12 Szkoła Aerologii Górniczej



# Modelowanie numeryczne przepływu mieszaniny powietrze – metan w rejonie ściany wydobywczej i zrobach zawałowych

dr inż. Jakub Janus

dr inż. hab. Jerzy Krawczyk

Instytut Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk ul. Reymonta 27, 30-059 Kraków





Model numeryczny obszaru ściany eksploatacyjnej z uwzględnieniem zrobów zawałowych

Krawyczk J. Prezentacja wybranych trójwymiarowych modeli numerycznych migracji metanu w rejonie ściany przydatnych do weryfikacji programu VentZroby. Prace IMG PAN, Tom 11, nr 1-4, 2009

#### Geometria modelu numerycznego

#### Parametry modelu numerycznego

Chodnik podścianowy: Chodnik ścianowy Chodnik nadścianowy: grubość eksploatowanego pokładu – 2,9 m wysokość – 3,8 m wysokość – 3,8 m szerokość – 5,5 m szerokość – 6,6 m szerokość – 5,5 m pole powierzchni – 20,9 m<sup>2</sup> pole powierzchni – 13,5 m<sup>2</sup> pole powierzchni – 20,9 m<sup>2</sup> długość – 47,0 m długość – 29,0 m długość – 88,0 m nachylenie – 8° część zlikwidowana chodnika zroby zawałowe chodnik podścianowy część zlikwidowana chodnika ściana 1 eksploatacyjna chodnik nadścianowy

Model geometryczny ściany eksploatacyjnej, przewietrzanej systemem na "U" od granic pola eksploatacyjnego i zrobów zawałowych

## 🖄 Geometria obszaru zrobów zawałowych

Wysokość obszaru zrobów zawałowych, ich przepuszczalność i porowatość zostały wyznaczone przy wykorzystaniu funkcji aproksymacyjnych przedstawionych w monografii W. Dziurzyński, Prognozowanie procesu przewietrzania kopalni głębinowej w warunkach pożaru podziemnego. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków (1998).



Rozkład wysokości zrobów – widok z perspektywy



#### Warunki brzegowe



Rozkład porowatości w zrobach zawałowych



Rozkład przepuszczalności w zrobach zawałowych



#### Siatka numeryczna

Na obszar chodnika podścianowego, eksploatacyjnego oraz nadścianowego nałożone siatkę o następujących parametrach:

- minimalny rozmiar siatki 7,0 cm ٠
- maksymalny rozmiar siatki 20,0 cm ٠
- współczynnik wzrostu siatki 1,2

Obszar zrobów, będący ośrodkiem porowatym, w którym występuje przepływ laminarnym, zdyskretyzowano siatka o parametrach:

- minimalny rozmiar siatki 50,0 cm
- maksymalny rozmiar siatki 200,0 cm
- współczynnik wzrostu siatki 1,2



Widok siatki przed i po konwersji przekrojów modelu numerycznego w obszarze zrobów zawałowych

٠

٠



#### Obliczenia numeryczne



ARES

Superkomputer zbudowany z serwerów obliczeniowych z procesorami firmy Intel (model Xeon Platinum), podzielonych na trzy grupy:

- 532 serwery wyposażone w 192 GB pamięci RAM,
- 256 serwerów, każdy posiadający 384 GB pamięci RAM,
- 9 serwerów, każdy posiadający 8 kart NVIDIA Tesla V100.

Sumaryczna, teoretyczna wydajność części CPU to ponad 3,5 PFlops, a części GPU to ponad 500 TFlops. Superkomputer posiada 37 824 rdzeni obliczeniowych oraz 147,7 TB pamięci RAM. Został też wyposażony w system chłodzenia cieczą.





Rozkład prędkości przepływu powietrza dla modelu o zmiennych parametrach porowatości oraz przepuszczalności w zrobach zawałowych

Rozkład prędkości przepływu powietrza dla modelu o stałych parametrach porowatości oraz przepuszczalności w zrobach zawałowych



K, M - zmienne K, M - stałe

≝ G





#### Geometria modelu numerycznego





Model geometryczny ściany eksploatacyjnej, przewietrzanej systemem na "U" od granic pola eksploatacyjnego i zrobów zawałowych



#### VentZroby



Idea modelu przepływu w zrobach i bocznicach sieci wentylacyjnej

# Geometria dwuwymiarowego modelu numerycznego



Dwuwymiarowy model geometryczny ściany eksploatacyjnej, przewietrzanej systemem na "U" od granic pola eksploatacyjnego i zrobów zawałowych

MG





Rozkład stężeń metanu w trójwymiarowym modelu numerycznym







Lokalizacja linii pomiarowych w zrobach zawałowych



Wybieg ściany [m]







Wektory kierunku przepływu w zrobach zawałowych trójwymiarowego modelu numerycznego

Wektory kierunku przepływu w zrobach zawałowych dwuwymiarowego modelu numerycznego



Zaprezentowano wyniki obliczeń przepływu powietrza przez zroby zawałowe. Zaprojektowany model numeryczny odwzorowuje kształt zrobów zgodny z literaturą oraz uwzględnia zmianę parametrów porowatości oraz przepuszczalności..

Dotychczasowe rezultaty pozwalają na ocenę, na ile zmienność własności zrobów zawałowych wpływa na obraz przepływu powietrza w tym obszarze.

Przedstawiono również wyniki obliczeń przepływu mieszaniny powietrze-metan przez rejon ściany wydobywczej oraz zroby zawałowe w modelu trójwymiarowym z dokładniejszym odwzorowaniem geometrii chodnika ścianowego oraz w modelu dwuwymiarowym.

Wstępne porównania wskazują na znaczną zgodność rozkładów stężeń metanu w przestrzeni zrobów zawałowych. Wielkość ta jest najbardziej istotna dla analiz w zakresie oceny bezpieczeństwa prac górniczych. Zaobserwowane różnice wynikają ze sposobów modelowania przepływu w porównywanych opisach. Na przykład w modelu dwuwymiarowym bocznice odpowiadające zrobom chodników ścianowych obrazują stan nie tylko w chodnikach ale też w przyległych fragmentach zrobów, co skutkuje wyższymi wartościami stężeń w tych okolicach.



# Dziękuję za uwagę