

VERSLAG DER RIJKSCOMMISSIE voor graadmeting en waterpassing aangaande hare werkzaamheden gedurende het jaar 1893.

Ingevolge het voorschrift haar verstrekt bij beschikking van den Minister van Binnenlandsche Zaken van 14 Mei 1879, lit. M, afdeling Kunsten en Wetenschappen, heeft de Rijksc commissie voor graadmeting en waterpassing de eer aangaande hare werkzaamheden in het jaar 1893 het volgende te berichten.

Commissie. In den loop van het jaar hadden geene veranderingen plaats in de samenstelling der Commissie noch in die der sub-commissiën, waarin zij zich verdeeld heeft.

Vergaderingen. De Commissie vergaderde viermalen in den loop van het jaar ter beraadslaging over hare aangelegenheden. Deze vergaderingen werden allen te 'sGravenhage gehouden.

Betrekkingen met buitenlandsche leden van de internationale vereeniging voor aardmeting. De jaarlijksche vergadering van de permanente commissie der internationale aardmeting werd in September 1893 te Genève gehouden.

De zittingen hadden plaats van 11—19 September en werden bijgewoond door 8 leden van de permanente commissie waaronder ons medelid van de Sande Bakhuyzen, en 10 andere afgevaardigden van verschillende landen waaronder onze medeleden Schols en van Diesen.

In het kort deelen wij een en ander mede uit de belangrijke berichten omtrent de verschillende werkzaamheden ten behoeve der aardmeting volbracht.

De heer Helmert gaf een overzicht van de werkzaamheden van het centraalbureau te Berlijn; de berekeningen der groote breedtegraadmeting langs de parallel van 52° en de voortzetting der waarnemingen ter bepaling van de breedteverandering.

Generaal Ferrero gaf een bijvoegsel bij zijn vorig rapport over de driehoeksmetingen, en de heer ridder von Kalmár eveneens een toevoegsel tot zijn rapport over de waterpassingen, bestaande

in eene uiterst leerrijke verzameling van afbeeldingen der in de verschillende landen gebruikte instrumenten. Door toezending van photographiën van de door ons gebruikte waterpas-instrumenten hadden wij den heer von Kalmár in de gelegenheid gesteld ook die instrumenten er bij op te nemen.

De heer van de Sande Bakhuyzen deelde de uitkomsten mede der vereffening van het net der lengtebepalingen en de meest waarschijnlijke waarden voor de lengten der verschillende sterrenwachten en geodetische stations in Europa, Afrika en Azië ten opzichte van Greenwich. Een eigenaardig bezwaar deed zich voor bij het lengteverschil van Parijs en Greenwich dat reeds vroeger meermalen bepaald was, doch in 1888 en in 1892 met alle zorg door Fransche en Engelsche geodeten opnieuw werd waargenomen. De uitkomsten der Engelsche waarnemers in beide jaren sloten voortreffelijk, evenzoo die der Franschen; maar tusschen het Engelsche en het Fransche resultaat bestaat een nog onverklaard groot verschil van 0,2 tijdseconde. Daar niet beslist kon worden welke der beide uitkomsten het meest vertrouwen verdient, moest de berekening van al de lengteverschillen geschieden zowel in de onderstelling dat het eene als in de onderstelling dat het andere resultaat juist was.

Na deze algemeene rapporten gaven de verschillende afgevaardigden bericht omtrent den vooruitgang der geodetische werkzaamheden in hunne landen; de heer Schols voor Nederland.

Uit deze berichten ontleenen wij het volgende:

In Pruisen is de meting van het driehoeksnet der eerste orde bijna geheel voltooid en de aansluiting met Nederland gereed. In 1892 heeft men bij Bonn met twee geheel verschillende toestellen de meting volbracht van een basis; zocals reeds in een vorig verslag is medegedeeld kon deze belangrijke arbeid, dank zij de welwillendheid der Duitsche geodeten voor een gedeelte door onze ingenieurs worden bijgewoond.

Uit de berekening van deze beide reeksen van metingen is nu gebleken dat zeer voldoende overeenstemming tusschen beide bestaat.

In Oostenrijk-Hongarije wordt in zeer verschillende richtingen met grooten ijver gewerkt.

De uitgebreide reeks van lengte-, breedte- en azimuthbepalingen, vroeger onder leiding van Oppolzer volbracht, is voor een zeer groot deel herleid.

Een groote keten van driehoeken van Bohemen tot Dalmatië is geheel berekend, en de kolonel von Sterneck gaat voort op groote schaal zowel in Oostenrijk-Hongarije als in andere landen met zijn slinger de zwaartekracht te bepalen, terwijl ook op een aantal punten buiten Europa de zwaartekracht werd gemeten met behulp van Sternecksche slingertoestellen, die daartoe aan boord van oorlogsschepen met bestemming naar die streken waren medegenomen. Daar in het afgelopen jaar de heer Defforges door de Fransche

regeering in de gelegenheid is gesteld dergelijke bepalingen in verschillende punten van Amerika te volbrengen en ook in Rusland veel slingerproeven worden genomen, zullen wij welhaast een zeer uitgebreid materiaal van bepalingen der zwaartekracht bezitten dat voor de bepaling van den vorm der aarde van groot gewicht is.

In Griekenland is de driehoeksmeting voor een groot deel voltooid. In Frankrijk worden na de voltooiing van het groot driehoeksnet in Frankrijk zelf, de krachten voornamelijk besteed aan de metingen en waterpassingen in Algiers en Tunis.

In Zwitserland heeft men zich in de laatste jaren vooral bezig gehouden met het onderzoek naar de locale aantrekking van bergmassa's, waartoe dat land zoo uitnemend geschikt is.

Ten slotte werden nog twee bijzondere onderwerpen behandeld: in de eerste plaats de bepaling van een algemeen grondvlak voor de hoogtemetingen in Europa, waarover eene Commissie, bestaande uit ons medelid van Diesen en de heeren Hirsch, von Kalmar, Lallemand en von Schmitt, rapport uitbracht. Het schijnt hieruit te blijken dat het uiterst moeilijk is een grondvlak te kiezen, hetgeen door al de verschillende Staten als zoodanig zal worden aangenomen; eene eindbeslissing zal evenwel eerst in de volgende algemeene vergadering worden genomen. Eindelijk werd nog de wenschelijkheid besproken door de vereeniging der internationale aardmeting een zeker aantal astronomische stations te doen inrichten tot onderzoek van de wetten der breedteverandering. Daar men zich nu reeds op verschillende sterrenwachten met dit onderzoek bezighoudt, schijnt het oprichten van afzonderlijke stations minder noodig. Ook over dit punt zal in eene volgende algemeene vergadering beslist worden. Eene Commissie van drie personen, de heeren Foerster, Tisserand en Schiaparelli is aangewezen om de discussie over dit onderwerp voor te bereiden.

Werkzaamheden der Commissie. De werkzaamheden der Commissie hadden in 1893 betrekking op:

- de primaire driehoeksmeting;
- de secundaire driehoeksmeting;
- de slingerproeven;
- de getijwaarnemingen, en
- de lengte, breedte en azimuthbepaling.

Primaire driehoeksmeting. Het personeel in dienst bij de Commissie bestond uit dezelfde vijf ingenieurs als het vorige jaar. Voor de terreinwerkzaamheden werden zij in twee ploegen verdeeld. De eerste bestaande uit den ingenieur Heuvelink als chef en de twee ingenieurs Visser en Doublet werd belast met de verkenning en het inrichten der stations; tevens werd zij belast met het inrichten van de waarnemingshut voor de lengtebepaling te Ubagsberg. De tweede ploeg bestaande uit den ingenieur Wildeboer als chef en

den ingenieur van Eyk Bijleveld werd belast met de voortzetting der metingen. Tijdens de werkzaamheden kwam echter vooral in de eerste ploeg eene wijziging. Bij het begin der werkzaamheden moest namelijk de ingenieur Visser tijdelijk bij de tweede ploeg gedetacheerd worden om een van de ingenieurs dier ploeg, die door familieomstandigheden verhinderd was, te vervangen, terwijl voor het grootste gedeelte van den zomer op verzoek van den voorzitter de ingenieur Doublet werkzaam gesteld werd bij de bepaling van het lengteverschil Leiden—Ubagsberg. Het gevolg hiervan was, dat de eerste ploeg bijna voortdurend slechts uit twee ingenieurs bestond waardoor het inrichten der stations zich tot het hoog noodige moest bepalen, namelijk tot die punten die bij de metingen in dit jaar nog konden noodig zijn.

De werkzaamheden werden aangevangen tegen het midden van de maand April. De ingenieur Heuvelink begaf zich toen in de eerste plaats naar Ubagsberg ten einde de noodige maatregelen te nemen om dat driehoekspunt voor de uit te voeren astronomische metingen in te richten. Na zijne terugkomst in Delft werd met den ingenieur Doublet een aanvang gemaakt met de verkenning. Aansluitende aan de vroeger vastgestelde punten Utrecht—Rhenen—Oss—Oirschot—Luiksgestel werd het Westwaarts gelegen terrein in Gelderland en Noordbrabant en verder de Zuidhollandsche en Zeeuwsche eilanden onderzocht. De vaststelling van het net in het genoemde gedeelte van Gelderland en Noordbrabant gaf tot weinig moeilijkheden aanleiding. Niet alzoo op de eilanden. De aanwezigheid van hooge boomen langs vele wegen en het gebrek aan hooge en geschikte torens in sommige gedeelten maken het vinden van een geschikt driehoeksnetsnet aldaar zeer moeilijk.

Na afloop van dit gedeelte der verkenning begaf de ingenieur Heuvelink zich met den ingenieur Doublet tegen het einde van Juni andermaal naar Ubagsberg ten einde aldaar de waarnemingshut verder in orde te brengen en in Sittard eene inrichting te maken tot het geven van lichtsignalen ten dienste van de astronomische azimuthsbepaling in Ubagsberg.

In den aanvang van Juli keerde de ingenieur Heuvelink naar Delft terug, terwijl de ingenieur Doublet het verdere gedeelte van den zomer in Ubagsberg bleef ter assistentie bij de lengtebepaling. De ingenieur Visser die in Juni van de detachering bij de tweede ploeg was teruggekeerd en zich verder had beziggehouden met het nemen van voorloopige maatregelen voor het inrichten van de torens te Zalt-Bommel en Oosterhout en het aanbrengen van heliotroopinrichtingen, te 's Hertogenbosch en Kuilenburg was nu bij de verdere verkenning behulpzaam. Aansluitende aan het vorige gedeelte, strekte deze zich nu verder Noordwaarts over Zuidholland en een gedeelte van Noordholland uit. De moeilijkheden die zich hierbij voordeden bestonden vooral in het vinden van geschikte punten langs de duinreeks die eene goede verbinding geven met

de overige deelen van het net en waardoor tevens de gelegenheid open blijft om de sterrenwacht te Leiden met het net te verbinden.

Na afloop van dit gedeelte der verkenning werden de inrichtingen op de torens te Zalt-Bommel en Oosterhout, die intusschen klaar gekomen waren, opgenomen, en een onderzoek ingesteld omtrent eenige als tusschen punten op te nemen torens in het daaraan aansluitende gedeelte van het net. Na afloop daarvan keerden de ingenieurs tegen het einde van September in Delft terug.

De tweede ploeg begon hare werkzaamheden met half April in Roermond alwaar blijkens het vorige verslag nog een enkele hoek gemeten moest worden. Begunstigd door het goede weer was deze meting spoedig afgelopen en kon met de eigenlijke metingen van de eerste orde aangevangen worden. Daarvoor kwamen in de eerste plaats in aanmerking de punten Lommel, Peer en Tongeren op Belgisch grondgebied gelegen, maar waar de hoeken tusschen de punten in ons land door ons gemeten moesten worden. In Lommel werden aldus gemeten de hoeken tusschen de richtingen Luiksgestel, Nederweert en Peer.

In Peer werden opgenomen de richtingen naar de Nederlandsche punten Luiksgestel, Nederweert, Klifsberg en Ubagsberg en naar de twee Belgische punten Tongeren en Lommel, in Tongeren de richtingen naar Peer, Ubagsberg en Henri-Chapelle. Behalve deze hoofdrichtingen werden nog verschillende tusschenrichtingen ten dienste der secundaire driehoeksmeting opgenomen. Tevens werden de noodige centreeringsmetingen uitgevoerd en vastleggingen aangebracht zoo in de bezochte punten zelve, alsmede van Lommel uit, ook op het station Luiksgestel waar dit jaar niet gemeten zou worden.

Met de metingen in Tongeren waren alle waarnemingen volbracht, die door ons uit te voeren zijn voor de verbinding van het driehoeksnet in Limburg met het Belgische driehoeksnet. De metingen op het Belgische punt Henri-Chapelle, die ook hiertoe behooren, zullen in 1894 van wege de Pruisische Landesaufnahme worden uitgevoerd, te gelijk met de aldaar te verrichten metingen voor de aansluiting van het Belgische met het Pruisische driehoeksnet.

Door de metingen in de hoofdpunten waren een zeker aantal zoogenaamde tusschenpunten bepaald, dat zijn de punten die tot aanvulling van het hoofd driehoeksnet moeten dienen om den grondslag te vormen voor de secundaire driehoeksmeting. Die metingen moesten echter aangevuld worden door metingen in enkele van die punten. De stations Reymerstok, Venlo en Sambeek werden achtereenvolgens voor dit doel betrokken. Gingen de metingen in de hoofdpunten en ook in het punt Reymerstok door het gunstige weer zeer voorspoedig, zoodat die ook in dit laatste punt, op het einde van Juni reeds waren afgelopen, in het verdere gedeelte van den zomer had men voortdurend met regen en gebrek aan zonlicht te kampen, waardoor de metingen zeer bemoeijkt werden,

zoodat zij eerst op het einde van Augustus waren afgelopen en het primaire punt Beek (bij Helmond) bezet kon worden. Ook hier, waar de richtingen tusschen de hoofdpunten Oss, Venray, Nederweert en Oirschot en eenige tusschenpunten te meten waren, had men veel last van het ongunstige weer, zoodat de metingen eerst tegen het einde van September afliepen.

Nadat nog in Oss eene vastlegging ter verzekering van het driehoekspunt was aangebracht en de centreerings elementen in Mil en in Oirschot bepaald waren, keerden de ingenieurs tegen 10 October in Delft terug.

Gedurende de wintermaanden werden te Delft de berekeningen verricht waartoe de uitgevoerde metingen aanleiding gaven en bovendien eenige onderzoekingen met instrumenten, waaromtrent hier nog een en ander volgt.

De betrekking tot den Nederlandschen standaardmeter van de twee meters, die indertijd gediend hebben ter verificatie van de waterpasbaken, was nog niet met juistheid bekend; ook moest de engte nog bepaald worden van den meter aan de Commissie behoorende, ten einde daarmede de door haar gebruikte lengtematen te kunnen vergelijken. Deze meters werden daarom te zamen met nog twee koperen meters behoorende aan de Polytechnische School, vergeleken met den platina-iridium meter n°. 27 waarvan de lengte met betrekking tot den Nederlandschen standaardmeter, door de vroeger in Parijs uitgevoerde vergelijkingen, met juistheid bekend is.

Nadat de comparateur van Repsold door den ingenieur Heuvelink ooveel mogelijk voor deze metingen was in orde gebracht, werden gedurende de maand Februari en de eerste dagen van Maart door hem en den ingenieur van Eyk Bijleveld de vijf genoemde meters met den platina-iridiummeter vergeleken, daarna werden zij in alle combinaties onderling vergeleken en ten slotte wederom ieder afzonderlijk met den platina-iridiummeter. Door deze vergelijkingen werden de lengten der meters bij de temperatuur van 7° à 8° C. bekend met eene middelbare fout van minder dan een micron.

Later zal deze vergelijking bij hoogere temperatuur herhaald dienen te worden ten einde ook de uitzettings-coëfficiënten te leeren kennen en daardoor de juiste lengte bij iedere temperatuur.

Zooals in ons vorig verslag werd medegedeeld waren nog twee theodolieten, een van 21 en een van 14 centimeter bij den instrumentmaker Wanschaff te Berlijn besteld. In den afgelopen zomer werden zij ontvangen en konden dus na het eindigen van het terreinwerk onderzocht worden.

Het onderzoek van de randverdeeling had op dezelfde wijze plaats als bij de vroeger ontvangen theodolieten, namelijk door het meten van een hoek van 45° in 36 verschillende standen van den rand. Het resultaat van dit onderzoek was voor den rand van den theodoliet van 21 cM. even gunstig als voor de vroeger ontvangen randen an die zelfde of zelfs van grootere afmetingen, als middelbare

fout voor één richting werd gevonden 0",42 of wanneer de kleine periodieke fouten geëlimineerd worden 0",33.

De kleine theodoliet met een cirkelrand van 14 cM. gaf eveneens een zeer gunstig resultaat, gunstiger zelfs dan den vroeger ontvangen theodoliet van die afmetingen, als middelbare waarde voor de fout van een richting werd gevonden 0",79 of na het in rekening brengen der periodieke fouten 0",37. Wel ontstond er een oogenblik het vermoeden dat op een punt van den rand eene betrekkelijke groote fout zou voorkomen. Ten einde hieromtrent zekerheid te verkregen werd hetzelfde onderzoek maar nu met een hoek van 15° herhaald. Toen bij een verder onderzoek van een door bovenstaande metingen nader aangewezen plaats bleek, dat men niet met eene plotselinge maar met eene regelmatig verloopende fout te maken had, werd ook deze cirkelrand goedgekeurd.

Het onderzoek van de micrometers gaf aanvankelijk een minder gunstig resultaat. Drie van de vier micrometers toch vertoonden sterke periodieke fouten. Zij werden daarom naar Berlijn teruggezonden ten einde die fout te verhelpen. Toen zij terugontvangen waren en bij onderzoek goed bleken te zijn werden de instrumenten definitief aanvaard.

Secundaire driehoeksmeting. Zooals reeds bij de werkzaamheden voor de primaire driehoeksmeting vermeld is werden bij die metingen verschillende punten ingesteld ter aanvulling van het primaire driehoeksnets om te dienen bij de secundaire driehoeksmeting. Zoo werden van uit Peer ingesteld Roermond 24 malen en Echt en Sittard ieder 12 maal. Van uit Tongeren werden als zoodanig ingesteld Sittard, Schimmert en Reymerstok ieder 12 malen en later van uit Beek de punten Mill, Sambeek, Vierlingsbeek, Deurne, Helmond, Heeze en 's Hertogenbosch.

Ten einde dit net in de provincie Limburg zooveel mogelijk te voltooien, werden nog de navolgende punten bezet. In de eerste plaats Reymerstok dat verbonden werd met de hoofdpunten Ubagsberg, Tongeren en Henri-Chapelle, terwijl van daaruit tevens bepaald werden de punten Schimmert en Lichtenberg. In de tweede plaats werd in Venlo den toren van Sevenum die reeds vroeger van uit Nederweert en Venray bepaald was, met de lijnen van het hoofdnet verbonden.

Eindelijk werd met dit doel het station Sambeek bezet, dat verbonden werd met de hoofdpunten Flierenberg, Kevelaer, Venray, Beek en Oss en van waaruit verder de tusschenpunten Vierlingsbeek en Mill bepaald werden. Verder werden nog in de punten Sittard, Schimmert, Echt en Mill de noodige centreringmetingen gedaan, ten einde de waarnemingen, die naar verschillende punten dier torens gedaan waren, met elkander te kunnen verbinden.

Door al deze metingen zijn thans in de geheele provincie Limburg en het aansluitende gedeelte van Noordbrabant een aantal

punten zoodanig bepaald, dat daaraan later zonder veel moeite de secundaire driehoeksmeting kan worden aangesloten.

Slingerproeven. Na ontvangst van het bericht dat de subsidie voor onze Commissie door Uwe Excellentie was toegestaan, zijn de noodige stappen gedaan om een slingertoestel ter bepaling van de relatieve zwaartekracht volgens het systeem van den commandant Defforges te bestellen.

De heer Defforges die verbonden is aan de service géographique de l'armée te Parijs, verklaarde zich bereid ons hierbij behulpzaam te zijn, de slinger met de messen onder zijn toezicht te laten afwerken en het geheel te onderzoeken en te regelen. Met dank werd van dit aanbod gebruik gemaakt en de toestel besteld bij Bianchi, constructeur te Parijs, die ze ook voor de service géographique de l'armée te Parijs en de Italiaansche geodetische commissie, had vervaardigd.

Wij hebben het apparaat nog niet ontvangen, daar de heer Defforges als afgevaardigde der Fransche regeering bij de tentoonstelling te Chicago en voor het volbrengen van slingerproeven in Amerika langen tijd is afwezig geweest. Hij wilde daarenboven de proef nemen om den slinger te laten schommelen, niet zooals gewoonlijk op scherpe messen, maar op agaten penneu met zuiver cirkelvormige cilindrische oppervlakken van ongeveer 1,25 millimeter straal. Door een en ander is de aflevering vertraagd.

Waterpassing. Van verschillende kanten zijn meermalen opgaven verzocht van de hoogten der ijzeren knopbouten in de merkpalen die op afstanden van ongeveer 1 kilometer langs de wegen in den grond zijn geslagen en tijdens de waterpassing als voldoende vaste merken mochten beschouwd worden. Aan die verzoeken is steeds voldaan, doch daar men van den volkomen onveranderlijken stand dier knopbouten niet was verzekerd en ook verschillende bouten en palen waren verdwenen, was de Commissie niet overgegaan tot de berekening van de hoogten van al de door haar geplaatste bouten. Toen echter in het afgelopen jaar opnieuw aanzoek werd gedaan om eene opgave te ontvangen van de hoogten der merkpalen in Limburg, besloot de Commissie te gelijker tijd met deze, ook de hoogten van al de bouten in de merkpalen te berekenen die ten behoeve der Rijkswaterpassing geplaatst zijn. Die arbeid is onder toezicht van onze medeleden van Diesen en van de Sande Bakhuyzen door den heer Engelenburg volbracht.

Getijwaarnemingen. In vorige jaren zijn aanvankelijk op kosten van de Koninklijke Academie van Wetenschappen, later op kosten van onze Commissie, uit de opteekeningen van den zelfregistreenden getijmeter te Helder de formules berekend ter bepaling van de waterhoogten op een willekeurig tijdstip. Deze berekeningen waarbij

eene handelwijze gevolgd werd die door den heer Stamkart was beschreven, zijn voor eenigen tijd gestaakt, daar de Commissie meende betere uitkomsten te zullen verkrijgen indien men zich beliede van de methode door Thomson en Darwin ontwikkeld en onder den naam van harmonische analyse bekend.

Door gewis aan beschikbare werkkachten moest dit plan voorloopig blijven rusten; in het vorig jaar is echter met de uitvoering een aanvang gemaakt en heeft de heer ingenieur Engelenburg, onder toezicht der Commissie, de berekening van de waterhoogten uit het jaar 1880 ter hand genomen.

Als voorbereiding van de eigenlijke berekeningen moeten al de uurwaarnemingen van het geheele jaar, 8760 in aantal, op minstens 11 verschillende wijzen in groepen worden gerangschikt en bij elkander geteld.

De mogelijkheid om vergissingen te maken is hierbij zeer groot, en de arbeid zeer tijdroovend. Gelukkig heeft Darwin er eene vereenvoudiging in aangebracht, waardoor het telkens opnieuw opschrijven der 8760 getallen vermeden wordt; zij worden nu slechts éénmaal geschreven op losse latjes die telkens op verschillende wijzen gegroepeerd worden, waarna men de onder elkander staande getallen bijeenvoegt.

Gebruik makende van dit hulpmiddel heeft de heer Engelenburg de berekening van de formules voor de waterhoogten van 1880 geheel voltooid. Het is wenschelijk die berekeningen nog over een of meer andere jaren en ook over andere mareografen uit te breiden, voor ze met zekerheid kunnen worden gebruikt voor de voorspelling der waterhoogten langs onze kust.

Lengte, breedte en azimuthbepaling te Ubagsberg. Ten einde de driehoeksmetingen in ons land, die door onze Commissie worden uitgevoerd, te doen strekken tot eene bepaling van de gedaante der aarde en ze te verbinden met de driehoeksmetingen, die in de aangrenzende landen worden volbracht, is het noodig dat van eenige punten van ons driehoeksnet de juiste ligging op den aardbol bekend zij en dat ook de richtingen van enkele driehoekszijden met betrekking tot den meridiaan zijn gegeven. Daartoe moet van die punten lengte en breedte worden bepaald en het azimuth van die driehoekszijden worden waargenomen.

Door langdurige waarnemingen, die nog steeds worden voortgezet, is de breedte van de Leidsche sterrewacht vrij nauwkeurig bepaald en door verschillende bepalingen van het lengteverschil met de sterrenwachten te Greenwich, Parijs, Bonn, Göttingen en Leipzig is ook hare lengte vrij goed bekend. Eene azimuthbepaling in der tijd te Leiden volbracht heeft echter hare beteekenis verloren, daar het eindpunt der zijde waarvan het azimuth bepaald was (de toren der groote kerk te Delft) door brand is vernield. Sedert is het azimuth Utrecht—Amersfoort gemeten en is ook door een paar

zeeofficieren de breedte van de sterrenwacht te Utrecht bepaald, doch bij de uitgebreidheid van ons net zijn meer azimuth-breedte- en lengtebepalingen wenschelijk. Vooral voor de aansluiting aan Pruissen en België was het noodig die bepalingen te volbrengen in het driehoekspunt te Ubagsberg bij Simpelveld in Limburg, hetgeen door de Duitschers en Belgen eveneens in hunne metingen is opgenomen. De heer Helmert, directeur van het centraalbureau der aardmeting te Berlijn, had reeds meermalen over deze zaak gesproken en eindelijk werd besloten in het jaar 1893 de noodige waarnemingen te verrichten. De heer Helmert wilde dan tevens van Duitsche zijde het lengteverschil doen bepalen tusschen Ubagsberg en de sterrenwachten te Göttingen en te Bonn, waardoor dus in verband met de lengtebepaling tusschen Leiden en Ubagsberg eene hernieuwde verbinding van Leiden met de beide Duitsche sterrenwachten zou worden verkregen.

Ons medelid van de Sande Bakhuyzen had er groot bezwaar tegen dat al de waarnemingen door het personeel van de sterrenwacht te Leiden zouden worden volbracht, daar zoowel met de waarnemingen als met de berekeningen veel tijd verloren gaat en het directe nut voor de sterrenwacht niet groot is. Toen het echter was gebleken dat zich niemand anders met de waarnemingen wilde belasten, besloot hij met de heeren Wilterdink en Weeder den arbeid te ondernemen.

Na overleg met den heer Helmert werd vastgesteld, dat de lengtebepalingen tusschen Ubagsberg en de sterrenwachten te Göttingen en te Bonn en tusschen Ubagsberg en Leiden, de eerste door de Duitschers, de andere door ons uit te voeren, gelijktijdig in de eerste dagen van Juli zouden aanvangen; na afloop dier waarnemingen zouden dan door ons het azimuth van eene driehoekszijde en de breedte te Ubagsberg werden bepaald.

In den aanvang van April werd het terrein te Ubagsberg verkend en de heer Heuvelink, ingenieur bij de Rijkscommissie voor graadmeting en waterpassing, belast, naast den pijler van ons driehoeksnet, waarop wij de waarnemingen zouden verrichten, voor de Duitsche geodeten een tweeden pijler te bouwen, dien wij later voor de breedte en azimuthbepaling zouden kunnen gebruiken, en verder boven die pijlers eene houten waarnemingshut op te trekken.

Voor de lengtebepaling was het ook noodig door eene onafgebrokene electriche geleiding de telegraphische gemeenschap tot stand te brengen tusschen dat tijdelijke observatorium en de sterrenwachten te Leiden, Göttingen en Bonn. Zijne Excellentie de Minister van Waterstaat, Handel en Nijverheid, tot wien de Rijkscommissie voor graadmeting en waterpassing zich wendde, beloofde op de meest welwillende wijze zijne hulp in deze aangelegenheid en door de krachtige medewerking van den heer Collette, hoofd-ingenieur der telegrafen, werd in korten tijd eene telegraaflijn tusschen Ubagsberg en het naaste telegraafkantoor te Heerlen aan-

gelegd. Tevens ontvingen wij eene groote hoeveelheid elementen en het noodige telegraafmaterieel voor de sterrenwacht te Leiden en het observatorium te Ubagsberg uit het Rijksmagazijn der telegraphie ter leen, en werd ons tijdens den duur onzer werkzaamheden elken avond van half 9 tot laat in den nacht het vrije gebruik gegeven van eene onafgebroken telegraaflijn tusschen Ubagsberg en Leiden, en tusschen Ubagsberg en de Duitsche grenzen in aansluiting aan de lijnen naar Göttingen en Bonn.

Het is zeer wenschelijk, dat bij eene lengtebepaling de tijdsbepalingen op beide stations met gelijksoortige instrumenten worden volbracht; de sterrenwacht te Leiden bezit echter niet twee zoodanige instrumenten, zoodat zeer gaarne het aanbod van den heer Helmert werd aangencmen ons een passage-instrument van Pistor en Martins te leenen geheel gelijk aan dat wat de Leidsche sterrenwacht bezit. Hij gaf nog een registreertoestel ter leen, en vergunde ons te Ubagsberg het uurwerk met electriche stroomsluiting te gebruiken, waarvan ook de Duitsche waarnemers zich bedienden.

In de laatste helft van Juni was het houten gebouwtje te Ubagsberg en de telegraafleiding gereed, en nadat te Leiden al de instrumenten in orde waren gebracht, vertrok de heer Wilterdink naar Ubagsberg om met de heeren prof. Albrecht en dr. Hecker, die van Duitsche zijde de waarnemingen zouden verrichten, de astronomische instrumenten en de telegraaf toestellen op te stellen.

Spoedig bracht hij een en ander in orde, en in de eerste dagen van Juli konden onze waarnemingen beginnen.

Men kwam overeen, dat gedurende het eerste vierde deel der waarnemingen de heer Wilterdink te Leiden en ons medelid van de Sande Bakhuyzen te Ubagsberg zouden blijven; om den invloed van verschillende bronnen van fouten te elimineeren, zoude daarna beide waarnemers met hunne instrumenten van standplaats verwisselen en op de nieuwe standplaatsen de helft van het benodigd aantal waarnemingen volbrengen, terwijl ten slotte de heer Wilterdink weer naar Leiden en de heer van de Sande Bakhuyzen naar Ubagsberg zou terugkeeren om het laatste vierde deel van den arbeid te voltooien.

Het aantal avonden dat een kleiner of grooter aantal doorgangen van sterren werd waargenomen, was gedurende de 1ste periode van 3—25 Juli; 12 te Leiden, 15 te Ubagsberg; gedurende de 2de periode van 27 Julij—17 Augustus 13 te Leiden en 13 te Ubagsberg, gedurende de laatste periode van 21 Augustus tot 5 September 12 te Leiden en 12 te Ubagsberg. Daar echter op verscheidene van deze avonden door ongunstige weersgesteldheid de waarnemingen verre van volledig waren of slechts op een der beide stations konden worden volbracht, kan men bij benadering schatten dat de 1ste periode $4\frac{1}{2}$, de 2de periode $10\frac{1}{2}$, de 3de periode 5 volledige waarnemingsavonden hebben opgeleverd.

Het is natuurlijk nog onmogelijk op te geven welk resultaat uit de waarnemingen zal volgen, voor zoover men kan nagaan zijn er echter geene belangrijke storingen bij voorgekomen en heeft de telegraphische gemeenschap tusschen de beide stations slechts weinig te wenschen overgelaten.

Na affoop van de lengtebepaling kon de breedte en azimutbepaling worden ter hand genomen. De heer Weeder, assistent aan de sterrenwacht te Leiden, zou het azimut bepalen en wel van de driehoekszijde Ubagsberg-Sittard door met behulp van het universaal instrument van Repsold van de Leidsche sterrenwacht den hoek te meten tusschen een nachtelijk signaal (eene olielamp met lens) op den toren te Sittard, en de poolsterren α en δ van de Kleine Beer en 51 van het sterrenbeeld Cepheus. Tevens zou hij met dat zelfde instrument de hoogten van noordelijke en zuidelijke sterren in de nabijheid van den meridiaan meten, ten einde daaruit de breedte af te leiden.

De heer Wilterdink, observator te Leiden, zou eveneens te Ubagsberg de breedte bepalen, maar langs een geheel anderen weg, door middel van de zogenaamde Horrebow-Talcottmethode. Tevens zou de heer Wilterdink ook ten dienste van de waarnemingen des heeren Weeder de noodige tijdsbepalingen verrichten.

Beide heeren zijn met hunne instrumenten 12 September naar Ubagsberg vertrokken maar het weder was zoo ongunstig dat het volle twee maanden geduurd heeft eer zij een voldoende aantal waarnemingen hadden verkregen.

De waarnemingen van het azimut zijn steeds gedurende den avond volbracht; tusschen twee instellingen op het licht van Sittard werd op een der bovengenoemde poolsterren ingesteld. Om de fouten van het instrument zooveel mogelijk onschadelijk te maken, zijn deze instellingen verricht in twee standen van het instrument, bovendien in twee liggingen van de horizontale kijkeras in zijne pannen en eindelijk in 8 verschillende standen van den horizontalen cirkel. Dertien avonden zijn noodig geweest om al de waarnemingen volgens dit programma te voltooien.

Voor de breedtebepaling met het universaal instrument zijn in de nabijheid van den meridiaan de hoogte gemeten van de poolster en van vier sterren die zich ten zuiden van het Zenith op ongeveer dezelfde hoogte als de poolster bevonden. Twee van deze sterren werden in de vroege avonduren, de beide andere 12 uren later in de vroege morgenuren waargenomen en wel elk in zes verschillende standen van den verticalen cirkel; 27 dagen zijn noodig geweest om het vereischt aantal waarnemingen te verkrijgen.

De heer Wilterdink heeft zich voor de breedte bepaling volgens de methode Horrebow-Talcott bediend van 17 sterren paren van welke op 11 avonden 125 waarnemingsreeksen zijn verkregen, dus gemiddeld $7\frac{1}{2}$ reeks voor elk paar (maximum 10, minimum 4). Op 10 avonden werden door hem tijdsbepalingen verricht.

Nadat de instrumenten in Leiden waren teruggekomen, was het noodig deze zorgvuldig te onderzoeken, in de eerste plaats het instrument, dat wij van het geodetische instituut te Potsdam hadden geleend. De heer Wilterdink heeft thans van dit instrument de micrometerschroef en de beide niveau's onderzocht en verder de verhouding tusschen de waarde van de niveaudeelen en den spoed van deze mikrometerschroef. Eveneens bepaalde hij de fouten van de micrometerschroef door Repsold voor het Leidsche passage-instrument van Pistor en Martins vervaardigd.

De heer Weeder heeft een aanvang gemaakt met de herleiding zijner hoogtemetingen; uitkomsten heeft hij nog niet afgeleid.

Leiden-Delft, 23 Februari 1894.

De Rijksc commissie voor Graadmeting en Waterpassing,

H. G. VAN DE SANDE BAKHUYZEN, *Voorzitter.*

CH. M. SCHOLS, *Secretaris.*



