

Tatiana BOCHENŃSKA\*, Janusz BIENIEWSKI\*\*

## DOPŁYW WÓD PODZIEMNYCH DO KOPALNI RUDY MIEDZI NA MONOKLINIE PRZEDSUDECKIEJ

### SPIS TREŃCI

Wstęp . . . . .	133
Zarys warunków hydrogeologicznych w rejonie występowania złoża rudy miedzi . . . . .	133
Zmiany hydrodynamiczne w górotworze pod wpływem działalności górniczej . . . . .	136
Uwagi końcowe i wnioski . . . . .	139
Literatura . . . . .	140
Underground water inflow to the copper-mines of Fore-Sudetic Monocline region — Summary	141

### Streszczenie

W artykule przedstawiono przebieg procesu drenowania górotworu przez kopalnie w pierwszych dziesięciu latach ich działalności, na tle ogólnych warunków hydrogeologicznych rejonu złoża miedzi na monoklinie przedsudeckiej. Określono wpływ drenażu na poszczególne poziomy wodonośne, z ukaza-

niem roli kontaktów hydraulicznych typu sedymentacyjnego i tektonicznego. Wykazano, że dopływy do kopalni formują się wyłącznie z wód statycznych poziomów wodonośnych kontaktujących ze sobą.

### WSTĘP

Opracowanie właściwego schematu dynamicznego wód podziemnych w rejonach eksploatacji górniczej ma znaczenie nie tylko teoretyczne, ale i praktyczne. Nie można bowiem bez stworzenia zgodnego z rzeczywistymi warunkami wyobrażenia o przepływie wód w górotworze zastosować odpowiedniej metody obliczenia spodziewanych dopływów do wyrobisk kopalni. A to jak wiadomo jest jednym z podstawowych zadań hydrogeologicznych związanych z programowaniem rozwoju eksploatacji surowca mineralnego.

Rozbudowa kopalni rud miedzi na obszarze monokliny przedsudeckiej wywołała drenowanie górotworu. Na podstawie analizy wyników obserwacji

piezometrycznych dokonano oceny rozwoju depresji w poszczególnych poziomach wodonośnych. Przeprowadzono próbę identyfikacji kierunków przepływu i kontaktów hydraulicznych między poszczególnymi poziomami wodonośnymi oraz określono warunki hydrodynamiczne zespołu, jaki tworzą kopalnie i górotwórn.

Autorzy dziękują Kolegom — hydrogeologom z Kombinatu Górniczo-Hutniczego Miedzi w Lubinie: dr. inż. S. Downorowiczowi, mgr. inż. J. Mochyle, mgr. inż. R. Wiśniewskiemu i mgr. inż. G. Kusiowi za udostępnienie podstawowych materiałów hydrogeologicznych gromadzonych przez nich w trakcie rozwoju kopalni miedzi.

### ZARYS WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH W REJONIE WYSTĘPOWANIA ZŁOŻA RUDY MIEDZI

Warunki hydrogeologiczne obszaru występowania złoża były przedmiotem wielu publikacji. Z ważniejszych należy wymienić: pracę zbiorową o charakterze

monografii, zawierającą syntezę rozpoznania hydrogeologicznego według określonego stanu czasowego Konstantynowicza *et al.* (1963) oraz prace Sztelaka

\* Zakłady Badawcze i Projektowe Miedzi „Cuprum“, Wrocław, pl. 1-go Maja 1—2.

\*\* Politechnika Wrocławska, Instytut Górnictwa, Wrocław, ul. K. Świerczewskiego 74.

(1965), Downorowicza i Dubińskiego (1966), Jureczki (1967), Salskiego (1971) i Bocheńskiej (1970, 1976; Bocheńska, Leśniak 1970; Bocheńska, Leśniak, Tomaszewski 1970, 1971). Bogatą informację o warunkach hydrogeologicznych omawianego rejonu zawierają również liczne niepublikowane opracowania o charakterze dokumentacyjnym i badawczym (Z. Kasiarz, J. Sztelak, J. Jureczko, T. Bocheńska i in.).

W pracy ograniczono się do przedstawienia warunków hydrogeologicznych jedynie w ogólnym zarysie stanowiącym niezbędne tło dla poruszanych zagadnień.

W budowie geologicznej obszaru występowania złoże biorą udział skały metamorficzne i magmowe starszego paleozoiku oraz proterozoiku stanowiące krystaliczne podłoże monokliny przedsudeckiej. W obrębie monokliny występują skały osadowe permu i triasu, natomiast utwory kenozoiku tworzą jej okrywę.

Najniżej zalega poziom wodonośny związany z drobnoziarnistymi piaskowcami czerwonego spągowca o miąższości około 350 m. Charakteryzuje się on bardzo niską przepuszczalnością. Jego współczynnik filtracji<sup>1</sup> wynosi  $1 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-3}$  m/d.

Kolejny, idąc ku górze, jest poziom wodonośny w wapieniach i dolomitach dolnego cechsztynu. Rozwinięty jest w strefie objętej szczelinowatością. Miąższość tego poziomu zmienia się w przedziale od 20 do 100 m. Największą grubość ma w południowym rejonie obszaru występowania. Tu również pocięty jest szeregiem uskoków i stosunkowo intensywnie zaangażowany tektonicznie oraz charakteryzuje się podwyższoną wodoprzepuszczalnością. Współczynnik filtracji osiąga tu wartość kilku m/d. Natomiast w części centralnej i północnej obszaru występowania poziomu wodonośnego utwory węglanowe są słabo przepuszczalne o współczynniku filtracji rzędu setnych, tysięcznych lub nawet dziesięcio- i stutysięcznych części m/d. Wapienie i dolomity pokryte są warstwą anhydrytów cechsztyńskich o miąższości od 40 do 180 m, nieprzepuszczających wody.

W stropowej części anhydrytów lokalnie występuje kawernisty dolomit górnego cechsztynu zwany „lubińskim” (Downorowicz, Dubiński 1966). Miąższość tego poziomu wodonośnego o ograniczonym rozprzestrzenieniu waha się w granicach od 0,3 do 8 m, a współczynnik filtracji od 0,3 do 10 m/d. Serią nieprzepuszczalną dla wody są zalegające wyżej cechsztyńskie łupki ilaste.

Nad łupkami ilastymi występuje kolejny poziom

<sup>1</sup> W artykule zawsze będzie mowa o średnim współczynniku filtracji określonym w odniesieniu do pełnej miąższości poszczególnych poziomów wodonośnych, z wyjątkiem czerwonego spągowca, który został rozpoznany jedynie w partiach stropowych.

wodonośny związany z drobnoziarnistymi piaskowcami pstrego piaskowca. Miąższość jego wynosi od 150 do 460 m, a stwierdzone wielkości współczynnika filtracji zamykają się w przedziałach od  $1 \cdot 10^{-5}$  do  $1 \cdot 10^{-1}$  m/d.

Kompleks utworów permskich i triasowych wykształcony jest w postaci monoklinalnie zalegających warstw nachylonych pod kątem 3–5° w kierunku północno-wschodnim, to jest prostopadle do występującej w południowym rejonie złoża strefy tektonicznej. Ilustrację strukturalnych warunków omówionego kompleksu skalnego stanowi szkic sytuacji geologicznej okolic Lubina (fig. 1) i syntetyczny przekrój geologiczny obszaru złoża (fig. 2).

Utwory trzeciorzędowe leżą niezgodnie na seriach starszych i wykształcone są w postaci przeławień różnoziarnistych piasków, żwirów, mułków, pyłów i ilów. Można w nich wyodrębnić trzy poziomy wodonośne. Bezpośrednio na piaskowcach triasu, a miejscami na anhydrytach oraz wapieniach i dolomitach cechsztynu występuje tak zwany podwęglowy poziom wodonośny o miąższości od zera do kilkadziesiątu metrów i współczynniku filtracji rzędu od setnych części do kilku m/d. Od poziomów wyżej położonych oddzielają go ropy mioceńskie o miąższości do kilkadziesiątu metrów. Z ropy łączą się również przeławienia tak zwanego dolnego pokładu węgla brunatnego, powiększając miąższość utworów nie przepuszczających wody.

W partiach środkowych i przystropowych trzeciorzędu występują jeszcze dwa poziomy wodonośne — międzywęglowy i nadwęglowy. Miąższość ich wynosi od kilku do kilkunastu metrów, a współczynnik filtracji od setnych części do kilku m/dobę. Wodonośne utwory górnych partii trzeciorzędu pokryte są kilkadziesiątmetrową warstwą ropy mioceńskich.

Ostatni poziom wodonośny jest w utworach czwartorzędowych. Występuje w przeławieniach piasków, żwirów i pyłów pochodzenia fluwioglacjalnego i aluwialnego między glinami. Sumaryczna miąższość wodoprzepuszczalnych utworów czwartorzędu wynosi 20–100 m. Są one przeważnie dobrze przepuszczalne, o współczynniku filtracji od kilkunastu do ponad stu m/d.

Wszystkie wymienione poziomy wodonośne, z wyjątkiem występującego w utworach czwartorzędowych, należą do naporowych. Ich pierwotne zwierciadło piezometryczne układało się na wysokościach rzędu +80 do +100 m npm, a miejscami nieco wyżej.

Kontakty hydrauliczne pomiędzy wspomnianymi poziomami wodonośnymi uwarunkowane są nieciągłościami sedymentacyjnymi i tektonicznymi utworów nieprzepuszczalnych. Nieciągłości te występują głównie w południowej części obszaru, gdzie

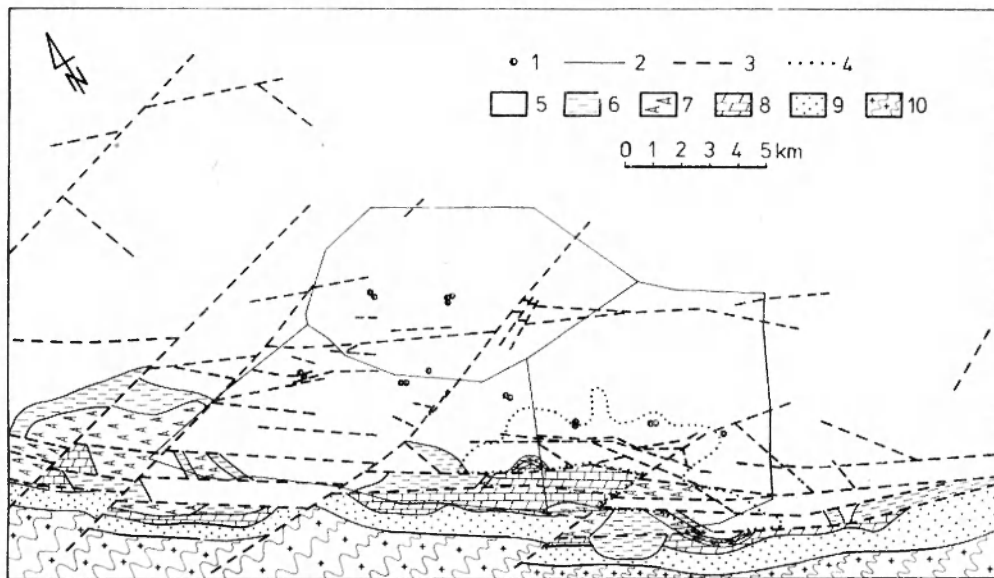


Fig. 1

Szkic geologiczny wycinka monokliny przedsudeckiej w okolicy Lubina (wg Kieniga i Kaszpra)

1 - szyby kopalni; 2 - granice obszarów kopalni; 3 - uskoki; 4 - zasięg górnoczechsżyńskiego „dolomitu lubińskiego”; podtrzęciorzędowe wychodnie: 5 - pstrego piaskowca, 6 - łupków czechsżyńskich, 7 - anhydrytów czechsżyńskich, 8 - wapieni i dolomitów dolnego czechsżytnu, 9 - czerwonego spągowca, 10 - utworów krystalicznych

Geological sketch-map of the Lubin district, Fore-Sudetic Monocline (after Kienig and Kaszper)

1 - mine-shaft locations; 2 - copper-mine district borders; 3 - faults; 4 - extent of the Upper Zechstein 'Lubin dolomite'; pre-Tertiary buried outcrops: 5 - Bunter Sandstone, 6 - Zechstein shales, 7 - Zechstein anhydrites, 8 - Lower Zechstein limestones and dolomites, 9 - Rotliegendes, 10 - crystalline rocks

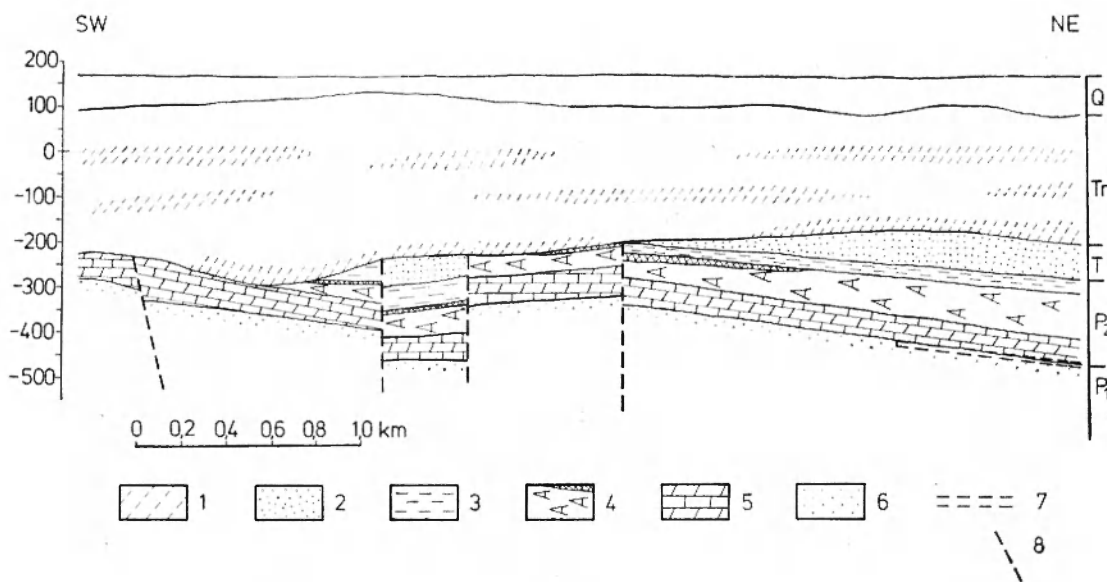


Fig. 2

Syntetyczny przekrój geologiczny przez obszar złoża miedzi na monoklinie przedsudeckiej

1 - utwory wodonośne w trzeciorzędzie; 2 - pstry piaskowiec; 3 - łupki czechsżyńskie; 4 - anhydryty czechsżyńskie z dolomitem „lubińskim” w stropie; 5 - wapień i dolomity dolnego czechsżytnu; 6 - czerwony spągowiec; 7 - wyrobiska górnicze; 8 - uskoki

Synthetic geological cross-section through the copper field, Fore-Sudetic Monocline

1 - aquiferous Tertiary deposits; 2 - Bunter Sandstone; 3 - Zechstein shales; 4 - Zechstein anhydrites; 5 - Lower Zechstein limestones and dolomites; 6 - Rotliegendes; 7 - underground workings; 8 - faults

związane są ze strefą wzmożonego zaangażowania tektonicznego górotworu oraz stykaniem się wodonośnych utworów trzeciorzędowych i cechsztyńskich w obszarze podtrzeciorzędowych wychodni tych ostatnich.

## ZMIANY HYDRODYNAMICZNE W GÓROTWORZE POD WPŁYWEM DZIAŁALNOŚCI GÓRNICZEJ

Poziome roboty górnicze w złożu prowadzono ze zmiennym w czasie natężeniem. W pierwszym roku dokonano rozcięcia powierzchni — 0,11 km<sup>2</sup>, w drugim — 3,44 km<sup>2</sup>, w trzecim — 0,69 km<sup>2</sup>, w czwartym — 0,34 km<sup>2</sup>, w piątym — 1,38 km<sup>2</sup>, w szóstym — 1,69 km<sup>2</sup>, w siódmym — 3,44 km<sup>2</sup>, w ósmym — 4,70 km<sup>2</sup>, w dziewiątym — 5,07 km<sup>2</sup> i w dziesiątym roku — 5,3 km<sup>2</sup>. Przez powierzchnię rozcięcia złoża rozumie się tu obszar objęty linią poprowadzoną wzdłuż granic części złoża, wyeksploatowanych i przygotowanych do eksploatacji, to znaczy okonturowanych co najmniej w 3/4 wyrobiskami udostępniającymi (Bocheńska, Leśniak 1970).

Zmienne było również natężenie drenażu. Efekt odwadniania górotworu obserwowano za pomocą otworów piezometrycznych wykonanych w poszczególnych poziomach wodonośnych. Przy czym ilość piezometrów, z których pomiary nadawały się do wykorzystania była następująca: w czerwonym spągowcu — 1, w wapieniach i dolomitach cechsztynu — 17, w dolomicie lubińskim — 1, w pstrym piaskowcu — 6 i w utworach trzeciorzędowych — 42, z czego 17 dotyczyło podwęglowego poziomu wodonośnego.

Najwcześniej, bo już po pierwszym roku rozpoczęcia złoża, nastąpiło obniżenie się ciśnienia wody w poziomie wapieni i dolomitów cechsztyńskich. Jest to poziom drenowany bezpośrednio górniczymi wyrobiskami przygotowawczymi i eksploatacyjnymi. Wyraźne obniżenie się ciśnienia wody w dolomicie lubińskim nastąpiło po trzech latach prowadzenia poziomych robót górniczych, a w podwęglowych utworach trzeciorzędowych po czterech latach. Stosunkowo słabo i mało wyraźnie zareagowały piezometry w poziomach wodonośnych czerwonego spągowca i pstręgo piaskowca. Trudność ustalenia momentu, w którym rozpoczął się wpływ drenażu kopalni na te horyzonty wodonośne polega na tym, że w początkowym okresie były one obserwowane tylko w pojedynczych piezometrach.

Charakter obniżania się ciśnień hydrostatycznych w poszczególnych poziomach wodonośnych ilustrują wykresy przebiegu tego procesu, w wybranych otworach piezometrycznych (fig. 3, 4, 5).

Na podstawie obserwacji położenia zwierciadła

Funkcje obu form kontaktów zostaną omówione na podstawie wyników obserwacji wpływu drenowania górotworu wyrobiskami kopalni na warunki hydrodynamiczne poszczególnych poziomów wodonośnych.

wody w piezometrach opracowano mapy ukształtowania powierzchni piezometrycznej w każdym z poziomów wodonośnych objętych wpływem drenowania przez kopalnie. Ortogonalnie do hydroizopiez można było wykreślić strugi wody wskazujące na kierunki przepływu. Ich schematy przedstawiono na figurach 6, 7 i 8. Ponadto pokazano na nich strefy największego obniżenia ciśnienia i zasięg robót górniczych.

Obraz układu strug na tych rysunkach nie jest zbyt dokładny z uwagi na niewielką ilość otworów obserwacyjnych. Zwłaszcza odnosi się to do poziomu wodonośnego w pstrym piaskowcu (fig. 7). Niemniej jednak ujawniają się wyraźnie pewne ogólne cechy tego układu. W poziomie wapieni i dolomitów cechsztynu kierunki przepływu zwrócone są ku obszarom objętym wyrobiskami górniczymi. Obniżenia powierzchni piezometrycznej są tu znaczne i sięgają do rzędnej — 600 m względem poziomu morza. Przepływ wód w utworach pstręgo piaskowca skierowany jest ku podtrzeciorzędowym wychodniom utworów cechsztyńskich. Wskazuje to, że obszarem kontaktowym jest wspomniana już strefa dużego zaangażowania tektonicznego górotworu. Odplyw z poziomu wodonośnego w podwęglowych utworach trzeciorzędu również wyraźnie wiąże się ze strefą wychodni wapieni i dolomitów cechsztyńskich objętą intensywnymi objawami tektoniki dysjunktywnej. Maksymalne obniżenia ciśnienia hydrostatycznego w poziomie wodonośnym pstręgo piaskowca osiągnęły wysokość 0 m, a w podwęglowych utworach trzeciorzędowych +10 m npm. Dla obydwu poziomów wodonośnych obniżenia są więc tego samego rzędu. Piezometry zainstalowane w pozostałych dwóch poziomach wodonośnych trzeciorzędowych nie wykazały dotychczas wpływu odwadniania górotworu (fig. 5). W nieciągłym poziomie wodonośnym „dolomitu lubińskiego” obniżenie powierzchni piezometrycznej osiągnęło rzędnię 130 m poniżej pm. (fig. 3).

Ocena charakteru zmian ciśnienia hydrostatycznego w piaskowcach czerwonego spągowca jest trudna do przeprowadzenia ze względu na istnienie jednego tylko otworu obserwacyjnego. Nie wiadomo, czy notowania zmian położenia powierzchni piezometrycznej uzyskane za jego pośrednictwem można uznać za reprezentatywne. W piezometrze tym za-

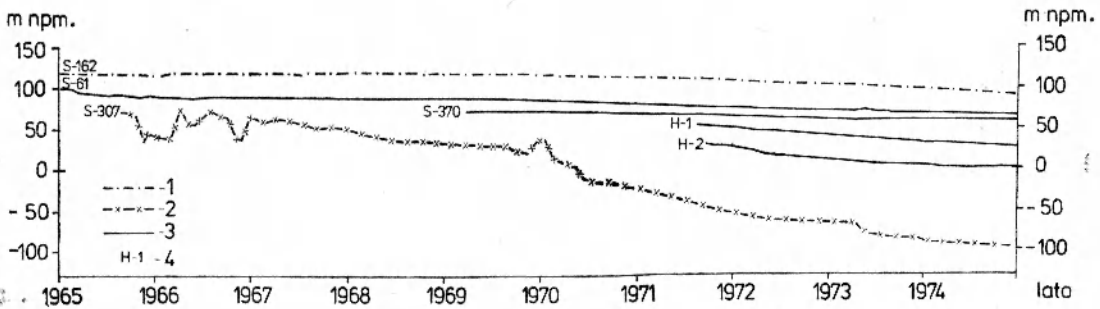


Fig. 3

Wykresy przebiegu obniżania się ciśnienia wody w piezometrach zafiltrowanych w czerwonym spągowcu, „dolomicie lubińskim” i pstry piaskowcu

1 – czerwony spągowiec; 2 – „dolomit lubiński”; 3 – pstry piaskowiec; 4 – numer piezometru

Diagrams showing course of head drawdown observed in filter piezometers localized in the Rotliegende, Zechstein “Lubin dolomite”, and Bunter Sandstone

1 – Rotliegende; 2 – Upper Zechstein “Lubin dolomite”; 3 – Bunter Sandstone; 4 – piezometer number

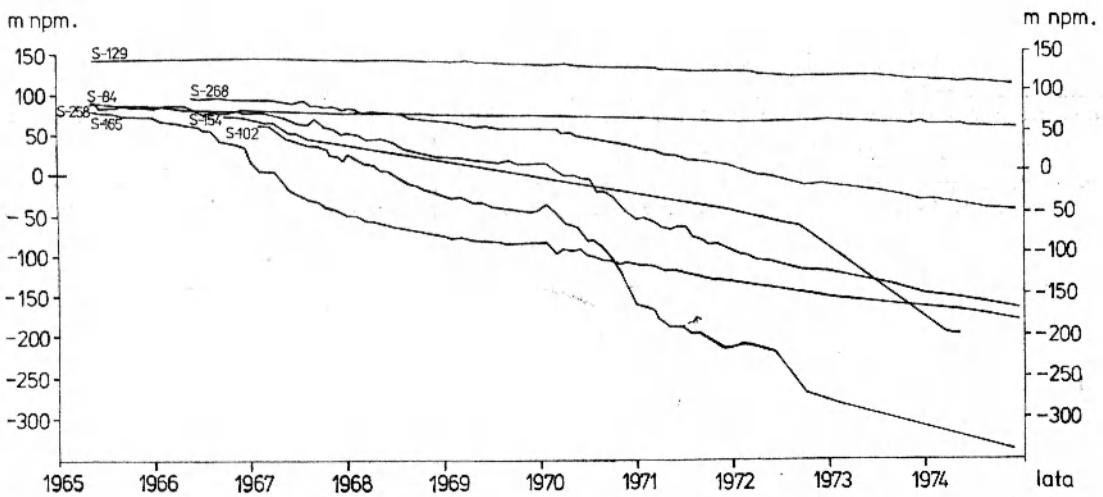


Fig. 4

Wykresy przebiegu obniżania się ciśnienia wody w piezometrach zafiltrowanych w wapieniach i dolomitach dolnego cechsztynu

Diagrams showing course of head drawdown observed in filter piezometers localized in the Lower Zechstein limestone/dolomite sequence

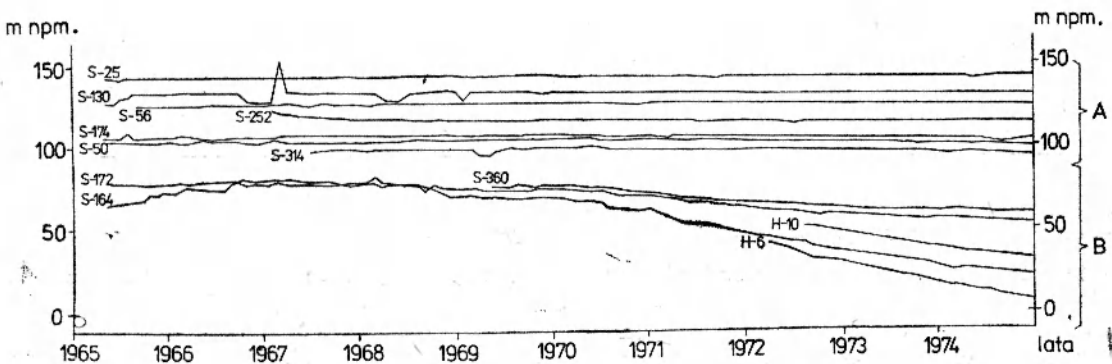


Fig. 5

Wykresy przebiegu obniżania się ciśnienia wody w piezometrach zafiltrowanych w wodonośnych utworach trzeciorzędu

A – utwory nadwęglowe i międzywęglowe; B – utwory podwęglowe

Diagrams showing course of head drawdown observed in filter piezometers localized in the aquiferous Tertiary deposits

A – deposits above and between the two brown-coal units present; B – deposits below the lower brown-coal unit

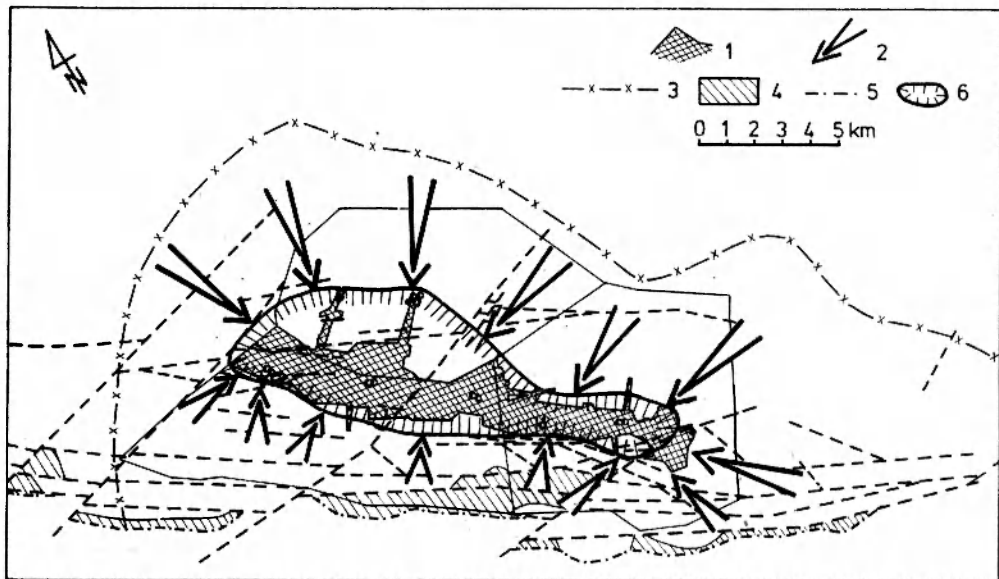


Fig. 6

Schemat kierunków przepływu wody w poziomie wodonośnym wapieni i dolomitów dolnego cechsztynu

1 – powierzchnia rozcięta wyrobiskami górnictwami; 2 – kierunek przepływu wody; 3 – granica zasięgu leża depresji; 4 – wychodnie wapieni i dolomitów dolnego cechsztynu; 5 – granica warstwy wapieni i dolomitów dolnego cechsztynu; 6 – strefa największego obniżenia ciśnienia hydrostatycznego

Pattern of water-flow directions for the aquiferous Lower Zechstein limestone/dolomite sequence

1 – the surface cut by underground workings; 2 – water-flow direction; 3 – extent border of the depression cone; 4 – the outcrops of Lower Zechstein limestones and dolomites; 5 – the boundary of Lower Zechstein limestone/dolomite layer; 6 – zone of greatest lowering of the hydrostatic pressure

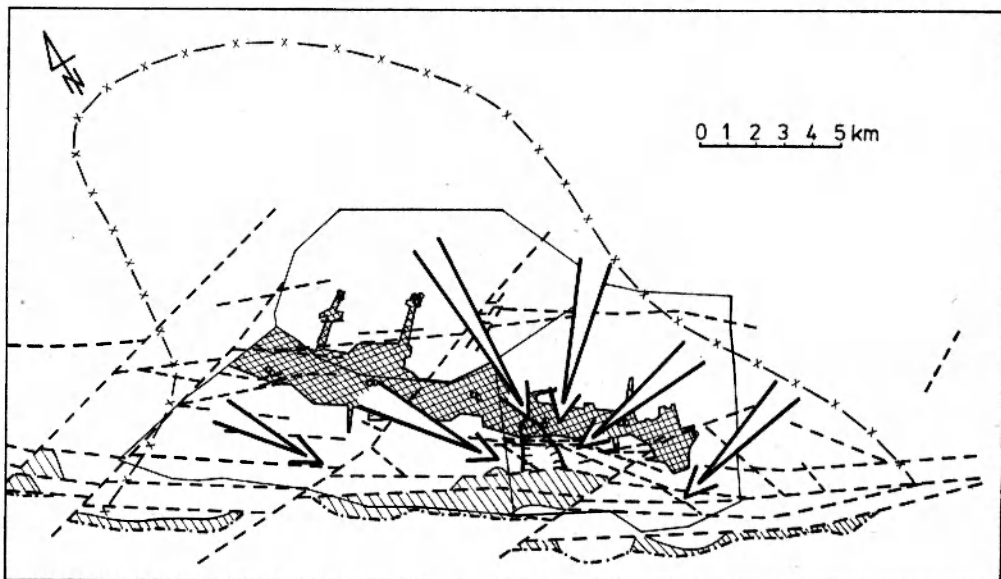


Fig. 7

Schemat kierunków przepływu wody w poziomie wodonośnym pstrego piaskowca. Objasnienia jak na figurze 6

Pattern of water-flow directions for the aquiferous Bunter Sandstone sequence. For explanations see Figure 6

obserwowano mało widoczną reakcję na drenaż górotworu. Można to wiązać z bardzo słabą przepuszczalnością skał tego piętra stratygraficznego.

Zagadnienia dotyczące warunków hydrodynamicznych w obszarze objętym działalnością górnictw na monoklinie przedsudeckiej poruszane były zarówno

w opracowaniach dokumentacyjnych, jak i pracach publikowanych.

Odnośnie schematu dopływu wód podziemnych do wyrobisk górnictw wypowiedzieli się autorzy opracowań z Przedsiębiorstwa Geologicznego w Krakowie, Kombinat Górnictwo-Hutniczego Miedzi w Lu-

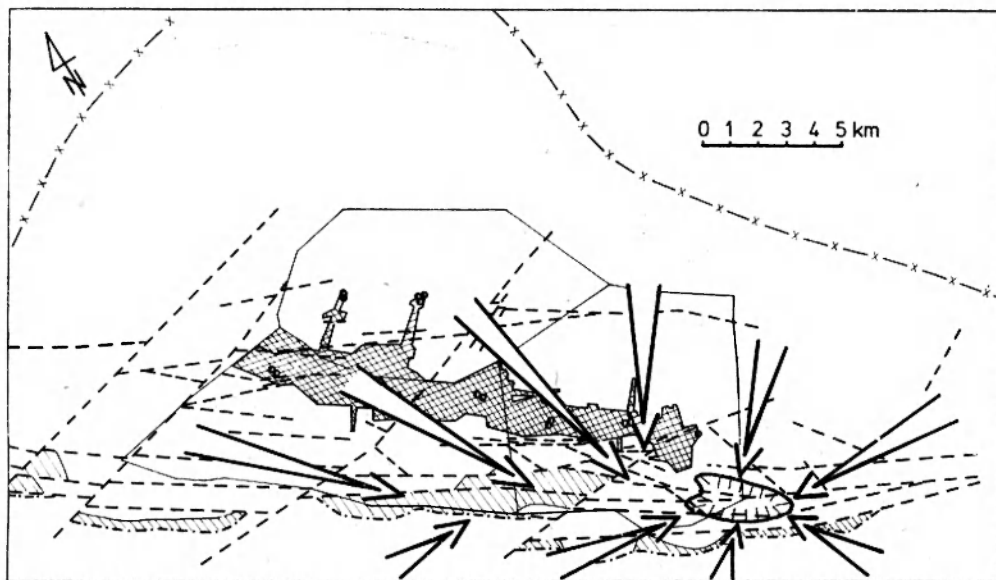


Fig. 8

Schemat kierunków przepływu wody w poziomie wodonośnym podwęglowych utworów trzeciorzędu. Objasnienia jak na figurze 6  
 Pattern of water-flow directions for the aquiferous Tertiary deposits underlying the brown-coal unit. For explanations see figure 6

binie, Zjednoczenia Górniczo-Hutniczego Metali Nieżelaznych w Katowicach i Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach oraz Sztelak w publikacji (1965) i w różnych opracowaniach niepublikowanych. We wszystkich wspomnianych pracach podkreśla się duże znaczenie wód statycznych w dopływach do kopalni. Wszyscy jednak w celach prognostycznych stosują obliczenia według schematu „dużej studni” z różnymi modyfikacjami. Tak więc ostatecznie determinują mechanizm dopływu jako ten, który uwarunkowany jest zasilaniem dynamicznym o określonym zasięgu.

Wymienieni autorzy zajmują różne stanowiska, co do wpływu drenowania wapieni i dolomitów cechsztynu na wyżej występujące poziomy wodonośne. Radykalnie w tym zakresie wypowiada się Sztelak (1965) stwierdzając, że dojdzie do osuszenia piasków podwęglowych trzeciorzędu.

Dziś na podstawie opisanych zjawisk można stwierdzić, że po dziesięciu latach drenowania górotworu w obszarze występowania złoża miedzi hydrauliczny wpływ tego procesu nie sięgnął górnych partii wodonośnego trzeciorzędu oraz wodonośnego piętra czwartorzędowego.

Natomiast w sferze hydraulicznego wpływu drenowania znalazły się piętra wodonośne permskie, triasowe i poziomy wodonośny w podwęglowych utworach trzeciorzędowych.

Dopływy do kopalni pochodzą więc wyłącznie z wód statycznych poziomów wodonośnych pozostających ze sobą w hydraulicznym kontakcie. W związku z tym nie ma uzasadnienia dla stosowania schematu „dużej studni” przy obliczaniu dopływu do kopalni w ustalonych warunkach drenowania górotworu.

### UWAGI KOŃCOWE I WNIOSKI

Jak wykazano w pierwszych dziesięciu latach prowadzenia poziomych robót górniczych na monoklinie przedsudeckiej dopływ do kopalni pochodził wyłącznie z wód statycznych. Schemat procesu drenowania górotworu najprawdopodobniej był następujący. W okresie pierwszych trzech lat rozwoju wyrobisk poziomych dopływ wód podziemnych do kopalni formował się głównie ze szczypania zasobów sprężystych oraz częściowo wód grawitacyjnych wapieni i dolomitów cechsztynu. Pod koniec tego

okresu deresja sięgnęła do podtrzeciorzędowych wychodni cechsztynu. Na skutek tego w strefie wpływu drenażu znalazł się poziomy wodonośny dolomitu lubińskiego. Następnie po czterech latach rozwoju poziomych robót górniczych zaznaczyło się również wyraźne obniżenie ciśnienia hydrostatycznego w horyzoncie wodonośnym podwęglowych utworów trzeciorzędu.

Trudno jest stwierdzić definitywnie, co warunkuje aktywność kontaktów hydraulicznych czy wielkość powierzchni wychodni poszczególnych poziomów

wodonośnych i stykanie się ich z podwęglowymi utworami trzeciorzędu, czy dość liczne w strefie wychodni uskoki. Rola uskoków jest jednak prawdopodobnie zasadnicza w strefie dużego zaangażowania tektonicznego górotworu. Przemawia za tym wyraźnie zaznaczona kolejność reagowania poszczególnych poziomów wodonośnych na bezpośrednie drenowanie wapieni i dolomitów cechsztynu. Gdyby kontakt hydrauliczny funkcjonował głównie za pośrednictwem wychodni, to wcześniej wystąpiłoby obniżenie ciśnienia w podwęglowych utworach trzeciorzędu niż w dolomicie lubińskim, a było odwrotnie.

Na podstawie istniejących materiałów wiertniczych można sądzić, że dotychczasowe warunki dopływu wód statycznych z poziomów wodonośnych permu, triasu i podwęglowych utworów trzeciorzędowych

będą się utrzymywały w strefie wychodni cechsztynu i na północny wschód od niej przez cały okres drenowania górotworu wyrobiskami górniczymi. Natomiast rozwój leja depresji w podwęglowym poziomie trzeciorzędowym w kierunku południowo-zachodnim z czasem osiągnie granicę ciągłej izolacji, jaką tworzy pokład węgla brunatnego i utwory ilaste. Granica ta znajduje się w odległości około 30 km od linii wychodni spągu wapieni i dolomitów dolnego cechsztynu. Po osiągnięciu konturu izolacji rozwój leja depresji w kierunku SW prawdopodobnie skończy się, gdyż ilość wody infiltrującej z powierzchni i dopływającej następnie z trzeciorzędu oraz czwartorzędu skompensuje dopływ z tej strefy do wyrobisk górniczych.

#### LITERATURA

- BOCHEŃSKA T., 1970: Własności filtracyjne skał węglanowych w rejonie Lubin—Polkowice. Filtration properties of carbonate rocks in the Lubin—Polkowice region. *Rudy i metale nieżelazne*, nr 3.
- 1976: Prognoza zjawisk hydrogeologicznych towarzyszących przyszłej eksploatacji górniczej w strefie wychodni cechsztynu okolic Lubina. (Praca doktorska. Instytut Górnictwa Politechniki Wrocławskiej).
- BOCHEŃSKA T., LEŚNIAK L., 1970: Rozwój zawodnienia kopalń LGOM. Development of the water region in mines of the Legnica—Głogów Copper Ore District. *Rudy i metale nieżelazne*, nr 9.
- BOCHEŃSKA T., LEŚNIAK L., TOMASZEWSKI J. B., 1970: Zagrożenie wodne w kopalniach LGOM w świetle rozpoznania poziomymi robotami górniczymi. Materiały z sympozjum naukowego na temat „Wybrane zagadnienia bezpieczeństwa pracy w górnictwie rud miedzi” organizowanego przez Komitet Górnictwa PAN, Lubin.
- 1971: Związek pomiędzy zawodnieniem wyrobisk górniczych a cechami litologicznymi górotworu. Relation between water content in mine workings and lithological and structural features of a rock massif. *Prz. geol.*, nr 6.
- DOWNOROWICZ St., DUBIŃSKI K., 1966: Hydrogeologiczne warunki udostępnienia złoża rud miedzi rejonu Lubin—Sieroszowice. Materiały II Krajowego Zjazdu Górnictwa Rud, Lubin.
- JURECZKO J., 1967: Charakterystyka hydrochemiczna wód podziemnych w południowo-wschodniej części monokliny przedsudeckiej. Hydrochemical characteristics of ground waters in the southwestern part of the pre-sudetic monocline. *Rudy i metale nieżelazne*, nr 3.
- KONSTANTYNOWICZ E., TOMASZEWSKI J., ZIMNY W., 1963: Złoże rud miedzi strefy przedsudeckiej. Katowice.
- SALSKI W., 1971: Charakterystyka hydrogeologiczno-geotechniczna spągowej partii ilitów górnocechsztyńskich w rejonie Lubina. Hydrogeological-geotechnical characteristics of the bottom part of the upper zechstein shales. *Inst. Geol. Biul.* nr 241. Z badań kruszców w Polsce, t. 7.
- SZTEŁAK J., 1965: Promień zasięgu drenażu wód podziemnych. Drainage range radius of ground waters. *Rudy i metale nieżelazne*, nr 3.



## UNDERGROUND WATER INFLOW TO THE COPPER-MINES OF FORE-SUDETIC MONOCLINE REGION

The study concerns the hydrogeological and hydrodynamic conditions in the copper-mine district, Fore-Sudetic Monocline. Within the sedimentary complex considered the following, hydrogeologically significant, units are distinguished (starting from the top of the sequence):

1. aquiferous horizon in the Quaternary sands;
2. three aquiferous horizons in the Tertiary sands, separated by two units of aquifuge clayey deposits and brown coal;
3. aquiferous horizon in the Triassic (Bunter) sandstones;
4. aquifuge layer of the Zechstein shales;
5. discontinuous aquiferous horizon in the Upper Zechstein „Lubin dolomite”;
6. aquifuge layer of the Zechstein anhydrites;
7. aquiferous horizon in the fissured Lower Zechstein limestones and dolomites;
8. aquiferous horizon in the fine-grained Rotliegendes sandstones.

Except for that associated with the Quaternary deposits, all the aquiferous horizons above are of pressurized type (Konstantynowicz *et al.* 1963). Hydraulic contacts between the horizons occur mainly in the southern portion of the copper field.

In the rock complex, the drainage effects have been observed in a number of piezometers localized in the individual aquiferous horizons (figs. 3, 4, 5). The horizon associated with the Zechstein limestone/dolomite sequence appears to be subjected to direct drainage by means of underground workings. An influence of this drainage system is also observed in the three other horizons, namely those associated with the „Lubin dolomite”, the Triassic sandstones, and the sequence of Tertiary sands underlying the brown-coal unit. As indicated by the stream-line pattern seen in the maps of piezometric-surface morphology (figs. 6, 7, 8), the individual horizons contact each other along the pre-Tertiary buried surface of the Zechstein rock complex. In the latter zone, a relatively dense network of faults has been also recognized to be present.

In the region, the entire underground-water inflow to the copper mines is solely due to the static aquiferous horizons which contact each other (Bocheńska 1976). This fact should be taken into account whenever any hydrodynamic scheme is considered and chosen for a prognostic evaluation of the amount of underground-water inflow to the mines discussed.

*Translated by Wojciech Nemeč*

\* Research and Design Establishment „Cuprum”, Wrocław, pl. 1-go Maja 1–2.

\*\* Technical University of Wrocław, Mining Institute, Wrocław, ul. K. Świerczewskiego 74.