

# Elf jaar Cabauw-metingen

*J. G. van der Vliet*

Koninklijk Nederlands Meteorologisch Instituut

Technical report = technisch rapport; TR-210

De Bilt, 1998

PO Box 201  
3730 AE De Bilt  
Wilhelminalaan 10  
De Bilt  
The Netherlands  
Telephone +31(0)30-220 69 11  
Telefax +31(0)30-221 04 07

Author: J.G. van der Vliet (retired)

UDC: 551.501.75  
551.507.7  
354.4.075.5KNMI  
(492)

ISSN: 0169-1708

ISBN: 90-369-2145-7

# Elf jaar Cabauwmetingen

*Instrumentatie en data processing van de continu metingen 1986-1997*

J.G. van der Vliet

**Hoofdstuk 1. Inleiding**

**Hoofdstuk 2. Overzicht van de gemeten grootheden en meetlocaties**

- 2.1 Gemeten grootheden
- 2.2 Meetlocaties

**Hoofdstuk 3. Hardware bij de mast**

- 3.1 Digitale apparatuur
  - 3.1.1 Het operationele systeem
  - 3.1.2 Het experimentele systeem
- 3.2 Statusmelding meetkanalen
- 3.3 Het meetrek
- 3.4 Analoge bewerking
- 3.5 Kanaalindeling van alle 80 meetkanalen op de PDP-11

**Hoofdstuk 4. Data handling**

- 4.1 Datareductie
- 4.2 De invloed van afrondfouten op de berekening van standaarddeviaties
- 4.3 Programma's
  - 4.3.1 Computer Cabauw
  - 4.3.2 Data-transport, Extractie AMLA-bericht, vullen database De Bilt
- 4.4 On-line controle en het statuswoord
- 4.5 Verwerking en structuur van ijkgegevens

**Hoofdstuk 5. Luchttemperatuurmeting met droge- en nattebolsensor**

- 5.1 Meetniveaus
- 5.2 Meetsysteem
  - 5.2.1 Absolute temperatuur
  - 5.2.2 Temperatuurverschillen
- 5.3 Datareductie
- 5.4 Instrumentele controles en onderhoud
- 5.5 Omrekening naar fysische grootheden
  - 5.5.1 Absolute temperatuur (°C)
  - 5.5.2 Temperatuurverschillen (°C)
  - 5.5.3 Berekening ijkfactoren Pt-500 element in de referentie blokken
  - 5.5.4 Programma aanpassing in verband met vervanging 0-punts referentie
- 5.6 Berekening afgeleide grootheden
  - 5.6.1 Absolute temperatuur van zowel droge- als natteboltemperatuur
  - 5.6.2 Berekening van de vochtindicatoren
- 5.7 On-line controleprocedures
  - 5.7.1 Controle temperatuur
  - 5.7.2 Controle op het nat zijn van drogebol sensoren
  - 5.7.3 Controle op het droog zijn van nattebol sensoren

**Hoofdstuk 6. Windmeting**

- 6.1 Meetniveaus
  - 6.1.1 Meetposities
- 6.2 Meetsysteem
- 6.3 Datareductie
  - 6.3.1 Windsnelheid
  - 6.3.2 Windrichting
- 6.4 Instrumentele controles en onderhoud
  - 6.4.1 Meetkanalen
  - 6.4.2 Propellervanen
  - 6.4.3 Vastlegging oriëntatie vaanpluggen in de mast

## Hoofdstuk 6. Windmeting (vervolg)

- 6.5 Omrekening naar fysische grootheden
  - 6.5.1 Windsnelheid in m/s
  - 6.5.2 Windrichting in graden t.o.v. het geografische noorden
- 6.6 Uithouderselectie hoofdmast
- 6.7 Selectie procedure bijmasten
- 6.8 On-line controle windrichting
- 6.9 On-line controle windsnelheid
- 6.10 Onzekerheden windmetingen

## Hoofdstuk 7. Zichtmeting

- 7.1 Meetniveaus
- 7.2 Meetsysteem
- 7.3 Datareductie
- 7.4 Instrumentele controles en onderhoud
- 7.5 Omrekening naar fysische grootheden
- 7.6 On-line controle

## Hoofdstuk 8. Stralingsmetingen

- 8.1 Instrumentarium en meetlocaties
  - 8.1.1 Kortgolvlige inkomende straling
  - 8.1.2 Netto straling
  - 8.1.3 Langgolvlige inkomende en uitgaande straling
  - 8.1.4 Meetterrein
- 8.2 Instrumentele controles en onderhoud
- 8.3 Omrekening naar fysische grootheden
- 8.4 Berekening van de zonneshijnduur
- 8.5 On-line controle zonneshijn en straling
  - 8.5.1 Zonneshijn
  - 8.5.2 Straling

## Hoofdstuk 9. Neerslagmetingen

- 9.1 Instrumenten en meetlocaties
  - 9.1.1 Regenmeter
  - 9.1.2 Opstelling regenmeter
  - 9.1.3 Neerslagmelder
  - 9.1.4 Opstelling neerslagmelder
- 9.2 Datareductie
  - 9.2.1 Regenmeter
  - 9.2.2 Neerslagmelder
- 9.3 Instrumentele controles en onderhoud
- 9.4 Omrekening naar fysische grootheden
  - 9.4.1 Regenmeter
  - 9.4.2 Neerslagmelder
- 9.5 On-line controle
- 9.6 Betrouwbaarheid van de metingen

## Hoofdstuk 10. Grondtemperaturen

- 10.1 Meetlocaties
- 10.2 Apparatuur
- 10.3 Instrumentele controle en onderhoud
- 10.4 Omrekening naar fysische grootheden
- 10.5 On-line controle

## **Hoofdstuk 11. Bodemwarmtestroom**

- 11.1 Meetlocaties
- 11.2 Apparatuur
- 11.3 Instrumentele controle en onderhoud
- 11.4 Omrekening naar fysische grootheden
- 11.5 On-line controle

## **Hoofdstuk 12. Luchtdruk**

- 12.1 Meetlocatie
- 12.2 Apparatuur
- 12.3 Instrumentele controle en onderhoud
- 12.4 On-line controle

## **Hoofdstuk 13. SODAR**

- 13.1 Meetlocatie
- 13.2 Apparatuur
- 13.3 Codering van de informatie
- 13.4 On-line controle

## **Hoofdstuk 14. Wolkenbasis**

## **Hoofdstuk 15. Halfuurgemiddelden**

- 15.1 Inleiding
- 15.2 Recordopbouw
  - 15.2.1 Voorbeeld file 30 minuten gemiddelden
  - 15.2.2 File beschrijving 30 minuten gemiddelden
- 15.3 Verklaring van de afkortingen
  - 15.3.1 Enkele algemene opmerkingen
  - 15.3.2 Temperatuur en vochtigheid
  - 15.3.3 Windsnelheid en - richting
  - 15.3.4 Horizontaal zicht
  - 15.3.5 Straling
  - 15.3.6 Bodemmetingen
  - 15.3.7 Diversen:  
Neerslag, luchtdruk, zon, LAMBDA, SODAR
  - 15.3.8 Berekende grootheden:  
UST, HPR, HBOW, LEPR, LEBOW, LEBAL,  
Z<sub>o</sub>, inclusief tabel

## **Nawoord**

## **Literatuur**

## Hoofdstuk 1

### Inleiding

Toen in het midden van de jaren 60 de plannen gemaakt werden voor de bouw van de Cabauw mast, was het bestuderen van de verspreiding van de luchtverontreiniging de belangrijkste doelstelling.

Hoewel dit een belangrijke toepassing van de mast was, kunnen we nu wel vaststellen dat hij niet alleen voor luchtverontreinigingsonderzoek is gebruikt, maar voor het totale onderzoek van het onderste deel van de atmosfeer (Van Ulden and Wieringa, 1996).

De eerste jaren (vanaf 1973) van het bestaan van de mast werden voornamelijk besteed aan het onderzoek naar de geschiktste instrumenten om aan masten te meten. De voortgang in de meet- en regeltechniek heeft dan ook een duidelijk stempel gedrukt op de mastinstrumentatie en dataregistratie.

Tussen 1973 en 1984 zijn naast de vele onderzoeken ook een aantal continu meetprogramma 's afgewerkt. De resultaten daarvan zijn opgeslagen in een database.

Vanaf april 1975 kon de Operationele Dienst van het KNMI ook over actuele halfuurlijkse berichten beschikken.

De apparatuur verouderde snel, met name door de snelle ontwikkeling van de computertechniek. Daarom werd in januari 1983 op het KNMI een projectgroep ingesteld om het toekomstige meetprogramma van de Cabauw mast voor te bereiden. Dit meetprogramma moest aan drie doelstellingen voldoen:

- De metingen moesten worden verwerkt tot meteorologische berichten, die werden verspreid via het Meteo Holland netwerk.
- De metingen moesten worden opgeslagen in een bestand t.b.v. onderzoek en klimatologische verstrekkingen.
- Het meetprogramma moest een achtergrondpakket vormen bij experimenten, die regelmatig in Cabauw zouden plaatsvinden.

Het is duidelijk, dat de eerste twee doelstellingen een sterk operationeel karakter hebben en een systeem met grote beschikbaarheid eisen.

Tot op dat moment werd de on-line berichtgeving verzorgd door de zogenaamde "AEG transmissie-apparatuur" en een PDP-8 microcomputer in De Bilt.

Daarnaast vond off-line archivering plaats met behulp van apparatuur, die eigenlijk voor experimenten bedoeld was. Bij de Operationele Dienst bestond de wens om het MEMA-bericht (zie 4.3.1) uit te breiden met zicht- en vochtgegevens. Dat was met de huidige AEG-PDP/8 combinatie onmogelijk. Bovendien was het voor de onderzoeksafdeling nodig om de gegevensoverdracht en archivering beter te organiseren. Het lag daarom voor de hand om de on-line gegevensstroom naar De Bilt zodanig uit te breiden, dat geen lokale archivering in Cabauw meer nodig was.

De projectgroep heeft een gedegen voorstel gedaan voor de preprocessing in Cabauw het datatransport naar De Bilt en voor de opslag in De Bilt (Beljaars et al., 1984)

Veel van de voorstellen van de Projectgroep zal men in het meetprogramma tegenkomen. In de praktijk bleek echter vaak dat men het toch beter anders kon doen of dat iets om praktische redenen moeilijk uitvoerbaar was. Het uiteindelijke resultaat is in dit Rapport beschreven; waar nodig ben ik nog een stapje terug gegaan in het verleden om de argumentatie aan te geven waarom iets werd gedaan.

Een globale beschrijving van het meetprogramma vindt men in Monna en Van der Vliet, (1987).

Het meetprogramma is operationeel geweest van februari 1986 t/m januari 1997.

Dat Cabauw al eeuwen een goede plaats is om o.a. wind te meten blijkt wel uit het volgende gedicht over een orkaan, die op 28 februari 1665 over Cabauw raasde en schade toebracht aan het huis Hofvliet, zomerverblijf van de Haagse familie De Nobelaer. Hun huisvriend, de dichter *Joost van den Vondel*, maakte het volgende gedicht \*).

OP HET NEDERSTORMEN DER STEENE GALERYE IN HOFVLIET,  
DE HOFSTEDE DES HEEREN VAN KABAU

Tantas audetis tollere moles ? <sup>1)</sup>  
Een Europeesche Orkaen eischt hoofdzom en de renten  
Al teffens op een 'sprong <sup>2)</sup>, en waarschuwt met den slagh.  
Hy baert <sup>3)</sup> zijn kracht op vaste en drijvende elementen <sup>4)</sup>,  
En juist in Sprokkelmaent den allerjongsten dagh <sup>5)</sup>.  
Kabau in Hofvliet riep: oubollige <sup>6)</sup> kabouter <sup>7)</sup>,  
Wat spooktge? hou uw rust, of streef mijn' hof voorby.  
De storm, hier door geterght, verhief zijn kracht nog stouter  
En heftiger: zoo ploft de steene Gallery  
Met eenen smak aen gruis en puin en stof ter neder.  
Toen docht de hofheer: och ter werrelt staet niets vast.  
Dit spook verblaest ook steen, gelijk een lichte veder.  
Geen toorens houden stant, wanneer het van zich tast <sup>8)</sup>.  
Betrou geen galery, noch dikke steene muuren:  
Wie Godt zijn rust betrou, daken d'eeuwigheit verduuren <sup>9)</sup>.

<sup>1)</sup> Volgens Vondel's vertaling; Durft gy bedryven dit geweld ?

<sup>2)</sup> Alles tegelijkertijd.

<sup>3)</sup> Vertoont.

<sup>4)</sup> Land en water.

<sup>5)</sup> Op de laatste dag van februari.

<sup>6)</sup> Lastige, eigenzinnige.

<sup>7)</sup> Kwelgeest.

<sup>8)</sup> Er op los slaat.

<sup>9)</sup> Is onvergankelijk.

\*) Uit : Tweede druk, Lopik in 22 tekeningen van Chris Schut met de tekst van J.G.M. Boon.



## Hoofdstuk 2

### Overzicht van de gemeten grootheden en meetlocaties

#### 2.1 Gemeten grootheden

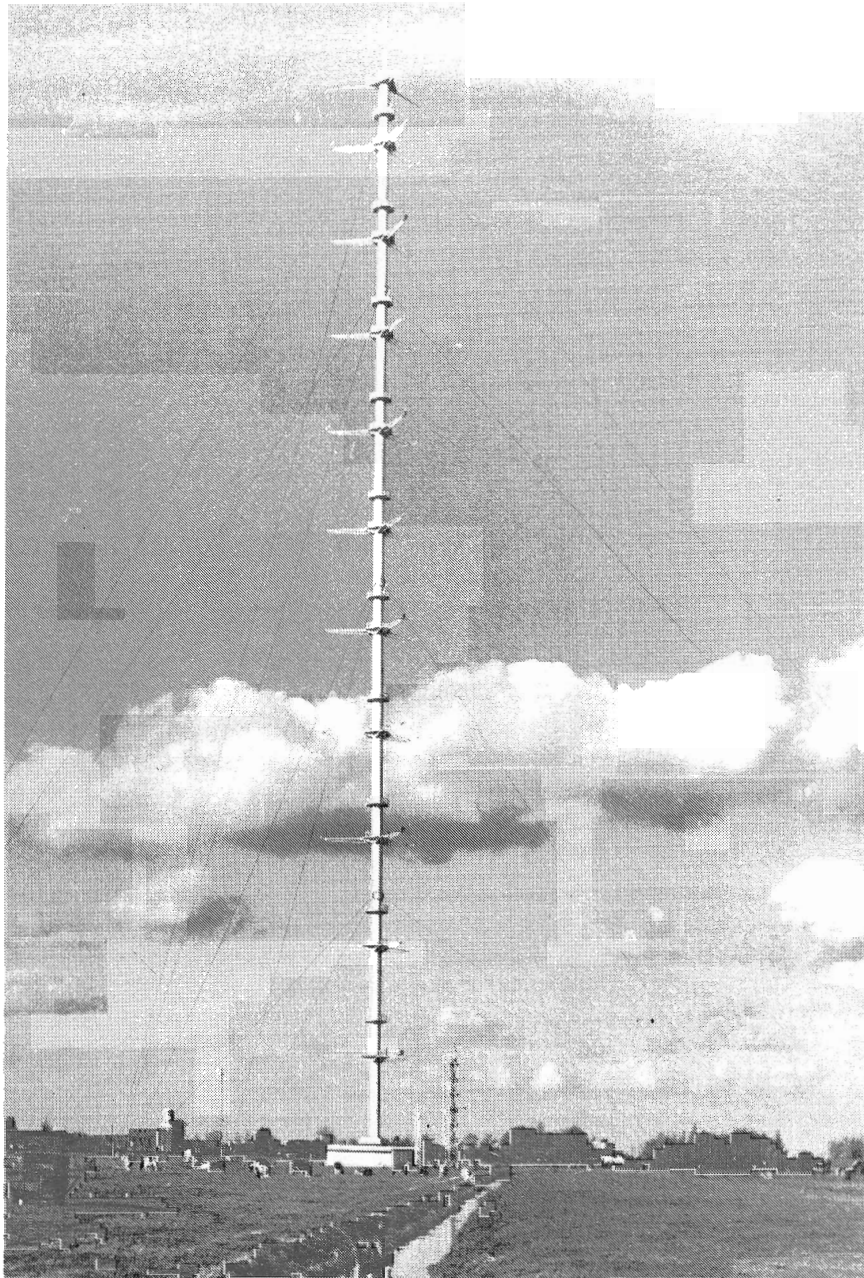
Met behulp van de 213 m hoge mast te Cabauw (fig. 2.1) werden een groot aantal meteorologische parameters gemeten. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de parameters, die in het continu-meetprogramma zijn opgenomen.

Meetprogramma	<u>niveau</u>	<u>grootheid</u>						
Hoofdmast	213 m	K						
	200	T	TW		F(2X)	D(3X)		
	180			V				
	140	T	TW	V	F(2X)	D(3X)		
	100			V				
	80	T	TW		F(2X)	D(3X)		
	60			V				
	40	T	TW		F(2X)	D(3X)		
	20			V				
	Bijmasten	20 (SE)	T	TW		F	D	
10 (SE)		T	TW	V	F	D		
2 (SE)		T	TW	V				
0.6(SE)		T	TW					
20 (NW)					F	D		
10 (NW)					F	D		
Stralingsveld	1.5	K	QN	LIN	KSB	LOUT	TLIN	TLOUT
	0.4	RR	NM					
	-0.0	TS						
	-0.02	TS						
	-0.05	GS						
	-0.10	GS						
			Wolkenhoogtemeter					
Energiebalans-terrein		SODAR ( t.b.v. inversiehoogte )						
In het gebouw		PP						

Afkortingen:

K	kortg. inkomende straling	QN	netto straling
LIN	langg. inkomende straling	KSB	schaduwband kortg. str.
LOUT	langg. uitgaande straling	TLIN	temp. stralingsinstr.
TLOUT	temp. stralingsinstr.	GS	bodemwarmtestroom
TS	grondtemperatuur	RR	regenmeter
RM	neerslagmelder	PP	luchtdruk
T	drogebol temperatuur	TW	nattebol temperatuur
V	zicht	F	windsnelheid
D	windrichting		

Tabel 2.1



Figuur 2.1 Meetmast

## 2.2 Meetposities

De meetlocaties op het terrein zijn aangegeven op kaart 2.2.

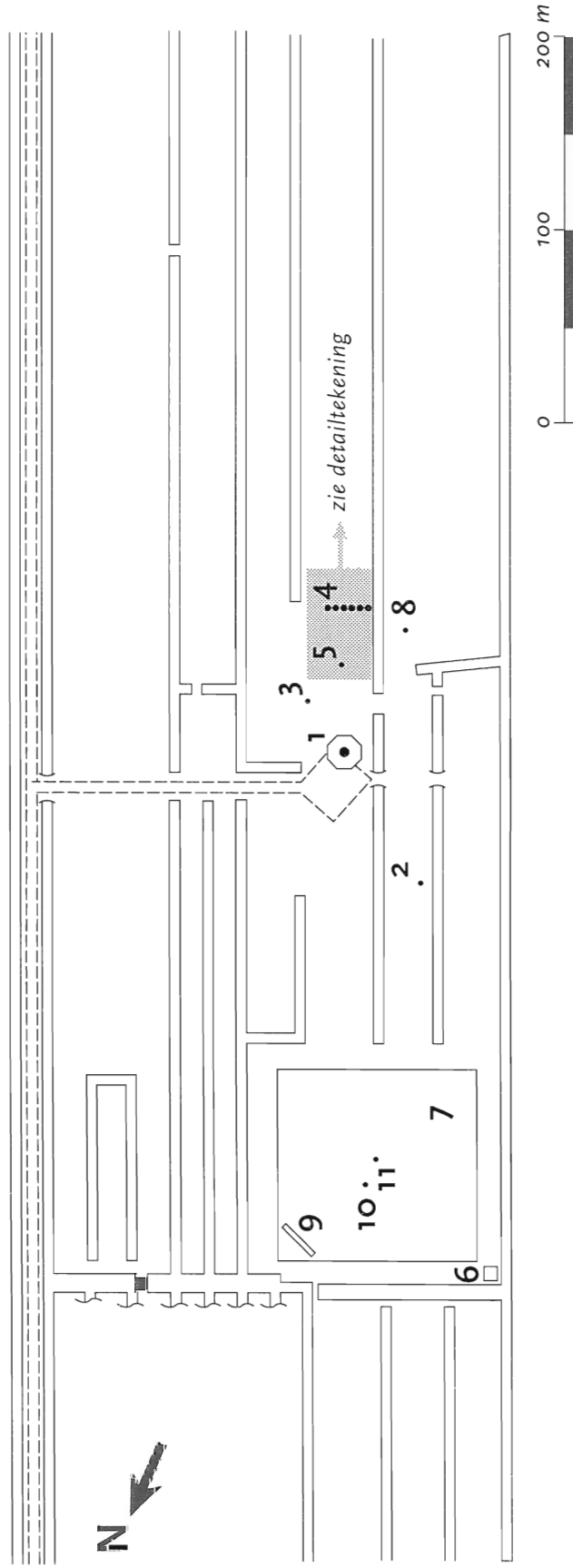
De bodemkundige beschrijving van het energiebalansterrein is te vinden in Jager et al., 1976.

De bodemkundige beschrijving van het zuidoost meetterrein in Grontmij n.v. De Bilt, 1984.

Dit meetterrein werd in het najaar van 1984 van een buisdrainage op ca. 0.70 m diepte voorzien, geëgaliseerd, gefreesd en opnieuw ingezaaid.

Tijdens het groeiseizoen werd het gras regelmatig gemaaid en boven de grondsensoren op ca. 8 cm hoogte gehouden.

Kaart 2.2.

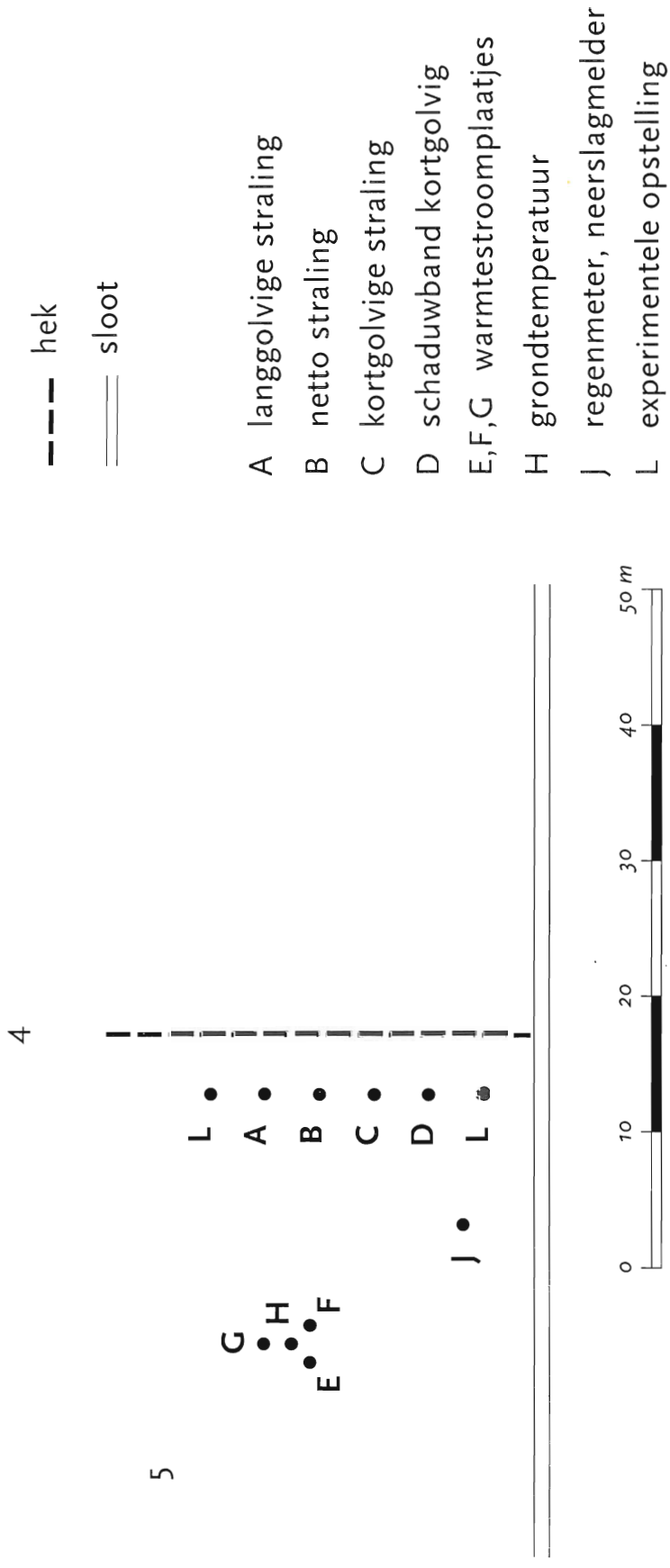


**Waarneemveld Cabauw**

- |   |                |    |                                    |
|---|----------------|----|------------------------------------|
| 1 | 213m mast      | 7  | energie balansterein               |
| 2 | NW mast        | 8  | neerslag t/m oktober 1987          |
| 3 | SE mast        | 9  | straling t/m eind 1986             |
| 4 | stralingshoek  | 10 | bodemwarmtestroom t/m januari 1987 |
| 5 | bodem-metingen | 11 | grondtemperatuur t/m oktober 1986  |
| 6 | SODAR          |    |                                    |

- sloot
- - - weg

Detailtekening 2.2.



## Hoofdstuk 3

### Hardware bij de mast

#### Inleiding:

In de jaren tussen 1973 en 1983 hebben diverse uitbreidingen van de meetposities, veranderingen in het signaaltransport, modificaties van de electronica en registratievormen plaats gevonden.

Met de start van de hier besproken meetperiode zijn vooral de inzamelhardware en de verwerkingssoftware gewijzigd.

De belangrijkste aanpassingen zijn:

- De AEG transmissie-apparatuur, die gebruikt werd voor het meetprogramma van de Operationele Dienst, werd vervangen door een computer van Digital.
- De taak van de HP-registratie apparatuur, die gebruikt werd voor de registratie en eerste controle van alle meetkanalen van het continu meetprogramma, werd ook overgenomen door de Digital computer.

De hoofdtaak van de Digital computer met randapparatuur werd de verwerking van alle, meest analoge sensor signalen, het uitvoeren van controle programma's en het aanmaken van berichten voor diverse gebruikers.

De randapparatuur bestond o.a. uit:

- een interface die de actuele status van de sensoren meldde
- een filter waarmee de signalen analoog werden voorbereid

Voorts werden ook een aantal sensoren van het energiebalansterrein verplaatst naar een meetterrein nabij de zuidoost - mast.

#### 3.1 Digitale apparatuur

De digitale apparatuur bestond globaal genomen uit 2 Digital Equipment PDP-11/23-plus systemen met als operating system RSX-11S of -11M (fig. 3.1) die voorzien waren van een multitasking system, 512 Kb MOS memory, 22-bit memory addressing, TU 58 cartridge tape subsysteem, Fortran 77/RXS compiler, VT220 terminal en een Decwriter IV printer.

Beide systemen zijn niet identiek. We moeten zowel voor wat betreft de uitvoering als het gebruik ervan onderscheid maken in:

##### 3.1.1 Het operationele systeem (S-systeem PDP 11-23 + Nr. 840346774)

Alle operationele programma's werden op deze machine verwerkt, zij stonden in het geheugen. Na een calamiteit, bijvoorbeeld netspanningsonderbreking, werden zij automatisch weer ingelezen vanaf een TU- 58 cassetterecorder. Deze cassetterecorder had twee cassette drives :

- in drive nul cassette RSX11S met o.a. de volgende programma's: start, inzamel en bewerkingen
- in drive één cassette PROGS met o.a. de maintenance programma's, ijkfactoren, print en displayen

Via een modem was deze machine met een tweedraads vaste telefoonlijn met De Bilt verbonden. De computer zond elke tienminuten een bericht naar De Bilt. Vanuit De Bilt was het ook mogelijk via een opbelmodem een verbinding tot stand te brengen en met behulp van een beeldscherm met de computer te communiceren en gegevens te printen.

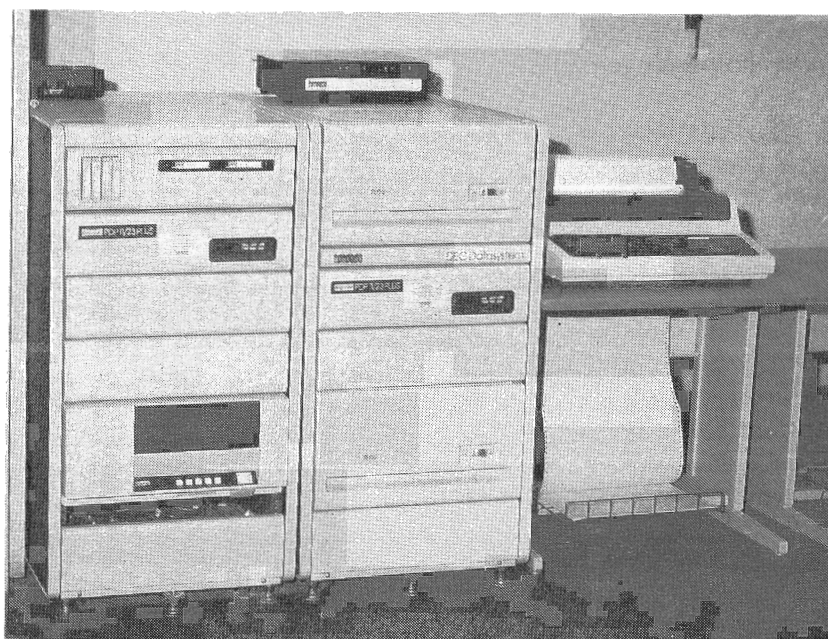
Op 22 februari 1988 werd deze computer met een tweetal 10.4 Mb harddisks uitgebreid, en met een systeem-disk (RSX-11S) en een user-disk voor de opslag van ca 5 dagen metingen.

Voor deze uitbreiding was de opslag capaciteit slechts twee uren.

### 3.1.2. Het experimentele systeem (M- systeem PDP 11-23 + Nr. 840346786)

Dit systeem was vanaf het begin uitgerust met twee disk- drives, een losse TU- 58 recorder en een magneetband unit. Deze machine werd gebruikt als:

- programma ontwikkel systeem
- back- up voor het operationele systeem
- registratie systeem voor experimentele metingen
- voor het kopiëren van disks van het operationele systeem



Figuur 3.1 De digitale apparatuur

### 3.2 Statusmelding meetkanalen

Door een aantal oorzaken kunnen de signalen die de meetketens aan de computer aanbieden soms onbruikbaar zijn. Daarom is een systeem ontwikkeld om de status van een sensor of een meetkanaal aan de computer te melden. Dat was mogelijk door een aparte ingang op de computer, los van het analoge signaaltransport.

Om de statuswoorden te maken waren er de volgende technische voorzieningen:

- aan het einde van iedere uithouder was een kwikschakelaar, die in werking trad zodra de uithouder uit de horizontale positie kwam.
- de kanaalijkschakelaars in het meetrek waren met dezelfde unit verbonden zodat bij het ijkken van de meetkanalen de status automatisch op non actief gezet werd.
- bij de zuidoost- mast was een schakelaar met timer geplaatst die met de hand ingezet werd zodra aan de temperatuur opstelling op 1.50 en 0.6 m werd gewerkt.

Bovendien waren een aantal uithouders van meerdere sensoren voorzien, bijvoorbeeld wind en temperatuur. Indien zo'n uithouder uit de operationele meetpositie werd gebracht konden de betreffende sensoren niet meer de juiste meteorologische gegevens leveren. Omdat vanuit de mast of schakelpaneel slechts werd gesignaleerd dat er met het signaal iets aan de hand was moesten die signalen worden gecombineerd tot een niet operationeel signaal voor elke betreffende sensor. Dit gebeurde met behulp van een diodematrix.

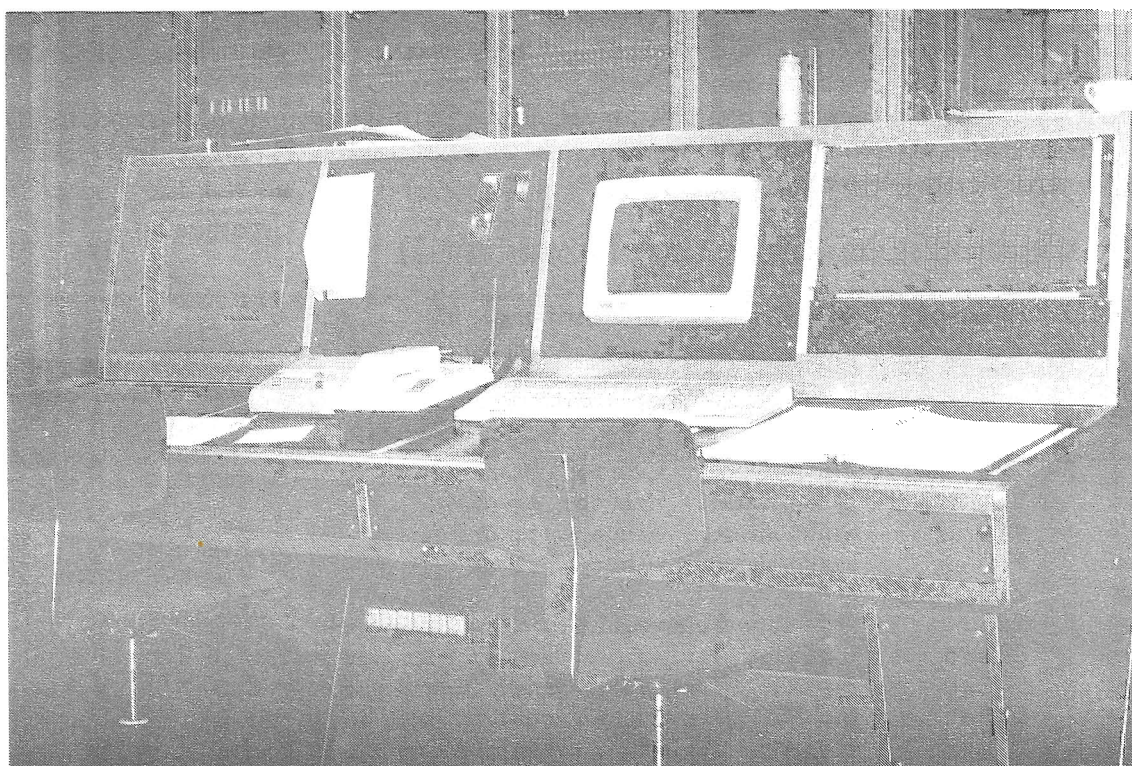
Behalve de meetwaarden, werd per kanaal ook het door de computer gemaakte statuswoord bijgehouden. De statuswoorden hadden o.a. tot doel dat er alleen technisch goede berichten uit Cabauw werden verzonden. Voor een verdere verklaring zie 4.4.

De signalen van bovengenoemde schakelaars kwamen ook via de kruisverdeler op een schakelpaneel / signaleringstableau in de meetruimte (fig. 3.2).

De schakelaars waren voorzien van rode signaallampjes die branden zodra een signaal was uitgeschakeld.

Het schakelpaneel/signaleringstableau had een tweeledige functie:

- het bedienend personeel kon aan de computer doorgeven welk meetkanaal niet geschikt was voor operationele meting, bijvoorbeeld: sensor defect of regelversterker niet goed ingesteld.
- op het signaleringstableau was aan de brandende lampjes te zien welk meetkanaal buiten gebruik was.



Figuur 3.2 Schakelpaneel rechts op de foto

### 3.3 Het meetrek

Het meetrek deed niet alleen dienst als centrale functie in het operationeel signaleren van de meetkanalen maar werd ook gebruikt om de ranges, nulpunten en ijkfrequenties af te regelen. Het was dus het knooppunt in de signalering van de signalen uit de mast, van en naar het schakelpaneel en naar de computer.

De electronica in het meetrek zorgde tevens voor een galvanische scheiding tussen de signalen van de uithouders die uit de mast kwamen enerzijds en de electronische apparatuur in de meetruimte anderzijds.

De signalen die opgewekt werden in het schakelpaneel/signaleringstableau en die via de galvanische scheiding in de mast ter beschikking kwamen, bezaten niet het elektrische niveau dat

voor de computer gewenst was. Door buffering werd de juiste niveau aanpassing gerealiseerd. De buffering had verder de functie om de ingangen voor de statusmelding van de computer te beveiligen tegen z.g. opgedrukte spanningen in de richting van de computer.

### 3.4 Analoge bewerking

De inzamel computer bemonsterde éénmaal in de drie seconden alle 80 meetkanalen (zie 3.5). Om te voorkomen dat stoorsignalen met relatief hoge frequenties de metingen konden storen passeerden de analoge signalen eerst een HF- filter, om vervolgens vlak voor de A/D- omzetting analoog geïntegreerd te worden. Daarnaast beveiligde het circuit door begrenzing eventueel te hoge ingangsspanningen voor de A/D- omzetter van de computer. De 12 bits AD - converter had een range van  $\pm 5$  V .

De gewenste filtering werd verkregen door laagdoorlaatfilters in de signaalleidingen met een integratietijd van 1 seconde op te nemen. Deze tijd hangt samen met de bemonsteringsperiode en is aan de hand van Beljaars (1983) gekozen.

Het gehele RC- filtergedeelte werd om storingen te voorkomen zo dicht mogelijk bij de computer geplaatst in het meetrek in de meetruimte.

De te verwerken signalen waren afkomstig van de hoofdkruisverdeler en werden geleverd door de regelversterkers en zonder verdere verdeling via afgeschermd verbindingen toegevoerd aan de A/D- omzetter van de computer.

### 3.5 Kanaalindeling van alle 80 meetkanalen op de PDP-11

Kan.	Element	Eenheid	Omschrijving
1	V180	aantal/klasse	zicht op 180 m
2	V140	aantal/klasse	zicht op 140 m
3	V100	aantal/klasse	zicht op 100 m
4	V60	aantal/klasse	zicht op 60 m
5	V20	aantal/klasse	zicht op 20 m
6	V10	aantal/klasse	zicht op 10 m
7	V2	aantal/klasse	zicht op 2 m
8	< vrij >		
9	T200	0.01 C	Temperatuur op 200 m (gemeten)
10	DT200	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 200 en 140 m
11	DT140	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 140 en 80 m
12	DT80	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 80 en 40 m
13	DT40	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 40 en 20 m
14	DT20	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 20 en 10 m
15	DT10	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 10 en 2 m
16	DT2	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 2 en 0.6 m
17	T06	0.01 C	Temperatuur op 0.6 m (gemeten)
18#	TB200	0.01 C	Temperatuur 'meetbrug' op 200 m
19	TW200	0.01 C	Natteboltemperatuur op 200 m
20	DTW200	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 200 en 140 m
21	DTW140	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 140 en 80 m
22	DTW80	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 80 en 40 m
23	DTW40	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 40 en 20 m
24	DTW20	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 20 en 10 m
25	DTW10	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 10 en 2 m
26	DTW2	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 2 en 0.6 m
27	TW06	0.01 C	Natteboltemp. op 0.6 m
28#	TB06	0.01 C	Temperatuur 'meetbrug' op 0.6 m
29	F200N	0.1 m/s	Windsnelheid op 200m, propvaan, noord-uthouder
30	F140N	0.1 m/s	Windsnelheid op 140m, propvaan, noord-uthouder
31	F80N	0.1 m/s	Windsnelheid op 80m, propvaan, noord-uthouder



### 3.5 Kanaalindeling van alle 80 meetkanalen op de PDP-11 (vervolg)

Kan.	Element	Eenheid	Omschrijving
32	F40N	0.1 m/s	Windsnelheid op 40m, propvaan, noord-uthouder
33	F20NW	0.1 m/s	Windsnelheid op 20m, propvaan,NW-mast
34	F10NW	0.1 m/s	Windsnelheid op 10m, propvaan,NW-mast
35	<vrij>		
36	F200SW	0.1 m/s	Windsnelheid op 200m, propvaan,SW-uthouder
37	F140SW	0.1 m/s	Windsnelheid op 140m, propvaan,SW-uthouder
38	F80SW	0.1 m/s	Windsnelheid op 80m, propvaan,SW-uthouder
39	F40SW	0.1 m/s	Windsnelheid op 40m, propvaan,SW-uthouder
40	F20SE	0.1 m/s	Windsnelheid op 20m, propvaan,SE-mast
41	F10SE	0.1 m/s	Windsnelheid op 10m, propvaan,SE-mast
42	<vrij>		
43	D200N	graden	Windrichting op 200m, propvaan,noord-uthouder
44	D140N	graden	Windrichting op 140m, propvaan,noord-uthouder
45	D80N	graden	Windrichting op 80m, propvaan,noord-uthouder
46	D40N	graden	Windrichting op 40m, propvaan,noord-uthouder
47	D20NW	graden	Windrichting op 20m, propvaan,NW-mast
48	D10NW	graden	Windrichting op 10m, propvaan,NW-mast
49	<vrij>		
50	D200SW	graden	Windrichting op 200m, propvaan,SW-uthouder
51	D140SW	graden	Windrichting op 140m, propvaan,SW-uthouder
52	D80SW	graden	Windrichting op 80m, propvaan,SW-uthouder
53	D40SW	graden	Windrichting op 40m, propvaan,SW-uthouder
54	D20SE	graden	Windrichting op 20m, propvaan,SE-mast
55	D10SE	graden	Windrichting op 10m, propvaan,SE-mast
56	<vrij>		
57	D200SE	graden	Windrichting op 200m, selectievaan,SE-uthouder
58	D140SE	graden	Windrichting op 140m, selectievaan,SE-uthouder
59	D80SE	graden	Windrichting op 80m, selectievaan,SE-uthouder
60	D40SE	graden	Windrichting op 40m, selectievaan,SE-uthouder
61#	SUN		Berekende duur van de zonneshijn
62	K214	W/m <sup>2</sup>	Kortgolvrige inkomende straling op 214 m.
63	K06	W/m <sup>2</sup>	Kortgolvrige inkomende straling op grondniveau
64	KSB	W/m <sup>2</sup>	Kortgolvrige diffuse straling(schaduwband)op grondniveau
65	QN	W/m <sup>2</sup>	Netto straling
66	LIN	W/m <sup>2</sup>	Langgolvrige inkomende straling
67	TLIN	0.1 C	Huistemperatuur instrument
68	LOUT	W/m <sup>2</sup>	Langgolvrige uitgaande straling
69	TLOUT	0.1 C	Huistemperatuur instrument
70	TS0	0.1 C	Bodemtemperatuur op -0 cm
71	TS	0.1 C	Bodemtemperatuur op -2 cm
72	GS5	W/m <sup>2</sup>	Bodemwarmtestroom op -5 cm
7	GS10	W/m <sup>2</sup>	Bodemwarmtestroom op -10 cm
74	RR	0.1 mm	Elektrische regenmeter
75	NM	N/cl	Neerslagmelder, aantal natte halve minuut vakjes
76#	XSS		SODAR
77#	PHHH	m	Wolkenbasis
78#*	UKD15	%	Relatieve vochtigheid op 1.50 m t.b.v. Klima.Dienst
79#*	TKD15	0.01 C	Temperatuur op 1.50 m t.b.v. Klimatologische Dienst
80	PP	0.1 hPa	Luchtdruk

#] Kanaal eerst op 1 juni 1990 in programma opgenomen

\*] Kanaal niet in gebruik geweest

## Hoofdstuk 4

### Data handling

#### 4.1 Datareduktie:

Verantwoording .

Het is bijna onmogelijk alle meteorologische grootheden met een hoge samplefrequentie in te zamelen en vervolgens door te zenden naar De Bilt. Daarom is besloten in Cabauw enige voorbereiding te doen om tot datareduktie te komen.

Om tot een min of meer uniforme bewerkingsprocedure te komen voor alle kanalen, is uitgegaan van een middelingstijd van 10 minuten. Zoals we bij de bespreking van de instrumenten zullen zien wordt hier slechts incidenteel een uitzondering op gemaakt. Het interval van 10 minuten voldoet aan de eisen, die gesteld worden aan synoptische waarnemingen. Bovendien kunnen gemakkelijk alsnog gemiddelden over langere tijdsintervallen berekend worden. Bij de berekening van de standaarddeviatie, die voor een aantal elementen interessant is als turbulentieparameter, is de keuze van 10 minuten ook erg geschikt, omdat deze middelingstijd lang genoeg is om een redelijk stabiele schatting te krijgen van de standaarddeviatie (zie 4.2) en omdat deze tijd kort genoeg is om nog weinig last te hebben van trend in de gemeten grootheid (bijvoorbeeld door de dagelijkse gang, zie het "V.d.Hove spectrum") Lumley and Panofsky, 1964). Als samplefrequentie wordt 1/3 Hz gebruikt. Deze frequentie wordt gecombineerd met analoge RC-filters met een tijdconstante van 1 seconde in de signaalleidingen. De keuze hiervoor is gebaseerd op berekeningen, die zijn uitgevoerd door Beljaars (1983). Het betreft hier een compromis tussen de wens om standaarddeviaties van de wind met redelijke nauwkeurigheid te meten en de voorwaarde om het datareduktiesysteem van beperkte afmeting te laten zijn. De consequenties van de datareduktie-parameters wordt bij de diverse instrumenten besproken.

#### 4.2 Berekening van de standaarddeviaties.

Bij de on-line berekening van gemiddelden en standaarddeviaties met behulp van een inzamel-machine ligt het voor de hand om tijdens het verzamelen slechts de som van de samples en de som van de kwadraten bij te houden.

Gemiddelde en standaarddeviatie van tijdreeks  $X[1]$ ,  $X[2]$ ,...  $X[N]$  kunnen als volgt worden berekend:

$$\begin{aligned} \text{gemiddelde} & : M = (1/N) (X[1] + X[2] + \dots + X[N]) \\ \text{variantie} & : \text{VAR} = (1/N) (X[1]**2 + X[2]**2 \dots X[N]**2) \\ \text{standaarddeviatie} & : \text{SD} = \text{SQRT}(\text{VAR}) \end{aligned}$$

Wanneer de verhouding  $M/\text{SD}$  meer dan 10 is, kunnen aanzienlijke fouten ontstaan door afronding. Omdat te voorkomen is gekozen voor de methode om het verschil te bepalen tussen de ingezamelde samples en het eerste sample ( $X[i] - X[1]$ ). Het eerste sample wordt tijdens het verzamelen bewaard. Op deze manier wordt de verhouding tussen het gemiddelde van  $X[i] - X[1]$  en standaarddeviatie beperkt. De kans dat dan een verhouding van 10 voorkomt is nihil.

#### 4.3 Programma's

De software omvat de volgende onderdelen :

- in de computer in Cabauw: voor het verzamelen, middelen, controleren en verzenden van berichten
- het archivering systeem in De Bilt; dit zorgt voor opslag van de berichten uit Cabauw met opties voor controle met behulp van beeldscherm of printer uitvoer, schonen en opslag in database.

#### 4.3.1 Computer Cabauw.

Op de computer in Cabauw waren een groot aantal Fortran programma's geïnstalleerd.

Bij de bestandsbeheerder van AO - Cabauw bevinden zich ordners met zo goed mogelijk bijgehouden printen van programma teksten met de eventuele mutaties.

Daarom wordt hier volstaan met het vermelden van enkele essentiële programma's en hun functie.

INITIA	Programma om het meetproces te starten, start tevens INZAME op. Door INITIA wordt ook het aparte inzamel programma voor de SODAR gegevens (SODOPR) gestart. SODOPR zet de gemiddelde SODAR echo profielen om in gecodeerde inversie hoogten.
INZAME	Programma leest elke 3 seconden de samples in van alle 80 meetkanalen (tabel 3.5) en start elke 10 minuten GEM10M op.
GEM10M	Gemiddelden berekenen, controle procedures toepassen, uithouders selecteren, absolute temperatuur berekenen, afgeleide grootheden (diverse vocht-indicatoren) berekenen, kwaliteitsgetallen bepalen. De resultaten worden doorgegeven aan OPSLAG en BEWAAR
OPSLAG	Het programma verzorgt het opslaan van de 10 minuten blokken en start de volgende programma's :

##### **Uitsluitend bestemd voor de afdeling Atmosferisch Onderzoek :**

AMLA10 (AutoMatisch Landstation). Dit programma verzorgt het aanmaken van een 10 minuten verzendbericht in AMLA10-codevorm (Van der Hoeven en Koopstra, 1983 en Beljaars et al., 1984). Hierin staan uitsluitend metingen, kwaliteits getallen, berekende zonnenschijnduur en zichtklassen.

##### Aanpassing Amla10-codevorm:

Op 1 juni 1990 werden de volgende wijzigingen en uitbreidingen in het AMLA-bericht operationeel :

- sectie 88820: "nieuw" t.b.v. temperatuur referentie meetbruggen op 200 en 0.6 meter
- sectie 88821: hierin werd de absolute temperatuur voor de Klimatologische Dienst geplaatst \*
- sectie 88831: hierin werd de relatieve vochtigheid voor de Klimatologische Dienst geplaatst \*
- sectie 88842: "nieuw" t.b.v. de SODAR- registratie
- sectie 88849: "nieuw" t.b.v. de registratie van de wolkenbasis

\* genoemde sensoren zijn nooit operationeel geweest

##### **Uitsluitend bestemd voor de Operationele Dienst :**

- MEMA30 (MEetMAsten). Dit programma verzorgt het aanmaken van het 30 minuten bericht NF 04 MEMA (KNMI, Handboek meteorologische codes Nr. : 24.04.010; 1994).

- SYNKLI Dit programma verzorgt het aanmaken van het Synoptisch - en KLIM -bericht respectievelijk Nrs.: FM 12-X SYNOP en NF 01 KLIM (KNMI, Handboek meteorologische codes Nr. : 24.04.010; 1994) .

BEWAAR	Enkele actuele 10 minuten blokken werden t/m 22 februari 1988 hierin opgeslagen, na genoemde datum werden deze gedurende een vijftal dagen in dagfiles bewaard. Hiervan werd, na medio juni 1988, gebruik gemaakt om de berichten die tijdens het verzenden verloren waren gegaan met behulp van het programma ZENDNA als nog te verzenden naar De Bilt om opgenomen te worden in de database.
INBERI	Het programma zet de volgende berichten: AMLA10, MEMA-30 en SYNKLI in het mail-programma VERBER.
VERBER	Dit programma wordt opgestart door INBERI en verzendt de berichten naar De Bilt.
PRIN10	Met dit programma kon een 10 minuten blok op een lineprinter worden geprint (fig. 4.3.1).



#### 4.3.2 Data-transport, Extractie AMLA bericht, vullen database De Bilt.

##### Format :

Alle hierna genoemde files zijn in ASCII- format; uitzonderingen zijn bij de betreffende files genoemd.

##### Data-transport:

Tijdens de gehele meetperiode zijn twee systemen in gebruik geweest.

##### - Het Burroughs-systeem:

Vanaf 1 februari 1986 t/m 4 juni 1992 werden de AMLA berichten via een 1200 baud modem vanuit Cabauw naar De Bilt verzonden en daar ingezameld en geëxtraheerd door één of ander type Burroughs computer die tevens dienst deed als database.

Na 4 juni 1992 om 10.30 uur UTC werden de berichten via een 2400 baud modem naar het BBV (Binnenlands Berichten Verkeer) in De Bilt verzonden om vervolgens naar de Burroughs computer te gaan.

Nadat het AMLA-bericht in De Bilt was aangekomen werd het geëxtraheerd door het programma EXMELAMEZE die de extractie file EXAMLAFILE/JJMMDDUUMI maakte met een maxrecsize en blocksize van 300 woorden. Vervolgens werd het geëxtraheerde AMLA-bericht weggeschreven in dag-files onder de naam "(CABAUW) EXAMLAFILE/JJJMMDD" on oper.

Deze files werden vijf dagen bewaard en twee maal per dag naar de data base weggeschreven.

Zie voor de kanaalindeling tabel 4.3.2

De aangemaakte extractiefiles werden ook gebruikt door de interactieve programma's CABDAGOVERZICHTEN en CABCORRIGEREN die via een externe procedure "HAALGEGEVENSUITFI" de benodigde gegevens uit de bijbehorende extractiefile haalde.

- CABDAGOVERZICHTEN was een printprogramma dat dagelijks alle 10-minuten blokken uitvoerde. Aan de hand daarvan werden de metingen gecontroleerd en de correcties vastgesteld.
- CABCORRIGEREN was een programma waarmee de correcties werden ingevoerd, waarna een "geschoond" bestand in de database werd opgenomen. In dit programma zaten ook procedures om de controle procedures en de uithouderselectie opnieuw toe te passen.

##### - Het PC-systeem:

Vanaf 1 januari 1994 t/m 31 januari 1997 werden de uit Cabauw verzonden AMLA-berichten in De Bilt via het communicatie systeem van de Operationele Dienst, het BBV op het MSS (Message Switching System) in queue FILIN geplaatst en via het ethernet naar de WO file-server gezonden. Op de file-server was een PC van de afd. AO aangesloten waarmee de berichten ingezameld, gevalideerd en gearchiveerd werden.

(zie Storingsprocedures KNMI-MSS voor de Wachtchef CWD, 3-1-1994).

De AMLA-berichten die op de fileserver van WO binnenkwamen werden in dagfiles opgeslagen. Met een printprogramma kan van de 10-minuten gegevens een overzicht geprint worden of in een file worden opgeslagen.

Met een correctieprogramma was het eventueel mogelijk de meetgegevens te corrigeren.

Het halfuur programma gaf een dagfile en een maandfile met halfuurgemiddelden.

De belangrijkste programma's zijn LEESAMLA, PRINTCAB, CORREEKS en HALFUUR.

- LEESAMLA :

Dit programma zette eerst de aanwezige AMLA- files, die op de op de WO- fileserver stonden om in losse AMLA 's met als naam : A<ddduumm.jj>. Waarin: ddd = dagnummer (1 januari = 001), uu = uur, mm = minuut en jj = jaar. De A- files werden tevens als ruwe data op een WORM- schijf weggeschreven.

De AMLA' s werden vervolgens uitgepakt in een array base [1..4,0..127] en daarna weggeschreven in een **binaire** dagfile <AMjjmdd.dat>.

De dagfile bestaat uit 144 x 4 records van 128 waarden (per 10 minuten het array base).

Zie voor de kanaalindeling tabel 4.3.2.

- PROGRAMMA PRINTCAB :

Door dit programma werden de 10 minuten gegevens uit een dagfile genaamd: <AMjjmdd.dat> uitgeprint. Aan de hand daarvan werden de metingen gecontroleerd en de eventuele correcties vastgesteld. (fig. 4.3.1.)

- PROGRAMMA CORREEKS :

Met dit programma konden de gegevens in de files <AMjjmdd.dat> gecorrigeerd worden.

De kanaalnamen staan in de file <KANALEN.TXT>. Met behulp van menu's konden de gegevens ingevoerd worden of de te corrigeren kanalen geselecteerd worden.

Na het corrigeren werden dit soort database files met het programma <CON10MIN.EXE> omgezet in een 10 minuten ASCII file: <CAjjmdd. ASC> die vervolgens werd weggeschreven naar een WORM- schijf en tevens gebruikt werd om de halfuur gemiddelden te berekenen.

Voorbeeld recordindeling van: ASCII file: <CAjjmdd. ASC>

jjmdduumi	kanaal	gem	sdv	gust	kw
9401120100	TB200	485	99999	99999	0
9401120100	TW200	499	23	99999	0
9401120100	DTW200	13	15	99999	0
9401120100	DTW140	23	5	99999	0
9401120100	DTW80	18	3	99999	0

Als ontbrekende waarde wordt 99999 ingevuld. Behalve als het een kwaliteitsgetal betreft, dan wordt 99 ingevuld.

De totale regel lengte is 33 characters.

De lengte van de file is 72 (kanalen) x 6 (10 minutenvakken) x 24 (uren) = 10368 records.

**Tabel 4.3.2.**

Kanaalindeling van de base-array's op het Burroughs-systeem en

Kanaalindeling van de file <Amjjmdd.dat >op het PC-systeem.

**Let op:** Vanaf 1 juni 1990 is de index nummering in de programma's veranderd, index 1 wordt 0, 2 wordt 1 enz.

Vanaf 1 januari 1994 is het Burroughs-systeem vervangen door het PC-systeem.

Index	Element	Eenheid	Omschrijving
1	V180	N/cl	K1*100+K2 van het zicht op 180 m
2	V140	N/cl	K1*100+K2 van het zicht op 140 m
3	V100	N/cl	K1*100+K2 van het zicht op 100 m
4	V60	N/cl	K1*100+K2 van het zicht op 60 m
5	V20	N/cl	K1*100+K2 van het zicht op 20 m

Tabel 4.3.2. (vervolg)

Kanaalindeling van de base-array's op het Burroughs-systeem en  
Kanaalindeling van de file <Amjjmdd.dat >op het PC-systeem.

Index	Element	Eenheid	Omschrijving
6	V10	N/cl	$K1*100+K2$ van het zicht op 10 m
7	V2	N/cl	$K1*100+K2$ van het zicht op 2 m
8	< vrij >		
9	T200	0.01 C	Temperatuur op 200 m (gemeten)
10	DT200	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 200 en 140 m
11	DT140	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 140 en 80 m
12	DT80	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 80 en 40 m
13	DT40	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 40 en 20 m
14	DT20	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 20 en 10 m
15	DT10	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 10 en 2 m
16	DT2	0.01 C	Temperatuur verschil tussen 2 en 0.6 m
17	T06	0.01 C	Temperatuur op 0.6 m (gemeten)
18#	TB200	0.01 C	Temperatuur 'meetbrug' op 200 m
19	TW200	0.01 C	Natteboltemperatuur op 200 m
20	DTW200	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 200 en 140 m
21	DTW140	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 140 en 80 m
22	DTW80	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 80 en 60 m
23	DTW40	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 40 en 20 m
24	DTW20	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 20 en 10 m
25	DTW10	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 10 en 2 m
26	DTW2	0.01 C	Natteboltemp. verschil tussen 2 en 0.6 m
27	TW06	0.01 C	Natteboltemperatuur op 0.6 m
28#	TB06	0.01 C	Temperatuur 'meetbrug' op 0.6 m
29	F200N	0.1 m/s	Windsnelheid op 200m, propvaan,noord-uithouder
30	F140N	0.1 m/s	Windsnelheid op 140m, propvaan,noord-uithouder
31	F80N	0.1 m/s	Windsnelheid op 80m, propvaan,noord-uithouder
32	F40N	0.1 m/s	Windsnelheid op 40m, propvaan,noord-uithouder
33	F20NW	0.1 m/s	Windsnelheid op 20m, propvaan,NW-mast
34	F10NW	0.1 m/s	Windsnelheid op 10m, propvaan,NW-mast
35	<vrij>		
36	F200SW	0.1 m/s	Windsnelheid op 200m, propvaan,SW-uithouder
37	F140SW	0.1 m/s	Windsnelheid op 140m, propvaan,SW-uithouder
38	F80SW	0.1 m/s	Windsnelheid op 80m, propvaan,SW-uithouder
39	F40SW	0.1 m/s	Windsnelheid op 40m, propvaan,SW-uithouder
40	F20SE	0.1 m/s	Windsnelheid op 20m, propvaan,SE-mast
41	F10SE	0.1 m/s	Windsnelheid op 10m, propvaan,SE-mast
42	<vrij>		
43	D200N	graden	Windrichting op 200m, propvaan,noord-uithouder
44	D140N	graden	Windrichting op 140m, propvaan,noord-uithouder
45	D80N	graden	Windrichting op 80m, propvaan,noord-uithouder
46	D40N	graden	Windrichting op 40m, propvaan,noord-uithouder
47	D20NW	graden	Windrichting op 20m, propvaan,NW-mast
48	D10NW	graden	Windrichting op 10m, propvaan,NW-mast
49	<vrij>		
50	D200SW	graden	Windrichting op 200m, propvaan,SW-uithouder
51	D140SW	graden	Windrichting op 140m, propvaan,SW-uithouder
52	D80SW	graden	Windrichting op 80m, propvaan,SW-uithouder
53	D40SW	graden	Windrichting op 40m, propvaan,SW-uithouder
54	D20SE	graden	Windrichting op 20m, propvaan,SE-mast
55	D10SE	graden	Windrichting op 10m, propvaan,SE-mast



**Tabel 4.3.2. (vervolg)**

Kanaalindeling van de base-array's op het Burroughs-systeem en  
Kanaalindeling van de file <Amjmmdd.dat >op het PC-systeem.

Index	Element	Eenheid	Omschrijving
56	<vrij>		
57	D200SE	graden	Windrichting op 200m, selectievaan,SE-mast
58	D140SE	graden	Windrichting op 140m, selectievaan,SE-mast
59	D80SE	graden	Windrichting op 80m, selectievaan,SE-mast
60	D40SE	graden	Windrichting op 40m, selectievaan,SE-mast
61#	SUN		Berekende duur van de zonneschijn
62	K214	W/m <sup>2</sup>	Kortgolvrige inkomende stralingstraling op 214 m
63	K06	W/m <sup>2</sup>	Kortgolvrige inkomende straling op grondniveau
64	KSB	W/m <sup>2</sup>	Kortgolvrige diffuse straling(schaduwband)op grondniveau
65	QN	W/m <sup>2</sup>	Netto straling
66	LIN	W/m <sup>2</sup>	Langgolvrige inkomende straling
67	TLIN	0.1 C	Huistemperatuur instrument
68	LOUT	W/m <sup>2</sup>	Langgolvrige uitgaande straling
69	TLOUT	0.1 C	Huistemperatuur instrument
70	TS0	0.1 C	Bodem temperatuur op -0 cm
71	TS2	0.1 C	Bodem temperatuur op -2 cm
72	GS5	W/m <sup>2</sup>	Bodem warmtestroom op -5 cm
73	GS10	W/m <sup>2</sup>	Bodem warmtestroom op -10 cm
74	RR	0.1 mm	Electrische regenmeter,hoeveelheid eerste 5 min.vakje
75	NM	N/cl	Neerslagmelder,aantal natte halve minuut vakjes
76#	XSS		SODAR, relatieve echo sterkte
77#	PHHH	m	Wolkenhoogte
78#*	UKD15	%	Relatieve vochtigheid op 1.50 m t.b.v. Klima.Dienst
79#*	TKD15	0.01 C	Temperatuur op 1.50 m t.b.v. Klimatologische Dienst
80	PP	0.1 hPa	Luchtdruk
Naast de genoemde meetgrootheden komen ook afgeleide grootheden in de programma's voor.			
81	TA200	0.01 C	Temperatuur op 200 m
82	TA140	0.01 C	Temperatuur op 140 m
83	TA80	0.01 C	Temperatuur op 80 m
84	TA40	0.01 C	Temperatuur op 40 m
85	TA20	0.01 C	Temperatuur op 20 m
86	TA10	0.01 C	Temperatuur op 10 m
87	TA2	0.01 C	Temperatuur op 2 m
88	TA06	0.01 C	Temperatuur op 0.6 m (berekend of gemeten).
89	<vrij>		
90	TWA200	0.01 C	Natteboltemperatuur op 200 m
91	TWA140	0.01 C	Natteboltemperatuur op 140 m
92	TWA80	0.01 C	Natteboltemperatuur op 80 m
93	TWA40	0.01 C	Natteboltemperatuur op 40 m
94	TWA20	0.01 C	Natteboltemperatuur op 20 m
95	TWA10	0.01 C	Natteboltemperatuur op 10 m
96	TWA2	0.01 C	Natteboltemperatuur op 2 m
97	TWA06	0.01 C	Natteboltemperatuur op 0.6 m (berekend of gemeten)
98	<vrij>		
99	TD200	0.01 C	Dauwpuntstemperatuur op 200 m
100	TD140	0.01 C	Dauwpuntstemperatuur op 140 m
101	TD80	0.01 C	Dauwpuntstemperatuur op 80 m
102	TD40	0.01 C	Dauwpuntstemperatuur op 40 m
103	TD20	0.01 C	Dauwpuntstemperatuur op 20 m
104	TD10	0.01 C	Dauwpuntstemperatuur op 10 m
105	TD2	0.01 C	Dauwpuntstemperatuur op 2 m
106	TD06	0.01 C	Dauwpuntstemperatuur op 0.6 m
107	<vrij>		

Tabel 4.3.2. (vervolg)

Kanaalindeling van de base-array's op het Burroughs-systeem en  
Kanaalindeling van de file <Amjjmdd.dat >op het PC-systeem.

Index	Element	Eenheid	Omschrijving
108	SH200	0.01 g/kg	Specifieke vochtigheid op 200 m
109	SH140	0.01 g/kg	Specifieke vochtigheid op 140 m
110	SH80	0.01 g/kg	Specifieke vochtigheid op 80 m
111	SH40	0.01 g/kg	Specifieke vochtigheid op 40 m
112	SH20	0.01 g/kg	Specifieke vochtigheid op 20 m
113	SH10	0.01 g/kg	Specifieke vochtigheid op 10 m
114	SH2	0.01 g/kg	Specifieke vochtigheid op 2 m
115	SH06	0.01 g/kg	Specifieke vochtigheid op 0.6 m
116	<vrij>		
117	RH200	%	Relatieve vochtigheid op 200 m
118	RH140	%	Relatieve vochtigheid op 140 m
119	RH80	%	Relatieve vochtigheid op 80 m
120	RH40	%	Relatieve vochtigheid op 40 m
121	RH20	%	Relatieve vochtigheid op 20 m
122	RH10	%	Relatieve vochtigheid op 10 m
123	RH2	%	Relatieve vochtigheid op 2 m
124	RH06	%	Relatieve vochtigheid op 0.6 m
125	t/m		
128	<vrij>		

Indeling: Base-2 (Burroughs)  
Tweede record (PC-systeem)

Index	Element	Omschrijving
1	V180	K4*100+K5 van het zicht op 180 m
2	V140	K4*100+K5 van het zicht op 140 m
3	V100	K4*100+K5 van het zicht op 100 m
4	V60	K4*100+K5 van het zicht op 60 m
5	V20	K4*100+K5 van het zicht op 20 m
6	V10	K4*100+K5 van het zicht op 10 m
7	V2	K4*100+K5 van het zicht op 2 m
8	< vrij >	
9	T200	Standaard-dev., Temperatuur op 200 m
10	DT200	Standaard-dev., Temp. verschil tussen 200 en 140 m
11	DT140	Standaard-dev., Temp. verschil tussen 140 en 80 m
12	DT80	Standaard-dev., Temp. verschil tussen 80 en 40 m
13	DT40	Standaard-dev., Temp. verschil tussen 40 en 20 m
14	DT20	Standaard-dev., Temp. verschil tussen 20 en 10 m
15	DT10	Standaard-dev., Temp. verschil tussen 10 en 2 m
16	DT2	Standaard-dev., Temp. verschil tussen 2 en 0.6 m
17	To6	Standaard-dev., Temperatuur op 0.6 m
18	<vrij>	
19	TW200	Standaard-dev., Natteboltemperatuur op 200 m
20	DTW200	Standaard-dev., Natteboltemp. verschil tussen 200 en 140 m
21	DTW140	Standaard-dev., Natteboltemp. verschil tussen 140 en 80 m
22	DTW80	Standaard-dev., Natteboltemp. verschil tussen 80 en 60 m
23	DTW40	Standaard-dev., Natteboltemp. verschil tussen 40 en 20 m
24	DTW20	Standaard-dev., Natteboltemp. verschil tussen 20 en 10 m
25	DTW10	Standaard-dev., Natteboltemp. verschil tussen 10 en 2 m
26	DTW2	Standaard-dev., Natteboltemp. verschil tussen 2 en 0.6 m

Tabel 4.3.2 (vervolg)

Indeling: Base-2 (Burroughs)  
Tweede record (PC-systeem)

Index	Element	Omschrijving
27	TW06	Standaard-dev., Natteboltemperatuur op 0.6 m
28	<vrij>	
29	F200N	Standaard-dev., windsnelheid op 200m, propvaan, noord-uith.
30	F140N	Standaard-dev., windsnelheid op 140m, propvaan, noord-uith.
31	F80N	Standaard-dev., windsnelheid op 80m, propvaan, noord-uith.
32	F40N	Standaard-dev., windsnelheid op 40m, propvaan, noord-uith.
33	F20NW	Standaard-dev., windsnelheid op 20m, propvaan, NW-mast
34	F10NW	Standaard-dev., windsnelheid op 10m, propvaan, NW-mast
35	<vrij>	
36	F200SW	Standaard-dev., windsnelheid op 200m, propvaan, SW-uith.
37	F140SW	Standaard-dev., windsnelheid op 140m, propvaan, SW-uith.
38	F80SW	Standaard-dev., windsnelheid op 80m, propvaan, SW-uith.
39	F40SW	Standaard-dev., windsnelheid op 40m, propvaan, SW-uith.
40	F20SE	Standaard-dev., windsnelheid op 20m, propvaan, SE-mast
41	F10SE	Standaard-dev., windsnelheid op 10m, propvaan, SE-mast
42	<vrij>	
43	D200N	Standaard-dev., windrichting op 200m, propvaan, noord-uith.
44	D140N	Standaard-dev., windrichting op 140m, propvaan, noord-uith.
45	D80N	Standaard-dev., windrichting op 80m, propvaan, noord-uith.
46	D40N	Standaard-dev., windrichting op 40m, propvaan, noord-uith.
47	D20NW	Standaard-dev., windrichting op 20m, propvaan, NW-mast
48	D10NW	Standaard-dev., windrichting op 10m, propvaan, NW-mast
49	<vrij>	
50	D200SW	Standaard-dev., windrichting op 200m, propvaan, SW-uith.
51	D140SW	Standaard-dev., windrichting op 140m, propvaan, SW-uith.
52	D80SW	Standaard-dev., windrichting op 80m, propvaan, SW-uith.
53	D40SW	Standaard-dev., windrichting op 40m, propvaan, SW-uith.
54	D20SE	Standaard-dev., windrichting op 20m, propvaan, SE-mast
55	D10SE	Standaard-dev., windrichting op 10m, propvaan, SE-mast
56	<vrij>	
57	D200SE	Standaard-dev., windrichting op 200m, selectievaan, SE-uith.
58	D140SE	Standaard-dev., windrichting op 140m, selectievaan, SE-uith.
59	D80SE	Standaard-dev., windrichting op 80m, selectievaan, SE-uith.
60	D40SE	Standaard-dev., windrichting op 40m, selectievaan, SE-uith.
61	ZZZZ	Zonneschijnduur
62		
t/m	<vrij>	
73		
74	RR	Electrische regenmeter, hoeveelheid tweede 5-min. vakje
75	<vrij>	
76#	XHH	SODAR, X= type inversie, HH= hoogte inversie in dam
77#	PHHH	Wolkenhoogte
78		
t/m	<vrij>	
128		

Tabel 4.3.2 (vervolg)

Indeling: Base-3 Burroughs  
Derde record PC-systeem

Index	Element	Omschrijving
1	V180	K3 van het zicht op 180 m
2	V140	K3 van het zicht op 140 m
3	V100	K3 van het zicht op 100 m
4	V60	K3 van het zicht op 60 m
5	V20	K3 van het zicht op 20 m
6	V10	K3 van het zicht op 10 m
7	V2	K3 van het zicht op 2 m
8		
t/m	<vrij>	
28		
29	F200N	Maximum windsnelheid op 200m, propvaan, noord-uith.
30	F140N	Maximum windsnelheid op 140m, propvaan, noord-uith.
31	F80N	Maximum windsnelheid op 80m, propvaan, noord-uith.
32	F40N	Maximum windsnelheid op 40m, propvaan, noord-uith.
33	F20NW	Maximum windsnelheid op 20m, propvaan, NW-mast
34	F10NW	Maximum wind nelheid op 10m, propvaan, NW-mast
35	<vrij>	
36	F200SW	Maximum windsnelheid op 200m, propvaan, SW-uith.
37	F140SW	Maximum windsnelheid op 140m, propvaan, SW-uith.
38	F80SW	Maximum windsnelheid op 80m, propvaan, SW-uith.
39	F40SW	Maximum windsnelheid op 40m, propvaan, SW-uith.
40	F20SE	Maximum windsnelheid op 20m, propvaan, SE-mast
41	F10SE	Maximum windsnelheid op 10m, propvaan, SE-mast
42		
t/m	<vrij>	
75		
76#	XHH	SODAR, X= type inversie, HH= hoogte inversie in dam
77		
t/m	<vrij>	
107		
108		Sinusphi, zonshoogte bepaald in GEM10 en INIT
109		
t/m	<vrij>	
128		

\*] kanaal niet ingebruik geweest

#] kanaal eerst op 1 juni 1990 in programma opgenomen

- PROGRAMMA HALFUUR : Zie hoofdstuk 15

Dit programma berekende de halfuurgemiddelden uit de files < AMjjmdd.dat>. Het programma maakte zowel een dagfile < CBjjmdd.ASC> als een maandfile < CABjjmm.ASC > aan.

#### 4.4 On-line controle en het statuswoord

##### Inleiding

Alvorens berichten uit Cabauw te verzenden was het nodig de gegevens te controleren. Dit moest machinaal en on-line gebeuren, omdat niet continu een waarnemer aanwezig was.

Door de veelheid aan metingen aan de Cabauw-mast zijn een groot aantal controles op interne consistentie mogelijk. De criteria worden bij de paragrafen van de verschillende elementen vermeld.

De on-line controles waren alleen bedoeld om evidente fouten in het AMLA, SYNOP, KLIM en MEMA bericht te vermijden. De controle mag niet te scherp zijn omdat anders vaak ten onrechte juiste metingen niet verstuurd werden. In de database in De Bilt werd de controle overgedaan waarbij de "verdacht indicaties" slechts een waarschuwend karakter hadden t.b.v. het schonen.

Bij het bestand, dat in het geheugen van de preprocessor opgebouwd werd, moest onderscheid gemaakt worden tussen de grootheden die direkt bij datareduktie tot stand kwamen en de afgeleide grootheden. Voorbeelden van de eerste groep zijn gemiddelde en standaarddeviatie van natte - en drogebol temperatuurverschillen. Voorbeelden van afgeleide grootheden zijn de absolute temperatuur en het dauwpunt.

Behalve de meetwaarden werd per kanaal ook een statuswoord bijgehouden. De gereduceerde gegevens met de statuswoorden werden gearchiveerd in De Bilt. Een deel van statusinformatie werd door de preprocessor aangemaakt; een ander deel kwam bij het schonen tot stand. Het idee hierachter is om **niet** de meetwaarden door een foutcode te vervangen, maar om controle informatie in het statuswoord op te bergen. Afhankelijk van het gebruik kan dan de informatie geaccepteerd of verworpen worden. Voor het statuswoord werd per meetkanaal een combinatie van de cijfers K en W gebruikt, ieder lopend van 0 tot en met 9.

Wanneer beide cijfers 0 zijn is alles in orde.

De waarde van K en W komt tot stand door optelling van een aantal controles. De betekenis is als volgt:

K = 0	geheel goed
K = K+1	5-25% van de samples afwezig
K = K+2	verdacht op basis van on-line controle
K = K+4	ventilatie uit (niet gebruikt)
K = 8	na het schonen geen controle meer toegepast
K = 9	ontbrekend
W = 0	geheel goed
W = W+1	nat/droog -indicatie
W = W+2	bij het schonen gecorrigeerd /aangevuld
W = W+4	niet geselecteerde windsensor
W = 8	status bij het schonen verworpen, waarde dus goed
W = 9	verworpen

Ook de afgeleide gegevens zoals absolute temperatuur en dauwpunt werden op deze manier van een statuswoord voorzien. Een deel van het statuswoord werd direkt bij de datareduktie toegevoegd, afhankelijk van de stand van de sampleteller. Samples werden niet meegeteld en meegenomen in de berekening wanneer :

- een kanaal uitgeschakeld was (met de hand of via een uithouder)
- een meetwaarde buiten de range lag van de A/D -converter (dit was een duidelijke storing)

Het statuscijfer K werd met 1 opgehoogd wanneer 5-25% van de samples afwezig was.

Indien meer samples ontbraken werd K = 9.

Het maximum aantal samples per 10 minuten was 200.

Het on-line controleprogramma kon K met 2 ophogen.

Het selectieprogramma kon W met 4 ophogen. Een en ander wordt in de paragrafen van de verschillende elementen beschreven .

#### 4.5 Verwerking en structuur van ijkgegevens.

In de computer zijn twee blokken met ijkfactoren aanwezig:

Blok-A en Blok-B (tabel met 3 ijkfactoren voor alle kanalen)

Blok-A staat op een niet vluchtig geheugen (TU-58 cassetterecorder) en is toegankelijk voor de operator in Cabauw of via het opbel modem in De Bilt ter wijziging via het programma YKEDIT. Met dit programma was het mogelijk de ijkgegevens die zowel op het cassettebandje en in het Common geheugen in Cabauw stonden te muteren. Na het invoeren van de nieuwe gegevens werd het programma afgesloten en vervolgens een mutatie bericht naar De Bilt gezonden. In het mutatie bericht werden het kanaalnummer, de nieuwe ijkfactoren, nummer van het instrument en het tijdstip van wijziging vermeld en vervolgens in de database opgeslagen.

De ijkfactoren in blok -A zetten deingangsspanningen van de computer om in fysische eenheden d.m.v. onderstaande formule:

$$F = YKA_1 * V_i + YKA_2$$

Hierbij is F de fysische grootheid. YKA<sub>1</sub> en YKA<sub>2</sub> zijn respectievelijk de lineaire en de konstante ijkfactor, die per kanaal opgegeven worden en V<sub>i</sub> is deingangsspanning. Afhankelijk van het type kanaal wordt YKA<sub>3</sub> gebruikt (bijvoorbeeld: kwadratische faktor bij temperatuur of positie van de plug waarop de windrichting sensor is geplaatst).

Intern leest de computer de AD -converter niet uit in Volts, maar in AD -eenheden. Dit is een integer, die loopt van -2048 tot 2047 voor de range van -10 V tot +9.9951 V. Daarom wordt in de programma's YKEDIT en INITIA van blok -A het blok -B afgeleid, waarbij de getallen in Blok-B geschikt zijn voor een omzetting van AD-eenheden naar fysische eenheden. Alleen blok-B wordt intern gebruikt bij berekeningen.

Blok -A bestaat per kanaal uit 4 getallen namelijk:

Instrumentnummer, YKA<sub>1</sub>, YKA<sub>2</sub>, YKA<sub>3</sub>

Blok -B bevat :

YKB<sub>1</sub>, YKB<sub>2</sub>, YKB<sub>3</sub>

Omrekening van blok -A naar blok -B gebeurt met onderstaande formules:

$$YKB_1 = YKA_1 / 204.8$$

$$YKB_2 = YKA_2$$

$$YKB_3 = YKA_3$$

Voor de omrekening naar fysische eenheden kan nu opnieuw bovenstaande formules worden gebruikt met YKB i. p. v. YKA en V<sub>i</sub> in AD -eenheden.

In de hoofdstukken waar de verschillende elementen worden besproken komen ook de ijkfactoren aanbod.

## Hoofdstuk 5

### Luchttemperatuurmeting met droge- en nattebolsensor

#### 5.1 Meetniveaus :

De volgende droge- en natteboltemperaturen werden gemeten:

- Absolute temperatuur op 200 m
- Referentietemperatuur op 200 m \*1
- Temperatuur verschil tussen 200 en 140 m
- Temperatuur verschil tussen 140 en 80 m
- Temperatuur verschil tussen 80 en 40 m
- Temperatuur verschil tussen 40 en 20 m
- Temperatuur verschil tussen 20 en 10 m
- Temperatuur verschil tussen 10 en 2 m \*2
- Temperatuur verschil tussen 2 en 0.6 m \*2
- Absolute temperatuur op 0.6 m
- Referentietemperatuur op 0.6 m \*3

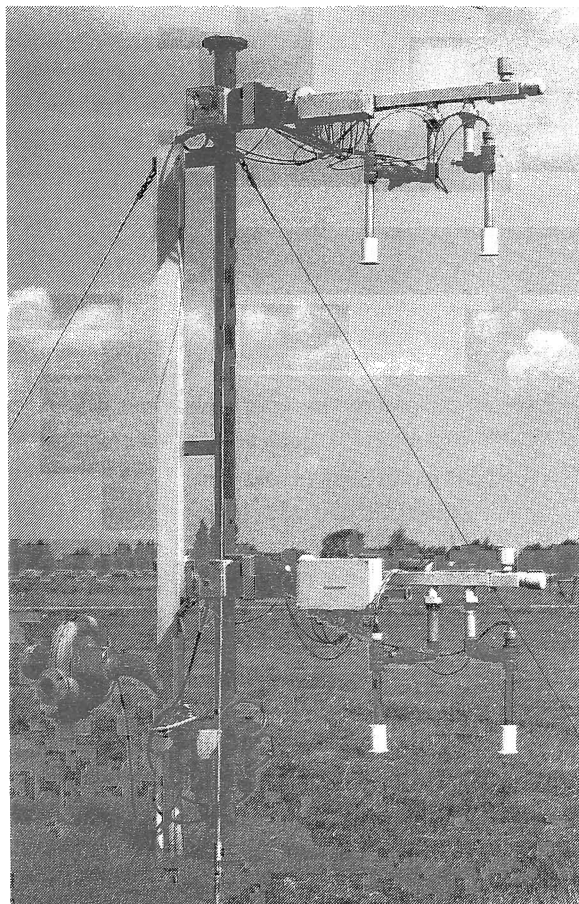
De sensoren van zowel natte- als drogebol temperaturen bevonden zich:

- tussen 40 en 200 m aan de uiteinden van de zuidoost uithouders (fig. 6.1.5)
- op 10 en 20 m aan de uithouders van de zuidoost - mast (fig. 6.1.6)
- op 0.6 en 2 (1.50) m aan een separaat mastje in de omgeving van de zuidoost - mast (fig. 5.2) en kaart 2.2)

\*1 In gebruik vanaf 22 april 1992 om 11.00 UTC .

\*2 Op 11 september 1990 om 14.10 UTC hoogte van 2 meter teruggebracht naar 1.50 m.  
In verband met aanpassing aan het landelijk meetnet.

\*3 In gebruik vanaf 16 juni 1992 om 12.00 UTC .



Figuur 5.2  
Temperatuur 0.6 en 1.50 m

## 5.2 Meetsysteem

Als sensoren werden de door het KNMI ontwikkelde koper-constantaan thermokoppels gebruikt met een gevoeligheid van ca 40  $\mu\text{V}/\text{K}$ . Deze waren gemonteerd in een gemodificeerde Assmann Psychrometer stralingsafscherming en kunstmatig geventileerd met een snelheid van ongeveer 6 m/s (Slob, 1978).

De thermokoppels waren aangesloten op een door Drs. S. Schoen van de Instrumentele Afdeling van het KNMI ontworpen en gebouwd hoogwaardig elektronisch temperatuursysteem.

De belangrijkste component van dit systeem was de lichtchopperversterker (Louwers 1982, Van der Linden 1992) die als gevoelige gelijkspanningsversterker gebruikt werd om de thermokoppelspanningen te versterken. De resolutie van de versterker was  $0,01 \text{ K} \times 40 \mu\text{V}/\text{K} = 0,4 \mu\text{V}$  met een verloop van max. 0,1  $\mu\text{V}$  per jaar.

Deze versterker was in twee uitvoeringen aanwezig n. l. één voor het meten van de z.g. *absolute* (= heersende) *temperatuur* en één voor de *temperatuurverschillen*.

### 5.2.1 Absolute temperatuur

Aan het einde van het temperatuurprofiel op, resp. 200 en 0.6 m, werd de absolute temperatuur gemeten door een thermolas onder te brengen in een  $0^\circ\text{C}$  referentie van het merk Mectron, type Zeref, model 1368. De nauwkeurigheid van deze referentie was  $0.05^\circ\text{C}$ . (Van Ulden, et al., 1976).

Vervolgens werd het signaal aangesloten op een chopperversterker met een versterkingsfactor van 10.000 x. De ingangsrang was  $\pm 1 \text{ mV}$  of  $\pm 25^\circ\text{C}$  en de uitgangsspanning was  $0,4 \text{ V}/^\circ\text{C}$ . Om te voorkomen dat de versterker onder extreme omstandigheden "vast zou lopen" werd gebruik gemaakt van een zomer- of winterrange. Daarom werd 's zomers aan de uitgang van de versterker een offset-spanning ingeschakeld door een kortsluitverbinding op de print aan te brengen.

De meetrange van het systeem was dus: in de zomer tussen  $-15^\circ\text{C}$  en  $+35^\circ\text{C}$  en  
in de winter tussen  $-25^\circ\text{C}$  en  $+25^\circ\text{C}$

De meetnauwkeurigheid bedroeg ca  $0.2^\circ\text{K}$ .

Vanaf medio 1992 zijn deze referenties vervangen door referentieblokken met een tijdconstante van tenminste 30 min. De temperatuur van het referentieblok werd gemeten met behulp van een standaard KNMI-meetbrug (KNMI- INSA, 1987) en een Pt 500 element (KNMI- INSA, 1989).

De meetrange van dit systeem was altijd tussen  $-30^\circ\text{C}$  en  $+40^\circ\text{C}$ .

Ook bij dit systeem bedroeg de meetnauwkeurigheid ca  $0.2^\circ\text{K}$ .

### 5.2.2 Temperatuurverschillen

Tussen twee opéénvolgende meetniveau's werden temperatuurverschillen gemeten. Het signaal werd aangesloten op een chopperversterker met een versterkingsfactor van 25.000 x. De ingangsrang was  $\pm 200 \mu\text{V}$  of  $\pm 5^\circ\text{C}$  en de uitgangsspanning  $1 \text{ V}/^\circ\text{C}$ . Op de versterkeruitgang werd een offset-spanning van  $-2 \text{ V}$  aangebracht. De meetrange kwam daardoor tussen  $-3^\circ\text{C}$  en  $+7^\circ\text{C}$  met een meetnauwkeurigheid ca  $0.05^\circ\text{K}$ .

De volgende afspraak is gemaakt: "min teken": boven gelegen niveau is kouder (onstabiel) dan het betreffende niveau en "plus teken": boven gelegen niveau is warmer (stabiel) dan het betreffende niveau.

Inversies konden met dit systeem goed worden gemeten omdat de versterker pas in verzadiging kwam wanneer het temperatuurverschil met de boven liggende uithouder meer dan plus zeven graden werd.

Door de verschillen bij de absolute temperatuur op te tellen of af te trekken kon de heersende temperatuur op ieder niveau worden bepaald.



De genoemde nauwkeurigheden slaan op het gehele systeem van sensor t/m inzameling . Om deze nauwkeurigheden te halen is veel onderzoek gedaan naar de stralingsafscherming en ventilatie van de sensoren (Slob , 1978), controle en instellen van versterkers (Muller, 1982, Louwers, 1982, Van der Linden, 1992). Voorts is er ook veel aandacht geschonken aan het regelmatig onderhoud van het systeem (zie 5.4).

Voor de *natteboltemperatuur* werd een identieke sensor gebruikt als voor de drogebol, nu voorzien van een katoenen kousje dat doormiddel van een slangenpompe met gedemineeraliseerd water werd bevochtigd (Slob, 1974).

Een nadeel van dit systeem was dat het veel onderhoud vergde en dat tijdens vorst niet gemeten kon worden. Onderbrekingen in de watertoevoer deden zich ook nogal eens voor.

Andere problemen met het temperatuurmeetsysteem waren dat onder “natte omstandigheden“, dus bij mist en neerslag, de droge sensor “nat slaat” en als nattebol gaat fungeren. (Slob, 1973, Van der Luit, 1982).

Het kon ook voorkomen dat de onderkant van de stralingsafscherming tijdens een ruige rijp periode dicht slipte.

(Zie 5.7 On-line controle procedures).

### 5.3 Datareductie

Van zowel de absolute temperaturen als van de temperatuurverschillen (nat en droog) worden gemiddelden en standaarddeviaties berekend. Met de gebruikte sensoren, die een tijdconstante hadden van ongeveer 1 seconde, en met een filtering van 1 s, levert dit afwijkingen op ten opzichte van de werkelijke standaarddeviatie. Voorbeeld: onderstaande tabel 5.3 geeft de verhouding van gemeten en werkelijke standaarddeviatie. (Dit geldt alleen voor de absolute temperaturen ; Beljaars, 1983).

Tabel 5.3 Verhouding van gemeten en werkelijke standaarddeviatie van de temperatuur bij diverse windsnelheden U, voor een sensor met een tijdconstante van 1 s en een RC - filter van 1 s en op hoogte Z (m)

U	Z=0.5	Z=10
5	0.37	0.79
10	0.28	0.71
20	0.21	0.62

Voor de maximum en minimum temperaturen, die in het SYNOP bericht voorkwamen werden de maximale en minimale tien minuut gemiddelde temperaturen van 2 (1.50) m hoogte gebruikt. Deze werden gecorrigeerd voor de turbulentie intensiteit met behulp van de standaarddeviatie op 0.6 m hoogte. De correctie bedraagt + 0.85\*sigma voor de maximum temperatuur en - 0.85\*sigma voor de minimum temperatuur (Beljaars, 1983).

Hierbij is sigma de standaarddeviatie van de temperatuur op 0.6 m hoogte. Op deze manier werd een standaardmeting op 2 (1.50) m hoogte gesimuleerd met een tijdconstante van 1 minuut.

### 5.4 Instrumentele controles en onderhoud

Allereerst was het gehele elektronische systeem voortdurend controleerbaar omdat iedere tien minuten een zogenaamde controle temperatuur werd berekend. Deze kwam tot stand door bij de absolute temperatuur van 200 m alle temperatuur verschillen op te tellen tot en met 0.6 m. De gemeten absolute temperatuur op 0.6 m werd vervolgens vergeleken met de berekende temperatuur op 0.6 m. Als niet te “scherp“ criterium werd aangehouden dat het verschil tussen

de gemeten en berekende temperatuur beslist niet meer dan  $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  moest zijn, de streefwaarde was  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ .

Opmerking: bovenstaande heeft dus uitsluitend betrekking op elektronisch goed functioneren.

Tot en met 7 juni 1990 werden alle versterkers tenminste 2 maal per jaar met de ingebouwde ijkspanningsversterkers ( $\pm 9.90\text{ V}$ ) geijkt en werd het nulpunt bepaald. De resultaten staan vermeld in de "ijkboeken" te Cabauw.

Bij twijfels of storingen werd deze procedure herhaald. Na 7 juni 1990 (de laatste keer dat overgegaan werd op de zomer range (5. 5) werd de ijkprocedure nog tenminste 1 maal per jaar gedaan. Niettegenstaande de controles zijn toch nog afwijkingen mogelijk (Beljaars en Bosveld, 1997).

De regelkranen in de zuigleidingen van het ventilatiesysteem werden wegens ernstige oxydatie in het voorjaar van 1990 verwijderd. De ventilatiesnelheid werd tenminste 1 maal per jaar gecontroleerd.

Wekelijks werden de tankjes van de nattebolsensoren met gedemineraliseerd water bijgevuld, de kousjes met een plantenspuit schoongespoten en de drogebolsensoren stof vrij gemaakt. Indien nodig werden de kousjes vervangen, eenmaal in de ca 6 weken was dat wel nodig.

De stralingsafschermingen en de binnenhulsjes werden ca eenmaal per twee jaar repectievelijk wit geschilderd en opnieuw verchromd.

## 5.5 Omrekening naar fysische grootheden (F)

### 5.5.1 Absolute temperatuur in $^{\circ}\text{C}$

Omdat bij het meten met thermokoppels in alle gevallen ervan uitgegaan moet worden dat de werking van thermokoppels pas goed beschreven kan worden met een kwadratische benadering wordt in de computer te Cabauw in het ijkfactoren blok YKA<sub>3</sub> de kwadratische faktor opgeslagen (zie 4.5) . De omrekenformule wordt:

$$F = YKA_1 * V_i + YKA_2 + YKA_3 * V_i * V_i$$

of intern in de computer

$$F = YKB_1 * V_j + YKB_2 + YKB_3 * V_j * V_j / 41943 \quad (\text{waarbij } V_j \text{ in AD-eenheden})$$

De standaardwaarden zijn voor :	<u>YKA<sub>1</sub></u>	<u>YKA<sub>2</sub></u>	<u>YKA<sub>3</sub></u>
zomerwaarde	2.544	10.306	-0.00808
winterwaarde	2.609	0	-0.00808

De zomerwaarde of de winterwaarde werden op een willekeurig tijdstip in het betreffende seizoen ingezet. De zomerwaarde is op 7 juni 1990 voor het laatst ingezet en daarna altijd operationeel gebleven, omdat bij de inzet van het referentieblok de omschakeling niet noodzakelijk was.

### 5.5.2 Temperatuurverschillen in $^{\circ}\text{C}$

Evenals bij de absolute temperatuur wordt hier ook de kwadratische ijkfactor YKA<sub>3</sub> gebruikt.

De standaardwaarden zijn zowel voor de zomer als in de winter:

<u>YKA<sub>1</sub></u>	<u>YKA<sub>2</sub></u>	<u>YKA<sub>3</sub></u>
0.5068	2.032	-0.0003

Opmerking: Tussen 1986 en 1990 was men niet altijd consequent met de keuze van de factoren, wel werden zomer en winter waarden aangehouden. (Zie voor details de logboeken).

Deze standaardwaarden zijn nauwkeurig voor een absolute temperatuur van 10°C maar worden bij gebruik gecorrigeerd met de gemiddelde temperatuur van 200 en 0.6 m hoogte. De correcties op de lineaire factor en de constante worden alleen in combinatie met blok-B toegepast bij de berekening van 10-minuut gemiddelden. De lineaire en constante factor worden nu:

$$YKB1 = 0.00124 \cdot (TR - 10) / 204.8 = YKB1 - 6.05 \cdot 10^{-6} \cdot (TR - 10)$$

$$YKB2 = 0.00496 \cdot (TR - 10)$$

Hierbij is  $TR = (T_{200} + T_{0.6}) / 2$ , wanneer zowel  $T_{200}$  als  $T_{0.6}$  aanwezig zijn. Voor  $TR$  wordt  $T_{200}$  gekozen of  $T_{0.6}$  wanneer een van de twee ontbreekt. De correctie wordt niet toegepast wanneer beide temperaturen ontbreken. (Zie voor details en achtergronden Muller, 1982).

### 5.5.3 Berekening ijkfactoren Pt-500 element in de referentie blokken

De meetrange in Cabauw is tussen -3 V en +4 V, door een 2 maal volgvesterker wordt de range voor de meetbrug dan tussen -6 V en +8 V. Het totale spanningsbereik is dan dus 14 V.

De temperatuurrange is tussen -30°C en +40°C.

Volgens de standaard ijktabel van een Pt-500 element is de weerstand bij:

40°C	577.69 ohm en bij
-30°C	441.12 ohm

Verskil 136.57 ohm over 14 V

$$(R_{500}) = 136.57 / 14 = 9.775 \cdot U$$

Voor een standaard element wordt de omrekening naar temperatuur:

$$T = a(R_{500})^2 + b(R_{500}) + c$$

$$T = a(9.775)^2 \cdot U^2 + b \cdot 9.775 \cdot U + c$$

Met behulp van een regressie vergelijking kunnen we van ieder individueel geijkt Pt-500 element de factoren a, b en c bereken en invoeren in de laatste vergelijking en vinden dan :

de lineaire factor (U) YKA 1

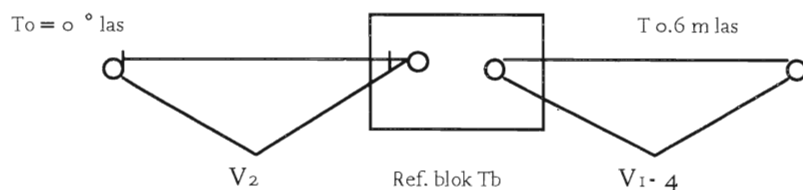
de constante factor (c) YKA 2

de kwadratische factor (U<sup>2</sup>) YKA 3

### 5.5.4 Programma aanpassing in verband met vervanging 0-punts referentie

Om programma technische redenen is er naar gestreefd zo min mogelijk aan het bestaande programma te veranderen. Daarom is er voor gekozen de geregistreerde bloktemperatuur om te rekenen naar 0°C. We kregen dan een gesimuleerde 0° graden Celsius.

In principe ging dat als volgt :



De som van twee thermo-koppelspanningen is gelijk aan de spanning die een koppel over het totale temperatuur verschil gemeten zou hebben.

We willen de totale spanning (  $V_t$  ) weten :

$$V_t = V_1 + V_2 - 4 \quad (4 \text{ vanwege de offset in de zomer})$$

$V_1 - 4$  meten we want, dat is het spanningsverschil in het koppel  $T_b$  in het referentieblok en  $T$  op een meetniveau (bijv. 0.6 m)

$V_2$  meten en berekenen we met de thermokoppel karakteristiek:

$$V_2 = 0.3833 T_b + 0.000455 T_b^2$$

Het gesimuleerde thermokoppel  $T_0$  heeft niets te maken met de offset spanning van 4 V; daarom wordt altijd de normale thermokoppel karakteristiek gebruikt.

## 5.6 Berekening afgeleide grootheden

### 5.6.1 Absolute temperatuur van zowel droge - als natteboltemperatuur

Bij het berekenen van de absolute (heersende) temperaturen is uitgegaan van de absolute meting op 200 m of op 0.6 m. Hierbij is steeds een optimale keuze gemaakt, afhankelijk van de statusinformatie. Bovendien werd aan de resulterende temperaturen een gecombineerde statusinformatie toegevoegd.

In eerste instantie vond de berekening van de temperaturen plaats vanaf 200 m naar 0.6 m, dat kon alleen maar als de statusinformatie van alle temperaturen goed was (zie 5.7). Werde ergens in het profiel een verdachte statusinformatie aangetroffen dan vond de berekening vanaf 0.6 m plaats tot het verdachte niveau.

### 5.6.2 Berekening van de vochtindicatoren

Er werd uitgegaan van de heersende luchtdruk herleid tot zeeniveau ( $P_0$ ). Was deze niet beschikbaar dan werd de standaard waarde van 1013.0 hPa gekozen.

Vervolgens werd de druk op het meetniveau (hoogte  $z$ ) berekend met:

$$\text{luchtdruk ( hPa ) } P = P_0 * ( 1 - z/8300 )$$

De volgende berekeningen konden natuurlijk alleen uitgevoerd worden indien zowel de droge- als natteboltemperaturen aanwezig waren (Duyndam , 1983).

Per niveau:

$$\text{dampspanning (hPa) } e = 6.1365 * \exp \{ 17.502 T_n / (240.97 + T_n) \} - 0.000664 * P * (T - T_n)$$

$T$  = drogeboltemperatuur

$T_n$  = natteboltemperatuur

$$\text{specifieke vochtigheid ( g/kg ) } q = \frac{622}{P/e - 0.378}$$

$$\text{dauwpunts temperatuur (°C) } T_d = \frac{240.97 * \ln ( e / 6.1365 )}{17.502 * \ln ( e / 6.1365 )}$$

## 5.7 On-line controleprocedures

Er kunnen zich een aantal situaties voordoen zoals: het nat zijn van een drogebolsensor, het droog zijn van een nattebolsensor, het uitvallen van een ventilatiemotor, het niet goed functioneren van een versterker of het bevroren van de nattebollen. Dit alles kan aanleiding

geven tot het niet goed meten van de temperatuur. Daarom zijn een aantal controle procedures ontwikkeld die de meeste van de genoemde onregelmatigheden automatisch kunnen vaststellen.

### 5.7.1 Controle temperatuur (zie ook: 5.4)

De eerste controle van zowel nattebol- als drogeboltemperaturen bestaat uit een vergelijking tussen het verschil in absolutetemperatuur op 200 m en 0.6 m en de som van de temperatuurverschillen. Wanneer een afwijking van minder dan 0.5°C gevonden wordt, kan geconcludeerd worden, dat het hele temperatuursysteem technisch goed functioneert. Wanneer de afwijking groter is, worden alle temperaturen in het profiel met "verdacht" gemerkt. Deze controle wordt alleen uitgevoerd wanneer  $K < 9$  voor alle punten in het profiel.

### 5.7.2 Controle op het nat zijn van droge sensoren

Na de technische controle van het temperatuurprofiel blijft nog een mogelijkheid over, dat de sensor niet de juiste temperatuur heeft. Dit kan het gevolg zijn van de aanwezigheid van vocht op de droge opnemer.

Hiertoe worden achtereenvolgens de volgende controles uitgevoerd:

Indien		$T_{200} - T_{140} < -0.9$	dan is $T_{200}$	nat
"		$T_{140} - T_{80} < -0.9$	dan is $T_{140}$	nat
"		$T_{80} - T_{40} < -0.6$	dan is $T_{80}$	nat
"	$T_{10} - T_2 > 0$	en $T_{40} - T_{20} < -0.25$	dan is $T_{40}$	nat
"	$T_{10} - T_2 > 0$	en $T_{40} - T_{10} < -0.45$	dan is $T_{40}$	nat
"	$T_{10} - T_2 > 0$	en $T_{20} - T_{10} < -0.35$	dan is $T_{20}$	nat
"	$T_{10} - T_2 > 0$	en $T_2 - T_{0.6} < -0.25$	dan is $T_2$	nat
"	$T_{10} - T_{0.6} > 0$	en $T_{10} - T_2 < 0$	dan is $T_{0.6}$	nat
"	$T_{10} - T_2 < -0.1$	en $T_{40} - T_{20} > 0.1$	dan is $T_{20}$	nat
"	$T_{10} - T_2 < -0.1$	en $T_{40} - T_{10} > 0.1$	dan is $T_{10}$	nat
"	$T_{10} - T_2 < -0.1$	en $T_{20} - T_{10} > 0$	dan is $T_{10}$	nat
"	$T_{10}$ nat en $T_{10} - T_2 < 1$		dan is $T_2$	nat

Voorts werd ook gebruik gemaakt van de standaarddeviaties ( $\sigma$ ) van het droge profiel met als drempelwaarde 2 °C ( $\sigma_{dr}$ ).

Want:

Indien	$\sigma(T_{200} - T_{140}) > \sigma_{dr}$	en	$\sigma(T_{140} - T_{80}) < \sigma_{dr}$	$\rightarrow T_{200}$ is nat
"	$\sigma(T_{200} - T_{140}) > \sigma_{dr}$	en	$\sigma(T_{140} - T_{80}) > \sigma_{dr}$	$\rightarrow T_{140}$ is nat
"	$\sigma(T_{140} - T_{80}) > \sigma_{dr}$	en	$\sigma(T_{80} - T_{40}) > \sigma_{dr}$	$\rightarrow T_{80}$ is nat
"	$\sigma(T_{80} - T_{40}) > \sigma_{dr}$	en	$\sigma(T_{40} - T_{20}) > \sigma_{dr}$	$\rightarrow T_{40}$ is nat
"	$\sigma(T_{40} - T_{20}) > \sigma_{dr}$	en	$\sigma(T_{20} - T_{10}) > \sigma_{dr}$	$\rightarrow T_{20}$ is nat
"	$\sigma(T_{20} - T_{10}) > \sigma_{dr}$	en	$\sigma(T_{10} - T_2) > \sigma_{dr}$	$\rightarrow T_{10}$ is nat
"	$\sigma(T_{10} - T_2) > \sigma_{dr}$	en	$\sigma(T_2 - T_{0.6}) > \sigma_{dr}$	$\rightarrow T_2$ is nat
"	$\sigma(T_2 - T_{0.6}) < \sigma_{dr}$	en	$\sigma(T_2 - T_{0.6}) > \sigma_{dr}$	$\rightarrow T_{0.6}$ is nat

Het testen van de standaarddeviatie van de temperatuurverschillen is gebaseerd op de volgende ideeën :

- De standaarddeviatie van het temperatuurverschil tussen twee opeenvolgende niveau's wordt slechts in geringe mate bepaald door trend en langzame fluctuaties.
- en natte opnemer zal een grotere standaarddeviatie geven, omdat er een opeenvolging van nat worden en opdrogen plaatsvindt.

Wanneer een opnemer nat bevonden is, wordt  $W$  met 1 opgehoogd ( $W = W + 1$ ). Het kan voorkomen, dat de controle temperatuur niet klopt omdat een van de elementen nat is. Indien één van de temperaturen nat is en alle temperaturen zijn verdacht, dan wordt de verdachtmaking ongedaan gemaakt van alle temperaturen en wordt de absolute temperatuur beneden het natte niveau opnieuw berekend vanaf de absolute temperatuur op 0.6 m hoogte. Bij meerdere natte niveaus wordt niets gedaan.

- Berekening absolute drogebol- en natteboltemperaturen en vochtindicatoren.  
Na bovenstaande tests worden per niveau de drogebol- en natteboltemperaturen berekend en van een kwaliteits getal voorzien.  
Vervolgens worden per niveau de vochtigheden berekend.

Nog meer tests:

- Als op eenzelfde niveau de natteboltemperatuur ( $T_w$ )  $0.2^\circ\text{C}$  hoger is als de drogeboltemperatuur ( $T$ ) dan wordt  $K = K + 2$ . Bij het gemeenschappelijke niveau van  $\Delta T$  en  $\Delta T_w$ , wordt de bij behorende  $K$  waarde ook  $K + 2$ .
- Indien de natteboltemperatuur op een niveau  $\leq - 0.2^\circ\text{C}$  was, dan werd  $K = K + 2$ .

De gemeenschappelijke niveau 's van  $\Delta T_w$  werden dan ook  $K = K + 2$ . Er werd dus van uitgegaan dat in die situatie de nattebol bevroren was. Tijdens het schonen van de gegevens werd  $K + 2$  vervangen door  $K = 9$ . Werde de natteboltemperatuur  $\geq + 0.2^\circ\text{C}$  dan kwam het eerder genoemde criterium te vervallen.

### 5.7.3 Controle op het droog zijn van natte sensoren.

De grootte, die zich het best leent om deze controle uit te voeren is de specifieke vochtigheid ( $q$ ). Voor deze vochtgrootte wordt zowel de drogebol- als de natteboltemperatuur gebruikt. Wanneer een van beide ontbreekt wordt het vocht ook als ontbrekend beschouwd. Indien een van beide verdacht is wordt het vocht ook verdacht. Een nat- of droog indicatie voor de droge- of nattebol komt ook in het statuswoord van het vocht terecht.

De volgende controles werden alleen uitgevoerd op voorwaarde dat het droge profiel goed was, dus  $K = 9$  en  $W = 0$  en de absolute temperatuur op 200 m tenminste  $1.5^\circ\text{C}$  lager was dan op 0.6 m.

Want bij inversie situaties werkt deze methode niet.

Vanaf het begin tot en met 7 maart 1990 zijn de volgende criteria in gebruik geweest :

$q_2$	/	$q_{0.6}$	> 0.81	en	< 1.03
$q_{10}$	/	$q_2$	> 0.85	en	< 1.03
$q_{20}$	/	$q_{10}$	> 0.94	en	< 1.02
$q_{40}$	/	$q_{20}$	> 0.95	en	< 1.02
$q_{80}$	/	$q_{40}$	> 0.96	en	< 1.02
$q_{140}$	/	$q_{80}$	> 0.94	en	< 1.03
$q_{200}$	/	$q_{140}$	> 0.94	en	< 1.03

Vanaf 8 maart 1990 :

$q_2$	/	$q_{0.6}$	> 0.85	en	< 1.03
$q_{10}$	/	$q_2$	> 0.90	en	< 1.03
$q_{20}$	/	$q_{10}$	> 0.96	en	< 1.02
$q_{40}$	/	$q_{20}$	> 0.96	en	< 1.02
$q_{80}$	/	$q_{40}$	> 0.96	en	< 1.02
$q_{140}$	/	$q_{80}$	> 0.94	en	< 1.03
$q_{200}$	/	$q_{140}$	> 0.94	en	< 1.03

Indien twee opeenvolgende tests met  $q$  negatief uitvallen wordt het gemeenschappelijke niveau van  $T_w$  met verdacht gemerkt  $W = W + 1$  maar ook van  $\Delta T_w$  wordt  $W = W + 1$ . Indien slechts één test negatief uitvalt en het quotient is  $> 1$  dan is het bovenste niveau droog; is het quotient  $< 1$  dan is het onderste niveau droog. ( $T_w$  wordt  $W = W + 1$ ). De beide gemeenschappelijke niveau's van  $\Delta T_w$  werden ook  $W = W + 1$ .

Naast de controles op de specifieke vochtigheid werden ook de standaarddeviaties van de natteboltemperatuurverschillen gebruikt. Dit werd op dezelfde manier gedaan als bij de drogeboltemperatuur (zie 5.7.2.).

Het kon ook bij de nattebollen voorkomen, dat een niveau droog was en dat hierdoor bovendien de controle temperatuur niet klopt. Indien een niveau droog was en alle niveau's verdacht dan werd de nattebol opnieuw berekend vanaf 0.6 m hoogte. Ook de specifieke vochtigheid ( $q$ ) en de dauwpuntstemperatuur ( $T_d$ ) werden dan opnieuw berekend. De verdacht indicaties werden dan weggehaald.

Na het uitvoeren van bovengenoemde tests werden alle afgeleide grootheden opnieuw berekend en van de nodige verdacht indicaties voorzien.

## Hoofdstuk 6

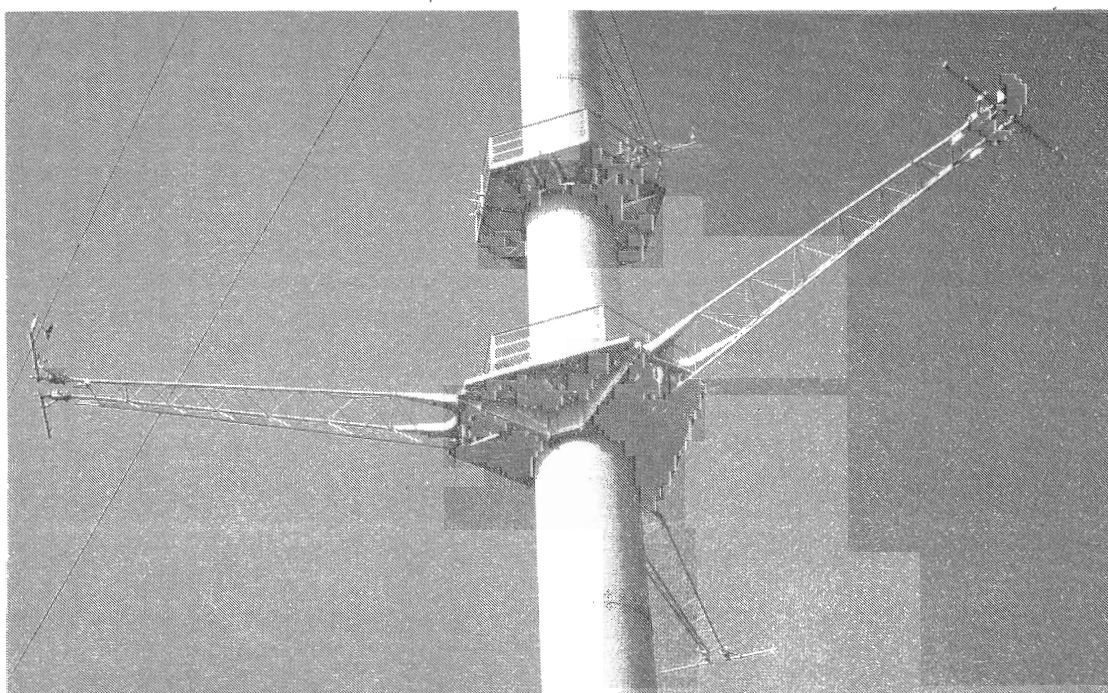
### Windmeting

#### 6.1 Meetniveaus

	niveau (m)	windsnelheid uithouder:		windrichting uithouder:		
		noord	zuidwest	noord	zuidwest	zuidoost
Hoofdmast	200	x	x	x	x	x
	140	x	x	x	x	x
	80	x	x	x	x	x
	40	x	x	x	x	x
Bijmasten	20 (zo)	x		x		
	10 (zo)	x		x		
	20 (nw)	x		x		
	10 (nw)	x		x		

#### 6.1.1 Meetposities:

De hoofdmast is uitgerust met 10 meetniveau's, ieder op een verticale afstand van 20 m. Elk meetniveau heeft 3 uithouders in de richtingen noord, zuidoost en zuidwest. (fig. 6.1.) De eerste jaren (1973 t/m 1976) werd de windsnelheid op alle drie de uithouders gemeten. Uit een niet geregistreerde notitie van Driedonks van 31 januari 1975 blijkt dat met twee uithouders volstaan kan worden om ongestoord de windsnelheid te meten (zie fig. 6.1.1). Voor het automatisch selecteren van de juiste (ongestoorde) uithouder moet men echter aan de hoofdmast wel over drie windrichtingen per niveau beschikken. Voorts was het noodzakelijk de sensoren tenminste 50 cm boven de dwarsarmen te plaatsen. Bovenstaande adviezen van Driedonks werden bevestigd door Van der Vliet, J.G., 1981; Wessels, H.R.A., 1983 en 1984.



Figuur 6.1 De drie uithouders



Bruikbare hoeken voor opstelling vaan op plug 3 en anemometer op plug 1, beide tenminste 50 cm boven de uithouder.

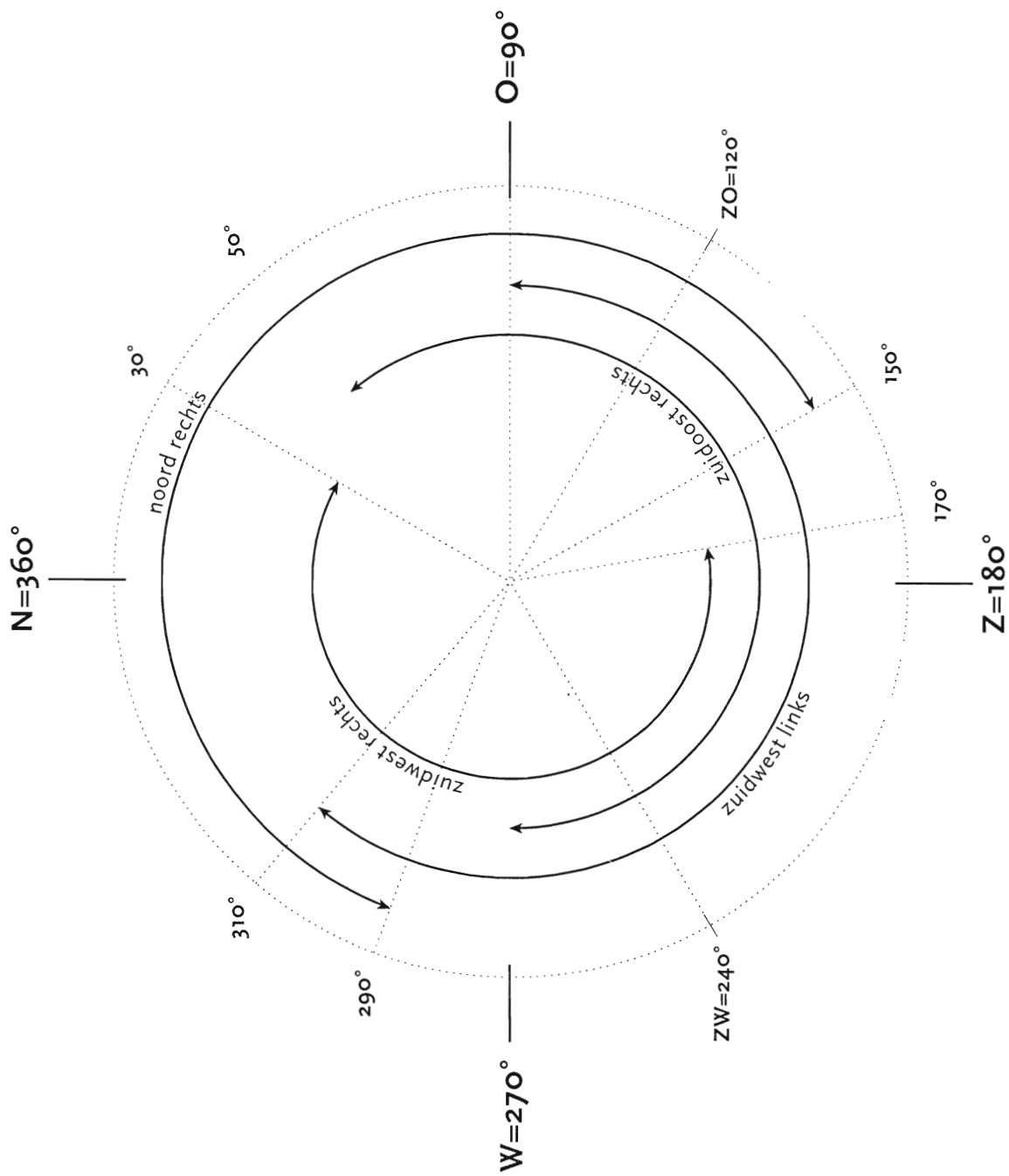
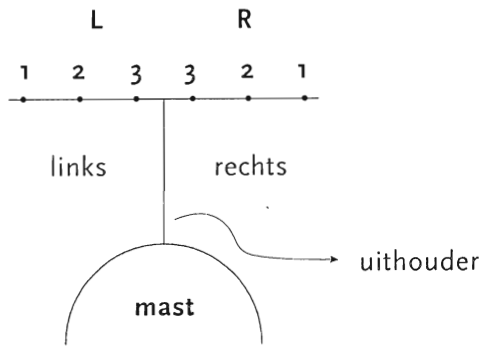
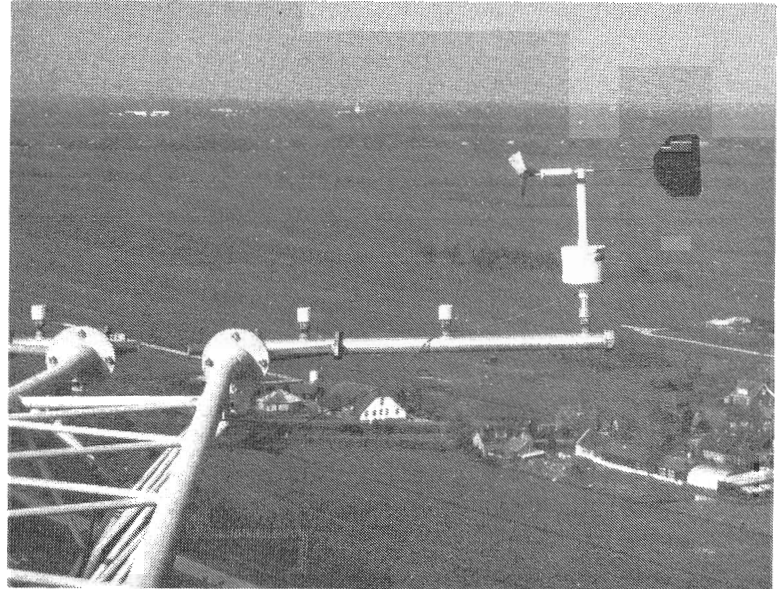


Fig. 6.1.1.

De windmeting aan de hoofdmast vond plaats op een dwarsarm aan het einde van een uithouder. Iedere dwarsarm is voorzien van drie pluggen waarop een instrument geplaatst kan worden. Van uit de mast gezien is er een linker en een rechter dwarsarm (zie fig. 6.1.2). Voor de windmeting zijn de meest linkse en de meest rechtse pluggen gebruikt.

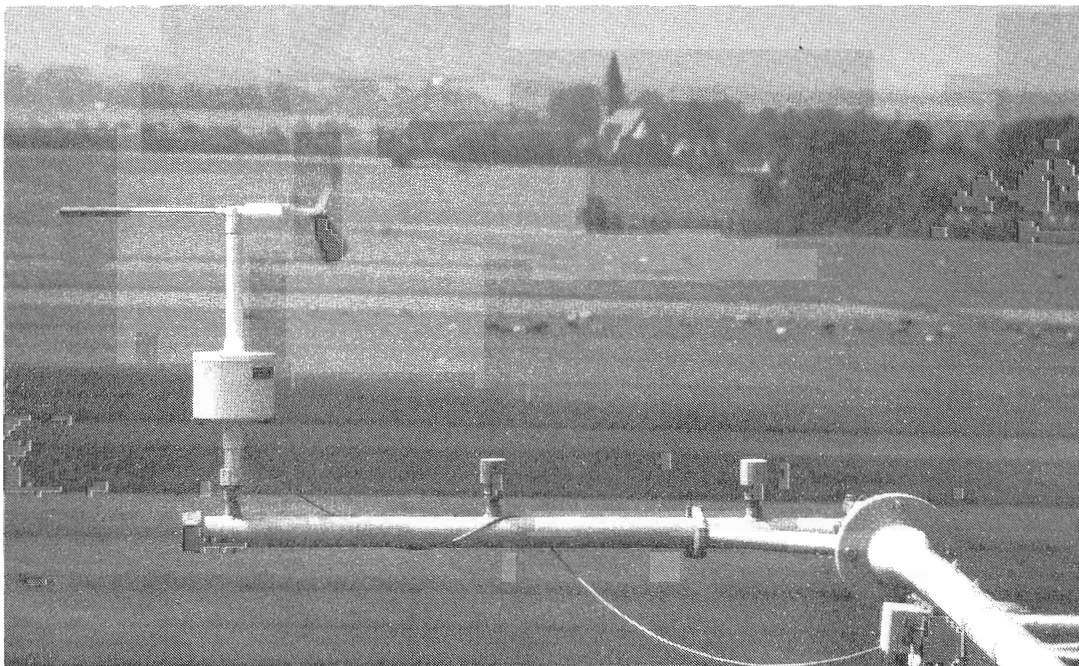


Figuur 6.1.2 Nummering van de pluggen



Figuur 6.1.3 Noorduithouder.

Van de noorduithouders zijn de rechter dwarsarmen gebruikt (fig. 6.1.3) en van de zuidwestuithouders de linker dwarsarmen (fig. 6.1.4). Bovendien bevonden zich nog selectievanen op de zuidoost- uithouders, deze waren zonder dwarsarm in het midden van de uithouder geplaatst (fig. 6.1.5).

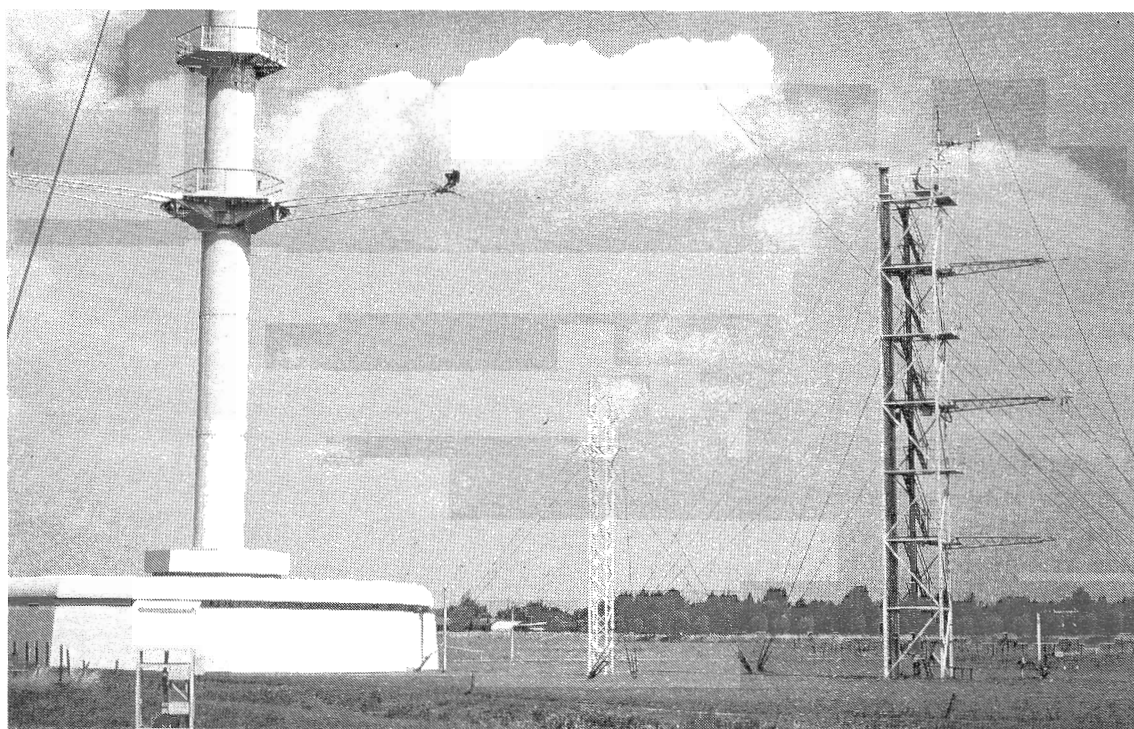


Figuur 6.1.4 Zuidwestuithouder

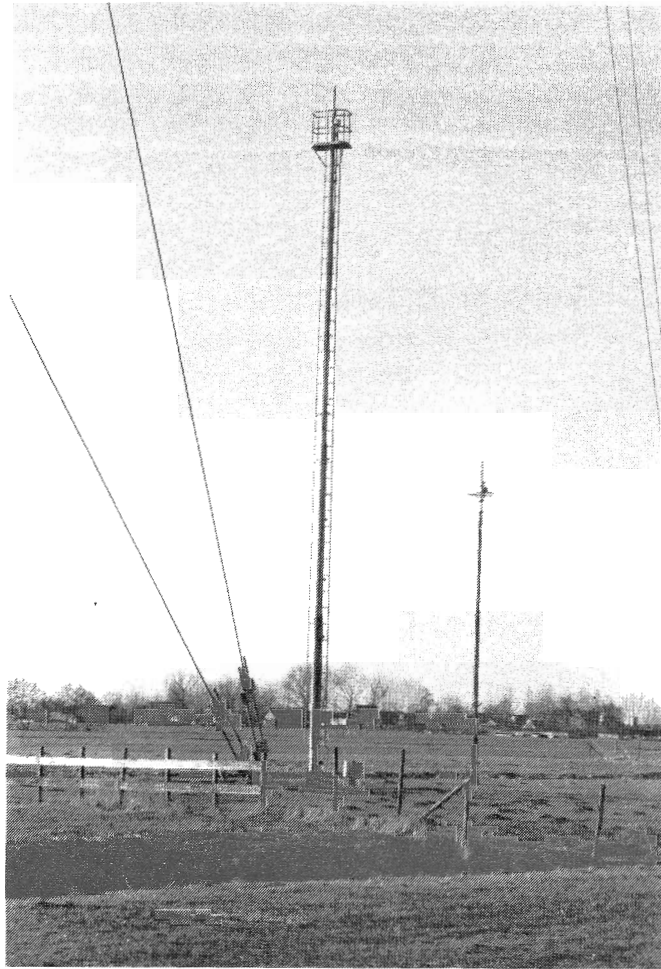
Voor de windmetingen op 10 en 20 m hoogte werd aan de zuidoostzijde van de hoofdmast de zuidoost - mast gebruikt (fig. 6.1.6) en aan de noordwestzijde een paal van 20 m en één van 10 m hoogte (fig. 6.1.7). Zie voor de situatie kaart 2.2 .



Figuur 6.1.5 Zuidoostuithouder  
Aan de onderzijde zijn de droge- en nattebolsensor van het temperatuurmeetsysteem te zien.



Figuur 6.1.6. Zuidoostmast  
Met geheel rechts temperatuur opstelling 2 en 0.6 m , zie ook fig. 5.2



Figuur 6.1.7 Noordwestmasten

## 6.2 Meetsysteem

Als sensor voor zowel windrichting als windsnelheid werd de drie bladige Gill propellervan type 8002DX gebruikt.

De argumentatie voor de aanschaf van deze instrumenten is beschreven in: Driedonks, A.G.M. en W.A.A. Monna, 1977.

De eerste metingen daarmee zijn vanaf eind 1979 verricht.

De instrumenten zijn door de Instrumentele Afdeling van het KNMI op sommige punten gemodificeerd en beter geschikt gemaakt voor het vochtige Nederlandse klimaat.

(Daarom X achter het type nummer.) (Monna, 1978); (Monna, Driedonks, 1979).

De dynamische eigenschappen van het instrument zijn:

- responsie lengte van de propeller  $l_0$  (m) 2.2
- demping faktor  $h$  0.4
- gedempte weglengte (m) 3.8
- equivalente responsie  $l_e$  (m) 1.5

De mechanische eigenschappen zijn:

- totale hoogte 58 cm
- totale lengte 71 cm
- gewicht 2.5 kg
- propellermateriaal: ABS thermoplastisch  $\varnothing$  20 cm.
- vaanblad: aluminium 0.4 mm. (20 x 23 cm).

Uitsluitend als windrichtingsensor werd het zogenaamde “Vlaardingen” vaantje gebruikt. (Wieringa J., 1967).

Het windsnelheidssignaal afkomstig van de fotochopper in de propellervaan geeft per omwenteling 10 pulsen. De chopper werd aangesloten op een frequentiemeter met RC- filter die samen een responsietijd hadden van 1 seconde.

Het windrichtingssignaal is afkomstig van een potentiometer. De potentiometer heeft een draaiingshoek van 357°.

De voedingsspanning over de potmeter is  $\frac{357}{360} \times 10 \text{ V} = 9.917 \text{ V}$  gekozen, zodat de ijkfactor YKA1 36.0 is.

Het signaal van de potentiometer werd direct aangeboden aan de A/D-converter en bemonsterd met een frequentie van een 1/3 Hz.

### 6.3 Datareductie

#### 6.3.1 Windsnelheid

Van de samples, die met een frequentie van 1/3 Hz genomen werden, werd per 10 minuten interval het maximum bepaald, het gemiddelde berekend en de standaarddeviatie uit gerekend.

In tabel 6.3 worden de consequenties gepresenteerd van deze datareduktie op standaarddeviatie, vlaaglengthe en vlaagamplitude.

Z	U	S <sub>I</sub> /S <sub>O</sub>	LO	(UM-U)/U*
10	5	0.88	22	5.0
10	10	0.83	41	4.8
10	20	0.75	76	4.5
80	5	0.97	23	5.1
80	10	0.95	44	5.1
80	20	0.92	86	5.1
200	5	0.98	24	4.9
200	10	0.97	46	5.0
200	20	0.96	88	5.1

Tabel 6.3 (Volgens Beljaars, 1983). De verhouding van gemeten en werkelijke standaarddeviatie S<sub>I</sub>/S<sub>O</sub>, de vlaaglengthe LO en de vlaagamplitude (UM-U) /U\* voor diverse hoogten(Z) en windsnelheden (U). De respnsie lengte van de propellervaan is 2.2 m. De RC tijd van het filter is 1 s.

#### 6.3.2 Windrichting

Bij de windrichtingen werden alleen gemiddelden en standaarddeviaties berekend. Er werd rekening gehouden met de mogelijke sprong van 0° naar 360° door het verschil tussen twee opeenvolgende samples steeds kleiner dan 180° te maken.

### 6.4 Instrumentele controles en onderhoud

6.4.1 Meetkanalen : afgezien van eventuele storingen of twijfels werden tot en met medio 1990 tenminste twee maal per jaar van alle meetkanalen de ijkfrequentie en het nulpunt

gecontroleerd en waar nodig opnieuw ingesteld. Na genoemde datum gebeurde dat tenminste één maal per jaar. De resultaten staan genoteerd in de "ijkboeken" te Cabauw.

6.4.2. Propellervanen: Tot februari 1990 was er een onderhoudschema waarin onder andere geregeld was dat iedere propellervaan na zes maanden op de mast gestaan te hebben vervangen werd door een gerevideerd exemplaar. Na februari 1990 werd de termijn verlengd tot negen maanden. Dit alles natuurlijk indien er geen twijfels of storingen optraden.

De ijkingen van de anemometers vonden plaats in de windtunnel van het KNMI die voorzien was van een vleugelrad- anemometer. In het gebied tussen 0 en 20 m/s werden tenminste 10 meetpunten genomen waarvan er tenminste 8 goed moesten zijn. De ijk nauwkeurigheid was 0.1 m/s.

De metingen werden tot en met eind 1992 doorgerekend met het Burroughs- programma PROPCAB van 1982. Hiermee werd een lineaire ijking berekend volgens de kleinste kwadraten methode. Vanaf 1993 werden de berekeningen volgens dezelfde methode direct uitgevoerd op een registratie- PC bij de windtunnel.

De potentiometers werden op een speciaal daarvoor ontwikkelde bank getest op lineariteit. Aan de hand van getekende grafieken werden de eventuele correcties bepaald.

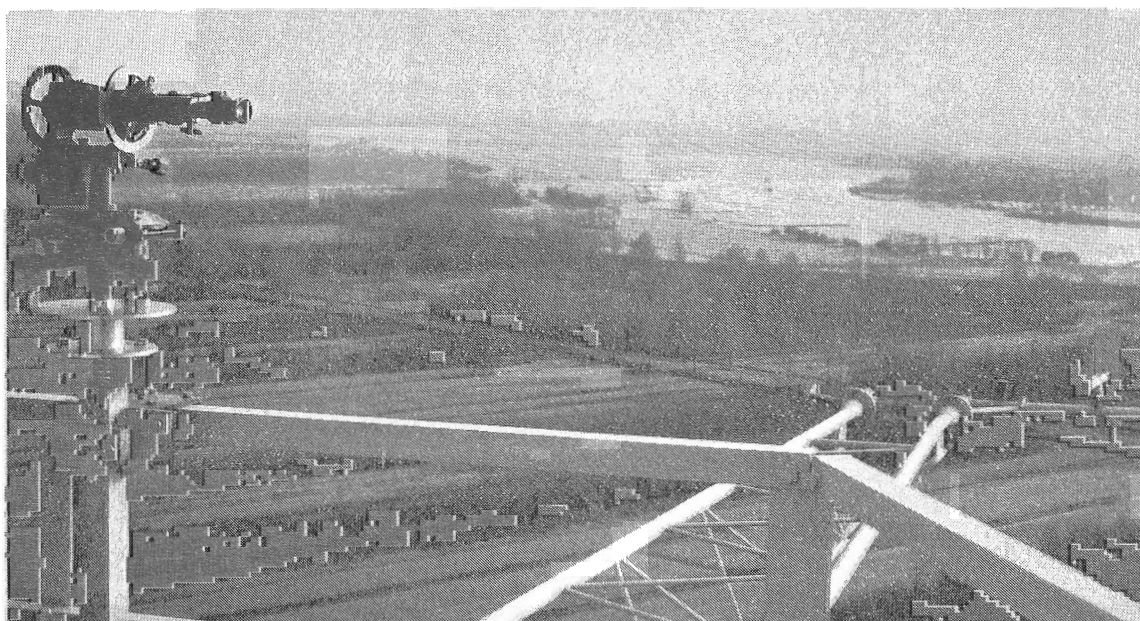
De volgende eisen werden aan een propellervaan gesteld voordat hij werd opgesteld :

- de ijking mocht niet ouder zijn dan 1 jaar
- de aanloopsnelheid moest  $< 0.6$  m/s zijn
- de afwijking van de potmeter  $< \pm 1^\circ$
- nadat een vaan van de mast kwam werd deze geijkt, gerevideerd en opnieuw geijkt.

#### 6.4.3. Vastlegging oriëntatie vaanpluggen in de mast

Door Andringa (INSA) werd tussen februari en juni 1973 een methode ontwikkeld om de oriëntatie van de vaanpluggen in de mast vast te leggen. Hierbij werd gebruik gemaakt van een uitrichtvizier dat op de vaanplug werd geplaatst. In het verlengde van het vizier (op het niveau waar de plug zich bevond) werd met behulp van een theodoliet de vizier- richting in hoekmeting vastgelegd ten opzichte van een aantal ver weg liggende , vaste punten in het terrein, zoals kerk- en watertorens (Van der Vliet J.G., 1981; fig. 6.4.3).

Aan de hand van de grafieken in de tien minuten registratie (fig. 4.3.1) konden de geselecteerde richtingen, per niveau, bij windsnelheden  $> 5$  m/s goed worden gecontroleerd. Toch werden de plugrichtingen tenminste één maal per jaar opnieuw uitgericht.



Figuur 6.4.3 Positie bepaling vaanpluggen, geheel rechts het vizier.

## 6.5 Omrekening naar fysische grootheden

### 6.5.1 Windsnelheid in m/s

De omrekenformule (zie 4.5) is :

$$F = YKA_1 * V_i + YKA_2 + YKA_3$$

De standaardwaarden zijn :

$$YKA_1 = X ; YKA_2 = Y ; YKA_3 = 0$$

X en Y zijn respectievelijk de lineaire en constante ijkfactor die verkregen zijn door de calibratie van het instrument in de windtunnel en  $V_i$  is de ingangsspanning.

### 6.5.2 Windrichting in graden t.o.v. het geografische noorden

Naast de constante ijkfactor  $YKA_2$  wordt ook de plugrichting ingevoerd in  $YKA_3$ , de omrekenformule wordt nu :

$$F = YKA_1 * V_i + YKA_2 + YKA_3$$

De standaardwaarden zijn :

$$YKA_1 = 36.0$$

$$YKA_2 = -0.1 \text{ (i.v.m. afwijkende signaalkabelweerstand van de zuidoost- mast wordt hier als faktor- 0.4 gebruikt)}$$

$$YKA_3 = \text{door uitrichten verkregen plugrichting (zie 6.4) en } V_i \text{ is de ingangsspanning.}$$

## 6.6. Uithouderselectie hoofdmast

De bedoeling van de selectie is om per niveau een propellervaan te kiezen die niet “gestoord” werd door de mast of uithouder. Hierbij werden tussen 40 en 200 m ook selectievanen gebruikt. Het was namelijk in het verleden gebleken dat om per niveau goede windsnelheden te meten aan de hoofdmast, volstaan kon worden met twee sensoren. Voor het kiezen van de juiste uithouder waren per niveau wel drie windrichtingen noodzakelijk (zie 6.1.1).

Bij afwezigheid van een windrichting of windsnelheid kan deze van een andere propellervaan of selectievaan worden gekozen

Op de meetniveau 's van 40, 80, 140 en 200 m werd per niveau geselecteerd. Er doen zich een aantal mogelijkheden voor:

- A. Eerst werd nagegaan welke windrichtingen aanwezig waren.
- B. De drie windrichtingen op één niveau verschillen onderling minder dan 20 graden in absolute zin. Die uithouder werd gekozen, waarvan de gemeten windrichting het minst met de uithouderrichting verschilt.
- C. Slechts twee richtingen op één niveau verschillen onderling meer dan 20 graden in absolute zin (de uithouderkeuze werd vervolgens op dezelfde manier als onder B gedaan).
- D. Slechts twee richtingen op één niveau verschillen onderling minder dan 20 graden. Van deze twee werd die uithouder gekozen waarvan de gemeten richting het minst met de uithouder-richting verschilt.
- E. De drie richtingen verschillen meer dan 20 graden. Er werd nu geen keuze gemaakt.

A t/m E werd doorlopen tot er een keuze gemaakt kon worden. W van de niet geselecteerde kanalen werd met 4 opgehoogd. Was voor één van de richtingen  $K = 9$ , dan werd deze niet

meegenomen in de selectieprocedure. Wanneer 2 richtingen ontbraken kon dus nooit een keuze gemaakt worden.

Nadat een windrichting gekozen was, werd een noord of zuidwest snelheid gekozen. Bij afwezigheid van een richtingkeuze werd de keuze en de richting van het niveau erboven of eronder overgenomen. Voor een gekozen windrichting tussen  $315^\circ$  en  $135^\circ$  via noord, werd de snelheid op noord gekozen. Voor de andere richtingen die van zuidwest.

Van de niet gekozen snelheid werd W bij het snelheidskanaal met 4 opgehoogd. Ook W van het windrichtingskanaal werd met 4 opgehoogd voorzover dit nog niet gebeurd was.

Indien van de geselecteerde propellorvaan de snelheid afwezig was ( $K = 9$ ) dan werd alsnog gekeken of de andere propellorvaan niet in het zog van de mast stond. Voor noord betekent dit, dat de geselecteerde windrichting niet tussen  $160^\circ$  en  $220^\circ$  in mag liggen; voor de zuivest uithouder niet tussen  $40^\circ$  en  $100^\circ$ . Stond hij wel in het zog van de mast, dan werd als laatste mogelijkheid nog naar de richting van zuidoost gekeken. Was deze aanwezig, dan werd die gekozen (uitsluitend dus voor de windrichting). Indien op deze manier het meetniveau "gered" kon worden, werden de oude selectiegetallen terug veranderd.

#### 6.7 Selectie procedure bijmasten

Omdat er maar twee bijmasten waren kon niet de selectie procedure van de hoofdmast worden toegepast. Een afzonderlijke methode werd daarom ontwikkeld, waarin tevens rekening werd gehouden met de positie en afstand t.o.v. de hoofdmast. De constructie van beide bijmasten was ook geheel verschillend. Het gevolg was dat de zuidoost- mast slechts over een "goede" meethoek van  $90^\circ$  en wel tussen  $85^\circ$  en  $175^\circ$  beschikte.

Voor de 10 m en 20 m niveau 's werd ook eerst een windrichting gekozen met de volgende procedure:

- A. Vergelijk de 20 m windrichting van de NW -mast met die van de zuidoost- mast. Indien zij minder dan  $20^\circ$  verschillen werd de NW- mast gekozen.
- B. Indien stap A niet lukt wordt de 10 m windrichting gebruikt volgens dezelfde procedure.
- C. Indien ook dit niet succesvol was werd de keuze van het 40 m niveau overgenomen.

Voor windrichtingen tussen  $85^\circ$  en  $175^\circ$  werd de zuidoost-mast gebruikt, voor andere richtingen werden de noordwest- masten gebruikt. Van de niet geselecteerde windrichtingen en windsnelheden werd W met 4 opgehoogd.

#### 6.8 On-line controle windrichting

Per niveau werd de windrichting van de gekozen propellorvaan vergeleken met een andere windrichtingsmeting op hetzelfde niveau.

Wanneer de zuidwest -propellorvaan werd gekozen, werd deze vergeleken met de richting van de noord-uithouder voor windrichtingen tussen  $250^\circ$  en  $70^\circ$  en met de zuidoost- uithouder voor richtingen tussen  $70^\circ$  en  $250^\circ$ .

Wanneer de noord- propellorvaan gekozen werd, werd deze vergeleken met de richting van de zuidoost- uithouder voor richtingen tussen  $10^\circ$  en  $190^\circ$  graden en met de zuivest -uithouder voor richtingen tussen  $190^\circ$  en  $10^\circ$ . Indien het richtingsverschil groter dan  $10^\circ$  was werd K met 2 opgehoogd. Bij afwezigheid van een uithouder ( $K > 8$ ) kan deze test niet uitgevoerd worden.

Ook de richtingen op 10 en 20 m hoogte op de noordwest- palen en de zuidoost- mast werden vergeleken. Indien het verschil groter was dan  $10^\circ$  werd K met 2 opgehoogd.

Als ook hier een niveau ontbrak werd de test niet uitgevoerd.



Indien de standaarddeviatie van een gekozen windrichting meer dan  $50^\circ$  was, hetgeen meestal bij lage windsnelheden voorkomt, werd K met 2 opgehoogd van zowel wind- richting als - snelheid.

#### 6.9 On-line controle windsnelheid

Aangezien er per meetniveau slechts 2 windsnelheidsmetingen waren en een van de twee door de mast gestoord kon zijn, werd de windsnelheid van twee opeenvolgende niveaus vergeleken. Het snelheidsverschil mag maximaal  $1.0 + 0.4 F$  zijn, waarbij F de gemiddelde snelheid is van de twee niveaus. Wanneer de test "negatief" uitvalt bij alleen het laagste of alleen het hoogste meetniveau werd K van dat meetniveau met 2 verhoogd.

Tussenliggende meetniveaus werden alleen met verdacht gemerkt, wanneer zowel de test naar beneden als die naar boven "negatief" uitviel.

#### 6.10 Onzekerheden windmetingen

Er heeft een vergelijking plaatsgevonden tussen de gemeten windrichting op 200 m hoogte en de windrichting zoals die gemeten is met de windprofiler. Over de periode najaar 1994 t/m begin 1997 blijkt dat er een vrijwel constant verschil van  $5^\circ$  in de windrichting zit, waarvoor tot nu toe (begin 1998) geen verklaring te vinden is. Er is ook een systematisch verschil in de windsnelheid maar dat valt binnen de foutenmarges.

Bosveld heeft de windvaan metingen per meetniveau onderling vergeleken en vond voor sommigen periodes grotere afwijkingen dan verwacht. Het onderzoek wordt voortgezet en de resultaten worden t.z.t. nog in een KNMI publicatie, Memorandum of Technisch Rapport, beschreven.

## Hoofdstuk 7

### Zichtmeting

#### 7.1 Meetniveaus

Hoofdmast	niveau ( m )	zuidoost zijde van de mast
	180	
	140	
	100	
	60	
	20	
Bijmasten	10	
	2	

#### 7.2 Meetsysteem

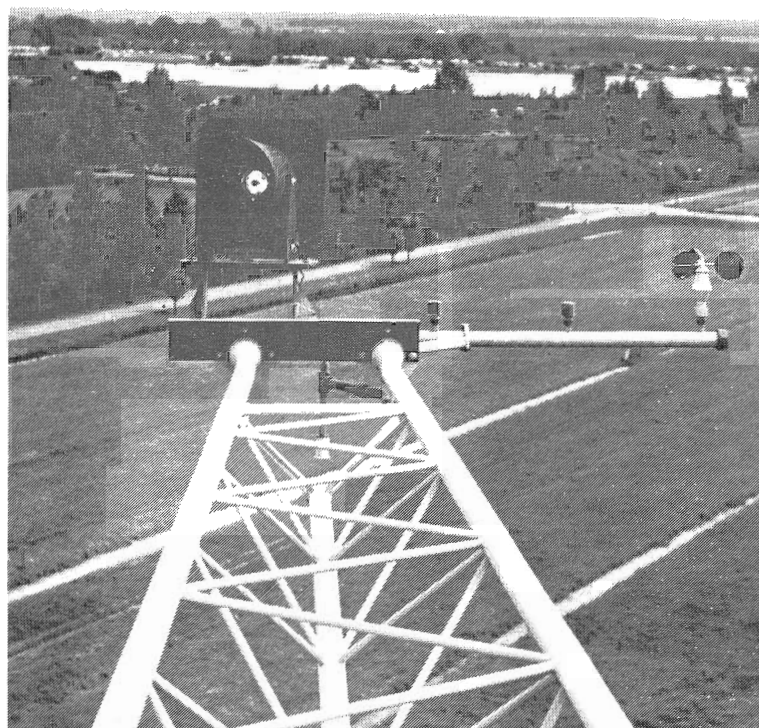
Op de genoemde niveaus van de hoofdmast waren aan het einde van de zuidoost-uthouders transmissometer-lampen gemonteerd in een metalen afscherming (fig. 7.2.1).

De lampen van het type PAR 36 floodlight 6 V, 25 of 35 W hadden een straal breedte van  $2 \times 1.8^\circ$ . De detektoren (foto gevoelige transistoren in een cylinder van 30 cm lengte voorzien van 5 diafragma's) waren gemonteerd aan de oostzijde van de balkon balustrade (fig. 7.2.2).

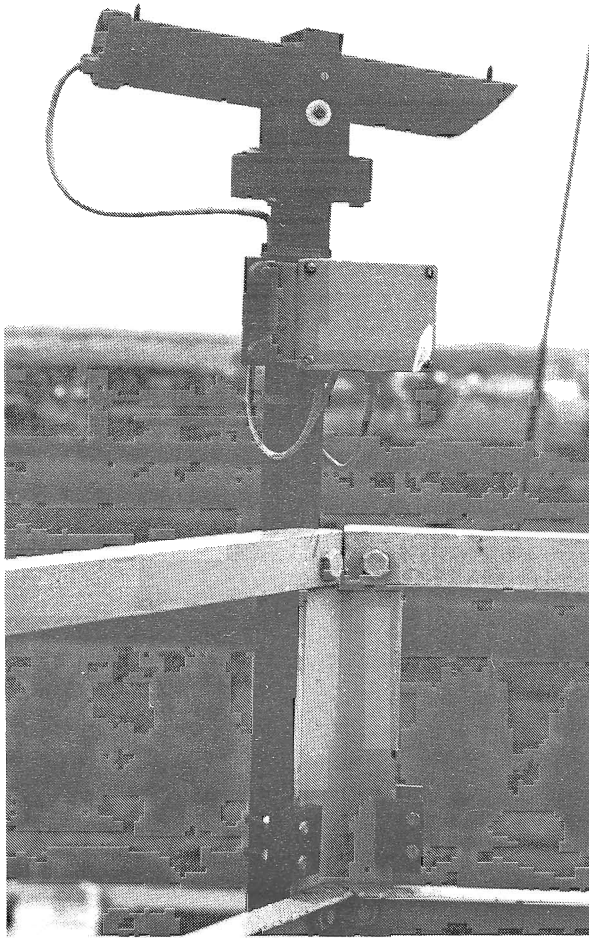
Het transmissiepad tussen lamp en ontvanger was 10.5 m lang (Wessels, 1979).

Hierdoor was het mogelijk zicht afstanden van maximaal 500 m te meten.

Het zicht aan de bijmasten werd met hetzelfde systeem gemeten, alleen de detektoren waren aan een hulpmast gemonteerd.



Figuur 7.2.1 Zichtprojector



Figuur 7.2.2. Zichtdetector

Het zichtsignaal komt tot stand doordat een detector afhankelijk van de uitdoving van een lichtbundel over een pad, meer of minder licht ontvangt. Het zichtsignaal van de detector is (relatief t.o.v. 1):

$$T = \exp(-3L/VL)$$

waarbij L = padlengte en VL = zichtlengte.

De zichtlengte is hierbij gedefinieerd als de afstand, waarbij nog 5% van de oorspronkelijke lichtintensiteit over is. Correctie voor strooilicht en niet lineariteit van de detector wordt uitgevoerd door de klasse- grenzen aan te passen met behulp van de volgende correcties (zie Wessels, 1979) :

$$T_1 = T \cdot T^{*(0.242 - 0.135 * T)} \cdot \text{LN}(T)$$

$$T_2 = (T_1)^{**0.87}$$

De ijkfactoren werken direkt op het detektorsignaal (transmissie) en zetten de detector-spanning om in transmissiepercentage. Aangezien het zichtsignaal een sterk intermitterend karakter heeft, kan het zicht het best gekarakteriseerd worden met behulp van een ver-

delingsfunctie. In verband met de beperkte opslagmogelijkheden werd een klasse indeling gemaakt in 5 zichtklassen.

### 7.3 Datareductie

De datareductie bestond uit het berekenen van 30 seconden gemiddelden van het detector signaal. Deze waarden werden met behulp van ijkfactoren omgerekend naar transmissie in 0.1 procenten, waarna gekeken werd in welke zichtklasse desbetreffende meting viel. De bijbehorende kasseteller werd dan met één opgehoogd. Per 10 minuut interval werd dus een klasse indeling gemaakt van 20 zichtmetingen. Bovendien werd de gemiddelde transmissie berekend t.b.v. controledoelinden.

De klasse- grenzen waren : 50, 100, 200, 500 en > 500 m. De bijbehorende transmissie- grenzen waren gecorrigeerd voor strooilicht en niet- lineariteit (zie tabel 7.3).

Zicht ( m )	transmissie (%)	
	gecorrigeerd	ongecorrigeerd
50	62.5	54.9
100	79.1	74.1
200	88.8	86.1
500	95.5	94.2

Tabel 7.3 Gecorrigeerde en ongecorrigeerde transmissiepercentages bij de gebruikte klasse- grenzen.

### 7.4 Instrumentele controles en onderhoud

Afgezien van storingen (kapotte lamp) en weersomstandigheden zoals sneeuw, ijzel en ruige rijp werden de projectoren en detectoren tenminste éénmaal in de veertien dagen schoon- gemaakt en gecontroleerd.

Het visuele zicht was goed vast te stellen aan de hand van de waarneembaarheid van de TV- mast in IJsselstein; afstand 9700 m.

Bij ieder bezoek aan Cabauw werd op de monitor naar de staafdiagrammen van het transmissie-percentage gekeken of de metingen nog goed waren. Bij twijfel werd, bij goed zicht, het nulpunt en het ijkpunt van de versterker gecontroleerd, de projector en detector schoongemaakt en de ijkfactor opnieuw berekend (Zie 7.5).

Regelmatig werd ook de voedingsspanning van de lamp gecontroleerd. Om te snelle veroudering van de lamp te voorkomen brandde de lampen op enige onderspanning.

In de kelder van het gebouw was een test opstelling gemaakt om de lampen in de behuizing zodanig af te regelen dat, na plaatsing op de uithouder, de volledige stralenbundel op de detector viel.

### 7.5 Omrekening naar fysische grootheden

De standaardwaarden voor de transmissie (in %) zijn :

$$YKA_1 = 10, \quad YKA_2 = 0, \quad YKA_3 = 0,$$

In de praktijk werd ervan uitgegaan dat het transmissiepercentage tenminste 95 % moest zijn. De ijkfactor  $YKA_1$  werd daarop als volgt aangepast :

Het actuele zicht moest  $\geq 10$  km zijn, de lamp en de detector goed schoon en de regel- versterker juist ingesteld.

Vervolgens werden op de monitor op sample- niveau de spanning en de transmissie afgelezen  
bijvoorbeeld : spanning = 7.201 V ; transmissie = 95.1 %

$$YKA1 \Rightarrow (1: 7.201) * 95.1 \% = 13.2065$$

## 7.6 On-line controle

Er kunnen zich een aantal situaties voordoen waarbij de zichtmeters ten onrechte een zeer slecht zicht aangeven. Te denken valt aan een kapotte lamp, vogels in de lichtweg en aan sneeuw en ruige rijp.

Aangezien de slecht zicht aanduiding, zeker in het operationeel gebruik, vooral een waarschuwend karakter heeft, is het zaak dit soort gevallen zoveel mogelijk te detecteren.

Als eerste test werd per niveau gekeken of bij een relatieve vochtigheid  $\leq 90$  % de transmissie  $\geq 95.6$  was , was dat niet het geval dan werd  $K = K + 2$ .

Vervolgens laten we op de 10-minuten resultaten een controle procedure werken, die gebaseerd is op de idee, dat twee opeenvolgende zichtmetingen zelden meer dan 2 klassen zijn verschoven.

Een verdacht niveau krijgt dan ook als status  $K = K+2$ .

De controle procedure gaat uit van een tabel ( $m_{4[1:7]}$ ), waarin voor de hoogten 180, 140, 100, 60, 20, 10 en 2 m de index staat voor het maximum aantal metingen in deze klasse.

De index loopt van 0 t/m 4 voor de zichtklassen  $\geq 500$ ,  $500 - 200$ ,  $200 - 100$ ,  $100 - 50$ ,  $50 - 0$  (index = -1 voor ontbrekende waarnemingen).

Indien nu  $m[7] = 4$  (laagste zichtniveau in de klasse  $0 - 50$ ) en  $m[6] = 0$  (10 m niveau met zicht  $\geq 500$  m) dan wordt het 2 m niveau als verdacht aangemerkt en  $m[7]$  wordt 0.

Vervolgens voor alle opeenvolgende niveaus : heeft een niveau index 4 en het onderliggende niveau een index 0, 1 of 2 dan is dit niveau verdacht.

Voor verder controle wordt de index van het onderste niveau overgenomen.

Dit gebeurt ook bij de ontbrekende waarnemingen.

## Hoofdstuk 8

### Stralingsmetingen

#### 8.1 Instrumentarium en meetlocaties

Een algemene opmerking vooraf.

Vooral in de tweede helft van de meetperiode is veel onderzoek gedaan naar de nauwkeurigheid van de stralingsmetingen o.a. om de stralingsbalans "sluitend" te krijgen.

Het voert in dit bestek te ver om alle effecten bij de betreffende instrumenten te vermelden, daarom volgen hier enkele publikaties:

Lammeren van, A.C.A.P. en A. Hulshof, 1994

Van der Molen, M.K. en W. Kohsiek, 1995

Kohsiek, W., 1996 (a)

Kohsiek, W., 1996 (b)

Kuik, F., 1997

#### 8.1.1 Kortgolvlige inkomende straling

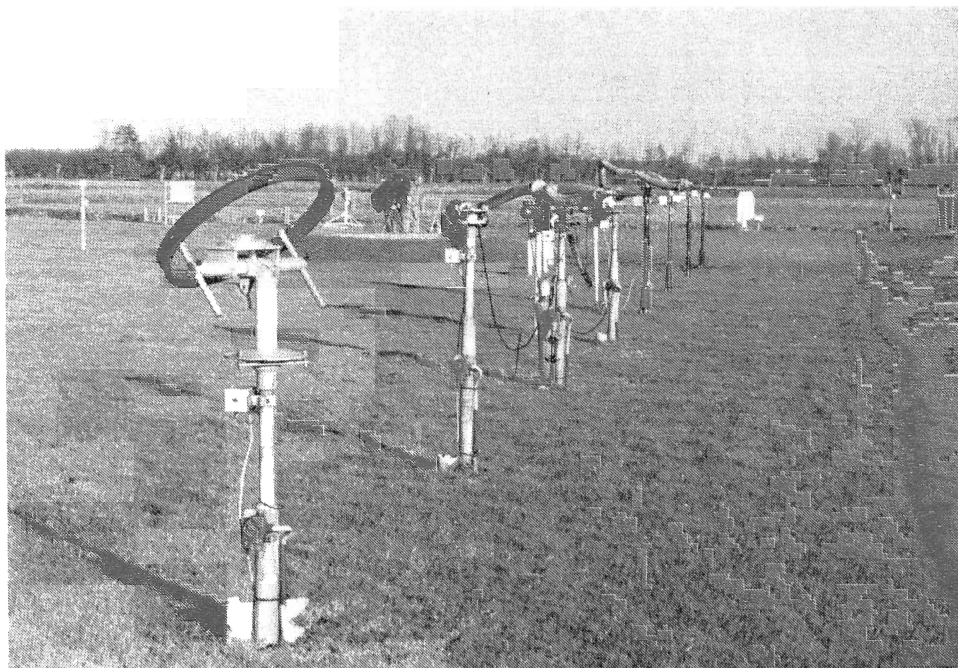
Gemeten op 214 m en op 1.5 m hoogte met een pyranometer van het fabriekaat Kipp en Zonen.

214 m: Tussen 1 februari 1986 en 2 september 1987 werd er gemeten met een CM-5. Tussen 2 september 1987 en 24 oktober 1989 werd er gemeten met een CM-10. Vanaf 2 september 1986 was deze opstelling ook voorzien van een Eigenbrodt ventilatie-systeem (fig. 8.1.1.1). Vanaf 24 oktober 1989 werd er gemeten met een CM-11, met een constante ijkfactor YKA1 van ongeveer 125.000.



Figuur 8.1.1.1  
Pyranometer met ventilatie op  
214 m hoogte

1.5 m : Tussen 1 februari 1986 en 20 januari 1987 werd er gemeten met een CM- 5, opgesteld in de noordwest hoek van het energiebalans terrein (kaart 2.2).  
Op 20 januari 1987 werd een CM- 10, voorzien van een Eigenbrodt ventilatie-systeem, in gebruik genomen op het stralingsveld van het zuidoost terrein (fig. 8.1.1.2 kaart 2.2).  
Vanaf 2 oktober 1989 werd er gemeten met een CM-11, met een constante ijkfactor YKA1 van ongeveer 125.000.



Figuur 8.1.1.2 Stralingsveld zuidoost terrein

1.5 m : Diffuse kortgolvlige inkomende straling gemeten met een pyranometer en schaduwband van Kipp en Zonen.  
Tussen 1 februari 1986 en 10 november 1986 werd er gemeten met een CM-5, opgesteld in de noordwest hoek van het energiebalans terrein.  
Op 10 november 1986 werd een CM-10, voorzien van een Eigenbrodt ventilatie-systeem, in gebruik genomen op het zuidoost terrein (fig. 8.1.1.3).  
Vanaf 3 oktober 1989 werd er gemeten met een CM-11, met een constante ijkfactor YKA1 van ongeveer 125.000.

#### 8.1.2 Netto straling

1.5 m : Tussen 1 februari 1986 en 16 december 1986 werd er gemeten met een Funk netto stralingsmeter, opgesteld in de stralingshoek van het energiebalans terrein.  
De flexibele beschermkapjes van de sensoren werden met stikstof enigszins onder druk gehouden. De stikstof deed tevens dienst als droogstof van het element.  
Het geheel werd krachtig geventileerd met een externe ventilator (fig. 8.1.1.4).  
Op 16 december 1986 werd deze meter verplaatst naar het zuidoost terrein.

### 8.1.3 Langgolvlige inkomende en uitgaande straling

1.5 m : Tussen 1 februari 1986 en 12 november 1986 werd er gemeten met twee Epply langgolvlige stralingsmeters, opgesteld in de stralingshoek van het energiebalans terrein.

Eén sensor keek naar de hemel en de andere naar het aardoppervlak. Beide instrumenten bevonden zich in één behuizing die krachtig werd geventileerd met een externe ventilator.

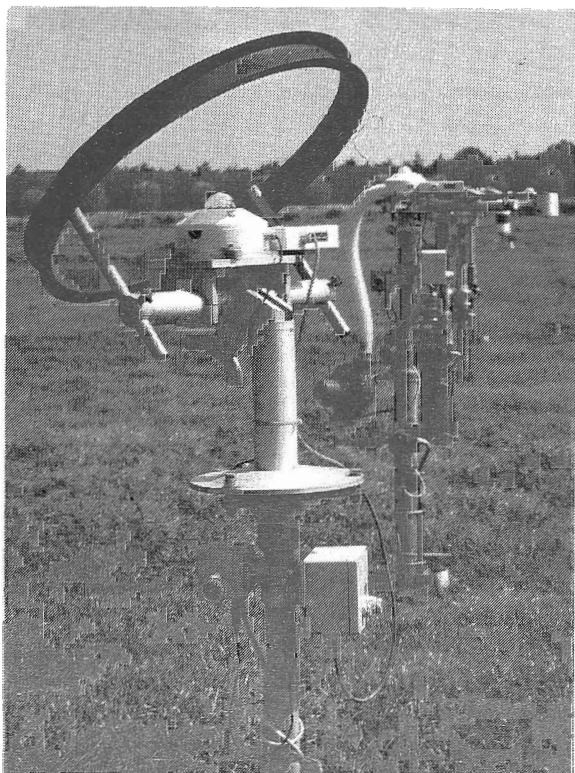
Met een NTC werd zowel van de bovenste als van de onderste sensor de huistemperatuur gemeten en separaat geregistreerd (in  $W/m^2$ ).

Op 12 november 1986 werd deze opstelling verplaatst naar het zuidoost terrein.

Modificatie : Tussen 21 januari 1992 en 28 april 1992 zijn er geen metingen van de langgolvlige straling i.v.m. revisie en ijking van de sensoren. De instrumenten zijn nu voorzien van een dome temperatuur sensor (NTC).

In de operationele opstelling werd de kapjes temperatuur niet geregistreerd.

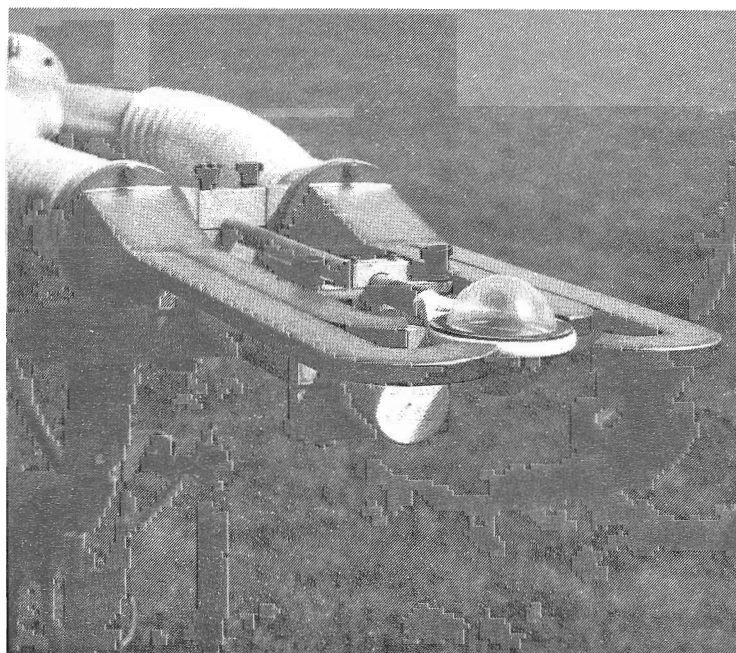
Op 22 maart 1995 zijn verbeterde NTC versterkers geplaatst, voorzien van aangepaste standaard meetbruggen.



Figuur 8.1.1.4 Funk netto stralingsmeter

Figuur 8.1.1.3

Diffuse straling met op de achtergrond kortgolvlige inkomende straling





#### 8.1.4 Meetterrein

Alle metingen op 1.5 m vonden plaats boven kortgeknipt gras, dat in het groeiseizoen wekelijks werd gemaaid.

#### 8.2 Instrumentele controles en onderhoud

Regelmatig werden de meetkanalen geijkt, de nulpunten gecontroleerd en waarnodig de offset spanningen opnieuw afgeregeld. Vooral bij de kortgolvlige straling waren de instellingen goed te controleren aan de hand van de nachtelijke tien - minuten registraties. Voorts was de versterker van de sensor op 214 m hoogte niet zo stabiel waardoor regelmatig het 0 - punt opnieuw moest worden afgeregeld. De resultaten staan genoteerd in de "ijkboeken" te Cabauw.

Bij ieder bezoek aan Cabauw (tenminste tweemaal per week), werden de sensoren schoongemaakt, visueel gecontroleerd en de schaduwband ingesteld.

Omdat de kortgolvlige stralingsmeters voorzien waren van een Eigenbrodt ventilatiesysteem, waarin zich een met de hand geschakelde verwarming bevond, had men niet veel last van sneeuw, ijzel, rijp en dauw. Over het effect daarvan lopen de meningen nogal uiteen (Kuik, F., 1997).

Van de netto stralingsmeter werden de flexibele beschermkapjes regelmatig vernieuwd.

Voor het instellen van de schaduwband om een CM - 11, had men de beschikking over tabellen met waarden per dag, die berekend waren voor de geografische breedte van Cabauw en een schaduwring met een straal van 30.5 cm.

#### 8.3 Omrekening naar fysische grootheden

Van alle stralingsmetingen werd alleen de factor YKA<sub>1</sub> gebruikt, deze was afhankelijk van de individuele ijkfactor van het instrument en de versterkingsfactor van het betreffende meetkanaal.

Van de fysische grootheid werd alleen het gemiddelde berekend over 10 minuut intervallen . De standaarddeviatie had in deze weinig betekenis omdat het zeer trage sensoren betrof.

#### 8.4 Berekening van de zonneschijnduur

Voor de berekening van de zonneschijnduur wordt de directe straling per 30 seconden interval vergeleken met een drempel, die afhangt van de zonshoogte. Iedere tien minuten wordt daarom de sinus van de zonshoogte (sinphi) apart uitgerekend. Er wordt uitgegaan van maand M, dag D, uur U (UTC) en minuut Min. Er wordt steeds 5 minuten opgeteld bij de actuele tijd om in het midden van het volgende tien minuten te komen. Allereerst wordt een aantal hulpvariabelen berekend (de fout in het dagnummer wordt elders in de formule gecompenseerd, Holtslag en van Ulden, 1983) :

$$\begin{aligned}d &= 30 * (M - 1) + D && \% \text{ Dagnr (ruw)} \\SL &= 4.871 + 0.0175 * d + 0.033 * \text{SIN} (0.0175 * d) && \% \text{ Radialen} \\delta &= \text{ARCSIN} (0.398 * \text{SIN} (SL)) && \% \text{ Declinatie} \\h &= LW + 0.043 * \text{SIN} (2 * SL) - 0.033 * \text{SIN} (0.0175 * d) \\&\quad + 0.262 * (U + (Min + 5) / 60) - PI\end{aligned}$$

$$\text{sinphi} = \text{SIN} (\delta) * \text{SIN} (\text{PSI}) + \text{COS} (\delta) * \text{COS} (\text{PSI}) * \text{COS} (h)$$

% LW = westerlengte in radialen = - 0.0861 voor Cabauw ( 4°56' E )

% PSI = breedte in radialen = 0.9070 voor Cabauw ( 51°58' N )

Ingevuld levert dit:

$$\begin{aligned}
 d &= 30 * (M - 1) + D \\
 \text{term} &= 0.033 * \text{SIN}(0.0175 * d) ; SL = 4.871 + 0.0175 * d + \text{term} \\
 \text{sin del} &= 0.398 * \text{SIN}(SL) ; \text{cos del} = \text{SQRT}(1 - \text{sin del}^2) \\
 h &= 3.0554 + 0.043 * \text{SIN}(2 * SL) - \text{term} + 0.262 * (U + (\text{Min} + 5) / 60) \\
 \text{sin phi} &= \text{sin del} * 0.7877 + \text{cos del} * 0.6161 * \text{COS}(h)
 \end{aligned}$$

Er is zon wanneer geldt:

$$KIN - KDIF > \text{sin phi} * 120 \text{ en } \text{sin phi} > 0.052 \quad (3 \text{ graden})$$

Of met behulp van de schaduwband:

$$KIN - 1.15 * KSB > \text{sin phi} * 120 \text{ en } \text{sin phi} > 0.052$$

% KIN = kortgolvlige inkomende straling  
 % KDIF = kortgolvlige diffuse straling  
 % KSB = kortgolvlige straling schaduwband

Dit betekent, dat de directe straling (verschil tussen globaal en diffuus) groter moet zijn dan  $120 \text{ W/m}^2$ , gemeten op een vlak loodrecht op de richting van de zon (WMO, 1983).

Deze test wordt uitgevoerd op 30 seconden gemiddelden. Per 10 minuten-interval wordt het aantal 30 seconden perioden met zon bijgehouden (dus maximum 20 halve minuut vakjes per 10 minuten blokje).

De factor 1.15 is nodig om de schaduwbandwaarde te corrigeren voor afgeschermd diffuse straling. In principe hangt deze correctiefactor af van de verhouding van globale straling en extra terrestriale straling KIN/KEX (waarbij  $KEX = 1367 * \text{sin phi}$  (Verdonschot en V.d. Brink, 1981)). Aangezien alleen de grenswaarde van  $120 * \text{sin phi}$  van belang is kan een vaste correctiefactor berekend worden door een relatie aan te nemen tussen globale en diffuse straling (Brink v.d., Den Ouden en Slob, 1981).

Uit de relaties:

$$\begin{aligned}
 KDIF/KIN &= 1.557 - 1.84 * KIN/KEX \\
 KIN - KDIF &= 120 * \text{sin phi} \\
 KEX &= 1367 * \text{sin phi}
 \end{aligned}$$

wordt KIN/KEX opgelost. Het resultaat is  $KIN/KEX = 0.42$ . Bij deze waarde geldt:  $KDIF = 1.15 * KSB$  (Verdonschot en v.d. Brink, 1981).

## 8.5 On-line controle zonneshijn en straling

### 8.5.1 Zonneshijn

Na een programma aanpassing op 3 april 1990 was het mogelijk de berekende zonneshijnduur van een kwaliteitswaarde te voorzien. Deze werd bepaald door de status van KIN en schaduwband, van beide instrumenten moest  $K = 0$  zijn.

Daarom kon pas vanaf 1 juli 1990 de zonneshijnduur in de data-base worden opgenomen.

### 8.5.2 Straling

In de periode tussen 1 februari 1986 en 9 oktober 1989 is getracht de stralingsmeters op 1.50 m hoogte automatisch op hun goede werking te testen met de volgende berekening:

$$(KIN * 0.8) + (TLIN + LIN) \cdot (TLOU + LOU) \cdot QN = DQN$$

wanneer  $DQN - (KIN * 0.1) < -25$  en  $> 25$  was, dan werd het kwaliteitsgetal van KIN, TLIN, LIN, TLOU, LOU en QN  $\Rightarrow K = K + 2$ .

% ( KIN * 0.8 )	= kortgolvlge inkomende straling maal 0.8 = albedo voor gras
% TLIN	= huistemperatuur langgolvlge inkomende straling ( in W/m <sup>2</sup> )
% LIN	= langgolvlge inkomende straling
% TLOU	= huistemperatuur langgolvlge uittredende straling ( in W/m <sup>2</sup> )
% LOU	= langgolvlge uittredende straling
% QN	= netto straling

Met de grenzen is veel geëxperimenteerd maar dat heeft niet tot een bevredigend resultaat geleid. Aan de waarde van DQN, die wel in de 10 minuten lijsten voorkomt, moet dan ook geen waarde worden gehecht.

## Hoofdstuk 9

### Neerslagmetingen

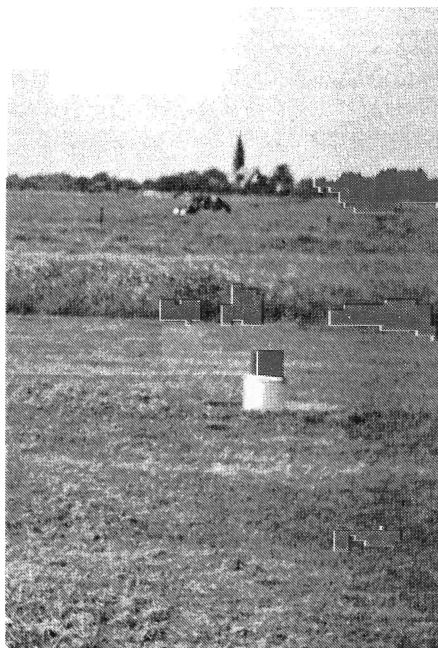
#### 9.1 Instrumenten en meetlocaties

##### 9.1.1 Regenmeter

De neerslagintensiteit over korte tijdintervallen is o.a. van belang in verband met hemelwater afvoerproblemen. Op basis van oude KNMI - registraties is door TNO een bestand aangelegd van 5 minuut- waarden, dat onder hydrologen vrij bekend is.

Wanneer we als eis stellen, dat per 10 minuten maximaal 2 getallen geproduceerd mogen worden voor de neerslagintensiteit is 2 maal een 5 minuten hoeveelheid de beste keuze per 10 minuten. Op deze manier werd n. l. goed aangesloten op de bestaande reeksen en wordt voor de meeste toepassingen voldoende informatie verkregen.

In de periode 1 februari 1986 t/m 16 september 1993 werd de neerslag gemeten met een elektrische regenmeter voorzien van een opvangtrechter met een oppervlakte van  $200\text{ cm}^2$  die zich op 40 cm boven het maaiveld bevond. Het meetsysteem van deze, door het KNMI ontwikkelde regenmeter, bestond uit een vlotter waaraan bevestigd een stalendraadje met een contragewichtje om het draadje strak te houden. Het draadje liep over een wielje van een potentiometer van 2 K ohm waarover een spanning van 10 V stond. Het geheel werd afgeregeld op 10 V bij volle vlotterkamer. De vlotterkamer werd geleegd door middel van elektrisch bediende kleppen. Dit type regenmeter is uitsluitend op de burgervliegvelden en in Cabauw in gebruik geweest (fig. 9.1.1.1).



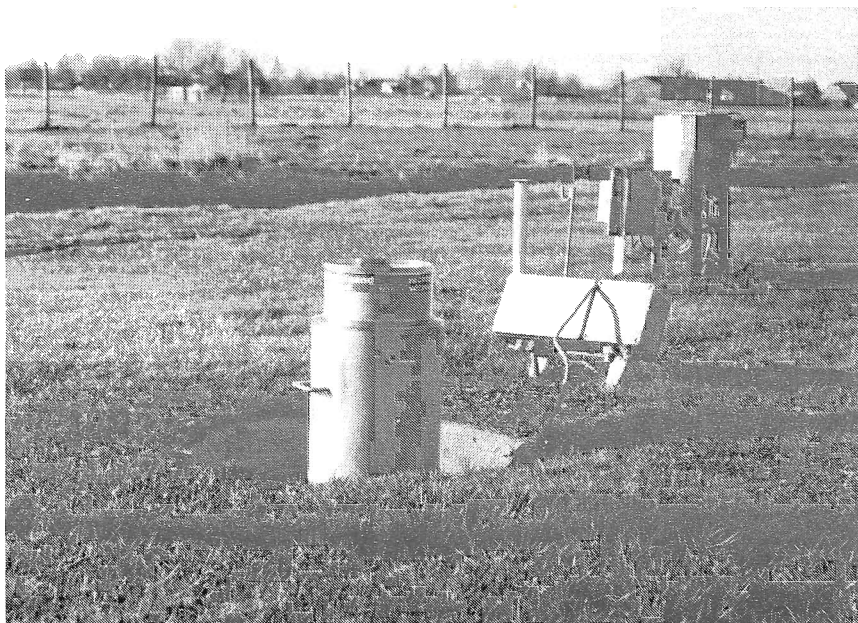
Figuur 9.1.1.1 Regenmeter  $200\text{ cm}^2$ .

Op 16 september 1993 werd het bovengenoemde type regenmeter vervangen door het zogenaamde “melkbusmodel”. De KNMI standaard elektrische regenmeter met een opvangtrechter met een oppervlakte van  $400\text{ cm}^2$ . Alle operationele waarnemings stations zijn van een dergelijke regenmeter in “Engelse” opstelling en digitale registratie via een SIAM voorzien. In Cabauw werd echter alleen de analoge uitvoering in gewone opstelling gebruikt (fig. 9.1.1.2).

### 9.1.2 Opstelling regenmeter

Tussen 1 februari 1986 en 20 oktober 1987 stond de regenmeter op het zuidelijk-tuiblokkerrein .

(Fig. 9.1.1.1). Op 20 oktober 1987 werd hij verplaatst naar het zuidoost terrein (tek. 2.2).



Figuur 9.1.1.2 Regenmeter 400 cm<sup>2</sup>

### 9.1.3 Neerslagmelder



De neerslagmelder in Cabauw werd gebruikt als hulpinstrument. Informatie over het al dan niet aanwezig zijn van druppels maakt het controleren van andere metingen gemakkelijker. Te denken valt aan het nat worden van droge temperatuur sensoren. Daarom is gekozen om per halve minuut te kijken of de neerslagmelder nat is geweest en het aantal natte halve minuut intervallen per 10 minuten te tellen. Onder nat werd verstaan dat de neerslagmelder niet het hele halve minuut interval droog is geweest.

In de periode 1 februari 1986 t/m 22 oktober 1993 werd als instrument een door het KNMI gemodificeerde Precipitation Detector Type P 566 / 1060 van Weather Measure Corp.(USA) gebruikt. Deze werd op 22 oktober 1993 vervangen door een Eigenbrodt neerslagmelder voorzien van sneeuwstiften (Fig. 9.1.3.).

Figuur 9.1.3 Neerslagmelder

#### 9.1.4 Opstelling neerslagmelder

De neerslagmelder heeft gedurende de gehele meetperiode op het zuidoost terrein gestaan, vanaf 20 oktober 1987 werd in die omgeving ook de regenmeter opgesteld.

### 9.2 Datareductie

#### 9.2.1 Regenmeter

De regenmeter registreert het waterniveau in een reservoir als functie van de tijd. In principe hoeft alleen de beginstand van de eindstand afgetrokken te worden om de neerslaghoeveelheid te bepalen. Er moet rekening gehouden worden met plotselinge lediging van het reservoir. Per 5-min interval wordt daarom de volgende datareductie toegepast:

- Per sample wordt nagegaan of het verschil met voorgaand sample groter is dan een instelbare negatieve waarde (ruisdrempel).
- Wanneer dit het geval is (dus geen sterk neergaand signaal), wordt het verschil met voorgaand sample opgeteld bij de waarde in het totaal-register.
- Het 5-minuten resultaat wordt omgerekend naar 0.1 mm neerslag.

Bij kleine neerslaghoeveelheden (bijv. < 0.05 mm) wordt nu steeds naar 0 afgerond, terwijl over langere perioden toch een meetbare hoeveelheid ontstaat. Om de som van 5-minuten hoeveelheden toch overeen te laten komen met de lange termijn som (bijvoorbeeld 6 uur in de synop), passen we cumulatieve aanpassing toe. Dit houdt in, dat vanaf de laagste vlotterstand steeds het verschil van de actuele minus de laagste vlotterstand vergeleken wordt met de som van de 5-minuten hoeveelheden over dezelfde periode.

Bij afwijking wordt, indien nodig, 0.1 mm bij de laatste 5-minuten hoeveelheid opgeteld.

#### 9.2.2 Neerslagmelder.

Het neerslagmeldersignaal is eigenlijk een aan/uit signaal. De afgegeven spanning wordt gemiddeld over 30 seconde intervallen, waarna het aantal niet droge 30 seconde intervallen per 10 minuten wordt geteld.

### 9.3 Instrumentele controles en onderhoud

Regelmatig werd van de neerslagmelder de sensor gereinigd en gecontroleerd of de temperatuur niet te veel afweek van de luchttemperatuur.

Van de regenmeter werd regelmatig het legingsmoment en de nul instelling gecontroleerd. Ook werd gekeken of de opvangtrechter schoon was en waterpas stond.

### 9.4 Omrekening naar fysische grootheden

#### 9.4.1 Regenmeter

Aangezien bij de regenmeter alleen de verschillen van belang zijn, heeft de constante ijkfactor YKA<sub>2</sub> geen betekenis, hiervoor werd altijd 0 ingevoerd. In YKA<sub>3</sub> staat de zogenaamde ruisdrempel van 0.2 V. Dit is de maximale daling van een spanningsniveau (afkomstig van de vlotter) tengevolge van storende invloeden tussen twee opeenvolgende samples. Dit kan het gevolg zijn van elektronische ruis of van verdamping bij langdurige droogte. Hiermee wordt onderscheid gemaakt tussen toevallige dalingen van het vlotterniveau en het leeglopen van de vlotterkamer. Voor YKA<sub>1</sub> wordt altijd 1, 0 ingevoerd.

#### 9.4.2 Neerslagmelder

Het neerslagmeldersignaal werd met YKA<sub>1</sub> en YKA<sub>2</sub> omgerekend naar procenten.

De halfminuutgemiddelden worden vergeleken met YKA<sub>3</sub> (meestal 50 %) om vast te stellen of dit interval nat was of droog.

De standaardwaarden voor YKA<sub>1</sub>, YKA<sub>2</sub> en YKA<sub>3</sub> waren respectievelijk: 10, 0, 50 .

#### 9.5 On-line controle

Om de regenmeter te controleren werd de volgende procedure toegepast:

Indien van de neerslagmelder de status KW= 00 en zijn meetwaarde was 0, dan moest de regenmeter als meetwaarde ook 0 geven anders werd de status van de regenmeter K=K+2.

#### 9.6 Betrouwbaarheid van de metingen

Tijdens de bewerking van de neerslagmetingen van Cabauw constateerde Beljaars dat er belangrijke verschillen bestonden tussen de neerslaghoeveelheden van Cabauw met die van de omringende stations. Een mogelijke oorzaak kon de open opstelling in Cabauw zijn.

(Beljaars, A.C.M. , 1995) .

## Hoofdstuk 10

### Grondtemperaturen

#### 10.1 Meetlocaties

De grondtemperatuur werd gemeten op een hoogte van 0 en -2 cm. In de periode tussen 1 februari 1986 en 21 oktober 1986 vonden de metingen plaats in het midden van het energie-balansterrein, ongeveer 3 m ten noorden van de PS-kast (zie kaart 2.2). Deze sensoren waren begin oktober 1985 ingegraven.

De metingen werden vanaf 21 oktober 1986 op het zuidoost-terrein voortgezet met sensoren die op 25 april 1986 waren ingegraven (kaart 2.2, fig. 10.1).



Figuur 10.1 Meetveldje bodemwarmtestroom en grondtemperatuur (in het centrum)

#### 10.2 Apparatuur

Als sensor werd een op het KNMI ontwikkelde weerstandselement gebruikt. Dit element bestond uit een roestvaststalen capillair met een doorsnede van 0.6 mm voorzien van krimpkous waarop geïsoleerd nikkel draad van 0.05 mm bifilair is gewikkeld. De wikkelingen zijn afgedekt met krimpkous dat vervolgens werd voorzien van een laagje wit warmte geleidend vet. Als bescherming werd het geheel in een roestvaststalen capillair met een lengte van 35 cm en een diameter van 0.3 cm geplaatst. De elektrische weerstand bedroeg bij  $\sim 0^{\circ}\text{C}$   $\sim 495 \Omega$ .

De naalden werden in het ijklab van het KNMI geijkt in stappen van  $\sim 5^{\circ}\text{C}$  in het traject tussen  $\sim -5^{\circ}$  en  $\sim +45^{\circ}\text{C}$ .

De naalden werden aangesloten op een gekalibreerde meetbrug.

Overeenkomstig met de andere sensoren vond de sampling plaats met 1/3 Hz.

Uit die gegevens werden 10 minuutgemiddelden berekend.



### 10.3 Instrumentele controle en onderhoud

Nu en dan werden de nulpunten en ijkpunten van de regelversterkers gecontroleerd en indien nodig bijgesteld.

De metingen vonden plaats op en onder gras dat op een hoogte van ongeveer 8 cm werd gehouden. Vooral in de zomer was de kwaliteit van de grasmat niet altijd optimaal. Zie voor bijzonderheden de uittreksels van de bezoekrapporten.

In verband met revisie werkzaamheden zijn er geen registraties tussen 2 juli 1991 en 9 september 1992. In deze periode zijn in en in de omgeving van het meetterreintje grondwerkzaamheden verricht voor de uitbreiding van de metingen t.b.v. het TEBEX- project. De homogeniteit van het terrein is dus na september 1992 anders dan voor juli 1991.

De naalden die op 9 september 1992 ingebruik werden genomen zijn op 27 april 1992 geplaatst.

De in 1985 ingebruik genomen meetbrug werd op 6 januari 1994 vervangen door een nieuw exemplaar.

De resolutie van de nikkelnaald registratie was van de oude brug: 0.02 K/0.005 V en van de nieuwe : 0.036 K/0.005 V.

### 10.4 Omrekening naar fysische grootheden

Voor de berekening van YKA<sub>1</sub>, YKA<sub>2</sub> en YKA<sub>3</sub> werden per naald de individuele ijkings van zowel naald als meetbrug gebruikt.

Zie voor details de Multo-ringband "nikkelnaalden".

### 10.5 On-line controle

Er vond geen on-line controle plaats.

## Hoofdstuk 11

### Bodemwarmtestroom

#### 11.1 Meetlocaties

De bodemwarmtestroom werd gemeten op een diepte van - 5 cm en - 10 cm.

In de periode tussen 1 februari 1986 en 27 januari 1987 vonden de metingen plaats op het energie- balansterein, ongeveer 10 m noordwestelijk van de PS-kast (zie kaart 2.2). De sensoren waren begin oktober 1985 ingegraven.

Vanaf 27 februari 1987 werden de metingen verricht op het zuidoost- terrein (zie fig. 10.1) met sensoren die op 25 april 1986 waren ingegraven.

#### 11.2 Apparatuur

Om de bodemwarmtestroom te meten werd gebruik gemaakt van warmtestroom-plaatjes van het type WS 31S gemaakt en gekalibreerd door de Technisch Fysische Dienst TNO-TU Delft. Tijdens de gehele meetperiode hadden we de beschikking over drie series sensoren, afhankelijk van het productietijdstip waren globaal de specificaties :

middellijn tussen 111 mm en 111.6 mm ; dikte tussen 4.2 mm en 4,9 mm

- aangeschaft in 1979:

ijkwaarde : tussen 7.0 en 9.1 W/m<sup>2</sup>. K ; weerstand tussen 550 en 580 Ω

- aangeschaft in 1985:

ijkwaarde : tussen 11.3 en 11.8 W/m<sup>2</sup>. K ; weerstand tussen 925 en 950 Ω

- aangeschaft in 1992:

ijkwaarde : tussen 11.1 en 11.5 W/m<sup>2</sup>. K : weerstand tussen 870 en 915 Ω

De ijknaauwkeurigheid bedroeg : ± 5 %

Omdat het temperatuurverschil betrekkelijk klein is en i.v.m. de inhomogeniteit van het terrein werd per niveau, met een aantal in serie geschakelde plaatjes gemeten.

In de periode 27 januari 1987 t/m 2 juli 1991 bevonden zich per niveau, 3 in serie geschakelde sensoren, op de hoekpunten van een gelijkzijdige driehoek met zijden van 3 m.

Op 27 augustus 1992 werden de metingen voortgezet met per niveau 6 in serie geschakelde sensoren. Op 27 april 1992 waren daarom in het midden van iedere zijde nog eens per niveau 3 sensoren bijgeplaatst.

#### 11.3 Instrumentele controle en onderhoud

Nu en dan werden de nulpunten en ijkpunten van de regelversterkers gecontroleerd en indien nodig bijgesteld.

De metingen vonden plaats onder gras dat op een hoogte van ongeveer 8 cm werd gehouden. Vooral in de zomer was de kwaliteit van de grasmat niet altijd optimaal. Zie voor bijzonderheden de uittreksels van de bezoeksrapporten.

In verband met revisie werkzaamheden zijn er geen registraties tussen 2 juli 1991 en 27 augustus 1992. In deze periode zijn in en in de omgeving van het meetterreintje grondwerkzaamheden

verricht voor de uitbreiding van de metingen t.b.v. het TEBEX- project.

De homogeniteit van het terrein in dus na augustus 1992 anders dan voor juli 1991.

Bij het verwijderen van de plaatjes op 5 augustus 1997 bleek dat ze prima contact hadden met de grond en dat er geen gaten in de directe omgeving waren (fig. 11.3).

#### 1.1.4 Omrekening naar fysische grootheden

Voor de berekening van  $YKA_1$  werden per niveau de individuele ijkingen en weerstanden van zowel warmtestroomplaatjes als versterker gebruikt.

#### 1.1.5 On-line controle

Er vond geen on-line controle plaats.



Figuur 1.1.3 Rechts het warmtestroomplaatje, de wortel afdrucken zijn duidelijk zichtbaar

## Hoofdstuk 12

### Luchtdruk

#### 12.1 Meetlocatie

De barometer is gedurende de gehele meetperiode opgesteld geweest in het instrumentenrek in de meetruimte en had geen directe verbinding met de buitenlucht.

De hoogte van de sensor was ~ 1 m boven NAP, een hoogte correctie werd niet toegepast.

#### 12.2 Apparatuur

De luchtdruk werd in de periode van 1 februari 1986 t/m 28 april 1994 gemeten met een Negretti & Zambra aneroïde barometer. Van oorsprong was dit een barometer die met de hand ingesteld moest worden om vervolgens via een telwerk afgelezen te worden.

De Instrumentele afdeling heeft deze barometer geautomatiseerd door hem uit te breiden met een elektrisch aangedreven aftastinrichting en een codeschijf voor het uitlezen van de meetwaarde. De nu ontstane elektronische barometer verstuurd ongeveer om de minuut drie keer achter elkaar dezelfde drukwaarde. In het sample-programma werd om de drie seconde bekeken of er een nieuwe drukwaarde aangekomen was. Indien dit het geval was werd deze opgeslagen. Na tien minuten werd de laatste barometerstand verwerkt en opgeslagen. De luchtdruk is dus een puntmeting en geen gemiddelde over 10 minuten.

De laatste drukwaarde werd programmatisch omgerekend met  $YKB1 * 204.8$  en  $YKB2 + 9500$ . De barometer levert dus de druk af in 0.1 hPa t.o.v. 950 hPa ; in het Gem10 programma werd de 950 hPa er weer bij opgeteld.

De standaardwaarden voor YKA1, YKA2 en YKA3 waren respectievelijk 1, 0, 0.

Vanaf 31 mei 1994 werd de luchtdruk gemeten met een Paroscientific barometer aangesloten op een Sensor Intelligente Aanpassings Module (SIAM). De SIAM stuurt de benodigde start- en andere besturingssignalen naar de sensor en vertaalt het meetsignaal in een digitaal bericht van vast formaat, dat elke 12 seconden uitgezonden werd. Alle informatie in dit bericht werd telkens drie maal herhaald.

Na tien minuten werd de laatste barometerstand rechtstreeks in hPa verwerkt en opgeslagen.

De standaardwaarden voor YKA1, YKA2 en YKA3 waren respectievelijk 1, 0, 0.

#### 12.3 Instrumentele controle en onderhoud

Door de Klimatologische Dienst werden de etmaal- gemiddelden vergeleken met de gemiddelden van de omliggende synoptische stations. Daaruit bleek dat vanaf november 1992 t/m 9 maart 1994 de meetwaarden ongeveer 0.3 hPa te hoog waren. De waarden in het AO-data-bestand werden voor die afwijking niet gecorrigeerd.

De barometer was opgenomen in het standaard onderhoud programma van de Instrumentele afdeling.

#### 12.4 On-line controle

Er vond geen on-line controle plaats.

## Hoofdstuk 13

### SODAR

#### 13.1 Meetlocatie

Gedurende de gehele meetperiode stond de sensor opgesteld in de noordwest hoek van het energiebalans terrein (kaart 2.2 ; fig. 13.1).



Figuur 13.1 SODAR opstelling

#### 13.2 Apparatuur

De metingen werden verricht met een monostatische akoestische SODAR van Aerovironment Inc. Type 300. De sensor bestond uit een microfoon/luidspreker in het brandpunt van een parabolische schotel en het geheel omgeven door een geluidsafscherming tegen achtergrond lawaai. De registratie vond t/m **juni 1990** plaats op facsimile stroken, waarbij de echantensiteit als functie van hoogte en tijd als "zwarting" op papier kwam.

De zwarting is een maat voor de structuurfunctie van de temperatuur of anders gezegd voor de intensiteit van de temperatuurturbulentie op een schaal van de golflengte van het geluid (ongeveer 20 cm).

De nadelen van dit soort registraties zijn van praktische aard :

- het is moeilijk de kwaliteit van de facsimile registratie op continubasis te handhaven
- de opslag van bijvoorbeeld inversiehoogten in een computerbestand is pas mogelijk na een bewerkelijke interpretatie van de stroken
- het gegevensbestand is zeer slecht toegankelijk o.a. door de zwarting.

Wegens het bovenstaande zijn dan ook de papier registraties medio 1990 gestaakt en de oude stroken vernietigd.

In het kader van het continue Cabauw - meetprogramma is daarom naar een methode gezocht om de sodarmetingen automatisch te transformeren naar gecodeerde inversiehoogten.

De oplossing voor dit probleem werd gevonden door de SODAR met een aparte, door de KEMA ontwikkelde microprocessor, uit te rusten (Beljaars A.C.M. en R. Achterberg, 1988).

De microprocessor was instaat de echointensiteit als functie van de hoogte te meten en te middelen over een 50 - tal pulsen. Het resultaat was een gemiddeld profiel van echointensiteit in de vorm van een tabel. Deze tabel werd ongeveer iedere 9 minuten afgegeven. De datareductie werd in een apart programma uitgevoerd. Wanneer de SODAR een nieuwe tabel afgaf werden de laatste 3 tabellen gemiddeld. Hieruit werden de inversiehoogte(n) berekend en een indicatie voor het type echostructuur. Ook werd de echointensiteit van 108 m hoogte gegeven dit was een relatieve maat, waarbij het van belang was dat de stand van de sensitivity - knop van de SODAR als ijkfactor in YKA3 werd meegegeven).

De gangbare waarden voor YKA1, YKA2 en YKA3 waren respectievelijk 0, 0, 6.

De digitale registratie werd op 3 april 1990 in gebruik genomen en vanaf die datum in de database opgenomen..

### 13.3 Codering van de informatie

De sodar - informatie heeft 4 groepen :

XSS	waarbij	X = 8	voor convectie pluimen
		X = 9	voor geen detectie
		SS = 01---98	voor de echo sterkte
		= 99	betekent geen metingen
XHH	waarbij	X = 2	voor grond inversie
		= 3	voor hoogte inversie
		= 4	voor meer dan twee inversies, boven de reeds genoemde
		= 9	voor geen detectie
		HH = 01---98	inversie hoogte (in dam)
		= 99	geen metingen

XHH dezelfde codering voor de tweede inversie

KW = status informatie

### 13.4 On-line controle

Er vond geen on-line controle plaats.

## Hoofdstuk 14

### Wolkenbasis

In de periode 1 februari 1990 t/m 9 oktober 1990 is er een oude ASEA wolkenhoogte-meter opgesteld geweest . De metingen waren niet erg betrouwbaar en toen de laser defect raakte en niet te vervangen was zijn de metingen op continue - basis gestopt.

In het kader van het TEBEX - project zijn wel wolkenhoogten gemeten, maar dan met separate apparatuur. Die metingen zijn in een andere data - base opgenomen .

## Hoofdstuk 15

### Halfuurgemiddelden

#### 15.1 Inleiding

Uit het geschoonde 10 minuten bestand werden halfuur gemiddelden van de metingen berekend alsmede halfuur waarden bepaald van een aantal energiebalans parameters.

De aldus ontstane files hebben één record per 30 minuten vakje met een recordlengte van 210 woorden.

Het programma maakte zowel een dagfile <CBjmmdd.ASC> als een maandfile <CABjmm.ASC> aan.

Units : words.

Er bestaan echter ook enkele varianten van file formats, die staan beschreven in: Engeldal, C.A., 1989.

#### 15.2 Recordopbouw:

ASCII Woord	element	eenheid	schaal factor in ASCII files	Woord	element	eenheid	schaal factor in ASCII files	Woord	element	eenheid	schaal factor in files
0	YYMMDDHHMM			62	leeg			124	KW		
1	leeg			63	leeg			125	leeg		
2	T200	C	100	64	D200	DEG	1	126	leeg		
3	KW			65	SD	DEG	10	127	K214	W/m <sup>2</sup>	1
4	T140	C	100	66	KW			128	KW		
5	KW			67	D140	DEG	1	129	K06	W/m <sup>2</sup>	1
6	T80	C	100	68	SD	DEG	10	130	KW		
7	KW			69	KW			131	KSB	W/m <sup>2</sup>	1
8	T40	C	100	70	D80	DEG	1	132	KW		
9	KW			71	SD	DEG	10	133	QN	W/m <sup>2</sup>	1
10	T20	C	100	72	KW			134	KW		
11	KW			73	D40	DEG	1	135	LIN	W/m <sup>2</sup>	1
12	T10	C	100	74	SD	DEG	10	136	KW		
13	KW			75	KW			137	LOUT	W/m <sup>2</sup>	1
14	T1.5	C	100	76	D20	DEG	1	138	KW		
15	KW			77	SD	DEG	10	139	TSO	C	10
16	To.6	C	100	78	KW			140	KW		
17	KW			79	D10	DEG	1	141	TS2	C	10
18	leeg			80	SD	DEG	10	142	KW		
19	leeg			81	KW			143	GSO	W/m <sup>2</sup>	1
20	SH200	g/kg	100	82	leeg			144	KW		
21	KW			83	V180	K1 aantal		145	GS5	W/m <sup>2</sup>	1
22	SH140	g/kg	100	84		K2 "		146	KW		
23	KW			85		K3 "		147	GS10	W/m <sup>2</sup>	1
24	SH80	g/kg	100	86		K4 "		148	KW		
25	KW			87		K5 "		149	RR	MM	10
26	SH40	g/kg	100	88	KW			150	KW		
27	KW			89	V140	K1 aantal		151	NM	aantal	1
28	SH20	g/kg	100	90		K2 "		152	KW		
29	KW			91		K3 "		153	PP	hPa	10
30	SH10	g/kg	100	92		K4 "		154	KW		
31	KW			93		K5 "		155	zon	aantal	1
32	SH1.5	g/kg	100	94	KW			156	KW		
33	KW			95	V100	K1 aantal		157	LAMBDA	W/K/m	1000
34	SH0.6	g/kg	100	96		K2 "		158	KW		
35	KW			97		K3 "		159	SODAR	I1 = XSS	1
36	leeg			98		K4 "		160		I2 = XHH	1
37	leeg			99		K5 "		161		I3 = XHH	1
38	F200	m/s	10	100	KW			162	KW		
39	SD	m/s	100	101	V60	K1 aantal		163	CLOUDBASE II		1



Recordopbouw (vervolg):

ASCII Woord	element	eenheid	schaal factor in ASCII			element	eenheid	schaal factor in ASCII			element	eenheid	files
			files	Woord				files	Woord				
40	PMAX	m/s	10	102		K2	"	164			I2	1	
41	KW			103		K3	"	165	KW				
42	F140	m/s	10	104		K4	"	166	leeg				
43	SD	m/	100	105		K5	"	167	leeg				
44	FMAX	m/s	10	106	KW			168	leeg				
45	KW			107	V20	K1	aantal	169	UST	m/s		100	
46	F80	m/s	10	108		K2	"	170	KW				
47	SD	m/s	100	109		K3	"	171	HPR	W/m²		1	
48	FMAX	m/s	10	110		K4	"	172	KW				
49	KW			111		K5	"	173	HBOW	W/m²		1	
50	F40	m/s	10	112	KW			174	KW				
51	SD	m/s	100	113	V10	K1	aantal	175	LEPR	W/m²		1	
52	FMAX	m/s	10	114		K2	"	176	KW				
53	KW			115		K3	"	177	LEBBOW	W/m²			
54	F20	m/s	10	116		K4	"	178	KW				
55	SD	m/s	100	117		K5	"	179	LEBAL	W/m²			
56	FMAX	m/s	10	118	KW			180	KW				
57	RW			119	V2	K1	aantal	181	Zø	m		1000	
58	F10	m/s	10	120		K2		182	KW				
59	SD	m/s	100	121		K3	"	183	leeg				
60	FMAX	m/s	10	122		K4	"	:	t/m				
61	KW			123		K5	"	209	leeg				

15.2.1 Voorbeeld: file met 30- min gemiddelden op 8 juli 1996 tussen 0000 uur en 0030 uur UTC

```

9607080030
0,1127,0,1171,0,1193,0,1122,0,
1049,0,1024,0,967,0,950,0,0,0,
729,0,739,0,733,0,727,0,714,0,
0,99,693,0,687,0,0,0,85,8,
88,0,84,7,88,0,76,14,79,0,
60,15,63,0,44,35,53,0,34,34,
44,0,0,0,346,6,0,351,4,0,
351,9,0,340,17,0,334,40,0,331,
56,0,0,0,0,0,0,60,0,0,
0,0,0,60,0,0,0,0,0,60,
0,0,0,0,0,60,0,0,0,0,
0,60,0,0,0,0,0,60,0,0,
0,0,0,60,0,0,0,-2,0,-1,
0,-2,0,-65,0,281,0,355,0,94,
0,122,0,-49,0,-13,0,-7,0,0,
0,0,0,10115,0,0,0,351,8,0,
0,0,99,0,0,99,0,0,0,0,
99,0,99,-9,0,0,99,-7,0,0,
99,45,0,0,0,0,0,2729,2688,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,
9607080100
0,1107,0,1153,0,1154,0,1110,0,
1042,0,1022,0,977,0,964,0,0,0,
734,0,737,0,738,0,731,0,718,0,
0,99,702,0,697,0,0,0,92,16,
99,0,91,12,95,0,77,14,84,0,

```

### 15.2.2 File beschrijving 30 min gemiddelden

```

YYMMDDHHmm
0,T200,KW,T140,KW,T80,KW,T40,KW,
T20,KW,T10,KW,T1.5,KW,T0.6,KW,0,0,
SH200,KW,SH140,KW,SH80,KW,SH40,KW,SH20,KW,
SH10,KW,SH1.5,KW,SH0.6,KW,0,0,F200,SD,
FMAX,KW,F140,SD,FMAX,KW,F80,SD,FMAX,KW,
F40,SD,FMAX,KW,F20,SD,FMAX,KW,F10,SD,
FMAX,KW,0,0,D200,SD,KW,D140,SD,KW,
D80,SD,KW,D40,SD,KW,D20,SD,KW,D10,
SD,KW,0,V180,V180,V180,V180,V180,KW,V140,
V140,V140,V140,V140,KW,V100,V100,V100,V100,V100,
KW,V60,V60,V60,V60,V60,KW,V20,V20,V20,
V20,V20,KW,V10,V10,V10,V10,V10,KW,V2,
V2,V2,V2,V2,KW,0,0,K214,KW,K0.6,
KW,KSB,KW,QN,KW,LIN,KW,LOUT,KW,TS0,
KW,TS2,KW,GS0,KW,GS5,KW,GS10,KW,RR,
KW,NM,KW,PP,KW,SUN,KW,LAMBDA,KW,SODAR,
SODAR,SODAR,KW,CLOUDBASE,CLOUDBASE,KW,0,0,0,UST,
KW,HPR,KW,HBOW,KW,LEPR,KW,LEBOW,KW,LEBAL,
KW,Z0,KW,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,
0,0,0,0,0,0,0,0,0,

```

### 15.3 Verklaring van de afkortingen

#### 15.3.1 Enkele algemene opmerkingen:

De hierna genoemde KW - statussen zijn afgeleide waarden van de standaard codering (zie 4.4) .

<u>Kwaliteitscode</u>	<u>: omschrijving</u>
K en W = 0	: geheel goed
K = 1	: 5 - 25 % van de samples ontbreken
W = 2	: bij het schonen gecorrigeerd/aangevuld
K = 8 en/of W = 8	: na schonen goed
K = 9 en/of W = 9	: ontbrekende waarden

- De gemiddelden werden altijd berekend over drie tienminuten vakjes, want voor het berekenen daarvan werd eerst de procedure voor het bepalen van de nieuwe KW - status toegepast;  $KW_{30} = KW_{COMB}(KW_1, KW_2, KW_3)$  .  
Bij het berekenen van de gemiddelden, standaarddeviaties en het bepalen van extremen was het dus niet nodig op de status te letten want dat kwam vanzelf goed door KWCOMB.  
Voorbeeld: Zelfs bij ontbrekende getallen kon het gemiddelde berekend worden want de bijbehorende KW werd dan gewoon ontbrekend (99).
- Bij de verklaring van de afkortingen wordt, waar nodig, ook een toelichting gegeven over het tot stand komen van de waarde.
- Zie voor de Engelse tekst: Vliet van der J.G. , 1992

Symbool	Beschrijving
YYMMDDHHMN	YY = jaar ( min 1900 ) MM = maand DD = dag HH = uur ( in UTC ) MN = laatste minuut van de meetperiode ; bijvoorbeeld: 1230 heeft betrekking op het tijdvak 12.00 - 12.30 UTC

### 15.3.2 Temperatuur en vochtigheid

Txxx	T = drogebol temperatuur in °C xxx = hoogte instrument boven grondniveau (m)
SHxxx	SH = specifieke vochtigheid ( g/kg ), berekend uit de droge- en nattebol temperatuur xxx = hoogte instrument boven grondniveau (m)

### 15.3.3 Windsnelheid en - richting

Volgorde van bewerking:

- op de geselecteerde 10 - minuten gemiddelden van windrichting en - snelheid wordt eerst de storingscorrectie toegepast (Wessels, 1983)
- windrichting continu maken
- middeling over de drie 10 - minuten vakjes
- middeling varianties  $\sigma = \sqrt{(\sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \sigma_3^2)^{1/3}}$
- kies extreem van de drie extremen

Fxxx	F = windsnelheid (m/s) xxx = hoogte instrument boven grondniveau (m)
SD	Standaarddeviatie
FMAX	Maximum windsnelheid (m/s) in het afgelopen halfuurvak, gemeten met een tijdconstante van 3 s.
Dxxx	D = windrichting (graden t.o.v. ware noorden) xxx = hoogte instrument boven grondniveau (m)

### 15.3.4 Horizontaal zicht

Het zicht wordt gegeven als frequentieverdeling voor vijf zichtklassen (Kx):

K1 = 0 - 50 m

K2 = 50 - 100 m

K3 = 100 - 200 m

K4 = 200 - 500 m

K5 = > 500 m

Het zicht werd gemeten als 30 seconde gemiddelde. Per halfuurvak wordt het aantal dertig seconde waarden vermeld dat in de betreffende klasse voorkomt.

Vxxx	V = horizontaal zicht xxx = hoogte instrument boven grondniveau (m)
------	--

15.3.5 Straling Van de volgende vier stralingscomponenten werden gewoon per halfuur de gemiddelden van drie 10 - minuten waarden berekend.

K214	Inkomende kortgolvlige straling ( $W/m^2$ ) op 214 m boven grondniveau
K06	Inkomende kortgolvlige straling ( $W/m^2$ ) op 1.5 m boven grondniveau
KSB	Inkomende kortgolvlige diffuse straling ( $W/m^2$ ) gemeten met een schaduwband op 1.5 m boven grondniveau
QN	Netto straling ( $W/m^2$ ) op 1.5 m boven grondniveau

Volgorde van bewerking van de langgolvlige in (LIN) - en uitgaande (LOUT) straling

- per 10 minuten vak werd:  $LIN = LIN + TLIN$   
 $KW(LIN) = KWCOMB(KW(LIN), KW(TLIN))$

- bereken gemiddelde van LIN

- bereken KW uit KWCOMB

Idem voor LOUT

LIN	Langgolvlige inkomende straling ( $W/m^2$ ) op 1.5 m boven grondniveau
LOUT	Langgolvlige uitgaande straling ( $W/m^2$ ) op 1.5 m boven grondniveau

### 15.3.6 Bodemmetingen

TS0, TS2	Grondtemperatuur ( $^{\circ}C$ ) op respectievelijk 0 en -2 cm diepte. Deze metingen worden gewoon gemiddeld.
GS0	Bodemwarmtestroom ( $W/m^2$ ) op grondniveau. Dit is een afgeleide grootte, waarvoor het verloop over een dag nodig is (0 - 24 uur). De GS0 en KW worden voor 24 uur, in een serie van 48, dertig minuten gemiddelden berekend uit het temperatuurverschil tussen 0 en -2 cm en de bodemwarmtestroom gemeten op -5 en -10 cm diepte. De berekening vond plaats met de procedure SLOBGS0. De berekeningen werden alleen uitgevoerd als 75% van de benodigde data aanwezig was. Was er minder aanwezig dan werd de Fourier methode van Slob gebruikt. De methode voor berekening van GS0 is in een gewijzigde versie voorgesteld door Slob en beschreven in: De Bruin en Holtslag, 1982 en ook in Wessels, 1984.
GS5, GS10	Bodemwarmtestroom ( $W/m^2$ ) op -5 en -10 cm.

### 15.3.7 Diversen

RR	Neerslaghoeveelheid (mm) gemeten op 40 cm hoogte; som van zes vijf minuten vakjes.
NM	Neerslagmelder; het totaal aantal halve minuutvakjes dat er in een halfuur neerslag is gevallen.
PP	Luchtdruk (hPa) op zeeniveau. De waarde is het gemiddelde van de laatste halve minuut van het halfuurvak.
ZON	Duur van de zonschijn; het totaal aantal halve minuutvakjes dat de zon in een halfuur heeft geschinen. Berekend uit de inkomende kortgolvlige - en diffusestraling. (Brink, G.J. v.d. et al., 1981).
LAMBDA	Warmte geleidingscoëfficiënt van de bodem ( $W/K/m$ ); één waarde per dag. (Bruin, H.A.R. de and A.A.M. Holtslag, 1982).
SODAR	<u>S</u> ound <u>d</u> etection <u>a</u> nd <u>r</u> anging. De gegevens hebben betrekking op de laatste 10 minuten van het halfuurvak. Zie voor de codering 13.3.
Cloudbase I1 en I2	Niet beschikbaar, zie Hoofdstuk 14.

### 15.3.8 Berekende grootheden

UST	Wrijvingsnelheid (m/s) berekend uit : geselecteerde windsnelheid op 10 m, $Z_0$ , temperatuur verschil tussen 10 en 1.5 m en het verschil van de specifieke vochtigheid tussen 10 en 1.5 m. (Wessels, H.R.A., 1984).
HPR	Warmteflux ( $W/m^2$ ), berekend uit profielen met de flux - profielrelatie voor homogeen terrein (Wessels, H.R.A., 1984).
HBOW	Warmteflux ( $W/m^2$ ), berekend uit de energiebalans metingen (Bowen- ratio methode)(Wessels, H.R.A., 1984).
LEPR	Vochtflux ( $W/m^2$ ) , berekend uit profielen met de flux - profielrelatie voor homogeen terrein (Wessels, H.R.A., 1984).
LEBOW	Vochtflux ( $W/m^2$ ), berekend uit de energiebalans metingen (Bowen- ratio methode)(Wessels, H.R.A., 1984).
LEBAL	Vochtflux ( $W/m^2$ ), de procedure wordt berekend met de Balans-methode. De gebruikte parameters zijn : nettostraling, de bodemwarmtestroom op het aardoppervlak ( $G_{So}$ ) en HPR (Wessels, H.R.A., 1984).
$Z_0$	Ruwheidslengte (m) voor de bovenwindse sector. De $Z_0$ waarden zijn berekend uit de standaarddeviaties van de windsnelheid op 10 m hoogte te Cabauw in de periode mei t/m oktober 1986 voor de zomer en het tijdvak november 1986 t/m april 1987 voor de winter. In tabel 15.3 zijn ze per seizoen in twaalf sektoren van 30 graden vermeld. Voor de selectie wordt de windrichting op 10 m hoogte gebruikt, is deze niet aanwezig dan wordt de richting op 20 m hoogte gebruikt (Beljaars, A.C.M., 1988).

Tabel 15.3  $Z_0$  - waarden Cabauw

Windrichting (graden)	$Z_0$ - zomer (m)	$Z_0$ - winter (m)
0 - 30	0.059	0.040
30 - 60	0.10	0.054
60 - 90	0.15	0.069
90 - 120	0.15	0.12
120 - 150	0.11	0.022
150 - 180	0.041	0.021
180 - 210	0.040	0.030
210 - 240	0.037	0.021
240 - 270	0.066	0.036
270 - 300	0.061	0.028
300 - 330	0.062	0.037
330 - 360	0.045	0.035

zomer = mei t/m oktober

winter = november t/m april

## Nawoord

Het totstandbrengen van een dataset met een dergelijke omvang is uitsluitend mogelijk geworden door de inzet van een groot aantal personen. Veel KNMI 'ers hebben de afgelopen jaren dan ook hun medewerking verleend. Het gevaar is groot dat men met het bedanken van zoveel mensen een enkeling zal vergeten, daarom volsta ik met het noemen van slechts de collega's van de werkgroep Observatie en analyse van grenslaagprocessen boven land, de technici van de Instrumentele afdeling en de medewerkers van de afdeling Automatisering.

Eén uitzondering wil ik maken voor Anton Beljaars voor zijn vele ideeën, Fred Bosveld voor zijn adviezen, Harry Carolus en Rinus Rauw voor het maken van de uiteindelijke bestanden en Mariëtta Berkel voor de verzorging van de lay-out van dit verslag.

Allen hartelijk dank.

## Literatuur

Beljaars, A.C.M. , 1983: De invloed van meetsystemen op de waarnemingen van gemiddelden, standaarddeviatie en maxima. KNMI Scientific Report W.R. 83 - 2 .

Beljaars, A.C.M., G.D.G. Folkers, R.A. Hoenson en A. Unlandt, 1984: Inzameling en opslag van Cabauwmetingen: een systeemvoorstel. KNMI Technical Report T.R. -48.

Beljaars, A.C.M., 1988: The measurement of gustiness at routine wind stations. WMO - TECO - 1988, p. 311 - 316, Leipzig, WMO / TD - No. 222, KNMI Memorandum FM - 88 - 05.

Beljaars, A.C.M. en R. Achterberg, 1988: Automatische detektie van inversies met SODAR. KNMI Technical Report TR - 106.

Beljaars, A.C.M., 1995: Precipitation observations at Cabauw. KNMI Memorandum AO - 95 - 08.

Beljaars, A.C.M., F.C. Bosveld, 1997: Cabauw Data for the Validation of Land Surface Parameterization Schemes. Journal of Climate, volume 10, 1172 - 1193; KNMI Memorandum AO - 95 - 06.

Brink, G.J. v. d., C. den Ouden en W.H. Slob , 1981: The relationship between diffuse, global and extra terrestrial irradiance in dependence of solar altitude and sunshine duration. TPD -TNO 803 - 229 ll .

Bruin, H.A.R. de and A.A.M. Holtslag , 1982: A simple parameterization of the surface fluxes of sensible and latent heat during daytime compared with the Penman - Monteith concept. J.Appl. Meteor. 21, 1610 - 1621.

Driedonks, A.G.M., en W.A.A. Monna , 1977: Wenselijkheid tot aanschaf van propellervanen voor het onderzoek te Cabauw. KNMI Memorandum 77- 666 .

Duijndam, A.J.W. , 1983: Nieuwe psychrometer - en dampdrukformules. KNMI Memorandum IG - INSA 83 - 03, niet gepubliceerd.

Engeldal, C.A. , 1989: Computerprogrammatuur voor de verwerking van Cabauw 30 minuten files KNMI Memorandum FM - 89 - 11.

Grontmij n.v. De Bilt, 1984: Bodemkundig onderzoek en advies ten behoeve van meetveld te Cabauw. KNMI ingekomen brief Nr.: 6833 - 1984.

Hoeven van der P.C.T. , J.M. Koopstra , 1983: Specificaties , verzending van de output . KNMI Memorandum FM - 83 - 39.

Holtslag, A.A.M. , and A.P. van Ulden , 1983: A simple scheme for daytime estimates of the surface fluxes from routine weather data. J. Clim . Appl . Meteor., 22, 517 - 529 and KNMI Memorandum FM. 82 - 12.

Jager, C.J., T.C. Nakken en C.L. Palland, 1976: Bodemkundig onderzoek van twee graslandpercelen nabij Cabauw. NV Heidemaatschappij beheer, KNMI - Bibliotheek nr. : IX. h. 405.

KNMI - INSA, 1987: Temperatuurmeetbrug. KNMI - INSA Nr.: 04 - 002.

KNMI - INSA, 1989: Absolute temperatuur Cabauw. KNMI -INSA Nr.: 04 - 007.

KNMI, Handboek meteorologische codes , 1994: KNMI nr.: 24.04.010 .

KNMI, 1994: Storingsprocedures KNMI- MSS voor de Wachtchef CWD, 3 - 1 - 1994.

Kohsiek, W. 1996 ( a ): Veldervaringen met de Schulze, Funk en Fritschen. KNMI Memorandum, AO-96-04.

Kohsiek, W., 1996 ( b ): On the KNMI calibration of net radiometers. KNMI Technical Report, T.R. - 189.

Kuik, F. 1997: Global radiation measurements in the operational KNMI meteorological network: effects of pollution and ventilation. KNMI Technical Report T.R. - 197.

Lammeren van, A.C.A.P. en A. Hulshof , 1994: Standaard stralingsmetingen met een zonnevolger. KNMI Technical Report T.R. - 164.

Linden van der R., 1992: De lichtchopperversterker. KNMI Stageverslag, geen nummer.

Louwers, J.A.M., 1982: Controle in afregeling van temperatuurprofielen te Cabauw in najaar 1981. KNMI Technical Report T.R. - 19.

Louwers, J.A.M. 1982: Beschrijving van een lichtchopperversterker t.b.v. temperatuurmeting met behulp van thermokoppels voor Cabauw. KNMI Technical Report T.R. - 24.

Luit van der D., 1982 : Onderzoek aan het bevochtigingssysteem van de psychrometer te Cabauw en de werking onder natte omstandigheden . KNMI Memorandum FM - 82- 8.

Lumley, J.L. and H.A. Panofsky, 1964: The structure of atmospheric turbulence. Interscience.

Monna, W.A.A., 1978: Comparative investigation of dynamic properties of some propeller vanes. KNMI Scientific Report W.R. 78 - 11.

Monna , W.A.A. , and A.G.M. Driedonks , 1979 : Experimental data on the dynamic properties of several propeller vanes. J. Appl. Meteor., 18, 699 - 702.

Monna , W.A.A. and J.G. van der Vliet , 1987 : Facilities for research and weather observations on the 213 m tower at Cabauw and at remote locations . KNMI Scientific Report W.R. 87 - 5 .

Molen van der, M.K. en W. Kohsiek , 1995: Nauwkeuriger nettostraling meten, KNMI Technical Report, T.R. - 177.

Muller, S.H. , 1982: Systematische fouten ten gevolge van diverse bewerkingsmethoden bij het bepalen van temperatuurverschillen met thermokoppels, KNMI Technical Report T.R. - 27.

Slob W.M., 1974: Watervoorziening van de nattebol met behulp van een slangenpompje, KNMI Memorandum 73 - 707.

Slob W.M. , 1978: The accuracy of aspiration thermometers. KNMI Scientific Report W.R. 78-1.

Ulden van, A.P. and J. Wieringa, 1996: Atmospheric boundary layer research at Cabauw. Boundary-Layer Meteorology 78: 39 - 69, 1996 .

Ulden van, A.P., J.G. van der Vliet, and J. Wieringa. KNMI Scientific Report W.R. 76 - 7. Temperature and wind observations at height from 2 m to 200 m at Cabauw in 1973. (+ suppl.)



Verdonschot, J.K.M. en G.J. v.d. Brink, 1981: Climatology of solar irradiance on inclined surfaces - IV, Part 1: Measurements, TPD - TNO 803 - 229 IV - 1.

Vliet van der J.G., 1981: De invloed van de mast en de uithouders op de windmeting te Cabauw. KNMI Scientific Report W.R. 81 - 5.

Vliet van der J.G., 1992: File description of half-hourly observation records from the 213 m mast at Cabauw, since 1986. KNMI Memorandum FM - 92 - 24.

Wessels, H.R.A., 1979: Correctie voor voorwaarts verstrooid licht bij transmissometers (KNMI korte basis). KNMI Report, V - 312.

Wessels, H.R.A., 1983: Distortion of the wind field by the Cabauw meteorological tower, KNMI Scientific Report W.R. 83 - 15.

Wessels, H.R.A., 1984: Cabauw meteorological data tapes 1973 - 1984; description of instrumentation and data processing for the continuous measurements. KNMI Scientific Report W.R. 84 - 6.

Wieringa, J., 1967: Evaluation and Design of Wind Vanes; J. Appl. Meteorol. 6, 1114 - 1122.

WMO, 1983: Guide to meteorological instruments and methods of observations, 5<sup>th</sup> edition.

**KNMI-PUBLICATIES, TECHNISCHE & WETENSCHAPPELIJKE  
RAPPORTEN, GEPUBLICEERD SEDERT 1995**

Overzicht van eerder verschenen publicaties, wordt verzoek toegezonden door de Bibliotheek van het  
IL, postbus 201, 3730 AE De Bilt, tel. 030 - 2 206 855, fax. 030 - 2 210 407; e-mail: biblio@knmi.nl

**KNMI-PUBLICATIE MET NUMMER**

- 28 Sneeuwdek in Nederland 1961-1990 / A.M.G. Klein Tank
- 5 Stormkalender: chronologisch overzicht van alle stormen (windkracht 8 en hoger) langs de Nederlandse kust voor het tijdvak 1990-1996 / [samenst. B. Zwart ea.]
- 1a List of acronyms in environmental sciences : revised edition / [compiled by P. Geerdens and M. Waterborg]
- a FM12 SYNOP : internationale en nationale regelgeving voor het coderen van de groepen 7wwW1W2 en 960ww
- b FM12 SYNOP : internationale en nationale regelgeving voor het coderen van de groepen 7wwW1W2 en 960ww; derde druk
- 1 Rainfall in New Guinea (Irian Jaya) / T.B. Ridder
- 2 Vergelijking van zware regens te Hollandia (Nieuw Guinea), thans Jayapura (Irian Jaya) met zware regens te De Bilt / T. B. Ridder
- 3 Verdamping in Nieuw-Guinea, vergelijking van gemeten hoeveelheden met berekende hoeveelheden / T.B. Ridder
- 4 Beschrijving van het klimaat te Merauke, Nieuw Guinea, in verband met de eventuele vestiging van een zoutwinningsbedrijf / T.B. Ridder ea.
- 5 Overzicht van klimatologische en geofysische publicaties betreffende Nieuw-Guinea / T.B. Ridder
- 1 Inleiding tot de algemene meteorologie : studie-uitgave / B. Zwart, A. Steenhuisen, m.m.v. H.J. Krijnen
- 1a Inleiding tot de algemene meteorologie : studie-uitgave ; 2e druk / B. Zwart, A. Steenhuisen, m.m.v. H.J. Krijnen
- 1 Handleiding voor het gebruik van sectie 2 van de FM 13-X SHIP-code door stations op zee / KNMI; KLU; KM
- 1a Handleiding voor het gebruik van sectie 2 van de FM 13-X SHIP-code voor waarnemers op zee / KNMI; KLU; KM
- 1-I Rainfall generator for the Rhine Basin: single-site generation of weather variables by nearest-neighbour resampling / T. Brandsma and T.A. Buishand
- 7 De wind in de rug: KNMI-weerman schaaft de Elfstedentocht / H. van Dorp

**TECHNISCH RAPPORT = TECHNICAL REPORT (TR)**

- 3 Analyse van het seismische risico in Noord-Nederland / Th. de Crook, B. Dost en H.W. Haak
- 3 Measurement of the structure parameter of vertical wind-velocity in the atmospheric boundary layer / R. van der Ploeg
- 4 Report of the ASGASEX'94 workshop / ed. by W.A. Oost
- 5 Over slecht zicht, bewolking, windstoten en gladheid / J. Terpstra
- 5 Verification of the WAQUA/CSM-16 model for the winters 1992-93 and 1993-94 / J.W. de Vries
- 7 Nauwkeuriger nettostraling meten / M.K. van der Molen en W. Kohsiek
- 3 Neerslag in het stroomgebied van de Maas in januari 1995: waarnemingen en verificatie van modelprognoses / R.Jilderda ea.
- 3 First field experience with 600PA phased array sodar / H. Klein Baltink
- 3 Een Kalman-correctieschema voor de wegdektemperatuurverwachtingen van het VAISALA-model / A. Jacobs
- 1 Calibration study of the K-Gill propeller vane / Marcel Bottema
- 2 Ontwikkeling van een spectraal UV-meetinstrument / Frank Helderma
- 3 Rainfall generator for the Rhine catchment : a feasibility study / T. Adri Buishand and Theo Brandsma
- 4 Parametrisatie van mooi-weer cumulus / M.C. van Zanten
- 5 Interim report on the KNMI contributions to the second phase of the AERO-project / Wiel Wauben, Paul Fortuin ...[et al.]
- 6 Seismische analyse van de aardbevingen bij Middelstum (30 juli 1994) en Annen (16 augustus '94 en 31 januari '95) / [SO]
- 7 Analyse wenselijkheid overname RIVM-windmeetlokalities door KNMI / H. Benschop
- 8 Windsnelheidsmetingen op zee stations en kuststations: herleiding waarden windsnelheden naar 10-meter niveau / H. Benschop
- 9 On the KNMI calibration of net radiometers / W. Kohsiek
- 0 NEWWAM statistics over the period October 1994 - April 1995 / F.B. Koek
- 1 Description and verification of the HIRLAM trajectory model / E. de Bruijn
- 2 Tiltmeting : een alternatief voor waterpassing ? / H.W. Haak
- 3 Error modelling of scatterometer, in-situ and ECMWF model winds; a calibration refinement / Ad Stoffelen
- 4 KNMI contribution to the European project POPSICLE / Theo Brandsma and T. Adri Buishand
- 5 ECBILT, a coupled atmosphere ocean sea-ice model for climate predictability studies / R.J. Haarsma ao.
- 6 Environmental and climatic consequences of aviation: final report of the KNMI contributions to the AERO-project / W. Wauben ao.

- 197 Global radiation measurements in the operational KNMI meteorological network: effects of pollution and ventilation / F. Kuik
- 198 KALCORR: a kalman-correction model for real-time road surface temperature forecasting / A. Jacobs
- 199 Macroseismische waarnemingen Roswinkel 19-2-1997 / B. Dost en H.W. Haak
- 200 Operationele UV-metingen bij het KNMI / F. Kuik
- 201 Vergelijking van de Vaisala's HMP233 en HMP243 relatieve luchtvochtigheidsmeters / F. Kuik
- 202 Statistical guidance for the North Sea / Janet Wijngaard and Kees Kok
- 203 UV-intercomparison SUSPEN / Foeke Kuik and Wiel Wauben
- 204 Temperature corrections on radiation measurements using Modtran 3 / D.A. Bunschoek, A.C.A.P. van Lammeren and A.J. Feijt
- 205 Seismisch risico in Noord-Nederland / Th. De Crook, H.W. Haak en B. Dost
- 206 The HIRLAM-STAT-archive and its application programs / Albert Jacobs
- 207 Retrieval of aerosol properties from multispectral direct sun measurements / O.P. Hasekamp
- 208 The KNMI Garderen Experiment, micro-meteorological observations 1988-1989; instruments and data / F.C. Bosveld, J.G. van der Vliet and W.A.A. Monna.
- 209 CO2 in water and air during ASGAMAGE: concentration measurements and consensus data / Cor M.J. Jacobs, Gerard J. Kunz, Detlev Sprung ao.

**WETENSCHAPPELIJK RAPPORT = SCIENTIFIC REPORT (SR)**

- 95-01 Transformation of precipitation time series for climate change impact studies / A.M.G. Klein Tank and T.A. Buishand
- 95-02 Internal variability of the ocean generated by a stochastic forcing / M.H.B. van Noordenburg
- 95-03 Applicability of weakly nonlinear theory for the planetary-scale flow / E.A. Kartashova
- 95-04 Changes in tropospheric NOx and O3 due to subsonic aircraft emissions / W.M.F. Wauben ao.
- 95-05 Numerical studies on the Lorenz84 atmosphere model / L. Anastassiades
- 95-06 Regionalisation of meteorological parameters / W.C. de Rooy
- 95-07 Validation of the surface parametrization of HIRLAM using surface-based measurements and remote sensing data / A.F. Moene ao.
- 95-08 Probabilities of climatic change : a pilot study / Wieger Fransen (ed.) and Alice Reuvekamp
- 96-01 A new algorithm for total ozone retrieval from direct sun measurements with a filter instrument / W.M.F. Wauben
- 96-02 Chaos and coupling: a coupled atmosphere ocean-boxmodel for coupled behaviour studies / G. Zondervan
- 96-03 An acoustical array for subsonic signals / H.W. Haak
- 96-04 Transformation of wind in the coastal zone / V.N. Kudryavtsev and V.K. Makin
- 96-05 Simulations of the response of the ocean waves in the North Atlantic and North Sea to CO2 doubling in the atmosphere / K. Rider ao.
- 96-06 Microbarograph systems for the infrasonic detection of nuclear explosions / H.W. Haak and G.J. de Wilde
- 96-07 An ozone climatology based on ozonesonde measurements / J.P.F. Fortuin
- 96-08 GOME validation at KNMI and collaborating institutes / ed. by P. Stammes and A. Piers
- 97-01 The adjoint of the WAM model / H. Hersbach
- 97-02 Optimal interpolation of partitions: a data assimilation scheme for NEWWAM-4; description and evaluation of the period November 1995 - October 1996 / A. Voorrips
- 97-03 SATVIEW: a semi-physical scatterometer algorithm / J.A.M. Janssen and H. Wallbrink
- 97-04 GPS water vapour meteorology : status report / H. Derks, H. Klein Baltink, A. van Lammeren, B. Ambrosius, H. van der Marel ao.
- 97-05 Climatological spinup of the ECBILT oceanmodel / Arie Kattenberg and Sybren S. Drijfhout
- 97-06 Direct determination of the air-sea transfer velocity of CO2 during ASGAMAGE / J.C.M. Jacobs, W. Kohsiek and W.A. Oost
- 97-07 Scattering matrices of ice crystals / M. Hess, P. Stammes and R.B.A. Koelemeijer
- 97-08 Experiments with horizontal diffusion and advection in a nested fine mesh mesoscale model / E.I.F. de Bruijn
- 97-09 On the assimilation of ozone into an atmospheric model / E. Valur Hólm
- 98-01 Steady state analysis of a coupled atmosphere ocean-boxmodel / F.A. Bakker
- 98-02 The ASGAMAGE workshop, September 22-25, 1997 / ed. W.A. Oost
- 98-03 Experimenting with a similarity measure for atmospheric flows / R.A. Pasmanter and X.-L. Wang
- 98-04 Evaluation of a radio interferometry lightning positioning system / H.R.A. Wessels



