

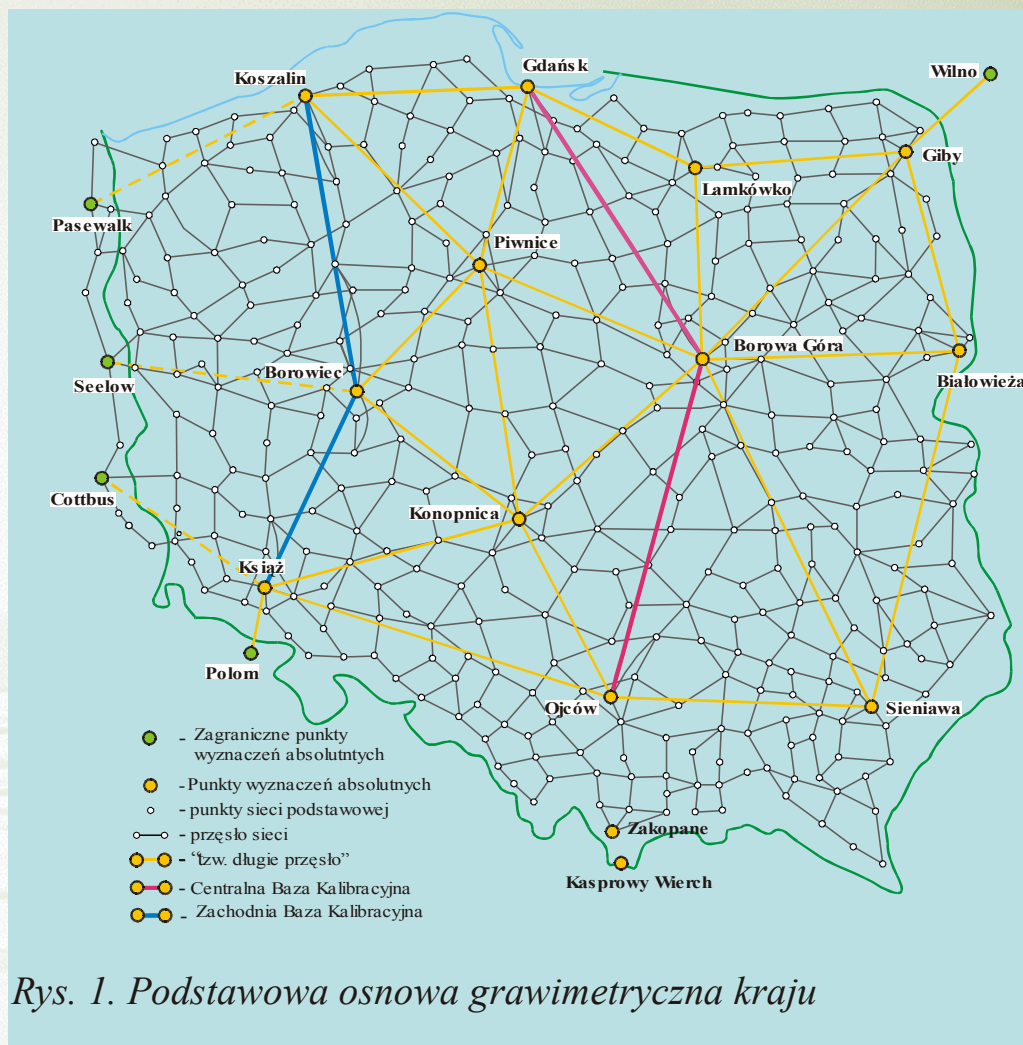
# **MONITOROWANIE DŁUGOOKRESOWYCH ZMIAN BEZWZGLĘDNEGO NATEŻENIA SIŁY CIĘŻKOŚCI NA TERYTORIUM POLSKI**

Marcin Barlik, Andrzej Pachuta, Tomasz Olszak



# Podstawowa Osnowa Grawimetryczna Kraju

- 366 punktów, w tym 12 punktów absolutnych (z projektowanych 17);
- sieć niejednorodna dokładnościowo w wyniku pomiarów różnymi grawimetrami w różnym czasie;
- zaledwie kilka punktów z „historią” pomiarów absolutnych.



Rys. 1. Podstawowa osnova grawimetryczna kraju



# Idea projektu

---

Precyzyjne pomiary absolutnej wartości przyspieszenia siły ciężkości dla potrzeb geodynamicznych były wykonane na pięciu stanowiskach POGK. Pierwsze wyznaczenia wykonano w roku 1995. W pomiarach brały udział grawimetry FG5, JILAg, IMG C i ZZG. Nieregularne szeregi czasowe obserwacji absolutnych wykonano dla stanowisk:

- **Józefosław** (Obserwatorium Astronomiczno-Geodezyjne IGWiAG PW),
- **Lamkówko** (Obserwatorium Satelitarno-Geodynamiczne UWM, Olsztyn),
- **Borowiec** (Satelitarno-Geodynamiczne Obserwatorium CBK, Poznań),
- **Ojców** (Obserwatorium Sejsmiczne PAN),
- **Giby** (punkt POGK).



# Rozmieszczenie stacji

**LAMKÓWKO**  
East European Craton

**GIBY**  
East European Craton

**BOROWIEC**  
Fore Sudetic Monokline

**JÓZEFOSŁAW**  
East European Craton

**OJCÓW**  
Małopolska Masiff





# Prezentacja stanowisk

---



## LAMKÓWKO

- punkt POGK
- punkt GNSS LAMA (150 metrów)
- rejestracja poziomu wody gruntowej
- planowana stacja pływowa
- wyznaczenia g od roku 1996 (IMGC, ZZG)

## BOROWIEC

- punkt POGK
- punkt GNSS BORO (250 metrów)
- planowana stacja pływowa
- wyznaczenia g od roku 1996 (IMGC, ZZG, FG5)





# Prezentacja stanowisk

---



## OJCÓW

- punkt POGK
- wyznaczenia g od roku 1996 (FG5)



## GIBY

- punkt POGK
- wyznaczenia g od roku 1997 (ZZG)



# Prezentacja stanowisk

Obserwatorium Astronomiczno-Geodezyjne IGWIAG w JÓZEFOSŁAWIU

---



Obserwatorium Astronomiczno-Geodezyjne Instytutu Geodezji Wyższej i Astronomii Geodezyjnej Politechniki Warszawskiej utworzono w Józefosławiu w roku 1957.

**W ramach laboratorium grawimetrycznego w Obserwatorium działają:**

- **balistyczny grawimetr absolutny FG-5 nr 230;**
- **sprężynowe grawimetry LaCoste & Romberg modele D196 and ET26 dla potrzeb rejestracji pływowych;**
- **stacja monitorująca wilgotność gruntu i poziom wód gruntowych;**
- **stacja monitorowania meteorologicznego – t, p, e, opady;**
- **pięć stanowisk dla grawimetrów absolutnych.**



# Grawimetr absolutny FG5 nr 230

---



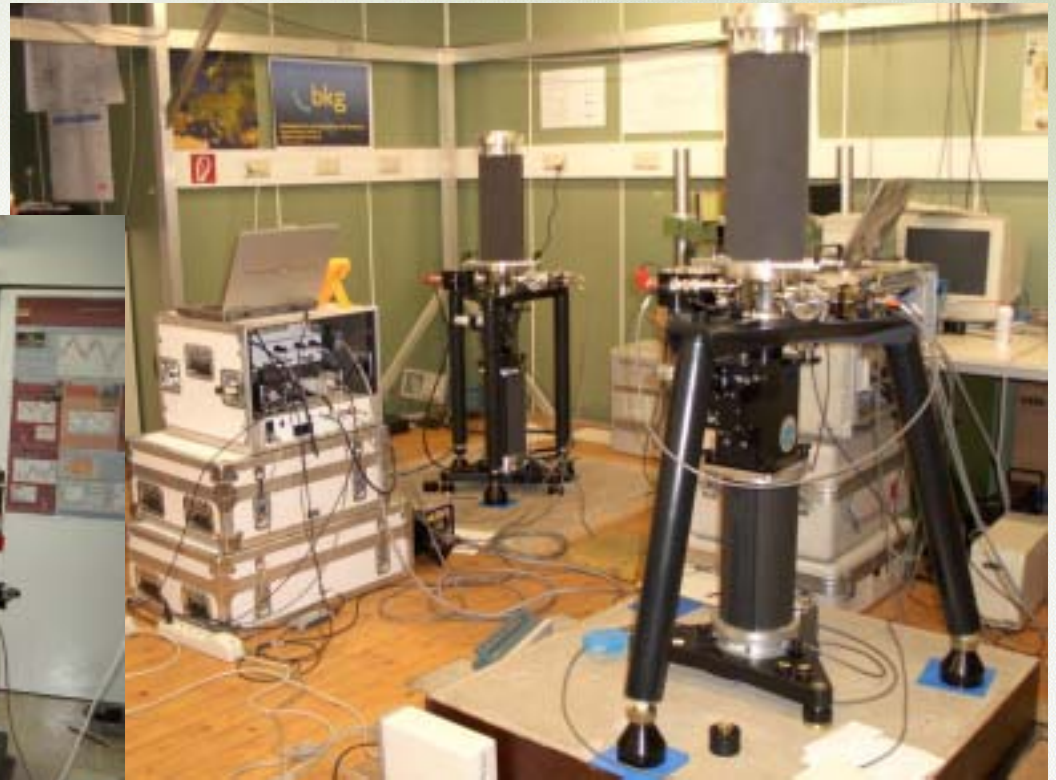
- najnowsza konstrukcja (4 wersja) wyposażona w laser jodowy i zmienioną konstrukcję interferometru,
- dokładność:  $2 \mu\text{Gal}$  uwzględniająca błędy związane z modelowaniem zjawisk pływowych rozumiana jako maksymalna różnica między synchronicznymi wyznaczeniami.



# Kalibracja grawimetru absolutnego

---

*Stanowiska: AGO Pecny, GO Bad Homburg*



*Podziękowania dla V. Palinkasa (AGO Pecny) i Dr R. Falka (BKG)*



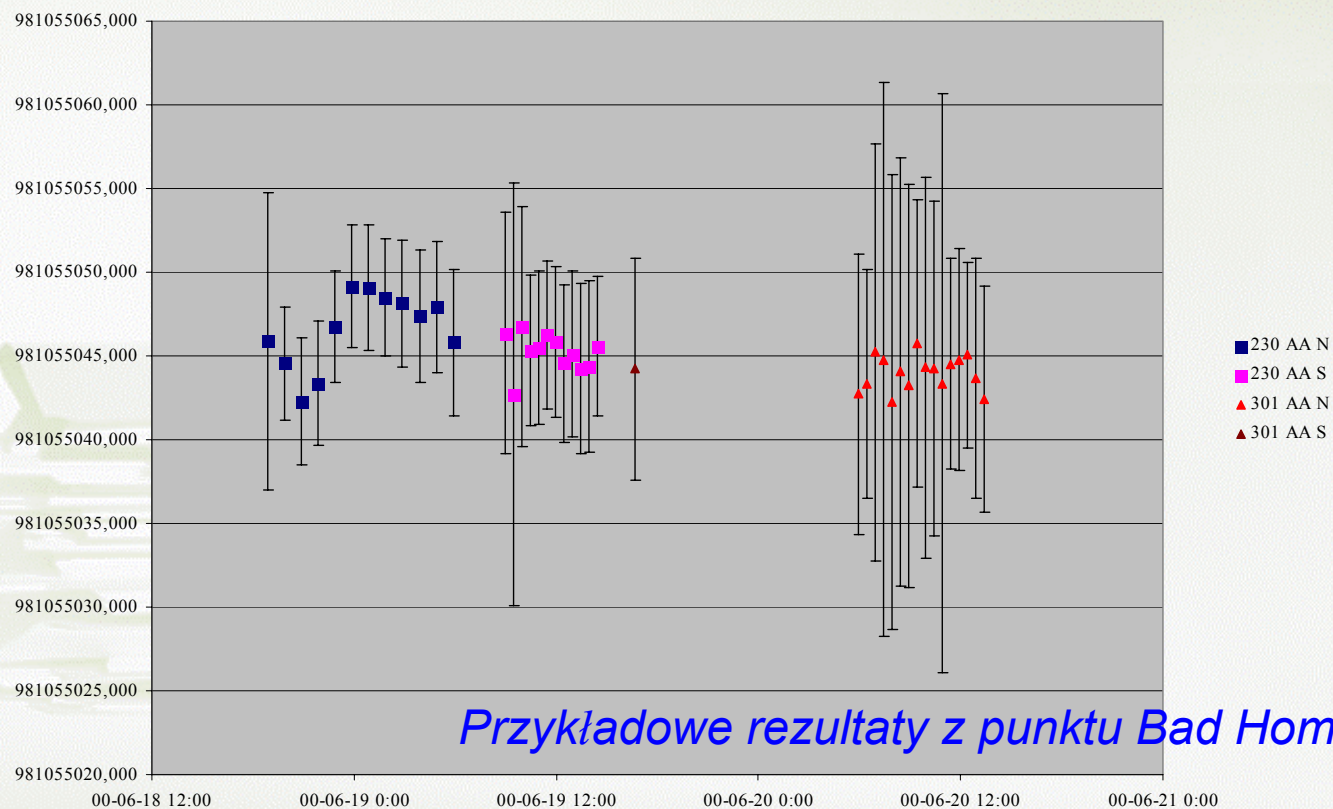
# Kalibracja grawimetru absolutnego

*Stanowisko: AGO Pecny, points 80 and 8070 (at 125 cm)*

$$g_{\text{FG-5 No. 230}} - g_{\text{FG-5 No. 215}} = -0,3 \mu\text{Gal}$$

*Stanowisko: GO Bad Homburg, point AA (at 125 cm)*

$$g_{\text{FG-5 No. 230}} - g_{\text{FG-5 No. 301}} = 1,2 \mu\text{Gal}$$





# Rezultaty pierwszej epoki pomiarowej

**Wszystkie wyznaczenia były wykonane w 24-ro godzinnych sesjach obserwacyjnych składających się ze 100 obserwacji każda.**

**Obserwowana wartość przyspieszenia była korygowana o:**

- poprawkę pływową (modele ETGTAB i CMR),
- poprawkę atmosferyczną,
- poprawkę ze względu na zmianę położenia osi obrotu Ziemi (ruch bieguna),
- pionowy gradient zmiany przyspieszenia (wszystkie wartości zredukowano do centru znaku z liniowym współczynnikiem dg/dh).

| <b>Stanowisko</b>     | <b>wartość g (<math>\mu\text{Gal}</math>)</b> |
|-----------------------|---|
| <b>LAMKÓWKO (EEC)</b> | <b>981377601,5</b>                            |
| <b>GIBY (EEC)</b>     | <b>981391433,6</b>                            |
| <b>BOROWIEC (FSM)</b> | <b>981246138,4</b>                            |
| <b>OJCÓW (MM)</b>     | <b>981014385,1</b>                            |



# Odniesienie do poprzednich wartości

Tabela poniżej prezentuje różnice pomiędzy poprzednimi wartościami przyspieszenia siły ciężkości w stosunku do uzyskanych w roku 2006.

| Stanowisko     | Epoka porównania | dg ( $\mu\text{Gal}$ ) |
|----------------|------------------|------------------------|
| LAMKÓWKO (EEC) | 1996             | - 15                   |
| GIBY (EEC)     | 1997             | -5                     |
| BOROWIEC (FSM) | 1995             | -11                    |
| OJCÓW (MM)     | 1996             | -20                    |

## WNIOSEK:

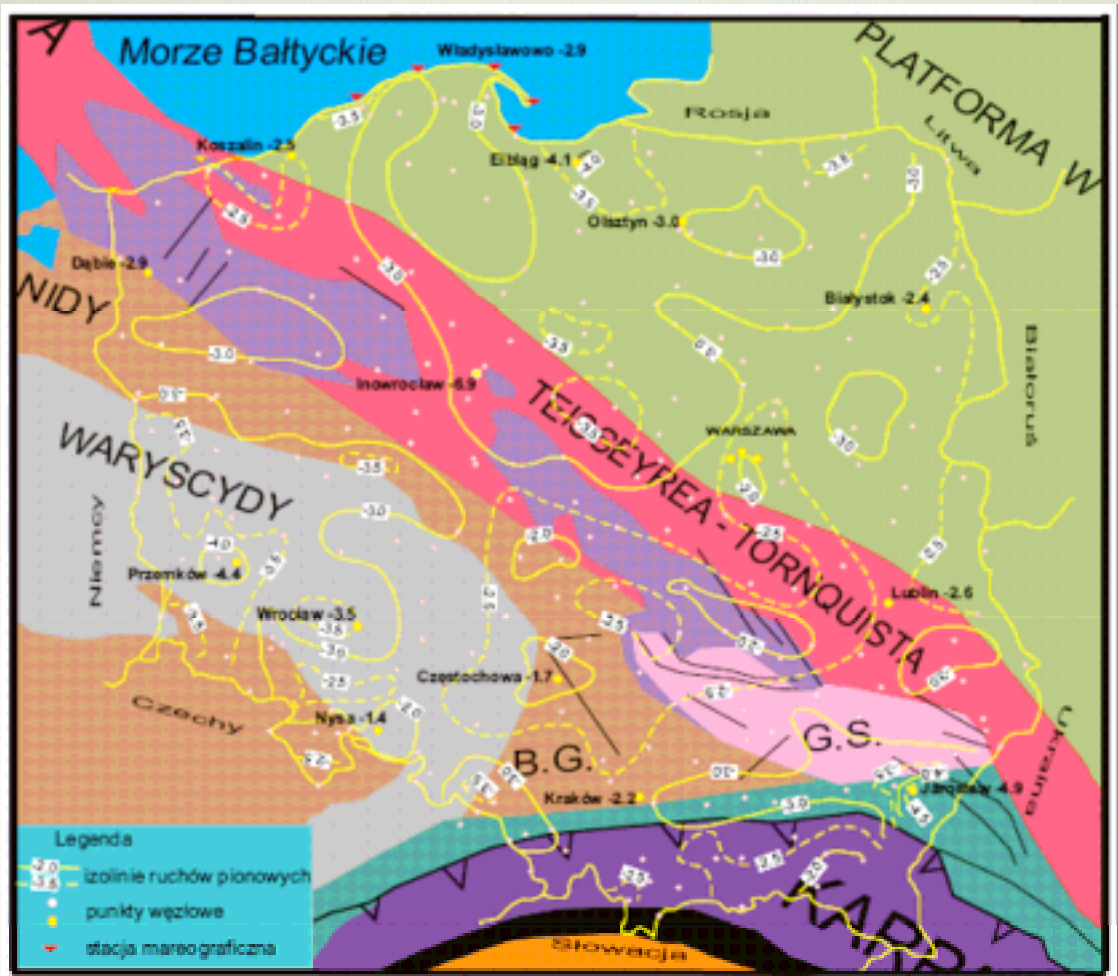
**Spadek wartości przyspieszenia na każdym ze stanowisk.**

Różnice uzyskanych wartości g mogą wynikać z:

- pionowych przemieszczeń skorupy ziemskiej,
- lokalnych lub ponadlokalnych efektów środowiskowych,
- błędów związanych z poprzednimi wyjaśnieniami.



# Analiza zmian – przemieszczenia ?



**Mapa ruchów pionowych skorupy ziemskiej (z powtórzeń niwelacji) pokazuje obniżanie się całości terytorium Polski w stosunku do Morza Bałtyckiego z amplitudą od 2 mm (południe kraju) do 4 mm na północy.**



# Analiza zmian – przemieszczenia ?

Z mapy ruchów pionowych możemy odczytać wzajemne ruchy pionowe głównych struktur geologicznych.

Dla **Platformy Wschodnieuropejskiej** (LAMKÓWKO, GIBY) i **Monokliny Przedśudeckiej** (BOROWIEC) przemieszczenia pionowe są zbliżone i wynoszą około - 3,5 mm/rok.

Dla regionu **Karpat** (OJCÓW) pionowe przemieszczenia są o połowę mniejsze i sięgają - 2,0 mm/rok.

**Zauważalne jest około 1,5 mm/rok tempo wznoszenia się Karpat ponad pozostałe dwie strefy objęte badaniami.**





# Analiza zmian - efekt środowiskowy ?

---

**Obserwowany spadek wartości przyspieszenia na każdym z badanych stanowisk ma główną przyczynę w lokalnych i globalnych zmianach poziomu wody gruntowej.**

**Wg danych GGFC Special Bureau for Hydrology w ciągu ostatnich piętnastu lat na terenie Polski zaobserwowano spadek poziomu wód gruntowych na poziomie 1 metra.**

**Grawitacyjny efekt tego typu zmiany spowodowanej ubytkiem mas topograficznych wody gruntowej, może sięgać nawet kilkunastu  $\mu$ Gali (w zależności od porowatości gruntu).**



# Analiza zmian – potencjalne przyczyny

| <b>Stanowisko</b>     | <b>dg<br/>(<math>\mu</math>Gal)</b> | <b>Przyczyny ?</b>  |
|-----------------------|-------------------------------------|---|
| <b>LAMKÓWKO (EEC)</b> | - 15                                | <b>Głównie efekt hydrologiczny</b>  |
| <b>GIBY (EEC)</b>     | -5                                  | <b>Pomniejszony efekt hydrologiczny przez położenie w okolicy wielu jezior</b>                    |
| <b>BOROWIEC (FSM)</b> | -11                                 | <b>Głównie efekt hydrologiczny</b>  |
| <b>OJCÓW (MM)</b>     | -20                                 | <b>Głównie efekt hydrologiczny wraz z efektem wzrostu wysokości względem pozostałych struktur</b> |



# Wnioski i plany na przyszłość

---

- obserwacje wykazują spadek wartości przyspieszenia na każdym z badanych stanowisk,
- „siła” tych zmian zależy w największym stopniu od zmian hydrologicznych i w mniejszym stopniu od zmian wysokości stanowisk obserwacyjnych,
- dla długich okresów czasu największe znaczenie przy interpretacji geodynamicznej mają efekty związane ze środowiskiem,
- dla pełnej interpretacji zmian środowiskowych należy wziąć pod uwagę efekty związane również i ze zmianami wilgotności gruntu w otoczeniu stanowiska badawczego.



**Dziękuję za uwagę**

