

# Doświadczenia KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit w stosowaniu kotew samowiertnych

## Experiences of KWK Piast-Ziemowit Ziemowit Movement in the use of self-drilling anchors



*Mgr inż. Paweł Ficek<sup>\*)</sup>*



*Mgr inż. Paweł Budzyński<sup>\*)</sup>*



*Mgr inż. Henryk Kuźma<sup>\*\*)</sup>*



*Mgr inż. Anna Wierciuch-Głuch<sup>\*\*)</sup>*

**Treść:** W artykule przedstawiono doświadczenia kopalni Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit w wykorzystaniu kotew samowiercących do zabezpieczenia skrzyżowań wyrobisk górniczych, wzmocnienia obudowy wyrobisk korytarzowych w strefach zwiększonego ciśnienia górotworu oraz wzmocnienia obudowy murowej komór funkcyjnych o dużych gabarytach. Szczegółowo omówiono technologię wykonania poszczególnych robót oraz uzyskane efekty.

**Abstract:** The article presents the experience of the Piast-Ziemowit Mine Ziemowit Mine in the use of self-drilling anchors to secure crossings of mining excavations, reinforce the corridor workings in zones of increased rock mass pressure and reinforce the wall housing of functional chambers with large dimensions. The technology for the implementation of individual works and obtained effects are discussed in detail.

### **Słowa kluczowe:**

*kotwy samowiertne, obudowa kotwowa, iniekcja, Piast-Ziemowit*

### **Key words:**

*self-drilling rock bolts, rock bolt support, injection, Piast-Ziemowit*

## **1. Wprowadzenie**

Obudowa kotwowa w górnictwie węgla kamiennego stosowana jest już od wielu lat jako sposób zapewnienia stateczności wyrobisk korytarzowych. Wykorzystywana jest głównie jako element dodatkowego wzmocnienia obudowy

zasadniczej rzedziej jako samodzielna obudowa (Chudek 1996).

Zastosowanie techniki kotwienia w celu wzmocnienia górotworu w otoczeniu wyrobisk górniczych w pełni potwierdziło jej skuteczność wzmocniania skał jako sposobu rozwiązania istniejących w kopalniach wielu problemów techniczno-ruchowych (Cała i in. 2001).

W Polsce, na szerszą skalę, próby stosowania tej obudowy w warunkach kopalń węglowych datują się od lat siedemdziesiątych. Nie były one zawsze pomyślne, głównie z uwagi na

<sup>\*)</sup> PGG S.A. Oddział KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit

<sup>\*\*)</sup> DSI Schaum Chemie sp. z o.o.

wykorzystywany wówczas sprzęt do wykonywania otworów wiertniczych i instalowania kotwi oraz istniejące wówczas rozwiązania samych kotwi.

Z uwagi na zapewnienie funkcjonalności wyrobiska, zasadniczym celem obudowy jest zachowanie wymaganych wymiarów przekroju poprzecznego wyrobiska w całym założonym okresie jego użytkowania, co jest związane z zapewnieniem odpowiedniej jej nośności. W przypadku obudowy kotwowej zasadniczymi elementami nośnymi są cięgna (kotwie) umieszczane w otworach wiertniczych wykonanych w stropie i ociosach wyrobiska (Cała i in. 2001, Turek i in. 2015).

Zagadnienie współpracy obudowy kotwowej z górotworem było badane oraz rozpatrywane przez wielu autorów, o czym mogą świadczyć liczne pozycje literaturowe na ten temat. Wiązanie skał kotwami w otworach wykonanych w stropie jest najczęściej opisywane jako kombinacja trzech podstawowych mechanizmów współpracy z górotworem:

- podwieszania warstw skalnych do górotworu stabilnego (słabych warstw stropu bezpośredniego do mocnych warstw stropu zasadniczego),
- spinanie warstw stropowych w jedną grubą belkę skalną,
- przykotwianie bloków kluczowych do górotworu nienaruszonego (Pytlik 2015).

## 2. Kotwy samowiertne-iniekcyjne

Kotwy samowiertne stosuje się jednocześnie jako kotwy i jako jednorazowe narzędzie wiertnicze, które pozostawia się w wywierconym otworze. W celu wklejenia kotwi oraz osiągnięcia stabilności spękanego górotworu po fazie wiercenia następuje faza iniekcji środkiem chemicznym (rys. 1).

Kotwy samowiertne iniekcyjne zastosowano również do wzmocnienia na skrzyżowaniach wyrobisk w miejscach, w których ze względu na warunki nie można było zastosować kotew strunowych.

Sposób rozmieszczenia otworów wyznacza się każdorazowo dla warunków lokalnych w zależności od stopnia spękania i rodzaju skał przeznaczonych do wzmocnienia, a także pa-

rametrów dobranego środka iniekcyjnego. Efektywność oraz skuteczność wzmocniania górotworu metodą iniekcji zależy od prawidłowo dobranego środka iniekcyjnego. Aktualny poziom inżynierii tworzyw sztucznych i mineralnych umożliwia projektowanie właściwości fizyko-mechanicznych spoiw w szerokim zakresie. Warunki hydrogeologiczne panujące w kopalniach podziemnych stawiają jednak bardzo wysokie wymagania środkom iniekcyjnym. Biorąc pod uwagę fakt, iż polimeryzacja jest procesem niezwykle czułym na wszelkiego rodzaju zanieczyszczenia, środki przeznaczone do iniekcji powinny mieć wyjątkową tolerancję na chemizm wód, który jest bardzo zróżnicowany (Nielacny, Siodłak 2010, Nielacny i in. 2010).

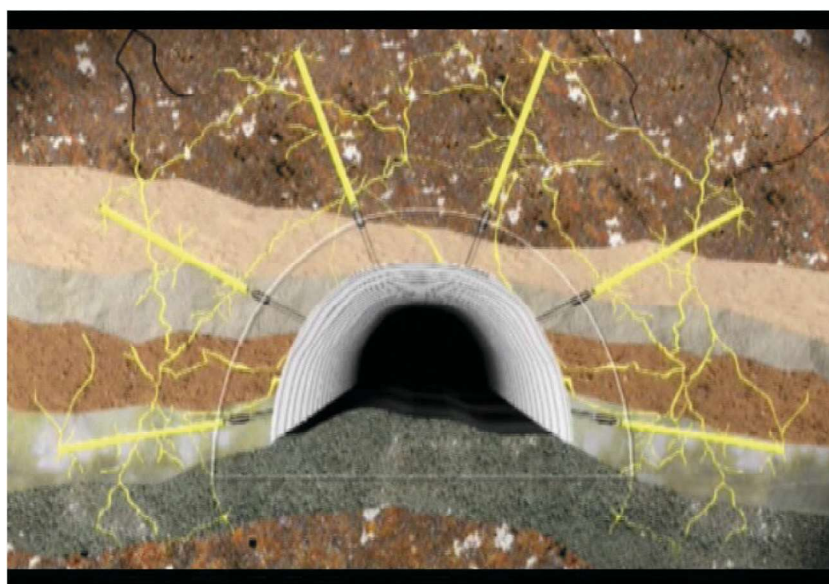
W rzeczywistości nie jest możliwe wyprodukowanie środka, który wykazywałby wszystkie z wyżej wymienionych własności. Dlatego, dla skutecznego wzmocnienia górotworu, należy dobrać optymalną technologię i środek o najkorzystniejszych własnościach, indywidualnie dla każdego przypadku. Producenci oferują kompletne systemy produktów projektowanych specjalnie dla górnictwa, które są przeznaczone do wzmocniania różnych rodzajów skał i dostosowanych do różnych warunków geologicznych (Cała i in. 2001).

### 2.1. Wyrobiska wzmocniane poprzez zastosowanie kotew samowiertnych-iniekcyjnych

Zastosowanie wzmocnienia górotworu poprzez użycie kotew samowiertnych-iniekcyjnych jest możliwe w wyrobiskach o różnej charakterystyce oraz funkcjonalności.

#### 2.1.1. Rozcinka rozruchowa ściany 102 w pokładzie 209

Przykładem zabezpieczenia obudowy wyrobiska w celu niedopuszczenia do konieczności jej przebudowy były zabiegi kotwiaco-iniekcyjne w rozcince rozruchowej ściany 102 w pokładzie 209. W krótkim okresie po wydrążeniu zaobserwowano niewielkie wygięcie stropnic obudowy. Wyrobisko było wykonane w obudowie ŁPrw o wielkości 32 (wysokość 3,8 m, szerokość 7,2 m) z kształtownika V32 w rozstawie co 0,75 m i dodatkowo ustabilizowane (wzmocnione) dwoma rzędami podciągów z prostek V29 przykręconych do łu-



Rys. 1. Przykładowe rozmieszczenie kotew samowiertnych-iniekcyjnych wraz z przykładową iniekcją górotworu

Fig. 1. Exemplary arrangement of self-drilling and injection rock bolts with an exemplary rock mass injection



Rys. 2. Zastosowanie kotew AR32N w rozcince ściany 102 w pokładzie 209  
Fig. 2. Application of AR32N self-drilling rock bolts in installation cut-trough 102 in coal seam 209

ków stropnicowych obudowy. Z uwagi na zaobserwowane wzmożone oddziaływanie warstw stropowych na obudowę podjęto próbę jej wzmocnienia poprzez zastosowanie kotew samowiertnych-iniekcyjnych.

Zastosowane kotwy samowiertne iniekcyjne AR32N o długości 6 m (3x2 m), zabudowane w osi wyrobiska we wzajemnej odległości do 1,5 m, pomiędzy odrzwiami obudowy poprzez wcześniej zabudowane odcinki prostek stalowych z kształtownika V o długości ok. 1,1 m, połączone z odrzwiami obudowy za pomocą złączy ze śrubami hakowymi (rys. 2).

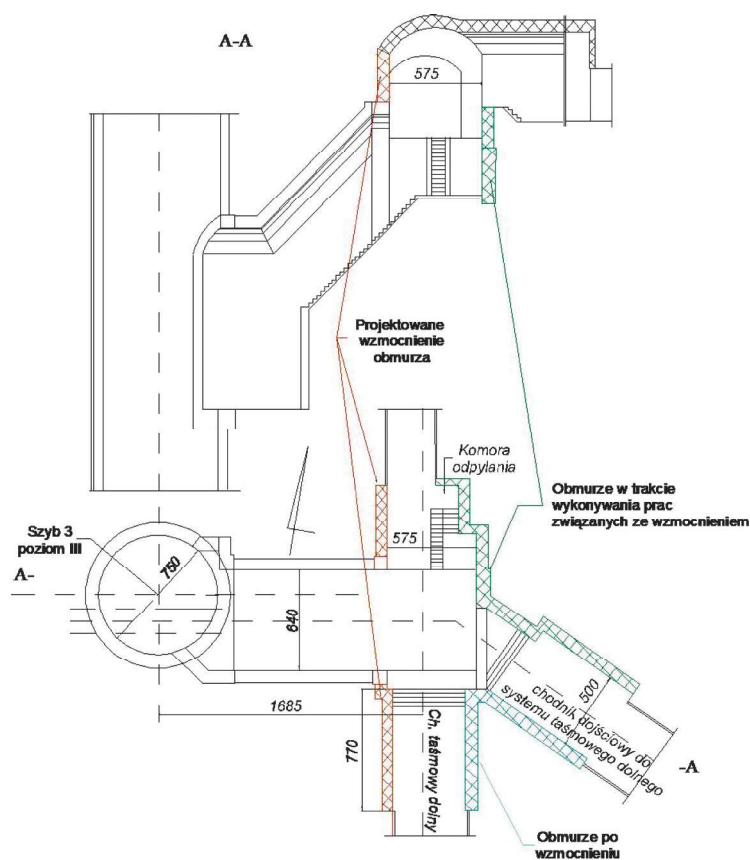
### 2.1.2. Komora obmiarowa przy szybie III na poziomie III wraz z wyrobiskami przyległymi

Obudowa komory zbiorników obmiarowych wraz z wyrobiskami przyległymi na poz. III budziła wiele zastrzeżeń, z uwagi na jej zły stan techniczny. Występują w niej liczne spękania, odspojenia oraz ubytki obmurza, złuszczenia powierzchniowe cegły oraz korozja cegły i stali. Zły stan techniczny obudowy spowodowany był głównie długim okresem użytkowania oraz drganiami pochodzącymi z urządzeń transportowych. Obudowa często odspajała się pod własnym ciężarem, natomiast górotwór otaczający był stateczny. Za obciążenie statyczne obudowy w dużej mierze odpowiadała strefa odprężona (spękana) górotworu za obmurzem.

Na stateczność przedmiotowych wyrobisk wpływały również duże przekroje poprzeczne, zwłaszcza wysokości (wysokie mury proste wybrzuszają się i pękają, a niejednokrotnie odspajają się w wyniku nacisku odprężonego górotworu) (rys. 3).

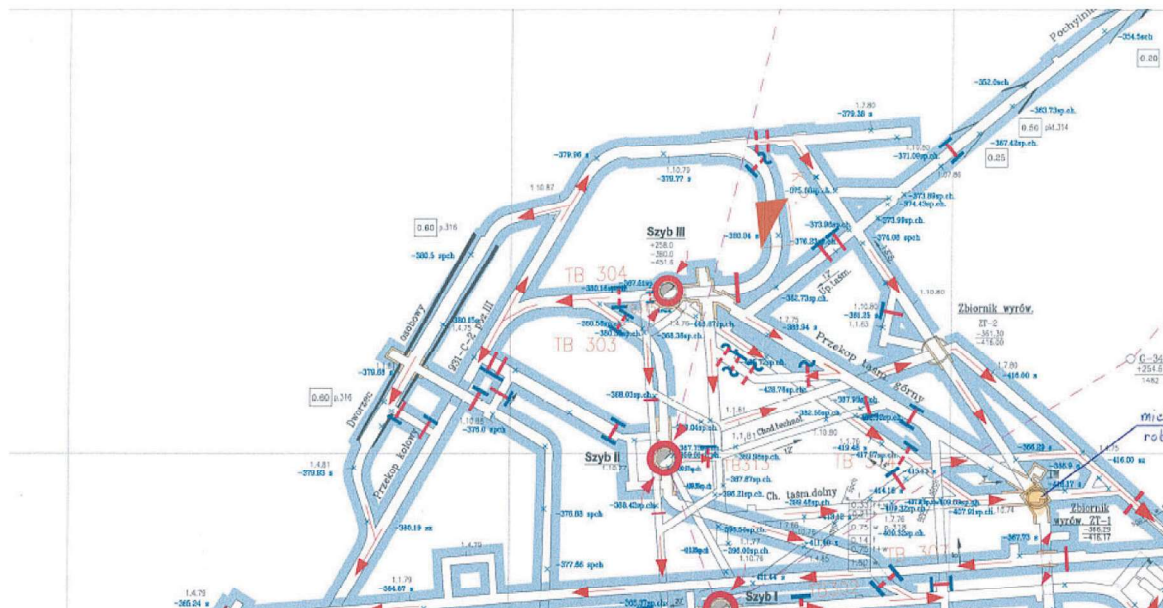
Stopień zniszczenia obudowy przedmiotowych wyrobisk związany był również z dużym zagęszczeniem tych wyrobisk, zalegających blisko siebie. Nie bez znaczenia były również ich połączenia oraz bezpośrednie rejonu skrzyżowań (rys. 4). Zły stan techniczny obudowy obserwowany był najczę-

ściej w ociosach tych wyrobisk (w tzw. murach prostych), zwłaszcza w rejonie skrzyżowań. Najwięcej spękań, szczelin oraz odspojień obmurza zaobserwowano w narożnikach i stropie przedmiotowych skrzyżowań.



Rys. 3. Schemat komory obmiarowej przy szybie III na poziomie III wraz z wyrobiskami przyległymi

Fig. 3. Scheme of underground investigations by shaft III at III horizon with adjacent roadways



Rys. 4. Mapa sytuacyjna wyrobisk usytuowanych w rejonie szybu III na poziomie III

Fig. 4. Map of roadways by shaft III at III horizon

Pierwszą czynnością zabezpieczającą obmurze ww. wyrobisk była konsolidacja górotworu z wykorzystaniem spoiwa mineralno-cementowego typu ADIBET-W60 i kotew iniekcyjnych typu ADIBA-R32 oraz wzmocnienie obmurza z wykorzystaniem przykotwionych podciągów oraz podkładek stalowych o zwiększonej powierzchni (200×200 mm).

W stosunku do iniekcyjnych środków chemicznych, spoiwa mineralno-cementowe wykazują trzy zalety, tj. większy zakres penetracji ośrodka skalnego, prostsze procedury wtłaczania oraz zdecydowanie niższa cena. Na rynku istnieje kilku dostawców tego typu środków. Spośród krajowych produktów (wyprodukowanych w Polsce) na uwagę zasługuje mineralno-cementowe o nazwie handlowej ADIBET-W w odmianie ADIBET-W60 B. Spoiwo to z powodzeniem było już stosowane w polskich kopalniach węgla kamiennego.

Z powodzeniem zastosowano kotwie iniekcyjne typu ADIBA-R32, oferowane przez producenta spoiwa mineralno-cementowego ADIBET-W60. Konieczność wiercenia otworów dłuższych niż długość pojedynczego cięgna, wymagała dołożenia dodatkowego cięgna (lub kilku) poprzez zastosowanie tulei. Zastosowanie tulei wymagało również zwiększenia średnicy koronki.

Dla przedmiotowych wyrobisk zastosowano kotwę iniekcyjną typu ADIBA-R32, której parametry przedstawiają się następująco:

- średnica zewnętrzna – 32 mm,
- średnica wewnętrzna – 18 mm,
- siła zrywająca 280kN,
- średnica zewnętrzna tulei łączącej odcinki – 44 mm.

W przypadku iniekcji i kotwienia, prowadzonych jednym odcinkiem cięgna, wystarczająca średnica otworu wiertniczego wynosi 38 mm. W przypadku konieczności łączenia odcinków za pomocą tulei, średnica otworu powinna wynosić 48 mm.

#### 4. Wnioski

Kotwy samowiertne stosuje się jednocześnie jako kotwy i jako jednorazowe narzędzie wiertnicze, które pozostawia się

w wywierconym otworze. W celu wklejenia kotwi oraz osiągnięcia stabilności splekanego górotworu po fazie wiercenia następuje faza iniekcji środkiem chemicznym.

O wyborze najlepszego systemu kotew samowiertnych iniekcyjnych decydują różne czynniki, które należy rozważyć w każdym indywidualnym przypadku. Nowe materiały i rozwiązania techniczne w zakresie kotwienia sprzyjają aplikacji kotwi, również w połączeniu z innym elementami konstrukcyjnymi. Konstrukcje kotwi dają także możliwości skutecznego przeciwdziałania obciążeniom ze strony górotworu.

#### Literatura

- CHUDEK M. 1986 - Obudowa wyrobisk górniczych. Część 1. Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Wydanie 2 przerobione i uzupełnione. Wydaw. „Śląsk”.
- CAŁA M., FLISIAK J., TAJDUŚ A. 2001 - Mechanizm współpracy kotwi z górotworem o zróżnicowanej budowie. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej. Seria z lampką górniczą nr 8, Kraków.
- NIEŁACNY P., SIODŁAK Ł. 2010 - Doświadczenia Kopalni Węgla Kamiennego „Ziemowit” w zabezpieczeniu wyrobisk wielkogabarytowych. „Przeгляд Górnicy” nr 1 - 2, s. 10 - 16.
- NIEŁACNY P., SETLAK K., SIODŁAK Ł. 2009 - Efekty wzmocnienia skrzyżowania chodników za pomocą kotew linowych w KWK „Ziemowit”. WUG: „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” nr 2, s. 13 - 20.
- PYTLIK A. 2015 - Odporność dynamiczna kotwi górniczych. WUG: „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” nr 4(248), s. 28-35.
- TUREK M., PRUSEK S., MASNY W. 2015 - Obudowa podporowo-kotwiowa w kopalniach węgla kamiennego. Główny Instytut Górnictwa, Katowice.

Artykuł wpłynął do redakcji – maj-czerwiec 2019

Artykuł akceptowano do druku – 29.11.2019