

Dobór obudowy zmechanizowanej dla ściany prowadzonej w złożonych warunkach geologiczno-górnich w KHW S.A. KWK „Wieczorek”

Selection of powered roof support for wall driven under complex geological-mining conditions in KHW SA, Wieczorek mine



Dr inż. Sylwester Rajwa*)



Mgr inż. Marek Pieszczek**)



Mgr inż. Jan Guzera***)

Treść: W artykule przedstawione zostaną rezultaty obliczeń oraz analizy związane z etapem projektowania i doboru obudowy HYDROMEL-16/35-POz zastosowanej w warunkach geologiczno-górnich ściany 152 w pokładzie 510, w KWK „Wieczorek”. W oparciu o obserwacje i pomiary dołowe odniesiono się także, co do możliwości stosowania dużych wartości podporności wstępnej w obudowach zmechanizowanych prowadzonych w ścianach, w których pałapie pozostawiana jest ochronna półka węglowa.

Abstract: This paper presents the results of calculation and analysis referring to the development and selection of HYDROMEL-16/35-POz support implemented under the geological-mining conditions of longwall 152, bed 510, Wieczorek mine. Basing on observations and underground measurements, this paper refers also to the opportunity of application of significant values of initial supporting capacity in the powered roof supports driven in longwalls in which a protective coal shelf remains.

Słowa kluczowe:

górnictwo węgla kamiennego, obudowa górnich, eksploatacja

Key words:

coal mining industry, mining support, exploitation

1. Wprowadzenie

Kopalnia „Wieczorek”, ogłaszając przetarg na zakup nowej obudowy zmechanizowanej, postawiła wysokie wymagania konstruktorom i producentom tego typu wyposażenia. Główna trudność wynikała z faktu, iż kopalnia wskazała pierwszą lokalizację tych sekcji w złożonych warunkach geologiczno-górnich, którymi charakteryzuje się ściana 152 w pokładzie 510. Część tej ściany, początkowo prowadzona miała być w warstwie przystropowej (warstwa III), by następnie po ok. 100 m wybiegu zlokalizować jej czoło w II warstwie pokładu 510, pod zrobami zawałowymi warstwy przystropowej. Ze wstępnej analizy warunków

geologiczno-górnich przeprowadzonych przez Zakład Technologii Eksploatacji i Obudów Górniczych Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach wynikało, że w celu spełnienia wymagań kopalni, dotyczących warunków utrzymania stropu, niezbędnym będzie zastosowanie podporności w sekcjach wynikających z zabudowania w nich stojaków o średnicy 300 mm lub 320 mm. O ile wartość podporności sekcji, zwłaszcza wstępnej, nie budziła żadnej wątpliwości dla odcinka ściany prowadzonego pod stropem pokładu 510, o tyle przyszli oferenci obudowy zgłaszali wątpliwość czy jej bardzo duża wartość nie będzie powodowała niszczenia ochronnej półki węglowej pozostawianej w pałapie ściany 152, w celu odizolowania tego wyrobiska od gruzowiska zawałowego powstałego po eksploatacji III warstwy pokładu 510. Jednocześnie, przy rozpatrywaniu opisanej sytuacji, nie

*) Główny Instytut Górnictwa, Katowice **) Katowicki Holding Węglowy, KWK Wieczorek ***) Prezes Zarządu PUMAR Spółka z o.o.

można wspomagać się doświadczeniami kopalni „Wieczorek”, gdyż nigdy wcześniej nie stosowała ona do ochrony swych wyrobisk ścianowych zlokalizowanych pod gruzowiskiem zawałowym sekcji obudów zmechanizowanych, w których zastosowano stojaki o średnicach większych niż 250 mm.

W artykule przedstawione zostaną rezultaty obliczeń oraz analizy związane z etapem projektowania i doborem obudowy HYDROMEL-16/35-POz (zwycięzcą wspomnianego przetargu) oraz uwagi dotyczące jej stosowania na początkowym ok. 250-metrowym odcinku wybiegu ściany 152.

2. Warunki geologiczno-górnice oraz sposób prowadzenia ściany

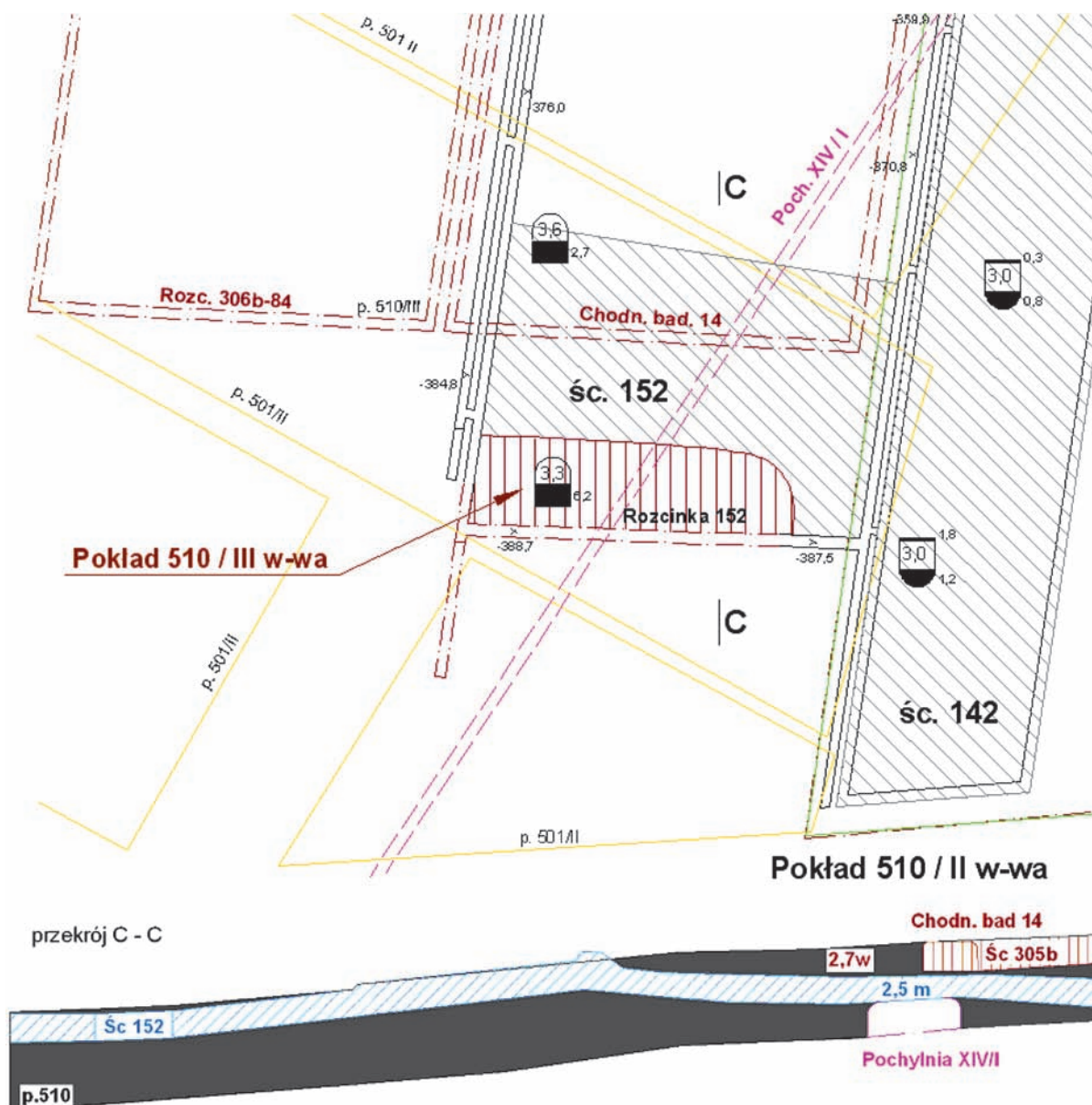
Pole eksploatacyjne ściany 152 zlokalizowane jest w warstwach przystropowej (III) oraz środkowej (II) (pod zrobami ściany 305b prowadzonej w warstwie przystropowej) pokładu 510, w partii południowej, na wschód od zlikwidowanego Szybu III.

Zgodnie z założeniami projektowymi, wysokość ściany 152 wynosić będzie do 3,0 m, jej długość ok. 220 m, a wybieg ok. 695 m.

W analizowanym rejonie pokład 510 zalega na głębokości od około 620 do 687 m i charakteryzował się początkową miąższością od 8,6 m do 10,6 m, przy nachyleniu $1=8^\circ$ w kierunku południowo-zachodnim. Po wyeksploatowaniu warstwy III pozostała miąższość pokładu 510 (warstwy I i II) wynosi $4,2 \div 7,0$ m. Nad pokładem 510 zalegają łupki ilaste i piaskowce, oraz w przeważającej części pola ściany 152 zroby zawałowe ścian pokładu 501, zlokalizowane w odległości pionowej od około 11,5 m do 23 m. W spągu pokładu występują łupki ilaste i łupki ilaste zapiaszczone.

Według danych dostarczonych przez Kopalnię, określonych na podstawie badań penetrometrycznych, wytrzymałości R_c węgla pokładu 510 oraz skał otaczających, wynoszą:

- węgiel pokładu 510 16,02 ÷ 26,40 MPa, średnio 21,48,
- naturalny strop pokładu 20,49 ÷ 72,20 MPa, średnio 37,16,



Rys. 1. Szkic sytuacyjny prowadzenia ściany 152 w pokładzie 510 na dzień 01.09.2013 r.
Fig. 1. Sketch of longwall 152 in bed 510 on 1 September 2013

- naturalny spąg pokładu 38,40 MPa.
- Pokład 510 w rejonie ściany 152 zaliczony został do:
 - I (na odcinku pod wybraną warstwą przystropową pokładu 510) i III stopnia zagrożenia tąpnięciami,
 - IV kategorii zagrożenia metanowego,
 - I stopnia zagrożenia wodnego.

W polu eksploatacyjnym ściany 152, prowadzono eksploatację warstwy III pokładu 510, a w odległości do 160 m nad pokładem 510 – eksploatację pokładu 501 (KWK „Staszic”). Poniżej do głębokości 60 m pod pokładem 510 jak dotychczas eksploatacji nie prowadzono.

3. Dobór obudowy zmechanizowanej HYDROMEL-16/35-POz do warunków pola ściany 152

Prace nad konstrukcją obudowy zmechanizowanej HYDROMEL-16/35-POz, rozpoczęły się na długo przed złożeniem formalnej oferty dla KHW S.A. KWK „Wieczorek” tj. w momencie, gdy Przedsiębiorstwo „HYDROMEL” S.A. zwróciło się do GIG o analizę warunków geologiczno-górnicych pokładu 510 pod kątem doboru obudowy zmechanizowanej. Przyszły oferent, w celu wykonania wstępnej kalkulacji cenowej swojego produktu, chciał odpowiedzieć na pytanie, jaką podporność należy zastosować w sekcjach obudowy zmechanizowanej mającej znaleźć zastosowanie w warunkach ściany 152. Po otrzymaniu takiej informacji z GIG Przedsiębiorstwo „HYDROMEL” S.A. przystąpiło wspólnie z ITG KOMAG do prac konstrukcyjnych nad sekcjami HYDROMEL-16/35-POz. Następnie projekt wstępny tej obudowy został ponownie przesłany do GIG w celu wykonania bardziej szczegółowych obliczeń w zakresie zarówno określenia wartości wskaźnika g , jak i warunków jej upodatkowania, jakie zapewnią oferowane sekcji w ścianie 152.

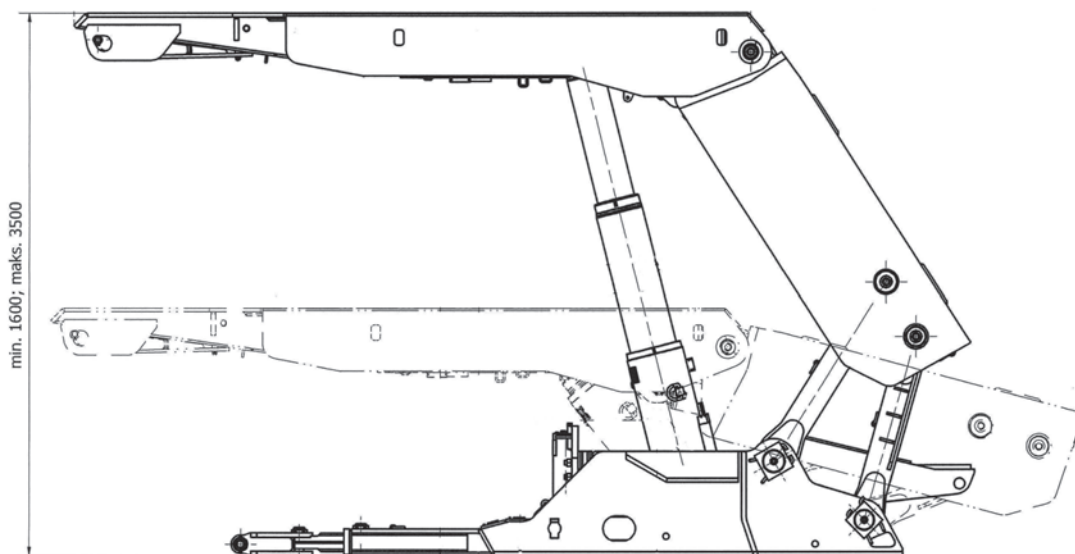
Przed przystąpieniem do obliczeń wskaźnika g w pierwszej kolejności należało określić stopień rekonsolidacji gruzowiska zawałowego powstałego po wybraniu warstwy III pokładu 510, a następnie oszacować jego wytrzymałość zastępczą. Jest to parametr niezwykle istotny, mający ogromny wpływ na obciążenie wyrobiska (a tym samym podporność obudowy) oraz konieczność i grubość pozostawianej ochronnej przystropowej półki węglowej. Wieloletnie doświadczenia oraz najnowsze badania [5] pozwoliły pracownikom Zakładu

Technologii Eksploatacji i Obudów Górniczych Głównego Instytutu Górnictwa na opracowanie autorskiej metody, w oparciu o którą wartość wytrzymałości zstępczej gruzowiska zawałowego powstałego po eksploatacji warstwy przystropowej pokładu 510 ścianą 305b, została określona na 12,15 MPa.

Kolejną istotną sprawą mającą wpływ na podporność obudowy oraz warunki jej upodatkowania jest określenie wartości dociążenia obudowy, będącego następstwem wstrząsu górotworu, określanego współczynnikiem n_{tz} [1, 2, 6]. Wykonana w pracy [4] prognoza wstrząsów wykazała, że wartość pojedynczej energii wstrząsu wygenerowana w pakiecie skał do 160 m powyżej pokładu 510, nie powinna przekroczyć wartości $3 \cdot 10^6$ J, a wartość maksymalnego dociążenia w wyniku wystąpienia tego wstrząsu nie powinna być większa niż 27% w odniesieniu do obciążeń statycznych $n_{tz} = 1,27$. Z tak dużymi wartościami dociążeń należało się liczyć na początkowym odcinku wybiegu ściany prowadzonym pod stropem naturalnym i będącym w zasięgu oddziaływania krawędzi z pokładu 510/III. Na odcinku wybiegu prowadzonym w warunkach górotworu odprężonego po wybraniu warstwy przystropowej pokładu 510, wartość prognozowanej energii wstrząsu nie powinna przekroczyć wartości rzędu 10^3 J, a dociążenia powstałe w jego wyniku 2%.

Opierając się na powyższych danych oraz zaproponowanej geometrii sekcji, ustalono, że stosując w niej stojaki o średnicy wewnętrznej (I stopień/II stopień) 320/260 mm powinno się zapewnić dobre warunki utrzymania stropu ($g \geq 0,8$) [1, 2] ściany 152 prowadzonej pod stropem naturalnym. W przypadku prowadzenia ściany pod gruzowiskiem zawałowym, niezbędnym będzie pozostawienie w pułapie wyrobiska ochronnej półki węglowej od 0,4 do 0,7 m. Jej grubość została w pracy [4] ściśle określona, a w głównej mierze zależy od charakteru odcinka wybiegu ściany i prędkości jej postępu dobowego.

W związku z faktem, iż wspomniane obliczenia dotyczące warunków utrzymania stropu, spełniały założenia podane przez Kopalnię „Wieczorek” w SIWZ dla zakupu nowych sekcji obudów zmechanizowanych, Przedsiębiorstwo „HYDROMEL” zaproponowało ostateczne parametry konstrukcyjne obudowy HYDROMEL-16/35-POz wykonane w wersji liniowej i skrajnej, przedstawione na rys. 2 a parametry techniczne w tab 1.



Rys. 2. Szkic sekcji obudowy zmechanizowanej HYDROMEL-16/35-POz oraz HYDROMEL-16/35-POz/BSN
Fig. 2. Sketch and technical parameters of the section of powered supports HYDROMEL-16/35-POz and HYDROMEL 16/35 POz/BSN

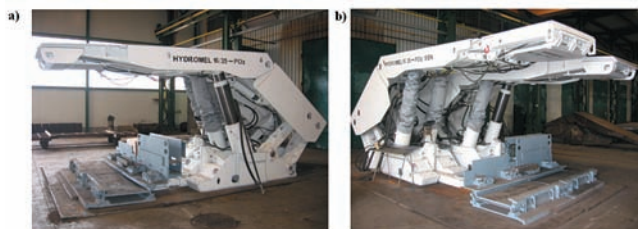
Tabela 1. Parametry techniczne sekcji obudowy zmechanizowanej HYDROMEL-16/35-POz oraz HYDROMEL-16/35-POz/BSN

Parametr	Wartość	Jednostka
Zakres wysokości obudowy	1,60÷3,50	m
Zakres pracy w pokładach zagrożonych tapaniami	1,90÷3,40	m
Zakres pracy w pokładach niezagrażonych tapaniami	1,80÷3,40	m
Nachylenie podłużne	do 12°	
Nachylenie poprzeczne	± 12°	
Krok sekcji	0,80	m
Ciśnienie zasilania	25÷32	MPa
Podporność stojaka	3,0561	MN
Podporność wstępna stojaka (32 MPa / 25MPa)	2,5736/2,0106	MN
Podporność obudowy (dla sekcji liniowej)	0,65÷0,75	MPa
Podporność obudowy (dla sekcji skrajnej)	0,55÷0,63	MPa
Podporność wstępna obudowy (32 MPa / 25MPa) (dla sekcji liniowej)	0,55÷0,63/0,43÷0,49	MPa
Podporność wstępna obudowy (32 MPa / 25MPa) (dla sekcji skrajnej)	0,46÷0,53/0,36÷0,41	MPa

W efekcie współpracy powstała obudowa o zwartej konstrukcji, dużym stopniu przykrycia stropu oraz z przyległym sterowaniem, zapewniająca prawidłową i ekonomiczną eksploatację.

Obudowy zmechanizowane HYDROMEL-16/35-POz oraz HYDROMEL-16/35-POz/BSN zostały zaprojektowane do pracy w wyrobiskach ścianowych zagrożonych wybuchami gazów i pyłów. W ścianowym kompleksie zmechanizowanym obudowa HYDROMEL może współpracować z różnymi przenośnikami ścianowymi o szerokości rynny około 800÷850 mm oraz z kombajnami ścianowymi o zabiorze około 800 mm. Ze względu na organizację pracy w ścianie sekcje obudowy zmechanizowanej HYDROMEL-16/35-POz (rys. 3a) pracują z tzw. „krokiem wstecz”, a sekcje obudowy zmechanizowanej HYDROMEL-16/35-POz/BSN (rys. 3b) „bez kroku wstecz”.

Dodatkowo sekcje zostały wyposażone w system bezprzewodowego monitorowania ciśnienia EH-PressCater Firmy KOPEX Elektronic System, umożliwiającego m.in. kontrolę ciśnienia w przestrzeni podtłokowej stojaków oraz wizualizację jego poziomu za pomocą diod świecących RGB, umieszczonych w obudowach przetworników

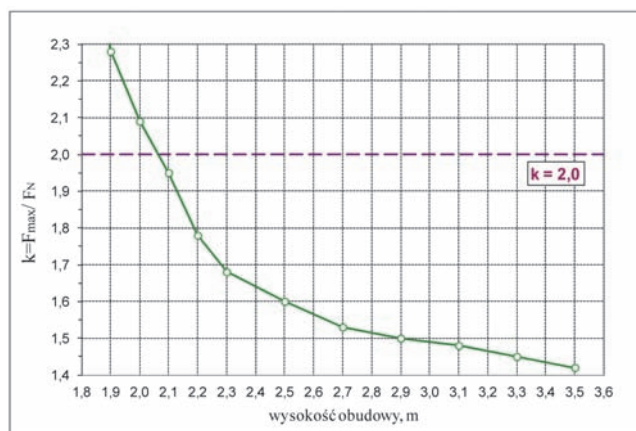


Rys. 3. Obudowa zmechanizowana HYDROMEL-16/35-POz (a) – oraz HYDROMEL-16/35-POz/BSN (b)

Fig. 3. Photo of powered supports HYDROMEL-16/35-POz (a) and HYDROMEL-16/35-POz/BSN (b)

Mając szczegółowe dane dotyczące konstrukcji sekcji i dociążenia wyrobiska, określono, że bezpieczny zakres pracy sekcji obudowy zmechanizowanych HYDROMEL-16/35-POz i HYDROMEL-16/35-POz/BSN w warunkach ściany 152, w pokładzie 510, wynosi 2,1 ÷ 3,4 m – przy zastosowaniu układu hydrauliki sterującej o wydajności odpowiadającej zaworowi robocznemu $Q = 650$ l/min oraz stojaka hydraulicznego o współczynniku przeciążalności statycznej $k = 2$. Spełniając powyższe założenia, sekcje obudowy zmechanizowanych HYDROMEL-16/35-POz i HYDROMEL-16/35-POz/BSN

uznano za upodatkowane zgodnie z metodą GIG, co jest równocześnie spełnieniem zapisu zawartego w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 9 czerwca 2006 r. Dz.U. Nr 124 poz. 863 pkt 2, §440 [4].



Rys. 4. Przewidywane przeciążenie stojaka obudowy zmechanizowanych HYDROMEL-16/35-POz i HYDROMEL-16/35-POz/BSN w warunkach ściany 152 pokład 510 dla zaworów z układem hydraulicznym o wydajności 650 l/min

Fig. 4. Anticipated overload of the prop of powered supports HYDROMEL-16/35-POz and HYDROMEL-16/35-POz/BSN under conditions of longwall 152 in bed 510 for valves with hydraulic system with yielding of 650 l/min

4. Doświadczenia praktyczne w stosowaniu obudowy HYDROMEL-16/35-POz w ścianie 152

Ściana 152 w pokładzie 510, która wyposażona została w obudowę zmechanizowaną HYDROMEL-16/35-POz rozpoczęła swój bieg 15.07.2013 r. Na dzień 04.09.2013 postęp ściany wyniósł ok. 190 m, średnie dobowe wydobywanie ze ściany w miesiącu lipcu wyniosło ok. 3300 ton, zaś w sierpniu - 3650 ton. Maksymalne dobowe wydobywanie ze ściany wyniosło ok. 6000 ton. Można generalnie przyjąć, że w miesiącu lipcu znaczna część ściany 152 prowadzona była pod stropem naturalnym pokładu 510 (warstwa III), zaś jedynie odcinek ok. 50 m jej długości w II warstwie pokładu 510. W tym czasie na wybiegu ściany w jej czole nie występowały żadne zlikwi-

dowane wyrobiska korytarzowe wydrążone w pokładzie 510. Z początkiem sierpnia cały front ściany 152 zaczął „schodzić” do warstwy II pokładu 510, pod zroby zawałowe warstwy przystropowej. W tym czasie w ścianie wystąpiły pewne utrudnienia w rytmiczności wydobywania, związane z pojawieniem się na jej wybiegu zlikwidowanej Pochylni XIV/I wydrążonej w warstwie przyspągowej. Szczególne utrudnienia (obwały) w utrzymaniu stropu miały miejsce w rejonie, gdzie w spodku ściany zalegała zlikwidowana Pochylnia XIVb/I, a w pałapie zroby ściany 305b (Rys. 1). Utrudnienia te związane były ze słabszą rekonsolidacją gruzowiska w rejonie przecinki rozruchowej ściany 305b, jak też trudnością w utrzymaniu zalecanej grubości ochronnej półki węglowej w związku z nieregularną eksploatacją pokładu 510 ścianą 305b (brakiem prowadzenia ściany w bezpośrednim kontakcie ze stropem pokładu 510 i pozostawianiem półki węglowej).

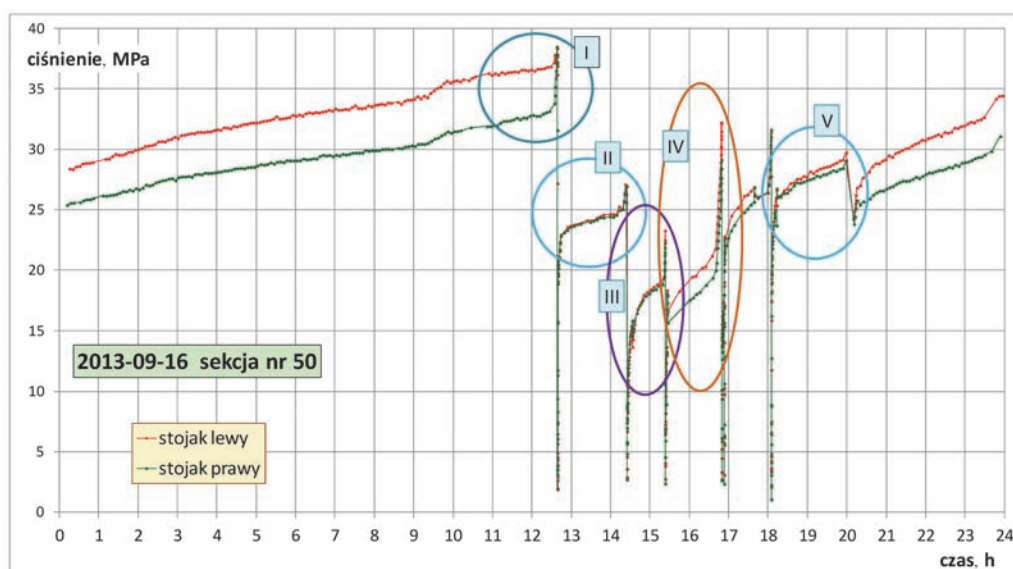
Opisane utrudnienia nie były zatem związane ze stosowaniem obudowy HYDROMEL, jej niewłaściwą podpornością lub trudnościami w prowadzeniu przy przechodzeniu frontu eksploatacji z warstwy III do warstwy II pokładu 510. Nie stwierdzono także utrudnień w utrzymaniu stropu przez przedmiotowe obudowy pomimo dużej aktywności sejsmicznej górotworu. W okresie od uruchomienia ściany do 16.08.2013 r. w ścianie prowadzonej w warunkach III stopnia zagrożenia tąpnięciami wystąpiły 792 wstrząsy górotworu z czego 3 charakteryzowały się energią wstrząsu rzędu 10^5 J. Na odcinku wybiegu ściany zlokalizowanym pod gruzowiskiem zawałowym warstwy przystropowej zaliczonym do I stopnia zagrożenia tąpnięciami, aktywność sejsmiczna, w porównywalnym okresie czasu, obniżyła się zarówno jeśli chodzi o liczbę wstrząsów do 199, jak i ich maksymalne energie – maks. rzędu 10^4 J przy krawędzi 510/III i 10^3 J poza wpływem krawędzi. Tym samym potwierdzone zostały prognozy wykonane przez GIG [4], a dotyczące dociążenia wyrobiska ścianowego będącego wynikiem maksymalnego wstrząsu górotworu i związane z tym zalecenia w zakresie sposobu upodatkowania sekcji obudowy HYDROMEL-16/35-POz.

Uzasadnienie, dzięki wyposażeniu sekcji w system monitorowania ciśnienia EH-PressCater Firmy KOPEX Electric System, znalazło także zastosowanie w obudowie HYDROMEL podporności wynikających z zabudowania

w sekcji stojaków o średnicy 320 mm (Rys. 5). Z danych otrzymanych z tego systemu wyraźnie widać, iż w czasie dłuższego ok. 12-godzinnego postoju ściany, ciśnienie w przestrzeni podtłokowej wzrasta do wartości ciśnienia roboczego tj. ok. 38 MPa (obszar pracy na wykresie oznaczony okręgiem). Tym samym podporność każdego z zabudowanych w sekcji stojaków wynosi ok. 3,0 MN i jest to wartość dwukrotnie wyższa niż ta, którą mogą uzyskać stojaki o średnicy 210 mm, dotychczas powszechnie stosowane w warunkach KWK „Wieczorek”. Gdyby takie przejawy ciśnienia wystąpiły na sekcjach wyposażonych w stojaki 210 mm, w pierwszej kolejności doszłoby do zaciskania sekcji, w dalszej do przerwania ciągłości ochronnej półki węglowej i powstania obwału. Z analizy danych uzyskanych z monitoringu można zauważyć także dynamikę zmian ciśnienia w stojakach, w przypadku rozparcia stojaków z odpowiednią podpornością wstępną (obszar II), jak i zbyt niską (obszary III i IV). Zmiany te są niczym innym jak ruchem skał stropowych w kierunku wyrobiska [3], co jest związane z ich uginaniem i możliwością ich opadu do przestrzeni wyrobiska ściany 152. Z przebiegu wartości ciśnienia w obszarze zaznaczonym jako V na rys. 5, wnioskujemy ponownie o istotnym wzroście obciążenia podczas postoju ściany, a lokalne obniżenie wartości (ok. godz. 20) świadczyć może o zagnieceniu (rozkruszeniu) urobku zalegającego na stropnicy sekcji nr 50. Z obserwacji tych danych wysnuć także należy bardzo ważny wniosek dotyczący prowadzenia ściany, w której pałapie zalega ochronna półka węglowa, iż przy prawidłowej konstrukcji obudowy, właściwej jej geometrii pracy, nawet bardzo duża podporność wstępna nie powoduje niszczenia struktury węgla. Tym samym, podobnie jak to się ma w przypadku, gdy ściana prowadzona jest pod stropem naturalnym, poprawie ulegają warunki prowadzenia ściany w efekcie lepszej współpracy obudowy z górotworem poprzez ograniczenie ruchu skał w kierunku wyrobiska.

5. Podsumowanie

Prawidłowy dobór obudowy zmechanizowanej do określonych warunków geologiczno-górnicych jest procesem bardzo złożonym i długotrwałym, wymagającym współpracy pomie-



Rys. 5. Przebiegi zmian ciśnienia w dniu 16.09.2013 r. w stojakach sekcji nr 50 zabudowanej w ścianie 152 – pokład 510

Fig. 5. Cycles of pressure changes on 16 September 2013 in props of section no. 50 mounted in longwall 152, bed 510

dzy przyszłymi użytkownikami, konstruktorami oraz jednostkami badawczymi [6]. Jak wykazano w artykule, odpowiednio wcześniej podjęta współpraca pomiędzy Przedsiębiorstwem „HYDROMEL” S.A. i GIG w oparciu o pozyskane informacje dotyczące warunków geologiczno-górnictwa i oczekiwań z KHW S.A. KWK „Wieczorek”, przyniosła wymierne efekty w postaci wysokiego wydobywania uzyskanego ze ściany 152 – pokład 510, przy wykorzystaniu sekcji liniowych i skrajnych obudowy zmechanizowanej HYDROMEL-16/35-POz.

Przeprowadzone obserwacje oraz analizy pracy sekcji HYDROMEL-16/35-POz potwierdzają słuszność przyjętych założeń projektowych dotyczących: wstrząsów górotworu, obciążenia wyrobiska ściany 152 ze strony górotworu - w tym prognozy stopnia rekonsolidacji gruzowiska zawalowego, upodatkowania sekcji oraz zastosowanych w nich podpórności. Dzięki zabudowanemu w sekcjach systemowi monitoringu ciśnień w podłokowych przestrzeniach stojaków, możliwym było pozyskanie wielu ciekawych informacji w zakresie współpracy obudowy z górotworem. Bardzo istotnym, w oparciu o dane z monitoringu i obserwacje dołowe wydaje się być stwierdzenie, iż przy prawidłowej konstrukcji obudowy, właściwej jej geometrii pracy, nawet bardzo duża podpórność wstępna nie powoduje niszczenia struktury węgla zalegającego w pułapie wyrobiska ścianowego. Stwierdzenie to przeczy tym samym dość powszechnie panującemu przekonaniu o niszczeniu półki węglowej lub skał stropowych o niskiej wytrzymałości przez sekcje obudów zmechanizowanych o dużych podpórnościach wstępnych, wynikających z zastosowania w nich stojaków o średnicach powyżej 300 mm.

Literatura

1. *Biliński A.*: Wyznaczanie potrzebnej podpórności obudowy dla wyrobisk ścian zawalowych. Prace GIG. Katowice 1995.
2. *Biliński A., Kostyk T., Prusek S.*: Zasady doboru obudowy zmechanizowanej dla wyrobisk ścianowych. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie”. 1997, nr 3 (31).
3. *Płonka M., Rajwa S.*: Assessment of Powered Support Loadings in Plow and Shearer Longwalls in Regard to the Pressure Measurements in Props. International Mining Forum 2011. 24-26 November 2011 – Bogdanka, Poland. A Balkema Book. CRC Press, © 2011 Taylor & Francis Group, London, UK, s. 221-232.
4. *Płonka M.* i inni: Dobór obudów zmechanizowanych HYDROMEL-16/35-POz i HYDROMEL-16/35-POz/BSN do warunków geologiczno-górnictwa w KHW S.A. KWK WIECZOREK. Praca badawczo-rozwojowa o symbolu 581 14583-152. GIG, Katowice 2013 (praca niepublikowana).
5. PROSAFECOAL (2007-2010) - Increased productivity and safety of European coalmines by advanced techniques, knowledge and planning tools enabling strata control of the face-roadway junction (Zwiększenie produktywności i bezpieczeństwa w europejskich kopalniach węgla kamiennego poprzez zastosowanie zaawansowanych technik i narzędzi projektowania umożliwiających lepszą kontrolę stropu w strefie skrzyżowania ściana-chodnik) – projekt realizowany w ramach Funduszu Badawczego dla Węgla i Stali (Research Fund for Coal and Steel), w latach 2007 – 2010, nr kontraktu RFCR-CT-2007-00001 (praca niepublikowana).
6. *Rajwa S.*: Wpływ konstrukcji stojaka hydraulicznego w ścianowej obudowie zmechanizowanej na utrzymanie stropu. Praca doktorska. Katowice 2004.
7. *Rajwa S., Bulenda P., Masny W., Chowanec A., Skrzyszowski P.*: Określenie istotnych wymagań konstrukcyjnych dla obudowy zmechanizowanej przeznaczonej do pracy w warunkach silnego zagrożenia tąpnięciami. „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie” 2012, nr 4 (212).