

Mirosław Laskowski, Roman Fedorczak*, Arkadiusz Anderko**

EKSPLOATACJA W WARUNKACH WYSTĘPOWANIA W STROPIE WYROBISK DOLOMITU KAWERNISTEGO NA PRZYKŁADZIE POLA G-12/7 KGHM POLSKA MIEDŹ SA O/ZG „RUDNA”

1. Wprowadzenie

W polu G-12/7 występuje skomplikowana strefa uskokowa w postaci zrębów tektonicznych oraz nasunięć o przebiegu zbliżonym do kierunku NW–SE. Uskoki tworzące tę strefę wynoszą ją na wysokość od 0,6 do powyżej 3,0 m. Wśród stwierdzonych dyslokacji nieciągłych wyróżnić można zarówno uskoki normalne zrzutowe jak i odwrócone. Strukturom uskokowym towarzyszą zaburzenia w ciągłości warstw dolomitów oraz występują liczne spękania osłabiające wytrzymałość warstw stropowych. W rejonie tych zaburzeń, w obrębie warstw dolomitów wapnistych, udokumentowano występowanie specyficznych odmian litologicznych dolomitów o osłabionych parametrach wytrzymałościowych, tzw. dolomitów kawernistych.

W polu G-12/7 można wyróżnić dwa rodzaje dolomitu kawernistego:

- zwięzły, mikroporowaty, z kawernami wielkości od 1 do 3 mm,
- rozsypliwy z kawernami różnej wielkości i dużą zawartością substancji ilastej.

Występowaniu dolomitu kawernistego w stropie zwykle towarzyszą wycieki wód kopalnianych oraz osłabienie warstw stropowych. Geneza powstawania dolomitu kawernistego nie są jeszcze do końca rozpoznane. W przypadku pola eksploatacyjnego G-12/7 można założyć, że ma to związek ze strefą tektoniczną przecinającą pole z kierunku NW na SE.

Wydłużony kształt strefy występowania dolomitu kawernistego, pokrywający się z biegiem strefy uskokowej, wydaje się potwierdzać takie założenie.

* KGHM Polska Miedź SA, Oddział Zakłady Górnicze „Rudna”, Polkowice

2. Parametry geomechaniczne dolomitu kawernistego

Dolomit kawernisty jest jedną z odmian dolomitów wapnistych, o podobnym składzie mineralogiczno-petrograficznym. Charakteryzuje się zróżnicowaną strukturą wewnętrzną związaną z obecnością kawern o zmiennych rozmiarach od μm do kilkudziesięciu mm, które rozwijają się szczególnie wzdłuż spękań, przestrzeni mikroporowych i powierzchni podzielnosci warstw. Tworzą one nieregularne formy — wkładki, gniazda, soczewy. Najczęściej posiadają barwę brązową lub szaro-brązową. Lokalnie na powierzchniach warstwowania występuje substancja węglisto-ilasta barwy czarnej.

Na rysunku 1 przedstawiono wycinek rdzenia z otworu stropowego, w którym stwierdzono występowanie dolomitu kawernistego z charakterystyczną brązową barwą i widocznymi kawernami o różnych rozmiarach.



Rys. 1. Wycinek rdzenia — dolomit kawernisty

W celu rozpoznania strefy i miąższości występującego dolomitu kawernistego, prowadzono wiercenia rdzeniowe w stropie wyrobisk. Uzyskane rdzenie dolomitu kawernistego były w znacznej mierze rozkruszone i rozkawałkowane. Z części rdzeni skalnych nie można uzyskać próbek do badań wytrzymałościowych. Wyznaczone, z najmocniejszych fragmentów rdzeni skalnych, parametry wytrzymałościowe dolomitu kawernistego wynosiły: $R_c = 14,2\div 85,3$ MPa (średnio 40,8 MPa), $R_r = 2,19\div 5,14$ MPa (średnio 3,36 MPa). Jednak z uwagi na jakość uzyskanych rdzeni skalnych oraz zawilgocenie górotworu, wyniki te nie odzwierciedlają parametrów wytrzymałościowych górotworu przeznaczonego do kotwienia, które *in situ* są znacznie niższe.

Na rysunku 2 przedstawiono bryłę dolomitu kawernistego pobraną z ociosu w rejonie przodka pasa P-70 a, rozkruszoną ręcznie.



Rys. 2. Ręcznie rozkruszona bryła ociosowa

3. Charakterystyka zagrożenia zawalowego towarzyszącego eksploatacji pola G-12/7

W trakcie wcześniejszego prowadzenia robót w polu G-12/7 występowały trudności z utrzymaniem stateczności warstw stropowych w wyrobiskach, wynikające głównie ze:

- stref licznych spękań i zaburzeń geologicznych przed wiązką upadowych H — 19÷23, do których zbliżał się front eksploatacyjny pola,
- charakteru i przebiegu tzw. „Synkliny”, o kierunku SWW–NEE, na której skrzydłach nachylenie stropu piaskowca osiągało nawet 45° .

Dla dalszego prowadzenia frontu, konieczne było wykonanie nowych pasów startowych w caliznie za ww. wiązką wyrobisk. Podczas odtwarzania linii rozcinki, ponownie napotkano pogorszone warunki stropowe. W związku z pękaniem i odpajaniem się warstw stropowych w wyrobiskach, zachodziła konieczność wykonywania wielokrotnych przybielek i przebudów stropu wyrobisk nad furką złożową, pomimo bieżącego stosowania szerokiego zakresu wzmocnienia stropu dodatkową obudową. Kolejne przybierki zniszczonych warstw stropu bezpośredniego powodowały spowolnienie robót rozcinkowych, zwiększanie gabarytów drążonych wyrobisk i wysmuklenie filarów technologicznych. W znacznej części pola konieczne było wygradzanie wyrobisk z ruchu ludzi i maszyn a w strefach wygradzonych postępowała dalsza destrukcja warstw stropowych. Po kilkukrotnych nieudanych próbach odtworzenia linii rozcinki wyrobiskami drążonymi z chodnika T-143a w kierunku wiązki wyrobisk T,W-142, pozostawiono nierozciętą resztkę calizny i dla uniknięcia nega-

tywnego wpływu zatrzymanego frontu, odsunięto miejsce, z którego wykonywano kolejne, nowe pasy startowe (P-72a–P-75). Po zbliżeniu się tych przodków do wysokości przewidywanej strefy zaburzeń tektonicznych, ponownie napotkano trudności z utrzymaniem stateczności stropu wyrobisk, spowodowane pojawieniem się dolomitu kawernistego nad warstwą zwięzłego dolomitu wapnistego lub bezpośrednio w stropie.

Na rysunkach 3 i 4 przedstawiono zatrzymane przodki frontu rozcinkowego, w których występowanie dolomitu kawernistego uniemożliwiło dalsze drążenie wyrobisk. Mając na uwadze znaczne zagrożenie zawałowe w rejonie napotkanej strefy zaburzeń tektonicznych w polu G-12/7 oraz brak możliwości skutecznego zabezpieczenia stropu uznano, że w polu nie ma możliwości prowadzenia rozcinki bezpośrednio w strefie zaburzeń tektonicznych i w strefie występowania dolomitu kawernistego.



Rys. 3. Dojście do przodka pasa P-73a

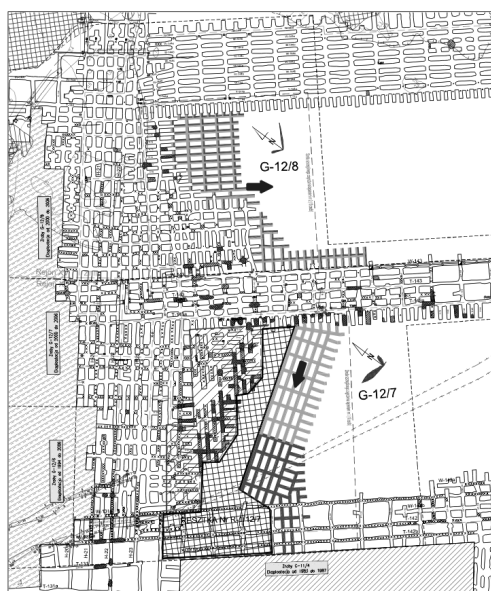


Rys. 4. Przodek pasa P-73a — widoczny dolomit kawernisty w ociosie i stropie

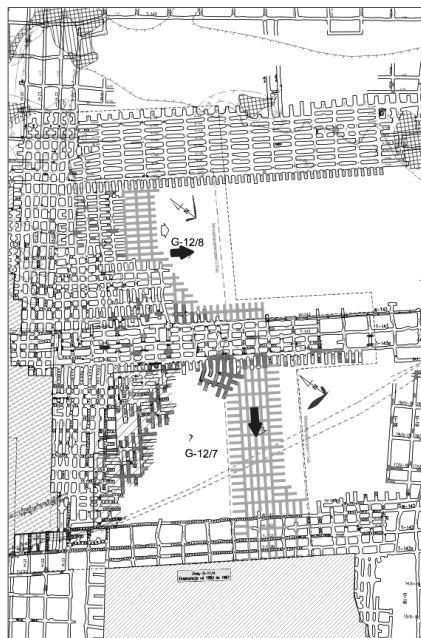
Kolejne próby odtworzenia frontu obrazują szkice projektowanej rozcinki przedstawione na rysunkach 5–8.



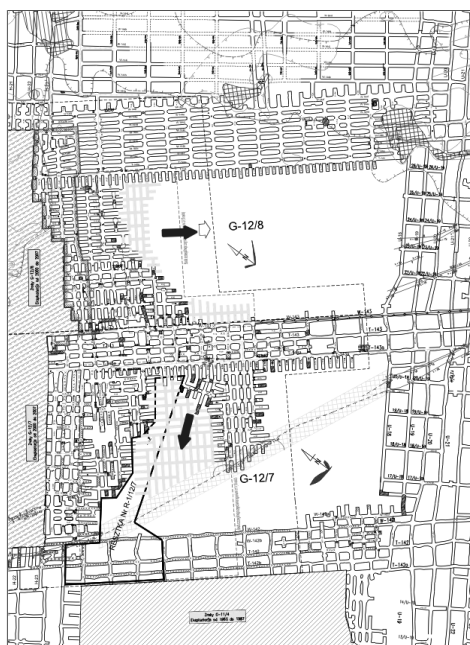
Rys. 5. Stan na 15.02.2006 r.



Rys. 6. Stan na 12.05.2006 r.

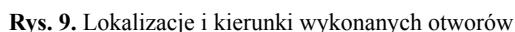


Rys. 7. Stan na 30.08.2006 r.



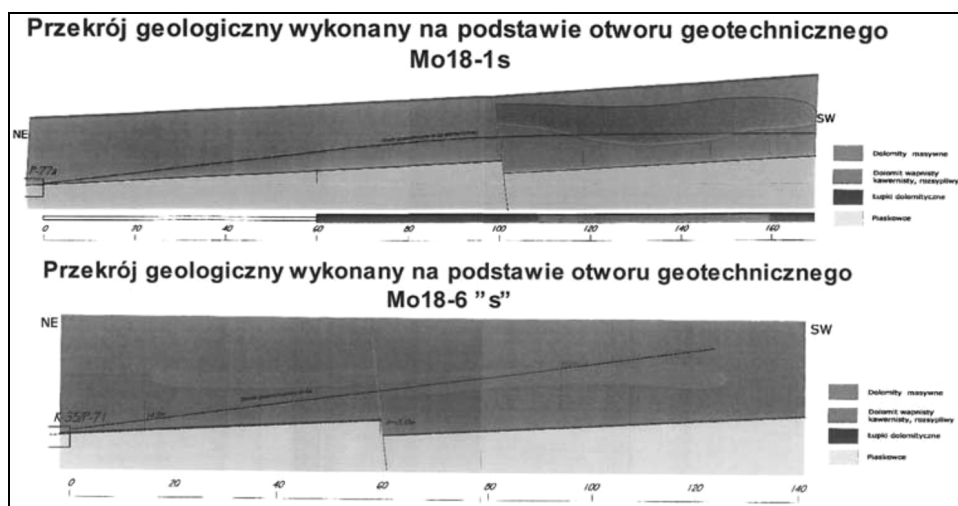
Rys. 8. Stan na 01.06.2007 r.

Zasięg występowania dolomitu kawernistego na bieżąco określano w oparciu o profilowanie wyrobisk górniczych oraz rdzenie z otworów stropowych. W trakcie prowadzenia robót rozczinkowych w polu G-12/7 w rejonie pasów P-72a÷P-75, na wysokości komór od K-35 do K-33, stwierdzono warstwę dolomitu kawernistego o miąższości od 0,5 do ponad 7,0 m. Mniejszą strefę występowania dolomitu kawernistego, rozpoznano w stropie upadowej U-19 na wysokości chodnika T-143a. Wraz z postępem rozczinki pasów P-68a–71 z komór K-35 i K-33 udokumentowano dalszy zasięg strefy występowania dolomitu kawernistego o miąższości 2,5 m. W upadowej U-17, między przecinką nr 19 i 21, udokumentowano dolomit kawernisty rozpoznany w stropie wyrobisk — powyżej półki dolomitu wapnistego o miąższości 2,5÷5,5 m.



383

zyskanych z bieżącego profilowania wyrobisk górniczych, rdzeni z 26 otworów stropowych o długości około 7 m oraz dodatkowych dwóch otworów kierunkowych o długości 125 i 170 m.



Rys. 10. Przekroje geologiczne wykonane na podstawie odwierconych otworów

Dodatkowo rozpoznano warunki stropowe w wiązce wyrobisk T,W-142, stanowiących granicę nierozciętej calizny pola G-12/7 od strony południowo-zachodniej. W latach 2002–2003 w tym rejonie, prowadzono roboty rozcinkowe filarów wielkogabarytowych chodnikami W-124a,b,c oraz T,W-142b. Początkowo stropy ww. wyrobisk były prowadzone w dolomiecie smugowanym. Miąższość dolomitu smugowanego w omawianym rejonie wynosi od 0,6 do 2,0 m. Z uwagi na brak wyraźnej podzielności w warstwie dolomitu smugowanego i występujące pogorszone warunki stropowe prowadzono jego obrywkę do granicy z dolomitem wapienistym. Pomimo wyraźnych podzielności w tym dolomiecie nie udało się uzyskać stabilnego stropu. Kolejno wykonywane przybierki warstw stropowych prowadzono do wysokości 4,5 m licząc od zasadniczego stropu wyrobisk. W rejonie tym nie rozpoznano występowania dolomitu kawernistego, niemniej zaistniałe problemy z utrzymaniem stateczności stropu bezpośredniego mogą wskazywać na obecność dolomitu kawernistego w wyższych warstwach stropu, nad dolomitem zwięzłym, analogicznie do wyrobisk przylegających do zachodniej granicy przedmiotowej strefy.

5. Koncepcja prowadzenia dalszej eksploatacji

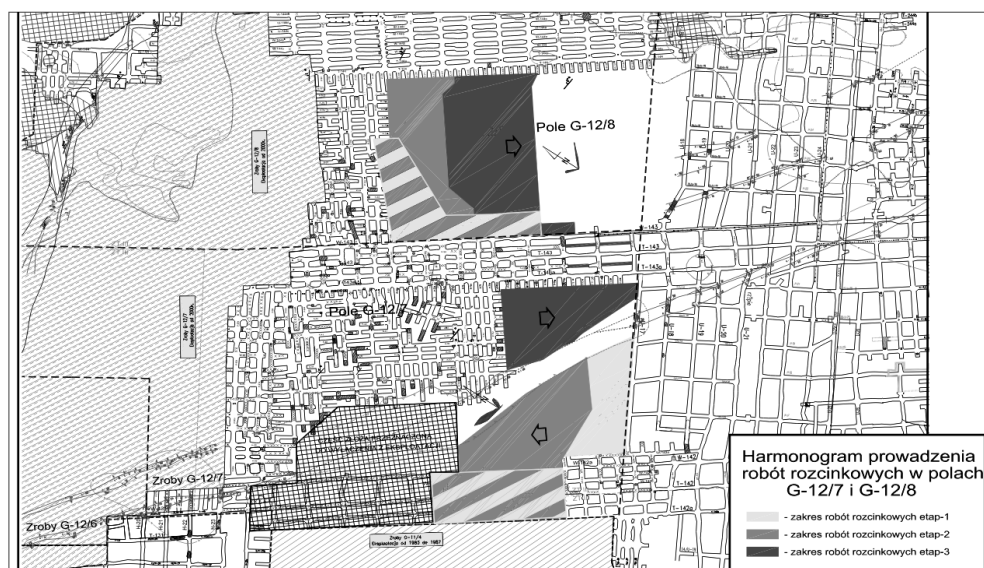
Z przebiegu dotychczasowej eksploatacji w polu G-12/7 wynika, że kilkakrotne próby odtworzenia linii frontu eksploatacyjnego z chodnika T-143a, w kierunku wiązki chodni-

ków T,W-142, kończyły się niepowodzeniem — przy czym ostatnia taka próba ujawniła dolomit kawernisty w stropie wyrobisk, uniemożliwiający prowadzenie robót rozcinkowych. Uwarunkowania, związane m.in. z występowaniem strefy zaburzeń tektonicznych oraz załeganiem dolomitu kawernistego w bezpośrednim stropie wyrobisk, były główną przyczyną występowania niekorzystnych warunków stropowych, powodujących znaczące utrudnienia w prowadzeniu robót wybierkowych.

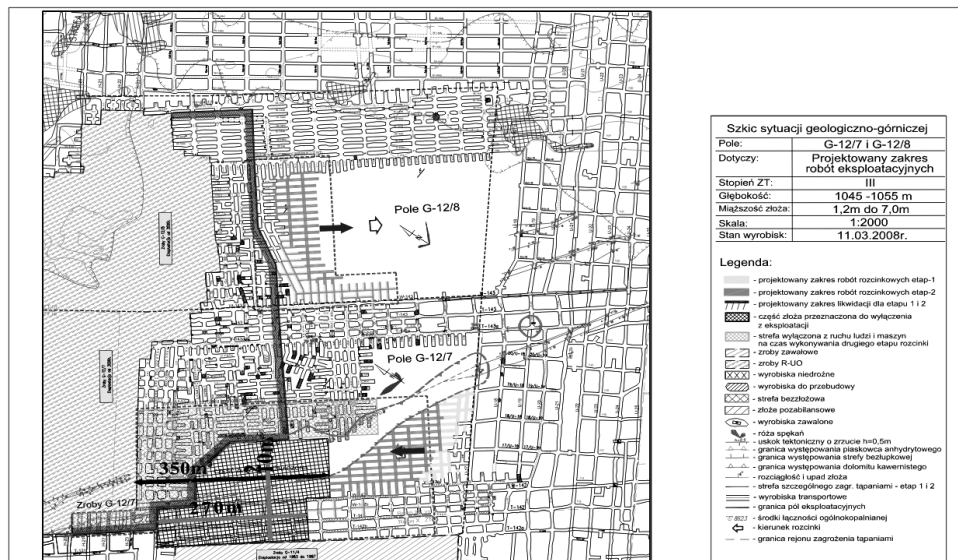
Mając na uwadze ww. uwarunkowania oraz znaczne zagrożenie zawałowe opracowano koncepcję prowadzenia robót górniczych, która zakładała:

- wyłączenie z eksploatacji złoża, w zachodniej części pola G-12/7, między zrobami pola G-11/4 a rozpoznaną od strony północnej i północno-zachodniej strefą występowania dolomitu kawernistego i strefy uskokowej;
- prowadzenie rozcinki calizny od upadowej U-17 w kierunku wydzielonej resztki, wzdłuż strefy występowania dolomitu kawernistego i strefy uskokowej;
- uruchomienie rozcinki, w kierunku upadowej U-17, w części pola G-12/7 zawartej między wiązką chodników T i W-143 a strefą występowania dolomitu kawernistego;
- koordynację robót rozcinkowych w polach G-12/7 i G-12/8.

Ogólny harmonogram projektowanych robót rozcinkowych przedstawiono na rysunku 11, a projekt szczegółowy eksploatacji dla pierwszego i drugiego etapu robót na rysunku 12. Roboty w polu G-12/7 według ww. projektu rozpoczęto w styczniu 2008 r. uruchamiając z upadowej U-17 rozcinkę calizny w kierunku wydzielonej resztki, frontem zawartym między chodnikiem W-142 a strefą dolomitu kawernistego.



Rys. 11. Ogólny harmonogram prowadzenia robót rozcinkowych



Rys.12. Szczegółowy projekt rozrównawczy w I i II etapie robót



Rys. 13. Stan rozrównawczy w polu G-12/7 w grudniu 2008 r.

Zakres tej rozczinki uzależniony był od bieżącego rozpoznania południowej granicy występowania dolomitu kawernistego. Niezależnie od tych warunków założono, że maksymalny wybieg frontu w tej części pola nie naruszy granicy planowanej resztki. W przypadku, gdy strefa występowania dolomitu pojawi się wcześniej i nie będzie możliwości utrzymania stropu wyrobisk na froncie, eksploatacja na tym kierunku zostanie zatrzymana. Do grudnia 2008 r. w polu G-12/7 wykonano zakres rozczinki przedstawiony na rysunku 13.

7. Podsumowanie

Przy projektowaniu dalszej eksploatacji w polu G-12/7, wykorzystano wcześniejsze doświadczenia wynikające z dokonanej eksploatacji w polach o zbliżonych warunkach geologicznych, w których stwierdzono występowanie dolomitu kawernistego.

W oparciu o te doświadczenia można sformułować następujące wnioski:

- strefy występowania dolomitu kawernistego najczęściej mają postać soczew o zróżnicowanym kształcie i zasięgu;
- zróżnicowanie zasięgu ww. stref wymaga szczegółowego rozpoznania warunków budowy warstw stropowych, również powyżej strefy kotwienia podstawowego, z wykorzystaniem otworów stropowych oraz dodatkowo długich otworów kierunkowych, wykonywanych z dostępnych wyrobisk w caliznę złoża;
- warunkiem utrzymania stateczności stropu wyrobisk w obrębie ww. stref jest występowanie odpowiedniej miąższości półki dolomitu zwięzłego w bezpośrednim stropie wyrobisk (przyjęto minimum 1,5 m);
- brak półki dolomitu zwięzłego lub jej zbyt mała miąższość skutkuje niemożliwością utrzymania stateczności stropu, mimo stosowania dodatkowych zabezpieczeń.

Dokonane szczegółowe rozpoznanie strefy zaburzeń z wykonanych wyrobisk oraz interpretacja jej przebiegu w caliznie, pozwoliły na zaprojektowanie eksploatacji w polu G-12/7. Pomimo skrupowanych warunków, przyjęte rozwiązanie, polegające na etapowaniu eksploatacji w wydzielonych blokach pola z zastosowaniem odpowiedniej profilaktyki tapaniowej i zawałowej, umożliwiło podjęcie próby lepszego wykorzystania złoża.