

Warianty ścisłego wyrównania orientacji poziomej na przykładzie Kopalni X

Paweł Sikora, Magdalena Wyleżoł, Marcin Wróblewski

Instytut Eksploatacji Górniczej, Zakład Geodezji i Ochrony Terenów Górniczych, Politechnika Śląska,
ul. Akademicka 2 Gliwice

pawel.sikora@polsl.pl, wylezolmagdalena@gmail.com, wrblewskimarcin@gmail.com

Streszczenie. W pracy wykazano wpływ podparcia ciągu wliczeniowego niezależnie wydrążonymi i przeniesionymi z powierzchni ziemi punktami na ostatecznie przeprowadzoną orientację danego poziomu wydobywczego podziemnego zakładu górniczego. Cel osiągnięto poprzez utworzenie czterech różnych kombinacji pomiarowych z wykorzystaniem danych orientacji poziomej w postaci ciągu poligonowego oraz dwóch niezależnych punktów rozmieszczonych wzdłuż tego ciągu.

Słowa kluczowe: ścisłe wyrównanie, orientacja wliczeniowa, geodezja górnicza.

WPROWADZENIE

Przedstawiona w pracy Kopalnia X jest rzeczywistym, zabytkowym zakładem górniczym, który, podobnie jak inne podziemne zakłady górnicze wydobywające węgiel kamienny, podlega przepisom prawnym w zakresie pomiarów geodezyjnych – Ustawy Prawo Górnicze i geologiczne z dnia 9 czerwca 2011 r. oraz Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej. Przepisy zobowiązują przedsiębiorcę tworzyć oraz aktualizować mapy z określoną częstotliwością w zależności od ich przeznaczenia. W tym celu konieczne jest wykonywanie systematycznych podziemnych pomiarów geodezyjnych związanych z postępowaniem robót górniczych oraz inwentaryzacją istniejących wyrobisk. Załącznik numer 1 do Rozporządzenia Ministra Środowiska określa między innymi szczegółowe wymagania dotyczące wykonywania prac geodezyjnych w podziemnych wyrobiskach górniczych. Podstawą do prowadzenia dokumentacji mierniczo-geologicznej zakładu górniczego stanowi osnowa geodezyjna w postaci osnowy poziomej i wysokościowej. Podziemna osnowa pozioma w podziemnych zakładach górniczych dzieli się na osnowę podstawową, szczegółową oraz pomiarową. Podstawową osnowę geodezyjną zakłada się w celu orien-

tacji wyrobisk górniczych oraz nawiązania dla punktów osnowy szczegółowej i pomiarowej. Przydatność punktów podstawowej osnowy geodezyjnej określa się w zależności od średniego błędu położenia punktu, którego wartość nie może być większa niż 0,15 m oraz średniego błędu azymutu boku, którego wartość nie może przekraczać 45'' [4]. Mapy wyrobisk górniczych tworzone są w jednolitym układzie odniesienia obowiązującym na powierzchni terenu górniczego. Realizacja tego założenia wykonywana jest w tzw. procesie orientacji, który w uogólnieniu polega na połączeniu pomiarów podziemnych z osnową geodezyjną na powierzchni [3]. Orientację wykonuje się osobno dla osnowy poziomej i wysokościowej.

ORIENTACJA POZIOMA KOPALNI X.

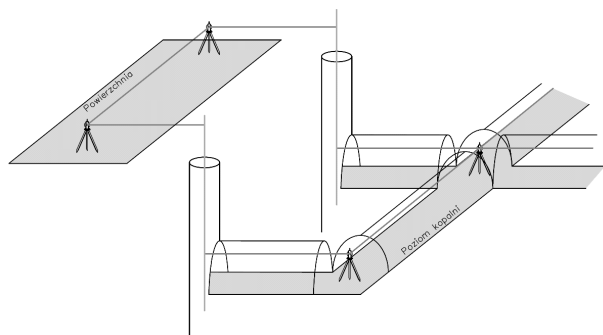
Nawiązanie osnowy poziomej i wysokościowej może być przeprowadzone oddzielnie dla całego zakładu górniczego lub wybranego poziomu wydobywczego. Zadaniem pomiarów orientacyjnych jest określenie co najmniej jednego azymutu (pierwszego) oraz współrzędnych co najmniej jednego punktu (pierwszego) tego poligonu [2]. Elementy orientacji muszą być wyznaczone z najwyższą starannością, bowiem stanowią odniesienie dla kolejnych osnow zakładanych w podziemnych wyrobiskach górniczych.

Wyróżnia się następujące sposoby połączenia kopalni z powierzchnią [2]:

- za pomocą sztolni, upadowej lub pochylego szybu,
- za pomocą jednego szybu,
- za pomocą dwóch lub więcej szybów pionowych.

Współcześnie w celu orientacji poziomej wykorzystuje się najczęściej metodę tzw. orientacji wliczeniowej lub giroskopowej.

Ogólny przypadek nawiązania do osnowy powierzchniowej przez dwa szyby pionowe metodą wliczeniową przedstawiono na rys. 1.

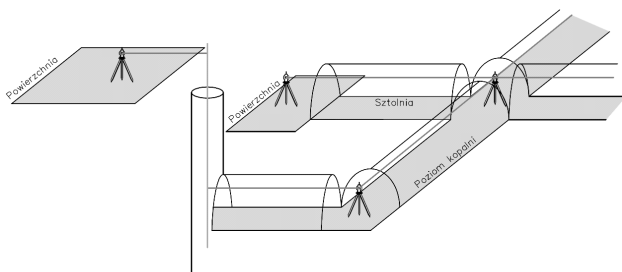


Rys. 1. Uproszczony schemat realizacji orientacji poziomej metodą wliczeniową.

Na powierzchni zakłada się ciąg poligonowy pomiędzy szybami, analogicznie tworzy się ciąg na orientowanym poziomie kopalni. Ciągi te łączą się ze sobą poprzez piony zawieszane w szybach.

Przeniesienie kierunku i współrzędnych punktu z powierzchni do kopalni odbywać się może mechanicznie (za pomocą pionów drutowych), optycznie (np. za pomocą pionu optycznego) lub magnetycznie (za pomocą deklinatorów, girokompasów, giroteodolitów).

Omawiana Kopalnia jest szczególnym przypadkiem, gdzie pierwotne udostępnienie odbyło się za pomocą jednego pionowego szybu oraz sztolni (rys. 2). Na sposób udostępnienia wpłynęła stosunkowo niewielka głębokość oraz możliwość udostępnienia poziomu z jednej strony bezpośrednio z powierzchnią.



Rys. 2. Uproszczony schemat realizacji orientacji poziomej dla kopalni X

WARIANTY PODZIEMNEGO CIĄGU POLIGONOWEGO

Na przestrzennym schemacie wyrobisk górniczych przedstawiono przebieg ciągu poligonowego kopalni rozpoczynającego się od szybu 1, następnie wzdłuż wyrobisk do wylotu sztolni. Przebieg ciągu liczącego 2,5 km odbywał się wzdłuż podziemnych wyrobisk górniczych charakteryzujących się licznymi zakrętami, co wymagało zastosowania krótkich celowych podczas pomiaru w warunkach dołowych.

Ciąg poligonowy jest dodatkowo nawiązany przez pierwsze wzmocnienie osnowy w postaci szybu 2, oraz drugie w postaci otworu wielkośrednicowego (rys. 3). Powstały w ten sposób wariant 1 uznany został w dalszych rozważaniach jako odniesienie, względem którego porównywane będą pozostałe warianty.

Wariant 2 (rys. 4) posiada wszystkie wymienione elementy nawiązania wymienione wcześniej z wyjątkiem wzmocnienia w postaci otworu wielkośrednicowego, który został pominięty w dalszych obliczeniach.

W wariantcie 3 (rys. 5) sytuacja nawiązania polega na pozostawieniu otworu wielkośrednicowego z jednoczesnym usunięciem wzmocnienia w postaci szybu 2.

Wariant 4 (rys. 6) opiera się wyłącznie na wyrównaniu wliczeniowego ciągu poligonowego dowiązanego na obu końcach do osnowy powierzchniowej. W tym wariantcie pominięto dowiązanie ciągu do dodatkowych elementów.

ŚCISŁE WYRÓWNANIE OSNOWY POZIOMEJ

Wszelkie obliczenia związane ze ścisłym wyrównaniem poszczególnych wariantów ciągu wliczeniowego zrealizowano w programie Geonet 2006 (wersja 5.8V) firmy Algo-Res-Soft. Dla każdego wyznaczonego wariantu utworzono odpowiednie pliki tekstowe (długości, kąty itp.), zgodnie z wymaganiami programu. Następnie przeprowadzono kolejne etapy wyrównania ścisłego dla poszczególnych wariantów. W konsekwencji otrzymano pełn oraz skrócone raporty z wyrównania (WSG.OSN, XY.OSN). Na podstawie otrzymanych wyników określono dokładność orientacji w zależności od przyjętego wariantu.

ANALIZA PORÓWNAWCZA WARIANTÓW

W wyniku przeprowadzonych obliczeń otrzymano m.in. wyrównane współrzędne poszczególnych punktów ciągów poligonowych, średnie błędy jednostkowe M_o oraz błędy położenia punktów M_p .

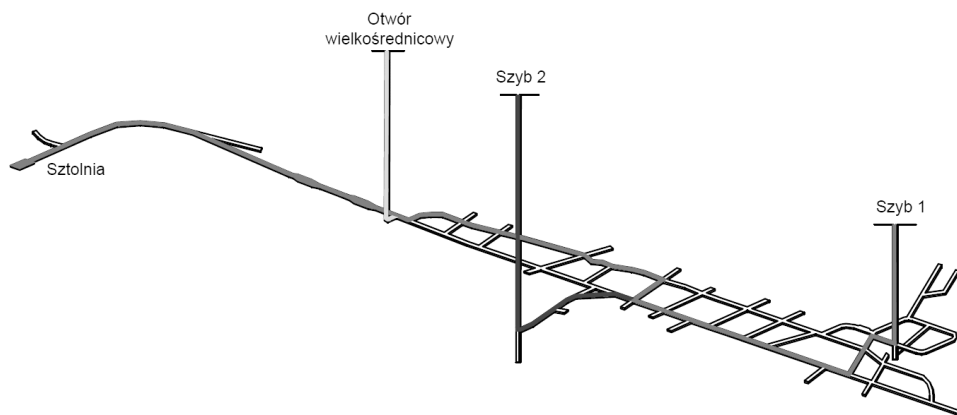
W tabeli 1 przedstawiono zestawienie średnich błędów M_o , M_o dla długości i kątów, maksymalnego $M_{p_{max}}$ i przeciętnego błędu położenia punktu $M_{p_{sr}}$ dla poszczególnych wariantów. W przypadku maksymalnej wartości błędu $M_{p_{max}}$ wskazano również numer punktu w którym to maksimum występuje.

Tabela 1. Zestawienie średnich błędów M_o , $M_{p_{max}}$, $M_{p_{sr}}$

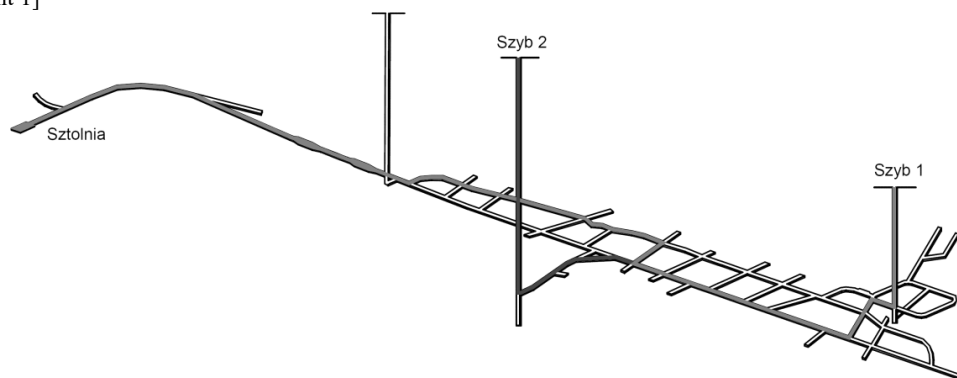
Błędy \ Warianty	Wariant 1	Wariant 2	Wariant 3	Wariant 4
M_o	1.08804	1.05709	1.88131	1.57279
M_o dla długości	1.24011	0.92041	2.15031	0.93589
M_o dla kątów	0.86767	1.20325	1.54796	brak
$M_{p_{sr}}$	0.0151	0.0275	0.0410	0.0860
$M_{p_{max}}$	0.0358 m(p11)	0.0607 m(p13)	0.0692 m(p28)	0.1252 m(p15)

Rezultaty wykonanych obliczeń wskazują, że średni oraz maksymalny błąd położenia punktu wzrasta wraz ze zmniejszeniem ilości przeniesionych punktów z powierzchni.

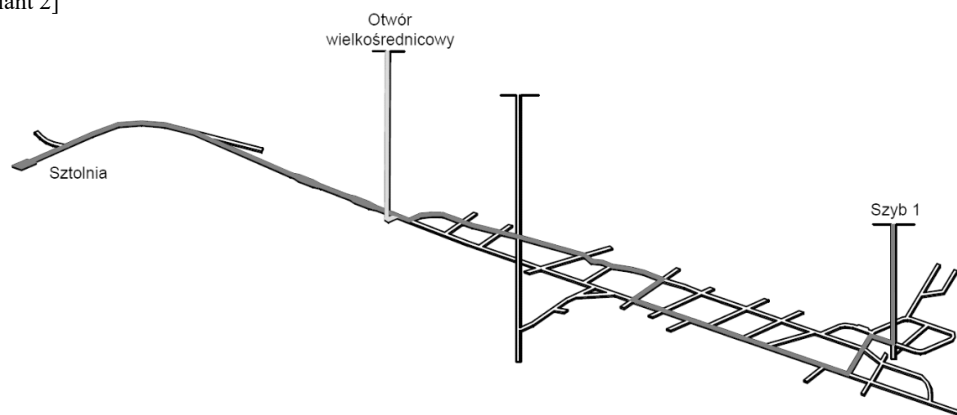
W kwestii największych wartości średniego błędu położenia punktu $M_{p_{sr}}$ obserwuje się dla wariantu 4, ze względu na brak dodatkowych nawiązań. Podobna sytuacja występuje w przypadku maksymalnego błędu położenia punktu $M_{p_{max}}$, którego wartość wyniosła ponad 12,5 cm dla punktu



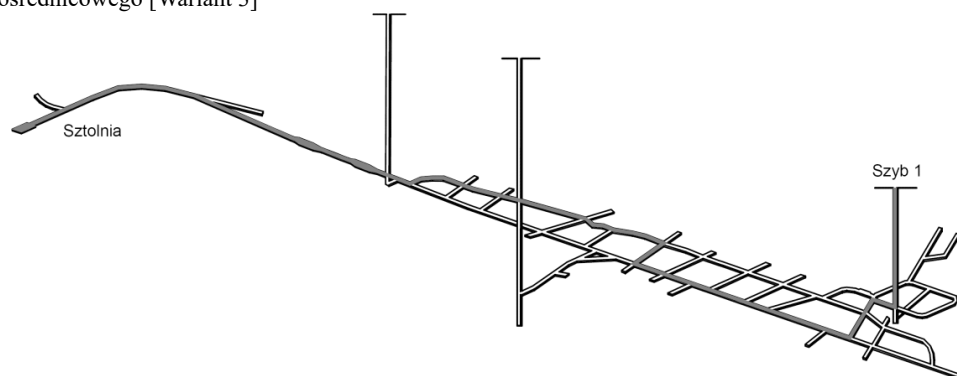
Rys. 3. Schemat przestrzenny wyrobisk górniczych kopalni X wraz z zaznaczanym ciągiem głównym i dodatkowymi wzmocnieniami [Wariant 1]



Rys. 4. Schemat przestrzenny wyrobisk kopalni X wraz z zaznaczanym ciągiem głównym i dodatkowym wzmocnieniem w postaci szybu 2 [Wariant 2]



Rys. 5. Schemat przestrzenny wyrobisk kopalni X wraz z zaznaczanym ciągiem głównym i dodatkowym wzmocnieniem w postaci otworu wielkośrednicowego [Wariant 3]



Rys. 6. Schemat przestrzenny wyrobisk kopalni X wraz z zaznaczanym ciągiem głównym [Wariant 4]

15. Błąd M_0 dla kątów został oznaczony jako „brak” z przyczyn niedostatecznej ilości liczby nawiązań, dla których program nie był w stanie dokonać obliczeń.

Na wykresie 1 został ukazany błąd bezwzględny wariantu 2,3,4 w stosunku do wariantu 1 uznanego za wariant odniesienia.

Z przedstawionych danych wynika, że wyrównany ciąg poligonowy w wariacie 2 charakteryzuje się zależnością błędu bezwzględnego od odległości między znanymi punktami ciągu poligonu, który wzrasta wraz z odległością między punktami. Odległość między szybem 1 a szybem 2 jest stosunkowo nieduża w porównaniu do odległości między szybem 2 i sztolnią, stąd też można zauważyć, że punkty odcinka szyb 1- szyb 2 będą charakteryzować się mniejszym błędem bezwzględnym.

W wariacie 3 minimum lokalne błędu bezwzględnego występuje w środkowej części ciągu poligonowego za sprawą dowiązania do przeniesionego punktu z powierzchni na orientowany poziom poprzez wydrążony otwór wielkośrednicowy.

Wykres wariantu 4 charakteryzuje się największym odchyleniem w stosunku do wzorcowego wariantu 1. Wraz z oczekiwaniami znaczące wartości występują dokładnie w połowie odległości między sztolnią a szybem 1. Maksymalna odległość w stosunku do pomiaru wzorcowego występuje w punkcie pp18 i wynosi 0,21 m.

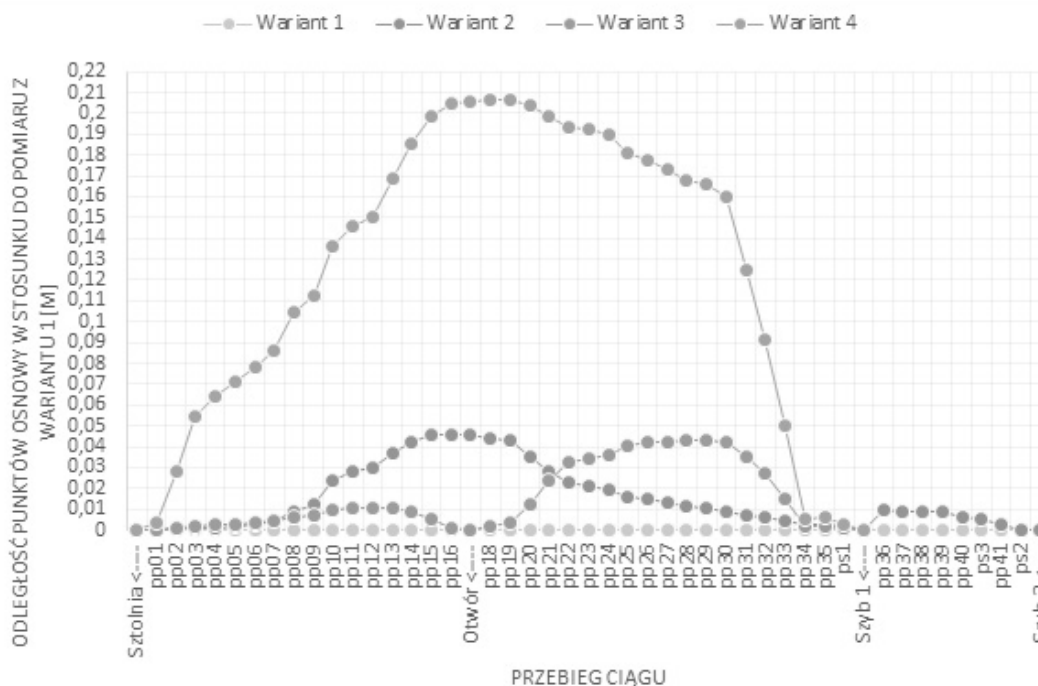
PODSUMOWANIE

W pracy ukazano wpływ zastosowania dodatkowych punktów nawiązania na dokładność ścisłego wyrównania podziemnej osnowy geodezyjnej na przykładzie orientacji wliczeniowej wybranego wyrobiska w Kopalni X, w której osnowa pozioma podstawowa na orientowanym poziomie

została bezpośrednio nawiązana do osnowy podstawowej na powierzchni. Przepisy dopuszczają również przeprowadzenie orientacji z poziomu na poziom. W tym przypadku błędy zaistniałe podczas przenoszenia kierunku przenoszą się na kolejny orientowany poziom, co wpływa na dokładność wyznaczonych pomiarów.

Dokładność wyznaczenia położenia punktu podstawowej osnowy geodezyjnej ma kluczowe znaczenie w realizacji dalszych prac geodezyjnych, geologicznych i górniczych. Lokalizacja wyrobisk górniczych może m.in. posłużyć w celach określenia przebiegu deformacji powierzchni terenu, realizacji prac przebitkowych, oraz miejsca powstania zagrożenia.

Prawdziwym wyzwaniem dla służb mierniczo-geologicznych są przypadki, gdzie znaczenie ma ludzkie życie. Zdarzenie z dnia 18 kwietnia 2015r. mające miejsce na Kopalni Węgla Kamiennego „Wujek” ruch Ruch Śląsk przyczyniło się do rozpoczęcia akcji ratowniczej polegającej na wywiercieniu otworu poszukiwawczego z powierzchni ziemi na głębokość 1050 m w celu odnalezienia uwięzionych górników. Prace związane z drążeniem otworu wymagają wykorzystania dokładnie określonych współrzędnych na danym poziomie kopalni w układzie odniesienia stosowanym na powierzchni. Dokładność lokalizacji podziemnego wyrobiska z powierzchni będzie zależna od dokładności wyznaczonego podziemnego ciągu poligonowego w procesie orientacji poziomej. Dlatego ważne jest przestrzeganie odpowiednich wymagań dokładnościowych w pomiarach geodezyjnych. Na zwiększenie dokładności zakładanej osnowy podziemnej, szczególnie w przypadku często spotykanych ciągów o znacznej długości składających się (z wielu punktów z uwagi na charakter podziemnych wyrobisk celowe są znacznie krótsze), efektywnie wpływają dodatkowe punkty nawiązania z powierzchnią terenu, innym poziomem lub punkty, których położenie wyznaczono np. na drodze orientacji giroskopowej.



Wykres 1. Błąd bezwzględny wariantu 2,3,4 w stosunku do bezbłędnego wariantu 1

LITERATURA

1. **Pomykoł M., Poniewiera M., 2009:** Numeryczne projektowanie w geodezji górniczej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
2. **Kozubski F., 1969:** Miernictwo górnicze. Wydawnictwo „Śląsk”, Katowice.
3. **Milewski M., 1988:** Geodezja Górnicza, Skrypty uczelniane Wydawnictwo AGH, Karków.
4. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 22 grudnia 2011 r. w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej, Dziennik Ustaw Nr 291.

VARIANTS OF THE RIGOROUS ADJUSTMENT
OF HORIZONTAL ORIENTATION
ON THE EXAMPLE OF MINE X

Summary. The paper demonstrated the impact of support traverse wliczeniowa independently drill and transferred from the earth's surface points to eventually carried out the orientation of a given level of surface underground mining plant. The objective was achieved through the creation of four different combinations of survey using the data in the form of a horizontal orientation of the traverse and two independent points spaced along the traverse.

Key words: strict alignment, orientation wliczeniowa, mining surveying.

