

Eleonora SOLIK-HELIA SZ

Główny Instytut Górnictwa

WARSTWY DĘBOWIECKIE JAKO ŹRÓDŁO ZAGROZENIA WODNEGO
WYROBISK GÓRNICZYCH

Streszczenie. Przedstawiono problematykę zanieczyszczenia warstw dębowieckich w rejonie kopalni "Kaczyce" oraz rezerwowych pól górniczych Zebrzydowice i Bzie-Dębina. Opierając się na wynikach badań laboratoryjnych stwierdzono, że poziom wodonosny w warstwach dębowieckich będzie stanowił zagrożenie wodne dla istniejącej i perspektywicznej eksploatacji górniczej. Zanalizowano czynniki geologiczne, z którymi wiąże się istniejące zagrożenie.

WSTĘP

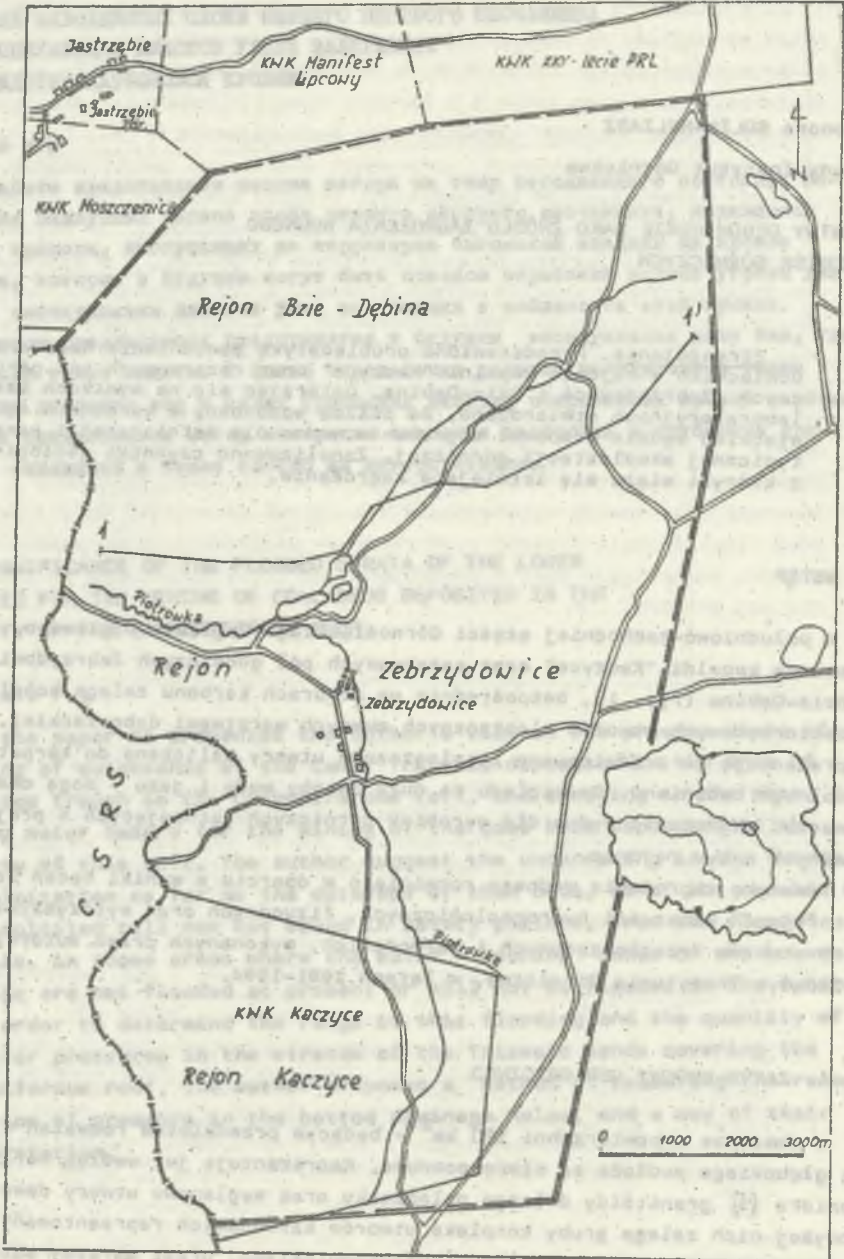
W południowo-zachodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, na obszarze kopalni "Kaczyce" oraz rezerwowych pól górniczych Zebrzydowice i Bzie-Dębina (rys. 1), bezpośrednio na utworach karbonu zalega kompleks trzeciorzędowych utworów klastycznych zwanych warstwami dębowieckimi. Reprezentują je zróżnicowane litologicznie utwory zaliczane do karpatianu i dolnego badenianu. Ze względu na duże zasoby wody i gazu - mogą one stwarzać zagrożenie wodne dla wyrobisk górniczych istniejących i projektowanych w tym rejonie.

Tematykę zagrożenia wodnego rozwinięto w oparciu o wyniki badań laboratoryjnych własności hydrogeologicznych, fizycznych oraz wytrzymałościowych utworów trzeciorzędowych i karbońskich, wykonanych przez autorkę w Głównym Instytucie Górnictwa, w latach 1981-1984.

1. ZARYS BUDOWY GEOLOGICZNEJ

W obszarze o powierzchni 120 km² - będącym przedmiotem rozważań - utwory głębokiego podłoża są słabo poznane. Reprezentują je, według Heflika i Koniora [3] granitoidy dolnego paleozoiku oraz węglanowe utwory dewonu. Powyżej nich zalega gruby kompleks utworów karbońskich reprezentowany, w ujęciu Bochańskiego i Doktorowicza-Hrebnickiego, przez warstwy siódłowe, rudzkie, orzeskie.

Znajomość wykształcenia litologicznego warstw siódłowych jest ogólna ze względu na znaczną głębokość ich zalegania. Są to głównie piaskowce



Rys. 1. Mapa sytuacyjna

— granice obszaru badań, 1—1' linia przekroju geologicznego

Fig. 1. Situational map

— boundary of the geological section, 1—1' line of the geological section

oraz łożce z grubymi pokładami węgla. Szczegółowiej poznany jest dopiero charakter warstw rudzkich. Warstwy te są reprezentowane przez łożce, przeławiczone piaskowcami, najczęściej drobnoziarnistymi oraz mułowcami i węglem, występującym w pokładach o grubości od 0,6 do 4,3 m.

Natomiast warstwy orzeskie tworzą naprzemianległe ławice piaskowców, łożców i mułowców, z dominacją utworów ilastych nad piaszczystymi. Występuje tu 7 pokładów węgla o grubości od 0,2 do 2,3 m.

W stropowej partii osadów karbonu zalegają tzw. utwory petre, to jest według Kowalskiego [4] zwietrzałe w warunkach klimatu tropikalnego piaskowce, łożce i mułowce. Utwory te nie tworzą ciągłej pokrywy, lecz występują w postaci płyt na znacznej części omawianego obszaru. Na obszarze kopalni "Kaczyce" osiągają maksymalną miąższość, sięgającą 140 m.

Górotwór karboński jest pocięty uskokami utworzonymi w fazie waryscyjskiej, a odmłodzonymi w fazie alpejskiej. Efektem starszej i młodszej tektoniki oraz zachodzącej w przeciągu od permu po trzecieorzęd erozji i wietrzenia jest według Bogacza, Kotarby i Kracha [2] urozmaicona powierzchnia stropu karbonu. Generalnie zapada ona w kierunku południowym. Jej najwyższy punkt sięga -114,2 m, w północnym krańcu obszaru, natomiast najniższy -1013,1 m, w centralnej części. Lokalnie wykazuje jednak duże deniwelacje, wynikające z istnienia głębokich obniżzeń często przybierających postać wąskich i stromych jarów oraz wysokich grzbietów. Sądzi się, że niektóre, największe obniżenia tej powierzchni mają założenia tektoniczne (rys. 2).

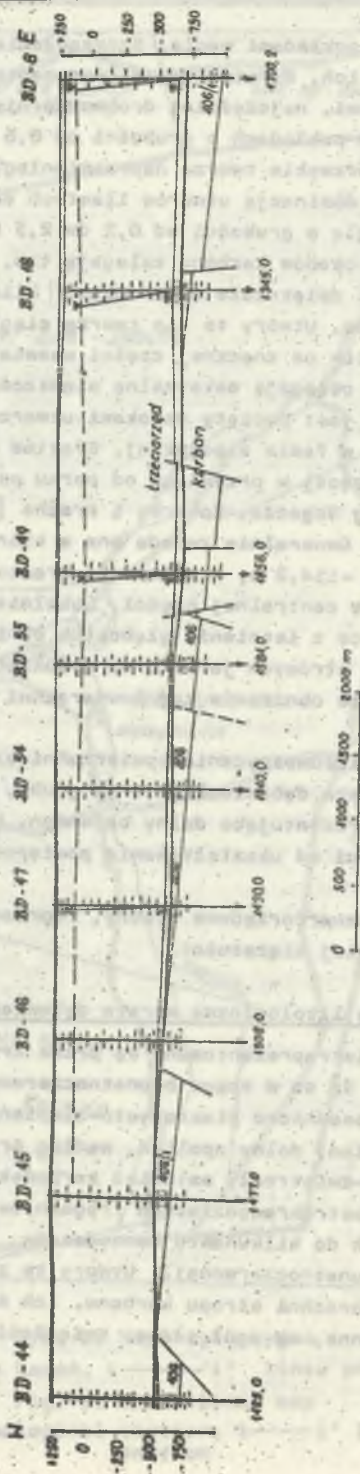
Na zróżnicowanej hipsometrycznej powierzchni stropu karbonu zalegają klastyczne utwory warstw dębowieckich oraz gruby, monotony kompleks utworów ilastych, reprezentujące dolny badenian. Utwory ilaste osięgają miąższość, w zależności od ukształtowania powierzchni stropu karbonu, od 350 do 1000 m.

Osady te wieńczą czwartorzędowe utwory, reprezentowane przez piaski, gliny, iły o niewielkiej miąższości.

1.1. Wykształcenie litologiczne warstw dębowieckich

Warstwy dębowieckie reprezentowane są przez zróżnicowane litologicznie i wiekowo osady. Są to w spęgu brunatnoczerwone brekcje i szare łożce karpatianu oraz zasadniczo piaszczysto-zlepieńcowe utwory barwy szarej, reprezentujące badenian, dolny opolian, według pracy Neya i in. [5].

Brekcje zawierają zwietrzały materiał karboński o charakterze koluwiów, mający postać ostrokrawędzistych fragmentów piaskowców, łożców i mułowców o średnicach do kilkunastu centymetrów, tkwiących w piaszczysto-ilastym tle barwy brunatnoczerwonej. Utwory te zalegają w postaci płyt bezpośrednio na powierzchni stropu karbonu. Ich miąższość sięga 31 m. Brekcje cechuje zmienna, na ogół słaba, zwięzłość.



Rys. 2. Przekrój geologiczny 1—1'
 Fig. 2. Geological section 1—1'

Powyżej nich zalegają szare łowce. Wypełniają one lokalnie niektóre obniżenia powierzchni stropu karbonu. Miąższość ich z reguły niewielka - sięga w osiowych partiach dużych obniżzeń 130 m.

Utwory piaszczysto-zlepieńcowe reprezentowane są przez piaskowce od drobno-, średnio- po gruboziarniste oraz zlepieńce o barwie szarej. Miąższość tych utworów jest ściśle związana z reliefem stropu karbonu. W związku z dużymi deniwelacjami tej powierzchni obserwuje się znaczne różnice miąższości utworów klastycznych, zmieniające się od 0 do 235 m (otwór Z-15). W dużych obniżeniach powierzchni stropu stwierdza się największe miąższości warstw dębowieckich. W rejonach grzbietów karbońskich obserwuje się brak lub niewielkie miąższości tych osadów.

W składzie petrograficznym utworów piaszczysto-zlepieńcowych zaznacza się obecność fragmentów twardych skał karbońskich: piaskowców, łowców, mułowców, okruchów węgla i wapieni - prawdopodobnie pochodzenia karpackiego. Ilość i wymiary okruchów skalnych maleją w utworach drobniej uziarnionych. Największe, o długości kilkunastu centymetrów, występują w zlepieńcach.

W profilu pionowym tych utworów stwierdza się przewarstwianie osadów drobniej uziarnionych - grubiej uziarnionymi. Efektem jest brak gradacji wielkości ziarn w profilu pionowym oraz ich ogólnie słabe wysortowanie. Utwory piaszczysto-zlepieńcowe cechuje na ogół słaba związłość.

2. WARUNKI HYDROGEOLOGICZNE WARSTW DĘBOWIECKICH

Warstwy dębowieckie stanowią główny poziom wodonośny w nadkładzie. Jest to poziom wodno-gazowy, cechujący się wysokim ciśnieniem, zmieniającym się w zakresie od 3 do 8 MPa. Zawiera on wody typu Cl-Na-Ca o mineralizacji od 8,3 do około 60 g/dm³. W wodzie rozpuszczony jest gaz, głównie metan. Dotychczasowe badania wskazują, iż w 1 m³ wody jest rozpuszczone 1,9 m³ gazu i ciśnieniu 0,1 MPa. Określone dla obszaru 120 km² zasoby statyczne tego poziomu wynoszą, według Rogoża, Solik-Haliasz [7], 426 mln m³ wody, zasoby sprężyste 4,5 mln m³, natomiast zasoby gazu 426 mln m³. Charakterystyczną cechą tego poziomu są zróżnicowane wydatki jednostkowe, zmieniające się w zakresie 1,0 · 10⁻⁸ - 4,2 · 10⁻⁴ m³/s/1mS. Przyczynę tego należy upatrywać w zmienności wykształcenia litologicznego oraz różnicach związłości utworów warstw dębowieckich.

Poziom ten jest odizolowany od innych poziomów trzeciorzędowych grubą pokrywą utworów ilastych. Natomiast wykazuje więź hydrauliczną z poziomami karbońskimi.

3. WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH SKAŁ

Wyniki badań laboratoryjnych zestawiono w tabelach 1 i 2. Dotyczą one klastycznych utworów trzeciorzędu oraz osadów karbonu, zalegających do głębokości 200 m od reliefu karbońskiego. W tabelach zamieszczono całkowite zakresy zmienności badanych parametrów oraz zakresy zmienności ich średnich wartości, określonych dla poszczególnych otworów wiertniczych.

W odniesieniu do utworów klastycznych zwracają uwagę wysokie wartości porowatości oraz zróżnicowane, na ogół niskie, wartości przepuszczalności. Wskazują one na duże możliwości trzeciorzędowego wodonośca do gromadzenia wody i pośrednio, na bardziej ograniczone - do jej oddawania. Ze względu na parametry wytrzymałościowe utwory te zaliczają się do słabych i bardzo słabych.

Brekcje wykazują przepuszczalność charakterystyczną dla dolnych rejestrów, natomiast parametry wytrzymałościowe - dla górnych, cytowanych wartości.

Wyniki te, w odniesieniu do utworów karbonu, wskazują na ich słabą przepuszczalność oraz niskie wartości parametrów wytrzymałościowych. W związku z tym należy się spodziewać, iż wdarcia wody z utworów nadkładu będą wykorzystywały w pierwszym rzędzie systemy szczelin w górotworze karbońskim, w mniejszym zaś stopniu przestrzenie porowe skały. Z punktu widzenia praktyki górniczej interesujące jest, czy wartości przytoczonych powyżej parametrów trzeciorzędowych utworów cechuje kierunkowa, horyzontalna zmienność. W przypadku stwierdzenia takowej można by odpowiednio

Tabela 1

Wyniki badań laboratoryjnych utworów warstw dębowieckich

Par a m e t r	Liczebność oznaczeń	Całkowity zakres zmienności	Zakres zmienności średnich wartości
Współczynnik filtracji m/s	530	$1,0 \cdot 10^{-12}$ - $3,9 \cdot 10^{-5}$	$1,1 \cdot 10^{-7}$ - $8,4 \cdot 10^{-6}$
Współczynnik porowatości efektywnej, %	542	2,07 - 30,11	11,51 - 24,70
Współczynnik pojemności sprężystej, MPa ⁻¹	17	$6,950 \cdot 10^{-5}$ - $4,269 \cdot 10^{-4}$	$1,580 \cdot 10^{-4}$ - $2,231 \cdot 10^{-4}$
Gęstość właściwa szkieletu skalnego, 10 ³ kg/m ³	575	2,29 - 2,84	2,50 - 2,83
Gęstość pozorną skały 10 ³ kg/m ³	456	1,76 - 2,55	1,95 - 2,43
Wytrzymałość na ściskanie, MPa	343	2,9 - 71,7	6,1 - 34,2
Wytrzymałość na rozciąganie, MPa	49	0,1 - 2,8	0,4 - 0,7

Tabela 2

Wyniki badań laboratoryjnych utworów karbonu
zalegających do głębokości 200 m od powierzchni stropu karbonu

Par a m e t r	Liczebność oznaczeń	Całkowity zakres zmienności	Zakres zmienności średnich wartości
Współczynnik filtracji m/e	85	$1,0 \cdot 10^{-12}$ - $6,5 \cdot 10^{-7}$	$1,2 \cdot 10^{-9}$ - $4,3 \cdot 10^{-8}$
Współczynnik porowatości efektywnej, %	86	2,50 - 22,32	5,77 - 13,14
Współczynnik odsączal- ności, %	86	0,93 - 12,80	3,23 - 8,96
Wytrzymałość na ścis- kanie, MPa	85	5,3 - 108,3	38,7 - 68,5
Wytrzymałość na roz- ciąganie, MPa	84	0,9 - 7,9	2,6 - 5,1

planować rozwój eksploatacji górniczej, mając na względzie bezpieczeństwo prowadzenia robót podziemnych. Tak więc można by pomijać partie nadkładu cechujące się najwyższymi parametrami kolektorskimi, a więc stwarzające największe zagrożenie wodne, bądź stosować w ich rejonie zwiększone środki bezpieczeństwa.

4. ZMIENNOŚCI HORYZONTALNE PARAMETRÓW

Statystycznej analizie zmienności poddano przytoczone powyżej (patrz tabela 1) parametry. Analizę tę wzbogacono o wyniki badań uziarnienia - upatrując w cechach strukturalno-tekaturalnych osadu związku z jego własnościami hydrogeologicznymi. Wyniki 154 analiz sitowych przeliczono metodą momentów centralnych, uzyskując wartości pierwszych dwóch momentów: średniej średnicy ziarn i wysortowania.

Wspólną ocenę zmienności dokonano na podstawie metody przekrojów równoległych Trembeckiego [8]. Metoda ta polega na wyznaczeniu średniej wariancji parametru w dowolnym kierunku, na podstawie wariancji określonych w poszczególnych pasach zorientowanych zgodnie z kierunkiem badań. Zmienność w kierunku k określa się według wzoru:

$$s_k = \sum_{j=1}^{n_k} s_{k,j}^2$$

gdzie:

- $S_{k,j}^2$ - wariancja kierunkowa w j-tym pasie dla k-tego kierunku,
 N_k - liczba pasów w k-tym kierunku.

Zmienność badano w kierunkach 0° , 30° , 60° , 90° , 120° , 150° w stosunku do osi x.

Na podstawie testu F-Snedecora, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$ ustalono, iż dla warstw dębowieckich istotne zróżnicowanie dotyczy wartości: współczynnika filtracji, współczynnika porowatości efektywnej, gęstości pozornej skały oraz średniej średnicy ziarn. Pozostałe parametry, to jest gęstość właściwa szkieletu skalnego, wysortowanie osadu, parametry wytrzymałościowe, wykazały nieistotne zróżnicowanie na przyjętym poziomie ufności.

Wartości współczynników filtracji i porowatości efektywnej wykazują maksymalną zmienność w kierunku 60° w stosunku do osi x, co odpowiada w przybliżeniu kierunkowi NNE-SSW, gęstości pozornej w kierunku 120° , zgodnym z orientacją NNW-SSE oraz średniej średnicy ziarn w kierunku 90° , to jest N-S (rys. 3). Należy dodać, że kierunki minimalnych zmienności zorientowane są prostopadle do przytoczonych powyżej.

Na podstawie prezentowanej powyżej metody możliwe było określenie kierunku maksymalnej bądź minimalnej zmienności bez wskazania jednak jego zwrotu. Określono go wykorzystując kolejną z metod, a mianowicie metodę trendu.

Metoda trendu jest statystyczną analizą określenia tendencji zmian wartości dowolnego parametru. Rzeczywiste jego wartości z_i , obserwowane w punktach o współrzędnych x_i , y_i , są według Blajdy [1] określone wzorem:

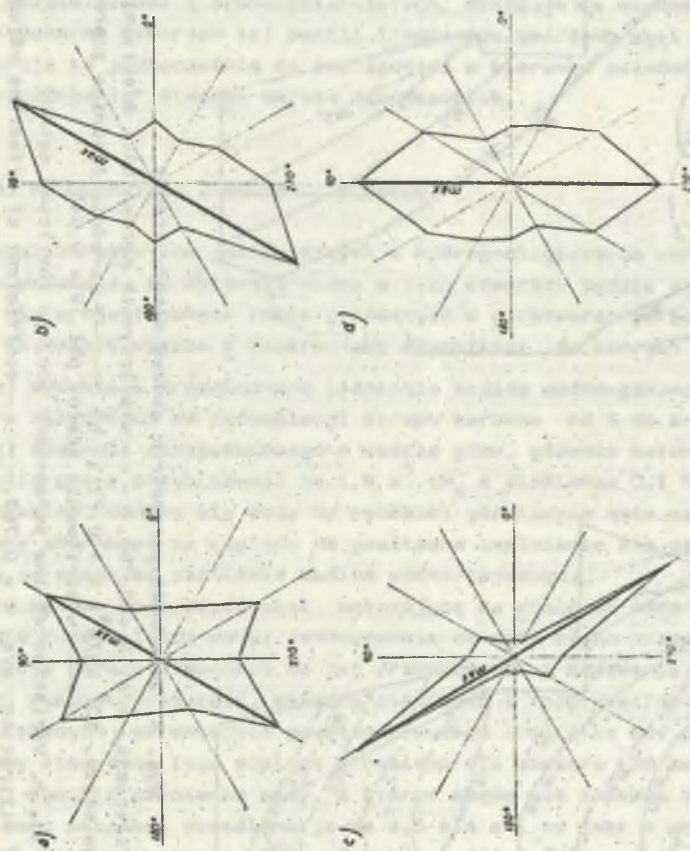
$$z_i = \hat{z}(x_i, y_i) + e_i$$

gdzie:

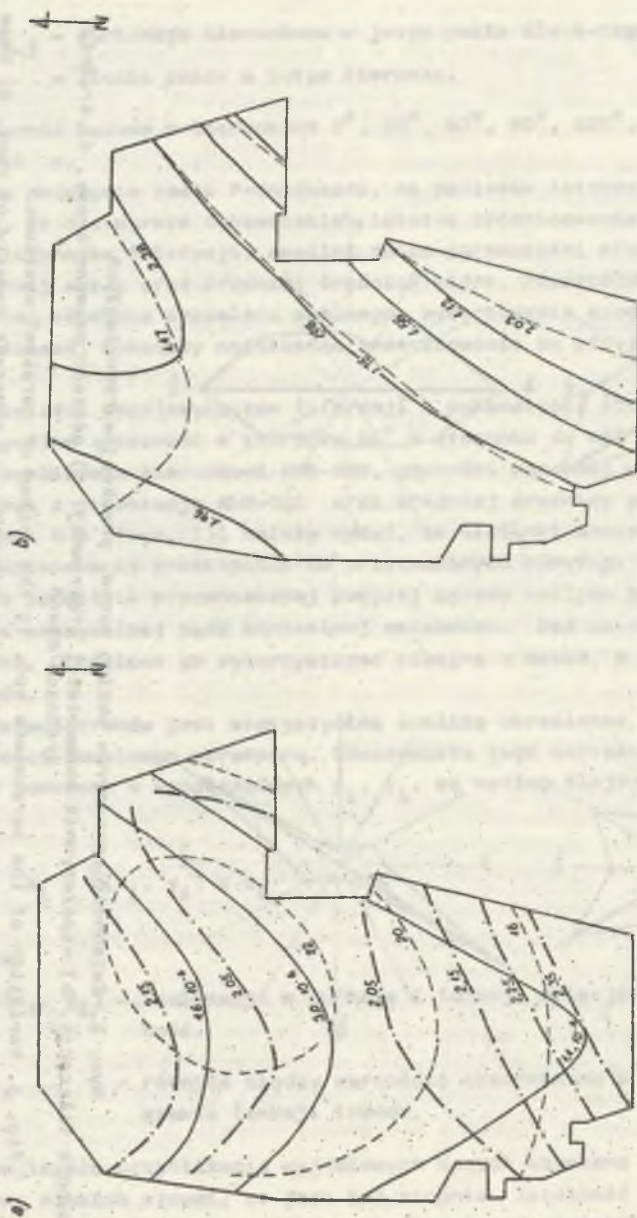
$\hat{z}(x_i, y_i)$ - realizacja w punkcie i funkcji opisującej nielosową zmienność,

e_i - różnica między wartością obserwowaną a wyliczoną na podstawie funkcji trendu.

Najlepsze przybliżenie wyjściowych danych uzyskano funkcjami wielomianowymi niskich stopni, to jest 1-3 stopnia. Istotność tego przybliżenia, wyrażonego wielkością współczynnika korelacji wielokrotnej R, badano na podstawie testu F-Snedecora, na poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Analiza trendu wykazała, iż wartości współczynników filtracji i porowatości efektywnej oraz średniej średnicy ziarn (w jednostkach phi) rosną w kierunku północnym i północno-zachodnim, natomiast gęstości pozornej skały i wy-



Rys. 3. Zmienność parametrów według metody przekrojów równoległych
 a) współczynnik filtracji, b) współczynnik porowatości efektywnej, c) gęstość pozorną skały, d) średnia
 średnica ziarn
 Fig. 3. Variation of the parameters acc. to the method of parallel sections
 a) coefficient of filtration, b) coefficient of effective porosity, c) apparent density of rock, d) mean
 grain diameter



Rys. 4. Zmienność parametrów według metody trendu

- a) ——— współczynnik filtracji, m/s, $R = 0,785$, --- współczynnik porowatości efektywnej, %, $R = 0,722$
 - - - - - gęstość pozorne skały, 10^3 kg/m^3 , $R = 0,771$; b) ——— średnia średnica ziarna, phi, $R = 926$,
 - - - - - wysortowanie ziarn, phi, $R = 0,948$
- Fig. 4. Variation of the parameters acc. to the trend method
 a) ——— coefficient of filtration, m/s, $R = 0,785$, --- coefficient of effective porosity, %, $R = 0,722$
 - - - - - apparent density of rock, 10^3 kg/m^3 , $R = 0,771$; b) ——— mean grain diameter, phi, $R = 926$,
 - - - - - sorting out grains, phi, $R = 0,948$

sortowania ziarn - ku południowemu wschodowi (rys. 4). W kierunku z południa na północ poprawiają się więc własności kolektorskie warstw dębowieckich. Jednocześnie osad staje się drobniej uziarniony i lepiej wysortowany. O ile w rejonie Kaczyce utwory należy zaliczyć zasadniczo do półprzepuszczalnych o średniej porowatości według Pazdry [6], o tyle w rejonie Bzie-Dębina do średnioprzepuszczalnych o porowatości zaliczanej do wysokiej. W części południowej niskim przepuszczalnościom i porowatościom odpowiadają najwyższe stwierdzone średnice ziarn (mm), charakterystyczne dla osadów grubo- i średnioziarnistych. Wskazuje to na znaczny udział w klastycznych utworach tej partii fragmentów twardych skał karbońskich. Sugeruje to jednocześnie na postępujące w kierunku południowego wschodu "uszczelnienie" utworów warstw dębowieckich.

5. PROBLEMATYKA ZAGROŻENIA WODNEGO

Analiza warunków geologicznych i hydrogeologicznych warstw dębowieckich wskazuje, iż zbiornik wodny w tych utworach będzie stwarzał zagrożenie dla projektowanych robót górniczych w górotworze karbońskim. Zagrożenie to należy wiązać z konkretnymi czynnikami, do których zalicza się:

- 1) wysokie i zróżnicowane ciśnienie medium wodno-gazowego, zmieniające się w zależności od deniwelacji stropu karbonu od 3 do 8 MPa,
- 2) obecność rozpuszczonego w wodzie gazu, głównie metanu, którego ilość określa się w przybliżeniu na $1,9 \text{ m}^3 \text{ CH}_4$ o ciśnieniu 0,1 MPa na 1 m^3 wody. Ewentualne wdarcie się wody do wyrobisk górniczych może mieć bardzo dynamiczny charakter ze względu na gwałtowne uwalnianie się gazu z wody, związane ze spadkiem ciśnienia medium wodno-gazowego,
- 3) wysoką porowatość skał, wskazującą na zdolność wodonośca do gromadzenia dużej ilości wody; jednocześnie na ogół słaba przepuszczalność sugeruje gorsze własności do jej przewodzenia i oddawania,
- 4) wysoką porowatość, znaczną miąższość i rozprzestrzenienie osadów klastycznych - warunkujące powstanie dużego zbiornika wód podziemnych. Zasoby statyczne tego poziomu określono dla obszaru 120 km^2 , na 426 mln m^3 ,
- 5) wysokie ciśnienie wody, z którym wiążą się znaczne zasoby sprężyste tego poziomu; określono je na $4,5 \text{ mln m}^3$, to jest w przybliżeniu na 1% zasobów statycznych. Jego efektem są również znaczne zasoby gazu, oszacowane na 426 mln m^3 ,
- 6) dużą zmienność własności hydrogeologicznych i wydatków jednostkowych wody, między najbliższymi punktami stwierdzeń,
- 7) horyzontalną zmienność parametrów hydrogeologicznych. W rejonie Bzie-Dębina należy się spodziewać większego zagrożenia wodnego wyrobisk górniczych w porównaniu do rejonu Kaczyce, ze względu na lepsze własności kolektorskie utworów klastycznych,

8) brak brekcji w wielu partiach, spełniających funkcję warstwy izolacyjnej.

9) niewystarczający stopień rozpoznania morfologii stropu karbonu. Zagrożenie wodne wynika z możliwości wprowadzenia wyrobiska górniczego w zawodnione utwory trzeciorzędu, w rejonie nierozpoznanych, lokalnych jego deniwelacji.

10) załeganie w stropowej części górotworu karbońskiego zwietrzałych utworów pstrych o niskich parametrach wytrzymałościowych.

11) niewystarczające rozpoznanie tektoniki górotworu karbońskiego a zwłaszcza brak danych o zawodnieniu uskoków.

LITERATURA

- [1] Błażda R.: Analiza tendencji rozmieszczenia mineralizacji Zn-Pb w nawiązaniu do tektoniki złóż rejonu olkuskiego. Przegląd Geologiczny 1983; nr 2.
- [2] Bogacz W., Kotarba M., Krach J.: Cechy strukturalne serii węglonośnej południowej części Rybnickiego Okręgu Węglowego. Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego 1984; vol. 54, nr 3-4.
- [3] Heflik W., Konior K.: Granitoidy w poddewońskim podłożu obszaru Bieleko-Andrychów. Kwartalnik Geologiczny 1970; t. 14, nr 2.
- [4] Kowalaki W.: Przedmioceńskie atrefy wietrzenia (patre utwory) w stropie warstw załęskich Rybnickiego Okręgu Węglowego. Kwartalnik Geologiczny 1982; nr 26.
- [5] Ney R., Burzewski W., Bachleđa T., Górecki W., Jakóbczak K., Słupczyński K.: Zarys paleogeografii i rozwoju litologiczno-facjalnego utworów miocenu zapadlika przedkarpackiego. Prace Geologiczne PAN 1982.
- [6] Pazdro Z.: Hydrogeologia ogólna. Wyd. II; Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa 1977.
- [7] Rogoż M., Solik-Haliasz E.: Metoda zapobiegania zagrożeniu wodnemu ze strony warstw dębowieckich dla kopalń projektowanych w południowej części ROW. "Dokumentacja" Głównego Instytutu Górniczego 1983.
- [8] Trembecki A.: Zasady projektowania selektywnej eksploatacji złóż surowców mineralnych. Wyd. II; Śląsk, Katowice 1966.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Józef Szelak

ДЕМБОВЕЦКИЕ СЛОИ КАК ИСТОЧНИК ВОДНОЙ УГРОЗЫ ГОРНЫХ ВЫРАБОТОК

Резюме

В статье представлена проблематика наводнения дębовецких слоев в районе шахты "Качице" и резервных эксплуатационных полей Зебжидовице и Бзе Дембина. Основываясь на результатах лабораторных исследований показано, что водоносный уровень в дębовецких слоях будет причиной водной угрозы для существующей и перспективной горной эксплуатации. Дан анализ геологических факторов с которыми связана существующая угроза.

THE DEBOWIEC STRATA AS THE SOURCE OF WATER HAZARDS OF MINE EXCAVATIONS

Summary

The problems of flooding of the Dębowiec strata in the region of "Kaczyse" mine as well as the reserve mining fields "Zebrzydowice" and "Bzie-Dębina", have been presented. On the basis of the laboratory test results, it has been found that the water - bearing level in the Dębowiec strata will constitute water hazard for the existing and future mining. The geological factors which are connected with the existing hazard have been analysed.