

Konwergencja wyrobiska utrzymywanego w jednostronnym otoczeniu zrobów z zastosowaniem odmiennych systemów kotwienia wysokiego w warunkach PGG S.A.

Paweł Ficek

STRESZCZENIE: Wykonywanie wyrobisk związane jest z naruszeniem pierwotnej równowagi w masywie skalnym. Zmianie ulega pierwotny stan naprężenia. Od wtórnego stanu naprężenia zależy stan wyężenia masywu skalnego, który z kolei ma wpływ na procesy jego deformowania. Rola wysokiego kotwienia górotworu z wykorzystaniem kotwi strunowych dla wzmacniania obudów podporowych w polskim górnictwie węgla kamiennego systematycznie rośnie. Jest to związane głównie z koniecznością zwiększania nośności systemów obudowy podporowej wobec coraz trudniejszych warunków obciążeniowych powodowanych głównie wzrostem głębokości, rozbudowaną tektoniką i wpływami eksploatacji dokonanej w aktualnie wybieranych złożach. Nie bez znaczenia jest tu także fakt stosowania coraz większych przekrojów wyrobisk, powodowany zarówno względami energomaszynowymi, jak i wentylacyjnymi. W artykule przedstawiono konwergencję chodnika 341-badawczego w jednostronnym otoczeniu zrobów ściany 314 w pokładzie 206/1 w KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit przy zastosowaniu odmiennych systemów kotwienia wysokiego.

SŁOWA KLUCZOWE: kotwienie, konwergencja wyrobiska, jednostronne otoczenie zrobów, Ziemowit

CONVERGENCE OF AN EXCAVATION MAINTAINED IN ONE-SIDED SURROUNDINGS OF WORKINGS USING DIFFERENT SYSTEMS HIGH ANCHORING IN THE CONDITIONS OF COAL MINE KWK PIAST-ZIEMOWIT PART ZIEMOWIT

ABSTRACT: Excavations involve disturbing the original balance in the rock mass. The original stress state changes. The state of effort of the rock mass depends on the secondary stress state, which in turn influences its deformation processes. The role of high anchoring of the rock mass using string bolts to strengthen support structures in the Polish hard coal mining industry is systematically growing. This is mainly related to the need to increase the load-bearing capacity of the support systems in the face of increasingly difficult load conditions caused mainly by the increase in bone depth, extensive tectonics and the influence of exploitation carried out in the currently selected deposits. Also important here is the use of increasingly larger cross-sections of workings, caused by both energy and ventilation reasons. The article presents the convergence of research gallery 341 in the one-sided surroundings of the gobs of long wall 314 in seam 206/1 in the Piast-Ziemowit Part Ziemowit Coal Mine using different high anchoring systems.

KEYWORDS: anchoring, excavation convergence, one-sided surroundings of goafs, Ziemowit

1. Wstęp

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

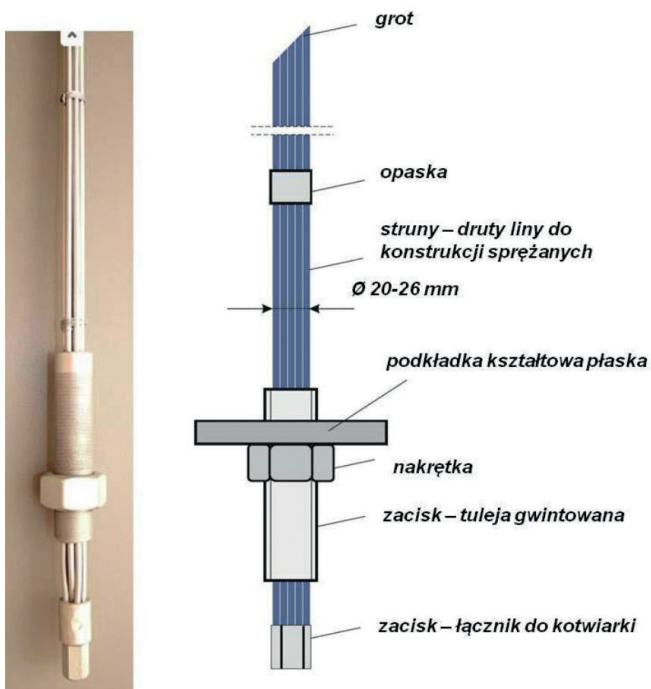
Zastosowanie kotwienia wysokiego w celu dodatkowego zabezpieczenia wyrobiska przyścianowego eliminuje konieczność stosowania wzmocnień podporowych (podciągów podpartych na skrzyżowaniu ściana – chodnik oraz wzmocnień podporowych przed frontem ściany), które to podparcie utrudnia przekładkę przenośnika i obniża postęp ściany. Dodatkowe wzmocnienie w postaci kotwienia wysokiego umożliwi utrzymanie chodnika podścianowego w jednostronnym otoczeniu zrobów do kolejnej ściany.

2. Zastosowane systemy obudowy podporowo-kotwowej

Główne cele wzmacniania obudowy podporowej wyrobisk korytarzowych obudową kotwową to m.in. bezpodporowe wzmacnianie obudowy szczególnie dla utrzymywania skrzyżowań ściana – chodnik, a także:

- poprawa stateczności wyrobisk przed frontem ściany w strefie ciśnień eksploatacyjnych,
- poprawa stateczności wyrobisk w strefach zaburzeń geologicznych oraz wpływu krawędzi eksploatacyjnych,
- poprawa stateczności wyrobisk utrzymywanych za ścianą,
- zwiększanie podziałki obudowy podporowej,
- wzmacnianie obudowy wyrobisk wielkogabarytowych, m.in. przecinek.

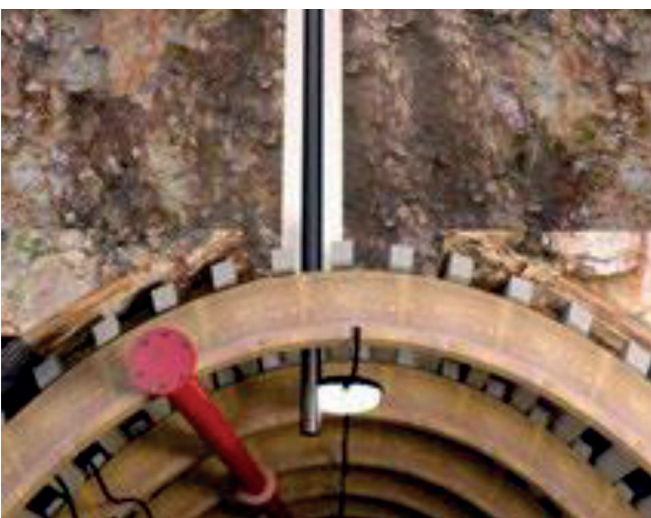
Wzmacnianie obudów podporowych w wyrobiskach korytarzowych najczęściej realizowane jest poprzez przykotwianie odrzwi za pomocą wysokiego kotwienia. Przez wysokie kotwienie należy rozumieć stosowanie kotwi o długości większej niż wysokość wyrobiska. Z oczywistych powodów, aby uniknąć



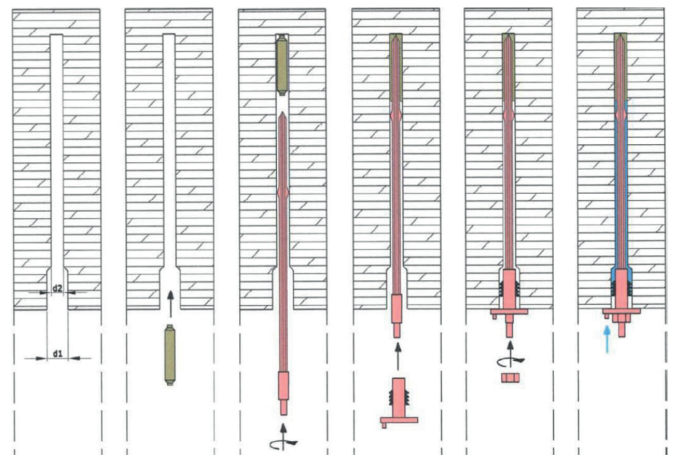
Rys. 1. Kotew strunowa IR



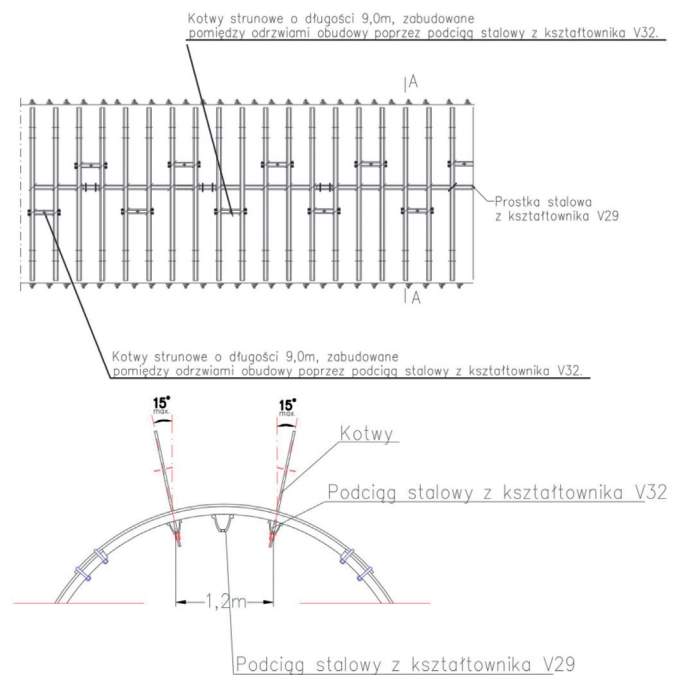
Rys. 2. Ładunek klejowy Lokset



Rys. 3. Zaklejeny otwór wiertniczy



Rys. 4. Kotwa strunowa iniekccyjna – sposób instalacji



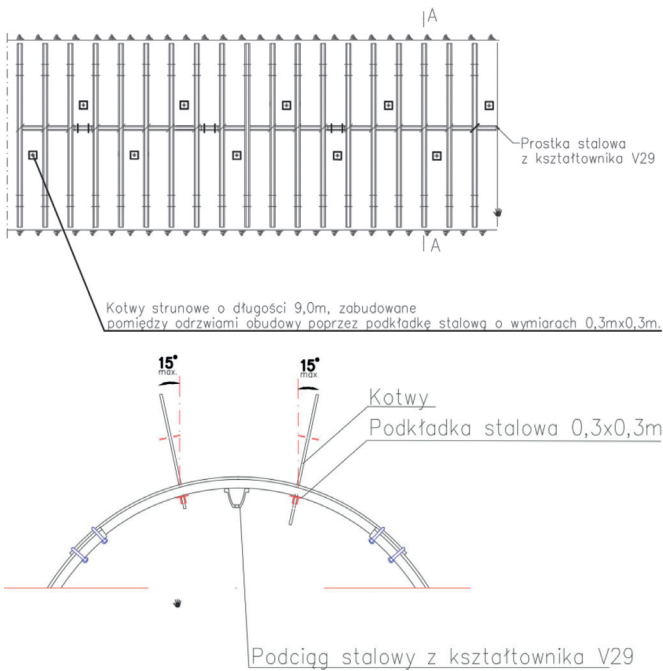
Rys. 5. Sposób zabudowy kotwi linowej poprzez prostkę stalową w chodniku 341-bad.

łączenia sztywnych żerdzi wykorzystuje się tu kotwy o ciągach giętkich. Zasadniczą rolą takiego wzmocnienia jest bezoporowe utrzymanie skrzyżowania ściana – chodnik, a także poprawa stateczności obudowy wyrobiska oraz zmniejszenie jego zaciskania przed frontem ściany. Przykotwianie łuków jest także ważnym elementem wzmocnienia obudowy wyrobisk utrzymywanych za ścianą, tj. w jednostronnym otoczeniu zrobów. Odpowiednio wysokie przykotwienie odrzwi wydatnie poprawia stateczność takich wyrobisk i w sposób zasadniczy zmniejsza ich konwergencję pionową.

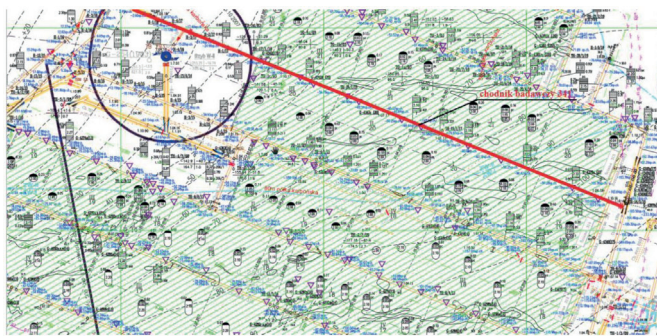
W chodniku 341-badawczym zastosowano kotwy iniekcyjne typu IR4SC430WIN (rys.1), w skład kotwy wchodzi:

- żerdź strunowa iniekccyjna,
- podkładka kształtowa,
- nakrętka,
- głowica iniekccyjna.

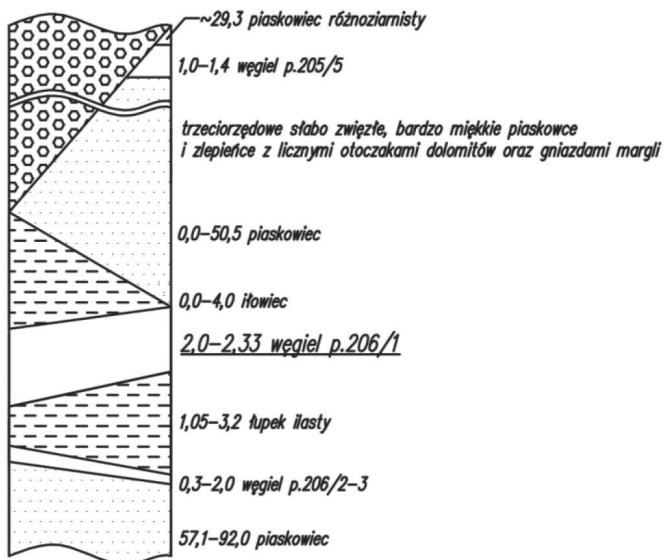
Minimalna nośność kotwy wynosiła 430 kN. Zabudowa kotwy



Rys. 6. Sposób zabudowy kotwi linowej podkładką stalową w chodniku 341-bad.



Rys. 7. Lokalizacja chodnika 341-bad.



Rys. 7. Profil geologiczny pokładu 206/1

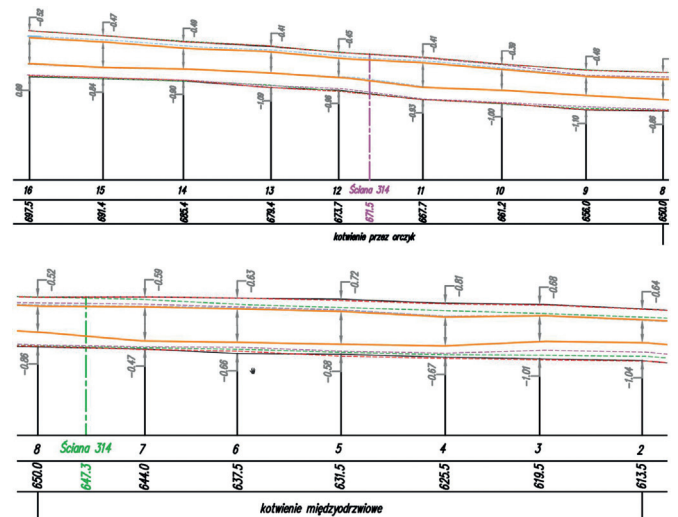
polegała na uprzednim wykonaniu otworu wiertniczego. Średnica otworu do zamocowania kotwy w górotworze była większa o min. 4.0 mm niż średnica kotwy, a początkowy odcinek otworu był rozwiercony.

Po wywierceniu otworu dokładnie go oczyszczono z zwiercin i pyłu przepłukując wodą. Następnie wprowadzono ładunki klejowe szybkowiązące.

Kotwy zostały wklejone za pomocą min. trzech ładunków klejowych o długości 0,6 m każdy. Zastosowano ładunki szybkowiązące poliuretanowe Lokset (rys. 2). Ładunki klejowe Lokset to dwuskładnikowe zaprawy klejowe – jednym jest mastyka na bazie żywicy poliestrowej, drugim utwardzacz zawierający organiczny nadtlenek. Obydwa składniki umieszczone są w opakowaniu foliowym i oddzielone od siebie.

Następnie do każdej kotwi wprowadzono klej organiczno-mineralny Verpensin T. Składnikami kleju Verpensin T są:

- składnik A- sodowe szkło wodne z dodatkami uszlachetniającymi,
- składnik B- izocyjanin z dodatkami uszlachetniającymi.



- Pomiar z dnia 16.04.2020 (c.552.0m)
- Pomiar z dnia 29.04.2020 (c.600.5m)
- Pomiar z dnia 13.05.2020 (c.647.3m)
- Pomiar z dnia 26.05.2020 (c.671.5m)
- Pomiar z dnia 17.07.2020 (c.813.0m)
- Pomiar z dnia 17.08.2020 (c.896.8m)

Rys. 9. Wyniki pomiarów konwergencji chodnika 341-badawczego

Tab. 1. Wartość konwergencji chodnika 341-badawczego

Numer punktu pomiarowego	Cecha ścianowa [m]	Data pomiaru 16.04.2020		Data pomiaru 29.04.2020		Data pomiaru 13.05.2020		Data pomiaru 26.05.2020		Data pomiaru 17.07.2020		Data pomiaru 17.08.2020	
		Szerokość [m]	Wysokość [m]	Szerokość [m]	Wysokość [m]	Szerokość [m]	Wysokość [m]	Szerokość [m]	Wysokość [m]	Szerokość [m]	Wysokość [m]	Szerokość [m]	Wysokość [m]
1	608,15	4,61	3,22	-	3,21	4,80	2,45	3,80	2,14	3,73	1,46	3,79	1,57
2	613,5	4,73	3,02	-	3,02	4,58	2,29	3,61	1,88	3,60	1,31	3,37	1,34
3	619,5	4,67	3,19	-	3,20	4,64	2,44	3,87	2,03	3,86	1,46	3,30	1,50
4	625,5	5,34	3,16	-	3,19	4,52	2,58	3,90	2,18	3,88	1,72	3,92	1,68
5	631,5	5,31	3,22	-	3,25	4,96	2,62	4,30	2,41	4,23	1,96	4,24	1,92
6	637,5	5,33	3,24	-	3,10	5,08	2,63	4,30	2,36	4,04	2,04	-	1,95
7	644,0	4,96	3,04	-	3,07	-	2,82	4,40	2,49	4,08	2,04	4,13	1,98
8	650,0	5,29	2,91	-	2,86	-	2,85	4,60	2,45	4,31	1,59	4,23	1,53
9	656,0	5,32	3,01	-	2,95	-	2,90	4,65	2,36	4,43	1,47	4,05	1,43
10	661,2	5,47	2,95	5,47	2,96	-	3,00	5,09	2,83	4,74	1,68	4,35	1,56
11	667,7	5,50	3,17	5,49	3,18	-	3,15	-	3,05	4,64	1,90	4,66	1,83
12	673,7	5,34	2,85	5,34	2,90	-	2,92	-	2,71	4,48	1,56	4,31	1,44
13	679,4	5,02	3,08	5,02	3,13	-	2,96	-	2,93	4,23	1,73	4,05	1,58
14	685,4	4,92	2,95	4,93	2,90	-	3,00	-	2,88	4,46	1,76	4,13	1,56
15	691,4	4,99	3,23	5,00	3,15	-	3,22	-	3,16	4,10	2,08	4,12	1,92
16	697,5	5,00	3,46	5,01	3,37	-	3,42	-	3,32	4,29	2,12	3,90	1,95



Rys. 10. Kotwa strunowa iniekcyjna zabudowana poprzez podkładkę stalową w chodniku 341-badawczym



Rys. 11. Kotwa strunowa iniekcyjna zabudowana poprzez podkładkę stalową w chodniku 341-badawczym



Rys. 12. Widok konwergencji chodnika 341-badawczego



Rys. 13. Kotwa strunowa iniekcyjna zabudowana poprzez podciąg stalowy w chodniku 341-badawczym

Klej ten pozwolił na zainiekowanie kotwi na całej długości otworu wiertniczego (rys. 3). Na rysunku 4 przedstawiono cykl zabudowy kotwy iniekcyjnej, od wykonania otworu wiertniczego do iniekcji otworu.

Oprócz kotwienia, wykonanie wzmocnienia wyrobiska polegało na zabudowaniu prostek stalowych w osi wyrobiska o długości 5 – 6 m budowanych, na zakładkę min. dwóch odrzwi, na stropnicach obudowy ŁP. Zabudowa prostek wykonywana była za pomocą złączy ze śrubami hakowymi do odrzwi stropnicy ŁP.

Zastosowano dwa odmienne sposoby zabezpieczenia chodnika 341-badawczego:

- za pomocą kotew 9 m iniekcyjnych zabudowanych przez prostkę 1,2 m w stropie wyrobiska zgodnie z rys. 5,
- za pomocą kotew 9 m iniekcyjnych przez podkładkę z blach o wymiarach $0,3 \times 0,3$ m zgodnie z rys. 6.

3. Wyniki pomiarów konwergencji chodnika 341-badawczego

Chodnik 342-badawczy był chodnikiem ścianowym dla ściany 314 w pokładzie 206/1, wykonanym w obudowie ŁP10/V32 (wymiar obudowy: 5500×3800 mm). Lokalizacja chodnika widoczna jest na rys. 7. Natomiast profil geologiczny przedstawia rys. 8. Chodnik był utrzymywany w jednostronnym otoczeniu zrobów dla ściany 314. Pomiary konwergencji wykonywane były od cechy 697,5 do cechy 613. Cykl pomiarów wyznaczony był przez postępujący front eksploatacyjny (od cechy 552 do cechy 896). Wyniki pomiarowe konwergencji wyrobiska przedstawia tab. 1.



Rys. 14. Widok konwergencji chodnika 341-badawczego

W okresie od 16.04.2020 do 17.08.2020 w czasie eksploatacji ściany 314 w pokładzie 206 w chodniku 341-bad. wykonano 6 pomiarów konwergencji wyrobiska na 16 punktach pomiarowych. Na pierwszym odcinku pomiarowym mierzona była konwergencja wyrobiska wzmocnionego przez kotwy iniekcyjne 9 m zabudowane poprzez podciąg stalowy 1,2 m (kotwienie przez orczyk), na drugim odcinku mierzono konwergencję wyrobiska wzmocnionego poprzez kotwienie poprzez podkładkę stalową (kotwienie międzyodrzwiowe). Pierwszy pomiar odbył się, gdy front ścianowy c 552 m nie obejmował swym zasięgiem odcinków pomiarowych (pierwszy odcinek pomiarowy c. 608,15 m). Natomiast ostatnio pomiar zrealizowany był, gdy front ścianowy znajdował się za punktami pomiarowymi. Największe obniżenie wysokości oraz szerokości wyrobiska zaobserwowano w punkcie

pomiarowym 2 w dniu pomiaru 17.08.2020 r. Odcinek ten wzmocniony był kotwami zabudowanymi poprzez prostką stalową. Natomiast najmniejszą konwergencją odznaczał się odcinek wzmocniony przez kotwienie międzyodrzwiowe. Zabudowa kotwy międzyodrzwiowo przed wpływem frontu eksploatacyjnego ściany 314 widoczna jest na rys. 10. Kotwa naprężona (wciągnięta w strop wyrobiska), po przejściu frontu eksploatacyjnego widoczna jest na rys. 11. Ciśnienie eksploatacyjne ściany nie wpłynęło znacznie na deformację obudowy wyrobiska przyścianowego, co można zaobserwować na rysunkach 12 oraz 14.

4. Wnioski

Wzmożone ciśnienia wpływają na wzrost konwergencji wyrobisk zabezpieczanych podatną obudową podporową. W tej sytuacji przykotwianie odrzwi jawi się jako podstawowa metoda, która pozwala na skuteczne zwalczanie tych negatywnych aspektów prowadzenia działalności górniczej. Dla zwiększenia efektywności stosowanych rozwiązań, a przede wszystkim obniżenia kosztów drążenia wyrobisk korytarzowych należy poszukiwać nowych rozwiązań w technologii wysokiego kotwienia. W chodniku 341-bad. zastosowano dwa rodzaje wsparcia kotwy w stropie wyrobiska. Największe obniżenie wyrobisk zmierzono w odcinku pomiarowym, gdzie wzmocnienie wyrobiska było realizowane poprzez kotwienie z prostką w stropie. Nie oznacza to jednak, że system kotwienia z prostką w stropie pozwala na zachowanie lepszej stateczności wyrobiska niż kotwienie międzyodrzwiowe. Wpływ na taki stan rzeczy mogło mieć wiele czynników, takich jak np. prędkość postępu frontu ścianowego, zmienność właściwości skał otaczających wyrobisko, występowanie zaburzeń

geologicznych itp. Zastosowane systemy spełniły swoją rolę, nie dopuszczając przy tym do nadmiernej konwergencji wyrobiska oraz zapewniając odpowiednie bezpieczeństwo prowadzonych prac w rejonie ściany oraz wyrobiska przyścianowego.

Literatura

- [1] BOBEK, R., ŚLEDŹ T., RATAJCZAK A. I GŁUCH P. *Problemy utrzymania chodników przyścianowych w warunkach zagrożeń naturalnych w KWK „Knurów-Szczygłowice” Ruch Knurów*. Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN nr 86, s. 123 – 149, 2014.
- [2] FICEK P., ROZMUS A., ROTKEGEL M., MAŚLANKA J., *Określenie nośności obudowy wyrobisk korytarzowych w warunkach dołowych*, Cuprum: czasopismo naukowo-techniczne górnictwa rud, 2019.
- [3] KORTAS G., *Konwergencja jako miara zaciskania wyrobisk komorowych*, Przegląd Górniczy T.57 nr 6, str. 23 – 29, 2001.
- [4] MAJCHERCZYK T., MAŁKOWSKI P., NIEDBALSKI Z., *Analiza utrzymania stateczności wyrobisk korytarzowych w długim okresie*, Przegląd Górniczy, T. 71 nr 1, str 53 – 60, 2015.
- [5] MAŁKOWSKI P., NIEDBALSKI Z., MAJCHERCZYK T., *Konwergencja wyrobisk chodnikowych na podstawie wyników obliczeń numerycznych i ich weryfikacja pomiarami in situ*, Górnictwo i Geoinżynieria, Rok 32, 2008.
- [6] MARCZAK H., *Ocena zaciskania wyrobisk chodnikowych na podstawie pomiarów konwergencji*, Postępy Nauki i Techniki nr 4, 2010.
- [7] PRUSEK S., *System ciągłego monitoringu gabarytów wyrobisk korytarzowych*, Przegląd Górniczy, T. 62 nr 7 – 8, str. 22 – 26, 2006.

 Paweł Ficek – PGG S.A. KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit

reklama