



System wykonywania otworów technicznych w rejonie szybów górniczych

# Kierunkowe wiercenia **obrotowe**

inż. Józef Mitka, dr inż. Jan A. Kostrz



Stanowisko wiertnicze dla wykonania otworu technicznego w kopalni „Pniówek”

## 1. Wprowadzenie

Prawidłowe funkcjonowanie zakładu górniczego wymaga doprowadzenia mediów z powierzchni do wyrobisk dołowych oraz wyprowadzenia z nich metanu i wody, stwarzających zagrożenie dla bezpieczeństwa pracy w kopalni. Niejednokrotnie ze względów technicznych i ekonomicznych korzystne jest umieszczanie w wyrobiskach dołowych odpadów elektrownianych, pyłów itp. Transport tych mediów odbywa się przy użyciu rurociągów standardowo zabudowywanych w szybach górniczych.

Alternatywą dla rurociągów szybowych są rurociągi zabudowywane w otworach wiertniczych poprowadzonych z powierzchni, zazwyczaj w pobliżu szybów. Otwory wiercone są bezpośrednio do stropu dołowego wyrobiska górniczego bądź w bliskim sąsiedztwie wyrobisk dołowych, a następnie udostępniane dodatkowym wyrobiskiem górniczym.

Rurociągi to najczęściej rury osłonowe otworu technicznego, cementowane w górotworze. Istnieje również możliwość zabudowy rurociągu w otworze wiertniczym z dodatkowej, niecementowanej kolumny rur.

Rurociągi zabudowane w otworach wiertniczych w dużym stopniu eliminują mankamenty swych odpowiedników zabudowanych w szybie. Podczas eksploatacji tych ostatnich należy liczyć się z niebezpieczeństwem wystąpienia awarii i w konsekwencji koniecznością czasowego wyłączenia z ruchu lub też ograniczenia czasu pracy z uwagi na konieczność wykonania niezbędnych prac remontowych.

## 2. Przykłady zabudowy rurociągów w otworach wiertniczych

Zalety wynikające z zabudowy rurociągów w otworach wiertniczych zlokalizowanych w pobliżu szybów górniczych jako alternatywa dla rurociągów zabudowanych bezpośrednio w szybach, stanowiły zachętę do realizacji kilku projektów w kopalniach węgla kamiennego oraz w Zakładzie Górniczym „Rudna”. Przedstawione przykładowo otwory techniczne zostały wykonane przez Przedsiębiorstwo Budowy Szybów SA w Bytomiu w oparciu o własne projekty techniczno-technologiczne.

### 2.1. Otwór techniczny odmetanowujący przy szybie V kopalni „Sośnica”

Otwór wykonano w 1993 r. w odległości 22 m od szybu V, z powierzchni do stropu wyrobiska na poziomie 750 m w celu odprowadzenia metanu z dołu kopalni na powierzchnię. Poprowadzony w górotworze zbudowanym ze skał czwartorzędowych, trzeciorzędowych i karbońskich, przechodzi przez wyrobiska górnicze na poziomach 385 i 550 m. Otwór odwiercono do stropu wyrobiska na poziomie 750 m i zarurowano rurami  $\varnothing$  298 mm.

### 2.2. Otwór odwadniający przy szybie R-V O w ZG „Rudna”

Otwór wykonano na przełomie lat 1999 i 2000 r. w odległości 21 m od szybu R-V z powierzchni do wyrobiska na poziomie 980 m w celu odprowadzenia wody dołowej na powierzchnię (rurociąg głównego odwadniania kopalni). Wykonany w górotworze zbudowanym ze skał czwartorzędowych, trzeciorzędowych, triasowych (warstwy pstrego piaskowca) i permskich (warstwy cechsztyńskie). Zarurowany rurami  $\varnothing$  244,5 mm od powierzchni do stropu wyrobiska na poziomie 980 m. Podparty stopą wsporczą i połączony z rurociągiem  $\varnothing$  350 mm w wyrobisku dołowym.

### 2.3. Otwór podsadzkowy przy szybie VII kopalni „Staszic”

Otwór wykonano w 2000 r. w odległości 70 m od szybu VII z powierzchni do poziomu 500 m i przeznaczono do transportu podsadzki z powierzchni do wyrobisk dołowych. Wiercony w górotworze zbudowanym ze skał czwartorzędowych i karbońskich (warstwy orzeskie). Otwór wiertniczy został uzbrojony w rury przewodowe  $\varnothing$  168,3 mm, wykonane ze stali trudnościeralnej N-80. W wyrobisku na poziomie 500 m zabudowano kolano wsporcze wraz z zasuwą.

### 2.4. Otwór techniczny podsadzkowy przy szybie III kopalni „Szczygłowice”

Otwór wykonano w 2003 r. w odległości 68,5 m od szybu III. Prowadzi z powierzchni do wyrobisk dołowych na poziomie 650 m. Służy do przesyłu mieszaniny doszczelniającej strefy zawału. Wykonany w górotworze zbudowanym ze skał czwartorzędowych, trzeciorzędowych i karbońskich (warstwy orzeskie i górnorudzkie). Otwór wiercony w bliskim sąsiedztwie dołowych wyrobisk górniczych na poziomach: 250 m, 350 m, 450 m, 597 m; na poziomie 650 m dowiercony w odległości 15,5 m od wyrobiska. Jego uzbrojenie stanowią rury przewodowe  $\varnothing$  177,8 mm ze stali trudnościeralnej N-80. W wyrobisku na poziomie 650 m zabudowano wsparcie rurociągu i kolano z zasuwą, na poziomach 350 m i 450 m wykonano odgałęzienia do wyrobisk kopalnianych.

## 2.5. Otwór P-2 do przesyłania mieszaniny odpadów elektrownianych z wodą zasoloną z powierzchni do poziomu 705 m kopalni „Pniówek”

Otwór wykonano w 2005 r. z powierzchni do poziomu 705 m. Przesyła się nim mieszaninę odpadów elektrownianych z wodą zasoloną. Wykonany w górotworze zbudowanym ze skał czwartorzędowych, trzeciorzędowych (miocen) i karbońskich (warstwy orzeskie). Projekt otworu zakładał następujące odległości od wyrobisk kopalnianych:

- na poziomie 580 m
    - ok. 6,0 m od ociosu zachodniego przekopu N-2,
    - ok. 9,0 m od ociosu wschodniego przekopu IV,
    - ok. 5,0 m od ociosu południowo-wschodniego przecinki łączącej wymienione wyrobiska (minimalna dopuszczalna odległość otworu od wyrobiska na tym poziomie wynosiła 5,0 m);
  - na poziomie 705 m
    - maksymalna odległość otworu od wyrobiska wyniosła 5,0 m.
- Uzbrojenie otworu stanowiły rury przewodowe  $\varnothing$  193,5 mm ze stali N-80, cementowane na całej długości otworu, tj. na odcinku 0,0–702 m. Wymagania dotyczące zachowania odpowiedniego kierunku wiercenia otworu dla zapewnienia projektowanych jego odległości od wyrobisk górniczych na poziomach 580 i 705 m, wymusiły konieczność wykorzystania systemu kierunkowego wiercenia obrotowego.

System ten został wykorzystany po raz pierwszy w Polsce dla wiercenia otworu technicznego z powierzchni do wyrobisk górniczych przez wykonawców prac wiertniczych: Przedsiębiorstwo Budowy Szybów SA w Bytomiu i Śląskie Towarzystwo Wiertnicze DALBIS Sp. z o.o. w Radzionkowie.

## 3. Technologia wykonania otworu P-2 do przesyłania mieszaniny odpadów elektrownianych z wodą zasoloną z powierzchni do poziomu 705 m kopalni „Pniówek”

Uwarunkowania geologiczno-inżynierskie oraz wymogi dotyczące właściwej eksploatacji otworu wymusiły jego konstrukcję, która przedstawia się następująco:

- od 0,0 do 8,0 m p.p.t. – rury okładzinowe  $D_z = 711,0$  mm,
- od 0,0 do 60,0 m p.p.t. – rury okładzinowe  $D_z = 508,0$  mm,
- od 0,0 do 235,0 m p.p.t. – rury okładzinowe  $D_z = 406,4$  mm,
- od 0,0 do 585,0 m p.p.t. – rury okładzinowe  $D_z = 298,5$  mm,
- od 0,0 do 702 m p.p.t. – rury okładzinowe  $D_z = 193,7$  mm.

Przedstawiona konstrukcja otworu oraz planowane wykorzystanie systemu kierunkowego wiercenia obrotowego poniżej głębokości 585 m spowodowały konieczność przyjęcia następujących końcowych średnic wiercenia:

- odcinek od 0,0 m do 8,0 m p.p.t. wiercony szapą  $\varnothing$  760 mm,
- odcinek od 8,0 m do 60,0 m p.p.t. wiercony świdrem  $\varnothing$  670 mm,
- odcinek od 60,0 m do 235,0 m p.p.t. wiercony świdrem  $\varnothing$  470 mm,
- odcinek od 235,0 do 585,0 m p.p.t. wiercony świdrem  $\varnothing$  374 mm,
- odcinek od 585,0 do 702,0 m p.p.t. wiercony świdrem  $\varnothing$  269,8 mm.

Wszystkie rury były cementowane do wierzchu. Prace wiertnicze wykonywano urządzeniem wiertniczym WIRTH B4B na podwoziu samojezdnym wyposażonym w silnik Diesla o mocy 274 kW, maszt o wysokości 11,5 m i stały udźwóg 600 kN. Dla zapewnienia wymaganej pionowości otworu wykorzystano system kierunkowego wiercenia obrotowego Scout 2000. System ten zapewniał, w przypadku odejścia otworu od projektowanego położenia, korygowanie kierunku wiercenia poprzez wykorzystanie silnika w głębinie. Pomiary krzywizny otworu prowadzono w przewodzie wiertniczym za pomocą inklinometru. Wykonywano je z częstotliwością co 20–30 minut oraz przed stawianiem kolumny rur na głębokościach: 60,0 m; 235,0 m; 585,0 m; 702,0 m.

## 4. System kierunkowego wiercenia obrotowego

Zasada działania systemu kierunkowego wiercenia obrotowego sprowadza się do bieżącej kontroli kierunku wiercenia i ewentualnej jego korekty poprzez zmianę kierunku pracy narzędzia wierzącego. System składa się z dwóch części: powierzchniowej i podziemnej.

Część powierzchniowa obejmuje układ umożliwiający bieżące nadzorowanie przebiegu wiercenia. Informacje dotyczące aktualnej wielkości nachylenia otworu, powierzchni natarcia ostrza narzędzia itp. wykorzystuje się do analizy wyników pod kątem ewentualnej korekty kierunku wiercenia otworu.

Część podziemną tworzy układ zamontowany w otworze na przewodzie wiertniczym w jego dolnej części. Liczy ok. 4,5 m długości i składa się z trzech części. Pierwsza z nich to stabilizator sterowania, w którego skład wchodzi trzon obrotowy (napędowy) i część sterownicza. W części sterowniczej znajdują się cztery hydraulicznie wysuwane żebra dla sterowania narzędziem wierzącym oraz czujniki i instalacja elektroniki. Drugą część stanowi generator impulsów, tj. generator, turbina, pompa hydrauliczna i pulsator. Turbina – wprowadzona w ruch obrotowy wodą płuczkową – napędza generator zasilający układ elektroniczny i czujniki oraz pompę hydrauliczną dla zasilania układu hydraulicznego w części sterowniczej. Ostatnią część to zbiornik oleju, przeznaczony do wyrównywania ubytków oleju w przypadku wystąpienia nieszczelności układu.

Przy pomocy czujników pochylenia stwierdzone zostaje aktualne pochylenie narzędzia wierzącego. Wielkość pochylenia przekazywana jest układowi elektronicznemu w narzędziu wiertniczym. Układ ten decyduje natychmiast o ewentualnej korekcie kierunku wiercenia. W przypadku stwierdzenia jej konieczności, układ hydrauliczny powoduje zmianę położenia żeber sterujących położeniem narzędzia wierzącego, a tym samym korektę kierunku wiercenia.

Dla wiercenia otworu wykorzystano system Scout 2000. Jako medium do napędu układu została zastosowana woda, podawana pompą o parametrach: ciśnienie tłoczenia 60 barów, wydajność 500 l/min.

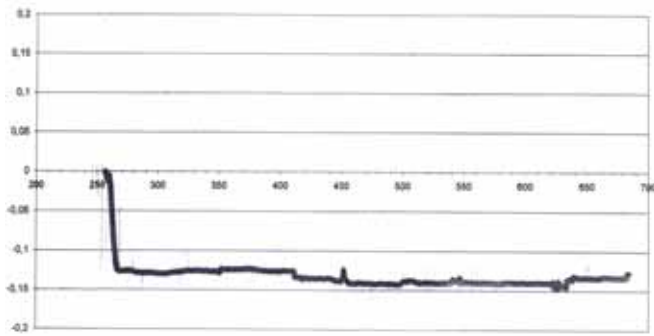


Żerdź do wiercenia kierunkowego podczas programowania

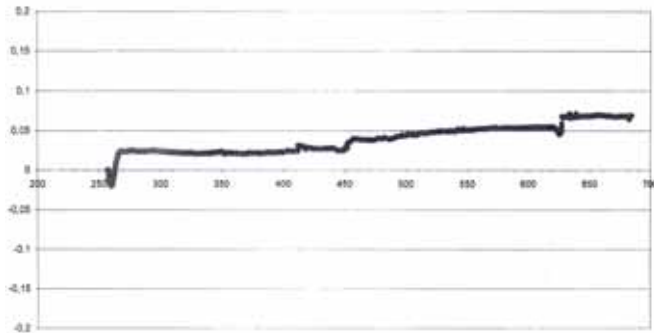
## 5. System kierunkowego wiercenia otworu P-2 – analiza wyników odchylenia od projektowanego kierunku.

Wyniki pomiarów odchylenia przebiegu otworu P-2 od osi pionowej na kierunku północ – południe i wschód – zachód przedstawiono na wykresach poniżej:





Wielkość odchylenia przebiegu otworu [m] od osi pionowej na kierunku N (+) i S (-) w zależności od jego głębokości [m]



Wielkość odchylenia przebiegu otworu [m] od osi pionowej na kierunku W (+) i E (-) w zależności od jego głębokości [m]

## 6. Wnioski

1. Zalety wynikające z zabudowy rurociągów w otworach wiertniczych w pobliżu szybów górniczych, jako alternatywy dla rurociągów zabudowanych bezpośrednio w szybach, przyczyniły się do realizacji kilku projektów zarówno w kopalniach węgla kamiennego, jak i rud miedzi. Otwory o głębokościach do 1000 m, zróżnicowanych średnicach i wyposażeniu, wykonano w odmiennych warunkach hydrogeologicznych i inżynierskich.

2. Podczas wiercenia tego typu otworów szczególnie ważne jest zachowanie projektowanego kierunku jego przebiegu w górotworze. Projektowany kierunek wiercenia otworu wynika z kilku czynników, do których zalicza się: wpływ infrastruktury na powierzchni w rejonie lokalizacji otworu, układ wyrobisk pod ziemią – szczególnie w rejonie połączenia otworem wyrobisk dołowych z powierzchnią, zachowanie bezpiecznej odległości pomiędzy wierconym otworem a wyrobiskami dołowymi na czynnych lub nieczynnych poziomach zakładu górniczego, przez które wiercony jest otwór. Zachowanie bezpiecznej odległości zapewnia z jednej strony prawidłowość prowadzenia prac wiertniczych (np. wykluczenie możliwości ucieczki płuczki w trakcie wiercenia), z drugiej – bezpieczeństwo pracy zakładu górniczego.

3. Powyższe wymogi stały się szczególnie istotne przy wierceniu otworu P-2 w kopalni „Pniówek”. Dla ich spełnienia wykonawca otworu – Śląskie Towarzystwo Wiertnicze DALBIS wykonało z powodzeniem, po raz pierwszy w polskim górnictwie, system kierunkowego wiercenia obrotowego.

4. System kierunkowego wiercenia obrotowego zapewnia spełnienie podstawowego warunku stawianego tego typu otworom technicznym przy ich wierceniu, tj. zachowania projektowanego kierunku przebiegu.



# XVI



## SZKOŁA EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ 19-23.02.2007, Szczyrk, Hotel „Orle Gniazdo”

### ➤ Interesujące wykłady i prezentacje w sesjach m.in.:

- 1) 100 lat ratownictwa górniczego w Polsce
- 2) Bernard Drzeźła - in memoriam - sesja z udziałem przyjaciół i współpracowników Profesora
- 3) Dokąd zmierza podziemna eksploatacja złóż: nowe techniki i technologie w podziemnej eksploatacji złóż
- 4) Obiekty górnicze - ich miejsce w krajobrazie i życiu regionów górniczych
- 5) Techniczne, technologiczne i ekonomiczne aspekty eksploatacji cienkich pokładów
- 6) Informatyka w górnictwie

- Ogłoszenie wyników konkursów:
  - Kopalnia Roku
  - Bezpieczna Kopalnia

- Atrakcyjne wydarzenia kulturalne: koncerty muzyczne m.in.:
  - Marek Bałata Quintet
  - Orkiestra Reprezentacyjna AGH
- Turniej wiedzy górniczej

➤ Wszelkie informacje oraz aktualny program Szkoły znajdują się na stronie internetowej:  
<http://www.szkoła.min-pan.krakow.pl>