

4

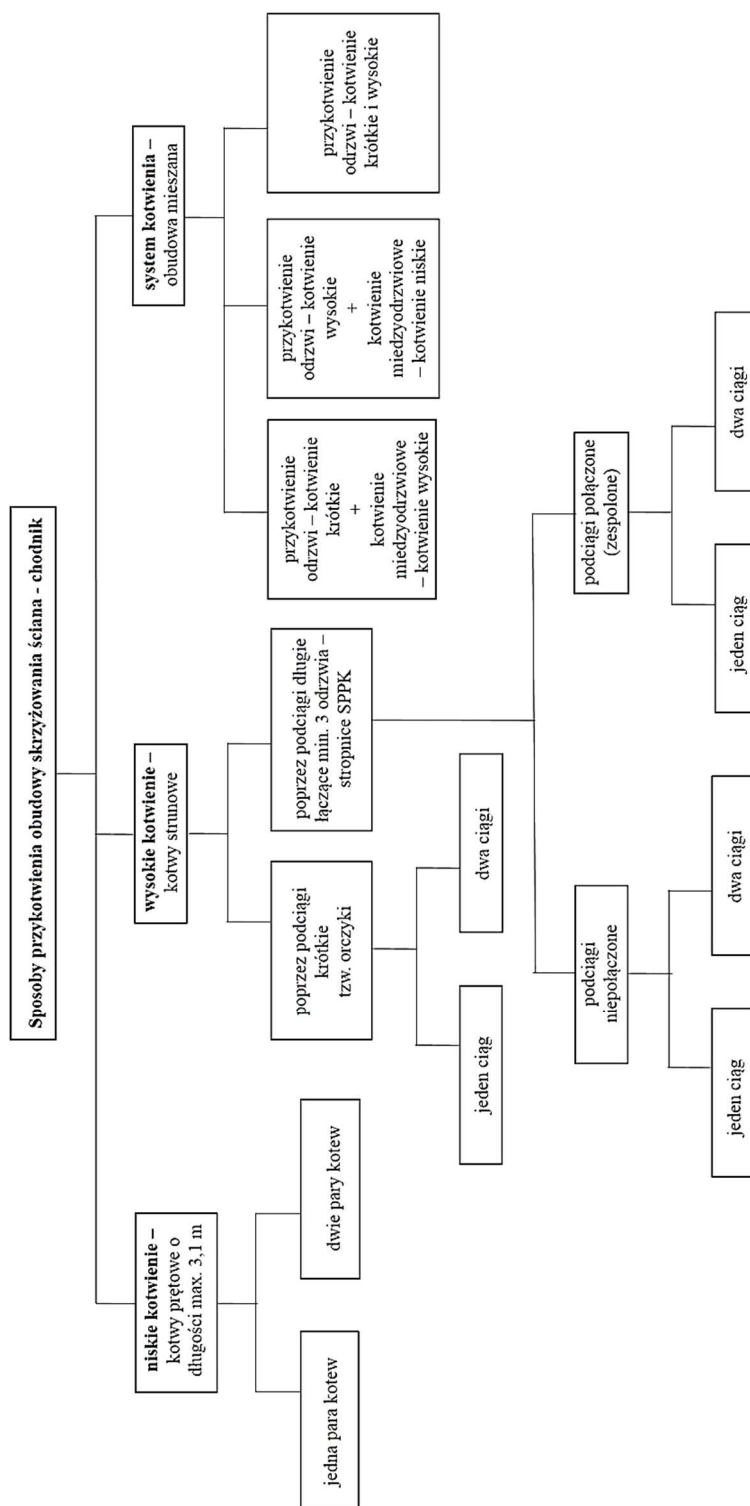
BADANIE ZASIĘGU STREFY SPĘKAŃ W STROPIE WYROBISKA PRZYŚCIANOWEGO W OBUDOWIE PODPOROWO-KOTWOWEJ DLA OCENY BEZPIECZEŃSTWA UTRZYMANIA SKRZYŻOWANIA ŚCIANA-CHODNIK

4.1 WSTĘP

Zapewnienie ciągłości wydobywania węgla kamiennego w rodzimych kopalniach podziemnych przy pomocy systemów ścianowych z zawałem skał stropowych bądź z podszadką hydrauliczną, wiąże się w znacznym stopniu z ochroną (wzmocnieniem) skrzyżowania ściana-chodnik przyścianowy. Wykonanie szybkiej i bezawaryjnej przebudowy (przesunięcia) napędu przenośnika ścianowego na przedmiotowym skrzyżowaniu pozwala na osiągnięcie znacznych postępów dobowych ściany, a tym samym pozwala na uzyskanie wysokiej koncentracji wydobywania i znacznych korzyści ekonomicznych. Zastosowanie obudowy podporowej przykotwionej skrzyżowania ściana-chodnik bez stosowania dodatkowych podpór zapewnia realizację powyższych założeń oraz zapewnia znaczny komfort pracy w rejonie skrzyżowania (zachowane są gabaryty ruchowe wymagane stosownymi przepisami górnictwymi).

Schemat obudowy przykotwionej skrzyżowania ściana-chodnik opiera się obecnie na stosowaniu niskiego (kotwy prętowe) lub wysokiego kotwienia (kotwy strunowe bądź linowe). Stosowane powszechnie systemy wzmocnienia skrzyżowania ściana-chodnik przy wykorzystaniu obudowy kotwowej w polskich kopalniach węgla kamiennego przedstawia rys. 4.1.

Zakres stosowania obudowy kotwowej determinuje określenie wysokości zasięgu strefy spękań warstw stropowych wyrobiska przyścianowego. Zasięg strefy spękań wyznacza się w sposób analityczny przy pomocy stosownych zależności empirycznych, których założenia kształtowały się od początku ubiegłego wieku [10, 12]. Pomocnym narzędziem w określeniu zasięgu spękań skał stropowych jest prowadzenie badań endoskopowych oraz prowadzenie badań przy użyciu rozwarstwieniomierzy linkowych.



Rys. 4.1 Schemat blokowy sposobów przykotwienia odrzwi obudowy skrzyżowania ściana-chodnik

Dzięki zastosowaniu metody endoskopowej można uzyskać wyraźny obraz propagacji szczelin, pęknięć warstw stropowych wyrobiska górniczego – grubość, kierunki i ilość szczelin. Wykorzystanie tej techniki pozwala również określić budowę geologiczną górotworu oraz zaobserwować niszczenie warstw stropowych chodników przyścianowych wraz ze zbliżającym się frontem ściany, [7, 8, 9, 11, 12]. Zastosowanie

rozwarstwieniomierzy linkowych umożliwia określenie sumarycznych rozwarstwień warstw stropowych na poszczególnych głębokościach (przedziałach) otworów badawczych, jak również charakteryzuje ruchy górotworu przed zbliżającym się frontem ściany – zaciskanie i rozwieranie szczelin związane z wyciskaniem i wciąganiem wskaźników rozwarstwieniomierzy do górotworu, [4, 5, 8].

Na podstawie pomiarów i obserwacji rozwarstwień stropu proponuje się wyznaczyć współczynnik bezpieczeństwa utrzymania skrzyżowania ściana-chodnik w następującej postaci:

$$S_{bsc-ch} = w_{gk}/r_{sk} \quad (4.1)$$

gdzie:

- S_{bsc-ch} – współczynnik bezpieczeństwa utrzymania skrzyżowania ściana-chodnik,
- w_{gk} – wydłużenie graniczne systemu kotwi z obejmą przy, którym dochodzi do jej zerwania lub utraty nośności,
- r_{sk} – sumaryczne pomierzone rozwarstwienie skał stropowych na odcinku skotwionego stropu.

Przeprowadzone badania dołowe rozwarstwień warstw stropowych w chodnikach przyścianowych, pozwalają przyjąć założenie, że gdy wartość współczynnika S_{bsc-ch} jest większa od 1 świadczy to o korzystnych i bezpiecznych warunkach pracy na skrzyżowaniu ściana-chodnik, natomiast gdy wartość jego jest mniejsza lub równa 1 dochodzić wówczas może do znacznego pogorszenia warunków utrzymania skrzyżowania w obudowie podporowo-kotwowej.

4.2 BADANIA DOŁOWE

Badania dołowe zasięgu strefy spękań przeprowadzono w dwóch chodnikach przyścianowych ścian podłużnych z zawalem warstw stropowych. Obydwa chodniki zlokalizowane były na głębokości około 850 m w pokładach węgla o grubości 1,8÷2,4 m. Chodniki przyścianowe wykonano w obudowie podporowej ŁP10/V32/4/A ze stali 25G2 w rozstawie odrzwi 0,75÷1,0 m. W chodnikach wykonywano badania penetrometryczne, które stanowiły podstawę dla bieżącej analizy doboru rozstawu odrzwi obudowy. W trakcie prowadzonej eksploatacji pokładów węgla systemami ścianowym odrzwia obudowy podporowej skrzyżowania ściana-chodnik wzmacniano dwoma parami kotew prętowych o długości 2,7 m i nośności 140 kN. W rejonie otworów penetrometrycznych w poszczególnych chodnikach w warstwach stropowych wykonano pionowe otwory badawcze dla prowadzenia badań endoskopowych oraz pomiarów rozwarstwień skał stropowych przy pomocy trójpoziomowych rozwarstwieniomierzy, które prowadzono przed zbliżającym się frontem ściany.

Badania endoskopowe wykonano przy użyciu systemu inspekcyjnego VIS 350 (rys. 4.2) z obrotowo-uchylną głowicą o średnicy 40 mm w zakresie 360°/180° zastosowanego już uprzednio w badaniach dołowych [1, 3], który to system pozwolił określić zasięg spękań, liczbę nieciągłości w otworze oraz ich sumaryczne rozwarście.

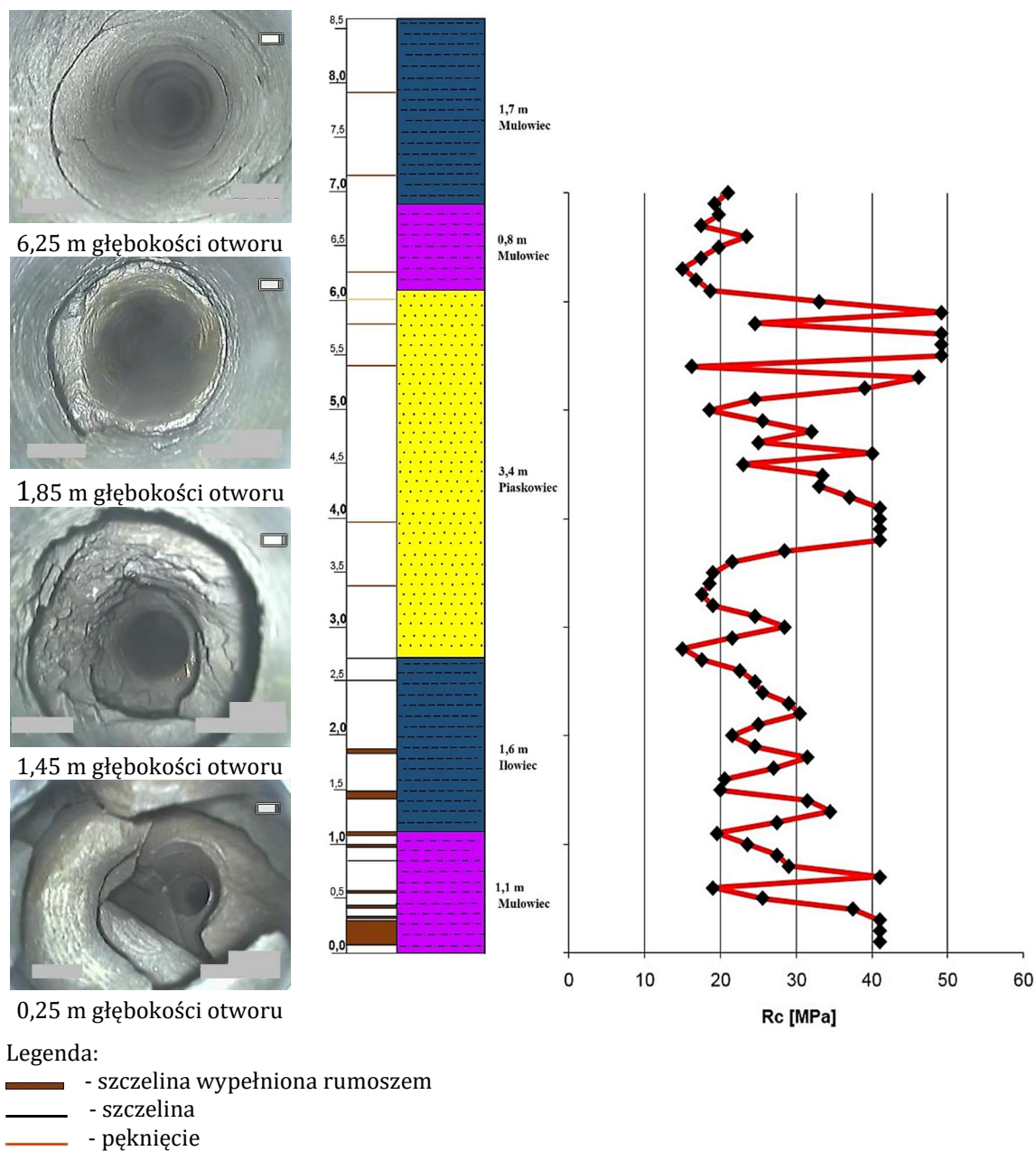


Rys. 4.2 System inspekcyjny VIS 350

Badania endoskopowe w chodniku I prowadzono w odległościach 210 m, 115 m, 32 m i 15 m przed zbliżającym się frontem ściany. Przeprowadzone badania nie wykazały propagacji zarejestrowanych nieciągłości górotworu w odniesieniu do pierwszego pomiaru (210 m przed frontem ściany), za wyjątkiem badań prowadzonych 15 m przed frontem ściany, gdzie przesunięcie warstw w otworze na głębokości około 1,1 m uniemożliwiło prowadzenie dalszych badań. Widok nieciągłości w otworze zarejestrowanych już w odległości 210 m przed czynnym frontem eksploatacyjnym w odniesieniu do budowy geologicznej górotworu oraz jego wytrzymałości na ściskanie przedstawiono na rys. 4.3.

Analiza badań endoskopowych wykonanych w chodniku I wykazała powstanie 18 nieciągłości w otworze badawczym o gęstości spękań Γ równej 2,09 1/m oraz łącznym rozwarciu około 271 mm – do sumarycznego rozwarstwienia warstw stropowych nie uwzględniono całkowitego zniszczenia poboczniczy otworu badawczego bezpośrednio za jego wlotem otworu spowodowanego zniszczeniem warstw stropu bezpośredniego, jego spękanie, już na etapie drążenia wyrobiska [8], (rys. 4.4). Widok chodnika I w rejonie wykonanego otworu badawczego przedstawia rys. 4.5. Przeprowadzone badania endoskopowe wykazują na odcinku otworu od 2 m do 3 m od wlotu (miejsce instalowania kotwi prętowych) występowanie zaledwie 2 szczelin o łącznym rozwarciu około 4 mm, tworząc strefę stabilną przykotwienia na odcinku 0,6 m obejmującą końcowy odcinek kotwy o długości 0,3 m oraz odcinek górotworu poza poziomem kotwi o długości 0,3 m [5], co stwarza możliwość stosowania krótkiego kotwienia.

Badania endoskopowe w chodniku II wykonano w odległościach 137 m, 46 m i 7 m przed wpływem czynnego frontu eksploatacyjnego. Badania te podobnie jak w pierwszym przypadku nie wykazały żadnych dalszych propagacji zniszczeń górotworu w odniesieniu do pierwszego badania endoskopowego (137 m) w związku ze zbliżaniem się frontu ściany wydobywczej. Rozkład nieciągłości warstw stropowych na długości otworu wykonanego w chodniku II stwierdzonych badaniami już w odległości 137 m od frontu ściany przedstawia rys. 4.6.



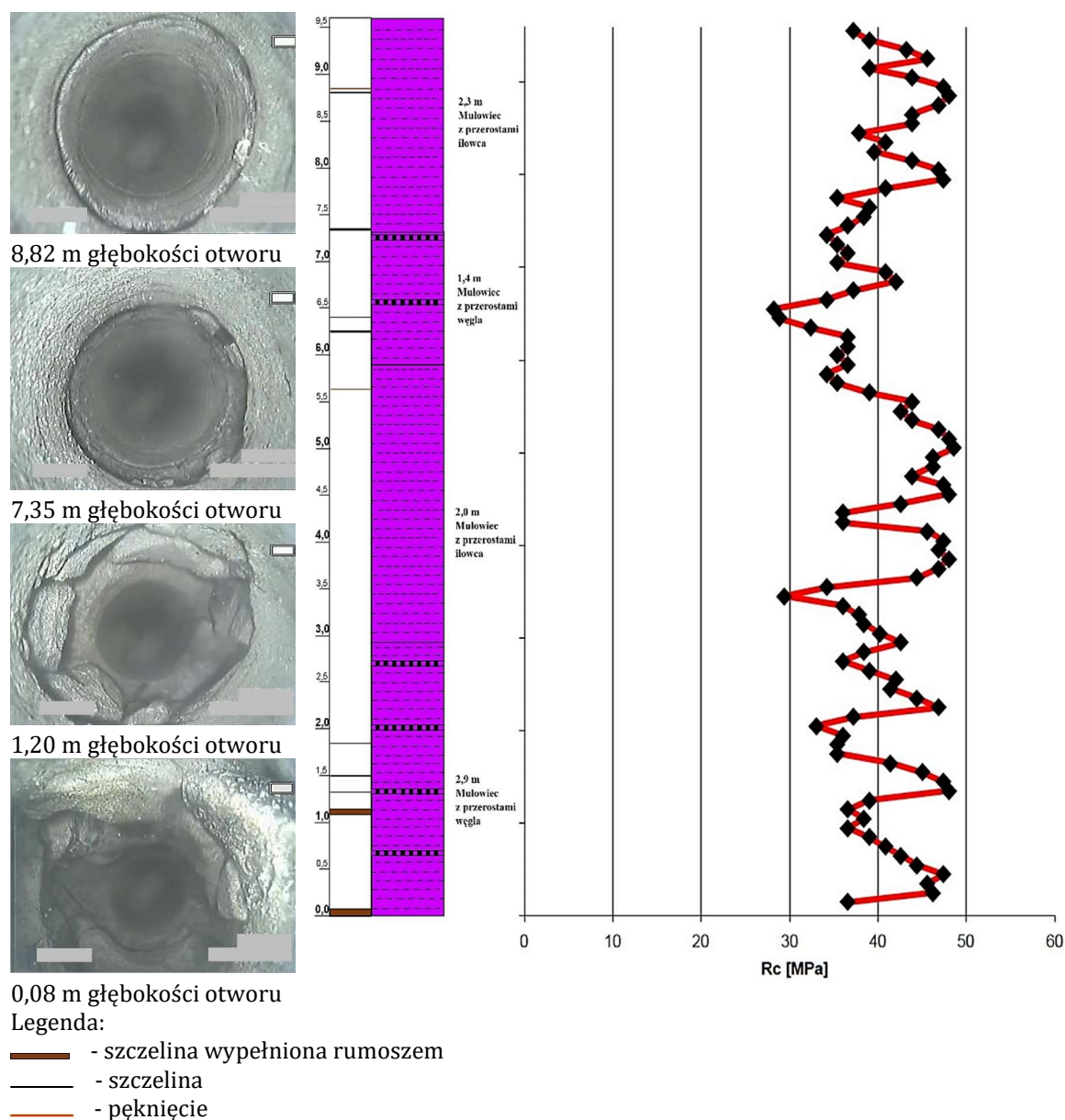
Rys. 4.3 Wyniki badań warstw stropowych w chodniku I – badania penetrometryczne i endoskopowe



Rys. 4.4 Widok wlotu otworu badawczego w chodniku I



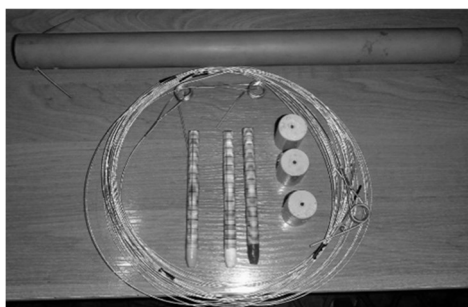
Rys. 4.5 Widok chodnika I w rejonie otworu badawczego



Rys. 4.6 Wyniki badań warstw stropowych w chodniku II – badania penetrometryczne i endoskopowe

Badania rozwarstwień skał stropowych w poszczególnych chodnikach prowadzono przy pomocy trójpoziomowych rozwarstwieniomierzy (rys. 4.7, które obrazowały ruchy górotworu wraz ze zbliżającym się frontem ściany [2, 7, 8, 11]. Pomiar rozwarstwień w chodniku I przedstawiono w tabeli 4.1 i na rys. 4.8, a w chodniku II w tabeli 4.2 i na rys. 4.9.

a)



b)

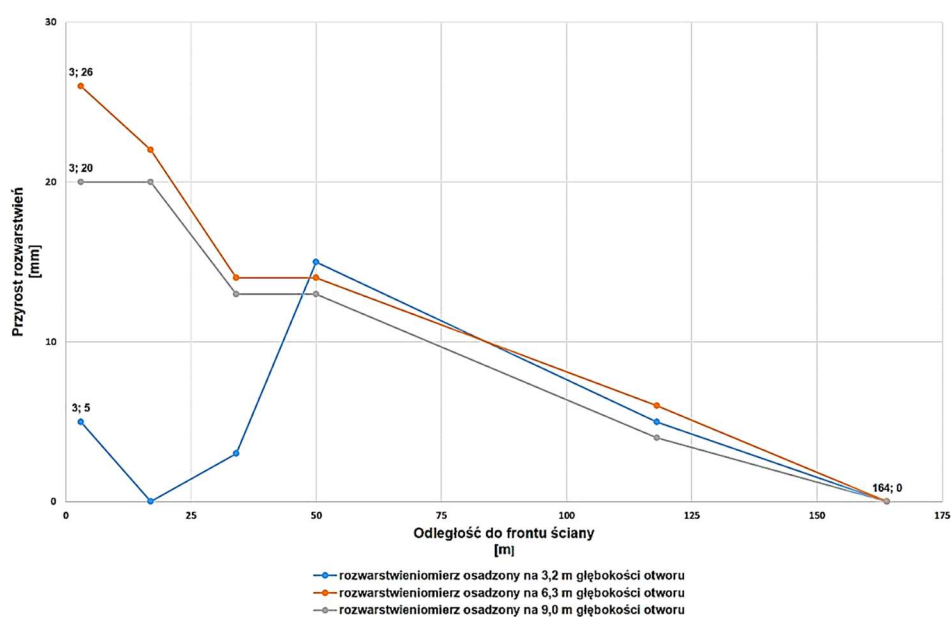


Rys. 4.7 Trójpoziomowy rozwarstwiomierz linkowy:

a) widok poszczególnych elementów składowych,
b) widok zabudowanego rozwarstwiomierza w stropie chodnika przyścianowego

Tabela 4.1 Pomiary rozwarstwień skał stropowych w chodniku I

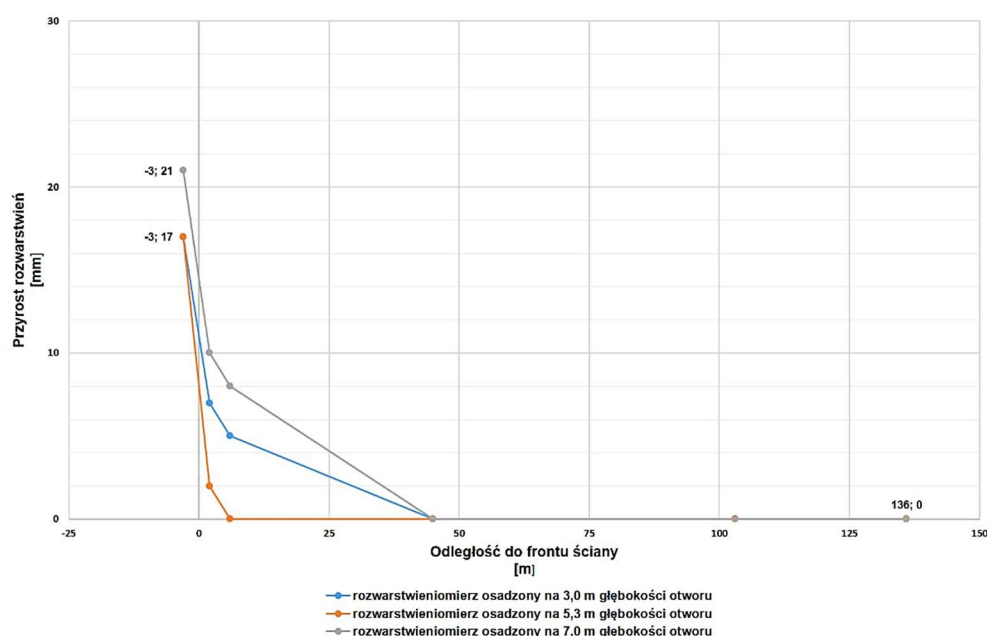
Lp.	Odległość do frontu ściany L_c [m]	Głębokość osadzenia rozwarstwiomierza w otworze					
		3,2 m		6,3 m		9,0 m	
		pomiar na wskaź. [mm]	przyrost rozwarstw. Δr [mm]	pomiar na wskaź. [mm]	przyrost rozwarstw. Δr [mm]	pomiar na wskaź. [mm]	przyrost rozwarstw. Δr [mm]
1	164	90	-	122	-	125	-
2	118	85	5	116	6	121	4
3	50	75	10	108	8	112	9
4	34	87	-12	108	0	112	0
5	17	90	-3	100	8	105	7
6	3	85	5	96	4	105	0
Wielkość końcowa rozwarstwienia r_{sk} [mm]		5		26		20	



Rys. 4.8 Przebieg rozwarstwień warstw skalnych w stropie chodnika I

Tabela 4.2 Pomiary rozwarstwień skał stropowych w chodniku II

Lp.	Odległość do frontu ściany L_c [m]	Głębokość osadzenia rozwarstwieniomierza w otworze					
		3,0 m		5,2 m		7,0 m	
		pomiar na wskaż. [mm]	przyrost rozwarstw. Δr [mm]	pomiar na wskaż. [mm]	przyrost rozwarstw. Δr [mm]	pomiar na wskaż. [mm]	przyrost rozwarstw. Δr [mm]
1	136	97	-	110	-	105	-
2	103	97	0	110	0	105	0
3	45	97	0	110	0	105	0
4	6	92	5	110	0	97	8
5	2	90	2	108	2	95	2
6	-3	80	10	93	15	84	11
Wielkość końcowa rozwarstwienia r_{sk} [mm]		17		17		21	



Rys. 4.9 Przebieg rozwarstwień warstw skalnych w stropie chodnika II

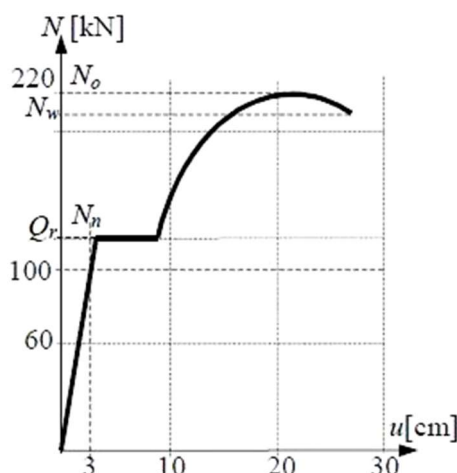
Przeprowadzone pomiary rozwarstwień warstw stropowych chodników przyścianowych wykazały rozwarstwienia górotworu w przedziale od 17 mm (chodnik II) do 26 mm (chodnik I). Niewielkie rozwarstwienia w chodniku I (5 mm) w zakresie pomiarowym od 0÷3,2 m, można tłumaczyć prawdopodobnym wystąpieniem szczelin poza zakresem badań, gdyż chodnik I został wydrążony w odległości około 12 m pod zrobami wybranego wyżej pokładu węgla lub można je tłumaczyć awarią wskaźnika.

Ruchy górotworu przed frontem ściany I występowały już w odległości ponad 100 m przed jej frontem, jak również występowało zjawisko wypychania wskaźników rozwarstwieniomierzy z górotworu, co świadczyło o zaciskaniu się szczelin w górotworze, a następnie ich wciąganie, co wiąże się z powstawaniem rozwarstwień.

W przypadku chodnika II, gdzie występowały znaczne mniejsze rozwarstwienia stwierdzone badaniami endoskopowymi, zaobserwowano ruchy górotworu około 50 m przed frontem ściany (wciąganie wskaźników).

4.3 WYZNACZENIE GRANICZNEGO WYDŁUŻENIA KOTWI

Nośność kotew osadzonych w górotworze ustala się doświadczalnie poprzez ich wyrywanie w specjalnie do tego celu zbudowanych stanowiskach laboratoryjnych. Przykładową charakterystykę obciążeniowo-odkształceniową przedstawia rys. 4.10 [6].



Rys. 4.10 Charakterystyka nośna kotwi ekspansywnej (N):
 N_o i N_n – graniczna i nominalna nośność kotwi
 N_w – siła osadzenia kotwi w górotworze, Q_r – granica plastyczności pręta,
 u – wydłużenie i wysuw kotwi,

Źródło: [6]

Nominalną nośność kotwi wyznacza się stosując następującą zależność:

$$N_n = A_k \cdot Q_r \quad (4.2)$$

gdzie:

- N_n – nośność nominalna,
- A_k – przekrój poprzeczny pręta kotwi,
- Q_r – granica plastyczności przy rozciąganiu

Prowadzone badania laboratoryjne kotew prętowych, strunowych i ekspansywnych utwierdzonych w rurze stalowej imitującej górotwór i poddanych obciążeniom statycznych w maszynie wytrzymałościowej określiły wielkość przemieszczenia, czyli wysuwu kotwy wraz z jej wydłużeniem [13, 14]. Badania te wykazały wielkości przemieszczeń kotew prętowych typu RM na poziomie 24÷35 mm, [13].

Wielkość wydłużenia kotwi wyznacza się również w oparciu o wydłużenie względne A_5 materiału żerdzi. Dla typowych stali z których produkuje się kotwy prętowe, wydłużenie względne A_5 wynosi około 17%. Wówczas graniczne wydłużenie kotwi przyjmuje postać, [5]:

$$w_{gk} = A_5 \cdot L / 1,5 \quad (4.3)$$

gdzie:

- w_{gk} – graniczne wydłużenie kotwi,
- A_5 – wydłużenie względne wyznaczone na długości równej 5-cio krotnej średnicy pręta,
- L_p – odcinek długości pręta który jest rozciągany (przyjmuje się jego średnią wartość około 30 cm),
- 1,5 – współczynnik bezpieczeństwa.

Przykładowo: dla $A_5 = 17\%$ i $L_p = 300$ mm, $w_{gk} = 34$ mm

Wyznaczona powyższym sposobem wielkość granicznego wydłużenia kotwi w_{gk} zbliżona jest do wyników badań laboratoryjnych przeprowadzonych w maszynie wytrzymałościowej [13].

4.4 WSPÓŁCZYNNIK BEZPIECZEŃSTWA UTRZYMANIA SKRZYŻOWANIA ŚCIANA-CHODNIK

Dla przeprowadzonych badań rozwarstwień warstw stropowych dwóch chodników przyścianowych można zatem określić współczynnik bezpieczeństwa utrzymania skrzyżowania ściana-chodnik S_{bsc-ch} . W chodniku I wielkość rozwarstwień skotwionego stropu wyniosła 5 mm, dlatego też przy założeniu granicznego wydłużenia kotwi prętowych stanowiących wzmocnienie obudowy podporowej skrzyżowania ściana-chodnik na poziomie $w_{gk} = 34$ mm, wartość współczynnika bezpieczeństwa S_{bsc-ch} wynosi 6,8. Natomiast w chodniku II przy wielkości rozwarstwień skotwionego stropu $r_{sk} = 17$ mm, współczynnik bezpieczeństwa $S_{bsc-ch} = 2$. Można zatem stwierdzić, że w obydwu przypadkach wartość współczynnika bezpieczeństwa utrzymania skrzyżowania ściana-chodnik była większa od 1, a tym samym zostały spełnione warunki bezpiecznego utrzymania skrzyżowania ściana-chodnik przy zastosowaniu niskiego kotwienia. Widok skrzyżowania ściana-chodnik wzmocnionego kotwami prętowymi w chodniku II przedstawia rys. 4.11.



Rys. 4.11 Widok skrzyżowania ściana-chodnik w chodniku II w obudowie podporowej przykotwionej

4.5 WNIOSKI

Zapewnienie stateczności skrzyżowania ściana-chodnik jest ważnym elementem utrzymania ciągłości produkcji w procesie wydobywania węgla systemami ścianowymi. Zachowanie właściwych gabarytów ruchowych w rejonie skrzyżowania ściany z chodnikiem przyścianowym wpływa bezpośrednio na komfort i bezpieczeństwo pracy. Istotnym elementem jest zatem właściwy dobór systemu wzmocnienia obudowy podporowej skrzyżowania ściana-chodnik w warunkach głębokich kopalń. Zastosowanie obudowy podporowej przykotwionej jest jednym z aktualnie stosowanych schematów utrzymania skrzyżowania ściana-chodnik.

Przeprowadzone badania endoskopowe zasięgu strefy spękań oraz badania rozwarstwień skał stropowych w dwóch chodnikach przyścianowych przedstawiły zachowanie się górotworu przed frontem ściany wydobywczej. Zaobserwowane nieciągłości w górotworze w odległości nawet 200 m przed frontem ściany nie ulegały propagacji wraz ze zbliżającym się jej frontem, a także nie miały żadnego wpływu na niekorzystną zmianę gabarytów chodników przyścianowych. Należy przypuszczać, że nieciągłości te powstały bezpośrednio po wydrążeniu wyrobiska.

Pomierzone rozwarstwienia warstw stropowych chodników przyścianowych przy pomocy trójpoziomowych rozwarstwieniomierzy linkowych nie przekroczyły 26 mm, co może świadczyć o spękaniu górotworu po wydrążeniu wyrobiska, a na etapie biegu ściany o mniejszym wpływie ciśnienia eksploatacyjnego na obudowę chodników przyścianowych.

Badania endoskopowe pokazały możliwość prowadzenia przykotwienia obudowy podporowej skrzyżowania ściana-chodnik kotwami prętowymi o długości $2,7 \div 3,1$ m w warunkach głębokich kopalń – występowanie strefy stabilnej w warstwach stropowych, w której istniała możliwość instalowania kotew.

Wyznaczony współczynnik bezpieczeństwa utrzymania skrzyżowania ściana-chodnik S_{bsc-ch} dla dwóch chodników przyścianowych był większy od jedności, co wiązało się z trafnością wyboru zastosowanego wzmocnienia obudowy skrzyżowania ściana-chodnik, z zapewnieniem właściwych warunków pracy na skrzyżowaniu ściana-chodnik i brakiem konieczności stosowania dodatkowych podpór stalowych.

LITERATURA

1. S. Duży. „Ocena stopnia bezpieczeństwa wyrobisk korytarzowych zlokalizowanych na terenach pogórnich.” *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN*, nr 95, pp. 27-40, 2016.
2. S. Duży. „Stateczność obudowy kotwiowo-podporowej i skał otaczających chodniki przyścianowe poddane oddziaływaniu czynnego frontu eksploatacyjnego w świetle badań kopalni,” *Materiały Konferencyjne - Nowoczesne Technologie Górnicze*, Gliwice-Ustroń, 2001, pp. 97-108.
3. G. Dyduch, A. Czempas. „Wykorzystanie techniki wizualnej do monitorowania przestrzeni wyrobiska za tamami izolacyjnymi.” *Budownictwo Górnicze i Tunelowe*, nr 2, pp. 14-17, 2015.

4. S. Dzierżęga, P. Głuch. „Ocena stopnia bezpieczeństwa wyrobiska wykonanego w obudowie kotwowej,” *Materiały Konferencyjne - Nowoczesne Technologie Górnicze*, Gliwice -Ustroń, 2000, pp. 201-213.
5. S. Dzierżęga, P. Głuch, W. Jeziorowski. „Trójpoziomowy pomiar rozwarstwień skał stropowych w wyrobisku wykonanym w obudowie kotwowej,” *Materiały Konferencyjne - Nowoczesne Technologie Górnicze*, Gliwice-Ustroń, 2001, pp. 125-134.
6. S. Gałczyński, A. Wojtaszek. „Projektowanie obudowy kotwowej w wyrobiskach podziemnych.” *Górnictwo i Geoinżynieria*, R. 31, z. 3/1, pp. 187-198, 2007.
7. Ł. Herezy. „Kształtowanie się zasięgu strefy spękań w otoczeniu wyrobisk przyścianowych w warunkach geologiczno-górniczych LW Bogdanka S.A.” *Przegląd Górniczy*, nr 5, pp. 27-36, 2012.
8. Ł. Herezy. „Zasięg strefy spękań w otoczeniu wyrobiska przyścianowego w trakcie dwóch faz jego istnienia za frontem pierwszej i przed frontem drugiej ściany.” *Przegląd Górniczy*, nr 4, pp. 47-51, 2015.
9. W. Kasperkiewicz, W. Kamiński, M. Sewera, A. Walentek, S. Rajwa. „Badania dołowe zasięgu strefy spękań nad wyrobiskiem przyścianowym za frontem ściany.” *Wiadomości Górnicze*, nr 4, pp. 210-216, 2010.
10. Z. Kłeczek. *Geomechanika górnicza*. Katowice: Śląskie Wydawnictwo Techniczne, 1994.
11. Z. Lubosik, A. Walentek. „Przejawy ciśnienia eksploatacyjnego w chodnikach przyścianowych zlokalizowanych na głębokości około 1000 m – badania dołowe”. *Przegląd Górniczy*, nr 3, pp. 8-16, 2016.
12. P. Małkowski. *Rola stref spękań w ocenie stateczności wyrobisk korytarzowych w kopalniach węgla*. Kraków: Wydawnictwa AGH, 2013.
13. A. Nierobisz, A. Pytlik, H. Nowak. „Charakterystyka pracy kotwi przy obciążeniach dynamicznych w świetle badań stanowiskowych,” *Materiały Konferencyjne – Nowoczesne Technologie Górnicze*, Gliwice-Ustroń, 2001, pp. 307-322.
14. K. Skrzypkowski, W. Korzeniowski, Ł. Herezy. „Metody badania obudowy kotwowej w Katedrze Górnictwa Podziemnego AGH.” *CUPRUM – Czasopismo Naukowo-Techniczne Górnictwa Rud*, nr 3, pp. 49-60, 2015.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 10.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2017

dr hab. inż. Stanisław Duży, prof. Pol. Śl.
Politechnika Śląska,
Wydział Górnictwa i Geologii
Katedra Geomechaniki,
Budownictwa Podziemnego
i Zarządzania Ochroną Powierzchni
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska
e-mail: stanislaw.duzy@polsl.pl

dr inż. Piotr Głuch
Politechnika Śląska,
Wydział Górnictwa i Geologii
Katedra Geomechaniki,
Budownictwa Podziemnego
i Zarządzania Ochroną Powierzchni
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska
e-mail: piotr.gluch@polsl.pl

mgr inż. Adam Ratajczak
KWK „Knurów-Szczygłowiec”
ul. Dworcowa 1, 44-190 Knurów, Polska
e-mail: knurow-szczyglowice@jsw.pl

BADANIE ZASIĘGU STREFY SPĘKAŃ W STROPIE WYROBISKA PRZYŚCIANOWEGO W OBUDOWIE PODPOROWO-KOTWOWEJ DLA OCENY BEZPIECZEŃSTWA UTRZYMANIA SKRZYŻOWANIA ŚCIANA-CHODNIK

Streszczenie: Utrzymanie skrzyżowania ściana-chodnik należy do jednych z najważniejszych czynności technologicznych realizowanych w procesie eksploatacji ściany. Długoletnie doświadczenia dołowe w zakresie stosowania obudowy podporowej przykutowanej za pomocą dwóch par kotwi prętowych (długości $2,7 \div 3,1$ m) bez zabudowy dodatkowych wzmocnień dla ochrony skrzyżowania ściana-chodnik, wykazały pełną przydatność techniczną i ekonomiczną takiego systemu wzmocnienia. Przeprowadzone badania dołowe pomiarów zasięgu strefy spękań i rozwarstwień stropu (endoskopowe i przy pomocy rozwarstwieniomierzy linkowych), a także przeprowadzone badania laboratoryjne (stanowiskowe) pozwoliły określić współczynnik bezpieczeństwa utrzymania skrzyżowania ściana-chodnik S_{bsc-ch} rzutujący bezpośrednio na konieczność zabudowy dodatkowego wzmocnienia.

Słowa kluczowe: eksploatacja, skrzyżowanie ściana-chodnik, obudowa kotwowa, bezpieczeństwo pracy

STUDY OF ROOF FRACTURING ZONE OF A LONGWALL GATE FOR THE PURPOSES OF MAINTENANCE OF SAFETY AT THE LONGWALL-GATE CROSSING PROTECTED BY CHOCK AND ROCKBOLT SUPPORTS

Abstract: The maintenance of the longwall gangway crossing is one of the most important technological activities conducted along the exploitation of a longwall. Years of experiences in the application of chock supports bolted using two sets of anchor bolts (length of $2,7 \div 3,1$) without installing additional reinforcements protecting of the longwall gangway crossing, have indicated the full technical and economical viability of the system for the support of crossing in concern. The underground studies the measurements of the reach of the zones of fracturing and roof stratification (using endoscopes and wire-type stratification metres) and the laboratory tests (using a test stand) have allowed to determine the safety factor for maintenance of the longwall gangway crossing, directly resulting in the necessity to install additional reinforcement.

Key words: exploitation, longwall gangway crossing, roof bolting, work safety