

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

TECHNISCHE RAPPORTEN

T.R. - 63

J.Vinke

Het effect van de wind in de Eemmond op
hoogwaterstanden in Delfzijl

De Bilt, 1985

Publikatienummer: K.N.M.I. T.R. 63(CWD)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Centrale Weerdienst,
Postbus 201,
3730 AE De Bilt,
Nederland.

U.D.C.: 551.556.8

ISSN: 0169-1708

Inleiding.

De waterstanden langs de Nederlandse kust worden een groot deel bepaald door het astronomische getij. De verschillen die bij vergelijking van de berekende astronomische waterstanden en de opgetreden waterstanden worden waargenomen zijn veelal toe te schrijven aan meteorologische factoren. Het is de taak van het KNMI deze afwijkingen vooruit te berekenen. Deze berekeningen worden voor vijf stations uitgevoerd t.w. Vlissingen, Hoek van Holland, Den Helder, Harlingen en Delfzijl. Echter tussen de berekende afwijkingen en de opgetreden afwijkingen komen verschillen voor die meteorologisch moeilijk te verklaren zijn. Een van de stations waar de onregelmatigheid het grootst is, is het station Delfzijl.

De laatste jaren zijn rond Delfzijl grote waterstaatkundige werken uitgevoerd. De vraag rees dan ook of deze werken invloed hebben op de hoogwaterstanden in dat gebied. Voor de berekening van hoogwater te Delfzijl wordt gebruik gemaakt van de berekende afwijking van het hoogwater te Borkum. De afwijking in Delfzijl wordt dan verkregen door een correctie voor het Eemsmond effect toe te passen op de afwijking van Borkum. Voor zover bekend, zijn op Borkum geen grote waterstaatkundige werken uitgevoerd zodat eventuele afwijkingen in Delfzijl in hoofdzaak toe te schrijven zijn aan de veranderde invloed van de wind in de Eemsmonding. Om een indruk te krijgen van dit effect werd voor een periode gekozen die liep van november 1983 tot april 1984. Onderzocht werden de verschillen tussen berekende astronomische en de gemeten afwijkingen van hoogwaterstanden in Delfzijl.

Werkwijze.

Op ons verzoek werden door het Duitse Hydrografische Instituut fotokopieën toegestuurd over de periode van November 1983 tot april 1984 van de waterstand registratiestroken van Borkum. Daar in de weerkamer op routine basis de hoogwaterstanden van de vijf basisstations worden genoteerd, waren ook de opgetreden hoogwaters van Delfzijl over de genoemde periode beschikbaar. Door nu de opgetreden waterstanden van Borkum en van Delfzijl met elkaar te vergelijken kon het verschil in hoogwater tussen beide stations bepaald worden. Het hoogwater in Borkum wordt afgelezen t.o.v. NORMAL-NUL, het hoogwater in Delfzijl wordt bepaald t.o.v. NAP. Hierbij bleek dat de hoogwaterstanden van Delfzijl vrijwel allemaal hoger waren dan de hoogwaterstanden van Borkum. Daar verwacht mag worden dat de afwijking van de hoogwaterstanden in Delfzijl voor een groot deel veroorzaakt wordt door de wind boven de Eemsmonding, werden bij de klimatologische dienst de windgegevens van de meetpaal Huibertsgat opgevraagd. Uit de beschikbare gegevens werd de tien minuten gemiddelde windsnelheid afgelezen. Gekozen werd voor het uur dat het dichtst bij de tijd van hoogwater in Delfzijl lag. Op een zelfde manier werd de windrichting bepaald.

In de rij gegevens ontbraken enkele waarnemingen. Door een defect aan de meetpaal ontbraken de gegevens over de periode van 1 november 00 uur tot 3 november 13 uur. In de periode van 27 december tot 10 januari ontbrak de windrichting. De eerste dagen waarop zowel de windrichting als de windsnelheid ontbrak zijn buiten beschouwing gelaten, voor de periode waarin alleen de windrichting ontbrak is aan de hand van weerkaarten een schatting gemaakt van de windrichting. Verder stonden in de tabellen enkele waarnemingen die de klimatologische dienst onbetrouwbaar achtte. Deze gegevens zijn in de berekening als goed meegenomen.

Op deze manier konden 397 gevallen van hoogwater vergeleken worden met opgetreden windsnelheden boven de Eemsmonding.

Bij het nalopen van de registratiestroken van de waterstand recorders bleek dat zowel op de stroken van Delfzijl als die van Borkum op de normale registratie-lijn pieken voorkwamen die naar alle waarschijnlijk-

lijkheid veroorzaakt werden door buienactiviteiten. Deze pieken gaven soms verhogingen van 5 tot 8 cm aan. Vervolgens zijn tabellen gemaakt waarin de opgetreden afwijkingen, in cm, uitgezet werden tegen de windsnelheid in knopen, bij een konstante windrichting. De windrichtingen zijn ingedeeld in tientallen graden. Hierbij bleek dat sommige windrichtingen maar weinig voorkwamen. Vooral de richtingen tussen de 10 en 40 graden waren slecht vertegenwoordigd. Het leek dan ook het beste om enkele windrichtingen bij elkaar te nemen. Gekozen werd voor sectoren van 30 graden. Zo werden de richtingen 360, 10 en 20 graden samen genomen, 30, 40 en 50 graden etc. Op deze manier ontstond een tabel van 12 kolommen (windsectoren) waarin de gemiddelde afwijking tegen de windsnelheid werd uitgezet. In navolging van Verploegh en Groen is getracht de getallen per windsector te vergelijken met een tweede macht functie van de windsnelheid $O = cV^2 + C$. Hierin is O het verschil in waterstand tussen Borkum en Delfzijl

V de windsnelheid in knopen boven de Eems
C een konstante
c een factor afhankelijk van de strijklengte van de wind over het water, de waterdiepte en de windrichting.

Deze berekening werd voor de 12 windsectoren uitgevoerd. Daarbij bleek c te liggen tussen de waarden +0,022 en -0,018.

De gemiddelde waarde van C = 31,9 cm. De waarden lagen tussen de 28,26 cm en 36,078 cm.

Bij berekening van de afwijking voor O bleek de grootste standaard deviatie 8,7 cm te zijn.

In het wetenschappelijk rapport van Verploegh en Groen wordt de wind niet tot de macht twee verheven, maar tot de macht 2,4.

Na gegaan is of de functie

$$O = cV^{2.4} + C \text{ betere resultaten gaf.}$$

In het laatste geval werd de gemiddelde waarden van C = 32.1 cm waarbij de uiterstend lagen tussen 28,1 cm en 36,8 cm. De grootste standaard deviatie van O = 9.0 cm.

Zowel de spreiding van C als de standaard deviatie waren in het eerste geval kleiner.

Met behulp van deze tweede macht functie zijn de theoretische afwijkingen van de waterstanden berekend voor de windsnelheden bij 10, 20, 30, 40 en 50 knopen.

Beschouwing.

Worden de waarden van c uitgezet in een grafiek (fig. 1) dan valt het volgende op.

De waarden voor c zijn negatief tussen 70 graden en 240 graden.

In de andere richtingen is de waarde van c positief.

(In de grafiek is de waarde van c met 1000 vermenigvuldigd).

De grootste absolute waarde van c ligt aan de positieve kant. De positieve waarde is het grootste bij 320 graden. Dit is ook de richting waarin de Eemsmond zich uitstrekt.

De grootste negatieve waarde ligt rond de 130 graden.

Worden de punten onderling verbonden dan blijkt tussen 160 graden en 220 graden de grafiek en vlak verloop te hebben. Dit zijn de richtingen waarin de strijklengte van de wind het kleinste is.

Vervolgens zijn de C waarden in een grafiek uitgezet. (fig. 2). De waarde C treedt op bij windstil weer (0 knopen). De uitgezette waarden

schommelen rond de dertig cm. Daarbij liggen tussen de 150 graden en 240 graden de waarden beneden de dertig cm voor de overige windrichtingen boven de dertig cm. Zoals reeds opgemerkt ligt de gemiddelde waarde van C rond de 31,9 cm.

In de fig. 3, 4, 5, 6 en 7 zijn de theoretisch berekende waarden voor de afwijking 0 uitgezet bij resp 10, 20, 30, 40 en 50 knopen.

Zoals reeds eerder vermeld is het aantal gebruikte waarnemingen gering. Om enig inzicht te geven hoe de gebruikte gegevens in de grafieken liggen, zijn de gebruikte afwijkingen met een kruisje in de grafieken ingetekend.

Hierbij is goed te zien dat het aantal waarnemingen bij hogere windsnelheid zeer summier is.

In de grafiek met 0 knopen zijn alle afwijkingen aangegeven waarbij de windsnelheid minder was dan 5 knopen, in de grafiek van 10 knopen de winden tussen 5 en 15 knopen, in de grafiek van 20 knopen de afwijkingen die optraden bij windsnelheden tussen 15 en 25 knopen etc.

Uit grafiek 6 blijkt dat er slechts weinig waarnemingen waren waarbij de windsterkte tussen de 35 en 45 knopen lag. Meer dan 45 knopen werd slechts eenmaal gemeten. (fig. 7).

Om enig inzicht te krijgen in hoeverre de thans in gebruik zijnde tabellen voor bepaling van het Eemseffect afwijken van de nieuw berekende getallen, zijn in de grafiek de waarden uitgezet die in de in gebruik zijnde tabellen voorkomen.

Bij het uitzetten van deze getallen blijkt dat wil er enige overeenstemming zijn tussen de berekende getallen en de reeds bestaande gegevens de nul as voor de oude gegevens 32 cm omhoog geschoven dient te worden.

Konklusie.

Volgens Rijkswaterstaat in Normal-Null peil en het ANP gelijk. Uit de berekeningen blijkt dat het Hoogwater in Delfzijl gemiddeld 32 cm hoger is dan in Borkum.

Dit verschil is voor het grootste deel waarschijnlijk toe te schrijven aan het verschil in getij amplitude tussen Borkum en Delfzijl. Bij hoogwaterstanden waarbij de wind een zuidelijke of zuidwestelijke richting heeft is het afwaaiingseffect minder groot dan tot nu toe werd aangenomen.

Het aantal gegevens is te gering om met zekerheid uitspraak te doen over de thans in gebruik zijnde tabellen.

Enkele opmerkingen.

De berekeningen die uitgevoerd zijn, hebben uitsluitend betrekking op hoogwaterstanden.

Bij het doornemen van de verschillen die optreden bij laagwaterstanden in Borkum en Delfzijl, blijkt het laagwater in Delfzijl in veel gevallen lager te zijn dan in Borkum.

fig.1

cx1000

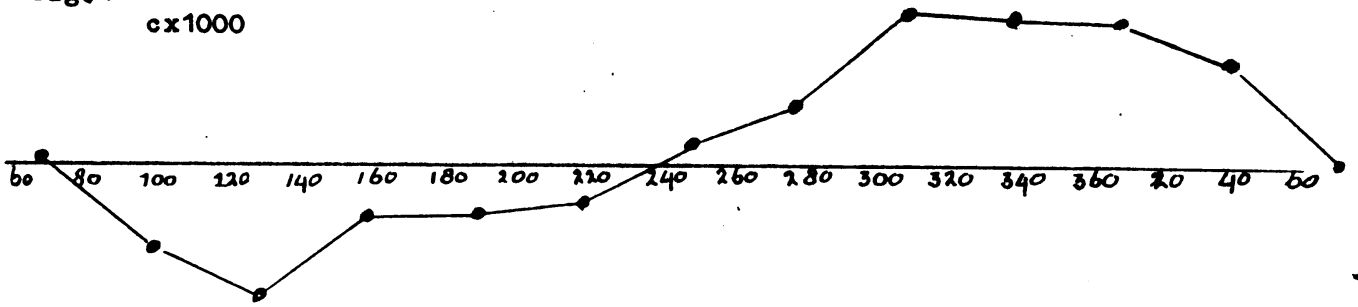


fig.2

C (is gelijk aan windsnelheid 0 kts)

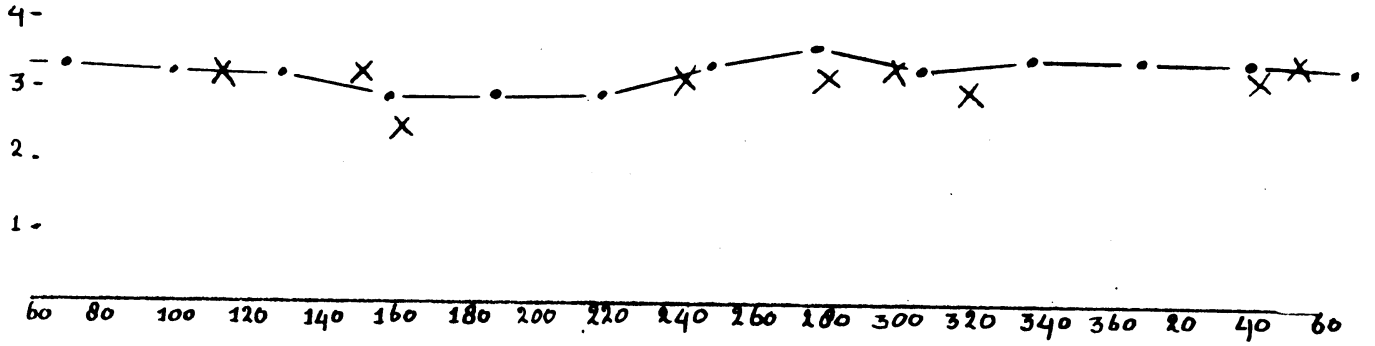


fig.3

windsnelheid 10 kts

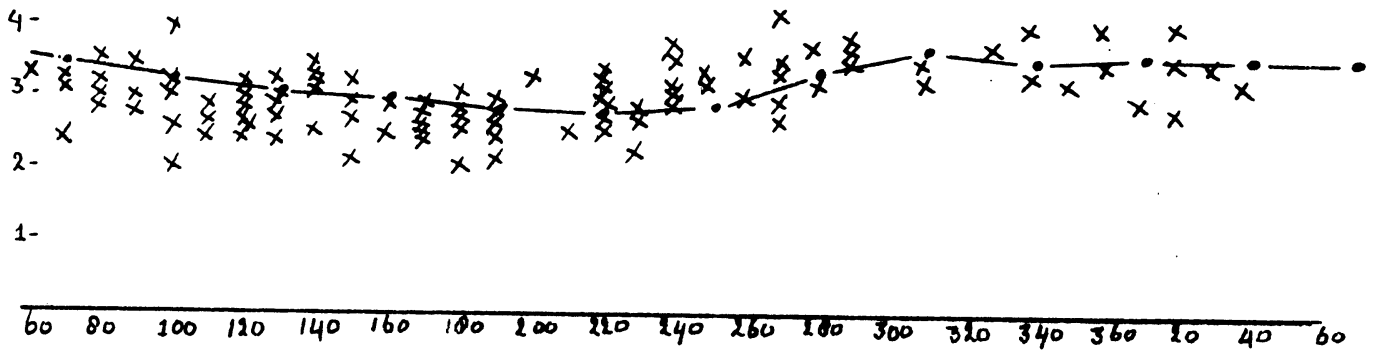


fig. 4

windsnelheid 20 kts

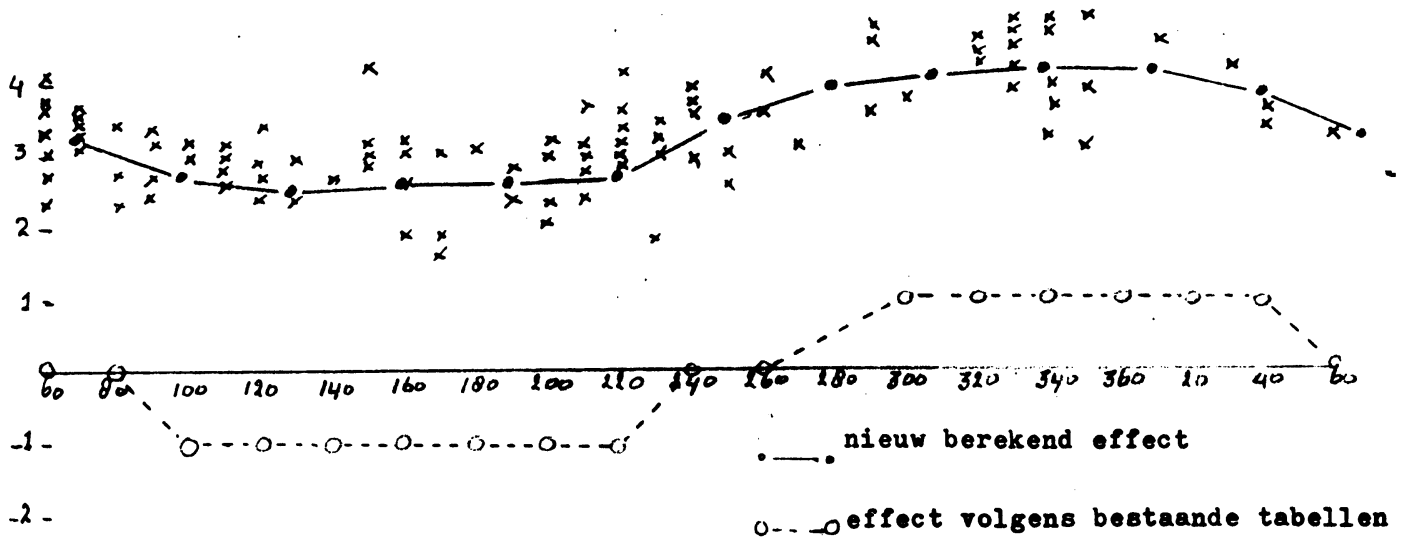


fig. 5

windsnelheid 30 kts

