

14 sep. 1961

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Wetenschappelijk Rapport W.R. 61-1

L. Otto

Invloed van getijstromen op de windschatting

De Bilt, 1961

Kon. Ned. Meteor. Inst.  
De Bilt

All Rights Reserved.

Nadruk zonder toestemming van het K.N.M.I. is verboden.

## The influence of tidal currents on wind estimates

### Summary

The expectation that sea currents will influence estimates of the wind force is confirmed by an elaboration of pre-war tidal current data of the Netherlands lightvessels. It appeared that for certain wind directions the frequencies of wind force observations combined with current observations varied with the phase of the tide.

In first approximation the tidal currents at the Netherlands lightvessels are alternating between the directions NE and SW. If we consider only the cases with NE-ly and SW-ly winds, we have the simple situation of wind and current in the same or in the opposite direction. For a certain reported wind force the number of observations with NE-ly wind and a given tide-phase are combined with the number of observations with SW-ly and the opposite tide-phase, as both cases are similar, relatively. In this way graphs can be drawn, giving, for the successive phases of the tidal current, the relative deviation  $\Delta$  of the number of observations, made with a certain reported wind force from NE or SW at a certain current phase, from the average number per phase. Figures 1-3 give the results for the wind forces with Beaufort numbers 2, 3 and  $>4$ .

Especially for 2 Bft it is clearly seen that with low wind velocities there is an excess if the current is in the same direction as the wind and a deficit in the opposite case.

It is shown that these effects can be explained (for 2 Bft even quantitatively) by considering that, particularly in cases of low wind velocities, an apparent wind force is estimated, which is determined by the velocity of the air relative to the water.

The second harmonic in the graphs for Bft  $>4$  can be explained by the fact that at higher wind velocities the current observations, made by hand log, often were discontinued during the turn of the tide.

---

L. Otto

Invloed van getijstroom op de windschatting

Het is te verwachten dat bij het schatten van de windkracht op zee de grootte en richting van zeestromen van invloed kunnen zijn op de geschatte waarde. Bij de bewerking van stroommetingen op de Nederlandse lichtschepen uit de periode 1910 - 1939 bleek deze invloed inderdaad naar voren te komen.

De stroommetingen werden aan boord van de lichtschepen met een handlog uitgevoerd. Deze waarnemingen zijn op ponskaarten gebracht, samen met andere gegevens, waaronder het astronomisch argument van het M<sup>2</sup>-getij ten opzichte van de meridiaan van Greenwich op het moment van waarneming, en gegevens over de windrichting (in dubbele streken) en windkracht (in de Beaufortschaal). Onder bepaalde omstandigheden (ruwe zee) konden geen waarnemingen worden uitgevoerd.

De gegevens in de ponskaarten werden gesorteerd naar het astronomisch argument in 10 groepen van elk 36° (getijfasen) en naar windrichting en windkracht; de windrichting in de richtingen N, NE, E, SE, etc. (hierbij zijn de waarnemingen voor de tussengelegen richtingen NNE, ENE, etc. gelijkelijk verdeeld over de beide aangrenzende richtingen); de windkracht gesorteerd in de 5 groepen met Beaufortcijfers 0 en 1, 2, 3, 4, meer dan 4.

Wanneer wij nu de aantallen stroomwaarnemingen bekijken bij verschillende windkrachten en windrichtingen, dan blijken deze aantallen met de getijfase te variëren. Een dergelijke variatie, voor zover niet aan toevallige factoren toe te schrijven, kan verklaard worden op twee manieren:

- 1) Tijdens sommige getijfase is het waarnemen van de stroom bij hogere windsnelheden eerder gestaakt dan bij andere.
- 2) Men kan de windkracht bij bepaalde getijstromen iets verkeerd schatten, waardoor schijnbaar de windfrequentie per getijfase verandert.

De berekening van de best aangepaste getijstroomellipsen voor het  $M_2$ -getij geeft onder andere ondertsaande resultaten:

	richting max. vloedstroom	verhouding assen getijellips	reststroom in % van max. getijstroom	max. getijstroom (m/sec)
Noord Hinder <sup>*)</sup>	N 45°E	17	5 %	0.59
Schouwenbank	N 46°E	24	6 %	0.64
Maas	N 56°E	20	14 %	0.71
Haaks	N 41°E	8	13 %	0.50
Terschellingerbank <sup>*)</sup>	N 59°E	7	11 %	0.59

Hieruit blijkt, dat de getijstroom voor de lichtscheperen "Noord Hinder" en "Schouwenbank" praktisch alternerend is in de richtingen NE en SW, en dat de reststroom relatief gering is. Hetzelfde geldt minder streng voor de andere lichtscheperen. Wanneer wij dus afzien van de invloed van de wind op de stroming kunnen wij in eerste benadering de verdeling in getijfasen opvatten als een verdeling in stroomsterkten in NE richting (positief en negatief).

Het probleem van de invloed van de stroom op de windschatting is het eenvoudigste als wind en stroom uit dezelfde richting komen of tegengesteld zijn. Daarom is het verloop onderzocht van het aantal waarnemingen per getijfase voor NE en SW wind bij verschillende windkracht (de groep met windkrachten 0 en 1 Bft is buiten beschouwing gelaten, daar hier ook winden uit andere richtingen dan NE en SW in voorkomen).

---

\*) Deze waarden zijn gemiddeld uit de waarden voor twee lichtschipposities dicht bij elkaar.

Het probleem kan dan nog worden vereenvoudigd tot een probleem van wind tegen stroom of van wind met stroom mee door de aantallen waarnemingen met NE wind en zekere getijfase samen te nemen met die bij SW wind en tegenovergestelde getijfase. De beide gevallen zijn immers relatief gelijksoortig (behoudens een mogelijk verschil in stabiliteit van de lucht).

Er kunnen voor bepaalde windkrachten grafieken worden getekend van de procentuele afwijking ( $\Delta$ ) van de aantallen waarnemingen per getijfase t.o.v. hun gemiddelde als functie van de getijfase ( $\varphi$ ), waarbij de fase bij maximale stroom tegen de wind in nul is gesteld; de figuren 1-3 geven deze grafieken voor de windkrachten 2, 3 en  $>4$  Bft.

Uit deze figuren blijkt dat bij 2 Bft een duidelijk verband bestaat met de getijfase, bij 3 en bij 4 Bft is dit niet het geval, terwijl bij de groep met windkracht groter dan 4 Bft een duidelijk verband bestaat, nu echter met twee maxima.

De volgende tabel geeft de amplitude A en fase  $\psi$  van de aan de verschillende krommen zo goed mogelijk aangepaste cosinus-krommen:

$$\Delta = A \cos (\varphi - \psi)$$

	Bft 2		Bft 3		Bft 4		Bft $> 4$	
	A (%)	$\psi$	A (%)	$\psi$	A (%)	$\psi$	A (%)	$\psi$
Noord Hinder	14.7	197°	8.6	226°	3.7	213°	7.9	24°
Schouwenbank	16.6	197°	4.7	224°	2.3	300°	7.0	43°
Maas	9.5	178°	5.7	213°	2.0	251°	12.6	77°
Haaks	11.4	196°	10.0	166°	2.5	16°	7.0	125°
Terschellingerbank	14.1	172°	5.4	116°	7.8	53°	6.8	68°

De tweede harmonische  $B \cos (2\varphi - \psi_2)$ , die aan de krommen voor Bft  $> 4$  is aangepast, geeft de volgende amplituden B en fasen  $\psi_2$ .

	B (%)	$\psi_2$
Noord Hinder	8.7	-25°
Schouwenbank	6.7	-1°
Maas	14.1	-19°
Haaks	4.2	-2°
Terschellingerbank	10.6	-7°

Wij kunnen nu trachten na te gaan of de veronderstelling, dat de stroom de windschatting beïnvloed, klopt met de gevonden waarden voor  $\Delta$  en  $\psi$ .

Wij stellen de frequentieverdeling van de beschouwde NE en SW winden als functie van de windsnelheid  $v$  in m/sec voor de door  $n = f(v)$ .

Ten gevolge van een getijstroom  $a \cos \varphi$  met de wind mee of tegen de wind in wordt de fout in het aantal waarnemingen voor een bepaald Beaufort-cijfer, beantwoordend aan een windsnelheid tussen  $v_1$  en  $v_2$  ( $v_1 < v_2$ ).

$$C \{ f(v_1) - f(v_2) \} a \cos \varphi \quad (\text{zie fig. 4}),$$

Waarin  $C$  een factor is die weergeeft de mate waarin de windschatting wordt verricht op basis van het verschil windsnelheid - stroomsnelheid (dus aan de toestand van de zee);  $C$  zou kunnen variëren met de windsnelheid en is  $\leq 1$ .

De afwijking  $\Delta$ , zoals in de figuren 1 t/m 3 is weergegeven, is dan

$$\Delta = C \frac{f(v_1) - f(v_2)}{\int_{v_1}^{v_2} f(v) d v} a \cos \varphi \cdot 100\% = \Delta \cos (\varphi - \psi)\%.$$

Hieruit volgt:

$$\Delta = a \cdot C \frac{|f(v_1) - f(v_2)|}{\int_{v_1}^{v_2} f(v) d v} \cdot 100\% ,$$

$$\psi = 0^\circ \text{ als } f(v_1) > f(v_2)$$

$$180^\circ \text{ als } f(v_1) < f(v_2)$$

De gegevens voor de frequentieverdelingen  $n = f(v)$  van de NE en SW winden kunnen worden ontleend aan Verploegh (1), evenals die over de grenzen  $v_1$  en  $v_2$  voor de verschillende Beaufort-waarden, zoals die voor de Nederlandse lichtschepen blijken te gelden (2). Daar de frequentieverdeling gegeven is in de vorm van een verdeling naar de verschillende graden Beaufort  $k$ ,  $N = F(k)$ , is voor de frequentie van de winden met snelheid  $v_q$ , gelegen tussen de graden Beaufort  $k$  (grenzen  $v_p$  en  $v_q$ ) en  $k + 1$  (grenzen  $v_q$  en  $v_r$ ), aangenomen:

$$f(v_q) = \frac{1}{2} \left( \frac{F(k)}{v_q - v_p} + \frac{F(k+1)}{v_r - v_q} \right).$$

Het blijkt dat voor 2 Bft te verwachten is dat  $\psi = 180^\circ$ , daar hier  $f(v_1) > f(v_2)$ . De gevonden waarden (zie tabel) stemmen hier goed mee overeen (maximum verschil  $17^\circ$ ). Voor 3 Bft is  $f(v_1) - f(v_2) \approx 0$  (de frequentieverdeling heeft een maximum bij 3 Bft), zodat op grond van hier gevolgde methode de invloed van de stroom op de windschatting niet is na te gaan<sup>\*\*</sup>). Bij hogere windkrachten zou op grond van de windfrequentie een waarde  $\psi = 0^\circ$  worden verwacht. De gevonden waarden wijken hier sterk van af. Het is ook te verwachten, dat bij hogere windkrachten de relatief geringe stroomsnelheden weinig invloed op de schatting hebben en dat óók andere kenmerken dan de toestand van de zee zullen worden gebruikt bij het schatten van de wind (bijv. het geluid van de wind in het scheepswant, het wapperen van de vlag).

Wij kunnen voor windkracht 2 trachten na te gaan in hoeverre de gevonden waarden van A overeenstemmen met de theoretisch te berekenen waarden, als wij aannemen dat  $C = 1$  (windschatting alleen naar de toestand van de zee).

De volgende waarden worden berekend:

	theor.waarde van A	gevonden waarde van A
Noord Hinder	13.9	14.7
Schouwenbank	13.6	16.6
Maas	11.2	9.5
Haaks	7,8	11.4
Terschellingerbank	13.2	14.1



Wij zien dat de theoretische en de gevonden waarden vrij goed overeenstemmen. Het blijkt dus, dat voor 2 Bft de gevonden waarden van  $\psi$  en van A beide goed in overeenstemming zijn met de veronderstelling, dat de windschatting wordt verricht naar het verschil tussen wind en zeestroming, en dat dientengevolge de windschatting door de stroom wordt beïnvloed. Deze invloed op de schatting zal in geringere mate ook bij hogere windsnelheden aanwezig zijn doch kan uit onze bewerking niet worden afgeleid.

De aanwezigheid van een tweede harmonische bij de windkrachten met  $Bft > 4$  kan worden verklaard uit het feit dat bij sterkere wind de stroomwaarnemingen het eerst gestaakt werden tijdens de kenteringen ( $\varphi = 90^\circ$  en  $\varphi = 270^\circ$ )

Het kan dan namelijk gebeuren dat het schip kort na de kentering, bij wind en stroom tegengesteld, nog voor de wind op het anker ligt en pas bij grotere stroomsterkte voor de stroom zal gaan liggen. Onder dergelijk omstandigheden kon in de praktijk vaak geen betrouwbare stroommeting worden gedaan.

Volgens deze verklaring zou  $\psi_2$  ongeveer  $0^\circ$  moeten zijn, wat (behalve bij "Noord Hinder") goed overeenstemt met de gevonden waarden van  $\psi_2$ .

De gevolgen van de invloed van de stroomsterkte op de windschatting (bij lage windkracht) zal bij vaste stations in gebieden met sterke getijstromen alleen synoptisch van belang zijn. Bij klimatologische beschouwingen zal dit effect bij middeling verdwijnen. In hoeverre bij vaste stations in een gebied met een sterke stroom in één richting fouten in de schattingen kunnen voorkomen, die ook klimatologisch van betekenis zijn, hangt van de omstandigheden af.

Bij waarnemingen vanaf een varend schip is het te verwachten dat soortgelijke fouten op zullen treden.

-o-o-o-o-o-o-o-o-

\*\*)

Opgemerkt moet worden, dat behalve het verschil tussen windsnelheid en stroomsnelheid ook andere periodieke factoren invloed kunnen hebben op de toestand van de zee, met name de grootte van de stroomverschillen die de zeegolven op hun weg ontmoeten.

LITERATUUR.

- (1) G. VERPLOEGH, Klimatologische gegevens van de Nederlandse lichtschepen over de periode 1910 - 1940, deel 2: luchtdruk en wind; zeevang. K.N.M.I. Meded. en Verh. 67-II, 1958.
- (2) G. VERPLOEGH, The equivalent velocities for the Beaufort estimates of the wind force at sea. K.N.M.I. Meded. en Verh. 66, 1956

% deviation of the mean number of observations per tide-phase for Bft. 2

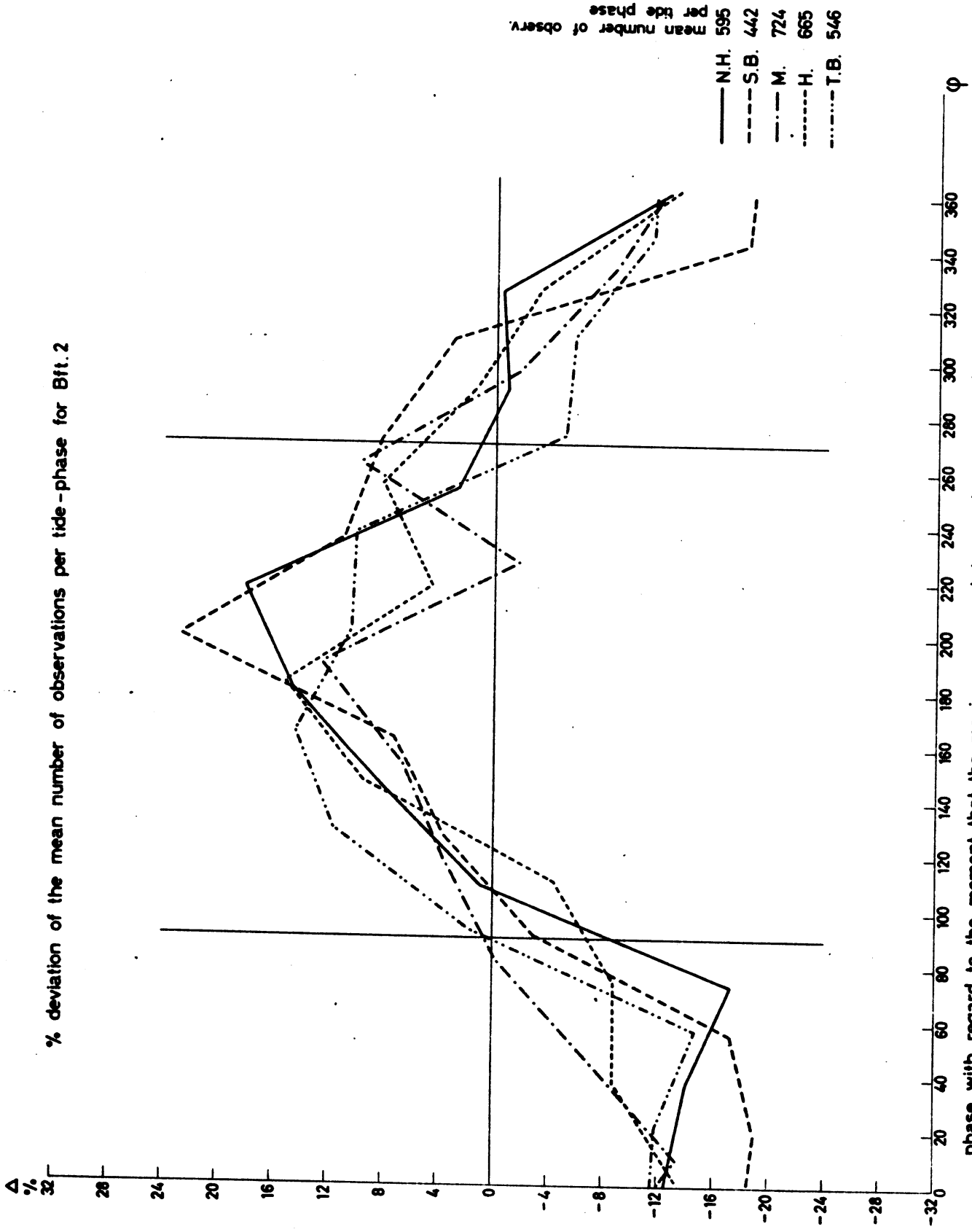
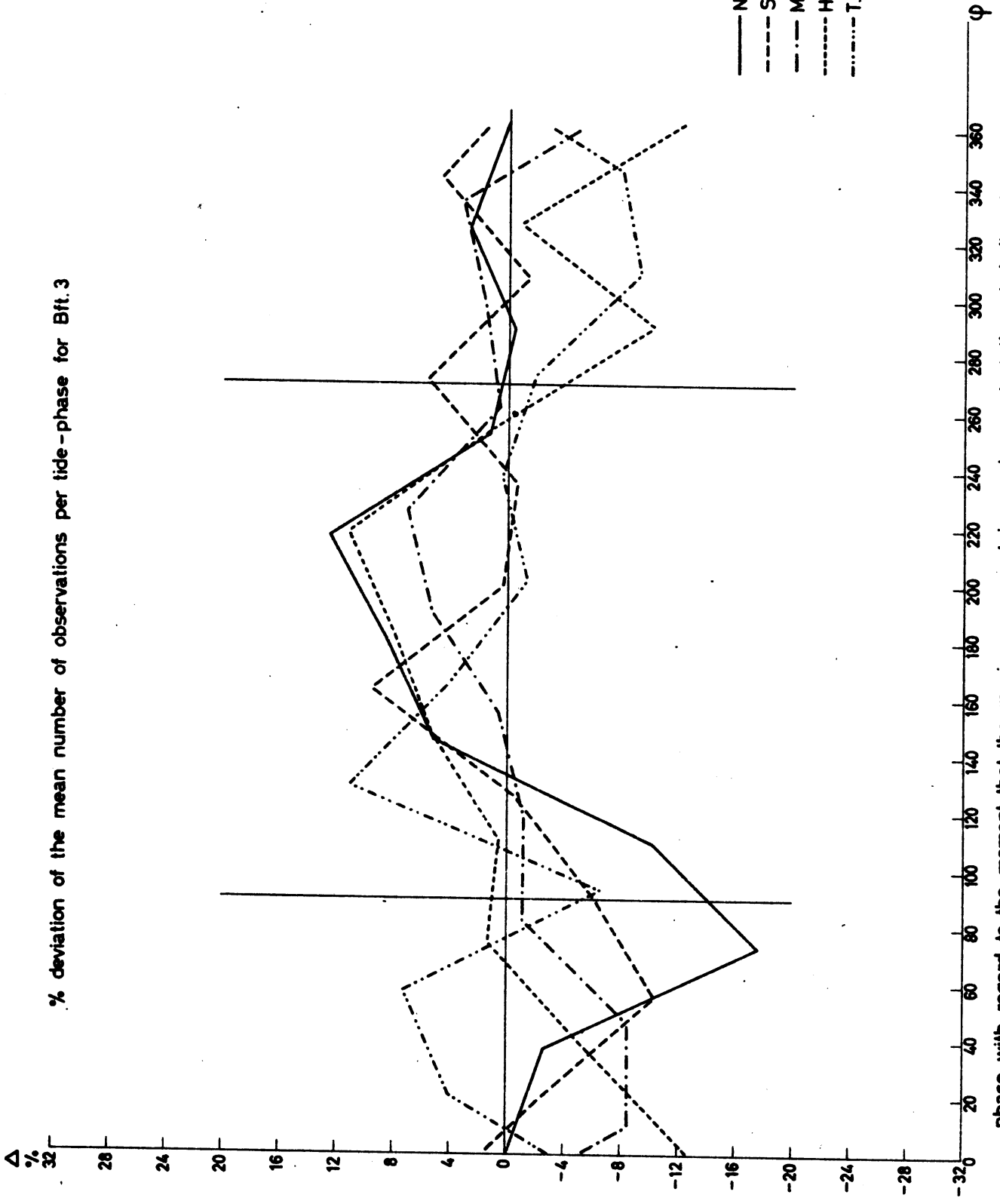


fig.1

% deviation of the mean number of observations per tide-phase for Bft. 3



phase with regard to the moment that the maximum current is running against the wind direction

fig. 2

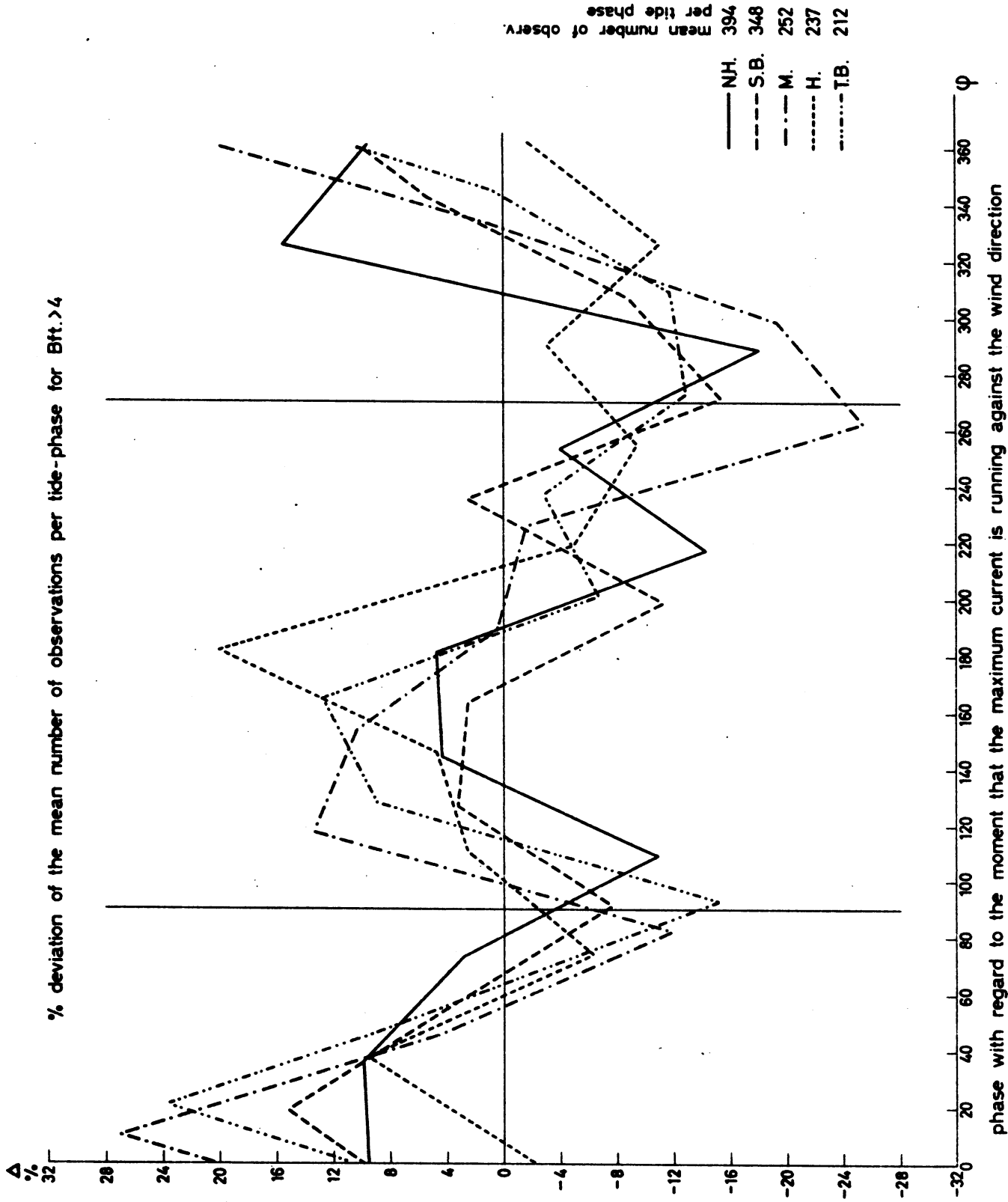


fig.3

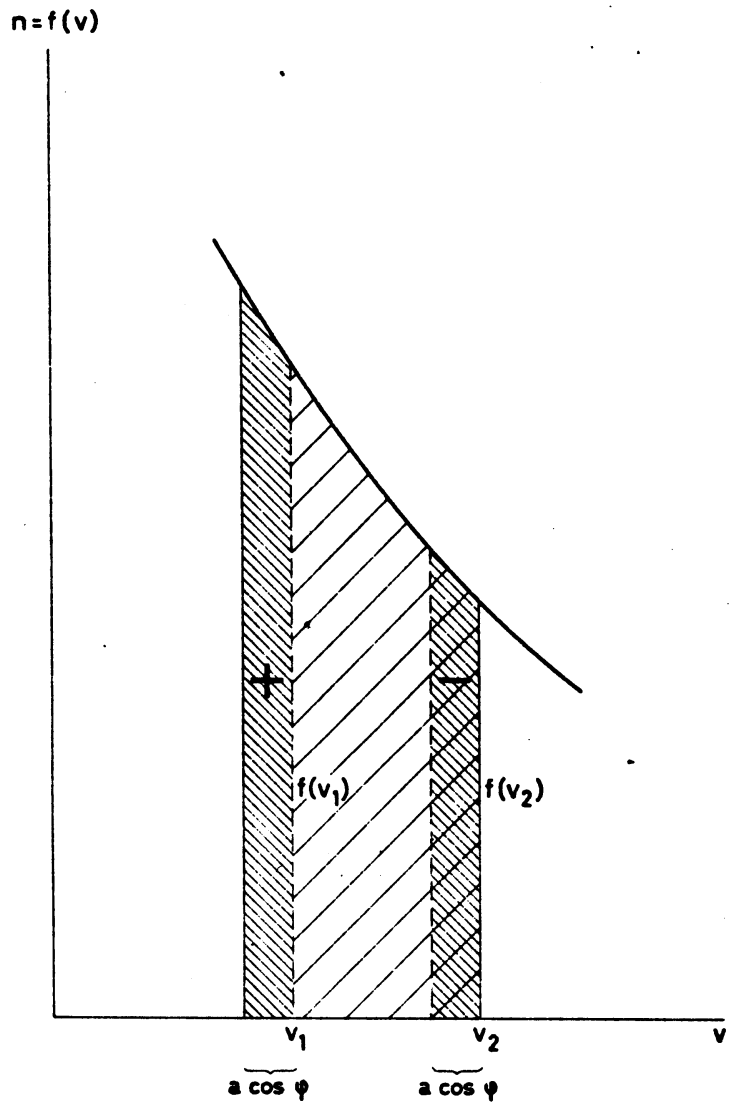


fig. 4