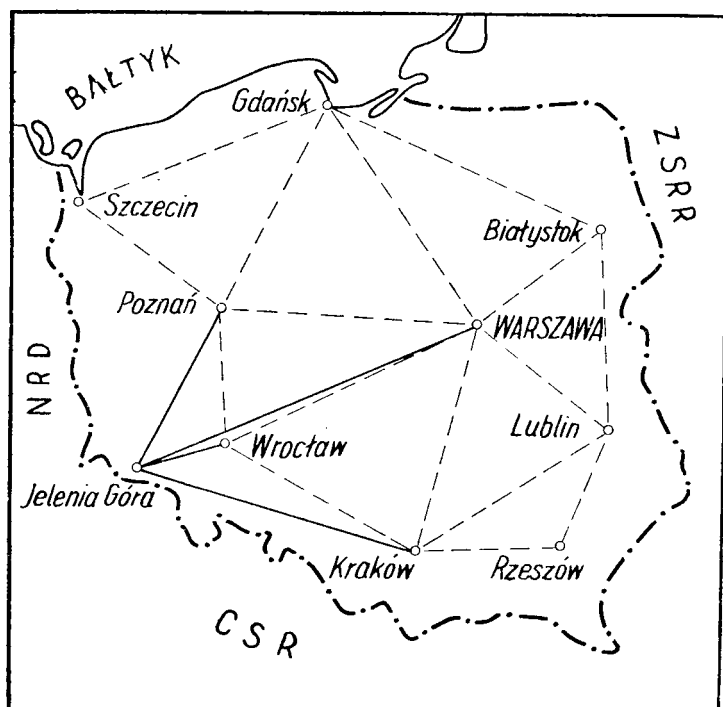


Nawiązanie aparatem czterowahadłowym punktu w Jeleniej Górze do podstawowej sieci wahadłowej

Praca wykonana w roku 1959 przez Katedrę Geodezji Wyższej Politechniki
Warszawskiej w ramach współpracy z Instytutem Geodezji i Kartografii

1. Wstęp

W latach 1956—58 Katedra Geodezji Wyższej Politechniki Warszawskiej przeprowadziła pomiary aparatem czterowahadłowym, w wyniku



Rys. 28. Szkic punktów wahadłowych

których powstała sieć pokrywająca prawie cały obszar Polski [2], [3], [4]. W roku 1959 dokonano obserwacji nawiązujących grawimetryczny punkt w Jeleniej Górze do punktów wyżej wymienionej sieci: w Poznaniu, Wrocławiu i Krakowie oraz do punktu wyjściowego w Warszawie (rys. 28). Do pomiaru użyto tej samej aparatury co w latach ubiegłych, a mianowicie aparatu czterowahadłowego firmy „Askania” nr 5115295 z kompletem półsekundowych wahadeł inwarowych typu Sternecka i z aparatem rejestracji fotograficznej. Stosowano również kompensację magnetyczną przy pomocy cewki Helmholtza [1], [2].

Obserwacje wykonał zespół, w skład którego oprócz autorów niniejszego artykułu wchodził pracownicy Katedry: mgr inż. A. Farbiszewska i mgr inż. J. Śledziński. Tok prac dyskutowany był na naradach roboczych, w których brali udział z ramienia Katedry Geodezji Wyższej — prof. dr Cz. Kamela i doc. W. Szpunar, a z ramienia Instytutu Geodezji i Kartografii — doc. J. Niewiarowski i mgr inż. J. Bokun.

2. Opis i przygotowanie punktów

Warszawa Politechnika (WP).

Warszawa, pl. Jedności Robotniczej 1, Politechnika, gmach główny, pracownia grawimetryczna Katedry Geodezji Wyższej, słup grawimetryczny Nr 1 [2].

Poznań (Poz.)

Poznań, ul. Słoneczna 36, Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Poznańskiego. Piwnica od północno-wschodniej strony budynku. Punkt zaznaczony na betonowej podłodze marką [3].

Wrocław (Wr.)

Wrocław, ul. Kopernika 11, Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Wrocławskiego. Piwnica, w której mieści się laboratorium astrofizyczne, położona w południowo-zachodnim narożniku budynku głównego.

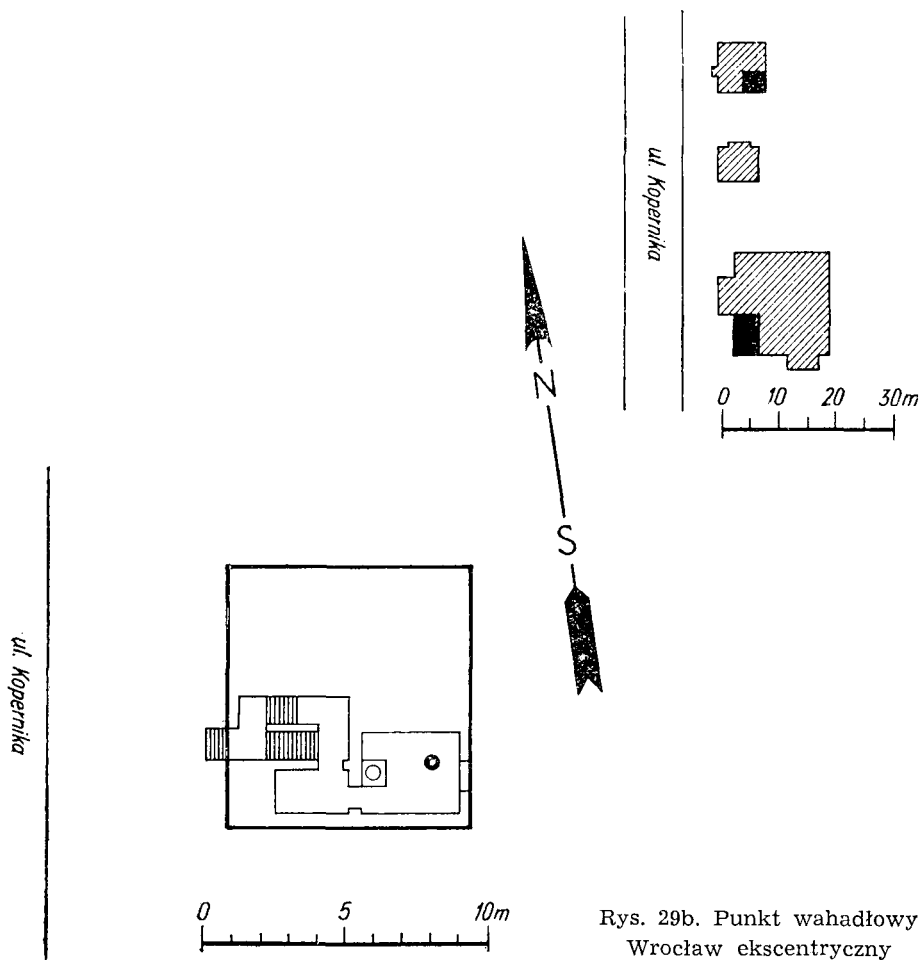
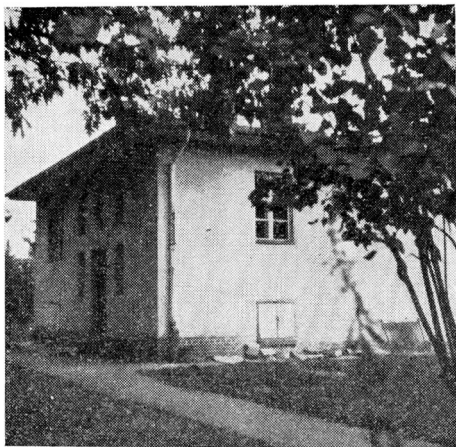
Ze względu na występującą na tym punkcie znaczną lokalną anomalię magnetyczną założono stanowisko ekscentryczne (Wr. ex.) w pralni, mieszczącej się w piwnicy budynku mieszkalnego obserwatorium, oddalonego od budynku głównego około 30 m w kierunku północnym. W pomieszczeniu tym znajdował się punkt wahadłowy Geodezyjnego Instytutu Poczdamskiego. Stanowisko aparatu wahadłowego — podłoga betonowa.

$$\varphi = 51^{\circ}06',6$$

$$\lambda = 17^{\circ}05',3$$

$$H = 115,8 \text{ m npm.}$$

Rys. 29a. Punkt wahadłowy
Wrocław ekscentryczny



Rys. 29b. Punkt wahadłowy
Wrocław ekscentryczny

Piwnica zelektryfikowana, posiadająca jedno okno od strony wschodniej. Na obranym stanowisku ekscentrycznym nie występuje większa anomalia magnetyczna, jednak natężenie pola magnetycznego nie jest stałe. Zmiany te mają charakter krótkookresowy (rzędu kilkudziesięciu sekund). Wielkość zmian natężenia składowej pionowej pola dochodziła do 10%.

Kraków (Kr.)

Kraków, ul. Kopernika 27, Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego, piwnica sejsmiczna. Punkt zaznaczony na betonowej podłodze marką [2].

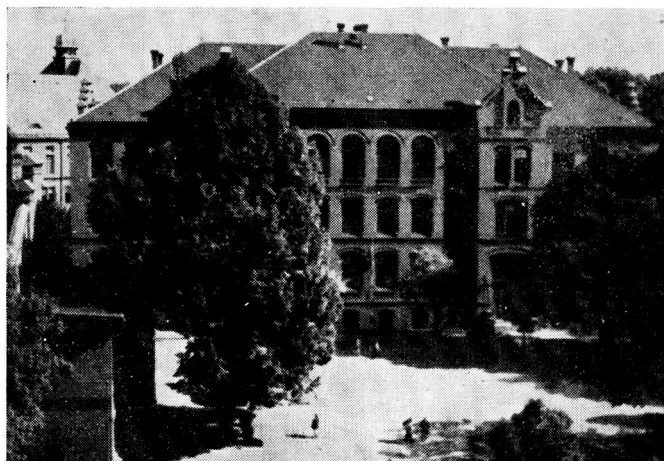
Jelenia Góra (JG)

Jelenia Góra, ul. 22 Lipca 31, budynek Szkoły Podstawowej Nr 1. Piwnica położona pod schodami północno-zachodniego wejścia. Dawny punkt Geodezyjnego Instytutu Poczdamskiego. Punkt zaznaczony na betonowej podłodze marką.

$$\varphi = 50^{\circ}54',1$$

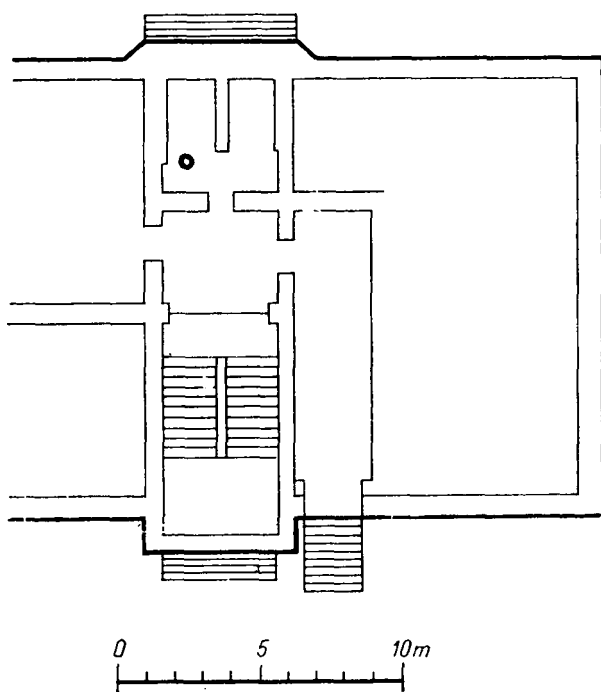
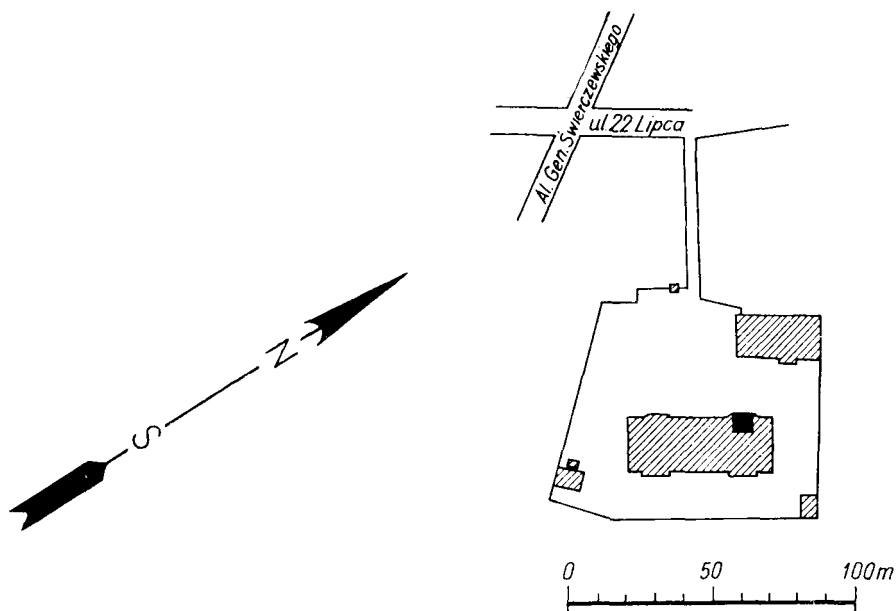
$$\lambda = 15^{\circ}44',5$$

$$H = 341,1 \text{ m npm.}$$



Rys. 30a. Punkt wahadłowy Jelenia Góra

Piwnica bez okien, zelektryfikowana. Przed obserwacjami pobielono ściany i sufit piwnicy oraz wygładzono podłogę zaprawą cementową. Stałość temperatury dobra. Spokój zupełny.



Rys. 30b. Punkt wahadłowy Jelenia Góra

3. Obserwacje

Zgodnie ze stosowanymi metodami w latach ubiegłych zaprojektowano wykonanie cyklu obserwacyjnego w ten sposób, aby dla każdego wyznaczanego przęsła otrzymać obserwacje „tam” i „z powrotem”. Ponieważ na założonym w roku 1957 punkcie we Wrocławiu z nieznanych przyczyn występuje znaczna lokalna anomalia magnetyczna [3] i zastosowanie aparatury kompensacyjnej nie daje gwarancji, że pole magnetyczne jest skompensowane w dopuszczalnych granicach w całym obszarze, obejmującym wahadła i w czasie całej serii obserwacji, postanowiono wykonywać obserwacje na stanowisku ekscentrycznym. Dla powiązania tych obserwacji z wyznaczeniami na punkcie Wrocław z roku 1957 wykonywano we Wrocławiu obserwacje na stanowisku ekscentrycznym i właściwym. W ten sposób wykonano następujący cykl obserwacji: WP I, Wr. ex. Ia, Wr. I, Wr. ex. Ib, JG I, Poz. a, Poz. b, JG II, Kr. a, Kr. b, JG III, Wr. ex. IIa, Wr. II, Wr. ex. IIb, WP II. Serie obserwacji (a i b) na stanowiskach Poznań i Kraków były względem siebie niezależne, gdyż wahadła między seriami obserwacji były przewożone samochodem, a aparat przedstawiano skracając go o kąt około 90° . Czynności te nie były wykonywane pomiędzy seriami a i b na stanowisku ekscentrycznym we Wrocławiu. Jako średnią stacyjną stanowiska Wrocław ex. przyjmowano przy obliczaniu różnic przyspieszeń średnią wartość z obu serii, a i b.

Przed rozpoczęciem właściwych obserwacji na stanowisku wyjściowym Warszawa I wahadła przewożono dwa razy samochodem na trasie długości 200 km, wykonując po każdym przejeździe serię próbnych obserwacji celem przygotowania wahadeł do warunków transportu i dla kontroli stałości ich okresów.

Na stanowisku stosowano program i metody obserwacji w zasadzie takie same jak w roku ubiegłym [4]. Wszystkie sześciogodzinne obserwacje okresów wahań wahadeł były wykonane przy użyciu sygnałów czasu DIZ, stosując możliwie najkrótsze przerwy pomiędzy końcem jednej, a początkiem następnej obserwacji (około pół minuty). Jako drugi zegar przyjęto sygnały czasu GBR. Z rejestracji dwóch sygnałów GBR w dobowym odstępie czasu obliczano średni okres czterech sześciogodzinnych obserwacji wykonanych w ciągu tej doby. Poza tym sygnały czasu DIZ porównywano z sygnałami GBR i ROR celem wyprowadzenia redukcji ze względu na chód zegarów.

Przy obserwacji stosowano początkowe amplitudy $15'$, ciśnienie powietrza pod kloszem około 10 mm słupa rtęci. W aparat wbudowano drugi kontrolny manometr rtęciowy i przyjmowano średnie ciśnienie z odczytów obu manometrów. Średnie wartości ciśnienia na stanowiskach zawarte są w granicach 9,2—10,5 mm sł. rtęci. Średnia różnica ciśnień

między sąsiednimi stanowiskami wyniosła 0,5 mm sł. rtęci, zaś średni wzrost ciśnienia w czasie sześciogodzinnej obserwacji wyniósł 0,09 mm sł. rtęci. Warunki termiczne na ogół były na wszystkich stanowiskach zadowalające. Średnia zmiana temperatury w czasie obserwacji wyniosła 0,13°C. Średnie wartości temperatur na stanowiskach wahały się od 22,4°C do 15,1°C, przy czym maksymalna różnica temperatur na sąsiednich stanowiskach wyniosła 2,8°C, zaś średnia różnica temperatur na sąsiednich stanowiskach wyniosła 1,1°C.

Wszystkie obserwacje były wykonane w polu magnetycznym skompensowanym przy pomocy cewki Helmholtza w kierunku pionowym. Natężenie składowej pionowej na stanowiskach wynosiło: Jelenia Góra — 0,418I' i Wrocław excentr. — 0,419I'. Na stanowisku ekscentrycznym we Wrocławiu nie występowała zatem anomalia lokalna właściwa dla stanowiska centrycznego. Stwierdzono tam jednak podczas kompensacji, że natężenie pola magnetycznego nie jest stałe, a zmiany mają charakter krótkookresowy, rzędu kilkudziesięciu sekund. Wielkość zmian natężenia składowej pionowej pola magnetycznego dochodziła do 10%. Natężenie prądu kompensującego w cewce Helmholtza ustalono na podstawie obserwacji natężenia pola przez jedną godzinę.

4. Zredukowane okresy wahadeł i ich analiza

Zaobserwowane okresy par wahadeł zredukowano ze względu na amplitudę, temperaturę, ciśnienie, chód zegarów i zmienny wpływ Księżyca i Słońca. Zastosowane wzory redukcyjne oraz wartości empirycznych współczynników redukcji do nieskończonej małej amplitudy i do ciśnienia zerowego podano w publikacjach z lat ubiegłych [3], [4]. Do redukcji termicznej użyto współczynników wyznaczonych w lipcu 1959 roku z obserwacji w temperaturze od -7°C do $+35^{\circ}\text{C}$:

$$\alpha_{1-3} = (-2,48 \pm 0,02) \cdot 10^{-7} \text{ sek}/1^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha_{2-4} = (-1,89 \pm 0,01) \quad ,,$$

$$\alpha_{sr.} = (-2,18 \pm 0,01) \quad ,,$$

Redukcje ze względu na chód zegarów wyprowadzono w oparciu o systematyczne porównywanie sygnałów czasu DIZ, GBR i ROR.

Przy określaniu redukcji ze względu na zmienny wpływ Księżyca i Słońca korzystano z tablic [5]. Redukcję ze względu na współdrżanie statywu pominięto.

Zredukowane okresy par wahadeł i wahadła średniego oraz różnice okresów par wahadeł zestawiono w tablicy 1. W oparciu o te dane przeprowadzono analizę dokładności metodami identycznymi jak przy pomiarach w roku ubiegłym [4].

T a b l i c a 1

Analiza zredukowanych okresów wahadeł

Stano- wisko	Nr obs.	Data	Dług. obs. godz.	Temp. °C	Δt °C	Ciśn. mm	Okresy zredukowane par wahadeł					$\Delta = (1-3) -$ $-(2-4)$	$V =$ $\Delta_{gr} - \Delta$
							1-3	v	2-4	v	śr.		
WP I	1	1959 r.	6	22,40	+0,05	8,96	0,4955	-0,3	506,9	+0,2	509,8	+5,7	-0,8
	2	20,8	7	22,26	-0,3	9,09	512,6	-0,4	507,4	-0,3	510,0	+5,3	-0,4
	3	21,8	5	22,24	+0,2	9,26	512,6	-0,3	507,3	-0,2	510,0	+5,3	-0,4
	4		6	22,50	+0,3	9,44	512,1	+0,2	506,9	+0,2	509,5	+5,2	-0,3
	5	22,8	6	22,35	+0,25	9,64	511,5	+0,8	506,8	+0,3	509,2	+4,7	+0,2
	śr.						512,3		507,1		509,7		
Wr. ex. Ia	1	25-26,8	7	20,53	-0,2	9,75	706,9	-0,9	701,0	-0,5	704,0	+5,9	-1,0
	2	26,8	6	20,40	-0,1	10,02	706,2	-0,2	701,0	-0,5	703,6	+5,2	-0,3
	3		5	20,42	+0,35	10,26	705,5	+0,5	699,9	+0,6	702,7	+5,6	-0,7
	4		6	20,50	-0,25	10,30	705,2	+0,8	700,2	+0,3	702,7	+5,0	-0,1
	śr.						706,0		700,5		703,2		
							706,9		702,5		704,7		
Wr. I	1	27-28,8	6	20,10	-0,4	9,26	706,9	-0,7	702,5	-0,2	704,7	+4,4	+0,5
	2	28,8	6	19,70	-0,3	9,43	706,4	-0,2	702,4	-0,1	704,4	+4,0	+0,9
	3		6	19,60	0,0	9,57	705,9	+0,3	702,4	-0,1	704,2	+3,5	+1,4
	4		6	19,67	0,0	9,74	705,7	+0,5	701,9	+0,4	703,8	+3,8	+1,1
	śr.						706,2		702,3		704,3		
							706,9		701,3		704,1		
Wr. ex. Ib	1	29,8	6	18,80	0,0	9,53	706,9	-0,5	701,3	-0,5	704,1	+5,6	-0,7
	2		6	18,85	0,0	9,63	706,0	+0,4	700,2	+0,6	703,1	+5,8	-0,9
	3	30,8	7	18,64	-0,2	9,76	706,2	+0,2	700,6	+0,2	703,4	+5,6	-0,7
	4		5	18,49	-0,1	9,85	706,4	0,0	701,1	-0,3	703,8	+5,3	-0,4
	śr.						706,4		700,8		703,6		
							968,1		963,2		965,6		
JG I	1	31,8	6	17,08	+0,1	9,54	968,1	+0,1	963,2	+0,5	965,6	+4,9	0,0
	2		6	17,12	0,0	9,52	967,9	+0,3	963,3	+0,4	965,6	+4,6	+0,3
	3	1,9	6	17,05	-0,1	9,52	967,9	+0,3	963,3	+0,4	965,6	+4,6	+0,3
	4		6	17,00	0,0	9,60	969,2	-1,0	964,9	-1,2	967,0	+4,3	+0,6
	5		6	16,93	-0,1	9,65	967,9	+0,3	963,6	+0,1	965,8	+4,3	+0,6
	śr.						968,2		963,7		965,9	+4,9	

c. d. tablicy 1

Stano- wisko	Nr obs.	Data	Dług. obs. godz.	Temp. °C	Δt °C	Ciśn. mm	Okresy zredukowane par wahadł					$\Delta - (1-3) -$ $-(2-4)$		V_{∞} $\Lambda_{gr} - \Lambda$
							1-3	v	2-4	v	śr.	v		
Poz. a	1	4.9	6	15,38	-0,1	9,11	0.4955	-0,4	436,7	+0,1	439,1	-0,1	+4,8	0,0
	2		6	15,27	-0,1	9,23	441,5	+0,7	436,4	+0,4	438,4	-0,6	+4,0	-0,8
	3	5.9	6	15,15	-0,1	9,22	440,4	+0,3	436,5	+0,3	438,6	+0,4	+4,3	-0,5
	4		6	15,18	+0,1	9,28	440,8	-0,6	437,7	-0,9	439,7	-0,7	+4,0	-0,8
	śr.						441,7				439,0			
Poz. b	1	6.9	6	15,17	+0,1	9,69	441,1	-0,4	436,8	-0,4	439,0	-0,5	+4,3	-0,5
	2		6	15,22	0,0	9,91	440,5	+0,2	436,0	+0,4	438,2	+0,3	+4,5	+0,3
	3	7.9	6	15,10	-0,2	9,92	440,7	0,0	436,4	0,0	438,6	-0,1	+4,3	+0,5
	4		6	14,95	0,0	9,98	440,5	-0,2	436,2	+0,2	438,4	+0,1	+4,3	+0,5
	śr.						440,7		436,4		438,5			
JG II	1	8-9.9	6	16,48	-0,1	9,18	965,6	-0,4	960,1	-0,1	962,8	-0,2	+5,5	-0,7
	2	9.9	6	16,31	-0,15	9,25	965,6	-0,4	960,4	-0,4	963,0	-0,4	+5,2	-0,4
	3		6	16,22	-0,05	9,28	965,8	-0,6	960,6	-0,6	963,2	-0,6	+5,2	-0,4
	4		6	16,38	-0,2	9,36	964,6	+0,6	959,6	+0,4	962,1	+0,5	+5,0	-0,2
	5	9-10.9	6	16,40	0,0	9,40	964,4	-0,8	959,3	+0,7	961,8	-0,8	+5,1	-0,3
Kr. a	śr.						965,2		960,0		962,6			
	1	12-13.9	6	15,78	-0,1	10,08	972,8	+0,3	967,2	+0,4	970,0	+0,3	+5,6	-0,8
	2	13.9	6	15,63	-0,1	10,11	973,4	-0,3	967,9	-0,3	970,6	-0,3	+5,5	-0,7
	3		6	15,61	+0,05	10,12	973,2	-0,1	967,5	+0,1	970,4	-0,1	+5,7	-0,9
	4		6	15,61	-0,05	10,18	973,1	0,0	967,6	0,0	970,4	-0,1	+5,5	-0,7
Kr. b	śr.						973,1		967,6		970,3			
	1	14-15.9	6	15,78	-0,2	9,85	973,5	-0,7	968,7	-0,3	971,2	-0,5	+4,9	-0,1
	2	15.9	6	15,68	-0,1	9,85	972,7	+0,2	968,2	+0,2	970,4	+0,3	+4,5	+0,3
	3		6	15,62	+0,1	9,85	972,9	0,0	968,6	-0,2	970,8	-0,1	+4,3	-0,5
	4		6	15,65	-0,1	9,85	972,4	+0,5	968,2	+0,2	970,3	+0,4	+4,2	-0,6
	śr.						972,9		968,4		970,7		+4,8	

c. d. tablicy 1

Stano- wisko	Nr obs.	Data	Dług. obs. godz.	Temp. °C	Δt °C	Cisn. mm	Okresy zredukowane par wahadeł				Δ	Δ (1-3) -(2-4)	Δ_{sr}	$\Delta_{sr} - \Delta$
							1-3	v	2-4	v	v			
JG III	1	17.9	6	16,12	-0,2	9,26	0.4955 963,9	-0,5	959,7	-0,2	961,8	-0,4	+4,2	0,0
	2		6	15,93	-0,2	9,39	963,1	-0,3	959,1	+0,4	961,1	+0,3	+4,0	+0,2
	3	18.9	6	15,75	-0,1	9,45	963,2	-0,2	959,3	+0,2	961,2	+0,2	+3,9	+0,3
	4		6	15,68	-0,1	9,47	963,8	-0,4	960,0	-0,5	961,9	-0,5	+3,8	+0,4
	5		6	15,55	-0,1	9,57	963,0	+0,4	959,5	0,0	961,2	+0,2	+3,5	+0,7
	śr.						963,4		959,5		961,4			
Wr.ex.IIa	1	20.9	6	16,08	+0,3	10,13	706,4	-0,7	701,6	-0,4	704,0	-0,5	+4,8	-0,6
	2		6	16,17	-0,1	10,25	705,4	+0,3	700,8	+0,4	703,1	+0,4	+4,6	-0,4
	3	21.9	8	15,74	-0,5	10,47	705,8	-0,1	701,4	-0,2	703,6	-0,1	+4,4	-0,2
	4		4	15,65	+0,1	10,56	705,2	+0,5	701,2	0,0	703,2	+0,3	+4,0	+0,2
	śr.						705,7		701,2		703,5			
Wr. II	1	21-22.9	7	17,94	-0,7	8,96	705,7	-0,2	698,5	-0,7	702,1	+0,3	+7,2	-3,0
	2	22.9	5	17,66	-0,05	9,18	706,5	-1,0	700,3	-1,1	703,4	-1,0	-6,2	+2,0
	3		6	17,60	-0,05	9,25	705,3	+0,2	699,5	-0,3	702,4	0,0	-5,8	-1,6
	4		6	17,60	0,0	9,35	704,5	+1,0	698,6	+0,6	701,6	+0,8	-5,9	-1,7
	śr.						705,5		699,2		702,4			
Wr.ex.IIb	1	23.9	6	16,32	-0,1	9,48	705,2	-0,5	701,7	-0,2	703,4	-0,3	+3,5	+0,7
	2		6	16,32	0,0	9,58	704,3	+0,4	701,0	+0,5	702,6	+0,5	+3,3	+0,9
	3	24.9	6	16,18	-0,05	9,65	705,0	-0,3	702,0	-0,5	703,5	-0,4	+3,0	+1,2
	4		6	16,13	-0,1	9,65	704,3	+0,4	701,2	+0,3	702,8	+0,3	+3,1	+1,1
	śr.						704,7		701,5		703,1			
WP II	1	26.9	6	16,83	+0,1	10,27	507,9	+0,1	504,6	+0,1	506,2	+0,1	+3,3	+0,9
	2		6	16,90	+0,1	10,40	507,6	+0,4	504,1	+0,6	505,8	+0,5	+3,5	+0,7
	3	27.9	6	16,90	-0,2	10,50	506,9	+1,1	503,4	+1,3	505,2	+1,1	+3,5	+0,7
	4		6	16,81	-0,05	10,54	508,3	-0,3	505,1	-0,4	506,7	-0,4	+3,2	+1,0
	5	28.9	6	16,78	0,1	10,58	509,2	-1,2	506,2	-1,5	507,7	-1,4	+3,0	+1,2
	śr.						508,0		504,7		506,3		+4,2	
	m_0							-0,58		-0,56		+0,54		+0,67

Z wewnętrznych zgodności obserwacji na wszystkich stanowiskach otrzymano:

Średni błąd pojedynczego pomiaru okresu

$$\text{dla pary wahadeł} \quad m'_0 = \pm 0,57 \cdot 10^{-7} \text{ sek,}$$

$$\text{dla wahadła średniego} \quad M'_0 = \pm 0,54 \cdot 10^{-7} \text{ sek,}$$

$$\text{Czysto przypadkowa część błędu } m, \quad \mu = \pm 0,22 \cdot 10^{-7} \text{ sek,}$$

Systematyczna część błędu m'_0 , wspólna dla obu

$$\text{par wahadeł} \quad z = \pm 0,52 \cdot 10^{-7} \text{ sek.}$$

Z analizy względnych zmian okresów w czasie otrzymano średni błąd pojedynczego pomiaru okresu dla pary wahadeł: $m''_0 = \pm 0,67 \cdot 10^{-7} \text{ sek.}$

Uwzględniając powyższe dane dla stanowiska, na którym wykonano 5 obserwacji, obliczono średni błąd średniej stacyjnej:

$$M_s = \pm \sqrt{\frac{m_0''^2}{10} + \frac{z^2}{5}} = \pm 0,31 \cdot 10^{-7} \text{ sek}$$

Przechodząc do określenia błędu wyznaczenia różnicy przyspieszenia $u_{\Delta g}$ z obserwacji „tam” i „z powrotem”, uwzględniono błędy przeprowadzonych pięciu redukcji okresów, których poszczególne wpływy na różnicę średnich stacyjnych okresów wynosiły mniej niż $0,1 \cdot 10^{-7} \text{ sek}$ oraz błąd pominięcia redukcji ze względu na współdrżania statywu i systematyczną część błędu kompensacji magnetycznej równą $\pm 0,1 \cdot 10^{-7} \text{ sek}$ [3], [4].

Błąd wyznaczenia różnicy przyspieszeń ($m_{\Delta g}$) obliczono według wzoru:

$$m_{\Delta g} = \pm \frac{0,4}{\sqrt{2}} \sqrt{2 M_s^2 + 7 (0,1)^2} \text{ mgal}$$

otrzymując:

$$m_{\Delta g} = \pm 0,15 \text{ mgal.}$$

5. Wyniki i ocena ich dokładności

Zestawiając w tablicy 2 różnice przyspieszeń dla sąsiednich stanowisk, uzyskane z wyznaczeń poszczególnymi parami wahadeł, otrzymano dla pręseł łączących punkt Wrocław średni błąd wyraźnie przewyższający średni błąd dla pozostałych pręseł, jak również przewyższający średni błąd otrzymany w wyniku analizy przeprowadzonej w poprzednim rozdziale. Powstaje podejrzenie, że na stanowiskach we Wrocławiu występowały jakieś systematyczne błędy. Nie jest wykluczone, że przyczyną tych błędów mogły być zaobserwowane tam zaburzenia pola magnetycznego. Przy dalszej analizie dokładności rozbito więc wyniki obserwacji

na 2 grupy: pierwsza — pomijająca obserwacje na stanowiskach we Wrocławiu, przy czym przyjęto przęsło Warszawa — Jelenia Góra jako obserwowane, druga — obejmująca pozostałe obserwacje, nawiązujące punkty we Wrocławiu.

Tablica 2

Punkty wahadłowe	$lg_{obs.}$ mgal	V mgal	Punkty wahadłowe	$lg_{obs.}$ mgal	V mgal
WP — JG	-180,48	+0,09	WP — Wr. ex.	-76,73	-0,58
	-180,76	+0,37		-76,63	-0,68
	-180,28	-0,11		-78,05	+0,74
	180,06	-0,35		-77,84	+0,53
śr.	-180,39		śr.	-77,31	
JG — Poz.	+208,71	-0,62	Wr. ex. — Wr.	-0,02	+0,04
	+208,61	-0,52		-0,65	+0,67
	+207,69	+0,40		-0,12	+0,14
	+207,36	+0,73		+0,85	-0,83
śr.	+208,09		śr.	+0,02	
JG — Kr.	-3,14	-0,21	Wr. ex. — JG	-103,75	+0,67
	-2,99	-0,36		-104,13	+1,05
	-3,76	+0,41		-102,23	-0,85
	-3,52	+0,17		-102,22	-0,86
śr.	-3,35		śr.	-103,08	
m_{lg}		$\pm 0,24$	$m_{\Delta g}$		$\pm 0,40$

Obliczono średnie błędy z rozbieżności wyników Δg otrzymując:

dla pierwszej grupy obserwacji $m_{\Delta g} = \pm 0,24$ mgal

dla drugiej grupy obserwacji $m_{\Delta g} = \pm 0,40$ mgal.

W wyniku omawianych pomiarów oraz pomiarów przeprowadzonych tym aparatem w latach ubiegłych powstaje sieć trójkątów (rys. 31). Dla pierwszej grupy otrzymano dwa trójkąty, dla których określono z równań warunkowych zależność pomiędzy poprawkami v obserwowanych boków a odchyłami ω w trójkątach

$$[vv] = -[k\omega] = \frac{3}{8}(\omega_1^2 + \omega_2^2) - \frac{2}{8}\omega_1\omega_2,$$

a następnie określono średni błąd wyznaczenia Δg dla jednego przęsła

$$m_{\Delta g} = \pm \sqrt{\frac{[vv]}{r}}, \text{ otrzymując:}$$

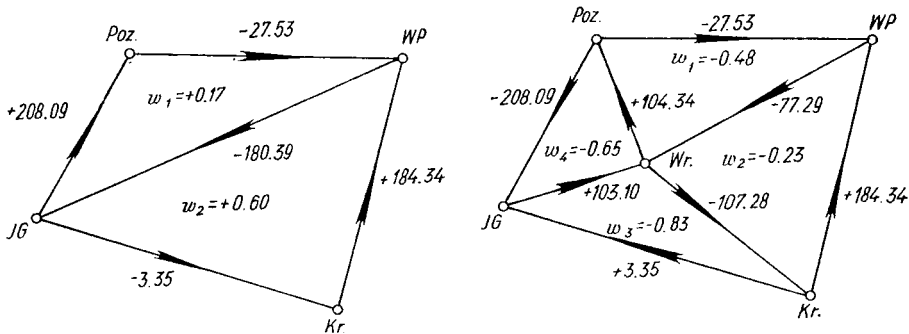
$$m_{\Delta g} = \pm 0,25 \text{ mgal.}$$

Dla grupy obserwacji z uwzględnieniem punktu we Wrocławiu otrzymano 4 trójkąty, dla których zależność pomiędzy wielkościami v i ω przedstawia się równaniem:

$$[vv] = -[k\omega] = \frac{1}{15} \{7[\omega\omega] - 6(\omega_1\omega_2 + \omega_2\omega_3 + \omega_3\omega_4 + \omega_4\omega_1) + 4(\omega_1\omega_3 + \omega_2\omega_4)\},$$

skąd obliczono:

$$m_{\Delta g} = \pm 0,29 \text{ mgal.}$$



Rys. 31. Zamknięcie w trójkątach zaobserwowanych różnic przyspieszeń (w miligalach)

W wyniku przeprowadzonych pomiarów otrzymano następujące wartości różnic przyspieszeń.

Tablica 3

Lp.	Nazwy punktów 1—2	$\Delta g = g_2 - g_1$ mgal
1	Warszawa — Jelenia Góra	-180,39
2	Jelenia Góra — Poznań	+208,09
3	Jelenia Góra — Kraków	-3,35
4	Warszawa — Wrocław ekscentr.	-77,31
5	Wrocław ekscentr. — Wrocław	+0,02
6	Wrocław ekscentr. — Jelenia Góra	-103,08

Podstawą ostatecznej oceny dokładności pomiarów wykonanych aparaturą wahadłową była w latach ubiegłych analiza zredukowanych okresów wahadeł. W wyniku takiej analizy otrzymano obecnie średni błąd wyznaczonych przesł równy $\pm 0,15$ mgal. Pozostałe metody analizy dokładności stanowią, ze względu na małą liczbę poddanych analizie spostrzeżeń, tylko dodatkowe kryterium przyjmowanej oceny dokładności wyników. W ciągu trzech lat uzyskiwano zadawalającą zgodność średnich błędów obliczanych różnymi metodami.

Dla pierwszych trzech przeseł wykazanych w tablicy 3, tj. dla przeseł wiążących Jelenią Górę z Warszawą, Poznaniem i Krakowem, otrzymano z pozostałych analiz średnie błędy $\pm 0,24$ mgal i $\pm 0,25$ mgala, które w porównaniu do średniego błędu $\pm 0,15$ mgal można uważać za wielkości tego samego rzędu. Na tle powyższego słuszne będzie przyjęcie, jako oceny dokładności wyników dla tych przeseł, średniego błędu

$$m_{\Delta g} = \pm 0,20 \text{ mgal.}$$

Dla pozostałych trzech przeseł, tj. Warszawa — Wrocław ex., Wrocław ex. — Wrocław i Wrocław ex. — Jelenia Góra, otrzymano z analizy wielokrotnych wyznaczeń Δg średni błąd równy $\pm 0,40$ mgal, z zamknięć zaś trójkątów $\pm 0,29$ mgal. Tutaj rozbieżność tych błędów od wielkości $\pm 0,15$ mgal może niesłuszne byłoby przypisywać przypadkowi, tym bardziej, że zauważone zaburzenia pola magnetycznego we Wrocławiu sugerują możliwość występowania pewnych systematycznych błędów. Dla przeseł tych należy więc przyjąć nieco mniejszą dokładność wyników, zawartą w granicach od $\pm 0,2$ do $\pm 0,4$ mgal.

Rękopis dostarczono Redakcji w styczniu 1960 r.

LITERATURA

- [1] Dobaczewska W., Ząbek Z. Badanie aparatu czterowahadłowego firmy „Askania”. Wydawnictwa Politechniki Warsz., Zeszyty Naukowe Nr. 36, Geodezja Nr 4, Warszawa 1958.
- [2] Ząbek Z., Dobaczewska W. Pomiary aparatem czterowahadłowym na punktach bazy grawimetrycznej. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, Tom V, Zeszyt 2(11), Warszawa 1957.
- [3] Ząbek Z., Dobaczewska W. Pomiary aparatem czterowahadłowym na punktach zachodniej części sieci wahadłowej w Polsce. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, Tom VI, Zeszyt 2(14), Warszawa 1959.
- [4] Ząbek Z., Dobaczewska W. Pomiary aparatem czterowahadłowym na punktach wschodniej części sieci wahadłowej w Polsce. Prace Instytutu Geodezji i Kartografii, Tom VII, Zeszyt 1(15), Warszawa 1960.
- [5] „Titel gravity corrections for 1959 by Service Hydrographique de la Marine and Compagnie Générale de Géophysique with an introduction by Jean Goguel”. Official Journal of the European Association of Exploration Geophysicists. Geophysical Prospecting, Volume VI, Supplement No 1, December 1958.

ЗБИГНЕВ ЗОМБЕК
ВЭНЭДА ДОБАЧЭВСКА

ПРИВЯЗКА ЧЕТЫРЕХМАЯТНИКОВЫМ ПРИБОРОМ ПУНКТА ЕЛЕНЯ ГОРА К ОСНОВНОЙ МАЯТНИКОВОЙ СЕТИ.

РАБОТА ИСПОЛНЕННАЯ В 1959 ГОДУ КАФЕДРОЙ ВЫСШЕЙ ГЕОДЕЗИИ ВАРШАВСКОГО
ПОЛИТЕХНИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА В РАМАХ СОТРУДНИЧЕСТВА С ИНСТИТУТОМ
ГЕОДЕЗИИ И КАРТОГРАФИИ

Р е з ю м е

Кафедра Высшей Геодезии произвела в течение лет 1956—58 наблюдения четырехмаятниковым прибором фирмы „Аскания” на пунктах основной маятниковой сети Польши. В 1959 году увязано этим же прибором пункт в Еленей Горе (JG) с пунктами основной сети: в Варшаве (WP), Познане (Poz.), Вроцлаве (Wr.) и Кракове (Kr.). Имея ввиду выступающую на пункте Вроцлав локальную магнитную аномалию, наблюдения там произвели и на эксцентричном пункте (Wr. ex.) и на центричном (Wr.). Исполнено цикл наблюдений в следующей очередности пунктов: WP I Wr. ex Ia, Wr. I, Wr. ex Ib, JG I, Poz. a, Poz. b, JG II, Kr. a, Kr. b, JG III, Wr. ex IIa, Wr. II, Wr. ex IIb, WP II. На каждом пункте исполнено 4 или 5 шестичасовых наблюдений периодов маятников при скомпенсированном влиянии вертикальной слагающей магнитного поля Земли. Все периоды маятников определено пользуясь сигналами времени DIZ и GBR. Приведенные периоды пар маятников даны в таблице 1, а наблюденные разности ускорения в таблице 2. Анализируя внутреннее согласие периодов маятников и их изменения во времени (глава 4), вычислено среднюю квадратическую ошибку определения Δg , равную $\pm 0,15$ мгл.

Для определяемых сторон JG — Poz., JG — WP, JG — Kr. вычислено средние квадратические ошибки также и другими способами, получая из внутреннего согласия наблюденных Δg (табл. 2): $m_{\Delta g} = \pm 0,24$ мгл, а по незамыканиям треугольников сети (рис. 31) $m_{\Delta g} = \pm 0,25$ мгл. Окончательно, точность определения приращения силы тяжести оценивается величиной:

$$m_{\Delta g} = \pm 0,20 \text{ мгл.}$$

Для приращения, связывающих маятниковый пункт в Вроцлаве, получено из аналогичного анализа средние квадратические ошибки $\pm 0,40$ мгл и $\pm 0,29$ мгл. Можно предполагать, что возмущения магнитного поля в Вроцлаве были причиной выступления некоторых систематических ошибок.

Точность определения приращения силы тяжести для сторон, одним из конечных пунктов которых есть Вроцлав, заключается в границах от $\pm 0,2$ до $\pm 0,4$ мгл.

ZBIGNIEW ZĄBEK
WENEDA DOBACZEWSKA

CONNECTION OF THE STATION IN JELENIA GÓRA TO THE FUNDAMENTAL PENDULUM NET BY MEANS OF A FOUR PENDULUM APPARATUS

SURVEYING EXECUTED IN 1959 BY THE CHAIR OF HIGHER GEODESY OF WARSAW
POLYTECHNICAL COLLEGE IN COOPERATION WITH THE INSTITUTE OF GEODESY
AND CARTOGRAPHY.

S u m m a r y

The Chair of Higher Geodesy carried out in 1956—58 measurements at the stations of Polish fundamental pendulum net by means of a four pendulum apparatus of the "Askania" house. At present the station in Jelenia Góra (JG) has been tied to the stations of the above net at: Warszawa (WP), Poznań (Poz.), Wrocław (Wr.) and Kraków (Kr.). At the station in Wrocław the measurements were made both on eccentric (Wr. ex.) and centric (Wr.) station point, due to a local magnetic anomaly. Cycles of observations were made successively at stations: WP I, Wr. ex. Ia, Wr. I, Wr. ex. Ib, JG I, Poz. a, Poz. b, JG II, Kr. a, Kr. b, JG III, Wr. ex. IIa, Wr. II, Wr. ex. IIb, PW II. At each station 4 or 5 six-hour observations of pendulum swing intervals were made in a vertically compensated magnetic field. All cycles were determined by using time signals DIZ and GBR. Reduced cycles of pendulum pairs are entered in table 1, and observed differences of gravity acceleration in table 2. The mean error of determination of Δg which amounted to $\pm 0,15$ mgal was computed from the inner accordance of the cycles, and their changes in accordance with time (chap. 4).

For the lines to be determined, JG-Poz., JG-WP, JG-Kr., the mean errors were also computed by some other method. Thus from the inner accordance of observed Δg (table 2) we got $m_{\Delta g} = \pm 0,24$ mgal, and from the closure of net triangles (graph 31) $m_{\Delta g} = \pm 0,25$ mgal. The value of those determinations is finally estimated as $m_{\Delta g} = \pm 20$ mgal.

An analogous analysis for determinations tying the station in Wrocław, resulted in mean errors $\pm 0,40$ mgal and $\pm 0,29$ mgal. The disturbances of magnetic field at Wrocław made appear, as it is supposed, certain systematic errors. The accuracy of determinations for those lines lies in limits from $\pm 0,2$ up to $\pm 0,4$ mgal.