

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

TECHNISCHE RAPPORTEN

T.R. - 37

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 1982 - april 1983

De Bilt, 1983

Publikatienummer : K.N.M.I. T.R. 37 (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 1982 - APRIL 1983.

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 golfhoogte, hoogfrequentie golfhoogte en wind vektor worden vergeleken met waarnemingen. De vergelijking beslaat de periode van 1 oktober 1982 t/m 30 april 1983, 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, lowfrequency wave height, wind speed and wind direction are compared with observations. The comparison is made for the period October 1982 until April 1983 for the following locations : EURO, IJMUJIDEN 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 Janssen, Komen en de Voogt (1983). Sinds 1979 wordt het model systematisch geverifieerd. De resultaten van deze verificatie worden jaarlijks gebundeld (Bouws et al., 1980, 1982a en 1982b).

Dit rapport behandelt de periode oktober 1982 t/m april 1983. Modelresultaten werden geverifieerd voor de volgende posities :

			diepte
EURO	51 ⁰ 59'N	3 ⁰ 30'O	20 m
IJMUIDEN	52 ⁰ 34'N	4 ⁰ 04'O	25 m
PENNZOIL	53 ⁰ 13'N	3 ⁰ 13'O	22 m
AUK	56 ⁰ 24'N	2 ⁰ 04'O	60 m
BRENT	61 ⁰ 04'N	1 ⁰ 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 :

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

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

alsmede de windsnelheid en windrichting.

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, 1982a en 1982b) voor een bespreking van de hiermee samenhangende problemen. Een recent overzicht van de verwerkingswijze is gegeven door Van Moerkerken (1982).

Als controle op de kwaliteit van onze verificatieprocedure en om na te gaan of er significante wijzigingen zijn in de prestaties, zijn resultaten van de hele verificatieperiode geplot in de figuren 1 - 6. Hierbij viel het op dat de gemiddelde fout in de windsnelheid van PENNZOIL aanvankelijk ongeveer nul was, maar later, na de zomer van 1981, negatief. Bij navraag bleek dit te berusten op een fout in de verwerking van de ruwe waarnemingen, waardoor sedert de zomer geen hoogtekorrektie meer werd uitgevoerd. (vgl. de discussie in Bouws et al. 1980, op pag. 5). In de nabije toekomst zal de korrektie weer in rekening worden gebracht.

Bij AUK werd de hoogtekorrektie pas op 17 februari 1982 ingevoerd. Dit is goed te zien in figuur 7 waarin de resultaten van '81/'82 en '82/'83 vergeleken worden.

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 uurprognose 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.

* Eigenlijk is er sprake van de standaard afwijking.

OKTOBER 1982

Algemeen Overzicht

Voor de drie zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN, en PENNZOIL) is zowel de windsnelheid als de golfhoogte (H_S en $H_{S,10}$) systematisch te laag (behalve windsnelheid van de analyse voor IJMUIDEN). Dit betreft met name de golfhoogte tijdens perioden met betrekkelijk weinig wind. Op de drie stations kwamen diverse pieken in golfhoogte voor tussen 3 en 3.5 m. Deze pieken werden i.h.a. goed weergegeven. In de periode 7 - 10 oktober en op 15 oktober werd laagfrequent golfenergie gemeten. De periode 7 - 10 oktober werd door GONO vrij goed weergegeven (prognoses echter te laag). Op de 15e was GONO te hoog (op EURO was $H_{S,10}$ ca. 0.5 m te hoog).

Voor de noordelijke stations (AUK en BRENT) ontbraken i.h.a. de golfmetingen voor AUK. Dit station wordt daarom buiten beschouwing gelaten voor wat betreft de golven. Op BRENT kwamen 6 pieken voor in H_S (laagste piek ca. 3 m hoogste piek ca. 6 m). De piek op 2 oktober werd goed weergegeven, de piek op de 7e slecht, de overige redelijk goed. Tijdens perioden met weinig wind is ook hier H_S te laag. De +12 en +24 uurprognoses zijn veel slechter dan de analyses.

Statistisch Overzicht

analyses : windsnelheid voor EURO, PENNZOIL en BRENT te laag (0.5 - 1.5m/s) voor IJMUIDEN en AUK iets te hoog (ca. 0.3 m/s).

H_S : voor alle stations te laag (ca. 20 cm) (gemiddelde waarde 1.25 m op IJMUIDEN tot ca. 3 m op BRENT).

RMS fout 30 cm voor zuidelijke stations. 90 cm voor BRENT. $SI \approx 30\%$.

$H_{S,10}$: SI 60 - 90%

Resultaten van de analyse ongeveer gelijk
aan die voor oktober 1981.

prognoses : (+12 en +24)

Winden voor alle stations te laag (variëren van 0.5 m/s
tot 3 m/s).

RMS fout in de wind ca. 3 m/s.

H_S : +12 prognose 20 - 40cm te laag

+24 prognose 25 - 50cm te laag

RMS fout ca. 30 cm, BRENT echter ca. 100 cm.

SI \approx 30 - 45%

$H_{S,10}$: te laag SI : 60 - 90%

NOVEMBER 1982

Algemeen Overzicht

Op de drie zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL) werden de hoogste golven gemeten op de 20e: EURO 3.8 m, IJMUIDEN 4.3 m en PENNZOIL 5.0 m. Deze pieken werden door GONO goed weergegeven, echter $H_{S,10}$ bij PENNZOIL was 1.0 m te laag. In de periode 6 - 10 november was de windsnelheid bij EURO en IJMUIDEN veel te hoog, (2 - 5 m/s). De golfhoogte (2.0 - 3.0 m) was redelijk goed, behalve op de 8e (ca. 80 cm te hoog). De golfhoogte bij PENNZOIL was goed ofschoon de windsnelheid tussen 8 - 10 november ca. 3 m/s te laag was. De +12uur- en +24 uurprognoses waren zoals gewoonlijk veel slechter, waarbij de +24 uurprognose nog aanzienlijk slechter was dan de +12 uurprognose.

Op de twee noordelijke stations (AUK en BRENT) kwamen verscheidene hoge pieken voor, de hoogste golven werden op de 19e bij AUK (6.7 m) en op de 22e bij BRENT (9.0 m) gemeten. Bij AUK werden de toppen op 17 (5.5 m) en 19 november goed weergegeven, de windrichting en windsnelheid kwamen goed overeen, behalve op de 17e, toen de GONO-wind 60° geruimd was. BRENT werd aanzienlijk slechter weergegeven. De piek op de 6e (7.0 m) was 0.5 m te laag en de windsnelheid 6 m/s te laag. Op de 11e en 17e waren er pieken van 7.0 m en 7.5 m. GONO was 2.0 m en 2.5 m te hoog. De GONO wind was 5 - 10 m/s te hoog.

Op de 22e werd een golfhoogte van 9.0 m gemeten. GONO gaf slechts 6.5 m, hoewel de wind echter vrij goed was. De +12 uurprognoses en de +24 uurprognoses waren voor beide stations veel slechter dan de analyse.

Statistisch Overzicht

analyses : Over het algemeen weinig verandering t.o.v. eerdere resultaten (zie T.R. - 22).

prognoses : (+24)

windrichting : gemiddelde fout van max. 24° (AUK)

RMS - fout 29 - 44°

windsnelheid : RMS - fouten tot 4 m/s

H_S : voor alle stations berekeningen lager dan de metingen
SI van 35 - 39%

$H_{S,10}$: geringe toename SI t.o.v. analyse

DECEMBER 1982

Algemeen Overzicht

Er kwamen verscheidene perioden voor met tamelijk hoge golven op de zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL) en wel in de perioden 7 - 12, 14 - 17, 19 - 22, 24, en 27 - 29 december.

De maximum golfhoogten bedroegen ongeveer 4.0 m op EURO, 4 - 5 m op IJMUIDEN en PENNZOIL. Opgemerkt wordt dat voor EURO en PENNZOIL in de periode 14 - 23 december praktisch alle metingen ontbreken.

GONO geeft de golfhoogte voor EURO slechts matig weer in de analyse; voor IJMUIDEN en PENNZOIL (voor zover er metingen zijn) was GONO vrij goed. Opvallend is dat tijdens de maxima de GONO-wind veelal te sterk is, hetgeen resulteert in een enigszins te hoge piek in het model. Het verloop van $H_{S,10}$ werd matig door GONO weergegeven. I.h.a. was GONO aanzienlijk te hoog. Bijvoorbeeld op 22 december werd op EURO een $H_{S,10}$ gemeten van 75 cm. GONO gaf 115 cm.

Voor IJMUIDEN en PENNZOIL was GONO wat beter, maar ook op deze stations gaf GONO te lang te hoge waarden voor $H_{S,10}$. Opvallend zijn de hoge gemeten waarden voor $H_{S,10}$ rond de 16e op IJMUIDEN (ca. 2 m). GONO was te laag (ca. 1 m). Voor EURO en PENNZOIL waren er helaas geen metingen beschikbaar.

Op de noordelijke stations (AUK en BRENT) kwamen diverse keren golfhoogten van 6 - 7 m voor. De pieken werden door GONO i.h.a. matig weergegeven. Op de 16e werd op AUK een H_S van 7.1 m gemeten, terwijl GONO slechts 5.8 m gaf. In het algemeen echter werden de maxima door GONO te hoog aangegeven. Tijdens deze maxima fluctueerde de modelwind nogal, bij enkele golfmaxima was de wind goed, bij andere te hoog of te laag.

Statistisch Overzicht

Resultaten in vergelijking met oktober en november 1982.

analyses : windrichting : weinig veranderd

onderstaande tabel toont de gemiddelde fout (in graden, dec. '82) per sector van 60 graden van de gemeten wind

	alle richt.	1-60	61-120	121-180	181-240	241-300	301-360
EURO	12	-	18	24	23	4	-17
IJMUIDEN	7	-	22	25	21	-7	-15

positief : berekende wind gemiddeld geruimd t.o.v. de gemeten wind

negatief : gekrompen

windsnelheid: voor de zuidelijke stations is de RMS-fout 5 dm/sec. groter

H_S : betere resultaten door kleinere gemiddelde fout (tot 8 cm. m.u.v. BRENT, 21 cm) en onveranderde RMS-fout

$H_{S,10}$: onveranderd

prognoses : (+24)

voor de windrichting, windsnelheid en H_S geldt een beter resultaat vooral t.o.v. oktober '82, door een kleinere gemiddelde fout

JANUARI 1983

Algemeen Overzicht

Op de zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL) kwamen pieken voor van 4 tot 5 m. In het algemeen was GONO op deze stations

te hoog, met name voor PENNZOIL, en wel vooral in de pieken; de dalen in de tijdreeksen werden beter weergegeven. Voor IJMUIDEN werd de piek op de 19e (waargenomen $H_S=5.0$ m) door GONO redelijk goed weergegeven ($H_S=4.6$ m). Ook de wind was toen goed. GONO gaf in deze piek veel te lage $H_{S,10}$.

Overigens was het verloop van $H_{S,10}$ op de drie zuidelijke stations redelijk met uitzondering van de periode 23 t/m 25 januari, toen GONO veel te veel deining gaf. In het model was deze deining afkomstig uit een brongebied tussen 70 en 75 NB waar GONO noordenwinden gaf met snelheden tot 54 knopen. Dit resulteerde in golfhoogten van ca. 11 m. Waargenomen winden waren noord met snelheden van maximaal ca. 40 knopen

Op de noordelijke stations (AUK en BRENT) kwamen enkele pieken voor met golfhoogten tussen 7.5 en 8.5 m. In het algemeen werden deze pieken vrij slecht weergegeven met uitzondering van de piek op de 29e op AUK en de pieken op de 19e en 26e op BRENT, die goed werden weergegeven. Het verloop van $H_{S,10}$ voor AUK werd door het model redelijk weergegeven, met name op de 18e en op de 29e was het model korrekt. Evenals voor de zuidelijke stations gaf GONO ook voor AUK in de periode 22 t/m 25 januari te veel deining afkomstig uit het genoemde noordelijke brongebied.

Statistisch Overzicht

We vergelijken met de voorafgaande maanden.

Windrichting: Onveranderd. Berekende wind voor EURO in 90% van alle gevallen geruimd t.o.v. de gemeten wind.

Windsnelheid: Gemiddelde fout PENNZOIL - 18 dm/sec.

Afname SI : 14 - 24%

H_S : Voor alle stations te hoog berekend.

Daar de RMS fout gelijk gebleven is, dus een slechtere prestatie, vooral voor PENNZOIL (zie tabel)

Gemiddelde fout H_S in cm.

station	EURO	IJM	PENN	AUK	BRENT
analyse	34	30	61	4	17
+24 prognose	24	13	32	-35	-57

$H_{S,10}$: Gemiddelde fout onveranderd. Voor EURO belangrijk
betere SI: 57%.

FEBRUARI 1983

Algemeen Overzicht

Van IJMUIDEN waren in de periode 1 - 10 februari geen golfmetingen beschikbaar.

Op de zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL) komen twee uitgesproken pieken voor in H_S , nl. omstreeks 2 en 5 februari (gemeten golfhoogte ca. 5 en 3 m). Deze pieken werden goed weergegeven. De wind echter was alleen rond de 2e goed; rond de 5e was de GONO-wind 3 - 6 m/s te laag. De rest van de maand stond er een wind met een grote oostcomponent. Deze wind werd in het algemeen goed weergegeven (met uitzondering van PENNZOIL). Dit is echter mogelijk te wijten aan de toegepaste windcorrectie op de waarnemingen). Door het landwindeffekt wordt de golfgroei bij aflandige wind extra gereduceerd. Dit resulteerde nu in een veel te lage H_S (ca. 50 cm voor EURO en IJMUIDEN, ca. 25 cm voor PENNZOIL).

$H_{S,10}$ was voor deze stations de gehele maand goed, met uitzondering van de piek op de 11e die te laag werd weergegeven.

Van de noordelijke stations vertoont AUK hoge pieken omstreeks de 2e (6.5 m) en de 5e (6.5 m) en BRENT een piek van ca. 7.5 m op de 10e. De piek rond de 2e op AUK werd door GONO slecht weergegeven (GONO gaf 8.5 m). Dit was te wijten aan de veel te hoge modelwinden (verschil

met waarnemingen ca. 6 m/s). De andere pieken werden beter door GONO weergegeven. Op de 5e gaf het model echter een piek van 7 m op BRENT, terwijl slechts 4.5 m werd waargenomen. Oorzaak was de berekende wind, die ca. 8 m/s te hoog was.

Het verloop van $H_{S,10}$ (alleen AUK) werd door het model goed weergegeven, hoewel GONO ook hier de piek op de 11e te laag weergaf.

Statistisch Overzicht

analyses : windrichting en windsnelheid : onveranderd t.o.v. eerdere maanden.

H_S : opvallend is het grote verschil in de gemiddelde fout t.o.v. de vorige maand vooral voor EURO en IJMUIDEN : jan. '83 3 dm te hoog nu 4 dm te laag berekend.

prognoses : $H_{S,10}$: kleine gemiddelde fout en SI van 51 tot 73%
wind en $H_{S,10}$: ontwikkeling fouten analoog eerdere maanden

H_S : voor +24 loopt de gemiddelde fout voor EURO en IJMUIDEN terug tot 2 à 3 dm. te laag, maar voor de noordelijke stations loopt de gem. fout op tot 7 à 9 dm. (te laag berekend)

MAART 1983

Algemeen Overzicht

Op de zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN EN PENNZOIL) kwamen drie pieken voor (op de 22e, 24e en 26e) met golfhoogten tussen 3 en 4 m. De pieken werden redelijk door GONO weergegeven m.u.v. de pieken op de 24e en 26e bij EURO. De golfhoogte van GONO was daar, op de 24e ca. 0.9 m te hoog. Dit kwam doordat de wind door GONO te hoog berekend was, 18 m/s i.p.v. 14 m/s. Ook op de 26e was de golfhoogte van GONO te hoog (GONO wind ca. 2 m/s te hoog).

Op de 26e om ongeveer 0 uur werd er bij EURO laag frekwente energie gemeten; in GONO trad deze energie pas om 6 uur op. De prognoses waren aan de lage kant, m.u.v. de 22e toen de prognoses redelijk goed waren.

Op de noordelijke stations (AUK en BRENT) kwamen diverse keren golfhoogten tussen 4.5 en 5.5 m voor. Extremen deden zich voor bij AUK op de 5e, met een golfhoogte van 6.3 m (GONO gaf 4.7 m) en bij BRENT op de 20e met een golfhoogte van 8.0 m (GONO gaf 6.0 m).

Statistisch Overzicht

De resultaten voor de afgelopen drie maanden tonen geen verandering t.o.v. de periode oktober-december 1982, zowel voor de analyses als de prognoses. Vergelijken we echter met de overeenkomstige maanden van het vorig jaar, dan blijken de resultaten vooral van de prognoses aanzienlijk verbeterd.

APRIL 1982

Algemeen Overzicht

Op de zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL) kwamen enkele hoge pieken in golfhoogte voor, ca. 3,5 m op de 12e, en ca. 2 m op de 2e en op de 28e. De piek op de 12e werd door GONO redelijk goed weergegeven (zowel in de analyse als in de prognose), hoewel de afname veel te hoog werd weergegeven. (ca. 1 - 1.5 m te hoog). De andere pieken werden eveneens redelijk geanalyseerd. De piek in laagfrequentie energie op de 12e werd door GONO veel te hoog weergegeven (waargenomen $H_{S,10}$ ca. 1 m, GONO gaf 0.5 m te hoog), en viel evenals de piek in H_S te langzaam af. GONO genereerde in de periode 21 - 24 april nog deining ($H_{S,10}$ ca. 0.4 m voor EURO) terwijl slechts ca. 0.1 m werd waargenomen.

De waarnemingen voor BRENT in deze maand zien er onbetrouwbaar uit en worden daarom buiten beschouwing gelaten. Op AUK kwamen verscheidene pieken in H_S voor tussen 2 en 3 m. die door GONO i.h.a. te laag werden weergegeven. Voor de GONO piek op de 12e van 3.7 m ontbraken helaas de metingen.

Het verloop van $H_{S,10}$ op AUK vertoont een piek op de 3e, die door GONO veel te laag werd weergegeven. Het maximum van ruim 1 m tussen de 18e en 21e werd door GONO gemist. Daarentegen gaf GONO een piek van ca. 1 m op de 22e die niet werd waargenomen.

Statistisch Overzicht

De resultaten zijn in vergelijking met die van eerdere maanden van het lopend seizoen onveranderd tot iets slechter. Vergelijken we echter met april '82 dan zijn de resultaten, vooral m.b.t. windrichting en windsnelheid slechter, zowel in de analyse als in de prognoses. De windsnelheid wordt in de +24 uurprognose gemiddeld te laag berekend (1 à 2 m/sec), evenals de significante golfhoogte (2 à 5 dm te laag).

4. SAMENVATTING

De resultaten zijn samengevoegd in de figuren 1 - 14. In figuren 1 - 6 zijn resultaten voor de hele verificatieperiode vanaf december 1979 gegeven voor de zuidelijke stations. In de figuren 7 - 14 vergelijken we de resultaten van het seizoen '82 - '83 met de resultaten van '81 - '82.

Wat de wind betreft constateren we een verbetering van de resultaten van '82 - '83 t.o.v. '81 - '82. Dit komt vooral tot uiting in de +24 SI van EURO en de RMS van AUK. T.o.v. '80 - '81 is echter geen verbetering vast te stellen. Waarschijnlijk zijn de relatief slechte resultaten van '81 - '82 te wijten aan de toen opgetreden problemen in het BK4-atmosfeer model, problemen die inmiddels verholpen zijn. De gemiddelde fout in PENNZOIL is systematisch negatief. Dit is het gevolg van het achterwege laten van de hoogtekcorrectie op de gemeten wind, zoals reeds besproken in paragraaf 2. Dezelfde fout is voor AUK gecorrigeerd in februari 1981.

Wat betreft de gemiddelde fout in de golfhoogte zijn de fluctuaties van maand tot maand aanzienlijk. Binnen deze fluctuaties is een van jaar tot jaar trend niet vast te stellen. Een uitschieter vormde januari '83 PENNZOIL, met een gemiddelde fout van ca. 60 cm. Een vergelijkbare uitschieter trad op in december '80. Een verklaring voor de grootte van deze fluctuaties is in het bestek van deze evaluatie niet te geven. De strooiindex van de golfhoogte is enigszins verbeterd. We schrijven dit toe aan de kleine verbeteringen die zijn aangebracht in GONO. Bij de $H_{S,10}$ verificatie zijn geen significante verschillen tussen '81 - '82 en '82 - '83 vast gesteld.

In dit rapport hebben we verificatieresultaten besproken van het numerieke golfmodel van het KNMI.

Deze resultaten geven een duidelijk beeld van de kwaliteit van de analyses en prognoses.

Tevens zijn zij onontbeerlijk bij het onderzoek naar mogelijke verbeteringen van het model.

Wij danken Henk Kalle voor zijn bijdrage aan dit werk op het punt van de inwinning, verwerking en presentatie van de gegevens en Rik de Gier voor zijn voortdurende bereidheid om ons bij het programmeerwerk bij te staan.

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 report, 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, T.R. - 11.
- Bouws, E., Komen, G.J., Moerkerken, R.A. van, Peeck, H.H. and Saraber, M.J.M. (1982b). Evaluatie van de golfberekeningen met GONO over de periode oktober 1981 - april 1982. KNMI Technisch Rapport, T.R. - 22.
- Janssen, P.A.E.M., Komen, G.J. and Voogt, W.J.P. de (1983). GONO, a coupled hybrid wave prediction model, submitted for publication.
- Moerkerken, R.A. van, (1982). Het verwerken van gegevens t.b.v. de verificatie van het golfverwachtingsmodel GONO. KNMI Memo 82 -8, (afd. 00).

ONDERSCHRIFTEN BIJ FIGUREN

- 1 - 6 Plots van gemiddelde waarneming, gemiddelde fout, RMS fout over de hele verificatieperiode vanaf december 1979 van de zuidelijke stations (EURO, IJMUIDEN en PENNZOIL: FF en HS)
- 7 -14 Plots van gemiddelde fout, RMS fout en de strooiindex van windsnelheid, significante golfhoogte (H_S) en de laagfrewkente golfhoogte ($H_{S,10}$), voor de geselecteerde stations.

TABELLEN

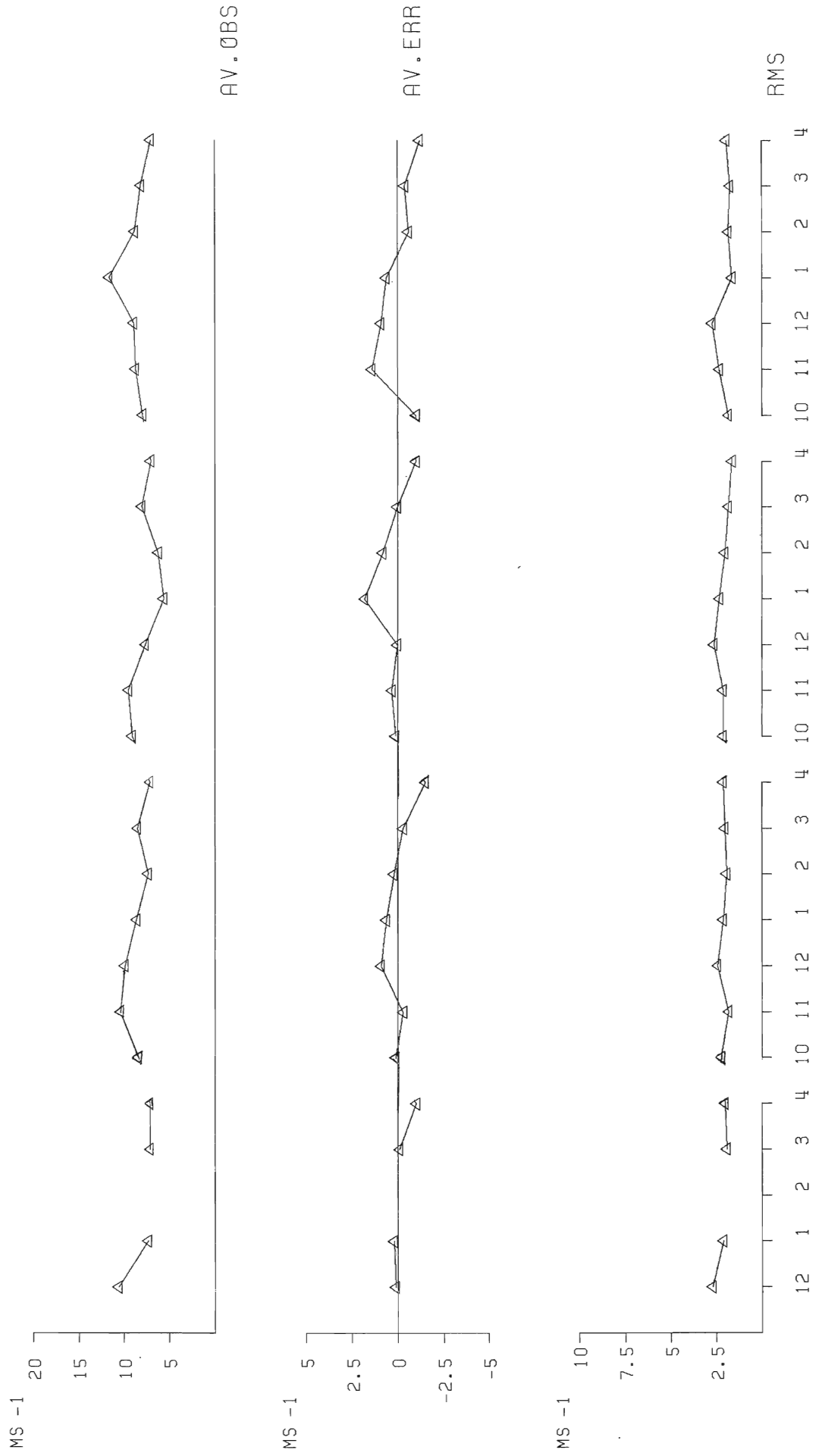
- 1 -21 Statistische tabellen van wind- en golfgegevens betreffende windrichting, windsnelheid, H_S en $H_{S,10}$. Gegeven wordt resp. het station, aantal waarnemingen, gemiddelde van de waarnemingen, gemiddelde fout, RMS-fout, strooiindex, aantal gevallen van overschatting en het aantal gevallen van onderschatting.

EURO

ANALYSE-FF

VAN 1979-1983

Fig 1

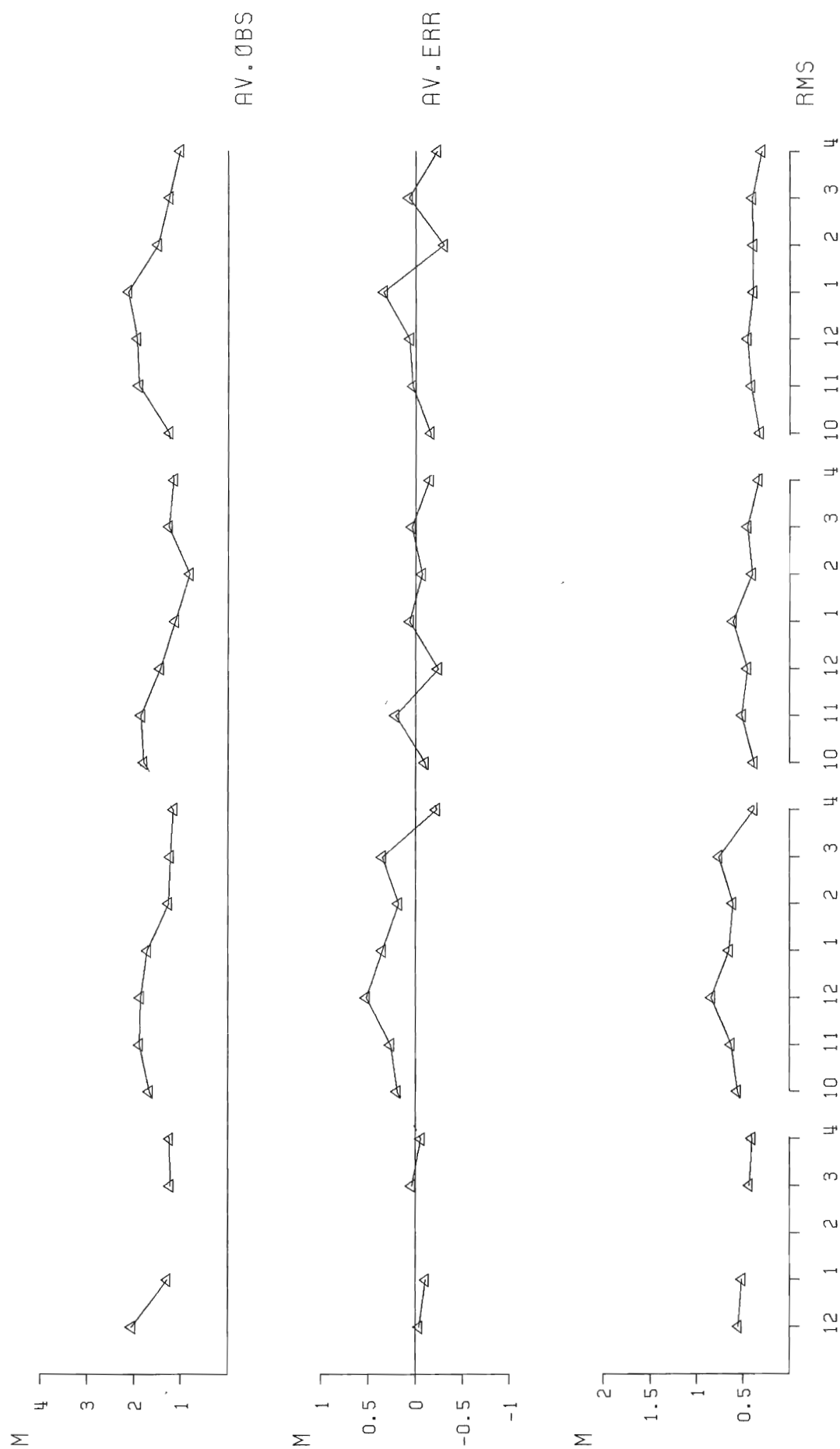


EURO

ANALYSE-HS

VAN 1979-1983

Fig 2

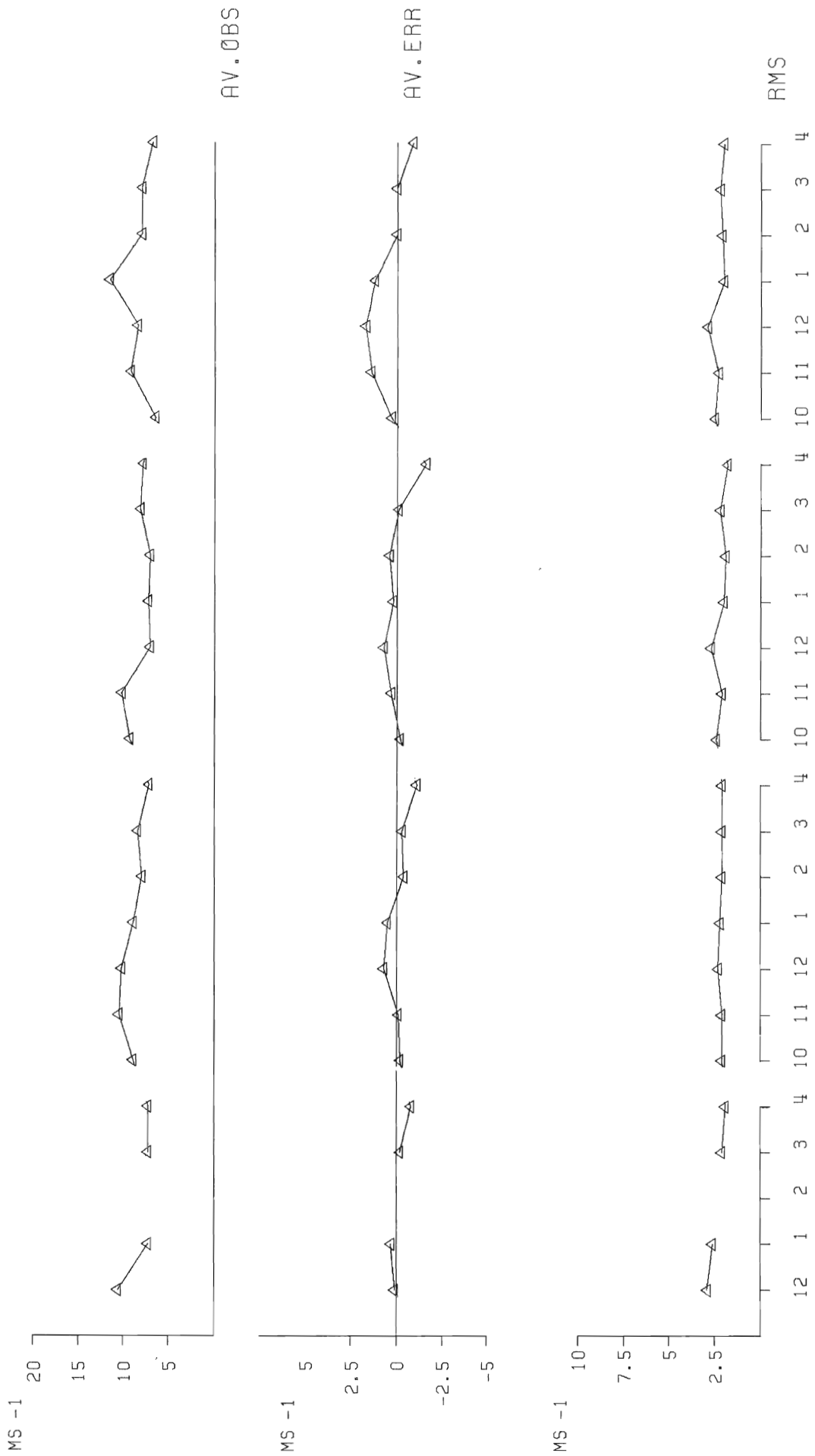


IJMU IDEN

ANALYSE-FF

VAN 1979-1983

Fig 3

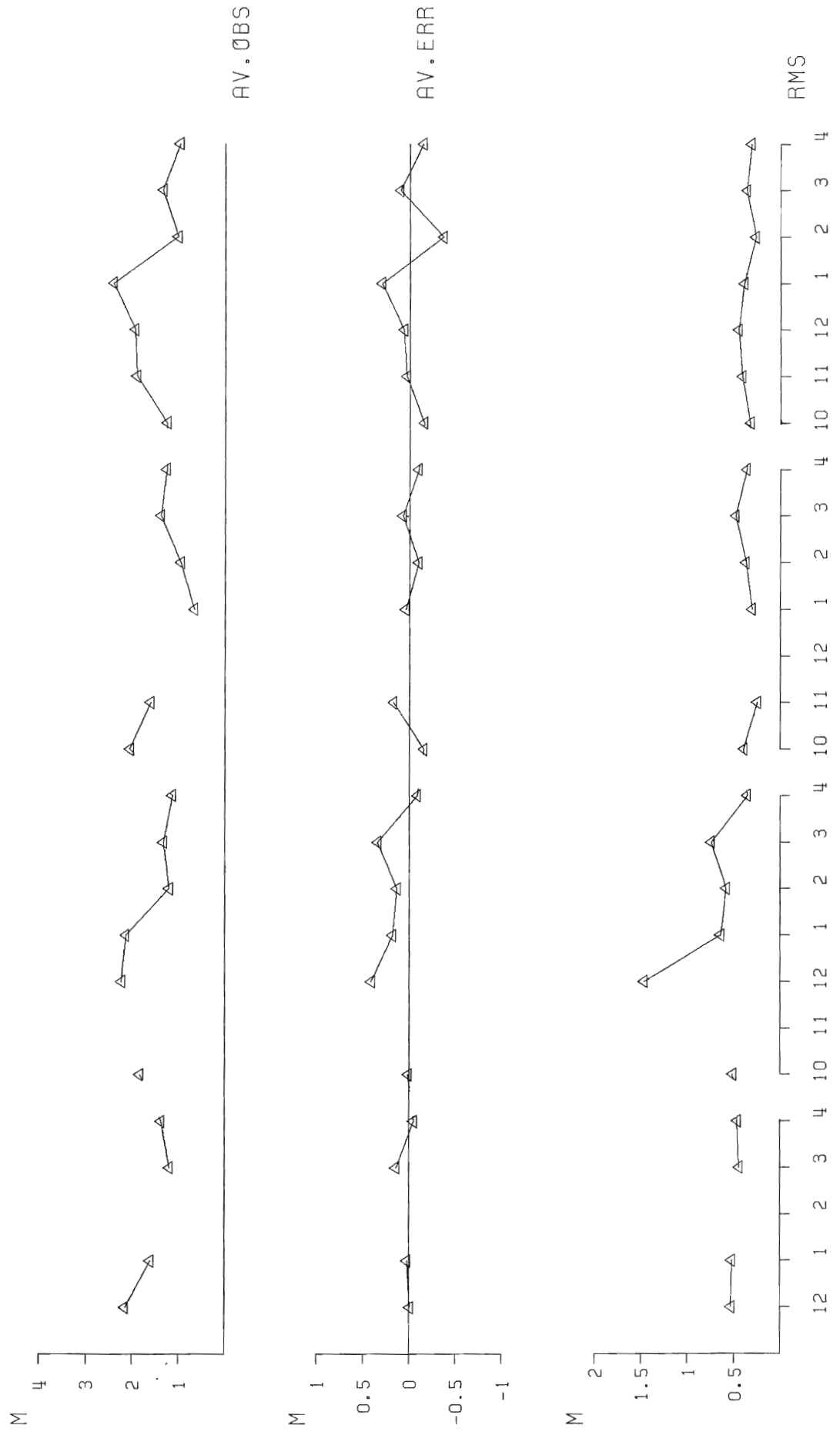


IJMUIDEN

ANALYSE-HS

VAN 1979-1983

Fig 4

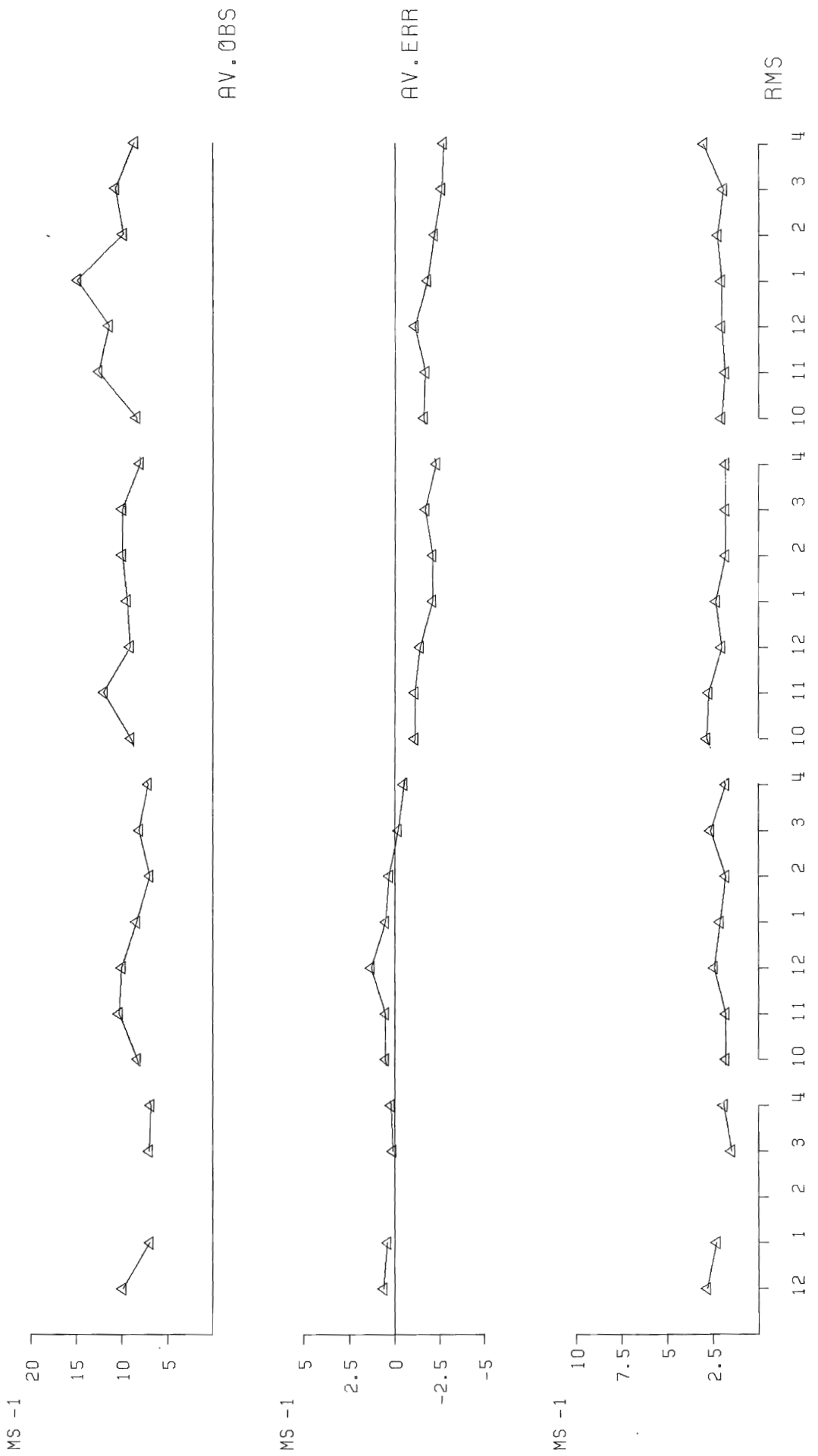


PENNZOIL

ANALYSE-FF

VAN 1979-1983

Fig 5

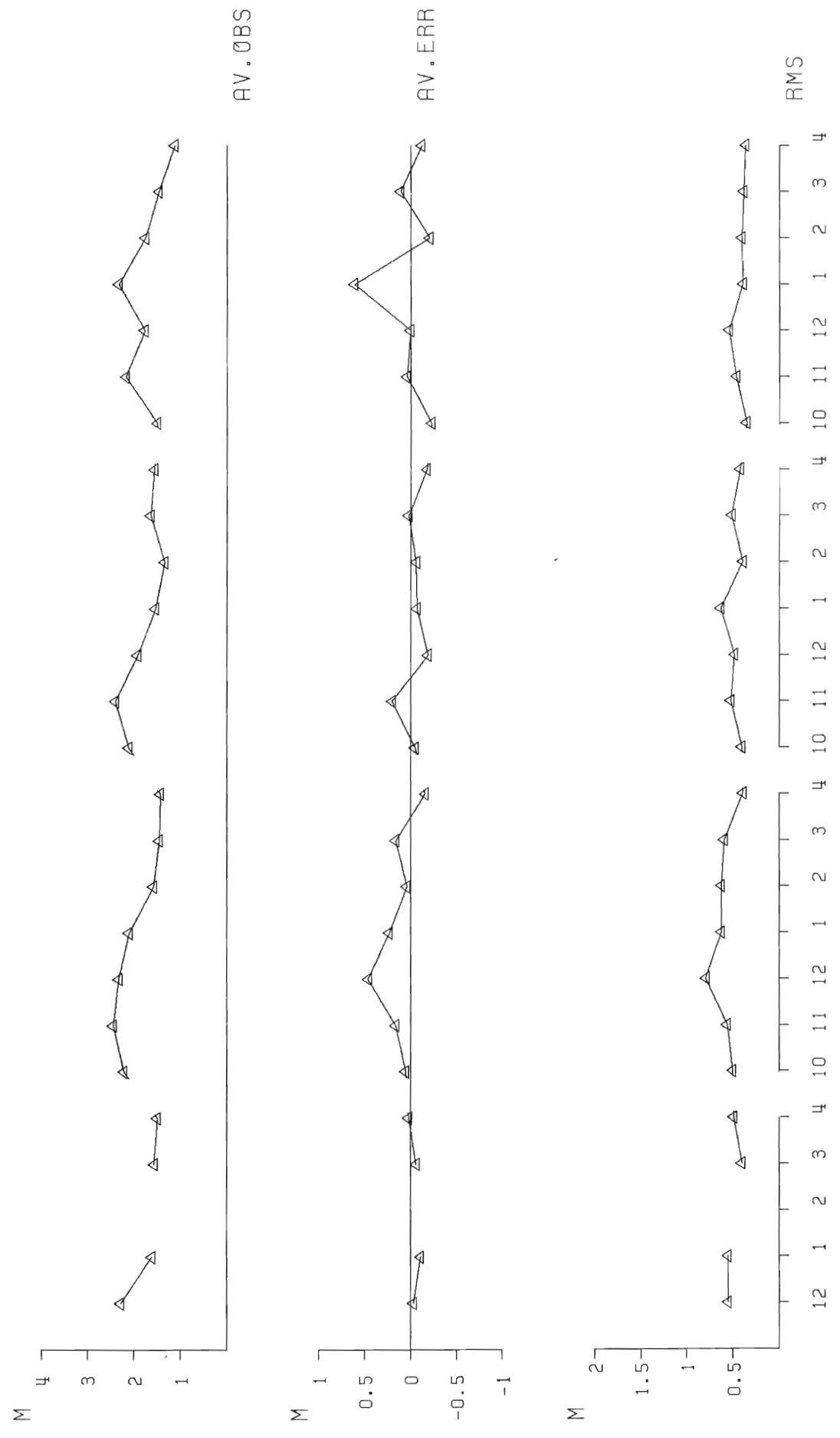


PENNZOIL

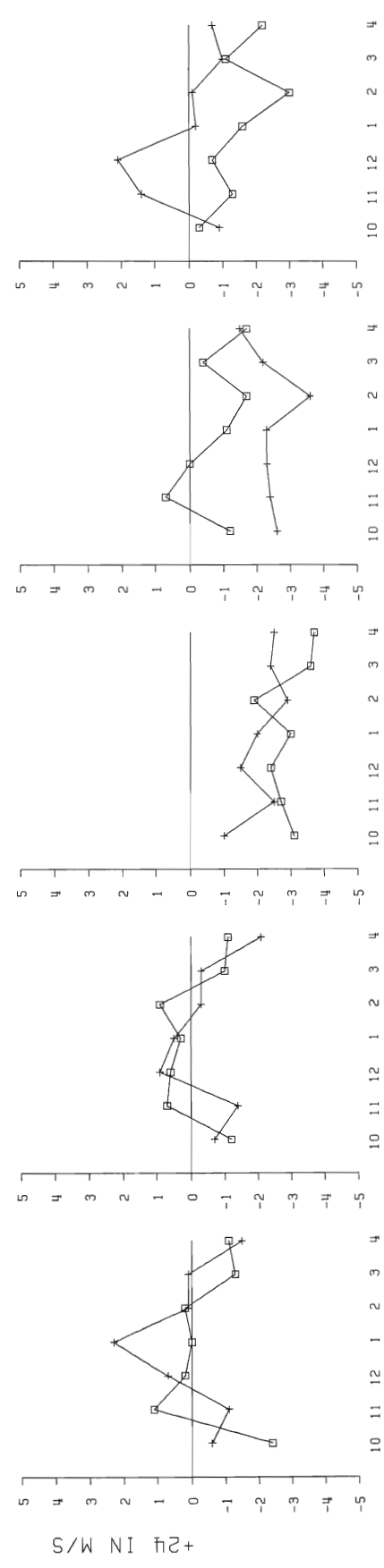
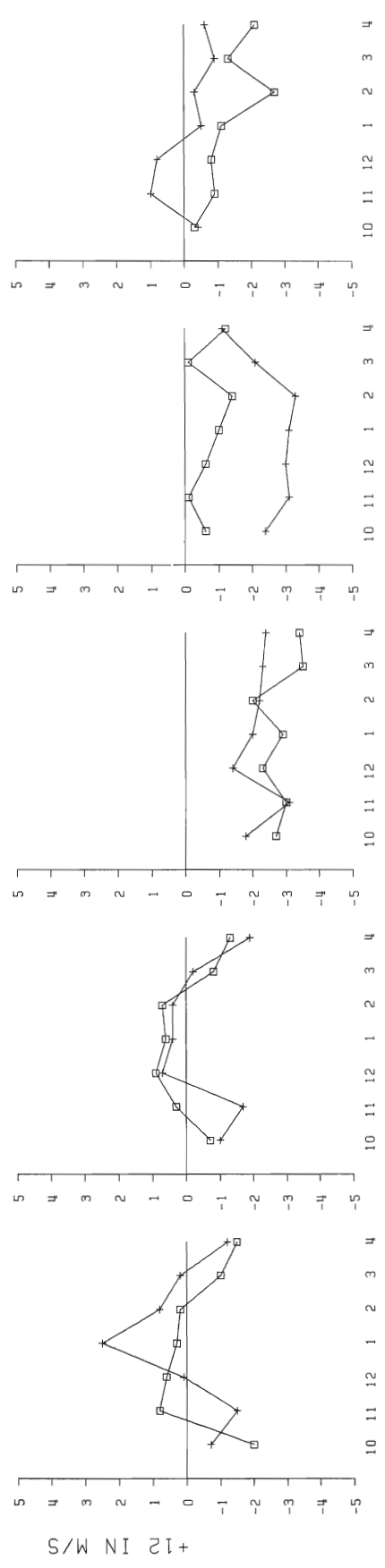
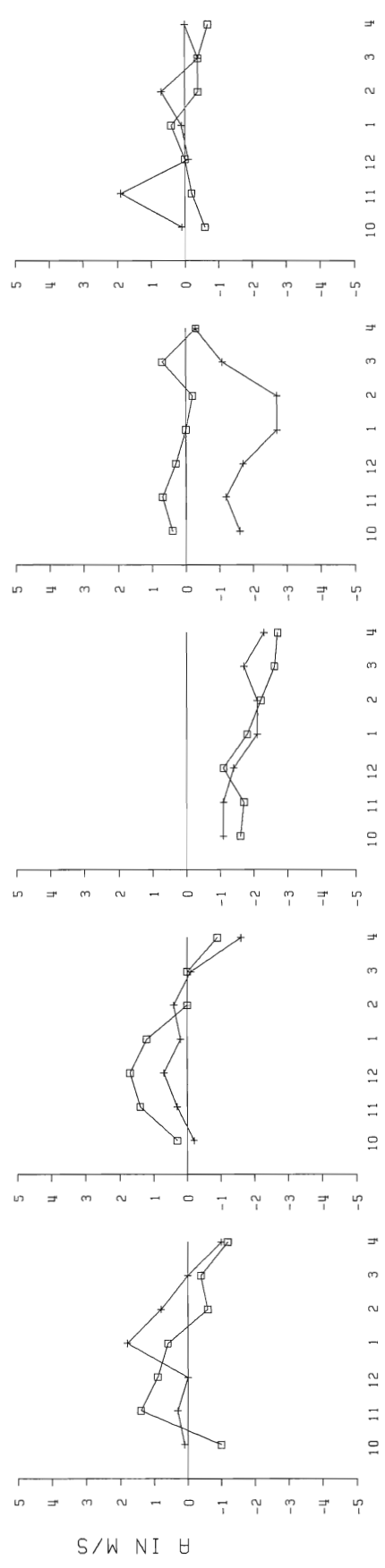
ANALYSE-HS

VAN 1979-1983

Fig 6



EUR IJM PEN AUK BRE

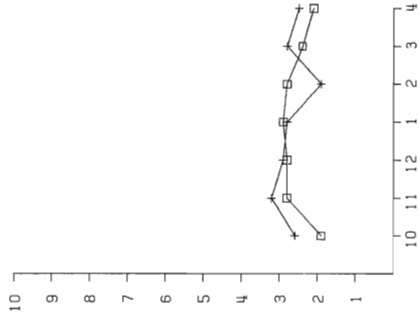


+ OKT 81-APR 82
 □ OKT 82-APR 83

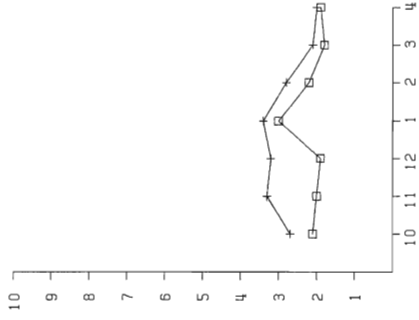
FF-AV. ERR

FIG.7

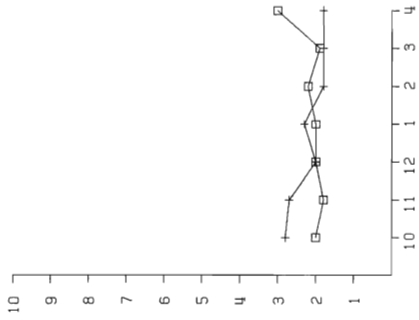
BRE



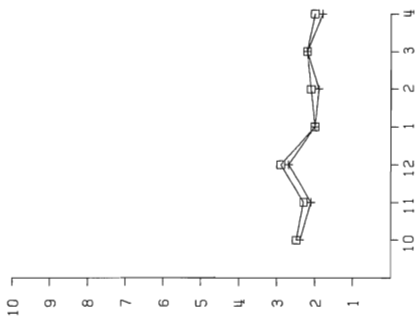
AUK



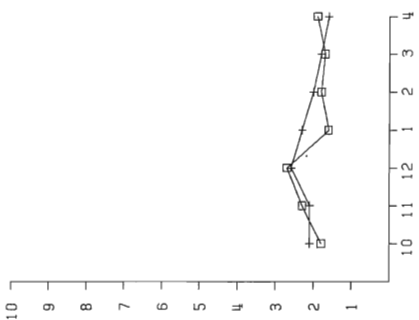
PEN



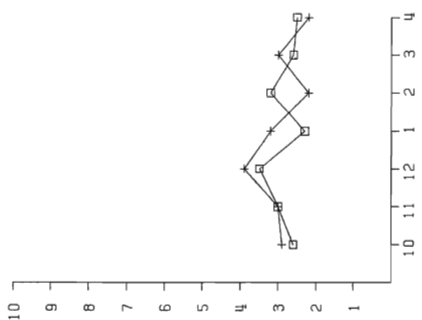
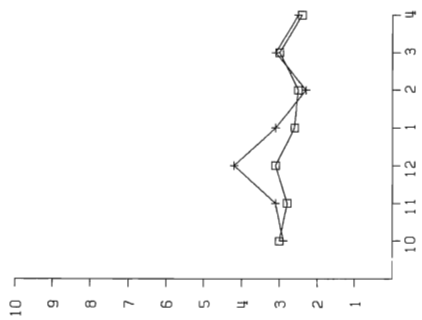
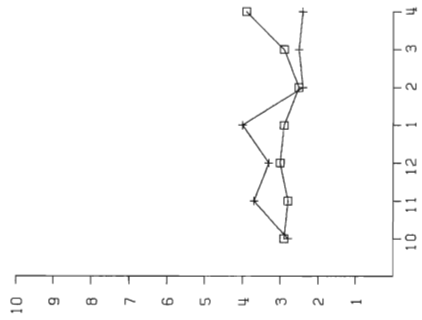
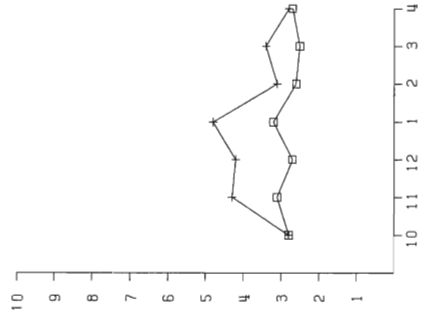
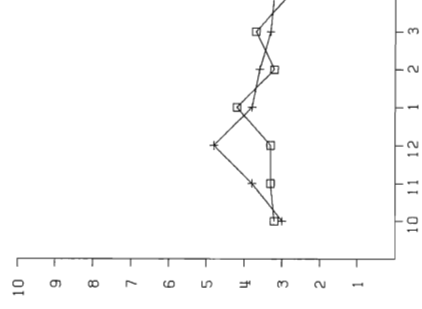
IJM



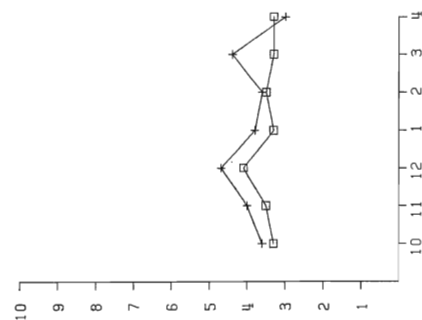
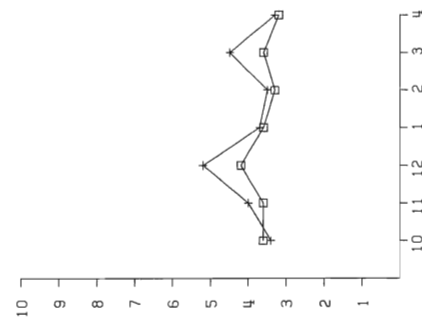
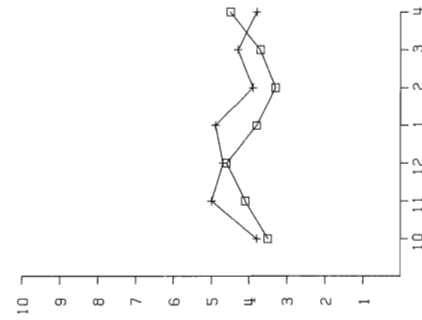
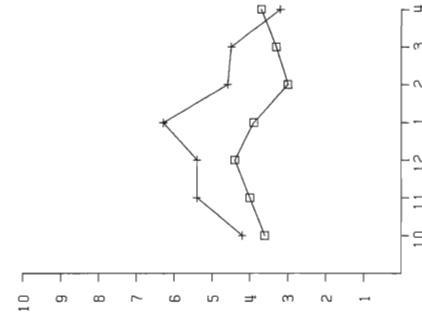
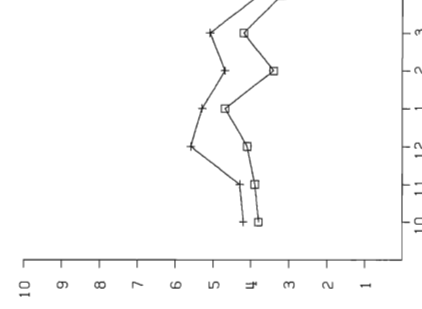
EUR



P IN M/S



+12 IN M/S



+24 IN M/S

+ OKT 81-APR 82
 □ OKT 82-APR 83

FIG. 8

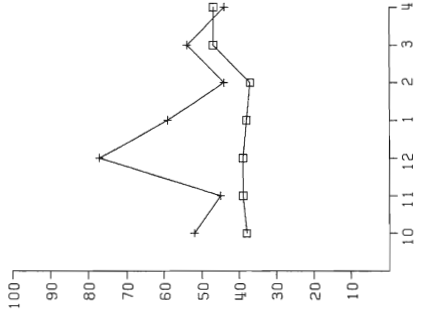
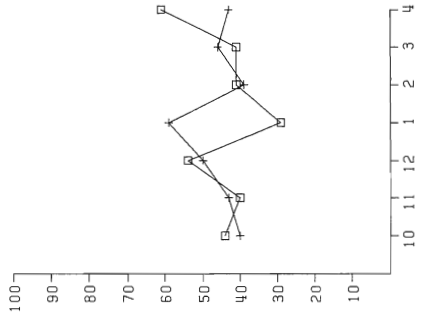
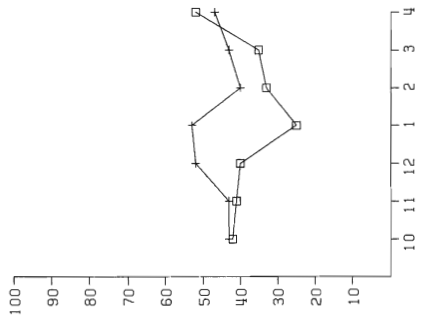
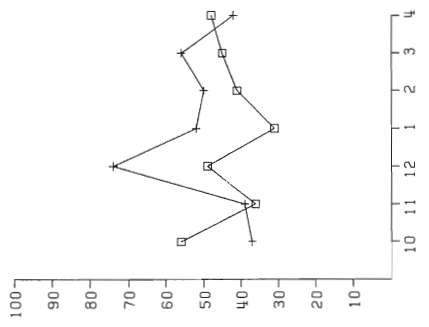
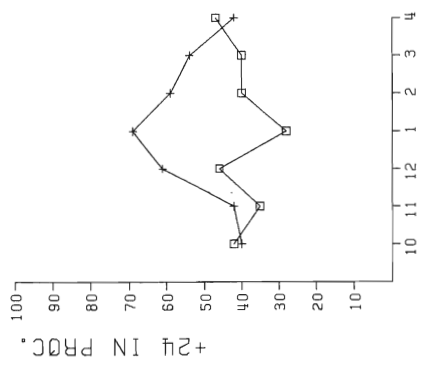
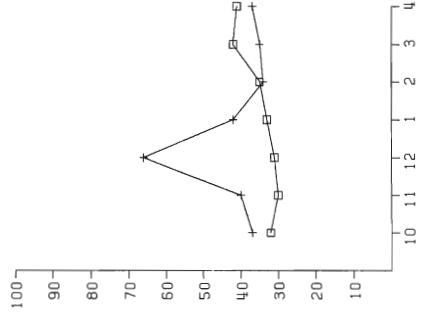
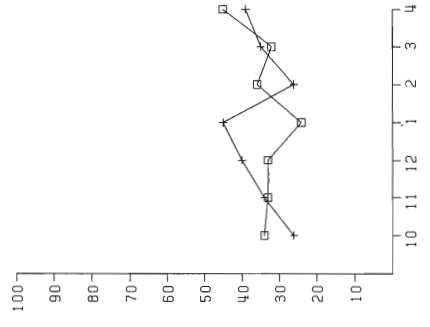
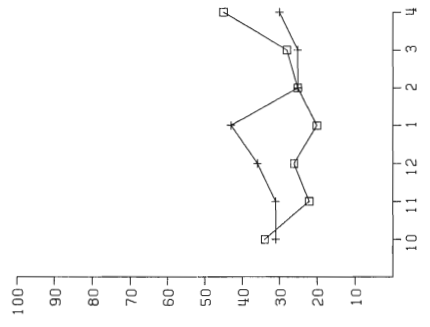
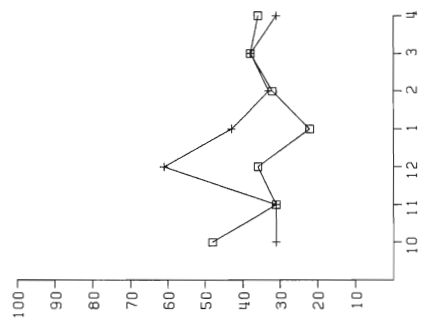
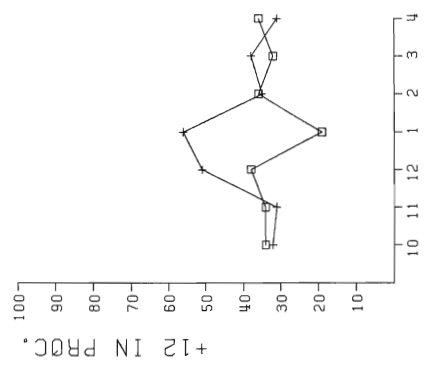
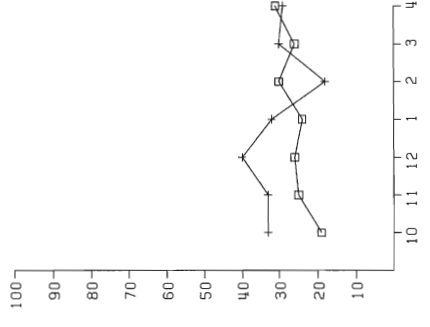
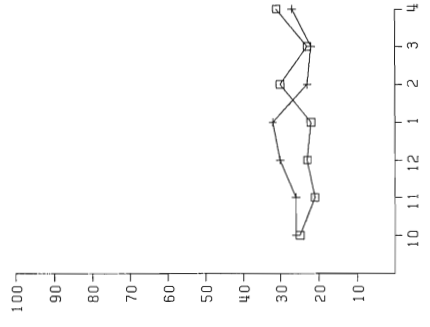
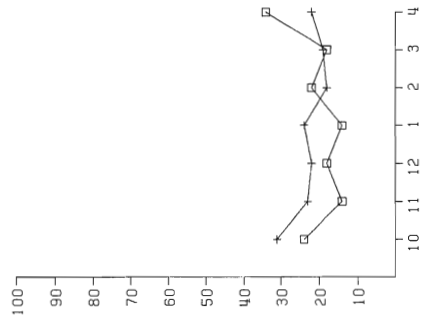
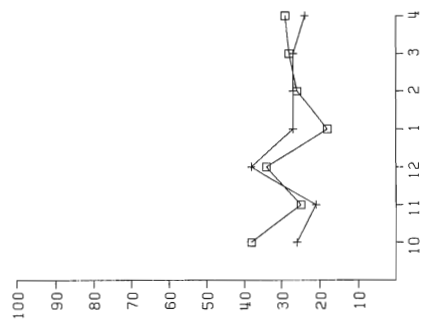
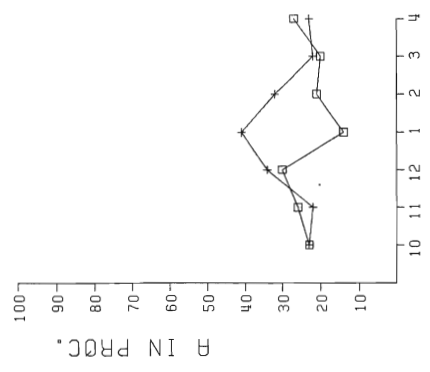
EUR

IJM

PEN

AUK

BRE

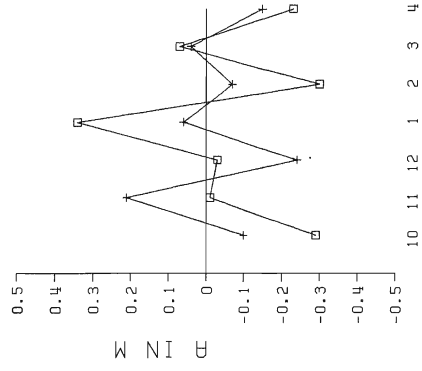


+ 81-APR 82
 □ 82-APR 83

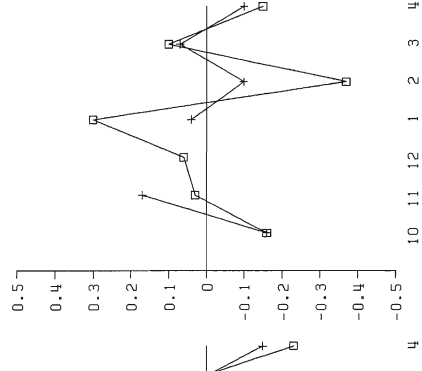
FF-SI

FIG.9

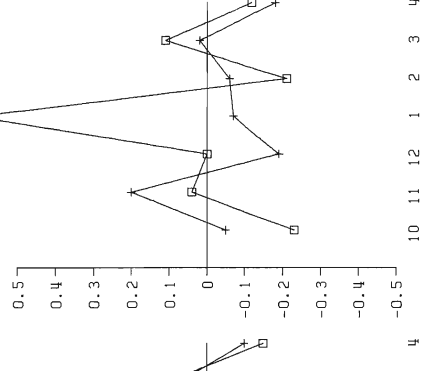
EUR



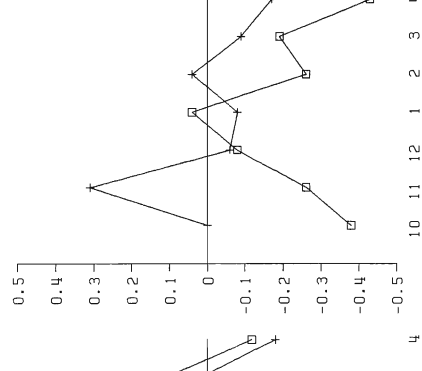
IJM



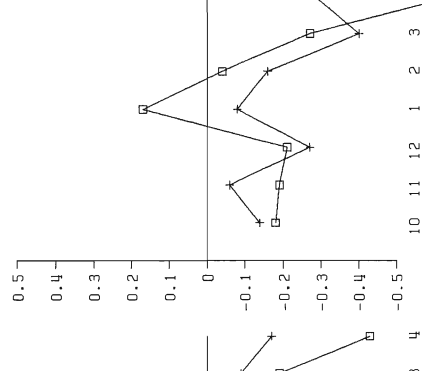
PEN



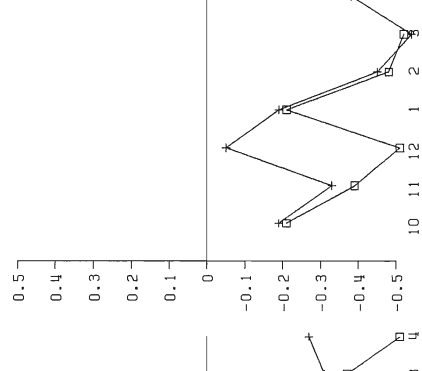
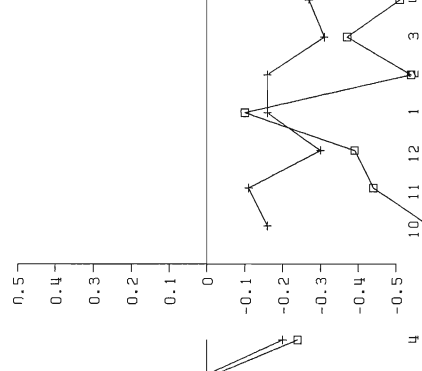
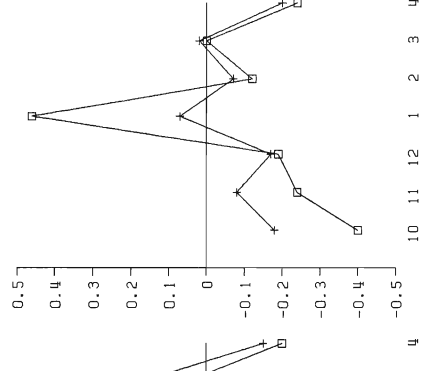
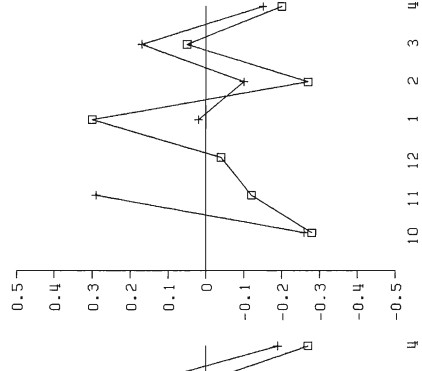
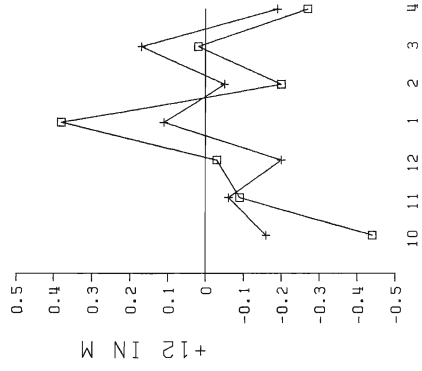
AUK



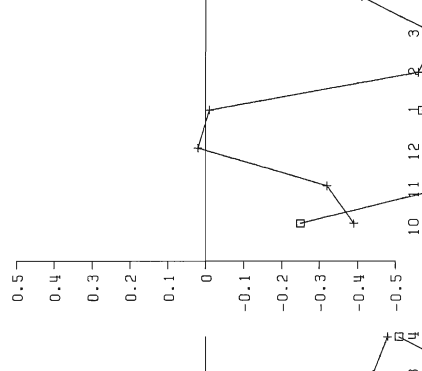
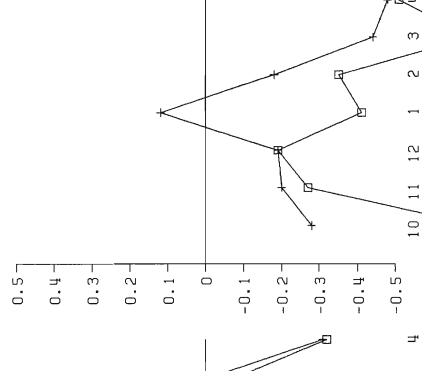
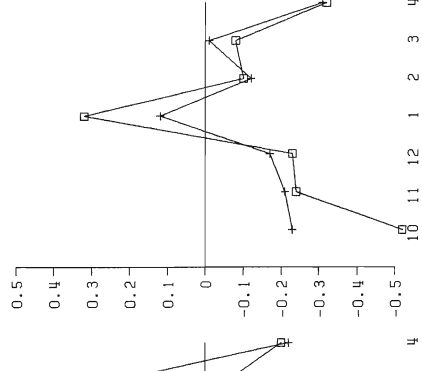
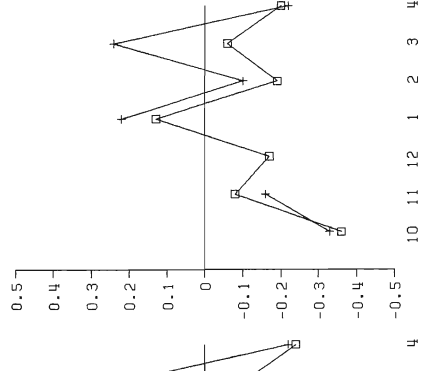
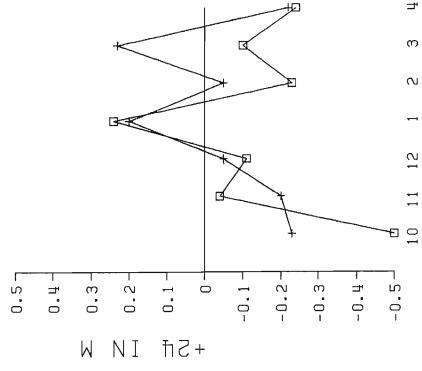
BRE



+12 IN M



+24 IN M

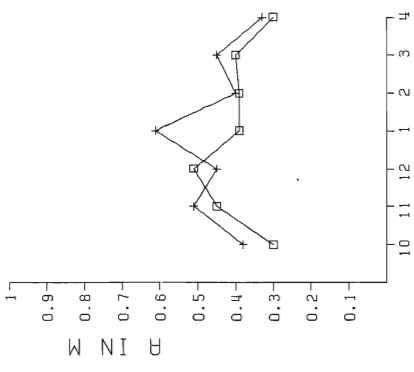


+ OKT 81-APR 82
 □ OKT 82-APR 83

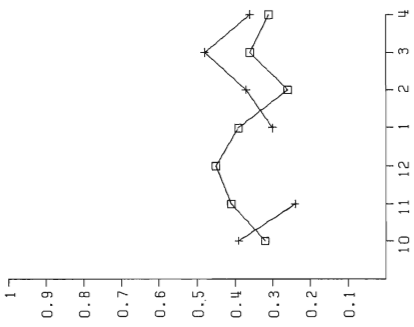
HS-AV. ERR

FIG. 10

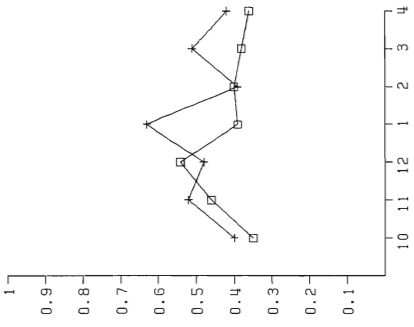
EUR



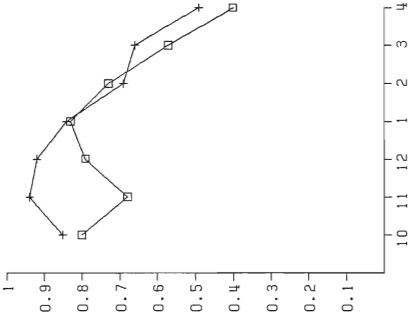
IJM



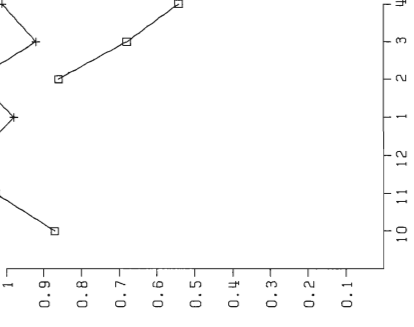
PEN



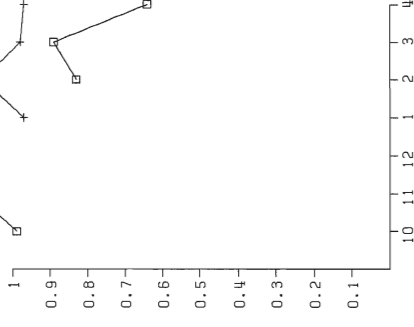
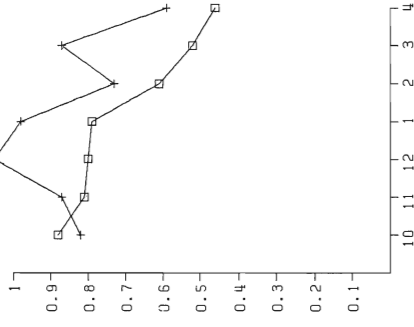
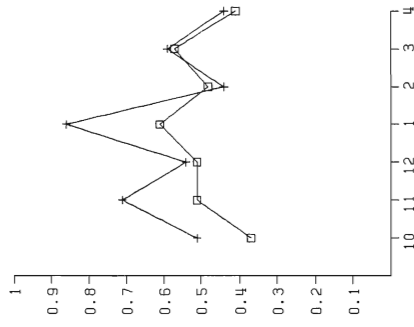
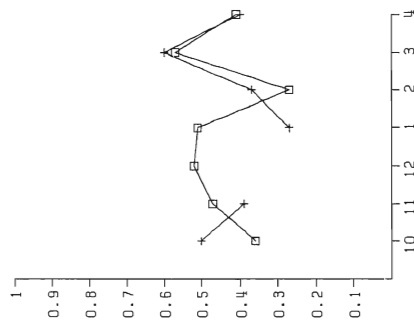
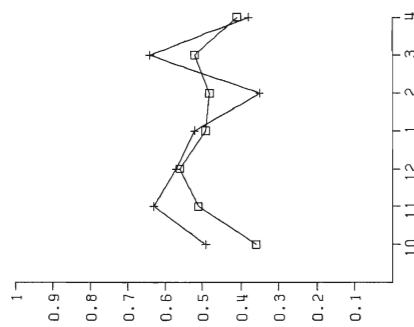
AUK



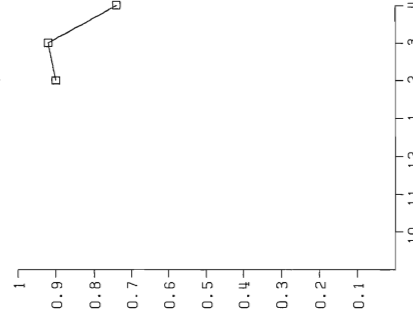
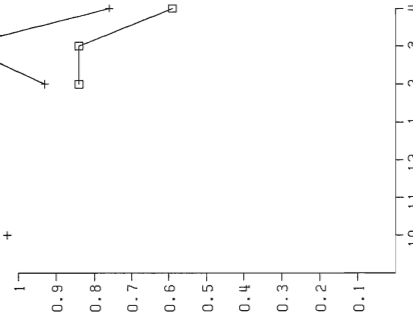
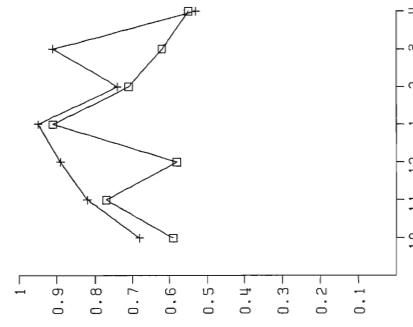
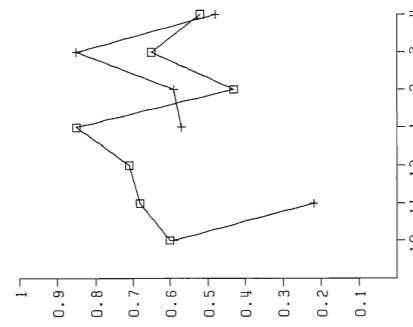
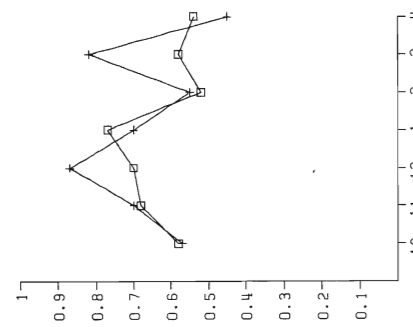
BRE



+12 IN M



+24 IN M



+ OKT 81-APR 82
 □ OKT 82-APR 83

HS-R.M.S.

FIG. 11

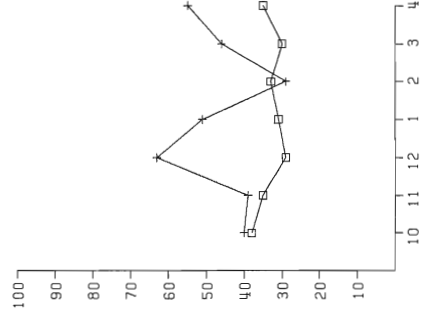
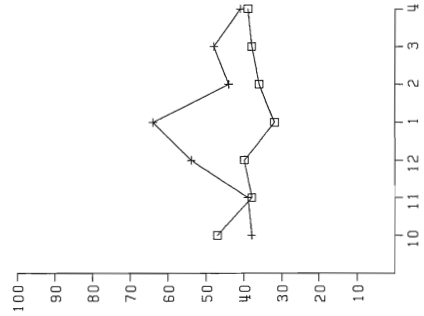
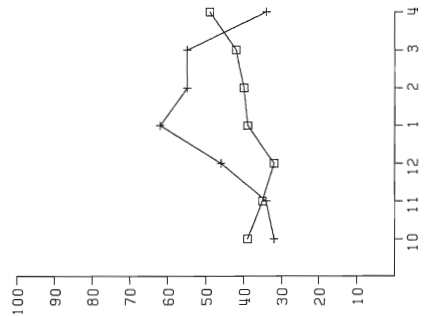
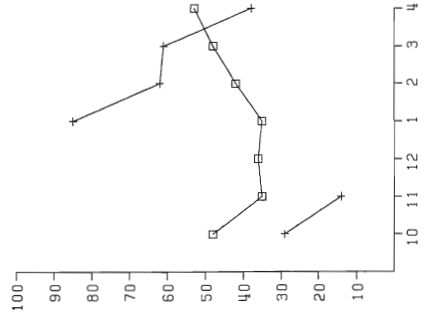
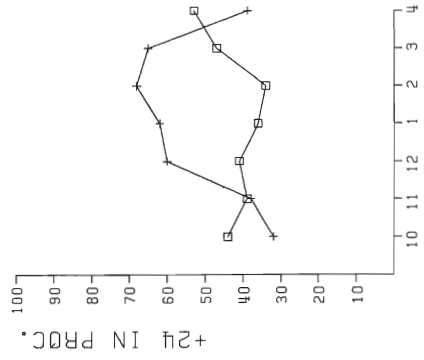
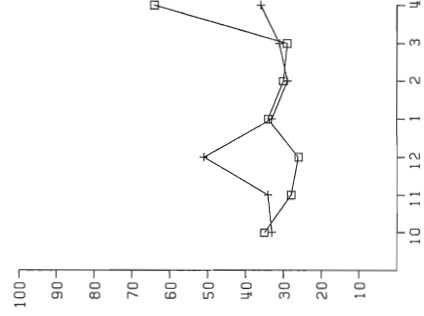
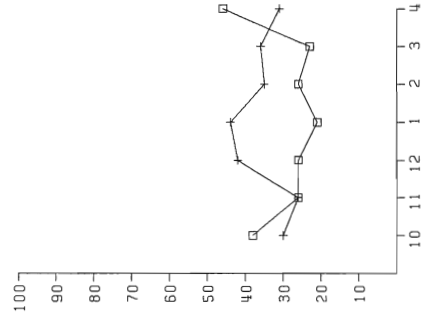
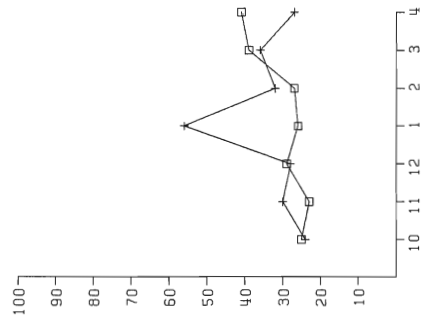
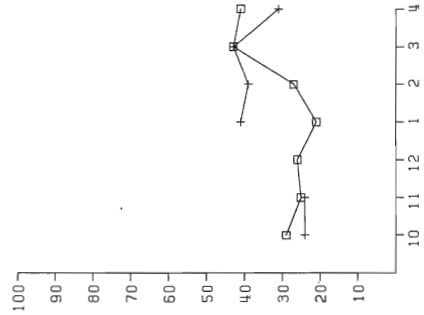
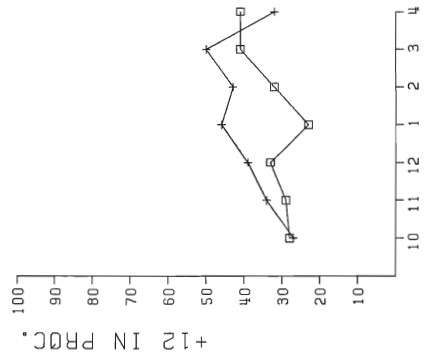
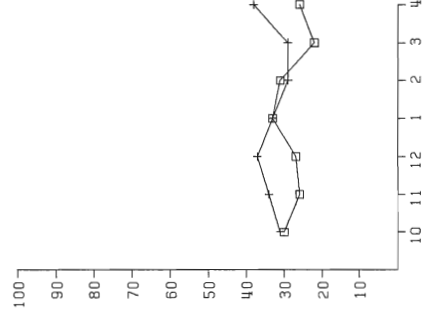
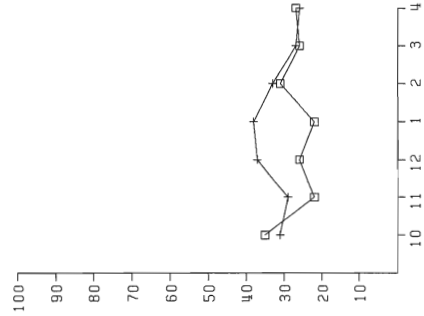
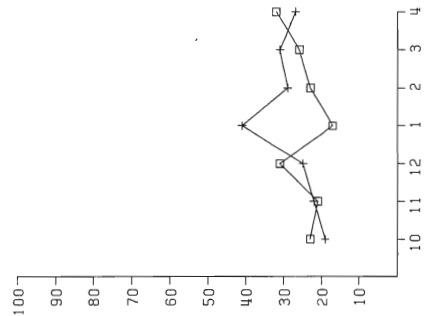
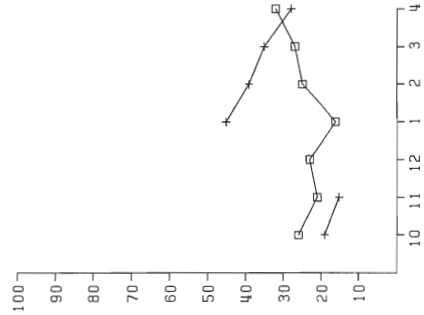
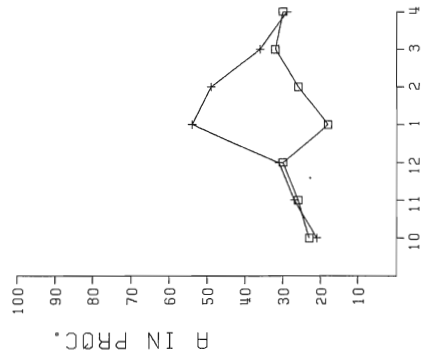
EUR

IJM

PEN

AUK

BRE



+ OKT 81-APR 82
 □ OKT 82-APR 83

HS-SI

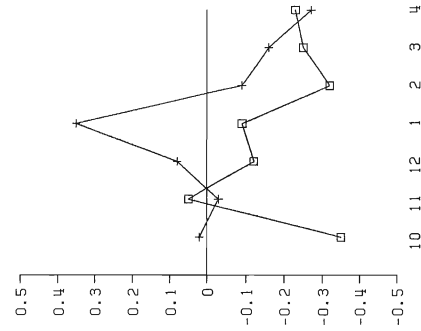
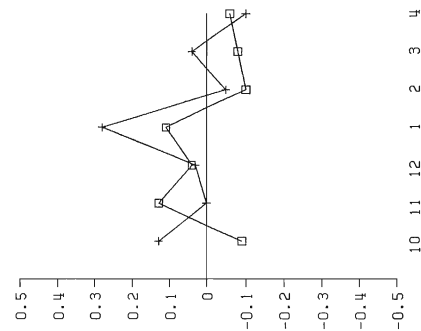
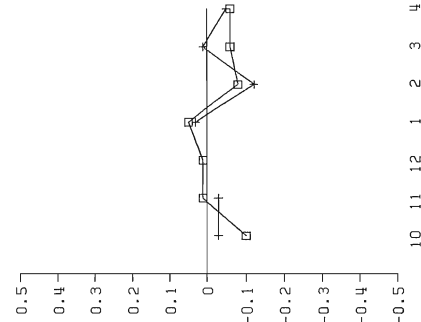
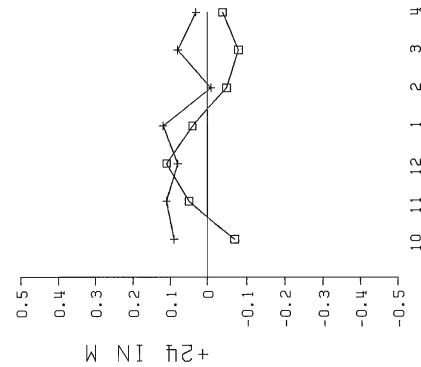
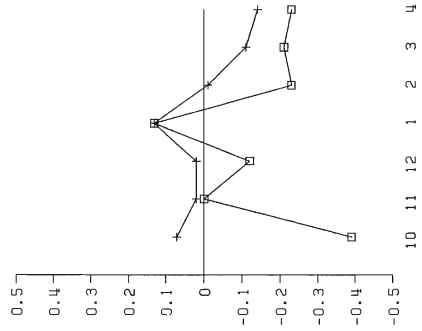
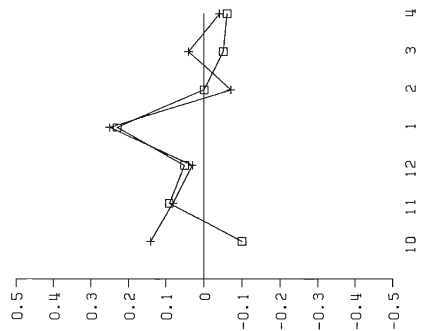
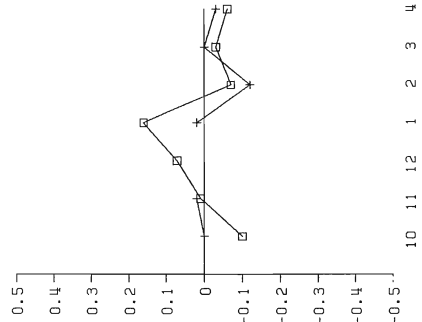
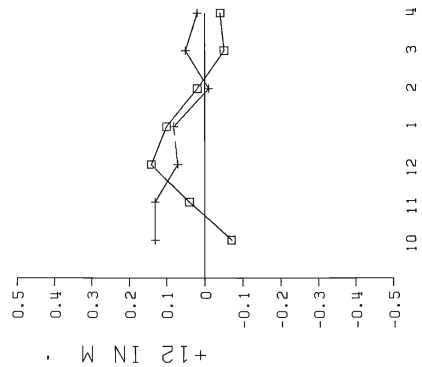
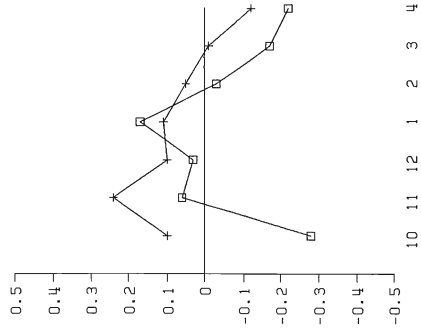
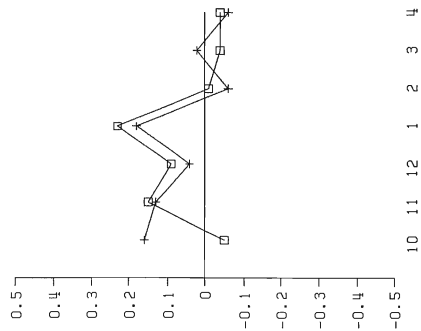
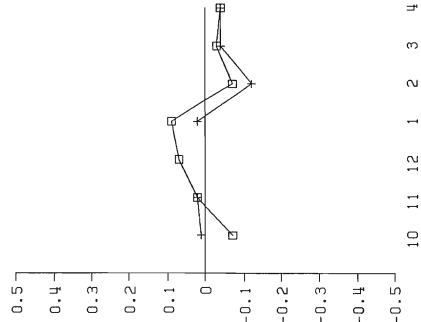
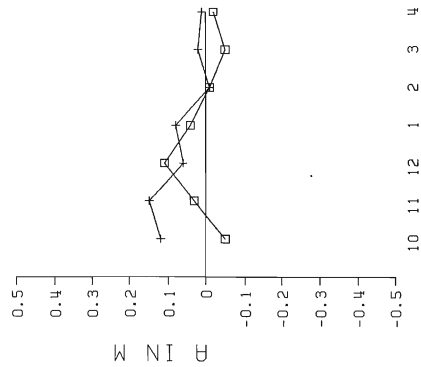
FIG. 12

EUR

IJM

PEN

AUK

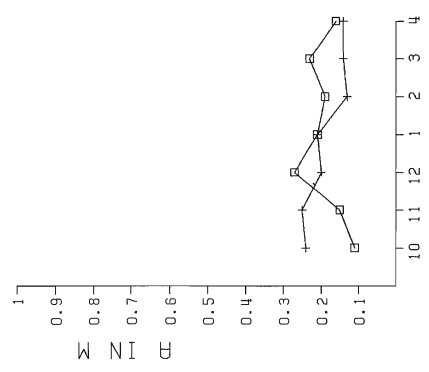


10 11 12 1 2 3 4
 + OKT 81-APR 82
 □ OKT 82-APR 83

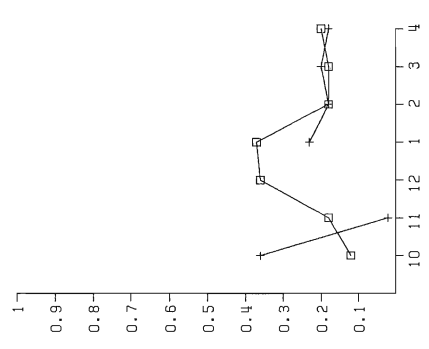
HS10-AV. ERR

FIG.13

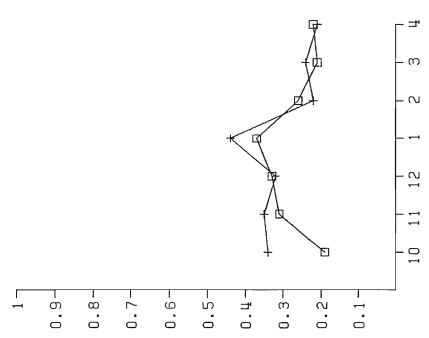
EUR



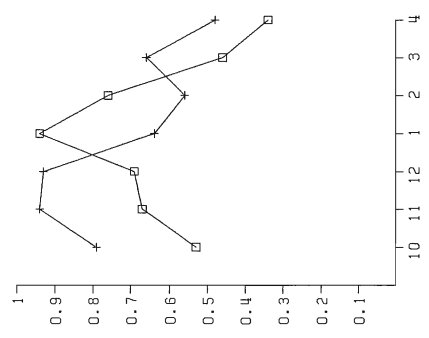
IJM



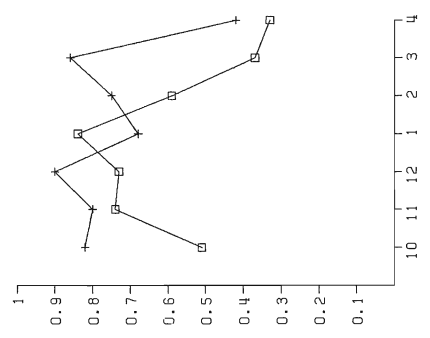
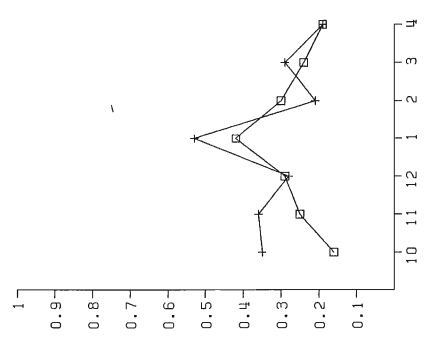
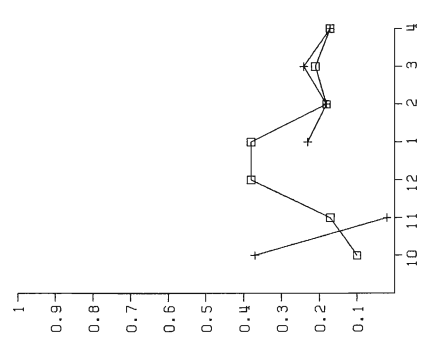
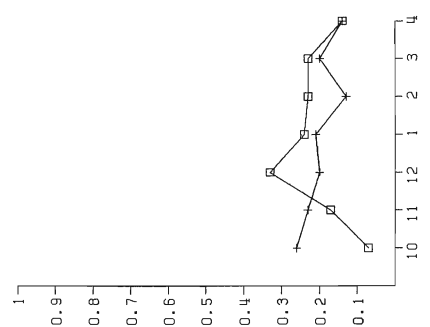
PEN



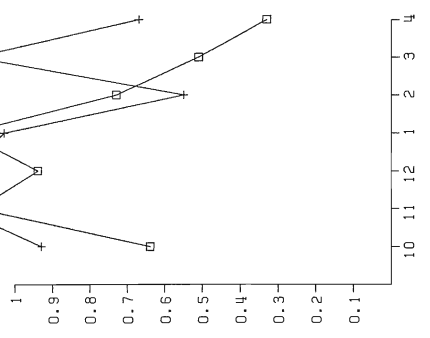
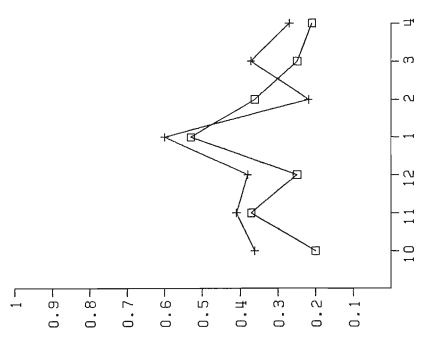
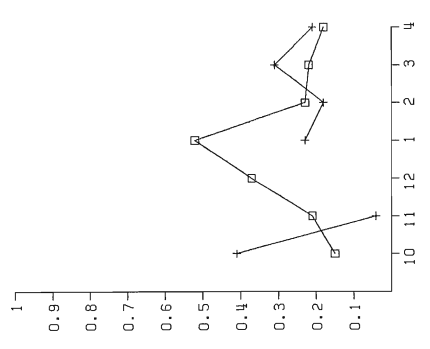
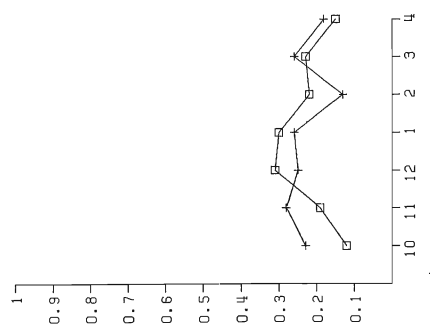
AUK



+12 IN M



+24 IN M



+ OKT 81-APR 82
 □ OKT 82-APR 83

HS10-R.M.S.

FIG.14

ALL MEASUREMENTS

OCTOBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	(DEGREES)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	75	***	15	17	***	57	18
IJMUIDEN	59	***	10	31	***	34	23
PENNZOIL	71	***	-4	13	***	29	38
AUK	94	***	9	14	***	73	21
BRENT	95	***	-9	16	***	19	74

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	(DM/SEC)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	79	-10	18	23	40	78
IJMUIDEN	124	64	3	25	38	69	55
PENNZOIL	124	84	-16	20	24	20	103
AUK	124	82	4	21	25	74	47
BRENT	124	101	-6	19	19	40	81

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	133	-29	30	23	23	101
IJMUIDEN	110	125	-16	32	26	25	83
PENNZOIL	123	151	-23	35	23	28	94
AUK	124	231	-38	80	35	32	92
BRENT	122	237	-18	87	30	49	73

LOCATION	H S ₁₀ NUMBER	(CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	13	-5	11	82	15	104
IJMUIDEN	110	18	-7	12	65	14	92
PENNZOIL	123	20	-5	19	93	23	99
AUK	124	66	-28	53	81	17	105
BRENT	0						

TABEL 1

ALL MEASUREMENTS

OCTOBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	62	*** 16	29	***	51	11	
IJMUIDEN	47	*** 1	45	***	26	21	
PENNZOIL	60	*** -5	25	***	22	36	
AUK	83	*** 13	22	***	60	20	
BRENT	92	*** -3	27	***	46	43	

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	122	79 -20	26	34	24	96	
IJMUIDEN	123	63 -7	30	48	46	75	
PENNZOIL	123	84 -27	29	34	18	103	
AUK	123	82 -6	28	34	57	65	
BRENT	123	101 -3	32	32	57	66	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	132 -44	36	28	14	109	
IJMUIDEN	109	124 -28	36	29	21	88	
PENNZOIL	122	150 -40	37	25	15	107	
AUK	123	230 -59	88	38	28	94	
BRENT	121	288 -21	99	35	52	68	

LOCATION	H S, 10 (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	123	13 -7	7	59	10	105	
IJMUIDEN	109	18 -10	10	58	9	97	
PENNZOIL	122	20 -10	16	80	16	104	
AUK	123	65 -39	51	79	12	110	
BRENT	0						

TABEL 2

ALL MEASUREMENTS

OCTOBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	(DEGREES)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	57	***	12	41	***	38	19
IJMUIDEN	42	***	6	52	***	20	22
PENNZOIL	48	***	-10	31	***	18	30
AUK	68	***	17	37	***	46	22
BRENT	97	***	7	34	***	56	38

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	(DM/SEC)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	122	79	-24	33	42	26	93
IJMUIDEN	123	64	-12	36	56	46	76
PENNZOIL	123	84	-31	35	42	22	101
AUK	123	82	-12	36	44	44	79
BRENT	123	102	-3	38	38	51	71

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	132	-50	58	44	15	108
IJMUIDEN	109	125	-36	60	48	18	89
PENNZOIL	122	150	-52	59	39	18	103
AUK	123	230	-72	108	47	27	95
BRENT	121	289	-25	109	38	43	77

LOCATION	H S,10 NUMBER	(CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	13	-7	12	91	13	106
IJMUIDEN	109	18	-10	15	84	11	95
PENNZOIL	122	20	-9	20	98	17	103
AUK	123	65	-35	64	98	15	107
BRENT	0						

TABEL 3

ALL MEASUREMENTS

NOVEMBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	97	*** 9	19	***	65	29
IJMUIDEN	96	*** 11	18	***	65	31
PENNZOIL	97	*** 2	13	***	52	41
AUK	98	*** 14	17	***	76	21
BRENT	97	*** -6	16	***	34	63

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	87 14	23	26	86	33
IJMUIDEN	120	92 14	23	25	83	36
PENNZOIL	114	125 -17	18	14	18	95
AUK	119	95 7	20	21	71	44
BRENT	111	110 -2	28	25	56	54

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	119	174 -1	45	26	57	60
IJMUIDEN	117	191 3	41	21	59	56
PENNZOIL	116	213 4	46	21	58	58
AUK	113	307 -26	68	22	34	79
BRENT	109	391 -19	103	26	39	70

LOCATION	H S ₁₀ (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	119	16 3	15	95	54	65
IJMUIDEN	117	29 2	18	62	51	62
PENNZOIL	116	29 15	31	106	69	46
AUK	98	127 6	67	53	35	62
BRENT	0					

TABEL 4

ALL MEASUREMENTS

NOVEMBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		+12 HOUR	FORECAST	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			RMS	SI PLUS MINUS
EURO	91	*** 17	25	***	70	21
IJMUIDEN	92	*** 15	26	***	70	18
PENNZOIL	90	*** 7	16	***	65	21
AUK	92	*** 17	21	***	71	21
BRENT	90	*** -8	25	***	33	57

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		+12 HOUR	FORECAST	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			RMS	SI PLUS MINUS
EURO	120	87 8	30	34	69	49
IJMUIDEN	120	92 3	28	31	64	54
PENNZOIL	114	125 -30	28	22	15	99
AUK	119	95 -1	31	33	55	64
BRENT	111	110 -9	33	30	37	73

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		+12 HOUR	FORECAST	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			RMS	SI PLUS MINUS
EURO	119	174 -9	51	29	40	78
IJMUIDEN	117	191 -12	47	25	40	74
PENNZOIL	116	218 -24	51	23	33	82
AUK	113	307 -44	81	26	25	88
BRENT	109	391 -39	110	28	34	75

LOCATION	H S ₁₀ (CM)		+12 HOUR	FORECAST	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			RMS	SI PLUS MINUS
EURO	119	16 4	17	105	56	63
IJMUIDEN	117	29 1	17	59	51	64
PENNZOIL	116	29 9	25	87	61	53
AUK	98	127 0	74	58	33	64
BRENT	0					

TABEL 5

ALL MEASUREMENTS

NOVEMBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	90	*** 21	37	***	67	23	
IJMUIDEN	88	*** 18	44	***	61	26	
PENNZOIL	90	*** 12	33	***	65	25	
AUK	89	*** 24	29	***	75	12	
BRENT	87	*** -8	39	***	34	52	

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	120	87 11	35	40	75	44	
IJMUIDEN	120	92 7	36	39	72	48	
PENNZOIL	114	125 -27	41	33	24	89	
AUK	119	95 7	40	42	64	55	
BRENT	111	110 -13	39	35	36	73	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	119	174 -4	68	39	46	73	
IJMUIDEN	117	191 -8	68	35	39	77	
PENNZOIL	116	218 -24	77	35	36	79	
AUK	113	307 -27	118	38	33	80	
BRENT	109	391 -65	138	35	22	87	

LOCATION	H S, 10 (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	119	16 5	19	119	57	61	
IJMUIDEN	117	29 1	21	74	51	64	
PENNZOIL	116	29 13	37	128	60	55	
AUK	98	127 5	110	87	38	59	
BRENT	0						

TABEL 6

ALL MEASUREMENTS

DECEMBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	95	*** 12	19	***	75	19
IJMUIDEN	87	*** 7	20	***	50	35
PENNZOIL	92	*** -5	12	***	26	63
AUK	86	*** 0	17	***	42	41
BRENT	100	*** 1	19	***	48	50

LOCATION	WIND SPEED (CM/SEC)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	39 9	27	30	69	53
IJMUIDEN	124	34 17	29	34	88	36
PENNZOIL	116	113 -11	20	18	33	81
AUK	94	31 3	19	23	51	42
BRENT	117	107 0	28	26	52	60

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	100	170	-3	51	30	46	53
IJMUIDEN	124	194	6	45	23	66	56
PENNZOIL	80	178	0	54	31	40	40
AUK	110	300	-8	79	26	50	57
BRENT	116	407	-21	110	27	45	70

LOCATION	H S, 10 NUMBER	(CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	100	24	11	27	112	52	45
IJMUIDEN	124	46	7	36	78	60	62
PENNZOIL	76	32	9	33	102	36	40
AUK	110	143	3	69	48	49	61
BRENT	0						

TABEL 7

ALL MEASUREMENTS

DECEMBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	84	*** 17	26	***	62	22	
IJMUIDEN	82	*** 14	25	***	59	21	
PENNZOIL	86	*** 3	20	***	46	38	
AUK	72	*** 10	27	***	47	24	
BRENT	93	*** 3	24	***	48	42	

LOCATION	WIND SPEED (KM/SEC)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	121	97 6	35	38	65	56	
IJMUIDEN	121	36 9	31	36	77	44	
PENNZOIL	113	115 -23	30	26	27	86	
AUK	91	32 -6	27	33	32	59	
BRENT	114	107 -8	33	31	42	72	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	97	172 -3	56	33	41	56	
IJMUIDEN	121	196 -4	52	26	51	69	
PENNZOIL	77	179 -19	51	29	24	53	
AUK	107	304 -39	30	26	32	75	
BRENT	113	409 -51	106	26	32	31	

LOCATION	H S ₁₀ (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	97	24 14	33	139	53	43	
IJMUIDEN	121	47 7	38	81	61	59	
PENNZOIL	73	32 5	29	92	36	37	
AUK	107	144 -12	73	51	35	71	
BRENT	0						

TABEL 8

ALL MEASUREMENTS

DECEMBER 1982

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	(DEGREES)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	82	***	14	40	***	56	26
IJMUIDEN	75	***	15	37	***	48	25
PENNZOIL	74	***	1	29	***	36	37
AUK	71	***	4	32	***	36	32
BRENT	95	***	-2	37	***	39	55

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	(DM/SEC)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	121	90	2	41	46	58	62
IJMUIDEN	121	85	6	42	49	69	51
PENNZOIL	113	114	-24	46	40	34	79
AUK	91	31	0	44	54	42	46
BRENT	114	107	-7	41	39	49	62

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	97	172	-11	70	41	31	65
IJMUIDEN	121	197	-17	71	36	42	79
PENNZOIL	77	130	-23	58	32	24	51
AUK	107	305	-41	121	40	29	77
BRENT	113	410	-66	119	29	28	84

LOCATION	H S, 10 NUMBER	(CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	97	24	11	31	128	47	47
IJMUIDEN	121	47	1	37	79	49	70
PENNZOIL	73	32	4	25	80	30	41
AUK	107	144	-12	94	65	42	65
BRENT	0						

ALL MEASUREMENTS

JANUARY 1983

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	*** 14	12	***	108	9
IJMUIDEN	115	*** 1	13	***	55	56
PENNZOIL	123	*** -2	10	***	51	68
AUK	104	*** 1	15	***	61	41
BRENT	107	*** -5	19	***	36	65

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	116 6	16	14	74	43
IJMUIDEN	124	115 12	20	18	90	32
PENNZOIL	123	149 -18	20	14	18	103
AUK	106	134 0	30	22	61	43
BRENT	120	125 4	29	24	64	55

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	213 34	39	18	95	25
IJMUIDEN	121	241 30	39	16	89	30
PENNZOIL	123	234 61	39	17	114	9
AUK	115	376 4	83	22	54	61
BRENT	120	447 17	147	33	61	59

LOCATION	H S ₁₀ (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	37 4	21	57	60	60
IJMUIDEN	120	53 9	37	70	72	46
PENNZOIL	123	56 23	37	66	86	37
AUK	115	163 17	94	58	58	57
BRENT	0					

TABEL 10

ALL MEASUREMENTS

JANUARY 1983

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	116	*** 22	18	***	104	12
IJMUIDEN	113	*** 10	19	***	80	30
PENNZOIL	117	*** 7	14	***	84	31
AUK	103	*** 11	18	***	82	19
BRENT	97	*** -7	25	***	41	53

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	122	116 3	23	19	66	53
IJMUIDEN	122	115 6	26	22	68	52
PENNZOIL	121	149 -29	29	20	15	105
AUK	105	134 -10	32	24	40	65
BRENT	118	126 -11	42	33	51	66

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	211 38	49	23	90	28
IJMUIDEN	119	240 30	51	21	88	30
PENNZOIL	121	233 46	61	26	96	24
AUK	113	374 -10	79	21	46	66
BRENT	118	447 -21	152	34	41	77

LOCATION	H S,10 (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	36 10	24	66	71	46
IJMUIDEN	118	51 16	38	74	80	36
PENNZOIL	121	54 23	42	77	87	34
AUK	113	161 13	84	52	53	59
BRENT	0					

TABEL 11

ALL MEASUREMENTS

JANUARY 1983

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	WIND DIRECTION (DEGREES)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	115	***	24	22	***	97	15	
IJMUIDEN	113	***	12	24	***	79	33	
PENNZOIL	118	***	10	21	***	82	35	
AUK	103	***	14	26	***	81	21	
BRENT	94	***	-4	33	***	37	54	

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	WIND SPEED (DM/SEC)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	122	117	0	33	28	59	61	
IJMUIDEN	122	116	3	36	31	64	58	
PENNZOIL	121	150	-30	38	25	24	94	
AUK	104	135	-11	39	29	34	70	
BRENT	118	125	-16	47	38	39	78	

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	118	213	24	77	36	69	49	
IJMUIDEN	119	241	13	85	35	70	48	
PENNZOIL	121	235	32	91	39	81	40	
AUK	113	378	-35	120	32	41	72	
BRENT	118	447	-57	138	31	37	81	

LOCATION	H S,10 NUMBER	(CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	118	37	4	30	83	55	62	
IJMUIDEN	118	52	5	52	100	65	52	
PENNZOIL	121	55	11	53	96	69	51	
AUK	113	163	-9	113	69	45	68	
BRENT	0							

TABEL 12

ALL MEASUREMENTS

FEBRUARY 1983

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	(DEGREES)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	83	***	13	14	***	69	10
IJMUIDEN	75	***	5	18	***	43	31
PENNZOIL	64	***	-4	16	***	19	42
AUK	53	***	2	18	***	29	20
BRENT	75	***	-4	18	***	29	44

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	(DM/SEC)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	112	38	-6	18	21	39	70
IJMUIDEN	111	79	0	21	26	56	54
PENNZOIL	101	93	-22	22	22	15	86
AUK	100	73	-2	22	30	44	54
BRENT	103	92	-4	28	30	36	63

LOCATION	HS SIGN. WAVE NUMBER	(CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	110	150	-30	39	26	13	97
IJMUIDEN	72	102	-37	26	25	3	68
PENNZOIL	111	177	-21	40	23	27	84
AUK	110	233	-26	73	31	21	89
BRENT	103	274	-4	86	31	41	61

LOCATION	H S, 10 NUMBER	(CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	110	30	-1	19	61	37	72
IJMUIDEN	72	25	-7	18	73	12	57
PENNZOIL	111	51	-1	26	51	36	71
AUK	109	107	-3	76	71	28	80
BRENT	0						

TABEL 13

ALL MEASUREMENTS

FEBRUARY 1983

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	(DEGREES)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	84	***	6	16	***	51	32
IJMUIDEN	78	***	0	13	***	31	45
PENNZOIL	66	***	-4	29	***	21	43
AUK	45	***	3	27	***	23	20
BRENT	68	***	3	27	***	39	28

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	(DM/SEC)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	112	33	2	32	36	54	58
IJMUIDEN	111	79	7	25	32	63	47
PENNZOIL	101	93	-20	25	25	22	78
AUK	100	73	-14	26	36	25	74
BRENT	103	92	-27	32	35	21	81

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	110	150	-20	48	32	28	81
IJMUIDEN	72	102	-27	27	27	12	59
PENNZOIL	111	177	-12	48	27	36	75
AUK	110	253	-54	61	26	12	98
BRENT	103	274	-48	83	30	25	78

LOCATION	H S,10 NUMBER	(CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	110	30	2	23	77	41	68
IJMUIDEN	72	25	-7	18	73	12	57
PENNZOIL	111	51	0	30	59	37	70
AUK	109	107	-23	59	55	23	85
BRENT	0						

TABEL 14

ALL MEASUREMENTS

FEBRUARY 1983

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	(DEGREES)		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	86	***	4	20	***	49	37	
IJMUIDEN	79	***	-3	23	***	36	42	
PENNZOIL	65	***	-4	35	***	26	38	
AUK	43	***	-4	33	***	18	24	
BRENT	60	***	2	36	***	34	26	

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	(DM/SEC)		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	112	88	2	35	40	55	57	
IJMUIDEN	111	79	9	33	41	64	45	
PENNZOIL	101	98	-19	33	33	29	72	
AUK	100	73	-17	30	41	28	71	
BRENT	103	92	-30	34	37	22	80	

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	110	150	-23	52	34	26	84	
IJMUIDEN	72	102	-19	43	42	18	53	
PENNZOIL	111	177	-10	71	40	39	71	
AUK	110	233	-70	84	36	10	100	
BRENT	103	274	-91	90	33	8	95	

LOCATION	H S, 10 NUMBER	(CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST			GONO MINUS
		AV.OBS	AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	110	30	-5	22	73	35	74	
IJMUIDEN	72	25	-8	23	90	12	57	
PENNZOIL	111	51	-10	36	71	33	73	
AUK	109	107	-32	73	68	23	83	
BRENT	0							

TABEL 15

ALL MEASUREMENTS

MARCH 1983

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	92	*** 16	13	***	82	9
IJMUIDEN	91	*** 3	16	***	54	35
PENNZOIL	95	*** -7	12	***	29	65
AUK	86	*** 1	19	***	55	28
BRENT	69	*** -8	21	***	20	47

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	124	31 -4	17	20	47	73
IJMUIDEN	124	79 0	22	28	63	58
PENNZOIL	121	176 -26	19	18	3	113
AUK	112	79 7	18	23	71	38
BRENT	106	90 -4	24	26	44	61

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	125 7	40	32	67	53
IJMUIDEN	124	134 10	36	27	75	49
PENNZOIL	123	147 11	38	26	73	44
AUK	108	222 -19	57	26	38	70
BRENT	103	305 -27	63	22	38	64

LOCATION	H S, 10 (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	123	24 -5	23	98	40	82
IJMUIDEN	124	27 -3	18	65	37	87
PENNZOIL	123	34 -4	21	60	35	87
AUK	108	74 -17	46	62	25	82
BRENT	0					

TABEL 16

ALL MEASUREMENTS

MARCH 1983

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	82	*** 24	22	***	69	12	
IJMUIDEN	84	*** 13	24	***	55	27	
PENNZOIL	87	*** 9	19	***	58	27	
AUK	79	*** 13	23	***	65	14	
BRENT	63	*** -8	29	***	18	43	

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	122	31 -10	26	32	41	78	
IJMUIDEN	122	79 -8	30	38	54	66	
PENNZOIL	119	106 -35	29	28	10	108	
AUK	110	79 -1	25	32	44	64	
BRENT	104	90 -13	37	42	29	74	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	121	126 2	52	41	64	55	
IJMUIDEN	122	135 5	57	43	72	50	
PENNZOIL	121	148 0	57	39	60	61	
AUK	106	221 -37	52	23	19	86	
BRENT	101	305 -52	89	29	26	75	

LOCATION	H S, 10 (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	121	24 -5	23	96	40	80	
IJMUIDEN	122	27 -3	21	77	39	83	
PENNZOIL	121	35 -5	24	70	37	82	
AUK	106	73 -21	37	51	18	86	
BRENT	0						

TABEL 17

ALL MEASUREMENTS

MARCH 1983

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	73	*** 26	28	***	60	12	
IJMUIDEN	75	*** 12	28	***	51	23	
PENNZOIL	83	*** 6	27	***	46	37	
AUK	79	*** 14	32	***	64	15	
BRENT	64	*** -9	40	***	24	39	

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	122	81 -13	33	40	43	76	
IJMUIDEN	122	79 -10	36	45	51	71	
PENNZOIL	119	106 -36	37	35	16	102	
AUK	111	80 -4	33	41	39	65	
BRENT	104	90 -11	42	47	37	66	

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	121	126 -10	58	47	52	67	
IJMUIDEN	122	135 -6	65	48	63	58	
PENNZOIL	121	147 -8	62	42	57	64	
AUK	106	223 -51	84	38	19	87	
BRENT	102	305 -62	92	30	26	76	

LOCATION	H S,10 (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST		GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR		SI	PLUS	MINUS	
EURO	121	24 -8	23	96	36	84	
IJMUIDEN	122	27 -6	22	83	32	90	
PENNZOIL	121	34 -8	25	73	30	89	
AUK	106	74 -25	51	70	18	86	
BRENT	0						

TABEL 18

ALL MEASUREMENTS

APRIL

1983

LOCATION	WIND DIRECTION (DEGREES)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	67	*** 13	18	***	56	9
IJMUIDEN	65	*** 2	18	***	34	31
PENNZOIL	66	*** -4	16	***	24	40
AUK	53	*** -1	22	***	33	20
BRENT	57	*** -12	19	***	14	42

LOCATION	WIND SPEED (DM/SEC)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	70 -12	19	27	28	90
IJMUIDEN	119	67 -9	20	29	40	76
PENNZOIL	116	36 -27	30	34	18	98
AUK	110	60 -3	19	31	47	60
BRENT	109	68 -7	21	31	35	71

LOCATION	HS SIGN. WAVEHEIGHT (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	102 -23	30	30	19	98
IJMUIDEN	120	98 -15	31	32	26	93
PENNZOIL	118	113 -12	36	32	33	82
AUK	101	150 -43	40	27	13	88
BRENT	108	209 -66	54	26	9	99

LOCATION	H S, 10 (CM)		ANALYSIS RMS	SI	GONO	
	NUMBER	AV.OBS AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	14 -2	16	112	32	85
IJMUIDEN	120	20 -4	20	103	30	86
PENNZOIL	118	23 -4	22	94	32	83
AUK	101	54 -22	34	63	21	79
BRENT	0					

TABEL 19

ALL MEASUREMENTS

APRIL 1983

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	(DEGREES)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	57	***	9	29	***	41	16
IJMUIDEN	66	***	2	32	***	29	36
PENNZOIL	51	***	-7	25	***	21	30
AUK	35	***	8	23	***	24	11
BRENT	38	***	-1	23	***	21	17

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	(DM/SEC)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	70	-15	25	36	37	81
IJMUIDEN	119	67	-13	24	36	32	84
PENNZOIL	116	36	-34	39	45	26	87
AUK	110	60	-12	27	45	40	70
BRENT	109	63	-21	28	41	28	79

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	102	-27	41	41	26	91
IJMUIDEN	120	98	-20	41	41	38	82
PENNZOIL	118	113	-24	41	36	30	88
AUK	101	150	-51	46	31	14	87
BRENT	108	209	-38	64	31	8	100

LOCATION	H S, 10 NUMBER	(CM)		+12 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	14	-4	14	99	31	86
IJMUIDEN	120	20	-6	17	86	28	88
PENNZOIL	118	23	-6	19	83	32	84
AUK	101	54	-23	33	61	20	80
BRENT	0						

TABEL 20

ALL MEASUREMENTS

APRIL 1983

LOCATION	WIND DIRECTION NUMBER	(DEGREES)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	61	***	15	43	***	41	20
IJMUIDEN	53	***	6	36	***	25	26
PENNZOIL	44	***	3	31	***	23	21
AUK	26	***	3	25	***	13	12
BRENT	33	***	1	34	***	16	17

LOCATION	WIND SPEED NUMBER	(DM/SEC)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	120	70	-11	33	47	47	71
IJMUIDEN	119	67	-11	32	48	46	73
PENNZOIL	116	36	-37	45	52	23	93
AUK	110	60	-17	37	61	36	72
BRENT	109	68	-22	32	47	26	82

LOCATION	HS SIGN. NUMBER	WAVEHEIGHT (CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	102	-24	54	53	36	82
IJMUIDEN	120	98	-20	52	53	44	75
PENNZOIL	118	113	-32	55	49	32	86
AUK	101	150	-52	59	39	15	86
BRENT	108	209	-97	74	35	9	98

LOCATION	H S, 10 NUMBER	(CM)		+24 HOUR RMS	FORECAST SI	GONO	
		AV.OBS	AV.ERROR			PLUS	MINUS
EURO	118	14	-4	15	103	30	86
IJMUIDEN	120	20	-6	18	91	29	87
PENNZOIL	118	23	-6	21	88	34	82
AUK	101	54	-23	33	61	21	79
BRENT	0						

TABEL 21

