

19 aug. 1964

Verslagen V-149
(R III-286-1964)

KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Vergelijking van de resultaten van gelijktijdige
waarnemingen met anemometeropstellingen op het
vliegveld Beek op 10 m en 12,5 m hoogte.
(Aanvulling op verslag V-86)

door

Drs. P.J. Rijkoort.

551.501.9 :

551.500.5

De Bilt, 1964.

In het verslag V-86 (R III 265-1960) zijn voor de hoofdstations De Bilt, Vlissingen, Eelde (Groningen) en Beek (Maastricht) de resultaten van de gelijktijdige waarnemingen van de windsnelheid op de oude en de nieuwe plaatsen van opstelling met elkaar vergeleken. In het geval Eelde betrof dit in de eerste plaats een vergelijking tussen de opstelling op het vliegveld en de oude opstelling in de stad Groningen en daarna een vergelijking tussen de eerste opstelling op het vliegveld (op 10 m hoogte) en een nieuwe plaats van opstelling op 12 m hoogte. Voor Beek werden in V-86 de resultaten van de vergelijking met Maastricht medegedeeld.

Inmiddels is ook op het vliegveld te Beek een verplaatsing van de opstelling tot stand gekomen, waarbij de hoogte werd veranderd van $12\frac{1}{2}$ m in 10 m. Deze nieuwe opstelling is veel beter, daar deze op een geheel vrij staande mast is geplaatst. De oude opstelling stond boven op de achtkantige verkeers-toren, terwijl zich daarnaast nog een gebouwtje bevond.

Simultane waarnemingen op beide opstellingen vonden plaats in de periode augustus 1961 tot en met juli 1962.

Voordat de resultaten van de vergelijking zullen worden behandeld willen we eerst nog een opmerking maken over de tot dusver gevolgde methode, waarbij de verschillen tussen de overeenkomstige uurgemiddelden van beide anemometers werden gebruikt om de vergelijking uit te voeren. De gemiddelde waarden van deze verschillen per windrichting en per maand werden onderling vergeleken. Dit houdt dus in dat ondersteld werd dat voor een gegeven windrichting en maand het verband tussen de windsnelheid volgens de ene anemometer (u_1) en volgens de andere anemometer (u_2) is te schrijven als

$$u_2 = u_1 + a.$$

Voor de reeds behandelde gevallen is er geen reden dit als een al te grove benadering te zien. Op grond van de vrij bevredigende machtwet-formule voor de toename van de snelheid met de hoogte n.l. $u(z) = A z^p$, zou het echter meer voor de hand liggen te onderstellen, dat de verhoudingen u_2/u_1 constant zijn. Het beschikbare materiaal in zijn geheel overziende geeft dit echter geen duidelijk uitsluitel over een voorkeur voor een constante waarde van u_2/u_1 en daarom is bij de vroegere bewerkingen met de zeer snel te bepalen verschillen gewerkt.

De vergelijking der uurgemiddelden van de windsnelheid op $12\frac{1}{2}$ m met die op 10 m hoogte geeft bij zorgvuldiger bestudering aan, dat bij gegeven windrichting en maand het verband tussen u_2 en u_1 toch niet goed door een lineaire functie is te beschrijven.

In de figuren 1 en 2 zijn resp. voor de windrichtingen 02 (NNE) en 04 (NE) de verschillen $v = u_{12\frac{1}{2}} - u_{10}$ uitgezet tegen u_{10} . (We hebben hier de index 1 en 2 in u_1 resp. u_2 vervangen door een index die de hoogte aangeeft). Er zijn vier groepen gemaakt n.l.

I aug. - okt. 1961

II nov. - dec. 1961, jan. 1962

III feb. - apr. 1962

IV mei - juli 1962

Het uitzetten in een grafiek van alle waarnemingen vergt zeer veel werk en het resultaat is bovendien stellig niet overzichtelijker dan wanneer alleen gemiddelden worden gebruikt, daarom is voor de overige richtingen volstaan met grafieken van groepsgemiddelden. Zo werden voor de richtingen 06, 08, 16 en 24 de gemiddelde verschillen $\bar{v} = \overline{u_{12.5} - u_{10}}$ berekend voor iedere gemiddelde snelheid \bar{u}_{10} gelegen in de intervallen 1,0, ..., 1,9; 2,0..2,9 [m/sec], enz. Voor de resterende richtingen is volstaan met de gemiddelden over twee snelheids-groepen die reeds eerder tijdens het onderzoek werden bepaald. De oorspronkelijke bedoeling hiervan was om met de methode van Wald de regressierechten

$$u_{12\frac{1}{2}} = bu_{10} + a$$

te bepalen (De methode van Wald bestaat daarin dat de "punten wolk" gevormd door waarnemingsparen $\{u_{12\frac{1}{2}}, u_{10}\}$ wordt gesplitst in twee niet-overlappende groepen; de verbindingslijn van de zwaartepunten van beide groepen is een schatting van de regressielijn).

In de eerste plaats zien we uit de figuren 1 en 2 duidelijk dat een lineair verband stellig niet juist is. Voor de kleine snelheden tot b.v. 5 m/sec zou een constante verhouding als gemiddelde wel bruikbaar zijn. Bij grotere snelheden krijgt men de indruk dat v nagenoeg constant wordt. Het zou wel mogelijk zijn een formule te bedenken, die het verband in het gemiddelde weergeeft. Het is o.i. echter te betwijfelen of hiermede praktisch een beter resultaat wordt verkregen dan door een op het oog getrokken kromme.

Er is daarom volstaan met het tekenen van één kromme per richting en wel zodanig dat het verloop voor alle richtingen overeenkomstig is d.w.z. de krommen zijn uit de hand getrokken, waarbij op grond van fig. 1 en 2 kan worden gezegd dat: 1^o de kromme in de oorsprong enigszins aan de u_{10} -as raakt, 2^o er een buigpunt is in de buurt van $u_{10} = 2$ à 3 m/sec, 3^o de kromme voor grote u_{10} tot een eindige limiet waarde nadert.

Verder merken we nog het volgende op. Het karakter van de kromme in de omgeving van de oorsprong hangt waarschijnlijk samen met het feit dat de anemometers een zekere aanloopsnelheid bezitten (ca 1 à 2 m/sec).

Vermoedelijk is de aanloopsnelheid van de $12\frac{1}{2}$ m anemometer groter dan van de 10 m anemometer; dit heeft dus tot gevolg, dat er gevallen zijn, waarbij u_{10} een zekere kleine snelheid heeft en $u_{12\frac{1}{2}} = 0$ is, zodat $v = -u_{10}$. Alleen in de "hoogte" is verschil. Deze is duidelijk van de richting afhankelijk. Fig. 17 geeft hiervan een illustratie. Hier is de waarde van het verschil v volgens de getrokken krommen van fig. 1, ..., 16 voor $u_{10} = 5$ m/sec aangegeven. De richtingen 20, ..., 32, 02 geven vrijwel gelijke waarden, terwijl 08 een maximum en 18 een minimum vertoont. Voor de richtingen 20, ..., 02 zijn in fig. 18 nog eens alle beschikbare waarnemingen in één figuur opgenomen.

Teneinde een indruk te krijgen van de significantie van het verschil in v -waarden van fig. 17 zijn voor twee maanden en voor u_{10} waarden tussen 4,0 en 5,9 gemiddelden en spreidingen van v berekend. Daarbij is geen rekening gehouden met het regressieverband, waardoor de berekende spreidingen dus iets te groot zijn.

Het resultaat geeft de volgende tabel:

aug. 1961												
R	02	04	06	08	16	18	20	22	24	26	28	30
N	-	-	-	6	4	12	38	52	25	7	10	5
v	-	-	-	1,40	0,92	0,38	1,13	1,26	1,00	0,90	1,22	0,92
S_v	-	-	-	0,16	0,14	0,37	0,50	0,46	0,41	0,29	0,45	0,36
S_{-v}	-	-	-	0,06	0,07	0,11	0,08	0,06	0,08	0,11	0,14	0,16
jan. 1962												
N	4	18	7	-	14	37	76	19	6	6	-	-
v	1,45	1,71	1,89	-	0,96	0,65	1,51	1,61	1,03	1,35	-	-
S_v	0,50	0,31	0,51	-	0,48	0,43	0,41	0,46	0,41	0,16	-	-
S_{-v}	0,25	0,07	0,19	-	0,12	0,07	0,05	0,11	0,17	0,07	-	-

De significantie van het richtingeffect is wel zo duidelijk, dat van een berekening van de standaard-deviaties voor het volledige materiaal is afgezien.

Het maximum bij 08 kan misschien verklaard worden door de bijzondere plaats van opstelling van de oude anemometer op $12\frac{1}{2}$ m hoogte. Zoals reeds werd vermeld was deze anemometer op het dak van de verkeerstoren geplaatst.

Het er naast staande gebouwtje bevindt zich aan de oostzijde. Het is mogelijk dat hierdoor een extra stuwingeffect ontstaat. In het algemeen moeten de metingen op deze toren trouwens door een stuwingeffect beïnvloed zijn, want het verschil v is groter dan we zouden verwachten op grond van wat bekend is over de toename met de hoogte van de windsnelheid. Als n.l. in de machtwet voor het verticale windprofiel $p = 1/7$ wordt gebruikt vinden we

$$u_{12\frac{1}{2}}/u_{10} \approx 1,033 \text{ en met } m = 1/4 \text{ vinden we } u_{12\frac{1}{2}}/u_{10} \approx 1,058.$$

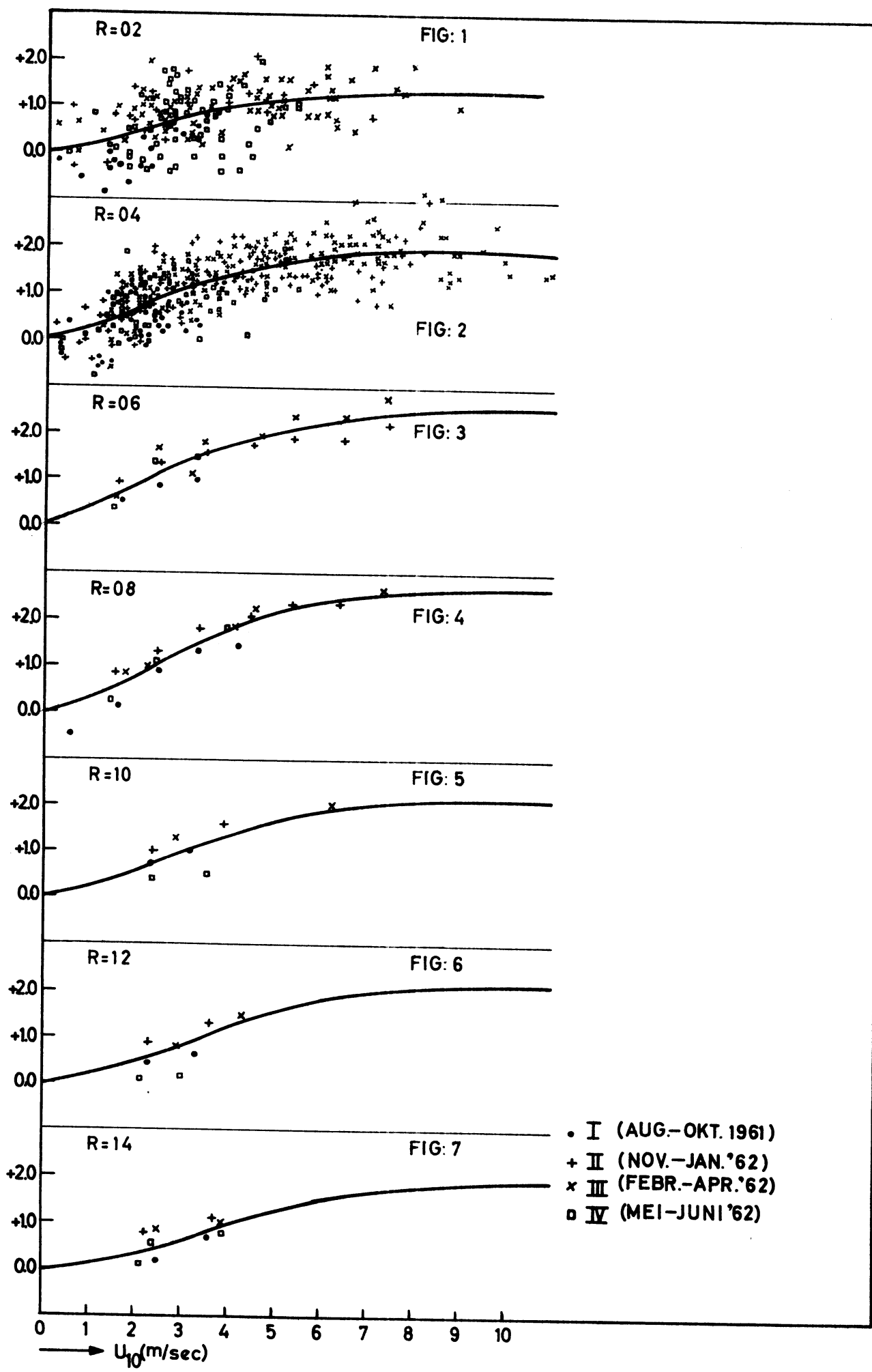
Het verschil dat uit de waarnemingen volgt is voor de beschikbare u_{10} waarden echter veel groter dan de 3 à 6 %, die volgens het machtwetprofiel kan worden verwacht. Het ligt dus wel voor de hand, dat de aanwezigheid van de toren het resultaat beïnvloedt door een stuwingseffect.

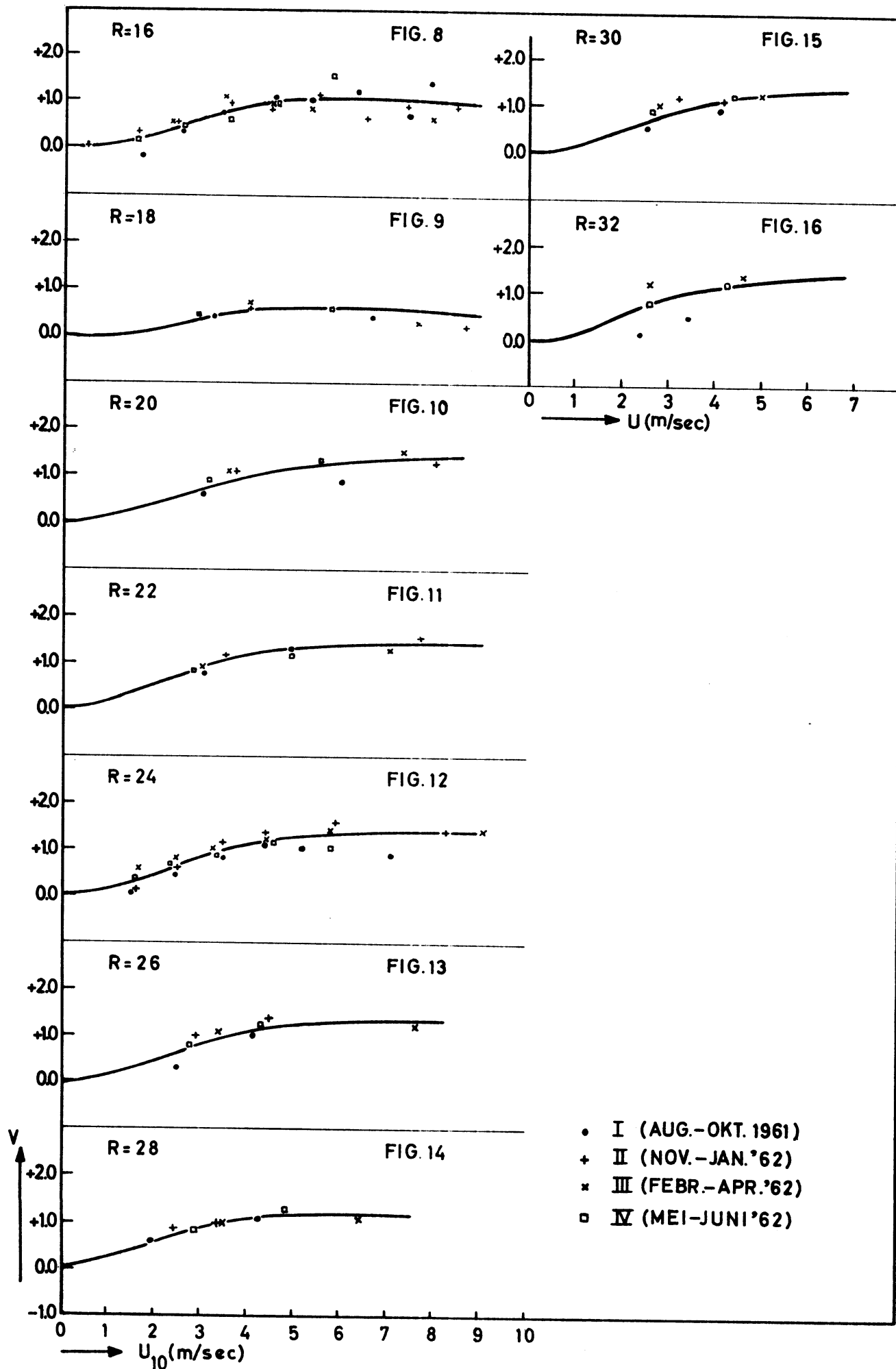
In fig. 19 zijn grafieken getekend die het verschil $v^1 = u_{10} - u_{12\frac{1}{2}}$ geven als functie van $u_{12\frac{1}{2}}$. Voor de toepassing bij de berekening van normalen b.v., moeten de oude waarnemingen op $12\frac{1}{2}$ m worden gereduceerd naar 10 m. De grafieken in fig. 19 zijn afgeleid uit fig 1, ..., 16.

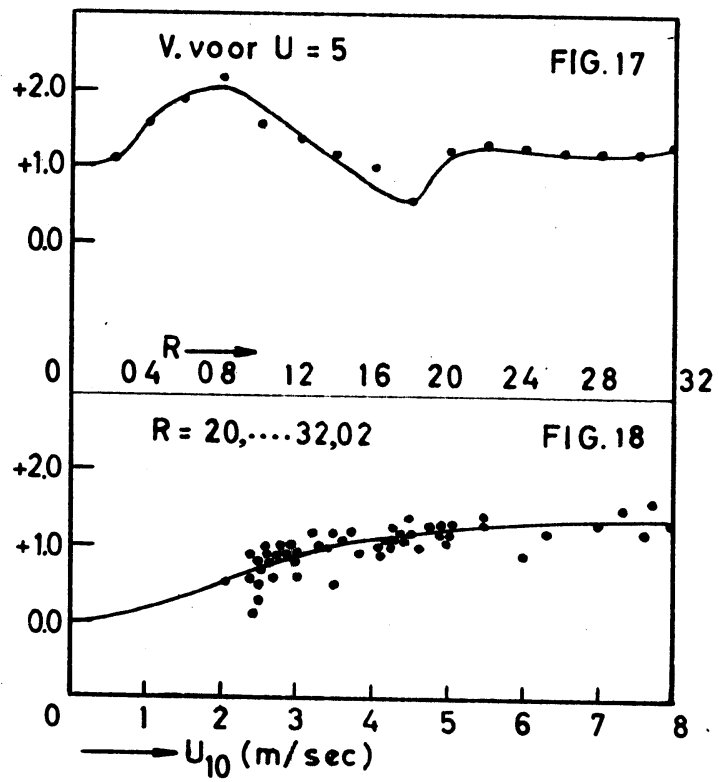
Tot slot volgen nog twee opmerkingen:

Ten eerste: Voor een aantal richtingen zijn de v -waarden van de eerste groep (aug-okt) vrij veel kleiner dan die bij de overige groepen. Aangezien dit echter niet erg systematisch is en bovendien, zoals fig 1 en 2. laat zien, de spreidingen vrij groot zijn, is dit verschijnsel verder buiten beschouwing gelaten.

Ten tweede: Het is mogelijk, dat de relatief kleinere waarden van v bij grotere snelheden een gevolg zijn van het verschil in windsnelheid en windprofiel tussen dag en nacht. Overdag zijn de snelheden doorgaans groter dan 's nachts terwijl het profiel dan "steiler" is ($p \sim 1/7$). 's Nachts is het profiel bij stabiele gelaagdheid vaak zo, dat p grotere waarden tot ca $1/4$ bereikt. Het zou stellig de moeite waard zijn de mogelijkheid van dit effect nader te onderzoeken. Een dergelijk grondiger onderzoek zou tegelijk het seizoeneffect nader moeten beschouwen. Het is echter helaas zo dat één jaar vergelijkingswaarnemingen te weinig is voor een dergelijk onderzoek. In het bijzonder de minder frequente richtingen bevatten dan te weinig waarnemingen per groep om betrouwbare resultaten te geven.







VERSCHIL $V^i = U_{10} - U_{12\frac{1}{2}}$ ALS FUNCTIE VAN $U_{12\frac{1}{2}}$

