

Ewa POSYLEK

Główny Instytut Górnictwa

PROGNOZOWANIE ILOŚCI I JAKOŚCI WÓD KOPALNIA NYCH W ASPEKTCIE OCHRONY ŚRODOWISKA

Streszczenie. Na tle zarysu znanych metod analogii hydrogeologicznej scharakteryzowano podstawowe czynniki mające wpływ na kształtowanie się dopływów wody do kopalń węgla kamiennego w GZW oraz przedstawiono opracowane w Głównym Instytucie Górnictwa trzy metody prognozowania dopływów opierające się na równaniach trendu i regresji liniowej. Omówiono czynniki kształtujące skład chemiczny wód dopływających do kopalń oraz podano stosowane w Głównym Instytucie Górnictwa metody prognozowania mineralizacji tych wód w fazie projektowania kopalni oraz w dalszym etapie rozcięcia złoża. Ze względu na duże znaczenie techniczne i ekonomiczne opracowywanych prognoz, podkreślono potrzebę doskonalenia stosowanych metod, szczególnie w zakresie chemizmu wód kopalnianych. Poprawne prognozowanie przyczyni się do bardziej racjonalnego zagospodarowania wód pompowanych z kopalń oraz ochrony środowiska naturalnego.

1. WPROWADZENIE

Stale rosnące zapotrzebowanie na węgiel kamienny stwarza konieczność budowy nowych oraz rozbudowy istniejących kopalń. Na terenie GZW rozbudowa kopalń istniejących na ogół wiąże się ze zwiększeniem głębokości eksploatacji pokładów węgla, natomiast nowe kopalnie budowane są głównie w południowej części Zagłębia. Do niedawna prognozy dopływu wody do kopalń były opracowywane głównie w celu właściwego zaprojektowania urządzeń odwadniających w różnych fazach udostępnienia i eksploatacji złoża. Narastający deficyt wód użytkowych w obszarze Zagłębia, jak również wzrost mineralizacji wód dopływających do kopalń spowodowały konieczność podjęcia w szerszym zakresie problematyki prognozowania ilości i jakości wód kopalnianych w celu ich racjonalnego zagospodarowania.

Działalność górnicza powoduje z jednej strony drenaż poziomów wodonośnych stanowiących bazę zasobową ujęć komunalnych, a z drugiej strony - wypompowywanie na powierzchnię dużych ilości wód silnie zasolonych, które odprowadzane są następnie do cieków powierzchniowych. Konsekwencją rosnącego zasolenia Wisły i Odry oraz ich dopływów, do których odprowadzane są wody kopalniane, jest niszczenie naturalnego środowiska wodnego, niszczenie flory i fauny rzecznej, uniemożliwienie wykorzystania rzek do zaopatrzenia ludności i rolnictwa w wodę, ponoszenie ogromnych kosztów demineralizacji wody w zakładach przemysłowych korzystających z wód rzecznych,

straty wynikające ze wzrostu agresywności wody w stosunku do stali i do betonu oraz wiele innych niekorzystnych zjawisk. Odprowadzane do rzek słone wody kopalniane zawierają duże ilości cennych surowców, jak chlorek sodu oraz sole jodu, bromu, potasu i magnezu.

Podstawę racjonalnego zagospodarowania wód kopalnianych powinna zatem stanowić ich selekcja, a następnie wykorzystanie wód słodkich do celów gospodarczych oraz utylizacja wód słonych polegająca na wydzielaniu z nich soli i odzyskaniu wody słodkiej. Opracowany przez MGIE program ochrony rzek przed zasoleniem, obok utylizacji części wód słonych, przewiduje również zastosowanie ochrony hydrotechnicznej rzek polegającej na magazynowaniu słonych wód kopalnianych w dużych zbiornikach na powierzchni i kontrolowanym ich odprowadzaniu do rzek podczas wysokich stanów wody w rzekach oraz na budowie kolektorów odprowadzających słone wody do niższych odcinków rzek, gdzie większe przepływy umożliwiają większe rozcieńczenie soli.

Przedstawiony szeroki zakres problematyki zagospodarowania wód kopalnianych wymaga zatem opracowywania możliwie dokładnych i wiarygodnych prognoz ich ilości i jakości, przy czym prognozy te mają istotne znaczenie zarówno techniczne, jak i ekonomiczne.

2. PROGNOZOWANIE WIELKOŚCI DOPLYWU DO KOPALŃ

Dopływ do kopalni jest wynikiem współdziałania wielu czynników naturalnych i górniczo-technicznych zmieniających się w poszczególnych fazach rozwoju kopalni. Do czynników naturalnych należą przede wszystkim warunki hydrogeologiczne złoża, a zatem wykształcenie litologiczne, własności hydrogeologiczne oraz układ i ciągłość warstw izolacyjnych i wodonośnych, a ponadto również zależne od środowiska geograficznego takie czynniki, jak: wielkość opadu i odpływu, rzeźba i sposób użytkowania terenu oraz stosunki wodne na powierzchni, a więc obecność cieków, zbiorników wodnych itp. Do czynników górniczo-technicznych należą: sposób i system eksploatacji, głębokość wyrobisk oraz wielkość wydobycia odzwierciedlająca tempo i równomierność rozcinań złoża.

Metody prognozowania dopływów wody do kopalń lub nowych partii i poziomów wydobywczych są bardzo liczne i ogólnie można je podzielić na dwie grupy. Pierwsza z nich oparta jest na deterministycznym traktowaniu czynników decydujących o kształtowaniu się dopływów wody do kopalń. Należą tu metody uwzględniające równania ruchu cieczy w ośrodkach porowatych, począwszy od prostych metod analitycznych do skomplikowanych metod modelowania matematycznego. Zasadniczą trudność ograniczającą praktyczne stosowanie tych metod sprawia jednak konieczność dokładnego rozpoznania warunków hydrogeologicznych w otoczeniu kopalni, dla prawidłowego określenia warunków brzegowych modelowanego obszaru oraz parametrów równań deterministycz-

nych. Drugą grupę stanowią metody probabilistyczne, traktujące dopływy do kopalni jako populację statystyczną, która w powiązaniu z innymi czynnikami może być wielowymiarowa. Należą tu liczne metody analogii hydrogeologicznej polegające na obliczaniu prognozowanych dopływów wody do nowych kopalń lub nowych partii i poziomów wydobywczych na podstawie znanych dopływów do kopalń znajdujących się w podobnych warunkach hydrogeologicznych i górniczych. Przyjmuje się przy tym zazwyczaj, że dopływy w obu kopalniach są proporcjonalne do jednego lub więcej parametrów, takich jak wydobyte, głębokość wyrobisk górniczych, powierzchnia wyeksploatowana, długość wyrobisk korytarzowych, czas itp. W metodach analogii hydrogeologicznej mogą być również uwzględniane parametry hydrogeologiczne, takie jak współczynnik filtracji, miąższość warstwy wódonośnej itp.

Najbardziej znana i szeroko stosowana jest metoda współczynnika wodoprodukcyjnego, w której przyjmuje się, że dopływ jest proporcjonalny do wydobywania i wartość współczynnika wodoprodukcyjnego oblicza się jako stosunek dopływu do wydobywania w kopalni-analogu. Prognozowany dopływ jest iloczynem planowanego wydobywania w nowej kopalni i współczynnika wodoprodukcyjnego.

Bardziej zaawansowanym pod względem matematycznym sposobem realizacji metod analogii hydrogeologicznej jest zastosowanie analizy regresji. Oblicza się mianowicie na podstawie danych z kopalni-analogu współczynniki równania regresji wielorakiej dopływu względem różnych parametrów geologicznych i górniczych stanowiących podstawę porównywania obu kopalń, a następnie oblicza się prognozę dopływu, wstawiając do równania regresji wartości parametrów odpowiednie dla nowej kopalni. Równania regresji mogą mieć postać równań liniowych, wielomianów wyższego stopnia albo iloczynów potęgowych. Metody te są stosowane i opisane w literaturze zarówno polskiej, jak i zagranicznej [4], [5], [6].

Szczególnym rodzajem równań regresji są równania trendu charakteryzujące się tym, że jedną ze zmiennych niezależnych jest czas. Metody trendu mają duże znaczenie w omawianych zagadnieniach, gdyż proces drenowania górotworu jest zmienny w czasie. Na szczególną uwagę zasługuje tu opracowana przez Z. Wilka metoda linii trendu. Polega ona na ustaleniu współczynników równania regresji dopływu względem iloczynu powierzchni wyeksploatowanej i średniej głębokości wyrobisk - w postaci potęgowej - przy czym dane wyjściowe ustalane są na podstawie wyrównanych szeregów czasowych. Metoda ta znalazła duże zastosowanie w polskim górnictwie węglowym.

Podstawowymi parametrami występującymi w różnych odmianach metod analogii hydrogeologicznej są zatem: czas, głębokość kopalni, powierzchnia wyeksploatowana i współczynnik wodoprodukcyjny.

Generalnie można przyjąć, że większość systematycznych zmian zachodzących w kopalni oraz w otaczającym ją górotworze jest funkcją czasu. Równanie regresji dopływu względem czasu jest zatem wypadkową funkcją regresji względem pozostałych parametrów zmieniających się w czasie, jak głę-

bokości kopalni, powierzchni wyeksploatowanej, stopnia zdrenowania górotworu, wielkości wydobywania itp. Równanie trendu może zatem być dobrym narzędziem prognozy w tych przypadkach, gdy nie zachodzi niezgodność fazy rozwojowej dopływów oraz różnica tempa rozwoju kopalni. W przeciwieństwie bowiem do starych kopalń obecnie projektuje się kopalnie zazwyczaj od razu na znacznej głębokości, co jest podyktowane warunkami geologicznymi. Rozwijają się one bardzo szybko i w niedługim czasie osiągają wydobywanie rzędu kilkunastu tysięcy ton na dobę. Stopień zdrenowania górotworu w nowej kopalni jest zatem nieporównywalny ze stopniem zdrenowania, jaki istniał w starej kopalni po takim samym okresie czasu liczonym od rozpoczęcia eksploatacji.

Rola głębokości wyrobisk górniczych w kształtowaniu się dopływów wody przejawia się w postaci zmian ciśnienia hydrostatycznego oraz przepuszczalności górotworu. W warunkach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego dopływy na ogół maleją wraz z głębokością, co wskazuje na dominujące zjawisko zaciskania szczelin i zmniejszania się współczynnika filtracji. Ilościowa ocena wpływu wzrostu głębokości na zmniejszanie się dopływów jest jednak niezwykle trudna, ponieważ głębokość kopalni zwiększa się na przestrzeni długiego okresu czasu, w ciągu którego zmienia się również szereg innych czynników wpływających na warunki drenażu a nie związanych z głębokością. W przypadku stosowania równań trendu opierających się na danych pochodzących ze stosunkowo krótkiego okresu istnienia kopalni, zmiany dopływów związane ze zmianami głębokości kopalni są ujęte w samym równaniu trendu jako zmiana dopływów w funkcji czasu. W przypadku skokowej zmiany średniej głębokości kopalni, spowodowanej najczęściej budową nowego poziomu, zmiana ta powinna być uwzględniana w postaci korygującego obliczoną prognozę dopływu współczynnika, którego wartość powinna odpowiadać stosunkowi średnich głębokości kopalni-analogu i kopalni projektowanej.

Powierzchnia wyeksploatowana oraz współczynnik wodoprodukcyjny są parametrami pozostającymi w ścisłym związku z wielkością wydobywania. Analiza korelacji między wydobywaniem a przyrostem powierzchni wyeksploatowanej wykazała, że w równaniu trendu można ten bardzo pracochłonny do określenia parametr zastąpić masą wydobytego węgla w rozważanym przedziale czasu. Współczynnik wodoprodukcyjny będący wartością dopływu przypadającą na jednostkę wydobywania nie jest wielkością stałą, dlatego stosowanie tego parametru do oceny prognozowanych dopływów wody do kopalni często może prowadzić do znacznych błędów. Kształtowanie się dopływów i wydobywania w kopalniach węgla kamiennego na terenie GZV w latach 1950-80 wskazuje, że współczynnik wodoprodukcyjny jest malejącą funkcją czasu i wydobywania.

W oparciu o prace Z. Wilka, jak również i innych autorów stosujących regresję wielowymiarową do prognozowania dopływów wody do kopalń, opracowano w Głównym Instytucie Górnictwa trzy metody należące do grupy metod analogii hydrogeologicznej, a mianowicie: metodę trendu dopływu i wydobywania, metodę trendu dopływu oraz zmodyfikowaną metodę współczynnika wodoprodukcyjnego.

Metody trendu przeznaczone są do prognozowania dopływów do tej samej kopalni, dla której zostały obliczone współczynniki równania trendu w okresach objętych planowaniem wydobywania.

Równanie trendu dopływu i wydobywania:

$$Q = A \left(\frac{P}{T}\right)^B \quad (1)$$

gdzie:

- Q - dopływ do kopalni, tys. m³/rok,
 P - wydobywanie kopalni, tys. t/rok,
 A, B - współczynniki równania trendu,

może być stosowane w tych kopalniach, w których istnieje dodatnia korelacja dopływu z ilorazem wydobywania przez czas. W kopalniach, w których zmiany dopływów są niezależne od rozwoju wydobywania, zaleca się stosowanie czystego trendu w postaci:

$$Q = a \cdot t^b \quad (2)$$

gdzie:

- a, b - współczynniki równania trendu.

Zmodyfikowana metoda współczynnika wodoprodukcyjnego polega na traktowaniu tego współczynnika jako nieliniowej funkcji wydobywania zgodnie z równaniem:

$$q_p = \alpha \cdot P^\beta \quad (3)$$

gdzie:

- q_p - współczynnik wodoprodukcyjny,
 α, β - współczynniki równania regresji.

Metoda ta jest przeznaczona do prognozowania dopływów wody do nowych kopalni na podstawie znanego kształtowania się wielkości wydobywania i dopływów w okresie minionym w kopalni-analogu znajdującej się w podobnych warunkach hydrogeologicznych. Dla praktycznego stosowania przedstawionych metod opracowano w GIG odpowiedni program umożliwiający wykonywanie obliczeń za pomocą maszyn cyfrowych.

W przypadku obliczania prognozy dopływów do nowego poziomu wydobywanego w kopalni rozwojowej lub do nowej kopalni, której średnia głębokość (H) różni się od średniej głębokości kopalni-analogu (H₁), wyniki uzyskane za pomocą metody trendu lub regresji należy skorygować mnożąc przez współczynnik:

$$f = \frac{H_1}{H} \quad (4)$$

3. PROGNOZOWANIE MINERALIZACJI WÓD DOPŁYWAJĄCYCH DO KOPALNÍ

W utworach karbońskich występują wody o mineralizacji zmieniającej się od kilkuset miligramów do ponad 250 gramów na decymetr sześcienny. Na obszarze całego Zagłębia obserwuje się prawidłowy wzrost mineralizacji z głębokością, jednak gradient tego wzrostu nie jest jednakowy i zależy głównie od lokalnych warunków litologiczno-strukturalnych determinujących możliwości zasilania i krążenia wód podziemnych.

W obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego generalnie można wydzielić dwa regiony hydrogeologiczne różniące się warunkami zasilania karbońskiego poziomu wodonośnego. Granicę tych regionów wyznacza zasięg występowania izolujących osadów ilastych trzeciorzędu.

Region o zasilaniu bezpośrednim występuje w północnej i północno-wschodniej części Zagłębia. Utwory karbonu wychodzą tu na powierzchnię lub są przykryte osadami triasu i czwartorzędu. Dominujący wpływ na zawodnienie karbonu wywiera szozelinowo-krasowy kompleks wodonośny w utworach triasu oraz osady czwartorzędowe charakteryzujące się szczególnie dużą wodonośnością w obrębie dolin rzecznych.

Region o zasilaniu bardzo ograniczonym obejmuje południową, zachodnią i centralną część Zagłębia. Warstwy karbonu są tu całkowicie przykryte nieprzepuszczalnym kompleksem utworów trzeciorzędowych, który praktycznie wyklucza możliwość zasilania bezpośredniego, odbywającego się jedynie lokalnie poprzez okna hydrogeologiczne.

Wieloletnie badania hydrogeologiczne i hydrochemiczne [1], [2] udokumentowały występowanie pionowej strefowości chemicznej wód karbońskich przejawiającej się we wzroście mineralizacji oraz zmianie charakteru chemicznego wraz z głębokością. Generalnie wyróżniane są trzy strefy, a mianowicie:

- strefę wód infiltracyjnych, zazwyczaj słodkich, o mineralizacji poniżej $1,5 \text{ g/dm}^3$ i zróżnicowanym składzie jonowym oraz znacznej przewodze dwuwęglanów i siarczanów wapnia i magnezu,
- strefę wód mieszanych, o mineralizacji dochodzącej do około 35 g/dm^3 , głównie typu $\text{HCO}_3\text{-Na}$, $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ i $\text{SO}_4\text{-Cl-Na}$ przechodzącego w Cl-Na ,
- strefę wód reliktowych, zawierającą wody o mineralizacji ogólnej od 35 do ponad 250 g/dm^3 , typu Cl-Na i Cl-Na-Ca .

Głębokość występowania tych stref w obu regionach hydrogeologicznych jest odmierna. W regionie o zasilaniu bezpośrednim wody słabo zmineralizowane, o mineralizacji $1\text{-}3 \text{ g/dm}^3$, występują do głębokości około 400 m, natomiast w regionie o ograniczonym zasilaniu strefa występowania wód o niskiej mineralizacji na ogół nie przekracza 100 m.

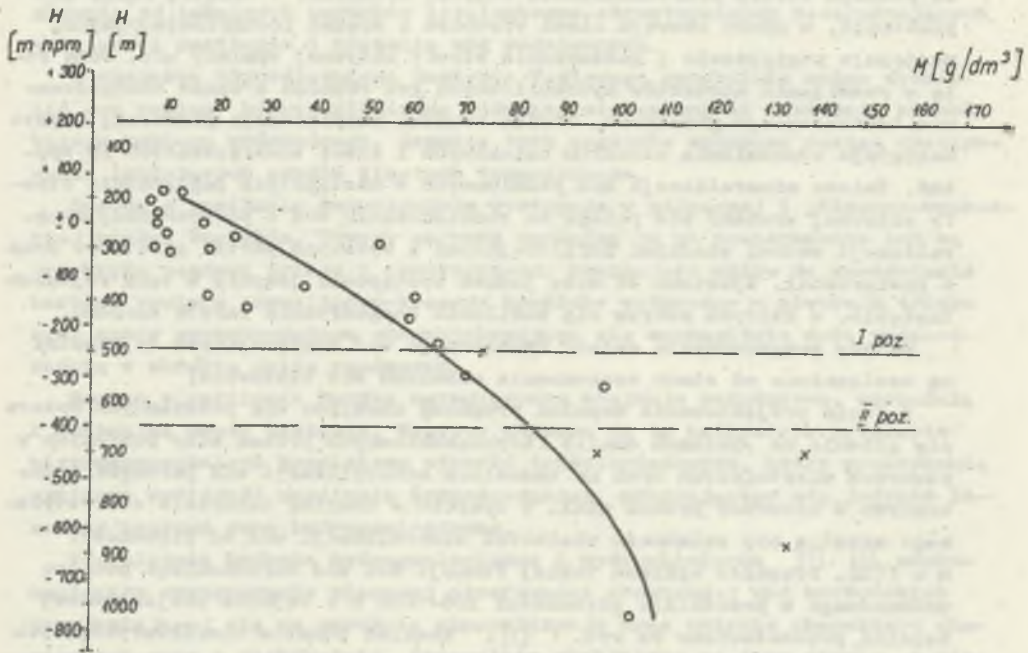
Skład chemiczny wód dopływających do kopalń jest zatem uzależniony zarówno od warunków hydrogeologicznych, to jest od stopnia odsłonięcia karbonu warunkującego głębokości występowania poszczególnych stref hydrochemicznych, jak i od głębokości i rozwinięcia sieci wyrobisk górniczych

oraz od czasu trwania eksploatacji. Należy przy tym podkreślić że mineralizacja wód dopływających do wyrobisk górniczych może ulegać pewnym zmianom w poszczególnych fazach rozcięcia złoża. W początkowej fazie rozcinania złoża i eksploatacji pokładów węgla wyrobiska górnicze drenują wody z zasobów statycznych, których mineralizacja jest generalnie uzależniona od rodzaju strefy hydrochemicznej objętej drenażem. W dalszej fazie eksploatacji, w miarę rozwoju sieci wyrobisk i spēkań poeksploatacyjnych, następuje pogłębienie i poszerzenie strefy aktywnej wymiany wód. Dużą rolę w rozwijaniu kontaktów hydraulicznych gra również s^opień zaangażowania tektonicznego górotworu, bowiem wskutek eksploatacji górniczej często następuje udrożnienie szczelin uskokowych i sieci towarzyszących im spēkań. Zmiana mineralizacji wód podziemnych w następstwie pogłębienia strefy aktywnej wymiany wód polega na rozcieńczaniu wód o podwyższonej mineralizacji wodami słodkimi infiltrującymi z wyższych partii górotworu oraz z powierzchni. Zjawisko to może jednak występować jedynie w tych rejonach Zagłębia, w których odbywa się zasilanie bezpośrednie warstw karbonu.

Metody prognozowania składu chemicznego wód dopływających do kopalni są uzależnione od stanu rozpoznania chemizmu wód złożowych.

W fazie projektowania kopalni prognozę chemizmu wód podziemnych opiera się głównie na wynikach analiz fizykochemicznych próbek wody pobranych w otworach wiertniczych oraz na badaniach mineralizacji wód porowych z pobranych w otworach próbek skał. W oparciu o analizę materiału statystycznego określa się zależność wielkości mineralizacji wód od głębokości $M = f(H)$. Przykład wykresu takiej funkcji dla wód karbońskiego poziomu wodonośnego w przedziale głębokości 200-1000 m w rejonie projektowanej kopalni przedstawiono na rys. 1 [3]. Rozkład punktów charakteryzujących wielkość mineralizacji wód karbońskich wskazuje, że badania mineralizacji wód porowych dają wyniki zawyżone w porównaniu z wynikami badań próbek wody pobranych w otworach wiertniczych. Z wykresu określa się przewidywaną średnią mineralizację wód, które będą dopływały do wyrobisk górniczych rozcinających złożo na określonych głębokościach. Opracowana w fazie projektowania kopalni prognoza składu chemicznego wód dolowych charakteryzuje chemizm wód szcerpywanych w początkowej fazie eksploatacji pokładów węgla. W dalszych etapach rozwoju kopalni prognoza ta powinna być weryfikowana w oparciu o wyniki bieżącego opróbowania wód podziemnych.

Prognozy składu chemicznego wód, jakie będą dopływały do czynnej kopalni w okresie perspektywicznym, opiera się na wynikach analiz chemicznych wód dopływających do wyrobisk górniczych na przestrzeni okresu obserwacyjnego, który nie powinien być krótszy od 5 lat. Do określania mineralizacji ogólnej można z powodzeniem stosować omówione poprzednio metody trendu, przy czym w równaniach trendu (1), (2), (3) jako zmienną zależną przyjmuje się wielkość zrzutu soli w wodach odprowadzanych z poszczególnych poziomów lub partii złoża. Na podstawie danych dotyczących wydobywania, dopływów wody, jej mineralizacji i zrzutów soli, jak również na podstawie



$$M = 34,06 + 0,255 H - 0,000 112 H^2$$

$$r = 0,82$$

o - 1

x - 2

Rys. 1. Wykres regresji wielkości mineralizacji M wód poziomu karbońskiego względem głębokości H w rejonie projektowanej kopalni:

1 - wyniki badań mineralizacji wód pobranych w otworach wiertniczych,
2 - wyniki badań mineralizacji wód porowych

Fig. 1. Diagram of regression of the mineralization quantity M of the waters of the Carboniferous level in relation to the depth H in the region of the colliery designed

1 - Test results on the mineralization of the waters taken from bore holes,
2 - test results on the mineralization of pore waters

przewidywanego wydobycia w okresie perspektywicznym określa się zatem prognozowane dopływy i zrzućy soli, które następnie przelicza się na wielkość mineralizacji. Ten pośredni sposób prognozowania mineralizacji wód dopływających do poszczególnych poziomów rozcinających złoże pozwala na zmniejszenie błędu prognozy. W określonych przypadkach, na przykład dla potrzeb projektowania procesu odsalania wód kopalnianych, zachodzi również potrzeba prognozy zawartości poszczególnych jonów. Prognozy takie można określić w funkcji mineralizacji ogólnej lub zawartości zasadniczego składnika, którym w przypadku wód silnie zasolonych jest jon Cl^- . Należy jednak podkreślić, że dokładność prognozy składu chemicznego jest uzależniona od dokładności danych wyjściowych, stąd wynika potrzeba prowadzenia systematycznego opróbowania wód podziemnych w kopalniach rozwojowych, a przynajmniej wód zbiorczych w obrębie poszczególnych poziomów lub partii złoža o odmiennych warunkach hydrogeologicznych kształtujących chemizm wód drenowanych wyrobiskami górnictwami.

4. PODSUMOWANIE

Opracowywanie prognoz ilości i jakości wód dopływających do k nieodzowne dla podyktowanego potrzebami ochrony środowiska racjonalnego zagospodarowania wód kopalnianych. Problematyka prognozowania dopływów wód do kopalń była przedmiotem prac wielu autorów i można uznać, że w tej dziedzinie istnieje duży wybór metod w zależności od stopnia rozpoznania hydrogeologicznego złoža. Zakres metod prognozowania składu chemicznego wód kopalnianych w poszczególnych fazach rozcięcia złoža jest uboższy, ponieważ potrzeba wykonywania tego rodzaju prognoz zaistniała dopiero od niedawna. W związku z tym należy podkreślić konieczność doskonalenia metodyki prognozowania chemizmu wód kopalnianych, szczególnie z zastosowaniem elektronicznej techniki obliczeniowej z uwagi na pracochłonne obliczenia, jak również potrzebę prowadzenia systematycznego opróbowania wód podziemnych w kopalniach rozwojowych, ponieważ bez danych podstawowych prowadzenie prac w tym zakresie jest niemożliwe.

Na zakończenie należy dodać, że przedstawione w niniejszym referacie statystyczne metody prognozowania ilości i jakości wód dopływających do kopalń nie mogą być stosowane w sposób automatyczny, bez krytycznej analizy uzyskiwanych wyników, przeprowadzonej w kontekście całokształtu rozpoznanych warunków hydrogeologicznych i geologiczno-górnictwych danej kopalni i otaczającego ją górotworu.

LITERATURA

- [1] Herzig J., Szczepańska J., Witozак St.: Charakterystyka zasolenia wybranych pokładów węgla w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym na podstawie badań roztworów porowych. Kwartalnik Geologiczny nr 3/4, Warszawa 1984.
- [2] Pałys J.: O genezie solanek w górnym karbonie na Górnym Śląsku. Rocznik PTG, t. XXXVI, z. 2, Kraków 1966.
- [3] Posyłek E.: Prediction of the chemical composition of waters inflowing to the mines. CMI, Annual Report, Katowice 1979.
- [4] Rogoż M., Posyłek E.: Prognozowanie dopływów wody do kopalń zmodyfikowanymi metodami trendu i współczynnika wodoprodukcyjnego. Prace GIG. Komunikat nr 711, Katowice 1980.
- [5] Wilk Z.: Związki między wydobyciem a dopływami wody do kopalń Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Zeszyty Probl. Górnictwa PAN, z. 2, Kraków 1975.
- [6] Wilk Z., Szyszło D.: Analiza porównawcza obserwowanych i prognozowanych różnymi metodami dopływów do kopalń głębinowych. Biuletyn IG. Z badań hydrogeologicznych w Polsce, nr 339, Warszawa 1982.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef Sztelak

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ КОЛИЧЕСТВА И КАЧЕСТВА ШАХТНЫХ ВОД С УЧЕТОМ
ОХРАНЫ ЕСТЕСТВЕННОЙ СРЕДЫ

Р е з ю м е

В статье охарактеризованы основные факторы имеющие влияние на формирование притока воды в шахты каменного угля ГУБ. Представлены разработанные в Главном Горном Институте, три метода прогнозирования притоков на основе тренда и линейной регрессии. Оговорены факторы формирующие химический состав вод входящих в шахты и даны методы применяемые в ГГИ для прогнозирования минерализации этих вод на этапе проектирования шахт и дальнейшего разреза залежи. В виду большого технического и экономического значения разрабатываемых прогнозов, подчеркнута необходимость совершенствования применяемых методов, особенно в отношении химизации вод в шахте. Правильное прогнозирование будет содействовать более рациональной утилизации вод из шахт и защите естественной среде.

PROGNOSTICATING OF THE QUANTITY AND QUALITY OF MINE WATERS
IN VIEW OF THE PROTECTION OF ENVIRONMENT

С и ж н а г у

Over the background of the know methods of hydrogeological analogy, the basic factors which influence the shaping of water in - flows to collieries of the Upper Silesia Coal Basin have been characterized, and three

methods of prognosticating the in - flows, elaborated in the Chief Institute of Mining, and based on the equations of trend and linear regression, have been presented. The factors decisive about the chemical composition of the waters flowing into the mines have been discussed and the methods, elaborated in the Chief Institute of Mining, of prognosticating the mineralization of those waters at the stage of the designing of the mine, as well as the further stage of deposit dissection, have been given. On account of the technical and economic significance of the prognoses, the need for improving of the methods used, especially in the field of mine water chemism, has been stressed. Correct prognostication will contribute to a more rational management of the waters pumped from collieries and the protection of natural environment.