

WOJCIECH KRZEMIŃSKI
ANDRZEJ UHRYNOWSKI

538.7:550.380(4-11)

Standardy obserwatoriów magnetycznych Europy wschodniej

Wstęp

Konsekwencją stosowania w zdjęciach magnetycznych względnych metod pomiaru natężenia pola geomagnetycznego jest konieczność odniesienia ich do pewnego reperu wyjściowego, który stanowi punkt określający to, co nazywamy poziomem odniesienia lub raczej standardem magnetycznym. Reperem takim jest na ogół obserwatorium magnetyczne, lub w wypadku istnienia kilku obserwatoriów w jednym kraju, wybrane obserwatorium centralne.

Jeżeli zachodzi potrzeba porównania zdjęć opracowanych w oparciu o różne punkty odniesienia, pojawia się problem czy pomiędzy obserwatoriami, do których odnoszono poszczególne zdjęcia, istnieje różnica poziomów (standardów). Bezpośrednie bowiem porównanie wyników zdjęć, opracowanych czy to w formie mapy, czy tym bardziej numerycznie, nie pozwala na jednoznaczne określenie przyczyn ewentualnych różnic, występujących na styku obszarów zdjęć. Należy więc najpierw określić w inny sposób różnicę standardów obserwatoriów odniesienia a następnie, zależnie od wielkości tych różnic, można podjąć decyzję co do wprowadzenia odpowiednich poprawek do wyników zdjęcia.

Tematem przedstawionego niżej opracowania jest określenie najprawdopodobniejszej wartości standardów obserwatoriów magnetycznych położonych na terenie Europy środkowej i południowo-wschodniej. Praca ta wykonana została przy międzynarodowej współpracy prowadzonej początkowo w ramach byłego Regionu Europejsko-Azjatyckiego Międzynarodowej Współpracy Geofizycznej, a następnie, po roku 1966, w ramach Grupy Roboczej 1.6. Komisji Akademii Nauk Krajów Socjalistycznych dla wielostronnej współpracy w ramach kompleksowego problemu „Planetarne Badania Geofizyczne”, nazwanej w skrócie KAPG.

W tym miejscu autorzy chcieliby serdecznie podziękować tym wszystkim, dzięki którym życzliwej pomocy opracowanie to mogło dojść do skutku. W szczególności pomogli nam, udostępniając swoje materiały: prof. dr G. Atanasiu, prof. dr G. Barta, dr V. Bucha, prof. dr G. Fanselau, inż. K. M. Kostov, dr Z. Małkowski, inż. A. Soare, dr R. Turajlicz i dr D. Zidarov.

Standardy obserwatoriów magnetycznych

Standard obserwatorium magnetycznego określany jest przez wyznaczenie wartości tzw. bazy lub podstawy zapisu wariografu za pomocą pomiarów absolutnych. Teoretycznie więc standardy wszystkich obserwatoriów magnetycznych powinny być sobie równe i określone w tych samych jednostkach. Oznacza to, że różnica wartości elementów pola geomagnetycznego, podanych przez obserwatoria, powinna być rzeczywistą różnicą pola pomiędzy tymi obserwatoriami.

Każde jednak wyznaczenie poziomu obarczone jest szeregiem błędów przypadkowych i systematycznych. Wielkość błędu przypadkowego możemy zmniejszyć przez wielokrotne, niezależne powtarzanie obserwacji a następnie wyrównanie ich wyników. Wyrównania takiego dokonuje się dla określonych przedziałów czasowych, nie dłuższych zazwyczaj niż jeden rok.

Całkowicie odmienny problem stanowią błędy systematyczne, bardzo trudne do określenia i wyeliminowania, nawet przy najbardziej dokładnym wykonywaniu pomiarów. Dotyczy to w pierwszym rzędzie klasycznej metody wyznaczania natężenia pola magnetycznego ziemi. Wprowadzenie do wyznaczania całkowitego natężenia pola geomagnetycznego magnetometru protonowego, upraszcza znacznie to zagadnienie, ale nie likwiduje całkowicie błędów systematycznych, wobec konieczności wykonywania dodatkowo pomiarów innych elementów pola.

Z punktu widzenia naszego opracowania jest sprawą obojętną jakie jest źródło błędów systematycznych i przypadkowych. Nie będziemy ich więc tutaj analizować. Zauważmy jedynie, że, jak wykazemy poniżej, za różnice standardów odpowiedzialne są błędy systematyczne, stałe przynajmniej dla określonego przedziału czasowego, w każdym obserwatorium.

Różnicę standardów dwóch obserwatoriów możemy wyznaczyć wykonując pomiędzy nimi pomiary nawiązujące przy użyciu instrumentów względnych. Polega to na porównaniu wielkości poprawek instrumentu, określanych kolejno w obu obserwatoriach. Jeżeli wielkość różnicy poprawek nie przekracza błędu przypadkowego nawiązania, możemy przyjąć, że standardy obu obserwatoriów są jednakowe.

Wprowadźmy następujące oznaczenia:

P — poprawka instrumentu względnego użytego do nawiązania,

$F_{\text{obs.}}$ i $F_{\text{instr.}}$ — wartości pomierzone pola geomagnetycznego,

F — rzeczywista wartość pola,

M_p i M_s — błąd przypadkowy i systematyczny standardu,

m_p i m_s — błąd przypadkowy i systematyczny pomiaru instrumentem nawiązującym.

Poprawka instrumentu wyznaczona w jednym obserwatorium wyniesie

$$P' = F'_{\text{obs.}} - F'_{\text{instr.}} = (F' + M'_s + M'_p) - (F' + m'_s + m'_p).$$

Zgodnie z prawem sumowania się błędów

$$P' = M'_s + m'_s + \mu',$$

gdzie μ' jest błędem przypadkowym wyznaczenia poprawki równym

$$\mu' = \pm \sqrt{M_p'^2 + m_p'^2},$$

W drugim obserwatorium poprawka instrumentu będzie równa analogicznie

$$P'' = M''_s + m''_s + \mu''.$$

Różnica poprawek będzie wynosić

$$\Delta P = P' - P'' = M'_s - M''_s + m'_s - m''_s + \mu_\Delta$$

gdzie podobnie jak poprzednio

$$\mu_\Delta = \pm \sqrt{\mu'^2 + \mu''^2}$$

i jest błędem przypadkowym nawiązania.

Podstawowym założeniem pomiaru nawiązującego jest stałość równania instrumentu nawiązującego, co jest jednoznaczne ze stałością błędu systematycznego m_s . Sprawdzamy to przez powtórne wyznaczenie poprawki instrumentu w obserwatorium wyjściowym po dokonaniu nawiązania. Jeżeli poprawka nie uległa zmianie to zakładamy, że

$$m'_s = m''_s,$$

a zatem

$$\Delta P = M'_s - M''_s + \mu_\Delta.$$

A więc różnica poprawek instrumentu jest różnicą błędów systematycznych wyznaczenia standardów, co utożsamiamy z różnicą standardów. Błąd nawiązania jest błędem przypadkowym wyznaczenia różnicy standardów.

Pomiary nawiązujące

Pomiary nawiązujące pomiędzy poszczególnymi parami obserwatoriów, zwanymi dalej przez nas także przęsłami, wykonywane były wielokrotnie od lat. O ile jednak można było się zorientować, wyniki tych nawiązań

stanowiły materiał niepełny i bardzo różnorodny. Obok przesłań, których pomiary powtarzane były wielokrotnie w ciągu paru lat istnieją także przesła wyznaczone jednokrotnie. Pomiary wykonywano różnymi przyrządami, w różny sposób i na przestrzeni różnych okresów czasu. W efekcie otrzymane dane często znacznie od siebie odbiegają. Dotyczy to zwłaszcza wyznaczeń dokonanych kilka lat temu.

W tej sytuacji stało się niezbędne zgromadzenie wszystkich dostępnych danych z wykonanych w czasie ostatnich kilkunastu lat pomiarów w celu przeprowadzenia szczegółowej analizy otrzymanych wyników. Celem tej analizy miało być uwzględnienie zmian standardów, jakie w tym okresie miały miejsce w niektórych obserwatoriach, oraz odrzucenie pomiarów, co do których nie było wątpliwości, że są obarczone grubymi błędami. Następnie należało opracować sposób wyrównania pozostałego materiału dla otrzymania najbardziej prawdopodobnych wartości standardów obserwatoriów.

W roku 1965 w Warszawie na konferencji grupy roboczej byłego Regionu Międzynarodowej Współpracy Geofizycznej przedstawiliśmy krótką analizę dokładności pomiarów nawiązujących pomiędzy obserwatoriami naszych krajów i we wnioskach końcowych zaproponowaliśmy sposób wyrównania tych pomiarów dla otrzymania jednolitego standardu. W 1966 r. na podobnej konferencji w Budapeszcie, już w ramach grupy roboczej 1.6. KAPG, przedstawiliśmy szczegółowy projekt wyrównania pomiarów nawiązujących sieci obserwatoriów magnetycznych, zilustrowany przybliżonym wyrównaniem pomiarów nawiązujących składowej poziomej H . Na konferencji w Potsdamie w 1967 roku zobowiązani zostaliśmy do zebrania dostępnych danych dotyczących pomiarów nawiązujących H i Z oraz do przeprowadzenia wyrównania według przyjętego poprzednio projektu. W 1968 roku przedstawiliśmy wyniki naszego opracowania na kolejnym posiedzeniu grupy roboczej 1.6. KAPG w Pradze.

W skład rozpatrywanej przez nas sieci obserwatoriów magnetycznych, położonych w środkowej i południowo-wschodniej Europie, wchodzi następujące obserwatoria: (rys. 1)

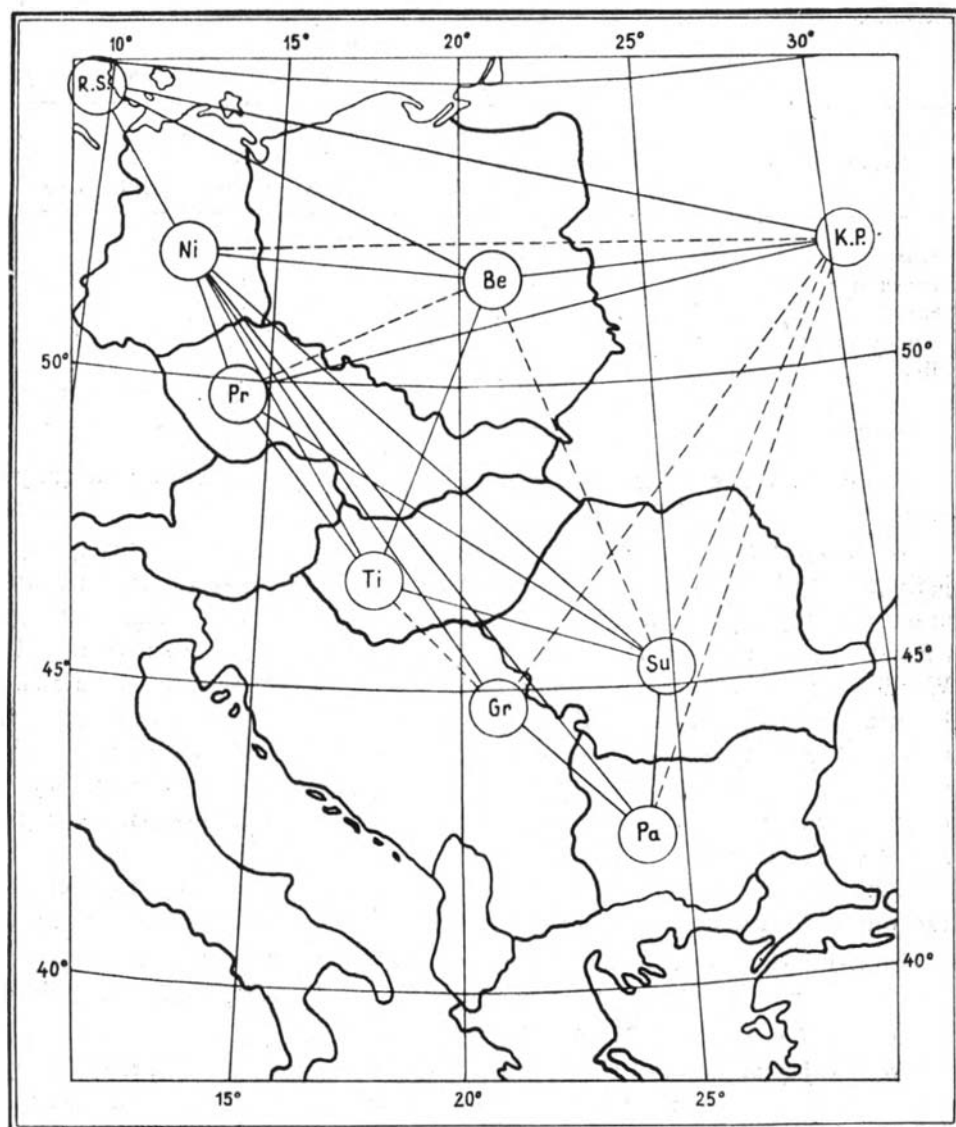
1. Niemegk — NRD.
2. Belsk — Polska (pomiarów nawiązujące były również wykonywane w obserwatorium na Helu i w Świdrze, ale ponieważ standardy tych obserwatoriów zostały zrównane — dla uproszczenia przyjęto Belsk, który jest obserwatorium centralnym, jako obserwatorium reprezentujące standard polski).
3. Pruhonice — CSRS.
4. Panagjuriste — Bułgaria.
5. Surlari — Rumunia.
6. Tihany — Węgry.

Tablica 1

Nazwa i adres Obserwatorium	Data uruchomienia	Współrzędne geograficzne i wysokość n.p.m.	Aparatura rejestracyjna	ε	Szybkość prze- suwu na 1 godz. i szerokość papieru	Aparatura pomiarowa	Częstotliwość pomiarów dla obliczenia bazy
1. Niemegk Adolf Schmidt-Observatorium für Erdmagnetismus, NIEMEGK (Kr. Belzig), DDR.	1930	$\varphi = 52^{\circ} 05,1'$ $\lambda = 12^{\circ} 40,1'$ $h = 78$ m	I system X, Y, Z II system D, H, Z III system D, H, F Mat. & Wis.	I syst. $\varepsilon_X = 2,06$ $\varepsilon_Y = 2,02$ $\varepsilon_Z = 2,10$ II $\varepsilon_D = 0,35'$ $\varepsilon_H = 1,83$ $\varepsilon_Z = 1,94$ III $0,45'$ $2,02$ — $\varepsilon_F = 1,80$ —	20 mm 200 mm	teod. Wauschaff teod. Schulze ind. Schulze ind. Mat. & Wis.	1×10 dni
2. Belsk, Zakład Geofizyki PAN, Obserwatorium Geofizyczne BELSK, pow. Grójec, Polska	1960	$\varphi = 51^{\circ} 50,2'$ $\lambda = 20^{\circ} 47,1'$ $h = 180$ m	I system D, H, Z, F Bobrow II system Mat. & Wis.	I syst. $\varepsilon_D = 0,37'$ $\varepsilon_H = 2,00$ $\varepsilon_Z = 2,05$ $\varepsilon_F = 2,00$ II syst. $0,37'$ $2,00$ $2,05$ —	20 mm 200 mm	Magnet. protonowy ind. Mat. & Wis. QHM	$1 \times$ tydzień
3. Pruhonice Geomagnetic Observatory, Pruhonice Czechoslovakia	1946	$\varphi = 49^{\circ} 58,4'$ $\lambda = 14^{\circ} 32,5'$ $h = 329$ m	I system Mat. & Wis.	I syst. $\varepsilon_D = 0,50'$ $\varepsilon_H = 4,50$ $\varepsilon_Z = 5,00$	200 mm 20 mm	teod. Mat. & Wis. inductor Askania QHM 332 BMZ 213	$3 \times$ tydzień
4. Panagjuriste. Panagjuriste Magnetic Observatory, Bulgaria	1937	$\varphi = 42^{\circ} 30,9'$ $\lambda = 24^{\circ} 10,0'$ $h = 556$ m	I system Askania + Z. Bobrowa II system Mat. & Wis.	I syst. $\varepsilon_D = 0,533'$ $\varepsilon_H = 1,91$ $\varepsilon_Z = 1,76$ II syst. $0,389'$ $1,52$ $2,50$	20 mm 200 mm	teod. Mat. & Wis. 3 QHM	$1 \times$ tydzień
5. Surlari, Observatorul Surlari, O. P. Moara Saraca — JUD JILFOV-ROMANIA.	1943	$\varphi =$ $\lambda =$ $h = 80$ m	I system Askania II system Mat. & Wis.	I syst. $\varepsilon_D = 0,38'$ $\varepsilon_H = 1,67$ $\varepsilon_Z = 2,42$ II syst. $0,40'$ $1,02$ $1,80$	20 mm 200 mm	teod. Mat. & Wis. inductor Mat. & Wis. QHM BMZ	$3 \times$ tydzień
6. Tihany, Budapest VII, Damjanich utca 28/b fsz. 8, Magyar	1954	$\varphi = 46^{\circ} 54,0'$ $\lambda = 17^{\circ} 53,6'$ $h = 187$ m	I system La Cour	I syst. $\varepsilon_D = 0,93'$ $\varepsilon_H = 1,7$ $\varepsilon_Z = 2,8$	15 mm 300 mm	QHM	$1 \times$ tydzień
7. Grocka, Geomagnetski Institut Grocka, Jugoslaviya	1957	$\varphi = 44^{\circ} 38,0'$ $\lambda = 20^{\circ} 46,0'$ $h = 231$ m	I system Askania	I syst. $\varepsilon_D = 0,53'$ $\varepsilon_H = 2,72$ $\varepsilon_Z = 3,80$	20 mm 200 mm	teod. Askania inductor	$1 \times$ tydzień

7. Grocka — Jugosławia.
8. Krasna Pachra — ZSRR.
9. Rude Skov — Dania.

W tablicy 1 zostały zestawione dane techniczne dotyczące pierwszych siedmiu obserwatoriów. Informacje te wraz z wynikami pomiarów nawią-



— nawiązanie Zi H
 - - - - - nawiązanie H

Rys. 1

zujących i danymi dotyczącymi zmian standardów zostały nam uprzejmie przesłane przez kierowników tych obserwatoriów. Po wstępnej analizie otrzymanych rezultatów postanowiono rozpatrywać pomiary wykonane w okresie od 1956 do 1967 roku włącznie.

Tablica 2 zawiera zmiany standardów, jakie miały miejsce w tym okresie.

Tablica 2

Nazwa obserw.	H		Z	
	data zmiany	wielkość zmiany	data zmiany	wielkość zmiany
Pruhonice	—	—	1959	+10 γ
Panagjuriste	1.I.1962	+7 γ	1.I.1962	+12 γ
Surlari	1.I.1963	+40 γ	1.I.1963	+72 γ
Krasna Pachra	1.I.1966	+11 γ	1.I.1966	+16 γ
Hel	27.VII.1963	-4 γ	—	—
	1.I.1965	-14 γ	1.I.1965	-32 γ

W tablicy 3 zestawiono przesłane nam rezultaty pomiarów nawiązujących.

W przypadku, gdy dane otrzymane z dwóch obserwatoriów dotyczące jednego pomiaru były różne, do obliczeń przyjmowano wartość podaną przez obserwatora. Nawiązanie H i Z pomiędzy obserwatoriami Niemegk i Świder, wykonane w 1956 roku, zostało dalej w obliczeniach pominięte. Wyniki pomiarów nawiązujących H i Z Krasna Pachra — Belsk, Krasna Pachra — Surlari i Krasna Pachra — Pruhonice, wykonane w latach 1962 i 1963 nie zostały poprawione o zmianę standardu H i Z w Krasnej Pachrze, jaka miała miejsce 1. 1. 1966, gdyż na podstawie otrzymanych wyników uznano, że w tych latach standard Krasnej Pachry odpowiadał poziomowi obecnemu.

Poza danymi wykazanymi w tablicy 3, wyniki pomiarów polskich zaczerpnięto z publikacji [22] i [23] oraz częściowo z publikacji [15], [16] i [17].

Ponadto do obliczeń wprowadzono wyniki pomiarów nawiązujących wykonanych pomiędzy Krasną Pachrą i Rude Skov, opublikowane przez Mansurową w 1961 r. [13] i Bobrowa w 1967 r. [1].

W kolejnych dwóch tablicach 4 i 5 — zestawione zostały przesła i wyniki pomiarów nawiązujących wykonanych na tych przesłach w poszczególnych latach od 1956 do 1967 roku. W zestawieniach uwzględniono zmiany standardów podane w tablicy 2. Tablica 4 zawiera pomierzone wartości różnic standardów składowej poziomej H , zaś tablica 5 — składowej pionowej Z . U dołu tabel zsumowano ilości pomiarów wykonanych w każdym

Tablica 3

Nawiązanie pomiędzy obserwatoriami:	Rok, obserwator	ΔH	ΔZ	Uwagi
1	2	3	4	5
Dane niemieckie:				
Niemegk- —Rude Skov	1955	— 10 γ	— γ	
	1965 Lundbak	— 3	— 7	
	1957	— 3	—	
	1958 Wiese	— 2	—	
	1963 Lundbak	— 5	—	
	1966 Lauridsen	— 4	— 2	
Niemegk- -Pruhonice	1955	+ 10	+ 22	
	1958 Bodlak	— 3	—	
	1960 „	— 3	— 3	
	1964 Grafe, Zander	+ 2	+ 2	
	1966 Best, Zander	+ 1	— 8	
Budkov-	1967 Bodlak			rezultatów brak
Niemegk- -Hel	1956 Małkowski	— 9	—	
	1962 „	— 12	— 33	wg Przybyszewskiego[17]
	1963 Szymański	— 15	— 30	$\Delta H = -11\gamma$
	1964 Grafe, Zander	— 13	— 40	
	1964 Szymański	— 16	— 33	
	1965 Żółtowski	— 4	+ 6	wg Żółtowskiego $\Delta Z = +5\gamma$
Świder-	1956 Małkowski	— 12	— 7	
-Belsk	1965 Grafe	0	— 2	
	1965 Szymański	0	— 1	wg Szymańskiego [21]
	1967 Uhrynowski	— 4	+ 1	$\Delta Z = +1\gamma$
Niemegk- -Tihany	1958 Barta	— 10	— 10	
	1964 Grafe, Zander	— 7	— 6	

1	2	3	4	5
Niemegk- -Panagjuriste	1960 Bolz	+ 7	—	
	1962 Kostov	+ 4	—	wg Kostova $\Delta H = -7\gamma$
	1963 „	+ 1	—	wg Kostova $\Delta H = 0\gamma$
	1964 Grafe, Zander	0	— 1	
	1965 Zander	+ 3	—	
	1966 Kostov	— 6	—	wg Kostova $\Delta H = -3\gamma$
	1967 Grafe, Zander	0	— 7	$\Delta F = -6\gamma$
Niemegk- -Surlari	1961 Nestianu	+ 34	—	
	1963 „	+ 40	+ 67	
	1964 Grafe, Zander	— 4	— 10	
	1967 Nestianu			rezultatów brak
Niemegk- -Krasna Pachra	1957 Schelting	+ 8	—	wg Mansurowej [13] $\Delta H =$ $= + 7\gamma$
	1958 Wiese	+ 10	—	wg Mansurowej [13] $\Delta H =$ $= + 11\gamma$
	1967 Bobrov	— 1	—	
Niemegk- -Grocka	1958 Sladkovic	— 14	—	wg Sladkovica $\Delta H = -13\gamma$
	1966 Best, Grafe	— 14	+ 8	
Dane czechosłowackie:				
Pruhonice- -Niemegk	1955 Bodlak	— 10	— 22	
	1958 „	+ 1	—	
	1960 „	+ 3	+ 3	
	1964 Grafe	— 2	— 2	
	1966 „	— 1	+ 8	
Pruhonice- -Hel	1957 Skorupa	+ 4	—	pomiar odniesiono do obec- nego poziomu Belska
Pruhonice- -Tihany	1959 Bucha	+ 3	— 18	
	1964 Grafe	— 9	— 8	

ed. tabl. 3

1	2	3	4	5
Pruhonice- -Surlari	1964 Soare	+40γ	+86γ	
Pruhonice- -Krasna Pachra	1962 Bodlak	+ 6	+ 3	
Dane jugosłowiańskie:				
Grocka- -Tihany	1958 Stojkovic	+18	—	
Grocka- -Niemegk	1958 Stojkovic 1964 Zlatkovic	+13 +13	— —	
Grocka -Krasna Pachra	1959 Ivanovic	+19	—	wg Mansurowej [13] $\Delta H = +14\gamma, +17\gamma +3\gamma$
Grocka- -Panagjuriste	1966 Kostov 1966 Stojkovic	+11 +12	-4 -2	
Dane węgierskie:				
Tihany- -Niemegk	1958 1964	+10 + 7	+10 + 6	
Tihany- -Pruhonice	1959	- 3	+18	
Tihany- -Hel	1960 Malkowski	+ 9	—	pomiar odniesio do obec- nego poziomu Belska.
Dane rumuńskie:				
Surlari- -Krasna Pachra	1962	-32	—	

1	2	3	4	5
Surlari- -Niemegk	1963	-40%	-67%	
Surlari- -Tihany	1964	-38	-89	
Surlari- -Pruhonice	1964	-40	-86	
Surlari- -Panagjuriste	1964	-40	-76	
Surlari- -Hel	1965	-38	-	
Surlari- -Grocka	1965			rezultatów brak
Dane bułgarskie:				
Panagjuriste- -Krasna Pachra	1956	+14	-	
	1959	+15	-	
Panagjuriste- -Niemegk	1962	-7	-	
	1963	0	-	
	1964	0	-	
	1965	-3	-	
	1966	+3	-	
Panagjuriste- -Grocka	1966	-11	+4	
Dane polskie (nie publikowane):				
Belsk- -Niemegk	1965 Żółtowski	+4	-5	
	1967 Uhrynowski	+4	-1	
Belsk- -Tihany	1959 Krzemiński	-11	-1	
	1960 Małkowski	-9	-	
	1964 Krzemiński	-12	-5	

T a b l i c a 4

Przesło	1956	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	Ilość
1.Ni-RS	-3	-3	-2					-5			-4		5
2.NI-Be							+7	+3	+1 -2	-4 0,0		-4	8
3.Ni-KP		-4	-1									-1	3
4.Ni-Su						-6		0	-4				3
5.Ni-Pa					0		0	0	0	+3	-3	0	7
6.Ni-Ti			-10						-7				2
7.Ni-Pr			-1		-3				+2		+1		4
8.Ni-Gr			-13						-13		-14		3
9.RS-KP			+1	+1							0		3
10.Be-KP							-1	0			+1	0	4
11.Be-Su										-2			1
12.Be-Ti				-11	-9				-12				3
13.Be-Pr		-4											1
14.KP-Pa	-10			-11									2
15.KP-Su							-8						1
16.KP-Pr							-6						1
17.Su-Pa									0				1
18.Su-Ti									+2				1
19.Su-Pr									0				1
20.Ti-Pr				-3					+9				2
21.Gr-Pa											+11 +12		2
22.Gr-Ti			+18										1
23.Gr-KP				+8									1
Ilość	2	3	7	5	3	1	5	5	12	5	8	4	60

Tablica 5

Przesło	1956	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	Ilość
1.Ni-RS	-7										-2		2
2.Ni-Be							-1	+2	-8 -1	+5, -2 -1		+1	8
3.Ni-Su								-5	-10				2
4.Ni-Ti			-10						-6				2
5.Ni-Pa									-1			-7	2
6.Ni-Pr					-3				+2		-8		3
7.Ni-Gr											+8		1
8.RS-KP											0		1
9.Be-Kp							+4	-3			0	-2	4
10.Be-Ti				-1					-5				2
11.KP-Pr							-3						1
12.Su-Pa									-4				1
13.Su-Ti									-17				1
14.Su-Pr									-14				1
15.Ti-Pr				+18					+8				2
16.Pa-Gr											+4 +2		2
Ilość	1	0	1	2	1	0	3	3	11	3	7	3	35

roku. Ostatnie kolumny z prawej strony zawierają ilości pomiarów wykonanych na każdym przęsle.

Wyrównanie

Jak widać z rysunku 1 każde obserwatorium połączone jest w sieci co najmniej dwoma przęsłami. Sieć taką możemy więc wyrównać jako całość. Wymaga to jednak przyjęcia standardu przynajmniej jednego z obserwatoriów za bezbłędny. Zgodnie z ustaleniami Grupy Roboczej 1.6. KAPG za takie podstawowe obserwatorium przyjęto Niemegk. Dla uproszczenia obliczeń wartość standardu w Niemegk przyjęto równą 0. Wyrównaniu poddane zatem zostały standardy pozostałych ośmiu obserwatoriów, określone jako różnice w stosunku do obserwatorium podstawowego — Niemegk.

Wyrównania dokonano metodą spostrzeżeń pośrednich. *) Równania błędów zostały ułożone w postaci

$$X_n - X_m - l_i = v_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, k \text{ Dla } H \quad k = 60, \text{ a dla } Z \quad k = 35)$$

gdzie: X_n i X_m są to szukane wyrównane standardy, liczone od poziomu Niemegk równego 0,00; przy czym n i m są odpowiednio numerami obserwatoriów: 1, 2, 3, ..., 9.

l_i — obserwowane wartości różnic standardów pomiędzy obserwatoriami n i m , oznaczone przez nas poprzednio ΔP ;

v_i — poprawki do l_i , spełniające warunek:

$$\sum_{i=1}^{i=k} v_i v_i = \text{minimum}.$$

Jak wynika z postaci równania błędów, możemy ich napisać dla każdego przęsła tyle ile wykonanych zostało na nim pomiarów.

W wypadku H wykonano ogółem 60 pomiarów na 23 przęsłach, w wypadku Z — 35 na 16 przęsłach. (rys. 1; tablice 4 i 5).

Ponieważ w większości wypadków nie dysponowaliśmy dostatecznym materiałem pozwalającym na określenie dokładności poszczególnych pomiarów przyjęliśmy, że wszystkie zostały wykonane z jednakową dokładnością i wszystkie wprowadzono do wyrównania z wagą równą 1. Poszczególne przęsła pomierzone były różną ilością razy np. Ni-Be 8 razy, Su-Pa 1 raz. Każde zatem przęsło weszło do układu równań błędów tyle razy,

*) Dla tych czytelników, którzy z racji swej specjalności nie zajmują się rachunkiem wyrównawczym podajemy w zakończeniu obszerniejszy opis zastosowanej metody.

ile razy było mierzone. W ten sposób pośrednio przęsła otrzymały wagę równą ilości pomiarów.

Obliczenia zostały wykonane za pomocą maszyny cyfrowej UMC 10. Maszyna prowadziła rachunki z dokładnością 1×10^{-2} .

Wyrównane wartości standardów H i Z oraz średnie błędy ich wyznaczenia zostały zestawione w tablicy 6.

Tablica 6

Obserwatorium	Standard H i błąd śr.		Standard Z i błąd śr.	
1. Niemegk	0,0 ^y	0 ^y	0,00 ^y	0 ^y
2. Belsk	- 1,08	± 0,90	+ 2,00	± 1,42
3. Pruhonice	+ 2,10	± 1,23	+ 3,25	± 2,01
4. Panagjuriste	+ 2,37	± 1,07	+ 2,15	± 2,37
5. Surlari	+ 3,82	± 1,31	- 0,79	± 2,37
6. Tihany	+ 5,99	± 1,23	+ 10,67	± 2,01
7. Grocka	+ 14,13	± 1,40	- 3,23	± 3,07
8. Krasna Pachra	- 0,82	± 0,96	+ 2,16	± 2,17
9. Rude Skov	+ 2,07	± 1,31	+ 3,72	± 3,07

Błąd średni pojedynczego pomiaru przęsła po wyrównaniu wyniósł dla H $\mu_{\Delta H} = \pm 3,70^y$ a dla Z $\mu_{\Delta Z} = \pm 5,31^y$.

W tablicach 7 i 8 zostały zestawione poprawki do pomiarów przęsła dla H i Z . Kolumna pierwsza zawiera symbole przęsła, druga — pomierzone wartości różnic standardów na przęsłach, kolumna trzecia przedstawia wyrównane różnice standardów na przęsłach, a czwarta — wyrównane poprawki do pomierzonych różnic standardów, zestawionych w kolumnie drugiej. Kolumny piąta i szósta zawierają różnice standardów i poprawki po powtórным wyrównaniu.

Rozpatrując otrzymane w rezultacie pierwszego wyrównania wyniki (tab. 6, 7 i 8) widzimy, że z wyjątkiem Tihany i Grocka standardy naszych obserwatoriów różnią się od siebie nieznacznie. Średnie błędy wyznaczenia tych standardów wynoszą średnio 1,3 dla H i 2,3 dla Z . Średni błąd wyznaczenia pojedynczego przęsła jest dość wysoki. Wieloletnia praktyka pozwoliła określić z dużą wiarygodnością średni błąd wyznaczenia poprawki

instrumentu na $\pm 2,0^y$ dla H i $\pm 3,0^y$ dla Z . Są to wielkości wyprowadzone z porównania niezależnie wykonanych serii wyznaczeń, bowiem średni błąd obliczony z wewnętrznych niezamknięć pojedynczych serii jest znacznie mniejszy. Jeżeli na błąd pomiaru przęsła nie będą miały wpływu żadne inne nieznanne nam czynniki o charakterze systematycznym czy przy-

Tablica 7

Przęsło	li	I wyrównanie		II wyrównanie	
		$x_n - x_m$	v_i	$x_n - x_m$	v_i
1	2	3	4	5	6
Ni—Rs	γ	γ	γ	γ	γ
	— 3	— 2,07	+ 0,93	— 2,43	+ 0,57
	— 3		+ 0,93		+ 0,57
	— 2		— 0,07		— 0,43
	— 5		+ 2,93		+ 2,57
	— 4		+ 1,93		+ 1,57
Ni—Be	+ 7	+ 1,08	— 5,92	+ 0,38	—
	+ 3		— 1,92		— 2,62
	+ 12		+ 0,08		— 0,62
	— 2		+ 3,08		+ 2,38
	— 4		+ 5,08		+ 4,38
	0		+ 1,08		+ 0,38
	0		+ 1,08		+ 0,38
	— 4		+ 5,08		+ 4,38
Ni—KP	— 4	+ 0,82	+ 0,82	— 0,14	+ 3,86
	— 1		+ 1,82		+ 0,86
	— 1		+ 1,82		+ 0,86
Ni—Su	— 6	— 3,82	+ 2,18	— 4,12	+ 1,88
	0		— 3,82		— 4,12
	— 4		+ 0,18		— 0,12
Ni—Pa	0	— 2,37	— 2,37	— 0,69	— 0,69
	0		— 2,37		— 0,69
	0		— 2,37		— 0,69
	0		— 2,37		— 0,69
	+ 3		— 5,37		— 3,69
	— 3		+ 0,63		+ 2,31
	0		— 2,37		— 0,69
Ni—Ti	— 10	— 5,99	+ 4,01	— 8 69	+ 1,31
	— 7		+ 1,09		— 1,69
Ni—Pr	— 1	— 2 10	— 1,10	— 1 82	— 0,82
	— 3		+ 0,90		+ 1,18
	+ 2		— 4,10		— 3,82
	+ 1		— 3,10		— 2,82

c.d. tabl. 7

1	2	3	4	5	6
	γ	γ	γ	γ	γ
Ni—Gr	—13	—14,13	—1,13	—12,87	+0,13
	—13		—1,13		+0,13
	—14		—0,13		+1,13
RS—KP	+1	+2,89	+1,89	+2,29	+1,29
	+1		+1,89		+1,29
	0		+2,89		+2,29
Be—KP	—1	—0,26	+0,74	—0,52	+0,48
	0		—0,26		—0,52
	+1		—1,26		—1,52
	0		—0,26		—0,52
Be—Su	—2	—4,90	—2,90	—4,50	—2,50
Be—Ti	—11	—7,07	+3,93	—9,07	+1,93
	—9		+1,93		—0,07
	—12		+4,93		+2,93
Be—Pr	—4	—3,18	+0,82	—2,20	+1,80
KP—Pa	—10	—3,19	+6,81	—	—
	—11		+7,81	—	—
KP—Su	—8	—4,64	+3,36	—3,98	+4,02
KP—Pr	—6	—2,92	+3,08	—1,68	+4,32
Su—Pa	0	+1,45	+1,45	+3,43	+3,43
Su—Ti	+2	—2,17	—4,17	—4,57	—6,57
Su—Pr	0	+1,72	+1,72	+2,3	+2,30
Ti—Pr	—3	+3,89	+6,89	—	—
	+9		—5,11	+6,87	—2,13
Gr—Pa	+11	+11,76	+0,76	+12,18	+1,18
	+12		—0,24		+0,18
Gr—Ti	+18	+8,14	—9,86	—	—
Gr—KP	+8	+14,95	+6,95	—	—

Tablica 8

Przeszło	li	I wyrównanie		II wyrównanie	
		$x_n - x_m$	v_i	$x_n - x_m$	v_i
1	2	3	4	5	6
	γ	γ	γ	γ	γ
Ni—RS	— 7	— 3,72	+ 3,28	— 3,60	3,40
	— 2		— 1,72		— 1,60
Ni—Be	— 1	— 2,00	— 1,00	— 1,59	— 0,59
	+ 2		— 4,00		— 3,59
	— 8		+ 6,00		+ 6,41
	— 1		— 1,00		— 0,59
	+ 5		— 7,00		— 6,59
	— 2		0		+ 0,41
	— 1		— 1,00		— 0,59
	+ 1		— 3,00		— 2,59
Ni—Su	— 5	+ 0,79	+ 5,79	+ 1,87	— 6,87
	— 10		+ 10,79	—	—
Ni—Ti	— 10	— 10,67	— 0,67	— 8,53	+ 1,47
	— 6		— 4,67		— 2,53
Ni—Pa	— 1	— 2,15	— 1,15	— 1,85	— 0,85
	— 7		+ 4,85		+ 5,15
Ni—Pr	— 3	— 3,25	— 0,25	— 2,87	+ 0,13
	+ 2		— 5,25		— 4,87
	— 8		+ 4,75		+ 5,13
Ni—Gr	+ 8	+ 3,23	— 4,77	+ 3,43	— 4,57
RS—KP	0	+ 1,56	+ 1,56	+ 1,79	+ 1,79
Be—KP	+ 4	— 0,16	— 4,16	— 0,22	— 4,22
	— 3		+ 2,84		+ 2,78
	0		— 0,16		— 0,22
	— 2		+ 1,84		+ 1,78
Be—Ti	— 1	— 8,67	— 7,67	— 6,94	— 5,94
	— 5		— 3,67		— 1,94
KP—Pr	— 3	— 1,09	+ 1,91	+ 1,06	— 1,94
Su—Pa	— 4	— 2,94	+ 1,06	— 3,72	+ 0,28
Su—Ti	— 17	— 11,46	+ 5,54	— 10,40	+ 6,60
Su—Pr	— 14	— 4,04	+ 9,96	—	—
Ti—Pr	+ 18	+ 7,42	— 10,58	—	—
	+ 8		— 0,58	+ 5,66	— 2,34
Pa—Gr	+ 4	+ 5,38	+ 1,38	+ 5,28	+ 1,28
	+ 2		+ 3,38		+ 3,28

padkowym, to błąd pomiaru przesła powinien być nie większy niż $\pm 2,83^{\gamma}$ w H i $\pm 4,24^{\gamma}$ w Z . Otrzymane przez nas wartości błędów są odpowiednio o 30 i 25 procent większe.

Przegląd poprawek do obserwacji przesł (kolumna czwarta w tablicy 7 i 8) wskazuje na istnienie kilku obserwacji wyróżniających się wyraźnie większymi poprawkami. W związku z tym postanowiliśmy wykonać drugie wyrównanie, do którego nie weszły te obserwacje, które w pierwszym wyrównaniu otrzymały poprawki większe niż podwójny średni błąd przyjęty a priori, a więc takie, gdzie dla H $v_i > 5,7^{\gamma}$ a dla Z $v_i > 8,5^{\gamma}$.

W ten sposób z układu równań usunięto 6 wyznaczeń ΔH i 3 wyznaczenia ΔZ , po czym wyrównanie wykonano powtórnie.

W wyniku drugiego wyrównania otrzymano nowe wartości szukanych standardów (tab. 9), poprawki do obserwacji (kolumny 5 i 6 w tab. 7 i 8) oraz średni błąd pojedynczego wyznaczenia przesła, który dla H wyniósł

$$\mu_{\Delta Z} = \pm 2,64^{\gamma} \quad \text{a dla } Z \quad \mu_{\Delta Z} = \pm 4,13^{\gamma}.$$

Tablica 9

Obserwatorium	Standard H błąd śr.		Standard Z błąd śr.	
1. Niemegk	0,00 $^{\gamma}$	0 $^{\gamma}$	0,00 $^{\gamma}$	0 $^{\gamma}$
2. Belsk	- 0,38	$\pm 0,64$	+ 1,59	$\pm 1,10$
3. Pruhonice	+ 1,82	$\pm 0,93$	+ 2,87	$\pm 1,85$
4. Panagjuriste	+ 0,69	$\pm 0,83$	+ 1,85	$\pm 1,85$
5. Surlari	+ 4,12	$\pm 0,93$	- 1,87	$\pm 2,38$
6. Tihany	+ 8,69	$\pm 1,00$	+ 8,53	$\pm 1,69$
7. Grocka	+ 12,87	$\pm 1,18$	- 3,43	$\pm 2,38$
8. Krasna Pachra	+ 0,14	$\pm 0,76$	+ 1,81	$\pm 1,69$
9. Rude Skov	+ 2,43	+ 0,93	+ 3,60	$\pm 2,38$

Omówienie wyników i wnioski

Wyniki wyrównania różnic standardów magnetycznych obserwatoriów Europy środkowej i południowo-wschodniej wskazują, że w zasadzie standardy te nieznacznie od siebie odbiegają. Różnice między nimi są na ogół rzędu wielkości błędu ich wyznaczenia. Jedynie standardy węgierskiego obserwatorium Tihany i jugosłowiańskiego Grocka różnią się trochę bardziej od pozostałych. W Tihany standardy H i Z są większe o około $+8^{\gamma}$; w Grocka standard H o około $+12^{\gamma}$. Błędy wyznaczenia standardów H zawierają się w granicach od $\pm 0,6^{\gamma}$ do $\pm 1,2^{\gamma}$. Błędy wyznaczenia stan-

dardów Z — od $\pm 1,2^{\tau}$ do $\pm 2,5^{\tau}$. Przyczyną niższej dokładności określenia standardów Z , obok większego błędu pomiaru jest również mniejsza ilość obserwacji.

Z porównania wyników pierwszego i drugiego wyrównania widać, że odrzucenie 10% obserwacji, dla których poprawki przekroczyły dwukrotną wielkość błędu pomiaru przeszła, w nieznacznym tylko stopniu zmieniło wartości obliczonych standardów. W Tihany i Grocka standard H zmienił się o ok. $2,5^{\tau}$, w Panagjuriste ok. $1,5^{\tau}$, a w pozostałych — mniej niż o 1^{τ} . W Tihany standard Z zmienił się o ok. 2^{τ} , pozostałe standardy o mniej niż $0,5^{\tau}$.

Ustalanie różnic standardów w oparciu o sieć pomiarów nawiązujących ma poważną przewagę nad nawiązaniami pojedynczymi. Bowiem łączne opracowanie dużej liczby obserwacji znajdujących się w związku funkcyjnym pozwala na ściślejsze określenie ich dokładności, a także uzasadnione wyeliminowanie obserwacji obarczonych większymi błędami.

Wydaje się ze wszech miar słuszne okresowe badanie stałości standardów w naszych obserwatoriach drogą dokonywania co jakiś czas ich wzajemnych porównań za pomocą pomiarów nawiązujących. Akcją taką należałoby realizować w sposób skoordynowany, mając od razu na uwadze konieczność przeprowadzenia następnie wyrównania otrzymanych wyników. Pomiary takie należałoby wykonać w stosunkowo krótkim czasie, najlepiej przy wykorzystaniu transportu lotniczego i przy użyciu odpowiedniej liczby instrumentów, w skład których powinien wejść przynajmniej jeden magnetometr protonowy o dużym zakresie pomiarowym. Otrzymane dane stanowiłyby materiał do wyrównania standardu magnetycznego istniejącej sieci obserwatoriów magnetycznych z uwzględnieniem zmian jakie w niej zachodzą w ciągu dłuższego okresu czasu.

Wyrównanie metodą spostrzeżeń pośrednich

Wprowadźmy następujące oznaczenia:

- $X, Y, Z \dots$ interesujące nas niezależne wielkości, nie dające się zmierzyć w sposób bezpośredni;
- $\bar{x}, \bar{y}, \bar{z} \dots$ najprawdopodobniejsze wartości $X, Y, Z \dots$;
- $x_0, y_0, z_0 \dots$ przybliżone wartości $X, Y, Z \dots$;
- $L_1, L_2, L_3 \dots$ wielkości możliwe do zmierzenia, pozostające z wielkościami X, Y, Z w związkach funkcyjnych, dających się sprowadzić do postaci liniowej;
- $\bar{l}_1, \bar{l}_2, \bar{l}_3 \dots$ otrzymane z pomiaru wielkości $L_1, L_2, L_3 \dots$;

Dla znalezienia wartości niewiadomych spełniających warunki $[pvv] =$
 $=$ minimum należy zróżniczkować funkcję $F(xyz) = [pvv]$ względem po-

szczególnych zmiennych i przyrównać pochodne do zera:

$$\begin{aligned}\frac{\partial F}{\partial x} &= 2p_1v_1 \frac{\partial v_1}{\partial x} + 2p_2v_2 \frac{\partial v_2}{\partial x} + 2p_3v_3 \frac{\partial v_3}{\partial x} + \dots + 2p_nv_n \frac{\partial v_n}{\partial x} = 0; \\ \frac{\partial F}{\partial y} &= 2p_1v_1 \frac{\partial v_1}{\partial y} + 2p_2v_2 \frac{\partial v_2}{\partial y} + 2p_3v_3 \frac{\partial v_3}{\partial y} + \dots + 2p_nv_n \frac{\partial v_n}{\partial y} = 0; \quad (7) \\ \frac{\partial F}{\partial z} &= 2p_1v_1 \frac{\partial v_1}{\partial z} + 2p_2v_2 \frac{\partial v_2}{\partial z} + 2p_3v_3 \frac{\partial v_3}{\partial z} + \dots + 2p_nv_n \frac{\partial v_n}{\partial z} = 0. \\ &\dots \dots \dots\end{aligned}$$

Ponieważ z równań (6) wynika, że

$$\begin{aligned}\frac{\partial v_1}{\partial x} &= a_1; & \frac{\partial v_2}{\partial x} &= a_2; & \frac{\partial v_3}{\partial x} &= a_3 \dots x \frac{\partial v_n}{\partial x} = a_n; \\ \frac{\partial v_1}{\partial y} &= b_1; & \frac{\partial v_2}{\partial y} &= b_2; & \frac{\partial v_3}{\partial y} &= b_3 \dots x \frac{\partial v_n}{\partial y} = b_n; \\ &\dots \dots \dots\end{aligned}$$

równania (7) po podzieleniu przez 2 przyjmą postać:

$$\begin{aligned}p_1v_1a_1 + p_2v_2a_2 + p_3v_3a_3 + \dots + p_nv_na_n &= 0; \\ p_1v_1b_1 + p_2v_2b_2 + p_3v_3b_3 + \dots + p_nv_nb_n &= 0; \\ p_1v_1c_1 + p_2v_2c_2 + p_3v_3c_3 + \dots + p_nv_nc_n &= 0; \\ &\dots \dots \dots\end{aligned} \quad (8)$$

Wstawiając z równań (6) wartości na $v_1v_2v_3 \dots$ otrzymamy:

$$\begin{aligned}p_1a_1(a_1x + b_1y + c_1z + \dots + l_1) + p_2a_2(a_2x + b_2y + c_2z + \dots + l_2) + \dots &= 0; \\ p_1b_1(a_1x + b_1y + c_1z + \dots + l_1) + p_2b_2(a_2x + b_2y + c_2z + \dots + l_2) + \dots &= 0; \quad (9) \\ p_1c_1(a_1x + b_1y + c_1z + \dots + l_1) + p_2c_2(a_2x + b_2y + c_2z + \dots + l_2) + \dots &= 0. \\ &\dots \dots \dots\end{aligned}$$

wymnażając i porządkując otrzymamy:

$$\begin{aligned}[paa]x + [pab]y + [pac]z + \dots + [pal] &= 0; \\ [pab]x + [pbb]y + [pbc]z + \dots + [pbl] &= 0; \\ [pac]x + [pcb]y + [pcc]z + \dots + [pcl] &= 0; \\ &\dots \dots \dots\end{aligned} \quad (10)$$

Równania (10) nazywamy równaniami normalnymi niewiadomych. Ilość ich jest równa ilości niewiadomych. Układ ten da się zatem jednoznacznie rozwiązać przy zastosowaniu jednej ze znanych metod. Po podstawieniu znalezionych niewiadomych do równania (6) obliczyć łatwo można wielkości poprawek v_i .

LITERATURA

- [1] Bobrow W.N., Piolkainen T.P., Trafimow I.L.: O geomagnitnym standarcie CCCP — Geomagnetizm i Aeronomia, T. 1, Nr 6, 1967.
- [2] Kalinowska-Widomska E.: Wzajemna kontrola wartości baz otrzymanych z pomiarów absolutnych oraz półabsolutnych przeprowadzona w Obserwatorium w Świdrze. — Prace Obserwatorium Geofizycznego im. St. Kalinowskiego w Świdrze, Nr 18, 1961.
- [3] Krzemiński W., Uhrynowski A.: Comparative measurements of the values of the Z and H variometer bases of Świder and Krasna Pachra — Communication on IAGA Meeting, Helsinki, 1960.
- [4] Krzemiński W., Uhrynowski A.: Pomiaru porównawcze wartości baz wariometrów Z i H przeprowadzone pomiędzy obserwatoriami Świder i Krasna Pachra — Acta Geoph. Pol. Vol. IX, Nr 1/2, 1962.
- [5] Krzemiński W.: Einige Probleme der Magnetischen Aufnahme von Mitteleuropa — Referat, Konferencja MWG, Lipsk, 1964.
- [6] Krzemiński W., Uhrynowski A.: Über das Problem des einheitlichen Bezugsniveaus des Standartes für die Bearbeitung der magnetischen Karte von Südosteuropa. — Referat, konferencja MWG, Warszawa, 1965.
- [7] Krzemiński W., Uhrynowski A.: Ausgleich der Vergleichsmessungen zwecks Erlangung des einheitlichen Bezugsniveaus der magnetischen Observatorien in Mittel- und Südosteuropa. — Referat, konferencja KAPG, Budapest, 1966.
- [8] Krzemiński W., Uhrynowski A.: Urownienie standartow magnitnych obserwatorii w centralnoj i jugowastocznoj Jewropy — Referat, konferencja KAPG, Praga, 1968.
- [9] Małkowski Z.: Porównanie wskazań magnetometru BMZ-86 z bazami Obserwatoriów w Niemegk i w Świdrze. — Acta Geoph. Pol., Vol. V, Nr 3, 1957.
- [10] Małkowski Z.: Porównanie wskazań magnetometru BMZ-86 z bazami obserwatoriów w Rude Skov i w Świdrze. — Acta Geoph. Pol., Vol. VI, Nr 2, 1958.
- [11] Małkowski Z.: Pomiaru porównawcze przeprowadzone pomiędzy obserwatoriami Świder, Niemegk i Rude Skov za pomocą magnetometrów QHM 240, 241 i 242 — Acta Geoph., Vol. VI, Nr 3, 1958.
- [12] Mansurowa L.G.: Urowień geomagnitnawo standarta ZSRR — Geomagnetizm i Aeronomia, T. 1, Nr 2, 1961.
- [13] Mansurowa L.G.: Srawnienie magnitnych standartow niekatorych stran — Waprosy Ziemnowo Magnetizma, Trudy NIZMIRAN, T. 18, 1961.
- [14] Nestianu T., Stefles W.: Mesures magnetiques de liason entre l'observatoire de Krasna Pachra URSS et Niemegk — RDA — Revue Roumaine de Geophysique, T. 9, Nr 2, 1965.
- [15] Przybyszewski E.: Über das Magnetische Niveau der Landesobservatorien in den Jahren 1955—1962. Acta Geoph. Pol., Vol. X, Nr 2, 1962.
- [16] Przybyszewski E.: Poziomy składowej pionowej Z obserwatoriów magnetycznych w Polsce oraz ich nawiązanie z poziomami obserwatoriów zagranicznych w latach 1955 i 1962 — Acta Geoph. Pol., Vol. XI, Nr 3, 1963.
- [17] Przybyszewski E.: Poziomy składowych H i Z obserwatoriów w Świdrze, Belsku i Helu oraz ich nawiązania z obserwatoriami zagranicznymi w latach 1956—1965. — Acta Geoph. Pol., Vol. XIV, Nr 4, 1966.
- [18] Skorupa J.: Nawiązanie obserwatoriów magnetycznych w Świdrze, Pruhonicach i Hurbanowie w latach 1955 i 1957, dokonane przy użyciu magnetometrów QHM i BMZ. — Acta Geoph. Pol., Vol. VII, Nr 1, 1960.

- [19] *Szymański A.*: Pomiar porównawcze pomiędzy obserwatoriami polskimi a obserwatorium geomagnetycznym w Niemegk, przeprowadzone w dniach 16. IV.—2. V. 1963. *Acta Geoph. Pol.*, Vol. XII, Nr 1, 1964.
- [20] *Szymański A.*: Pomiar porównawcze pomiędzy obserwatoriami polskimi a obserwatorium geomagnetycznym w Niemegk, przeprowadzone w dniach 2 do 10. VI. 1964. — *Acta Geoph. Pol.*, Vol. XIII, Nr 1, 1965.
- [21] *Szymański A.*: Pomiar nawiązujące pomiędzy obserwatoriami polskimi a obserwatorium geomagnetycznym w Niemegk, przeprowadzone w dniach 19 do 26. XI. 1965. — *Acta Geoph. Pol.*, Vol. XV, Nr 3, 1967.
- [22] *Materiały i Prace. Nr 20. Zakład Geofizyki PAN. Results of geomagnetic observations. Belsk, 1967. Warszawa, 1968.*
- [23] *Materiały i prace. Nr 27. Zakład Geofizyki PAN. Results of geomagnetic observations. Belsk, 1968. Warszawa, 1969.*
- [24] *Riezultaty geomagnitnych, tieluriczeskich i jonosfiernych izmierienii — Czecho-słowackaja Akademia Nauk. Lata 1957—1961.*
- [25] *Roczniki Magnetyczne — Prace Obserwatorium Geofizycznego im. St. Kalinowskiego w Świdrze. Lata 1956—1967.*

Rękopis złożono w Redakcji w czerwcu 1969 r.

ВОЙЦЕХ КШЕМИНСКИ
АНДЖЕЙ УХРЫНОВСКИ

УРОВНИ МАГНИТНЫХ ОБСЕРВАТОРИЙ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ

Резюме

При сравнений магнитных съёмок приходится определять разности уровней (стандартов) обсерваторий к которым привязаны соответствующие съёмки. Величины этих разностей определяются с помощью связующих измерений проведенных между обсерваториями. В этой работе определено путём уравнивания результатов привязочных измерений величин разностей стандартов между следующими обсерваториями: Нимэгк, Бельск, Прухонице, Панагюриште, Сурляри, Тихани, Гроцка, Красная Пахра и Рудэ Сков. Таблица 1 содержит технические данные обсерваторий. Таблица 2 — изменения стандартов в годах 1956—1967. Таблица 3 — данные касающиеся привязочных измерений, переданных нам обсерваториями. В таблицах 4 и 5 дано сводку привязочных измерений.

Уравнивание проведено методом посредственных наблюдений. После отбрасывания измерений с поправками v превышающими величину H 5,66^г и Z 8,44 вычисление повторено.

Уравненные значения стандартов из двухкратных вычислений, а также их средние ошибки определения сведено в таблицах 6 и 9.

Значения поправок из двухкратных вычислений находятся в таблицах 7 и 8.

Принятый метод определения разностей стандартов характеризуется существенным преимуществом в сравнении с одиночными определениями. Необходимо в будущем вводить периодический контроль постоянства принятых стандартов путём специальных привязок.

WOJCIECH KRZEMIŃSKI
ANDRZEJ UHRYNOWSKI

THE STANDARDS OF MAGNETIC OBSERVATORIES IN EASTERN EUROPE

Summary

When comparing the separate magnetic surveys, it is necessary to define the differences of reference standards of the observatories which surveys referred to. The values of these differences are determined by means of the connection measurements between individual observatories.

The paper presents the values of differences of the standards obtained by adjustment of the results of connection measurements performed between following observatories: Niemegk, Belsk, Pruhonice, Panagjuriste, Surlari, Tihany, Grocka, Krasna Pachra, and Rude Skov. Table 1 gives technical data concerning the respective observatories. Table 2 show changes in the standards in period from 1956 to 1967. Table 3 brings data on connecting measurements forwarded by each of the observatories. Table 4 and 5 contain the results of connection measurements.

Adjustment was made by means of observational equations method. After eliminating the measurements in which the correction v exceeded $5,66^{\gamma}$ for H and $8,44$ for Z the calculation were repeated.

The adjusted values for each observatory obtained from both adjustments and their mean squar errors are listed in Tables 6 and 9. The values of the corrections obtained from both calculations are listed in Tables 7 and 8.

The method adopted by the authors for determination differences of standards is much superior to separate determinations. It seems advisable to introduce in future periodical controls of the stability of the adopted standards by means of special measurements.

SPIS TREŚCI

TADEUSZ WYRZYKOWSKI

Analiza dokładności polskiej sieci niwelacji precyzyjnej I klasy wzorami Vignala	3
--	---

ZOFIA MAJDANOWA

Badania geodezyjne polskich dalmierzy mikrofalowych typu Telemetr	47
---	----

WOJCIECH KRZEMIŃSKI

ANDRZEJ UHRYNOWSKI

Standardy obserwatoriów magnetycznych Europy wschodniej . . .	65
---	----

СОДЕРЖАНИЕ

ТАДЭУШ ВЫЖИКОВСКИ

Анализ точности польской прецизионной сети нивелирования 1 класса
по формулам Виньяля 3

ЗОФИЯ МАЙДАНОВА

Геодезические исследования польских радиодальномеров типа Теле-
метр 47

ВОЙЦЕХ КШЕМИНСКИ

АНДЖЕЙ УХРЫНОВСКИ

Уровни магнитных обсерваторий Восточной Европы 65

CONTENTS

TADEUSZ WYRZYKOWSKI

- Analysis of Accuracy of Polish Network of First-class Precision
Levelling made by Means of Vignal's Formulae 3

ZOFIA MAJDANOWA

- Geodetic Examinations of Polish-Made Microwave Measuring Equipment
type Telemetr 47

WOJCIECH KRZEMIŃSKI

ANDRZEJ UHRYNOWSKI

- The Standards of Magnetic Observatories in Eastern Europe . . . 65