DE VERPLAATSING

VAN EENIGE

TRIANGULATIE-PILAREN

IN DE

Residentie TAPANOELI (Sumatra)

TENGEVOLGE

VAN DE AARDBEVING VAN 17 MEI 1892.

DOOR

J. J. A. MULLER.

Verhandelingen der Koninklijke Akademie van Wetenschappen te Amsterdam.

(EERSTE SECTIE.)

DEEL III. No. 2.

Met 3 Platen en 5 Bijlagen.

AMSTERDAM,
JOHANNES MÜLLER.
1895.

De verplaatsing van eenige Triangulatie-Pilaren in de Residentie Tapanoeli (Sumatra) tengevolge van de aardbeving van 17 Mei 1892

DOOR

J. J. A. MULLER.

Den 17en Mei 1892, des avonds omstreeks 8 uur, had er in de Noordelijke helft van *Sumatra* een aardbeving plaats, die zelfs in een deel van het Schiereiland *Malaka* werd gevoeld, doch het meest de landstreken teisterde gelegen tusschen den *Dolok Loeboek Raja* en den *Goenoeng Talamau (Ophir)*. Zij ging gepaard met een sterk golvende beweging van den grond, waardoor de steenen gebouwen ter hoofdplaats *Padang Si Dimpoewan*, zooveel schade leden, dat zij meerendeels moesten worden afgebroken, terwijl op verschillende plaatsen houten gebouwen, op steenen neuten of houten stempels geplaatst, van hunne steunpunten werden afgeworpen.

In het gebergte hadden op talrijke plaatsen zeer belangrijke afstortingen plaats. In hooge mate was dit onder anderen het geval nabij den top en langs de hellingen van den *Sorik Marapi*, een 2145 M. hoogen vulkaan [1]), gelegen in de onderafdeeling *Groot Mandailing* en *Batang Natar* der residentie *Tapanoeli*, welke met de voornaamste nabijgelegen bergtoppen en ruggen op de schetskaart (plaat I figuur 1) is aangegeven, aan welks voet de hoeta *Si Banggor* geheel werd bedolven. Het was daarom te vreezen, dat de triangulatie-pilaar, op het hoogste punt van den kraterwand opgericht, zou zijn verdwenen. Bij onderzoek bleek dit evenwel niet het geval te zijn, maar een afstorting naar de binnenzijde van den krater reikte tot zeer dicht bij den voet van den pilaar, en er vertoonde zich daar een diepe scheur, zoodat men kon verwachten, dat

[1]) De hoogte van 1788 M., opgegeven op de kaart van Midden-*Sumatra* in den *Atlas van Ned.-Indië* van STEMPOORT en TEN SIETHOFF, waar de berg ook verkeerdelijk *Seret Berapi* is genoemd, is onjuist.

de pilaar, die overigens nog zuiver te lood stond, te eeniger tijd in de diepte zou neerstorten.

Daarom werd in de maand Juli op ongeveer drie Meter van den ouden pilaar — meer liet de smalle rug niet toe — een nieuwe opgericht, welks bovenvlak gelijk kwam met dat van den eersten. Beide pilaren zijn, evenals op de overige punten der eerste en tweede orde, 1,50 M. hoog boven het maaiveld en 0,50 M. in het vierkant, gegoten van beton op een stevige fundeering, en op het bovenvlak voorzien van een vierkante ijzeren dook met ingevijld kruis, tot centreering van het instrument en bevestiging van den heliotroop. De elementen voor de centreering werden nauwkeurig bepaald, ten einde de reeds op verschillende stations uitgevoerde metingen, betrekking hebbende op den ouden pilaar, tot den nieuwen te kunnen herleiden.

In de maand Augustus werden de hoekmetingen op het station *Sorik Marapi* uitgevoerd, waarbij het instrument op den nieuwen pilaar was opgesteld.

Het punt *Sorik Marapi* S. 59 zou gezamenlijk met de punten *Sopo Oentjim* S. 63 en *Tor Si Hite* S. 80 worden vastgelegd aan de punten der eerste orde *Dolok Toedjoe* P. 37, *Goenoeng Malintang* P. 41 en *Dolok Maleja* P. 51 (zie plaat II, figuur 3). De hiervoor noodige metingen op de stations *D. Toedjoe*, *D. Maleja* en *Tor Si Hite* waren reeds vóór de aardbeving uitgevoerd. Na herleiding tot den nieuwen pilaar op den *Sorik Marapi* gaven de eerst verkregen hoeken met de resultaten der hoekmetingen, op dit laatste station na de aardbeving uitgevoerd, zulke groote sluitingsfouten der driehoeken, dat deze onmogelijk aan de toevallige fouten der metingen konden worden toegeschreven.

Al spoedig rees het vermoeden, dat de oude pilaar op den *Sorik Marapi* tengevolge van de aardbeving een verschuiving zou hebben ondergaan. Op de stations *D. Toedjoe*, *D. Maleja* en *Tor Si Hite* werden daarom voor de tweede maal metingen uitgevoerd, door welke dat vermoeden werd bevestigd, terwijl tevens bleek dat ook de pilaar op *G. Malintang* van plaats moest zijn veranderd; voor de vastlegging der punten werd daarom in plaats van den *G. Malintang* de *Dolok Si Dohar Dohar* in het net opgenomen (zie plaat II, fig. 4).

De vóór de aardbeving uitgevoerde metingen waren reeds voldoende voor de vastlegging der drie punten van de tweede orde; voor de vereffening werd daarbij de methode der indirecte waarnemingen toegepast, waarbij de coördinaten der punten als de onbekenden der normaalvergelijkingen worden aangenomen. Die coördinaten hebben betrekking op de conforme kegelvormige projectie; de

middenassen zijn gelegen op 0°50′ N.B., en op 0°50′ W.L. van den Meridiaan gaande over het Westelijk uiteinde der basis nabij *Padang*, welke als uitgang voor het tellen der lengten op *Sumatra* is aangenomen. De gemeten hoeken werden voor de uitvoering der vereffening door het aanbrengen van kleine reducties tot het platte vlak herleid.

Voor de coördinaten werden de navolgende waarden, in Meters, verkregen :

Sorik Marapi. S. 59 (oude pilaar)

$x = +\ 376{,}47 \qquad y = -\ 16433{,}38.$

Sopo Oentjim. S. 63

$x = +\ 25812{,}04 \qquad y = +\ 2851{,}91.$

Tor Si Hite. S. 80

$x = +\ 11594{,}50 \qquad y = -\ 7295{,}60.$

Op volkomen dezelfde wijze werden met de na de aardbeving verkregen resultaten de coördinaten van den nieuwen pilaar op den *Sorik Marapi*, die van de pilaren *Sopo Oentjim* en *Tor Si Hite* en bovendien nog van den pilaar op den *G. Malintang* berekend. Daarvoor werd gevonden :

Sorik Marapi. S. 59 (nieuwe pilaar)

$x = +\ 375{,}03 \qquad y = -\ 16429{,}58.$

Sopo Oentjim. S. 63

$x = +\ 25812{,}06 \qquad y = +\ 2851{,}98.$

Tor Si Hite. S. 80

$x = +\ 11594{,}83 \qquad y = -\ 7296{,}15.$

G. Malintang. P. 41

$x = +\ 12843{,}54 \qquad y = -\ 39548{,}41.$

De uit de elementen der centreering afgeleide reducties voor de berekening der coördinaten van den ouden pilaar op den *Dolok Sorik Marapi* zijn :

red. $x = +\ 1{,}12 \qquad$ red. $y = -\ 2{,}61.$

De coördinaten na de aardbeving zijn dus:

Sorik Marapi. S. 59 (oude pilaar)

$x = + 376{,}15 \qquad y = - 16432{,}19.$

De coördinaten van den *G. Malintang* P. 41, vóór de aardbeving zijn verder:

$x = + 12844{,}56 \qquad y = - 39549{,}11.$

De resultaten der metingen en de voornaamste cijfers der beide vereffeningen, waaruit de opgegeven waarden zijn afgeleid zijn medegedeeld in de bijlagen I, II en III.

De waarden, verkregen na de aardbeving, verschillen met die, verkregen vóór de aardbeving, de volgende bedragen:

Sorik Marapi. S. 59 (oude pilaar)

$\Delta\, x = - 0{,}32 \qquad \Delta\, y = + 1{,}19.$

Sopo Oentjim. S. 63

$\Delta\, x = + 0{,}02 \qquad \Delta\, y = + 0{,}07.$

Tor Si Hite. S. 80

$\Delta\, x = + 0{,}33 \qquad \Delta\, y = - 0{,}55.$

G. Malintang. P. 41.

$\Delta\, x = - 1{,}02 \qquad \Delta\, y = + 0{,}70.$

Deze verschillen zijn voor een deel te wijten aan de onvermijdelijke waarnemingsfouten en aan de fouten der waarden, toegekend aan de coördinaten van de aansluitingspunten der eerste orde; voor het overige moeten zij worden toegeschreven aan een werkelijke verplaatsing der beschouwde punten.

Wat het punt *Sopo Oentjim* betreft, zoo was het wel à priori aan te nemen, dat het kleine verschil geheel op rekening der eerste oorzaken kon worden gesteld en dus aan een verplaatsing van het punt niet behoefde te worden gedacht, maar van de overige punten, óók van *Si Hite*, was een werkelijke verplaatsing zeer waarschijnlijk.

Wanneer voor deze drie punten de verschillen uitsluitend aan werkelijke verschuiving worden toegeschreven, dan volgt voor het bedrag der verschuiving V, en het Azimut der richting, waarin de

verschuiving zou hebben plaats gehad [1]), geteld uit het Noorden in Oostelijken zin rondgaande:

Sorik Marapi

$V = 1{,}23$ M. $A = 344°57'$.

Tor Si Hite

$V = 0{,}64$ M. $A = 149°2'$.

G. Malintang

$V = 1{,}24$ M. $A = 304°28'$.

Op plaat I zijn in figuur 2, die verplaatsingen in richting en grootte voorgesteld.

In hoeverre deze veronderstelling vertrouwen verdient, kan eerst blijken na berekening van de middelbare fouten der metingen en van de daaruit afgeleide grootheden.

De voornaamste cijfers hierop betrekking hebbende zijn in de bijlagen IV en V opgenomen.

In de eerste plaats is opgemaakt de middelbare fout der metingen op de stations, welke onafhankelijk is van de aansluiting op de vaste punten. Op die stations zijn verschillende instrumenten gebezigd; namelijk op de stations der eerste orde vóór de aardbeving een 10 duims Universaal instrument van PISTOR en MARTINS, op het station *Si Hite* vóór de aardbeving een 8 duims instrument van WEGENER en na de aardbeving overal dat 8 duims instrument, behalve op den *Dolok Maleja*, waar een 8 duims instrument van PISTOR en MARTINS werd gebezigd.

Met die instrumenten werden zoowel rondmetingen uitgevoerd als enkele hoeken gemeten, de volledige seriën en hoeken ieder zes malen in twee kijkerstanden. Enkele onvolledige seriën werden vereffend volgens de benaderingsmethode der Ordnance Survey.

Uit de gemeten hoeken en volledige seriën werd voor de middelbare fout eener tweemaal ingestelde richting gevonden:

10	duims	U.-I.	P. & M.	1",75
8	„	„	„	3",16
8	„	„	W.	2',40.

[1]) Streng genomen zijn de opgegeven waarden van A de hoeken met Y-as in de projectie (richtingshoeken), maar wegens de onzekerheid dier getallen is het verschil geheel onbeduidend.

Hieruit volgt voor de M. f. van het gemiddelde, uit zes dergelijke metingen afgeleid, respectievelijk:

$$0'',71, \qquad 1'',30 \quad \text{en} \quad 0'',98.$$

De tweede waarde is ongetwijfeld te groot, daar het instrument belangrijke regelmatige randverdeelingsfouten vertoont, wier invloed uit het gemiddelde grootendeels is geëlimineerd.

Alle metingen gezamenlijk beschouwende, onverschillig met welk instrument zij zijn uitgevoerd, verkrijgt men voor de middelbare fout van de tweemaal ingestelde richting 2'',42 en van het gemiddelde uit zes dergelijke waarnemingen, welke grootheid door de letter μ zal worden aangeduid:

$$\mu = 0'',99.$$

Uit de sluitingsfouten der zes driehoeken, waarvan na de aardbeving alle hoeken zijn gemeten volgt verder:

$$\mu = 1'',01.$$

Bij de vereffening van het net zijn de met verschillende instrumenten gemeten richtingen allen met hetzelfde gewicht in rekening gebracht, omdat men, tengevolge van den dwang bij de aansluiting aan de punten der eerste orde, bij het toekennen van verschillende gewichten toch niet nader tot de waarheid zou komen. De vereffening gaf voor de waarde van μ uit de metingen vóór de aardbeving:

$$\mu = 1'',35,$$

en uit de metingen na de aardbeving:

$$\mu = 1'',70.$$

Beide waarden zijn grooter dan die uit de metingen op de stations en uit de sluitingsfouten der driehoeken afgeleid, het gevolg van den dwang, die aan de resultaten der metingen voor de aansluiting aan de vaste punten is moeten worden aangedaan.

Dat die waarde na de aardbeving grooter is, kan voor een deel worden toegeschreven aan de omstandigheid, dat vóór de aardbeving de meer nauwkeurige 10 duims instrumenten zijn gebezigd, maar houdt bovendien daarmede verband, dat voor de coördinaten der vaste punten na de aardbeving waarden zijn gebezigd, afgeleid uit metingen vóor de aardbeving verricht, terwijl deze laatste toch eenigen invloed op de ligging van die pilaren zal hebben uitge-

oefend. Groot kan die invloed echter niet zijn geweest, anders zouden belangrijker verschillen zijn gevonden.

Voor de verdere foutenberekeningen is uit beide vereffeningen gezamenlijk één waarde van μ afgeleid, namelijk:

$$\mu = 1'',64.$$

slechts zeer weinig minder dan de tweede der gevonden waarden; de nauwkeurigheid wordt daarmede dus zeker niet te hoog aangeslagen.

Bij de oplossing der normaalvergelijkingen zijn alle gewichtsgetallen tevens berekend. Uit deze grootheden zijn in de eerste plaats afgeleid de elementen der foutenellipsen.

Stelt men de gewichtsgetallen, behoorende bij de meest waarschijnlijke waarden x en y der coördinaten van een punt, gelijk aan Q_{xx}, Q_{xy} en Q_{yy}, dan maken de hoofdassen van waarschijnlijkheid met de coördinaatassen hoeken α en $\alpha + 90°$, welke worden verkregen uit de formule

$$\text{tang } 2\,\alpha = \frac{2\,Q_{xy}}{Q_{xx} - Q_{yy}},$$

terwijl de halve assen der ellipsen kunnen worden gevonden uit de uitdrukkingen:

$$k_\alpha = \mu \sqrt{Q_{xx} \cos^2 \alpha + 2\,Q_{xy} \sin \alpha \cos \alpha + Q_{yy} \sin^2 \alpha}.$$

$$k_{\alpha + 90°} = \mu \sqrt{Q_{xx} \sin^2 \alpha - 2\,Q_{xy} \sin \alpha \cos \alpha + Q_{yy} \cos^2 \alpha}$$

De voor de verschillende ellipsen verkregen waarden zijn in de bijlage V vermeld. Bovendien zijn op plaat III in de figuren 5 tot 8 de ellipsen geteekend, wier halve assen de dubbele lengte van die der foutenellipsen hebben, en wel met de assen behoorlijk georienteerd en met de middelpunten voor ieder driehoekspunt samenvallend met de meest waarschijnlijke ligging P vóór, en P' na de aardbeving, zoodat de verbindingslijn PP' de verschuiving aangeeft.

De waarschijnlijkheid, dat het bedoelde punt in werkelijkheid buiten een zoodanige ellips zou zijn gelegen, wordt gegeven door de uitdrukking

$$W = \frac{1}{e^2}$$

en bedraagt dus slechts ongeveer $\frac{1}{7}$. Aan de realiteit der verplaatsing van de punten *Goenoeng Malintang*, *Sorik Marapi* en *Tor Si*

Hite behoeft dus niet te worden getwijfeld. Alleen voor den *Sopo Oentjim* kan het verschil in ligging der punten P en P' zonder bezwaar aan de toevallige fouten der metingen worden toegeschreven.

Met behulp der gewichtsgetallen zijn verder de middelbare fouten van het bedrag en de richting der verschuiving van de drie eerstgenoemde punten berekend.

Stelt men de coördinaten van eenig punt vóór de aardbeving voor door x en y, daarna door x' en y', dan is het bedrag der verschuiving V noemende:

$$V^2 = (x'-x)^2 + (y'-y)^2$$

en de richting daarvan A stellende:

$$\text{tang. } A = \frac{x'-x}{y'-y}.$$

Uit deze formules volgt:

$$\frac{\partial V}{\partial x'} = \sin A \qquad \frac{\partial V}{\partial y'} = \cos A$$

$$\frac{\partial V}{\partial x} = -\sin A \qquad \frac{\partial V}{\partial y} = -\cos A$$

$$\frac{\partial A}{\partial x'} = \frac{\cos A}{V} \qquad \frac{\partial A}{\partial y'} = -\frac{\sin A}{V}$$

$$\frac{\partial A}{\partial x} = -\frac{\cos A}{V} \qquad \frac{\partial A}{\partial y} = \frac{\sin A}{V}$$

De bijbehoorende gewichtsgetallen noemende Q_{xx}, Q_{xy}, Q_{yy}, $Q_{x'x'}$, $Q_{x'y'}$, $Q_{y'y'}$, — andere combinaties der indices komen niet voor, daar de grootheden met en zonder accenten uit verschillende vereffeningen afgeleid en dus onderling onafhankelijk zijn — dan verkrijgt men voor de middelbare fout M_v der grootheid V:

$$M_v^2 = \mu^2 [Q_{x'x'} \sin^2 A + 2\, Q_{x'y'} \sin A \cos A + Q_{y'y'} \cos^2 A + Q_{xx} \sin^2 A + 2\, Q_{xy} \sin A \cos A + Q_{yy} \cos^2 A]$$

en voor M_A, die der grootheid A, uitgedrukt in graden:

$$M_A^2 = \frac{\mu^2}{V^2 \text{ boog } {}^2 1^\circ} \Big[Q_{x'x'} \cos^2 A - 2\, Q_{x'y'} \sin A \cos A + Q_{y'y'} \sin^2 A + Q_{xx} \cos^2 A - 2\, Q_{xy} \sin A \cos A + Q_{yy} \sin^2 A \Big].$$

Door toepassing van deze formules is gevonden:

Sorik Marapi

$M_v = 0{,}28 \qquad M_A = 14°30'.$

Tor Si Hite

$M_v = 0{,}14 \qquad M_A = 17°45'.$

Goenoeng Malintang

$M_v = 0{,}34 \qquad M_A = 16°0'.$

Daar de gevonden waarden vrij groot zijn, en de reeks ontwikkeling, waarop de formules zijn gebaseerd, kleine waarden veronderstelt, moeten de uitkomsten als benaderd worden beschouwd.

Als men nagaat hoe groot de lengte der driehoekszijden is en hoe gering de lengte der lijnen, waarop de richtingen A betrekking hebben, dan kan de grootte der middelbare fouten, vooral van A, geen verwondering baren; een kleine fout in de ligging der eindpunten heeft toch reeds een belangrijke draaiing ten gevolge. Uit de waarden van M_v in verband met de waarden van V blijkt echter, dat de verschillen der coördinaten slechts voor een betrekkelijk klein deel aan de toevallige fouten der metingen en den dwang bij de aansluiting mogen worden toegeschreven.

Wat de hoogteverschillen der beschouwde punten betreft, zoo is geene verandering kunnen worden aangetoond. De vóór en na de aardbeving op de stations *Dolok Toedjoe*, *Dolok Maleja* en *Tor Si Hite* gemeten zenitshoeken vertoonen verschillen van hoogstens 3″, en hieruit kan, in verband met de onzekerheid der refractie, geen bepaald resultaat worden getrokken.

Uit de metingen op het station *Dolok Maleja* blijkt nog de verplaatsing van twee punten, waarvan echter het bedrag en de richting niet kan worden berekend, omdat zij vóór de aardbeving van geen ander station waren aangemeten. Die punten zijn *Tor Si Manondong* S. 67 en *Dolok Balameja* S. 71; de verandering der gemeten richtingen bedraagt:

Tor Si Manondong + 12″,9
Dolok Balameja + 6″,9.

Afziende van de fouten der metingen volgt hieruit in verband met den afstand tot den *Dolok Maleja*, voor het eerste punt een verplaatsing van minstens 1,3 M., van het tweede van minstens

0,9 M., terwijl het azimut bij beiden moet zijn gelegen tusschen 260° en 80°.

De afstand der uiterste punten, waarvan verplaatsing is geconstateerd: den *G. Malintang* en den *Dolok Balameja*, bedraagt ongeveer 53 kilometers, maar ongetwijfeld zullen dergelijke verplaatsingen nog in een grooter gebied hebben plaats gehad. Door hermeting zou dit voor de zuidelijker gelegen punten kunnen worden onderzocht, maar de werkzaamheden der triangulatiebrigade laten dit niet toe, te meer wijl de kleine veranderingen, welke de coördinaten der driehoekspunten kunnen hebben ondergaan, voor de topographische opneming van geen belang zijn.

Waarschijnlijk zijn thans voor de eerste maal door geodetische metingen dislocatieverschijnselen op het aardoppervlak aangetoond; uit deze blijkt, dat in een land, dat als *Sumatra* aan hevige aardbevingen is blootgesteld, de plaats der driehoekspunten op den duur niet als onveranderlijk kan worden beschouwd, en dat dus, wanneer in later tijd door hermetingen verschillen worden gevonden, deze zonder nader onderzoek niet aan mindere nauwkeurigheid der eerst uitgevoerde waarnemingen mogen worden toegeschreven, aangezien de mogelijkheid niet is buitengesloten, dat zij het gevolg zijn van eene werkelijke verplaatsing der driehoekspunten.

Padang Si Dimpoewan,
den 25sten Augustus 1894.

De Chef der Triangulatie-Brigade
MULLER.

BIJLAGEN.

BIJLAGE I.

RESULTATEN DER STATIONSVEREFFENINGEN.

A. WAARNEMINGEN UITGEVOERD VÓÓR DE AARDBEVING.

I. *Station Dolok Toedjoe.* P. 37.

Waarnemer H. B. VAN RHIJN, Juni 1891.
Instrument: 10 duims P. & M. N⁰. I.

1.	G. Malintang	0° 0′ 0″,0	red. + 1″,3	gew. 1.
2.	Sorik Marapi O. P.	49 45 3 ,3	+ 1 ,2	1.
3.	T. Si Hite	73 12 58 ,9	+ 0 ,6	1.
4.	T. Si Hite-Sopo Oentjim	51°26′15″,1	red. — 0″,5	gew. 0,5.

II. *Station Goenoeng Malintang.* P. 41.

Waarnemer J. J. A. MULLER, Augustus 1890.
Instrument: 10 duims P & M. N⁰. I.

5.	Sorik Marapi O. P. — D. Toedjoe	65°23′18″,3	red. — 2″,2	gew. 0,5.

III. *Station Dolok Maleja.* P. 51.

Waarnemer H. B. VAN RHIJN, September 1891.
Instrument: 10 duims P. & M. N⁰. I.

6.	Sopo Oentjim	0° 0′ 0″,0	red. + 0″,3	gew. 1.
7.	T. Si Hite	55 5 12 ,7	+ 0 ,0	1.
8.	Sorik Marapi O. P.	78 24 27 ,8	+ 0 ,1	1.

IV. *Station Tor Si Hite.* S. 80.

Waarnemer L. H. F. WACKERS, Maart 1892.
Instrument: 8 duims W. N⁰. IV.

9.	Sopo Oentjim	0° 0′ 0″,0	red. — 0″,1	gew. 1.
10.	D. Toedjoe	55 46 42 ,3	— 0 ,6	1.
11.	Sorik Marapi O. P.	176 21 6 ,2	+ 0 ,3	1.
12.	D. Maleja	300 54 34 ,4	+ 0 ,0	1.

B. WAARNEMINGEN UITGEVOERD NA DE AARDBEVING.

I. *Station Dolok Toedjoe.* P. 37.

Waarnemer L. H. F. WACKERS, November 1892.
Instrument: 8 duims W. N⁰. IV.

1.	Sorik Marapi N. P.	0° 0′ 0″,0	red. + 1″,2	gew. 1.
2.	T. Si Hite	23 27 24 ,4	+ 0 ,6	1.
3.	D. Maleja	54 18 46 ,5	+ 0 ,1	1.
4.	Sopo Oentjim	74 53 40 ,3	+ 0 ,1	1.
5.	G. Malintang—Sorik Marapi	49°45′19″,4	red. — 0″,1	gew. 0,5.

II. *Station Tor Si Dohar Dohar.* P. 49.

Waarnemer L. H. F. WACKERS, September 1893.
Instrument: 8 duims W. N⁰. IV.

6.	D. Maleja—Sorik Marapi N.P.	42°46′ 2″,9	red. — 1″,1	gew. 0,5.
7.	D. Maleja—G. Malintang	64 23 51 ,4	— 2 ,8	0,7.

III. *Station Dolok Maleja.* P. 51.

a. Waarnemer B. M. V. SCHLEENSTEIN, December 1892.
Instrument: 8 duims P. & M. N⁰. II.

8.	D. Toedjoe	0° 0′ 0″,0	red. — 0″,1	gew. 1.
9.	T. Si Hite	34 16 29 ,8	+ 0 ,0	1.
10.	Sorik Marapi N. P.	57 36 6 ,8	+ 0 ,1	1.

b. Waarnemer A. R. VAN DORSSEN, Februari 1893.
Instrument: 8 duims P. & M. N⁰. II.

11.	Sopo Oentjim—T. Si Hite	55° 5′13″,5	red. — 0″,3	gew. 0,5.
12.	Sorik Marapi N. P.—T. Si Dohar Dohar	43 17 48 ,1	— 0 ,3	0,5.

IV. *Station Sorik Marapi* N. P. S. 59.

Waarnemer J. J. A. MULLER, Augustus 1892.
Instrument: 8 duims W. N⁰. IV.

13.	T. Si Dohar Dohar—D. Maleja	93°56′13″,8	red. — 1′,0	gew. 0,5.
14.	T. Si Dohar Dohar	0° 0′ 0″,0	red. + 0″,9	gew. 1.
15.	D. Maleja	93 56 13 ,2	— 0 ,1	1.
16.	T. Si Hite	126 4 15 ,6	— 0 ,3	1.
17.	T. Si Hite	0° 0′ 0″,0	red. — 0″,3	gew. 1.
18.	D. Toedjoe	35 57 3 ,7	— 1 ,2	1.
19.	G. Malintang	100 48 21 ,6	— 0 ,9	1.

V. *Station Sopo Oentjim.* S. 63.

Waarnemer L. H. F. WACKERS, Juli 1893.
Instrument: 8 duims W. N⁰. IV.

20.	D. Toedjoe—T. Si Hite	72°46′56″,7	red. + 0″,2	gew. 0,5.
21.	T. Si Hite—D. Maleja	65 49 28 ,4	— 0 ,4	0,5.

VI. *Station T. Si Hite.* S. 80.

Waarnemer H. J. M. DE WAHA, October 1892.
Instrument: 8 duims W. N⁰. IV.

22.	Sorik Marapi N.P.—D. Maleja	124°32′18″,9	red. — 0″,3	gew. 0,5.
23.	D.Toedjoe—Sorik Marapi N.P.	120 35 33 ,3	+ 0 ,9	0,5.
24.	D. Maleja	0° 0′ 0″,0	red. + 0″,0	gew. 1.
25.	Sopo Oentjim	59 5 21 ,8	— 0 ,1	1.
26.	D. Toedjoe	114 52 7 ,8	— 0 ,6	1.

AANTEEKENINGEN.

De gebezigde Universaalinstrumenten zijn afkomstig uit de werkplaatsen van PISTOR en MARTINS (P. & M) en WEGENER (W.), beiden te Berlijn.

Op alle stations waren de instrumenten opgesteld centrisch op de pilaren; de richtpunten waren steeds heliotropen, centrisch op de pilaren bevestigd.

Op het punt *Sorik Marapi* is de oude pilaar (O. P.) steeds gebezigd vóór, de nieuwe (N. P.) na de aardbeving. De afstand dier beide pilaren bedraagt van centrum tot centrum 2,84 Meter, en de hoek *T. Si Hite*—centrum van den ouden pilaar, gemeten uit het centrum van den nieuwen pilaar: 105°59'.

De hoeken en volledige seriën zijn zes malen, telkens in twee kijkerstanden gemeten, de aflezingen regelmatig verdeeld langs den omtrek van den cirkelrand; aan het gemiddelde uit zes gemeten seriën is toegekend het gewicht 1, aan het gemiddelde van een zesmaal gemeten hoek het gewicht 0,5. Enkele onvolledig gemeten seriën zijn vereffend volgens de benaderingsmethode der *Ordnance Survey* ook aan de aldus verkregen waarden is het gewicht 1 toegekend. Aan den hoek *D. Maleja—G. Malintang*, gemeten op het station *T. Si Dohar Dohar*, is het gewicht 0,7 toegekend, aangezien hij is afgeleid uit de serie *D. Maleja—G. Malintang – G. Sandaran Galah*, welk laatste punt van de eerste orde niet in het net is opgenomen.

De bijgevoegde reducties hebben betrekking op de herleiding van de op het aardoppervlak gemeten richtingen en hoeken tot die in de conforme kegelvormige projectie. (Geodetische Formules en Tafels, bladz. 99, noot). De kleine reducties voor de herleiding der richtingen wegens de hoogte der richtpunten boven het zeeoppervlak, die nergens 0",2 te boven gaan, zijn verwaarloosd.

BIJLAGE II.

VEREFFENING DER WAARNEMINGEN,

UITGEVOERD VÓÓR DE AARDBEVING.

A. COÖRDINATEN.

D. Toedjoe	$x = +31612{,}30$	$y = -14685{,}16$
G. Malintang	$+12844{,}56$	$-39549{,}11$
D. Maleja	$+10033{,}58$	$+12074\ 32$
Sorik Marapi	$+\ 376{,}00 + A$	$-16433{,}00 + B$
Tor Si Hite	$+11594{,}85 + C$	$-\ 7296{,}15 + D$
Sopo Oentjim	$+25812{,}22 + E$	$+\ 2851{,}86 + F$

B. RICHTINGSHOEKEN.

D. Toedjoe–G. Malintang	217° 2′46″,1	
» –SorikMarapi	266 47 50 ,4	$-\ 0{,}37A + 6{,}58B$
» –T. Si Hite	290 15 37 ,9	$+\ 3{,}35C + 9{,}07D$
» –Sopo Oentjim	341 41 57 ,2	$+10{,}60E + 3{,}51F$
G. Malintang–D. Toedjoe	37° 2′46″,1	
» –S. Marapi	331 39 29 ,1	$+\ 6{,}91A + 3{,}73B$
D. Maleja–Sopo Oentjim	120°18′21″,1	$-\ 5{,}69E - 9{,}74F$
» –T. Si Hite	175 23 30 ,8	$-10{,}58C - 0{,}85D$
» –Sorik Marapi	198 42 54 ,4	$-\ 6{,}49A + 2{,}20B$
T. Si Hite–Sopo Oentjim	54°28′54″,1	$-\ 6{,}86C + 9{,}61D + 6{,}86E - 9{,}61F$
» –D. Toedjoe	110 15 37 ,9	$+\ 3{,}35C + 9{,}07D$
» –Sorik Marapi	230 50 23 ,8	$+\ 9{,}00C - 11{,}05D - 9{,}00A + 11{,}05B$
» –D. Maleja	355 23 30 ,8	$-10{,}58C - 0{,}85D$

C. FOUTENVERGELIJKINGEN, NA ELIMINEERING DER RICHTINGS-ONBEKENDE UIT ELKE SERIE.

$\xi_1 = -1{,}8 - 0{,}12\,A + 2{,}19\,B + 1{,}12\,C + 3{,}02\,D$	gew. 1.
$\xi_2 = -2{,}9 + 0{,}25\,A - 4{,}39\,B + 1{,}12\,C + 3{,}02\,D$	1.
$\xi_3 = +4{,}6 - 0{,}12\,A + 2{,}19\,B - 2{,}23\,C - 6{,}05\,D$	1.
$\xi_4 = -4{,}7 + 3{,}35\,C + 9{,}07\,D - 10{,}60\,E - 3{,}51\,F$	0,5.
$\xi_5 = -0{,}9 + 6{,}91\,A + 3{,}73\,B$	0,5.
$\xi_6 = +1{,}0 - 2{,}16\,A + 0{,}73\,B - 3{,}53\,C - 0{,}28\,D + 3{,}79\,E + 6{,}49\,F$	1.
$\xi_7 = +3{,}7 - 2{,}16\,A + 0{,}73\,B + 7{,}05\,C + 0{,}57\,D - 1{,}90\,E - 3{,}25\,F$	1.

$\xi_8 = -4{,}7 + 4{,}33\,A - 1{,}47\,B - 3{,}53\,C - 0{,}28\,D - 1{,}90\,E - 3{,}25\,F$ gew. 1.
$\xi_9 = +6{,}8 - 2{,}25\,A + 2{,}76\,B + 5{,}59\,C - 7{,}91\,D - 5{,}14\,E + 7{,}21\,F$ 1.
$\xi_{10} = +4{,}8 - 2{,}25\,A + 2{,}76\,B - 4{,}62\,C - 7{,}37\,D + 1{,}72\,E - 2{,}40\,F$ 1.
$\xi_{11} = -16{,}3 + 6{,}75\,A - 8{,}29\,B - 10{,}27\,C + 12{,}75\,D + 1{,}72\,E - 2{,}40\,F$ 1.
$\xi_{12} = +4{,}6 - 2{,}25\,A + 2{,}76\,B + 9{,}31\,C + 2{,}55\,D + 1{,}72\,E - 2{,}40\,F$ 1.

D. Normaalvergelijkingen.

$$\underline{112{,}78\,A} - 72{,}85\,B - 114{,}92\,C + 113{,}99\,D + 3{,}12\,E - 42{,}69\,F = +181{,}15$$
$$\underline{130{,}63\,B} + 113{,}93\,C - 160{,}10\,D - 14{,}78\,E + 33{,}71\,F = -207{,}37$$
$$\underline{332{,}44\,C} - 75{,}93\,D - 76{,}16\,E + 13{,}47\,F = -241{,}81$$
$$\underline{382{,}40\,D} + 4{,}62\,E - 94{,}74\,F = +345{,}46$$
$$\underline{113{,}06\,E} + 6{,}11\,F = +16{,}22$$
$$138{,}66\,F = -83{,}58$$

$$[g\,p\,p] = 437{,}18.$$

E. Resultaat van de oplossing der normaalvergelijkingen.

$$A = +0{,}47$$
$$B = -0{,}38$$
$$C = -0{,}35$$
$$D = +0{,}55$$
$$E = -0{,}18$$
$$F = +0{,}05$$

$$[g\,\xi\,\xi] = 5{,}48$$

F. Coördinaten vóór de aardbeving.

Sorik Marapi O. P.	$x = +\ 376{,}47$	$y = -\ 16433{,}38$
Tor Si Hite	$+\ 11594{,}50$	$-\ 7295{,}60$
Sopo Oentjim	$+\ 25812{,}04$	$+\ 2851{,}91$

BIJLAGE III.

VEREFFENING DER WAARNEMINGEN,

UITGEVOERD NA DE AARDBEVING.

A. COÖRDINATEN.

D. Toedjoe	$x = +$ 31612,30	$y = -$ 14685,16
T. Si Dohar Dohar	+ 29014,22	− 8674,78
D. Maleja	+ 10033,58	+ 12074,32
Sorik Marapi	+ 375,05 + A	− 16429,47 + B
T. Si Hite	+ 11594,85 + C	− 7296,15 + D
Sopo Oentjim	+ 25812,22 + E	+ 2851,86 + F
G. Malintang	+ 12844,56 + G	− 39549,11 + H

B. RICHTINGSHOEKEN.

D. Toedjoe–G. Malintang	217° 2′46″,1	− 5,28G + 3,99H
» –Sorik Marapi	266 48 14 ,0	− 0,37A + 6,58B
» –T. Si Hite	290 15 37 ,9	+ 3,35C + 9,07D
» –D. Maleja	321 7 2 ,9	
» –Sopo Oentjim	341 41 57 ,2	+ 10,6 E + 3,51F
D. Si Doh. Doh.–D. Maleja	62° 0′53″,5	
» –S. Marapi	104 46 52 ,5	− 1,73A − 6,56B
» –G Malint.	126 24 42 ,7	− 2,35G − 3,19H
D. Maleja–Sopo Oentjim	120°18′21″,1	− 5,69E − 9,74F
» –D. Toedjoe	141 7 2 ,9	
» –T. Si Hite	175 23 30 ,8	− 10,58C − 0,85D
» –Sorik Marapi	198 43 8 ,4	− 6,49A + 2,20B
» –D. Si Doh. Doh.	242 0 53 ,5	
S. Marapi–D. Maleja	18°43′ 8″.4	− 6,49A + 2,20B
» –T. Si Hite	50 51 11 ,4	− 9,00A + 11,06B + 9,00C − 11,06D
» –D. Toedjoe	86 48 14 ,0	− 0,37A + 6,58B
» –G. Malintang	151 39 35 ,7	− 6,91A − 3,73B + 6,91G + 3,73H
» –D. Si Doh. Doh.	284 46 52 ,5	− 1,73A − 6,56B
Sopo Oentjim–D. Toedjoe	161°41′57″,2	+ 10,60E + 3,51F
» –T. Si Hite	234 28 54 ,1	− 6,86C + 9,61D + 6,86E − 9,61F
» –D. Maleja	300 18 21 ,1	− 5,69F − 9,74F

T. Si Hite–Sopo Oentjim	54°28'54",1	— 6,86C + 9,61D + 6,86E — 9,61F
» –D. Toedjoe	110 15 37 ,9	+ 3,35C + 9,07D
» –Sorik Marapi	230 51 11 ,4	— 9,00A + 11,06B + 9,00C — 11,06D
» –D. Maleja	355 23 30 ,8	— 10,58C — 0,85D

C. Foutenvergelijkingen, na elimineering der richtings-onbekende uit elke serie.

$\xi_1 = +1{,}9 + 0{,}28A - 4{,}93B + 0{,}84C + 2{,}27D + 2{,}65E + 0{,}88F$	gew.	1.
$\xi_2 = +1{,}8 - 0{,}09A + 1{,}65B - 2{,}51C - 6{,}80D + 2{,}65E + 0{,}88F$		1.
$\xi_3 = -1{,}6 - 0{,}09A + 1{,}65B + 0{,}84C + 2{,}27D + 2{,}65E + 0{,}88F$		1.
$\xi_4 = -2{,}1 - 0{,}09A + 1{,}65B + 0{,}84C + 2{,}27D - 7{,}95E - 2{,}63F$		1.
$\xi_5 = -8{,}6 + 0{,}37A - 6{,}58B - 5{,}28G + 3{,}99H$		0,5.
$\xi_6 = +2{,}8 + 1{,}73A + 6{,}56B$		0,5.
$\xi_7 = -0{,}6 + 2{,}35G + 3{,}19H$		0.7.
$\xi_8 = -1{,}2 - 2{,}16A + 0{,}73B - 3{,}53C - 0{,}28D$		1.
$\xi_9 = +0{,}8 - 2{,}16A + 0{,}73B + 7{,}05C + 0{,}57D$		1.
$\xi_{10} = +0{,}3 + 4{,}33A - 1{,}47B - 3{,}53C - 0{,}28D$		1.
$\xi_{11} = +3{,}5 + 10{,}58C + 0{,}85D - 5{,}69E - 9{,}74F$		0,5.
$\xi_{12} = +2{,}7 - 6{,}49A + 2{,}20B$		0,5.
$\xi_{13} = -3{,}1 + 4{,}76A - 8{,}76B$		0,5.
$\xi_{14} = +2{,}7 - 4{,}01A + 8{,}79B + 3{,}00C - 3{,}69D$		1.
$\xi_{15} = -1{,}0 + 0{,}75A + 0{,}03B + 3{,}00C - 3{,}69D$		1.
$\xi_{16} = -1{,}8 + 3{,}26A - 8{,}83B - 6{,}00C + 7{,}37D$		1.
$\xi_{17} = +1{,}0 + 3{,}57A - 6{,}42B - 6{,}00C + 7{,}37D + 2{,}30G + 1{,}24H$		1.
$\xi_{18} = +1{,}2 - 5{,}06A - 1{,}94B + 3{,}00C - 3{,}69D + 2{,}30G + 1{,}24H$		1.
$\xi_{19} = -2{,}3 + 1{,}48A + 8{,}37B + 3{,}00C - 3{,}69D - 4{,}61G - 2{,}49H$		1.
$\xi_{20} = -0{,}0 + 6{,}86C - 9{,}61D + 3{,}74E + 13{,}12F$		0,5.
$\xi_{21} = +1{,}0 - 6{,}86C + 9{,}61D + 12{,}55E + 0{,}13F$		0,5.
$\xi_{22} = -0{,}8 - 9{,}00A + 11{,}06B + 19{,}58C - 10{,}21D$		0,5.
$\xi_{23} = +0{,}7 + 9{,}00A - 11{,}06B - 5{,}65C + 20{,}13D$		0,5.
$\xi_{24} = +0{,}5 + 5{,}88C + 6{,}79D + 2{,}29E - 3{,}20F$		1.
$\xi_{25} = -1{,}1 + 2{,}16C - 3{,}67D - 4{,}57E + 6{,}41F$		1.
$\xi_{26} = +0{,}6 - 8{,}05C - 3{,}13D + 2{,}29E - 3{,}20F$		1.

D. Normaalvergelijkingen.

$$\underline{210{,}96\,A} - 199{,}17\,B - 197{,}62\,C + 211{,}13\,D + 0{,}98\,E + 0{,}33\,F - 11{,}23\,G - 4{,}79H = +29{,}05$$
$$\underline{512{,}23\,B} + 279{,}03\,C - 350{,}74\,D - 17{,}44\,E - 5{,}78\,F - 40{,}45\,G - 44{,}34H = +44{,}07$$
$$\underline{605{,}77\,C} - 264{,}97\,D - 84{,}02\,E + 10{,}88\,F - 20{,}73\,G - 11{,}19H = +10{,}41$$
$$\underline{642{,}11\,D} + 41{,}03\,E - 109{,}74\,F + 25{,}47\,G + 13{,}75H = -0{,}73$$
$$\underline{217{,}55\,E} + 37{,}01\,F = +26{,}14$$
$$\underline{204{,}31\,F} = -20{,}19$$
$$\underline{49{,}64\,G} + 11{,}90H = +37{,}37$$
$$+24{,}36H = -10{,}04$$

$$[g\,p\,p] = 93{,}88.$$

E. Resultaat van de oplossing der normaalvergelijkingen.

$$A = -0{,}02$$
$$B = -0{,}11$$
$$C = -0{,}02$$
$$D = -0{,}00$$
$$E = -0{,}16$$
$$F = +0{,}12$$
$$G = -1{,}02$$
$$H = +0{,}70$$

$$[g\,\xi\,\xi] = 37{,}65.$$

F. Coördinaten na de aardbeving.

Sorik Marapi N. P.	$x = +\ 375{,}03$	$y = -\ 16429{,}58$
Tor Si Hite	$+\ 11594{,}83$	$-\ 7296{,}15$
Sopo Oentjim	$+\ 25812{,}06$	$+\ 2851{,}98$
G. Malintang	$+\ 12843{,}54$	$-\ 39548{,}41$

BIJLAGE IV.

BEREKENING VAN DE MIDDELBARE FOUT DER GEWICHTSEENHEID.

A. UIT DE STATIONSVEREFFENINGEN.

(Gemeten hoeken en volledige seriën).

Station.	*Waarnemer.*	*Instrument.*	*Teller.*	*Noemer.*
D. Toedjoe	VAN RHIJN	10 duims P. & M. N°. I	126,99	30
idem	WACKERS	8 » W. » IV	105,44	19
G. Malintang	MULLER	10 » P. & M. » I	9,03	10
T. Si Dohar Dohar	WACKERS	8 » W. » IV	177,02	31
D. Maleja	VAN RHIJN	10 » P. & M. » I	26,08	20
idem	SCHLEENSTEIN	8 » P. & M. » II	44,44	10
idem	VAN DORSSEN	8 » P. & M. » II	313,90	25
Sorik Marapi	MULLER	8 » W. » IV	139,90	30
T. Si Hite	WACKERS	idem	40,08	12
idem	DE WAHA	idem	172,61	30
Sopo Oentjim	WACKERS	idem	186,76	20
		Som	1342,25	237

Middelbare fout, dubbel ingestelde richting:

$$m = \sqrt{\frac{1342,25}{237}} = 2'',38$$

Middelbare fout der zesmaal dubbel ingestelde richting (gewichtseenheid):

$$\mu = \frac{2'',38}{\sqrt{6}} = 0'',97$$

B. UIT DE SLUITINGSFOUTEN DER DRIEHOEKEN.

Na de aardbeving zijn van een zestal driehoeken alle hoeken gemeten; na herleiding tot het platte vlak geeft het verschil met 180° de sluitingsfout.

1.	Sorik Marapi	35°57′ 2″,8	
	T. Si Hite	120 35 34 ,2	
	D. Toedjoe	23 27 23 ,8	
		180 0 0 ,8	sluitingsfout + 0″,8.

2.	D. Toedjoe	51°26′15″,4	
	T. Si Hite	55 46 45 ,5	
	Sopo Oentjim	72 46 56 ,9	
		179 59 57 ,8	sluitingsfout — 2″,2.
3.	D. Maleja	55° 5′13″,2	
	T. Si Hite	59 5 21 ,7	
	Sopo Oentjim	65 49 28 ,0	
		180 0 2 ,9	sluitingsfout + 2″,9.
4.	D. Toedjoe	30°51′21″,6	
	T. Si Hite	114 52 7 ,2	
	D. Maleja	34 16 29 ,9	
		179 59 58 ,7	sluitingsfout — 1″,3.
5.	Sorik Marapi	32° 8′ 2″,2	
	T. Si Hite	124 32 18 ,6	
	D. Maleja	23 19 37 ,1	
		179 59 57 ,9	sluitingsfout — 2″,1.
6.	Sorik Marapi	93°56′12′,8	
	D. Maleja	43 17 47 ,8	
	T. Si Dohar Dohar	42 46 1 ,8	
		180 0 2,4	sluitingsfout + 2″,4.

Som van de vierkanten der sluitingsfouten 25,75.
Middelbare fout van den op het station vereffenden hoek:

$$\mu' = \sqrt{\frac{25,75}{3 \times 6}} = 1'',43$$

Middelbare fout der gewichtseenheid:

$$\mu = \frac{\mu'}{\sqrt{2}} = 1'',01$$

C. Uit de netsvereffeningen.

a. Vóór de aardbeving:

Teller: $[g\,\xi\,\xi] = 5,48.$

Aantal onbekenden (coördinaten)	6
Aantal gemeten seriën	3
Som	9

Aantal waarnemingen 12.

Noemer 12 — 9 = 3.

$$\mu = \sqrt{\frac{5,48}{3}} = 1'',35$$

b. Na de aardbeving:

Teller: $[g\,\xi\,\xi] = 37,65$.

Aantal onbekenden (coördinaten)	8
Aantal gemeten serien	5
Som	13

Aantal waarnemingen 26.

Noemer 26 — 13 = 13.

$$\mu = \sqrt{\frac{37,65}{13}} = 1'',70.$$

c. Uit de beide vereffeningen gezamenlijk:

Teller: 5,48 + 37,65 = 43,13
Noemer: 3 + 13 = 16

$$\mu = \sqrt{\frac{43,13}{16}} = 1'',64.$$

BIJLAGE V.

GEWICHTSGETALLEN EN FOUTENELLIPSEN.

$$\mu = 1'',64.$$

1. *Sorik Marapi.*

a. Vóór de aardbeving.

$Q_{xx} = 0{,}02183$ $Q_{xy} = +\,0{,}00025$ $Q_{yy} = 0{,}02400$

$\alpha = 83°31'$

$k_\alpha = 0{,}25$ halve groote as.

$k_{\alpha+90} = 0{,}24$ halve kleine as.

b. Na de aardbeving.

$Q_{x'x'} = 0{,}01277$ $Q_{x'y'} = +\,0{,}00035$ $Q_{y'y'} = 0{,}00571$

$\alpha = 22°23'$

$k_\alpha = 0{,}20$ halve groote as.

$k_{\alpha+90} = 0{,}11$ halve kleine as.

2. *Sopo Oentjim.*

a. Vóór de aardbeving.

$Q_{xx} = 0{,}01156$ $Q_{xy} = -\,0{,}00005$ $Q_{yy} = 0{,}00911$

$\alpha = 88°50'$

$k_\alpha = 0{,}16$ halve kleine as.

$k_{\alpha+90} = 0{,}18$ halve groote as.

b. Na de aardbeving.

$Q_{x'x'} = 0{,}00545$ $Q_{x'y'} = -\,0{,}00156$ $Q_{y'y'} = 0{,}00639$

$\alpha = 36°37'$

$k_\alpha = 0{,}11$ halve kleine as.

$k_{\alpha+90} = 0{,}14$ halve groote as.

3. *Tor Si Hite.*

a. Vóór de aardbeving.

$Q_{xx} = 0{,}00806$ $Q_{xy} = -\,0{,}00322$ $Q_{yy} = 0{,}00752$

$\alpha = 47°24'$

$k_\alpha = 0{,}11$ halve kleine as.

$k_{\alpha+90} = 0{,}17$ halve groote as.

b. Na de aardbeving.

$Q_{x'x'} = 0{,}00282 \qquad Q_{x'y'} = -0{,}00008 \qquad Q_{y'y'} = 0{,}00359$

$\alpha = 5°52'$

$k_x = 0{,}09$ halve kleine as.

$k_{x+90} = 0{,}10$ halve groote as.

4. *Goenoeng Malintang.*

Na de aardbeving.

$Q_{x'x'} = 0{,}02592 \qquad Q_{x'y'} = -0{,}00616 \qquad Q_{y'y'} = 0{,}06107$

$\alpha = 9°40'$

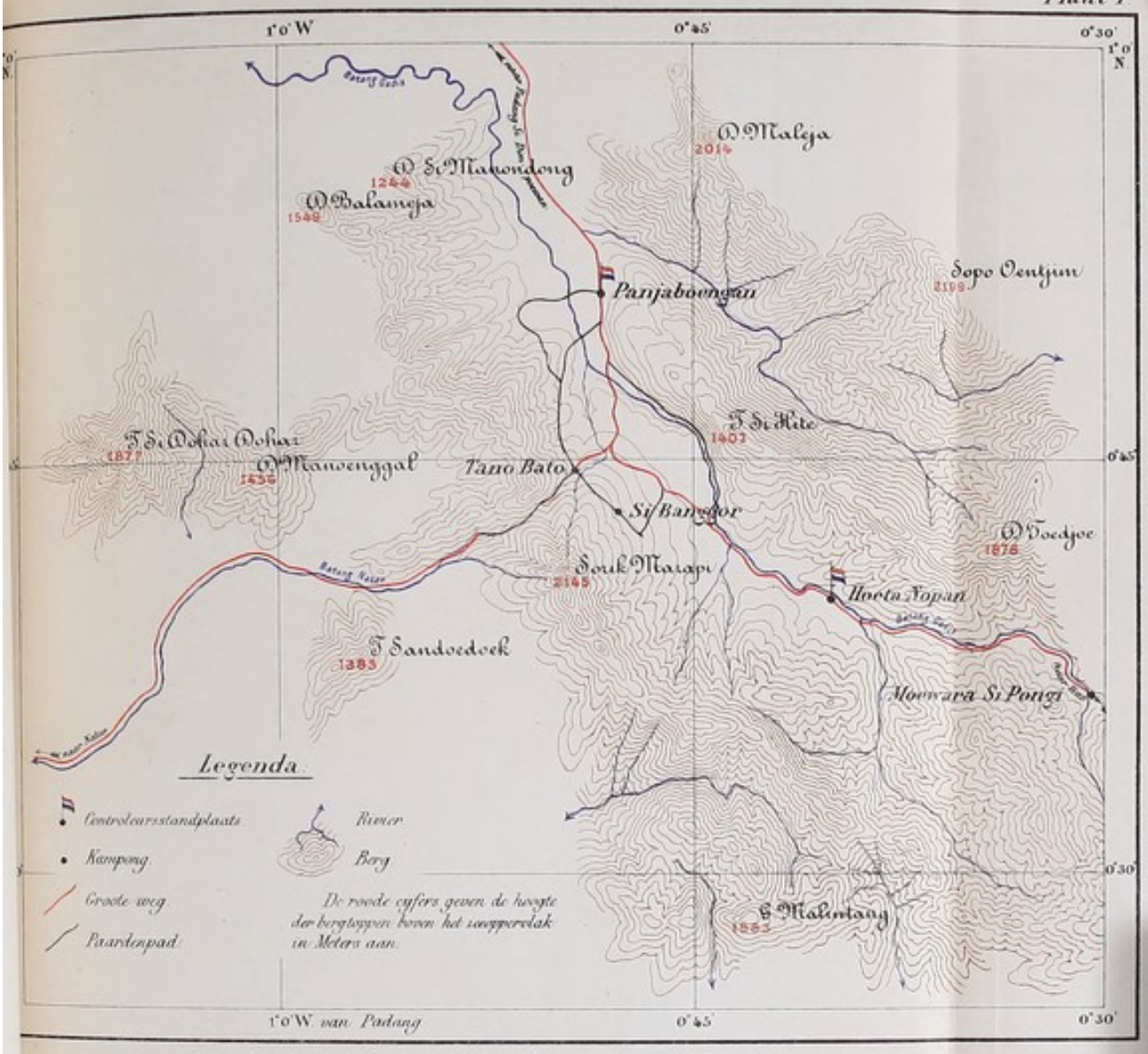
$k_x = 0{,}26$ halve kleine as.

$k_{x+90} = 0{,}41$ halve groote as.

Fig. 1 **Schetskaart** van een gedeelte der residentie **Tapanoeli**.

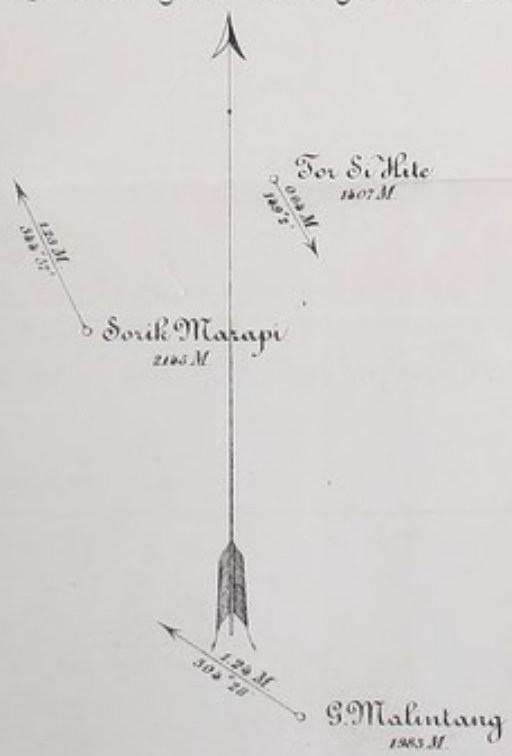
Schaal 1: 400.000.

Plaat I



Meridiaan van Padang 100° 21' 45" O.L. van Greenwich.

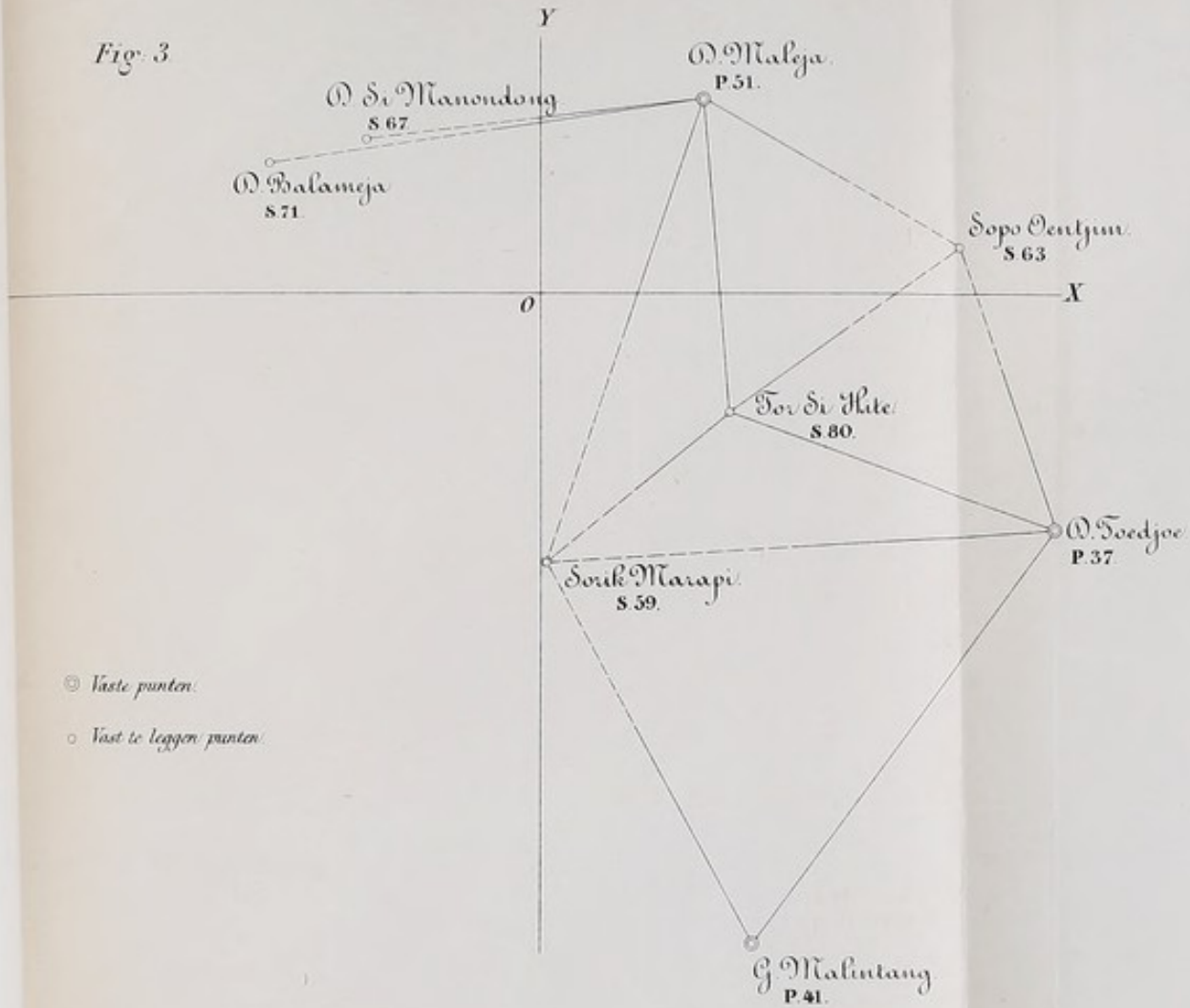
Fig. 2 Verplaatsing der triangulatie pilaren.



Lith. Gebr. J. & H. v. Langenhuysen, den Haag.

Metingen vóór de aardbeving.

Fig. 3.

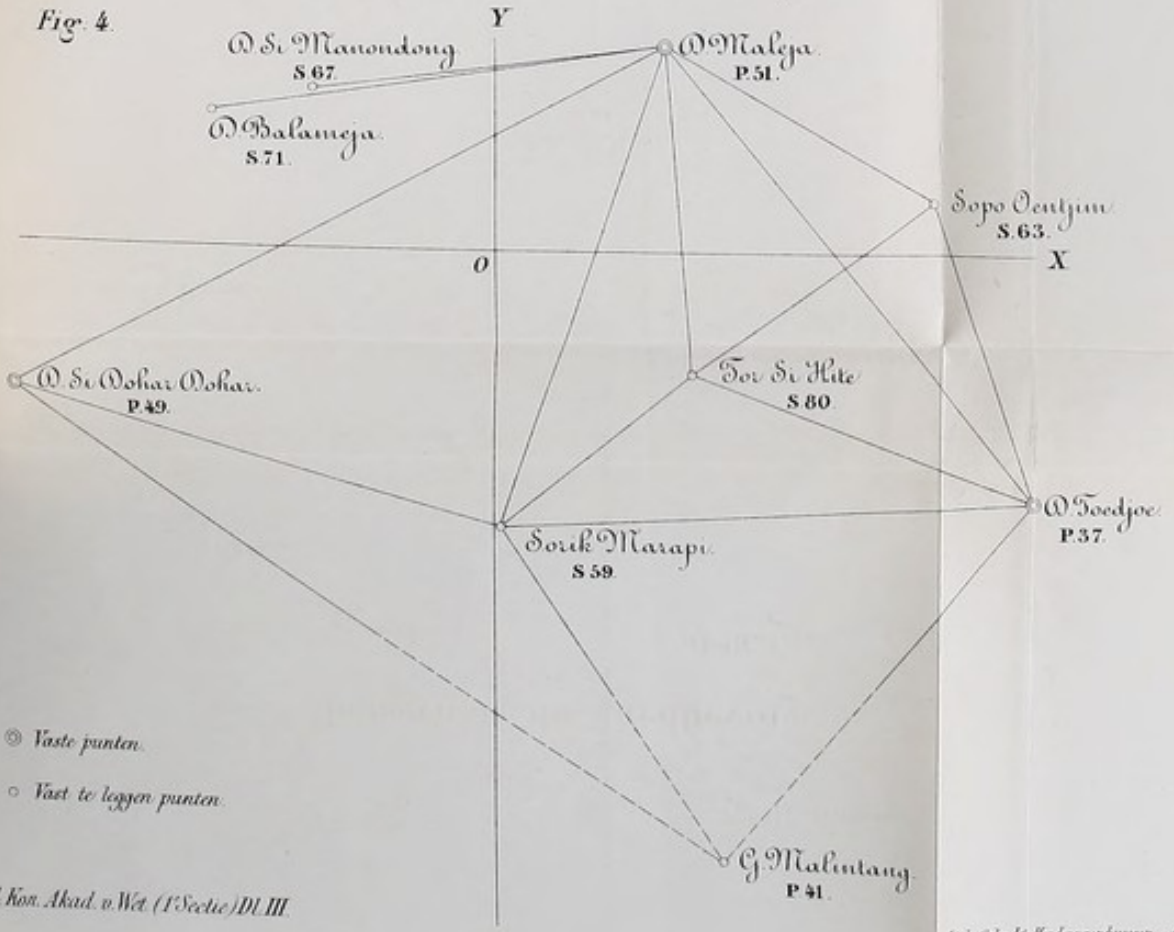


◎ Vaste punten.

○ Vast te leggen punten.

Metingen na de aardbeving.

Fig. 4.



◎ Vaste punten.

○ Vast te leggen punten.

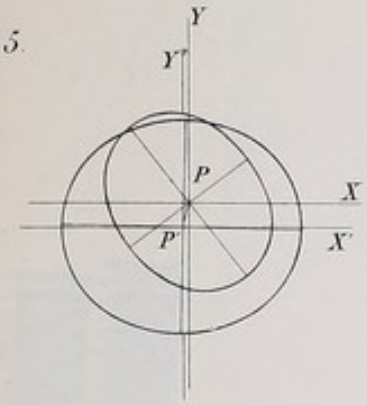
Lith. Gebr. Ik. Hr. Langenhuysen, den Haag.

Foutenellipsen.

Schaal 1 : 20.

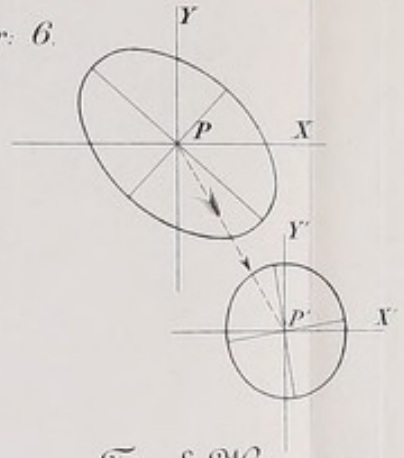
(Voor de halve assen zijn genomen de waarden $2k_{\alpha}$ en $2k_{\alpha+90^{\circ}}$)

Fig. 5.



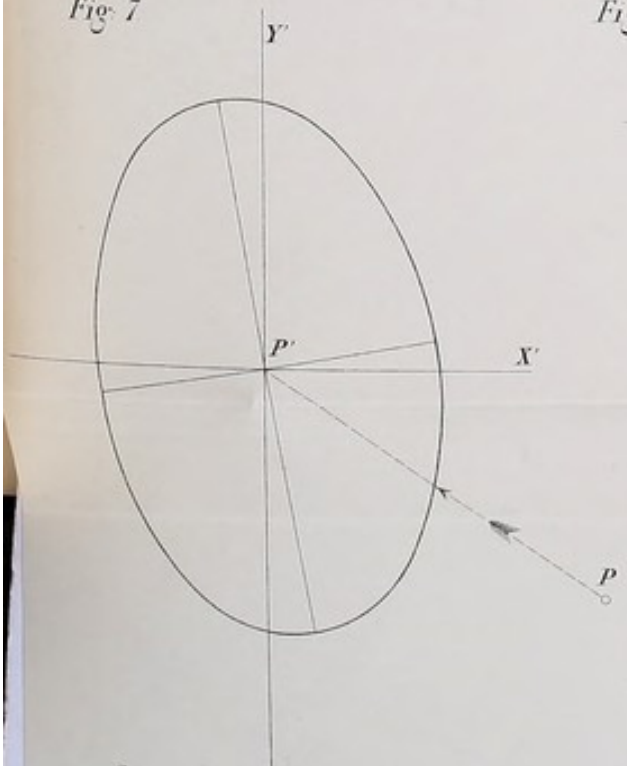
Sopo Oentjim. S. 63.

Fig. 6.



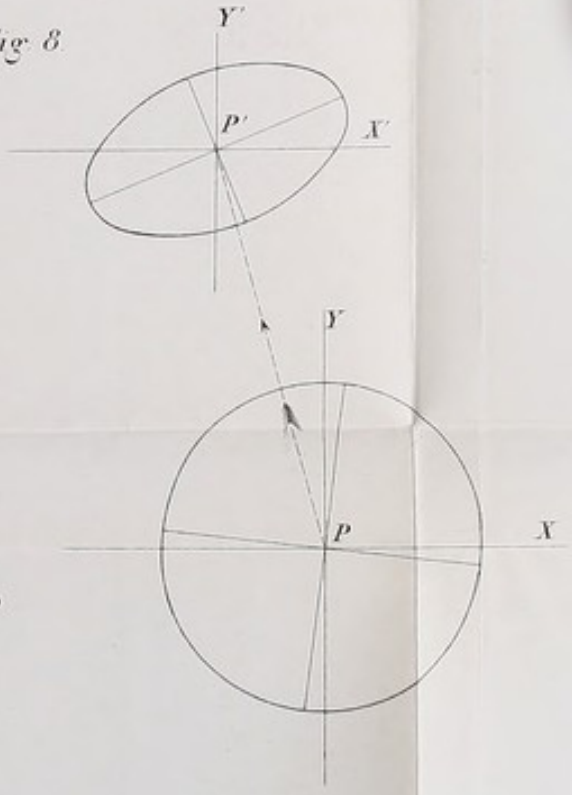
Tor Si Hale. S. 80

Fig. 7



Goenoeng Malintang. P. 41.

Fig. 8.



Sorik Marapi. S. 59.

Lith. Gebr. J. & H. Langenhuysen, den Haag.