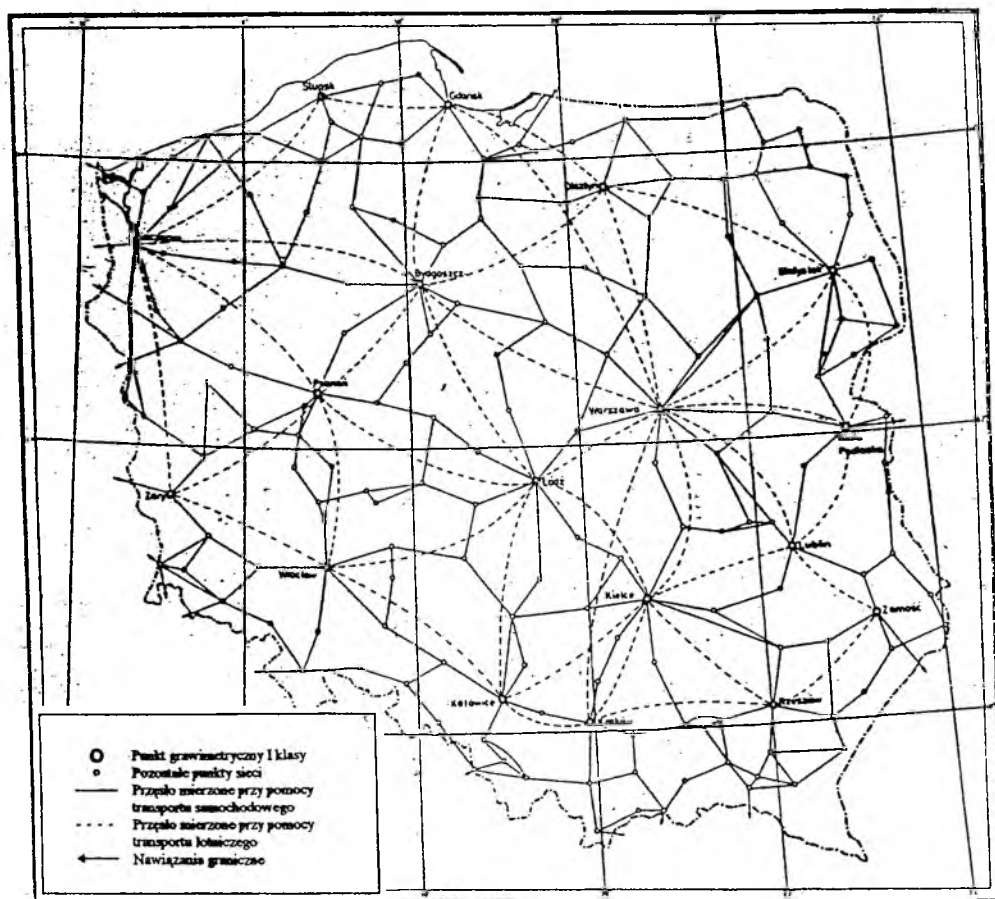


ANDRZEJ SAS

**ANALIZA PORÓWNAWCZA NOWEJ PODSTAWOWEJ  
OSNOWY GRAWIMETRYCZNEJ KRAJU (POGK 97)  
Z OSNOWĄ Z LAT 60.**

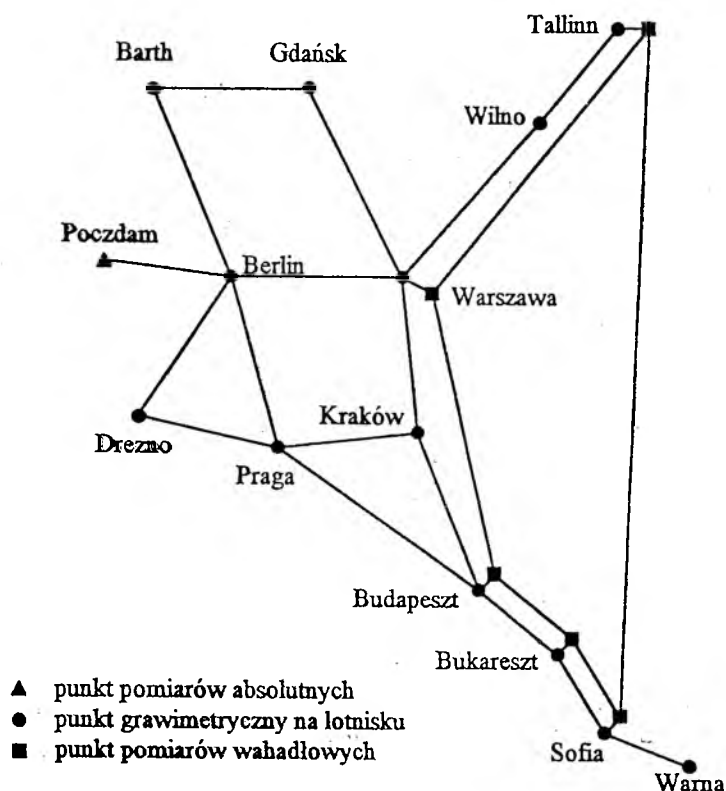
*ZARYS TREŚCI: Punkty podstawowej osnowy grawimetrycznej kraju, założone w latach 60. nie były stabilizowane trwałymi znakami. Tylko 18 punktów 1 klasy miało trwałą stabilizację. Zachowane punkty osnowy zostały, w sensie fizycznym, włączone do nowej osnowy, co pozwoliło na dokonanie ograniczonej z konieczności analizy porównawczej obydwu osnów.*

Podstawowa osnowa grawimetryczna Polski, założona na przełomie lat 50. i 60., składała się z 18 punktów klasy 1, 164 punktów klasy 2 oraz 122 tzw. punktów pośrednich klasy 2. Punkty klasy 1 były założone przez Instytut Geologiczny i zastabilizowane blokami betonowymi. Punkty klasy 2 nie były stabilizowane. Szkic przęseł tej sieci przedstawiony jest na rysunku 1. Pomiarы różnic przyspieszenia siły ciężkości na przęsłach sieci były wykonane przez Instytut Geologiczny oraz Przedsiębiorstwo Poszukiwań Geofizycznych grawimetrem Askania Gs-11. W roku 1962 do prac pomiarowych włączył się Instytut Geodezji i Kartografii również z grawimetrem Askania Gs-11. Skala tej sieci była wyznaczona na podstawie pomiarów wahadłowych wykonanych przez zespół Politechniki Warszawskiej oraz poprzez cechowanie grawimetrów Askania na przęsłach trójkąta Warszawa, Praga, Budapeszt. Tak pomierzona sieć grawimetryczna kraju była wyrównana w Instytucie Geodezji i Kartografii w 1964 r. przy przyjęciu za wartości wyjściowe przyspieszenia siły ciężkości punktów pomiarów międzynarodowych z 1958 r.: Warszawa, Poczdam, Praga.



Rys.1. Podstawowa sieć grawimetryczna z 1964 r.

W roku 1968 został założony Międzynarodowy Poligon Grawimetryczny rozciągający się od Tallina do Sofii. Do poligonu tego weszły 3 punkty w Polsce: Gdańsk, Warszawa, Kraków. Szkic tego poligonu przedstawiony jest na rysunku 2. Poligon miał zapewniać jednolitość skali grawimetrycznej we wszystkich europejskich b. krajach socjalistycznych, miał również spełniać rolę międzynarodowej sieci grawimetrycznej o wysokiej dokładności. Pomiary przepięć tego poligonu przeprowadziły zespoły międzynarodowe przy użyciu ok. 20 grawimetrów Askania Gs-12, GAG i Sharpe oraz aparatury wahadłowej. W pomiarach wykorzystywany był transport lotniczy. Wartości przyspieszenia siły ciężkości ( $g$ ) trzech punktów polskich (Gdańsk, Warszawa, Kraków) zostały wyznaczone, w wyniku wyrównania Międzynarodowego Poligonu Grawimetrycznego, ze średnim błędem  $\pm 0,02$  mGal w stosunku do punktu absolutnego w Poczdamie.



Rys. 2. Międzynarodowy Poligon Grawimetryczny (1968 r.)

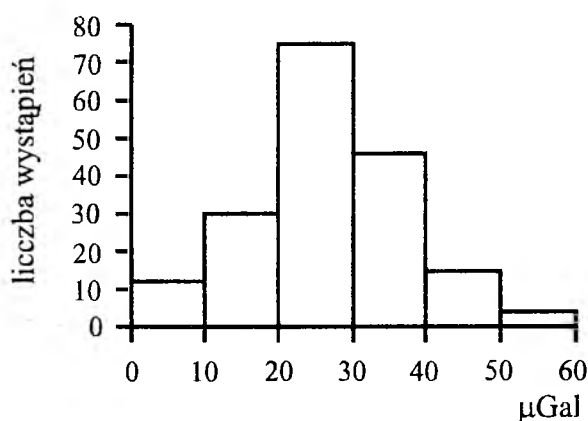
W latach 1968-1969 została założona krajowa baza grawimetryczna składająca się z 23 przęseł i przebiegająca od Gdańska przez Warszawę i Kraków do Kuźnic. Spełniała ona rolę komparatora polowego jednostki przyspieszenia siły ciężkości. Ostateczne wartości  $\Delta g$  na przęsełach tej bazy zostały obliczone na podstawie 3 punktów Międzynarodowego Poligonu Grawimetrycznego w kraju.

W roku 1971 przyjęto w Polsce grawimetryczny System 1971 jako obowiązujący we wszystkich pracach grawimetrycznych dla potrzeb geodezji. W związku z tym Instytut Geodezji i Kartografii przystąpił do opracowania istniejącej podstawowej sieci grawimetrycznej w nowym Systemie 1971. Do tego celu wykorzystano dane Międzynarodowego Poligonu Grawimetrycznego z 1968 r. oraz dane założonej w kraju bazy grawimetrycznej. W rezultacie szczegółowej analizy porównawczej skali Międzynarodowego Poligonu Grawimetrycznego i bazy z danymi dotychczasowej podstawowej sieci z 1964 r. stwierdzono, że aby doprowadzić skalę sieci z 1964 r. do skali w Systemie 1971 należy zastosować następujący wzór:

$$K_{S.1971} = K_{S.1964} (1 - 3,8 \cdot 10^{-4})$$

Wszystkie pomierzone wartości  $\Delta g$  pręseł podstawowej sieci grawimetrycznej zostały zredukowane zgodnie z powyższym wzorem.

W roku 1973 Instytut Geodezji i Kartografii przystąpił do wyrównania podstawowej osnowy grawimetrycznej w Systemie 1971. Jako wyjściowe i bezbłędne przyjęto wartości  $g$  pięciu punktów Międzynarodowego Poligonu Grawimetrycznego: Gdańsk, Warszawa, Kraków, Poczdam i Praga oraz 10 punktów krajowej bazy grawimetrycznej. Uzyskane błędy wartości przyspieszenia siły ciężkości na punktach sieci po wyrównaniu przedstawione są za pomocą histogramu na rysunku 3.



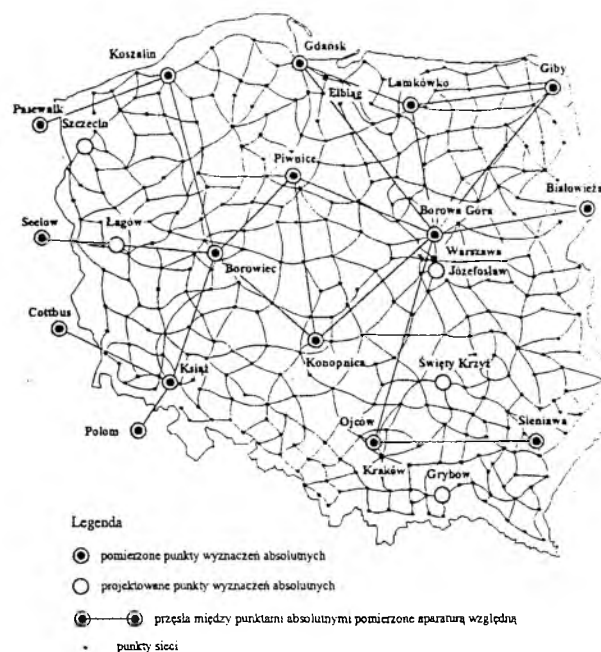
Rys. 3. Histogram błędów wartości  $g$  na punktach sieci po wyrównaniu (1973 r)

Udostępnienie technik satelitarnych cywilnym służbom geodezyjnym spowodowało szybko wzrastające zapotrzebowanie na coraz to dokładniejsze dane grawimetryczne, wyrażone w jednorodnym systemie międzynarodowym opartym na absolutnych pomiarach przyspieszenia siły ciężkości i gwarantującym jednakowy poziom grawimetryczny i jednakową skalę grawimetryczną.

Polska podstawowa osnowa grawimetryczna, założona w latach 60., nie mogła już zaspokoić rosnących wymagań stawianych współczesnym osnowom przez użytkowników. Brak trwałej stabilizacji punktów osnowy (tylko 18 punktów klasy 1 było zastabilizowanych) powodował, że po przeszło 20 latach nie możliwe było powtórzenie pomiarów ani też zagęszczenie osnowy. Brak odpowiedniej liczby punktów absolutnych reprezentujących międzynarodowy poziom grawimetryczny, brak bazy kalibracyjnej reprezentującej aktualnie międzynarodową skalę grawimetryczną i wreszcie brak wymaganej obecnie dokładności wyznaczenia wartości  $g$  na punktach osnowy to główne niedostatki tej osnowy. Niezbędna stała się modernizacja, która - wobec braku stabilizacji punktów - oznaczała założenie osnowy od nowa.

W latach 80. podjęto prace nad projektem modernizacji. Po wielu trudnościach, dopiero w 1994 r. udało się przystąpić do prac nad tą modernizacją, która zakończona została w roku 1997.

Przedstawiona na rysunku 4 zmodernizowana podstawowa osnowa grawimetryczna kraju, pomierzona w latach 1994-97, wyrównana została w 1998 r. w oparciu o 6 punktów absolutnych (Koszalin, Borowiec, Książ, Gdańsk, Borowa Góra, Ojców) przyjętych jako bezbłędne. Należy zaznaczyć, że wartości przyspieszenia siły ciężkości na tych punktach określone są w międzynarodowym systemie IGSN-71. Uzyskane błędy wartości przyspieszenia siły ciężkości punktów osnowy po wyrównaniu można skomentować w następujący sposób: 90% błędów wartości  $g$  nie przekracza  $0,010 \text{ mGal}$ , a błąd maksymalny wynosi  $0,014 \text{ mGal}$ . Należy więc uznać, że wysoka dokładność pomiarów względnych, wybór punktów absolutnych pod względem ich lokalizacji oraz dokładność pomiarów absolutnych przyczyniły się do tego, że zmodernizowana osnowa grawimetryczna kraju jakością standardom dorównuje sieci europejskich.



Rys. 4. Nowa podstawowa osnowa grawimetryczna kraju

Tylko 11 zastabilizowanych punktów sieci z 1964 r. można było włączyć do nowej, zmodernizowanej osnowy grawimetrycznej kraju. Umożliwiło to porównanie wartości przyspieszenia siły ciężkości osnowy zmodernizowanej, opracowanej w systemie IGSN-71, z wartościami  $g$  sieci dotychczasowej, opracowanej w poczdamskim Systemie 1971. Zestawienie różnic  $\delta$  tych wartości przedstawiono w tablicy 1.

W wyniku przeskalowania sieci z 1964 r. do nowego systemu IGSN-71 otrzymano zmianę skali wyrażoną współczynnikiem  $\lambda=1,000231\pm 0,000070$  oraz zmianę wartości odniesienia (tzw. poziomu grawimetrycznego) o wartość  $-0,011 \pm 0,006$  mGal. Zmiana wartości odniesienia wynika zarówno z błędów pomiarowych, jak i z różnic systemu poczdamskiego i systemu IGSN-71. Zmiana skali jest także znaczna. Składa się na nią zapewne niższa dokładność sieci z lat 60. oraz zmiany przyspieszenia siły ciężkości w czasie (warunki wodne, zmiany w układzie mas gruntowych, przesunięcia znaków grawimetrycznych).

Tablica 1

L. p.	Numer i nazwa punktu	$g_{IGSN71}$ [mGal]	$g_{S,1971}$ [mGal]	$\delta$ [mGal]
1	14 Elbląg	981 417,397	981 417,402	-0,005
2	33 Szczecin	981 358,490	981 358,576	-0,086
3	74 Ostróda	981 368,286	981 368,294	-0,008
4	80 Olsztyn	981 379,249	981 379,284	-0,035
5	153 Warszawa	981 222,535	981 222,570	-0,035
6	160 Wyszaków	981 262,033	981 262,017	0,016
7	191 Wrocław	981 157,168	981 157,184	-0,016
8	206 Łódź	981 148,546	981 148,582	-0,036
9	229 Lublin	981 138,075	981 138,048	0,027
10	278 Kraków	981 037,458	981 037,510	-0,052
11	307 Zamość	981 048,575	981 048,605	-0,030

Zakończenie prac nad modernizacją podstawowej osnowy grawimetrycznej kraju pozwala na dokonanie wstępnej oceny nowej osnowy na tle osnowy poprzedniej.

- Przede wszystkim należy podkreślić niezmiernie istotną cechę nowej osnowy, jaką jest zastabilizowanie wszystkich punktów. Umożliwia to wielokrotne wykonywanie pomiarów na punktach osnowy, zarówno w celach kontrolnych, jak i przy dowiązywaniu osnowy zagęszczającej, co ma szczególne znaczenie dla prac geodezyjnych oraz geofizycznych prac poszukiwawczych.
- Nowa osnowa liczy więcej punktów od osnowy poprzedniej, przy czym są one znacznie bardziej równomiernie rozmieszczone na terytorium kraju. Oznacza to skrócenie odległości pomiędzy sąsiednimi punktami osnowy, co przy pomiarach dowiązujących nie jest bez znaczenia.
- W skład nowej osnowy wchodzi 17 punktów absolutnych, z których na 12 wykonano pomiary grawimetrami balistycznymi. Wyniki pomiarów na 6 punktach absolutnych - Gdańsk, Borowa Góra, Ojców, Koszalin, Borowiec, Książ - zostały sprawdzone bezpośrednimi pomiarami względnymi przy użyciu czterech grawimetrów LaCoste & Romberg. Punkty te, reprezentujące

grawimetryczny system IGSN 71, posłużyły jako punkty dowiązania przy wyrównaniu osnowy.

- Wyżej wymienione punkty absolutne stanowią także oparcie dla dwóch baz kalibracyjnych - wschodniej i zachodniej, które definiują grawimetryczną skalę nowej osnowy w systemie IGSN 71.

- Przede wszystkim zaś należy podkreślić uzyskanie bardzo wysokiej dokładności wyznaczonych wartości przyspieszenia siły ciężkości na wszystkich punktach osnowy, co pozwala na zaniechanie podziału osnowy na klasy według dokładności wyznaczonych wartości  $g$ , co miało miejsce w osnowie poprzedniej. Średnie błędy wartości  $g$  po wyrównaniu na 90% punktów nie przekraczają 0,010 mGal. Maksymalny błąd średni nie przekracza 0,014 mGal. Takie dokładności stawiają polską osnowę podstawową w rzędzie europejskich osnów grawimetrycznych wysokiej klasy.

*Recenzował: prof. dr hab. inż. Andrzej Sas-Uhrynowski*

*ANDRZEJ SAS*

COMPARATIVE ANALYSIS OF NEW BASIC GRAVIMETRIC  
FRAMEWORK OF POLAND (POGK 97)  
WITH FRAMEWORK FROM SIXTIES

S u m m a r y

Basic gravimetric framework of Poland, established in fifties and sixties, consisted of points of first and second order. 18 points of first order were stabilised, while the remaining points were not stabilised. The network measured at the beginning of sixties was adjusted in 1964 to three international points: Warszawa, Poczdam and Praga.

In 1971 new obligatory system for all gravimetric works, called System 1971, was accepted. Consequently, the Institute of Geodesy and Cartography started to recalculate the existing gravimetric network to this system. The existing network was adjusted to 5 international points: Gdansk, Warszawa, Krakow, Poczdam, Praga and to 10 points of gravimetric base. Old points of gravimetric network, having permanent stabilisation, were included into new framework. In consequence, it resulted in limited comparative analysis of both networks.

Translation: Zbigniew Bochenek

АНДЖЕЙ САС

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НОВОЙ  
ГРАВИМЕТРИЧЕСКОЙ ОСНОВЫ СТРАНЫ /РОГК 97/  
С ОСНОВОЙ 60. ГОДОВ

Резюме

Основная гравиметрическая сеть Польши, созданная на рубеже 50. и 60. годов, состояла из пунктов 1 класса и 2 класса. Пункты 1 класса в количестве 18 были закреплены. Остальные пункты сети не были стабилизированы. Измеренная в начале 60. годов сеть была уравнена 1964 г. с привязкой к трём международным пунктам: Варшава, Потсдам, Прага.

В 1971 году была принята в Польше гравиметрическая система 1971, как обязывающая во всех гравиметрических работах. В связи с этим Институт геодезии и картографии приступил к разработке существующей гравиметрической основы в этой системе. Существующая сеть была повторно уравнена с привязкой к 5 международным пунктам: Гданьск, Варшава, Краков, Потсдам, Прага и 10 пунктам гравиметрического базиса. Сохранившиеся до сих пор пункты гравиметрической сети, имеющие прочное закрепление, были включены в новую основу. Это разрешило провести, ограниченный по необходимости, сравнительный анализ этих двух сетей.

Перевод: Ружа Толстикова