

Cyfrowy model geologiczny złoża jako narzędzie wspomaganie decyzji w działalności kopalni węgla kamiennego

Streszczenie

Podjęcie decyzji w przemyśle wydobywczym wymaga rozwiązywania złożonych, multidyscyplinarnych problemów obejmujących aspekty geologiczno-techniczne, ekonomiczne, środowiskowe, prawne, społeczne i polityczne. Pod uwagę muszą zostać wzięte rozmaite cele, wymagania poszczególnych interesariuszy oraz ryzyko związane z samą inwestycją jak również z jej otoczeniem. Działania podejmowane w fazie przedinwestycyjnej nie wymagają wielkich nakładów finansowych, natomiast błędy i zaniedbania popełnione w tym czasie, jak również brak kompleksowego podejścia do planowania inwestycji mogą skutkować licznymi nieefektywnościami w kolejnych etapach procesu inwestycyjnego. Czynniki te powodują, że zapotrzebowanie na narzędzia wspomagające decyzję w przemyśle wydobywczym jest bardzo duże.

Nadrzędnym celem niniejszej rozprawy było opracowanie ustrukturalizowanej metodyki, prowadzącej do wskazania najlepszego wariantu zagospodarowania i eksploatacji złoża węgla kamiennego z wykorzystaniem możliwie rozległej wiedzy na temat jego budowy geologicznej, jakości kopaliny i szeroko rozumianych skutków jakie spowoduje przyszła eksploatacja. Stopień złożoności tej problematyki wymagał sformułowania kompleksowego, metodycznego podejścia badawczego. Posłużyła temu wielokryterialna metoda wspomaganie decyzji wraz z wariantowymi symulacjami eksploatacji przygotowanymi na podstawie cyfrowego modelu geologicznego złoża.

Dokonano przeglądu literatury w celu zbadania stanu wiedzy w zakresie metod modelowania złóż pokładowych, wykorzystania cyfrowych modeli geologicznych w planowaniu górnictwie oraz zastosowania wielokryterialnych metod wspomaganie decyzji w górnictwie. Wykazano, że jednym ze sposobów poprawy gospodarki złożem jest zastosowanie metod modelowania komputerowego do opisu struktury i jakości złóż oraz do symulacji procesów technologicznych związanych z ich eksploatacją. Badania literaturowe wskazują, że uporządkowane i systematyczne podejście proponowane przez metodę AHP/ANP (*Analytic Hierarchy Process/ Analytic Network Process*) pozwala rozwiązywać złożone problemy decyzyjne w wielu dziedzinach badań, także w górnictwie.

Powyższe spostrzeżenia skłoniły autora do zaproponowania własnej metodyki wyboru najlepszego sposobu zagospodarowania złoża węgla kamiennego łączącej metody wielokryterialne rozwiązywania problemów decyzyjnych z wykorzystaniem wariantowych symulacji eksploatacji, przygotowanych na podstawie cyfrowego modelu geologicznego złoża. Metodyka procesu badawczego związanego z wyborem sposobu zagospodarowania złoża obejmuje cztery kluczowe etapy:

- Etap I: Charakterystyka problemu decyzyjnego.
- Etap II: Konstrukcja wariantów zagospodarowania złoża.
- Etap III: Wybór kryteriów oceny.

- Etap IV: Budowa modeli hierarchicznych AHP BOCR oraz ocena i ranking wariantów przy pomocy analizy SWOT.

Weryfikacja zaproponowanej metodyki obejmowała analizę możliwości zagospodarowania perspektywicznego złoża węgla kamiennego położonego w sąsiedztwie istniejącej kopalni. Opracowano cyfrowy model wielopokładowego złoża węgla kamiennego. Skonstruowano siedem wariantów zagospodarowania złoża na podstawie przyjętych kryteriów środowiskowych oraz geologiczno-technicznych. Określono spójną rodzinę kryteriów oceny analizowanych wariantów zagospodarowania złoża. Zgodnie z przyjętą metodą opracowano cztery modele hierarchiczne korzyści (B), szans (O), kosztów (C) oraz ryzyk (R). Dla ustalenia pozycji oraz rozpoznania typów strategii rozwojowych analizowanych wariantów eksploatacji zastosowano punktową analizę SWOT, w której czynniki odpowiednio odpowiadają skwantyfikowanym czynnikom analizy BOCR. Rezultatem przeprowadzonych badań był ranking analizowanych wariantów zagospodarowania złoża ze wskazaniem najbardziej atrakcyjnych.

Digital geological model of a deposit as a decision support tool in the operation of a hard coal mine

Abstract

Decision-making in the mining industry requires solving complex, multidisciplinary problems covering geological, technical, economic, environmental, legal, social and political aspects. Various objectives, requirements of individual stakeholders and the risk related to the investment itself as well as its environment must be taken into account. The activities undertaken in the pre-investment phase do not require large financial investments, while the errors and omissions made at that time, as well as the lack of a comprehensive approach to investment planning may result in numerous inefficiencies in the subsequent stages of the investment process. Due to these factors, the demand for decision support tools in the mining industry is very high.

The principal objective of the presented thesis was to develop a structured methodology, leading to the indication of the best scenario for the development of a hard coal deposit using the detailed knowledge of its geological structure, quality and broadly understood effects that will be caused by future mining. The complexity of this issue required the formulation of a comprehensive, methodical research approach. This was achieved by a multi-criteria decision support method along with mining scenario simulations prepared on the basis of a digital geological model of the deposit.

A literature review was carried out in order to explore the knowledge in the areas of methods of modeling stratified deposits, the use of digital geological models in mine planning and the use of multi-criteria decision support methods in mining. The findings indicate that one of the methods of improving deposit management is the use of computer modeling methods to describe the structure and quality of deposits and to simulate the technological processes related to their extraction. Literature studies show that the structured and systematic approach proposed by the AHP/ANP (Analytic Hierarchy Process/Analytic Network Process) method allows to solve complex decision problems in many areas of research, including mining.

Based on this observations, a methodology for selecting optimal scenario of hard coal deposit development was proposed. It combines Multiple-criteria decision-making methods with the use of mining scenarios simulations, based on the digital geological model of the deposit. The methodology includes four key stages:

- Stage I: Decision problem definition.
- Stage II: Construction of deposit development scenarios.
- Stage III: Coherent family of criteria identification.
- Stage IV: Development of hierarchical AHP BOCR model, assessment and ranking of variants using SWOT analysis.

The proposed methodology was verified by analyzing the possibilities of a development of hard coal deposit located in the vicinity of the existing mine. A digital model of a multiple seam hard coal deposit was developed. Seven scenarios for the development of the deposit were constructed on the basis of the adopted environmental, geological and technical criteria. A coherent family of criteria for assessing the deposit development scenarios was identified. Four hierarchical models of benefits (B), opportunities (O), costs (C) and risks (R) were developed. A point SWOT analysis was used in order to establish the position and identify the types of development strategies of the scenarios. Factors of the SWOT analysis correspond to the quantified factors of the BOCR model. The result of the research was a ranking of the analyzed deposit development options, indicating the most attractive ones.