



Obraz podporności sekcji obudowy zmechanizowanej usytuowanych na pozycjach skrajnych na podstawie danych z systemów monitoringu

The picture of capacity of longwall shield supports located at T-junction proximity based on monitoring systems data

Dr inż. Marek Płonka*)

Treść: W Zakładzie Technologii Eksploatacji i Obudów Górniczych GIG od lat prowadzone są badania związane z analizą rejestrowanych ciśnień medium w przestrzeniach podłokowych stojaków sekcji, podczas ich pracy w ścianach zawałowych, zarówno kombajnowych, jak i strugowych. W tym celu posługiwano się pomiarami wartości ciśnienia pozyskiwanymi za pomocą systemów monitoringu, różniących się charakterystykami i parametrami technicznymi. Ściany, dla których gromadzono dane pomiarowe, prowadzone były w zróżnicowanych warunkach geologiczno-górniczych. Zaobserwowaną wspólną cechą było niższe ciśnienie w stojakach kilku sekcji skrajnych, zabudowanych w rejonach skrzyżowań ścian z wyrobiskami przyscianowymi, w odniesieniu do wartości średniego ciśnienia w całej ścianie, niezależne od zmian ciśnienia związanych z rejonami zaszłości eksploatacyjnych. Przedstawiono przykłady zmian wartości tych ciśnień dla różnych warunków oraz ich wpływ na rozwijaną podporność jednostkową sekcji. Omówiono wykorzystane systemy pomiarowe monitorujące pracę obudowy zmechanizowanej, scharakteryzowano warunki geologiczno-górnicze i sekcje obudowy zmechanizowanej. Opracowane dane stanowią istotne informacje, które są wykorzystywane do określania wymaganej podporności stojaków sekcji pracujących na pozycjach skrajnych, które najczęściej charakteryzują się zwiększonymi gabarytami w porównaniu do sekcji liniowych, zwiększając tym samym rozpiętość wyrobiska. Określone w efekcie takich analiz parametry stojaka sekcji skrajnej obudowy zmechanizowanej wpływają na bezpieczeństwo pracy i umożliwiają zapewnienie poprawnych warunków utrzymania stropu.

Abstract: This research is devoted to the analysis of under-piston pressure in hydraulic props of shield supports operating in shearer and plow longwalls. The research has been conducted in the Department of Extraction Technologies and Mining Support from many years. It was performed on the basis of monitoring systems with different characteristics and technical parameters. The data were collected in longwalls with diversified geological and mining conditions. The observed common feature was relatively lower pressure in pistons of shields localized in the proximity of T-junctions than the average pressure values in the longwall as a whole. This phenomenon was independent of the area of the previous extraction influence. The examples of pressure values variation in different mining conditions were presented together with their influence on the unit support capacity. The applied measurement systems used for the monitoring of the supports were discussed as well as the geological and mining conditions and the support sections were described. The processed data provided significant information used for determination of the required props capacity of shields operating in T-junction proximity. This type of support usually has bigger overall dimensions and (as a result) longer longwall working opening. The determined prop parameters have positive impact on occupational safety and ensure proper roof conditions.

Słowa kluczowe:

obudowa zmechanizowana, monitoring, podporność

Keywords:

shield support, monitoring, load bearing capacity

1. Wprowadzenie

Od początku lat 2000 w Polsce zaczęto stosować nowoczesne systemy pomiarowe monitorujące pracę kompleksów ścianowych podczas pracy pod ziemią. Są one zwykle skojarzone z elektrohydraulicznymi systemami sterowania obudową zmechanizowaną, wspomagają prowadzenie sekcji, umożliwiają wizualizację wielu parametrów pracy kompleksu i sygnalizują stany alarmowe. W przypadku obudowy zmechanizowanej najczęściej kontrolowanymi są wartości:

- ciśnienia w stojakach hydraulicznych sekcji,
- wysunięcia przesuwnika sekcji jako miara przebytej drogi na wybiegu,
- czasu wykonania pomiarów,
- czasu przebiegu operacji technologicznych,

- momentów wystąpienia nieprawidłowości i awarii itp.

Funkcje i możliwości systemów monitoringu rozwijały się w czasie razem z rozwojem elektroniki i oprogramowania, sukcesywnie dołączano elementy wspomagające kierowanie zestawem obudowy, jak i zwiększające bezpieczeństwo zatrudnionych pod ziemią ludzi.

Spotykane są zarówno rozwiązania zagraniczne, jak i krajowe.

Zakład Technologii Eksploatacji i Obudów Górniczych GIG starał się uczestniczyć w przedsięwzięciach związanych z zastosowaniami systemów monitoringu, współpracując z producentami lub kopalniami, podczas realizacji projektów badawczych oraz prac komercyjnych. Tym sposobem zgromadzona została baza danych pomiarowych, zawierająca zróżnicowany zestaw zarchiwizowanych parametrów dotyczących biegu wielu ścian lub fragmentów ich wybiegu. Wykonany został zestaw procedur oprogramowania używany

*) Główny Instytut Górnictwa, Katowice

do analiz. Na przestrzeni kilkunastu lat zdobywano doświadczenia związane z prowadzeniem obudowy zmechanizowanej w systemach ścianowych na naszych kopalniach, poczyniono wiele obserwacji i wyliczeń.

Z posiadanej bazy materiałów pomiarowych wybrano część rejestracji, dotyczących ścian kombajnowych i strugowych prowadzonych systemem z zawałem stropu, kierując się ich dobrą jakością oraz jednorodnymi warunkami geologicznymi na analizowanych fragmentach wybiegów, na które w rejonach skrzyżowań nie powinny wpływać np. bliskie oddziaływania krawędzi, uskoków itp..

Dla tego wytypowanego zbioru pomiarów z 12 ścian przedstawiono 3 systemy pomiarowe, za pomocą których prowadzono monitoring oraz scharakteryzowano podstawowe warunki geologiczno-górnice. Przeprowadzono obliczenia zmierzające do wyznaczenia podporności rozwijanych przez sekcje na 22 końcówkach ścian, które tym samym pozwalają określić obciążenie górotworu i jego zmiany, omówione w niniejszym artykule.

2. System pomiarowy I

2.1. Możliwości techniczne i funkcjonalne

W przypadku pierwszych 2 ścian A i B, prowadzonych w latach 2003 ÷ 2005, dane pomiarowe pozyskiwano za pomocą systemu zestawionego z następujących elementów:

- czujników ciśnienia o zakresie 0 ÷ 500 bar i dokładności 1,5%, mierzących ciśnienia w przestrzeni podłokowej jednego ze stojaków (dwóch) sekcji obudów zmechanizowanych,
- opcjonalnych drążków pomiaru drogi zamontowanych przy przesuwnikach sekcji,
- sterownika zbierającego dane pomiarowe,
- centralki z zasilaczem umiejscowionej pod ziemią,
- modemowej linii telefonicznej, przesyłającej dane w standardzie łączności szeregowej do komputera znajdującego się na powierzchni,
- komputera z zainstalowanym oprogramowaniem wizualizacji.

System pomiarowy przesyłał na powierzchnię co 15 min pakiety uśrednionych wartości ciśnień mierzonych co 1 min w stojakach wszystkich sekcji z rozdzielczością 1 bara. Oprogramowanie umożliwiało podgląd i wydruk wartości ciśnienia dotyczącego każdej z sekcji. Archiwizacja zmierzonych wartości ciśnień realizowana była jednak w nietypowym firmowym formacie danych, bez możliwości ich automatycznej konwersji. W związku z tym opracowano i wykonano uzupełniające procedury komputerowe, które przetwarzały zgromadzone wartości ciśnień do postaci tekstowej, akceptowalnej przez pakiety oprogramowania komercyjnego, stosowane w celu statystycznej analizy danych.

2.2. Charakterystyka warunków geologiczno-górnich monitorowanych ścian

Pomiary ciśnienia objęły zakresem ilościowym 147 i 155 sekcji, i dotyczyły 2 typów sekcji obudowy zmechanizowanej, o zakresach wysokości roboczych od 1,0 m do 2,4 m. Ściany prowadzone były na ogół z wysokością około 2,0 m, a ich długości wynosiły około 230 m oraz 240 m. Pola eksploatacyjne zlokalizowane były na głębokościach średnio 1040 m i 1100 m. Ścianę A charakteryzowały wartości wytrzymałości mechanicznej na ściskanie: węgla około 14 MPa, stropu 38 MPa i spągu 36 MPa. W ścianie B wartości te wynosiły dla: węgla około 19 MPa, stropu 55 MPa i spągu 55 MPa.

2.3. Modyfikacja systemu

Omówiony system pomiarowy został zmodyfikowany przed zastosowaniem go w kolejnych 3 ścianach: C, D i E. Pomiary ciśnienia co 1 min wykonywane były już we wszystkich stojakach sekcji, a w zależności od konfiguracji umożliwiał gromadzenie danych na dyskach dwóch komputerów: pomiarowego, znajdującego się pod ziemią oraz po ich transmisji w pomieszczeniu na powierzchni, gdzie zainstalowano system wizualizacji pracy ściany.

Zdobyte doświadczenia oraz przeprowadzona analiza parametrów pracy systemu pomiarowego, przede wszystkim ze względu na zależności czasowe występujące podczas transmisji danych, wskazywały na możliwość zwiększenia częstotliwości zapisów pomiarów przez zmianę oprogramowania, przy czym zachować można było takie samo wyposażenie sprzętowe. Tak zmodyfikowany system zachował podstawową funkcję rejestracji uśrednianych wartości ciśnień, mierzonych w stojakach sekcji i wysyłanych co 15 min. w pakietach. Umożliwił jednak dodatkowo zapis wartości zmierzonych ciśnień w czasie przerw pomiędzy pakietami, niezależnie dla każdego stojaka, w przypadku kiedy wskazania czujnika ciśnienia zmieniły się o co najmniej 10 bar. Konsekwencją techniczną zmian była konieczność rezygnacji z dublowanego zapisu danych w komputerze na powierzchni, niemniej znacząco zwiększyła się ilość i jakość uzyskiwanych informacji. Zmianę oprogramowania wprowadzono podczas biegu ściany E.

2.4. Charakterystyka warunków geologiczno-górnich ścian monitorowanych po modyfikacji systemu

Rejestracje ciśnienia objęły zakresem: 150, 146 i 151 sekcji, dotyczyły 2 typów sekcji obudowy zmechanizowanej charakteryzujących się zakresem wysokości roboczych od 1,7 m do 3,3 m. Analizowane ściany prowadzone były ze zmienną wysokością od 1,35 m do 3,10 m, a ich długości wahały się od 220 m do 230 m. Głębokość pokładów w polach eksploatacyjnych zmieniała się od 660 m do 960 m. Stwierdzone wartości wytrzymałości mechanicznej węgla i skał cechowały się także szerokimi zakresami zmienności, wynikającymi ze zróżnicowanych warunków geologicznych zalegania warstw skalnych zalegających w stropie i spągu, i wynosiły dla: węgla około (7 ÷ 10) MPa, skał stropowych (22 ÷ 132) MPa i spągu (26 ÷ 104) MPa.

3. System pomiarowy II

3.1. Możliwości techniczne i funkcjonalne

Drugi stosowany system pomiarowy, skonstruowany przez innego producenta, umożliwiał wykonywanie pomiarów ciśnienia z dokładnością do 1 MPa z częstością 1 minuty w każdym ze stojaków wszystkich sekcji obudowy zmechanizowanej. Zmierzone wartości nie były uśredniane, ale pomiarów nie wykonywano podczas rabowania sekcji. Parametry układu pozwalały więc na prowadzenie pomiarów ciśnienia w przestrzeni podłokowej stojaków w warunkach w zasadzie wyłącznicie statycznych, podobnie jak dla systemu pomiarowego I.

3.2. Charakterystyka warunków geologiczno-górnich monitorowanych ścian

Pomiary ciśnienia wykonywane w ścianach F i G objęły zakresem ilościowym 164 i 145 sekcji, dotyczyły 4 typów

sekcji obudowy zmechanizowanej, o zakresach wysokości roboczych od 1,2 m do 2,4 m. Ściany prowadzone były z wysokością od około 1,4 m do 1,8 m, a ich długości wynosiły odpowiednio około 250 m i 220 m. Pola eksploatacyjne zlokalizowane zostały na głębokościach średnio 1020 m i 540 m. Ścianę F charakteryzowały wartości wytrzymałości mechanicznej na ściskanie: węgla około 14 MPa, stropu 39 MPa i spągu 33 MPa. W ścianie G wartości te wynosiły dla: węgla około 15 MPa, stropu (13 ÷ 44) MPa i spągu 39 MPa.

4. System pomiarowy III

4.1. Możliwości techniczne i funkcjonalne

Kolejny system przeznaczony do pozyskiwania danych pomiarowych podczas eksploatacji ścian strugowych prowadzonych systemem z zawalem stropu, mógł wykonywać pomiary m.in. ciśnień w przestrzeniach podtłokowych stojaków już co 1 sekundę z dokładnością 1 bar. Kontrolowane i archiwizowane wartości ciśnienia były dostępne przy pomocy specjalistycznego firmowego oprogramowania w postaci par wartości maksymalnych i minimalnych, określanych dla deklarowanych przedziałów czasu (częstotliwości). Takie rozwiązanie umożliwia identyfikację poszczególnych cykli pracy sekcji, począwszy od rozpięcia, poprzez okresy przyrostów ciśnienia do momentu rabowania i przesuwu sekcji. Ponadto kontrolowany mógł być wysuw przesuwnika i jego wartości sumowane, co pozwalało na lokalizowanie położenia sekcji na wybiegu ściany. Znacznie bardziej rozbudowany, w porównaniu do poprzednio opisywanych, system kontrolno-pomiarowy realizował pomiary i wizualizację wielu innych parametrów pracy kompleksu strugowego, w tym lokalizował położenie struga na długości ściany, co może być użyteczne podczas analizy pracy obudowy podczas eksploatacji pokładu.

Następne zbiory danych pomiarowych, oznaczone literami od H do L, zgromadzone zostały podczas pracy tego systemu.

4.2. Charakterystyka warunków geologiczno-górnich monitorowanych ścian

Pomiary w ścianie H dotyczyły 138 sekcji w 2 typach obudowy zmechanizowanej, o zakresie wysokości roboczej od 1,1 m do 2,2 m, przy czym pokład węgla na obszarze eksploatacji posiadał miąższość od 1,00 m do 1,36 m, a długość ściany wynosiła około 250 m. Pole eksploatacyjne zlokalizowane było na głębokości od około 870 m do 930 m. Ścianę H charakteryzowały wartości wytrzymałości mechanicznej na ściskanie: węgla około (4 ÷ 10) MPa, skał stropowych (38 ÷ 67) MPa i spągu (30 ÷ 72) MPa.

Pomiary prowadzone na dwu odcinkach I oraz J tej samej ściany (łącznie 3,5 km wybiegu) objęły 173 sekcji w 2 typach obudowy zmechanizowanej (liniowych i skrajnych), o zakresie wysokości od 0,95 m do 2,3 m, przy czym pokład węgla posiadał miąższość od około 1,5 m do 1,8 m, a długość ściany wynosiła 305 m. Pole eksploatacyjne położone było na głębokości od około 710 m do 780 m. Ścianę charakteryzowały wartości wytrzymałości mechanicznej na ściskanie: węgla około 12 MPa, skał stropowych (17 ÷ 47) MPa i spągu (6 ÷ 38) MPa.

Pomiary w ścianie K dotyczyły 142 sekcji w 2 typach obudowy zmechanizowanej, o zakresie wysokości od 0,95 m do 2,3 m, przy czym pokład węgla posiadał miąższość od około 1,8 m do 2,15 m, a długość ściany wynosiła 250 m. Pole eksploatacyjne zlokalizowane było na głębokości od około 710 m do 740 m. Ścianę K charakteryzowały wartości wy-

trzymałości mechanicznej na ściskanie: węgla około 12 MPa, skał stropowych (24 ÷ 50) MPa i spągu (13 ÷ 31) MPa.

Pomiary w ścianie L dotyczyły 172 sekcji w 2 typach obudowy zmechanizowanej, o zakresie wysokości od 0,95 m do 2,3 m, przy czym pokład węgla posiadał miąższość od około 1,5 m do 1,8 m, a długość ściany wynosiła 305 m. Pole eksploatacyjne położone było na głębokości od około 710 m do 770 m. Ścianę L charakteryzowały wartości wytrzymałości mechanicznej na ściskanie: węgla około 12 MPa, skał stropowych (16 ÷ 39) MPa i spągu (10 ÷ 37) MPa.

5. Porównanie możliwości i cech opisanych systemów pomiarowych

Przedstawione chronologicznie systemy pomiarowe, będące najczęściej elementem składowym nowoczesnych elektrohydraulicznych systemów sterowania obudową zmechanizowaną, nie są oczywiście jedynymi stosowanymi w polskim górnictwie węglowym. W niniejszej publikacji przedstawiono jedynie te systemy pomiarowe, za pomocą których uzyskano największą część bazy danych zgromadzonej przez Zakład Technologii Eksploatacji i Obudów Górniczych GIG, obejmującej różnego rodzaju monitoring obudowy zmechanizowanej *in situ*.

W Polsce monitoring obudowy zmechanizowanej rozpoczął się doświadczeniami w KWK MURCKI w latach 2001 ÷ 2002 (Liduchowski 2002). Pierwszy z zaprezentowanych w artykule systemów pomiarowych wywodzi się z tego okresu i od zestawu jego parametrów można obserwować wzrost możliwości i funkcjonalności kolejnych systemów pomiarowych, związany zasadniczo z rozwojem elektroniki.

Zauważyć można przede wszystkim znaczne zwiększenie się liczby kontrolowanych kanałów pomiarowych, od pomiaru ciśnienia w przestrzeni podtłokowej pojedynczego stojaka sekcji do monitorowania wielu parametrów pracy całego kompleksu ścianowego. Możliwości uzyskiwania wyłącznie uśrednionych pakietów danych zostają zastąpione pomiarami wykonywanymi co sekundę. Nowoczesne systemy umożliwiają identyfikację poszczególnych cykli pracy sekcji obudowy, a duża częstotliwość wykonywania pomiarów pozwala określać czas trwania poszczególnych operacji technologicznych, ewentualnych stanów awaryjnych itp.. Dzięki pomiarom drogi (wysuw przesuwnika sekcji) zwiększa się dokładność lokalizacji sekcji w polu eksploatacyjnym ściany. Można uzyskać dokładniejsze wykresy przedstawiające np. rozkład ciśnień w stojakach sekcji odniesiony do obszaru pola, co pozwala na pełniejszą ocenę pracy zestawu obudowy w danej ścianie. Pożądaną przyszłościową funkcją byłoby określanie bieżącej geometrii sekcji i rozmiarów wyrobiska, co sprecyzowałoby obliczenia wartości obciążenia wyrobiska ze strony górotworu i chwilowo rozwijanej podporności sekcji.

6. Obliczenia podporności sekcji obudów zmechanizowanych

Dla każdej z wytypowanych ścian zmierzone wartości ciśnień w przestrzeniach podtłokowych stojaków odniesiono do obszaru jej pola. W miejscach wystąpienia maksymalnych ciśnień można było spodziewać się maksymalnych obciążeń ze strony górotworu podczas eksploatacji, którym poddana została obudowa zmechanizowana, pod warunkiem zachowania takiej samej wysokości pracy sekcji i rozmiaru wyrobiska. Zmienność ciśnień w polach ścianowych ilustrują przykładowe rysunki 1 i 2. Na wykresach pojedynczy barwny punkt swoim rozmiarem odpowiada szerokości sekcji na

długości wybiegu 1 m. Do lokalizacji położenia sekcji wykorzystano dane z pomiarów drogi, a w przypadku systemów pomiarowych, które tej funkcji nie posiadały posłużono się danymi uśrednionymi postępów miesięcznych na mapach kopalnianych. Można zauważyć, że generalnie na końcówkach ściany występują niższe wartości ciśnień w odniesieniu do centralnej części ściany, co ilustruje rysunek 3, na którym pokazano wykresy maksymalnego i uśrednionego ciśnienia rejestrowanego w jednej ze ścian dla wszystkich sekcji obudowy zmechanizowanej i dla całego wybiegu ściany. Zjawisko występowania większych obciążeń w centralnej części ściany jest uwzględnione w wielu teoriach.

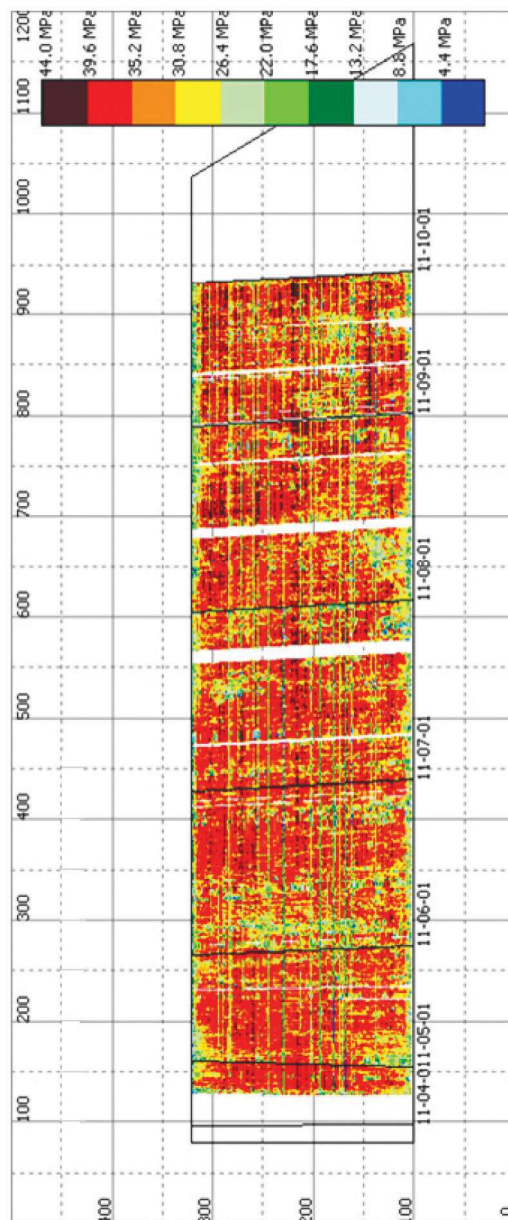
Następnie maksymalne wartości ciśnień przyporządkowane jednostkom powierzchni pola ściany zostały przeliczone na podporność według stosowanego w GIG modelu geometrycznego sekcji (Płonka 2009). Do obliczeń bieżącą wysokość roboczą sekcji określano z map, uwzględniając średnią wysokość eksploatacji na określonych odcinkach biegu ściany. Uwzględniano również w ten sposób zmiany rozpiętości wyrobiska dla różnych typów sekcji, także odmian liniowych oraz skrajnych.

Otrzymane wartości podporności uśredniono dla poszczególnych sekcji dla całego wybiegu ściany, uzyskując dla każdej sekcji przeciętną wartość jaką ta rozwijała w ścianie.

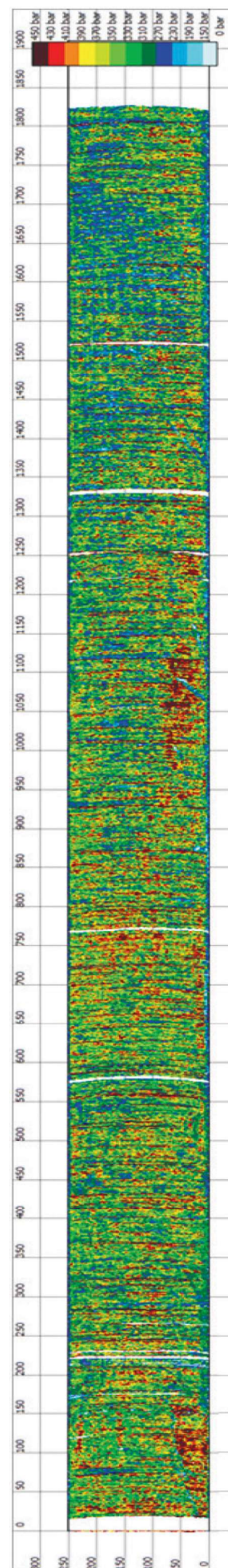
Te wartości podporności zdecydowano się, dla ujednoczenia, wyrazić w postaci procentowej, przyjmując jako podstawę (100%) średnią podporność wyliczoną dla sekcji w całej ścianie (lub dla odpowiednio długiego fragmentu jej długości, na którym notowano stabilne wartości - w przypadkach gdy pomiary z różnych przyczyn wykazywały zakłócenia). Przedstawiono to schematycznie na rysunku 4.

Sprowadzenie wartości podporności do postaci procentowej umożliwia bezpośrednie porównanie obliczeń z wytypowanych 22 zarchiwizowanych zapisów monitoringu (Płonka 2009, Płonka, Rajwa 2011, Płonka M. i in. 2012). Wyliczono w tym celu przeciętne (procentowo wyrażone wartości) podporności dla 3, 4 i 5 sekcji obudów zmechanizowanych usytuowanych kolejno na końcówce ściany. Należy zwrócić uwagę, że nie zawsze musiały to być sekcje stricte skrajne, przyjęty sposób obliczeń gwarantował wyznaczenie realnej podporności sekcji, a tym samym też wartości obciążenia górotworu, które równoważyło rozwijaną podporność sekcji.

Wyniki przeprowadzonych obliczeń zgromadzono w tabelicy 1, zawierającej też zestawienie wybranych parametrów geologiczno-górnictwowych analizowanych wyrobisk. Zaprezentowano je również na rysunku 5 przedstawiającym wykresy ilustrujące spadki obciążenia w formie graficznej. Na wykresach linie przerywane są przyporządkowane poszczególnym ścianom kombajnowym, linie kropkowane ścianom strugowym, a liniami ciągłymi zaznaczono wartości średnie całej grupy ścian kombajnowych, strugowych i ostatecznie podsumowujące zbiór wszystkich rozpatrywanych ścian.



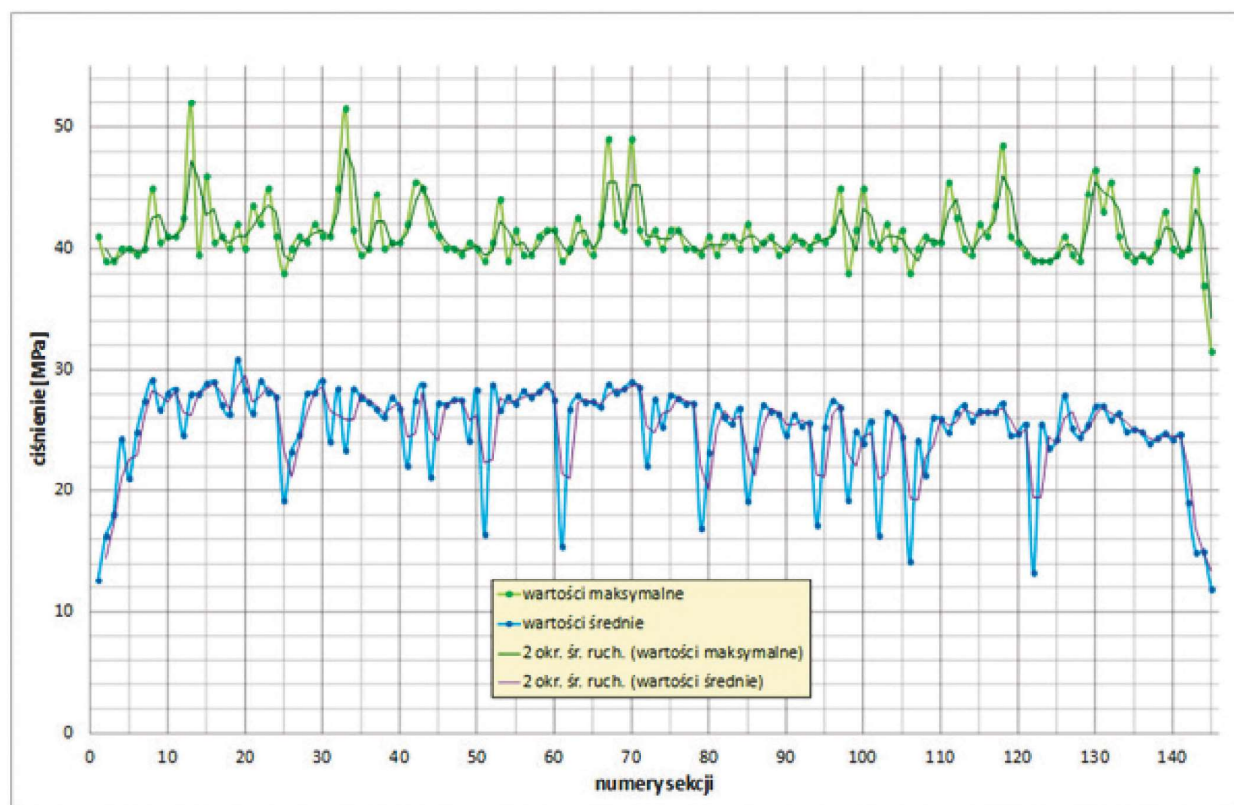
Rys.1. Przykład zarejestrowanych maksymalnych ciśnień w stojakach sekcji w polu ściany G (kombajnowa)
Fig.1. Exemplary maximal pressure values registered in shield support hydraulic props of shearer longwall G



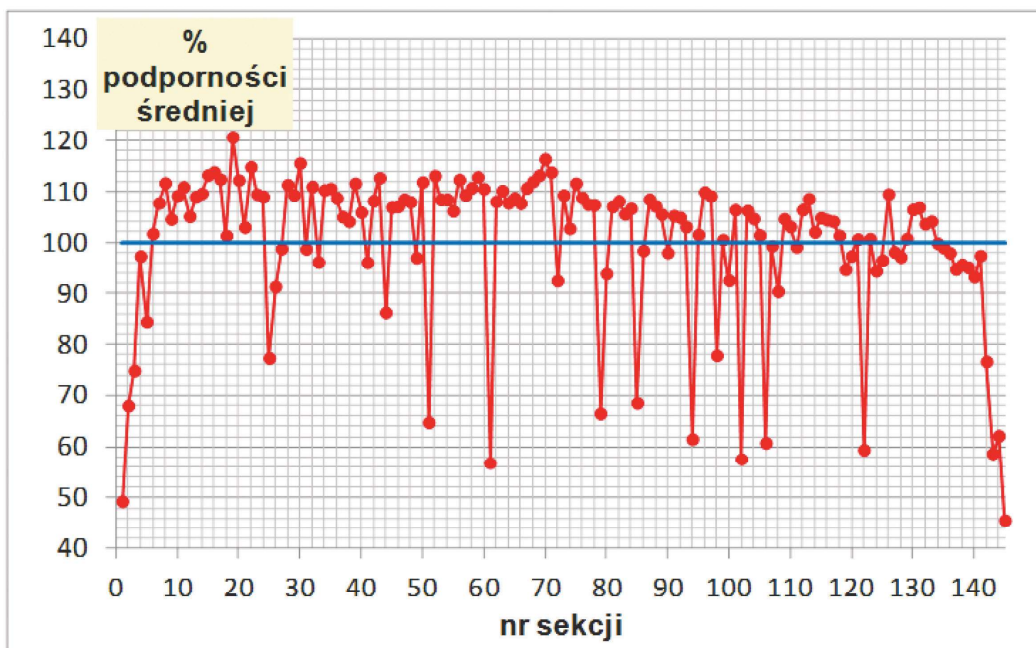
Rys.2. Przykład zarejestrowanych maksymalnych ciśnień w stojakach sekcji w polu ściany K (strugowa)
Fig.2. Exemplary maximal pressure values registered in shield support hydraulic props of plow longwall

Tabela 1. Wyniki obliczeń spadków podporności na końcówkach ścian wyrażone w % podporności średniej
Table 1. The calculation of capacity decrease at longwall ends as a percentage of average values

Ściana	Otoczenie ściany	Sąsiedztwo chodnika	Głębokość eksploatacji [m]	Wysokość ściany [m]	Długość ściany [m]	Liczba sekcji	Średnia dla 5 sekcji [%]	Średnia dla 4 sekcji [%]	Średnia dla 3 sekcji [%]		
A	jednostronne zroby	zroby	1100	2,0	230	147	79,1	-	67,8		
B	jednostronne zroby	calizna	1040	1,95	240	155	93,4	93,0	86,1		
C	calizna	calizna	660 ÷ 780	1,8 ÷ 2,45	225	147 ÷ 150	75,1	74,8	72,2		
C	calizna	calizna	660 ÷ 780	1,8 ÷ 2,45	225	147 ÷ 150	78,4	74,3	72,9		
D	calizna	calizna	820 ÷ 910	1,55 ÷ 2,6	220	145 ÷ 146	83,0	80,2	80,6		
D	calizna	calizna	820 ÷ 910	1,55 ÷ 2,6	220	145 ÷ 146	86,8	79,1	70,6		
E	jednostronne zroby	calizna	880 ÷ 960	1,35 ÷ 3,10	230	145 ÷ 151	72,5	67,9	66,1		
E	jednostronne zroby	zroby	880 ÷ 960	1,35 ÷ 3,10	230	145 ÷ 151	78,9	77,9	71,5		
F	jednostronne zroby	calizna	1000 ÷ 1040	1,7 ÷ 1,8	250	164	90,0	86,6	80,2		
F	jednostronne zroby	zroby	1000 ÷ 1040	1,7 ÷ 1,8	250	164	99,8	94,3	84,8		
G	jednostronne zroby	zroby	510 ÷ 555	1,5 ÷ 1,8	220	145	74,7	72,2	63,9		
G	jednostronne zroby	calizna	510 ÷ 555	1,5 ÷ 1,8	220	145	68,0	60,7	55,4		
H strug	calizna	calizna	870 ÷ 930	1,0 ÷ 1,4	250	138	95,4	92,4	88,0		
H strug	calizna	calizna	870 ÷ 930	1,0 ÷ 1,4	250	138	83,6	78,7	72,5		
I strug	calizna	calizna	710 ÷ 780	1,5 ÷ 1,8	305	173	77,0	72,1	68,3		
I strug	calizna	calizna	710 ÷ 780	1,5 ÷ 1,8	305	173	82,9	76,3	70,5		
J strug	calizna	calizna	710 ÷ 780	1,5 ÷ 1,8	305	173	81,1	77,5	74,3		
J strug	calizna	calizna	710 ÷ 780	1,5 ÷ 1,8	305	173	86,0	81,7	80,6		
K strug	jednostronne zroby	calizna	710 ÷ 740	1,8 ÷ 2,15	250	142	82,3	77,6	74,7		
K strug	jednostronne zroby	zroby	710 ÷ 740	1,8 ÷ 2,15	250	142	75,3	70,7	68,0		
L strug	jednostronne zroby	zroby	710 ÷ 770	1,5 ÷ 1,8	305	172	81,1	76,5	71,9		
L strug	jednostronne zroby	calizna	710 ÷ 770	1,5 ÷ 1,8	305	172	78,9	74,4	72,1		
							średnia dla 5 sekcji [%]	średnia dla 4 sekcji [%]	średnia dla 3 sekcji [%]		
ogółem dla ścian strugowych						ogółem dla ścian kombajnowych			81,6	78,3	72,7
ogółem dla wszystkich ścian						82,4	77,8	74,1			
						82,0	78,0	73,3			

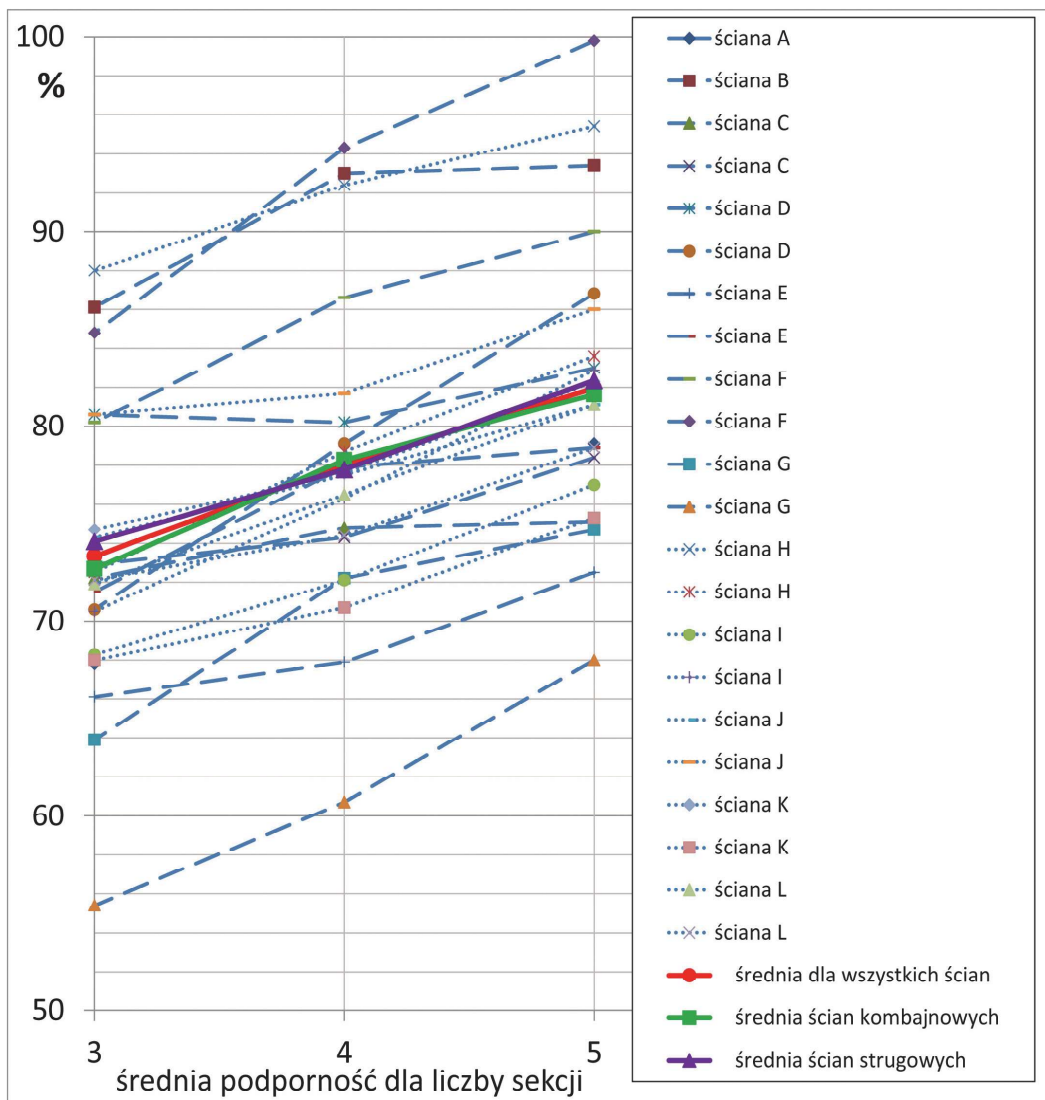


Rys. 3. Wartości maksymalne i średnie ciśnienia w stojakach sekcji z przebiegu monitorowania ściany G
Fig. 3. Maximal and average pressure values registered in shield support hydraulic props of shearer longwall G



Rys. 4. Przykładowy wykres ciśnienia w stojakach sekcji wzdłuż ściany wyrażony w % podporności średniej

Fig. 4. Exemplary chart of pressure in shield support props along the longwall as a percentage of average value



Rys. 5. Wykresy spadków podporności na końcówkach ścian wyrażone w % podporności średniej

Fig. 5. The chart of capacity decrease at longwall ends as a percentage of average values

7. Podsumowanie

Przeprowadzone obliczenia wskazują, dla wszystkich 22 przypadków, na istnienie zjawiska istotnego obniżania się obciążenia górotworu w rejonach usytuowania 3 lub 4 sekcji na skraju ściany. Dla średnich obciążeń wyliczonych dla 5 sekcji, dla analizowanych ścian lub fragmentów ich wybiegów, tylko w jednym przypadku obciążenie praktycznie nie uległo zmianie.

Dla 3 skrajnych sekcji wyliczone obciążenia były mniejsze od 13% ÷ 44% w przypadku ścian kombajnowych i mniejsze od 12% ÷ 31% w przypadku ścian strugowych.

Dla 4 usytuowanych sekcji na końcówce ściany obciążenia były mniejsze od 5% ÷ 39% w przypadku ścian kombajnowych i mniejsze od 7% ÷ 29% w przypadku ścian strugowych.

Dla 5 usytuowanych sekcji na końcówce ściany obciążenia były mniejsze od 0% ÷ 32% w przypadku ścian kombajnowych i mniejsze od 4% ÷ 24% w przypadku ścian strugowych.

Przeciętne, średnie wartości obniżania się obciążenia dla ścian kombajnowych, strugowych i łączne dla wszystkich ścian są bardzo do siebie zbliżone. Wynoszą one odpowiednio dla 3, 4 i 5 sekcji:

- 27%, 21% i 18% dla ścian kombajnowych,
- 25%, 22% i 17% dla ścian strugowych,
- 26%, 22% i 18% dla wszystkich ścian.

W analizowanych przykładach nie udało się znaleźć i wyznaczyć zależności pomiędzy wartościami obniżonego obciążenia a czynnikami natury geologiczno-górnictwej przedstawionymi w tablicy.

Można jedynie ocenić, że pomiary wykonane dla ścian zawałowych prowadzonych techniką strugową cechują się mniejszym rozrzutem wartości, co jest najprawdopodobniej spowodowane częstym prowadzeniem obudowy zmechanizowanej w trybie automatycznym. Jak stwierdzono na podstawie licznych obserwacji, skutkuje to zwykle prawidłowym rozpieraniem sekcji z nominalnym ciśnieniem wstępnym oraz

mniejszym zróżnicowaniem ciśnienia pomiędzy sąsiadującymi stojakami, co korzystnie wpływa na stan utrzymania stropu.

Reasumując, można sformułować następujące wnioski:

Na końcówkach ściany, w rejonie usytuowania sekcji obudów zmechanizowanych na pozycjach skrajnych, obserwuje się istotne obniżenie się obciążenia wyrobiska, wyrażone przez wartości uśrednione.

Strefa obniżonego obciążenia cechuje się dużą zmiennością parametrów i już dla 5 sekcji może być niezauważalna.

W przypadku obliczeń dla strefy określonej dla 3 sekcji spadek obciążenia wynosił co najmniej 12% dla grupy analizowanych pomiarów, a w skrajnym przypadku stanowił nawet 44%.

Literatura

- LIDUCHOWSKI L. 2002 - Monitoring stanu obudowy zmechanizowanej przy zastosowaniu sterowania elektrohydraulicznego firmy Tiefenbach. Prace Naukowe GIG, seria Konferencje nr 40, s. 123-128.
- PŁONKA M. 2009 - Rozkład obciążenia obudowy zmechanizowanej w ścianie zawałowej i jego powiązania z prognozą utrzymania stropu. Dokumentacja z realizacji projektu badawczego własnego, dokumentacja GIG nr 04040316-152 (niepublikowana).
- PŁONKA M., RAJWA S. 2011 - Assessment of Powered Support Loadings in Plog 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, Taylor & Francis Group, London, UK, pp. 221-232.
- PŁONKA M., RAJWA S., LUBOSIK Z., WALENTEK A., WRANA A. + Zespół (11). 2012 - Charakterystyka podporności obudowy zmechanizowanej w niskiej ścianie kombajnowej w porównaniu do ściany strugowej, Praca statutowa GIG o symbolu: 11130122-152 (niepublikowana).

Artykuł wpłynął do redakcji – styczeń 2018

Artykuł akceptowano do druku 20.02.2018