BEPALING

VAN HET

LENGTEVERSCHIL

VAN

BATAVIA EN SINGAPORE

DOOR MIDDEL VAN SEINEN MET DEN

ONDERZEESCHEN TELEGRAAFKABEL

DOOR

Dr. J. A. C. Oudemans,

Hoofdingenieur bij de Geographische Dienst in N.-I.

Overgedrukt uit het „Natuurkundig Tijdschrift".

BATAVIA,
ERNST & Co.
1874.

LEMBAGA KEBUDAJAAN
INDONESIA

V - 21.

BEPALING

VAN HET

LENGTEVERSCHIL

VAN

BATAVIA EN SINGAPORE

DOOR MIDDEL VAN SEINEN MET DEN

ONDERZEESCHEN TELEGRAAFKABEL

DOOR

Dr. J. A. C. Oudemans,

HOOFDINGENIEUR BIJ DE GEOGRAPHISCHE DIENST IN N.-I.

Overgedrukt uit het „Natuurkundig Tijdschrift".

PERPUSTAKAAN NASIONAL RI.

BATAVIA,
ERNST & Co.
1874.

BAT. GENOOTSCHAP VAN KENW

gebruik van den kabel voor het meergenoemde doel werd toegezegd, zoodat spoedig het desbetreffende voorstel aan de Regeering gedaan kon worden, en bij Regeeringsbesluit van 4 December 1870 no. 5 de verlangde machtiging voor het uitvoeren dezer bepaling verkregen werd.

Daar de assistent, thans ingenieur, Soeters te Batavia beschikbaar was, verzocht ik hem mij bij deze bepalingen te assisteeren. Ter eliminatie onzer persoonlijke verschillen zou eerst de heer Soeters te Singapore en ik te Batavia, en later ik te Singapore en de heer Soeters te Batavia waarnemen.

Gebruikte hulpmiddelen.

In Europa zijn in den laatsten tijd verscheidene lengteverschillen met de electromagnetische telegraaflijnen bepaald, voor zoo ver zij mij bekend zijn geworden, alle lengteverschillen tusschen sterrewachten onderling of van eene sterrewacht en een station van de Europesche graadmeting. Daarbij werden de tijdsbepalingen verricht met vaste meridiaankijkers of draagbare passage-instrumenten van groote afmetingen, de tijd op de stations aangegeven door slingeruurwerken van de beste soort, en behalve de gewone methode met oog en oor, werd ook de nieuwe methode gevolgd, waarbij de doorgangen der sterren voorbij de draden der meridiaaninstrumenten door eenen registreertoestel werden aangegeven. De geographische dienst bezit deze fijnere en kostbare hulpmiddelen, die meer bepaald op een observatorium te huis behooren, niet, en daar er geene sprake van zijn kon, deze voor de voorgenomene bepaling opzettelijk te bestellen, zouden wij dus onze gewone universaalinstrumenten en tijdmeters gebruiken, en dezelfde wijze van werken volgen als vroeger door mij op Java gevolgd was. Nogtans geloof ik door de zorg, waarmede de waarnemingen gedaan zijn, een resultaat verkregen te hebben, zoo nauwkeurig als het met de ter onzer beschikking zijnde hulpmiddelen te verkrijgen is, nauwkeuriger dan voor de tegenwoordige be-

hoefte noodig is, en nauwkeurig genoeg voor alle te verwachten omstandigheden.

Wijze, waarop de tijdmeters vergeleken werden.

Ik kwam met den heer Pell overeen, dat beide waarnemers te $5\frac{1}{4}$ uur M. Tijd te Batavia op de telegraafkantoren zouden zijn, om door telegraafseinen de tijdmeters aan beide stations te vergelijken. Den volgenden morgen even zoo te 7 uur, indien aan beide plaatsen waarnemingen verkregen waren: hij die geene waarnemingen verkregen had, zou hiervan een bericht naar het telegraafkantoor zenden.

Het vergelijken der tijdmeters zou geschieden door

12 seinen, (enkele tikken,) gegeven te Singapore,
12 » » » Batavia,
12 » » » Singapore,
12 » » » Batavia,

dus in het geheel door 48 seinen waarvan echter meestal eenige gemist werden. Door het geven der seinen op beide plaatsen werd de tijdruimte geëlimineerd, die zij noodig hadden om over te gaan, in de vooronderstelling dat het oponthoud voor beide richtingen gelijk was, hetgeen niet merkbaar van de waarheid verwijderd kan zijn, daar de toestellen te Batavia en te Singapore, waardoor de seinen zichtbaar werden gemaakt, volkomen van dezelfde constructie waren.

Korte beschrijving van den seintoestel van Thomson.

De electrische stroom, die den kabel van 450 Engelsche mijlen doorloopen moet, is te zwak om den schrijftoestel van Morse in beweging te brengen. Voor deze soort van stroomen gebruikt men den toestel van Thomson, bestaande in een klein magneetje, ongeveer een centimeter lang, waaraan een spiegeltje bevestigd is. Dit spiegeltje hangt vertikaal tusschen twee draadjes, een er boven en een er onder; het magneetje bevindt zich tegen den achterkant van het spiegeltje en is horizontaal. Het spiegeltje hangt midden in de opening van eenen

multiplicateur d. i. van een' hollen ring, waardoor een aantal windingen van eenen draad loopen, waarvan het eene uiteinde met den kabel, het andere met de aardplaat in verbinding gebracht wordt. De windingen van dezen draad, zoowel als het magneetje, bevinden zich nagenoeg in het vlak van den magnetischen meridiaan, en zoodra nu een electrische stroom door den draad gaat, wijkt het magneetje en dus ook het spiegeltje af. Eene op de tafel geplaatste lamp werpt haar licht door een horizontaal buisje op het spiegeltje, en dit licht valt na de terugkaatsing op een vertikaal staand papierscherm. Elke afwijking van het spiegeltje wordt dus door eene overeenkomstige beweging van het lichtbeeld op het scherm aangegeven en opdat dit lichtbeeld zich scherp zoude voordoen, bevindt zich aan het buitenste eind van het boven bedoeld buisje eene lens, die een brandpuntsafstand hebben moet, korter dan de lengte van het buisje, en aan het andere einde, dicht bij de vlam, een diaphragma met eene vertikale spleet; deze geeft dus op eenigen afstand van de lens een beeld, en men kan nu het scherm zoo plaatsen, dat dit beeld, nadat de lichtstralen, die het vormen, op het spiegeltje zijn teruggekaatst, er juist op valt en zich dus als eene scherp begrensde heldere lichtstreep voordoet.

Terwijl nu bij het gebruik van eenen seintoestel van Morse, met één sleutel geseind wordt, en de letters van het alphabet door punten en strepen worden aangeduid, die door den seiner eenvoudig worden voortgebracht door kort of lang op den sleutel te drukken, zijn er bij den toestel naar Thomson twee sleutels naast elkander; met den een' wordt de verbinding daargesteld tusschen den kabel en de positieve pool der batterij met den anderen tusschen den kabel en de negatieve pool. Aan het kantoor van ontvangst wordt in het eene geval eene plotselinge beweging van het beeld op het papierscherm naar de linker-, in het andere geval naar de rechterzijde waargenomen.

Het alphabet van Morse blijft ook hier dienen, doch zoo dat

de linksche afwijkingen in de plaats van de *punten*, de rechtsche afwijkingen in de plaats van de *strepen* komen, en doordien het lange aanhouden van den sleutel voor het seinen van strepen vervalt, kan het seinen bij dezen toestel nog vlugger geschieden dan met dien van Morse.

Bij gebruik van den seintoestel naar Morse voor de vergelijking van twee tijdmeters, aan de beide uiteinden der telegraaflijn aanwezig, geeft aan het kantoor van ontvangst het anker van den electro-magneet, aangetrokken wordende, een hoorbaren tik en wordt dus het oogenblik waargenomen waarop deze tik of dit sein plaats heeft: de waarnemer, eens op den tijdmeter gekeken hebbende, telt de tijdmetertikken door en gebruikt dus verder alleen het *oor*, bij het schatten van het juiste oogenblik van het sein.

Bij den toestel van Thomson echter zijn de seinen aan het kantoor van ontvangst, even als bij alle naaldtelegrafen, niet hoorbaar, maar alleen zichtbaar, en men is dus verplicht het juiste oogenblik te schatten, waarop het beeld van de spleet, op het scherm, zich in beweging stelt: *oor* en *oog* worden dus hierbij beide gebruikt. Het is daarom niet onwaarschijnlijk dat bij deze waarnemingen de personele verschillen tusschen twee waarnemers tot een grooter bedrag kunnen opklimmen en ook veranderlijker zijn dan bij het waarnemen der seinen op den toestel naar Morse.

Over de methoden, gevolgd bij de tijdsbepalingen, en de daarbij gebruikte instrumenten.

Bij het gebruik van universaal-instrumenten biedt de methode van tijdsbepaling door zenithsafstanden van sterren veel voordeel en gemak aan, en wordt zij ook steeds door ons gebruikt.

Behalve het groot universaal-instrument van Repsold, is bovendien geen der universaal-instrumenten zoo gebouwd, dat ik hun gebruik als passage-instrument zou verkiezen. Dat de resultaten, door eerstgenoemde methode verkregen, in nauwkeurigheid niet onderdoen voor die, welke met een passage-instru-

ment verkregen worden, hebben mijne reeds gepubliceerde verslagen genoegzaam aangetoond. Ik herinner hier slechts, dat de waarschijnlijke fout van eene correctie der tijdmeters, bepaald door een stel van 5 of 6 zenithsafstanden derzelfde ster, niet meer bedraagt dan 0",06 tot 0",12 en dat ter eliminatie van kleine fouten in de berekende refractie en de buiging, zoo die bestaat, des kijkers, steeds getracht wordt, zoowel oostelijke als westelijke sterren te gebruiken.

De heer Soeters gebruikte een universaal-instrument met 8-duims-cirkels van Pistor en Martins, (P. M. IV), en ik het kleine universaal-instrument met 6-duims-cirkels van Repsold.

Enkele avonden heb ik ook tijdsbepalingen met een passage-instrument verricht. Dit instrument, het eenige eigenlijke passage-instrument, dat de geographische dienst bezit, behoort tot de eerste instrumenten, waarmede in het jaar 1850 de geographische ingenieur S. H. de Lange werd toegerust. Het is vervaardigd door den heer E. Wenckebach, en heeft eene bijzondere constructie. De kijker ligt namelijk als horizontale as op de pannen, en voor het objectief is een prisma bevestigd, zoodat, als de as des kijkers loodrecht op den meridiaan gericht is, door totale reflectie in het prisma, gedurende eene draaiing des kijkers alle punten van den meridiaan des hemels in het midden van het veld des kijkers komen.

Deze inrichting heeft boven die van een' gebrokenen kijker, het voordeel, dat het niveau op de as kan blijven staan, en ook dat men onder het prisma eenen kwikbak kan plaatsen om daarmede op de bekende wijze de collimatiefout en de indexfout des vertikalen cirkels te rectificeeren. Het is besproken op blz. 130 en verv. van de verhandeling van wijlen den hoogleeraar Kaiser, »de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel", en hieruit blijkt, dat het bovendeel van het werktuig door een misverstand deze inrichting verkregen heeft, die Kaiser voor een ander werktuig bestemd had, maar die hij geenszins afkeurde.

Zoo ver mij gebleken is, was het instrument zelden of nooit

gebruikt, en daarom stelde ik het des te meer op prijs, het te beproeven. In vele opzichten voldeed het mij wel: in enkele bijzonderheden, die echter voor het goed gelukken der waarnemingen van veel belang kunnen zijn, niet. Het voornaamste wat ik er gaarne anders in zoude gewenscht hebben, is eene geheele onafhankelijkheid van het oculair en het dradennet, zooals dit in de universaal-instrumenten van Repsold gevonden wordt, ten einde de onveranderlijkheid der collimatiefout te waarborgen.

Ik had voor de meridiaanwaarnemingen met dit instrument een geschikt sterrelijstje zamengesteld, en hiervan ook een afschrift aan den heer Soeters medegegeven, met aanbeveling om, wanneer het weder helder mocht zijn, ook meridiaanwaarnemingen te nemen; maar daar te Singapore de lucht meestal gedeeltelijk bewolkt was, bepaalde hij zich liever tot de hoogtenmethode, waarmede hij ook beter vertrouwd was.

Bepaling van de betrekkelijke ligging der waarnemingsplaatsen te Batavia en den tijdklep.

Mijne waarnemingen geschiedden achter mijne woning op Kramat, oostzijde, alwaar ik in 1866 een steenen pilaar met een zwaar fondament had laten metselen. De betrekkelijke ligging van dit punt en den tijdklep is met zeer veel zorg door middel van een aantal tusschenpunten bepaald; daar echter omtrent de juistheid van het hiervoor aangenomene resultaat geen twijfel mag bestaan, zal ik de details daarvan mededeelen. Ik zelf heb de betrekkelijke ligging bepaald van den gezegden pilaar en den gaslantaren bezuiden de brug van Pasar baroe; de heer Soeters bepaalde later de betrekkelijke ligging van dezen lantaren en den tijdklep. De door mij gebruikte tusschenpunten waren alle ook gaslantarens, en daar deze als vaste punten beschouwd kunnen worden, (eene verplaatsing zal zeker zelden plaats hebben,) zullen de opgaven, die punten betreffende, wellicht nog voor andere doeleinden te pas kunnen komen. Ik noem:

den gaslantaren voor Lontar-Satoe . . . . . N.
» » op Kramat (Kamp. Bali) drie lantar. noordelijker M.
» » aan de zuid-oost-zijde van den brug van Kwitang L.
» » vóór het tweede huis op Pasar-Senin. . . K.
» » bezuiden de brug » » » . . . I.
» » » » » van Pasar Baroe . . . H.

De afstanden werden minstens tweemaal gemeten met eene stalen meetveêr van 10 meters, waarvan de lengte nauwkeurig bekend was, door vergelijking, in acht nemende de temperatuur, met de beide tot den inventaris of der Geographische Dienst behoorende ijzeren meters, die in 1850 door den heer Stamkart met den ijzeren meter van van Swinden vergeleken waren. Het bleek namelijk dat die meetveêr volkomen gelijk was aan vijfmaal de beide ijzeren meters te zamen, daar deze echter bij 29° C. gemiddeld $^1/_3$ m. M. te lang waren, werd eene overeenkomstige herleiding ook op de metingen der afstanden toegepast.

De azimuthen werden met het universaal-instrument door middel van den rechter- en linker zonnerand zorgvuldig bepaald.

De pilaar (P) achter mijn huis en de gaslantaren N waren niet uit elkander zichtbaar, zoodat voor de relatieve ligging dezer twee punten, een tusschenpunt noodig was, waar het azimuth van beiden bepaald werd. Tot contrôle nam ik twee tusschenpunten, een aan de zuidzijde en een aan de noordzijde van mijn huis. Bij de volgende opgaven worden de azimuthen als gewoonlijk van het noorden oostwaarts om geteld, en dienovereenkomstig de relatieve coordinaten x en y van een punt ten opzichte van een ander *positief* genomen, wanneer het met betrekking tot dat punt *noordelijk* en *oostelijk* gelegen is.

Ik vond nu voor de ligging van N ten opzichte van P

		x	y
door het zuidelijkste tusschenpunt.	Eerste bepaling	$= -77{,}707$	$= -112{,}703$ meters.
	Tweede .	$-77{,}664$	$-112{,}733$.
	Gemiddeld	$-77{,}686$	$-112{,}718$.
door het noordelijkste		$-77{,}652$	$-112{,}677$.
	Aangenomen:	$-77{,}67$	$-112{,}70$.

Vervolgens werd gevonden voor de verdere afstanden:

	Afstand in meters.	Verschil der beide metingen.	Azimuth.		x in meters	y in meters.
N M	218,87	0,00	330°29′,5	+	190,49	—107,805
M L	508,42	0,10	348 48 ,4	+	498,85	— 98,69
L K	55,525	0,05	315 55 ,5	+	57,12	— 58,59
K I	607,74	0,01	319 29 7″	+	462,05	394,81
I H	979,65	0,05	337 32 2	+	905,30	—374,36

De som der coördinaten geeft:

H ten opzigte van P..... + 2016,12 —1126,95.

Op de gemiddelde breedte van beide punten, 6°10′51″,2, is

log 1″ in den meridiaan = 1,487560

in de parallel = 1,487708

Hieruit:

H ten opzichte van P: x = 65″,64 en y = — 56″,66

= — 2″,44

De betrekkelijke ligging van den gaslantaren H en den tijdklep werd door den heer Soeters door middel van 18 tusschenpunten bepaald. Het eerste bevond zich op ongeveer 10 meters afstand van H, het tweede op Goenong-Sahari, schuins tegenover het Marine-Departement, en verder werd de weg van Jacatra gekozen: op deze wijs werd veel minder last van het verkeer gevoeld, dan wanneer de groote weg langs Noordwijk en Molenvliet gevolgd was. De afstanden van deze punten werden weder dubbel gemeten en wel met de twee meetveêren, de ééne, die vroeger ook door mij gebruikt was, en de andere die 2 decimeters korter was, en met de vorige tot een geheel kon vereenigd worden. Werden zij te zamen gebruikt, dan was de correctie per meter + 0,000205 of $\frac{1}{5000}$ $(1 + \frac{1}{40})$.

Om tegen alle vergissingen in de geheele aantallen slagen van de meetveêr gewaarborgd te zijn, werden de afstanden eene derde maal overgemeten, doch met mindere zorg, met eene meetveêr van 40 meters. De laatste afstand s t, zie hierachter, kon, wegens het zich tusschen deze twee punten bevindende havenkanaal, niet direkt gemeten worden, doch werd

door driehoeksmeting afgeleid. Eerst werden door den heer Soeters alle hoeken op de tusschenpunten met het universaal-instrument gemeten, en alleen op het eerste en laatste tusschenpunt eene azimuthbepaling met de zon, doch daar het bij de proef bleek, dat er ergens eene vergissing moest hebben plaats gehad, nam de heer Soeters nu ook op het derde, vijfde, zevende, enz. tusschenpunt eene azimuthbepaling van het voorgaande en volgende punt. De punten waren namelijk gemakkelijk terug te vinden, daar op elk punt een piketpaaltje in den grond geslagen was, waarvan nog ten overvloede het midden der bovenvlakte door een' spijker werd aan gewezen. Door middel van een paslood werd het middelpunt van het universaal-instrument telkens nauwkeurig boven den spijker gesteld, terwijl de punten waarnaar geviseerd werd, door een bamboezen baak werd aangeduid, die door een inlandschen handlanger op de piketpaaltjes gesteld en zoo goed mogelijk vertikaal gehouden werd. Het spreekt van zelf, dat de kijker van het universaal-instrument steeds naar den voet van die baken gericht werd.

Op elk tusschenpunt, waar het universaal-instrument werd opgesteld, werden de azimuthen tweemaal bij kijker rechts en tweemaal bij kijker links bepaald, telkens door beide zonneranden. Het noordpunt berustte dus telkens op acht instellingen op den zonnerand. De baken werden gewoonlijk vóór de waarnemingen op de zon beide tweemaal ingesteld, beide keeren met kijker rechts en met kijker links, en één der baken nog eens na die waarneming, ter constatering van den onveranderden stand van het voetstuk. Daar de acht instellingen van den zonnerand, daaronder begrepen de aflezingen van het niveau en van den horizontalen cirkel, gemiddeld slechts 16 minuten vorderden, bedroeg het verschil met de vorige aflezing nooit meer dan eenige weinige sekonden.

PERPUSTAKAAN NASIONAL RI.

Aldus werd door den heer Soeters verkregen:

	Afstand in meters.	Verschil tusschen de beide metingen.	Azimuth.	x. in meters.	y. in meters.
H a.	9,54	0,005	73° 47′ 27″	+ 2,66	+ 9,16
a b.	458,79	0,145	60 21 18	226,93	+ 398,74
b c.	926,04	0,16	345 55 22	898,23	— 225,24
c d.	756,77	0,05	345 21 54	732,22	— 191,21
d e.	223,23	0,03	286 43 20	64,23	— 213,79
e f.	212,57	0,02	330 37 26	185,24	— 104,27
f g.	97,66	0,095	351 17 13	96,53	— 14,79
g h.	111,36	0,01	30 26 20	96,01	+ 56,42
h i.	178,57	0,10	318 12 5	133,12	— 119,02
i k.	514,72	0,17	303 50 49	286,69	— 427,49
k l.	450,68	0,085	281 56 53	93,30	— 440,92
l m.	594,65	0,135	280 20 54	106,82	— 584,98
m n.	139,76	0,14	327 36 48	118,02	— 74,86
n o.	146,04	0,17	354 50 8	145,45	— 13,15
o p.	495,54	0,20	343 52 43	+ 476,05	— 137,60
p k.	359,65	0,21	253 12 36	— 103,89	— 344,32
q r.	668,93	0,06	344 36 31	+ 644,94	— 177,54
r s.	109,80	0,01	271 29 40	+ 2,86	— 109,76
s t.	117,89		289 38 42	+ 39,63	— 111,03
				4245,04	— 2825,65
			Correctie.	+ 0,87	— 0,58
				4245,98	— 2826,23

Voor de gemiddelde breedte, 6° 8′49″ is:

log sin 1″ in den meridiaan: = 1,487360

» » » » de parallel: = 1,487731

en hieruit in sekonden:

$$x = + 138'',23$$

$$y = - 91,95 = - 6^s,13.$$

Toen de heer Soeters voor de tweede bepaling te Batavia zou waarnemen, liet hij in de nabijheid zijner toenmalige woon-

plaats een' pilaar bouwen aan de noordzijde van het Koningsplein. De betrekkelijke ligging van dezen pilaar en de gaslantaren H bepaalde hij door zes tusschenpunten, en op het eerste en zesde nam hij eene azimuthbepaling, op de andere werd alleen de hoek gemeten tusschen het voorgaande en het volgende tusschenpunt. Daar het eerste azimuth, door deze hoeken op het laatste overgebracht, slechts een verschil van 25″,4 aanbood, werd dit verschil gemiddeld en zoo werden de volgende uitkomsten verkregen.

	Afstand in meters.	Verschil tusschen de beide metingen.	Azimuth.	x in meters.	y in meters.
Q a′	556,995	0,05	95° 51′ 49″	— 24,06	+ 556,18
a′ b′	180,55	0,035	51 6 44	+ 154,58	93,29
b′ c′	235,39	0,02	8 18 9	232,92	33,99
c′ d′	144,51	0,035	86 21 40	9,16	144,02
d′ e′	116,165	0,01	57 10 58	92,56	70,20
e′ f′	339,96	0,035	62 45 46	135,59	+ 302,27
f′ H	15,845	0,01	292 56 51	+ 6,09	— 14,65
				+ 626,84	+ 985,52
			Correctie .	+ 0,12	+ 0,20
				x = 626,96	y = 985,52

Voor de gemiddelde breedte beider punten, 6°10′ 5″ is

log 1″ in den meridiaan: 1,487361

» » » de parallel: 1,487715

en hiermede in sekonden:

$$x = + 20″,41.$$

$$y = + 32\ ,06 = + 2',14.$$

Er moeten dus bij de herleiding van de uitkomsten der tijdsbepalingen tot den tijdklep de volgende getallen gebruikt worden:

Voor de waarnemingen op den pilaar P op Kramat — 8',57.

» » » » » » Q » het Koningspl. — 3,99.

Over de nog overblijvende onzekerheid in deze bepaling, zie hierachter Noot A.

Breedte der waarnemingsplaatsen te Batavia.

De geographische breedte van den pilaar achter mijne woning op Kramat was zorgvuldig door mij bepaald en gevonden

6°11′ 4″,0 Zuid. (zie hierachter Noot B.)

Hier uit volgt:

Z. breedte	Gaslantaren H	6°	9′	58″,36
» »	Pilaar Q	6	10	18 ,77
» »	Tijdklep	6	7	40 ,13

De hier opgegevene breedten van P en Q werden bij de berekening der tijdsbepaling en gebruikt.

Betrekkelijke ligging van de waarnemingsplaatsen te Singapore, de torenspits der cathedraal en den vlaggestok op Government-hill.

Toen de heer Soeters in December 1870 te Singapore kwam, en zich bij onzen consul aldaar, den heer Reed, vervoegd had, bood deze hem dadelijk met de meeste welwillendheid aan, hem, indien hij in het een of onder opzicht hulp noodig had, de noodige aanbeveling te verschaffen. De heer Soeters maakte van dit aanbod gebruik, en verzocht dat een pilaar voor zijne waarnemingen gebouwd zou worden. Deze pilaar werd door den luitenant der genie Sheppard geheel kosteloos op het veld opgericht, dat zich ten westen der cathedraal en ten zuiden der gouvernements-school bevindt, en van een planken vloer omgeven, die hem niet aanraakte, zoodat deze observatieplaats aan alle eischen voldeed.

De heer Soeters bepaalde met het 8 duims universaal-instrument P. M. IV, door middel der beide zonneranden tweemalen het azimuth van de torenspits der cathedraal, gezien uit het midden van den pilaar, en vond:

den 21	Januari	1871	200°42′10″,8
»	»	»	14 ,5
23	»	»	14 ,55
»	»	»	11 ,6

Elk van deze vier resultaten berust op vier instellingen op

den zonnerand, namelijk bij Oculair links op beide randen en bij Oculair rechts evenzoo. Het arithmetisch midden 200°42′13″,1 werd aangenomen. Daar de horizontale hoek tusschen de torenspits van den cathedraal (C) en den vlaggestok op Government-hill (V) gevonden werd 54°58′12″,4, zoo volgde het azimuth van dezen 255°40′25″,5.

Ter bepaling van den afstand tusschen den pilaar en deze beide punten werden op hetzelfde veld twee hulppunten A en B gekozen en verder gemeten:

1° op den pilaar:	hoek C P V	54°58′12″	
	» C P B	149 44 17	
	» C P A	286 7 45	
2° op het punt A:	» C A V	44 43 1	
	» C A P	92 27 34	
	» C A B	115 5 9	
3° op het punt B:	» A B P	23 1 4	
	» A B C	48 6 9	
	» A B V	104 9 0	

Voorts werd met de meetveêr gevonden:

P A = 54,165 meters.
P B = 48,73 »
A B = 95,53 »

Uit deze metingen werd afgeleid:

P C = 229,0 meters.
P V = 673,2 »

waaruit in verbinding met de azimuthen gevonden werd:

Pilaar ten opzichte van de torenspits van den cathedraal:

Noordelijk: 214,2 m. = 6″,97
Oostelijk: 80,9 » = 2 ,62 = 0s,17.

Pilaar ten opzichte van den vlaggestok op Government-hill:

Noordelijk: 166,6 m. = 5″,42
Oostelijk: 652,3 » = 21 ,10 = 1s,41.

Toen ik later te Singapore kwam, heb ik ook eerst eenen avond eene tijdsbepaling op dezen pilaar genomen, doch daar ik, met het oog op het veranderlijke weder, den afstand tusschen

den pilaar en het logement te groot vond, nam ik voortaan waar op het door mij medegebrachte houten voetstuk, dat, van onderen zooveel mogelijk bezwaard, en door een' geisoleerden vloer omringd, voor tijdsbepalingen door zenithsafstanden even goed voldeed als de pilaar.

Uit dat voetstuk vond ik door de zon voor het azimuth van den top van den vlaggestok:

den 12 Februari 1871	295°14′40″
» 15 » 1871	46
dus gemiddeld:	295°14′43″
Hoek vlaggestok—spits cathedraal:	87 7 30
Azimuth spits cathedraal:	22 22 13.

Uit deze gegevens leidde ik af voor de betrekkelijke ligging van het voetstuk ten opzichte van de torenspits der cathedraal:

Zuidelijk 185,7 m. = 6″,05
Westelijk 76,4 » = 2 ,47 = 0″,17

en ten opzichte van den vlaggestok:

Zuidelijk 233″,4 m. = 7″,60
Oostelijk 494 ,9 » = 16 ,01 = 1″,07.

Hieruit volgt nog:
Voetstuk zuidelijk van den pilaar 15″,02.

Breedte der waarnemingsplaatsen te Singapore.

De heer Soeters vond door 15 reeksen waarnemingen voor de poolshoogte van den pilaar:

Noord. 1°17′39″,8 (Zie noot C,)

waaruit dus volgt voor het voetstuk:

1°17′26″,8.

De tijdsbepalingen, door mij verricht, zijn herleid onder aanname eener poolshoogte = 1°17′27″,2, zoo als eene eerste herleiding van op het voetstuk zelf genomene breedtebepalingen mij gegeven had. Het kleine verschil van 0″,4 kan op de resultaten dier tijdsbepalingen niet van invloed zijn.

Nog volgt uit de breedtebepaling van den heer Soeters:

voor den torenspits der cathedraal 1°17′32″,8

» » vlaggestok op Government-hill 1 17 34 ,4.

Mededeeling van de resultaten der tijdsbepalingen en der vergelijking der chronometers door den telegraaf.

EERSTE REEKS.

Soeters te Singapore, Oudemans te Batavia.

A. Tijdsbepalingen genomen te Singapore.

Datum.	Ster.	Getal hoogten.	Oost of West.	Chr. Tijd der waarnem.	Correctie chr. voor waarn. plaats.	Gereduc. op vlaggestok correctie = —1ˢ,41		Dagelijksche gang.
						gem. chr. tijd der waarnem.	Correctie chronometer.	
1870.					Hohwü 391			
Dec. 22	Rigel	4	O	8u 37m,6	—11m 52s,095	8u 37m,6	—11m53s505	
» 23	Rigel	6	O	9 50 ,9	—11 50 ,01	9 50 ,9	—11 51 ,42	+ 1s,98
1871.								
Jan. 3	Fomalhaut	6	W	7 17 ,9	—10 33 ,05			
	β Ceti	6	W	8 2 ,7	32 ,91			+ 4,29
	Rigel	6	O	8 32 ,4	32 ,86	8 54 ,0	—10 34 ,00	
	α Ceti	6	W	9 51 ,0	31 ,94			
	Procyon	6	O	10 46 ,0	32 ,195			
					Frodsh. 2374			
» 10	β Ceti	4	W	7 47 ,0	+ 8m 32s,74			
	α Hydrae	6	W	16 27 ,1	36 ,41	13 47 ,8	+ 8 34 ,11	
	Arcturus	3	O	17 9 ,2	37 ,415			
								+ 10 ,50
» 11	Rigel	6	O	7 37 ,3	+ 8 43 ,46			
	β Ceti	4	W	8 17 ,0	43 ,42			
	α Ceti	6	W	6 27 ,6	44 ,03	8 50 ,4	+ 8 42 ,44	
	Procyon	6	O	9 59 ,7	44 ,51			
								+ 10 ,52

Datum.	Ster.	Getal hoogten.	Oost of West.	Chr. Tijd der waarnem.	Correctie chr. voor waarn. plaats.	Gereduc. op vlaggestok correctie = −1.s41		Dagelijksche gang.
						gem. chr. tijd der waarnem.	Correctie chronometer.	
Jan. 12	β Ceti	6	W	6u 54m,3	+ 8m 53s,44			
	Rigel	6	O	7 32 ,8	53 ,72	9u 6m,8	+8m53s,08	
	Procyon	6	O	10 8 ,0	55 ,06			
	Rigel	6	W	11 52 ,0	55 ,745			
								+ 10s,59
13	β Ceti	6	W	6 59 ,6	+ 9 4 ,29			
	Rigel	6	O	7 32 ,9	4 ,26	8 26 ,4	+9 3 ,38	
	α Ceti	6	W	8 57 ,0	4 ,90			
	Procyon	6	O	10 16 ,0	5 ,70			
								+ 10 ,36
16	Rigel	6	O	7 39 ,8	+ 9 35 ,50			
	β Ceti	6	W	8 16 ,3	35 ,76	8 39 ,4	+9 34 ,56	
	α Ceti	6	W	8 58 ,1	36 ,08			
	Procyon	6	O	9 43 ,5	36 ,52			
								+ 10 ,32
17	β Ceti	6	W	7 14 ,1	+ 9 45 ,60			
	Rigel	6	O	7 42 ,2	45 ,90	8 14 ,2	+9 44 ,69	
	α Ceti	6	W	8 45 ,3	46 ,33			
	Procyon	6	O	9 15 ,2	46 ,58			

Den 25 December is de tijdmeter H. 591, waarschijnlijk door eenen stoot, versprongen. De gang van den tijdmeter was nu ook geheel veranderd, en toen de heer Soeters dit bemerkte, besloot hij voortaan den anderen tijdmeter te gebruiken, die, zooals uit de laatste kolom blijkt, zeer regelmatig liep.

B. Tijdsbepalingen genomen te Batavia.

Datum.	Ster.	Getal hoogten.	Oost of West.	Tijd op Schmidt 325.	Corr. Tijdm. herleid op Tijdklep. (Corr. = −8s,57.)	Gemiddeld tijd op Schmidt 325.	Resultaat Correctie Tijdmeter.	Dagel. gang.
1870.								
Dec. 20	Meridiaan waarn.			10u 50m	+ 1m 59s,62	10u 50m	+ 1m 59s,62	
								+1s,28
» 22	Fomalhaut	6	W	8 13	+ 2 2,02	10 3	+ 2 2,12	
	Rigel	6	W	11 53	2,22			
								+2,57
» 24	Rigel	6	O	8 55	+ 2 7,14	8 55	+ 2 7,14	
1871.								
Januari 2	Rigel	6	W	12 44	+ 2 35,12	13 1	+ 2 35,01	
	α Hydrae	6	O	13 18	34,90			
								+3,21
» 3	α Hydrae	6	W	16 59	+ 2 38,77	17 17	+ 2 38,79	
	Spica	6	O	17 35	38,81			
								+3,94
» 4	α Orionis	2	W	13 22	+ 2 42,01	13 28	+ 2 42,05	
	β Leonis	2	O	13 33	42,09			
				Tijd op Schmidt 334.	Corr. Schmidt 334.	Gem. tijd op Schm. 334.		
	Meridiaan							
» 7	en Rigel			10u 38m	− 1m 41s,645	10u 38m	− 1m 41s,645	
								−2,01
» 11	Rigel	4	O	7 38	− 1 49,71	8 28	− 1 49,77	
	γ Geminor	3	O	9 19	1 49,83			
								−1,69
» 12	Meridiaan			7 50	− 1 51,36	9 23	− 1 51,525	
	Rigel	4	W	10 56	1 51,69			
								−1,62
» 13	Rigel	6	O	7 42	− 1 53,22	9 31	− 1 53,16	
	α Ceti	6	W	9 8	53,03			
	Procyon	4	O	10 56	53,27			
	α Hydrae	6	O	11 4	53,39			
								−2,18
» 15	Rigel	6	O	7 59	− 1 57,28	7 59	− 1 57,28	
								−1,94
» 16	Rigel	6	W	12 13	− 1 59,55	12 50	− 1 59,61	
	α Hydrae	5	O	12 52	59,73			
	Procyon	4	W	13 22	59,41			

C. Resultaten der vergelijking der beide tijdmeters door den telegraaf.

Datums.	Aanwijzing op Tijdmeter te Singapore.	Tijdmeter te Batavia. — » » Singap.
1870 December 22	$5^u\ 40^m, 6$	$— 2^m\ 4^s, 77$
	19 41 , 6	— 2 4 . 485
1871 Januari 3	5 40 , 6	— 1 21 , 55
	19 29 , 0	— 1 20 , 11
» 11	5 24 , 1	+ 22 21 , 06
	19 41 , 3	+ 22 28 , 66
» 12	5 22 , 0	22 33 , 49
	19 17 , 2	22 40 , 66
» 13	5 19 , 1	22 45 , 75
	19 40 , 9	22 53 , 25
» 16	5 37 , 0	23 23 , 27
	19 36 , 1	23 30 , 39

TWEEDE REEKS.

(Oudemans te Singapore, Soeters te Batavia.)

A. Tijdsbepalingen, genomen te Singapore.

Datum.	Ster.	Getal hoogten.	Oost of West.	Tijd op Schmidt 334.	Corr. Chron. gereduceerd op Vl. Stok. (Corr. = −1ˢ,07.)	Gemiddeld. Tijd op Schmidt 334.	Gemiddeld. Corr. Chron.	Dagel. gang.
1871.								
Februari 8	Meridiaan	9				10ᵘ 30ᵐ	+ 10ᵐ 0ˢ,79	
								−2ˢ,28
„ 12	α Ceti	2	W			7 46	+ 9 51,93	
								−1,76
„ 13	β Leonis	6	O	11ᵘ 30ᵐ	9ᵐ 49ˢ,82			
	Procyon	2	W	11 53	49,90	11 41	+ 9 49,86	
								−2,40
„ 14	α Ceti	6	W	8 3	9 47,66			
	Procyon	6	O	8 46	,67			
	Rigel	6	W	9 33	,45	9 11	+ 9 47,51	
	α Hydrae	6	O	10 22	,26			
								−2,54
„ 15	Procyon	2	O					
		2	W			9 41	+ 9 44,92	
								−2,64
„ 16	α Ceti	6	W	7 31	+ 9 42,56			
	Procyon	6	O	8 2	42,45			
	α Hydrae	6	O	8 39	42,36	8 20	+ 9 42,43	
	Rigel	6	W	9 10	42,36			
								−2,80
„ 18	Procyon	6	O	8 39	9 37,26			
	Rigel	6	W	9 12	37,03			
	α Hydrae	4	O	9 56	36,71	9 46	9 37,00	
	Regulus	4	O	10 16	36,86			
	Procyon	6	W	10 40	37,06			
								−2,83
„ 20	Procyon	6	O	7 58	9 31,40			
	Rigel	6	W	8 31	31,58			
	α Hydrae	4	O	8 56	31,38	8 58	9 31,44	
	Regulus	4	O	9 21	31,37			
	Procyon	6	W	10 31	31,36			

B. Tijdsbepalingen te Batavia.

Datum.	Ster.			Tijd op den waarnem.	Corr. Chron. Hohwü 514.	Gereduceerd op Tijdklep. (Corr. = — 3s,99.) Gem. Chr. tijd op den waarnem.	Gereduceerd op Tijdklep. (Corr. = — 3s,99.) Corr. Chron. Hohwü 514.	Dagel. gang.
1871.								
Februari 12	Rigel	6	W	10u 54m,1	— 52s,39			
	Regulus	6	O	11 37 ,1	52 ,27			
	Procyon	6	W	12 16 ,0	52 ,07	12u 19m,4	— 56s,26	
	β Leonis	6	O	12 49 ,7	52 ,20			
	α Hydrae	6	W	14 0 ,1	52 ,44			
								—0s,91
» 13	Rigel	6	W	9 31 ,2	— 53 ,15			
	α Hydrae	6	O	10 2 ,8	53 ,12			
	Regulus	6	O	10 35 ,5	53 ,36	10 22 ,9	— 57 ,10	
	Procyon	6	W	11 22 ,0	52 ,83			
								—0 ,75
» 14	Rigel	6	W	9 11 ,1	— 53 ,80			
	α Hydrae	6	O	9 44 ,4	53 ,95			
	Regulus	6	O	10 14 ,9	53 ,91	10 7 ,1	— 57 ,84	
	Procyon	6	W	11 18 ,0	53 ,74			
								—0 ,69
» 16	Rigel	6	W	9 3 ,3	— 55 ,27			
	α Hydrae	6	O	8 52 ,3	55 ,19			
	Regulus	6	O	10 26 ,1	55 ,33	10 27 ,1	— 59 ,22	
	β Leonis	6	O	11 12 ,0	55 ,37			
	Procyon	6	W	11 41 ,8	54 ,89			
								—0 ,51
» 18	Regulus	6	O	10 23 ,1	— 56 ,28			
	Rigel	6	W	10 52 ,4	56 ,25			
	β Leonis	6	O	11 22 ,6	56 ,38	11 7 ,2	— 60 ,25	
	Procyon	6	W	11 50 ,7	56 ,14			
								—0 ,58
» 20	Rigel	6	W	9 23 ,9	— 57 ,41			
	Procyon	6	W	12 4 ,0	57 ,33	11 18 ,3	— 61 ,41	
	β Leonis	6	O	12 26 ,9	57 ,52			

C. Resultaat der vergelijkingen der beide tijdmeters door den telegraaf.

Datum.	Aanwijzing op tijdmeter te Singapore.	Tijdmeter te Batavia. — » » Singap.
1871 Februari 12	$5^u\ 20^m, 1$	$+\ 22^m\ 39^s, 22$
	20 15 , 4	22 38 , 47
» 13	5 14 , 8	22 38 , 30
	20 22 , 8	22 37 , 45
» 14	5 20 , 6	22 36 , 854
	20 26 , 6	22 35 , 72
» 16	5 18 , 5	22 33 , 00
	23 8 , 1	22 31 , 45
» 18	5 15 , 0	22 28 , 82
	20 14 , 7	22 27 , 40
» 20	5 16 , 5	22 24 , 27
	23 10 , 4	22 22 , 616

Afleiding der Resultaten.

Vergelijking van den betrekkelijken gang der gebruikte tijdmeters, zooals die door de vergelijking met den telegraaf gevonden is, met de beide gangen, gevonden door de sterrekundige waarnemingen.

[Hier werd voor elken avond het midden genomen tusschen den voorgaanden en den volgenden gang, althans zoo beide aanwezig waren. Voor December 22, Januari 3 en Februari 20 kon het niet.]

EERSTE REEKS.

Datum.	Gang te Batavia per dag.	Gang te Singapore per dag.	Betrekkelijke gang per dag. B—S.	Tijdverloop tusschen de vergelijkingen.	Product.	Door de vergelijking gevonden.	Verschil.
Dec. 22	+ 1^{s},92	+ 1^{s},98	— 0^{s},064	14^{u} 1^{m},9 = 0,5846	— 0^{s},037	— 0^{s},255	— 0^{s},22
Jan. 3	3 ,575	4 ,92	— 1 ,315	13 48 ,4 = 0,5753	— 0 ,76	— 1 ,44	— 0 ,68
» 11	— 1 ,85	+ 10 ,51	— 12 ,36	14 17 ,2 = 0,5953	— 7 ,36	— 7 ,60	— 0 ,24
» 12	— 1 ,655	+ 10 ,555	— 12 ,21	13 55 ,2 = 0,5800	— 7 ,08	— 7 ,17	— 0 ,09
» 13	— 1 ,90	+ 10 ,475	— 12 ,375	14 21 ,8 = 0,5985	— 7 ,41	— 7 ,50	— 0 ,09
» 16	— 1 ,94	+ 10 ,34	— 12 ,28	13 59 ,1 = 0,5827	— 7 ,16	— 7 ,12	+ 0 ,04

TWEEDE REEKS.

Febr. 12	— 0^{s},91	— 2^{s},02	+ 1^{s},11	14^{u} 55^{m},3 = 0,6217	+ 0^{s},69	+ 0^{s},75	+ 0^{s},06
» 13	— 0 ,83	— 2 ,08	+ 1 ,25	15 8 ,0 = 0,6306	0 ,79	0 ,85	+ 0 ,06
» 14	— 0 ,72	— 2 ,47	+ 1 ,75	15 6 ,0 = 0,6292	1 ,10	1 ,11	+ 0 ,01
» 16	— 0 ,60	— 2 ,72	+ 2 ,12	17 49 ,8 = 0,7429	1 ,57	1 ,55	— 0 ,02
» 18	— 0 ,545	— 2 ,815	+ 2 ,27	14 59 ,7 = 0,6248	1 ,42	1 ,42	0 ,00
» 20	— 0 ,58	— 2 ,83	+ 2 ,25	17 54 ,1 = 0,7459	1 ,68	1 ,65	— 0 ,03

Het blijkt uit dit onderzoek duidelijk, dat het resultaat van 5 Januari in het geheel geen vertrouwen verdient en dus verworpen moet worden. De tijdmeter te Singapore versnelde sterk, en het is gelukkig dat de heer Soeters voor de volgende avonden den anderen tijdmeter gebruikte. Hoewel de genomen proef bij December 22 en Januari 11 niet zoo goed uitkomt als bij de andere dagen, vind ik echter geene reden, de op die dagen verkregene resultaten te verwerpen.

Afleiding van het lengteverschil.

EERSTE REEKS.

	December 22	Januari 11	Januari 12	Januari 13	Januari 16
M. T. te Singapore. (Midden tusschen de beide tijdstippen, waarvoor de tijdsbepalingen te Singapore en Batavia gelden).	9u 9m	8u 37m	9u 12m,5	8u 56m	10u 43m
M. T. Bat. — Chr. Batavia.	+ 2m 2s,062	— 1m49s,799	— 1m51s,529	— 1m53s,133	— 1m59s,457
Chr. Sing. — M. T. Sing.	+11 53,445	— 8 42,277	— 8 53,057	— 9 3,532	— 9 35,371
Chr. Batavia — Chr. Sing.	— 2 4,673	+22 22,691	+22 35,393	+22 47,562	+23 25,782
M. T. Bat. — M. T. Sing.	+11 50,83	+11 50,615	+11 50,81	+11 50,88	+11 50,95
Gewicht.	0,67	1,33	1,33	2,00	1,72

Gemiddeld, lettende op de gewichten: 11m 50s,83 Gew. 7,05.

TWEEDE REEKS.

	Februari 12	Februari 13	Februari 14	Februari 16	Februari 18	Febr. 20
	9u 41m5	10u 41m	9u 18m	9u 3m	10u 5m	9u 48m
	— 0 56s,18	— 0 57s,13	— 0 57s,83	— 0 59s,20	— 1 0s,24	— 1 1s,39
	— 9 51,75	— 9 49,93	— 9 47,48	— 0 42,33	— 9 36,94	— 9 31,32
	+22 38,99	+22 37,99	+22 36,53	+22 32,66	+22 28,35	+22 23,84
	+11 51,06	+11 50,93	+11 51,22	+11 51,13	+11 51,17	+11 51,13
Gewicht.	0,46	0,83	2,00	2,00	2,00	1,88

Gemiddeld, lettende op de gewichten: 11m 51s,14. Gew. 9,17.

De hier aangenomene gewichten werden berekend naar de formule $\frac{nn'}{n+n'}$ als n en n' respectivelijk het aantal tijdsbepalingen te Singapore en te Batavia beteekenen.

Tijd, dien de seinen noodig hadden om over te gaan.

Deze tijdruimte, in het duitsch de *Stromzeit* genoemd, wordt gevonden door het verschil der tijdmeters, zoo als de seinen van Batavia het gaven, te vergelijken met hetzelfde verschil zoo als de seinen van Singapore het opleverden.

Het onderscheid tusschen de beide verschillen is de dubbele »stroomtijd", vermengd met de personele fouten der waarnemers. Ik vond voor den enkelen stroomtijd:

December	22—30	0ˢ,205,
Januari	2—10	0 ,181,
»	11—17	0 ,100,
Februari	8—20	0 ,097.

Hierbij zijn ook opgenomen de vergelijkingen op de dagen, waarop niet geobserveerd werd.

Het arithmetisch midden tusschen de door beide soorten van seinen gevonden waarden van het verschil der chronometers, is vrij van den stroomtijd, maar daar telkens 4 twaalftallen seinen gegeven werden, het 1ᵉ en 3ᵉ twaalftal van Singapore en het 2ᵉ en 4ᵉ twaalftal van Batavia, zoo gaf het 1ᵉ en 2ᵉ een onafhankelijk resultaat en evenzoo de 3ᵉ en 4ᵉ twaalftal.

Vergelijkt men de door de enkele seinen verkregen chronometerverschillen met het midden van elk twaalftal, dan schijnt de w. fout van elke bepaling zeer klein toe, maar ik geloof eene meer vertrouwbare waarde voor de w. fout eener chronometervergelijking door vier twaalftallen te verkrijgen, door het resultaat uit het eerste en tweede twaalftal te vergelijken met dat uit het derde en vierde twaalftal, hierbij natuurlijk de gang der chronometers in acht nemende.

Aldus vond ik, uit beide reeksen nagenoeg hetzelfde, n.l. waarschijnlijke fout van het midden uit een twaalftal $\pm$ 0ˢ,0314,

Dus van het midden uit vier twaalftallen $\pm$ 0ˢ,016.

Ook de stroomtijd werd uit het eerste en tweede twaalftal niet even groot gevonden als uit het derde en vierde twaalftal, doch uit de gevonden verschillen, werd de zelfde w. fout voor het midden uit één twaalftal afgeleid als zoo even gevonden is; waaruit dus bewezen wordt, dat die verschillen niet aan eene veranderlijkheid van den stroomtijd mogen toegeschreven werden. (*)

Voor de w. fout van eene tijdsbepaling uit waarnemingen op ééne ster vond de heer Soeters..... $\pm$ 0^s,12,

Ik vond uit mijne waarnemingen evenzoo $\pm$ 0 ,09.

Derhalve zoude voor een lengteverschil, bepaald door eene waarneming op ééne ster te Batavia en eene ster te Singapore volgen:

$$\sqrt{0{,}12^2 + 0{,}09^2 + 0{,}016^2} = \pm 0^s{,}15,$$

wanneer wij echter de bij elke reeks voor het lengteverschil Batavia-Singapore verkregene uitkomsten met het voor die reeks geldend midden vergelijkt, dan verkrijgen wij voor dezelfde w. fout slechts $\pm$ 0^s,086,

dat dit laatste getal zooveel gunstiger uitviel, kon verwacht worden, want ten eerste worden op elke waarnemingsplaats, door sterren in het oosten en in het westen te nemen, eventuele buiging der kijkers, onregelmatigheden in de straalbreking en ook eenigzins verdeelingsfouten geëlimineerd, ten tweede zijn opzettelijk op beide stations dezelfde sterren waargenomen om een resultaat te verkrijgen onafhankelijk van de rechte opklimmingen der sterren. Wij mogen dus de à posteriori gevondene w. fout 0^s,086 voor eene bepaling met een gewicht = aan de eenheid aannemen en vinden dan nu voor ons eindresultaat:

BATAVIA (Tijdklep) **OOST VAN SINGAPORE** (vlaggestok op Gov. hill).

11^m 50^s,985 met eene w. fout = $\pm$ **0^s,022.**

(*) Het aantal cellen der batterij was te Batavia niet altijd gelijk. Van 22 December — 3 Januari werkten er 3 cellen, van 2 tot 5 Januari 11^u 20^m 1 cel, van 5 Januari 12^u 50^m tot 17 Januari des middags 4 cellen. In Februari 3 cellen. Te Singapore was het aantal cellen waarschijnlijk altijd gelijk twee.

Noot A.

De in de hier medegedeelde getallen nog overblijvende onzekerheid moet aan de volgende oorzaken geweten worden:

1°. de toevallige fouten der meting met de meetveêren.

2°. de toevallige fouten der azimuthbepalingen, voor zoover die afhangen:

a) van de bepaling van het noordpunt door het instellen op den zonnerand;

b) van de instelling op de baken.

3°. de fout in de aangenomene lengte der meetveêren, ontstaande:

a) uit de fout begaan bij de vergelijking met twee ijzeren meters;

b) uit de aangenomene lengte van deze meters, voor zoover die van de vergelijking met eene standaardmaat afhangt;

c) uit de aangenomene lengte van deze meters, voor zoover die van den aangenomenen uitzettingscoëfficiënt afhangt.

4°. de fout in de lengte der meetveêren, voortspruitende uit verschil in temperatuur met die, waarbij de vergelijking met de ijzeren meters plaats had.

5°. het niet zuiver stellen der bamboezen baken op de piketpaaltjes.

1°. Wat de toevallige fouten der meting met de meetveêren aangaat, deze kunnen uit de dubbele metingen van elken afstand afgeleid worden. Het komt er echter op aan, welke onderstelling men aanneemt omtrent de afhankelijkheid der toevallige fout van den gemeten' afstand. Dikwijls wordt gesproken van eene zekerheid van $\frac{1}{500}$, $\frac{1}{1000}$, enz. even als of de w. fout eener meting evenredig was aan den afstand. Dit strijdt echter ten eenenmale tegen het begrip van toevallige fout; en kan alleen dan van toepassing zijn als de onzekerheid, die in het resultaat overblijft, eene standvastige oorzaak heeft, bijv. het te lang zijn der meetveêren of kettingen, wanneer geene middelen voorhanden zijn deze nauwkeurig te verifieeren; of ook het geheel verwaarloozen van aanzienlijke temperatuurverschillen. Beide deze gevallen hadden hier niet plaats en hier is dus aangenomen dat de onzekerheid der meting evenredig is aan den vierkantswortel uit den gemeten' afstand. Noem nu m de middelbare, w de waarschijnlijke fout, bij het meten van één me-

ter, en dus $m \surd L$, $w \surd L$, die welke bij het meten van eenen afstand van L meters te duchten is. Stel verder dat er te zamen N metingen gedaan zijn van N' afstanden, en laat ons eerst het geval behandelen dat elke afstand niet evenveel maal gemeten is. Noem het aantal malen, dat elke afstand gemeten is n, de enkele resultaten voor elken afstand l, en het arithmetisch midden L, dan geven de metingen van elken afstand eene vergelijking

$$L\, m^2 = \frac{\Sigma.\,(l-L)^2}{n-1} \quad \ldots\ldots\ldots\

$$m = \sqrt{\frac{1}{N-N'}} \cdot \Sigma. \frac{\Sigma. (l-L)^2}{L} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots (3).$$

Is n overal $= 2$, zooals in ons geval, dan is $N = 2\,N'$, en noemt men de verschillen der beide metingen v, dan is voor elken afstand $\Sigma. (l-L)^2 = \frac{1}{2} v^2$; zoodat dàn

$$m = \sqrt{\frac{1}{N}} \cdot \Sigma. \frac{v^2}{L}.$$

Is nu m gevonden, dan is de middelbare fout van elken afstand $= m \sqrt{\frac{L}{n}}$; het azimuth a noemende, is dus de

m. fout van het breedteverschil $= m \cos a \sqrt{\frac{L}{n}}$.

. . . . lengteverschil $= m \sin a \sqrt{\frac{L}{n}}$.

Dus voor den geheelen afstand tusschen de uiterste punten:

m. fout van het breedteverschil $= m' = m \sqrt{\Sigma. \left[\frac{L \cos^2 a}{n}\right]}$

. . . . lengteverschil $= m'' = m \sqrt{\Sigma. \left[\frac{L \sin^2 a}{n}\right]}$

en voor de waarschijnlijke fouten overeenkomstige formulen.

Wil men ten slotte de onzekerheid van den afstand der uiterste punten en hun wederkeerig azimuth kennen, dan noeme men den afstand D, het azimuth A, het breedte verschil B, het lengteverschil C, dan is:

$$D^2 = B^2 + C^2$$

dus

$$d\,D = \frac{B}{D}\,d\,B + \frac{C}{D}\,d\,C$$
$$= \cos A\,d\,B + \sin A\,d\,C$$

derhalve

$$(m.\,f.\,D)^2 = \cos^2 A\,(m.\,f.\,B)^2 + \sin^2 A\,(m.\,f.\,C)^2.$$

Eindelijk

$$tg\,A = \frac{C}{B}$$

dus

$$d\,A = \frac{\cos^2 A \sin 1''}{B}\left\{-\frac{C}{B}\,d\,B + d\,C\right\}$$

derhalve

$$m.\,f.\,A = \frac{\cos^2 A \sin 1''}{B} \times \sqrt{\left[\frac{C^2}{B^2}\,(m.\,f.\,B)^2 + (m.\,f.\,C)^2\right]}$$
$$= \frac{\cos A \sin 1''}{D} \times \text{idem.}$$
$$= \frac{B \sin 1''}{D^2} \times \text{idem.}$$

Neemt men de boven vermelde metingen alle te zamen, dan verkrijgt men

$$m = 0{,}0040 \text{ M.}$$

of

$$w = 0{,}0027 \text{ M.}$$

waar w de waarschijnlijke fout beteekent van de meting van één meter, dus voor eenen afstand van L meters is deze w. fout:

$$= 0{,}0027 \sqrt{L}.$$

Derhalve

voor	100 meters	0,027	of $\frac{1}{3700}$
	200 »	0,038	» $\frac{1}{5260}$
	300 »	0,046	» $\frac{1}{6400}$
	400 »	0.054	» $\frac{1}{7400}$, enz.

De boven gevonden formulen geven nu voor den afstand P — Tijdklep:

w. fout van het breedteverschil $= w \sqrt{2765} = \pm 0{,}142$ M.

» » » lengteverschil $= w \sqrt{1723} = \pm 0{,}112$ »

en voor den afstand Q — Tijdklep:

w. fout van het breedteverschil $= w \sqrt{2113} = \pm 0{,}124$ M.

» » » lengteverschil $= w \sqrt{1868} = \pm 0{,}117$ ».

2°. Het onderzoek van de fouten der tweede categorie heeft gegeven:

De waarschijnlijke fout van elke bepaling van het noordpunt, door beide zonneranden in éénen stand der kijkers volbracht, werd gevonden $= \pm 3''{,}1$

de waarschijnlijke fout van elke instelling op eene baak $= 2''{,}1$

Bij deze waarnemingen werd elk mikroskoop slechts ééns op één verdeelstreep afgelezen, en slechts heele deeltjes d. i. dubbele sekunden aangezet.

Derhalve moet de w. fout van elk azimuth geacht worden gelijk te zijn aan:

$$w_a = \sqrt{\left[\tfrac{1}{2} (2''{,}1)^2 + \tfrac{1}{4} (3''{,}1)^2 \right]} = \pm 2''{,}2.$$

Men vindt licht, dat ten gevolge van deze fout de w. fout van het breedteverschil tusschen de twee uiterste punten is:

$$w_b = w_a \sin 1'' \sqrt{\Sigma. (L^2 \sin^2 a)}$$

en de w. fout van het lengteverschil dier zelfde punten

$$w_l = w_a \sin 1'' \sqrt{\Sigma. (L^2 \cos^2 \alpha)}.$$

Hetgeen bedraagt:

	P — Tijdklep.	Q — Tijdklep.
w. *f.* Breedteverschil	$\pm$ 0,013 M.	$\pm$ 0,013 M.
» » Lengteverschil	$\pm$ 0,020	$\pm$ 0,019

3°. Wat de fout in de aangenomene lengte der meetveêren betreft, deze kan, voor zoover zij van de vergelijking met de ijzeren meters afhangt, hoogstens een halve streep op de 10 meters of $\frac{1}{20000}$ der waarde bedragen.

De ijzeren meters werden met de einden tegen elkander gelegd, en op die wijze eene lengte van 10 meters afgezet, waarmede de meetveêr vergeleken werd.

Die ijzeren meters waren in het jaar 1850 door den heer Stamkart indirekt met den platina-standaardmeter vergeleken. Ziehier zijne opgave:

IJzeren meter No. 3 = No. 88 — 0,0399 m M. ± 0,00024 m M.
4 = No. 88 — 0,0277 m M. ± 0,00012 m M.
bij Fahrenheit 63° = Celsius 17°, 22.

De laatste termen in deze opgave beteekenen de waarschijnlijke fouten der bepaling; zij zijn zoo gering dat de fout hierboven onder 3° *b* vermeld = 0 gesteld kan worden.

De meter No. 88 is insgelijks van ijzer en is = de ijzeren meter van Van Swinden + 0,0197 m M.

Verder is bij 0° C.:

De ijzeren meter van Van Swinden = A + 0,00656 m M. Zijnde A de platina-standaard, die bij 0° C zijne ware lengte heeft.

Hieruit volgt, bij 0° C.

No. 88 = A + 0,02626 m M.
No. 3 = A — 0,0136 » »
No. 4 = A — 0,0014 » »

De uitzetting der ijzeren meters is niet opzettelijk bepaald geworden, derhalve, aannemende den uitzettingscoëfficiënt van het ijzer naar Borda, zet een ijzeren meter voor elken graad Celsius uit 0,01156 m M, zoodat bij 29°C, de gemiddelde morgentemperatuur te Batavia, waarop ook de verkelijking plaats had, de uitzetting bedraagt 0,3352 m M., derhalve is voor deze temperatuur:

IJzeren meter No. 3 = 1000,322 Meter.
» 4 = 1000,334 »

Deze getallen zijn in alle geval zeer nauwkeurig, doch laat ons de mogelijke onzekerheid van den uitzettingscoëfficiënt op $^1/_{10}$ en dus de waarsch. fout op $^1/_{20}$ zijner waarde schatten, dan is de daardoor voortvloeiende onzekerheid = $\frac{1}{60000}$ en is dus zoo gering, dat zij hier ter nauwernood in aanmerking komt.

4°. Anders is het gelegen met de temperatuur der meetveêren bij de meting op het terrein. Deze is niet aangeteekend en de middelbare temperatuur der meetveêren zal niet veel van 29°C kunnen verschillen, daar de

metingen 's morgens vroeg begonnen als het koeler was, en des namiddags eindigden als het warmer dan 29°C was. Aannemende echter, dat in de temperatuur nog eene onzekerheid overblijft van 2½°, dan zou hierdoor nog slechts eene correctie van $\frac{1}{40000}$ het gevolg zijn.

5°. De hoegrootheid der fout, voortspruitende uit het niet zuiver stellen der baken op de piketpaaltjes eindelijk kon afgeleid worden door eene vergelijking van de vroeger gemeten hoeken met de hoeken afgeleid uit de azimuthbepalingen. Het bleek daaruit dat, aannemende, dat bij het stellen der baken eene waarschijnlijke fout f van één centimeter begaan werd, de tweede machten der gevondene verschillen volkomen verantwoord waren. De invloed van deze fout doet zich alleen gevoelen, in de richting loodrecht op die, waarin geviseerd wordt en is dus:

op het breedteverschil $= f. \sin \alpha$

" " lengteverschil $= f. \cos \alpha$

zoodat de waarschijnlijke totale invloed op de betrekkelijke ligging der beide uiterste punten zijn zal:

in breedte $= \pm f. \sqrt{\Sigma (\sin^2 \alpha)}$

in lengte $= \pm f. \sqrt{\Sigma (\cos^2 \alpha)}$

Tusschen den pilaar P en den gaslantaren H zijn geene piketpaaltjes gebruikt, doch wel tusschen H en den tijdklep, en tusschen H en den pilaar Q. Voor deze beide gedeelten wordt dus de w. fout, voortspruitende uit deze oorzaak, gevonden:

voor den afstand H — Tijdklep, dus ook

" " " P — Tijdklep:

w. f. breedteverschil $= 0{,}01 \sqrt{9{,}54} = \pm 0{,}031$

" " lengteverschil $= 0{,}01 \sqrt{9{,}46} = \pm 0{,}031$.

En voor den afstand Q — Tijdklep

w. f. breedteverschil $= 0{,}01 \sqrt{13{,}83} = \pm 0{,}037$

" " lengteverschil $= 0{,}01 \sqrt{12{,}17} = \pm 0{,}035$.

Alles resumerende, verkrijgen wij dus voor de w. fout van het breedteverschil P — Tijdklep:

$\sqrt{(0{,}142^2 + 0{,}013^2 + 0{,}313^2 + 0{,}104^2 + 0{,}156^2 + 0{,}031^2)} = \pm 0{,}393$ M.

en voor die van het lengteverschil derzelfde punten:

$\sqrt{(0{,}112^2 + 0{,}020^2 + 0{,}198^2 + 0{,}066^2 + 0{,}099^2 + 0{,}031^2)} = \pm 0{,}259$ M.

Evenzoo voor de w. fout van het breedteverschil Q. — Tijdklep:

$\sqrt{(0{,}124^2 + 0{,}013^2 + 0{,}244^2 + 0{,}081^2 + 0{,}122^2 + 0{,}037^2)} = \pm 0{,}313$ M

en voor die van het lengteverschil derzelfde punten:

$\sqrt{(0{,}117^2 + 0{,}019^2 + 0{,}092^2 + 0{,}031^2 + 0{,}046^2 + 0{,}035^2)} = \pm 0{,}164$ M.

En nemen wij nu voor de uiterste limiet eene onzekerheid aan van 5 maal de w. fout aan, (volgens de waarschijnlijkheidsrekening bestaat er slechts 1 tegen 1350 kans, dat deze limiet overschreden wordt.) dan komt er voor de onzekerheid:

van P — Tijdklep.	breedte	$\pm$ 1,965 Meter	$=\pm$	0",064
	lengte	$\pm$ 1,295 "	$=\pm$	0 ,042
			$=\pm$	0",0028
van Q — Tijdklep.	breedte	$\pm$ 1,565 "	$=\pm$	0",051
	lengte	$\pm$ 0.820 "	$=\pm$	0 ,055
			$=\pm$	0",0037.

Binnen de grenzen der zekerheid onzer tijdsbepalingen is dus de betrekkelijke ligging der pilaren en van den tijdklep meer dan voldoende nauwkeurig bepaald.

Noot B.

Deze breedte berust op de volgende bepalingen door circummeridiaanszenithsafstanden van noordelijke en zuidelijke sterren. De schijnbare plaatsen dezer sterren werden wel uit den Nautical-Almanac van 1869 en 1870 ontleend, doch herleid tot den catalogus van den Nautical-Almanac van 1871, waarin de plaatsen der sterren voor het eerst ontleend zijn aan de eerste Greenwich Seven Years Catalogue, die weder het voordeel boven de vroegere van de sterrewacht uitgegane Twelve Years Catalogue en Six Years Catalogue heeft, dat de bij haar voorkomende sterreplaatsen door waarnemingen met den nieuwen grooten meridiaancirkel bepaald zijn.

	Noordelijke Sterren.			**Zuidelijke Sterren.**		
	November en December 1869.			April 1870.		
	η Piscium.	β Arietis.	ξ Ceti.	δ Hydrae.	ε Corvi.	β Corvi.
Nadir op	z = −21°	−26°	−14°	+ 8°	+ 16°	+ 16°
0°	6°11′3″.2 (6)	1″.3 (6)	3″.2 (6)	4″.5 (6)	3″.9 (12)	5″.1 (12)
30	4 .9 (6)	2 .3 (6)	4 .1 (6)	4 .7 (18)	3 .8 (12)	3 .9 (18)
60	4 .5 (6)	3 .8 (6)	1 .8 (6)	5 .2 (6)	3 .5 (6)	3 .3 (8)
90	5 .0 (6)	3 .8 (6)	5 .5 (6)	5 .9 (6)	3 .7 (6)	2 .9 (6)
120	3 .9 (6)	3 .3 (6)	4 .7 (9)	4 .9 (6)	4 .2 (6)	5 .4 (6)
150	3 .6 (6)	4 .1 (6)	2 .6 (6)	3 .1 (6)	4 .8 (6)	4 .8 (6)
Gemiddeld	6°11′4″.2	3 .1	3 .6	4 .7	4 .0	4 .3

6°11′ 4″.0.

Zoo als men ziet, werd de vertikale cirkel telkens 30° verzet, zoodat de zenithsafstanden langs zes verschillende bogen van den cirkel gemeten werden.

Bij de waarnemingen van November en December 1869 waren twee storende invloeden aanwezig. In de eerste plaats ging de mikrometerschroef van het linksche mikroskoop stroef, en de reden daarvan werd eerst na het einde der reeks ontdekt en verwijderd. (*)

(*) Het mikrometerdoosje was te ver op de mikroskoopbuis geschroefd, zoodat deze binnen het doosje even vooruitstak, en het raampje er over schuurde, waarop de spinragdraden gespannen zijn. Het soldeersel van het ringetje, dat bestemd was, om dit te beletten, bleek los te zijn.

Ook bleek nu en dan dat, hoe zwaar het fundament van den pilaar was, het niveau niet geheel ongevoelig was voor de verplaatsing van mijn ligchaam. In de eerste drie maanden van 1870 was ik door ongesteldheid verhinderd de waarnemingen te vervolgen, doch toen ik daartoe in April kon overgaan, liet ik een stevigen bamboezen vloer om den pilaar maken, die slechts op eenigen afstand van den pilaar op metselsteenen rustte, die op den grond gelegd werden.

Nog in een ander opzicht verschilden de waarnemingen dezer beide reeksen. Bij de eerste reeks was namelijk, zooals steeds in de instrumenten, die door de makers afgeleverd worden, het geval is, slechts één paar afleesdraden in de mikrometers der mikroskopen gespannen, en werd de naastvoorgaande verdeelstreep twee malen afgelezen. Bij de tweede reeks had ik op een' afstand nagenoeg gelijk aan $1\frac{1}{2}$ schroefomwenteling een tweede paar afleesdraden gespannen, en werd het éene paar op de voorgaande en het andere paar op de volgende verdeelingstreep éénmaal ingesteld en afgelezen. Bij de eerste reeks werden de aflezingen voor periodieke ongelijkheden der mikrometerschroeven verbeterd, bij de tweede was het midden der beide aflezingen daarvan nagenoeg geheel vrij, en kon die correctie daarom nagelaten worden.

De gang der mikrometerschroeven werd elken avond opzettelijk bepaald; dit wordt in den regel gedaan door zesmaal drie verdeelingsintervallen $= 30'$ uit te meten, telkens drie volgende verdeelingsintervallen nemende, alleen werd bij de eerste reeks, wegens het stroefgaan der mikrometerschroef, bij het linksche mikroskoop slechts telkens één interval gebruikt. De verschillen tusschen de resultaten, op verschillende avonden verkregen, waren gering, maar toch soms duidelijk te onderkennen. Daar bij dit instrument de mikroskopen aan de dragers, de vertikale cirkel aan de horizontale as bevestigd is, zouden deze verschillen verklaard kunnen worden door eene geringe, nauwelijks merkbare speling van de horizontale as op de pannen der dragers, in de richting van de lengte der horizontale as. In die meening verkeerende, heb ik de waarnemingen voor elken avond herleid met de gangen der mikrometerschroeven zooals die voor elken avond opzettelijk gevonden was. Later is mij echter in de gedachte gekomen, dat indien zulke eene speling de ware oorzaak der gevondene verschillen is, alsdan beide mikroskopen op denzelfden avond afwijkingen in denzelfden zin moeten verraden, hetgeen echter het geval niet is. Eene andere oorzaak zou te zoeken zijn in eenen niet volkomen loodrechten stand van den vertikalen cirkel op de horizontale as; in dat geval zouden echter de beide mikroskopen tegenovergestelde afwijkingen moeten verraden, hetgeen evenmin doorgaat. Wellicht dus dat de gevondene verschillen toe te schrijven zijn aan eene personele fout begaan bij het instellen van de verdeelingstrepen bij het uitmeten; en wel

eene personele fout, die verschilt bij de instelling van eene verdeelstreep boven het midden en beneden het midden van het veld, doch die voor beiden constant blijft gedurende de zes metingen, die achter elkander plaats vonden. De grootste afwijking werd gevonden in de eerste reeks; waar den 29 November voor mikroskoop IV gevonden werd $600^d,75 = 600''$ en den 24 December $602^d,7 = 600''$.

Voor de eerste reeks werd gevonden:

waarschijnlijke fout van eene enkele waarneming..... $\pm$ 1″,63

dus theoretisch van het midden uit zes waarnemingen $\pm \frac{1,63}{\sqrt{6}} = \pm$ 0″,67

terwijl door vergelijking met de middens gevonden werd..... $\pm$ 0″,74.

Voor de tweede reeks vond ik daarentegen:

waarschijnlijke fout van eene enkele waarneming..... $\pm$ 1″,26

derhalve van een midden uit 6 waarnemingen..... $\pm$ 0″,52

terwijl de vergelijking met de middens gaf:..... $\pm$ 0″,59.

Het geringe verschil tusschen de beide laatste getallen, en evenzoo tusschen de overeenkomstige van de eerste reeks, toont genoegzaam aan, dat geene merkbare onregelmatigheden in de verdeeling van den cirkel bestaan.

Het vergelijkend onderzoek tusschen de beide reeksen gaf nog tot andere niet onbelangrijke gevolgtrekkingen aanleiding.

Zoo was in het veld eene dubbele middendraad gespannen, en aan beide draden werden de doorgangen waargenomen. Beide waarnemingen werden steeds afzonderlijk herleid en daardoor kon uit elken doorgang de afstand der draden afgeleid werden.

Door al de waarden voor dezen afstand gevonden, met haar arithmetisch midden te vergelijken, kon de w. fout van elken afstand, en door deeling met $\sqrt{2}$, de w. f. van elken doorgang (Fadenantritt) bepaald worden.

Terwijl nu de eerste reeks voor de w. fout van de waarneming van den doorgang aan een draad gaf $\pm$ 0″53, werd bij de tweede reeks gevonden $\pm$ 0″,90. Ik kan dit verschil alleen toeschrijven aan de omstandigheid dat de spinragdraden wellicht bij de tweede reeks meer aangegroeid waren dan bij de eerste reeks; zoodat dan door cijfers de wenschelijkheid aangetoond zou worden, hoewel de draden zich met een fijn penseel of eene uitgeplozene katoendraad, zeer goed van de aangroeiende schimmeldraden, laten zuiveren, voor fijne waarnemingen liever nieuwe draden in te zetten.

Eene tweede opmerking gaf het onderzoek naar de w. fout eener instelling en aflezing der mikroskopen. Voor deze vond ik, door vergelijking der beide aflezingen derzelfde streep uit de eerste reeks:

Mikroskoop III.	Mikroskoop IV.
$\pm$ 1″,07.	$\pm$ 0″,97.

Bij de tweede reeks echter was elke verdeelstreep slechts één ingesteld, en daarom kon deze wijze van onderzoek niet gevolgd worden. De telkens

verkregen aflezingen van beide dradenparen op de voorgaande en de volgende deelstreep, zouden een standvastig verschil moeten opleveren, indien er geene fouten bij de aflezing begaan werden en indien de mikrometerschroeven geene periodieke ongelijkheden hadden. Verdeelt men echter de gevonden verschillen, naar gelang de aflezing van het voorste dradenpaar tusschen 0 en 50″, tusschen 50 en 100″ enz... en eindelijk tusschen 550—600 ligt, dan verkrijgt men reeksen verschillen, die met elkander vergelijkbaar zijn. Uit deze nu vond ik voor de tweede reeks:

Mikroskoop III.	Mikroskoop IV.
± 1″,37.	± 1″,48.

Ook voor deze schijnbaar vreemde vermeerdering der w. fout bij eene tweede reeks waarnemingen, die met de bedoeling ondernomen werd, wat nauwkeurigheid aangaat, minstens aan de eerste gelijk te zijn, ligt een aanneembare grond voor de hand. De mikroskopen van het kleine universaalinstrument van Repsold hebben eene zeer geringe vergrooting n. l. slechts 14 maal, waarop wijlen de hoogleeraar Kaiser reeds in zijne verhandeling »over de sterrekundige plaatsbepaling in den Indischen Archipel" gewezen heeft. Wel wordt daardoor veel in licht gewonnen, zoodat een lantaren met eene gewone stearinekaars voldoende licht voor de aflezing geeft, maar toch zijn zuivere aflezingen alleen met eene buitengewone inspanning der oogen te verkrijgen. Een gevolg hiervan is, dat zoodra die inspanning door vermoeienis of afleiding vermindert, somtijds een groot verschil bijv. van 10″ of meer tusschen de beide aflezingen gevonden wordt, dat den waarnemer dan dadelijk bewijst, dat zijne aandacht verminderd is. Ook is de mikroskopendrager wel wat zwak van inrichting, zoodat eene geringe trekking aan de mikrometerschroef licht ook zulk een verschil kan veroorzaken.

In dergelijke gevallen heb ik wel eens, even als, geloof ik, ieder waarnemer doen zou, de beide aflezingen verworpen en met meerdere oplettendheid overgedaan.

Ook is het een bekend feit dat men zeer geneigd is, tweemaal achtereen op dezelfde wijs in te stellen en af te lezen, zoodat men bijv. op twee verschillende dagen voor den afstand van dezelfde twee verdeelstrepen waarden kan verkrijgen, die meer van elkander verschillen, dan uit de w. fouten der aflezingen verwacht zou worden.

Zijn er nu daarentegen twee paar afleesdraden gespannen, dan heeft men, vooral wanneer de aflezingen aan beide paren door de periodieke onregelmatigheden der mikrometerschroeven niet altijd hetzelfde kunnen verschillen, geene aanleiding, eens verkregene aflezingen te verwerpen en over te doen, en het natuurlijk gevolg is dat men a posteriori eene grootere w. fout voor elke aflezing vindt.

Ik vermeld hier nog, dat de afstand der draden gemiddeld 109″ bedroeg,

dus dat, bij de tweede reeks, de gemiddelde waarschijnlijke fout eener aflezing ($1'',425$) $\frac{1}{77}$ bedraagt van den afstand der draden. Voor de gezamenlijke breedte van een' spinragdraad en eene verdeelstreep werd gevonden $43''$. Onder dergelijke omstandigheden kan het vrij voldoende heeten, wanneer van de breedtebepalingen door zes verschillende sterren geene enkele eene volle sekonde van het arithmetisch midden afwijkt.

Eene verbetering in de methode van observeren zou zijn, de beide draden-paren tweemaal af te lezen, zoo als ik ook later bij de tijdsbepalingen gedaan heb, die in dit verslag vermeld zijn, en zoo als ik heb voorgeschreven voor de breedtebepalingen, die voor de graadmeting van Java gedaan worden.

Bij de waarnemingen te Singapore schreef ik zelf niet op, waardoor van zelf alle aflezingen geboekt werden. Ik vond door de vergelijking van de beide aflezingen derzelfde streep ook hier $\pm 0'',985 = \frac{1}{101}$ van den gemiddelden afstand der draden.

Noot C.

De heer Soeters bepaalde de poolshoogte van den pilaar te Singapore door waarneming van circummeridiaans-zenithsafstanden van sterren; als het weder het niet verhinderde, nam hij van elke ster gewoonlijk 6 waarnemingen.

Na elke waarneming werd het bovendeel omgedraaid. In den kijker waren twee horizontale middendraden gespannen en aan beide werd de doorgang waargenomen; uit de verschillende waarden, voor den afstand der draden verkregen, volgde de w. fout van elken doorgang = 0″,36.

In de mikroskopen waren twee paar afleesdraden gespannen op nagenoeg 1½ schroefomwenteling van elkander, die op twee op elkander volgende deelstrepen, telkens tweemaal werden afgelezen. De waarschijnlijke aflezingsfout werd door mij uit zijne aflezingen gevonden = 0″.85; en bij elken zenithsafstand behoorden acht aflezingen.

De voor de poolshoogte van den pilaar verkregene uitkomsten waren de volgende:

1871	Noordelijke Sterren.		Zuidelijke Sterren.	
Januari 23	β Tauri	1°17′40″,5 (6)	ε Can. Maioris	1°17′37″,1 (3)
»	μ Gemin.	40 ,4 (5)	15 Argûs	38 ,1 (6)
24	α Tauri	40 ,3 (5)	ε Can. Maioris	38 ,3 (5)
»	β Tauri	40 ,5 (3)		
25	α Tauri	40 ,2 (6)	ε Can. Maioris	40 ,15 (6)
»	β Tauri	38 ,2 (6)	15 Argûs	39 ,8 (6)
»	μ Gemin.	39 ,5 (6)	ι Argûs	43 ,1 (6)
»	Castor	42 ,3 (6)		
»	ι Ursae Majoris	39 ,6 (3)		
		1°17′40″,17		1°17′39″,42

Gemiddeld uit noordelijke en zuidelijke sterren } 1°17′39″,8 Noord.

Hieruit volgt nog:

N Breedte Vlaggestok op Gov. hill 1°17′34″,4

» » Torenspits der Cathedraal 1 17 32 ,8.

De overeenkomst der afzonderlijke resultaten, door verschillende paren waarnemingen voor elke ster verkregen, blijkbaar uit de w. fout ± 0″.50 voor het midden uit elk paar, dus ± 0″.71 voor elke waarneming, is buitengemeen gunstig en pleit voor de zorgvuldigheid der waarnemers. Ingeval nu geene andere dan de toevallige waarnemingsfouten in aanmerking kwamen, zou men voor de w. fout voor elk resultaat moeten vinden omtrent $= \frac{0''.71}{\sqrt{5}} = \pm\ 0''.32$. De vergelijking met de einduitkomst geeft echter ± 1″.06, hetgeen aan de fouten der verdeeling, de gebruikte declinaties en ongelmatigheid der straalbreking moet toegeschreven worden.

Ik voeg hier nog ter vergelijking eenige uitkomsten van breedtebepaling bij, door mij in 1862 en 1871 volbracht, en op den vlaggestok op Government-hill herleid. De 4 eerste zijn aan een vroeger verslag van mij ontleend.

	Noordelijke Sterren.		Zuidelijke Sterren.	
1862				
Juni 9	η Draconis	1°17′36″.9 (4)	β Centauri	1°17′33″.7 (4)
	η Ursae Majoris	34 .0 (4)	α2 „	37 .6 (4)
1871				
Febr. 16	ε Leonis	34 .3 (4)	15 Argûs	34 .3 (6)
	η Cancri	31 .6 (6)		
		1°17′34″.2		1°17′35″.2

1°17′34″.7

gevende dus slechts een verschil van 0″.3 met het resultaat van den heer Soeters.

PERPUSTAKAAN NASIONAL RI.