

12 MEI 1966

KONINKLIJK NEDERLANDS  
METEOROLOGISCH INSTITUUT

Verslagen V-180  
(R III-300-1966)

Verslag van een bezoek aan het Koninklijk Meteorologisch Instituut

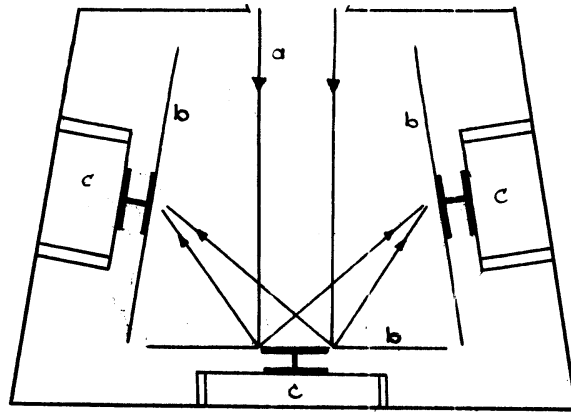
van België op 22 en 23 april 1965

door

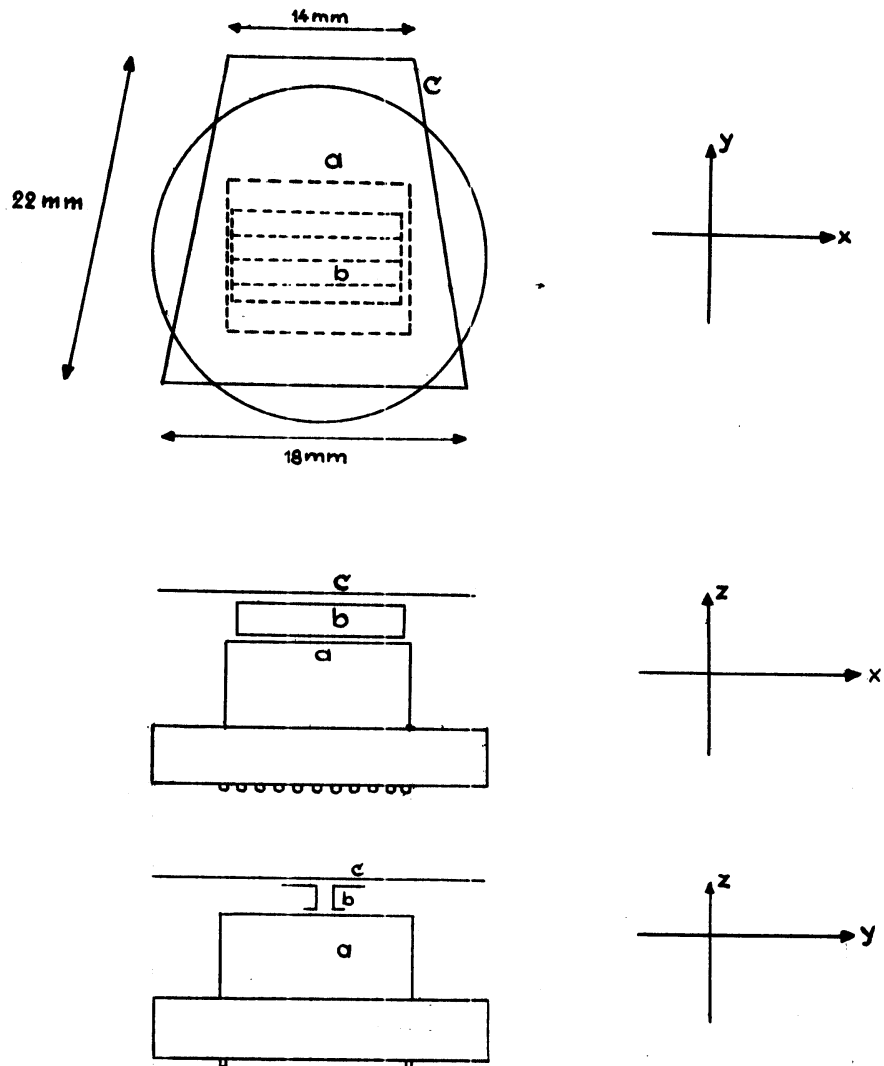
Drs. S. Schoen en Ir. A.J. Frantzen.

De Bilt, 1966

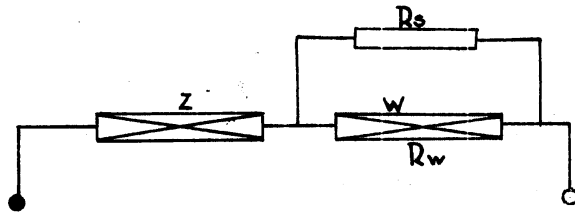
Kon. Ned. Meteor. Inst.  
De Bilt



**Fig. 1.** a: Invallende lichtbundel.  
 b: Dun metaaloppervlak bedekt met Parson's Optical Black.  
 c: Kipp thermozuil.

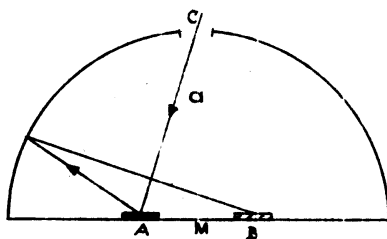


**Fig. 2.** Aanbrengen dun metaaloppervlak op Kipp-thermozuil.  
 a: Thermozeil.  
 b: Metalen steun.  
 c: Dun metaaloppervlak aan de bovenkant bedekt met Parson Optical Black Lacquer.



**Fig. 3.** Principe van het shunten van een deels witte deels zwarte thermozuul  
 z= gezwarte thermozuul.  
 w= witgemaakte thermozuul.  
 Rw= inwendige weerstand witte thermozuul.  
 Rs= shuntweerstand.

Stel, dat er een straling van  $1 \text{ cal cm}^{-2} \text{ min}^{-1}$  op de thermozuul valt, dan geeft, als de straling kortgolvig is, de zwarte zuil een EMKEzk en de witte zuil Ewk. Als de straling langgolvig is respectievelijk Ezl en Ewl. Een verschil in gevoeligheid, dat wordt veroorzaakt door verschil in absorberende eigenschappen van de zuiloppervlakken voor kortgolvige en langgolvige straling en door verschil in transmissie eigenschappen van het lupoleen kapje van beide soorten straling. Wil nu de gevoeligheid van de hele zuil voor beide soorten straling even groot zijn, dan moet gelden  $Ezk + Ewk = Ewl + Ezl$ , of  $Ewl - Ewk = Ezk - Ezl$ . In het algemeen is hieraan niet zonder meer voldaan. In het in de figuur aangegeven geval is  $Ewl - Ewk > Ezk - Ezl$ . Dan moet  $Ewl - Ewk$  kleiner worden gemaakt met behulp van de shunt Rs. De spanning over Rs wordt nl.  $Ew \frac{Rs}{Rs+Rw}$ . Men moet nu Rs zo kiezen, dat:  
 $(Ewl - Ewk) \frac{Rs}{Rs+Rw} = Ezk - Ezl$ , of  $Rs = \frac{Rw(Ezk - Ezl)}{(Ewl - Ewk) - (Ezk - Ezl)}$ .  
 Indien  $Ewl - Ewk > Ezk - Ezl$  moet men de zwarte thermozuul shunten.



**Fig. 4.** a: Invallende bundel monochromatisch infrarood licht.  
 A: Vlakje gezwart met Parson's Optical Black.  
 B: Thermozuul.  
 C: Opening waardoor infrarood straling binnen treedt.

## Verslag van een bezoek aan het Koninklijk Meteorologisch Instituut

van België op 22 en 23 april 1965.

door

Drs. S. Schoen en Ir. A.J. Frantzen.

Op 22 en 23 april werd door ons een bezoek gebracht aan het K.M.I. van België te Ukkel, teneinde ons op de hoogte te stellen van de aldaar gebruikte methoden voor de meting van de stralingsbalans en vooral van de ijking van de daarvoor gebruikte instrumenten. Wij hadden daartoe een gesprek met Dr. Bertrand, die zich te Ukkel met de meting van de stralingsbalans en z'n componenten bezig houdt.

De moeilijkheid bij het ijken van stralingsbalansmeters is, dat deze instrumenten een verschillende gevoeligheid hebben voor kortgolvlige straling en langgolvlige straling. In feite zou men dan ook voor elk van deze soorten straling een aparte ijkfactor nodig hebben. Dit wordt echter lastig, daar men overdag kortgolvlige en langgolvlige straling tezamen meet en men dus altijd met b.v. een dubbele Moll-Gorczynski pyranometer de kortgolvlige straling apart zou moeten meten om de twee componenten uit elkaar te halen. Men heeft daarom te Ukkel een methode ontwikkeld, die het mogelijk moet maken de instrumenten, in het bijzonder de Schulze-stralingsbalansmeter, een even grote gevoeligheid te geven voor beide soorten straling.

Oorzaak van de ongelijke gevoeligheid is het feit, dat de op de thermozielen aangebrachte zwarting, de zg. "Optical Black Parson Lacquer" een kleinere absorptie heeft in het infrarood dan in het kortgolvlige gebied. Met een instrument met vrij geëxposeerde thermoziel, zoals de Suomi-stralingsbalansmeter, bepaalt men het totale effect van beide stralingen. Maar bij een instrument als de Schulze-stralingsbalansmeter, is over de thermoziel een lupoleen kapje aangebracht. Lupoleen laat zowel kortgolvlige als langgolvlige straling door, maar de transmissie coëfficiënt is voor kortgolvlige straling groter dan voor langgolvlige straling. Het gevolg is dat beide typen instrumenten een verschil in gevoeligheid bezitten.

Te Ukkel gaat men nu als volgt te werk:

Men heeft een thermoziel geconstrueerd, waarvan het oppervlak als vrijwel volledig zwart kan worden beschouwd voor kortgolvlige en langgolvlige straling. Hiertoe werd een uit vijf Kipp-thermozielen bestaandsysteem geconstrueerd, dat bestaat uit een centrale thermoziel, waarop de straling direct invalt en uit vier zuilen, die aan de vier zijden van de centrale zuil zodanig zijn opgesteld, dat ze de door de centrale zuil gereflecteerde straling opvangen. (zie fig. 1, hierin zijn de twee zuilen aan de voor- en achterzijde van de centrale zuil weggelaten).

Op elk van deze zuilen is een dun metaaloppervlak aangebracht (afmetingen: bij de centrale zuil 20 x 20 mm., bij de andere vier 22 x 14 (18) mm.) Deze platen zijn aangebracht op een metalen steun, die op de plaats, waar de warme lassen zich bevinden, op de thermozuil is aangebracht (zie fig. 2). De verschillende delen zijn met Optical Black Parson Lacquer samengevoegd. Ook de bovenkant van de metaaloppervlakken is met Optical Black Parson Lacquer gezwart. De invallende straling wordt door het metaaloppervlak geabsorbeerd. De hierdoor geproduceerde warmte vloeit via de steun af naar de warme lassen van de thermozuil. De gevoeligheid van het stelsel Kipp-thermometer-metaaloppervlak is in alle punten van dit oppervlak gelijk mits men de zuil in vacuum plaatst ( $10^{-6}$  mm Hg), afgezien van een kleine fout door stralingsuitwisseling met de omgeving. Het hele systeem staat dan ook in een vacuum ruimte opgesteld, waarin zich een NaCl-venster bevindt, dat infrarood licht doorlaat en waardoor de straling op het boven beschreven zuilensysteem kan vallen. De vijf metalen platen vormen tezamen een zwarte holle ruimte met aan de bovenkant een opening waardoor de straling invalt. Vrijwel alle invallende straling zal door dit systeem worden geabsorbeerd. De vijf thermozuilen hebben dezelfde ijf-factor en staan in serie geschakeld. De totale spanning door de invallende straling veroorzaakt is evenredig met die straling met een nauwkeurigheid groter dan 99 %.

Men kan nu achtereenvolgens een langgolvlige lichtbron en een kortgolvlige lichtbron voor het boven beschreven zuilensysteem brengen, dat we in het vervolg als volkomen zwarte zuil zullen aanduiden, en deze lichtbronnen zodanig regelen, dat zij in de zuil dezelfde thermospanning veroorzaken, met andere woorden dat de intensiteiten, die op de volkomen zwarte zuil vallen, voor beide lichtsoorten gelijk zijn.

De volkomen zwarte zuil is op een transport aangebracht en kan zodoende in de vacuumruimte opzij worden verplaatst en een andere gewone Schulze-zuil die eveneens op het transport kan worden aangebracht, voor de lichtbron gebracht.

Men heeft nu deze Schulze-zuil voor een gedeelte met Parson's Optical Black zwart gemaakt en voor een gedeelte wit met witte kolloïd gemaakt. Dit laatste product absorbeert infrarode straling, maar heeft een hoge reflectiecoëfficiënt in het zichtbare gebied. Het eerste deel van de zuil is nu gevoeliger voor zichtbaar licht en het tweede voor infrarood licht. Door nu een geschikte shunt voor één van beide delen aan te brengen kan men de zuil als geheel even gevoelig maken voor beide lichtsoorten (zie fig. 3.)

Om de grootte van deze shunt te bepalen brengt men deze zuil voor de lichtbron i.p.v. de volkomen zwarte zuil. Tevens brengt men het lupoleen kapje aan de buitenkant voor het NaCl-venster aan. Het kapje wordt geventileerd. Men had er op de boven beschreven manier reeds voor gezorgd, dat de infrarode en zichtbare lichtbron dezelfde intensiteit leverden. Men moet de shunt dus zo kiezen, dat de zuil voor beide lichtbronnen dezelfde uitslag geeft. Aangezien bij de Schulze het lupoleen kapje bij de ijking is

betrokken, heeft men de combinatie van thermozuil+kapje even gevoelig gemaakt voor beide lichtsoorten. De ijkfactor kan nu gewoon voor de zon worden bepaald.

Men had natuurlijk met deze opstelling ook kunnen nagaan hoe groot het verschil in gevoeligheid van de thermozuil voor infraroodstraling en zichtbaar licht is; dit bleek echter niet gedaan te zijn.

De op de boven beschreven wijze verkregen ijkfactor is echter verbonden met het lupoleen kapje. Bij vervanging hiervan moet de hele ijking opnieuw geschieden.

Om te controleren of de transmissie eigenschappen van het lupoleen kapje niet veranderd zijn na enige tijd te zijn gebruikt, heeft men een andere opstelling bestaande uit een thermozuil die tegen convectie en turbulentie wordt afgeschermd door een vast lupoleen kapje. Op deze zuil laat men achtereenvolgens langgolvlige en kortgolvlige straling vallen. De thermospanningen worden gemeten. Vervolgens brengt men bovendien het te onderzoeken lupoleenkapje tussen zuil en licht bron.

Opnieuw meet men de thermospanning van kortgolvlige en langgolvlige straling.

De verhouding tussen de thermospanning zonder en met het te onderzoeken lupoleen kapje moet bij de van tot tijd uitgevoerde controles constant blijven; is dit niet langer het geval dan moet het kapje vervangen worden.

Het is van belang het kapje zo lang mogelijk goed te houden. De kapjes zijn echter erg gevoelig voor verontreiniging door roetdeeltjes en dergelijke. Men verzekerde ons te Ukkel, dat het mogelijk is het kapje ongeveer een jaar goed te houden, door het tweemaal daags met een lapje katoen, gedoopt in alcohol, te reinigen.

De bovengenoemde ijkmethode heeft als bezwaar, dat alleen het centrale deel van het lupoleen kapje door de licht bundel wordt doorlopen, terwijl het wenselijk zou zijn om de transmissie eigenschappen te middelen over het hele kapje. Ook is het spectrum van de infraroodbron (een verwarmingselement) natuurlijk anders dan van atmosferische langgolvlige straling; vooral in verband met de banden absorptie van lupoleen kan dat van invloed zijn.

Daarnaast is er een opstelling, die het mogelijk maakt de stralingsbalansmeter te ijken tegen een standaardinstrument (veervoister). In deze opstelling bevinden zich een bron voor zichtbaar licht, nl. een 3 KW-lamp met waterfilter en een infraroodbron (stookplaat). De balansmeters worden opgesteld op een platform, dat draaibaar is om een vaste as. Ze worden ieder op hun beurt in een zodanige positie gebracht, dat het midden van de thermozuil samenvalt met de as van de zichtbare of infrarode lichtbundel.

Men kan dan gemakkelijk de ijkfactor van de diverse balansmeters bepalen daar de stralingsbronnen zeer stabiel zijn.

Naast de bezwaren, die ook al voor de eerste methode golden, is het mogelijk ook

het verschil in ventilatie van de diverse instrumenten van invloed. De omgevende delen van de opstelling zullen een andere temperatuur kunnen krijgen, waardoor ook de straling van deze delen verandert.

Van geen van beide methoden waren nog resultaten beschikbaar.

Vervolgens had men het plan om de absorptie van Parson's Optical Black als functie van de golflengte te bepalen voor infrarood licht. Dit zal gebeuren met een zg. Bol van Coblentz. Dit is een halve bol met boven in het centrum een ronde opening aan de binnen kant voorzien van een dun opgedampt laagje aluminium (voor infrarood goed reflecterend.) (zie fig. 4).

In A wordt een klein oppervlak zwart gemaakt met Parson's Optical Black.

In B wordt een thermozuul geplaatst. De afstand van A tot het middelpunt van de grondcirkel is gelijk aan die van B tot het middelpunt. De infrarode straling wordt m.b.v. een KBr-prisma in verschillende golflengten ontleed.

Men laat nu infrarood licht van een bepaalde golflengte via de opening C op vlakje A vallen. De door A gereflecteerde straling wordt door de aluminium wand gereflecteerd en komt wegens de geometrie van de opstelling in B terecht.

Feitelijk is dit alleen juist als we niet met een halve bol maar met een omwentelings ellipsoïde te doen hebben. Indien er echter voor wordt gezorgd, dat de afstand  $AM = BM$  klein is t.o.v. de straal van de halve bol wordt de door A gereflecteerde straling door de aluminiumwand met goede benadering naar B gereflecteerd, terwijl bovendien het vlakje B eindige afmetingen heeft. Zo doende komt alle door A gereflecteerde straling in B terecht en kan worden gemeten.

De hoeveelheid straling, die in B terecht komt is echter zeer klein en de daardoor opgewekte thermospanning zal moeten worden versterkt om meetbaar te worden.

Het gevaar bestaat, dat zich op het aluminium een dun oxydehuidje gaat vormen, waardoor de reflecterende eigenschappen ongunstig worden beïnvloed.

Het is te verwachten, dat er nog van enige invloed van de invalshoek op vlakje A sprake is. Men zou deze invloed kunnen nagaan door de opening C bij verschillende halve bollen op een andere plaats te kiezen en zodoende de invalshoek te variëren. Bij ons bezoek bleek men echter alleen plannen voor metingen bij nagenoeg loodrecht inval te hebben.

De resultaten hiervan zullen t.z.t. worden gepubliceerd.