

*Tadeusz Rembielak**, *Leszek Łaskawiec***,
*Marek Majcher***, *Zygmunt Mielcarek***

INIEKCYJNE USZCZELNIANIE I WZMACNIANIE GÓROTWORU PRZED CZOLEM PRZEKOPU ŁĄCZĄCEGO 1 DRAŻONEGO PRZEZ STREFĘ USKOKU ANDALUZYJSKIEGO W WARUNKACH ZAKŁADU GÓRNICZEGO „PIEKARY” ***

1. Wprowadzenie

W kopalniach czasami występuje potrzeba wykonania wyrobisk korytarzowych przechodzących przez strefy zaburzeń geologicznych. Zwiększenie bezpieczeństwa pracy i wyeliminowanie szeregu problemów technologicznych podczas wykonywania wyrobisk można uzyskać na drodze prostych zabiegów geotechnicznych, polegających między innymi na iniekcyjnym uszczelnianiu i wzmocnianiu skał przed czołem drążonego wyrobiska chodnikowego [2]. Działania tego typu mogą mieć również pozytywny wpływ w aspekcie ograniczenia skutków oddziaływania ewentualnych wstrząsów górniczych na wyrobiska korytarzowe.

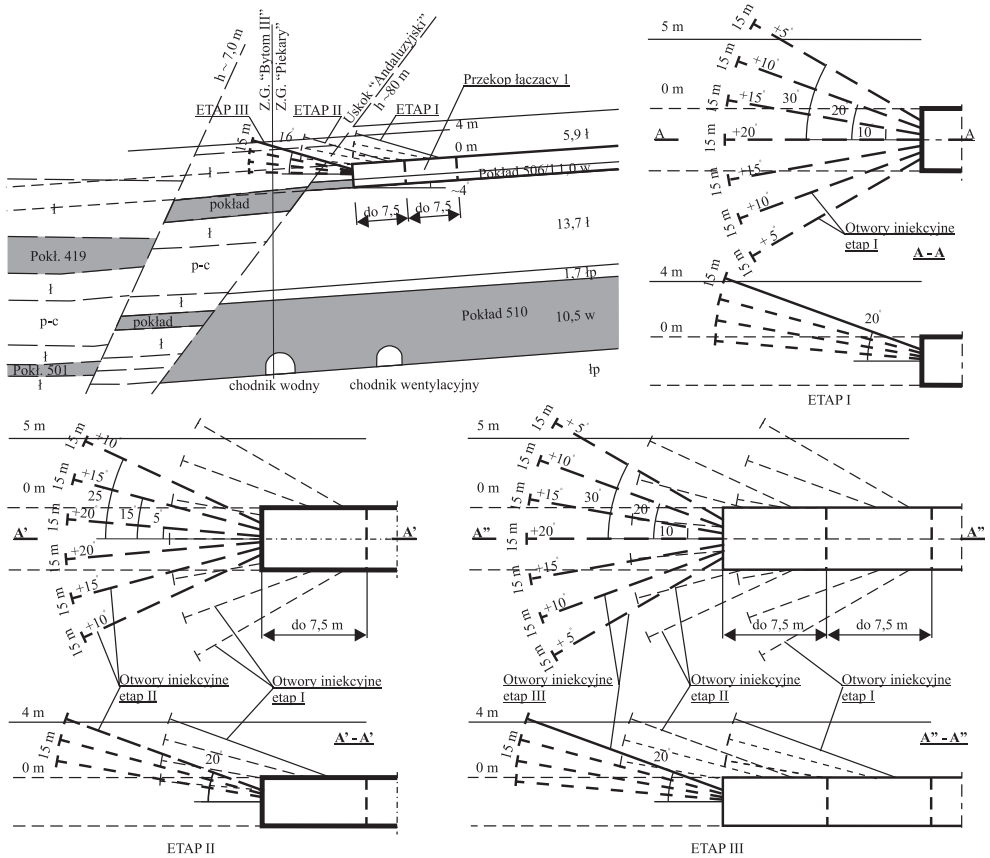
W Zakładzie Górniczym „Piekary” Ruch „Brzeziny” zaprojektowano drażenie przekopu łączącego 1 w pokładzie 506 w strefie uskoku andaluzyjskiego w granicach obszarów górniczych „Brzeziny Śl. IV” i „Rozbark II” (rys. 1).

Uskok andaluzyjski został stwierdzony robotami górniczymi w powierzchni wentylacyjnej ściany 609 w pokł. 506/1, około 200 m na południe od projektowanego przekopu łączącego 1 [1]. Zrzut uskoku w tym wyrobisku wynosił 86,00 m, szczelina uskokowa nie była zawodniona, posiadała szerokość do około 2,00 m i była wypełniona gruzem tektonicznym, złożonym z potrząskanych piaskowców i łupków ilastych, lokalnie zlustrowanych. Nachylenie powierzchni uskokowej wynosiło około 63° [1].

* Wydział Górnictwa i Geoinżynierii, Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

** Kompania Węglowa S.A., Zakład Górniczy „Piekary”, Piekary Śląskie

*** Artykuł powstał w ramach pracy nr 11.11.100.951



Rys. 1. Schemat rozmieszczenia projektowanych otworów iniekcyjnych z czoła przekopu łączącego 1 z uskokiem andaluzyjskim

Zaprojektowano i zrealizowano wyprzedzające uszczelnienie i wzmocnienie górotworu przed czołem drążonego przekopu przez strefę zaburzoną tektonicznie z wykorzystaniem środka uszczelniająco-wzmacniającego zatłaczanego przez otwory iniekcyjne odwiercone za pomocą wiertnicy.

2. Warunki geologiczne dla pokł. 506/1 w rejonie przecięcia się projektowanego przekopu łączącego 1 z uskokiem andaluzyjskim

Pokład 506/1 o zasobach pozabilansowych grupy „a” i miąższości od 0,8 m do 1,0 m w rejonie projektowanego przecięcia się przekopu łączącego 1 z uskokiem andaluzyjskim

o przebiegu zbliżonym do N-S i rzucie $h \sim 80,0$ m na W, zalega na głębokości około 515 m. Pokład 506/1 w przedmiotowym rejonie zaliczony jest do I stopnia zagrożenia wodnego. Rozciągłość pokładu 506/1 przebiega z NW na SE z upadem $4^\circ \div 8^\circ$ na SW [1].

W stropie pokł. 506/1, na podstawie otworu S1 (1977), stwierdzono zaleganie następujących warstw:

- 5,90 m łupku ilastego;
- 1,10 m piaskowca;
- 0,60 m łupku ilastego;
- 0,80 m piaskowca;
- 2,40 m łupku ilastego;
- 14,00 m łupków ilastych naprzemianległych z łupkami piaszczystymi i zroby zawałowe pokł. 504.

W spągu pokł. 506/1, na podstawie otworu S1 (1977), stwierdzono występowanie łupków ilastych o grubości 15,50 m z wkładkami łupków piaszczystych i piaskowca, a następnie pokład 510 o grubości około 10 m, który na północ od przedmiotowego wyrobiska został wybrany na trzy warstwy z zawałem stropu, a na południe z podsadzką hydrauliczną (warstwa I i II) oraz z zawałem stropu (warstwa III).

3. Technologia wyprzedzającego uszczelniania i wzmacniania górotworu przed czołem przekopu łączącego 1 w rejonie przecięcia się z uskokiem andaluzyjskim

Przekop łączący 1 na całej długości drażony był za pomocą kombajnu chodnikowego AM 75. Podczas zbliżania się czoła przekopu do strefy uskokowej uskoku andaluzyjskiego, dla jej rozpoznania, zaprojektowano wiercenie z przekopu łączącego 1 otworów badawczych o długości 25 m.

Po stwierdzeniu uskoku andaluzyjskiego otworami badawczymi, przy odległości czoła drażonego przekopu łączącego 1 od strefy uskokowej w granicach 15 m, zaprojektowano wiercenie otworów iniekcyjnych etapu I.

W etapie I zaprojektowano odwiercenie z czoła przekopu łączącego 1 w kierunku uskoku andaluzyjskiego siedmiu otworów iniekcyjnych o średnicy 42 mm (rys. 1).

Otwory iniekcyjne o długości 15 m zaprojektowano w stropowej części czoła przekopu łączącego 1 pod kątem $+20^\circ$, $+15^\circ$, $+10^\circ$ i $+5^\circ$ do płaszczyzny poziomej. Otwory zaprojektowano w osi przekopu oraz odchylone w lewo i prawo od tej osi pod kątem 10° , 20° i 30° .

Otwory zaprojektowane w ramach etapu I zostały rozmieszczone względem drażonego przekopu łączącego 1 w taki sposób, aby końcowa część tych otworów była usytuowana w odległości około 4 m w stropie i w odległości około 5 m w ociosach od wyłomu drażonego wyrobiska.

Po zainiekowaniu wszystkich otworów iniekcyjnych zaprojektowano dalsze drażnienie przekopu łączącego 1 za pomocą kombajnu AM 75. Po przemieszczeniu się czoła przekopu o około 7,5 m zaprojektowano odwiercenie otworów iniekcyjnych etapu II, rozmieszczonych podobnie jak w etapie I (rys. 1).

Po zainiekowaniu otworów odwierconych w ramach etapu II i wykonaniu kolejnego postępu czoła przodka o około 7,5 m zaprojektowano wykonanie otworów iniekcyjnych etapu III. Schemat rozmieszczenia zaprojektowanych otworów iniekcyjnych z czoła przekopu łączącego 1 w rejonie przejścia uskoku andaluzyjskiego przedstawiono na rysunku 1.

W przypadku wzmacniania rozluzowanego górotworu w strefie tektonicznej uskoku andaluzyjskiego przed czołem drażonego przekopu łączącego 1 zaprojektowano zatłaczanie w rozluźniony górotwór środka uszczelniająco-wzmacniającego sporządzanego na bazie mineralnych materiałów wiążących takich jak cement, wapno hydratyzowane i gips górniczy.

4. Realizacja technologii wyprzedzającego uszczelniania i wzmacniania górotworu przed czołem drażonego przekopu łączącego 1 przez uskoki andaluzyjskie

Podczas zbliżania się czoła drażonego przekopu łączącego 1 do uskoku andaluzyjskiego, po stwierdzeniu otworami badawczymi strefy uskokowej, na wybiegu 789,2 m przystąpiono do wiercenia pierwszej serii otworów iniekcyjnych, zaprojektowanych dla etapu I.

W ramach realizacji etapu I odwiercono siedem otworów iniekcyjnych o długości od 12,0 m do 17,5 m, przez które zatłoczono 4,3 m³ środka uszczelniająco-wzmacniającego z wykorzystaniem pompy WT-30 i głowic uszczelniających rozpieranych mechanicznie.

Po wykonaniu 5,2 m postępu przodka w ramach etapu II odwiercono sześć otworów iniekcyjnych o długości od 6,6 m do 15,4 m, przez które zatłoczono 1,1 m³ środka uszczelniająco-wzmacniającego.

Po wykonaniu 7,1 m postępu przodka, w ramach etapu III odwiercono trzy otwory iniekcyjne o długości 15,0 m, przez które zatłoczono 0,33 m³ środka uszczelniająco-wzmacniającego.

Ogółem przez 16 otworów iniekcyjnych zatłoczono 5,73 m³ środka uszczelniająco-wzmacniającego, do którego sporządzania zużyto 5,2 tony cementu portlandzkiego CEM 32,5 R oraz niewielkie ilości gipsu górniczego i wapna hydratyzowanego.

W tabeli 1 zestawiono ilość środka uszczelniająco-wzmacniającego zatłoczonego do górotworu w etapie I, II i III przez otwory iniekcyjne, odwiercone z czoła przekopu łączącego 1 podczas jego drażnienia przez strefę uskoku andaluzyjskiego.

Na rysunku 2 przedstawiono widok czoła przekopu łączącego 1 w trakcie przejeżdżania uskoku andaluzyjskiego. Na rysunku 3 przedstawiono widok czoła przekopu łączącego 1 w skrzydle zrzuconym po przejechaniu uskoku andaluzyjskiego.

TABELA 1

Ilość środka uszczelniająco-wzmacniającego zatłoczonego do górotworu w etapie I, II i III przez otwory iniekcyjne odwiercone z czola przekopu łączącego 1, podczas jego drażenia przez strefę uskoku andaluzyjskiego

Etap	Długość przekopu, m	Nr otworu	Parametry otworu	Profil otworu z wierceń	Ilość zatłoczonego iniektu, m ³
I	789,2 m	1	$h = 2,7 \text{ m}, 0^\circ \text{ W}, + 20^\circ,$ $l = 14,2 \text{ m}$	0÷13,4 m łupek, 13,4÷13,9 m węgiel, 13,9÷14,2 m łupek	4,3
		2	$h = 2,3 \text{ m}, 15^\circ \text{ SW}, + 15^\circ,$ $l = 14,7 \text{ m}$	0÷13,6 m łupek, 13,6÷14,0 m węgiel, 14,0÷14,7 m łupek	
		3	$h = 2,3 \text{ m}, 10^\circ \text{ NW}, + 15^\circ,$ $l = 16,2 \text{ m}$	0÷16,2 m łupek	
		4	$h = 2,1 \text{ m}, 20^\circ \text{ NW}, + 10^\circ,$ $l = 15,5 \text{ m}$	0÷15,5 m łupek	
		5	$h = 1,9 \text{ m}, 30^\circ \text{ NW}, + 5^\circ,$ $l = 12,0 \text{ m}$	0÷12,0 m łupek	
		6	$h = 1,7 \text{ m}, 20^\circ \text{ SW}, + 10^\circ,$ $l = 17,5 \text{ m}$	0÷16,5 m łupek, 16,5÷17,5 m węgiel	
		7	$h = 1,5 \text{ m}, 30^\circ \text{ SW}, + 5^\circ,$ $l = 14,0 \text{ m}$	0-14 m łupek	
II	794,4 m	8	$h = 2,9 \text{ m}, 5^\circ \text{ NW}, + 20^\circ,$ $l = 15,0 \text{ m}$	0÷8,5 m łupek, 8,5÷9,0 m węgiel, 9,0÷15,0 m łupek	1,1
		9	$h = 2,9 \text{ m}, 5^\circ \text{ SW}, + 20^\circ,$ $l = 15,0 \text{ m}$	0÷10,2 m łupek, 10,2÷10,4 m węgiel, 10,4÷15,0 m łupek	
		10	$h = 2,6 \text{ m}, 15^\circ \text{ SW}, + 15^\circ,$ $l = 15,0 \text{ m}$	0÷10,5 m łupek, 10,5÷12,5 m węgiel, 12,5÷15,0 m łupek	
		11	$h = 2,6 \text{ m}, 15^\circ \text{ NW}, + 15^\circ,$ $l = 15,0 \text{ m}$	0÷7,5 m łupek, 7,5÷12,0 m węgiel, 12,0÷15,0 m łupek	
		12	$h = 2,0 \text{ m}, 25^\circ \text{ NW}, + 10^\circ,$ $l = 15,4 \text{ m}$	0÷14,2 m łupek, 14,2÷14,6 m węgiel, 14,6÷15,4 m łupek	
		13	$h = 2,0 \text{ m}, 25^\circ \text{ SW}, + 10^\circ,$ $l = 6,6 \text{ m}$	0÷6,6 m łupek	
III	801,5 m	14	$h = 3,0 \text{ m}, 0^\circ \text{ W}, + 20^\circ,$ $l = 15,0 \text{ m}$	0÷2,0 m łupek, 2,0÷2,1 m węgiel, 2,1÷5,4 m łupek, 5,4÷8,8 m węgiel, 8,8÷15,0 m łupek	0,33
		15	$h = 2,6 \text{ m}, 15^\circ \text{ NW}, + 15^\circ,$ $l = 15,0 \text{ m}$	0÷5,7 m łupek piaszczysty, 5,7÷6,2 m węgiel, 6,2÷7,4 m łupek, 7,4÷7,8 m węgiel, 7,8÷9,4 m łupek piaszczysty, 9,4÷11,0 m łupek + węgiel, 11,0÷15,0 m łupek	
		16	$h = 2,6 \text{ m}, 15^\circ \text{ SW}, + 15^\circ,$ $l = 15,0 \text{ m}$	0÷4,5 m łupek piaszczysty, 4,5÷5,8 m węgiel, 5,8÷15,0 m łupek	
Razem					5,73

a)

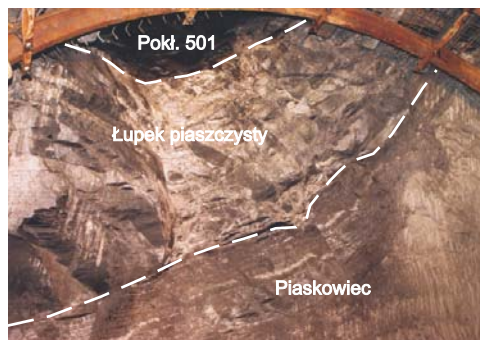


b)



Rys. 2. Widok czoła przekopu łączącego 1 w trakcie przejeżdżania uskoku andaluzyjskiego

a)



b)



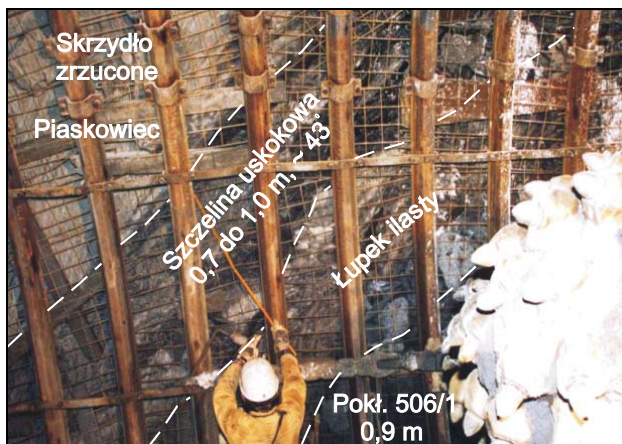
Rys. 3. Widok czoła przekopu łączącego 1 w skrzydle zrzuconym po przejechaniu uskoku andaluzyjskiego

Na rysunkach 4 i 5 przedstawiono widok szczeliny uskokowej uskoku andaluzyjskiego, ocios południowy i ocios północny przekopu łączącego. Po stronie ociosu południowego stwierdzono szczelinę uskokową andaluzyjskiego o szerokości od 0,4 m do 0,6 m; natomiast nachylenie powierzchni uskokowej wynosiło ~ 530 (rys. 4). Po stronie ociosu północnego szczelina uskokowa andaluzyjskiego o szerokości od 0,7 m do 1,0 m wypełniona była sklejonym gruzem tektonicznym, składającym się z łupków ilastych i piaszczystych, piaskowca oraz węgla). Nachylenie powierzchni uskokowej wynosiło ~ 430 (rys. 5). Po przejechaniu uskoku andaluzyjskiego ustalono zrzut uskoku $h \sim 50$ m na W.

Po odsłonięciu szczeliny uskokowej okazało się, że wykonanie iniekcyjnego wyprzedzającego uszczelniania i wzmacniania górotworu przed czołem drażonego przekopu łączącego 1 spowodowało sklejenie luźnego materiału skalnego wypełniającego szczelinę uskokową uskoku andaluzyjskiego. W rezultacie możliwe było bezpieczne i sprawne wykonanie przekopu kombajnem AM 75 przez strefę uskokową, a zatem cel pracy został osiągnięty.



Rys. 4. Widok szczeliny uskokowej uskoku andaluzyjskiego, ocos południowy przekopu łączącego 1



Rys. 5. Widok szczeliny uskokowej uskoku andaluzyjskiego, ocos północny przekopu łączącego 1

5. Podsumowanie

Przedstawione w artykule zastosowanie iniekcyjnego „ulepszania górotworu” przed czołem drążonego przekopu przez strefę uskoku w pełni uzasadnia potrzebę uwzględniania w technologiach górniczych wzmacniania oraz uszczelniania i wzmacniania skał, jako sposobu rozwiązania istniejących w kopalniach problemów techniczno-ruchowych, występujących podczas wykonywania wyrobisk korytarzowych przez strefy zaburzeń tektonicznych.

Zastosowanie iniekcji wyprzedzającej przed czołem drążonego przekopu łączącego 1, podczas przechodzenia przez uskoc andaluzyjski, umożliwiło bezpieczne jego przejście przy zaprojektowanym postępie czoła przodka i przy zastosowaniu kombajnu AM 75, a zatem cel pracy został w pełni osiągnięty.

LITERATURA

- [1] Plan Ruchu ZG „Piekary” na lata 2004–2006
- [2] *Rembielak T.*: Zvyšovanie bezpečnosti práce v baníctve pri používaní injektovania hornín. Międzynarodowa Konferencja „Nerastné suroviny Slovenskej Republiky”. Slovenská Banícka Spoločnosť. Zborník Prednášok. Demänovská Dolina, Slovak Republic, 17–18 October 2002, 71–78