

30 sep. 1964

Verslagen V-159  
(R III-291-1964)

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

// Reductie van windsnelheidsgemiddelden van de  
anemometer op de toren te De Bilt in verband  
met de bepaling van windnormalen.

door

Drs. P.J. Rijkoort

551.501.42



De Bilt, 1964

## 1 Inleiding:

In V-86[1] is o.a. een vergelijking tussen diverse anemometers te De Bilt besproken, waarbij de gegevens van de Dines-anemograaf op de toren als basis dienden. De hiermede vergeleken metingen waren afkomstig van Robinson-anemometers op de toren, op 10 m en 20 m hoogte op het waarnemingsterrein en op 10 m hoogte in het weiland naast het waarnemingsterrein.

Sedert 1961 is de opstelling op het weiland als officiële stations opstelling in gebruik. Het is gewenst thans een rechtstreekse vergelijking tussen deze opstelling en de opstelling met Robinson-anemometers op de toren uit te voeren, vooral met het oog op de bepaling van de normalen over de standaardperiode 1931-1960. Gedurende 1961 zijn nog parallelwaarnemingen uitgevoerd, die voor die vergelijking zullen worden gebruikt.

Voor de waarnemingen op de toren (anemometerhoogte ca. 40 m boven maaiveld) is de ongereduceerde normaal ter beschikking in de vorm van gemiddelden per richting over de periode 1931-1960. Hierbij is aangenomen dat de overgang van de oude op de nieuwe toren in 1953 geen invloed heeft gehad; een vergelijking van de maandgemiddelden van de Bilt met die van Den Helder van het jaar 1950 en van het jaar 1954 geeft althans geen reden om deze onderstelling af te wijzen.

Hieruit zullen in de eerste plaats normalen voor 10 m boven vlak en open terrein afgeleid worden met behulp van de, reeds door C. Braak[2] gegeven, reductiecijfers.

In de tweede plaats zal een reductie worden uitgevoerd naar de plaats van de 10-m opstelling in het weiland op grond van een vergelijking tussen parallelwaarnemingen op de toren en op het weiland gedurende 1961. Hierbij worden ook de in V-86 behandelde waarnemingen uit okt. '57 ... sept. '58 betrokken, waaruit eveneens een rechtstreekse vergelijking tussen Robinson-anemometer op de toren en op het weiland is afgeleid.

Aangezien gemiddelde windsnelheden worden gepubliceerd per maand en per windrichting dienen ook "normalen" per maand en per richting beschikbaar te zijn. De eenvoudigste oplossing voor het reductieprobleem zou zijn een constante verhouding tussen windsnelheid op de toren ( $U_t$ ) en op de 10 m-opstelling op het weiland ( $U_w$ ). In dit geval zou ieder der normalen 1931-1960 slechts met eenzelfde getal behoeven te worden vermenigvuldigd om de normalen voor de 10 m-opstelling te verkrijgen. Het is echter niet te verwachten dat de oplossing zo simpel is. In ieder geval moet worden gerekend op verschillen in de verhouding  $U_w/U_t$  in afhankelijkheid van de windrichting, op grond van de verschillen in begroeiing en bebouwing in de omgeving van de anemometeropstellingen in de Bilt.

Verder bestaat de mogelijkheid dat er verschillen zullen blijken te zijn tussen de diverse maanden. Wegens de geringe omvang van het materiaal zal het echter bezwaarlijk zijn voor iedere maand afzonderlijk resultaten te verkrijgen. Voor de periode okt.'57-sept.'58 zijn de waarnemingen van twee opeenvolgende maanden samengenomen. Hierbij bleek dat in sommige groepen een zeer gering aantal waarnemingen voorkwam. De waarnemingen van 1961 zijn daarom per drie maanden samengenomen.

## 2 Afhangelijkheid van de verhouding $U_w/U_t$ van de snelheid zelf.

Voordat de invloed van richting en seizoen zal worden onderzocht, moet eerst worden nagegaan of de verhouding  $U_w/U_t$  nog afhankelijk is van de snelheid zelf. In fig. 1 zijn voor ieder der zestien richtingen de verschillen  $U_w - U_t$  tegen  $U_t$  uitgezet, waarbij  $U_w$  resp.  $U_t$  de gemiddelden zijn over intervallen van  $U_t$  van 1 m/sec. Bovendien zijn de totale gemiddelden  $\bar{U}_w - \bar{U}_t$ ,  $\bar{U}_t$  met kruisjes aangegeven. Het blijkt nu dat in het algemeen het verband enigszins gekromd is, echter niet zo sterk dat de gemiddelden ( $\bar{U}_w - \bar{U}_t$ ,  $\bar{U}_t$ ) duidelijk naast de regressie kromme liggen. Dit komt natuurlijk vooral doordat de verdeling van  $U_t$  en  $U_w$  zodanig is dat voor elke richting het grootste gedeelte der afzonderlijke waarnemingen betrekkelijk dicht bij het totale gemiddelde liggen. In het geval van een kromlijinig verband zou een verdeling met zeer veel kleine en zeer veel grote waarden en slechts weinig in de buurt van het totale gemiddelde een punt ( $\bar{U}_w - \bar{U}_t$ ,  $\bar{U}_t$ ) opleveren, dat wel duidelijk naast de regressie kromme ligt. Het is verder slechts de bedoeling een reductiefactor te bepalen, welke toegepast zal worden op gemiddelden. Die gemiddelden blijken in het algemeen slechts weinig af te wijken van de gemiddelden, die in figuur 1 zijn opgenomen. Als we nu de regressie krommen in fig. 1 vergelijken met een lineair verband door de oorsprong en het punt ( $\bar{U}_w - \bar{U}_t$ ,  $\bar{U}_t$ ), dan blijkt dat voor waarden die hoogstens  $\pm 2$  m/sec. met  $\bar{U}_t$  verschillen de afwijking tussen regressie kromme en rechte hoogstens 0,2 m/sec. is. Voor het verdere onderzoek zal dit verschil buiten beschouwing blijven en de verhouding  $U_w/U_t$  verder als reductiefactor worden behandeld, waarbij we ons wat  $U_t$  betreft zullen beperken tot het gebied van 2 ... 7 m/sec.

## 3 De verhouding $U_w/U_t$ in afhankelijkheid van richting en seizoen.

De resultaten van de berekening van de verhouding  $U_w/U_t$  voor ieder der zestien richtingen en voor opeenvolgende perioden van 2 maanden in 1957-'58

resp. 3 maanden in 1961 zijn weergegeven in de fig. 2 en 3, terwijl de verhoudingen voor de gemiddelden per richting over het gehele jaar in fig. 4 zijn voorgesteld. In de eerste plaats is de significantie van het richtingseffect zonder meer duidelijk; de overeenstemming tussen beide jaarkrommen in fig. 4 is evident, hoewel er in de waarden van de afzonderlijke 2 resp. 3 maand-perioden nogal wat spreiding is. Opvallend is dat de waarden van 1957-'58 sterker spreiden dan die van 1961. Overigens blijkt het richtingseffect ook al overduidelijk uit fig. 1.

Of er significante verschillen tussen de seizoenen zijn, is aan de hand van de fig. 2 en 3 niet vast te stellen. Dit moet op een oudere manier getoetst worden. In fig. 5 is voor iedere richting  $U_w/U_t$  als functie van de maanden voorgesteld (d.w.z. voor 1957-'58 zijn de waarden  $U_w/U_t$  uitgezet in het midden tussen twee maanden en voor 1961 bij de middelste van drie maanden). Om nu te toetsen of er een seizoen-effect is, zullen we nagaan of de afwijkingen van de respectieve gemiddelden (voor elk van de 16 richtingen) van beide jaren met elkaar overeenstemmen. Hiervoor zijn eerst uit de zes twee-maand-waarden van 1957-'58 vier-seizoen-waarden afgeleid door lineaire interpolatie. Dit is rechtstreeks door aflezing uit de grafiek uitgevoerd. De vier-seizoen-waarden zijn verminderd met het bijbehorende jaargemiddelde. De afwijkingen van het jaargemiddelde zullen we met  $V$  aangeven. Er zijn  $4 \times 16$  paren ( $V_{57-58}, V_{61}$ ). Deze paren zijn in fig. 6 tegen elkaar uitgezet. Het verband is duidelijk lineair. Toetsing van de lineariteit kan geschieden door de waarde van de correlatie-coëfficiënt  $r$  te berekenen. De waarde van  $r$  blijkt 0,30 te bedragen en bij 62 graden van vrijheid heeft  $r = +0,30$  een overschrijdingskans van 0,02, m.a.w. de kans om per toeval een correlatie-coëfficiënt van +0,30 of meer te vinden bij 64 paren, indien  $V_{57-58}$  en  $V_{61}$  onafhankelijk van elkaar zouden zijn, is zo klein (n.l. kleiner dan 5%) dat we de onafhankelijkshypothese kunnen verwerpen.

Opmerkingen:

1<sup>e</sup> Aangezien de  $V_{57-58}$  waarden veel sterker spreiden dan de  $V_{61}$  waarden is op de  $V_{57-58}$ -as in fig. 6 voor de eenheid de helft genomen van de eenheid op de  $V_{61}$ -as.

2<sup>e</sup> De afhankelijkheid tussen  $V_{57-58}$  en  $V_{61}$  is natuurlijk een indirecte afhankelijkheid. In feite is  $V$  van richting of seizoen afhankelijk.

3<sup>e</sup> Variatie in de waarde van  $U_w/U_t$  is ook te verwachten als men de stabiliteit van de atmosfeer in aanmerking zou nemen. Ongetwijfeld zal er dan b.v. verschil zijn tussen dag- en nacht-waarnemingen. Het is ook mogelijk dat het seizoen-effect althans ten dele hierop berust. Aangezien echter uit praktische overwegingen toch geen gebruik gemaakt zou kunnen worden van een verband met

de stabiliteit voor de berekening van normalen en bovendien een nieuw tijdrovend onderzoek nodig zou zijn, is dit effect verder buiten beschouwing gelaten.

#### 4 Berekening van de normalen.

Hoewel in het voorgaande beide series gegevens in beschouwing zijn genomen lijkt het ons beter voor de berekening van de normalen de meer recente gegevens van 1961 te gebruiken en wel voornamelijk, omdat de uitkomsten van het materiaal van 1957-'58 veel sterker spreiden.

In tabel 1 zijn voor iedere maand en iedere richting de reductiepercentages  $100 \times \frac{U_w}{U_t}$  weergegeven.

Tabel 1

	jan.	feb.	mrt.	apr.	mei	juni	juli	aug.	sept.	okt.	nov.	dec.	jaar
N	65	66	68	69	70	69	67	64	64	64	64	65	69
NNO	65	73	74	75	76	76	76	76	70	65	61	65	74
NO	85	86	83	80	78	78	78	78	80	82	84	85	82
ONO	84	89	84	77	71	67	64	61	66	71	75	79	77
O	70	74	70	66	60	57	54	52	56	61	66	68	64
OZO	66	73	70	67	64	59	53	47	49	52	55	61	59
ZO	58	60	58	57	56	56	56	56	56	55	55	57	57
ZZO	56	57	58	59	59	57	54	51	52	53	54	55	55
Z	54	54	56	58	59	57	55	53	53	55	56	55	55
ZZW	58	58	61	63	66	65	63	63	63	62	62	60	62
ZW	68	71	73	76	77	74	72	70	68	66	65	66	71
WZW	77	80	82	85	88	84	80	75	74	73	72	74	78
W	67	67	70	73	76	72	69	65	66	66	67	68	68
WNW	57	58	60	62	65	63	62	61	59	57	55	56	60
NW	51	51	55	60	66	64	62	60	57	54	52	51	60
NNW	55	56	58	59	60	60	60	60	58	57	54	55	59

De waarden per maand zijn afgelezen uit fig. 5 en zijn dus in feite ontstaan door lineaire interpolaties tussen de gemiddelden per 3 maanden.

Tenslotte wordt alleen voor de jaarwaarden een overzicht van verschillende "normalen" gegeven zoals die voor De Bilt zijn berekend, n.l.:

I de ongereduceerde gemiddelden van de torenanemometer (ca. 40 m hoogte) over 1931-1960.

II de uit I afgeleide "normalen" voor 10 m boven vlak terrein volgens de methode van Braak.

III de gereduceerde normalen, ook uit I afgeleid voor de opstelling op 10 m hoogte in het weiland (m.b.v. tabel 1).

IV de ongereduceerde torenanemometergemiddelden 1931-1960, gladgestreken volgens  $\bar{U}_{NNO} = 1/3 (\bar{U}_N + \bar{U}_{NNO} + \bar{U}_{NO})$ , enz.

V de normalen voor 10 m hoogte in het weiland na gladstrijking volgens hetzelfde procédé.

De genoemde gegevens zijn in tabel 2 bijeengebracht.

Tabel 2

	I	II	III	IV	V
N	4,32	3,84	2,98	4,40	2,99
NNO	4,46	3,97	3,34	4,33	3,27
NO	4,21	3,81	3,49	4,30	3,42
ONO	4,22	3,50	3,42	4,29	3,24
O	4,33	3,59	2,81	4,32	2,96
OZO	4,41	3,52	2,64	4,57	2,78
ZO	4,98	3,97	2,88	4,70	2,74
ZZO	4,71	3,74	2,71	5,00	2,92
Z	5,32	4,26	3,16	5,21	3,15
ZZW	5,60	4,62	3,57	5,43	3,54
ZW	5,38	4,41	3,90	5,38	3,88
WZW	5,16	4,53	4,18	5,23	3,88
W	5,16	4,54	3,57	5,06	3,57
WNW	4,86	4,33	2,96	4,83	3,10
NW	4,48	4,03	2,77	4,59	2,80
NNW	4,42	3,91	2,66	4,41	2,80

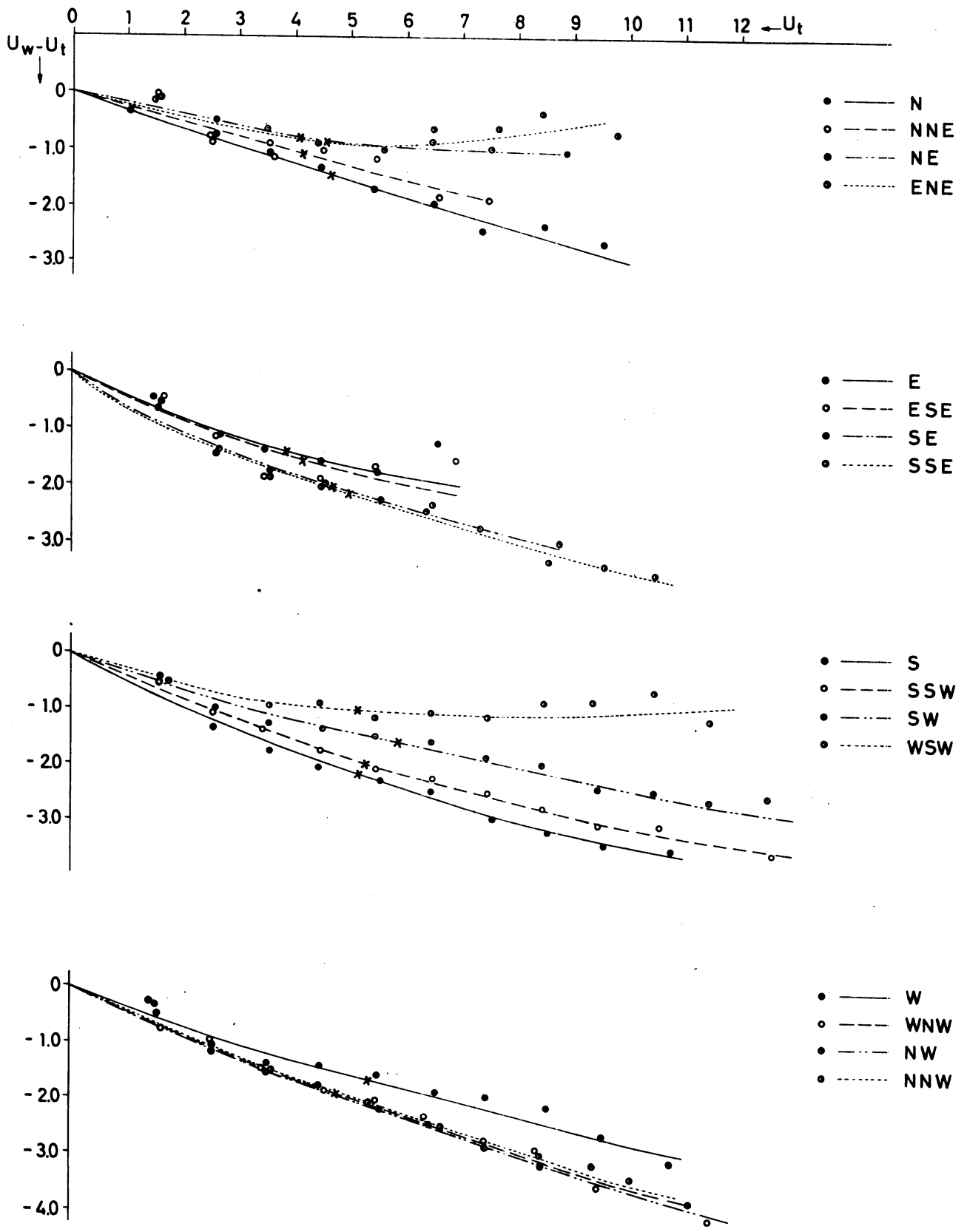
Tenslotte zijn in fig. 7 de uitkomsten onder II, IV en V nog grafisch voorgesteld om een visueel beeld van de snelheidsverdelingen over de 16 richtingen te geven.

Literatuur

- [1] Drs. P.J. Rijkoort: Vergelijking van anemometeropstelling op de hoofdstations K.N.M.I. V-86 (1961).
- [2] Dr. C. Braak: Het klimaat van Nederland D. Wind K.N.M.I. Med. en Verh. 32 (1929).

fig.1

### Verband tussen de windsnelheidsmetingen op de toren en op het weiland te De Bilt ( $U_w - U_t$ tegen $U_t$ )



x Gemiddelde over alle snelheden



fig. 2

Vergelijking van de verhouding van de gemiddelde windsnelheid weiland ( $U_w$ ) tot die op de toren ( $U_t$ ) voor de verschillende windrichtingen in verschillende delen van het jaar  
De Bilt okt.'57 - sept.'58

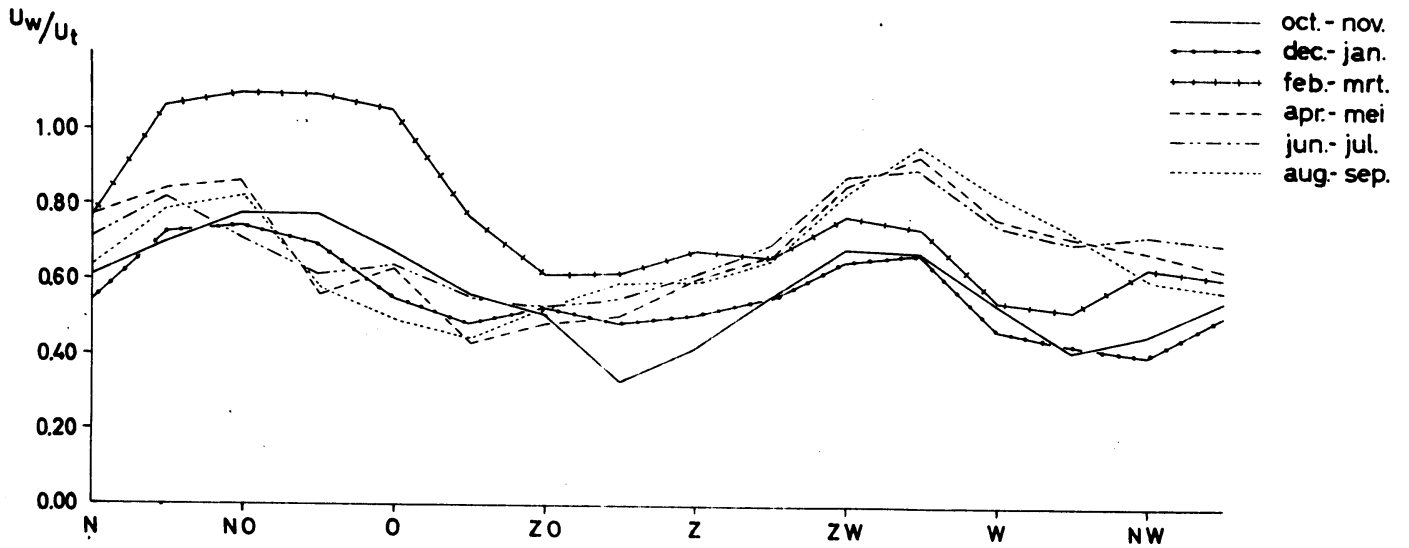


fig. 4

VERGELIJKING WINDSNELHEID DE BILT  
TOREN ( $U_t$ ) - WEILAND ( $U_w$ )

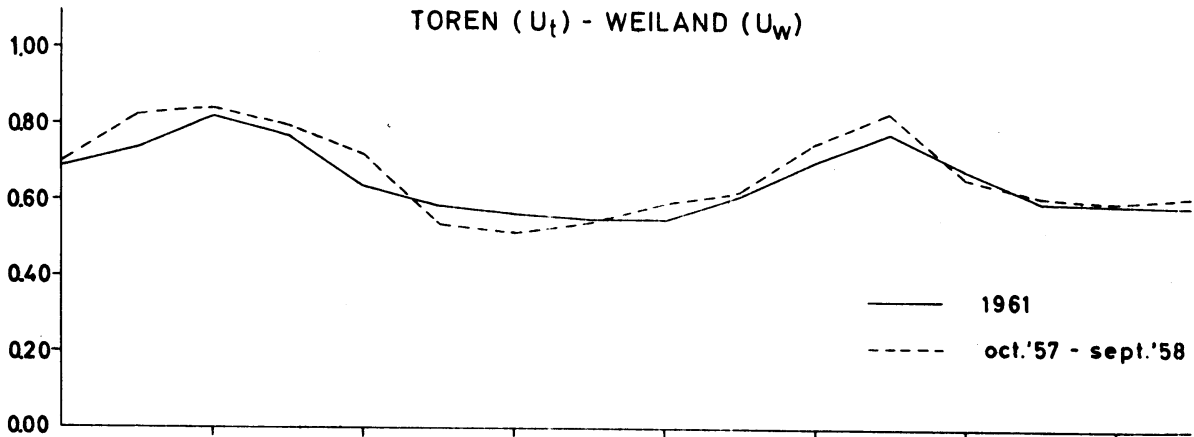
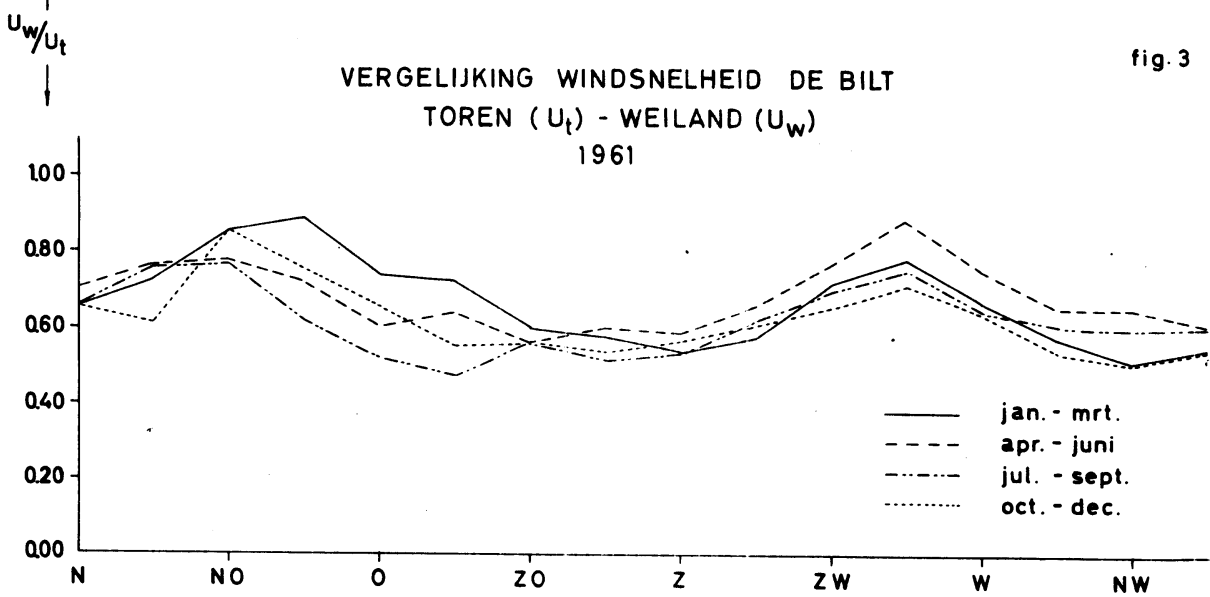
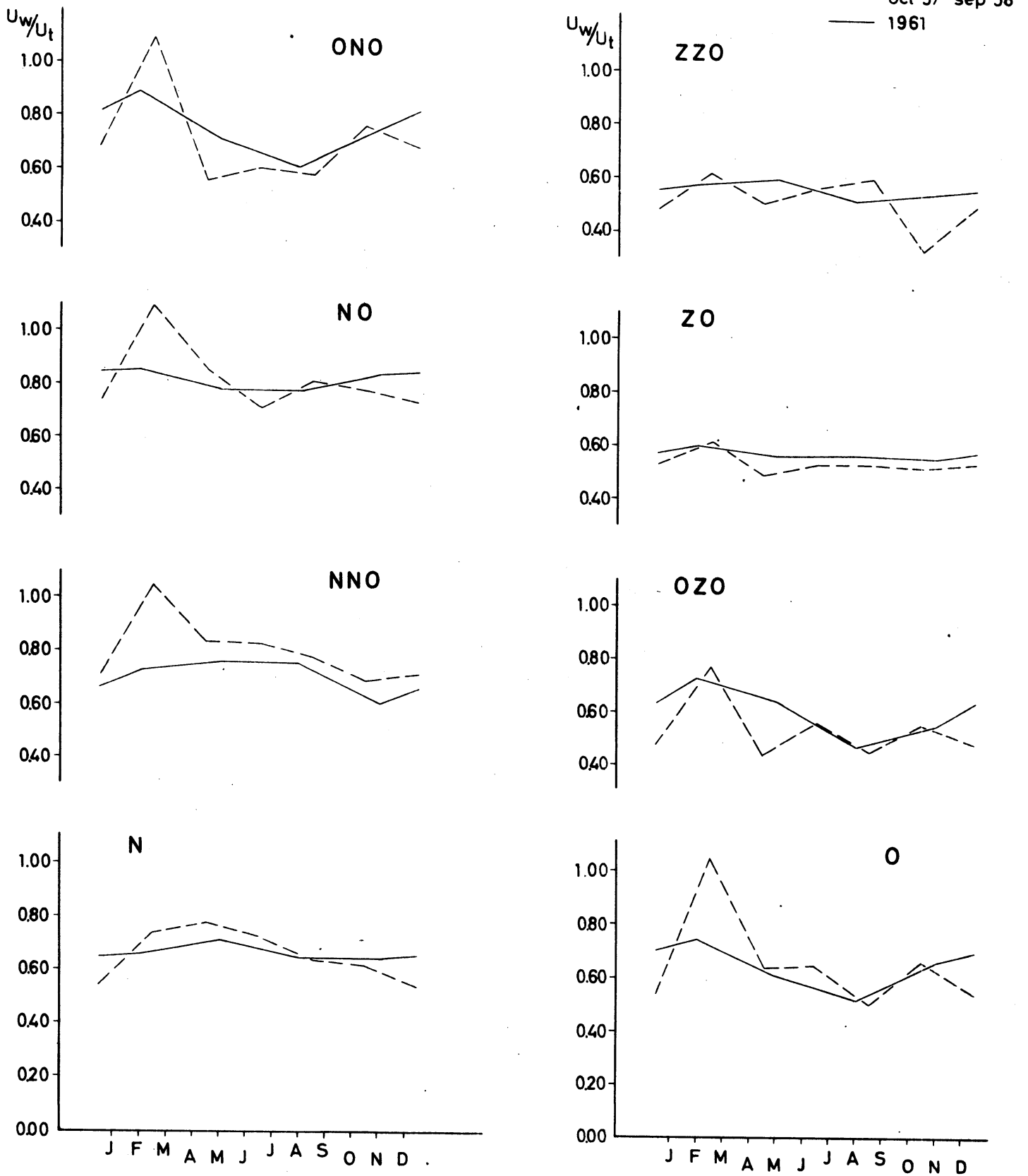


fig. 3

VERGELIJKING WINDSNELHEID DE BILT  
TOREN ( $U_t$ ) - WEILAND ( $U_w$ )  
1961



Verhoudingen windsnelheid toren ( $U_t$ ) en weiland ( $U_w$ ) De Bilt



Verhoudingen windsnelheid toren ( $U_t$ ) en weiland ( $U_w$ ) De Bilt

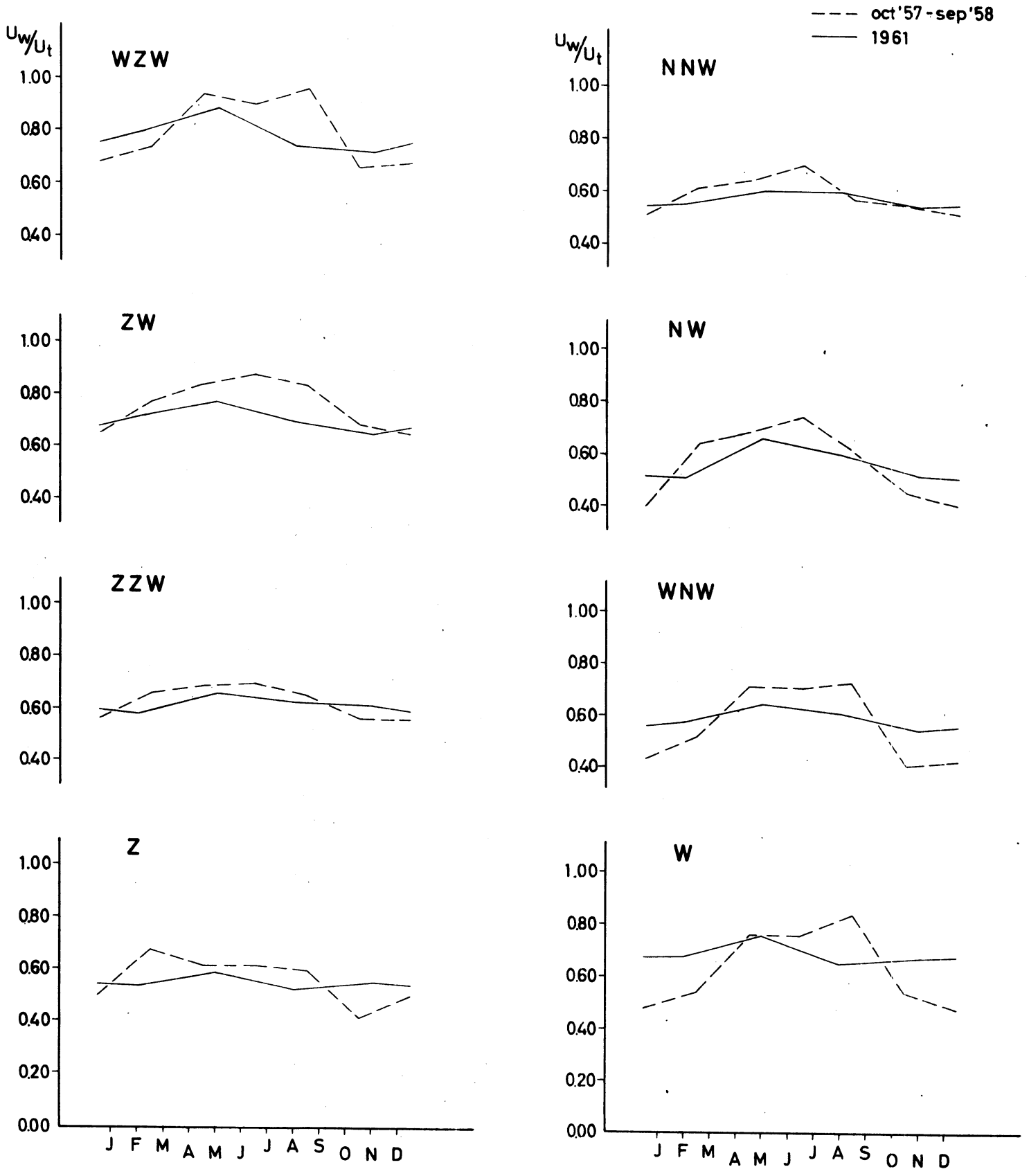


fig. 6

VERBAND TUSSEN AFWIJKINGEN T.O.V. HET GEMIDDELTE  
VAN DE VERHOUDING  $U_w / U_t$  IN '57-'58 EN 1961

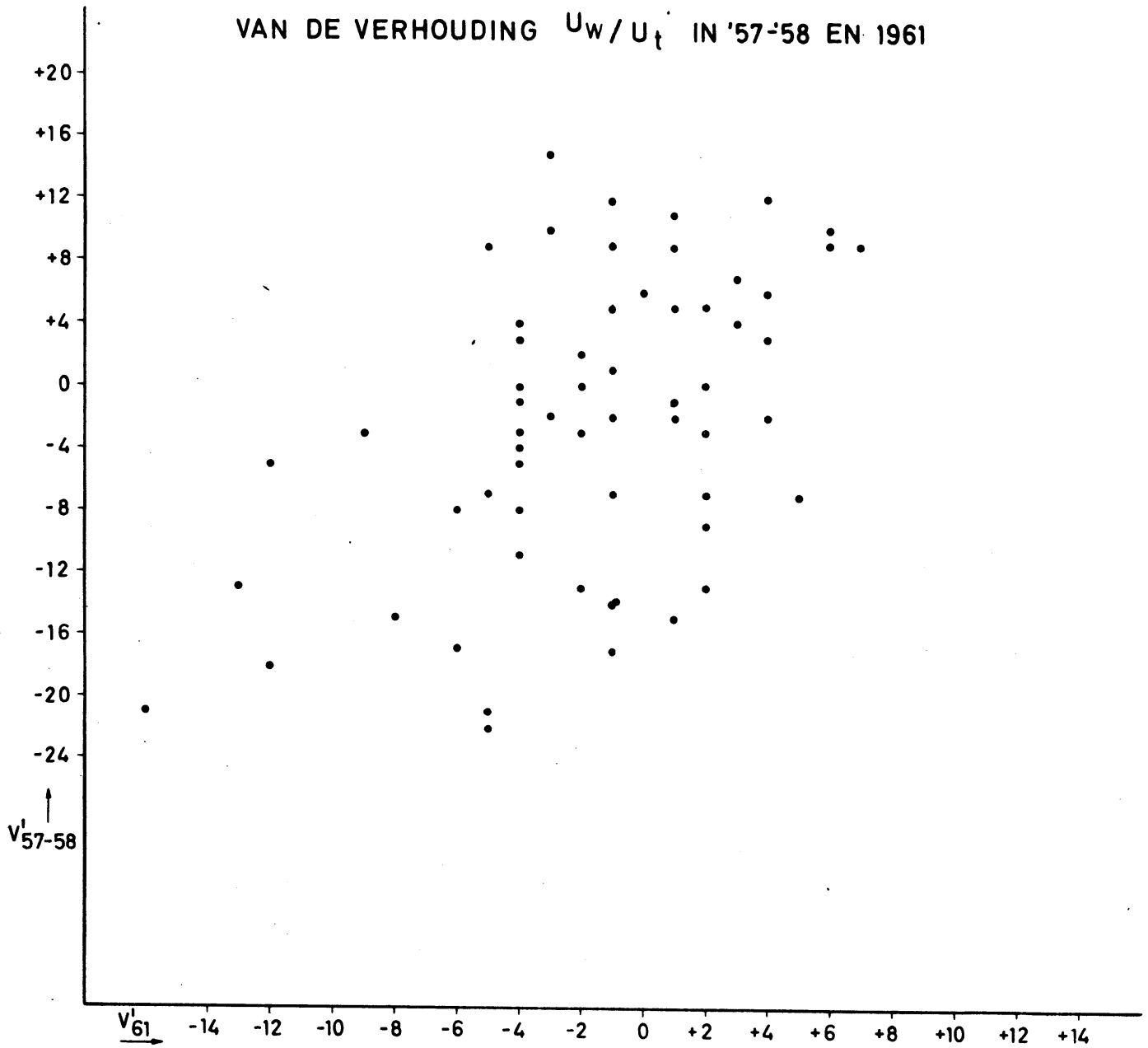


fig.7

### NORMALEN WINDSNELHEID DE BILT

- waarnemingen op de toren '1931 - '60 (gladgestreken)
- - - - - gereduceerd volgens Dr. Braak
- · - · - gereduceerd naar 10m weiland (gladgestreken)

