

*Stanisław Duży**

ZACHOWANIE SIĘ ODRZWI STALOWEJ OBUDOWY PODATNEJ W WARUNKACH DEFORMACYJNYCH CIŚNIEŃ GÓROTWORU W ŚWIETLE OBSERWACJI DOŁOWYCH

1. Wprowadzenie

W warunkach występowania deformacyjnych ciśnień górotworu powszechnie stosowana jest stalowa obudowa odrzwiowa podatna. Charakteryzuje się ona tym, że pod wpływem obciążenia ze strony górotworu jej elementy konstrukcyjne ulegają przemieszczeniom względem siebie, powodując postępujący proces zmian gabarytów i kształtu wyrobiska. W stosowanych powszechnie modelach pracy obudowy przyjmuje się symetryczne deformacje obudowy powodowane jednoczesnym zsuwem w obu zamkach odrzwi obudowy [2]. W przyjmowanych założeniach obudowa obciążana jest równomiernie na całej szerokości lub jej środkowej części (np. 60% szerokości), a jej nośność w stanie usztywnienia, wynikająca z wytrzymałości kształtownika, jest większa niż nośność zsuwna.

Przeprowadzone obserwacje dołowe wykazują, że deformacje nawet sąsiednich odrzwi mogą się wyraźnie różnić, zarówno pod względem charakteru deformacji, jak i ich wielkości. Dlatego dla zapewnienia stateczności obudowy wyrobiska konieczne jest dobranie wartości jej parametrów podpornościowych zawierających odpowiedni zapas bezpieczeństwa, obejmujący zmienność warunków utrzymania wyrobiska.

2. Deformacje odrzwi stalowej obudowy podatnej pod wpływem deformacyjnego ciśnienia górotworu w świetle przeprowadzonych pomiarów i obserwacji

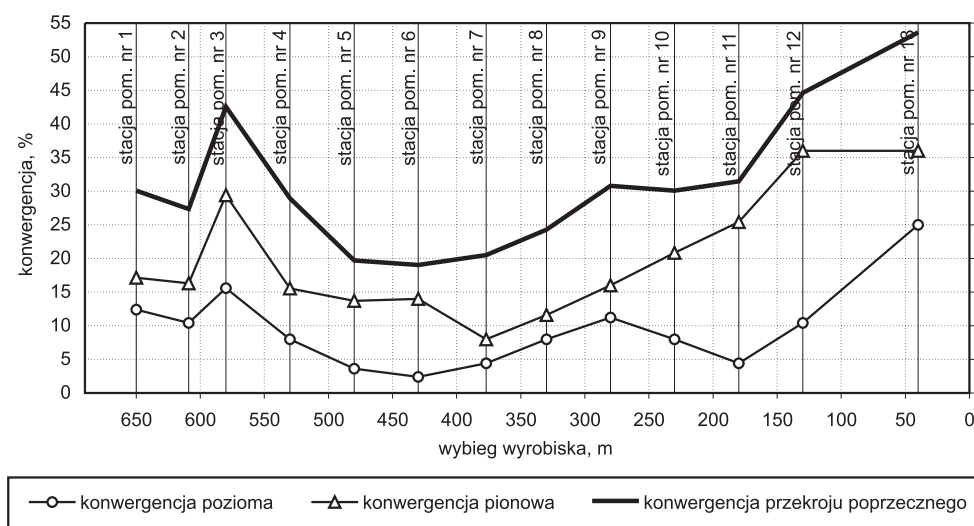
Wpływ deformacyjnego ciśnienia górotworu na stalową obudowę odrzwiową podatną przedstawiono na przykładzie pomiarów przeprowadzonych w chodniku o długości ok. 900 m,

* Wydział Górnictwa i Geologii, Politechnika Śląska, Gliwice

zlokalizowanym na głębokości około 810 m, poddanym oddziaływaniu eksploatacji nadbierającej. Analizowany chodnik przebiegał równoległe do wybiegu eksploatowanej ściany bezpośrednio pod środkową częścią jej parceli. Odległość pionowa pomiędzy analizowanym chodnikiem a ścianą wynosiła od około 51 m do około 65 m. Chodnik wykonany był w obudowie ŁP-9 z profilu V25 w odległości co 1,0 m lub lokalnie co 0,75 m. Jako okładziny zastosowano siatkę zgrzewaną, natomiast do stabilizacji odrzwi obudowy zastosowano rozpory dwustronnego działania typu TR-25/29 rozmieszczone na obwodzie obudowy w odległości co 1,2 m. Odrzwa obudowy posadowiono na podkładkach metalowych [3, 7].

Przeprowadzone w chodniku pomiary obejmowały pomiary konwergencji pionowej i poziomej wyrobiska oraz wielkości zsuwu w zamkach odrzwi obudowy.

Pomiary zaciskania wyrobiska, obejmujące pomiar konwergencji pionowej i poziomej, prowadzono w tzw. stacjach pomiarowych. Końcowe wyniki tych pomiarów przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Wykres zaciskania pionowego i poziomego analizowanego chodnika

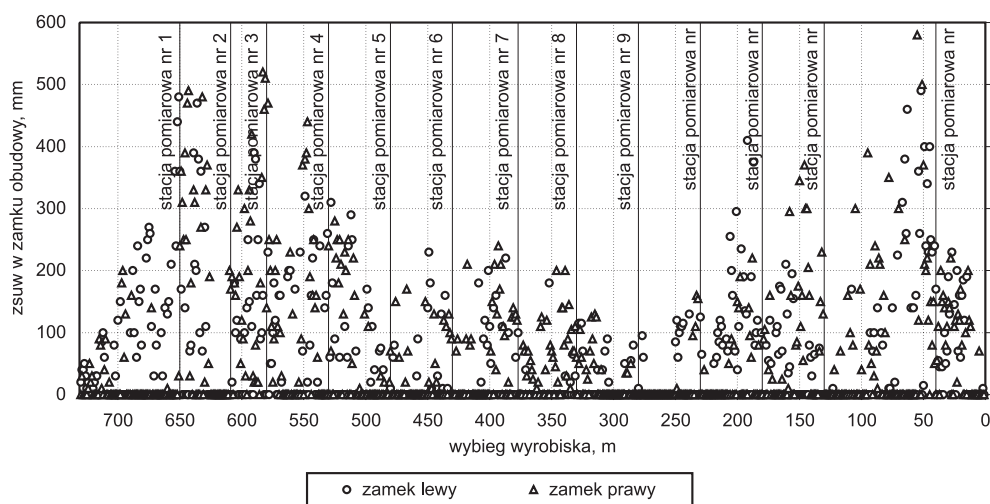
Przeprowadzone pomiary wykazały, że zaciskanie wyrobiska wzdłuż jego wybiegu było zmienne. Zaciskanie pionowe osiągało wartości od 8 do 36% wartości początkowej wysokości wyrobiska, natomiast zaciskanie poziome od 3 do 25% wartości początkowej szerokości chodnika.

Na podstawie kształtowania się zaciskania wyrobiska wzdłuż jego wybiegu można wyróżnić odcinki charakterystyczne różniące się wielkością konwergencji. Odcinek pierwszy, obejmujący wybieg od 0 do około 200 m, charakteryzuje się zwiększonymi wartościami zaciskania wyrobiska, które można wiązać z aktywnością sejsmiczną górotworu w tym rejonie. Odcinek drugi, obejmujący wybieg 520÷610 m, charakteryzujący się zwiększonymi

szonymi wartościami zaciskania wyrobiska, wiązać należy z występującymi na tym odcinku małymi uskokami, które powodowały wystąpienie koncentracji naprężeń oraz zagęszczenie sieci spękań masywu skalnego. Odcinek trzeci, charakteryzujący się mniejszymi wartościami konwergencji, obejmuje wybieg od 200 do 520 m i zlokalizowany jest w rejonie, w którym nie rejestrowano wstrząsów w bezpośrednim sąsiedztwie wyrobiska o większej energii, a także nie stwierdzono występowania innych czynników mogących powodować wzrost naprężeń lub degradację masywu.

Oprócz pomiarów konwergencji pionowej i poziomej chodnika, w analizowanym wyrobisku prowadzono obserwacje pracy stalowej obudowy odrzwiowej podatnej. W tym celu wykonano pomiary zsuwu w zamkach odrzwi. Pomiarami objęto 730 odrzwi na całym wybiegu wyrobiska. Oznaczenie zamków (lewy, prawy) przyjęto w oparciu o założenie, że obserwator przemieszcza się wzdłuż wybiegu wyrobiska zgodnie z wzrastającym jego metrażem.

Wyniki przeprowadzonych pomiarów zsuwu w zamkach odrzwi obudowy za cały okres prowadzenia obserwacji przedstawiono na rysunku 2.



Rys. 2. Wykres wielkości zsuwów w zamkach odrzwi obudowy stalowej łukowej podatnej

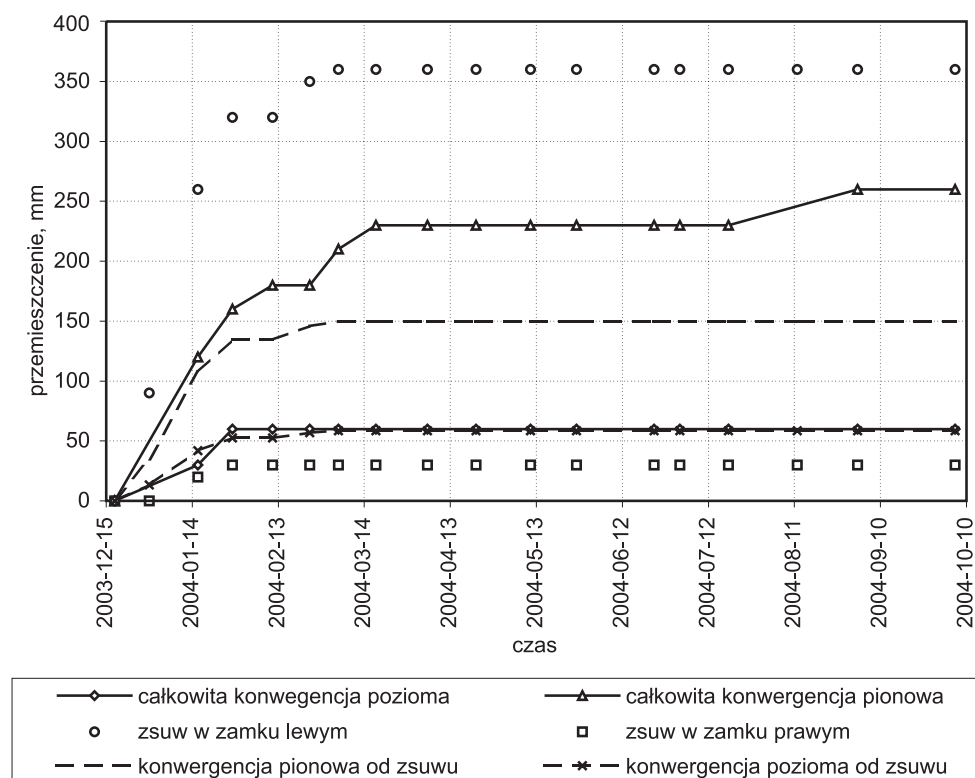
Przeprowadzone pomiary wykazały, że wielkości zsuwu w zamkach odrzwi stalowej obudowy łukowej podatnej osiągają mocno zróżnicowane wartości. W części zamków w ogóle nie zarejestrowano zsuwów, zaś w tych zamkach, w których stwierdzono występowanie zsuwów, ich wartości wynosiły od kilku do 580 mm.

W oparciu o przeprowadzone pomiary stwierdzono, że spośród wszystkich odrzwi objętych akcją pomiarową w 64% stwierdzono wystąpienie zsuwu przynajmniej w jednym zamku, przy czym zsuwy w obu zamkach odrzwi stwierdzono tylko w 15% ogólnej liczby odrzwi.

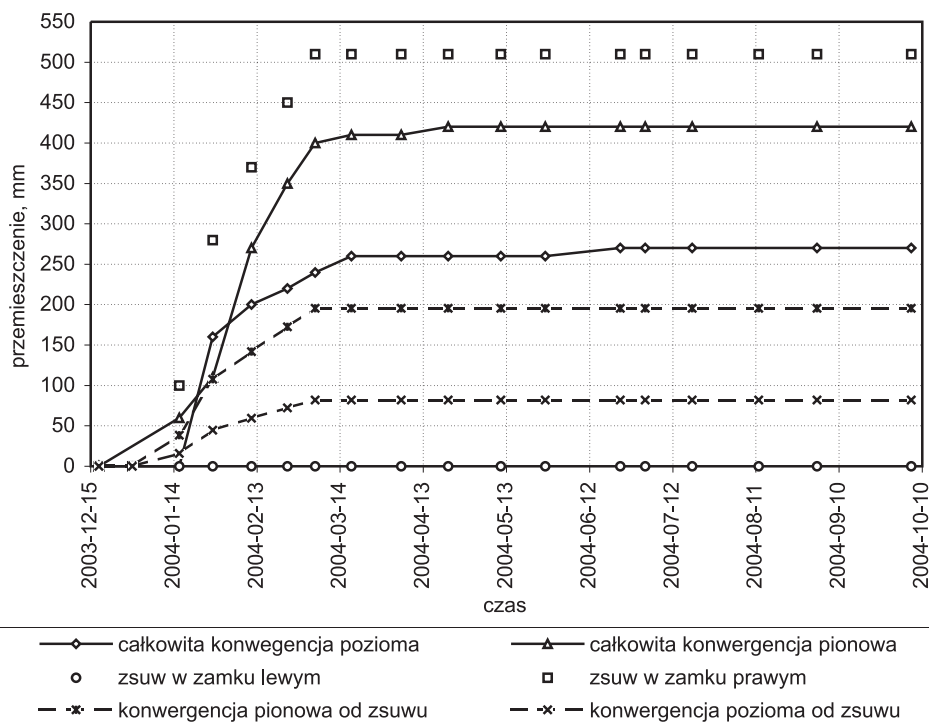
Porównując zamki zabudowane na lewym ościsie z zamkami zabudowanymi na ościsie prawym, należy stwierdzić, że liczbowo zsuwy w tych zamkach osiągają wartości podobne: zsuwy zamków zabudowanych na ościsie lewym stwierdzono w 38% ogólnej liczby drzwi, zaś zsuwy zamków zabudowanych na ościsie prawym stwierdzono w 41% ogólnej liczby badanych drzwi.

Na podstawie kształtowania się wielkości zsuwów zamków w drzwiach obudowy wzdłuż wybiegu wyrobiska można wyróżnić, podobnie jak w przypadku analizy kształtowania się konwergencji wyrobiska, odcinki charakterystyczne. Porównując odcinki charakterystyczne wynikające z wielkości konwergencji wyrobiska z odcinkami charakterystycznymi ze względu na wielkość zsuwu w zamkach można dostrzec wyraźne podobieństwo prawidłowości co do wielkości i rozkładu badanych parametrów.

Na rysunku 3 i 4 przedstawiono przykładowe rozkłady czasowe wielkości całkowitego zaciskania chodnika, wielkości zsuwu w zamkach drzwi oraz zaciskania wynikającego ze zsuwu w zamkach drzwi.



Rys. 3. Przykład rozkładu deformacji drzwi obudowy stalowej w czasie — stacja pomiarowa nr 1



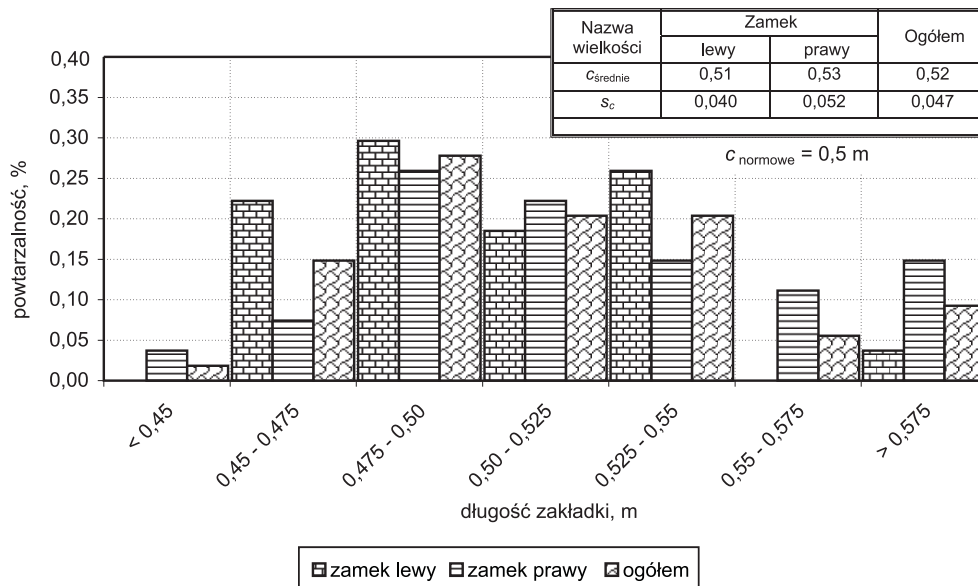
Rys. 4. Przykład rozkładu deformacji odrzwi obudowy stalowej w czasie — stacja pomiarowa nr 3

Przeprowadzona analiza wykazała, że zaciskanie pionowe wyrobiska składa się z przemieszczeń obudowy wynikających z jej podatności, co stanowi średnio około 21% całkowitej konwergencji pionowej, oraz z deformacji obudowy i wyrobiska bez udziału elementów upodatniających. Zaciskanie poziome wyrobiska składa się z deformacji wynikających z przemieszczeń występujących w zamkach oraz z ugięcia się łuków ociosowych. Konwergencja pozioma wyrobiska wynikająca z przemieszczeń występujących w zamkach odrzwi obudowy stanowi średnio około 37,5% całkowitej stwierdzonej pomiarami konwergencji poziomej wyrobiska.

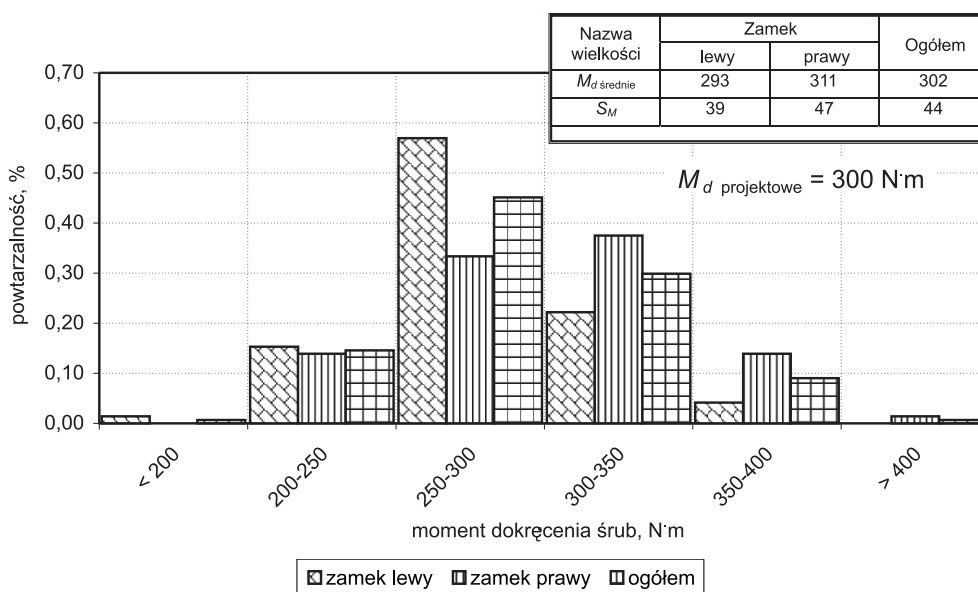
3. Analiza dokładności wykonania odrzwi obudowy

W warunkach nadmiernych deformacji wyrobisk górniczych jednym z najczęściej wymienianych powodów jest niedotrzymanie wymogów w zakresie wykonawstwa obudowy. Ten sam powód może leżeć u podstaw nietypowego przebiegu deformacji obudowy.

Na rysunku 5 i 6 przedstawiono wyniki pomiarów wykonanych na etapie drążenia wyrobiska takich wielkości jak długość zakładki w zamku obudowy oraz moment dokręcenia śrub w strzemionach, które wpływają na podporność roboczą obudowy.



Rys. 5. Kształtowanie się długości zakładki w zamku odrzwi obudowy LP



Rys. 6. Kształtowanie się momentu dokręcenia śrub w strzemiach zamków obudowy LP

Na podstawie przeprowadzonej analizy pomiarów dołowych można stwierdzić, że statystycznie obudowa wykonana jest zgodnie z projektem. Wartości średnie przedstawionych

parametrów odpowiadają wartościom projektowym w granicach dopuszczalnych przez normy. Taki stan realizacji wyrobisk korytarzowych potwierdzono również w pracy [6]. Zauważyć należy jednak fakt stosunkowo dużej wariancji poszczególnych parametrów, która stwarza zagrożenie występowania nierównomiernego przebiegu procesu deformacji obudowy i wyrobiska.

4. Podsumowanie

Przedstawione wyniki obserwacji dołowych potwierdzają postawioną wcześniej tezę, że deformacje stalowej obudowy odrzwiowej podatnej w warunkach oddziaływania deformacyjnych ciśnień górotworu odbiegają swym charakterem od powszechnie przyjmowanych modeli. Przeprowadzone obserwacje i analiza ich wyników upoważniają do sformułowania następujących stwierdzeń:

- Stalowa obudowa odrzwiowa podatna w trakcie użytkowania wyrobiska ulega deformacjom w zakresie zarówno swej podatności, jak i plastycznych odkształceń poszczególnych elementów. Przeprowadzona analiza pomiarów zaciskania wyrobiska wykazała, że udział podatności obudowy w całkowitym zaciskaniu wyrobiska kształtuje się na poziomie około 25÷30%. Pozostała część deformacji wyrobiska to plastyczne deformacje poszczególnych elementów obudowy oraz obrysu wyłomu wyrobiska, w tym w szczególności spągu.
- Analizując deformacje odrzwi stalowej obudowy odrzwiowej podatnej, stwierdzono, że nie wszystkie odrzwia zachowywały się tak, jak według powszechnie przyjmowanych modeli zachowuje się obudowa podatna, tzn. w poszczególnych odrzwiach nie występowały przemieszczenia w zamkach, a deformacje miały charakter deformacji obudowy sztywnej.
- Deformacje obudowy charakteryzują się asymetrią, polegającą na tym, że przemieszczenia poszczególnych elementów obudowy nie występują jednocześnie w obu zamkach. Najczęściej przemieszczenia występują tylko w jednym zamku. Obserwowane docelowo przemieszczenia elementów odrzwi obudowy w obu zamkach wynikają z tego, że proces ten przebiega przemiennie w obu zamkach. Uzyskane wyniki badań nie pozwoliły na sformułowanie zasady, na podstawie której można byłoby określić czasowy przebieg przemieszczeń w poszczególnych zamkach odrzwi.
- Porównanie przebiegu deformacji poszczególnych odrzwi stalowej obudowy podatnej wzdłuż wybiegu wyrobiska wskazuje na nierównomierność deformacji kolejnych odrzwi zabudowanych w wyrobisku. Analizując szczegółowo przebieg deformacji poszczególnych odrzwi, można zauważyć, że deformacje odrzwi wzdłuż wybiegu wyrobiska są różne i wzdłuż wyrobiska można wyróżnić odcinki charakteryzujące się zmienną wielkością przemieszczeń. Długość takiego odcinka wynosi od kilku do kilkunastu metrów. Charakter rozkładu deformacji obudowy wyrobiska można w przybliżeniu porównać do fali (naprzemianległe odcinki o większych i mniejszych deformacjach).

Podsumowując przeprowadzoną analizę, można stwierdzić, że obserwowana zmienność zachowania się odrzwiowej obudowy stalowej podatnej w tym samym wyrobisku wykonanym i utrzymywanym w podobnych warunkach geologiczno-górnicych wskazuje na konieczność prowadzenia dalszych prac badawczych nad zagadnieniami związanymi z konstrukcją, wykonawstwem i doбором obudowy dla określonych warunków geologiczno-górnicych. Uszczegółowienia wymaga leżąca u podstaw doboru obudowy podatnej relacja pomiędzy nośnością obudowy w stanie usztywnionym oraz nośnością zamków odrzwi. Prace te powinny uwzględniać zmienność rozkładu i wielkości obciążenia obudowy wzdłuż wybiegu wyrobiska oraz zmienność nośności obudowy wynikającą m.in. z jakości wykonania.

LITERATURA

- [1] *Chudek M.*: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2002
- [2] *Chudek M.*: Obudowa wyrobisk górniczych. Cz. I. Obudowa wyrobisk korytarzowych i komorowych. Katowice, Wydawnictwo „Śląsk” 1986
- [3] *Chudek M., Duży S.*: Wpływ ciśnienia dynamicznego górotworu na zachowanie się wyrobiska korytarzowego. *Górnictwo i Geologia*, 1, 2006, 23–41
- [4] *Duży S.*: Niezawodność i bezpieczeństwo konstrukcji obudowy wyrobisk przygotowawczych poddanych wpływom eksploatacji górniczej. *Budownictwo Górnicze i Tunelowe*, 1, 2005, 1–9
- [5] *Duży S.*: Problemy utrzymania stateczności wyrobisk przygotowawczych w warunkach prowadzenia selektywnej eksploatacji górniczej. Międzynarodowe Sympozjum „Geotechnika 2004”, Gliwice – Ustroń, 2004, 185–198
- [6] *Duży S.*: Studium niezawodności konstrukcji obudowy i stateczności wyrobisk korytarzowych w kopalniach węgla kamiennego z uwzględnieniem niepewności informacji. Politechnika Śląska, Górnictwo, 2007 (w druku)
- [7] *Duży S. i in.*: Badania numeryczne warunków utrzymania stateczności chodnika podstawowego w pokładzie 406/1 i chodnika 10b w pokładzie 407/1 w aspekcie oddziaływania czynnego frontu eksploatacyjnego ścianiny nr 28 w pokładzie 405/3. Praca Katedry Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni Politechniki Śląskiej 2004 (praca niepublikowana)