

## Baza grawimetryczna Gdańsk - Kasprowy Wierch

Pomiary podstawowych sieci grawimetrycznych, jak również regionalnych i szczegółowych, przeprowadzane są obecnie z reguły precyzyjnymi grawimetrami. W związku ze wzrostem wymagań i potrzeb dotyczących dokładności istotnym zagadnieniem jest uzyskanie ostatecznych wyników pomiaru precyzyjnymi grawimetrami w jednolitych jednostkach, zgodnych z fizycznymi jednostkami przyspieszenia siły ciężkości (tj. w jednostkach  $\text{gal} = \text{cm sek}^{-2}$ ). Zagadnienie to jest szczególnie ważne dla podstawowych sieci stanowiących osnowę wszelkiego rodzaju regionalnych i szczegółowych pomiarów grawimetrycznych, wykonywanych zarówno dla potrzeb geodezyjnych, jak i geologiczno-poszukiwawczych. Przy pomiarach dużych sieci grawimetrycznych krajowych, międzynarodowych i kontynentalnych występują wyznaczenia dużych wartości różnic przyspieszenia siły ciężkości  $\Delta g$ . Obliczenie dużych różnic  $\Delta g$  w oparciu jedynie o określone z danych konstrukcyjnych stałe grawimetrów może spowodować duży błąd systematyczny i znaczną różnicę w stosunku do rzeczywistej wartości w miligalach. Występują tu zarówno błędy wyznaczenia z danych konstrukcyjnych stałych grawimetrów, zmiany tych stałych w czasie, zmiany czułości, nieregularność i nieliniowość skali grawimetrów.

Błędy te i ich wpływ w różnych typach grawimetrów kształtują się różnorodnie. Wyniki natomiast pomiarów różnymi typami grawimetrów powinny być zgodne ze sobą.

Zagadnienia związane z zapewnieniem uzyskania z pomiarów grawimetrami różnic przyspieszenia siły ciężkości  $\Delta g$  z odpowiednią dokładnością, w jednolitych jednostkach zgodnych z jednostkami gala, zarówno w odniesieniu do pojedynczych pomiarów jak i dużych sieci grawimetrycznych, zwykle nazywamy cechowaniem grawimetrów (w literaturze zagranicznej przyjęta jest terminologia: „etalonage de gravimètres”, „etałoniowanie grawimetrow”, „Gravimeteereichung”, „calibration”).

Zagadnienie cechowania grawimetrów wiąże się ściśle z wyznaczeniem różnic  $\Delta g$  innymi instrumentami (np. opartymi na zasadzie dynamicznej) i porównywania z wynikami pomiarów grawimetrami.

Takimi wyznaczeniami są przede wszystkim pomiary aparatami wahadłowymi. Rolę pomiarów wahadłowych w jednolitej światowej sieci grawimetrycznej przedstawił P. Lejay [6].

Nowoczesne aparaty wahadłowe pozwalają uzyskać maksymalnie dokładność wyznaczenia  $\Delta g$  rzędu 0,2 — 0,3 mgal, natomiast najnowsze precyzyjne grawimetry nominalną dokładność 0,01 — 0,04 mgal. Problem wzajemnego wykorzystania pomiarów wahadłowych i grawimetrycznych przy stworzeniu jednolitej sieci jest częścią składową ogólnego zagadnienia cechowania grawimetrów.

Jednostka przyspieszenia siły ciężkości tj. gal (lub miligal =  $1 \cdot 10^{-3}$  gal) nie jest zmaterializowana w postaci wzorca jak np. wzorzec metra. Zapewnienie aby jednostki uzyskane z pomiarów grawimetrycznych były jednostkami przyspieszenia siły ciężkości (w systemie cgs) należy do ogólnych zagadnień cechowania grawimetrów.

Cechowanie grawimetrów przeprowadza się różnymi metodami. Można je podzielić na: laboratoryjną, powierzchniową oraz metodę wykorzystania baz grawimetrycznych.

Laboratoryjne cechowanie zostało zastosowane w Instytucie Geofizycznym Akademii Nauk ZSRR do grawimetrów kwarcowych [1]. Na specjalnie skonstruowanym komparatorze kątowym cechowane są grawimetry Nörngaarda, SN-3 oraz nowy grawimetr GAE-2. Cechowanie tych grawimetrów na komparatorze laboratoryjnym zapewnia dokładność  $1 \cdot 10^{-4}$  (tj. 0,1 mgal na 1000 mgal) [5].

Kontrolne cechowanie grawimetrów dla małego zakresu pomiarowego umożliwiające jest w niektórych typach grawimetrów przez wbudowanie w grawimetr urządzenia w postaci dodatkowych mas komparacyjnych (np. w nowych typach grawimetrów firmy Askania [13]).

Cechowanie grawimetrów metodą powierzchniową opiera się na wzajemnym dopasowaniu podstawowych sieci grawimetrycznych (krajowych, międzynarodowych, kontynentalnych) i sieci punktów wahadłowych. Cechowanie na tej drodze przeprowadzane bywa różnymi sposobami. J. Martin [7] przeprowadzał cechowanie na podstawie porównania całego szeregu wyznaczeń  $\Delta g$  w Europie aparatami wahadłowymi i grawimetrami. Metoda ta nazywana jest metodą sumowania. C. Morelli [9] do cechowania grawimetrów na sieci zachodnio europejskiej stosował inną tzw. liniową metodę. M. Kneissl [13] uważa za najwłaściwszą metodę cechowania dla dużych sieci tzw. metodę powierzchniową, tj. dopasowane sieci grawimetrycznej do nowoczesnej sieci punktów wahadłowych i zastosowanie rachunku wyrównawczego przy założeniu, iż suma kwadratów różnic między wynikami pomiarów grawimetrami i wahadłami powinna być minimum.

W wyniku cechowania grawimetrów tą metodą dla potrzeb dużej sieci można po odpowiednim wyrównaniu uzyskać jednolitą podstawową sieć grawimetryczną (np. sieć międzynarodową). Oczywiście jednostki tej sieci

możemy uważać za tymczasowe (tzw. „tymczasowy miligal”). Dopiero powiązanie wszystkich sieci międzynarodowych w jednolitą grawimetryczną sieć światową stworzyłoby jednolitą jednostkę (tzw. „międzynarodowy miligal”).

Metoda cechowania przy wykorzystaniu baz grawimetrycznych polega na sprawdzaniu i wzajemnym uzgadnianiu jednostek grawimetrów między punktami o znanej wartości  $\Delta g$ .

Do cechowania grawimetrów mogą więc służyć wyznaczone z wyrównania dużej sieci międzynarodowej (po uwzględnieniu metody powierzchniowej) różnice  $\Delta g$  między poszczególnymi punktami sieci. Komparowanie i sprawdzanie grawimetrów na tak powstałych bazach zapewni wycechowanie w jednostkach całej sieci grawimetrycznej (tj. w jednostkach tzw. „tymczasowego miligala”).

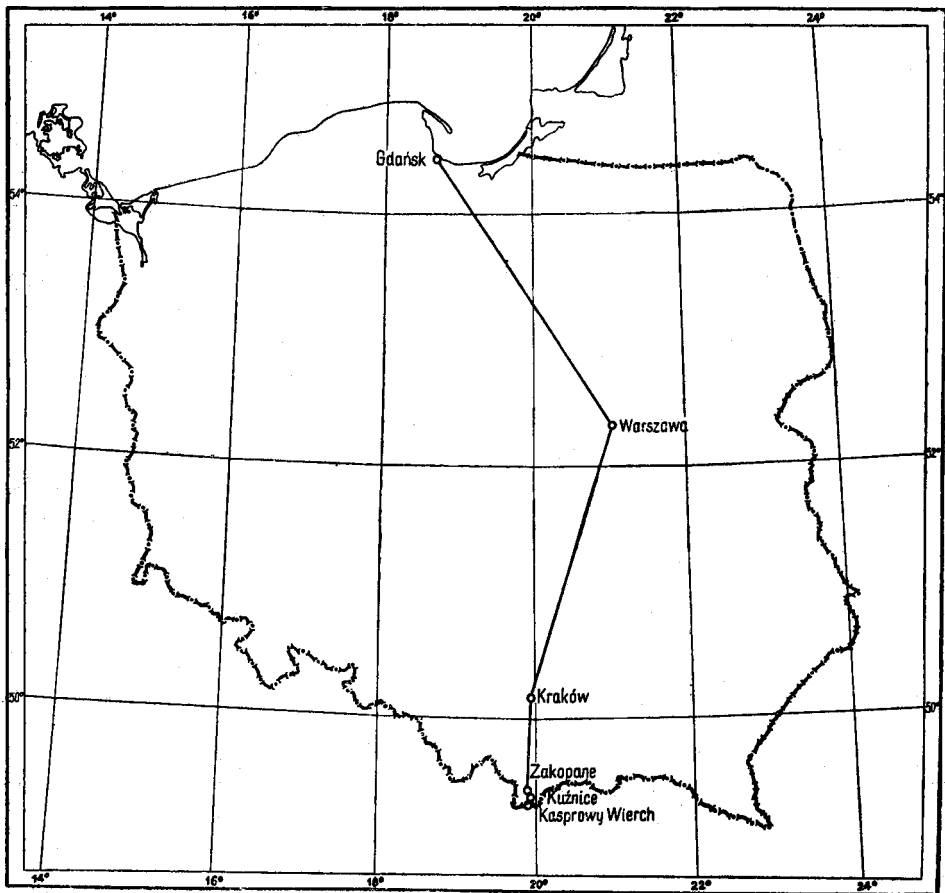
Bazy do cechowania grawimetrów muszą charakteryzować się dużą różnicą przyspieszenia siły ciężkości końcowych punktów bazy. Mogą być bazy zakładane w kierunku południkowym wykorzystujące dużą różnicę szerokości geograficznych punktów końcowych bazy, a więc o dużej różnicy  $\Delta g$ . Bazy wysokościowe wykorzystują dużą różnicę wysokości między punktami. Takie bazy zakładane są w rejonie górskim. Wartość  $\Delta g$  bazy grawimetrycznej powinna być wyznaczona z wielokrotnych pomiarów nowoczesną aparaturą wahadłową i grawimetrami precyzyjnymi różnych typów. Punkty końcowe bazy wybrać należy w terenie asejsmicznym oraz o małych różnicach składowej pionowej ziemskiego pola magnetycznego. Transport grawimetrów na bazie podczas sprawdzania i cechowania powinien być analogiczny do transportu stosowanego przy pomiarach sieci. Dotyczy to przede wszystkim baz zakładanych w kierunku południkowym. Bazy grawimetryczne — ze względu na swoje położenie i przeznaczenie — mogą mieć charakter baz krajowych lub międzynarodowych.

Baza grawimetryczna wysokościowa założona została przez Podczdamski Instytut Geodezyjny między punktami Garmisch-Zugspitze (około 530 mgal) [10]. Cechowanie grawimetrów podczas realizacji sieci grawimetrycznej Czechosłowacji odbywało się przede wszystkim na założonej bazie wysokościowej „Jested” [11]. Dla sprawdzenia cechowanych laboratoryjnie w ZSRR grawimetrów SN-3 wykorzystana była baza Moskwa-Połtawa [5], a dla grawimetrów typu GAE-2 baza Nowosybirsk — Garm [1]. J. Martin założył we Francji bazę grawimetryczną Paryż — Tuluza [8].

Na posiedzeniu Międzynarodowej Komisji Grawimetrycznej w 1953 r. [2] oraz na X Zjeździe Międzynarodowej Unii Geodezyjno-Geofizycznej w Rzymie [14] postanowiono założyć europejskie międzynarodowe bazy do cechowania grawimetrów. Zgodnie z tymi zaleceniami założona została główna baza grawimetryczna Hamerfest — Bodö — Oslo — Kopenhaga — Harzburg — Monachium — Rzym i równoległe bazy Edinburg — Teddington — Paryż — Bagnères de Bigorre, oraz przeprowadzono nawiązania

grawimetryczne pomiędzy poszczególnymi punktami obu baz [3]. Przechodząca przez teren Niemiec część głównej bazy grawimetrycznej została podzielona na mniejsze odcinki (około 20 km) w celu umożliwienia cechowania grawimetrów o małym zakresie pomiarowym [4].

W związku z rozwojem prac grawimetrycznych w Polsce, zaprojektowana została przez Instytut Geodezji i Kartografii i założona w 1956 roku baza grawimetryczna: Gdańsk — Warszawa — Kraków — Zakopane — Kuźnice — Kasprowy Wierch (rys. 9). Zaprojektowana baza przebiega w kierunku zbliżonym do południkowego. Różnica szerokości geograficznych punktów końcowych bazy wynosi około  $5^\circ$ , różnica wysokości około 2000 m. Cała baza charakteryzuje się różnicą przyśpieszenia siły ciężkości  $\Delta g$ , wynosząca przeszło 900 mgal.



Rys. 9

Baza ta może być wykorzystana do cechowania grawimetrów zarówno na poszczególnych odcinkach, jak i na całej bazie. Tymczasową wartość  $\Delta g$  bazy i jej odcinków postanowiono oprzeć na odpowiednich po-

miarach aparaturą wahadłową. Po włączeniu w przyszłości punktów bazy do ogólnej sieci międzynarodowej, można będzie odpowiednio przeliczyć wartości  $\Delta g$  bazy do jednostek miligala całej sieci międzynarodowej.

Dla umożliwienia wykonania pomiarów we wszystkich w/w sześciu miejscowościach, założone zostały odpowiednie punkty wahadłowe i punkty grawimetryczne.

Punkty grawimetryczne, zastabilizowane płytą betonową, założone zostały w pobliżu budynków, w których zaprojektowano punkty wahadłowe. Punkty grawimetryczne wybrano w ten sposób, aby umożliwić wjazd samochodem nad płytę stabilizacyjną i przeprowadzenie pomiaru grawimetrem bez jego wynoszenia z samochodu.

W Gdańsku, Warszawie i Krakowie zaprojektowane zostały pomiarowe punkty grawimetryczne na lotnisku.

Cechowanie grawimetrów powinno odbywać się przy użyciu analogicznych środków transportu jak podczas pomiarów. Biorąc pod uwagę różne środki transportu, jakie mogą być użyte podczas cechowania grawimetrów, całą bazę grawimetryczną Gdańsk — Kasprowy Wierch można podzielić zasadniczo na trzy części.

Pierwsza część bazy Gdańsk — Warszawa — Kraków ( $\Delta g$  około 400 mgal) umożliwiała przewożenie cechowanych grawimetrów samolotem. W tym przypadku podczas cechowania grawimetrów wykorzystane będą do pomiaru punkty grawimetryczne na lotniskach.

Punkt na lotnisku, punkt wahadłowy oraz punkt grawimetryczny (tj. wyżej opisany punkt położony na zewnątrz budynku, w którym znajduje się punkt wahadłowy) stanowią trójkąt grawimetryczny. Wartości  $\Delta g$  boków tych trójkątów zostaną pomierzone precyzyjnymi grawimetrami różnych typów i w ten sposób uzyskane zostaną wartości  $g$  punktów na lotnisku. W oparciu o tak uzyskane wartości różnic przyspieszenia siły ciężkości mogą być cechowane grawimetry przewożone samolotami.

Oczywiście między punktami Gdańsk — Warszawa i Warszawa — Kraków można założyć na szosie pośrednie punkty grawimetryczne i w ten sposób, przy zastosowaniu odpowiedniej metody pomiarowej, użyć samochodu do przewożenia grawimetrów.

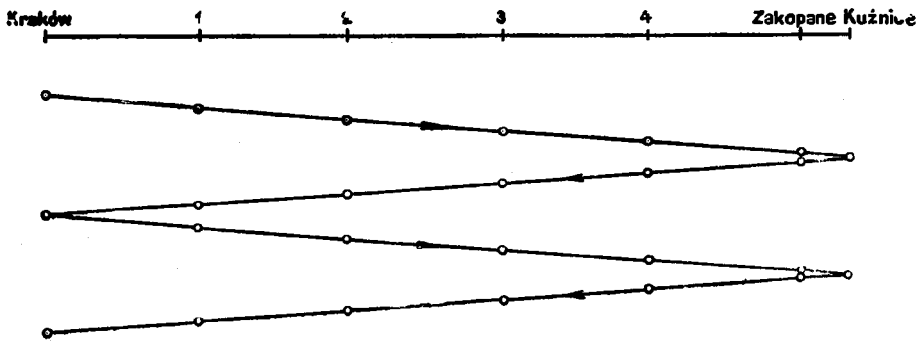
Druga część bazy, Kraków — Zakopane — Kuźnice ( $\Delta g$  około 290 mgal,  $\Delta h \approx 750$  m, odległość około 108 km) jest przeznaczona do transportu samochodem cechowanych grawimetrów.

Zastabilizowane płytą betonową punkty grawimetryczne w Krakowie (przed budynkiem Obserwatorium Astronomicznego U. J.), Zakopanem (przed wejściem do Muzeum Tatrzańskiego) i w Kuźnicach (przy budynku Prewentorium) pozwalają na przeprowadzenie na tych punktach pomiaru grawimetrem bez jego wynoszenia z samochodu (wjechanie samochodem nad płytę i opuszczenie statywu grawimetru przez odpowiedni otwór w podwoziu samochodu na płytę stabilizacyjną). Przyspieszy to znacznie czas trwania pomiaru.

Na szosie pomiędzy Krakowem i Zakopanem zaprojektowane zostały 4 pośrednie punkty grawimetryczne (w odległościach około 20 km) w ten sposób, iż umożliwiają pomiar na nich bez wnoszenia grawimetru z samochodu. Przy cechowaniu grawimetrów pomiędzy Krakowem, Zakopanem i Kuźnicami można zastosować metodę pomiaru punktów pośrednich, tj. analogiczną do stosowanej w Niemieckiej Republice Demokratycznej dla podstawowej sieci grawimetrycznej.

Biorąc pod uwagę dobrą nawierzchnię szosy Kraków — Kuźnice oraz przeprowadzenie pomiaru bezpośrednio z samochodu, można przewidzieć w ciągu jednego dnia pracy trzy lub czterokrotny przejazd samochodem tej trasy, przeprowadzając pomiar wszystkich punktów pośrednich i końcowych.

Proponowany cykl pomiarowy podczas cechowania grawimetrów na tej części bazy przedstawiony jest na rys. 10.



Rys. 10

W 1956 roku przeprowadzone zostało przez Instytut Geodezji i Kartografii prowizoryczne nawiązanie punktów grawimetrycznych do punktów wahadłowych w Krakowie, Zakopanem i Kuźnicach. Planowane jest w najbliższym okresie czasu wykonanie tych nawiązań precyzyjnymi grawimetrami.

Trzecia część bazy, tj. Kuźnice — Kasprowy Wierch ( $\Delta g \approx 210$  mgal,  $\Delta h \approx 900$  m) jest typową bazą wysokościową. Przewóz grawimetrów na niej możliwy jest jedynie kolejką linową. Punktami pomiarowymi dla cechowanych grawimetrów są punkty na stacjach kolejki linowej. Pośrednim pomiarowym punktem grawimetrycznym jest punkt na przesiadkowej stacji kolejki linowej w Myślenickich Turniach. Należy zaznaczyć, iż punkty grawimetryczne na stacjach kolejki linowej Kuźnice — Myślenickie Turnie i Kasprowy Wierch wybrane zostały w punktach wykorzystywanych dotychczas przez Instytut Geologiczny do wzajemnego porównywania grawimetrów na odcinku Kuźnice — Kasprowy Wierch.

Punkty grawimetryczne na stacjach kolejki linowej przewiduje się dokładnie nawiązać precyzyjnymi grawimetrami różnych typów do punktów wahadłowych w Kuźnicach i na Kasprowym Wierchu.

Na marginesie warto zaznaczyć, iż przy cechowaniu na dużej bazie wysokościowej (jak w naszym wypadku Kuźnice — Kasprowy Wierch) dla niektórych typów grawimetrów może wystąpić znaczny błąd ze względu na różnicę ciśnienia (tzw. wpływ ciśnieniowy).

W celu wyznaczenia różnic przyspieszenia siły ciężkości pomiędzy sześcioma założonymi punktami wahadłowymi bazy grawimetrycznej Gdańsk — Kasprowy Wierch przeprowadzone zostały w roku 1956 pomiary aparatem czterowahadłowym firmy Askania. Pomiary te w oparciu o projekt Instytutu Geodezji i Kartografii wykonane zostały przez Katedrę Geodezji Wyższej Politechniki Warszawskiej w ramach współpracy naukowej z Instytutem. Szczegółowy opis przeprowadzonych pomiarów przedstawiony jest w pracy mgr inż. Z. Ząbka i mgr inż. W. Dobaczewskiej, zamieszczonej w niniejszym Zeszycie „Prac IGiK”.

Należy zaznaczyć, iż porównując wyniki przeprowadzonych przez Politechnikę Warszawską pomiarów wahadłowych, dla punktów Gdańsk i Kraków, z wynikami pomiarów Poczdamskiego Instytutu Geodezyjnego [10], otrzymano zadowalającą zgodność w granicach dokładności pomiarów.

Jeżeli przeprowadzimy cechowanie grawimetrów w oparciu jedynie o wyniki wykonanych w 1956 r. pomiarów wahadłowych, to biorąc pod uwagę uzyskane dokładności tych pomiarów (0,28 mgal) można przewidywać dokładność względnego cechowania na poszczególnych częściach bazy rzędu  $1 \cdot 10^{-3}$ , a na całej bazie rzędu  $5 \cdot 10^{-4}$  (tj.  $\approx 0,45$  mgal na 900 mgal).

Dla dalszego ujednoczenia jednostek i cechowania grawimetrów wskazanym jest zarówno nawiązanie bazy grawimetrycznej Gdańsk — Kasprowy Wierch z bazami grawimetrycznymi państw sąsiednich oraz z główną bazą europejską, jak również włączenie naszej bazy do jednolitej międzynarodowej sieci grawimetrycznej.

## LITERATURA

- [1] *Bulanže J. D., Popow J. J.* Kwarcewyj grawimietr dla opriedielenija opornych grawimietriczeskich punktów. Trudy Gieofiziczeskowo Instituta Akad. Nauk. SSSR, Nr 30, 1955.
- [2] *Coron S.* Comptes rendus des séances de travail de la Commission Gravimétrique International, réunie à Paris, du 21 au 25 Septembre 1953. Bulletin geodesique, Nr 31, 1954.
- [3] *Kneissl M.* Die internationalen europäischen Gravimeter - Eichbasen. Bayer. Akad. der Wissenschaften. Mathem. — Naturwissensch. Klasse, Nr 79, München 1956.
- [4] *Kneissl M.* Der deutsche Anteil an der Europäischen Gravimeter — Eichlinie Hammerfest — Rom. Bayer. Akad. der Wissenschaften, Mathem - Naturwissensch, Klasse, Nr 78, München 1956.
- [5] *Kozjakowa K. J.* Niekotoryje riezultaty etalonirowanija grawimietrow SN-3. Izwestia Akad. Nauk SSSR, Sieria Gieofiziczeskaja, Nr 7, 1956.
- [6] *Lejay P.* Le rôle des mesures pendulaires dans l'établissement du réseau gravimétrique mondial. Bulletin geodesique. Nr 30, 1953.
- [7] *Martin J.* Etalonnage des gravimètres sur les bases pendulaires européennes, Exped. Polaires Françaises Nr. NS III. 3. Paris, 1954.
- [8] *Martin J.* Base gravimétrique Française Paris-Toulouse. Exped. Polaires Françaises Nr NS III 3 Paris, 1954.
- [9] *Morelli C.* Taratura di due gravimetri Worden e collegamenti europei. Annali di Geophisica Nr 4, 1951.
- [10] *Weiken K.* Ergebnisse der Pendelmessungen der Jahre 1934 bis 1943. Veröffentlichung des Geodätischen Institutes in Potsdam Nr. 3, Berlin 1950.
- [11] *Wittinger M.* Tihová měření v ČSR v letech 1945-1952. Praha 1954.
- [12] *Woolard G. P., Harding N. C., Rose J. C.* The problem of calibrating highrange geodetic — type gravimeters. American Geophysical Union, Nr 1, 1955.
- [13] Beiträge zum deutschen Schweregrundnetz, Deutsche Geodätische Kommission Reihe B, Nr 19, München 1954.
- [14] Comptes rendus d'ensemble de la X<sup>e</sup> Assemblée Générale (Rome, Septembre 1954). Bulletin geodesique, Nr 35, 1955.
- [15] Pendel — und Gravimetermessungen auf den europäischen Gravimeter Eichlinien im Jahre 1955. Deutsche Geodätische Kommission Reihe B, Nr 23/IV, 1956.



ЕЖЫ БОКУН

## ГРАВИМЕТРИЧЕСКИЙ БАЗИС ГДАНЬСК — КАСПРОВЫ ВЕРХ

### Резюме

Окончательные результаты измерений прецизионными гравиметрами должны быть выражены в однородных единицах, согласных с физическими единицами ускорения силы тяжести. В связи с измерениями больших гравиметрических сетей, особенно важной является проблема взаимного сравнения и эталонирования гравиметров. Существуют разные методы эталонирования гравиметров: поверхностный метод, эталонирование в лаборатории и на гравиметрических базисах. При лабораторном эталонировании пользуются или соответствующими компараторами (напр. для кварцевых гравиметров СН-3, ГАЭ-2) или добавочными компарационными массами (напр. для гравиметра Аскания). Поверхностный метод заключается во взаимном согласовании результатов наблюдений, исполненных маятниковыми приборами и гравиметрами, больших, напр. международных гравиметрических сетей. Гравиметрические базисы для эталонирования гравиметров характеризуются большими разностями ускорения силы тяжести между своими пунктами: эти базисы могут иметь или высотный характер (большие разности высот конечных пунктов), или пробегать в меридиональном направлении (большие разности географических широт).

В связи с развитием в Польше гравиметрических работ, Институт Геодезии и Картографии запроектировал и основал в 1956 г. гравиметрический базис Гданьск-Варшава-Кракув Закопанэ-Кузницэ Каспровы Верх; разность ускорения силы тяжести между его крайними пунктами равна ок. 900 мгл. Во всех выше упомянутых пунктах базиса основаны маятниковые пункты, а также гравиметрические (т. е. пункты вблизи зданий, в которых помещаются маятниковые пункты); кроме того в Гданьске, Варшаве и Кракове основаны также и гравиметрические пункты на аэродромах.

Взаимное сравнение гравиметров и их эталонирование должно исполняться с помощью такого же рода транспорта, которым пользуются при наблюдениях. На первой части базиса (Гданьск-Варшава-Кракув,  $\Delta g \cong 400$  мгл.), пользуясь пунктами на аэродромах, можно использовать

аэротранспорт. На второй части базиса (Кракув-Закопанэ-Кузьницэ,  $\Delta g \cong 290$  мгл.) предвидится автотранспорт эталонируемых гравиметров; гравиметрические пункты так стабилизированы, что можно производить на них наблюдения, не вынося гравиметров из автомашины. Между Кузьницами и Каспрым Верхом ( $\Delta g \cong 210$  мгл.,  $\Delta h \cong 900$  м.) нужно пользоваться горной канатной дорогой; промежуточным пунктом может быть пересадочная станция канатной дороги — Мысленицке Турне.

Как следует из определений  $\Delta g$  между пунктами базиса, исполненных четырехмаятниковым прибором в 1956 году, эталонирование гравиметров и на участках базиса и на целом базисе, может быть исполнено с относительной точностью порядка  $0,5 - 1,0 \cdot 10^{-3}$ .

В будущем предвидится связь гравиметрического базиса Гданьск-Каспрым Верх с базисами соседних стран и европейскими базисами, что приведет к дальнейшей унификации гравиметрических сетей и эталонирования гравиметров.

JERZY BOKUN

## THE GDAŃSK — KASPROWY WIERCH GRAVIMETRIC BASE

### Summary

Precision gravimeters ought to secure the obtaining of final results of measurements in uniform units coinciding with physical units of acceleration of gravity. Measurements of large gravimetric networks make it particularly necessary mutually to compare and standardise gravimeters, which may be carried out by the surface method, by the method of gravimetric bases and by the laboratory method. Laboratory standardisation is made with the help of suitable comparison appliances (e. g. for SN-3 or GAE-2 quartz gravimeters) or additional comparison masses (e.g. for an Askania gravimeter). The surface method of standardisation is based on the mutual fitting of the results of surface measuring by means of gravimeters and pendulum apparatus (e. g. for large international networks). Gravimetric bases for standardising gravimeters should be characterised by a large difference  $\Delta g$ ; they may be altitude bases, with large differences in height, or bases running meridionally, with large differences in the geographical latitude.

In connection with the progress of gravimetric work in Poland the Gdańsk — Warsaw — Cracow — Zakopane — Kuźnice — Kasprowy Wierch gravimetric base with a difference in acceleration of gravity amounting to about 900 mgal was designed and established by the Institute of Geodesy and Cartography in 1956. Pendulum points and suitable gravimetric points (i. e., points close to buildings accommodating pendulum points, and also measuring points, at the air-ports at Gdańsk, Warsaw and Cracow) were established in all the above mentioned localities.

Gravimeters ought to be mutually compared and standardised with the help of the same transport as used for measurements. A plane may be used on the first section of the base (Gdańsk — Warsaw — Cracow,  $\Delta g \cong 400$  mgal) where use is made of measuring points at the respective airports. On the second section of the base (Cracow — Zakopane — Kuźnice,  $\Delta g \cong 290$  mgal) the compared gravimeters may be transported on a lorry, while suitably stabilised gravimetric points allow the measu-

rement to be made without taking the gravimeters off the lorry. Between Kuźnice and Kasprowy Wierch ( $\Delta g \cong 210$  mgal,  $\Delta h \cong 900$  m) transport is supplied by the funicular railway and the Myślenickie Turnie Junction is used as an intermediate measuring point.

On the basis of the determinations of  $\Delta g$  made with the help of pendulum apparatus between the pendulum points of the gravimetric base in 1956 gravimeters may be mutually examined and standardised on various sections or the whole of the base with the accuracy of the order of  $0,5 - 1,0 \cdot 10^{-3}$ .

It has been recommended for the future to connect the Gdańsk — Kasprowy Wierch gravimetric base with bases of the neighbouring states as well as those in other European countries, which will make it possible further to uniform the gravimetric networks and the standardisation of gravimeters.

JERZY BOKUN

## DIE GRAVIMETRISCHE EICHSTRECKE GDAŃSK — KASPROWY WIERCH

### Z u s a m m e n f a s s u n g

Von Präzisionsgravimeter wird gefordert, das sie die endgültigen Messungsergebnisse in solchen Einheiten ausdrücken lassen, die mit physikalischen Einheiten der Schwerebeschleunigung übereinstimmen. Bei Vermessungen eines grossen Schwerenetzes ist eine gegenseitige Vergleichung und Eichung der Gravimeter unbedingt notwendig. Dies geschieht unter Anwendung verschiedener Methoden, wie die Flächen-Eichstrecken- oder Werkstattmethode. Bei der Werkstattmethode ist eine entsprechende Komparationseinrichtung erforderlich (z. B. für Quarzgravimeter S N-3 bzw. GAE-2), anderfalls zusätzliche in Gravimeter eingebaute Eichgewichte (z. B. für den Askania Gravimeter). Die Eichung nach der Flächenmethode beruht auf gegenseitigem anpassen der Gravimeter- und Pendelnetze (z.B. der grossen internationalen Schwerenetze).

Die Gravimereichungsstrecken zeichnen sich durch eine grosse Differenz  $\Delta g$  aus. Daher benützt man Strecken in Gebirgsgegenden (vertikale Vergleichsstrecken) die eine grosse Höhendifferenz aufweisen oder nord-südlich verlaufende Strecken von einer bedeutlicher geographischer Breitedifferenz (Linienmethode).

Im Zusammenhang mit der Entwicklung gravimetrischer Arbeiten in Polen ist die Eichstrecke Gdańsk — Warszawa — Kraków — Zakopane — Kuźnice — Kasprowy Wierch (von ungefähr 900 mGal Schweredifferenz) durch das Institut für Geodäsie und Kartographie entworfen und im Jahre 1956 angelegt worden. An allen oben erwähnten sechs Orten sind Pendelpunkte und entsprechende Gravimeterpunkte angelegt worden (d.h. ein Punkt in der Nähe des Gebäudes in welchen sich der Pendelpunkt befindet, und ausserdem ähnliche Vermessungspunkte auf den Flugfeldern in Gdańsk, Warszawa und Kraków).

Die Transportmittel sind dieselben wie bei der Vermessung. Im ersten Teil der Strecke (Gdańsk — Warszawa — Kraków,  $\Delta g \cong 400$  mGal) können Flugzeuge eingesetzt und die Punkte auf den Flugfeldern ohne weiteres ausgenützt werden. Was den zweiten Teil der Strecke anbelangt,

(Kraków — Zakopane — Kuźnice,  $\Delta g \cong 290$  mGal), so ist der Kraftwagen-transport vorgesehen, wobei als Beobachtungsstandpunkte die entsprechend vermarkten gravimetrischen Punkte ausgenützt werden sollen, ohne dass dabei die Gravimeter aus den Kraftwagen herausgeholt werden brauchen.

Zwischen Kuźnice und Kasprowy Wierch ( $\Delta g \cong 210$  mGal,  $\Delta h \cong 900$  m) ist Seilbahntransport vorgesehen, wobei als gravimetrischer Zwischenpunkt die Umsteigestation in Myślenickie Turnie ausgenützt werden soll.

Bestimmungsgenauigkeit des Schwereunterschiedes  $\Delta g$ , welcher zwischen den Pendelpunkten der Eichstrecke mit Askania- Vierpendelapparat im Jahre 1956 bestimmt wurde zeigt, dass man eine gegenseitige Vergleichung und Eichung an den einzelnen Teilen und der Gesamtstrecke mit der relativen Genauigkeit  $0,5 - 1,0 \cdot 10^{-3}$  ausführen kann.

Man sieht für die Zukunft vor die gravimetrische Eichstrecke Gdańsk — Kasprowy Wierch mit Eichstrecken der Nachbarstaaten und noch weiter mit europäischen Eichstrecken zu verbinden, was zur weiteren Vervollkommung im Bau der Schwerenetze und der Gravimetreichung führen dürfte.