

Jan BIAŁEK

WPLYW WARUNKÓW GÓRNICZO-GEOLOGICZNYCH NA WYKORZYSTANIE ZŁOŻA PRZY PROWADZENIU EKSPLOATACJI WĄSKIMI PRZODKAMI

Streszczenie. Przeanalizowano wpływ parametrów górniczo-geologicznych oraz sposobu wypełnienia wyrobisk na wymiary filarów węglowych pozostawianych przy wybieraniu pokładu wąskimi przodkami (chodnikami) i wynikający stąd stopień wykorzystania złoża.

INFLUENCE OF MINING-AND-GEOLOGICAL CONDITIONS ON THE UTILIZATION OF A DEPOSIT WITH THE MINING CARRIED OUT BY WAY OF NARROW MINE FACES

Summary. The paper analyses the influence of mining-and-geological conditions as well as the method for filling the headings on the dimensions of coal pillars left over as a result of mining by way of narrow mine faces (galleries) and the resultant degree of deposit utilization.

1. Wstęp

Niniejszy artykuł stanowi kontynuację rozważań [3] na temat koniecznych wymiarów pozostawianych pasów calizny (filarów) przy prowadzeniu eksploatacji pokładu węgla wąskimi przodkami.

Przypomnijmy, że eksploatacja wąskimi przodkami to eksploatacja prowadzona systemem równoległych wyrobisk chodnikowych wykonywanych zwykłymi kombajnami chodnikowymi lub układ równoległych wyrobisk komorowych wykonywanych kombajnami typu continuous miners, lub układ krótkich ubierek charakterystyczny dla częściowej eksploatacji z podsadzką hydrauliczną. Podstawowym wyróżnikiem omawianej eksploatacji jest pozostawianie pomiędzy kolejnymi wyrobiskami (chodnikami, komorami, obierkami) filarów węglowych w kształcie pasów o stałej szerokości. Zakłada się, że szerokość pasów jest tak dobrana, iż zachowują one stateczność, przenosząc ciężar nadkładu i obciążenia wynikające z istnienia układu krawędzi eksploatacyjnych starych zrobów.

Dla zachowania warunku minimalizacji deformacji na powierzchni przyjmuje się zgodnie z dotychczasowymi obserwacjami, że szerokość wyrobisk L będzie mniejsza od $0.1H$ (H - głębokość eksploatacji).

Zaletą takiej eksploatacji jest możliwość zasadniczego zminimalizowania wszelkich deformacji górotworu i powierzchni, co umożliwia zastosowanie jej do eksploatacji filarów ochronnych wyznaczonych dla ochrony obiektów szczególnie wrażliwych. Ponadto powstałe w ten sposób wyrobiska mogą służyć do względnie łatwego lokowania odpadów przemysłowych.

Wadą są stosunkowo wysokie straty złoża i znaczny koszt obudowy.

Wysokie straty złoża są sprawą względną, jeśli przyjmie się, że eksploatacja będzie prowadzona jedynie w filarach ochronnych lub takich częściach pokładów, w których klasyczna eksploatacja ścianowa jest nieefektywna. Każda wydobyta tona zmniejsza wówczas straty substancji użytecznej.

Zmniejszenie wysokich kosztów obudowy można osiągnąć przez stosowanie obudowy kotwowej. Niniejszy artykuł poświęcono zagadnieniu wpływu warunków górnico-geologicznych na szerokość filarów węglowych i wynikających stąd strat substancji węglowej. Szerokość filarów węglowych wyznaczano opierając się na zależnościach podanych w pracy [3].

2. Zastosowany sposób obliczania szerokości pasów calizny

Aby filar mógł przenieść obciążenie wynikające z naprężeń pionowych panujących w przewidzianym do eksploatacji rejonie pokładu musi być spełniona nierówność (1):

$$MS_i[B+Cw/h] \geq p_z [w + L(1-a_p/100)]/w \quad (1)$$

Lewą stroną nierówności stanowi wyrażenie, które dla $M=1$ jest wzorem Bieniawskiego (1983) określającym średnią wytrzymałość filara węglowego o podstawie kwadratowej zależną od własności wytrzymałościowych pokładu S_1 i stosunku szerokości filara w do jego wysokości h , natomiast prawą stroną stanowi wyrażenie określające obciążenie tego filara w zależności od naprężenia pionowego p_z , szerokości wyrobiska L , wysokości wyrobisk h (równej wysokości filara) i stopnia podparcia stropu podsadzką hydrauliczną a_p .

Rozwiązanie nierówności (1) ze względu na niewiadomą w (szerokość wyrobiska) daje nam poszukiwaną szerokość filara. Nierówność tę można rozwiązać wykreślnie lub analitycznie (wzór (8) w pracy [3]). Poszczególne zmienne posiadają tu następujące znaczenie:

w [m] - szerokość filara (pasa calizny węglowej),

L [m] - szerokość wyrobiska (chodnika, krótkiej ubierki),

$p_z=0.025A_kH$ [Mpa] - naprężenie pionowe działające na eksploatowany rejon pokładu

H [m] - głębokość zalegania pokładu,

A_k - współczynnik opisujący oddziaływanie starych zrobów i niewybranych resztek. Proponuje się przyjmować:

$A_k=1.0$ - rejonny bez wyraźnego oddziaływania krawędzi eksploatacyjnych,

$A_k=1.25$ - rejonny podlegające oddziaływaniu podwyższonych naprężeń,

$A_k=0.85$ - rejonny odprężone,

$B=0.64$, $C=0.36$ - stałe wyznaczone przez Bieniawskiego,

$M=1.3$ do 1.5 (w obliczeniach przyjmowano $M=1.5$) - współczynnik zwiększający wytrzymałość filara pasowego, który ma korzystniejszy rozkład naprężeń niż filar kwadratowy, dla którego był wyprowadzony wzór Bieniawskiego.

$S_1=R_{cs}/f$ [Mpa] - wytrzymałość dużej sześcienniej próby węgla o wymiarze ok. 1.5m

R_{cs} [Mpa] - wytrzymałość na ściskanie próby próby węgla o wymiarze 50mm x 50mm x 50mm. $R_{cs}=R_c \cdot 1.125$; gdzie R_c [Mpa] wytrzymałość konwencjonalnej próby węgla o smukłości 2 (wymiary 50x50x100mm),

$f=1$ do $1/7$ (w obliczeniach przyjęto $f=1/3$) - współczynnik redukujący (Wilson 1981) wytrzymałość R_{cs} małej sześcienniej kostki węgla do wytrzymałości S_1 dużych prób węgla o boku $>1.5m$.

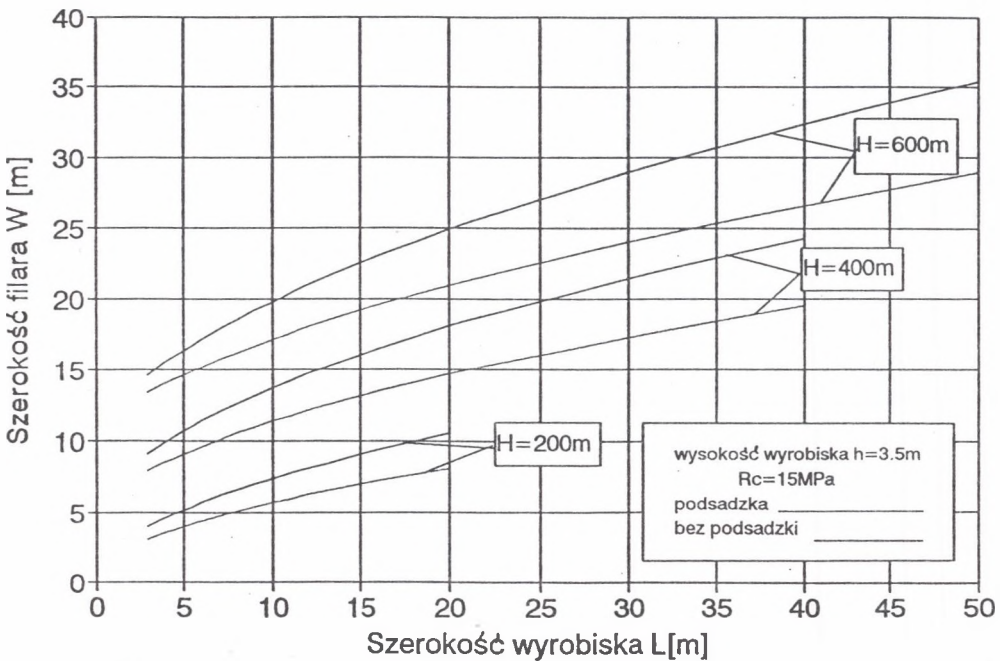
Gdy z powyższego wzoru otrzymamy $S_1 > 6.75Mpa$, to proponuje się przyjąć dla bezpieczeństwa $S_1 = 6.75Mpa$.

a_p - podporność podsadzki wyrażona w % wartości obciążenia stropu wyrobiska pionowym naprężeniem. Gdy brak podsadzki, $a_p=0\%$, gdy jest podsadzka, $a_p=40\%$.

Ponieważ aktualnie wykonywany i ostatni chodnik (ubierka) mogą być nie podsadzone, proponuje się dla bezpieczeństwa zwiększyć o 1 m szerokość filarów obliczonych z uwzględnieniem podsadzki hydraulicznej

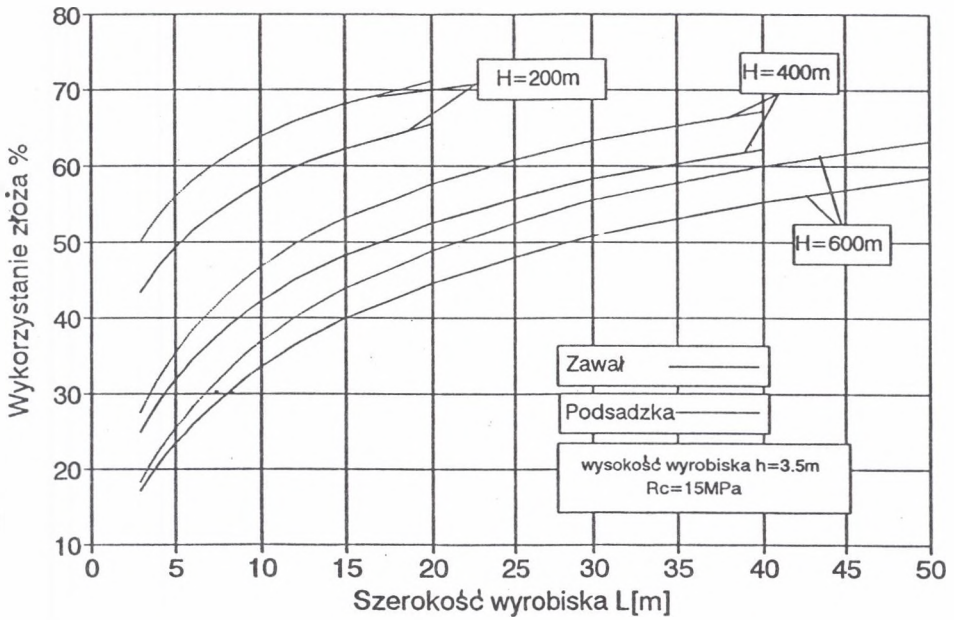
3. Wpływ warunków górnictwo-geologicznych na szerokość filarów i wykorzystanie złoże

Dla przeanalizowania wpływu warunków górnictwo - geologicznych na szerokość filarów i wynikające stąd wykorzystanie złoże obliczono w oparciu o nierówność (1) szerokości filarów dla różnych głębokości, szerokości i wysokości wyrobisk z uwzględnieniem i bez uwzględnienia podsadzki. Wyniki tych obliczeń zilustrowano na rys. 1, 2 i 3. Wpływ głębokości i szerokości wyrobisk na szerokość filarów analizowano na przykładzie typowego wyrobiska o wysokości $h=3.5\text{m}$. Jest to typowa wysokość w wyłomie dla wyrobisk korytarzowych prowadzonych kombajnami chodnikowymi. Ponadto przyjęto średnią wytrzymałość pokładu $R_c = 15\text{MPa}$.

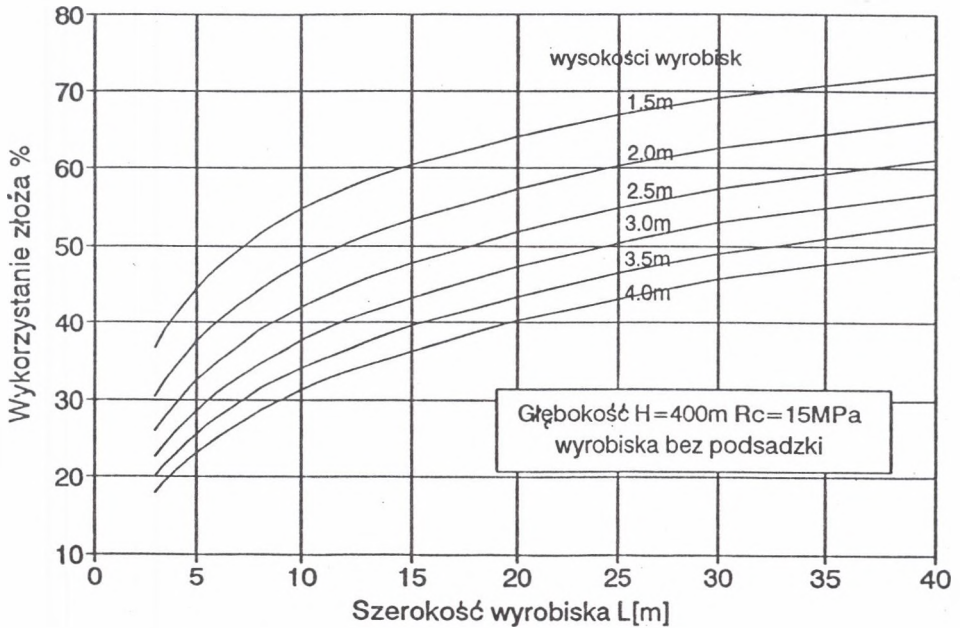


Rys. 1. Wpływ głębokości H i szerokości wyrobisk L na szerokość filara W

Fig. 1. Influence of the depth H and width L of the headings on the width of the pillar W



Rys.2. Zależność wykorzystania złoże od szerokości i głębokości wyrobisk
 Fig.2. Utilization of the deposit as dependent on the width and depth of the headings



Rys.3. Zależność wykorzystania złoże od szerokości L i wysokości h wyrobisk
 Fig.3. Utilization of the deposit as dependent on the width L and height of the headings

W oparciu o wyniki pokazane na rys. 1, 2 i 3 można stwierdzić:

1. Szerokość filarów istotnie wzrasta z głębokością eksploatacji H , gdyż wzrasta wówczas pionowe naprężenie pierwotne p_z i w konsekwencji obciążenie filara. Przykładowo, zgodnie z rys. 1 dla wyrobisk o szerokości 5 m bez podsadzki na głębokości 200 m szerokość filara osiąga wielkość $w=5,1$ m; na głębokości 400 m szerokość filara wzrasta do $w=10,7$ m, a na głębokości 600 m konieczne będzie pozostawienie filara o szerokości 16,4 m. Widać, że w przypadku stosunkowo wąskich wyrobisk szerokość filara wzrasta niemal proporcjonalnie do głębokości eksploatacji.

2. Wykorzystanie złoża ze wzrostem głębokości maleje. Przykładowo, dla wyrobisk bez podsadzki o szerokości 5 m na głębokości 200 m wykorzystanie złoża osiąga 49%, na głębokości 400 m maleje do 32%, a na głębokości 600 m spada do 23%.

3. Można wykazać, że wzrost wytrzymałości pokładu działa odwrotnie do wzrostu głębokości, powodując zmniejszenie szerokości filara i wzrost wykorzystania złoża. Trzeba jednak pamiętać, że zakres zmienności średniej wytrzymałości pokładu jest stosunkowo wąski.

4. Ze wzrostem szerokości wyrobisk następuje powolny przyrost szerokości filarów. Przykładowo, na głębokości 400 m dla wyrobisk bez podsadzki otrzymamy następujące szerokości filarów w : dla wyrobisk o szerokości $L=5$ m, $w=10,7$ m; dla wyrobisk o szerokości $L=10$ m, $w=13,7$ m; dla wyrobisk o szerokości $L=20$ m, $w=18,1$ m, a dla wyrobisk o szerokości $L=30$ m wymagana szerokość filara osiąga wartość $w=21,4$ m. Nieproporcjonalnie mały przyrost szerokości filarów ze wzrostem szerokości wyrobisk korzystnie wpływa na stopień wykorzystania złoża, który dla powyższych danych osiąga wartość: 32% dla $L=5$ m i aż 58% dla $L=30$ m.

5. Stosowanie podsadzki zmniejsza szerokość filarów, średnio o ok. 15%, czyli stosunkowo niedużo. Wpływ podsadzki zaznacza się wyraźniej ze wzrostem szerokości wyrobisk i głębokością eksploatacji. Podkreślić jednak trzeba, że wpływ podsadzania odpadami przemysłowymi na zachowanie się filarów jest mało zbadany. Podsadzka z odpadów przemysłowych może mieć bardzo zróżnicowane własności mechaniczne. Głównym zadaniem podsadzki jest zasadnicze ograniczenie możliwych późniejszych powolnych ruchów górotworu wynikających z zaciskania wyrobisk. Nawet kiepskie, z punktu widzenia procesu podsadzania mieszaniny podsadzkowe są korzystne, gdyż ograniczają zakres możliwego zaciskania wyrobisk.

6. Przy tej samej szerokości wyrobisk ze wzrostem ich wysokości spada wytrzymałość filarów węglowych i dlatego muszą być szersze, stąd gdy wysokość wyrobisk jest równa grubości pokładu, to eksploatując cieńsze pokłady będziemy mogli lepiej wykorzystać ich zasoby

niż w przypadku eksploatacji pokładów grubych. Przykładowo (rys.3), dla wyrobisk o szerokości 5 m na głębokości 400 m eksploatując pokład o grubości 2 m konieczne będą filary o szerokości 8.31 m, co sprawi, że wykorzystamy 38% zasobów, a w przypadku eksploatacji pokładu o grubości 4 m szerokość filarów wzrasta do 15.1 m, co powoduje spadek wykorzystania zasobów pokładu do 22%.

Podsumowanie

Wykonana analiza wykazała, że ze względu na minimalizację strat złoża korzystne jest stosowanie równoległych chodników w pokładach niezbyt głębokich i niezbyt grubych.

Bardzo korzystnie na wykorzystanie złoża wpływa zwiększenie szerokości wyrobisk aż do rozmiarów 0.1H, tj. do rozmiarów charakteryzujących krótkie ściany (ubierki).

LITERATURA

1. Białek J., Drzęźła B., Jaworski A. i zespół.: Analiza możliwości przeprowadzenia pasowej eksploatacji (60%) w pokładzie 501 w parceli G24 KWK Polska w warunkach górotworu naruszonego wcześniejszą eksploatacją. Gliwice 1992 - praca niepublikowana.
2. Białek J., Drzęźła B. i zespół.: Analiza możliwości częściowej eksploatacji filara w rejonie Technikum Budowlanego w Rybniku. Praca wykonana na zlecenie RSW-SA w Rybniku 1995.
3. Białek J.: Eksploatacja wąskimi przodkami - wyznaczanie szerokości filarów pomiędzy wyrobiskami. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Bogdan Dzegniuk

Wpłynęło do Redakcji 4.10.1996 r.

Abstract

The present work is a continuation of author's considerations on the dimensions of belt pillars left over as a result of mining carried out by way of so called narrow mine faces (galleries). Previously, the methodology for the determination of their width had been presented. Using this methodology, we have analysed the influence of mining-and-geological conditions on the width of pillars and resultant deposit losses. The analysis in question has shown that to minimize the losses of the deposit it is advantageous to carry out mining by way of parallel galleries in beds width of headings as much as to $0.1 H$, i.e. to the dimensions characteristic for short walls (open-ends). The application of filling decreases the width of pillars on average by 15%, which is not much. The influence of lining on the width of the pillars has not been taken into consideration in this work.