

**KONINKLIJK NEDERLANDS
METEOROLOGISCH INSTITUUT**

TECHNISCHE RAPPORTEN

T.R. - 28

B. Oemraw

Stationsbeschrijving windwaarneming Leeuwarden (VB)
periode 1949 - 1980

De Bilt, 1982

Publikatienummer: K.N.M.I. T.R. 28 (FM)

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut,
Fysisch Meteorologisch Onderzoek,
Postbus 201,
3730 AE De Bilt

U.D.C.: 551.501.75 :
551.501.9 :
551.582 (492)

Inhoud

blz.

1. Inleiding.....	2
2. Weerstations Koninklijke Luchtmacht (KLu).....	4
2.1. Algemeen.....	4
2.2. Consequentie verhuizing frequentiemeters KLu-stations.....	7
3. Stationsbeschrijving windwaarneming Leeuwarden (VB).....	8
3.1. Meetopstelling periode 20-08-1949 tot 13-08-1958.....	8
3.2. Meetopstelling periode 13-08-1958 tot 23-02-1961.....	11
3.3. Meetopstelling periode 09-03-1961 tot 08-12-1971.....	12
3.4. Meetopstelling periode 08-12-1971 tot heden (1980).....	13
4. Meetapparatuur Leeuwarden (VB).....	14
4.1. Overzicht windapparatuur Leeuwarden (VB).....	15
4.1.1. Periode 01-01-1949 tot 13-08-1958.....	15
4.1.2. Periode 13-08-1958 tot heden (1980).....	15
5. Registraties Leeuwarden (VB).....	16
6. Eerdere beschrijvingen c.q. bewerkingen Leeuwarden (VB).....	16
7. KD-windbestand Leeuwarden (VB).....	18
8. Conclusie.....	19
9. Medewerking.....	19
10. Referentie.....	20
Figuren.....	21
Bijlage: Windgegevens Leeuwarden 1962-1980.....	A-1
Bijlage 2: Windvariatie te Leeuwarden tussen 1961 en 1980....	B-1

Stationsbeschrijving windwaarneming Leeuwarden (VB)
periode 1949-1980

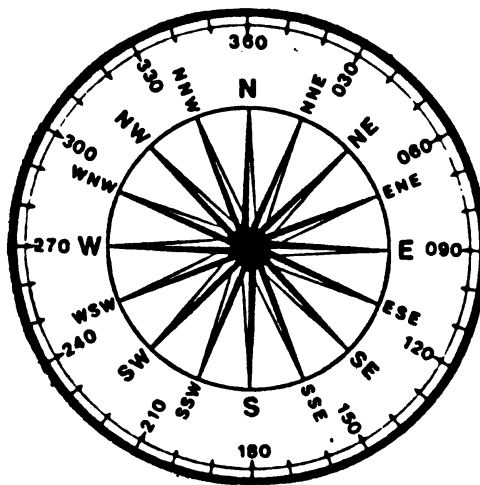
B. Oemraw

1. Inleiding

Wind is lucht in beweging. Deze beweging is een vectoriële grootheid. Bij het meten van wind willen wij de volgende twee grootheden bepalen, namelijk de windrichting (richting van de windvector) en de windsnelheid (grootte van de windvector). Deze beide windcomponenten hebben betrekking op de synoptische en/of klimatologische meteorologische windgegevens in een twee-dimensionale ruimte (het horizontale vlak). Dit vlak ligt in het algemeen op een hoogte van 10 meter boven obstakelvrij, vlak terrein. In de praktijk is een obstakelvrij vlak terrein boven land bijna nooit te realiseren. In bepaalde richtingen op vliegvelden is dit soms wel het geval.

De richting waaruit de wind komt is per definitie de windrichting. Deze wordt opgegeven ten opzichte van het ware (geografische) Noorden in 10-tallen graden of in 16-streken van elk $22\frac{1}{2}^{\circ}$ (Noord, Noordoost, etc.; zie nevenstaande figuur). Uit registraties kunnen uiteraard ook de tussenliggende waarden van de windrichting verkregen worden.

Onder windsnelheid wordt verstaan de horizontale afstand welke een luchtdeeltje per tijdseenheid aflegt, meestal aangegeven in meters per seconde of in knopen (1 zeemijl/uur = 1 knoop $\approx \frac{1}{3}$ m/s).



De windmeting wordt beïnvloed door de directe omgeving van het waarnemingsstation. In het K.N.M.I.-meetnet geven plaatselijke obstakels gemiddeld een extra meetfout van circa 8% en de resulterende analysefouten zijn vaak overduidelijk (Wieringa en Van der Veer, 1976).

Aangezien de windmeting, ingevolge een W.M.O.-eis, betrekking dient te hebben op de referentiehoogte van 10 m boven open terrein (potentiële wind) is voor de vergelijkbaarheid van (naburige) windstations een terrein-normalisering wenselijk, vergelijkbaar met bijvoorbeeld de herleiding van luchtdrukmetingen tot zeeniveau.

De eliminatie van obstakelstoringen uit metingen kon vroeger slechts gebeuren door subjectieve schattingen op ervaringsbasis. Door recent K.N.M.I.-onderzoek is nu een objectieve methode ontwikkeld voor de schattingen van equivalente open-terrein-windsnelheid uit de metingen van een willekeurig windstation, dat niet al te slecht is gelegen (Wieringa, 1974; Wieringa en Van der Veer, 1976). Hierbij wordt een beschuttings-korrektiefactor (F) afgeleid uit metingen van de vlagfactor, die gedefinieerd is als het quotiënt van maximum en gemiddelde windsnelheid.

Voor de doorrekening van de mediane vlagfactor $\langle G \rangle$ is het noodzakelijk de opstellingshoogte (z_g) en de instrumentatie, bijvoorbeeld de responsielengte (L) en de RC-tijd (τ) te kennen. Om de van de mediane vlagfactor $\langle G \rangle$ afgeleide windsnelheids-beschuttingscoëfficiënt (F) op zinnigheid te controleren, is het nodig de omgevingshistorie zo goed mogelijk te kennen.

Met ingang van 1 januari 1971 is op het K.N.M.I. een belangrijke wijziging gebracht in de tijdstippen, waarop metingen en waarnemingen plaatsvinden of waarop deze aan registraties worden ontleend. Dit hangt samen met het feit, dat met ingang van genoemde datum de tot dan toe bestaande zogenaamde klimatologische en synoptische stationsnetwerken tot één netwerk zijn versmolten. Dit bracht met zich mede, dat de voor klimatologische stations gehanteerde Middelbare Plaatselijke Tijd (M.P.T.) voor het tijdstip van waarnemen moest worden verlaten en werd overgegaan tot voor synoptische waarnemingen internationaal voorgeschreven Middelbare Tijd van Greenwich (G.M.T.).

Sinds de invoering van de bovengenoemde wijziging op 1 januari 1971 worden op alle Nederlandse windstations niet alleen gemiddelde maar ook de maximale windsnelheden bepaald over uurperioden, voor synoptische stations door de waarnemer en voor klimatologische stations door het achteraf bewerken van de registraties op het K.N.M.I.

Het doel van dit rapport is de waarde te onderzoeken van de windgegevens van het synoptische weerstation Leeuwarden (synop nr. 270), zoals deze door de Klimatologische Dienst van het K.N.M.I. op magneetband zijn verzameld. Tevens is het van belang te weten op welke wijze deze gegevens tot stand zijn gekomen, inclusief omgevingsbeschrijving en gebruikt instrumentarium.

Het resultaat van dit onderzoek zal worden verwerkt in een publikatie over de karakteristieke eigenschappen van wind in de oppervlaktelaag in het algemeen en in het Nederlands windklimaat in het bijzonder, gebaseerd op gegevens uit de periode 1945-1980.

2. Weerstations Koninklijke Luchtmacht (KLu).

2.1. Algemeen

In mei 1953 is door een gemengde commissie van C.L.S. (Chef Luchtmachtstaf, Sectie L3) en het K.N.M.I. een onderzoek verricht naar de toestand van de windmetingsinstallaties en de meteorologische waarnemings-terreinen op de vliegbases van de Koninklijke Luchtmacht.

Deze commissie kwam met een ontwerpplan tot verbetering van de windmetingsapparatuur en waarnemingsterreinen.

Het ontwerp was, wat de windmetingsinstallaties betreft o.a. gebaseerd op de volgende uitgangspunten:

- a. De windmeting diende te geschieden op een punt dat - rekening houdend met obstakelvoorschriften - representatief was voor de baanwind.
- b. De meteoroloog op een voorlichtingsstation diende voor een juiste beoordeling van de veranderlijkheid en de buigheid van de wind alsmede

van de stabiliteit van de onderste luchtlagen te beschikken over een registratie van de windrichting en de windsnelheid.

- c. De Verkeersleidingsdienst had de wenselijkheid uitgesproken om op de verkeerstoren te beschikken over de momentane waarden van de wind (richting en snelheid) ten behoeve van zich in de landing bevindende vliegtuigen. Om tegenspraak te voorkomen in de wederzijdse windgegevens tussen de Meteo en de Toren, moest deze derhalve afkomstig zijn van dezelfde windmeter.

In februari 1955 kwam bij het K.N.M.I. het prototype van het nieuw ontwikkelde anemometersysteem gereed. Dit prototype beantwoordde niet geheel aan de door de Koninklijke Luchtmacht gestelde eisen. De bezwaren betroffen uitsluitend de wijze waarop de registratie plaatsvond. Door het K.N.M.I. was een uitvoering gekozen, waarbij windrichting en windsnelheid geheel onafhankelijk van elkaar werden geregistreerd op tijdassen van zeer verschillende schaal. De synopticus, i.c. de militaire meteoroloog, hechtte er zeer veel belang aan te beschikken over een registratie van de windrichting en windsnelheid op één en dezelfde tijdas. Men gebruikte de registratiestrook bij de beoordeling van de structuur van het windveld en bij verificatie en na-analyse van uitgegeven verwachting, hetgeen vooral bij onervaren meteorologen een grote vormende waarde had.

De eisen, welke aan de registratie van windrichting en windsnelheid werden gesteld door de luchtvaartmeteoroloog waren als volgt nader volledig omschreven:

1. De registratie moest plaatsvinden op dezelfde (lineaire) tijdschaal.
2. De registratie moest op één strook geschieden en wel in onderling gescheiden vakken op deze strook.
3. De optekening van beide elementen moest rechtlijnig zijn en rechthoekig op de tijdas.
4. De registratie moest van buiten het instrument af zichtbaar zijn en wel over een tijdsbestek van tenminste één uur vanaf de actuele optekening.
5. Het was gewenst, hoewel niet strikt noodzakelijk, een directe aanwijzing van windrichting en windsnelheid te koppelen aan de

schrijfsystemen, zodat ook op wat grotere afstand een globale aflezing kon worden gedaan.

De door het K.N.M.I. gekozen recorders voldeden niet aan de bovengenoemde eisen.

Het was echter wel mogelijk om het voor de windsnelheid gebruikte recordersysteem in een uitvoering van een dubbelrecorder geschikt te maken voor een registratie als door de KLu werd gewenst. Daartoe kon het registratiesysteem voor de windsnelheid zonder verandering worden overgenomen en zou een ander systeem voor de optekening van de windrichting moeten worden ontwikkeld.

Hiertoe was door het K.N.M.I. (A. Hauer) een principeschema opgesteld. Voor de uitvoeringsmogelijkheden daarvan was informeel contact opgenomen met de apparatenfabriek "Van Doorn" te De Bilt. Aldus was de basis gelegd voor de aanschaf van de "Van Doorn" apparatuur. Bij de Koninklijke Luchtmacht is de "Van Doorn" windmeetset nog steeds in gebruik. Een raming van de kosten van de ontwikkeling bedroeg (in 1955) ca. 5000 gulden, en een serietoestel zou ca. 3500 gulden gaan kosten.

Eind 1957 werd begonnen met het installeren van de zogenaamde "Van Doorn set" windmeters. De installatie zou in de hierna te noemen volgorde moeten worden ingevoerd nl.:

Vliegbasis Soesterberg

Vliegbasis Ypenburg

Vliegbasis Leeuwarden

Vliegbasis Twente

Vliegbasis Volkel

Vliegbasis Eindhoven

Vliegbasis Woensdrecht

Vliegbasis Deelen

De nieuwe windmeetapparatuur werd als eerste op de vliegbasis Soesterberg in september 1957 geïnstalleerd.

Op vliegbasis Leeuwarden werden de nieuwe windmeetinstrumenten op 13-08-1958 in gebruik genomen.

2.2. Consequentie verhuizing frequentiemeters KLu-stations.

Bij de analyse van de windgegevens van een veertigtal windstations in Nederland, uitgevoerd door J. Wieringa in maart 1982, bleek dat sommige KLu-stations een sprong te zien gaven in het langjarig gemiddelde.

Een kort verslag met de belangrijkste conclusies van de analyse-resultaten staat hieronder.

"Frequentiemeter-verhuizing KLu-stations, door J. Wieringa, d.d. 31-3-1982.

Tot eind van de zestiger jaren stond op een aantal KLu-stations de frequentiemeter onderaan de windmast en werd een gelijkstroomsignaal over enige honderden meters kabel naar de meteo getransporteerd en tegelijkertijd over een andere kabel naar een tweede aflezing in een beschermd onderkomen. Het bij deze dubbele belasting behorende signaalverlies is enigszins kabel-afhankelijk, maar blijkt bij alle betrokken stations een sprong van $17\% \pm 3\%$ in het langjarig gemiddelde op te leveren. Waarschijnlijk is gewoon de ijking voor enkelvoudige belasting gehandhaafd. Deze "ijkfout" is in eerste orde voor de vlagen even groot als voor de gemiddelden: beiden moeten dus worden gecorrigeerd. De resultaten van de vlagfactor-terreinanalyses worden dus ook niet beïnvloed.

Principiële correctie van de betrokken snelheden is dus wenselijk (niet van de beschuttingscorrecties dus!). De grootte van de lokale correctie is bepaald door vergelijking van de langjarige gemiddelden voor en na de verhuisdatum. Dit kon niet voor Woensdrecht wegens het ontbreken van metingen in de zeventiger jaren, dus is daar het gemiddelde van de correctie van Gilze-Rijen, Eindhoven en Soesterberg genomen.

Het korrigeren heeft als analyse-sequentie, dat eigenlijk de langjarige gemiddelde uitsluitend bepaald zijn uit de periode na de verhuizing, en dus bijvoorbeeld de nauwkeurigheid hebben van een 12-jarige in plaats van een 20-jarige reeks. Anderszijds levert de correctie een nauwkeuriger resultaat voor bijvoorbeeld dagelijkse gangen, doordat onechte spreiding wordt geëlimineerd. Ook extremanalyses worden beter.

Station	Korrektieperiode	Korrektiefactor
265 Soesterberg	01-03-1958 t/m 16-06-1969	1.15
275 Deelen	01-01-1961 t/m 04-02-1970	1.18
340 Woensdrecht	01-12-1958 t/m 30-09-1968	1.18
350 Gilze-Rijen	01-01-1961 t/m 11-06-1968	1.13
370 Eindhoven	01-11-1958 t/m 10-08-1965	1.22

De stations Ypenburg (200), Twente (290) en Volkel (375) zijn alleen voor de zeventiger jaren in bewerking, en kunnen dus buiten beschouwing blijven. Leeuwarden (270) is steeds bezet geweest door een groep met veel aandacht voor anemometrie (maj. Boer c.s.) en vertoont deze 15%-sprong ook niet."

Hoewel dus te Leeuwarden geen systematische fout in de registratie aanwezig is tot 22-04-1969, is daarna bij de herziening van het registratiesysteem verzuimd om de aanwezige korrektie voor dubbelregistratie te verwijderen, waardoor tot de verhuizing op 8-12-1971 de meting met 11% was overgecompenseerd (korrektie: zie blz. 16).

3. Stationsbeschrijving windwaarneming Leeuwarden (VB).

3.1. Meetopstelling periode 20-08-1949 tot 13-08-1958.

In het K.N.M.I.-archief zijn vanaf 01-01-1949 synoptische windgegevens (dd en ff) in code 51 (zie hoofdstuk 7; KD-windbestand) van het synoptische weerstation Leeuwarden aanwezig.

In de periode vanaf 01-01-1949 tot en met 20-08-1949 is de windrichting geschat met behulp van een windzak, die op de vliegbasis opgesteld stond. De windsnelheid is in de bovengenoemde periode eveneens geschat.

Vanaf 01-01-1949 tot en met 08-05-1949 is de synoptische wind slechts van 6 tot en met 19 uur GMT aanwezig. Ná 08-05-1949 zijn de windgegevens in het algemeen aanwezig van 1 tot en met 24 uur GMT.

Met windmetingen te Leeuwarden (VB) is op 20-08-1949 een begin gemaakt.

De wind werd toen gemeten met behulp van een cup-anemometer (molentje) en een windvaan. De beide windmeetsensoren, namelijk de elektrische windvaan en de dynamo-anemometer, waren opgesteld op een houten paal van ongeveer 8 m lengte (de zendmast). Op deze paal was een ijzeren verlengstuk geplaatst, waarop men een verdeelstuk had gelast voor de bevestiging van de windvaan en de anemometer. De houten mast was zodanig opgesteld, dat deze zonodig gestreken kon worden, bijvoorbeeld voor het verwisselen van de anemometer.

De sensoren hadden zodoende een hoogte van circa 10 m ten opzichte van het terrein.

De windmast stond op een afstand van circa 26 m in de oostelijke richting van het metegebouw, die een hoogte had van circa 7,5 m (fig. 1 en 2).

De waarden van zowel de windrichting als de windsnelheid werden eerst afgelezen op aanwijzende meetindicatoren (mA-meters).

Bij wind uit noordwestelijke richtingen traden er forse afwijkingen op, die vermoedelijk een gevolg waren van het feit, dat de open ruimte tussen de verkeerstoren en het metegebouw als een trek gat fungeerde. De gemeten gemiddelde windsnelheden waren dan systematisch te hoog.

Het signaaltransport van de windmeetsensoren op de windmeetmast naar het metegebouw vond plaats met behulp van een bovengronds gespannen kabel. Indien de in de nabijheid van het metegebouw opgestelde zender in bedrijf was, traden hierdoor zeer grote afwijkingen op.

Aan de noordwest en de zuidzijde dicht bij de mast stonden bomen, die 7 á 8 m hoog waren. Aan de zuidwestzijde stond een rij bomen van circa 6 m hoogte op een afstand van circa 25 m. Tevens stonden aan de zuidwestzijde bomen van 10 á 12 m hoogte op een afstand van circa 50 m.

De windmeting werd bovendien ook nog beïnvloed door proefdraaiende straaljagers, die meestal aan de zuidzijde op een afstand van circa 50 m stonden.

Op 10-04-1952 werd ten behoeve van de windsnelheidsregistratie een schrijvende recorder van het type Inkwell (fabrikaat onbekend) in bedrijf genomen (Hartley, 1955).

Op 06-02-1958 werd geconstateerd, dat enige tijd geleden de houten mast tijdens een storm was gebroken. Bij de val was toen het materiaal flink beschadigd. De windvaan was op twee plaatsen gebroken en van het molentje was een cup verbogen. Het geheel was provisorisch hersteld en op een nieuwe houten mast geplaatst. De windmeting was waardeloos geworden.

Op 30-06-1958 werd de windapparatuur, waaronder het Inkwell registersysteem, verwijderd. Het was nu langzamerhand noodzakelijk geworden, dat zo spoedig mogelijk de reeds op Leeuwarden aanwezige nieuwe windapparatuur de zogenaamde "Van Doorn set" werd geïnstalleerd.

In september 1976 is door J. Wieringa een onderzoek verricht naar de betrouwbaarheid van de windgegevens uit de Inkwell-periode, dus van de periode 10-04-1952 tot 30-06-1958.

In een ongepubliceerde analyse-aantekening van hem komt hij tot de conclusie, dat de gemeten windvlagen op drie gronden (1. waarden afkomstig van aanwijzende mA-meters; 2. storing op de waarden ten gevolge van een zender in de directe nabijheid van de windmast; 3. overshoot-risico) als onbruikbaar moeten worden beschouwd. Een samenvatting van Wieringa's analyse-resultaten is te vinden in V-282 (Denkema, 1976).

De vierde reden, waarom we de windgegevens uit de periode vanaf 01-01-1949 tot 13-08-1958 als onbruikbaar moeten beschouwen, is de meetopstelling van de windmeetsensoren. Het windveld rond de windmast was zodanig verstoord dat we de windgegevens uit de vorenstaande periode niet behoorlijk kunnen korrigeren.

Met ingang van 01-01-1950 is te Leeuwarden met termijnwaarnemingen begonnen. Voor de windwaarneming had dit geen consequenties.

Vóór 01-01-1971 hield een termijnwaarneming in, dat drie keer per dag en wel om 8, 14 en 19 uur Middelbare Plaatselijke Tijd (M.P.T.) metingen van de temperatuur en relatieve vochtigheid werden verricht.

Tevens werd er dan de neerslag afgetapt en een schatting van de bewolkingsgraad gemaakt. Alle termijnwaarnemingen werden gedaan zonder gebruikmaking van registratie-instrumenten.

Ná 01-01-1971 worden de termijnwaarneming om 8 uur GMT (eigenlijk om 7.55 uur GMT) gedaan. Waargenomen c.q. afgelezen worden: de natte bol- en de droge bol temperatuur, de maximum- en minimumtemperatuur. Tevens worden dan de thermograaf- en hygrograaf diagrammen verwisseld. Een controlewaarneming vindt plaats tussen 18 en 24 uur Midden Europese Tijd (M.E.T.).

Op het K.N.M.I. worden de thermogrammen en de hyrogrammen ten behoeve van de temperatuur en de relatieve vochtigheid achteraf bewerkt en wel om de drie uren, n.l. 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18 en 21 uur GMT.

3.2. Meetopstelling periode 13-08-1958 tot 23-02-1961.

Op 13-08-1958 werd een nieuwe windmeetmast en de nieuwe moderne windapparatuur, de zogenaamde "Van Doorn set" in gebruik genomen.

De windmast stond op een afstand van circa 350 m in de noordelijke richting ten opzichte van het meteogebouw (fig. 2).

Op een afstand van circa 35 m stond aan de noordzijde van de mast een groepje bomen, die circa 6 m hoog waren. De hoogte van de bomen hebben betrekking op de situatie rond september 1959.

Op een afstand van circa 25 m stond aan de zuidzijde van de windmast een andere 10 m-hoge mast, waaraan een windzak was bevestigd.

Op circa 60 m afstand aan de zuidzijde ten opzichte van de windmast stond bovendien een groep bomen van circa 5 m hoogte en op een afstand van meer dan 100 m nog wat bomen met daar achter op enige afstand gebouwen.

De oost- en de westzijde van de windmast waren vrij van obstakels.

De groep bomen op circa 35 m afstand aan de noordzijde van de windmast hadden in oktober 1960 een hoogte bereikt van circa 7 m. Eind 1959 werd een loods van circa 4 m hoogte op een afstand van circa 25 m in de noordwestelijke richting ten opzichte van de windmast neergezet. De groep bomen op circa 60 m afstand aan de zuidzijde hadden nu een hoogte van circa 6 m.

Wegens de ongunstige situering van de windmeetmast werd deze op 23-02-1961 verplaatst. Zowel de windrichtings- als de windsnelheidsregistraties ontbreken van 23-02-1961 tot en met 25-02-1961. Op 25-02-1961 werd de windrichting weer aangesloten op de recorder. De windsnelheidsregistratie ontbreekt tot 09-03-1961.

3.3. Meetopstelling periode 09-03-1961 tot 08-12-1971.

De windmeter op de nieuwe positie werd op 09-03-1961 in z'n geheel aangesloten en in bedrijf gesteld (Fig. 2, situatie x₃). Let wel: in verband met de militaire status van het vliegveld Leeuwarden mogen in dit rapport geen foto's worden gepubliceerd.

Op 03-07-1962 bleek, dat de transformator voor de voeding van de elektrische assen ten behoeve van de windrichting was doorgebrand ten gevolge van een sluiting in de rotorleiders naar de windmeetmast. De gehele windapparatuur werd toen omgewisseld. De windrichting werd niet aangesloten. De windrichting werd 07-08-1962 aangesloten en in bedrijf gesteld. Deze werkte nu correct.

Op 21-08-1962 werd geconstateerd, dat de ijking van de windsnelheidsmeter niet correct werkte. Dit werd in orde gemaakt door een stuurtransistor van het ijkrelais om te wisselen.

De ijking van de windsnelheidsregistratie bleek op 30-10-1962 niet goed te functioneren. De frequentiemeter en de recorder werden vervangen door exemplaren met een gewijzigde schakeling.

Op 26-09-1963 was door blikseminslag de spoel van de recorder defect geraakt. De frequentiemeter en de recorder werden vervangen.

Op 24-12-1965 trachtte men de opstelling van de frequentiemeter (deze stond in de kast aan de voet van de windmast) te veranderen door de frequentiemeter in de buurt van de recorder te plaatsen. Nadat het geheel volgens het nieuwe systeem was geïnstalleerd, bleek dat de kabel van de voorversterker naar de frequentiemeter een veel te hoog bromniveau had. Men kon dit technisch probleem toen niet oplossen, en daarom besloot men de oude opstelling met nieuwe apparatuur wederom in bedrijf te stellen. Dus de frequentiemeter bleef gehandhaafd in de kast aan de voet van de

windmast.

Op 13-04-1967 werd een nieuwe windmast geplaatst. Volgens V-282 (Denkema, 1976) werd de nieuwe windmast op 20 m afstand ten zuidzuidwesten van de oude windmast opgesteld.

Op 18-04-1967 werd deze nieuwe windmeetmast in gebruik genomen. De technische uitvoering van het windmeetsysteem bleef onveranderd.

Op 22-04-1969 onderging de windmeterkast een verhuizing. In de meteo werd een windmeterkast met ingebouwde servoversterker en frequentiemeter geplaatst. Door dit systeem was het nu technisch mogelijk geworden, ondanks de grote afstand (circa 800 m) tussen de mast en de meteo, pulsgegevens van de op de windmast gemonteerde anemometer naar de in de windmeterkast geplaatste schakelingen te voeren. Ten behoeve van de bewerking van de windsnelheidsregistratie werd tevens een universeel "uittrekmaatje" in gebruik genomen.

3.4. Meetopstelling periode 08-12-1971 tot heden (1980).

Op 08-12-1971 nam Leeuwarden (VB) een nieuw meteogebouw en verkeers-toren in gebruik. Men verplaatste toen tevens de windmast (fig. 2, situatie x_4).

De windmast stond op circa 650 m afstand in de noordwestelijke richting ten opzichte van het meteogebouw. De kortste afstand tot de baan 06-24 bedraagt circa 170 m en tot de baan 16-34 circa 150 m.

De dichtstbijzijnde obstakels hadden een hoogte van 3 m, respectievelijk 8 m. Deze obstakels stonden op een afstand van circa 62 m, respectievelijk 97 m in de noordoostelijke richting van de windmast.

Aan de zuidzijde van de windmast staat sinds april 1975 een bunker van circa 13,5 m hoogte op een afstand van circa 350 m (fig. 2). I en II in fig. 2 stelt jonge aanplant voor die in 1974 op respectievelijk 40 en 100 m van de windmast geplant is. Dit in het kader van camouflage van de vliegbasis. In de loop der jaren is dit tot onaantoonbare hoogte (circa 4 m) gegroeid. Dit had niet alleen invloed op de windmeting, de vliegers konden bovendien bij landing een gedeelte van de baan niet zien.

Op 24-10-1980 is alles afgezaagd tot een hoogte van circa 1 m.

Omdat vanaf de begin jaren van de jaren zeventig het onderhoud van de windmeetapparatuur door de KLu zelf wordt verzorgd, is op het K.N.M.I. (bijna) geen informatie uit deze periode aanwezig.

4. Meetapparatuur Leeuwarden (VB).

Zowel de windrichting als de windsnelheid is in de periode vanaf 01-01-1949 tot 20-08-1949 geschat. De geschatte windrichting is bepaald met behulp van een windzak.

In de periode vanaf 20-08-1949 tot 13-08-1958 is de windrichting gemeten met behulp van een windvaan, waarvan de stand op aanwijzende mA-meter (Nieaf K.N.M.I. 1045) is afgelezen. In de periode vanaf 20-08-1949 tot 10-04-1952 is de windsnelheid gemeten met een cup-anemometer (molentje), waarvan de waarde op aanwijzende mA-meter is afgelezen.

In de periode vanaf 10-04-1952 tot 30-06-1958 is de windsnelheid gemeten met een cup-anemometer, waarvan de signalen werden geregistreerd op een Inkwell-recorder.

In de periode vanaf 13-08-1958 tot heden (1980) is de wind gemeten met behulp van de zogenaamde "Van Doorn" windapparatuur.

De "Van Doorn" windapparatuur bestond uit een windvaan, (dynamo/Reed) cup-anemometer, buisfrequentiemeter/printplaat en een registratie-recorder. Zowel de windrichting als de windsnelheid wordt bij de "Van Doorn" registratie-recorder op één diagram geregistreerd.

In het hieronder opgenomen overzicht windapparatuur Leeuwarden ziet men welke instrumenten gedurende de periode vanaf 01-01-1949 in gebruik zijn geweest.

4.1. Overzicht windapparatuur Leeuwarden (VB).

4.1.1. Periode 01-01-1949 tot 13-08-1958.

Wr = windrichting

Ws = windsnelheid

01-01-1949 tot 20-08-1949; Wr + Ws geschat

20-08-1949 tot 13-08-1958; Wr met windvaan; aflezing op aanwijzende
mA-meter

20-08-1949 tot 10-04-1952; Ws met cup-anemometer; aflezing op aan-
wijzende mA-meter

10-04-1952 tot 30-06-1958; Ws met cup-anemometer; registratie op
Inkwell-recorder.

30-06-1958 tot 13-08-1958; ontbreekt.

4.1.2. Periode 13-08-1958 tot heden (1980).

Datum van plaatsing	Dynamo anemometer	Windvaan	frequentiemeter	registreertoestel
	"Van Doorn"	"Van Doorn"	"Van Doorn"	"Van Doorn" tevens nummer van gebruikte "uittrekmaatje"
13-08-1958	10-133	2-125	geen nr.	7-130
18-11-1960	7-130	4-127	3	8-131
09-03-1961	--	--	4	--
18-05-1961	--	--	geen nr.	9-132
02-11-1961	8-131	5-128	4	M310-151
03-07-1962	7-130	4-127	9	10-133
30-10-1962	--	--	-	1
13-06-1963	125	8-131	2	5-128
26-09-1963	--	--	3	6-129
24-12-1965	7-130	6-129	15	5-128-A
22-09-1969	geen nr.	geen nr.	geen nr.	1/Universeel-maatje
02-05-1973	Alle apparatuur eigendom van de KLu; geen nrs.			

5. Registraties Leeuwarden (VB).

Registratiestroken afkomstig van de Inkwel-recorder, waarop de windsnelheid is opgetekend, zijn in het K.N.M.I. archief aanwezig van de periode vanaf 10-04-1952 tot en met 30-06-1958. In bovengenoemde periode ontbreken de stroken van februari 1954, juni 1954 en januari 1957.

Registratiediagrammen afkomstig van de "Van Doorn" recorder, waarop zowel de windrichting als de windsnelheid worden opgetekend, zijn in het K.N.M.I. archief aanwezig van de periode vanaf 13-08-1958 tot heden (1980).

6. Eerdere beschrijvingen c.q. bewerkingen Leeuwarden (VB).

In het kader van een nationaal onderzoek naar de mogelijkheid de door de wind opgewekte energie te benutten (Denkema, 1976) zijn de winddiagrammen van de KLu-vliegbasis Leeuwarden bewerkt. De heren Denkema (K.N.M.I.) en De Ruiters (E.C.N.) hebben toen uit de periode 1961-1962 en 1969-1970 telkens voor 720 aselekte uurwaarnemingen met $f_h f_h > 6$ m/s de mediane vlaagfactoren $\langle G \rangle$ c.q. beschuttingscorrectiefactoren (F) berekend voor een middelingsinterval van 10-minuten per windrichtingssector van 20 graden.

In V-278 (Wieringa en Van der Veer, 1976) is (F) berekend uit de periode 08-12-1971 tot en met 30-06-1974. Het middelingsinterval hierbij is 60 minuten en de meethoogte (z_g) is 10 m.

Nadere analyse van de F-waarden is door J. Wieringa en B. Oemraw in januari 1982 uitgevoerd. De analysegegevens hiervan zijn in dit rapport opgenomen in de onderstaande tabel 1.

De gemeten windsnelheden uit de periode vanaf 23-04-1969 tot en met 07-12-1971 zijn vermenigvuldigd met een factor = 0.89, omdat men na de verhuizing van de frequentiemeter op 22-09-1965 naar het meteogebouw tot het in gebruik nemen van een nieuwe windmast op 08-12-1971 de windsnelheden op de oude manier heeft bewerkt. De compensatie van het signaaltransportverlies was namelijk na 22-04-1969 niet meer nodig (zie hoofdstuk 2.2, blz.8: consequentie verhuizing frequentiemeter).

Tabel 1.

Leeuwarden VB (270). Periode 01-04-1961 tot en met 31-12-1980. $z_s = 10$ m.

Potentiële windsnelheid = gemeten windsnelheid x 0.01 F.

windrichting (dekagraad)	Leeuwarden van 01-04-1961 tot 08-12-1971	Leeuwarden van 08-12-1971 t/m 31-12-1976	Leeuwarden van 01-01-1977 t/m 31-12-1978	Leeuwarden van 01-01-1979 t/m 31-12-1980
01,02	100	100	108	105
03,04	100	97	98	97
05,06	104	96	99	95
07,08	103	95	98	96
09,10	104	98	99	98
11,12	106	99	101	102
13,14	113	99	101	101
15,16	111	100	104	107
17,18	108	103	103	104
19,20	106	103	105	104
21,22	100	103	105	106
23,24	98	101	109	114
25,26	97	99	109	113
27,28	97	101	104	102
29,30	98	102	102	102
31,32	98	103	103	102
33,34	100	102	104	100
35,36	99	100	106	101
	Herkomst V-282	Herkomst V-278	Herkomst Prog.YPEG/ K00J	Herkomst Prog.YPEG/ K00J

7. KD-windbestand Leeuwarden (VB).

Het KD-windbestand, zoals dit op computertape door de Afdeling Informatie Verwerking (AIV) door tussenkomst van het ponsarchief van de Klimatologische Dienst van het K.N.M.I. is gearchiveerd, ziet er als volgt uit:

Ponskaart code 51 vanaf 01-01-1949 t/m 31-12-1954

Ponskaart code 52 vanaf 01-01-1955 t/m 31-12-1970.

Computertape code KLIBAS vanaf 01-01-1971 t/m heden (1980).

Bovendien zijn er nog twee andere tapes beschikbaar, n.l. de windtape en de WIKLI-tape.

Op de windtape staan gegevens van 1949 t/m 1975.

Op de WIKLI-tape staan synoptische windgegevens vanaf 01-11-1958 t/m 31-12-1975.

In het kader van het project "Windklimaat van Nederland" heeft de onderafdeling Fysische Meteorologie (FM) uit de basisgegevens van de K.D. een eigen bestand aangelegd onder de computertape-code WIKLICHAR. Op deze tape staan windgegevens vanaf 01-04-1961 t/m 31-12-1980; deze wordt speciaal gebruikt ten behoeve van het wetenschappelijk onderzoek.

Ponskaart-code 52 kwam op 01-01-1955 in de plaats van de ponskaart-code 51 in verband met het in gebruik nemen van een nieuwe wijze van coderen van diverse elementen. De omschrijving van de codes is vermeld in het "Zakboekje Meteorologische Codes".

Wat de wind betreft, vindt men in code 51 en 52 de gegevens in de kolom 32, 33 met symbool dd en de omschrijving windrichting gemiddeld over de afgelopen 10 minuten in tientallen graden, in kolom 34, 35 het symbool ff en de omschrijving "windsnelheid gemiddeld over de afgelopen 10 minuten in knopen". Met andere woorden, gegevens over de windextremen vóór 01-01-1971 zijn niet op computertape beschikbaar.

Vanaf 01-01-1971 zijn de windgegevens op de KLIBAS-tape verzameld en

daarop staan de uurgegevens van de maximale windsnelheid ($f_x f_x$) in $\frac{1}{2}$ m/s, de uurgemiddelde windsnelheid ($f_h f_h$) in $\frac{1}{2}$ m/s en de 10-minuten gemiddelde windrichting (dd) in tientallen graden. Naast het hierboven vermelde heeft men nog de beschikking over de synoptische windgegevens, welke 10-minuten gemiddelden voorstellen van zowel de windrichting als de windsnelheid. Voor uitgebreid overzicht weerrapporten zie Patist (1973).

8. Conclusie.

De bruikbare reeks windwaarnemingen van de vliegbasis Leeuwarden begint met ingang van 09-03-1961.

De anemometrie is in orde vanaf 13-08-1958.

De meetopstelling van de windapparatuur is in orde vanaf 09-03-1961.

In de periode 13-08-1958 tot 09-03-1961 zijn de windmeetsensoren overmatig beschut geweest o.a. door de aanwezigheid vanaf eind 1959 van een loods van circa 4 m hoogte op een afstand van circa 25 m van de windmast.

9. Medewerking.

Bij de tot standkoming van het onderhavige rapport heb ik bijzondere medewerking en goede begeleiding ondervonden van Dr. J. Wieringa, aan wie ik op deze plaats gaarne dank betuig.

Voorts ben ik te Lt. J.J. Geestman, medewerker Meteo-dienst Leeuwarden en de heren J. den Heijer, R.A. Wijsman en J.M. Koopstra erkentelijk voor hun waardevolle informatie en medewerking.

De heren Drs. A.P. van Ulden en Ir. A.J. Frantzen bedank ik voor het doorlezen en het doen van nuttige aanwijzingen, welke hebben bijgedragen tot de uiteindelijke vorm van dit verslag.

10. Referenties.

Bleeker, W., 1942: Leerboek der Meteorologie II, Meten en Schatten van meteorologische grootheden. Uitg. Thieme, Zutphen, 32-42.

Denkema, A., 1976: De herleiding van gemeten stationswindsnelheid naar representatieve open-terrein-windsnelheid, toegepast op een aantal in hoofdzaak langs de kust gelegen stations. K.N.M.I. V-282 (S.B.).

Gaskell, T.F. en Morris, M., 1979: World climate -- the weather, environment and man. Uitg. Thames & Hudson, U.K.

Hartley, G.E.W., 1955: Remote recording electrical anemograph. Met. Mag., 84, p. 111-115.

Luit, D. van der, 1982: Eigenschappen K.N.M.I.-windmeters en -recorders omstreeks 1960. K.N.M.I. FM-82-2. [Ongepubliceerd memorandum]

Meteorologische Instrumenten, Deel 4, Wind. K.N.M.I.-publicatie, 152 - B.V. 15.

Patist, A.C., 1973: Verwerking en controle van synoptische en klimatologische weerrapporten. K.N.M.I. V-245.

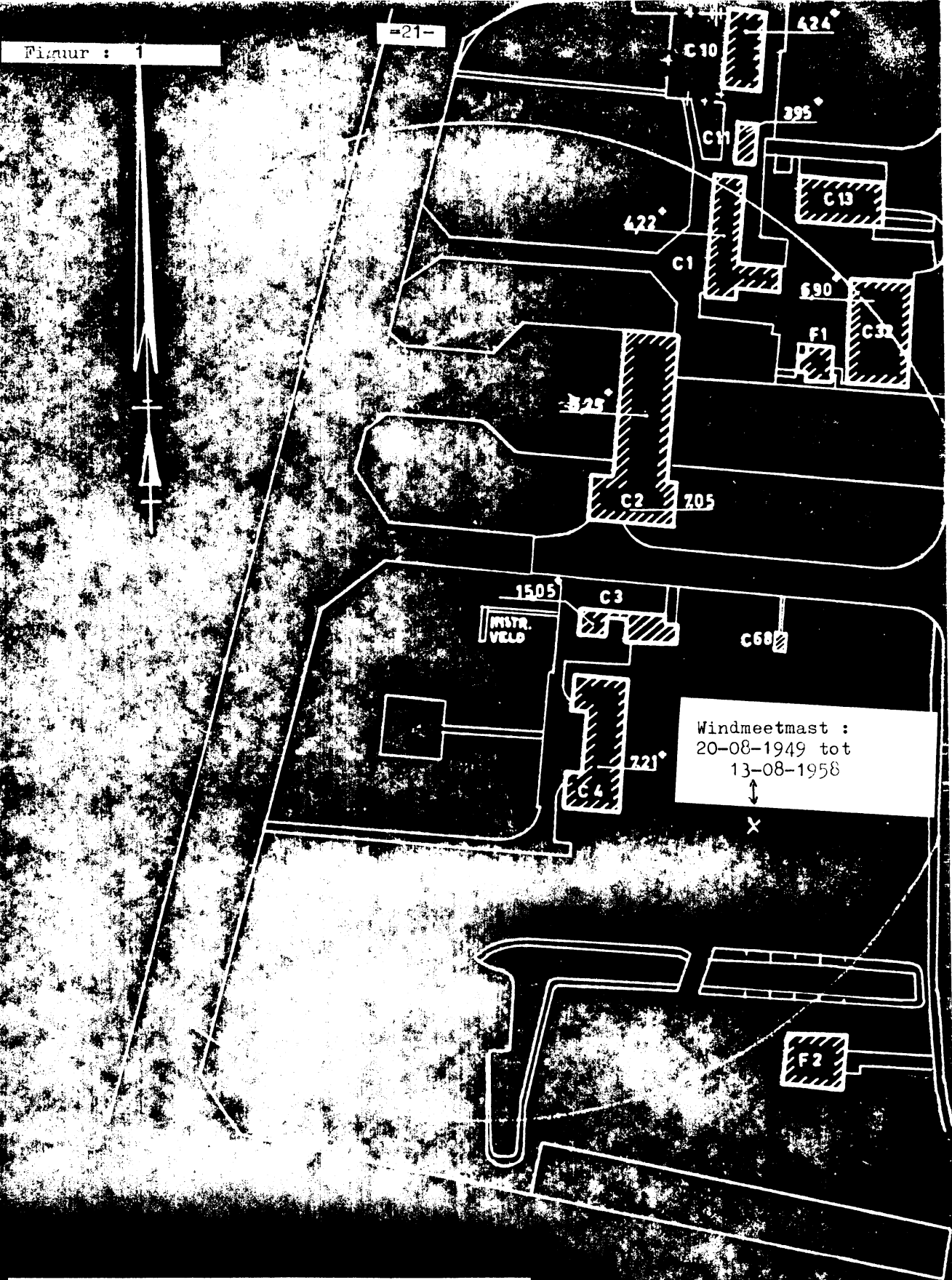
Wieringa, J. 1974: Bestaat representatieve grondwind? K.N.M.I. V-257.

Wieringa, J., 1976: An objective exposure correction method for average wind speeds measured at a sheltered location. Quart. J. Roy. Meteor. Soc., 102, 241-253.

Wieringa, J. en Van der Veer, P.J.M., 1976: Nederlandse windstations 1971-1974. K.N.M.I. V-278 (M.O.).

Figuur : 1

-21-



Windmeetmast :
 20-08-1949 tot
 13-08-1958
 ↓
 X

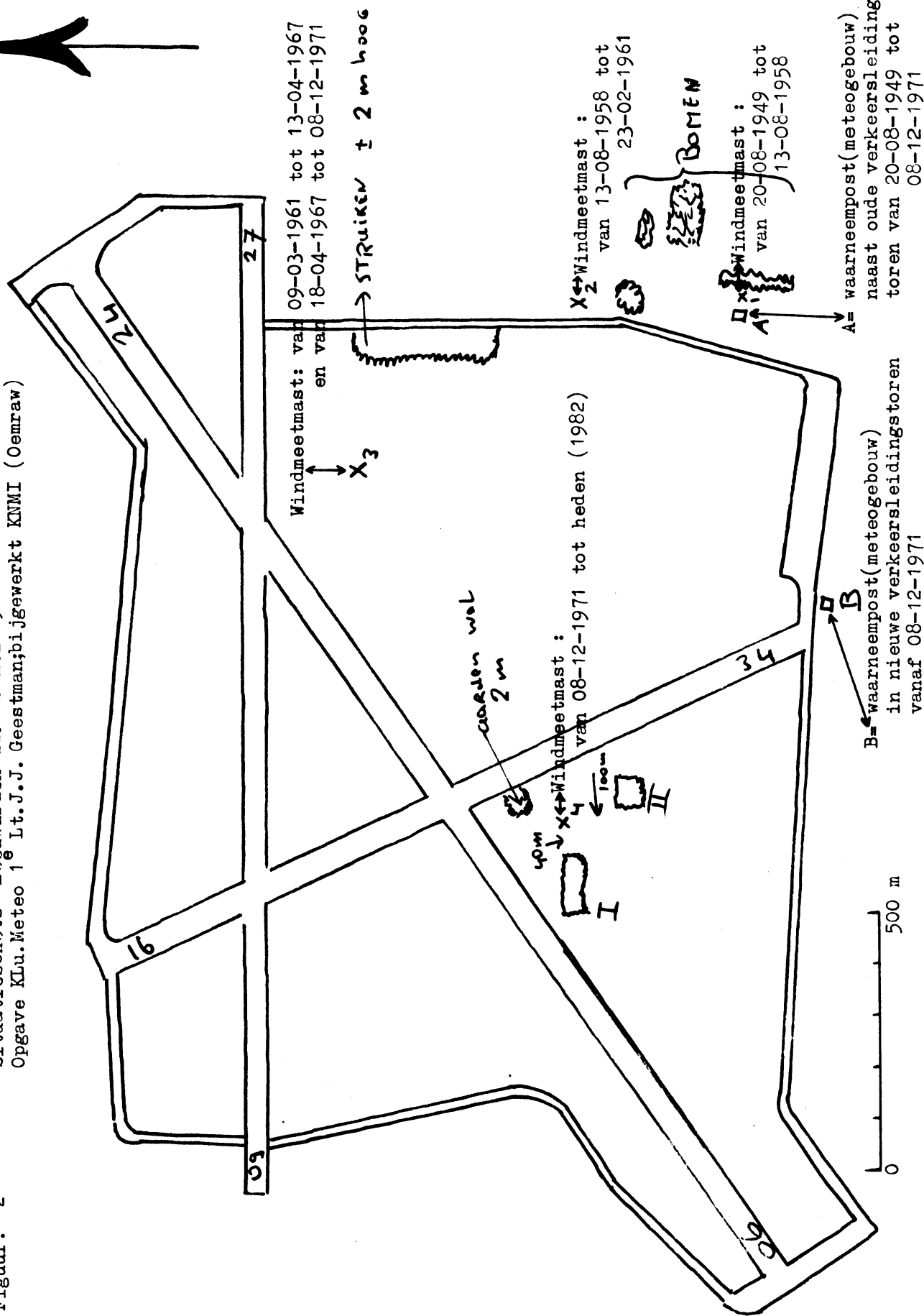
Leeuwarden : oorspr. schets dd. 01-02-1961
 bijgewerkt door Oemraw dd. 10 mei 1982

0 ————— 50 m

LEEUWARDEN
 1 FEBR. 1962

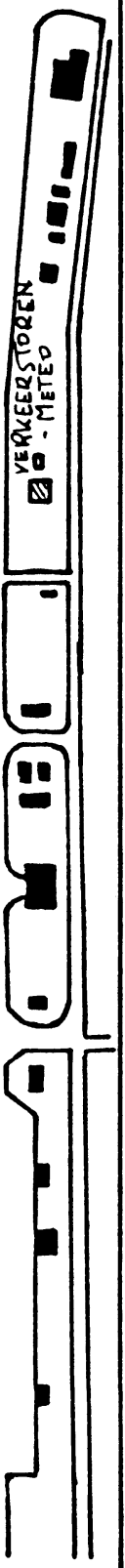
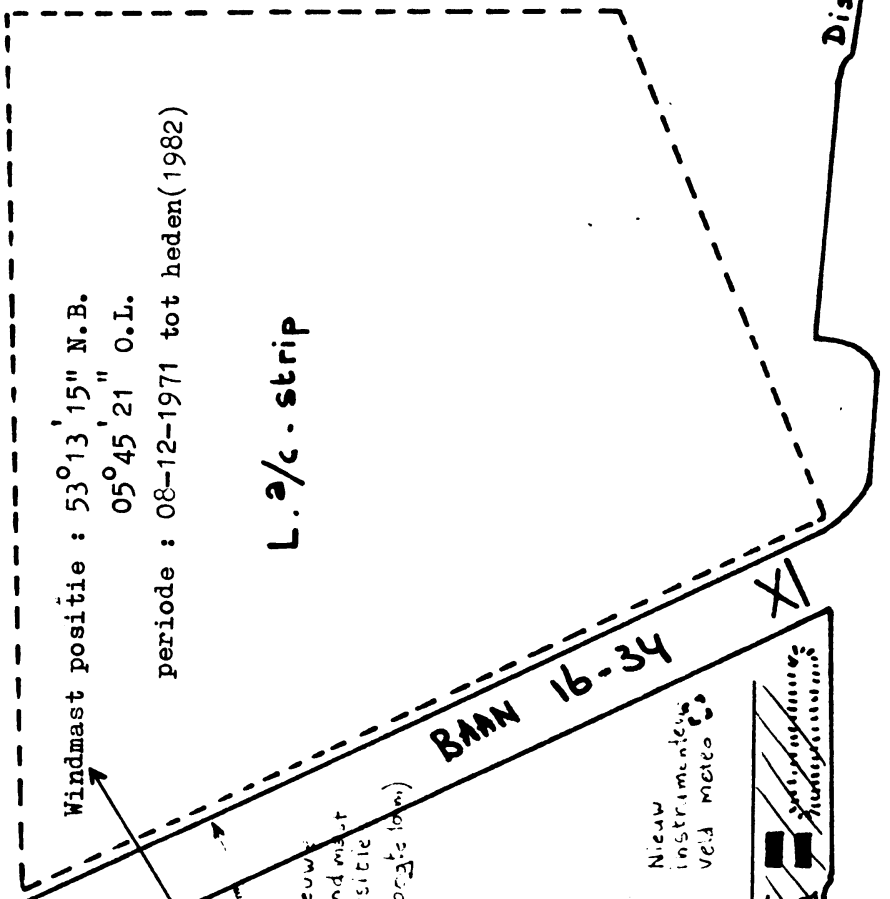
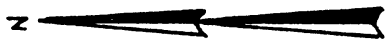
1:1000

Figuur: 2 Situatieschets Leeuwarden dd. 10 mei 1982
 Opgave Klu.Meteo 1^o Lt.J.J. Geestmanbijgewerkt KNMI (Oemraw)



Figuur : 3

SCHAAL: 1 : 5000
Vliegbasis LEEUWARDEN



Jul 70

22-11-71

L.M.S.

Bijgewerkt febr. 76

Bijlage van K.N.M.I.-Technisch Rapport 28 (1982): B. Oemraw,
"Stationsbeschrijving windwaarneming Leeuwarden,
periode 1949-1980".

WINDGEGEVENS LEEUWARDEN 1962 t/m 1980.

B. Oemraw en J. Wieringa

De windmetingen van het weerstation Leeuwarden zijn voor analyse bruikbaar vanaf 9 maart 1961. Na 1961 is de wind op twee verschillende plaatsen op het vliegveld gemeten. Zowel de anemometrie als de meetopstelling is in orde vanaf maart 1961. Als startdatum voor de hierna volgende tabellen (A t/m C) is januari 1962 gekozen, omdat 1962 het eerste volle jaar is met betrouwbare gecorrigeerde windgegevens. Voor de 19 jaar durende periode januari 1962 t/m december 1980 zijn de gegevens korrekties beschikbaar inzake meetfouten en omgevingsstoringen door begroeiing en bebouwing. Met deze korrekties blijkt de reeks homogeen te zijn.

In deze bijlage volgen enige windklimatologische overzichtstabellen van die periode, en wel:

- (A) Gemiddelde dagelijkse gang van de potentiële windsnelheid per maand en voor het gehele jaar, alsmede maandgemiddelden (d.w.z. jaarlijkse gang).
- (B) Distributieve frekwentieverdelingen van de potentiële windsnelheid voor het gehele jaar en voor de afzonderlijke maanden.
- (C) Distributieve frekwentieverdelingen van de potentiële windsnelheid per windrichtings-sektor van 30° breedte, voor:
 - (I) het zomerhalfjaar (mei t/m oktober);
 - (II) het winterhalfjaar (november t/m april);
 - (III) het gehele jaar.

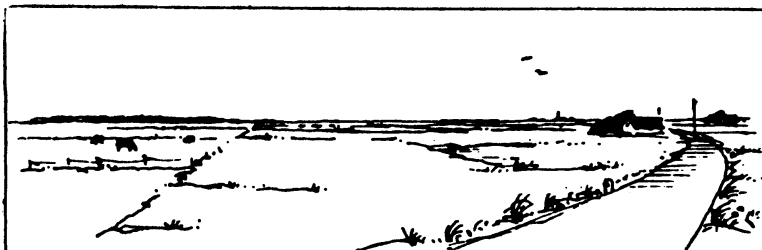
De seizoenkeuze houdt verband met de jaarlijkse variatie van de luchtdrukverdeling op zeer grote schaal.

Alle gegevens zijn herleid naar 10 m hoogte boven open terrein (potentiële wind). Voor aanpassing van deze potentiële windsnelheids-informatie aan plaatselijke terreinomstandigheden is een handleiding toegevoegd, met een tabel van omrekenfactoren naar verschillende terreintypes en verschillende hoogten.

De windgegevens van Leeuwarden blijken redelijk representatief te zijn voor het windklimaat van de delen van de volgende provincies, c.q. gebieden: Friesland ten westen van de lijn Drachten-Herenveen. Groningen benoorden de lijn Groningen (stad)-Nieuwe-Schans. De Noord-Oostpolder en de kop van Overijssel. Voor nadere details wordt verwezen naar een vervolgstudie over het Nederlands windklimaat. Zie voorlopig artikel van J. Wieringa in Technisch Weekblad d.d. 17 juli 1982. "KNMI presenteert nieuwe windkaart van Nederland".

AANPASSING WINDINFORMATIE AAN PLAATSELIJK TERREIN

Het verschil van de windsnelheid in werkelijk open terrein met de windsnelheid in "gewoon" terrein met begroeiing en obstakels is groter dan men gewoonlijk denkt. Open terrein ziet er uit zoals op nevenstaand plaatje, zonder hoge gewassen en met zeer weinig obstakels op zeer grote afstand. Op bijv. enige honderden meters afstand benedenwinds van een bosrand is de windsnelheid 15%-30% minder dan op open terrein in dezelfde streek.



Stel nu dat men beschikt over gegevens van een windstation en men wil die toepassen ergens in de omgeving. Men dient dan zowel rekening te houden met de obstakelstoring rondom de windmeter van het meteostation als met de obstakels rondom de plaats van toepassing, en dat kan voor iedere windrichting anders zijn. Om het de gebruiker wat gemakkelijker te maken, wordt nu de windmeting van het meteostation herleid naar 10 m boven open terrein (ruwheidsklasse 3 in tabel) in overeenstemming met de aanbevelingen van de Wereld Meteorologische Organisatie. We noteren deze herleide windsnelheid als U_p (potentiële wind). De gebruiker hoeft dan geen rekening meer te houden met de omgevingsinvloed op het windstation, dat lang niet altijd ideaal open gelegen is. Deze stations-omgevingseffecten zijn weggewerkt door de herleiding naar 10 m boven open terrein.

Voor de plaats, waar men de stations-windinformatie wil toepassen, dient men nu de terreinruwheid van de omgeving in alle richtingen (per sector van 30° - 60° breedte) te beoordelen met behulp van onderstaande ruwheids-klasseringstabel. Wanneer de ruwheid van alle richtingssectoren niet meer dan 1 tot 2 klassen varieert, dan kan men met een gemiddelde omgevingsruwheid werken. Bij die middeling moet men steeds het gemiddeld klassennummer naar boven toe afronden, omdat ruwer terrein domineert boven open terreingedeelten en omdat er vaak nog een achtergrondruwheid is. In geval van een grote terreinvariatie rondom de toepassingsplaats (bijv. klasse 3 aan de Zuidkant en klasse 6 aan de Noord-kant) dient men iedere richtingssector afzonderlijk door te rekenen.

Na bepaling van de bovenwindse terreinruwheid vindt men voor de gewenste toepassingshoogte (z) een transformatiefactor U_z/U_p in de hierna gegeven windstructuur-tabel. Wil men bijv. de windgegevens transformeren naar 20 m hoogte boven bouwland, dus ruwweg open terrein (ruwheidsklasse 4), dan is de transformatiefactor 1.08: de windsnelheid aldaar is gemiddeld 8% hoger dan de windsnelheid op 10 m boven open terrein.

De beschikbare potentiële windgegevens ("herleid naar 10 m boven open terrein") moet men nu vermenigvuldigen met deze transformatiefactor. Voor bijv. een frekwentieverdeling doet men dit met de klassegrenzen: toepassing van een factor 1.08 wil dan zeggen, dat men de klassegrenzen "5.0 - 5.9 m/s" moet lezen als 5.4 - 6.4 m/s om de percentage-kolommen toepasbaar te maken voor een hoogte van 20 m boven ruwweg open terrein.

Voor hoogten boven 30 m is de windstructuur niet alleen in hoofdzaak afhankelijk van de terreinruwheid, maar is ook de temperatuurvariatie met de hoogte van toenemend belang. Daardoor is bijv. het windsnelheidsverschil tussen 10 m en 60 m hoogte 's nachts groter dan overdag. Voor windtransformatie naar hoogten boven 30 m kan men daarom beter deskundig advies vragen.

Klassificering van terreinruwheid voor windschattingen (ref.: Wieringa, Bull. Am. Meteor. Soc., 61 (1981), 962-971).

Klasse	Terreinomschrijving
1	Open zee of meer, vrije strijklengte minstens 5 km
2	Wad of sneeuwvlakte, geen begroeiing of obstakels
3	Weideland of braakliggend bouwland met vrijwel geen bomen of boerderijen; startbanen van vliegvelden
4	Bouwland met laag gewas, weinig verspreide obstakels op vrij grote onderlinge afstand (> 20 x hoogte)
5	Cultuurland met verspreide obstakels (bomenrijen, huizen), heggen, hoge gewassen (bijv. mais)
6	Parkland met veel obstakels en weinig open ruimte (~ 10 x obstakelhoogte), boomgaardjes, struikgewas
7	Bos, laagbouw, met regelmatige vrij dichte bedekking van obstakels (tussenruimten ~ obstakelhoogte)
8	Stad met hoogbouw (windschatting NIET toepasbaar)

Windstructuur boven terrein met gegeven bovenwindse ruwheid op hoogten van 2 m tot 30 m: bijv. U_{30} = gemiddelde windsnelheid op 30 m hoogte. U_p = wind op 10 m boven open terrein.

klasse	1	2	3	4	5	6	7
benaming	zee	glad	open	ruwweg open	ruw	zeer ruw	bos, laagbouw
z_0 (m)	.0002	.005	0.03	0.10	0.25	0.5	1.0
m	0.09	0.12	0.15	0.19	0.23	0.27	0.33
U_{30}/U_p	1.24	1.21	1.19	1.17	1.14	1.12	1.09*
U_{20}/U_p	1.19	1.16	1.12	1.08	1.05	1.01	0.96*
U_{10}/U_p	1.12	1.06	1.00	0.94	0.88	0.82	??
U_2 /U_p	0.96	0.83	0.72	0.61	??	??	??
$(u_{mx}/U)_{30}$	1.28	1.35	1.41	1.48	1.55	1.63	1.73*
$(u_{mx}/U)_{10}$	1.30	1.38	1.47	1.57	1.68	1.82	??
U_{30}/U_{10}	1.10	1.14	1.19	1.24	1.30	1.37	??

U_{mx} = maximale windvlaag die gemiddeld eenmaal per uur voorkomt, met een vlaaggolflengte van ~ 100 m (van belang voor schade aan huizen, bomen en dergelijke). Kortere vlagen, die bijv. antennes beschadigen, zijn nog ~ 10% sterker.

z_0 = ruwheidslengte, typerende grootte voor terreineffekt op wind; bijbehorende windprofielformule: $U_{z_1}/U_{z_2} = \ln(z_1/z_0)/\ln(z_2/z_0)$.

m = machtsexponent voor de profiel-formule $(U_{z_1}/U_{z_2}) = (z_1/z_2)^m$.

* bij klasse 7 betekent dat men bij deze ruwheidssituatie de hoogte moet rekenen vanaf ~ 2/3 x de gemiddelde obstakelhoogte. Boven een bos met bomen van ~ 10 m hoogte hebben bijv. de "30 m"-getallen uit deze tabel betrekking op 37 m hoogte boven het grondniveau. Waar vraagtekens staan is geen goede schatting van de wind op die hoogte te maken, omdat vlak boven de ruwelementen de windsnelheid te zeer plaatsafhankelijk is.

Tabel A

DAGELIJKSE EN JAARLIJKSE GANG VAN DE WINDSNELHEID
 UUR-GEMIDDELDEN VAN DE WINDSNELHEID IN M/S
 JAN T/M DEC, VAN DE JAREN 1962 T/M 1980
 HERLEID NAAR 10 M HOOGTE BOVEN OPEN TERREIN

LEEWARDEN (270)

UREN	MAANDEN												JAAR
	JAN.	FEBR.	MAART	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AUG.	SEPT.	OKT.	NOV.	DEC.	
U.T.C.													
1	5.53	5.13	5.23	4.56	3.93	3.49	3.38	3.47	3.82	4.28	5.72	5.74	4.52
2	5.53	5.12	5.23	4.56	3.93	3.53	3.40	3.47	3.82	4.24	5.66	5.75	4.52
3	5.52	5.10	5.26	4.57	3.96	3.45	3.44	3.49	3.87	4.26	5.58	5.73	4.52
4	5.55	5.17	5.24	4.58	3.95	3.45	3.42	3.45	3.89	4.24	5.58	5.73	4.54
5	5.55	5.12	5.26	4.62	3.96	3.44	3.46	3.48	3.94	4.26	5.59	5.72	4.54
6	5.59	5.13	5.27	4.70	4.24	3.89	3.68	3.53	3.98	4.28	5.61	5.78	4.64
7	5.58	5.16	5.33	5.05	4.76	4.54	4.29	3.87	4.09	4.33	5.68	5.81	4.87
8	5.60	5.17	5.64	5.66	5.21	4.93	4.89	4.56	4.55	4.47	5.70	5.82	5.18
9	5.63	5.31	6.11	6.15	5.53	5.20	5.23	5.06	5.22	4.83	5.87	5.84	5.50
10	5.76	5.63	6.60	6.40	5.77	5.43	5.49	5.40	5.62	5.32	6.09	5.95	5.79
11	5.97	5.97	6.90	6.61	5.96	5.72	5.74	5.66	5.90	5.70	6.47	6.17	6.06
12	6.13	6.20	7.14	6.77	6.18	5.94	5.93	5.84	6.07	5.91	6.64	6.31	6.25
13	6.16	6.32	7.29	6.93	6.32	6.11	6.04	5.96	6.16	5.99	6.70	6.39	6.36
14	6.11	6.34	7.32	7.01	6.42	6.23	6.15	6.00	6.16	5.86	6.62	6.33	6.38
15	5.96	6.21	7.19	6.97	6.43	6.26	6.14	5.98	6.01	5.55	6.36	6.19	6.27
16	5.72	5.92	6.88	6.84	6.29	6.17	6.03	5.86	5.64	5.07	6.04	6.00	6.04
17	5.55	5.53	6.43	6.49	5.98	5.92	5.87	5.52	5.09	4.62	5.87	5.88	5.73
18	5.57	5.33	5.80	5.93	5.50	5.50	5.52	4.89	4.38	4.34	5.82	5.90	5.37
19	5.57	5.24	5.35	5.23	4.76	4.89	4.81	4.11	4.00	4.35	5.87	5.92	5.01
20	5.57	5.23	5.28	4.85	4.16	4.11	4.07	3.62	3.93	4.36	5.92	5.90	4.75
21	5.60	5.26	5.27	4.69	3.93	3.65	3.64	3.55	3.92	4.39	5.90	5.88	4.64
22	5.57	5.22	5.24	4.61	3.90	3.47	3.50	3.49	3.87	4.30	5.87	5.81	4.57
23	5.54	5.19	5.20	4.56	3.86	3.48	3.41	3.46	3.86	4.29	5.82	5.75	4.53
24	5.57	5.16	5.19	4.56	3.88	3.46	3.41	3.48	3.86	4.28	5.80	5.76	4.53
DAG	5.69	5.47	5.90	5.54	4.95	4.68	4.62	4.47	4.65	4.73	5.95	5.92	5.21

Tabel B

DISTRIBUTIEVE PREKMENTIES VAN HET UUR-GEMIDDELDE VAN DE WINDSNELHEID PER MAAND IN AANTALLEN PER 100 000 WAARNEMINGEN
 LEEUWARDEN (270) JAN T/M DEC, VAN DE JAREN 1962 T/M 1980 HERLEID NAAR 10 M HOOGTE BOVEN OPEN TERREIN

KLASSEN M/S	MAANDEN												JAAR
	JAN.	FEBR.	MAART	APRIL	MEI	JUNI	JULI	AUG.	SEPT.	OKT.	NOV.	DEC.	
0.0 T/M 0.9	243	225	162	162	174	151	216	223	262	258	128	184	2386
1.0 T/M 1.9	488	505	489	519	627	727	749	845	889	821	470	446	7574
2.0 T/M 2.9	790	831	760	909	992	1158	1211	1296	1298	1129	830	804	12006
3.0 T/M 3.9	1096	1020	986	1108	1383	1338	1429	1569	1307	1457	1080	1077	14850
4.0 T/M 4.9	1152	1070	1078	1081	1340	1368	1329	1346	1172	1349	1012	1110	14408
5.0 T/M 5.9	1102	1069	1116	1075	1254	1133	1132	1066	957	1078	991	1021	12995
6.0 T/M 6.9	1153	976	1119	1045	1078	1014	1083	919	817	898	998	1117	12217
7.0 T/M 7.9	719	627	787	729	663	597	620	538	511	515	676	766	7748
8.0 T/M 8.9	549	490	661	507	445	357	359	333	376	327	567	583	5554
9.0 T/M 9.9	406	324	441	389	258	186	201	176	259	254	494	413	3801
10.0 T/M 10.9	268	225	315	289	150	104	73	79	154	157	339	311	2464
11.0 T/M 11.9	217	136	252	205	64	52	49	50	103	100	219	209	1655
12.0 T/M 12.9	110	83	153	107	26	20	28	27	52	82	171	170	1030
13.0 T/M 13.9	57	50	80	44	13	3.6	7.8	15	35	38	89	114	549
14.0 T/M 14.9	47	37	50	28	11	4.8	1.8	3.0	15	15	61	79	354
15.0 T/M 15.9	23	20	22	11	4.2	1.8	0.6	1.2	6.6	4.8	34	43	174
16.0 T/M 16.9	16	20	9.6	3.6	1.8				1.2	1.2	29	29	112
17.0 T/M 17.9	14	13	7.2		1.8				0.6	1.2	17	5.4	61
18.0 T/M 18.9	4.8	7.8		0.6				0.6			4.2	3.0	21
19.0 T/M 19.9	9.0	6.0								1.8	3.0	1.2	21
20.0 T/M 20.9	6.6	1.8								0.6	0.6	1.2	11
21.0 T/M 21.9	0.6	1.8								1.8		0.6	4.8
22.0 T/M 22.9				0.6									0.6
23.0 T/M 23.9	0.6	0.6		0.6									1.8
24.0 T/M 24.9	1.2			0.6									1.8
25.0 T/M 25.9													
26.0 T/M 26.9													
27.0 T/M 27.9											0.6		0.6
28.0 EN MEER													
TOTALEN	8474	7739	8488	8214	8488	8214	8488	8488	8214	8488	8214	8488	100000
ABSOLUTE AANTALLEN PER MAAND	743	678	744	720	744	720	744	744	720	744	720	744	8765

Table C-II

DISTRIBUTIEVE PREKWIETIEVERDELING VAN DE UUR-GEMIDDELDE WINDSNELHEID PER RICHTING IN AANTALLEN PER 100 000 WAARNEMINGEN																	
LEEUWARDEN (270)		ETMAAL		NOV T/M		APR, VAN DE JAREN 1962 T/M 1980		HERLEID NAAR 10 M HOOGTE BOVEN OPEN TERREIN									
GETELDE UREN		(01-24)		NOORD		OOST		ZUID		WEST		TOTAAL					
VAN	T/M	320	350	020	050	080	110	140	170	200	230	260	290	STIL OF	310	VARIABEL	TOTAAL
0.0 T/M	0.9	61	51	56	84	97	69	73	100	139	89	89	72	1222	72	1222	2203
1.0 T/M	1.9	294	373	437	623	536	327	336	568	579	413	428	285	761	285	761	5960
2.0 T/M	2.9	576	547	699	1033	1115	586	688	1245	1082	885	734	627	235	627	235	10054
3.0 T/M	3.9	604	580	812	1282	1427	851	1031	1907	1594	1160	991	732	45	732	45	13016
4.0 T/M	4.9	663	580	618	1125	1344	1092	1175	1818	1737	1363	1037	711	13	711	13	13277
5.0 T/M	5.9	640	533	641	1244	1364	1245	1298	1492	1649	1253	980	690	1.3	690	1.3	13030
6.0 T/M	6.9	743	474	493	1038	1155	1107	1234	1326	1882	1395	1160	926	1.3	926	1.3	12934
7.0 T/M	7.9	648	270	356	717	830	446	628	897	1092	1317	787	711		711		8699
8.0 T/M	8.9	525	212	240	580	584	327	390	620	908	1032	733	535		535		6686
9.0 T/M	9.9	391	174	128	386	354	110	226	424	750	911	499	475		475		4827
10.0 T/M	10.9	255	87	65	241	253	56	88	275	687	681	410	298		298		3396
11.0 T/M	11.9	175	83	38	153	195	41	38	186	460	457	333	235		235		2396
12.0 T/M	12.9	111	29	22	54	114	10	15	101	289	336	217	174		174		1471
13.0 T/M	13.9	78	22	10	27	59	7.7	2.6	47	139	180	152	80		80		805
14.0 T/M	14.9	63	7.7	1.3	26	29	6.4		37	109	124	121	49		49		572
15.0 T/M	15.9	37			10	7.7	5.1		13	47	69	70	26		26		285
16.0 T/M	16.9	11	1.3		8.9	1.3			11	27	52	66	17		17		197
17.0 T/M	17.9	3.8			2.6				1.3	17	18	34	15		15		91
18.0 T/M	18.9	3.8			1.3				5.1	8.9	10	5.1	2.6		2.6		33
19.0 T/M	19.9	1.3			1.3				5.1	5.1	11		8.9		8.9		33
20.0 T/M	20.9	2.6			2.6				2.6		2.6		11		11		19
21.0 T/M	21.9										1.3	2.6	1.3		1.3		5.1
22.0 T/M	22.9	1.3										1.3					1.3
23.0 T/M	23.9	1.3			1.3							2.6					3.8
24.0 T/M	24.9	1.3															3.8
25.0 T/M	25.9																
26.0 T/M	26.9																
27.0 T/M	27.9																
28.0 EN MEER																	
TOTALEN		5891	4022	4618	8642	9465	6287	7223	11073	13200	11760	8856	6683	2279	6683	2279	100000
ABSOLUTE AANTALLEN PER JAAR PER RICHTING		256	175	201	376	412	273	314	482	574	512	385	291	99	291	99	4349

Bijlage 2.

WINDVARIATIE TE LEEUWARDEN TUSSEN 1961 EN 1980.

Het gemiddeld klimaatgedrag gedurende een tijdvak van vele jaren, zoals weergegeven in frekwentieverdelingen en dagelijkse gangen, verschaft niet aan alle gebruikers voldoende informatie. Vaak wil men iets weten over het verloop in de tijd, bijvoorbeeld over het voorkomen van jaren met veel of weinig wind. Noodzakelijke minimum-informatie in dezen is een tabel van jaargemiddelden. Wanneer echter nadere gegevens nodig zijn over het verloop binnen individuele jaren, dan blijkt een reeks van daggemiddelden te omvangrijk om te publiceren en te bewerkelijk om snel te hanteren.

Nu zijn dag en jaar natuurlijke middelingsperioden, bepaald door het gedrag van de zon die de bron van het weer is. De keuze van tussenliggende middelingsperioden is minder vanzelfsprekend: er is niets "natuurlijks" aan de lengte van week- of maand-perioden. Evenmin sluit het klimaat zich erg goed aan bij de klassieke "vier seizoenen" (lente, zomer, herfst, winter) omdat de astronomische overgangsdata daarvan ongelukkig liggen voor klimatologische doeleinden. Bezie bijvoorbeeld de weersvariatie tussen 21 september en 22 december: Een verschuiving van twee weken (1 september - 30 november) biedt slechts weinig verbetering.

Statistisch-klimatologisch verdient het steeds aanbeveling om te middelen over zo lang mogelijke perioden met enigszins homogeen weertype. In West-Europa blijkt voor dit doel het gebruik van twee-maands-perioden de beste keuze te zijn (zie Gaskell en Morris, 1979). De publikatie van de hieronder volgende tabellen biedt een redelijk alternatief in de vorm van een compromis tussen het maatschappelijk denken in maand-perioden en de bovenvermelde natuurlijke middelingsperioden.

Hieronder volgen dus:

- (a) Een tabel van jaargemiddelde potentiële windsnelheden.
- (b) Een tabel van tweemaands-gemiddelden van de potentiële windsnelheid, met bijbehorende standaarddeviaties van de uurgemiddelden om die twee-maands-gemiddelden. Daarnaast worden de extreme windsnelheden gegeven, welke in iedere tweemaands-periode zijn waargenomen.

De extremen zijn tevens opgesplitst naar windrichtings-sektor van 30° breedte), dit ten behoeve van berekeningen van windbelasting op vast konstrukties. Een dergelijke opsplitsing heeft voor gemiddelden weinig zin zonder aanvullende klimatologische informatie. Aangezien de bruikbaarheid van extreem-waarnemingen sterk vermindert indien de waarnemingen niet compleet zijn, is tevens per tweemaands-periode het percentage uitgevallen waarnemingen vermeld.

Tabel a.

Leeuwarden (VB): Jaargemiddelde potentiële windsnelheid (m/s)

1961	—	1966	5.34	1971	5.33	1976	5.03
1962	5.40	1967	5.66	1972	4.81	1977	5.35
1963	4.91	1968	5.06	1973	4.94	1978	5.10
1964	5.27	1969	5.15	1974	5.35	1979	5.05
1965	5.24	1970	5.44	1975	4.64	1980	5.43

Tabel b

MAXIMA (M/S) VAN DE UUR-GEMIDDELDE WINDSNELHEID PER 2 MAANDEN PER RICHTING

LEEUWARDEN (270)		HERLEID NAAR 10 M HOOGTE BOVEN OPEN TERREIN												UITVAL PER- CENT			
		NOORD						WEST							ALLE RICHTINGEN	GEMIDDELDE WIND PER 2 MAANDEN	STANDAARD DEVIATIE
		VAN T/M	320 340	350 010	020 040	050 070	080 100	110 130	140 160	170 190	200 220	230 250	260 280				
1961	1 + 2	7.3	6.0	6.1	6.5	7.5	10.3	11.3	7.5	9.1	9.0	8.7	9.3	11.3	3.73	1.98	100
	3 + 4	11.0	10.9	10.0	5.3	6.2	6.8	5.2	9.2	9.0	13.7	12.6	12.7	13.7	4.43	2.56	51
	5 + 6	14.4	7.0	5.8	5.2	5.3	7.1	6.8	8.7	14.9	12.0	11.5	14.6	14.9	4.81	2.64	0
	7 + 8	15.8	11.6	6.1	7.6	7.0	7.3	10.0	12.0	13.3	10.1	10.6	12.9	15.8	4.29	2.61	0
	9 + 10	11.2	8.2	12.6	17.6	7.8	8.6	9.4	14.3	18.0	16.6	14.0	11.3	18.0	5.04	3.37	0
	11 + 12	13.8	10.6	9.9	12.8	13.1	3.7	12.4	16.0	20.8	21.2	19.0	18.4	21.2	7.32	3.91	0
1962	1 + 2	11.8	11.7	14.8	15.7	9.4	12.5	8.5	12.4	15.9	15.5	14.4	12.1	15.9	5.56	3.29	0
	3 + 4	14.7	9.1	10.0	6.4	7.4	7.0	8.0	11.7	14.3	12.7	12.8	15.1	15.1	5.31	2.76	0
	5 + 6	12.9	7.9	6.2	8.3	8.5	6.4	6.7	18.9	14.3	13.9	14.4	14.1	18.9	5.12	3.14	0
	7 + 8	7.8	9.0	6.5	5.5	6.8	7.8	9.7	10.1	12.3	15.0	14.3	11.9	15.0	3.89	2.71	0
	9 + 10	10.7	12.4	6.8	14.6	14.9	9.6	9.8	13.2	12.6	13.7	14.0	13.5	14.9	4.92	3.31	0
	11 + 12	9.0	9.4	7.2	14.3	13.9	10.6	5.8	6.0	7.2	6.9	8.7	10.9	14.3	4.29	3.20	0
1963	1 + 2	8.7	8.2	13.1	14.5	6.4	9.0	9.3	10.4	12.5	14.0	11.7	6.0	14.5	5.46	2.61	0
	3 + 4	10.8	9.0	10.0	11.0	10.4	10.6	6.1	11.8	12.0	11.8	12.9	10.8	12.9	5.48	2.39	0
	5 + 6	7.0	5.1	7.8	7.5	4.5	6.8	6.8	9.5	12.0	11.4	13.6	8.1	13.6	4.24	2.33	0
	7 + 8	11.0	6.4	9.1	7.5	6.4	8.3	6.7	14.3	13.0	12.9	14.7	15.4	15.4	4.97	2.78	0
	9 + 10	12.6	4.1	6.8	9.4	9.3	8.2	7.0	12.7	17.0	17.0	17.4	13.7	17.4	5.39	3.29	0
	11 + 12	14.1	9.2	7.0	12.4	10.4	11.2	6.8	8.4	11.0	12.8	14.7	10.8	14.7	5.36	2.60	0
1964	1 + 2	9.3	9.2	9.0	12.5	16.5	15.8	7.9	9.9	10.7	11.9	11.2	8.8	16.5	5.94	2.96	0
	3 + 4	12.0	8.1	10.7	11.2	8.3	8.2	6.8	8.8	10.4	14.6	12.9	9.8	14.6	4.96	2.32	0
	5 + 6	11.8	7.8	9.0	10.4	6.2	7.9	7.9	13.8	13.0	12.7	11.5	11.8	13.8	4.87	2.54	0
	7 + 8	10.8	7.9	5.9	9.2	9.2	8.0	7.8	15.6	15.8	13.7	13.0	11.8	15.8	4.75	2.56	0
	9 + 10	15.9	14.8	8.7	6.9	7.6	7.9	6.5	13.3	16.2	19.6	16.5	14.2	19.6	5.60	3.59	0
	11 + 12	16.8	14.5	11.0	9.4	9.2	8.4	6.8	14.3	16.7	14.5	16.8	16.8	16.8	5.88	3.18	0
1965	1 + 2	12.6	11.8	10.0	12.8	12.7	7.8	8.9	11.4	11.8	12.5	10.0	13.5	13.5	4.91	2.72	0
	3 + 4	16.2	8.0	9.8	8.5	7.9	8.6	9.7	8.9	10.3	15.6	14.4	13.9	16.2	4.87	2.81	0
	5 + 6	8.8	8.0	10.3	10.8	8.0	8.6	5.8	9.0	11.0	12.7	13.2	13.9	13.9	5.05	2.54	0
	7 + 8	7.3	6.6	9.2	10.3	7.1	8.9	9.4	9.9	15.5	17.6	12.8	14.3	17.6	4.65	2.63	0
	9 + 10	15.9	9.1	6.1	15.5	14.1	13.0	13.1	18.2	18.0	18.5	17.1	12.7	18.5	6.58	3.92	0
	11 + 12	13.9	5.1	7.0	8.8	14.6	14.4	9.8	12.7	13.1	14.6	12.8	12.4	14.6	5.60	3.12	0
1966	1 + 2	12.4	12.9	8.6	9.7	10.0	8.0	5.7	8.6	11.3	15.4	15.6	14.3	15.6	5.55	2.83	0
	3 + 4	12.3	11.0	7.0	10.4	8.3	6.3	6.3	9.6	10.4	11.7	17.8	15.3	17.8	5.05	2.80	0
	5 + 6	10.2	9.7	10.6	10.9	7.1	7.2	7.5	10.2	11.6	15.3	12.1	9.5	15.3	5.15	2.34	0
	7 + 8	8.8	6.8	8.3	7.3	7.6	7.5	8.7	10.9	13.3	11.4	12.1	12.3	13.3	4.31	2.56	0
	9 + 10	11.1	11.8	10.5	10.5	10.0	9.1	12.3	19.9	18.6	13.5	15.0	14.1	19.9	5.90	3.13	0

MAXIMA (M/S) VAN DE UUR-GEMIDDELDE WINDSNELHEID PER 2 MAANDEN PER RICHTING

LEEUWARDEN (270)

HERLEID NAAR 10 M HOOGTE BOVEN OPEN TERREIN

JAAR EN MAANDEN	VAN T/M	NOORD				OOST				ZUID				WEST				ALLE RICHTINGEN			GEMIDDELDE WIND PER 2 MAANDEN	STANDAARD DEVIATIE	UITVAL PER- CENT
		320	350	010	020	050	080	110	140	170	200	230	260	280	290	310	290	310					
1967	1 +	2	10.9	9.2	3.7	8.3	9.5	9.3	11.3	19.3	19.0	19.6	21.3	14.6	21.3	6.27	3.33	0					
	3 +	4	15.9	12.8	10.7	13.5	6.9	6.9	10.0	15.7	14.8	16.0	16.7	13.8	16.7	6.88	3.38	0					
	5 +	6	8.1	7.7	8.4	9.4	9.4	10.8	11.0	9.4	11.6	12.7	9.3	8.7	12.7	4.74	2.25	0					
	7 +	8	8.4	6.3	8.4	9.2	5.9	5.9	9.5	9.3	9.5	11.1	9.7	10.8	11.1	4.07	2.12	0					
	9 +	10	7.4	9.3	8.0	7.8	7.8	9.2	9.8	14.1	21.4	21.5	20.2	13.4	21.5	6.11	3.29	0					
	11 +	12	11.8	9.1	8.3	10.4	4.9	8.8	11.0	14.8	16.8	12.8	12.1	12.7	16.8	5.39	2.92	0					
1968	1 +	2	12.6	9.7	8.4	10.6	8.0	8.8	11.2	12.9	16.0	19.5	18.2	12.6	19.5	5.36	3.24	0					
	3 +	4	15.2	11.1	14.5	10.2	10.9	10.8	10.3	12.9	17.1	17.8	15.5	12.6	17.8	6.22	3.43	0					
	5 +	6	8.4	8.5	11.1	9.4	10.2	6.8	7.7	11.6	14.5	13.6	11.2	8.9	14.5	4.89	2.58	0					
	7 +	8	14.2	10.7	8.5	9.9	7.4	11.2	11.1	8.3	10.4	10.3	10.8	13.1	14.2	4.85	2.15	0					
	9 +	10	4.4	5.7	5.8	9.2	7.6	8.9	10.2	11.2	12.7	13.3	11.6	9.7	13.3	4.89	2.51	0					
	11 +	12	12.3	12.1	7.2	10.1	12.1	7.3	10.8	12.5	10.6	9.0	10.0	9.4	12.5	4.93	2.45	0					
1969	1 +	2	11.5	13.1	12.2	12.1	10.4	10.4	10.8	12.7	11.2	18.2	17.3	11.5	18.2	5.74	2.68	0					
	3 +	4	11.4	12.0	9.7	12.3	14.4	10.1	7.7	8.9	11.2	16.9	16.5	13.4	16.9	6.28	3.03	0					
	5 +	6	9.1	10.6	9.3	8.9	9.0	7.7	7.2	8.4	9.3	11.5	9.0	12.2	12.2	4.69	2.13	0					
	7 +	8	9.7	8.7	6.8	7.5	8.5	8.6	7.8	10.2	10.3	9.5	12.5	12.7	12.7	4.30	1.87	0					
	9 +	10	9.6	5.2	6.1	6.3	9.9	6.5	7.8	10.3	11.2	11.5	11.3	11.4	11.5	4.39	2.09	0					
	11 +	12	12.8	11.6	5.6	11.4	11.4	9.3	10.3	14.1	14.2	13.0	12.1	18.2	18.2	5.96	2.87	0					
1970	1 +	2	7.6	9.4	10.3	9.9	12.9	11.9	10.9	12.3	11.7	13.6	15.2	11.7	15.2	5.40	2.45	0					
	3 +	4	16.3	8.1	9.3	10.4	8.1	7.2	10.1	10.0	11.7	12.4	11.7	13.6	16.3	5.92	2.56	0					
	5 +	6	7.8	8.5	10.6	11.3	9.6	8.0	5.7	9.0	9.0	7.5	10.8	10.8	11.3	4.88	2.04	0					
	7 +	8	11.2	7.7	7.2	8.0	5.7	6.1	9.5	11.9	10.5	11.3	9.6	11.3	11.9	4.90	2.24	0					
	9 +	10	12.6	9.6	5.7	5.5	7.3	7.1	7.7	12.2	13.2	14.0	12.2	13.0	14.0	5.95	2.82	0					
	11 +	12	11.1	10.0	10.5	11.7	11.5	9.6	11.4	13.1	14.2	19.2	17.6	15.7	19.2	5.93	2.88	0					
1971	1 +	2	10.2	11.1	10.7	6.4	8.8	9.9	12.3	12.5	16.0	17.1	10.8	10.9	17.1	5.89	2.77	0					
	3 +	4	13.4	11.1	12.0	9.2	11.0	8.1	9.4	13.0	12.0	11.4	11.6	14.4	14.4	5.37	2.49	0					
	5 +	6	8.9	8.0	10.7	11.5	10.2	9.4	9.0	7.2	9.4	9.5	12.1	11.8	12.1	4.81	2.03	0					
	7 +	8	6.7	7.9	8.0	7.8	7.8	7.1	6.6	9.0	11.8	12.3	9.9	10.0	12.3	4.81	2.24	0					
	9 +	10	8.0	7.1	8.5	7.4	7.9	6.6	8.9	12.3	15.1	12.6	10.8	10.0	15.1	4.82	2.61	0					
	11 +	12	17.1	13.7	8.0	9.1	12.3	6.6	12.3	13.5	13.7	12.1	13.4	17.1	17.1	6.08	2.80	0					
1972	1 +	2	3.1	4.5	3.5	10.0	11.3	11.4	12.5	12.1	10.8	8.6	7.1	7.7	12.5	5.15	2.33	0					
	3 +	4	13.3	12.5	10.7	15.2	11.9	7.9	8.5	11.8	12.4	14.9	14.6	15.8	15.8	5.80	3.14	0					
	5 +	6	11.3	7.5	10.7	10.6	6.4	6.4	7.0	7.2	12.4	15.1	14.9	12.9	15.1	4.82	2.65	0					
	7 +	8	10.7	9.0	9.7	9.6	5.4	5.4	6.5	7.7	8.8	9.6	6.9	9.3	10.7	4.08	2.12	0					
	9 +	10	9.2	10.0	8.5	8.6	7.4	7.4	6.0	10.8	11.8	7.9	10.4	8.2	11.8	3.46	2.01	0					
	11 +	12	7.7	7.5	6.3	4.3	5.4	8.4	12.0	13.4	14.4	16.7	14.6	26.8	26.8	5.71	2.97	0					

MAXIMA (M/S) VAN DE UR-GEMIDDELDELDE WINDSNELHEID PER 2 MAANDEN PER RICHTING

LEEWARDEN (270)

HERLEID NAAR 10 M HOOGTE BOVEN OPEN TERREIN

JAAR EN MAANDEN	VAN T/M	NOORD								OOST				ZUID				WEST				ALLE RICHTINGEN	GEMIDDELDE WIND PER 2 MAANDEN	STANDAARD DEVIATIE	UITVAL PER-CENT
		320	350	340	010	040	020	050	070	080	100	110	140	160	170	190	200	220	230	250	260				
1973	1 + 2	12.2	9.5	8.0	5.3	5.4	7.4	8.5	9.6	15.5	12.1	11.6	11.7	15.5	4.61	2.52	0								
	3 + 4	24.0	11.5	10.5	9.1	8.6	8.4	9.0	12.4	13.9	14.1	13.1	13.4	24.0	5.24	3.04	0								
	5 + 6	9.2	8.5	9.0	8.6	9.3	6.9	6.5	7.7	10.3	14.6	9.6	9.3	14.6	4.46	2.13	0								
	7 + 8	9.3	6.5	6.0	7.2	7.8	6.9	5.5	9.3	11.8	12.1	11.4	11.2	12.1	4.03	2.15	0								
	9 + 10	14.3	9.0	13.5	7.2	6.9	8.4	7.0	9.8	12.9	12.4	10.6	13.8	14.3	4.01	2.43	0								
11 + 12	15.8	11.5	12.5	7.2	7.4	8.4	8.5	9.3	13.4	16.8	17.7	17.9	17.9	7.00	3.55	0									
1974	1 + 2	20.6	8.5	6.3	8.2	8.3	8.4	11.0	14.9	18.5	19.7	14.1	20.6	20.6	6.52	2.97	0								
	3 + 4	13.8	13.5	11.0	12.8	12.8	9.9	9.0	11.6	9.8	13.6	15.7	7.2	15.7	5.03	2.55	0								
	5 + 6	10.3	9.0	10.0	9.1	7.8	6.4	6.9	6.7	10.3	10.9	10.4	10.7	10.9	4.51	2.14	0								
	7 + 8	8.8	7.0	6.5	6.2	7.8	6.4	7.0	7.2	8.8	11.6	12.4	15.8	15.8	4.65	2.49	0								
	9 + 10	11.3	10.0	9.0	5.8	5.4	7.9	9.0	12.9	14.4	13.6	13.1	14.3	14.4	4.89	3.04	0								
11 + 12	13.8	16.0	3.4	6.2	7.8	8.4	8.5	11.8	13.9	17.2	16.8	17.3	17.3	6.96	3.07	0									
1975	1 + 2	9.3	7.5	5.5	7.6	8.8	6.9	9.0	12.4	15.5	14.1	11.1	11.8	16.7	5.52	2.84	0								
	3 + 4	12.2	12.5	10.0	15.4	10.9	8.4	7.5	8.2	14.4	14.4	10.4	10.2	15.4	5.07	2.63	0								
	5 + 6	10.8	8.5	12.1	12.0	7.4	4.0	6.0	7.2	11.8	11.1	7.1	11.8	12.1	4.79	2.35	0								
	7 + 8	8.2	7.0	8.5	6.7	6.4	8.4	7.5	6.1	10.8	11.6	9.4	9.2	11.6	3.84	2.30	0								
	9 + 10	10.8	9.0	6.3	7.2	6.7	6.9	7.0	12.9	13.4	15.7	14.1	12.4	15.7	4.31	2.53	0								
11 + 12	15.5	14.5	8.5	7.1	8.3	4.0	9.0	16.7	15.5	14.1	11.1	11.8	16.7	5.11	2.66	0									
1976	1 + 2	20.9	10.5	11.2	11.0	10.8	8.9	8.5	11.8	17.5	19.8	24.2	21.9	24.2	6.55	3.85	0								
	3 + 4	10.7	10.5	12.1	11.5	9.8	9.9	6.0	6.7	12.4	14.1	13.6	13.8	14.1	5.63	2.85	0								
	5 + 6	9.3	8.5	7.8	9.6	8.3	8.9	8.4	6.7	12.9	11.6	11.6	10.2	12.9	4.49	2.20	0								
	7 + 8	10.2	9.0	10.7	10.1	8.3	7.4	5.4	5.7	7.7	8.1	9.6	9.2	10.7	4.39	1.97	0								
	9 + 10	9.7	7.5	6.5	5.8	8.3	7.9	10.0	9.8	11.3	14.6	11.9	13.8	14.6	4.33	2.17	0								
11 + 12	15.8	13.5	6.5	8.1	11.8	9.9	11.5	12.9	13.4	14.4	10.6	17.3	17.3	5.32	2.88	0									
1977	1 + 2	8.8	9.7	10.3	6.4	8.9	12.1	11.6	11.3	19.4	16.3	14.2	12.8	19.4	5.48	2.96	0								
	3 + 4	12.0	13.0	13.5	7.4	9.3	8.1	8.6	10.5	12.1	14.7	16.6	14.8	16.6	6.34	3.03	0								
	5 + 6	9.4	9.0	8.8	15.3	10.4	8.6	7.3	9.5	11.0	15.3	10.9	10.2	15.3	4.99	2.42	0								
	7 + 8	8.8	8.5	8.8	9.9	8.8	3.5	6.8	7.9	8.9	9.8	12.0	8.2	12.0	4.47	2.20	0								
	9 + 10	9.9	9.0	5.9	5.4	6.9	8.1	9.4	10.0	12.1	12.0	14.2	14.3	14.3	4.60	2.63	0								
11 + 12	16.5	10.1	7.6	6.4	10.4	8.6	12.5	9.5	17.9	21.3	17.7	16.0	21.3	6.47	3.48	0									
1978	1 + 2	16.5	14.0	13.0	8.9	8.3	9.1	11.4	10.8	11.6	15.8	16.6	11.8	16.6	5.44	2.59	0								
	3 + 4	12.5	9.5	8.3	11.4	11.4	8.1	7.6	12.6	12.6	15.8	17.7	14.8	17.7	5.62	3.00	0								
	5 + 6	11.3	9.5	9.8	12.4	7.9	7.6	6.8	8.9	8.4	9.8	9.9	10.8	12.4	4.80	2.28	0								
	7 + 8	12.0	7.4	4.9	4.5	6.4	7.1	7.1	8.4	8.9	8.2	12.0	12.2	12.2	4.52	2.24	0								
	9 + 10	13.9	6.4	3.9	12.9	4.0	6.1	6.8	5.3	8.9	12.5	15.6	14.4	15.6	5.24	2.77	0								
11 + 12	12.4	10.8	10.3	16.3	15.7	10.1	9.4	12.1	13.1	12.0	12.0	10.3	16.3	5.81	2.75	0									

MAXIMA (M/S) VAN DE UUR-GEMIDDELDE WINDSNELHEID PER 2 MAANDEN PER RICHTING

LEEUWARDEN (270)		HERLEID NAAR 10 M HOOGTE BOVEN OPEH TERREIN																UITVAL			
JAAR EN MAANDEN	VAN T/M	NOORD				OOST				ZUID				WEST				GEMIDDELDE WIND PER 2 MAANDEN		STANDAARD DEVIATIE	PER- CENT
		320	350	020	040	050	080	110	130	140	160	170	190	200	220	230	250	260	280		
1979	1 + 2	10.7	8.1	7.3	23.3	12.7	12.2	13.9	13.0	11.7	10.3	9.6	9.7	23.3	5.24	3.27	0				
	3 + 4	10.7	9.5	8.9	12.8	9.3	9.2	10.1	11.4	15.9	14.7	13.0	15.3	15.9	6.08	2.87	0				
	5 + 6	11.5	12.6	11.6	8.2	8.3	8.7	8.0	12.0	11.4	11.4	10.7	10.2	12.6	4.50	2.26	0				
	7 + 8	9.7	8.1	6.3	6.7	6.4	6.6	7.0	9.4	9.9	9.6	9.7	9.7	9.9	4.18	2.16	0				
	9 + 10	9.5	8.1	5.3	4.8	9.8	9.2	8.1	9.4	9.5	11.3	10.2	11.7	11.7	4.44	2.38	0				
	11 + 12	11.5	9.6	8.9	8.6	8.2	10.6	10.2	13.0	14.0	16.4	17.0	13.3	17.0	6.03	3.12	0				
1980	1 + 2	10.0	9.6	10.0	6.2	8.3	8.7	11.6	10.4	9.0	12.4	9.6	7.7	12.4	4.45	2.06	0				
	3 + 4	15.8	12.1	7.8	12.5	12.5	9.2	8.6	10.9	10.1	9.1	13.8	14.3	15.8	5.83	2.88	0				
	5 + 6	7.0	7.1	8.2	10.9	10.8	11.2	8.0	7.3	10.6	11.3	11.7	9.7	11.7	4.51	2.30	0				
	7 + 8	12.5	11.6	6.8	7.1	7.8	8.7	6.4	6.2	8.5	9.7	12.8	13.8	13.8	4.84	2.48	0				
	9 + 10	11.2	6.6	3.7	7.7	9.8	8.2	8.0	12.5	14.3	14.3	14.8	13.8	14.8	5.12	2.87	0				
	11 + 12	12.5	12.6	15.8	13.0	10.3	10.2	10.1	13.5	14.8	18.8	17.5	13.3	18.8	7.62	3.42	0				