

## Wprowadzenie

Zagrożenie metanowe w kopalniach węgla kamiennego należy do najczęściej spotykanych. Powoduje zwykle bardzo groźne sytuacje i niebezpieczeństwo wybuchu metanu lub pyłu węglowego. Historia górnictwa węglowego dostarcza wielu przykładów katastrof górniczych, których przyczyną był metan wydzielający się niepostrzeżenie z górotworu do wyrobisk górniczych.

Głównym źródłem występowania metanu są pokłady węgla, gdyż jest on gazem autochtonicznym, związanym ściśle z procesami uwęglenia i powstawania złóż węgla. Stopień nasycenia pokładów węgla metanem zależy jednak od wielu czynników, przede wszystkim jednak od obecności lub braku nieprzepuszczalnych izolujących warstw skalnych w nadkładzie, niepozwalających lub pozwalających na odgazowanie się i swobodny odpływ metanu z pokładu węgla do skał otaczających. Stąd w górnictwie węgla spotykany jest bardzo zróżnicowany stopień nasycenia pokładów węgla: od niemietanowych pokładów węgla zawierających tylko śladowe jego ilości tam, gdzie brak jest nadkładu izolującego, do bardzo silnie metanowych pokładów występujących w otoczeniu nieprzepuszczalnych ilowców lub łupków ilastych.

Dla oceny zagrożenia metanowego niezbędne jest wykonywanie prognoz wydzielania metanu do wyrobisk górniczych, które jest realizowane w oparciu o:

- modele empiryczne,
- modele symulacyjne,
- modele prognozowania krótkoterminowego (pseudorzeczywiste),
- komputerowe systemy wspomagania kontroli zagrożenia metanowego (pracujące w czasie rzeczywistym i współpracujące z systemem monitoringu kopalni).

Wymienione metody i modele pozwalają na prognozowanie wydzielania metanu do wyrobisk górniczych, a także w niektórych przypadkach na określenie środków zwalczania tego zagrożenia lub projektowanie systemów odmetanowania. Programy komputerowe mogą być pomocne w poszukiwaniu najlepszych sposobów zwalczania zagrożenia metanowego i sposobów kontroli zagrożenia metanowego. Dlatego też do rozwiązywania złożonych problemów konieczne jest stworzenie takiego systemu oceny zagrożenia metanowego, który będzie dobrze funkcjonował w warunkach prowadzonej eksploatacji, kiedy współwystępują inne zagrożenia, takie jak pożarowe czy tąpniowe

Prognozowanie zagrożeń metanowych ma na celu możliwie dokładne określenie zagrożenia metanowego (metanowości bezwzględnej lub względnej) nowo budowanej kopalni, nowego poziomu lub nowego rejonu wentylacyjnego, wreszcie określenie zagrożenia me-

tanowego pojedynczego wyrobiska górniczego chodnikowego lub ścianowego. Wszystkie prognozy stanowią oczywiście tylko pewne przybliżenie faktycznego stanu metanowości, który ukształtuje się po podjęciu robót górniczych.

Prognozy metanowości rejonów ścian mają duże znaczenie dla bezpiecznego prowadzenia eksploatacji w warunkach zagrożenia metanowego. Stanowią one podstawę do zaprojektowania odpowiedniej ilości powietrza w rejonach ścianowych, a w niektórych przypadkach również do zaprojektowania układu wentylacji rejonu, do określenia właściwej profilaktyki przeciwmetanowej poprzez dobór i rozmieszczenie pomocniczych urządzeń wentylacyjnych, a także rozmieszczenie czujników metanometrycznych. Jeżeli prognozowana metanowość jest na tyle duża, że nie można uzyskać bezpiecznych warunków eksploatacji, stosując jedynie środki wentylacyjne, prognoza służy także do zaprojektowania systemu odmetanowania.

Mając na uwadze skomplikowany charakter wypływu metanu do ścian, jak również trudności z uwzględnieniem wszystkich czynników wpływających na ten proces, postanowiono wykorzystać do procesu prognozowania, zarówno wydzielania metanu, jak i zmian temperatury powietrza i wilgotności, sieci neuronowe.

Proces wydzielania metanu do wyrobisk kopalnianych jest złożoną funkcją nieliniową. Związki wynikające z równań nieliniowych są skomplikowane i, jak dotąd, nie istnieją ogólne metody rozwiązywania analitycznego. W takich przypadkach można stosować ich przybliżone modele matematyczne, podlegające adaptacji w trakcie uczenia. W sieciach neuronowych problem identyfikacji obiektu sprowadza się zatem do zbudowania jego modelu i określenia parametrów tego modelu w taki sposób, aby odpowiedzi obiektu i modelu na to samo wymuszenie były równe z określoną tolerancją.

Najważniejszą cechą sieci neuronowych w metodzie określania ilości metanu wydzielanego do eksploatowanej ściany jest zdolność do generalizacji wiedzy na nowe przypadki. Na tej podstawie można określać wpływ różnych czynników dla zadanych warunków prowadzenia eksploatacji. Metodę tę można stosować na etapie projektowania eksploatacji, jak i również do bieżącej analizy zagrożenia metanowego. Równie ważną cechą jest wykorzystanie wyników z wcześniej eksploatowanych ścian. Zgromadzenie odpowiedniej ilości wyników dla danych warunków partii, pokładu, kopalni, obszarów kopalń pozwala na rozpoznawanie skali zagrożenia metanowego. Zwiększenie dokładności określania ilości wydzielanego metanu wpłynie na bezpieczeństwo i płynność prowadzonej eksploatacji.

Podstawowym celem monografii jest przedstawienie zagrożenia metanowego w rejonie ściany eksploatacyjnej oraz zagrożenia temperaturowego wynikającego z dużej głębokości eksploatacji. Cel monografii został osiągnięty przez opracowanie metody prognozowania wydzielania metanu do środowiska ściany opartej o sieci neuronowe. Niezależnie od tej metody przedstawiono analityczną metodę oceny stanu zagrożenia metanowego w zrobach ścian zawałowych. Wdrożenie wyników badań w kopalniach przyczyni się do ograniczenia zagrożenia metanowego i temperaturowego w wyrobiskach ścianowych prowadzonych z zawałem stropu.

W pierwszym rozdziale pracy dokonano wprowadzenia do zagrożenia metanowego występującego w kopalniach węgla kamiennego. Drugi rozdział dotyczy metod prognozowania zagrożenia metanowego w wyrobiskach ścianowych. W tym rozdziale przedstawiono nową metodę prognozowania wydzielania metanu opartą o sztuczne sieci neuronowe.

Na uwagę zasługuje rozdział trzeci, w którym dokonano oceny stosowanych systemów przewietrzania wyrobisk ścianowych. Na podstawie badań sformułowano kryteria doboru systemu przewietrzania ścian i wybrano najbardziej charakterystyczne systemy stosowane powszechnie w polskich kopalniach węgla. Z przeprowadzonej analizy wynika, że aktualnie stosowane systemy przewietrzania ścian, z którymi należy wiązać rozwój metod zwalczania zagrożeń wentylacyjnych to U od granic pola eksploatacyjnego, Y z doświeżaniem chodnikiem nadścianowym i Y z rozprowadzaniem powietrza zużytego w dwóch kierunkach.

W czwartym rozdziale przedstawiono stan zagrożenia metanowego w zrobach ścian zawałowych oraz model matematyczny opisujący rozkład stężenia metanu wraz z weryfikacją tego modelu w oparciu o prowadzone pomiary. Dla przyjętej metodyki rozwiązania równań opisujących przepływ powietrza w zrobach i rozkład stężenia metanu opracowano program komputerowy umożliwiający prowadzenie obliczeń. W rozdziale tym przedstawiono model matematyczny transportu metanu w przestrzeni zrobów przy założeniu, że znany jest rozkład gęstości jego strumienia na brzegach przylegających do masywu skalnego. Dla rozwiązania równań opisujących transport metanu w zrobach zaproponowano odpowiednią procedurę numeryczną opartą na metodzie różnic skończonych, która prowadzi do wyznaczenia poszukiwanych pól w postaci dyskretnej.

W piątym rozdziale przedstawiono charakter wydzielania metanu do środowiska ściany eksploatacyjnej w zależności od postępu frontu ściany. Natomiast w rozdziale szóstym zamieszczono sposób wyznaczenia współczynnika charakteryzującego szybkość oddawania metanu przez węgiel z ociosu i intensywność wydzielania metanu z odsłoniętej powierzchni.

W rozdziałach od siódmego do dziesiątego przedstawiono ocenę zagrożenia temperaturowego występującego w wyrobiskach ścianowych. Węgiel kamienny pozyskiwany jest z coraz głębiej zalegających pokładów, a dynamiczny rozwój techniki pozwala na bezpieczną ich eksploatację. Wzrost głębokości ma szczególne znaczenie w przypadku zmian parametrów geotermicznych złóż, co ma bezpośredni wpływ na warunki mikroklimatu środowiska panujące w wyrobiskach podziemnych. Przepływ powietrza przez zrob jest jednym z istotnych źródeł ciepła i wilgoci w wyrobisku ścianowym. Lokalizacja oraz wielkość źródeł ciepła i wilgoci uzależniona jest między innymi od sposobu przewietrzania oraz przepuszczalności zrobów zawałowych. Dopływający strumień ciepła związany jest między innymi z wielkością ucieczek powietrza przez strefę zawału.

Zamieszczony w rozdziale dziewiątym opis metody budowania modelu sztucznej sieci neuronowej wykorzystywanej do prognozowania temperatur i wilgotności powietrza w wyrobiskach eksploatacyjnych przewietrzanych systemem na Y i U pozwala na tworzenie podobnych modeli dla pozostałych systemów przewietrzania wyrobisk eksploatacyjnych. Możliwe jest również zastosowanie tegoż modelu dla innych warunków górniczo-geologicznych, bowiem w opisywanym przypadku wielkości takie jak temperatura pierwotna górotworu, długość wyrobiska eksploatacyjnego oraz moce maszyn i urządzeń, są wielkościami stałymi.