

O grawimetrii, Antark

opowiada dr inż. **Andrzej Pachuta** z Instytutu Geodezji

Pierwszym w rodzinie, który miał do czynienia z geodezją, był mój dziadek, budowlaniec. Po dziadku był ojciec, który skończył geodezję na krakowskiej AGH. Ojciec pracował najpierw jako geodeta przy budowie Nowej Huty, potem trafił do wojska i dostał przydział do Jeleniej Góry, gdzie był nauczycielem w Oficerskiej Szkole Topografów. W 1957 roku został przeniesiony do Wojskowej Akademii Technicznej. Pracował tam do końca swej kariery zawodowej, na wszystkich szczeblach, do profesora włącznie.

Rodzinna tradycja

Już jako mały chłopak jeździłem z ojcem na ćwiczenia terenowe i praktyki organizowane przez WAT, a czasami pomagałem mu również przy różnych robotach geodezyjnych i np. trzymałem taśmę czy łąkę. Bardzo podobała mi się ta praca w terenie i dlatego postanowiłem zostać geodetą.

W 1971 roku zdałem egzaminy na Politechnikę Warszawską. Ukończyłem specjalizację geodezja inżyniersko-przemysłowa (GIP) i prosto po studiach zatrudniłem się w Instytucie Geodezji Wyższej i Astronomii Geodezyjnej. Nawet pracę dyplomową pisałem już z grawimetrii (czyli z zakresu geodezji wy-

ższej), a dotyczyła ona analizy różnych metod kalibracji grawimetrów statycznych.

A wracając do tego, o czym mówiłem na wstępie, to w rodzinie jest więcej geodetów. Geodetą jest mój młodszy brat, a także jego żona (zresztą obydwójce byli moimi studentami). Również mój syn Kamil interesował się geodezją, zdał nawet egzamin wstępny na Politechnikę, ale ostatecznie wybrał studia na SGH.

Wyprawa na Antarktydę

Praktycznie od samego początku zająłem się grawimetrią i instrumentoznawstwem geodezyjnym. Pierwsze większe prace grawimetryczne wykonałem w latach 1978-79 podczas pierwszej polskiej samodzielnej wyprawy na Antarktydę. Podkreślam „samodzielną”, bo wcześniejsza ekspedycja (1958-59),

tydzie i Spitsbergenie

Wyższej i Astronomii Geodezyjnej Politechniki Warszawskiej



Spitsbergen – domek (hus) w pobliżu polskiej stacji w Hornsundzie
(W tle) Spitsbergen – dr Andrzej Pachuta siedzi na kościach wielorybów

w której uczestniczyli prof. Zbigniew Ząbek i prof. Janusz Śledziński, dopłynęła na Antarktydę na rosyjskim statku. Natomiast nasz M/S „Zawichost” był pierwszym statkiem polskim, który przycumował do lądolodu-kontynentu. To było blisko stacji „Mirnyj”, skąd śmigłowcami (też polskimi) udaliśmy się do stacji imienia Antoniego Bolesława Dobrowolskiego. Kierownikiem wyprawy był nieżyjący już doc. Wojciech Krzeziński z Instytutu Geodezji i Kartografii, który szefował również ekspedycji w latach 1958-59. Miał także poprowadzić kolejną wyprawę – na Spitsbergen. Niestety, choroba i przedwczesna śmierć zniweczyły te plany.

Polska ma obecnie dwie stacje na Antarktydzie: powszechnie znaną stację Arctowskiego oraz tę, w której ja byłem i w której są bardzo ciężkie warunki klimatyczne – stację Dobrowolskiego w głębi kontynentu. Tam wykonywałem m.in. pomiary grawimetryczne. W 1959 roku prof. Ząbek i prof. Śledziński za pomocą aparatu wahadłowego zrobili nawiązanie między punk-

tem w Warszawie a punktem w stacji Dobrowolskiego. Natomiast ja za pomocą dwóch grawimetrów Sharp oraz GAK wykonałem dowiązanie stacji Dobrowolskiego do stacji „Mirnyj”, a tym samym nasz punkt został włączony do światowej sieci grawimetrycznej. Wokół polskiej stacji założyłem sieć geodezyjną i grawimetryczną. Na jej punktach wykonałem pomiary przyspieszenia siły ciężkości w celu określenia anomalii grawimetrycznych Bougera i wolnopowietrznych. Na podstawie tych anomalii określiłem odległość do powierzchni Mohorowicza (a więc grubość skorupy ziemskiej metodą Woolarda) oraz średnią gęstość przypowierzchniowych warstw skorupy ziemskiej grawimetryczną metodą Nettletona.

Precyzyjne pomiary grawimetryczne

Pomiary grawimetryczne wykonuję praktycznie cały czas. Brałem udział w pomiarach podstawowej osnowy grawimetrycznej Polski, wykonywanych grawimetrami statycznymi (metodą różnicową). Natomiast ciekawostką, może największą w mojej pracy, są pomiary wykonywane grawimetrem balistycznym (absolutnym), autorstwa prof. Zbigniewa Ząbka. Może nie wszyscy wiedzą, że pomiary absolutne do niedawna wykonywane były

przede wszystkim metodami wahadłowymi. Rozwój techniki spowodował, że można było zacząć mierzyć przyspieszenie inną metodą – balistyczną – wykorzystującą zjawisko swobodnego spadku ciała w próżni. W tej nowej metodzie należy z bardzo dużą dokładnością mierzyć czas i drogę. Dopiero wynalezienie interferometru laserowego pozwoliło robić to na tyle dokładnie, że absolutne wartości przyspieszenia można było wyznaczać z dokładnością mikrogalową (Gal to jednostka bazująca na starym układzie „cgs”; w układzie SI mamy m/s^2 , ale geodeci z przyzwyczajenia stosują stare jednostki. Średnie przyspieszenie na powierzchni Ziemi ma wartość mniej więcej $9,81 m/s^2 = 981$ Gali. Łatwo więc policzyć, jak dokładnie możemy obecnie wyznaczyć przyspieszenie siły ciężkości).

Prof. Ząbek już około 10 lat temu zaczął budować pierwszy (i jak dotychczas jedyny) w Polsce balistyczny instrument. Wzorem był pierwszy balistyczny grawimetr na świecie zbudowany przez Sakumę, Japończyka naturalizowanego we Francji. Do dzisiaj tylko w kilku krajach na świecie zbudowano taki sprzęt. Dokonali tego m.in.: Amerykanie, Francuzi, Włosi, Rosjanie, Ukraińcy i ostatnio Chińczycy. Wszystkie te instrumenty osiągają dość wysokie dokładności, a polski jest najmniejszy z nich, bo z całym dodatkowym wyposażeniem (laserem, katapultą, pompami próżniowymi, generatorami kwarcowymi) waży około 110 kg, podczas gdy amerykańskie, najbardziej rozpowszechnione, grawimetry FG5 ważą około 400 kg. Zatem polski jako jedyny mieści się w osobowym samochodzie!

Od samego początku uczestniczę wraz z prof. Zbigniewem Ząbkiem we wszystkich pomiarach wykonywanych tym grawimetrem absolutnym. Na przykład w listopadzie 1997 roku przeprowadzono pomiar kalibracyjny. Wtedy to wszystkie grawimetry absolutne (15 sztuk) zjechały do Paryża i wykonywały pomiary. Wyniki polskiego grawimetru nie odbiegały od wyników innych uznanych już na świecie instrumentów tego typu. Są nim również prowadzone pomiary w podstawowej sieci grawimetrycznej Polski oraz na punktach w Niemczech, Czechach, Słowacji i Węgrzech. Trwa obecnie międzynarodowa kampania o nazwie UNIGRACE, mająca na celu ujednoczenie sieci grawimetrycznej krajów Europy Środkowej. W ramach tej kampanii wykonywane są pomiary kilkoma grawimetrami, m.in. instrumentem prof. Ząbka. Oprócz tego wykonujemy pomiary na punktach geodynamicznych w celu badania zmian przyspieszenia siły ciężkości. W Polsce są to punkty w Józefosławiu, Borowcu oraz Lamkówku koło Olsztyna; na Słowacji – w Modrej blisko Bratysławy, a w Czechach – w miejscowości Pecny koło Pragi.



Budynek polskiej stacji im. A. B. Dobrowolskiego w Oazie Bungera na Antarktydzie



Spitsbergen – w pobliżu zatoki Hornsund

Ze studentami na Spitsbergenie

Od kilku lat jestem opiekunem Sekcji Pomiarów Podstawowych na ostatnim roku studiów magisterskich oraz opiekunem Sekcji Pomiarów Geodezyjnych na studiach inżynierskich. Uważam, że studenci powinni poznawać nie tylko specyfikę pomiarów w Polsce, ale również poza jej granicami. Dlatego przygotowałem i przeprowadziłem pierwszą wyprawę pracowników i studentów Politechniki na Spitsbergen (1988 r.). Oprócz mnie uczestniczyli w niej dr Ryszard Preuss i czwórka najlepszych studentów. Wykonywaliśmy tam pomiary geodezyjne dla potrzeb badania dynamiki lodowców, a także dynamiki skorupy ziemskiej. Są hipotezy, które mówią, że Spitsbergen wypiętrza się i że jego południowa część odsuwa się od północnej. Wykonany został pomiar wyjściowy, w którym czynnie uczestniczyli studenci naszego wydziału. Tu chciałbym zaznaczyć, że duże wsparcie przy organizacji tego wyjazdu udzielił ówczesny dziekan prof. Jerzy Fellmann, który 30 lat wcześniej również był z polską ekspedycją na Spitsbergenie.

Aktualne prace i badania

Obecnie koncentruję się na pomiarach grawimetrycznych. Wykonywałem takie pomiary w sieci Polski, a także lokalnie dla potrzeb badania geodynamiki. Na przykład od 1978 r. brałem udział w pomiarach geodezyjnych i grawimetrycznych na obszarze Pienin, w okolicy zapor. Wcześniej było dużo głosów krytycznych, że ten obszar nie jest dostosowany do budowy tak wielkiej zapory, ale nasze badania tego nie potwierdziły. Zapora stoi i już w czasie katastrofalnej powodzi z 1997 r. zwróciły się koszty jej budowy. Oprócz tego prowadzę wspólnie z kolegami badania zmian kierunku linii pionu metodami GPS i grawimetrycznymi na bazie południkowej punktu w Józefosławiu. Prowadzimy prace w Tatrach – pomiary grawimetryczne i geodezyjne, których celem jest zbadanie dynamiki tego obszaru górskiego. Wykonujemy też badania geoidy (w celu określania jej przebiegu z dokładnością centymetrową), m.in. wspólnie ze Słowakami wykonywaliśmy badania na poligonie w Grybowie oraz w Tatrach. Poza tym cały czas zajmuję się problematyką kontroli instrumentów geodezyjnych, a od kilku lat również automatyzacją prac geodezyjnych. Ostatnią moją pracą z tego zakresu, która była referowana na kongresie Europejskiego Towarzystwa Geofizycznego w Nicei, jest koncepcja automatyzacji prac satelitarnych i grawimetrycznych wykorzystywanych do wyznaczenia krzywizny linii pionu i redukcji obserwacji na geoidę.

Notował Jacek Skwirowski

Zdjęcia ze zbiorów Andrzeja Pachuty