

24

NUMERYCZNA ANALIZA WPŁYWU WŁASNOŚCI SKAŁ STROPOWYCH NA MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA ICH OPADU W WYROBISKU ŚCIANOWYM

24.1 WPROWADZENIE

Przyczolowa część wyrobiska w przypadku stosowania kombajnu ścianowego powoduje odsłonięcie stropu na długości równej zazwyczaj od 1,0 m do 1,3 m [12]. W niekorzystnych warunkach górniczo-geologicznych dochodzi wtedy do opadów, obwałów lub zawałów skał stropowych. Jedną z przyczyn tych zjawisk mogą być własności wytrzymałościowe i odkształceniowe węgla oraz skał płonnych występujących w stropie pokładu.

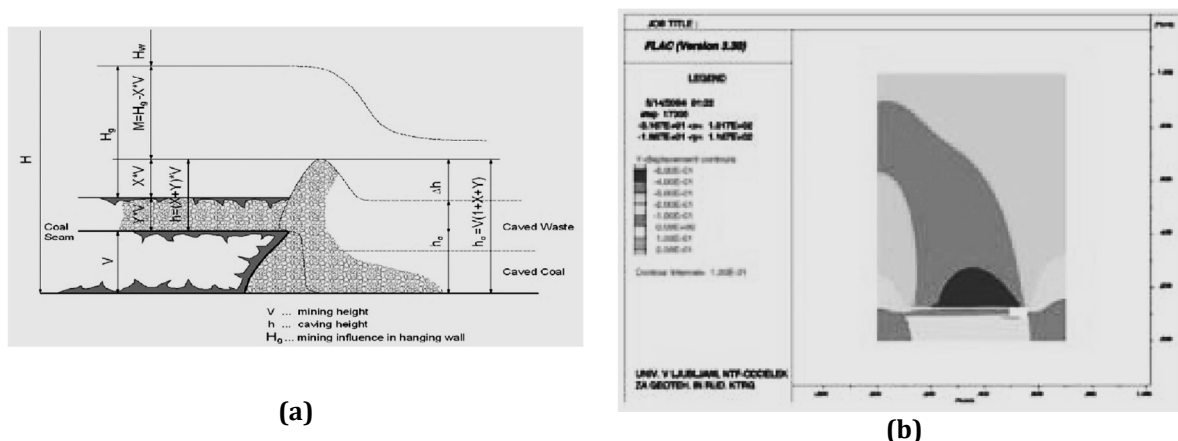
Na podstawie przykładów trzech ścian prowadzonych z zawałem warstw stropowych przeprowadzono uproszczone analizy numeryczne, za pomocą programu różnic skończonych FLAC2D (*Fast Lagrangian Analysis of Continua, Itasca C.G.*), badając wpływ własności skał stropowych i węgla na kształtowanie się oraz zasięg stref uplastycznienia i zniszczenia skał przed i nad czołem ściany. Przeprowadzone analizy stanowiły również negatywną weryfikację prowadzonych dotychczas, w przedmiotowym rejonie eksploatacji, działań powodujących osłabienie skał i wskazywały na konieczność podjęcia prac zmierzających do jego wzmocnienia.

24.2 NUMERYCZNY MODEL WYROBISKA ŚCIANOWEGO I GÓROTWORU

Płaskie, uproszczone numeryczne modele górotworu w rejonie trzech ścian S-1, S-2 i S-4 w pokładzie 403/1 zbudowano używając programu opartego na algorytmie różnic skończonych FLAC2D v. 5.0 (*Fast Lagrangian Analysis of Continua, Itasca C.G.*). Uproszczenia zastosowane w modelu spowodowane były niepełnymi informacjami nt. własności wytrzymałościowych i odkształceniowych skał w przedmiotowym rejonie oraz zastosowaniem modelu płaskiego, a nie przestrzennego. Brakujące informacje o własnościach wytrzymałościowych i odkształceniowych skał dobrano na podstawie doświadczeń własnych z badań nad właściwościami skał GZW i analizy własności skał w rejonach sąsiednich ścian (por. np. [6, 8, 1, 16, 11]).

Użyto wersji 2D programu FLAC wychodząc z założenia, że w przypadku długości ściany sięgającej 200 m wystarczające będzie oznaczenie pól naprężeń i przemieszczeń dla jej płaszczyzny symetrii.

Program komputerowy FLAC jest programem różnic skończonych. Umożliwia budowę numerycznych modeli górotworu i symulację zachowania się ośrodków gruntowych i skalnych zarówno po osiągnięciu punktu plastyczności (plastyczne płynięcie) jak i granicy wytrzymałości (kruche pęknięcie). Dzięki swoim właściwościom FLAC umożliwia rozwiązywanie zagadnień inżynierii skalnej, analizy i projektowania wyrobisk oraz ich obudowy, budowli podziemnych i nadziemnych. FLAC jest oparty na schemacie obliczeniowym Lagrange'a. Oznacza to, że przyrostowe przemieszczenia dodawane są do współrzędnych i siatka porusza się i odkształca wraz z materiałem, w którym została założona. W programie zawarty jest wiele modeli konstytutywnych, m.in. sprężysty izotropowy, sprężysty transversalnie izotropowy, sprężysto-idealnie plastyczny (Coulomba) czy warunki stanu granicznego: Coulomba-Mohra oraz Hokea i Browna. Program FLAC zarówno w wersji 2D oraz 3D był i nadal jest stosowany do rozwiązywania wielu zagadnień z szeroko rozumianej geomechaniki (np. [8, 15, 13]), również nad zachowaniem się warstw stropowych w wyrobiskach wybierkowych (zob. [5, 10]; rys. 24.1).



Rys. 24.1 Schemat do obliczenia wpływu eksploatacji na przemieszczenia w stropie wyrobiska [10] (a) i rozkład przemieszczeń pionowych wyznaczonych na podstawie symulacji za pomocą programu FLAC2D dla tego samego wyrobiska (b)

Źródło: [5]

Ze względu na zbliżone warunki górniczo-geologiczne i podobne wyniki przeprowadzonej analizy, w tym artykule, przedstawiono rozwiązanie zagadnienia dla jednej ściany S-4.

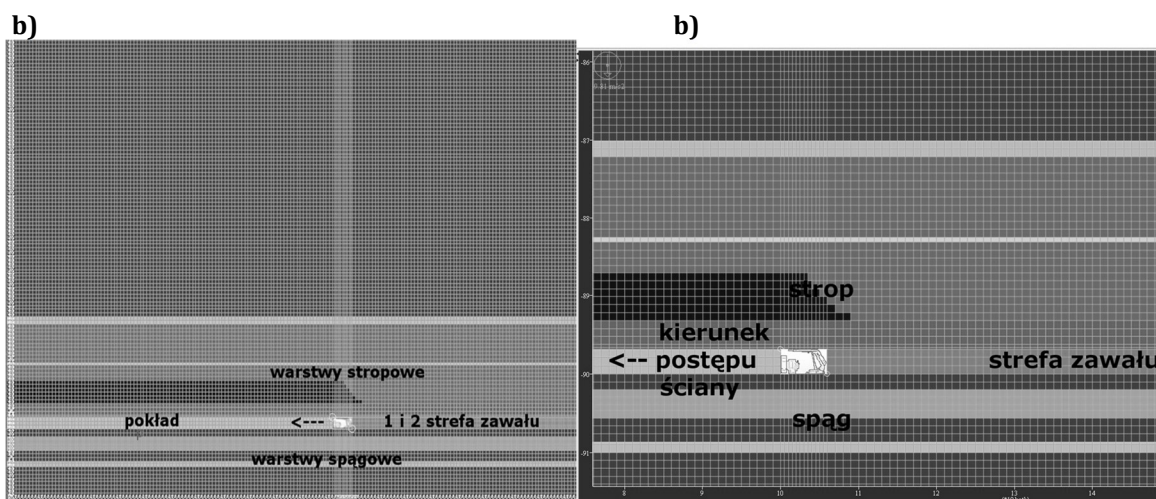
Przekrój podłużny górotworu w osi ściany S-4 w pokładzie 403/1 sporządzono na podstawie informacji zawartych w profilach otworów: B.K. 1/1959, Prz. Wzn. S-3, Otw. G. (2001), B.K. 1B/1968 i Przek. Wzn. Z-VI (tabela 24.1).

Wycinek tarczy górotworu podzielony został na około 39000 prostokątnych elementów; 300m (L)×125m (H) (rys. 24.2). Prawa i lewa krawędź modelu miały skrepowaną możliwość przemieszczania się w kierunku poziomym, a dolna

w kierunku poziomym i pionowym. Do górnej krawędzi modelu przyłożono wektory naprężeń działających pionowo w dół o wartości 19,2 MPa.

Tabela 24.1 Parametry skał w rejonie ściany S-4;
m - miąższość warstwy, ρ - gęstość objętościowa, *K* i *G* - współczynniki sprężystości objętościowej i postaciowej, *R_r* - wytrzymałość graniczna na jednoosiowe rozciąganie, *c* - kohezja, φ - kąt tarcia wewnętrznego

Lp.	H m	m m	Nazwa warstwy	ρ kg/m ³	K Pa	G Pa	R _r MPa	c MPa	φ [°]
1.	-795,0 -870,0	75,0	pakiet skał z przewagą iłowców	2500	4,2e9	2,4e9	1,4	3,0	23
2.	-870,0 -872,1	2,1	węgiel	1400	1,1e9	5,0e8	1,2	2,4	21
3.	-872,1 -882,4	10,3	iłowiec	2600	4,8e9	2,9e9	2,5	3,5	33
4.	-882,4 -883,0	0,6	węgiel	1400	1,1e9	5,0e8	1,2	2,5	21
5.	-883,0 -896,2	13,2	iłowiec	2400	4,0e9	2,1e9	1,3	3,8	23
6.	-896,2 -896,6	0,4	węgiel	1400	1,1e9	5,0e8	0,8	1,5	21
7.	-896,6 -896,8	0,2	łupek węglowy	2200	7,2e8	5,4e8	0,9	1,6	22
8.	-896,8 -900,0	3,2	węgiel	1400	1,1e9	5,0e8	1,2	2,5	21
9.	-900,0 -902,0	2,0	iłowiec	2600	4,8e9	2,9e9	1,5	3,0	23
10.	-902,0 -905,6	3,6	mułowiec	2700	4,5e9	3,4e9	2,0	4,0	22
11.	-905,6 -908,6	3,0	iłowiec	2600	4,8e9	2,9e9	1,5	3,0	23
12.	-908,6 -910,0	1,4	węgiel	1400	1,1e9	5,0e8	1,2	2,5	21
13.	-910,0 -920,0	10,0	iłowiec	2600	4,8e9	2,9e9	1,5	3,0	23



**Rys. 24.2 Widok globalny modelu tarczy górotworu a)
i lokalny w bezpośrednim sąsiedztwie ściany b)**

Pracę obudowy zmechanizowanej zamodelowano w sposób proponowany, m.in. przez Gonzaleza-Nicieza [3] poprzez przyłożenie wektorów naprężeń normalnych do

stropu i spągu ściany na długości 5 m, pozostawiając 1 m odsłoniętego stropu w czole ściany o wysokości 3,0 m.

Zamodelowano dwie strefy zawалу za czołem ściany: zawalu nieuszczelnionego i uszczelnionego nadając im różne (mniejsze) właściwości wytrzymałościowe i inne – odkształceniowe (np. [8]).

Modelowi przypisano warunek Coulomba-Mohra z odcięciem. Obwiednia zniszczenia dla tego warunku w płaszczyźnie (σ_1, σ_3) jest określona równaniem (rys. 24.3):

$$f^s = \sigma_1 - \sigma_3 N_\varphi + 2c \sqrt{N_\varphi}$$

Funkcja uplastycznienia dla naprężeń rozciągających:

$$f^t = \sigma^t - \sigma_3$$

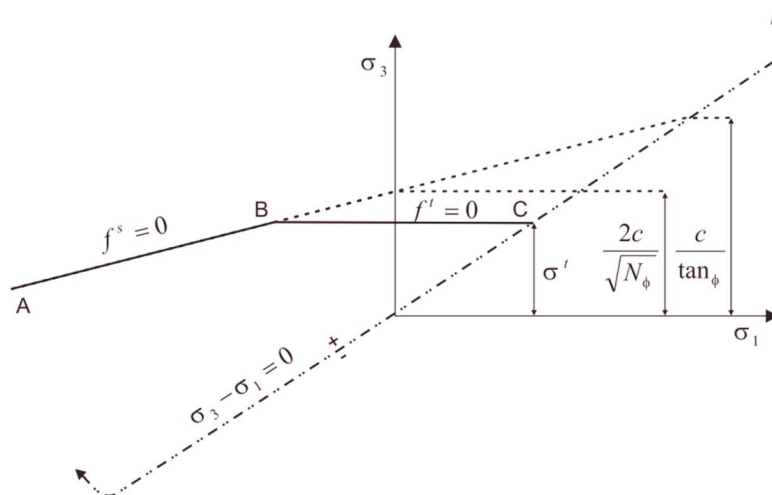
gdzie:

φ – kąt tarcia wewnętrznego,

c – kohezja,

σ^t – wytrzymałość na rozciąganie, a:

$$N_\varphi = \frac{1 + \sin\varphi}{1 - \sin\varphi}$$



Rys. 24.3 Kryterium zniszczenia Coulomba-Mohra w programie FLAC2D

Źródło: [4]

Poddano analizie 3 modele:

- model I dla górotworu „zruszonego”,
- model II dla górotworu „ze wzmocnieniem pokładu”,
- model III dla górotworu „ze wzmocnieniem warstw stropowych i pokładu”.

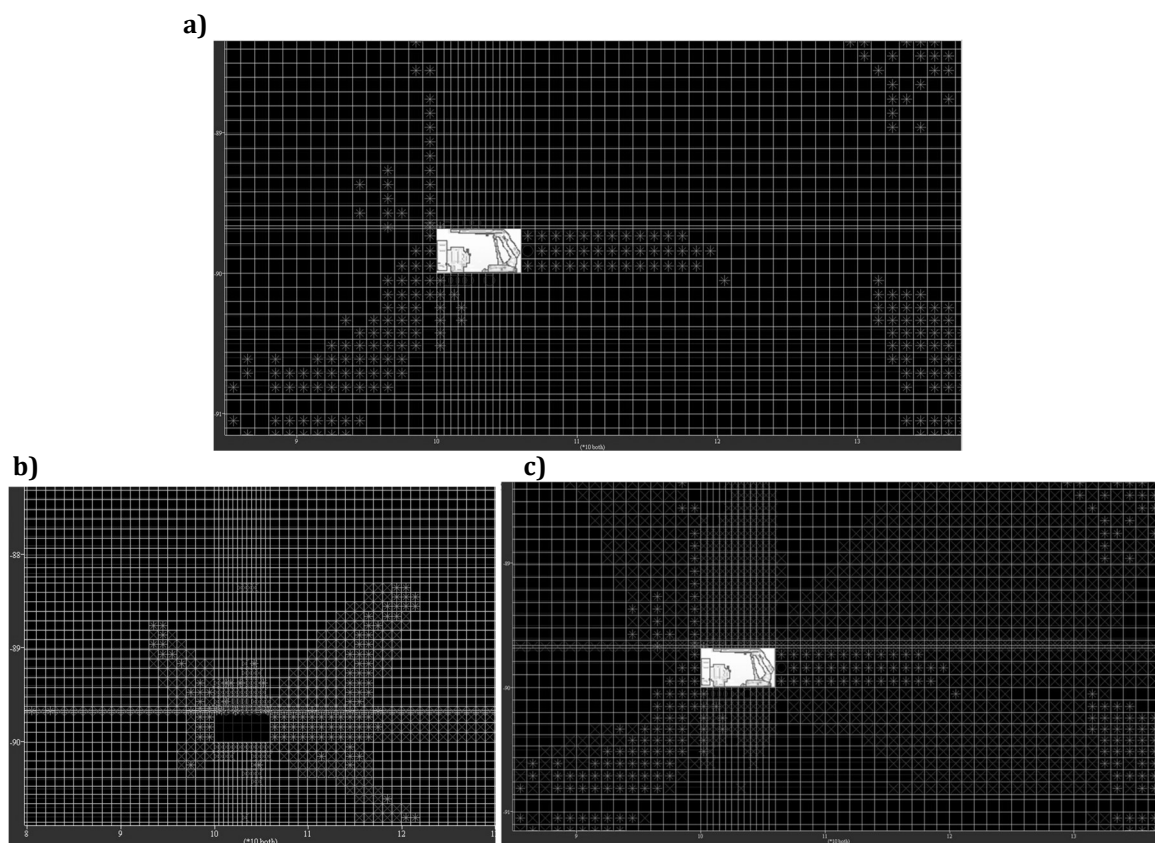
W modelu I górotworu „zruszonego” przyjęto, że warstwy stropowe są odprężone i zruszone na skutek prowadzonych robót eksploatacyjnych i odprężających, zgodnie ze stanem faktycznym.

W modelu II górotworu „ze wzmocnieniem pokładu” zruszoną/odprężoną warstwę węgla „wzmocniono” zmieniając wartości stałych materiałowych.

W modelu III górotworu „ze wzmocnieniem warstw stropowych i pokładu” zruszone/odprężone warstwy stropowe łupka, węgla i iłowca „wzmocniono” do wysokości około 10 m nad pokładem oraz „wzmocniono” eksploatowany pokład węgla zmieniając wartości stałych materiałowych.

„Wzmocnienie” warstw oznaczało zwiększenie/zmianę własności wytrzymałościowych i odkształceniowych o około 35% w stosunku do wartości pierwotnych, ze szczególnym uwzględnieniem wytrzymałości na ścinanie i na rozciąganie.

Wyniki przeprowadzonych symulacji przedstawiono na rys. 24.4-24.6 w formie map rozkładów stref uplastycznienia i zniszczenia skał wokół wyrobiska ścianowego. Strefy te zostały oznaczone na mapach symbolami: *, o i X. W praktyce można traktować te strefy, jako strefy w których skały utraciły ciągłość.



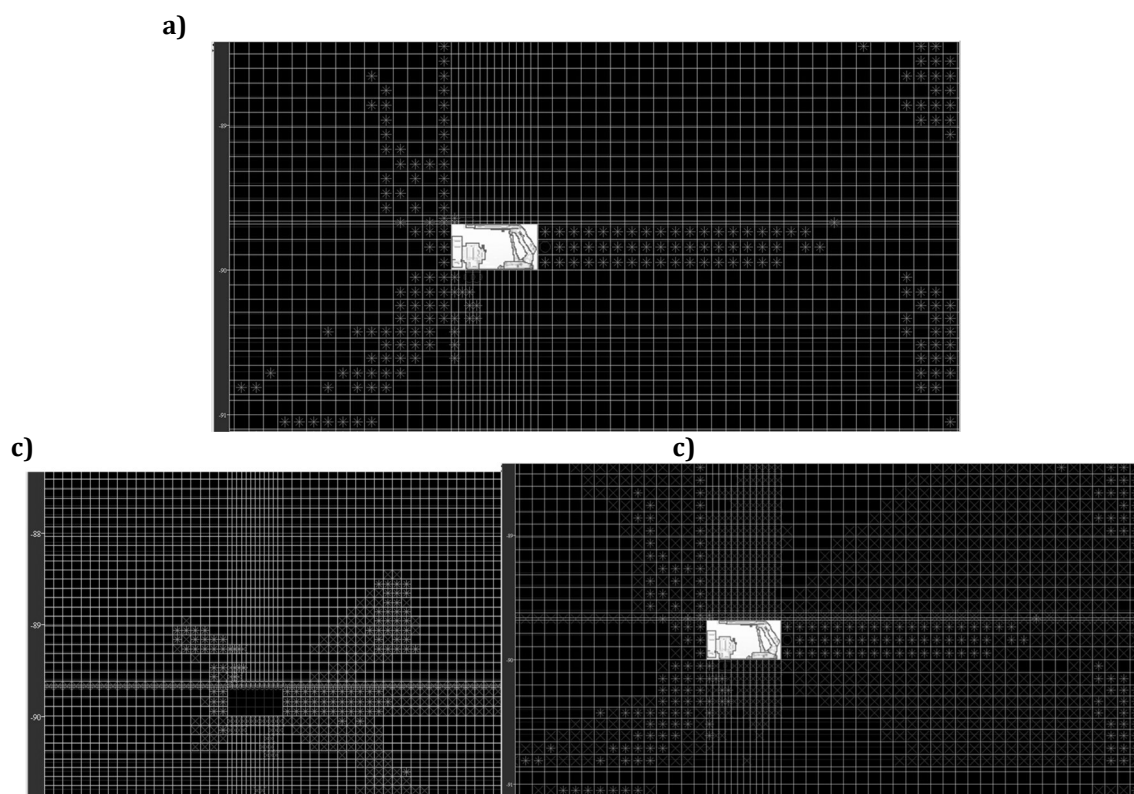
Rys. 24.4 Zasięgi stref uplastycznienia i zniszczenia górotworu w sąsiedztwie czoła ściany S-4: rozpoczęcie eksploatacji (a), propagacja stref w trakcie eksploatacji (b) i w czasie dalszego kontynuowania eksploatacji (c); strefy uplastycznienia lub zniszczenia oznaczono symbolami *, o i X. Górotwór zruszony

Dla modelu I górotworu „zruszonego” w momencie rozpoczęcia eksploatacji strefy uplastycznienia i zniszczenia obejmują czoło ściany na długości $1 \div 3$ m, strop nad częścią odśnieżoną i nad stropnicą na długości 4 m i wysokości około 1 m, strop przed czołem ściany w odległości do 5 m, spąg pod przenośnikiem na długości 3 m i głębokości 1 m, część nieuszczelnionego zawału na długości około 15 m (rys. 24.4a). Pojawiają się też strefy uplastycznienia w warstwach spągowych 5m poniżej czoła

ściany. Wraz z prowadzoną eksploatacją (rys. 24.4b) dochodzi do propagacji stref uplastycznienia i zniszczenia. Strefy koncentracji naprężeń ścinających i rozciągających powodujących niszczenie skał obejmują czoło ściany, warstwy stropowe nad czołem ściany i stropnicą obudowy oraz część zawałową. W przypadku zatrzymania wybierania (rys. 24.4c) strefy uplastycznienia i zniszczenia obejmują praktycznie wszystkie warstwy stropowe na wysokości 15 m nad pokładem i 8 m przed czołem ściany, całą część zawałową i część warstw spągowych przed czołem ściany.

Uzyskany za pomocą symulacji numerycznej zasięg i kształt stref uplastycznienia oraz zniszczenia górotworu w sąsiedztwie wyrobiska jest zgodny z obserwacjami i raportami służb dozoru i działów geologiczno-mierniczych kopalni, informujących o opadach i obwałach skał przed stropnicami obudowy zmechanizowanej oraz lokalnymi utratami stateczności sekcji obudowy utrudniającymi jej prowadzenie, spowodowanymi także degradacją spągu.

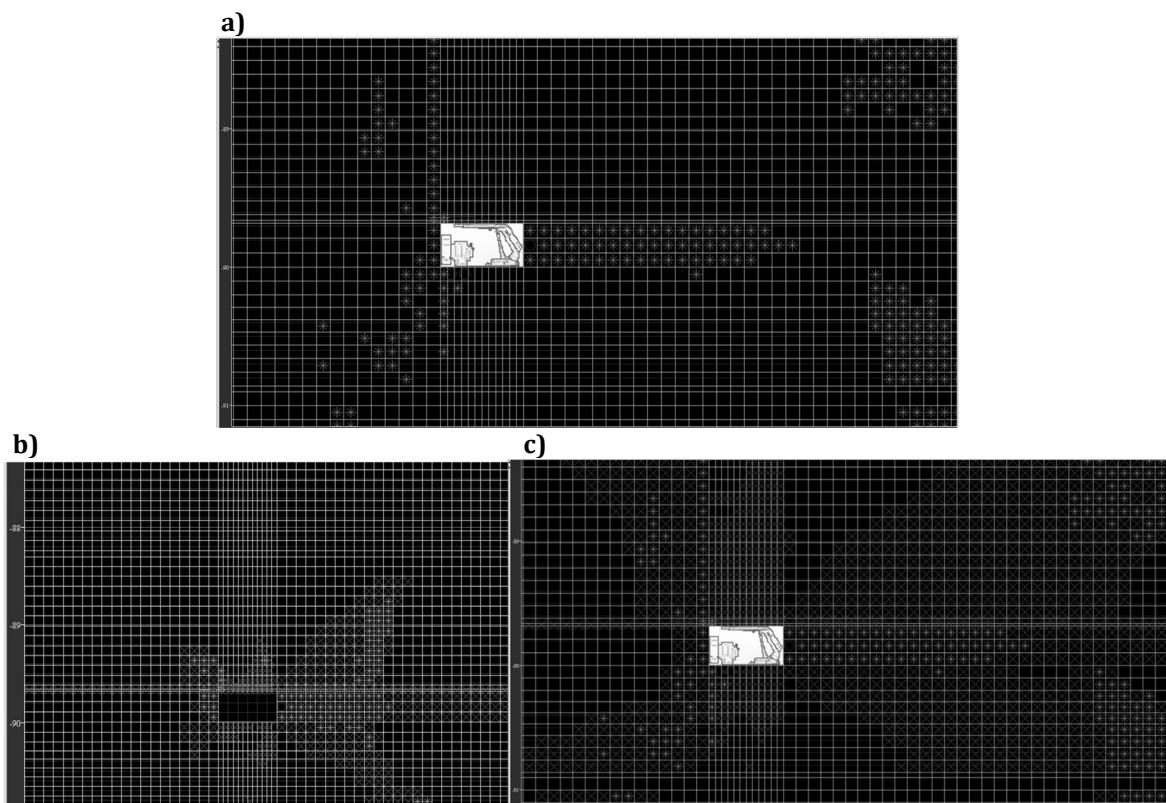
Dla modelu II (rys. 24.5), górotworu „ze wzmocnieniem pokładu”, w momencie rozpoczęcia eksploatacji, strefy uplastycznienia i zniszczenia obejmują czoło ściany na długości 1÷3 m, strop nad częścią odsłoniętą i nad stropnicą na długości 3 m i wysokości około 0,5 m, strop przed czołem ściany w odległości do 5 m, spąg pod przenośnikiem na długości 3 m i głębokości 1 m, część nieuszczelnionego zawału na długości około 20 m (rys. 24.5a).



Rys. 24.5 Zasięgi stref uplastycznienia i zniszczenia górotworu w sąsiedztwie czoła ściany S-4: rozpoczęcie eksploatacji (a), propagacja stref w trakcie eksploatacji (b) i w czasie dalszego kontynuowania eksploatacji (c); strefy uplastycznienia lub zniszczenia oznaczono symbolami *, o i X. Wzmocniony pokład

Pojawiają się też strefy uplastycznienia w warstwach spągowych 5 m przed czołem ściany. Wraz z prowadzoną eksploatacją (rys. 24.5b) dochodzi do propagacji stref uplastycznienia i zniszczenia. Strefy uszkodzonych skał obejmują czoło ściany, warstwy stropowe nad czołem ściany i stropnicą obudowy oraz część zawałową. Zasięg strefy zniszczenia przed czołem ściany w warstwach stropowych jest nieco mniejszy niż w poprzednim przypadku. Po zatrzymaniu wybierania (rys. 24.5c) strefy uplastycznienia i zniszczenia obejmują warstwy stropowe na wysokości 15 m nad pokładem i 6 m przed czołem ściany, całą część zawałową i część warstw spągowych przed czołem ściany.

Dla modelu III górotworu „ze wzmocnieniem stropu i pokładu” (rys. 24.6), w momencie rozpoczęcia eksploatacji, strefy uplastycznienia i zniszczenia obejmują czoło ściany na długości 1-2 m, strop nad częścią odsłoniętą i nad stropnicą na długości 3 m i wysokości około 0,5 m, strop przed czołem ściany w odległości do 3 m, spąg pod przenośnikiem na długości 3 m i głębokości 1 m, część nieuszczelnionego zawału na długości około 20 m (rys. 24.6a).



Rys. 24.6 Zasięgi stref uplastycznienia i zniszczenia górotworu w sąsiedztwie czoła ściany S-4: rozpoczęcie eksploatacji (a), propagacja stref w trakcie eksploatacji (b) i w czasie dalszego kontynuowania eksploatacji (c); strefy uplastycznienia lub zniszczenia oznaczono symbolami *, o i X. Wzmocniony strop i pokład

Pojawiają się też strefy uplastycznienia w warstwach spągowych 3 m przed czołem ściany. Wraz z prowadzoną eksploatacją (rys. 24.6b) dochodzi do propagacji stref uplastycznienia i zniszczenia. Strefy uszkodzonych skał obejmują czoło ściany,

warstwy stropowe nad czołem ściany i stropnicą obudowy oraz część zawałową. Zasięg strefy zniszczenia przed czołem ściany w warstwach stropowych jest wyraźnie mniejszy niż w I przypadku. Po zatrzymaniu wybierania (rys. 24.6c) strefy uplastycznienia i zniszczenia obejmują warstwy stropowe na wysokości 15 m nad pokładem i 3 m przed czołem ściany, całą część zawałową i część warstw spągowych przed czołem ściany.

Dla modelu II górotworu „ze wzmocnieniem pokładu”, w momencie rozpoczęcia eksploatacji, strefy uplastycznienia i zniszczenia obejmują czoło ściany na długości 1÷3 m, strop nad częścią odsłoniętą i nad stropnicą na długości 3m i wysokości około 0,5 m, strop przed czołem ściany w odległości do 5 m, spąg pod przenośnikiem na długości 3 m i głębokości 1 m, część nieuszczelnionego zawału na długości około 20 m (rys. 24.5a). Pojawiają się też strefy uplastycznienia w warstwach spągowych 5 m przed czołem ściany. Wraz z prowadzoną eksploatacją (rys. 24.5b) dochodzi do propagacji stref uplastycznienia i zniszczenia. Strefy uszkodzonych skał obejmują czoło ściany, warstwy stropowe nad czołem ściany i stropnicą obudowy oraz część zawałową. Zasięg strefy zniszczenia przed czołem ściany w warstwach stropowych jest nieco mniejszy niż w poprzednim przypadku. Po zatrzymaniu wybierania (rys. 24.5c) strefy uplastycznienia i zniszczenia obejmują warstwy stropowe na wysokości 15 m nad pokładem i 6 m przed czołem ściany, całą część zawałową i część warstw spągowych przed czołem ściany.

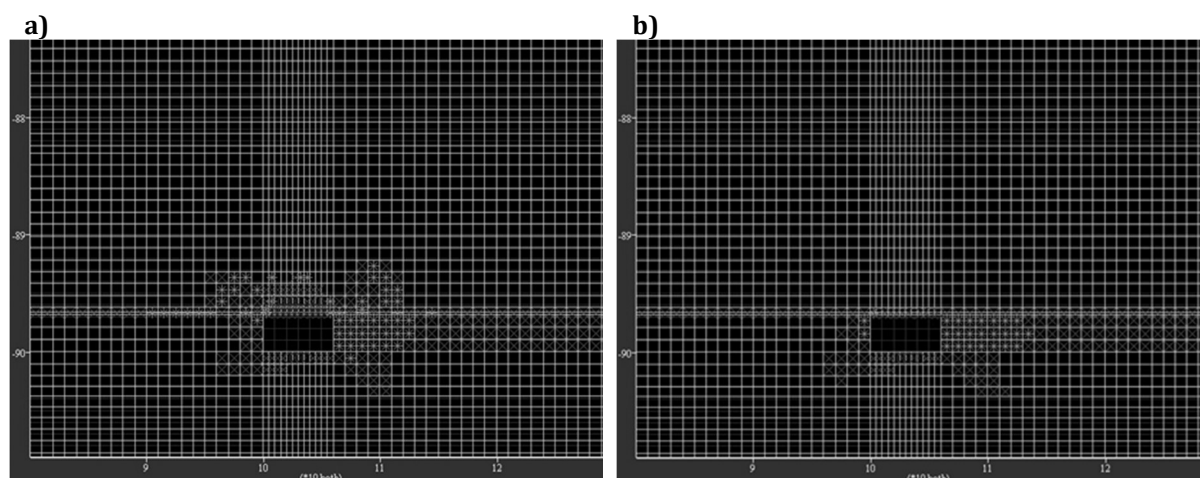
24.3 PODSUMOWANIE

Na podstawie przykładów wyrobisk ścianowych prowadzonych z zawałem warstw stropowych przeprowadzono uproszczone analizy numeryczne, za pomocą programu różnic skończonych FLAC2D (Itasca C.G.), badając wpływ własności skał stropowych i węgla na kształtowanie się oraz zasięg stref niszczenia skał przed i nad czołem ściany. Uproszczonemu modelowi numerycznemu przyporządkowano warunek Coulomba-Mohra. Model obejmował wycinek górotworu o wymiarach 300 m (L)×125 m.

Skałom płonnym i warstwom węgla przyporządkowano stałe materiałowe charakteryzujące ich własności wytrzymałościowe i odkształceniowe. Poddano analizie 3 modele: model I dla górotworu „zruszonego” – o własnościach takich, jakie miał w rzeczywistości, model II dla górotworu „ze wzmocnieniem pokładu”, w którym zwiększono wartości wytrzymałościowe węgla pokładu 403/1 i model III dla górotworu „ze wzmocnieniem warstw stropowych i pokładu”, w którym zwiększono wartości wytrzymałości węgla i warstw stropowych.

Podsumowując, na rysunkach 24.7a i 24.7b przedstawiono, zmieniając skalę w stosunku do rys. 24.4, 24.5 i 24.6 w celu lepszej wizualizacji stref zniszczenia, zasięgi stref zniszczenia dla wariantu – górotworu „zruszonego” (rys. 24.7a) i III – górotworu ze wzmocnionym stropem i pokładem (rys. 24.7b). Wzmocnienie stropu i samego pokładu poprzez zwiększenie wartości wytrzymałości oraz odpowiadającym im

własnościom odkształceniowym spowodowały zdecydowane zmniejszenie zasięgu stref uplastycznienia i zniszczenia.



Rys. 24.7 Porównanie wielkości stref uplastycznienia i zniszczenia dla górotworu zruszonego (a) i wzmocnionego (b)

Chociaż przeprowadzone symulacje mają charakter uproszczony i przede wszystkim jakościowy, to wyraźnie wskazują że poprawa własności wytrzymałościowych oraz odpowiadająca im zmiana własności odkształceniowych warstw stropowych i samego węgla pokładu 403/1 wpływa korzystnie na ograniczenie opadu warstw stropowych w czole ściany. Pożądane wydaje się uszczegółowienie rozwiązania w celu określenia optymalnej wysokości wzmocnienia warstw stropowych, zmiany/poprawy własności wytrzymałościowych, szczególnie stropu bezpośredniego i optymalizacja czasu pozostawienia nieosłoniętego stropu.

LITERATURA

1. M. Bukowska. „Wpływ prędkości odkształcenia na własności wytrzymałościowo-odkształceniowe skał karbońskich Górnośląskiego Zagłębia Węglowego,” Prace GIG, Symposium Nauk. Tech. Tąpania'94 pt.: Rozwiązania inżynierskie w problematyce tąpani, Katowice, 1994.
2. G.S. Esterhuizen, C.O. Karacan. „Development of Numerical Models to Investigate Permeability Changes and Gas Emission around Longwall Mining Panel.” Research report, NIOSH–National Institute for Occupational Safety and Health, Pittsburgh Research Laboratory, Pittsburgh, 2005.
3. C. González-Nicieza, A. Menéndez-Díaz, A.E. Álvarez-Vigil, M.I. Álvarez-Fernández. „Analysis of support by hydraulic props in a longwall working.” *International Journal of Coal Geology*, no. 74, pp. 67-92, 2007.
4. C.G. Itasca. „FLAC – Fast Lagrangian Analysis of Continua.” Manual, Minneapolis, 2006.
5. G. Jeromel. „Numerična simulacija rušnih procesov pri odkopavanju premoga.” Diplomsko delo, Ljubljana, 2004.
6. A. Kidybiński. *Podstawy geotechniki kopalnianej*. Katowice: Wydawnictwo Naukowe Śląsk, 1982.

7. M. Kwaśniewski. „Wpływ stanu naprężenia, temperatury i prędkości odkształcania na mechaniczne własności skał.” *Archiwum Górnictwa*, t. 31, z. 2, pp. 383-415, 1986.
8. M. Kwaśniewski, J.-A. Wang. „Modelowanie numeryczne i badanie zachowania się górotworu w sąsiedztwie wyrobiska ścianowego 1003 w pokładzie 352 w KWK Staszic” in *Przodki ścianowe o wysokiej koncentracji produkcji*. Praca zbiorowa, Ed. Katowice–Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 1994, pp. 117-175.
9. L. Li., M. Aubertin, R. Simon, B. Bussiere, T. Belem. „Modeling arching effects in narrow backfilled stopes with FLAC” in *FLAC and FLAC3D Numerical Modeling*. R. Brummer, P. Andreux, C. Detroumay, R. Hart, Ed. Rotterdam: Balkema, 2003, pp. 211-218.
10. J. Likar, E. Dervarič, M. Medved, J. Čadež, G. Jeromel. „Some methods of analyzing caving processes in sublevel coal mining.” *RMZ Materials and Geoenvironment*, vol. 53, no. 2, pp. 203-220, 2006.
11. J. Pinińska, A. Domonik, A. Dziedzic, A. Kłopotowska, D. Łukasiak, P. Łukaszewski. „Baza danych geomechanicznych właściwości skał.” Zakład Geomechaniki Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej, Wydział Geologii UW, Warszawa 2009.
12. S. Prusek. „Czynniki wpływające na powstanie obwałów skał w ścianach prowadzonych z zawałem warstw stropowych.” *Przegląd Górniczy*, nr 3, pp. 71-78, 2014.
13. M. Tajduś, M. Cała, K. Tajduś. *Geomechanika w budownictwie podziemnym. Projektowanie i budowa tuneli*. Kraków: Wydawnictwo AGH, 2012.
14. B.B. Thapa, T. Marcher, M.T. McRae, H.J. Sander. „Design of NATM Initial Support on the Caldecott 4th Bore,” ARMA 08-148 – the 42nd US Rock Mechanics Symposium and 2nd U.S. – Canada Rock Mechanics Symposium, San Francisco, 2008.
15. K. Tomiczek. „Modelowanie numeryczne i badanie wpływu prędkości eksploatacji na deformacje górotworu i powierzchni terenu.” Praca magisterska, Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice 1995.
16. K. Tomiczek. „Właściwości procesu odkształcania się i kruchego pęknięcia skał przy rozciąganiu.” Rozprawa doktorska, Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii, Gliwice, 2006.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 10.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2017

dr inż. Krzysztof Tomiczek

Politechnika Śląska,

Wydział Górnictwa i Geologii

Katedra Geomechaniki,

Budownictwa Podziemnego

i Zarządzania Ochroną Powierzchni

ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska

e-mail: krzysztof.tomiczek@polsl.pl

NUMERYCZNA ANALIZA WPLYWU WLASNOŚCI SKAŁ STROPOWYCH NA MOŻLIWOŚCI OGRANICZENIA ICH OPADU W WYROBISKU ŚCIANOWYM

Streszczenie: Jednym z podstawowych czynników wpływających na bezpieczeństwo i ciągłość procesu eksploatacji jest zapewnienie niezakłóconego wybierania pokładu poprzez utrzymanie stateczności skał występujących w stropie oraz w czole ściany przed stropnicami obudowy zmechanizowanej oraz zapobieganie niekontrolowanemu opadowi skał stropowych lub bloków węgla do przodka. Na podstawie przykładów eksploatacji trzech ścian S-2, S-3 i S4 w pokładzie 403/1, prowadzonych z zawałem warstw stropowych, przeprowadzono uproszczone analizy numeryczne używając programu różnic skończonych FLAC2D (Itasca C.G.). Badano wpływ własności skał stropowych i węgla na zasięg stref uplastycznienia oraz zniszczenia skał przed- i nad czołem ściany. Przeprowadzone analizy stanowiły negatywną weryfikację prowadzonych dotychczas działań powodujących osłabienie górotworu i wskazywały na konieczność podjęcia takich, które zmierzałyby do jego wzmocnienia.

Słowa kluczowe: ściana zawałowa, opad/obwał stropu, własności wytrzymałościowe i odkształceniowe węgla i skał.

NUMERICAL ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF ROOF ROCKS PROPERTIES ABILITY TO REDUCE ROOF FALL TO THE FREE WORKING FACE

Abstract: One of the primary factors affecting the safety and permanence of the process of longwall mining excavation is to ensure the stability of rocks occurring in the roof and in the working face in front of the roof bar of the powered roof support and the prevention of uncontrolled roof fall to the free working face. Based on the examples of the operation of three longwalls with roof caving: S-2, S-3 and S4 on 403/1 coal bed were conducted simplified numerical analysis using the finite difference program FLAC2D (Itasca CG). The influence of properties of roof rock and coal to propagation of areas plasticity and damage of rocks in front of and above the working face. The analyzes conducted negative verification of activities carried out so far causing the weakening of the rock and pointed need of such tending to strengthen it.

Key words: longwall with roof caving, roof fall, rock slide, strength and deformation properties of coal and rocks