

Tadeusz DZIURA

Jerzy BRYŁA

METODYKA PROGNOZOWANIA WYKORZYSTANIA ZASOBÓW ZŁÓŻ WĘGLA KAMIENNEGO

Streszczenie. W artykule przedstawiono założenia dla opracowania metody prognozowania wykorzystania zasobów bilansowych węgla kamiennego oraz wyniki dotychczasowych prac w tym zakresie badań. W oparciu o aktualne tendencje rozwoju techniki górniczej na świecie i w Polsce stwierdzono, że stopień wykorzystania zasobów węgla kamiennego będzie się kształtował w Polsce do roku 1985 na poziomie średnio $\omega=0,6$. Zwrócono uwagę na konieczność prowadzenia prac z zakresu prognozowania wykorzystania zasobów surowców, w ramach jednolitego programu badań.

1. WSTĘP

Jednym z elementów planowania socjalistycznego jest przewidywanie procesów gospodarczych. Powinno ono być oparte na naukowych podstawach, uwzględniających m.in. wybór właściwej metody przewidywania.

Proces wnioskowania w przyszłość na podstawie znajomości modelu nazywa się predykcją, zaś konkretny wynik tego wnioskowania - prognozą.

W procesie wnioskowania w przyszłość należy wykorzystać wszelkie dostępne informacje i aparat matematyczny, umożliwiające adekwatne opisanie zjawiska oraz wyznaczyć prawdopodobieństwo tego, że postawiona prognoza się spełni.

Coraz częściej zwraca się uwagę na konieczność objęcia prognozowaniem problematyki racjonalnej eksploatacji surowców, tzn. eksploatacji trwałej i oszczędnej. Prognozy geologiczne wskazują na duże zasoby surowców energetycznych stałych w Polsce, a zwłaszcza węgla kamiennego.

Prace w zakresie prognozowania wykorzystania zasobów złóż węgla kamiennego są konieczne dla umożliwienia obliczenia realnych wielkości zasobów przemysłowych, które dają podstawę do prognozowania rozwoju wydobycia węgla kamiennego na daleką przyszłość.

Ważnym czynnikiem w prognozowaniu wykorzystania zasobów węgla kamiennego jest rola jaką odegra w przyszłości węgiel w gospodarce krajowej jako nośnik energii. Obecnie zakłada się, że węgiel będzie podstawowym surowcem energetycznym w Polsce i jego udział w bilansie paliwowym obniży się nieznacznie. Wynika to m.in. z faktu, iż udział energii jądrowej łącznie z hydroenergią nie przekroczy 5% mocy polskich elektrowni w 2000 roku. Mocną koniunkturę, szczególnie na węgiel koksowy, przewiduje się do 1985 r. Docelową wielkość wydobycia węgla kamiennego w Polsce w roku 2000 określa się na 300-320 mln ton.

2. METODYKA PROGNOZOWANIA WYKORZYSTANIA ZASOBÓW ZŁOŻ WĘGLA KAMIENNEGO

Określenie przewidywanego wykorzystania zasobów złóż węgla kamiennego ma duże znaczenie przy sporządzaniu bilansów energetycznych, umożliwiając obliczenie realnych wielkości zapasów węgla, koniecznych dla zaspokojenia potrzeb krajowych i eksportu w przyjętym przedziale czasowym, a także wskazuje na potrzebę uzupełnienia tych zapasów, przez podjęcie prac geologiczno-poszukiwawczych w celu odkrycia nowych złóż.

Złóża węgla kamiennego charakteryzują się wielopokładową budową. Dla prognozowania stopnia wykorzystania złoża należy przeanalizować gospodarkę zasobami w każdym pokładzie oraz w poszczególnych blokach geologicznych, w powiązaniu z warunkami górniczo-geologicznymi i górniczo-technicznymi eksploatacji. Stopień wykorzystania złoża jest wypadkową wykorzystania zasobów w pokładach.

Określenie wielkości wykorzystania zasobów, w zależności od warunków górniczo-geologicznych i technicznych eksploatacji, pozwoli na uaktualnienie obowiązujących obecnie normatywów strat, co pośrednio przyczyni się do polepszenia gospodarki złożami węgla kamiennego.

Metoda prognozowania wykorzystania zasobów węgla kamiennego w ujęciu kompleksowym powinna obejmować również działalność geologiczną, taką jak:

- opracowanie metodyki określania podstawowych parametrów złoża węgla kamiennego,
- opracowanie metody ustalania bardziej wiarygodnej wielkości zasobów węgla kamiennego,
- opracowanie długoterminowych prognoz odnośnie prowadzenia prac geologiczno-poszukiwawczych,

oraz działalność górniczą w zakresie:

- prognozowania wielkości wydobycia,
- prognozowania wielkości strat eksploatacyjnych,
- określania prognoz rozwoju techniki i technologii wydobywania oraz wzbogacania kopaliny,
- prognozowania wielkości wykorzystania zasobów złóż węgla kamiennego.

Większość ww. zagadnień jest aktualnie opracowywanych przez wiele placówek naukowych, jednak nie są one prowadzone w ramach jednolitego programu. Instytut Techniki Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej prowadzi od szeregu lat prace naukowo-badawcze w zakresie prognozowania wielkości stopnia wykorzystania zasobów węgla kamiennego. Badania te prowadzone są w oparciu o materiały źródłowe, jakimi są dokumentacje geologiczne i mierznicze kopalń.

Ustalenie metodyki prognozowania wykorzystania zasobów złóż węgla kamiennego przeprowadzono w dwóch fazach.

Pierwsza faza badań obejmowała prace zmierzające do określenia związków pomiędzy wielkościami powstających strat węgla, a parametrami górniczo-geologicznymi i techniczno-organizacyjnymi eksploatacji. Związek ten stwierdzono na podstawie zależności statystycznych, a funkcja określająca tę zależność jest równaniem regresji typu wielomianowego [1, 5].

Ponieważ wielkość strat pozostaje w prostej zależności z wielkością wykorzystania zasobów, przyjęto, że modelem analitycznym predykcji jest funkcja statystyczna, a tym samym prognoza wykorzystania zasobów węgla kamiennego będzie prognozą statystyczną. Model ten jest dogodny przy stosowaniu ETO oraz pozwala na obliczenie błędu prognozy zarówno w wariancie punktowym jak i przedziałowym.

W drugiej fazie określono ogólną postać funkcji predykcji dla obliczenia prognozy wykorzystania zasobów bilansowych złóż węgla kamiennego, którą można przedstawić jako:

$$\omega = F(\alpha, \beta, t, u,)$$

gdzie:

- α - oznacza wpływ parametrów górniczo-geologicznych eksploatacji na wielkość prognozowaną,
- β - określa zależność wykorzystania zasobów złoża od parametrów techniczno-organizacyjnych eksploatacji,
- t - ujmuje czynniki aktualnie nieznanne, które w przyszłości mogą mieć istotny wpływ na wykorzystanie zasobów,
- u - określa tolerancję prognozy.

Wpływ parametrów górniczo-geologicznych eksploatacji na wykorzystanie zasobów określono w oparciu o statystyczną funkcję prognozy w postaci parametrycznych równań regresji typu wielomianu:

$$\alpha = \alpha_0 + \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \alpha_3 x_3 + \dots + \alpha_n x_n + \xi,$$

w którym x_n są zmiennymi charakteryzującymi parametry górniczo-geologiczne eksploatacji, natomiast α_n są współczynnikami charakteryzującymi wpływ tych parametrów na wielkość prognozowaną α . Wielkość ξ jest składnikiem losowym wyrażającym łączny efekt wpływu na wielkość prognozowaną wszystkich innych, nie ujętych w równaniu czynników.

Prognoza statystyczna obejmuje jedynie te parametry, które są mierzalne i niezmiennie w czasie. Są nimi praktycznie wszystkie parametry geologiczne złoża. Nie można natomiast w tych równaniach ująć wpływu takich czynników jak:

- wprowadzanie w okresie prognozowanym nowych maszyn i urządzeń urabiających, których wpływu na wielkość prognozowaną nie jest się w stanie stwierdzić w momencie sporządzania modelu,
- wpływ nowych technologii, które obecnie są nieznanne, a które w przyszłości mogą mieć swoje ekonomiczne i gospodarcze uzasadnienie,
- wzrost udziału energii jądrowej i hydroenergii w ogólnym bilansie energetycznym kraju.

Prognozy tych wielkości sporządza się, wykorzystując opinie ekspertów lub stosując metody intuicyjne.

3. WSTĘPNA PROGNOZA WYKORZYSTANIA ZASOBÓW ZŁOŻ WĘGLA KAMIENNEGO DO ROKU 1985

Z dotychczasowych badań wynika, że wykorzystanie zasobów złóż węgla kamiennego - wyrażone przez stopień wykorzystania " ω " - wynosi przeciętnie dla GZW $\omega = 0,6$. W warunkach eksploatacji górotworu silnie pofałdowanego i zaburzonego tektonicznie stopień wykorzystania zasobów osiąga wielkość 0,4, natomiast przy eksploatacji w dobrych warunkach górniczo-geologicznych, braku zaburzeń tektonicznych i zagrożeń, osiąga wielkość dochodzącą do 0,8.

Wartości powyższe są prognozami obliczonymi w oparciu o zbadane przeciętne warunki złoża występujące w GZW oraz dla aktualnego stanu techniki górniczej. Z tego względu są to liczby charakteryzujące przyszłość w sposób ogólny, jednak biorąc pod uwagę prognozy rozwoju techniki wydobywania węgla opracowane dla okresu do roku 2000, będą one aktualne co najmniej do roku 1985.

W zakresie rozwoju postępu technicznego w światowym górnictwie podziemnym zaznaczają się w ostatnim okresie następujące tendencje:

1. Coraz szersze stosowanie kombajnów przy współpracy z obudową kroczącą.
2. Stosowanie podsadzki hydraulicznej z domieszką cementu przy eksploatacji pokładów pod obiektami wymagającymi szczególnej ochrony.
3. Znaczny postęp w dziedzinie klimatyzacji kopalń.
4. Duży postęp w doskonaleniu prowadzenia wyrobisk udostępniających i przygotowawczych oraz koncentracja robót eksploatacyjnych.

Wstępne prognozy dotyczące przyszłej eksploatacji podziemnej w Polsce wskazują, że zasadniczo produkcja odbywać się będzie w warunkach względnie niezmiennych, biorąc pod uwagę grubości pokładów i ich kąt nachylenia. Do roku 1985 przewiduje się zwiększenie eksploatacji z pokładów o nachyleniu powyżej 20° (o około 2%) oraz zwiększenie udziału eksploatacji w pokładach cienkich (o około 8%).

Istotne znaczenie dla warunków przyszłej eksploatacji ma stale zwiększająca się głębokość wydobywania. Przewiduje się, że w roku 1980 aż 72,4% wydobycia musi się uzyskać z nowych poziomów wydobywczych. Udział wydobycia z poziomów do 400 m spadnie do 29% w 1980 r. (66% w 1960 r.), natomiast wzrośnie udział wydobycia z głębokości większej niż 600 m z 7,7% w 1960 r. do 28% w 1980 r. Zakłada się, że w roku 1985 w 100% urobek ładowany będzie mechanicznie, natomiast wydobycie w 85% pochodzić będzie z wyrobisk wyposażonych w kombajny. Przyjmuje się, że wielkość wydobycia w 1980 r. przekroczy 200 mln ton, a w 1985 r. będzie rzędu 250 mln ton.

Z uwagi na różnorodne warunki górniczo-geologiczne, które występować będą w przyszłości na kopalniach, wymagane będzie dalsze przystosowanie maszyn urabiających i obudów, szczególnie dla eksploatacji pokładów cienkich, nachylonych i zalegających na dużych głębokościach. Jest to jeden z warunków utrzymania się wskaźników wykorzystania na dotychczasowym poziomie, względnie ich polepszenia.

Prowadzone w tym zakresie w świecie górnictwym prace badawcze i konstrukcyjne zmierzają do opracowania nowych systemów eksploatacji oraz podjęcia

produkcji urządzeń przystosowanych do pracy w pokładach o grubości poniżej 0,6 m i w pokładach grubych.

Przedstawione powyżej aktualne prognozy rozwoju polskiego górnictwa węglowego pozwalają sądzić, że stopień wykorzystania zasobów nie ulegnie zasadniczej zmianie do 1985 r. i kształtować się będzie na dotychczasowym poziomie.

Należy podjąć niezbędne badania zmierzające do polepszenia wykorzystania zasobów złóż węgla kamiennego. Postulat ten brano pod uwagę przy opracowywaniu metodyki prognozowania wykorzystania zasobów. Zdecydował on również o wyborze modelu predykcji w postaci funkcji statystycznej, która umożliwia określenie wpływu wielu czynników na wielkość wykorzystania zasobów złóż węgla kamiennego.

4. WIARYGODNOŚĆ PROGNOZY

Każdy proces wnioskowania w przyszłość jest procesem warunkowym, ponieważ musi przyjmować pewne założenia co do wartości występujących w nim zmiennych oraz co do zgodności modelu z rzeczywistością. Prognoza obliczana jest przy założeniu, że warunki istniejące w momencie wyjściowym będą niezmiennie przez okres prognozowany, względnie zmiany te będą możliwe do opisanie i wprowadzenia do modelu predykcji z przypisanym pewnym prawdopodobieństwem ich realizacji.

Przez błąd prognozy rozumie się różnicę pomiędzy rzeczywistą wartością zmiennej (zaobserwowaną), a wartością samej prognozy.

$$m_p = \omega_{ob} - \omega_{pr}$$

gdzie:

- m_p - błąd prognozy,
- ω_{ob} - zaobserwowana wartość zmiennej,
- ω_{pr} - prognozowana wartość zmiennej.

W praktyce oznacza to konieczność okresowego porównywania faktycznych wielkości wykorzystania zasobów z wielkością prognozowaną.

Wielkość błędu zależy może od tego, że nie zostały spełnione niektóre założenia modelu predykcji jak i od losowych wahań zmiennej prognozowanej.

Z innym rodzajem błędów spotkać się można w przypadku ekstrapolacji modelu poza zaobserwowaną próbą statystyczną. Taka możliwość jest dopuszczalna w modelach statystycznych. W czynności tej tkwi poważne ryzyko, ponieważ nie wiadomo czy poza obserwowanym przedziałem zmienności, postać analityczna modelu jest taka sama. Ryzyko to można zmniejszyć, szacując model analityczny w oparciu o możliwie najszerszy przedział obserwowanych zmiennych, ekstrapolując zaś w bardzo wąskich przedziałach przyległych.

W przypadku, gdy zmiennymi niezależnymi są parametry górnictwo-geologiczne złoża, ryzyko popełnienia tego rodzaju błędu zmniejsza się znacznie, gdyż nie ma praktycznie przeszkód, aby model opisać dla szerokiego przedziału wartości parametrów.

5. UWAGI

W proponowanej metodzie prognozowania wykorzystania zasobów nie uwzględnia się czasu jako zmiennej. Horyzont predykcji ustalany jest w sposób pośredni. Wyznaczają go konkretne warunki złożowe w jakich prowadzona będzie eksploatacja. Warunki te, opisane wielkościami liczbowymi parametrów geologicznych i górniczych złoża są niezmiennie w czasie, dla zlokalizowanych partii złoża.

Prognozy statystyczne nie mają charakteru uniwersalnego narzędzia przewidywania, jednak jako metoda prognozowania wykorzystania zasobów złóż węgla kamiennego wydają się być narzędziem najbardziej odpowiednim. Skonstruowany model predykcji może być wykorzystany nie tylko w skali całego Zagłębia Górnośląskiego lub jego części, lecz także dla znacznie mniejszych obszarów, obejmujących obszar górniczy jednej lub kilku kopalń typu jednostkowego.

Ekstrapolację modelu można przeprowadzić również dla warunków złożowych innych zagłębi (np. Lubelskiego Zagłębia Węglowego) pod warunkiem wydzielenia w nich obszarów podobnych do tych, dla których zbudowany został model predykcji.

LITERATURA

- [1] Dziura T.: Analiza problemu strat węgla kamiennego w Zagłębiu Górnośląskim. Praca doktorska niepubl. Gliwice 1969.
- [2] Gumuła St.: Ekonometryczne metody prognozowania wydobywania i zbytu węgla kamiennego w Polsce na lata 1966-1985. Projekt i problemy, 1967 nr 4.
- [3] Kujawski E.: Kierunki i metodologia badań prognostycznych. Nauka Polska R. 18 1970 nr 1.
- [4] Kopecki K.: Prognozowanie techniczne. Terminy, określenia. "Polska 2000" Prognozowanie potrzeb surowcowych, 1/1971.
- [5] Kot A.: Ustalenie kryteriów obliczania zasobów przemysłowych węgla kamiennego. Praca doktorska niepubl. Gliwice 1972.
- [6] Lisowski A.: Tworzenie i wykorzystania dla potrzeb górnictwa regresyjnych modeli faktów doświadczalnych. Przegląd Górniczy, 4/1974.
- [7] Lisowski A.: Uwagi o prognozowaniu i metodach prognozowania zatrudnienia w górnictwie. "Polska 2000". Prognozowanie potrzeb surowcowych, 1/1971.
- [8] Muszkiet T. i inni: Metodologia sporządzania bilansu paliwowo-energetycznego. Podstawy naukowe. "Polska 2000". Prognozowanie potrzeb surowcowych 1/1971.
- [9] Morawiecki A.: Uwagi o prognozowaniu krajowej bazy kopalni użytecznych. Przegląd geologiczny. 8-9/1971.
- [10] Melnikow N.W.: Prognozowanie w górnictwie. Przegląd Górniczy, 12/1972.
- [11] Mudd J.B.: Technika górnicza w przyszłości. Ann.Min. 1971, nr 12.

- [12] Pluta L.: Strategia rozwoju górnictwa węgla kamiennego do roku 2000. "Polska 2000". Prognozowanie potrzeb surowcowych. 1/1971.
- [13] Pozor L., Wolski J.: Matematyczny model kopalni. Proj. i probl. 1/1966.
- [14] Pyka T.: Zastosowanie niektórych metod matematycznych w górnictwie węglowym. Wiadomości Górnicze 6/1965.
- [15] Informacje o pracach Rad Naukowo-Technicznych przyjętych na XXXV i XXX posiedzeniu Stałej Komisji PW RWPG. Proj. i probl. 3/1971.
- [16] Szpilewicz A.: Ogólna metodologia prognozowania surowcowego. "Polska 2000". Prognozowanie potrzeb surowcowych 1/1971.
- [17] Szpilewicz A.: Energochłonność i stalochłonność Polski 2000. (Próba syntezy). "Polska 2000" Prognozowanie potrzeb surowcowych 1/1971.
- [18] Tempczyk A.: Metody prac prognostycznych w NRD. Gosp. Planowa R. 24 1974, nr 11.

МЕТОДИКА, ПРОГНОЗИРУЮЩАЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЗАПАСОВ
ИСТОРОЖЕНИЯ КАМЕННОГО УГЛЯ

Резюме

В статье представлены предпосылки для разработки метода, прогнозирующего использование балансовых запасов каменного угля и результаты исследования в этой области. На основе актуальной тенденции развития горной техники в мире и в Польше установлено, что использование запасов каменного угля в Польше до 1985 года составит в среднем 0,6. Обращено внимание на необходимость проведения работ по прогнозированию использования запасов сырья в рамках единой программы исследований.

METHODS OF FORECASTING USED IN UTILIZATION
OF HARD-COAL DEPOSITS

Summary

In the paper some assumptions for the elaboration of forecasting methods used in utilization of hard coal deposits, as well as results of hitherto published papers in this line-have been presented.

Basing on the actual trends of mining technique development abroad and in Poland, it has been stated that the degree of coal resources utilization would be shaped in Poland up till 1985 in average on the level $\omega=0,6$. Attention has been turned to the necessity of conducting research within the range of forecasting of raw materials utilization - as a uniform investigation programme.