

---

<b>PRACE NAUKOWE GIG GÓRNICCTWO I ŚRODOWISKO</b>	<b>RESEARCH REPORTS MINING AND ENVIRONMENT</b>
<b>Kwartalnik</b>	<b>Quarterly 2/2005</b>

---

*Mariusz Szot*

## **KONTROLNE POMIARY GEOMETRII OBUDOWY SZYBU I ELEMENTÓW JEGO ZBROJENIA**

### **Streszczenie**

W artykule przedstawiono kryteria wykonywania kontrolnych pomiarów geometrii obudowy szybu i elementów jego zbrojenia, prostoliniowości torów prowadzenia naczyń oraz wartości luzów między prowadnikami a roboczymi płaszczyznami prowadnic ślizgowych. Przedstawiono sposoby wizualizacji wyników pomiarowych i algorytm matematyczny wykonywania obliczeń. Zestawiono w liczbach dopuszczalne wartości parametrów obudowy i zbrojenia szybowego. Zdefiniowano pojęcie geometrii obudowy szybu. Wyniki pomiarów zostaną wykorzystane do wykonania obliczeń i analizy uzyskanych danych. Przeprowadzona analiza pozwala na wykazanie niezgodności skrajni ruchowych, jak i zmian geometrycznych parametrów ciągów prowadniczych.

### **Control measurements of geometry of shaft support and elements of its equipment**

### **Abstract**

In the paper are presented criteria of the performance of control measurements of the shaft support and elements of its equipment, rectilinearity of running of cages and clearances between guides and working surfaces of slideways. Ways of the visualisation of measurement results and mathematical algorithm of calculation conducting are presented. Permissible values of the shaft support and equipment were put together. The term "shaft geometry" was defined. Results of measurements will be used for calculations and analytical purposes. The performed analysis enable to show incompatibility of working limiting outlines and also geometrical changes of parameters guiding lines.

### **WPROWADZENIE**

Podczas budowy szybów najistotniejsze jest poprawne wykonanie ich obudowy, dotyczy to zwłaszcza jej pionowości, a także poprawności, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 26.06.2002 w sprawie bezpieczeństwa i eksploatacji maszyn górniczych w podziemnych zakładach górniczych, wykonania tarczy szybowej (wymiary geometryczne). Zbyt duże odchyłki wymiarów utrudniają bowiem poprawne zabudowanie zbrojenia szybowego zgodnie z obowiązującymi przepisami. Dlatego niekiedy wykonuje się montaż zbrojenia szybowego, stosując dopuszczalne odchyłki montażowe tak, aby zapewnić właściwe parametry geometrii toru prowadzenia naczyń i odchyłek eksploatacyjnych.

Prowadzenie eksploatacji w pobliżu szybów oraz zmniejszenie powierzchni filarów ochronnych powoduje lokalne deformacje obudowy szybowej, odchylanie jej od pionu, a co za tym idzie zmianę geometrii prowadzenia naczyń i obudowy szybu.

Sztywne prowadniki, elastyczne prowadnice i konieczne luzy między nimi, wpływają na poziome ruchy naczyń, powodujące występowanie dodatkowych sił w układzie. Przypadkowe nierówności prowadników pobudzają naczynie do drgań

poziomych z amplitudą o rozkładzie losowym. Mogą być to powtarzające się cyklicznie nierówności na złączach przewodników, przypadkowe duże nierówności przewodników lub długie nierówności powodujące zwiększanie się odległości między czołami przewodników i zmianę położenia środka ciężkości naczynia wyciągowego.

Przy zmianie parametrów toru prowadzenia naczyń może nastąpić:

- zmniejszenie odległości między torami prowadzenia naczyń aż do zakleszczenia naczynia między przewodnikami,
- zwiększenie odległości grożącej wypadnięciem naczynia z torów prowadzenia naczyń,
- skrzywienie toru jazdy naczyń i zbliżenie ich do siebie, co grozi zderzeniem naczyń w miejscu ich mijania się lub zmniejszenie odległości naczynia, poniżej dopuszczalnych wartości, od konstrukcji zabudowanej w szybie i obudowy szybowej.

Z danych zebranych przez autora w protokóle (1961) wynika, że jedną z przyczyn zerwania się naczynia wyciągowego, do którego doszło w nieistniejącej już kopalni „Zabrze”, było pogorszenie parametrów geometrycznych sztywnego zbrojenia naczyń. Skutki tego zdarzenia jednoznacznie określają, jak ważna jest właściwa kontrola prowadzenia naczyń.

## 1. PODSTAWY PRAWNE WYKONYWANIA POMIARÓW

Podstawą prawną wykonywania pomiarów jest załącznik nr 4 do Rozporządzenia Ministra Przemysłu z dnia 28.06.2002 (Dziennik Ustaw nr 139) pozycja 1169 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy. Treść zawarta w pkt. 5.13.9 załącznika dotyczy eksploatacji i kontroli sztywnego prowadzenia naczyń i zbrojenia szybu, ppkt 5.13.9.6 ma brzmienie: *W terminach ustalonych przez kierownika ruchu zakładu górniczego w zależności od warunków lokalnych i spokoju jazdy naczyń wyciągowych, lecz nie rzadziej niż co pięć lat powinny być przeprowadzone kontrolne pomiary geometrii obudowy szybu i elementów jego zbrojenia, prostoliniowości torów prowadzenia naczyń oraz wartości luzów między przewodnikami a roboczymi płaszczyznami prowadnic ślizgowych*, który precyzuje terminy wykonania badań i pomiarów.

Zacytowany przepis zastąpił poprzedni zawarty w Rozporządzeniu Ministra Przemysłu i Handlu z dnia 14 kwietnia 1995 r., w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych: *W terminach ustalonych przez kierownika ruchu zakładu, w zależności od warunków lokalnych i spokoju jazdy naczyń, lecz nie rzadziej, niż co 5 lat, powinny być przeprowadzone kontrolne badania prostoliniowości torów prowadzenia naczyń i wartości luzów między przewodnikami a roboczymi płaszczyznami prowadnic ślizgowych, za pomocą mierniczych pomiarów od rozpiętych w szybie pionów mechanicznych lub za pomocą dopuszczonych do tego celu urządzeń.*

### 1.1. Geometria obudowy szybu i elementów jego zbrojenia

**Pod pojęciem pomiaru geometrii obudowy szybu i elementów jego zbrojenia, prostoliniowości torów prowadzenia naczyń oraz wartości luzów między**

**przewodnikami a roboczymi płaszczyznami przewodnic ślizgowych rozumie się sprawdzanie podstawowych wymiarów geometrycznych warunkujących bezpieczną eksploatację urządzenia wyciągowego.**

Przepis ten jest zawarty w części dotyczącej prowadzenia ruchu układów transportu pionowego w wyrobiskach o nachyleniu powyżej 45° (wspomniane Rozporządzenie załącznik nr 4, pkt 5), w punkcie dotyczącym eksploatacji i kontroli sztywnego prowadzenia naczyń wyciągowych (pkt 5.13.9), w podpunkcie dotyczącym ustalania terminów badań kontrolnych stanu utrzymania wyciągu szybowego (ppkt 5.13.9.6).

Wynika z tego, że pomiary stanowią część jednej z wielu kontroli okresowych i mają posłużyć do ustalenia, czy jest możliwy bezpieczny ruch urządzenia wyciągowego.

Geometryczne wymiary, jakie powinny być kontrolowane w czasie eksploatacji urządzenia wyciągowego zostały określone w Rozporządzeniu przez podanie minimalnych odstępów ruchowych i luzów na przewodnicach ślizgowych, które wynoszą odpowiednio dla zbrojenia nowo zabudowanego:

Odchyłki montażowe i wykonawcze	Prostopadłość płaszczyzn bocznej i czołowej przewodnika powinna być zachowana z dokładnością $\pm 1$ mm.
	Odchylenie środków dźwigarów w płaszczyźnie pionowej może dochodzić do $\pm 10$ mm.
	Szczelina na stykach przewodników drewnianych nie może przekraczać 5 mm.
	Czołowe i boczne płaszczyzny ciągów przewodników powinny być zabudowane w stosunku do pionu z odchyleniem $\pm 3$ mm.
	Odległość czołowych płaszczyzn dwóch naprzeciwległych ciągów przewodniczych nie może przekraczać wartości nominalnej o więcej niż 10 mm.
	200 mm – między naczyniami wyciągowymi.
	150 mm – między naczyniami wyciągowymi a obudową szybu lub konstrukcjami zabudowanymi w szybie, do których nie jest mocowany przewodnik.
	50 mm – między naczyniem a dźwigarami szybowymi, do których jest mocowany przewodnik lub elementami tego mocowania.
50 mm – między uchwytem przewodnika a przewodnicą naczynia wyciągowego.	

Dopuszczalne odchyłki eksploatacyjne zgodne z obowiązującymi przepisami odpowiednio wynoszą:

Odchyłki eksploatacyjne	Minimalny luz między przewodnicą ślizgową a przewodnikiem powinien wynosić: - 3 mm – dla przewodników stalowych, - 6 mm – dla przewodników drewnianych.
	Największy dopuszczalny luz między przewodnicą ślizgową a przewodnikami powinien wynosić: - nie więcej niż 15 mm – przy przewodnicach tocnych sztywno połączonych z naczyniem, - nie więcej niż 25 mm – przy przewodnicach tocnych sprężysto połączonych z naczyniem.
	100 mm – między naczyniami na odcinku ich mijania się w szybie,
	80 mm – między naczyniem a obudową szybu lub konstrukcjami zabudowanymi w szybie.
	30 mm – między naczyniem a dźwigarami szybowymi, do których jest mocowany przewodnik lub elementy mocowania przewodnika do dźwigarów.

W przypadku spełnienia wymagań dotyczących prostoliniowości prowadzenia naczyń, odstępów ruchowych i luzów na prowadnicach ślizgowych, odchylenie rury szybowej względem ciągów prowadniczych jest istotne przy określaniu nośności obudowy szybowej i określania skutków eksploatacji w filarach ochronnych szybów.

Wielkość dopuszczalnych odchyłek montażowych, jak i eksploatacyjnych wymaga zastosowania odpowiednio dokładnych metod pomiarowych, jak i zastosowanego sprzętu pomiarowego.

## 2. SPOSÓB REALIZACJI POSTAWIONYCH WYMAGAŃ

Do realizacji wymagań postawionych w pkt. 2 niniejszego opracowania konieczne jest wyznaczenie następujących wartości:

- odległości między osiami sąsiednich prowadników,
- odległości od osi naprzeciwległych prowadników do konstrukcji zabudowanych w szybie,
- promienia wodzącego krzywizny obudowy szybu w punkcie nad płaszczyzną czołową dźwigara,
- odległości od osi symetrii płaszczyzn czołowych naprzeciwległych prowadników do elementów mocujących prowadnik (złącza śrubowe, ograniczniki boczne itp.) lub dźwigarów szybowych, do których mocowany jest prowadnik,
- odległości od osi naczyń wyciągowego do elementu konstrukcyjnego naczyń najbardziej wysuniętego w kierunku naczyń sąsiadującego,
- odległości od osi naczyń wyciągowego do elementu konstrukcyjnego naczyń najbardziej wysuniętego w kierunku konstrukcji zabudowanej w szybie,
- odległości od środka krzywizny obudowy szybu do elementu konstrukcyjnego naczyń najbardziej wysuniętego w kierunku obudowy szybu,
- odległości od osi naczyń wyciągowego do elementu konstrukcyjnego naczyń najbardziej wysuniętego w kierunku prowadnika,
- odległości pomiędzy czołowymi płaszczyznami prowadników,
- odległości pomiędzy bocznymi płaszczyznami prowadników.

Porównanie wyżej wymienionych wielkości pozwoli na obliczenie odstępów ruchowych, których sprawdzenie wymagane jest obowiązującymi przepisami oraz wyznaczenie profili torów prowadzenia naczyń.

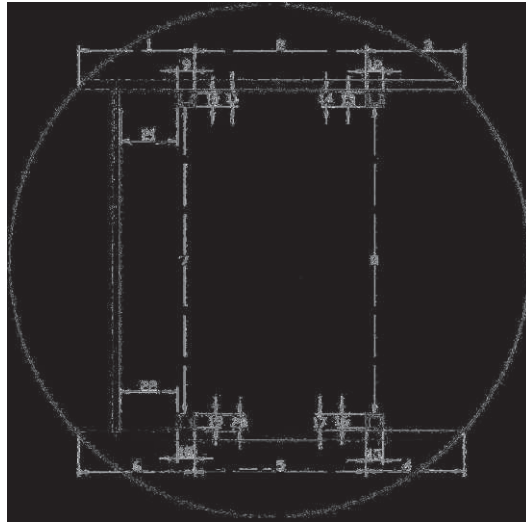
Przykładowy łańcuch pomiarowy niezbędny do wyznaczenia tych wielkości przedstawiono na rysunku 1.

Zgodnie z oznaczeniami domiarów, przedstawionych na rysunkach nr 1 i 2 przykładowe wartości odstępów ruchowych można obliczyć następującymi wzorami:

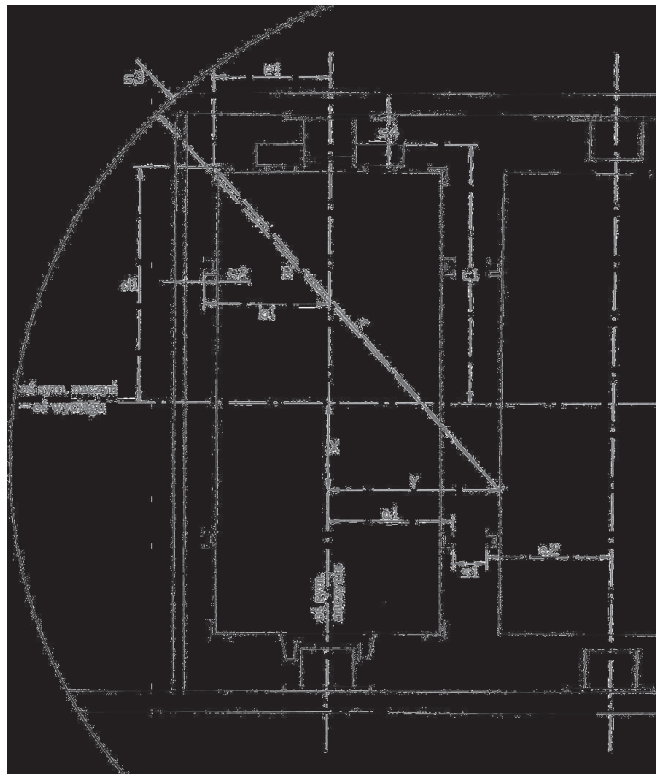
- odległości między osiami sąsiednich prowadników

$$a = 5) + \frac{1}{2}[(18) + 15] \quad (1)$$

- odległości od osi naprzeciwległych prowadników do konstrukcji zabudowanych w szybie



**Rys. 1.** Wartości pomierzone (geometria obudowy szybu i elementów jego zbrojenia)  
**Fig. 1.** Measured values (shaft support and element of equipment geometry)



**Rys. 2.** Wartości pomierzone (gabaryty naczyń wyciągowych)  
**Fig. 2.** Measured values (overall dimensions of cages)

$$b = 21) - \frac{1}{2}(9) \quad (2)$$

- promień wodzący krzywizny obudowy szybu w punkcie nad płaszczyzną czołową dźwigara

$$R = \sqrt{\left[ x + \frac{1}{2}(7) + 11) + \frac{\frac{1}{2}(7) + 11) - \frac{1}{2}(8) - 14)}{2} \cdot (1) \right]^2 + \left[ y + 1) - \frac{1}{2}(9) \right]^2} \quad (3)$$

- odległości od osi symetrii płaszczyzn czołowych naprzeciwległych przewodników do elementów mocujących przewodnik (złącza śrubowe, ograniczniki boczne itp.) lub dźwigarów szybowych, do których jest mocowany przewodnik

$$d = \frac{1}{2}(7) + 10) \quad (4)$$

- odległości od osi naczynia wyciągowego do elementu konstrukcyjnego naczynia najbardziej wysuniętego w kierunku naczynia sąsiedniego

$$e = t_1 + t_2 \quad (5)$$

- odległości od osi naczynia wyciągowego do elementu konstrukcyjnego naczynia najbardziej wysuniętego w kierunku konstrukcji zabudowanej w szybie

$$f = t_1 \quad (6)$$

- odległości od środka krzywizny obudowy szybu do elementu konstrukcyjnego naczynia najbardziej wysuniętego w kierunku obudowy szybu

$$r = \sqrt{[x + t_1]^2 + [y + t_1]^2} \quad (7)$$

$$h = t_1 \quad (8)$$

- odstępów ruchowe

$$S_1 = t - ? \quad (9)$$

$$S_2 = r - f \quad (10)$$

$$S_3 = R - ? \quad (11)$$

$$S_4 = l - t \quad (12)$$

Oznaczenia przyjęte we wzorach (1) do (12):

- cyfry w nawiasach, np. (1), oznaczają wartość domiaru zgodnie z załączonym rysunkiem,

- litery są wartościami stałymi nie zmieniającymi się dla danego naczynia wyciągowego, np.  $a_1$ .
- $x$  i  $y$  są koncesyjnymi wielkościami przesunięcia osi krzywizny obudowy szybu w odniesieniu do osi symetrii naczynia wyciągowego (osi ciągnięcia).

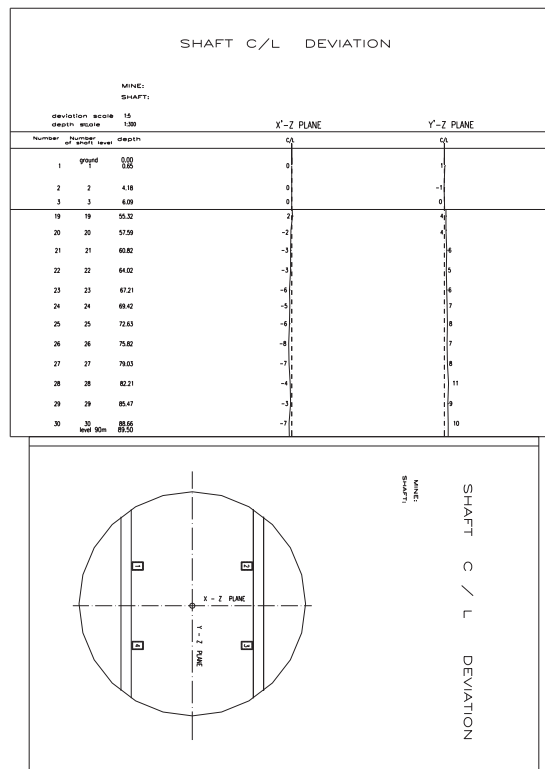
Pozostałe odstępstwa ruchowe obliczane są analogicznie dla pozostałych naczyń wyciągowych.

### 3. ZAKRES WYKONYWANYCH POMIARÓW I STOSOWANY SPRZĘT POMIAROWY ORAZ PREZENTACJA WYNIKÓW POMIARÓW

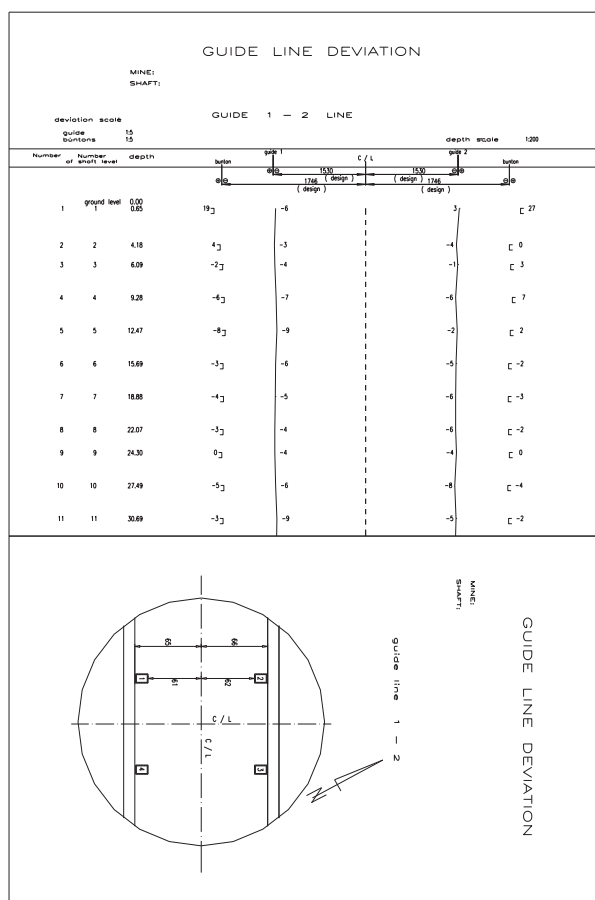
Aby zapewnić bezpieczne warunki eksploatacji należy wykonać pomiary wielkości przedstawionych na rysunkach 1 i 2 na kolejnych poziomach dźwigarów zabudowanych w szybie.

Pomiary są wykonywane z piętra lub głowicy naczynia wyciągowego za pomocą sprawdzonych przyrządów mierniczych takich, jak: przymiar stalowy wstępowy, przymiary teleskopowe, linały stalowe.

Wykonuje się je zgodnie z obowiązującymi górnictwymi przepisami BHP oraz przepisami organizacyjno-technicznymi obowiązującymi w danym zakładzie górnictw.



Rys. 3. Zmiana położenia środka wyciągu szybowego  
 Fig. 3. The change of the location of the cage midpoint



**Rys. 4.** Profil czołowych płaszczyzn torów prowadzenia naczyń  
**Fig. 4.** The profile of head surfaces of running of cages

Otrzymane wyniki pomiarów oraz obliczone odległości ruchowe należy zestawić w formie tabelarycznej dla poszczególnych poziomów zabudowy dźwigarów szybowych. Należy graficznie przedstawić przebiegi zarysów ciągów prowadniczych dla czołowych i bocznych płaszczyzn przewodników, jak i środka wyciągu szybowego (rys. 3 i 4).

Aby w prawidłowy sposób przeanalizować otrzymane wyniki pomiarów należy jednoznacznie określić je w odpowiednim układzie odniesienia lokalnym bądź „Sucha Góra”. Drugi z tych układów jest lepszym do przeprowadzenia analizy dla kilku obiektów z danego zakładu górniczego.

Wyniki należy poddać analizie pod kątem zgodności z dopuszczalnymi wartościami przedstawionymi w tablicach 1 i 2.

W omówieniu wyników badań należy wykazać niezgodności dotyczące zarówno skrajni ruchowych, jak i zmiany odległości między czołowymi płaszczyznami przewodników.



## **WNIOSKI I UWAGI KOŃCOWE**

- Przedstawione zależności pozwalają na szczegółowy opis parametrów geometrycznych obudowy szybu.
- W opracowanej dokumentacji należy zwizualizować przestrzenny przebieg roboczych płaszczyzn prowadników, jak i środka wyciągu szybowego.
- Pomiary należy prowadzić pod nadzorem osób dozoru ruchu i uprawnionego mierniczego górniczego.
- Stosowany sprzęt pomiarowy powinien mieć wymagane dopuszczenia do pracy w podziemnych zakładach górniczych, jak i być nadzorowany metrologicznie w odniesieniu do wzorców.
- Opracowana dokumentacja powinna być zatwierdzona przez mierniczego górniczego i osoby dozoru ruchu.

### **Literatura**

1. Protokół zgłoszenia wypadku w KWK Zabrze 1961 (niepublikowany).
2. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 26.06.2002 w sprawie bezpieczeństwa i eksploatacji maszyn górniczych w podziemnych zakładach górniczych wraz z obowiązującymi załącznikami. D.U. nr 139, poz. 1169.

**Recenzent:** prof. dr hab. inż. Jan Hankus