

26 feb. 1963

Statistiek van maximale windsnelheden (uurgemiddelden)
per winter- en per zomerhalfjaar waargenomen te Den Helder

551.553.6

door Dr. R. Dorrestein

In het begin van dit jaar werd van een grote oliemaatschappij het verzoek ontvangen zo betrouwbaar mogelijke waarden op te geven voor de naar verwachting eens per 100 winter- resp. per 100 zomerhalfjaren overschreden windsnelheid en golfhoogte op korte afstand buiten de Hollandse kust.

Voor het klimatologische onderzoek, nodig om op deze vragen een antwoord te geven, werd, wat de wind betreft, besloten uit te gaan van de bijna ononderbroken reeks windwaarnemingen van het station Den Helder na juni 1922. Deze reeks mag homogeen en betrouwbaar worden geacht, in zoverre dat sinds juni 1922 (toen een nieuwe opstelling van de windmeter tot stand kwam) de lokale situatie bij het station niet belangrijk veranderd is. Van geen enkel ander Nederlands kuststation is ook maar bij benadering een dergelijke lange homogene reeks windwaarnemingen beschikbaar. De windschattingen der lichtschepen werden voor dit onderzoek niet als basis genomen, gezien de betrekkelijke onzekerheid in de relatie windsnelheid-schatting Beaufort juist bij de hoogste windkrachten. De windsnelheden van Den Helder welke ongetwijfeld niet zonder meer representatief zijn voor de windsnelheden boven zee, werden echter zo goed mogelijk hiertoe herleid met behulp van de aanwezige windgegevens van de paal in zee bij Katwijk van dec. 1959 af.

Zoals gebruikelijk, worden de kansen op het overschreden worden van bepaalde windsnelheden in de toekomst geacht te worden benaderd door een continu aflopende functie van de windsnelheid, welke zo goed mogelijk aansluit bij de in het verleden waargenomen overschrijdingsfrequenties.

In dit verslag worden uitsluitend de rechtstreeks uit de Dines-anemometerstroken afgeleide windgegevens van Den Helder beschouwd, en wel de gemiddelde windsnelheden per uur (in tienden meters per sec.) en de windrichtingen (in even streken), zoals deze zijn geponst in de code 60 voor de Afdeling Klimatologie.

Procedure

Alle uurgemiddelden van tenminste 15,0 m/sec, met bijbehorende datum, uur en windrichting, zijn in een chronologische tabel gezet.

- 1) P.J. Rijkoort in "Meteorologische en oceanografische aspecten van stormvloed op de Nederlandse kust", "Bijdrage I tot het Rapport van de Deltacommissie", 1960, pag. 109-110.

Een winterhalfjaar werd gedefinieerd als het tijdvak 16 oktober t.e.m. 15 april van het volgend jaar; een zomerhalfjaar als het tijdvak 16 april t.e.m. 15 oktober. Beschikbaar zijn dan 39 winterhalfjaren, nl. 1922/23 t.e.m. 1961/62^{*} minus 1944/45, en 39 zomerhalfjaren, nl. 1922 t.e.m. 1961 minus 1944^{*}. Deze aantallen werden voldoende groot geacht om een redelijk betrouwbare statistiek te verkrijgen van de maximale uurgemiddelden per halfjaar; deze statistiek wordt in dit verslag besproken.

Voor elk winter- en zomerhalfjaar werden genoteerd:

- I het maximale uurgemiddelde ongeacht de windrichting;
- II het maximale uurgemiddelde van winden uit de richtingen SSW t.e.m. W (18 t.e.m. 24);
- III het maximale uurgemiddelde van winden uit de richtingen WNW t.e.m. N (26 t.e.m. 32);

Steeds met bijbehorende windrichting en datum.

(Slechts in enkele gevallen was dit niet mogelijk, omdat blijkbaar dan de maximale windsnelheid beneden 15,0 m/s bleef).

Hetzelfde werd ook nog gedaan voor de gehele jaren, welke werden gerekend van 1 juli tot 30 juni.

De windsnelheden werden in volgorde van afnemende grootte gerangschikt, en de windsnelheden met de aantallen halfjaren dat deze overschreden werden zijn tegen elkaar uitgezet in de vorm van trapjeslijnen. Dit is gedaan op gewoon millimeterpapier, zie fig. 1, en ook op speciaal "Gumbel"-papier, zie fig. 2A,B.

Resultaten; extrapolatieprocedure

In de volgende tabellen worden enkele resultaten gegeven. De cijfers I, II, III duiden de zojuist gegeven windrichtingen aan.

^{*}) Voor 1954 werd genomen 16 april - 31 mei 1944 plus 1 juni - 15 oktober 1945.
Voor 1922 is alleen beschouwd 1 juli - 15 oktober.

Tabel I

Maximale uurgemiddelden, in volgorde van afnemende grootte (in decimeters per sec), met het jaartal.

Rang- nummer	Winterhalfjaar			Zomerhalfjaar			Gehele jaar
	I	II	III	I	II	III	I
1	308(42)*	257	308	235(23)	235	230	↑ als winter- halfjaar
2	292(48)	250	292	235(26)	235	226	
3	264(59)	250	264	230(35)	227	220	
4	253(52)	245	253	227(56)	226	218	
5	250(28)	240	240	226(43)	225	215	
6	250(38)	240	237	226(50)	220	214	
7	240(25)	237	234	225(38)	218	200	
8	240(29)	237	230	220(36)	217	200	
9	240(49)	232	220	218(33)	207	198	
10	237(43)	230	220	218(42)	206	195	
11	237(57)	230	215	217(47)	205	195	
12	234(54)	220	215	215(46)	200	193	
13	232(36)	220	215	214(54)	200	191	235(26)
14	230(26)	220	213	210(30)	200	190	234(54)
15	230(40)	220	212	207(27)	200	190	232(36)
16	230(45)	220	212	206(55)	192	190	230(35)
17	225(61)	219	210	205(22)	190	185	230(40)
18	220(23)	215	210	205(25)	190	185	230(45)
19	220(24)	215	210	200(24)	188	181	227(56)
20	220(27)	215	208	200(32)	179	181	225(61)
21	220(30)	214	206	200(58)	177	180	220(24)
22	217(33)	210	205	200(61)	175	180	220(27)
23	215(35)	210	202	198(52)	175	180	220(30)
24	215(41)	210	200	192(48)	175	175	218(33)
25	215(60)	210	200	191(57)	174	175	217(46)
26	212(39)	207	200	190(41)	174	175	215(41)
27	212(47)	207	198	185(29)	173	174	215(60)
28	210(31)	204	198	181(40)	172	172	212(39)
29	207(46)	204	193	180(37)	168	171	212(47)
30	207(55)	200	191	180(60)	168	170	210(31)
31	204(35)	199	190	175(28)	165	170	210(37)
32	202(56)	198	190	175(31)	163	170	207(55)
33	202(58)	193	185	174(34)	163	170	204(34)
34	200(32)	190	180	172(53)	158	166	202(58)
35	200(50)	187	180	171(39)	155	165	200(32)
36	200(51)	185	178	170(59)	155	163	200(50)
37	198(37)	185	170	167(45)	x	x	200(51)
38	198(53)	183	170	151(49)	x	x	198(53)
39	190(22)	170	152	x(51)	x	x	190(22)

*) 42 duidt het winterhalfjaar 16 oktober 1942 - 15 april 1943 aan, enz.

**) 23 duidt het jaar 1 juli 1923 - 30 juni 1924 aan; enz.

De 11 hoogste waarden voor het winterhalfjaar vallen samen met die voor het gehele jaar.

Het maximum van een zomerhalfjaar was hoger dan dat van het voorgaande winterhalfjaar in 9 van de 38 gevallen; het was hoger dan dat van het daaropvolgende winterhalfjaar in 9 van de 39 gevallen (en in één geval daaraan gelijk).

Volgens Rijkooft ¹⁾ was tussen 1922 en 1942 het gemiddeld aantal noordwesterstormen per jaar significant kleiner dan na 1942. Een dergelijk verschil in de gemiddelde maximale windsnelheden volgens tabel I bleek niet aantoonbaar te zijn. Daarom zijn in het volgende alle 39 jaren tezamen genomen.

Tabel 2

Overschrijdingspercentages voor gegeven windsnelheden (uurgemiddelden) verkregen door grafisch gladstrijken of extrapoleren.

Max. windsnelheid (uurgemiddelde) m/sec	Winterhalfjaar			Zomerhalfjaar		
	I	II	III	I	II	III
17,0	100	99	98	88	71	74
18,0	100	97	92	78	57	54
19,0	98	89	78	65	43	36
20,0	88	76	59	50	32	24
21,0	70	58	43	35	22	14
22,0	50	38	29	21	14	7
23,0	34	24	20	11	8	3,0
24,0	22	14	14	5,4	4,0	1,4
25,0	14	8	10	2,5	1,9	(0,6)
26,0	9,3	4,3	7,0	1,2	(0,9)	(0,3)
27,0	6,0	2,2	4,8			
28,0	4,0	1,1	3,4			
29,0	2,7	(0,6)	2,4			
30,0	1,8	(0,3)	1,7			
31,0	1,2	(0,1)	1,2			

De extrapolaties (en interpolaties) zijn in de figuren 2A en B geschied volgens de daar aangegeven vloeiende krommen. Deze zijn op subjectieve wijze zo goed mogelijk aan de trapjeslijnen aangepast, waarbij de volgende beperkende criteria in acht zijn genomen.

1. De kromming varieert langs de kromme zo geleidelijk mogelijk en heeft op elk der krommen overal hetzelfde teken.
2. Naar de hoge windsnelheden verdwijnt de kromming of wordt ze (absoluut) steeds kleiner.

1) P.J. Rijkooft, *ibid*, pag. 113.

3. Voor de hogere windsnelheden zijn de frequenties van voorkomen volgens de extrapolaties "eerder" overschat dan onderschat, volgens subjectieve waardering op grond van het materiaal (trapjeslijnen).
4. Als $Q_I(v)$, $Q_{II}(v)$ en $Q_{III}(v)$ de overschrijdingspercentages voor een windsnelheid v voorstellen, welke zijn gegeven in tabel 2, is bij elke windsnelheid v de waarde van Q_I ten hoogste gelijk aan de som van Q_{II} en Q_{III} . Voor de windsnelheden waarvoor de Q -waarden behoorlijk door het materiaal zijn vastgelegd blijkt dit zo te zijn, waardoor bevestigd wordt dat de windrichtingen NNE door E tot S in verband met extreme windsnelheden een geringe rol spelen.
5. Voor het winterhalfjaar gaf het materiaal voor windsnelheden van 22 tot 25 m/s voor de factor

$$f = \frac{Q_I(v)}{Q_{II}(v) + Q_{III}(v)}$$

waarden van ongeveer 0.8. De extrapolatie naar hogere windsnelheden is zo geschied dat deze factor f van ca 0.8 toenam tot 0.9.

6. Voor het zomerhalfjaar gaf het materiaal voor windsnelheden van 20 tot 23 m/s voor de factor f waarden van vrijwel 1.0. Bij de extrapolatie naar hogere windsnelheden is deze waarde 1.0 aangehouden.

Deze subjectieve werkwijze, met al haar nadelen en onzekerheden, werd verkozen boven de methode waarbij men op het "Gumbel"-papier rechte lijnen aan de trapjeskrommen tracht aan te passen (dat zou men overigens hoogstens in de gevallen II en III kunnen doen, indien de hellingen dezer twee lijnen kennelijk niet gelijk zijn). Een eerste argument is, dat ook in deze gevallen II en III het materiaal zeker niet als "homogeen" mag worden beschouwd. Een veel belangrijker en algemener argument is echter, dat ook indien het materiaal "homogeen" zou zijn, wat betreft jaarfase en windrichting, er geen enkele reden is om aan te nemen dat de "ware" kromme op het "Gumbel"-papier recht zou zijn. Het praktische voordeel van dit soort papier is alleen, dat de ervaring geleerd heeft dat de overschrijdingskrommen hierop meestal een geringe kromming hebben, en dat daardoor een grafische extrapolatie naar lage frequenties beter uitvoerbaar is. (Dit laatste is evenwel net zo goed mogelijk bij een gewone logaritmische schaal voor de overschrijdingsfrequentie).

In figuur 2A zou het bepaald riskant zijn de concave tendens naar boven bij de windsnelheden boven 25 m/s in de trapjeslijnen I en III te negeren. In figuur 2B suggereren de trapjeslijnen krommen die convex naar boven zijn.

Voorbeeld van toepassing van tabel 2 en de figuren 1, 2A en 2B. Gevraagd de uurgemiddelde windsnelheid die in een zomerhalfjaar een kans 1 op 5 heeft om overschreden te worden. Antwoord: ongeacht de windrichting 22,1 m/s; alleen voor de richtingen SSW t.e.m. W: 21,2 m/s; alleen voor de richtingen WNW t.e.m. N: 20,3 m/s.

Tabel 3

Waarden van de uurgemiddelde windsnelheid (meters/sec) te Den Helder, welke gemiddeld eens per N jaren worden overschreden, afgeleid uit figuren 2A en 2B.

Halfjaar	Windrichtingen	Aantal jaren, N			
		10	25	50	100
Winterhalfjaar, 16 okt.-15 apr.	alle	25.8	28.0	29.8	32.1
	SSW t.e.m. W	24.6	26.1	27.2	28.2
	WNW t.e.m. N	24.9	27.5	29.5	32.0
Zomerhalfjaar, 16 apr.-15 okt.	alle	23.1	24.4	25.3	26.3
	SSW t.e.m. W	22.6	24.0	24.9	25.8
	WNW t.e.m. N	21.5	22.7	23.5	24.5

Tabel 4

Verdeling, in procenten, van de waargenomen maximale uurgemiddelden per halfjaar (I) over de windrichting.

Windrichting	16	18	20	22	24	26	28	30	32	02	04	06
	S		SW		W		NW		N		NE	
Winterhalfjaar (totaal 39 ge- vallen = 100%)	8	16	17	8	9	8½	7	14	2½	5	2½	2½
Zomerhalfjaar (totaal 38 ge- vallen = 100%)	5½	13	4	13	12	15	5½	16½	9	7	0	0

Wanneer een maximum twee of meer malen binnen een halfjaar voorkwam, werden de gevallen gesplitst over de bijbehorende windrichtingen.

Het hoogste maximale uurgemiddelde per halfjaar (I) met een windrichting buiten de sector SSW t.e.m. N was 24,0 m/s (bij NNE) voor het winter- en 21,0 m/s (bij S) voor het zomerhalfjaar. De vrijwel zeker optredende plaatselijke versnelling van de wind bij het station Den Helder voor winden uit noordoostelijke richtingen heeft dus op de gegeven extremenverdelingen nauwelijks invloed.

Grafisch uitzetten van de maximale windsnelheden tegen de windrichtingen toonde het ontbreken van een duidelijke correlatie tussen deze grootheden.

Tabel 5

Verdeling, in procenten, van de waargenomen maximale uurgemiddelden per halfjaar (I) over de halve maanden.

Maandhelft	okt.		nov.		dec.		jan.		feb.		mrt.		apr.
	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e
Winterhalfjaar	11½	10	16	9	4	14	15	6	2½	6½	2½	2½	
Maandhelft	apr.		mei		jun.		jul.		aug.		sep.		okt.
	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e	1 ^e	2 ^e
Zomerhalfjaar	14	5½	2½	0	2½	9	2½	9	5½	13	14½	22	

Grafisch uitzetten van de maximale windsnelheden tegen de datum toonde ook hier het ontbreken van een duidelijke correlatie tussen deze grootheden. Het is echter typerend dat de twee allerhoogste windsnelheden voorkwamen in maart en april:

7 april 1943: max. uurgem. 30,8 m/s, richting N,
 1 maart 1949: " " 29,2 m/s, " NNW.

In totaal kwamen te Den Helder in de beschouwde 39 jaren zes stormen voor waarbij de windsnelheid boven 25,0 m/s kwam; namelijk, behalve op de reeds genoemde data:

31 jan. 1943^{*}: max. uurgem. 28,0 m/s, richting S,
 1 feb. 1943^{*}: " " 25,7 m/s, " SSW,
 1 feb. 1953: " " 25,3 m/s, " NW,
 20 jan. 1960: " " 26,4 m/s, " WNW.

In al deze gevallen lagen de data tussen 20 jan. en 7 april. De allerzwaarste stormen kwamen dus blijkbaar voor, niet in november en december, maar in de nawinter en het begin van de lente.

Opmerkingen

1. Er zij nog op gewezen dat de gegeven frequenties betrekking hebben op maximale uurgemiddelden van de windsnelheid, genomen tussen volle uren plaatselijke tijd. De maximale uurgemiddelden genomen over een willekeurig uur zullen meestal iets hoger zijn geweest. Het kan echter aannemelijk worden gemaakt dat gemiddeld het verschil niet meer is dan ca 0,3 m/s.
2. In het bovenstaande is bewust afgezien van een poging om bij de geschatte overschrijdingsfrequenties van hoge windsnelheden betrouwbaarheidsgrenzen aan te geven. Het doel is slechts geweest om deze frequenties zo goed te schatten als op grond van het beschikbare waarnemingenmateriaal mogelijk is.

^{*}) Tussen deze en de vorige waarneming zakte de windsnelheid tot een minimum van 16,4 m/s.

3. Het zou nuttig zijn, wanneer op analoge wijze als hier beschreven is voor het winter- en zomerhalfjaar, ook statistieken van de maximale uurgemiddelden zouden worden bepaald voor de enkele maanden, voor combinaties van twee resp. drie opvolgende maanden enz. N.B.: de statistiek voor een maandenpaar, bijvoorbeeld maart plus april, is niet direkt afleidbaar uit de overeenkomstige statistieken voor elk dezer maanden afzonderlijk.
4. Men zou kunnen stellen dat in het bovenstaande slechts een klein deel van de informatie betreffende het voorkomen van hoge windsnelheden benut is, en dat het mogelijk moet zijn betrouwbaardere waarden voor de overschrijdingsfrequenties te krijgen door met name ook die stormen in de beschouwing te betrekken welke in hun halfjaar niet het hoogste uurgemiddelde opleverden. Men komt dan echter voor de vraag te staan in hoeverre men de binnen één seizoen of één halfjaar optredende stormen mag opvatten als onderling onafhankelijke gebeurtenissen. Dat stormen de neiging hebben betrekkelijk kort na elkaar op te treden is duidelijk aangetoond¹⁾. Wanneer men alleen de windsnelheidsmaxima per halfjaar beschouwt, is deze moeilijkheid geëlimineerd.
5. In de inleiding van dit verslag werd reeds aangeduid dat de frequenties van Den Helder kunnen worden gebruikt om soortgelijke frequenties af te leiden voor andere stations aan of bij de kust (bijvoorbeeld de paal bij Katwijk) waarvoor veel kortere waarnemingsreeksen bestaan, namelijk door herleidingsfactoren voor de windsnelheid tussen deze stations en Den Helder te schatten. Zo werd voor de paal bij Katwijk, waar de gemeten wind geacht mag worden de vrije wind boven zee in hoge mate te benaderen, bijvoorbeeld afgeleid uit het materiaal van 1960 en 1961, dat winden van 16 tot 20 m/s uit SSW tot W te Den Helder equivalent waren (d.w.z. even dikwijls overschreden werden) als ca 1,10 maal zo hoge windsnelheden op de paal; voor winden uit WNW tot N was deze factor binnen enkele procenten gelijk aan één.

De plaats van enkele bekende recente stormen in de boven gegeven statistiek

- A. 1 feb. 1953. Het maximum uurgemiddelde van de windsnelheid te Den Helder was 25,3 m/s; richting NW. De geschatte overschrijdingskans per winterhalfjaar voor richtingen WNW tot N is eens per 11 jaar; ongeacht richting eens per 8 jaar. Zoals bekend is²⁾, was deze storm wat zijn maximum windsnelheid betreft niet uitzonderlijk.
- B. 22 - 23 dec. 1954. De maximale uurgemiddelden te Den Helder waren 22,8 m/s, richting NW (22 dec.) en 23,4 m/s, richting WNW (23 dec.) Deze windsnelheden worden naar schatting gemiddeld eens per 3 tot 5 winterhalfjaren overschreden.

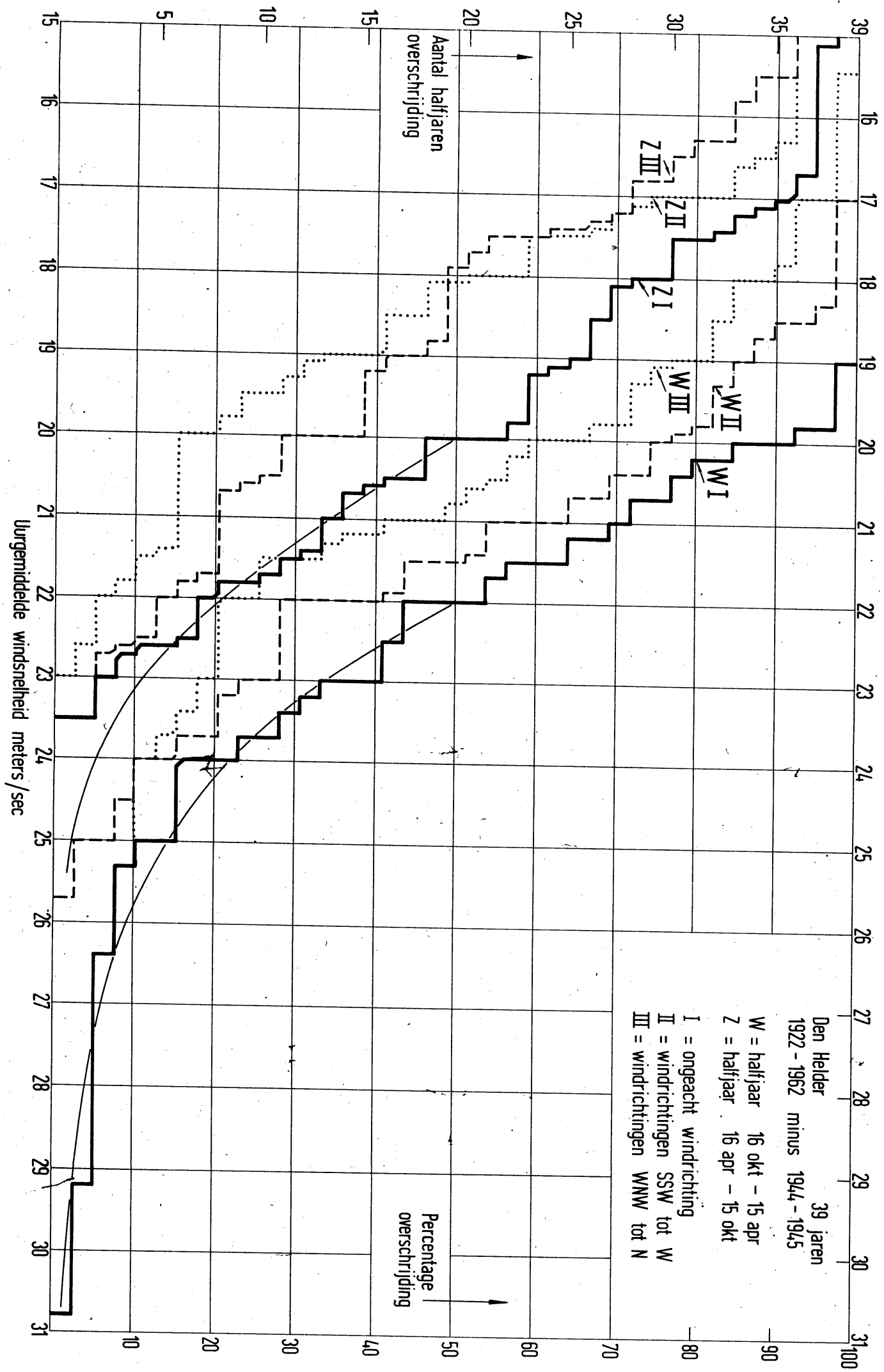
1) Zie P.J. Rijkoort, *ibid*, pag. 139-144; ook: R. Dorrestein, *Wetensch. Rapport K.N.M.I., W.R. 55-010, 1955, pag. 14-15.*

2) P.J. Rijkoort, *ibid*, pag. 123.

- C. 20 jan. 1960. Toen was te Den Helder het maximum uurgemiddelde 26,4 m/s, richting WNW. De geschatte overschrijdingskans per winterhalfjaar voor richtingen WNW tot N is eens per 17 jaar; ongeacht richting eens per 12 jaar.
- D. 16 feb. 1962. Te Den Helder was het maximum uurgemiddelde 20,7 m/s, richting WNW. Deze storm gaf aanleiding tot de overstromingsramp in en bij Hamburg en veroorzaakte ook schade o.a. op Schiermonnikoog, maar was blijkbaar bij Den Helder geenszins bijzonder hevig.
- E. 29 juli 1956. Deze zomerstorm gaf te Den Helder een maximum uurgemiddelde 22,7 m/s, richting SSW. Deze waarde wordt bij richtingen SSW tot W volgens fig. 2B gemiddeld eens per 11 zomerhalfjaren overschreden; ongeacht richting eens per 8 zomerhalfjaren.
- F. 7 aug. 1962. Te Den Helder lag het maximum uurgemiddelde beneden 19 m/s en was dus niet bijzonder hoog. Deze storm schijnt zijn grootste hevigheid te hebben vertoond langs de kust tussen Hoek van Holland en IJmuiden (maximum uurgemiddelde paal bij Katwijk 23,2 m/s, richting SW).

September 1962.

Fig. 1



Den Helder 39 jaren
 1922 - 1962 minus 1944 - 1945

W = halfjaar 16 okt - 15 apr
 Z = halfjaar 16 apr - 15 okt

I = ongeacht windrichting
 II = windrichtingen SSW tot W
 III = windrichtingen WNW tot N

Fig. 2A

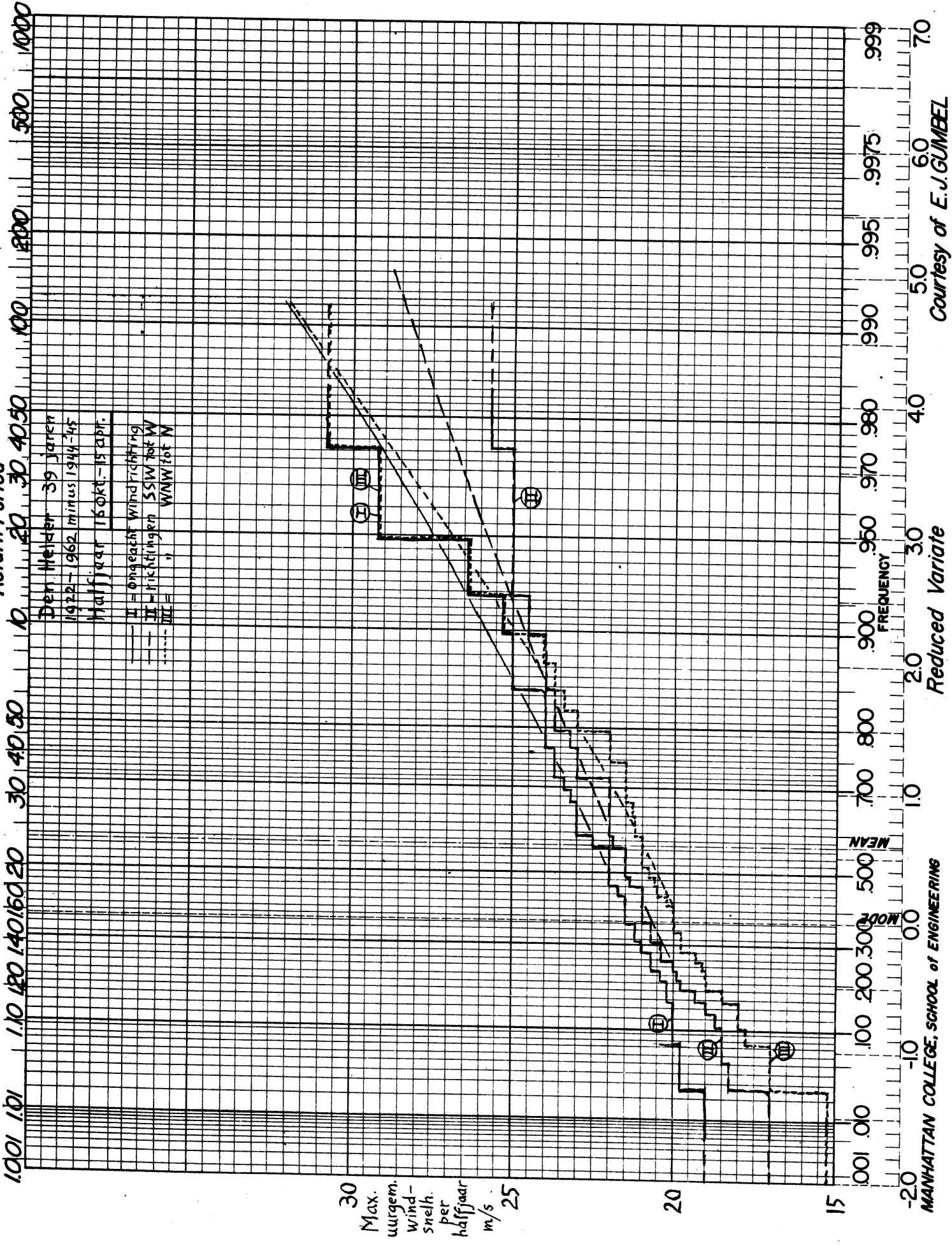


Fig. 2B Return Period

