

## **„Metodyka oceny atrakcyjności złoża i kwantyfikacja ryzyka w procesie eksploatacji”**

Górnictwo należy do sektorów gospodarki o wysokim poziomie ryzyka wynikającym z występowania zagrożeń naturalnych. Warunki wydobywania węgla w Polsce również pogarszają się: wyczerpywane są łatwiej dostępne zasoby w czynnych kopalniach, rośnie głębokość eksploatacji, co przekłada się na wzrost wartości temperatury w wyrobiskach, wydłużają się drogi transportu załogi i materiałów, skróceniu ulega efektywny czas pracy oraz rośnie skala zagrożeń naturalnych i zawartość skały płonnej w głębiej leżących pokładach węgla.

Postępująca cyfryzacja życia gospodarczego (tzw. czwarta rewolucja przemysłowa) stwarza nowe możliwości wykorzystania dużych zbiorów danych gromadzonych na różnych etapach rozpoznania i zagospodarowania złoża. Dane te, zagregowane w cyfrowym modelu złoża, mogą być wykorzystane do oceny jego atrakcyjności. Przez atrakcyjność złoża węgla kamiennego rozumie się ocenę na podstawie czynników geologicznych, ekonomicznych i technicznych (górnictwowych), która wpływa na opłacalność i możliwość wydobywania węgla oraz pozwala na porównywanie poszczególnych partii oraz złóż.

Tak zdefiniowany problem skłania do stworzenia metodyki oceny atrakcyjności, możliwej do zastosowania na każdym etapie projektu inwestycyjnego. Dane pochodzące z trójwymiarowego modelu cyfrowego złoża stanowią swoisty rezerwuar informacji, które mogą być na bieżąco aktualizowane wraz z postępem robót poszukiwawczo-górnictwowych (m.in. nowe informacje o strukturze i jakości złoża). Opracowanie metodyki oceny wpływu naturalnych i technicznych czynników ryzyka może mieć uniwersalny charakter oraz prowadzić do stworzenia praktycznych rozwiązań, np. jako asumpt do korekty stopy dyskontowej projektu inwestycyjnego. Zaproponowana metodyka ma zastosowanie w złożach w których ryzyko jest możliwe do oszacowania, czyli w złożach już zagospodarowanych, o znanym układzie głównych uskoków oraz stwierdzonych i skwantyfikowanych warunkach geologiczno-górnictwowych (jak np. stopnie i kategorie zagrożeń naturalnych).

**W pracy postawiono następującą tezę badawczą:**

**„Istnieje możliwość wykorzystania informacji o zmienności warunków geologicznych i górnictwowych zawartych w cyfrowym modelu złoża do oceny jego atrakcyjności i oszacowania ryzyka w procesie eksploatacji”.**

Opracowana w rozprawie metodyka oceny atrakcyjności złoża i poziomu ryzyka podziemnej eksploatacji złóż węgla kamiennego uwzględnia wpływ najistotniejszych czynników ryzyka, wynikających z warunków geologicznych i górnictwowych. W procesie badawczym zastosowano jedną z technik wielokryterialnej analizy decyzji MCDA (Multiple Criteria Decision Analysis, wykorzystującą rozmytą analizę procesu hierarchicznego FAHP (Fuzzy Analytic Hierarchy Process)). Postawiono hipotezę, iż zmienność określonych czynników geologicznych i górnictwowych, wpływających na proces wydobywczy, bezpieczeństwo i efektywność eksploatacji, może zostać

przedstawiona jako wskaźnik ryzyka w ocenie atrakcyjności oraz oszacowaniu ryzyka ujętego w stopie dyskontowej. Skwantyfikowanie tego wpływu może stanowić argument dla skorygowania ogólnego ryzyka projektu. W tym celu został opracowany następujący schemat procesu badawczego:

1. opracowanie cyfrowego modelu geologicznego złoża (i harmonogramu eksploatacji) z jego rozbudową o wybrane czynniki ryzyka powiązane z warunkami geologicznymi i górnictwem;
2. określenie i selekcja czynników, które uznano za istotne dla kwantyfikacji wskaźnika atrakcyjności złoża i ryzyka (jako jego odwrotności) za pomocą analizy statystycznej wykorzystującej regresję segmentową;
3. opracowanie wskaźnika ryzyka eksploatacji RF z użyciem rozmytego analitycznego procesu hierarchicznego FAHP;
4. wyznaczenie wartości wskaźnika RF dla poszczególnych partii w testowym złożu węgla kamiennego oraz niezależnie dla wybranych złóż węgla kamiennego;
5. implementacja wartości wskaźnika ryzyka RF dla potrzeb korekty stopy dyskontowej, która może być użyta do wyceny wartości określonej partii (parceli) górniczej lub całego złoża.

Weryfikacja zaproponowanej metodyki obejmowała ocenę efektywności ekonomicznej w metodzie NPV wytypowanych dwóch złóż węgla kamiennego, opracowano modele ekonomiczne bazujące na kalkulacji wolnych przepływów pieniężnych dla właścicieli kapitału własnego i wierzycieli (FCFF, Free Cash Flow to Firm). Oszacowano harmonogram produkcji węgla handlowego (na bazie danych pochodzących z cyfrowego modelu złoża), przychody ze sprzedaży (na podstawie referencyjnej ceny węgla oraz zmiennych w czasie parametrów jakościowych urobku), wielkość nakładów inwestycyjnych, koszty operacyjne oraz pozostałe aspekty techniczne i finansowe. Następnie przeprowadzono ocenę efektywności ekonomicznej przy pomocy metody zdyskontowanych przepływów pieniężnych (w dwóch wariantach: ze (i) stałą oraz (ii) zmienną w czasie stopą dyskontową) dla dwóch, zaproponowanych według wielkości wskaźnika RF, kopalń.