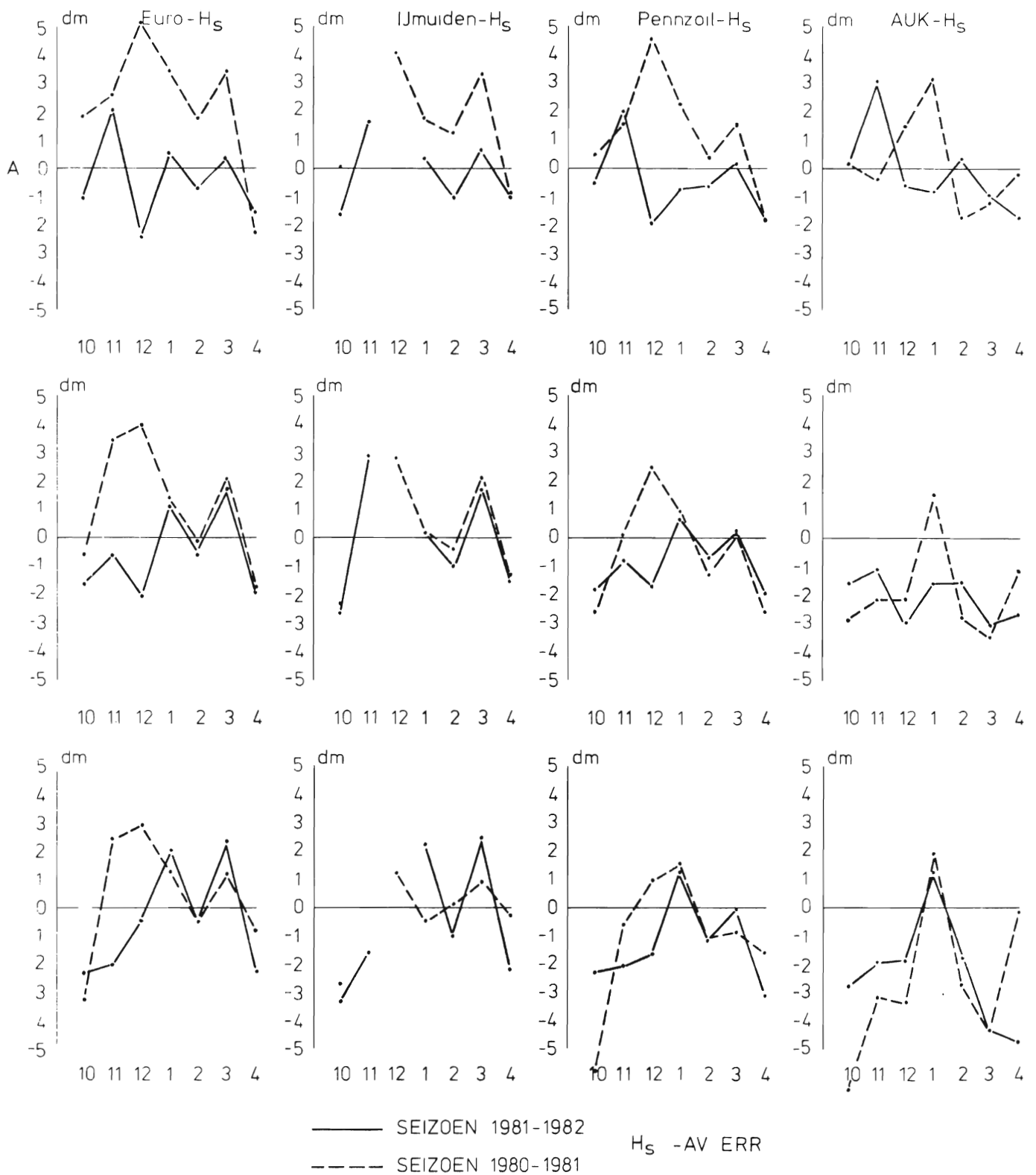


Fig. 4

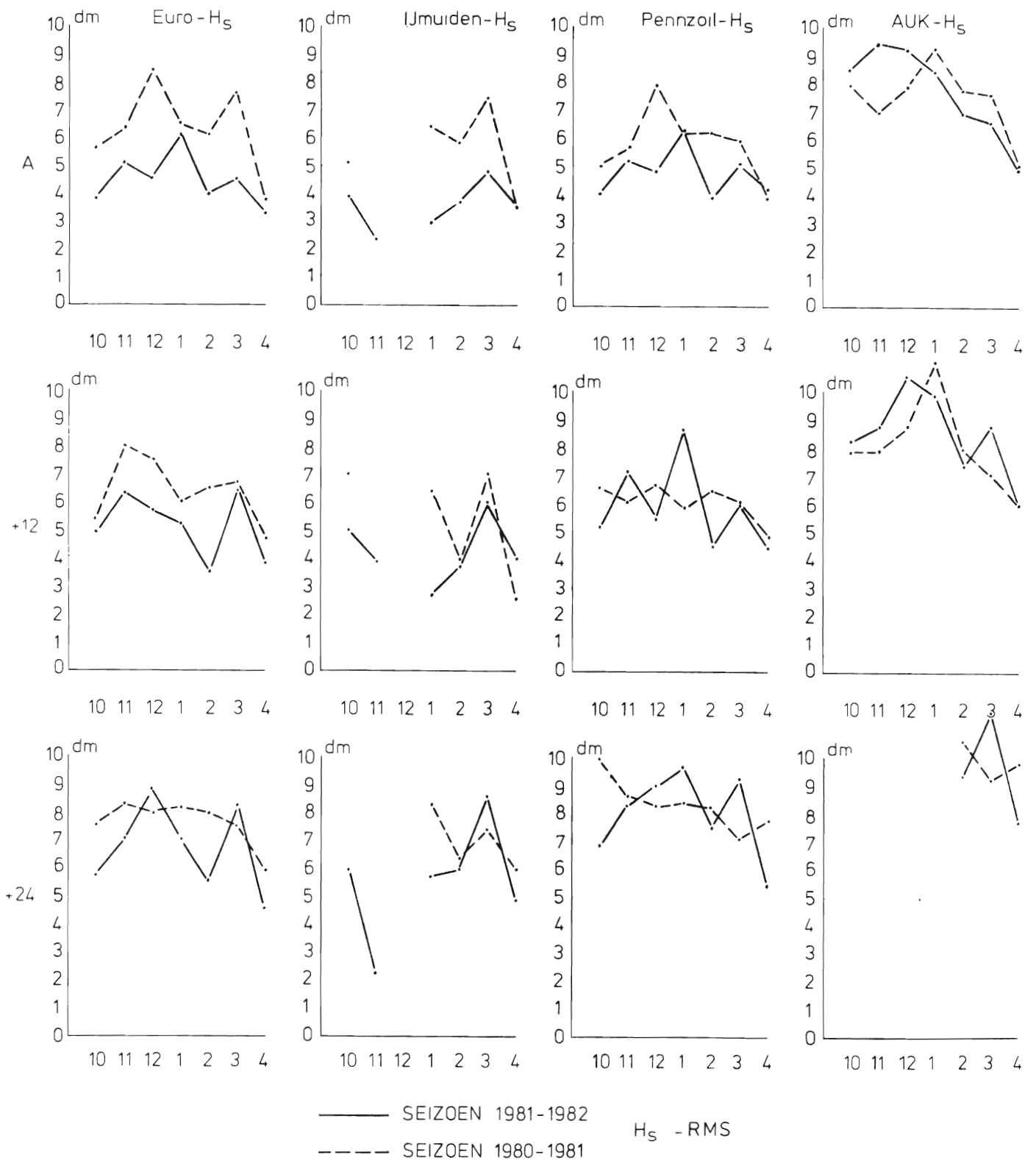


Fig. 5

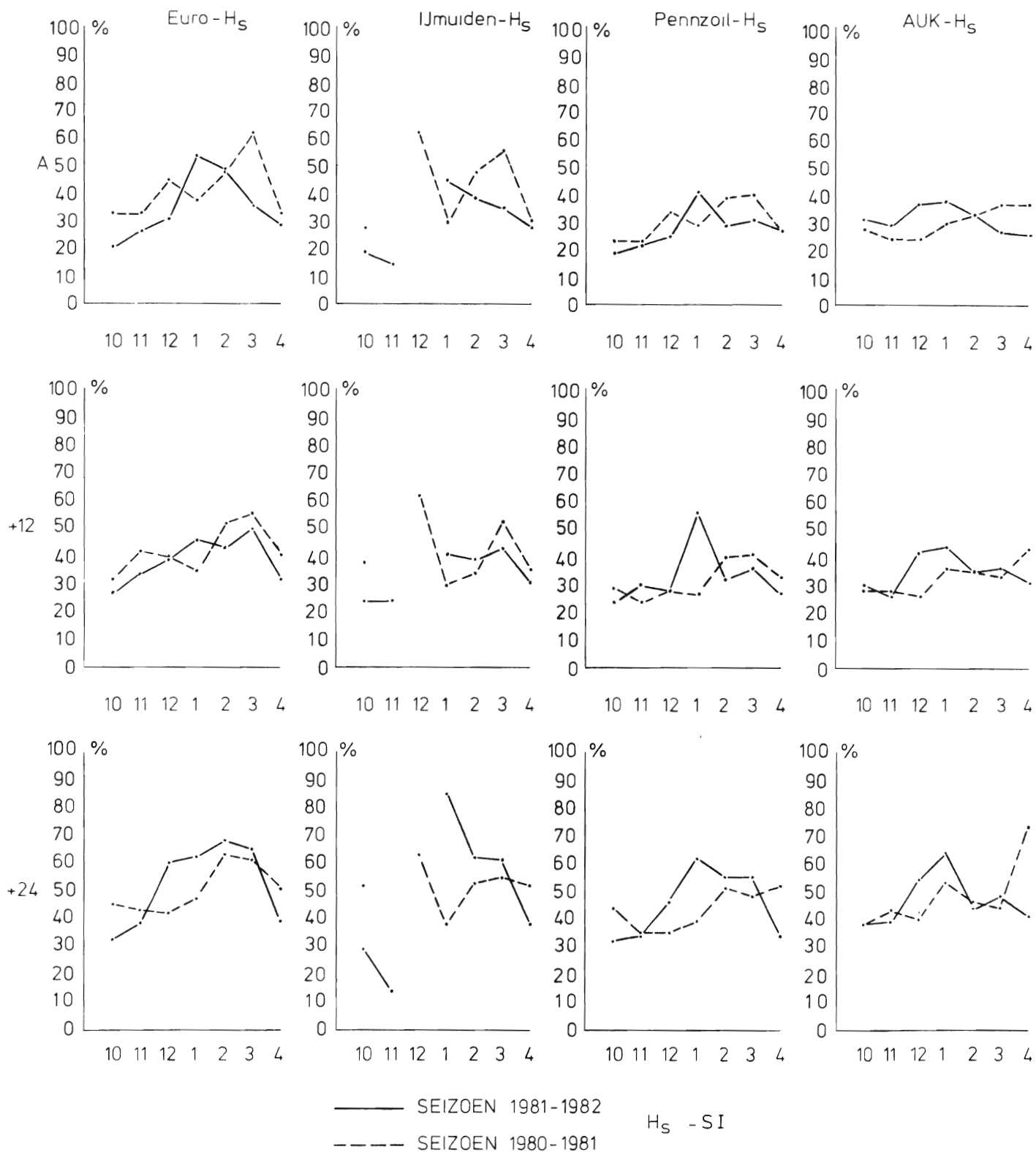


Fig. 6

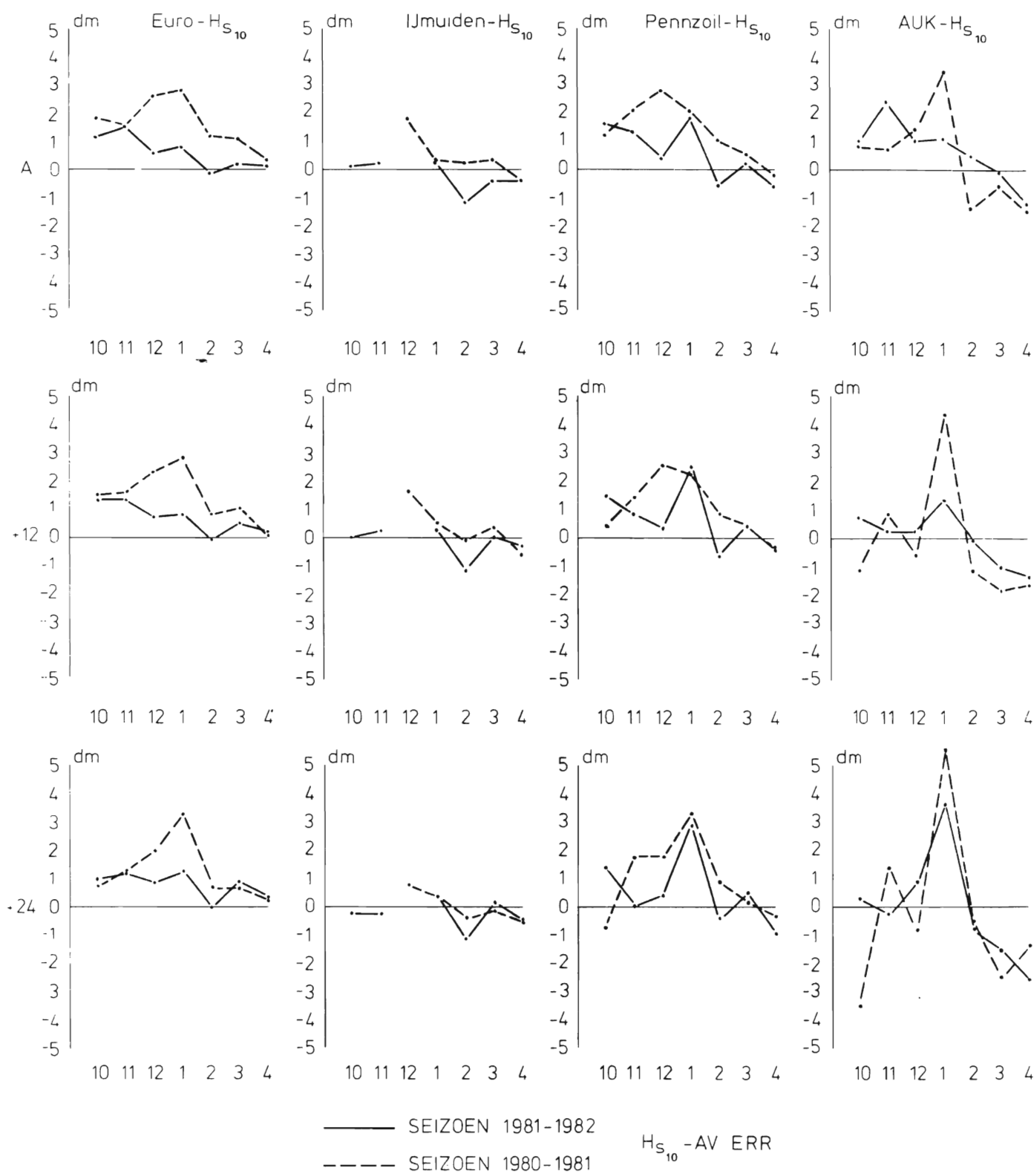


Fig. 7

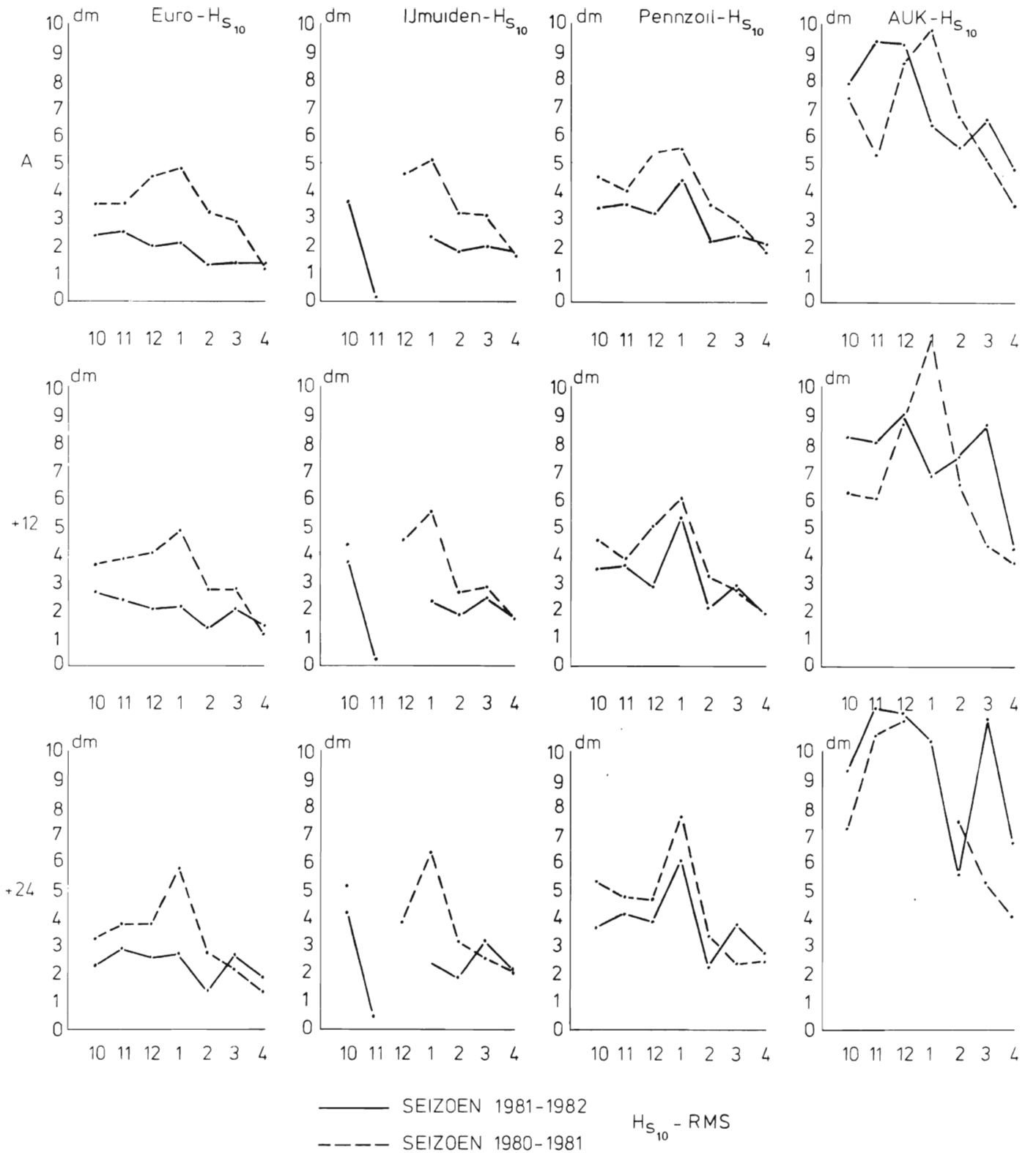
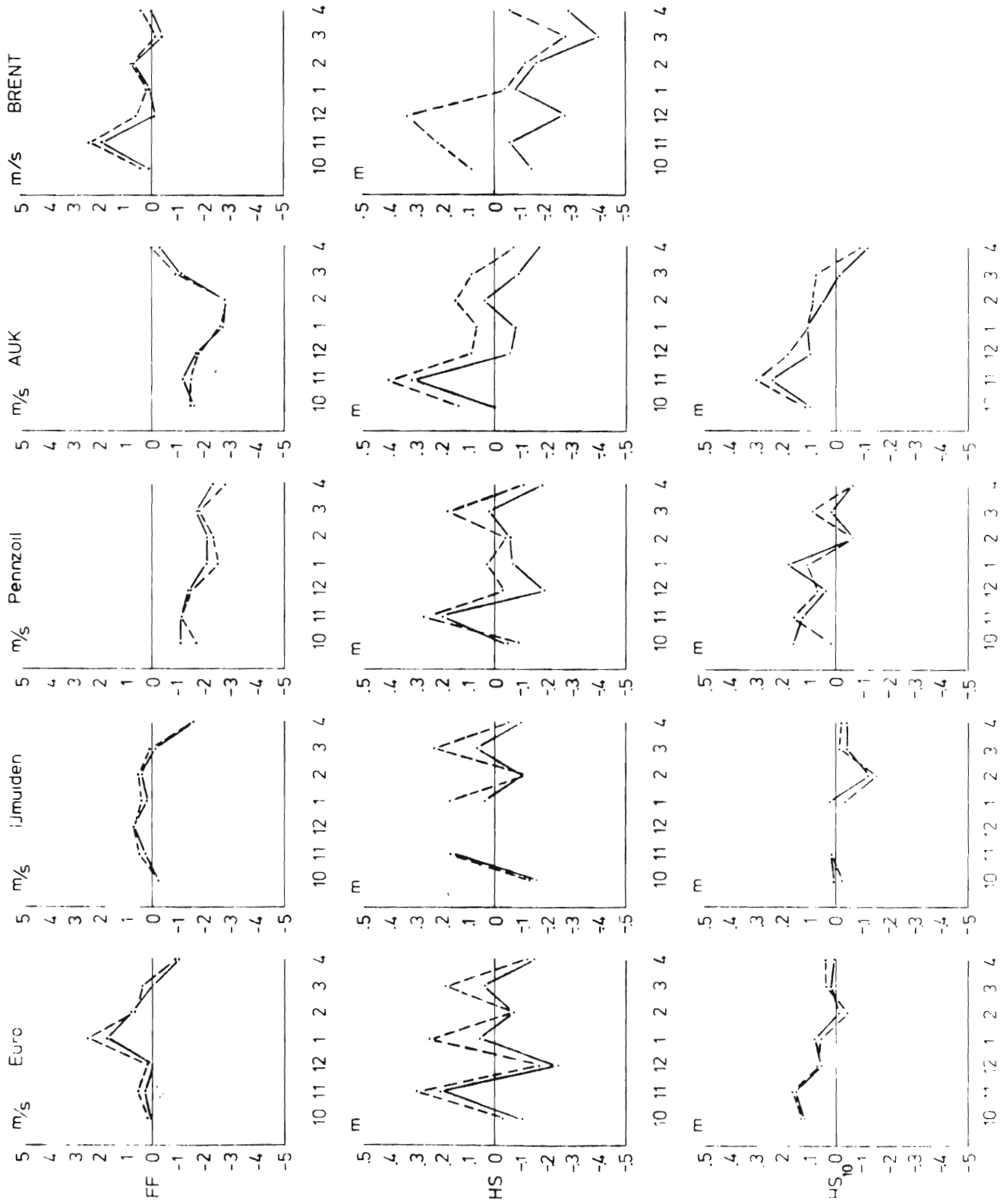


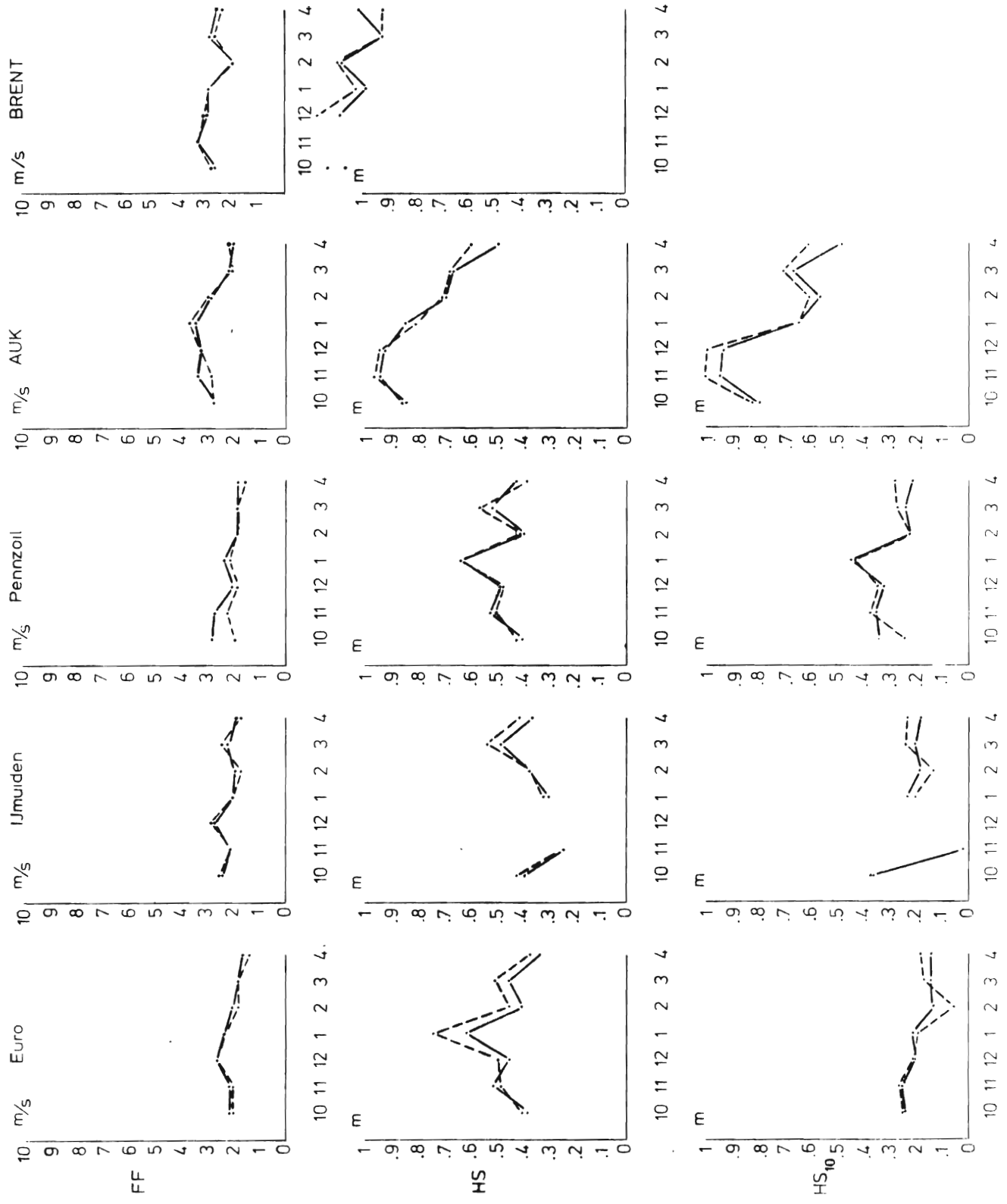
Fig. 8





— ALL MEASUREMENTS 81-82  
 - - - ANAL. SE - AVER

Fig. 9



— ALL MEASUREMENTS '81-'82  
 - - - ALL SECTORS '81-'82 ANALYSE - R M S

Fig. 10

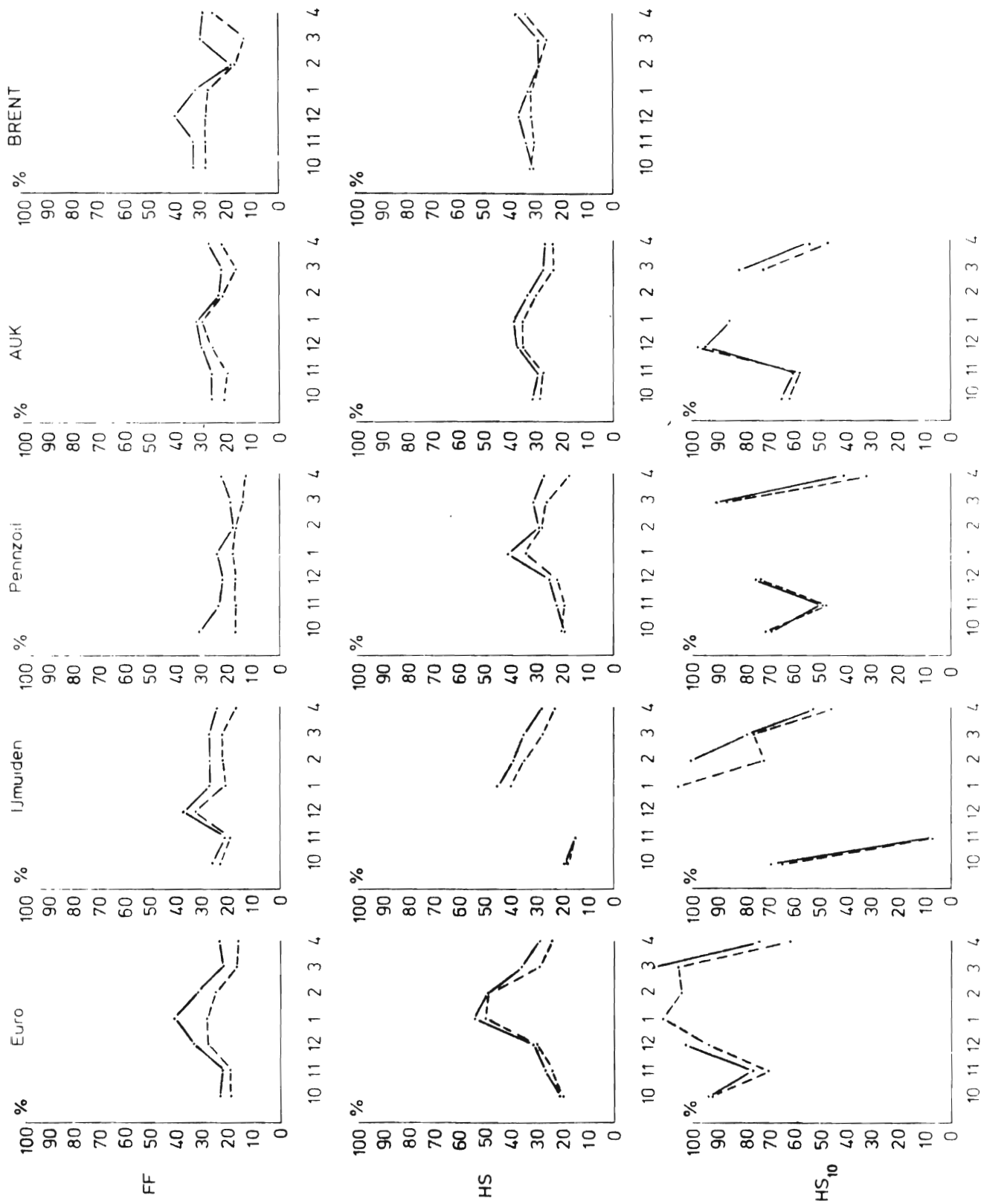


Fig. 11

— ALL MEASUREMENTS '81-'82  
 - - - ALL SECTORS '81-'82 ANALYSE - SI



## ALL MEASUREMENTS

OCTOBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	95	*** 4	16	***	51	42
IJMUIDEN	97	*** 12	25	***	65	32
PENNZOIL	56	*** -5	13	***	18	37
AUK	85	*** -2	27	***	36	47
BRENT	83	*** 10	24	***	58	24

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	91 1	21	23	61	62
IJMUIDEN	124	93 -2	24	26	58	64
PENNZOIL	81	90 -11	28	31	24	57
AUK	119	105 -16	27	26	27	92
BRENT	118	31 1	26	33	62	55

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	180 -10	38	21	43	81
IJMUIDEN	123	205 -16	39	19	35	88
PENNZOIL	124	212 -5	40	19	48	76
AUK	124	272 0	85	31	54	70
BRENT	92	337 -14	106	31	34	57

LOCATION	H S, 10 ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	26 12	24	93	64	54
IJMUIDEN	123	51 1	36	69	48	74
PENNZOIL	124	49 16	34	69	64	60
AUK	123	123 10	79	65	51	72
BRENT	0					

TABEL 1

## ALL MEASUREMENTS

OCTOBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	91	*** 4	25	***	57	33	
IJMUIDEN	38	*** 12	26	***	63	25	
PENNZOIL	56	*** -3	26	***	27	28	
AUK	82	*** 2	27	***	42	39	
BRENT	77	*** 19	34	***	56	21	

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	91 -7	29	32	49	73	
IJMUIDEN	123	94 -10	29	31	46	75	
PENNZOIL	80	90 -18	28	31	21	57	
AUK	113	105 -24	28	26	23	94	
BRENT	117	81 -4	30	37	56	59	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	180 -16	49	27	42	79	
IJMUIDEN	122	206 -26	50	24	31	91	
PENNZOIL	123	212 -18	51	24	32	90	
AUK	123	272 -16	82	30	42	80	
BRENT	91	337 -19	109	33	33	58	

LOCATION	H S, 10 ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	26 13	26	100	64	52	
IJMUIDEN	122	52 0	37	71	46	75	
PENNZOIL	123	49 14	35	71	59	63	
AUK	122	123 7	82	67	52	70	
BRENT	0						

TABEL 2

## ALL MEASUREMENTS

OCTOBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	( DEGREES )		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	88	***	8	29	***	56	29	
IJMUIDEN	90	***	13	33	***	62	27	
PENNZOIL	56	***	-3	31	***	30	25	
AUK	75	***	-1	32	***	31	42	
BRENT	65	***	23	43	***	49	15	

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	( DM/SEC )		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	91	-6	36	40	46	75	
IJMUIDEN	123	93	-7	34	37	48	74	
PENNZOIL	80	90	-10	38	43	32	48	
AUK	118	104	-26	42	40	33	85	
BRENT	117	31	-9	42	52	51	65	

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	180	-23	57	32	31	90	
IJMUIDEN	122	206	-33	59	29	27	94	
PENNZOIL	123	211	-23	68	32	40	83	
AUK	123	272	-28	103	38	35	88	
BRENT	92	337	-39	133	40	28	64	

LOCATION	H S, 10 NUMBER	( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	26	9	23	90	58	58	
IJMUIDEN	122	51	-3	41	80	48	74	
PENNZOIL	123	49	13	36	74	60	63	
AUK	122	122	2	93	76	47	75	
BRENT	0							

TABEL 3

ALL MEASUREMENTS

NOVEMBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	96	*** 5	16	***	56	37
IJMUIDEN	104	*** 10	18	***	70	32
PENNZOIL	101	*** 1	11	***	53	45
AUK	101	*** 0	17	***	50	48
BRENT	73	*** 12	18	***	55	17

LOCATION	WIND SPEED ( KM/SEC )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	95 3	21	22	60	57
IJMUIDEN	120	102 3	21	21	67	52
PENNZOIL	117	119 -11	27	23	39	77
AUK	118	126 -12	33	26	33	83
BRENT	95	95 19	32	33	64	30

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	119	186 21	51	27	80	39
IJMUIDEN	3	160 17	24	15	2	1
PENNZOIL	118	241 20	52	22	74	44
AUK	115	330 31	94	29	66	49
BRENT	92	391 -6	131	34	38	54

LOCATION	H S,10 ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	119	33 15	25	76	70	38
IJMUIDEN	3	25 2	2	7	2	0
PENNZOIL	118	72 13	35	49	61	54
AUK	115	157 24	94	60	55	57
BRENT	0					

TABEL 4



## ALL MEASUREMENTS

NOVEMBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	84	*** 10	20	***	57	27	
IJMUIDEN	93	*** 16	22	***	70	21	
PENNZOIL	93	*** 8	18	***	62	28	
AUK	92	*** 9	22	***	61	30	
BRENT	72	*** 14	38	***	55	17	

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	117	94 -15	30	31	33	83	
IJMUIDEN	119	102 -17	31	31	32	84	
PENNZOIL	116	118 -31	37	31	18	98	
AUK	117	126 -31	43	34	27	86	
BRENT	94	95 10	38	40	62	31	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	118	186 -6	63	34	47	70	
IJMUIDEN	3	160 29	39	24	2	1	
PENNZOIL	117	240 -8	71	30	50	67	
AUK	114	331 -11	87	26	46	67	
BRENT	91	392 -33	132	34	26	65	

LOCATION	H S <sub>10</sub> ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	118	33 13	23	69	69	40	
IJMUIDEN	3	25 2	2	7	2	0	
PENNZOIL	117	72 8	36	50	54	59	
AUK	114	158 2	80	50	39	74	
BRENT	0						

TABEL 5

## ALL MEASUREMENTS

NOVEMBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
FURO	83	*** 9	31	***	53	29	
IJMUIDEN	93	*** 11	32	***	66	27	
PENNZOIL	87	*** 1	32	***	53	32	
AUK	94	*** 6	33	***	55	37	
BRENT	71	*** 12	42	***	46	24	

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	117	94 -11	40	42	43	73	
IJMUIDEN	119	101 -14	40	39	44	73	
PENNZOIL	116	118 -25	50	43	31	84	
AUK	117	127 -24	54	43	35	82	
BRENT	94	96 14	43	45	59	34	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
FURO	118	185 -20	70	38	40	78	
IJMUIDEN	3	160 -16	22	14	1	2	
PENNZOIL	117	240 -21	82	34	46	71	
AUK	114	331 -20	131	39	45	69	
BRENT	91	392 -32	152	39	33	58	

LOCATION	H S, 10 ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	118	33 11	28	85	64	44	
IJMUIDEN	3	25 -3	4	17	1	2	
PENNZOIL	117	72 0	41	56	44	70	
AUK	114	158 -3	115	72	37	77	
BRENT	0						

TABEL 6

## ALL MEASUREMENTS

DECEMBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	85	*** 6	26	***	54	30
IJMUIDEN	80	*** 10	23	***	54	26
PENNZOIL	85	*** -1	15	***	37	47
AUK	89	*** -9	22	***	27	61
BRENT	54	*** 15	22	***	44	9

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	76 0	26	34	58	61
IJMUIDEN	123	70 7	27	38	69	51
PENNZOIL	123	91 -14	20	27	31	91
AUK	114	107 -17	32	30	30	82
BRENT	113	73 -1	29	40	52	61

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	122	145 -24	45	31	32	88
IJMUIDEN	0					
PENNZOIL	123	193 -19	48	25	33	90
AUK	124	251 -6	92	37	55	69
BRENT	109	288 -27	108	37	35	74

LOCATION	H S, 1G ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	19 6	20	102	54	55
IJMUIDEN	0					
PENNZOIL	123	43 4	32	75	49	72
AUK	124	99 10	93	94	51	73
BRENT	0					

TABEL 7

## ALL MEASUREMENTS

DECEMBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	( DEGREES )		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	81	***	6	33	***	50	29
IJMUIDEN	73	***	11	28	***	49	23
PENNZOIL	87	***	-2	27	***	40	47
AUK	75	***	-7	30	***	28	46
BRENT	51	***	20	29	***	41	10

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	( DM/SEC )		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	76	1	39	51	57	63
IJMUIDEN	123	70	7	42	61	62	61
PENNZOIL	123	91	-14	33	36	40	81
AUK	114	107	-30	42	40	24	89
BRENT	113	73	8	48	66	63	50

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	122	145	-20	57	39	37	84
IJMUIDEN	0						
PENNZOIL	123	193	-17	54	28	36	87
AUK	124	251	-30	105	42	44	80
BRENT	109	288	-5	146	51	39	69

LOCATION	H S <sub>10</sub> NUMBER	( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	19	7	20	101	53	57
IJMUIDEN	0						
PENNZOIL	123	43	3	28	66	52	69
AUK	124	99	2	90	91	46	78
BRENT	0						

TABEL 8

## ALL MEASUREMENTS

DECEMBER 1981

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	80	*** 17	60	***	48	32	
IJMUIDEN	68	*** 20	51	***	46	22	
PENNZOIL	80	*** 9	44	***	46	33	
AUK	78	*** -1	49	***	42	35	
BRENT	62	*** 13	61	***	40	21	

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	120	76 7	47	61	64	53	
IJMUIDEN	123	70 9	52	74	67	54	
PENNZOIL	123	91 -15	47	52	47	73	
AUK	114	107 -23	54	50	40	74	
BRENT	113	73 21	56	77	73	40	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	122	145 -5	87	60	44	77	
IJMUIDEN	0						
PENNZOIL	123	193 -17	89	46	47	75	
AUK	124	251 -19	135	54	49	75	
BRENT	109	288 2	183	63	43	65	

LOCATION	H S, 10 ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	19 8	25	129	55	56	
IJMUIDEN	0						
PENNZOIL	123	43 3	38	90	57	64	
AUK	124	99 8	113	115	55	69	
BRENT	0						

TABEL 9

## ALL MEASUREMENTS

JANUARY 1982

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		ANALYSIS		GONO		
	NUMBER	AV.OBS	AV.ERROR	RMS	SI	PLUS	MINUS
EURO	62	***	13	17	***	53	8
IJMUIDEN	75	***	22	28	***	69	7
PENNZOIL	81	***	1	13	***	44	35
AUK	95	***	4	26	***	50	43
BRENT	94	***	-3	22	***	43	47

LOCATION	WIND SPEED ( CM/SEC )		ANALYSIS		GONO		
	NUMBER	AV.OBS	AV.ERROR	RMS	SI	PLUS	MINUS
EURO	123	56	18	23	41	101	21
IJMUIDEN	121	72	2	29	27	65	51
PENNZOIL	124	94	-21	23	24	22	101
AUK	124	108	-27	34	32	22	102
BRENT	122	89	1	28	32	63	58

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		ANALYSIS		GONO		
	NUMBER	AV.OBS	AV.ERROR	RMS	SI	PLUS	MINUS
EURO	120	112	6	61	54	59	60
IJMUIDEN	53	66	4	30	45	26	25
PENNZOIL	72	155	-7	63	41	34	38
AUK	124	221	-8	84	38	60	64
BRENT	122	296	-8	98	33	52	70

LOCATION	H S <sub>10</sub> ( CM )		ANALYSIS		GONO		
	NUMBER	AV.OBS	AV.ERROR	RMS	SI	PLUS	MINUS
EURO	120	15	8	21	143	60	53
IJMUIDEN	50	16	2	23	148	19	30
PENNZOIL	72	30	18	44	148	48	23
AUK	124	75	11	64	85	65	58
BRENT	0						

TABEL 10

## ALL MEASUREMENTS

JANUARY 1982

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGRS )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	67	*** 12	32	***	47	19	
TJMUIDEN	72	*** 29	40	***	60	12	
PENNZOIL	72	*** 4	32	***	42	29	
AUK	89	*** 20	35	***	63	26	
PRENT	83	*** 12	36	***	56	27	

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	120	57 25	32	56	97	22	
TJMUIDEN	118	72 4	31	43	67	48	
PENNZOIL	121	94 -20	40	43	32	87	
AUK	121	108 -31	48	45	26	94	
PRENT	119	90 -5	38	42	44	73	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	118	113 11	52	46	59	56	
TJMUIDEN	53	66 2	27	41	23	30	
PENNZOIL	72	155 7	86	56	38	33	
AUK	121	221 -16	98	44	50	70	
PRENT	119	298 -19	97	33	43	76	

LOCATION	H S, 10 ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	118	15 8	21	142	59	51	
TJMUIDEN	50	16 2	23	148	19	30	
PENNZOIL	72	30 25	53	180	47	24	
AUK	121	75 13	68	90	60	61	
PRENT	0						

TABEL 11

## ALL MEASUREMENTS

JANUARY 1982

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV. OBS	AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	61	***	21	57	***	39	22	
IJMUIDEN	66	***	28	64	***	52	14	
PENNZOIL	69	***	14	44	***	45	24	
AUK	88	***	32	54	***	63	25	
BRENT	78	***	10	55	***	46	32	

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	WIND SPEED ( KM/SEC )		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV. OBS	AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	120	56	23	38	69	89	31	
IJMUIDEN	118	71	5	37	52	57	61	
PENNZOIL	121	93	-20	49	53	38	83	
AUK	121	107	-23	63	59	43	78	
BRENT	119	89	-2	53	59	50	68	

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV. OBS	AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	117	112	20	70	62	67	48	
IJMUIDEN	53	66	22	57	85	34	19	
PENNZOIL	71	154	12	95	62	36	34	
AUK	121	220	12	140	64	55	65	
BRENT	119	298	-1	151	51	46	73	

LOCATION	H S, 10 NUMBER	( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV. OBS	AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	117	15	12	26	175	68	44	
IJMUIDEN	50	16	3	23	148	20	29	
PENNZOIL	71	30	28	60	201	49	21	
AUK	121	75	35	103	139	65	55	
BRENT	0							

TABEL 12



## ALL MEASUREMENTS

FEBRUARY 1962

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	WIND DIRECTION ( DEGREES )		ANALYSIS RMS	ST	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	74	***	14	14	***	61	11
IJMUIDEN	89	***	28	16	***	81	7
PENNZOIL	95	***	3	12	***	55	38
AUK	92	***	4	9	***	61	29
BRENT	97	***	-2	13	***	46	48

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	WIND SPEED ( KM/SEC )		ANALYSIS RMS	ST	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	110	62	8	20	32	64	41
IJMUIDEN	110	73	4	12	27	65	43
PENNZOIL	110	29	-21	18	15	14	95
AUK	109	112	-27	28	23	15	93
BRENT	104	107	7	19	18	65	37

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	112	81	-7	43	42	42	52
IJMUIDEN	109	96	-11	35	37	37	72
PENNZOIL	112	135	-6	39	22	45	67
AUK	112	210	4	62	33	53	59
BRENT	104	367	-16	108	20	34	68

LOCATION	H S, 10 NUMBER	( CM )		ANALYSIS RMS	ST	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	109	5	-1	17	279	9	70
IJMUIDEN	103	18	-12	18	100	8	95
PENNZOIL	112	14	-6	22	153	14	98
AUK	112	43	5	56	131	32	80
BRENT	97						

TABLE 13

## ALL MEASUREMENTS

FEBRUARY 1982

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	71	***	10	20	***	45	23	
IJMUIDEN	84	***	20	22	***	78	6	
PENNZOIL	90	***	3	27	***	30	49	
AUK	91	***	11	25	***	60	27	
BRENT	91	***	-2	18	***	48	42	

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	WIND SPEED ( DM/SEC )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	109	62	8	22	35	68	40	
IJMUIDEN	109	70	4	23	33	59	50	
PENNZOIL	109	98	-22	24	25	20	88	
AUK	108	119	-33	31	26	17	91	
BRENT	103	106	-3	36	34	44	58	

LOCATION	HS STGN. NUMBER	WAVEHEIGHT ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	111	81	-5	35	43	45	64	
IJMUIDEN	108	96	-10	37	39	40	68	
PENNZOIL	111	135	-7	44	32	43	68	
AUK	111	210	-16	73	35	35	76	
BRENT	103	367	-45	108	29	27	76	

LOCATION	H S, 10 NUMBER	( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	108	5	-1	13	282	9	69	
IJMUIDEN	102	18	-12	18	100	8	94	
PENNZOIL	111	14	-7	21	147	12	90	
AUK	111	43	-1	75	174	24	87	
BRENT	0							

TABEL 14

## ALL MEASUREMENTS

FEBRUARY 1982

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	55	*** 70	79	***	38	16	
IJMUIDEN	60	*** 44	36	***	56	4	
PENNZOIL	73	*** 22	45	***	46	27	
AUK	85	*** 20	47	***	52	33	
PRENT	87	*** 3	35	***	42	45	

LOCATION	WIND SPEED ( KM/SEC )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	110	62 1	36	59	52	55	
IJMUIDEN	109	69 -3	35	50	48	59	
PENNZOIL	109	98 -29	39	40	19	99	
AUK	108	119 -36	46	39	21	84	
PRENT	103	107 -1	47	44	47	55	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	111	81 -5	55	69	41	70	
IJMUIDEN	108	95 -10	59	62	37	71	
PENNZOIL	111	135 -12	74	55	39	71	
AUK	111	211 -18	93	44	41	70	
PRENT	103	367 -56	106	29	25	77	

LOCATION	H S, 10 ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	108	5 -1	13	285	11	67	
IJMUIDEN	102	18 -12	18	100	7	05	
PENNZOIL	111	14 -5	22	154	15	94	
AUK	111	43 -9	55	128	24	87	
PRENT	0						

TABEL 15

## ALL MEASUREMENTS

MARCH 1972

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	( DEGREES )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	80	***	5	15	***	52	27
IJMUIDEN	77	***	15	20	***	60	16
PENNZOIL	78	***	2	11	***	44	28
AUK	83	***	3	12	***	52	27
BRENT	81	***	0	14	***	42	37

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	( DM/SEC )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	30	0	18	22	66	57
IJMUIDEN	122	81	-1	22	27	50	60
PENNZOIL	120	29	-17	18	19	18	47
AUK	118	99	-11	21	22	29	85
BRENT	117	94	-4	28	70	51	65

LOCATION	HS STGN. NUMBER	WAVEHEIGHT ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	126	4	45	36	51	73
IJMUIDEN	122	138	7	48	35	52	69
PENNZOIL	123	165	2	51	31	50	72
AUK	123	241	-9	66	27	42	89
BRENT	117	319	-40	92	29	38	70

LOCATION	H S, 1L NUMBER	( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	12	2	14	114	42	62
IJMUIDEN	122	25	-4	20	78	36	86
PENNZOIL	123	27	2	24	90	45	77
AUK	123	81	-1	66	81	38	83
BRENT	0						

TABLE 16

## ALL MEASUREMENTS

MARCH 1992

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	74	***	10	27	***	55	12
IJMUIDEN	73	***	19	27	***	57	16
PENNZOIL	71	***	6	29	***	47	22
AUK	71	***	12	29	***	53	17
BRENT	84	***	7	28	***	46	36

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	WIND SPEED ( CM/SEC )		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	80	2	27	38	67	55
IJMUIDEN	121	32	-2	31	38	52	68
PENNZOIL	119	100	-23	25	25	23	94
AUK	117	99	-21	34	35	28	89
BRENT	116	74	-9	33	35	46	69

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT NUMBER	WAVEHEIGHT ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	127	17	64	59	58	65
IJMUIDEN	121	139	17	60	43	58	62
PENNZOIL	122	146	2	59	36	49	73
AUK	122	242	-31	87	36	26	96
BRENT	116	318	-54	98	31	31	85

LOCATION	H S, 10 NUMBER	H S, 10 ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV. OBS	AV. ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	13	5	20	164	47	63
IJMUIDEN	121	26	0	24	95	41	80
PENNZOIL	122	27	4	29	108	49	71
AUK	122	81	-11	86	106	29	91
BRENT	116	11	0	10	10	10	10

TABEL 17

## ALL MEASUREMENTS

MARCH 1982

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GOND	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	73	*** 17	30	***	47	22	
IJMUIDEN	68	*** 25	45	***	52	16	
PENNZOIL	70	*** 10	37	***	43	27	
AJK	66	*** 19	41	***	47	18	
BRENT	80	*** 10	46	***	49	30	

LOCATION	WIND SPEED ( CM/SEC )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GOND	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	80 1	44	54	59	64	
IJMUIDEN	121	82 -3	45	56	54	66	
PENNZOIL	119	99 -24	43	47	37	86	
AJK	117	99 -22	45	46	30	86	
BRENT	116	94 -10	51	54	44	72	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GOND	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	127 23	82	65	56	66	
IJMUIDEN	121	139 24	85	61	59	62	
PENNZOIL	122	166 -1	91	55	40	82	
AJK	122	242 -44	115	48	27	95	
BRENT	116	319 -61	147	46	30	96	

LOCATION	H S, 10 ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GOND	
	NUMBER	AV. OBS AV. ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	13 8	26	210	48	64	
IJMUIDEN	121	26 1	31	119	39	81	
PENNZOIL	122	27 4	37	139	43	77	
AJK	122	81 -16	111	136	28	93	
BRENT	0						

TABEL 18

## ALL MEASUREMENTS

APRIL 1982

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	72	*** -2	17	***	30	39
IJMUIDEN	69	*** -8	15	***	16	51
PENNZOIL	49	*** -4	13	***	16	32
AUK	72	*** 3	11	***	46	25
BRENT	80	*** 5	17	***	49	28

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	70 -10	16	23	25	93
IJMUIDEN	119	78 -16	18	24	19	96
PENNZOIL	97	80 -23	18	22	5	89
AUK	119	74 -3	20	27	41	74
BRENT	110	85 0	25	29	49	55

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	115 -15	33	29	27	92
IJMUIDEN	120	126 -10	36	28	34	85
PENNZOIL	99	155 -16	36	23	25	74
AUK	119	188 -17	49	26	27	92
BRENT	109	269 -28	101	38	34	75

LOCATION	H S, 10 ( CM )		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	20 1	14	74	34	62
IJMUIDEN	119	34 -4	18	53	23	93
PENNZOIL	99	50 -6	21	41	21	76
AUK	118	89 -12	48	54	25	92
BRENT	0					

TABEL 19

## ALL MEASUREMENTS

APRIL 1982

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	( DEGREES )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
FURO	71	***	8	22	***	42	25	
IJMUIDEN	64	***	2	25	***	37	27	
PENNZOIL	50	***	7	16	***	32	16	
AUK	59	***	16	19	***	46	13	
BRENT	75	***	2	21	***	42	33	

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	( DM/SEC )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	119	71	-12	22	31	30	88	
IJMUIDEN	118	78	-19	25	31	26	90	
PENNZOIL	96	80	-24	24	30	16	79	
AUK	118	74	-11	28	39	34	80	
BRENT	109	85	-6	32	37	48	60	

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT ( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	119	116	-19	38	32	25	91	
IJMUIDEN	119	127	-15	40	31	33	86	
PENNZOIL	98	156	-18	38	24	21	76	
AUK	118	189	-27	59	31	21	97	
BRENT	108	269	-38	97	36	27	80	

LOCATION	H S,10 NUMBER	( CM )		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	119	20	2	14	72	36	60	
IJMUIDEN	118	34	-3	17	49	25	90	
PENNZOIL	98	51	-4	19	37	23	72	
AUK	117	89	-14	42	47	24	92	
BRENT	0							

TABEL 20



## ALL MEASUREMENTS

APRIL 1982

LOCATION	WIND DIRECTION ( DEGREES )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	59	*** 11	33	***	41	17	
IJMUIDEN	59	*** 8	36	***	33	26	
PENNZOIL	45	*** 4	31	***	25	20	
AUK	49	*** 15	33	***	36	12	
BRENT	72	*** 9	28	***	47	24	

LOCATION	WIND SPEED ( DM/SEC )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	119	70 -15	30	42	26	89	
IJMUIDEN	118	78 -21	33	42	23	95	
PENNZOIL	96	80 -25	38	47	22	74	
AUK	118	74 -15	32	43	32	84	
BRENT	109	85 -7	38	44	42	65	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	119	115 -22	45	39	18	100	
IJMUIDEN	119	126 -22	48	38	23	95	
PENNZOIL	98	156 -29	49	31	17	81	
AUK	118	189 -48	76	41	21	96	
BRENT	108	269 -41	147	55	27	81	

LOCATION	H S, 10 ( CM )		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	119	20 3	18	89	33	64	
IJMUIDEN	118	34 -5	21	61	23	93	
PENNZOIL	98	51 -10	27	52	18	79	
AUK	117	89 -27	67	75	21	95	
BRENT	0						

TABEL 21

