

Zbigniew FAJKLEWICZ

Krzysztof JAKIEL

Międzyresortowy Instytut Geofizyki

Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

## NOWE WYNIKI Z BADAŃ GÓROTWORU ZA OBUDOWĄ SZYBU METODĄ GRAWIMETRYCZNĄ

**Streszczenie.** W pracy przedstawiono wyniki pionowych profilowań grawimetrycznych (PPGR) w szybie Nowy Wirek. Wykonane badanie pozwoliło na wyznaczenie in situ gęstości interwałowych warstw skalnych występujących za obudową szybu oraz strefy wymyc, rozluźnień i niepodszedzonych zrobów.

### 1. WSTĘP

Badania grawimetryczne w szybie Nowy Wirek w KWK Nowy Wirek metodą pionowego profilowania (PPGR) wykonano latem 1988 r. Celem badań było wyznaczenie rozkładu gęstości ośrodka skalnego oraz ewentualne wykrycie pustek, rozluźnień i kurzawek występujących bezpośrednio za obudową szybu. Pomiar grawimetryczny stanowił fragment badań grawimetryczno-geologicznych wykonanych w rejonie trzech szypów głównych kopalni dla określenia przyczyn uszkodzeń i deformacji wzniesionych tam obiektów budowlanych.

Tej problematyce poświęcono dotychczas dwie publikacje. Dotyczą one wyników badań grawimetrycznych wykonanych na powierzchni terenu w rejonie szypów i w szybie Wirek (Fajklewicz i inni, w druku a, b).

### 2. PODSTAWY FIZYCZNE BADAŃ GRAWIMETRYCZNYCH W SZYBACH

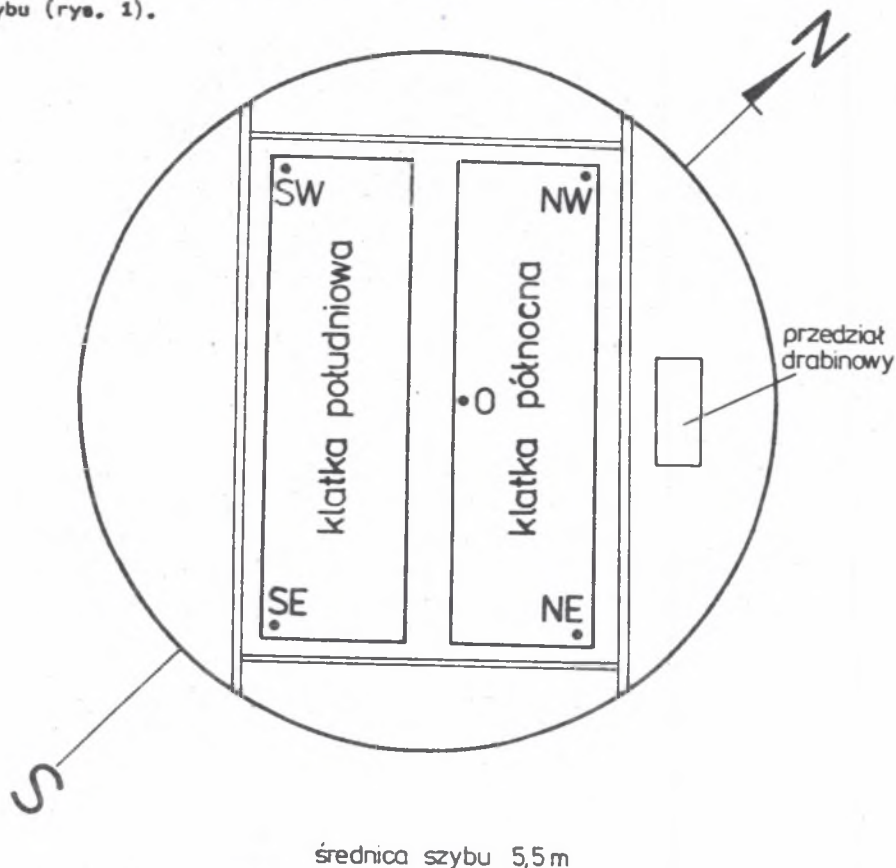
Pomiary metodą pionowego profilowania grawimetrycznego w szybie górniczym polegają na wyznaczeniu zmian siły ciężkości w kolejnych punktach obserwacyjnych leżących w pionie. Wartość zmian siły ciężkości jest proporcjonalna do gęstości ośrodka skalnego o miąższości ograniczonej kolejnymi punktami pomiarowymi.

Pełny przegląd literaturowy dotyczący szypowych badań grawimetrycznych, podstaw fizycznych wraz z przykładami zastosowań, sposobu obliczenia gęstości autorzy podali w pracy Fajklewicz, Jakiel, Madej z 1988 r. b.

### 3. METODYKA BADAŃ, REDUKCJE OBSERWACJI GRAWIMETRYCZNYCH

Obserwacje w szybach wykonano grawiometrami Worden-Master prod. USA, mierzącymi z dokładnością do  $10 \mu\text{Gal}$ .

Pomiary wzdłuż osi szybu wykonano w odstępach 1-2-metrowych do głębokości 100 m od zrzębu, głębiej w 4-metrowych przedziałach do głębokości ok. 680 m. Dodatkowo do głębokości ok. 30 m przeprowadzono pomiary w czterech pionowych profilach pomocniczych. Położenie wzajemne profili grawimetrycznych w płaszczyźnie poziomej przedstawiono na tle szkicu tarczy szybu (rys. 1).



Rys. 1. Uytuowanie badań grawimetrycznych (PPGR) na tle tarczy szybu Nowy Wirek - KWK Nowy Wirek

O - profil główny badań uytuowany w pobliżu osi pionowej szybu NW, NE, SE, SW - profile pomocnicze, pierwsze litery oznaczają klatkę (N - północna, S - południowa)

Fig. 1. The position of vertical gravity logging profiles on horizontal cross section of Nowy Wirek shaft

O - main profile, NW, NE, SE, SW - auxiliary profiles

Grawimetr podczas pomiarów ustawiane na specjalnie skonstruowanym ruchomym pomoście niezależnym od skłupu. Pomost zawieszono w czasie pomiaru na wybranych dźwigarach szybu. Taki tryb badań powodował, że wskazania przyrządu nie zakłócały drgania naczyń wyciągowych.

Średni błąd kwadratowy pojedynczej obserwacji wyniósł  $\pm 14 \mu\text{Gal}$ . Zakładając błąd maksymalny pojedynczej obserwacji równy trzykrotnej dokładności wskazań grawimetru, tj.  $\pm 30 \mu\text{Gal}$  - błąd popełniany przy wyznaczeniu gęstości cztero- i jednometrowych kompleksów skalnych wynosi: odpowiednio  $\pm 90 \text{ kg m}^{-3}$  i  $\pm 360 \text{ kg m}^{-3}$ .

Pojęcie gęstości interwałowej skał odnosi się do gęstości kompleksu skalnego ograniczonego w pionie położeniem kolejnych punktów pomiarowych.

Obserwowane wartości siły ciężkości w punktach pomiarowych w szybie są podstawą do obliczenia anomalii siły ciężkości w podwójnej redukcji Bouguera. Do wartości tych wprowadzono poprawkę górniczą i poprawkę topograficzną siły ciężkości (Hammer, 1950; Fajkiewicz 1956, 1980; Fajkiewicz, Jakiel, Madej, 1988; Fajkiewicz, Jakiel, Madej, Radomiński, 1988).

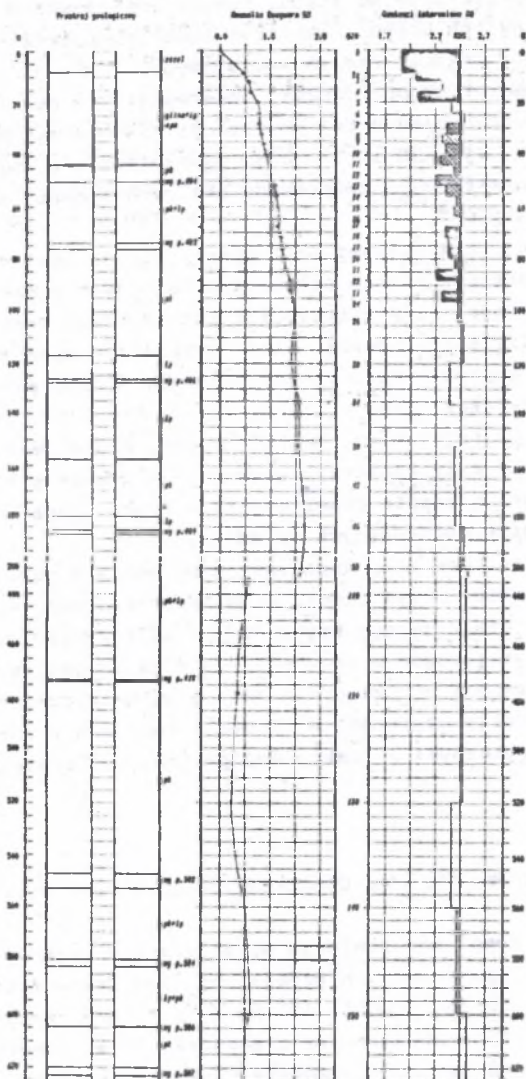
Poprawka górnicza siły ciężkości eliminuje w mierzonych wartościach składową pionową przyciągania grawitacyjnego szybu, jego obudowy, podziębii i innych wyrobisk dochodzących do szybu.

Poprawka topograficzna siły ciężkości uwzględnia w punktach pomiarowych składową pionową przyciągania grawitacyjnego mas tworzących rzeźbę powierzchni terenu otaczającego szyb. Do jej obliczenia uwzględniono zaniesy wysokości występujące w promieniu do 5 km od osi szybu. Na rysunkach 2 i 3 przedstawiono wyniki profilowań grawimetrycznych w postaci rozkładów anomalii siły ciężkości w redukcji Bouguera z odpowiadającymi im profilami litologicznymi i rozkładami gęstości interwałowych (densigramami).

#### 4. GĘSTOŚCI INTERWAŁOWE SKAŁ OTACZAJĄCYCH SZYB NOWY WIREK

Gęstość średnia kompleksu skalnego ograniczonego najwyżej i najniżej położonymi punktami pomiarowymi w szybie, tj. kompleksu skalnego o miąższości 680 m wynosi  $(2,45 \pm 0,0005) 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . Strefa znacznie obniżonych gęstości występuje od zrębu szybu do głębokości 20 m. Utwory entropogenicznego nadkładu i gliny pleistocenckie charakteryzują się gęstościami przeciętnymi poniżej  $2,0 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  (rys. 2 i rys. 3). Zgodnie z opisem litologicznym występuje tu żużel i zawodnione gliny. Głębiej zalegające warstwy obejmujące strop utworów karbonu, warstwy rudzkie zbudowane ze zwiędzłych piaskowców, iłozłupków z wkładkami piaskowca, łupków i żupków z przerostami węgla do zrobów pokładu 405 cechują gęstości od  $2,16 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  do  $2,48 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ .

W rozkładzie gęstości zwraca uwagę szczególnie rozpoznana strefa znacznie obniżonej gęstości (rys. 3) na głębokości od 68 m do 96 m.

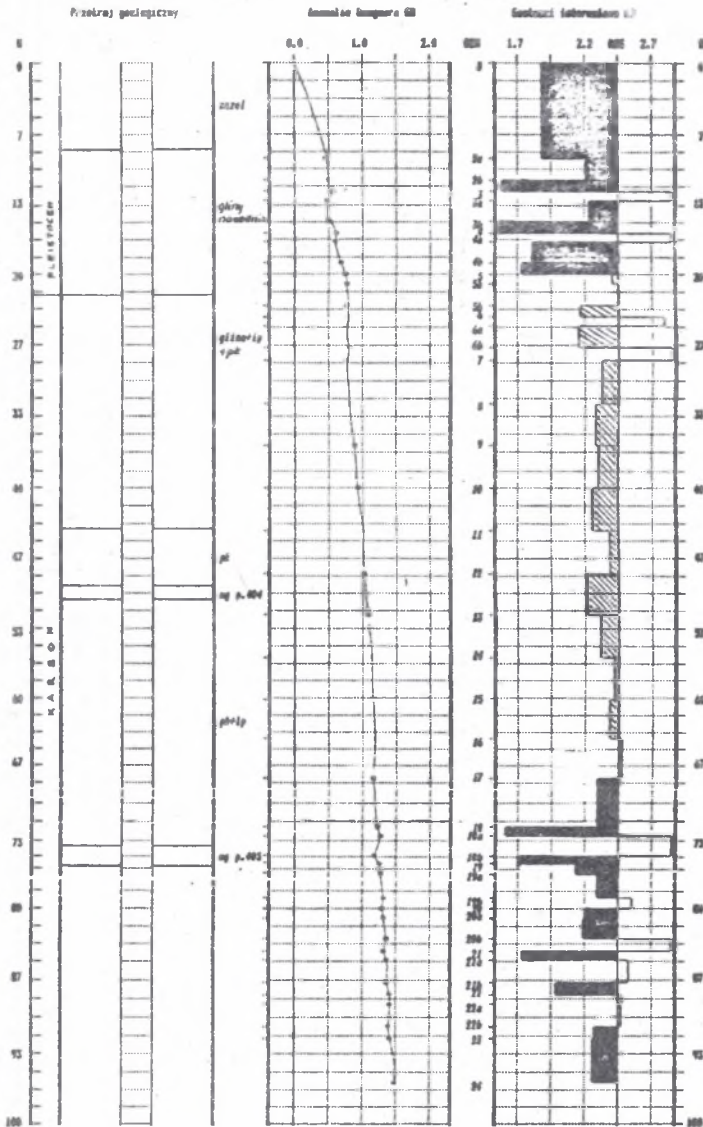


Rys. 2. Wyniki pionowego profilowania grawimetrycznego w szybie Nowy Wirek KWK Nowy Wirek

il - iły, lp - łupek, pc - piaskowiec, wg - węgiel, ROS - średnia gęstość  
równa  $2,45 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$

Fig. 2. Results of gravity vertical logging made in the shaft Nowy Wirek in the Nowy Wirek hard coal mine, Upper Silesia, Poland

il - clay, lp - shale, pc - sandstone, wg - hard coal  
ROS - average density  $2,45 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$



Rys. 3. Wyniki szczegółowego pionowego profilowania grawimetrycznego w szybie Nowy Wirek KWK Nowy Wirek do głębokości 100 m  
Oznaczenia jak wyżej

Fig. 3. Results of detail gravity vertical logging down to 100 m depth in the shaft Nowy Wirek in the Nowy Wirek hard coal mine  
Notation see Fig. 2

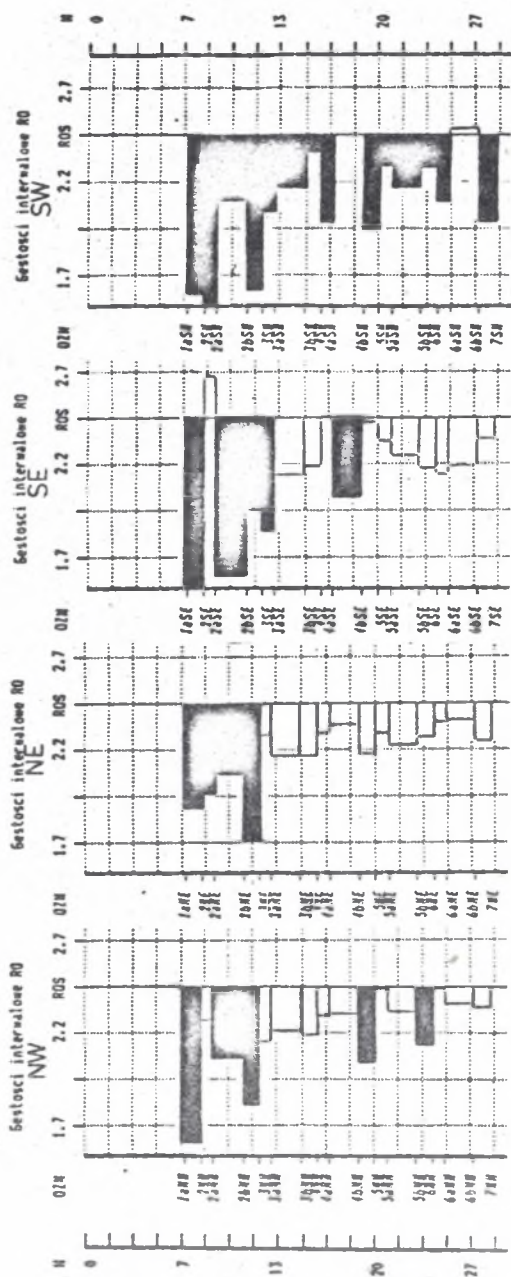


Fig. 4. Rozkłady gęstości interwałowych RO na podstawie pionowych profilowań gravimetrycznych w pomocniczych profilach w szybie Nowy Wirek KWK Nowy Wirek  
Oznaczenia jak wyżej

Fig. 4. Distribution of interval densities RO calculated from gravity vertical logging data for auxiliary profiles in the shaft Nowy Wirek in the Nowy Wirek hard coal mine  
Notation see Fig. 2

Strefa w otoczeniu zrobów pokładu 405 na głębokości od 72 a do 76 m opisana gęstością  $1,6 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  świadczy o częściowym podeśdzeniu zrobów tego pokładu. Lokalne wzmocnienie obudowy w tej strefie na głębokości od 72 m do 74,9 m uwidocznione zostało w gęstości interwałowej  $3,01 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ . Skały otaczające tę strefę, jak można sądzić, mogły uczestniczyć w opadzie do zrobów p. 405. Stąd ich obniżenie gęstości interwałowej w stosunku do gęstości średniej. Gęstości warstw rudzkich i siódzowych wykształconych w postaci łupków i piaskowców leżące poniżej pokładu 406 zbliżone są do gęstości średniej badanego kompleksu skalnego (rys. 2).

Na rys. 4 przedstawiono rozkłady gęstości otrzymane z pomiarów w czterech profilach pomocniczych. Zwraca uwagę rozwinięta strefa obniżonych gęstości w kierunku SW. Minimalna gęstość interwałowa  $1,28 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$  występuje na głębokości od 8 m do 9 m. Niskie gęstości antropogenicznego nadkładu szczególnie do głębokości 13 m wskazują na obecność za obudową szybu luźnego materiału skalnego.

## 5. WNIOSKI

Przedstawione wyniki badań grawimetrycznych pozwoliły szczegółowo rozpoznać gęstościowy stan górotworu za obudową szybu. Rozpoznany został przestrzenny rozkład gęstości w antropogenicznym nadkładzie i w partii przystropowej utworów karbonu. Zwrócono uwagę na występowanie stref słabo wypełnionych materiałem skalnym, co miało istotne znaczenie dla prawidłowego zaprojektowania prac zabezpieczających szyb.

## LITERATURA

- Fajkiewicz Z., 1956, O podziemnych pomiarach grawimetrycznych w zastosowaniu do górnictwa węglowego. Wyniki prac w KWK "Miechowice", Archiwum Górnictwa, t. 1, z. 4, s. 324-355.
- Fajkiewicz Z., 1980, Mikrograwimetria górnicza, Wyd. Śląsk, Katowice, s. 204-252.
- Fajkiewicz Z., Jakiel K., Madej J., 1986, Wykrywanie metodą grawimetryczną pustek powstających ze obudową szybu i zagrożeń z nimi związanych, Zesz. Nauk. Pol. Śl., z. 900, Górnictwo, z. 149, s. 221-231.
- Fajkiewicz Z., Jakiel K., Madej J., 1988 a, Grawimetryczny pomiar gęstości skał otaczających szyb górniczny. Zesz. Nauk. AGH, 1218, Geof. Stos., z. 1, s. 245-255.
- Fajkiewicz Z., Jakiel K., Madej J., 1988 b, Badania budowy geologicznej górotworu metodą pionowego profilowania grawimetrycznego. Zesz. Nauk. Pol. Śl., z. 960, Górnictwo z. 172, s. 169-178.
- Fajkiewicz Z., Jakiel K., Madej J., Radomiński J., 1988, Wyniki pionowego profilowania grawimetrycznego wykonanego w szybach Górnośląskich Kopalń Węgla Kamiennego "W. Petrowaki" i "Miechowice", Publ. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc., M-10 (213), s. 17-33.

Hammer S., 1950, Density Determinations by Underground Gravity Measurements, *Geophysics*, 15, s. 637-652.

Madej J., 1988, Wybrane problemy metodyki pomiarów grawimetrycznych, *Zesz. Nauk. AGH*, 1218, *Geof. Stos. z.* 1, s. 169-278.

Fajkiewicz Z., Jakiel K., Kozub J., Kuliez J., Woźniak W., w druku a, Badanie grawimetryczne, geologiczno-inżynierskie i hydrogeologiczne w otoczeniu szybów głównych w KWK Nowy Wirek, Wyd. GIG.

Fajkiewicz Z., Jakiel K., Kozub J., Kuliez J., Woźniak W., w druku b, Rozpoznanie grawimetryczne stref rozluźnień górotworu za obudową szybów i w antropogenicznym nadkładzie w KWK Nowy Wirek, *Bezpieczeństwo Pracy w Górnictwie*.

Recenzent: Doc. dr hab. inż. Antoni Goszcz

НОВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗ ИССЛЕДОВАНИИ ГОРНЫХ ПОРОД  
ЗА КРЕПЬЮ СТВОЛА ГРАВИМЕТРИЧЕСКИМ МЕТОДОМ

Р е з ю м е

В работе показано результаты гравиметрических профилирований в шахте "Новы Вирек". Закончены исследования для возможности определения *in situ* интервальные плотности скальных слоев выступающих за крепей ствола а также зоны вымывания, разупрочнения и не заложённых старых выработок.

NEW RESULTS OF GRAVITY LOGGING EXPLORATION  
OF ROCKMASS BEHIND THE SHAFT-LINING

S u m m a r y

The results of the gravity vertical logging along vertical profiles made in shaft Nowy Wirek in the Nowy Wirek hard coal mine are presented. The interval densities of the surrounding rock medium were determined. Wash out zones, soft-rock cavities and old working cavities were detected.