

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

TECHNISCHE RAPPORTEN

T. R. - 4

R. Borgart en D. A. Reedijk

Verifikatie van de windverwachting
voor de lokatie K - 13.

De Bilt 1981

Publikatienummer: K.N.M.I. TR-4(CWD/ME)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Centrale Weerdienst, Methodiekontwikkeling en evaluatie,
Postbus 207,
3730 AE De Bilt,
Nederland.

U.D.C.: 551.509.53

Summary and conclusions

Since 1968 weather forecasts for drilling platforms operating on the Dutch Continental Shelf have been issued twice daily. In 1978 the forecast period was extended to 72 hours.

This report deals with the verification of the wind starting from 0000z data for 24, 48 and 72 hours in advance.

As wave predictions are directly derived from the wind only wind speed and direction were verified.

In verification the wind as measured at station K-13 (LONG 03-15E), LAT 55-13N) was used.

The results are shown in a table at the end of this report.

1. Up to 48 hours in advance there is little difference between the forecasts of the meteorologist and those based on computer data, except that the meteorologist makes a mean error of about 4 knots. Also there is little difference between the forecast of 24 hours and 48 hours in advance.
2. In general the quality of the forecast decreases after 48 hours, but now the forecast based on computer data is better than the forecast of the meteorologist.
3. If only the wind velocity is taken into consideration it appears that, in general, the computer based forecast gives a more realistic result than the forecast made by the meteorologist.

Verifikatie windverwachting op lokatie K-13

1. Inleiding

Sinds 1968 worden tweemaal per dag verwachtingen verstrekt ten behoeve van de booreilanden op het Nederlandse plat. De verwachtingsperiode bedraagt 24 uur. Op verzoek van de gebruikers werd vanaf maart 1978 de verwachtingstermijn uitgebreid tot 72 uur. Tot die datum was er geen onderzoek gedaan naar de nauwkeurigheid van dit soort verwachtingen. Het KNMI meende toch, naar aanleiding van een beslissing genomen door het "North Sea Panel" van landen grenzend aan de Noordzee, aan dat verzoek gehoor te moeten geven.

Het besluit van het KNMI werd mede bepaald door het feit dat buitenlandse instanties eveneens zonder onderzoek naar de kwaliteit reeds geruime tijd dergelijke verwachtingen verstrekten.

Het spreekt vanzelf dat onderzoek naar de kwaliteit van dit soort verwachtingen alsnog gewenst was.

2. Doelstelling van het onderzoek

Doel van het onderzoek was een inzicht te krijgen in de kwaliteit van wind- en golfverwachtingen, in afhankelijkheid van de verwachtingstermijn. Aangezien de kwaliteit van golfverwachtingen in hoofdzaak bepaald wordt door die van de windverwachtingen, heeft de uitvoering van onderzoek zich tot de laatste beperkt.

De hier gepresenteerde resultaten hebben slechts betrekking op één winterperiode; in de zomer zijn de verwachtingen in het algemeen veel minder relevant. Het ligt in de bedoeling om deze verifikatie voort te zetten als een routine-matige kwaliteitskontrolle.

3. Het gebruikte materiaal

- 3.1. De verwachting tot 24 uur vooruit bevat de volgende elementen: weer, bewolking, zicht, temperatuur, wind, golfhoogte en golfperiode. De hierop aansluitende verwachting tot 72 uur vooruit bevat in twee periodes van 24 uur de elementen: weer, wind, golfhoogte en golfperiode.

Van deze elementen wordt in dit rapport alleen de wind op 10 meter hoogte geverifieerd*. Voor de verifikatie werd gebruik gemaakt van de verwachting van de wind, opgesteld op grond van de gegevens van 00 uur GMT en geldend voor de tijdstippen 00 GMT + 24, 00 GMT + 48, 00 GMT + 72 voor het station op lokatie K-13 op de positie 55° 13'N en 03° 13'E. De verifikatie is uitgevoerd voor de periode 1 december 1979 t/m 30 april 1980.

Naast de operationele verwachtingen, welke door de weerdienst (00+24) en de routing (00+48 en 00+72) worden opgesteld, werden ook objectieve verwachtingen die als invoer dienen voor het GONO-model en die gebaseerd zijn op het BK-4 model (00+24) in de verifikatie betrokken. Verder werd gebruik gemaakt van het Amerikaanse model (00+48 en 00+72).

	+24	+48	+72
Subjectieve verwachtingen	met. weerd.	met. rout.	met. rout.
Objectieve verwachtingen	BK-4./GONO	NMC	NMC

3.2. Voor de gemeten wind werd de gekorrigeerde windmeting (1) van het station K-13 gebruikt. Over een proefperiode van 1 november 1979 t/m 31 januari 1980 werd de gemeten wind vergeleken met de uit de weerkaart analyse opgemeten wind. Hierbij bleek dat de standaard-deviatie van het verschil slechts 3.1 knopen bedroeg. Gezien deze kleine waarde werd bij de verifikatie uitsluitend gebruik gemaakt van de gemeten wind verkregen via de anemometer van K-13.

4. Gebruikte symbolen

4.1. Voor de aanduiding van windvectoren is een gespiegeld koördinatensysteem gebruikt (zie figuur 1). Dit hangt samen met de in de meteorologie gebruikelijke aanduiding van de windrichting.

* Voor de verifikatie werden bij de voorspellingen altijd een windrichting en -snelheid opgegeven. Ook in de waarnemingen werd altijd een windrichting vermeld.

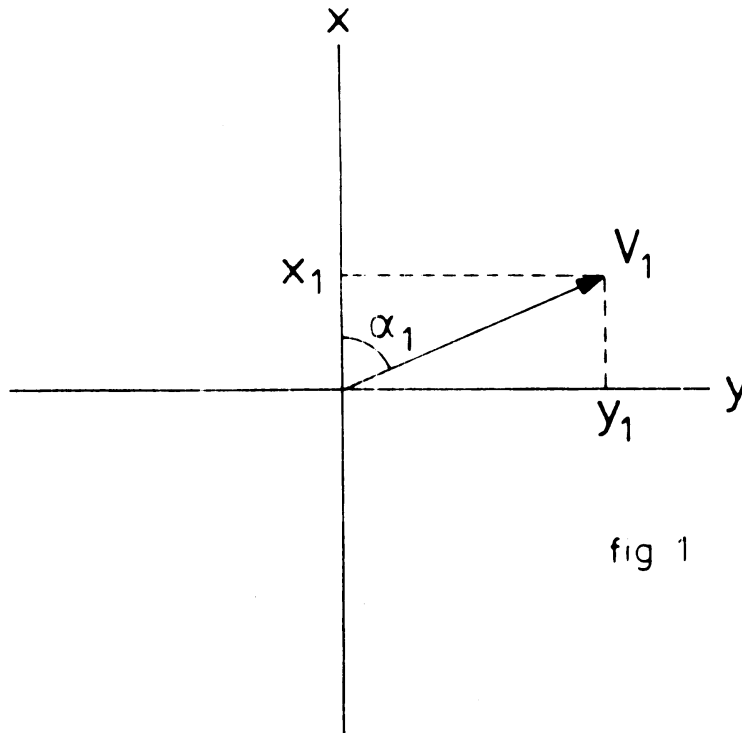


fig 1

Voor de windvektor worden de volgende symbolen gebruikt:

- v windvektor
- x x-koördinaat van de windvektor in knopen
- y y-koördinaat van de windvektor in knopen
- α het argument van de windvektor in graden

dus: $x = |v| \cos \alpha$

$y = |v| \sin \alpha$.

4.2. Voor verwachte en opgetreden windvectoren worden de volgende suffixen gebruikt:

- g gemeten wind op het waarnemingsstation
- v verwachte wind
- 0,1,2,3, verwachtingstermijn in dagen c.q. dag van de waarneming/ dag van geldigheid ("verification time").

- 4.3.
- <x> gemiddelde van x
 - VVD dwarsrichting komponent van de verschilvektor
 - VVL lengterichting komponent van de verschilvektor
 - ff windsnelheid in knopen
 - dd windrichting in tientallen van graden
 - KLIM gemiddelde wind over de beschouwde periode.

5. Bewerking

De resultaten van de verifikatie zijn in een tabel aan het eind van dit verslag samengevat. In deze paragraaf wordt regelmatig naar die tabel verwezen.

5.1. Omdat de wind zowel in snelheid als in richting kan variëren werd bij de verifikatie overwegens gebruik gemaakt van verschilvectoren (zie figuur 2).

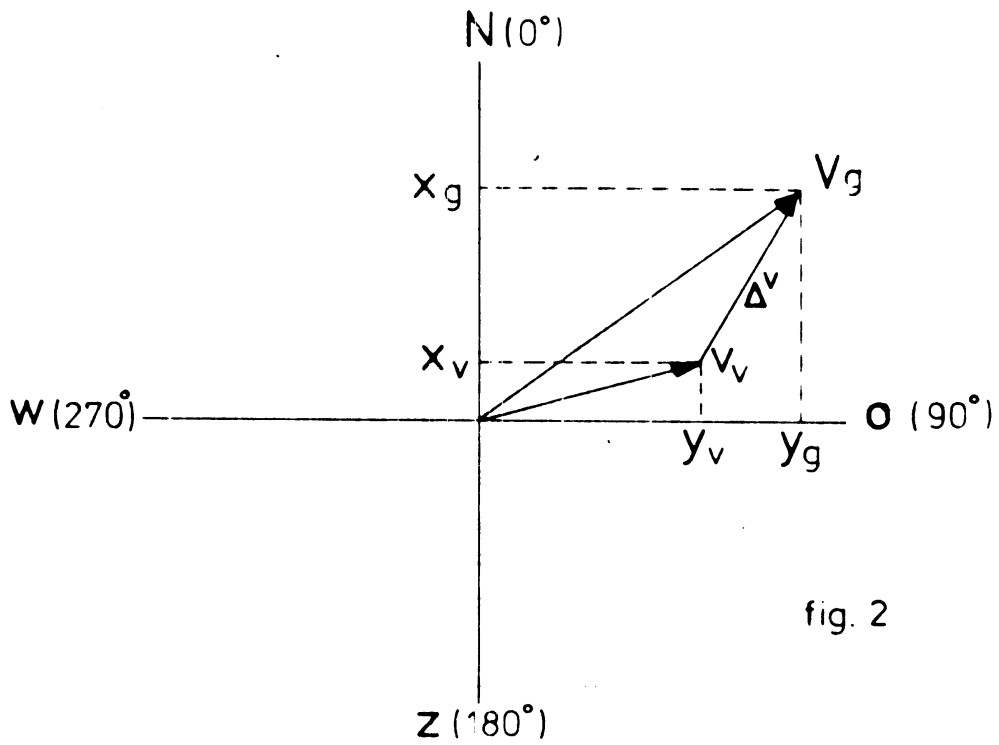


fig. 2

Het windvektorverschil tussen gemeten en verwachte waarde is gedefinieerd door:

$$\begin{aligned} \Delta V &= V_g - V_v \\ \text{en: } \Delta X &= X_g - X_v \\ \Delta Y &= Y_g - Y_v \end{aligned}$$

In eerste instantie is gekeken naar systematische fouten, welke gegeven worden door:

$$\begin{aligned} \langle \Delta X \rangle &= \langle X_g - X_v \rangle \quad (\text{zie tabel}) \\ \langle \Delta Y \rangle &= \langle Y_g - Y_v \rangle \quad (\text{zie tabel}) \end{aligned}$$

Deze fouten kunnen weer in een vektor $\langle \Delta V \rangle$ worden samengevat. Deze is te beschrijven met:

$$\begin{aligned} \text{en } \frac{\text{ARCTAN} (\langle \Delta Y \rangle / \langle \Delta X \rangle)}{\sqrt{\langle \Delta X \rangle^2 + \langle \Delta Y \rangle^2}} &= \text{RICHTING (zie tabel)} \\ &= \text{SNELHEID (zie tabel)} \end{aligned}$$

5.2. Gebruikelijke verifikatie-maten voor dit type verwachtingen ("prik-waarde - verwachtingen") zijn de gemiddelde absolute fout en de "root-mean-square" fout (RMS).

De gemiddelde absolute fout is gedefinieerd als:

$$\langle |\Delta V| \rangle = \langle |V_g - V_v| \rangle \quad (\text{zie tabel})$$

en geeft dus de gemiddelde absolute waarde van het vektorverschil tussen gemeten en voorspelde wind.

De root-mean-square fout is:

$$\sqrt{\langle \Delta V^2 \rangle} = \sqrt{\langle \Delta X^2 \rangle + \langle \Delta Y^2 \rangle} = \text{RMS (zie tabel)}.$$

5.3. Om een beter inzicht te krijgen in de verdeling van de fout over richting en snelheid werd een getransformeerd assenstelsel gebruikt. Hierbij valt de L-as samen met de richting van de gemeten wind en staat de D-as hier loodrecht op (zie figuur 3).

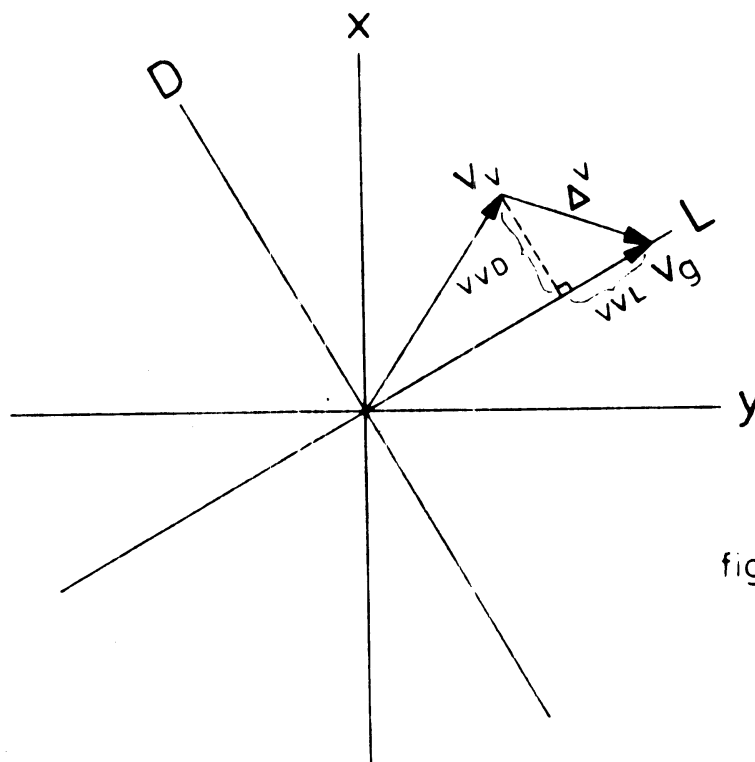


fig 3

Nu is (in de tabel):

$\langle VVL \rangle$ = het gemiddelde van het verschil ΔV in de richting van de gemeten wind.

$\langle VVD \rangle$ = het gemiddelde van het verschil ΔV loodrecht op de richting van de gemeten wind.

ST. DEV VVL = $\sqrt{\langle (VVL - \langle VVL \rangle)^2 \rangle}$
 = de standaarddeviatie van de fout in de lengterichting.

ST. DEV VVD = $\sqrt{\langle (VVD - \langle VVD \rangle)^2 \rangle}$
 = de standaarddeviatie van de fout in de dwarsrichting.

5.4. Om de verkregen verifikatiecijfers te kunnen beoordelen is een referentiesysteem nodig. Een gevonden RMS b.v. zegt weinig wanneer we niet weten wat met eenvoudige middelen te bereiken is.

Voor een tweetal referentie-systemen zijn de RMS-cijfers hier uitgewerkt: persistentie en klimatologie.

Voor de persistentie levert dit afzonderlijke resultaten op voor dag 1, 2 en 3. B.v. voor dag 3:

$$\text{RMS (PERS. DAG 3)} = \sqrt{\langle (X_{g3} - X_{g0})^2 + (Y_{g3} - Y_{g0})^2 \rangle}$$

Voor het station K-13 zijn geen klimatologische gegevens beschikbaar. Daarom is de klimatologische gemiddelde windvektor geschat met de gemiddelde windvektor in de beschouwde periode. Deze is vermeld in de tabel onder "KLIM.RICHT." en "KLIM.SNELH.". Wanneer we deze vektor in alle gevallen als verwachting kiezen, dan resulteert een RMS:

$$\text{RMS (KLIM)} = \sqrt{\langle (X_g - \langle X_g \rangle)^2 + (Y_g - \langle Y_g \rangle)^2 \rangle}$$

Het is duidelijk dat geëist mag worden dat de RMS van elk type verwachting kleiner is dan die van elk der beide referentie-systemen.

5.5. In de meteorologie is het dikwijls belangrijk om onafhankelijk van de richting de windsnelheid in beschouwing te nemen. Dit met het oog op van de wind afgeleide grootheden, zoals bijvoorbeeld de zeegang. Daarom is hier ook nog aandacht besteed aan de windsnelheidsverwachtingen zonder de windrichting daarbij te betrekken. De echte verifi-katie was niet nodig, omdat daarover in de weerdienst reeds gegevens beschikbaar zijn op grond van veel uitgebreider materiaal dan bij dit onderzoek het geval is.

Wel is gekeken naar systematische fouten en het "gedrag" van de verschillende voorspellers.

In de tabel zijn vermeld:

GEMID. FF is het gemiddelde van de opgetreden resp. verwachte windsnelheid.

STAND. DEV. is de standaard deviatie van de opgetreden of de verwachte windsnelheid volgens de formule:

$$\sqrt{\langle (ff - \langle ff \rangle)^2 \rangle}$$

6. Bespreking van de resultaten

6.1. Systematische fouten

Ten aanzien van RICHTING wordt opgemerkt dat de fout in richting en de

klimatologische richting niet ver uit een lopen. T.a.v. SNELHEID kan opgemerkt worden dat de systematische fout $2\frac{1}{2}$ - 3 knopen bedraagt, behalve bij de subjektieve verwachtingen voor 48- en 72 uur. Hierop wordt in 6.5. terug gekomen.

6.2. Gemiddelde absolute fout en RMS

De grootte van de gemiddelde absolute fout $\langle |V_g - V_v| \rangle$ en de RMS blijken met het toenemen van de verwachtingstermijn groter te worden. Er is een gering verschil tussen de subjektieve en de objektieve methode.

6.3. Fouten in de lengte- en in de dwarsrichting

De standaarddeviatie van de fouten in lengte- en dwarsrichting lopen niet ver uiteen. Wel opvallend is de grote systematische fout in de lengterichting bij de GONO-wind. Hierop wordt in 6.5. terug gekomen.

6.4. Referentie-systemen

De RMS van de persistentie blijkt in alle gevallen groter te zijn dan die van de verwachtingen van de meteorologen en de komputer. De RMS van de "klimatologie" (zie 5.4.) blijkt de eerste 48 uur groter te zijn dan de RMS van de verwachtings-methodieken. Na 48 uur blijkt deze verifikatiemaat een negatief resultaat op te leveren. Dit zou mede te wijten kunnen zijn aan het feit dat de meteoroloog geneigd is een waarschuwend element in zijn verwachting te leggen door een iets te hoge windsnelheid te verwachten.

6.5. De windsnelheid alleen

Als alleen de windsnelheid in beschouwing wordt genomen blijkt dat de meteoroloog gemiddeld een te grote windsnelheid verwacht (zie ook 6.4.). Dit in tegenstelling tot de objektieve verwachtingen van het Amerikaanse model. De uit het BK-4 model afgeleide windsnelheid blijkt gemiddeld veel te klein te zijn. Uit de betrokken periode is bekend (1.) dat twee maanden n.l. maart en april niet geheel juist waren, maar ook de andere maanden gaven een te lage windsnelheid (zie figuur 4).

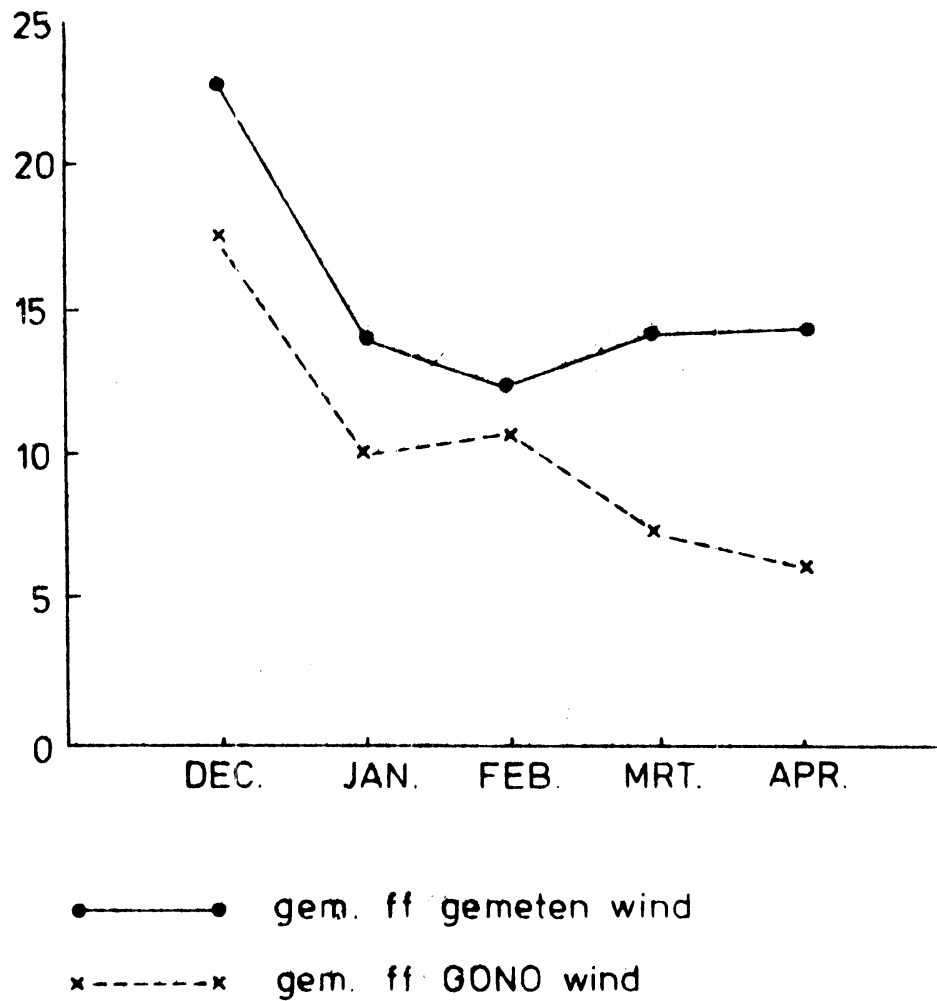


fig. 4

7. Konklusies

Tot 48 uur vooruit blijkt dat er weinig verschil bestaat tussen de verwachtingen van de meteoroloog en die van de komputer, behalve dan dat de meteoroloog systematisch ± 4 knopen te hoog is. Ook is er slechts weinig verschil tussen de 24 uur en de 48 uur verwachting.

Na 48 uur neemt de kwaliteit van de verwachting over het algemeen sterker af, maar het komputer-produkt is nu beter dan het handprodukt; de RMS fout is voor beide op deze termijn groter dan die van de klimatologische verwachting.

Wordt alleen de windsnelheid in beschouwing genomen dan blijkt over het algemeen dat de komputer realistischere resultaten oplevert dan de handmethodes. Dit geldt niet voor de GONO-winden, die gemiddeld veel te laag zijn.

De indruk bestaat dat de meteoroloog in geval van lage windsnelheid geneigd is deze te hoog te schatten. Dit laatste moet echter nog nader onderzocht worden.

Tenslotte wordt opgemerkt dat het materiaal ook per maand werd bewerkt. Hoewel de aantallen klein waren blijkt dat de getallen per maand berekend dezelfde tendens vertonen als die berekend over de gehele periode.

Referenties

- (1) Bcuws, E., Komen, G.J., Van Moerkerken, R.A., Peeck, H.H. and Saraber, M.J.M.
A comparison of shallow water wave predictions. V - 362.

GEMET. = GEMETEN MIDD STATION KLIM. W. EXACTERHAARD. U = 0000. M = KOUF. MIN. J. F = FSNIT.
 RMS = ROOT MEAN SQUARE.

	GEMET.-(H+24)M	GEMET.-(H+24)G	GEMET.-(H+48)R	GEMET.-(H+72)F	GEMET.-(H+72)R	GEMET.-(H+72)F
<XG-XV>	: -2.8	-2.0	-5.3	-3.0	-5.4	-2.8
<YG-YV>	: -0.4	1.7	0.5	-0.6	0.2	0.3
RICHTING	: 261	309	275	259	272	276
SNELHEID	: 2.8	2.6	5.4	3.1	5.4	2.8
< VG-VV >	: 12.3	11.2	13.2	13.2	17.9	15.9
RMS	: 14.7	13.3	15.6	15.0	20.7	13.3
<VVV>	: 2.0	8.4	1.6	4.3	5.1	7.9
ST.DEV VVL	: 9.9	7.9	9.9	10.2	13.9	12.4
<VVV>	: -1.5	-0.4	-0.0	-2.4	0.9	-0.6
ST.DEV VVD	: 10.7	6.7	12.0	9.9	14.5	11.0

	PERSISTENTIE DAG 1	PERSISTENTIE DAG 2	PERSISTENTIE DAG 3
RMS	: 18.2	21.7	24.7

GEMET. - KLIV.

	GEMETEN	(H+24)M	(H+24)G	(H+48)R	(H+72)F	(H+72)R	(H+72)F
RMS	: 16.2						
GEMID. FF	: 15.0	19.3	10.5	20.2	16.7	21.3	16.5
STAND. DEV.	: 9.6	6.8	7.1	7.8	8.7	7.3	8.3

KLIM. RICHT.: 234
 KLIM. SNELH.: 2.7

BEGIN DATUM : 1 DEC. 1979 KEY= 0
 EIND DATUM : 30 APR. 1980 KEY= 151

AANT. WAARN.: 152