

Tadeusz GODULA

Katowickie Przedsiębiorstwo Geologiczne
Katowice

BADANIE WARUNKÓW GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH
ZŁÓŻ WĘGLA KAMIENNEGO
NA ETAPACH ICH GEOLOGICZNEGO ROZPOZNAWANIA

Streszczenie. W artykule przedstawiono metodę rozpoznawania warunków geologiczno-inżynierskich złóż węgla kamiennego, która różni się od dotychczasowych metod zakresem badań i sposobem interpretacji wyników. Metoda ta opiera się na badaniach i obserwacjach przeprowadzanych na rdzeniach wiertniczych oraz na pomiarach zmian średnicy otworu. Autor omawia główne czynniki, które decydują o własnościach geologiczno-inżynierskich masywu, wydziela czynniki o dużej zmienności oraz bardziej stałe, podaje metody badań pozwalające na rozpoznanie poszczególnych czynników oraz na wszechstronną ocenę sposobu ich oddziaływania na własności geologiczno-inżynierskie masywu. Określa zakresy badań, które różnicuje w zależności od zmienności badanych czynników, wielkości obszaru oraz od etapu rozpoznawania złoża. W artykule omówiono również sposób zestawienia i interpretacji wyników, który pozwala na podział masywu karbońskiego na serie i rejony o zbliżonych własnościach geologiczno-inżynierskich oraz umożliwia przedstawienie budowy geologiczno-inżynierskiej masywu w formie profili, przekrojów i map. Takie rozwiązania pozwalają na prognozowanie warunków geologiczno-inżynierskich złóż oraz na ekonomiczne projektowanie wyrobisk i bardziej bezpieczne prowadzenie robót górniczych.

1. WPROWADZENIE

Właściwe rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich jest jednym z podstawowych elementów umożliwiających prawidłowe zagospodarowanie złoża, a także bardziej bezpieczne prowadzenie robót górniczych. Ma ono szczególne znaczenie w przypadku złóż węgla kamiennego Górnos Śląskiego Zagłębia Węglowego, gdzie nowe kopalnie są aktualnie budowane w coraz trudniejszych i mało znanych warunkach geologiczno-inżynierskich, wynikających głównie ze wzrostu głębokości zalegania złoża.

Niezależnie od powyższego coraz bardziej zmechanizowane technologie górnicze potrzebują dokładniejszej oceny oraz prognozowania warunków geologiczno-inżynierskich, co wymaga rozwijania bardziej dokładnych metod ich rozpoznawania.

Początkowo sposób badań opierał się wyłącznie na obserwacjach i pomiarach dołowych w czynnych kopalniach. Potrzeba znajomości niektórych cech geotechnicznych skał na etapach projektowania i budowy kopalń lub nowych poziomów wydobywczych zdecydowała o wprowadzeniu badań geologiczno-inżynierskich także na etapy geologicznego rozpoznawania złóż głębokimi otworami badawczymi. Dotychczasowe metody badań otworowych oparte są głównie na fragmentarycznym rozpoznawaniu niektórych własności masywu (przede wszystkim cech mechanicznych skał) i nie podają sposobu ich przestrzennej interpretacji.

Przedstawiona w niniejszym artykule metoda różni się od dotychczasowych zakresem badań i sposobem interpretacji wyników. Opiera się na stwierdzeniu, że własności geologiczno-inżynierskie masywu są funkcją zespołu czynników związanych z jego cechami przyrodniczymi. Na tej podstawie autor proponuje kompleksową metodę badań, która obejmuje rozpoznaniem wszystkie główne elementy budowy geologicznej masywu decydujące o jego własnościach i warunkach geologiczno-inżynierskich eksploatacji złoża. Metoda ta stwarza także szersze możliwości interpretacji przestrzennej wyników badań.

2. CZYNNIKI DECYDUJĄCE O WARUNKACH GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKICH

Na podstawie szerokiego zakresu wykonanych badań oraz obserwacji zebranych przez autora można stwierdzić, że własności geologiczno-inżynierskie masywu są wynikiem oddziaływania szeregu czynników związanych z jego cechami przyrodniczymi, z których do najważniejszych należą:

- 1) budowa litologiczna masywu,
- 2) własności mechaniczne skał,
- 3) warunki hydrogeologiczne,
- 4) naprężenia własne masywu,
- 5) zjawiska tektoniczne.

W przypadku warstw karbońskich masyw skalny posiada bardzo złożoną budowę litologiczną oraz cechuje się dużym zróżnicowaniem własności mechanicznych budujących go skał. Zalegające w nim złożo węgla kamiennego jest wielopokładowe, a duża różnorodność stopnia rozwoju poszczególnych cyklotemów węglowych zmienia jego podzielność warstwową i różnicuje profil masywu pod względem ilościowego udziału poszczególnych skał. Ponadto bogata makrotektonika Górnośląskiego Zagłębia Węglowego spowodowała powstanie licznych stref i rejonów silnego osłabienia skał spękaniami. Wpływa to na dużą zmienność warunków eksploatacji złoża i komplikuje ocenę geologiczno-inżynierską warstw karbońskich. Złożoność ta wymaga stosowania kompleksowej metody rozpoznawania własności geologiczno-inżynierskich masywu karbońskiego [3].

3. METODA I ZAKRES BADAŃ

Kompleksowa metoda badań geologiczno-inżynierskich obejmuje oddzielne rozpoznanie każdego z podstawowych czynników wpływających na warunki geologiczno-inżynierskie złoża, łączenie uzyskanych wyników we wspólną całość oraz wyszukanie prawidłowości pośród badanych zjawisk w rozpoznawanym masywie.

W miarę dokładną ocenę własności geologiczno-inżynierskich masywu można uzyskać, gdy badaniami obejmuje się cały profil litologiczny masywu oraz rozpozna się jego zmienność. Możliwość takich badań stwarzają głębokie otwory wiercone z powierzchni pod warunkiem wysokiego procentowego uzysku rdzenia (w granicach 90 do 100%). Pozwalają one na przeprowadzenie szerokiego zakresu badań geologiczno-inżynierskich, które można podzielić na: badania makroskopowe, laboratoryjne oraz in situ.

Badania makroskopowe polegają na: określaniu rodzaju skał, ich struktury i tekstury, stopnia zwięzłości, procentu uzysku rdzenia oraz na wydzieleniu warstw o zbliżonej budowie petrograficznej i określaniu wskaźnika zmienności litologicznej masywu. Ponadto obejmują one identyfikację spękań tektonicznych, określanie gęstości spękań i pomiary orientacji przestrzennej ich płaszczyzn [7], [9], oznaczanie wskaźnika wytrzymałości skał metodą obciążeń punktowych przy użyciu przenośnej praski hydraulicznej [1], [2] oraz określanie niektórych cech geotechnicznych skał, jak urabialność czy skłonność do tępań [6]. Wyniki tych badań dają ogólny pogląd na budowę masywu i pozwalają na jego wstępną ocenę. Ponadto umożliwiają pobranie próbek skał, reprezentatywnych dla przebadanego profilu (z uwzględnieniem już zaobserwowanych zmian) do bardziej szczegółowych badań metodami laboratoryjnymi.

Badania laboratoryjne polegają na oznaczaniu własności fizycznych, wytrzymałościowych i odkształceniowych skał [4], [5], [8] oraz na określaniu składu mineralnego, budowy petrograficznej, stanu diagenety i mikrospękań skał. Pozwalają one na bardziej szczegółową charakterystykę budowy petrograficznej i własności mechanicznych skał oraz na określenie związków zachodzących pomiędzy budową petrograficzną, warunkami wodnymi i stanem naprężeń w masywie a własnościami mechanicznymi skał.

Badania in situ polegają na pomiarach zmian pierwotnej średnicy otworu. Przeprowadzenie takich badań umożliwiają metody pośrednie, polegające na notowaniu miejsc przychwytywania przewodu wiertniczego i profilowaniu średnicy otworu kawernomierzem. Badania te pozwalają na wydzielenie stref słabych w masywie, a ich porównanie z wynikami pozostałych badań makroskopowych i laboratoryjnych umożliwia określenie czynnika osłabiającego [3].

Własności geologiczno-inżynierskie masywu karbońskiego należy zaliczyć do bardzo zmiennych. Duża zmienność litologiczna oraz bardzo skomplikowana tektonika Górnośląskiego Zagłębia Węglowego powoduje, że poprawne rozpoznanie własności geologiczno-inżynierskich masywu karbońskie-

go wymaga wykorzystywania wszystkich otworów wiertniczych, które są wykonywane dla określenia zasobów złoża. W tym celu badania te powinny być prowadzone etapowo, równoległe z wszystkimi stadiami rozpoznawania złoża, a także kontynuowane podczas udostępniania złoża i przygotowywania jego partii do eksploatacji.

Zakres badań geologiczno-inżynierskich wynika ze zmienności badanych czynników w rozpoznawanym masywie oraz z etapu prowadzonych prac geologicznych.

Pośród serii karbońskiej największe zróżnicowanie obserwuje się w zmienności litologicznej warstw i podzielności warstwowej masywu. Dużą zmiennością charakteryzują się także gęstość spękań i rozmieszczenie stref słabych w masywie. Do bardziej stałych elementów budowy masywu karbońskiego można natomiast zaliczyć własności mechaniczne skał oraz kierunki zapadania i kąty upadu płaszczyzn spękań.

W celu uzyskania zbliżonych dokładności wyników niezbędne jest, aby częstotliwość badania poszczególnych czynników była dostosowana do ich zmienności. Wymaga to podzielenia zakresu badań na podstawowy, wykonywany we wszystkich otworach i poszerzony, wykonywany w specjalnie wybranych otworach. Badania podstawowe muszą obejmować wszystkie czynniki o dużej zmienności, natomiast badania poszerzone tylko niektóre, bardziej stałe elementy budowy masywu. Proporcje ilościowe pomiędzy otworami z badaniami podstawowymi i poszerzonymi należy dobierać w zależności od złożoności budowy geologicznej masywu, etapu prowadzonych prac geologicznych i potrzeby wynikającej z bieżącej analizy uzyskiwanych wyników badań.

W fazie wstępnego rozpoznawania złoża zakres ten powinien umożliwiać poprawne zaprojektowanie dalszych prac, natomiast w fazie szczegółowego rozpoznania badania powinny umożliwiać wstępną prognozę warunków geologiczno-inżynierskich złoża.

W przypadku masywu karbońskiego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego właściwe rozpoznanie warunków geologiczno-inżynierskich dla etapu wstępnego zapewnia stosunek otworów z badaniami podstawowymi do otworów z badaniami poszerzonymi 2:1, a dla etapu szczegółowego rozpoznania 4:1, a nawet 5:1.

Badania podstawowe opierają się na prostych i szybkich metodach polowych i powinny obejmować:

- makroskopowe badania rdzeni z uwzględnieniem opisu budowy petrograficznej skał i wielkości uzysku rdzenia,
- wydzielenie warstw o zbliżonych własnościach mechanicznych,
- identyfikację spękań tektonicznych i wydzielenie stref o różnej gęstości spękań.

Natomiast poszerzony zakres badań opiera się na dokładniejszych i bardziej pracochłonnych metodach. Badania te poszerzają zakres podstawowy o dodatkowe oznaczenia, jak:

- wskaźnik wytrzymałości i cechy geotechniczne skał,
- własności fizyczne i mechaniczne skał,
- skład mineralny, budowa petrograficzna, mikrospękania i stan diagenety skał,
- kierunki zapadania i kąty upadu płaszczyzn spękań,
- pomiary sposobu zachowywania się ścian otworu polegające na notowaniu miejsc przychwytywania przewodu wiertniczego i profilowaniu średnicy otworu kawernomierzem.

4. ZESTAWIANIE I INTERPRETACJA WYNIKÓW

Wyniki badań podstawowych służą do wydzielenia w profilu otworu geologicznego stref o różnej intensywności spękania skał oraz do określania wskaźnika zmienności litologicznej masywu. Natomiast wyniki badań poszerzonych pozwalają na opracowanie profilu geologiczno-inżynierskiego otworu, diagramu konturowego spękań [4] oraz na sklasyfikowanie skał pod względem górniczym [6].

Na profilach geologiczno-inżynierskich należy dla warstw litologicznych podawać średnią wartość wskaźnika wytrzymałości skał. Uzysk rdzenia przedstawiać w formie wykresu procentowych wielkości jego strat, a intensywność spękania masywu w formie wykresów gęstości spękań z podziałem na spękania uwarstwienia, spękania nachylone (kompresyjne) oraz spękania strome (tensyjne). Strefy słabe w masywie należy wyznaczać na podstawie wyników pomiaru sposobu zachowywania się ścian otworu. Przy wydzieleniu tych stref konieczne jest uwzględnienie głównych wyników wpływających na zmiannę pierwotnej średnicy otworu jak: technologia wiercenia, głębokość otworu, a przede wszystkim czasokres odsłonięcia ścian i związaną z tym ich erozję. Z powyższych względów profil ten powinien zawierać wykres procentowych zmian średnicy otworu w stosunku do jego średnicy pierwotnej.

Przykład właściwie wykonanego profilu geologiczno-inżynierskiego otworu przedstawia rys. 1.

Opracowane w ten sposób profile otworów pozwalają na wydzielenie w obrębie rozpatrywanego masywu serii skalnych o zbliżonej zmienności warstw litologicznych i własnościach mechanicznych skał oraz na powiązanie wyników badań z budową geologiczną masywu. Daje to możliwość przedstawienia elementów budowy geologiczno-inżynierskiej masywu na przekrojach i napach.

Z kolei opracowane diagramy konturowe spękań w powiązaniu z rozkładem gęstości spękań w masywie i makrotektoniką rejonu umożliwiają sporządzenie mapy kierunków i gęstości spękań [3].

Zestawione i zinterpretowane w ten sposób wyniki badań stanowią podstawę do wydzielenia w obrębie rozpatrywanego masywu serii i rejonów o zbliżonych warunkach geologiczno-inżynierskich. Podział taki umożliwia prognozowanie warunków geologiczno-inżynierskich, co pozwala na prawidłowe zaprojektowanie wyrobisk i bardziej bezpieczne prowadzenie robót górniczych.

5. UWAGI KOŃCOWE

1. Przedstawiona metoda badań i interpretacji wyników opiera się głównie na obserwacjach i analizie zjawisk geologicznych na rdzeniach wiertniczych oraz na pomiarach i analizie sposobu zachowywania się ścian otworu. Metoda ta nie wymaga wykonywania specjalnych otworów badawczych, lecz jedynie pełniejszego przebadania rdzeni wiertniczych i szerszego wykorzystania pomiarów średnicy otworu kawernomierzem.

2. Metoda kompleksowego rozpoznawania własności geologiczno-inżynierskich masywu opiera się na materiale uzyskiwanym z otworów badawczych, co umożliwia prowadzenie badań geologiczno-inżynierskich już na etapach rozpoznawania złoża i pozwala na wyprzedzanie etapu projektowania kopalń ogólnymi rozwiązaniami budowy geologiczno-inżynierskiej masywu.

3. Duża zmienność czynników warunkujących własności geologiczno-inżynierskie masywu karbońskiego wymaga wykonywania badań geologiczno-inżynierskich we wszystkich otworach badawczych wykonywanych na złożu. Dla poprawnego rozpoznania warunków geologiczno-inżynierskich, badania te należy prowadzić etapowo, równoległe z rozpoznawaniem zasobów złoża, poprzez wszystkie jego stadia, a także kontynuować dalej podczas udostępniania złoża i przygotowywania jego partii do eksploatacji.

4. Metoda badań kompleksowych pozwala na podział warstw karbońskich na serie i rejony o zbliżonych własnościach geologiczno-inżynierskich oraz umożliwia przedstawianie budowy geologiczno-inżynierskiej masywu w formie profili, przekrojów i map, co umożliwia prawidłowe projektowanie i bardziej bezpieczne prowadzenie robót górniczych.

LITERATURA

- [1] Bieniawski Z.T., Franklin J.A.: Suggested Methods for Determining The Uniaxial Compressive Strength of Rock Materials und The Point Load Strength Index. ISRM Committee on Laboratory Test. Doc. No 1, 1972.
- [2] Broch E., Franklin J.A.: The Point Load Strength Test. Int. Journ. Rock Mechanics Min. Sci. Vol. 9, 1972.
- [3] Godula T.: Metoda rozpoznawania warunków geologiczno-inżynierskich warstw karbońskich dla potrzeb projektowania kopalń oraz wyniki jej zastosowania w rejonie Bzie-Zebrzydowice. Praca doktorska, Instytut Geologii Stosowanej, Politechnika Śląska, Gliwice 1984.
- [4] Hobler M.: Badania własności fizyko mechanicznych skał. PWN, Warszawa 1977.
- [5] Kidybiński A. i in.: Oznaczanie podstawowych własności mechanicznych skał zwięzłych. Prace GIG, komunikat nr 608. Katowice 1974.
- [6] Kidybiński A. i in.: Instrukcja uproszczonego klasyfikowania skał dla potrzeb górnictwa podziemnego w geologiczno-inżynierskich dokumentacjach złóż węgla kamiennego. Praca GIG, Katowice 1985.
- [7] Liszkowski J. i in.: Szczelinowatość masywów skalnych. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1977.

- [8] Pffor H.: IBG-Richtlinien zur Ermittlung von geomechanischen Kennziffern der Gesteine und des Gebirgsmassiva. Frierberger Forschungshefte. A 502 Geomechanik und Ingenieur-geologie 1973.
- [9] Rogoz M.: Określenie orientacji przestrzennej szczelin na podstawie rdzeni wiertniczych. Przegląd Górniczy nr 2, Katowice 1967.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef SZTEŁAK

Wpłynęło do Redakcji w marcu 1987 r.

ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКО-ИНЖЕНЕРНЫХ УСЛОВИЙ МЕСТОРОЖДЕНИЙ КАМЕННОГО УГЛЯ НА ЭТАПАХ ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

Резюме

В статье представлен метод разведки геологическо-инженерных условий месторождения каменного угля, который от прежних отличается объемом исследований и способом интерпретации результатов. Этот метод обосновывается на исследованиях и наблюдениях проведенных на буровых кернах и на измерениях изменений диаметра скважины. Автором обсуждаются главные факторы, которые решают о геологическо-инженерных свойствах массива, выделяются факторы с большой изменчивостью и более стабильные, представляются методы исследований, позволяющие распознавать отдельные факторы и дающие всестороннюю оценку способа их воздействия на геологическо-инженерные свойства массива. Определяются объемы исследований, которые автором различаются в зависимости от изменчивости исследуемых факторов, величины территории и от этапа разведки месторождения.

В статье обсужден также способ составления и интерпретации результатов. Способ этот позволяет разделить карбонский массив на серии и районы с приближенными геологическо-инженерными свойствами и делает возможным представление геологическо-инженерной структуры массива в форме профилей, сечений и карт. Такие решения позволяют прогнозировать геологическо-инженерные условия месторождений, экономическое проектирование выработок и более безопасное ведение горных работ.

INVESTIGATION OF GEOTECHNICAL CONDITIONS OF HARD COAL
DEPOSITS DURING THEIR GEOLOGICAL PROSPECTION

S u m m a r y

The paper presents a method of determining geotechnical conditions of hard coal deposits. The method differs from the existing ones both in the range of investigations and in the way of the results interpretation. The new method is based on the investigations and observations of drill cores and on measurements of the bore-hole diameter changes. The author discusses the main factors determining geotechnical conditions of the massif, distinguishes factors of great variability and more regular ones, shows investigation methods which enable the determination of individual factors and many-sided estimation of the way in which they influence the geotechnical conditions of the massif. The author defines the investigation ranges which he differentiates according to the variability of the investigated factors, the size of the area and the stage of the deposits recognition. In the paper the way of arranging and interpretation of the results, which allows to divide the Carboniferous massif into series and regions of similar geotechnical properties and enables to show the geotechnical structure of the massif in the form of profiles, cross-sections and maps is also discussed. Such solution allows to forecast the geotechnical conditions of the deposits, to design underground workings in a more economical way and to improve safety of underground mining.