GÓRNICTWO I GEOLOGIA 2013
Tom 8 Zeszyt 1

Marek CELMER, Mieczysław LUBRYKA, Ryszard SKATUŁA
JSW SA KWK „JAS-MOS"
Piotr GŁUCH
Politechnika Śląska

DOŚWIADCZENIA ZE STOSOWANIA OBUDÓW PODPOROWO-KOTWIOWYCH NIESYMETRYCZNYCH W PRZECINKACH ZBROJENIOWYCH I LIKWIDACYJNYCH W KOPALNI „JAS-MOS*"

Streszczenie. W artykule przedstawiono rozwiązania techniczno-technologiczne przecinek ścianowych zbrojeniowych i kanału likwidacyjnego ściany w obudowie kotwiowo-podporowej niesymetrycznej. Omówiono warunki geologiczno-górnicze, parametry i rozwiązanie obudowy, technologię wykonania i uzyskane doświadczenia.

THE EXPERIENCES FROM USE OF THE ASYMMETRICAL BOLTED FRAME SUPPORTS IN THE OPENING AND THE CLOSING CROSS-CUTS IN JAS-MOS MINE

Summary. The paper presents examples of technical and technological solutions of the longwall opening and closing cross-cuts in the asymmetrical bolted frame support. In the paper the geological and mining conditions, the parameters, the type of support and the technology of construction have been discussed. Paper also presents the experience gained in the use of this type of support.

1. Wstęp

Obudowy podporowo-kotwiowe stanowią rozwiązanie, w którym podporowa konstrukcja stalowa jest przykatwiana do otaczającego górotworu z utwierdzeniem kotwi za strefą odprężoną. Kotwie stanowią dodatkowe punkty podparcia na których wspiera się konstrukcja i tym samym przenosi zwiększone obciążenie.

*/ aktualnie kopalnia JAS-MOS wchodzi w skład JSW SA, KWK „Borynia – Zofiówka – Jastrzębie" jako ruch „JAS-MOS".

Ze względu na swój kształt, obudowy podporowo-kotwiowe niesymetryczne, zwane również obudowami łukowo-prostymi, stanowią rozwiązanie często stosowane w kopalniach węgla kamiennego w przecinkach zbrojeniowych (tzw. rozruchowych), jak i w przecinkach likwidacyjnych, w których następuje zakończenie biegu ściany.

W kopalni JAS-MOS eksploatacja prowadzona jest w trudnych warunkach geologiczno-górniczych, do których możemy zaliczyć: dużą głębokość – ok. 900 m, liczne strefy zaburzeń górotworu, zwłaszcza w postaci uskoków, występowanie zagrożenia wstrząsami górotworu o dużej energii sejsmicznej oraz wieloletnią eksploatację w strefach koncentracji naprężeń. Warunki te wymagają właściwego doboru obudowy oraz technologii jej wykonania.

2. Przykłady rozwiązań wykonanych przecinek ścianowych zbrojeniowych

W okresie od 2009 do 2012 zrealizowano kilka zastosowań obudów podporowo-kotwiowych łukowo-prostych w przecinkach ścianowych zbrojeniowch.

W tablicy 1 podano trzy przykłady zastosowania:

- przecinka zbrojeniowa 42a-Z2 na głębokości ok. 750 m,
- przecinka zbrojeniowa ściany 22-C3 na głębokości ok. 900 m,
- przecinka zbrojeniowa ściany 23-C3 na głębokości ok. 900 m.

Charakterystyczne parametry techniczne obudowy podano w tablicy 1, a parametry projektowanych przecinek oraz górotworu w obudowach podporowo kotwowych w tablicy 2.

W stosowanych rozwiązaniach do kotwienia stosowano kotwie strunowe typu IR-4C/320 o nośności minimum 320 kN i długości 5 m.

Długość kotwi strunowych dobrano uwzględniając konieczność ich zakotwienia za strefą odprężoną na odcinku do minimum 1,5 m. Dla stropu zbudowanego z piaskowca uwzględniano dodatkowy współczynnik bezpieczeństwa, wynikający z możliwości występowania pęknięć blokowych związanych z dużymi naprężeniami powstałymi od głębokości i koncentracji naprężeń od krawędzi.

Odrzwia obudowy były zrealizowane w konstrukcjach z:

- kształtownikiem V36 ze stali 31Mn4+QT o (R_e=min 520 MPa, $R_m \cong$600 MPa),
- kształtownikiem V36 ze stali S480W o (R_e=min 480 MPa, $R_m \cong$650 MPa).

Tablica 1

Parametry techniczne obudowy łukowo-prostej podporowo-kotwiowej

Lp.	Parametry ogólne	Przecinka		
		Ściana 42a-z2	**Ściana 22 – C3**	**Ściana 23 - C3**
1	Wysokość strefy odprężonej h_{sn} obliczeniowa	1,47 m	2,12 m	2,88 m
2	Typ kotwi strunowej	IR-4C/320	IR-4C/320	IR-4C/320
3	Długość kotwi strunowej (analiza profilu)	5,0 m	5,0 m	5,0 m
4	Rozstaw kotwi strunowych na długości wyrobiska	co 3,0 m	1 kotew między odrzwiami	1 kotew między odrzwiami
5	Rodzaj obudowy	OŁSN-w 6,0/3,5/V36	ŁPro-B/7-7/6,9/V32	ŁPro-B/7-7/6,4/V32
6	Kształtownik	V36	V32	V32
7	Stal	31Mn4+QT	S480W	S480W
8	Rozstaw odrzwi	1m	1m	0,8m
9	Podciąg kotwiony do stropu	1 podciąg V29 ciągły	2 podciągi V29 ciągłe	3 podciągi V29 ciągłe

Tablica 2

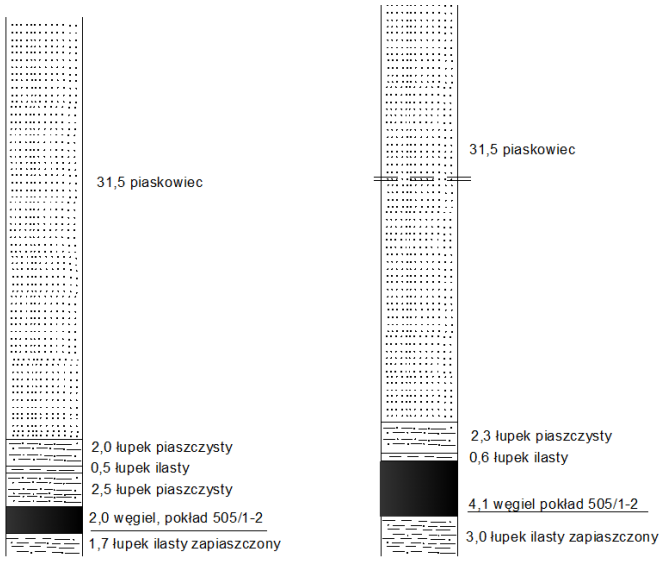
Parametry przecinek ścianowych zbrojeniowych oraz górotworu

Lp.	Parametry ogólne	Przecinka		
		Ściana 42a - Z2	**Ściana 22 – C3**	**Ściana 23 - C3**
1	Długość w m	~ 120 m	188 m	234 m
2	Głębokość w m	~ 750 m	~900 m	900 m
3	Grubość pokładu w m	4,0-4,5	1,3-2,0	1,2-1,7
4	Skały stropowe $R_{cśr}$ – średnia wytrzymałość skał na ściskanie w pakiecie do 6 m	- łupki piaszczyste – 2,9 m, - piaskowiec – 30 m 40-45 MPa	- iłowiec – 4,0 m, - piaskowiec – 30 m, 30-35 MPa	- łupki piaszczyste – 5,0 m, - piaskowiec 40-50 MPa
5	Węgiel R_{cw}	Średnio 9,75 MPa	7-12 MPa	5,4-8,8 MPa
6	Spąg R_{csp}średnia wytrzymałość w pakiecie do 5m	mułowiec 40,8 MPa	mułowiec 41,8 MPa	łupek piaszczysty 40-50 MPa
7	$\gamma_{śr}$ stropowe	26,0 kN/m^3	25,0 kN/m^3	25,0 kN/m^3
8	r (rozmakalność)	1	1	1
9	Zaburzenia	Brak zaburzeń	Wpływ niżej wybieranego pokładu	Krawędzie pokładu, wybranie pokładu niżej leżącego
10	S x W Szerokość z wysokość w świetle	6 x 3,5 m	7 x 2,5 m	6,4 x 3,2 m
11	S_W x W_W Szerokość z wysokość w wyłomie	6,6 x 3,8 m	7,6 x 2,8 m	7,0 x 3,5 m

cd. tablicy 2

12	α_w^0 nachylenie wyrobiska	$1\text{-}3^0$	$0\text{-}5^0$	$3\text{-}5^0$
13	Czas istnienia wyrobiska	6 miesięcy	6 miesięcy	do 2 lat
14	Technologia drążenia	Kombajn AM 50	Kombajn AM 50	Kombajn AM 50
15	Rodzaj obudowy	OŁSN-w 6,0/3,5/V36	ŁPro-B /7-7/6,9/V32	ŁPro-B /7-7/6,4/V32

Występujący w stropie zasadniczym przecinki 42a-Z2 grubo uławicony piaskowiec (rys. 1) pozwolił zaprojektować rozwiązanie obudowy, której schemat przedstawiono na rysunku 2. Obudowę na całej długości wzmocniono podciągiem zespolonym, a kotwie strunowe zabudowano co 3 m. Wykonana przecinka wykazywała pełną stateczność bez oznak zwiększonych obciążeń.

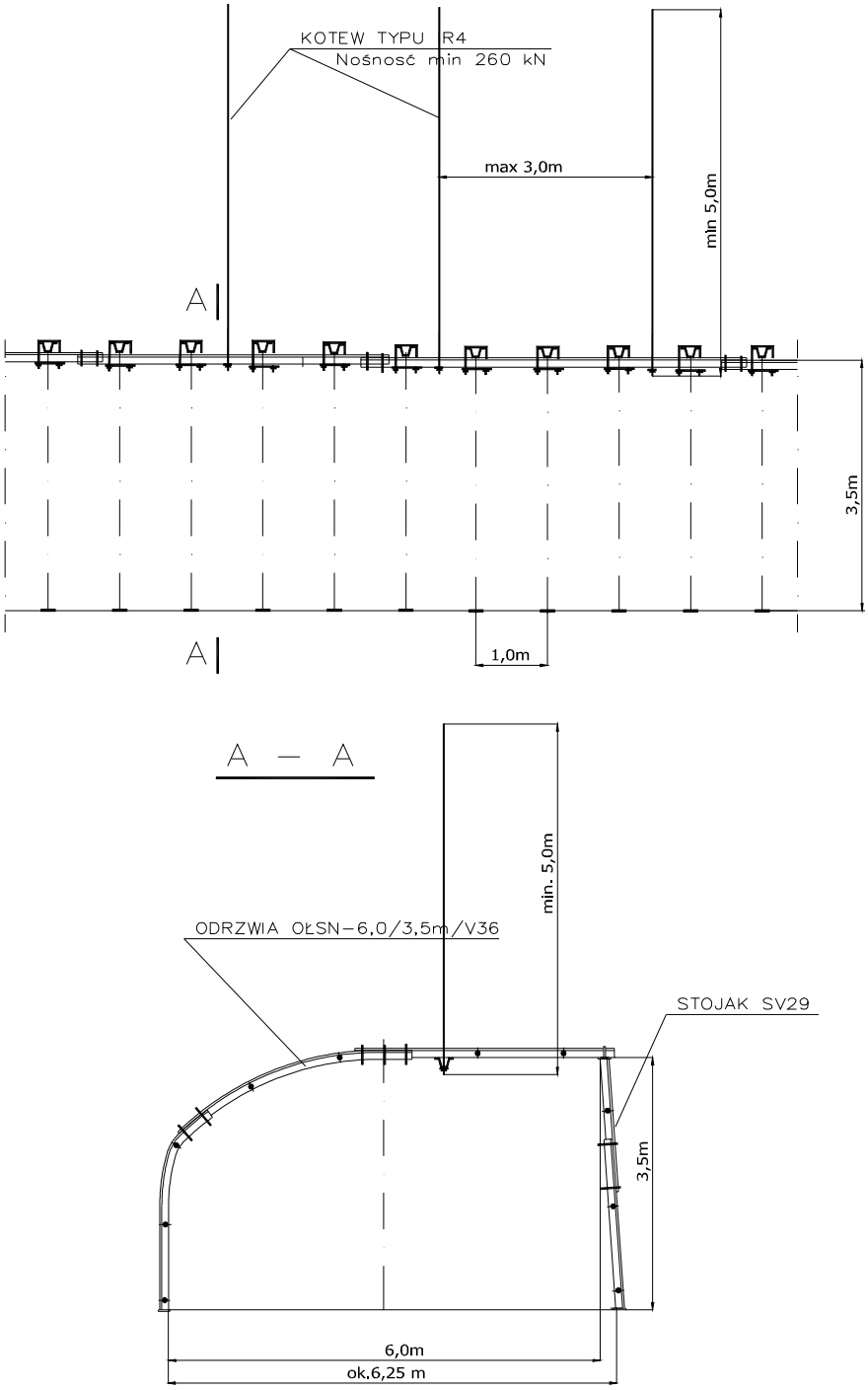


Rys. 1. Układ warstw na długości przecinki 42a-Z2
Fig. 1. Layout of layers on the length of cross-cut 42a-Z2

Przecinki 22-C3 i 23-C3 projektowano na głębokości 900 m w pokładzie o grubości od 1,2 do 2,0 m, którego eksploatację prowadzono kompleksem strugowym.

Układ przecinek przedstawiono na rysunku 3. Rozwiązanie projektowe przecinki ściany 22-C3 zrealizowano według schematu przedstawionego na rysunku 4. Odrzwia obudowy w rozstawie, co 1 m były wzmacniane podciągiem zespolonym z kształtownika V29 i kotwione kotwiami IR4C/320 o nośności 320 kN i długości 5,0 m w liczbie jednej kotwi na

pole obudowy (na odrzwia), co praktycznie oznacza konieczność zabudowy kotwi na każdym podciągu co 2,0 m.



Rys. 2. Schemat odrzwi obudowy OŁSN w 6,0/3,5 m /V36 dla rozcinki ściany 42a-Z2 w pokładzie 505/1-2 – przekrój pionowy rozstaw odrzwi, co 1,0 m, rozstaw kotwi co 3 m

Fig. 2. Scheme of OŁSN support - 6,0/3,5 m /V36 for 42a-Z2 longwall cross-cut in the coal bed 505/1-2 – vertical section, spacing of frame supports – 1 m, spacing of bolts – 3 m

Po wykonaniu przecinki (a praktycznie w trakcie jej drążenia) wynikła potrzeba eksploatacji pokładu 505/1łd niżej położonego w odległości ok. 50 m wybieranego na grubość ok. 3 m. Przejście frontu ściany pod przecinką spowodowało konieczność wzmocnienia obudowy za pomocą stojaków podporowych stalowych typu SV oraz drewnianych ze stopnicami drewnianymi na odcinku ok. 50 m.

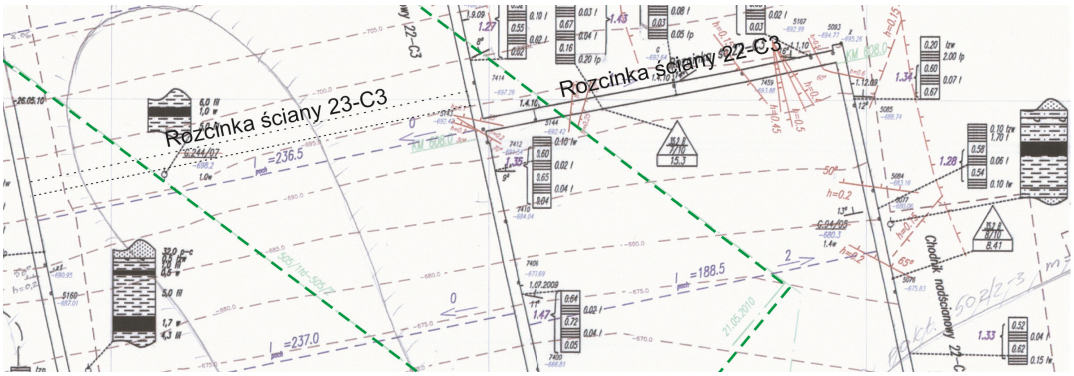
Występujące objawy deformacji polegały na:

- wypiętrzeniu spągu do ok. 1 m,
- zwiększonym ugięciu prostego odcinka obudowy podporowej,
- lokalnym przeciążeniu kotwi strunowych, które uległy zerwaniu lub zostały zniszczone tuleje.

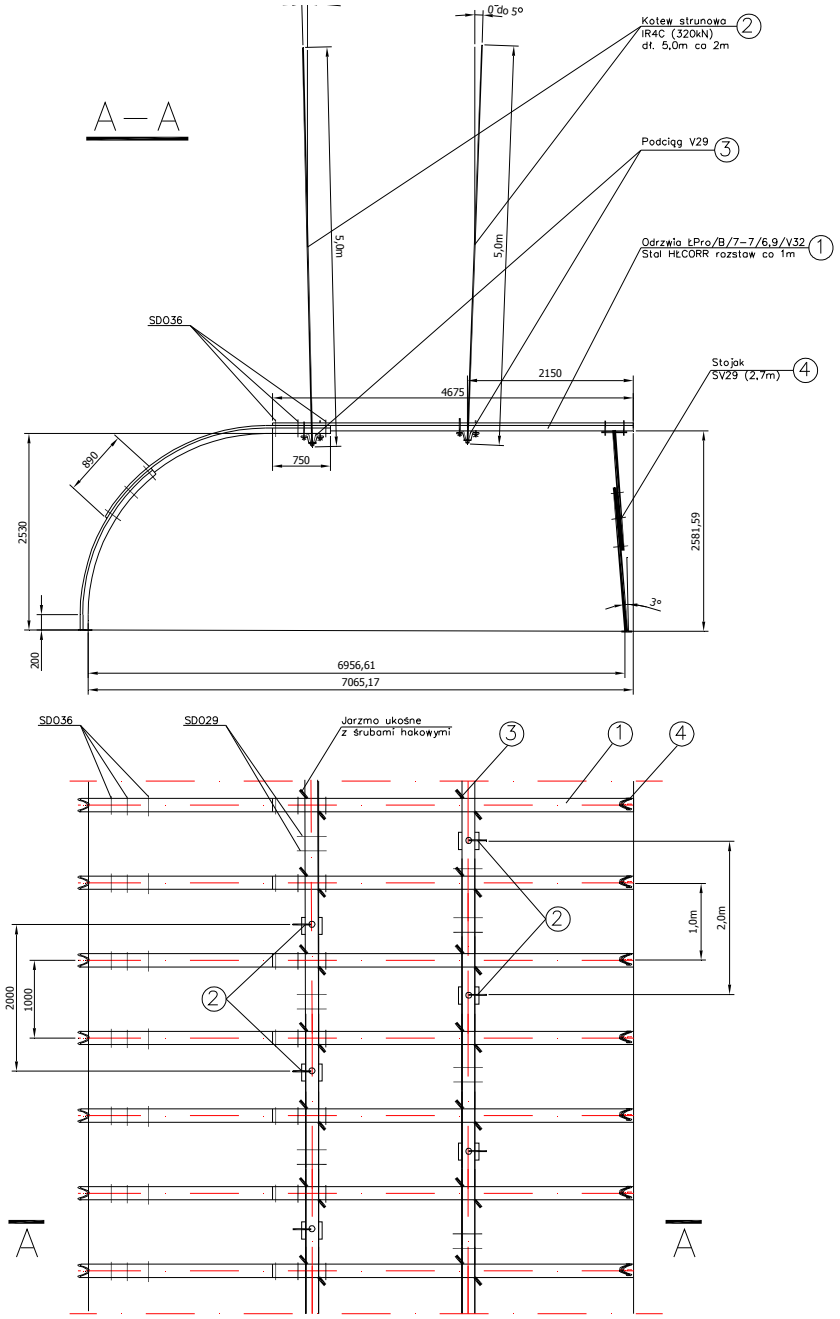
Zachowanie gabarytów przecinki pozwoliło na bezproblemowe zazbrojenie ściany, a zmniejszenie wysokości okazało się korzystne dla szybkiego rozparcia sekcji obudowy zmechanizowanej bez potrzeby kasztowania stropu.

Przecinkę ściany 23-C3 projektowano pod wybranym pokładem, stąd zastosowano wzmocnioną konstrukcję obudowy w rozstawie co 0,8 m oraz zabudowę trzech podciągów przy kotwieniu kotwiami IR-4C/320 o długości 5 m, tak aby jedna kotew przypadała na jedne odrzwia (jedno pole obudowy) – rysunek 5.

Prowadzony nadzór autorski oraz obserwacje wykazały, że przyjęte w projekcie założenia sprawdziły się i wykonana przecinka była w pełni stateczna.

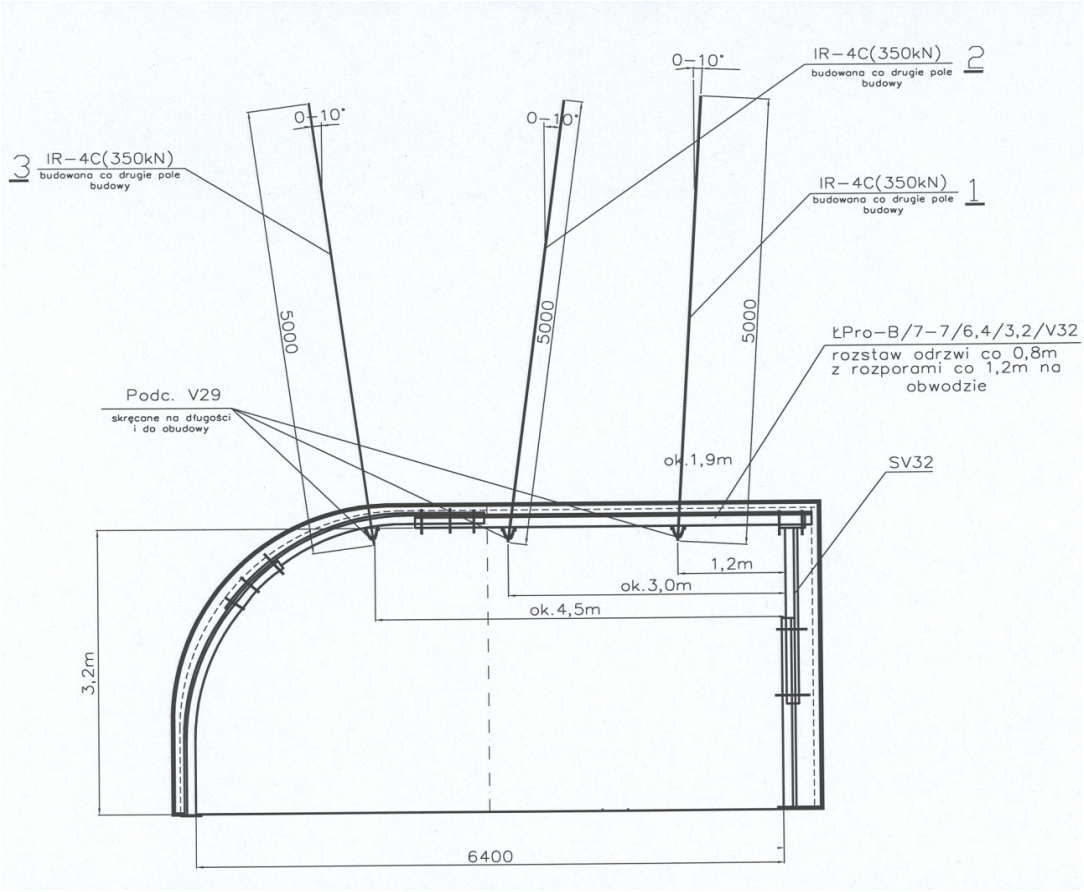


Rys. 3. Układ przecinek ścianowych 22-C3 i 23-C3 w pokładzie 503/1-2
Fig. 3. Configuration of cross-cuts 22-C3 and 23-C3 in cola bed 503/1-2



Rys. 4. Schemat odrzwi obudowy ŁPro/B/7-7/6,9/V32 dla rozcinki ściany 22-C3 w pokładzie 503/1-2 – przekrój pionowy rozstaw odrzwi co 1,0 m: 1 – odrzwia stalowe, 2 – kotew strunowa IR-4C/320, 3 – podciąg, 4 – stojak stalowy

Fig. 4. Scheme of ŁPro/B/7-7/6,9/V32 support for 22a-C3 longwall cross-cut in the coal bed 503/1-2 – vertical section, spacing of frame supports – 1 m: 1 – frame supports, 2 – bolt IR-4C/320, 3 – beam steel, 4 – prop steel



Rys. 5. Schemat odrzwi obudowy ŁPro-B/7-7/6,4/3,2/V32 ze stali HŁ CORR dla rozcinki ściany 23-C3 w pokładzie 503/2 i 503/1-2 – przekrój pionowy, rozstaw odrzwi co |0,8 m (jedna kotew na odrzwia)

Fig. 5. Scheme of ŁPro-B/7-7/6,4/3,2/V32 support made from steel HŁ CORR for 23-C3 longwall cross-cut in the coal bed 503/2 i 503/1-2 – vertical section, spacing of frame supports – 0.8 m (1 bolt on each frame)

3. Obudowa przecinki likwidacyjnej ściany 22-C3 w pokładzie 503/1-2

Dla poprawy bezpieczeństwa prowadzonych robót i przyśpieszenia likwidacji ściany 23-C3 w pokł. 503/1-2 w KWK „JAS-MOS" wyposażonej w obudowę zmechanizowaną Glinik-09/23, przenośnik PF-4/1032 i strug GH 1600 wykonano kanał likwidacyjny przed frontem ściany.

Rozwiązanie techniczno-technologiczne wymagało:

- rozeznania warunków geologiczno-górniczych,
- opracowania projektu obudowy z uwzględnieniem występujących zagrożeń,
- opracowania technologii wjazdu ściany do kanału,

- opracowania technologii wybudowy wyposażenia ściany i jego transportu do kolejnej ściany.

Kanał likwidacyjny dla ściany 22-C3 był prowadzony przy nachyleniu podłużnym ściany do ok. 3° w pokładzie 503/1-2 o nachyleniu warstw 2°-12°. Pokład 503/1-2 ma grubość ok. 1,2-1,6 m. Ściana 22-C3 jest prowadzona na głębokości ok. 900 m.

W stropie pokładu na wybiegu ściany 22-C3 występują warstwy łupku ilastego o zmiennej grubości dochodzącej do 4,0 m, a dalej łupek piaszczysty zwięzły o grubości do ok. 1,2 m z warstewką węgla o grubości 0,3 m. Powyżej zalega gruba warstwa piaskowca 25,0-34,0 m. W spągu pokładu występuje łupek piaszczysty. Parametry geomechaniczne węgla i skał dla ściany 22-C3 podano w tablicy 3.

Tablica 3

Parametry geomechaniczne węgla i skał dla ściany 22-C3

Lp.	Wyszczególnienie	Grubość	Ciężar objętościowy γ w [kN/m^3]	Wytrzymałość na ściskanie R_c w [MPa]	Rozmakalność „r”
1.	Piaskowiec	ok. 25,0÷34,0 m	26,0	50-100	1,0
2.	Węgiel	0,3 m	13,2	7,0-12,0	-
3.	Łupek piaszczysty	ok. 1,2 m	25,0	52,9-77,7	0,6
4.	Łupek ilasty	4,0 m	22,7	30-35	0,8
5.	**Węgiel pokł.503/1-2**	ok.1,6 m	13,2	7,0-12,0	-
6.	Łupek piaszczysty	ok. 5,0 m	25,0	52,9-77,7	0,8

W rejonie projektowanych robót prowadzono wcześniejszą eksploatację i występuje nadbudowa w odległości ok. 150 m nad pokładem 503/1-2. Prowadzono także wybieranie w pokładzie 407/1-2, którego miąższość wynosiła 3,0 m. Krawędź pokładu 407/1 występuje na 100 m nad kanałem likwidacyjnym.

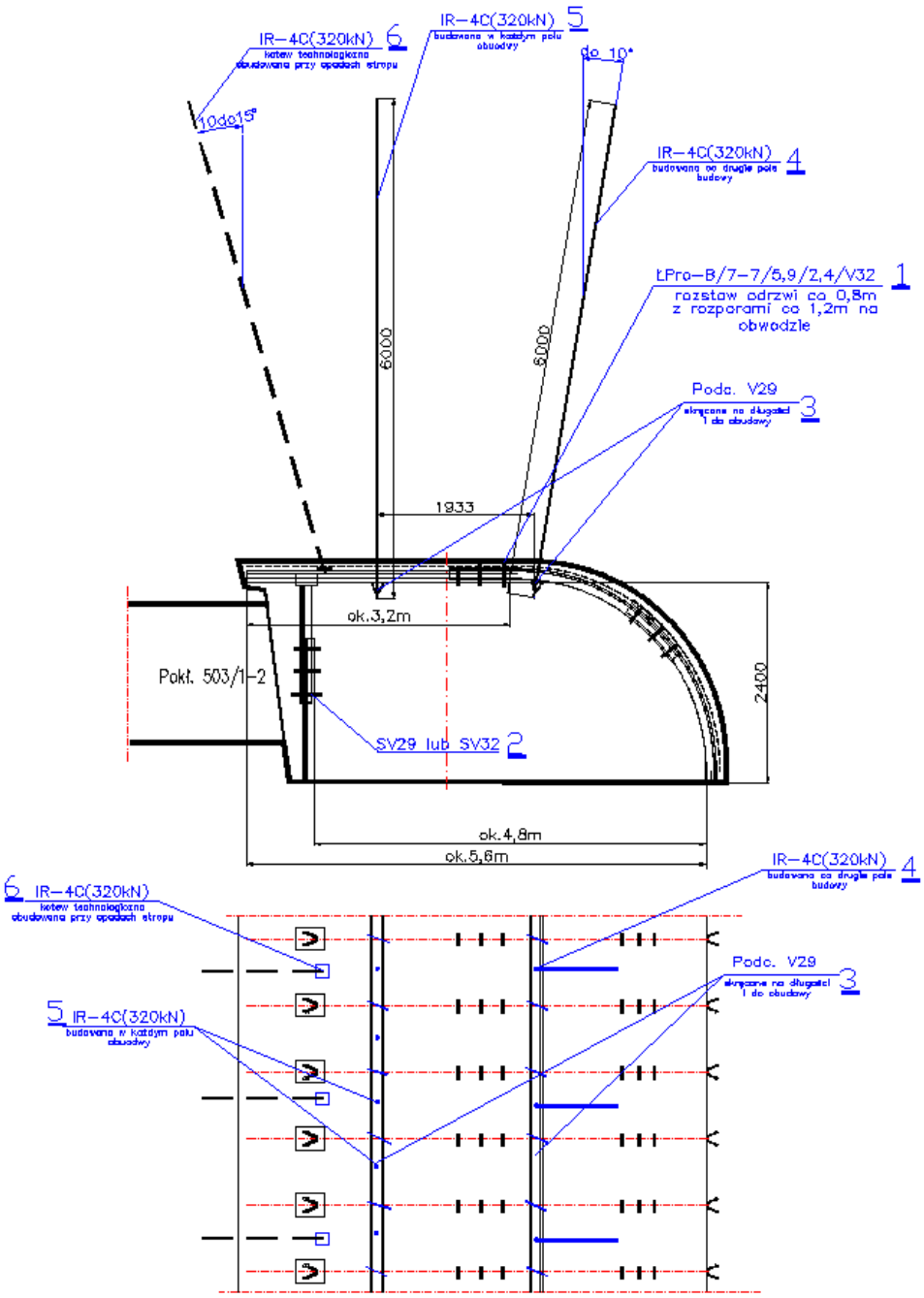
Poniżej ok. 50 m wybrano pokład 505/1 łg.

W przecince likwidacyjnej występowały zagrożenia:

- I stopień zagrożenia wodnego,
- IV kategoria zagrożenia metanowego,
- Klasa B zagrożenia pyłowego,
- Pokład 503/2 i 503/1-2 nie są zaliczone do zagrożonych tąpaniami,
- Pokład jest zaliczony do zagrożonych wyrzutami metanu i skał.

Zaburzenia geologiczne nie występują.

Obudowę kanału likwidacyjnego zaprojektowano w odrzwiach ŁPro/B/7-7/5,9/V32 z przykotwieniem za pomocą kotwi strunowych o długości 6,0 m. Rozwiązanie zastosowanej obudowy przedstawiono na rysunku 6.



Rys. 6. Obudowa kanału likwidacyjnego ściany 23-C3: 1 – odrzwia stalowe ŁPro-B/7-7, 2 – stojak SV29, 3 – podciąg stalowy V29, 4,5,6 – kotwie strunowe IR-4C/320

Fig. 6. Support of closing cross-cut of longwall 23-C3: 1 – frame supports ŁPro-B/7-7, 2 – prop SV29, 3 – beam steel V29, 4,5,6 – bolts IR-4C/320

W rozwiązaniach obudowy kanału likwidacyjnego przewidziano stosowanie w narożu chodnika od frontu przyszłej ściany kotwienia wysokiego miedzyodrzwiowego co 0,8 m lub

co 1,6 m. Kotwienie wysokie prowadzono za pomocą kotwi strunowych o nośności minimum 320 kN i długości 6,0 m.

4. Wnioski

1. Rozwiązania obudów łukowo-prostych, wykonywane jeszcze kilka lat temu sporadycznie (z powodu licznych przypadków utraty stateczności i konieczności zabudowy co najmniej dwóch stojaków pośrednich na szerokości), dzięki zastosowaniu kotwienia wysokiego znalazły ponowne zastosowanie.
2. Zabudowa odrzwi wykonanych z ciężkich kształtowników, minimum V32, ze stali o podwyższonych parametrach wytrzymałościowych oraz kotwi strunowych o długości od 5 m do 6 m w liczbie od jednej do dwóch kotwi na odrzwia zapewnia stateczność wyrobiska bezpośrednio w przodku, jak również za przodkiem.
3. W fazie projektowania istotnymi elementami wymagającymi zwrócenia szczególnej uwagi są:

- warunki geologiczno-górnicze w tym: zaburzenia, krawędzie eksploatacji, zagrożenia wysokoenergetycznymi wstrząsami górotworu,
- parametry geotechniczne skał z analizą układu warstw na długości przecinki,
- właściwy schemat statyczny zapewniający bezpieczną pracę obudowy w każdej fazie wykonywania przecinki,
- czas istnienia wyrobiska.

W fazie wykonawstwa należy szczególną uwagę poświęcić jakości wykonania, zabudowie kotwi bezpośrednio w przodku (maksimum 2 m od czoła przodka) oraz kontroli kotwienia, a zwłaszcza uzyskaniu wymaganych nośności kotwi.

4. Doświadczenia ze stosowania obudów podporowo-kotwiowych niesymetrycznych zarówno w przecinkach zbrojeniowych, jak i likwidacyjnych wykazują potrzebę indywidualnego projektowania uwzględniającego własności i parametry: górotworu, obudowy i technologii wykonania. Istotne jest prowadzenie nadzoru autorskiego tak, aby na etapie wykonywania możliwe było wprowadzenie korekty w zakresie konstrukcji obudowy czy technologii wykonania.

5. Słabymi elementami obudów łukowo-prostych, które należy wyeliminować, są sztywne spawane połączenia głowic stojaków podporowych ulegające pękaniu, a także pękające tuleje kotwi strunowych, co jest równoznaczne z utratą ich nośności. Dalszy rozwój obudów podporowo-kotwiowych o kształcie łukowo-prostym polega na doskonaleniu konstrukcji obudowy jako całości (odrzwi i kotwi) jak również technologii drążenia zapewniających korzystny postęp.

BIBLIOGRAFIA

1. Celmer M., Skatuła R., Głuch P.: Doświadczenia ze stosowania obudów podporowo-kotwiowych o kształcie łukowo-prostym w przecinkach ścianowych. Seminarium pt. "Reinforcement, Sealing and Anchoring of Rock Massif and Building Structures – Vysoka Skola Bańska, Ostrawa 2011.
2. Głuch P.: Obudowy łukowe spłaszczone dla przecinek ścianowych. Zeszyty Naukowe Pol. Śl., s. Górnictwo, z. 258, Gliwice 2003.

Abstract

An experience of using high roof bolting provides to possibilities of install an asymmetric arch support. A Stabilization of gallery might be received by install V36 frame made from higher mechanical quality steel and cable bolts with length 5-6 meters in number 1-2 bolt per frame. This solution is giving positive results ahead and behind longwall exploration. There are showed technical parameters of bolted frame support and parameters of opening cross-cut in the tables. In Fig. 2. is presented scheme of OŁSN support - 6,0/3,5m /V36 for 42a-Z2 longwall cross-cut in the coal bed 505/1-2 – vertical section, spacing of frame supports – 1 m, spacing of bolts – 3 m.

Geomechanical parameters of coal and rocks for 22-C3 longwall are in the table presented.

As factors of design must be taken into consideration following elements: geological-mining conditions, especially faults, seam edges, high energy bumps, analyst of layers of rocks, right static schema, living time of gallery. The main issue is a quality of installing bolts, close to a roadhead (maximal 2 meters) and monitoring as well. The experiences of design showing an individual way of projects and needs of authors supervision during realization of projects.