

Zbigniew WILK, Andrzej F. ADAMCZYK, Józef BIERNACKI, Jacek MOTYKA

WYKSZTAŁCENIE STREFY USKOKU POMORZAN I JEGO HYDROGEOLOGICZNA CHARAKTERYSTYKA

(Tabl. I—IV i 15 fig.)

Geological and hydrogeological characteristics of the Pomorzany fault zone

(Pl. I—IV and 15 Figs.)

Treść: Uskok Pomorzany stanowi umowną granicę między południową i północną częścią złóż rud Zn Pb w rejonie olkuskim. Strefa uskokowa ma budowę złożoną, a szczelina uskokowa jest przeważnie wypełniona substancją ilastą. Przesunięcie warstw na uskoku spowodowało lokalną redukcję hydraulicznie czynnego przekroju warstwy wodonośnej wapienia muszlowego. Wskutek tego rozwój leja depresyjnego kopalń położonych na południe od uskoku uległ ograniczeniu. Wbrew oczekiwaniu uskok główny nie był wodonośny. Natomiast niezwykle wielkie dopływy wody wystąpiły dopiero po wejściu chodników do skrasowanych wapieni warstw gogolińskich oraz dolomitów kruszonośnych.

WSTĘP

W 1974 r. została przekazana do ruchu nowa kopalnia rud cynkowo-olowiowych w rejonie olkuskim. Jest to najbardziej zawodniona kopalnia w historii polskiego górnictwa, a charakter i wielkość dopływów wody stawiają ją pod tym względem również w czołówce kopalń na świecie.

Krytycznym momentem w toku budowy kopalni było przebicie wyrobiskami strefy uskokowej, oddzielającej szyby oraz główne drogi transportowe i odwodnieniowe kopalni wydrążone w utworach permskich od złoża rudy zalegającego w obrębie serii silnie wodonośnych skał węglanowych. W oczekiwaniu dużych trudności wodnych przy przebijaniu tej strefy pierwszymi wyrobiskami poświęcono sporo uwagi jej rozpoznaniu zarówno przed, jak i w czasie jej forsowania. Wymieniona strefa uskokowa została przebita czternastoma wyrobiskami korytarzowymi, w tym jedenastoma na głębokości około 145 do 140 m, oraz trzema na głębokości około 100 do 80 m. Dzięki temu nadarzyła się wyjątkowa sposobność

prześledzenia zmian jej wykształcenia na długości około 1,6 km, przy czym największa odległość między poszczególnymi punktami przebiecia uskoku wynosiła około 400 m.

Utrwalenie obserwacji poczynionych przy tej okazji, jako podstawy studiów porównawczych dla badaczy tektoniki uskokowej, było jednym z celów niniejszej pracy.

Drugim celem zasadniczym było scharakteryzowanie opisywanej strefy uskokowej pod względem hydrogeologicznym. Charakter uskoków wpływa bowiem w istotny sposób na formowanie się pola hydrodynamicznego w skałach zwięzłych pod wpływem drenującego działania kopalń i wielkich ujęć wodnych. Charakter ten decyduje również o warunkach przekraczania uskoków i stanowi podstawę prognoz hydrogeologicznych dla potrzeb górnictwa.

Zagadnienia te, mimo dużego ich znaczenia, na co zwrócił uwagę m. in. Salski (1974), posiadają nader skromną literaturę, ponieważ rzadko kiedy dysponuje się odpowiednią liczbą wiarygodnych faktów z powodu trudności prowadzenia badań w warunkach kopalnianych. Własne obserwacje współautorów niniejszej pracy pozwoliły na częściowe naświetlenie wymienionych kwestii.

POZYCJA USKOKU POMORZAN W OBRAZIE HYDROGEOLOGICZNYM REJONU I KONCEPCJA JEGO PRZEBICIA

Mineralizacja cynkowo-ołowiowa występuje w rejonie olkuskim głównie w utworach dolnego wapienia muszlowego, przede wszystkim zaś jest związana z dolomitami kruszconośnymi. Mieszczą się one mniej więcej w środku grubej na około 100 do 120 m serii wapienno-dolomitowej. Jakkolwiek poszczególne ogniwa tej serii odznaczają się różnymi cechami hydrogeologicznymi (Motyka, Wilk, 1976), to jednak w całości reprezentuje ona doskonale przepuszczalny i bardzo zasobny horyzont wodonośny typu szczelinowo-kawernowego. Wodonośna seria węglanowa triasu jest podścielona nieprzepuszczalnymi osadami dolnej części retu i niższego piaskowca. Osady triasowe leżą niezgodnie na paleozoiku: permie, karbonie górnym, a lokalnie nawet na dewonie. W porównaniu z triasem większość tych utworów może być traktowana jako nieprzepuszczalna. W normalnych warunkach pełnego profilu geologicznego wodonośna węglanowa seria triasu dolnego i środkowego jest nakryta nieprzepuszczalną serią ilastą kajpru, ta zaś wodonośnymi wapieniami jury i piaskami czwartorzędu.

Bardzo doniosłą rolę w stosunkach wodnych rejonu olkuskiego odgrywa tektonika uskokowa. W jej wyniku cały obszar uległ podziałowi na system zrębów, rowów i bloków tektonicznych. W rezultacie wytworzyły się bardzo skomplikowane warunki hydrogeologiczne.

W aktualnym obrazie hydrogeologicznym ważnym jego elementem

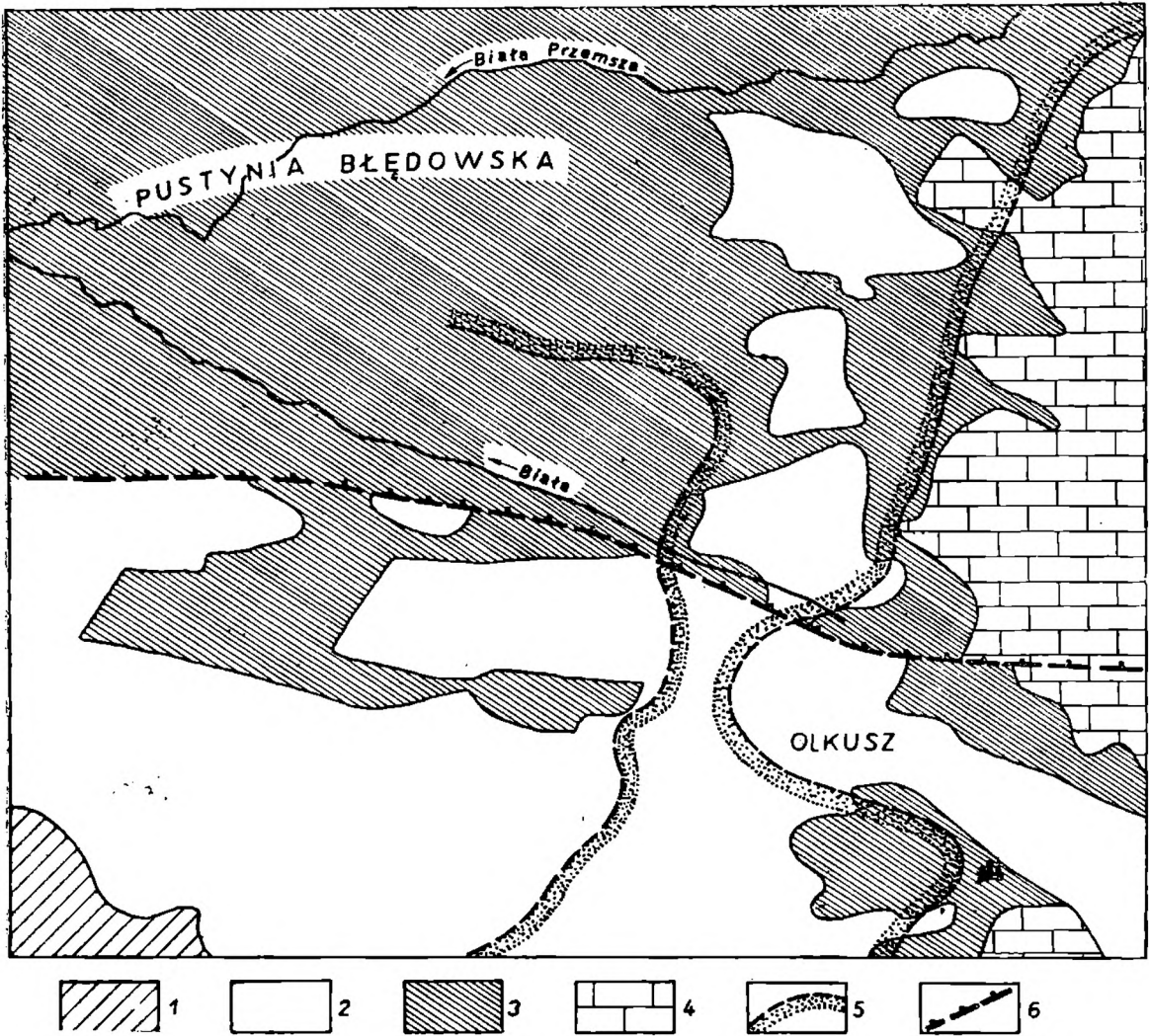
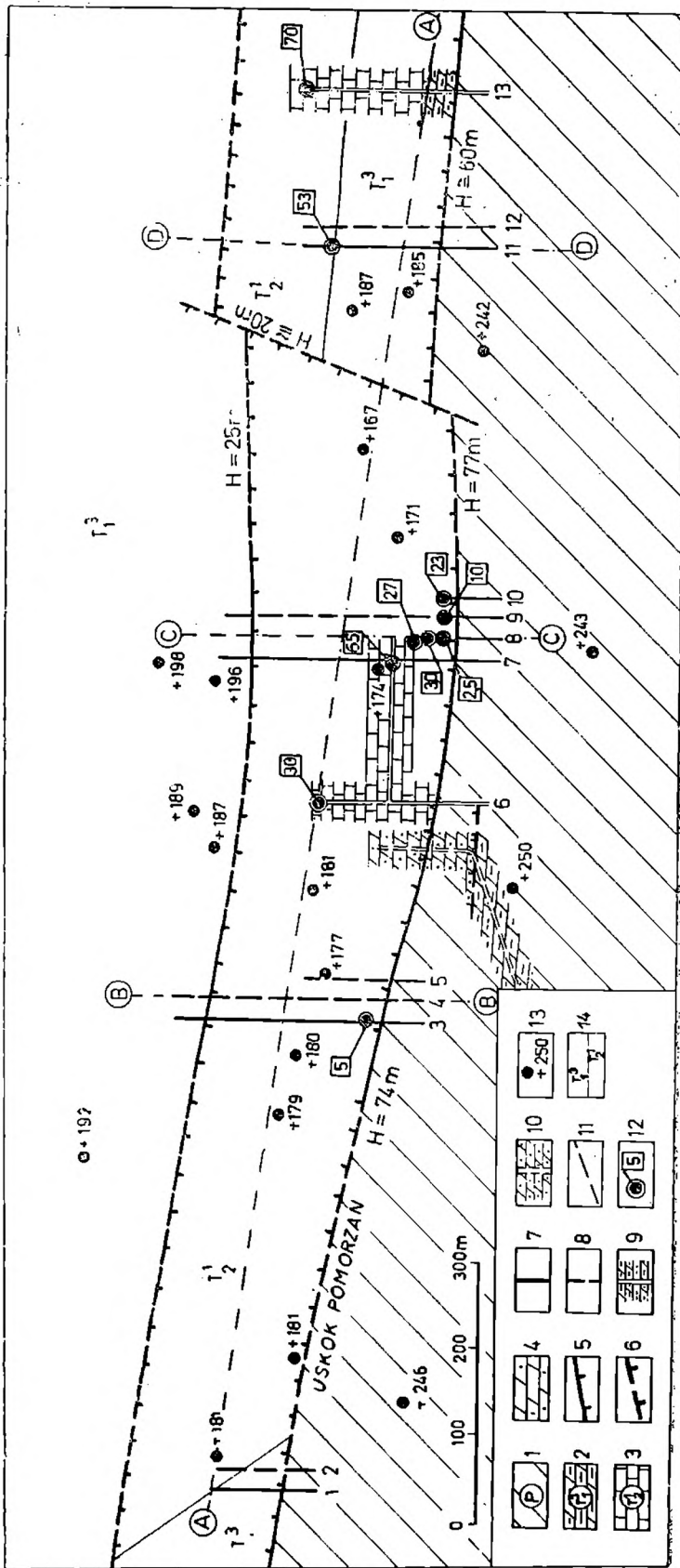


Fig. 1. Schematyczny szkic przebiegu uskoku Pomorzany na tle sytuacji hydrogeologicznej (wg. Z. Wilka i W. Zimnego, 1973): 1 — zasięg wychodni słabo przepuszczalnych zlepieńców permskich; 2 — wychodnie triasowego piętra wodonośnego, wapień muszlowy i ret; 3 — nieprzepuszczalne utwory kajpru; 4 — wodonośne wapień jury; 5 — schematyczne kontury pogrzebanej doliny wypełnionej piaskami rzecznołodowcowymi; 6 — schematyczny przebieg uskoku głównego Pomorzany

Fig. 1. Generalized hydrogeological position of the Pomorzany fault: 1 — contour-lines of the outcrops of impermeable Permian conglomerate; 2 — outcrops of the Triassic waterbearing horizon, Muschelkalk and Roethian; 3 — impermeable clayey Keuper sediments; 4 — Jurassic waterbearing horizon; 5 — contours of buried valley filled with fluvio-glacial sand; 6 — the Pomorzany fault

jest zrąb tektoniczny o kierunku równoleżnikowym. Od północy jest on ograniczony dyslokacją, która w lokalnym nazewnictwie (Wilc, Zimny, 1973) nosi miano uskoku głównego Pomorzany. Dyslokację tę można traktować jako granicę między północną i południową częścią olkuskiego rejonu górnictwa rud (fig. 1).

W północnej części obszaru pokrywa nieprzepuszczalnego kajpru jest niemal ciągła, co przy naturalnym reżimie hydrogeologicznym powodowało istnienie warunków naporowych w obrębie wodonośnego piętra triasowego. Lokalne okna erozyjne związane są z działalnością rzeki, która na pewnym etapie ewolucji sieci hydrograficznej płynęła z północy na po-



łudnie mniej więcej przez środek omawianego obszaru, a której dolina jest obecnie pogrzebana pod czwartorzędem. Charakterystyczną cechą północnej części olkuskiego rejonu występowania rud cynkowo-olowowych jest nagromadzenie ogromnej ilości piasków fluwioglacjalnych, które jest znane pod nazwą Pustyni Błędowskiej.

W południowej części obszaru wodonośne piętro triasowe jest na ogół odsłonięte, pokrywa nieprzepuszczalna zaś ma znaczenie podrzędne.

Koncepcja udostępnienia złóż położonych po północnej stronie uskoku Pomorzan związana była z jego przebicciem za pomocą kilku poziomych wyrobisk korytarzowych o kierunku południkowym, które wyszły z prawie nieprzepuszczalnych zlepieńców permskich wspomnianego poprzednio zrębu tektonicznego i weszły do silnie wodonośnych węglanowych utworów triasu. W tej sytuacji zarówno budowa strefy uskoku, jak i jej warunki hydrogeologiczne nabrały wielkiego znaczenia.

WYKSZTAŁCENIE STREFY USKOKU POMORZAN

Na podstawie analizy wierceń z powierzchni i podziemnych oraz prac kartograficznych w wyrobiskach podziemnych stwierdzono, że dyslokacja główna ma charakter uskoku stromego, zrzutowego, normalnego (Jaroszewski, 1974). Biorąc pod uwagę regionalne nachylenie warstw w kierunku NNE oraz fakt, że powierzchnia uskoku jest nachylona ku N, można określić badaną dyslokację jako uskok podłużny, homotetyczny. Ostatnie określenie nie posiada większego znaczenia, gdyż ze względu na lokalnie niemal płaskie zaleganie warstw przemieszczenie uskoku tylko bardzo nieznacznie zwiększa hipsometryczny efekt ich nachylenia. Można uważać, że jest to uskok pierwotny, typu kruchego (Jaroszewski, op. cit.). Zrzut uskoku mieści się w granicach od oko-

Fig. 2. Schematyczna mapa geologiczna na głębokości 145 m: 1 — zlepieńce permu; 2 — dolomityczno-margliste utwory retu; 3 — wapień warstw gogolińskich (dolny wapień muszłowy); 4 — dolomity diploporowe (środkowy wapień muszłowy); 5 — uskoki stwierdzone w wyrobiskach; 6 — uskoki interpretowane na podstawie danych z otworów wiertniczych; 7 — profile geologiczne wzdłuż wyrobisk na głębokości 140 m; 8 — profile geologiczne wzdłuż wyrobisk na głębokości 145 m; 9 — profile geologiczne wzdłuż wyrobisk pochyłych (dowierzchnie); 10 — profil geologiczny wzdłuż wyrobiska na głębokości 80 m; 11 — linie przekrojów geologicznych; 12 — miejsca dużych wypływów z podaną wydajnością w m³/min; 13 — otwory wiertnicze; 14 — linia intersekcyjna powierzchni normalnego kontaktu ret-wapień muszłowy

Fig. 2. Schematic geological map at the depth of 145 m: 1 — Permian conglomerate; 2 — Roethian dolomitic marls and dolostones; 3 — Lower Muschelkalk, limestone; 4 — Middle Muschelkalk, diplopora dolomite; 5 — faults observed in mine roads; 6 — faults interpreted from bore-hole data; 7 — lines of geological profiles along horizontal mine roads (cross headings) at the depth of 140 m; 8 — the same at the depth of 145 m; 9 — lines of geological profiles along inclined gangways (dip-headings); 10 — lines of geological profiles along mine roads at the depth of 80 m; 11 — cross section lines; 12 — sites of ground water discharges into mine drives, discharge-rate indicated in m³/min; 13 — bore-holes; 14 — intersection contourline of the normal, sedimentary contact between the Roethian and the Lower Muschelkalk

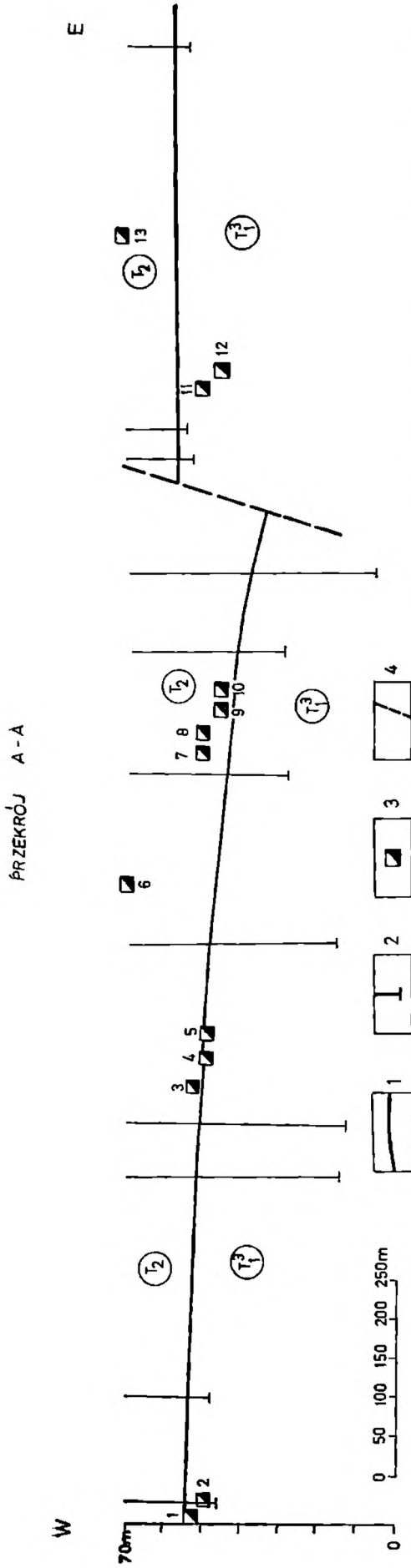


Fig. 3. Schematyczny przekrój ilustrujący sytuację wyrobisk korytarzowych przebiegających uskoku Pomorzan: 1 — granica ret-wapień muszlowy; 2 — otwory wiertnicze; 3 — przekrój wyrobiska korytarzowego; 4 — uskoku poprzeczny. Pozostałe objaśnienia jak na fig. 2

Fig. 3. Situation of mine tunnels and headings crossing the Pomorzany fault zone: 1 — Roethian-Muschelkalk contour line; 2 — bore-hole; 3 — cross section of mine workings; 4 — transversal fault. Other explanations as in Fig. 2

ło 60 m w części zachodniej i wschodniej (przebijanej) partii uskoku Pomorzan do 90 m w centralnej części tej partii. Dyslokacji głównej towarzyszy na odcinku rozpoznanym wyrobiskami górniczymi uskoki równoległe i nachylony w kierunku południowym, a więc wsteczny. W efekcie mamy zatem do czynienia z lokalnym przyuskokowym rowem tektonicznym o biegu równoleżnikowym i szerokości około 200 m. Podłużne dyslokacje tworzące ten rów, główna i towarzysząca, są przecięte uskokiem poprzecznym, którego zrzut osiąga blisko 20 m (fig. 2). Niestety dyslokacja ta nie została przekroczona żadnym wyrobiskiem górniczym, lecz wyinterpretowano ją na podstawie wyników wierceń. Jako poziom odniesienia przyjęto przy tym strop utworów retu, który na tym obszarze odpowiada najbardziej wymogom stawianym warstwie korelacyjnej (K. Bogacz, 1967). Granicę ret-wapień muszlowy przedstawiono na przekroju podłużnym (fig. 3).

Znaczną różnicę położenia wysokości tej granicy w rejonie pokazanych na mapie (fig. 2) profilów poprzecznych 7, 8, 9 i 10 w porównaniu z pozostałym obszarem można by ewentualnie tłumaczyć lokalnym synklinalnym ułożeniem warstw. Jednakże przy uwzględnieniu dominującego stylu tektonicznego mezozoiku w całym rejonie krakowsko-śląskim (Dzwałyński, 1953; Śliwiński, 1964; Bogacz, 1967) bardziej prawdopodobne wydaje się, że różnica ta jest spowodowana dyslokacją nieciągłą. Bieg jej nie został stwierdzony, w związku z tym przyjęto dla niej kierunek najczęściej spotykanych uskoków poprzecznych i spękań. Wspomniany uskoki poprzeczny modyfikuje przebieg dyslokacji podłużnych i wielkości ich zrzutów (fig. 2), co wskazuje, że utworzył się później od dyslokacji podłużnych.

Na uwagę zasługują niewielkie formy tektoniczne towarzyszące skrzydłu zrzuconemu (fig. 7, profile 8, 9, 10). Być może mamy tutaj do czynienia z załomami uskokowymi, które według Dzwałyńskiego (1953) występują niemal wszędzie u podnóża większych krawędzi tektonicznych na Wyżynie Krakowskiej.

Ogółem skartowano jedenaście wyrobisk poziomych, z czego sześć na głębokości 145 m, pięć na głębokości 140 m oraz dwa wyrobiska pochyle (dowierzchnie). Sytuacje profilów tych wyrobisk zaznaczono na fig. 2. Przy rekonstrukcji stylu budowy tektonicznej w najbliższym sąsiedztwie uskoku Pomorzan posłużono się dodatkowo wynikami wierceń w tym rejonie.

Przy zbliżaniu się wyrobisk do uskoku Pomorzan w zlepieńcach obserwowano wyraźne objawy świadczące o obecności tej dyslokacji. Początkowo pojawiała się strefa spękań zabliznionych materiałem ilastym, której szerokość wynosiła zwykle około 30 m. Prócz tego w odległości kilkunastu metrów od głównego uskoku barwa zlepieńców zmieniała się z brunatnej na jasnoseledynową. Można to ewentualnie traktować jako rezultat działania wód krążących w strefie uskokowej, które doprowa-

dziły do redukcji związków żelaza w zlepieńcach przylegających do uskoku. W wyrobiskach przedstawionych na profilach 4, 11, 12, 13 (fig. 5, 8, 9) nie stwierdzono zmiany barwy zlepieńców.

W miarę zbliżania się do uskoku głównego obserwowano wzrost udziału materiału ilastego w zlepieńcach, a niekiedy dość regularne wkładki ilaste. W stropowej części wyrobiska przedstawionego na profilu 1 (fig. 4) stwierdzono piaskowce barwy jasnoseledynowej. Nie można wykluczyć, że były to utwory niższego pstręgo piaskowca (warstwy ze Świerklańca) zrzucone drobnym uskokiem towarzyszącym dyslokacji głównej, którego płaszczyzny nie rozpoznano w trakcie kartowania szybko postępujących i zabudowanych wyrobisk.

Szczelina uskokowa o szerokości od kilkunastu (w profilach 1, 2, 10, 11, 12) do kilkudziesięciu centymetrów (w profilach 4, 5, 8 i 9, fig. 5 i 7),

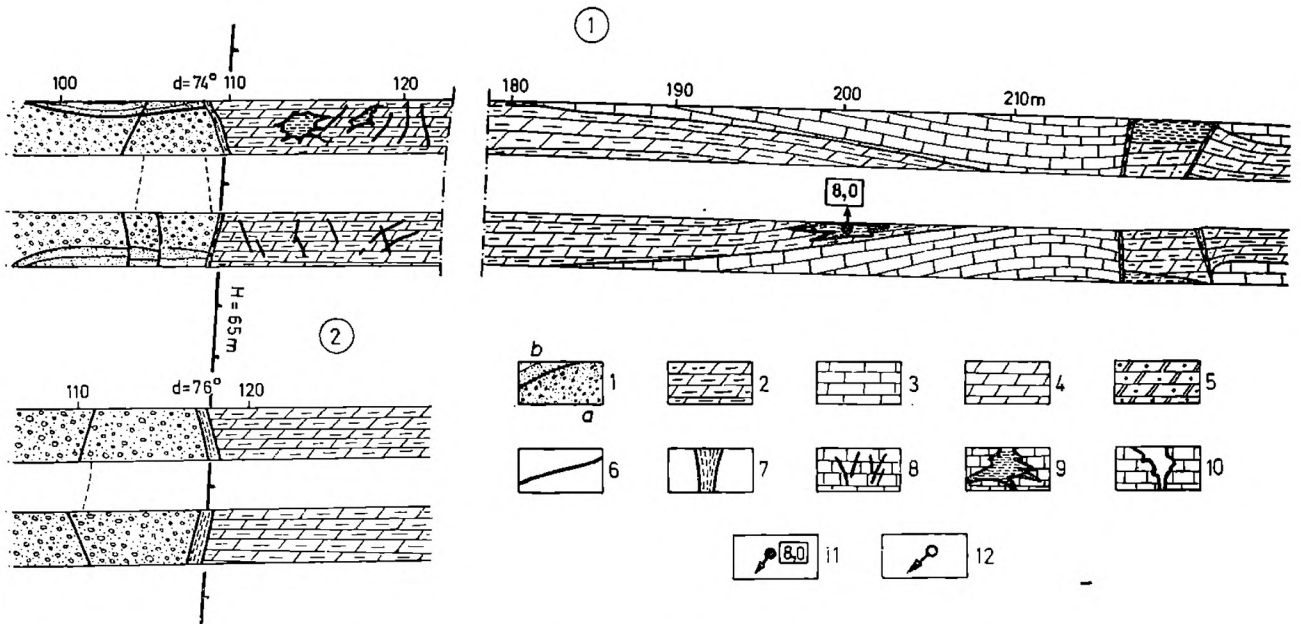


Fig. 4. Profile geologiczne 1 i 2 wzdłuż wyrobisk udostępniających złożę rudy: 1 — utwory permjskie; a — zlepieńce, b — piaskowce (niższy pstry piaskowiec?); 2 — dolomityczno-margliste utwory retu; 3 — wapień warstw gogolińskich i olkuskich; 4 — dolomity kruszonośne; 5 — dolomity diploporowe; 6 — fuga międzyławicowa na kontakcie ret-wapień gogolińskie; 7 — szczelina uskoku głównego wypełniona materiałem ilastym (niższy pstry piaskowiec?); 8 — szczeliny i spękania; 9 — kieszeń krasowa wypełniona materiałem; 10 — nie wypełnione kawerny krasowe; 11 — miejsca wystąpienia dużych wypływów z podaną wydajnością w m³/min; 12 — mniejsze wypływy i wycieki; 13 — przebieg uskoku

Fig. 4. Geological profiles 1 and 2 along main drives entering the ore deposit: 1 — Permian, a — conglomerate, b — sandstone (Lower Bunter Sandstone?); 2 — Roethian, dolomitic marls and dolomite; 3 — Lower Muschelkalk, the Gogolin and Olkusz strata, limestone; 4 — Lower Muschelkalk, diplopore dolomite; 6 — stratification fissure; 7 — main fault fissure filled with clayey material (Lower Bunter Sandstone?); 8 — marginal joints and fissures; 9 — filled karst-bag; 10 — unfilled karst-cave; 11 — sites of ground-water discharges into mine drives, discharge rate indicated in m³/min; 12 — minor ground water outflows, droppings and seepage; 13 — fault-lines

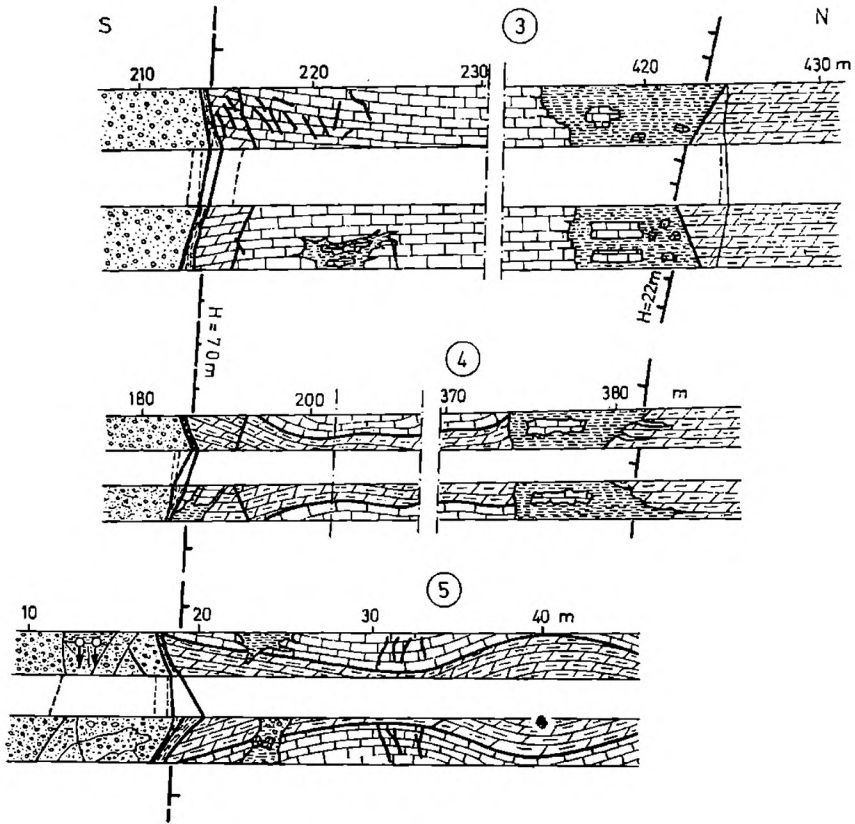


Fig. 5. Objaśnienia jak na fig. 4

Fig. 5. Explanations as in Fig. 4

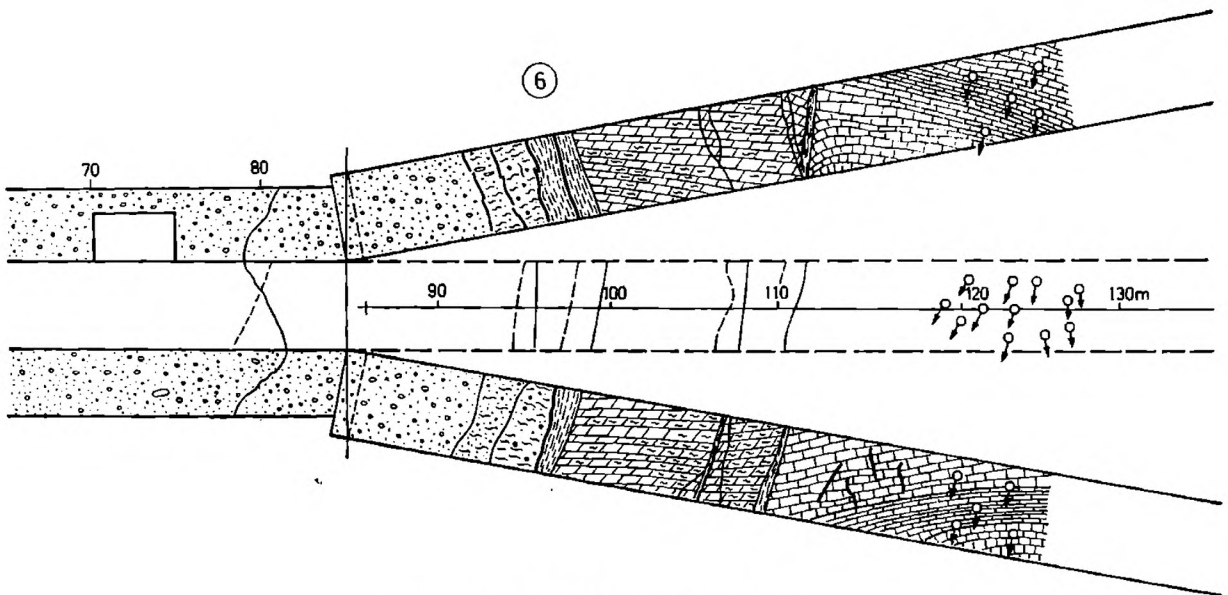


Fig. 6. Objaśnienia jak na fig. 4

Fig. 6. Explanations as in Fig. 4

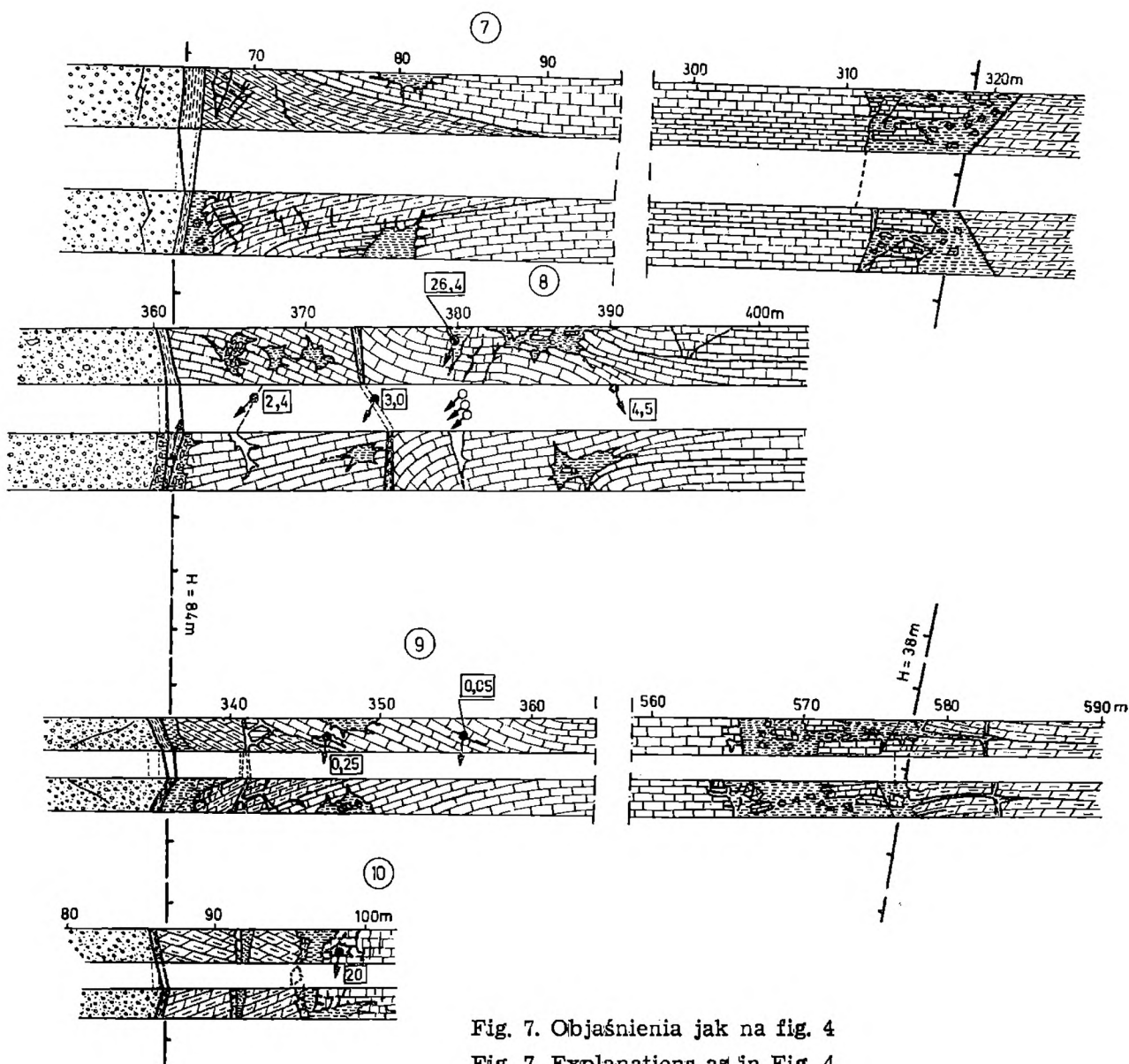


Fig. 7. Objaśnienia jak na fig. 4
 Fig. 7. Explanations as in Fig. 4

była wypełniona przeważnie ciemnymi ilarami silnie zlustrowanymi o laminacji równoległej do ścian uskoku. W materiale wypełniającym szczelinę obserwowano rzadko i nieregularnie rozmieszczone obtoczone okruszki skał węglanowych o średnicy do kilku milimetrów. W profilach 2, 4 i 6 (fig. 4, 5 i 6) ilar wypełniające szczelinę od strony kontaktu z utworami permu miały barwę wiśniową, która zmieniała się na prawie czarną wzdłuż ostrej granicy równoległej do powierzchni uskoku. Szczelina uskoku zapadała na północ pod kątem mieszczącym się w granicach 73° do 83° .

Powierzchnie boczne wiszącego i zrzuconego skrzydła uskoku graniczące ze sobą wzdłuż szczeliny uskoku były w większości przypadków równoległe do siebie (profil 1, 2, 9 i 12).

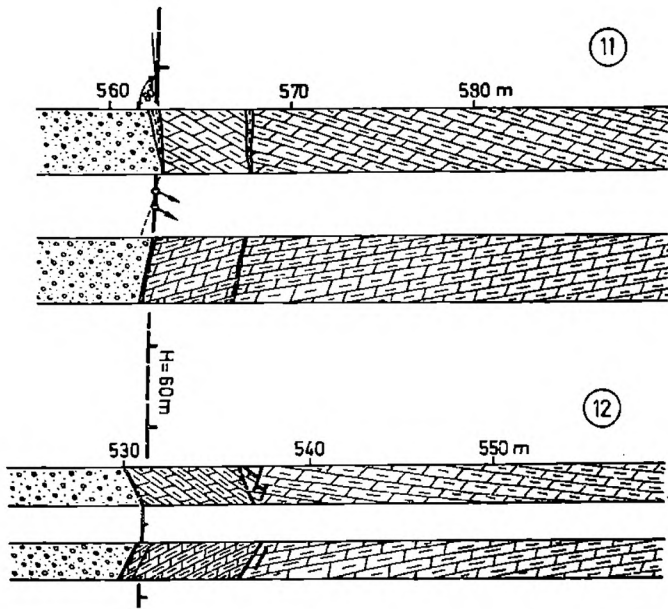


Fig. 8. Objaśnienia jak na fig. 4

Fig. 8. Explanations as in Fig. 4

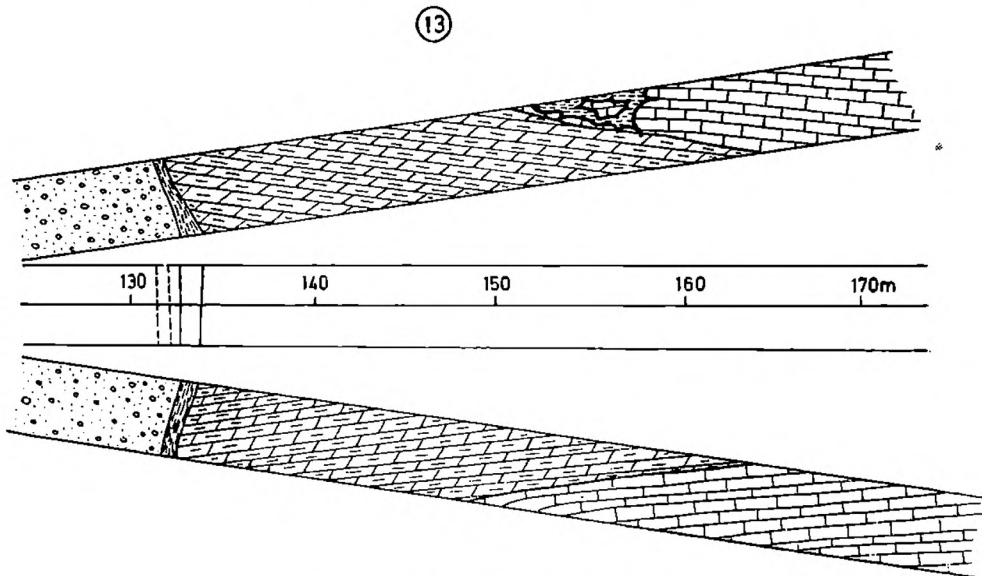


Fig. 9. Objaśnienia jak na fig. 4

Fig. 9. Explanations as in Fig. 4

Z wyjątkiem jednego (profil 8) we wszystkich wyrobiskach wykonanych na głębokościach 140—145 m po przekroczeniu szczeliny uskokowej obserwowano silnie spękane ławice dolomitów marglistych retu. Były one nachylone przeciwnie do kierunku zapadania powierzchni uskokowej i regionalnego nachylenia warstw, tylko w profilach 1 i 2 utwory te zalegały prawie poziomo. W profilu 8 obserwowano bezpośredni kontakt zlepieńców permu z silnie spękanymi wapieniami gogolińskimi.

W profilach 3, 4, 6, 8, 9, 10, 11 i 12 w odległości od 3 m (profil 3) do 15 m (profil 8) od głównej szczeliny uskokowej pojawiła się szczelina towarzysząca, zapadająca stromo na południe. W profilach 3 i 6 wzdłuż

niej kontaktowały ze sobą dolomity retu i wapienie gogolińskie ułożone prawie poziomo. W pozostałych profilach stwierdzono wyraźne przesunięcie warstw wzdłuż tego pęknięcia i różne kąty upadu warstw po obu jego stronach.

W niektórych wyrobiskach (profile 4, 5, 7, 9 i 13) obserwowano normalny, sedymentacyjny kontakt dolomitów retu i wapieni warstw gogolińskich. Lekko pofalowana granica kontaktu przebiegała wzdłuż kilkucentymetrowej fugi międzyławicowej wypełnionej ciemnymi, sprasowanymi łałami.

Wapienie warstw gogolińskich stwierdzone w pobliżu strefy uskokuwej były silnie spękane, lokalnie zwietrzałe i skrasowane. Posuwając się dalej wyrobiskiem na odcinku około 150 m obserwowano kolejne spękania i objawy krasu. Pojedyncze, słabo rozwinięte formy krasowe były z reguły wypełnione.

Wyrobiska przedstawione na profilach 1, 2, 11, 12 i 13 po przejściu strefy zaburzonych utworów retu należących niewątpliwie do strefy uskokuwej i po przekroczeniu szczeliny nachylonej stromo ku południowi weszły w nie zaburzone dolomity margliste retu.

Formy krasowe obserwowane w wapieniach gogolińskich były z reguły wypełnione ciemnoszarymi i szarymi łałami z ostrokrawędzistymi fragmentami wapienia (profile 8 i 9). Kształty kawern krasowych były nieregularne, a ich rozmiary wahały się od kilkudziesięciu centymetrów do kilku metrów.

Formy krasowe obserwowane w utworach retu są rozwinięte na skalę o wiele mniejszą. Ich rozmiary nie przekraczały 1 m, a kawerny i jamy były zawsze wypełnione.

W profilach 3, 4, 7 i 9 w odległości około 200 m od uskoku głównego, wzdłuż którego kontaktują utwory permu i triasu, stwierdzono dużą formę krasową obciętą od północy uskokiem. Powierzchnia uskoku zapada pod kątem około 60° na południe. Po przekroczeniu tej strefy wyrobiska weszły w poziomo ułożone, słabo spękane dolomity margliste retu.

HYDROGEOLOGICZNA ROLA USKOKU POMORZAN W ŚWIETLE PRZESŁANEK GEOLOGICZNYCH

W wyniku przeprowadzonych badań analogowych (Wilk i in., 1974) znalazły potwierdzenie wcześniejsze przypuszczenia o istotnym znaczeniu uskokuw w formowaniu pola hydrodynamicznego wokół odwadnianych złóż rud. Znajomość hydrogeologicznego charakteru poszczególnych dyslokacji, które mogą znaleźć się w zasięgu leja depresji kopalń, ma podstawowe znaczenie dla podniesienia wiarygodności prognoz hydrogeologicznych. W szczególności chodzi o wyjaśnienie, czy uskoki stanowią izolującą barierę, która dzieli odwadniany górotwór na hydraulicznie niezależne struktury. Istnieje szereg obserwacji i innych podstaw do tego,

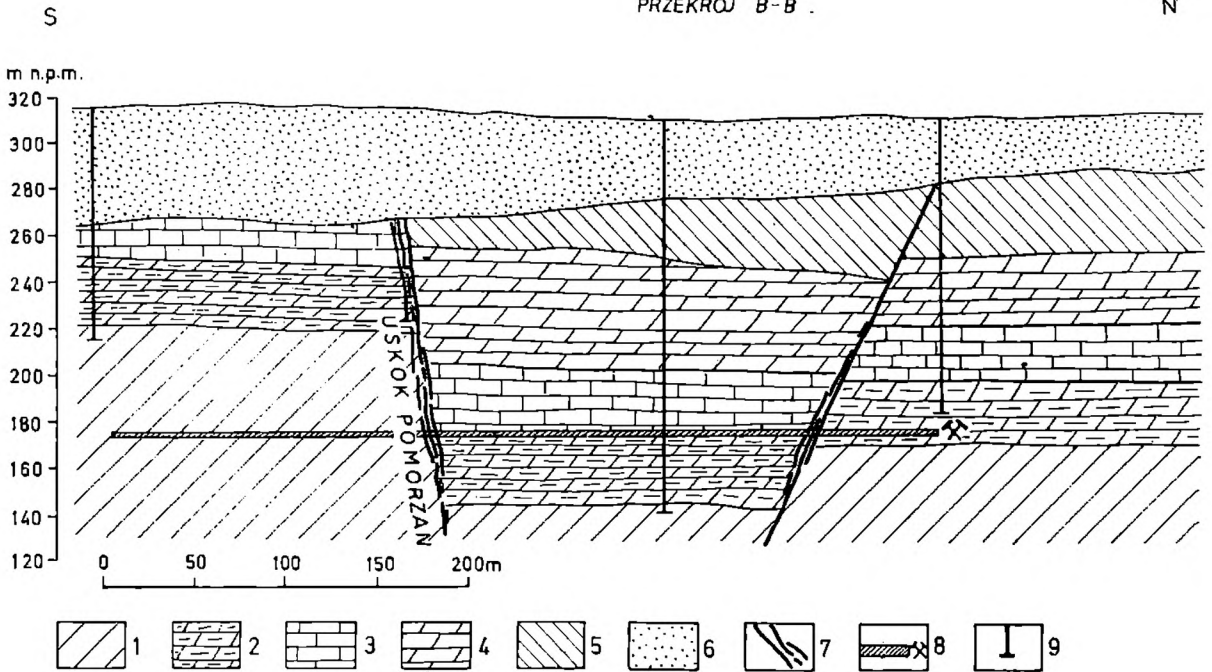


Fig. 10. Przekrój geologiczny przez uskoki Pomorzany wzdłuż profilu 3: 1 — zlepieńce permu; 2 — dolomityczno-margliste utwory retu z utworami niższego pstręgo piaskowca w spągu; 3 — wapień dolnego wapienia muszlowego; 4 — dolomity kruszczone i diploporowe (dolny i środkowy wapień muszlowy); 5 — ilaste osady kajpru; 6 — piaski czwartorzędowe; 7 — spękania strefy uskokowej; 8 — przekop polowy; 9 — otwory wiertnicze

Fig. 10. Geological section across the Pomorzany fault along profile 3: 1 — Permian, conglomerate; 2 — Roethian dolomitic marls with sediments of the Lower Bunter Sandstone in the bottom; 3 — Lower Muschelkalk, limestone; 4 — Lower and Middle Muschelkalk, ore bearing dolomite and diplopora dolomite; 5 — clayey Keuper sediments; 6 — Quaternary sand; 7 — points and fissures of the fault-zone; 8 — cross-heading (cut-through); 9 — bore-hole

aby uznać, że takie sytuacje zdarzają się dość często. Przy dostatecznym zagęszczeniu otworów wstępną ocenę hydrogeologicznej roli uskoku można uzyskać, wykonując szereg przekrojów poprzecznych przez dyslokację i na tej podstawie konstruując mapę geologiczną rzutu na płaszczyznę pionową przylegających do siebie skrzydeł uskoku.

Autorzy sporządzili takie przekroje przez uskoki Pomorzany (fig. 10, 11 i 12) i na ich podstawie opracowali mapę rzutu pionowego fragmentu skrzydła zrzuconego uskoku Pomorzany z nałożonym rzutem skrzydła wiążącego (fig. 13 B).

Stopień lokalnej redukcji miąższości warstwy wodonośnej górnego i środkowego wapienia muszlowego, który następuje w wyniku przesunięcia się granicy kajper-wapień muszlowy wzdłuż strefy uskokowej, wyrażono w postaci odpowiedniego wykresu (fig. 13A). Pokazano na nim, jaka część miąższości warstwy wodonośnej pozostała hydraulicznie czynna dla przepływu wody w kierunku prostopadłym do płaszczyzny uskoku. Miarą stopnia redukcji tej miąższości jest stosunek M_K/M_T , gdzie M_K oznacza wysokość hydraulicznie czynnej części triasu, M_T zaś całkowitą miąższość wodonośnego piętra triasu. Na fig. 13A uwidacznia się ro-

PRZEKRÓJ C-C

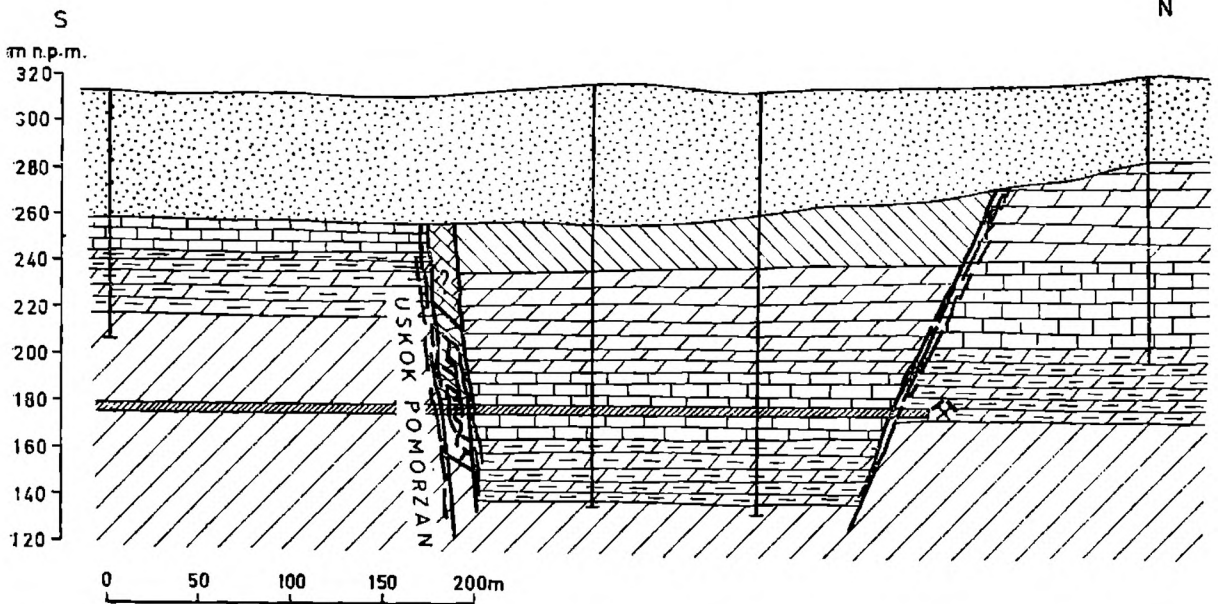


Fig. 11. Przekrój geologiczny przez uskók Pomorzany wzdłuż profilu 4 (interpretowane ułożenie wapieni i dolomitów wapienia muszlowego w strefie uskoku Pomorzany). Objaśnienia jak na fig. 10

Fig. 11. Geological section across the Pomorzany fault along profile 4 (interpreted inclination of rock beds in the fault zone). Explanations as in Fig. 10

PRZEKRÓJ D-D

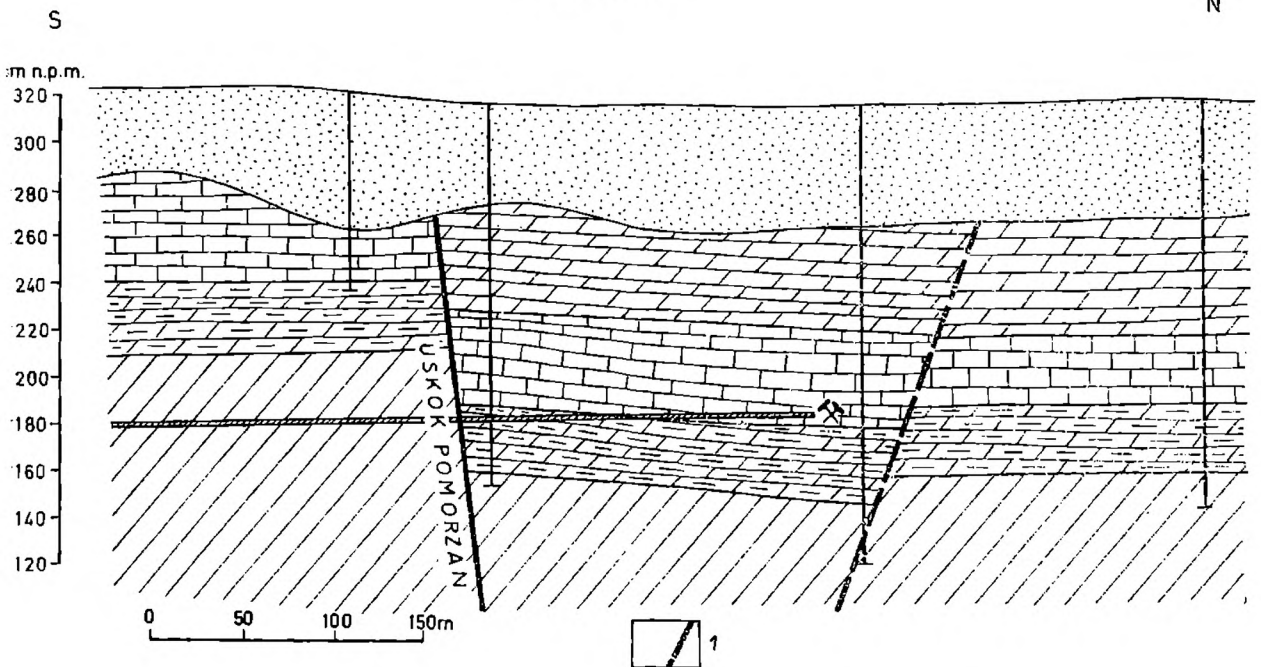


Fig. 12. Przekrój geologiczny przez uskók Pomorzany wzdłuż profilu 5: 1 — uskók interpretowany na podstawie danych z otworów wiertniczych. Pozostałe objaśnienia jak na fig. 10

Fig. 12. Geological section across the Pomorzany fault along profile 5: 1 — fault-surface interpreted from bore-hole data. Other explanations as in Fig. 10

ła uskoku poprzecznego przypuszczalnie młodszego od uskoku Pomorzán. W jego sąsiedztwie po stronie zachodniej kontakt hydrauliczny pomiędzy wodonośnymi utworami triasu obu skrzydeł uskoku jest bardzo ograniczony. Wysokość tego kontaktu wynosi około 20% miąższości węglanowych osadów triasu ($M_K/M_T \cong 0,2$), a lokalnie spada nawet poniżej 10% ($M_K/M_T < 0,1$).

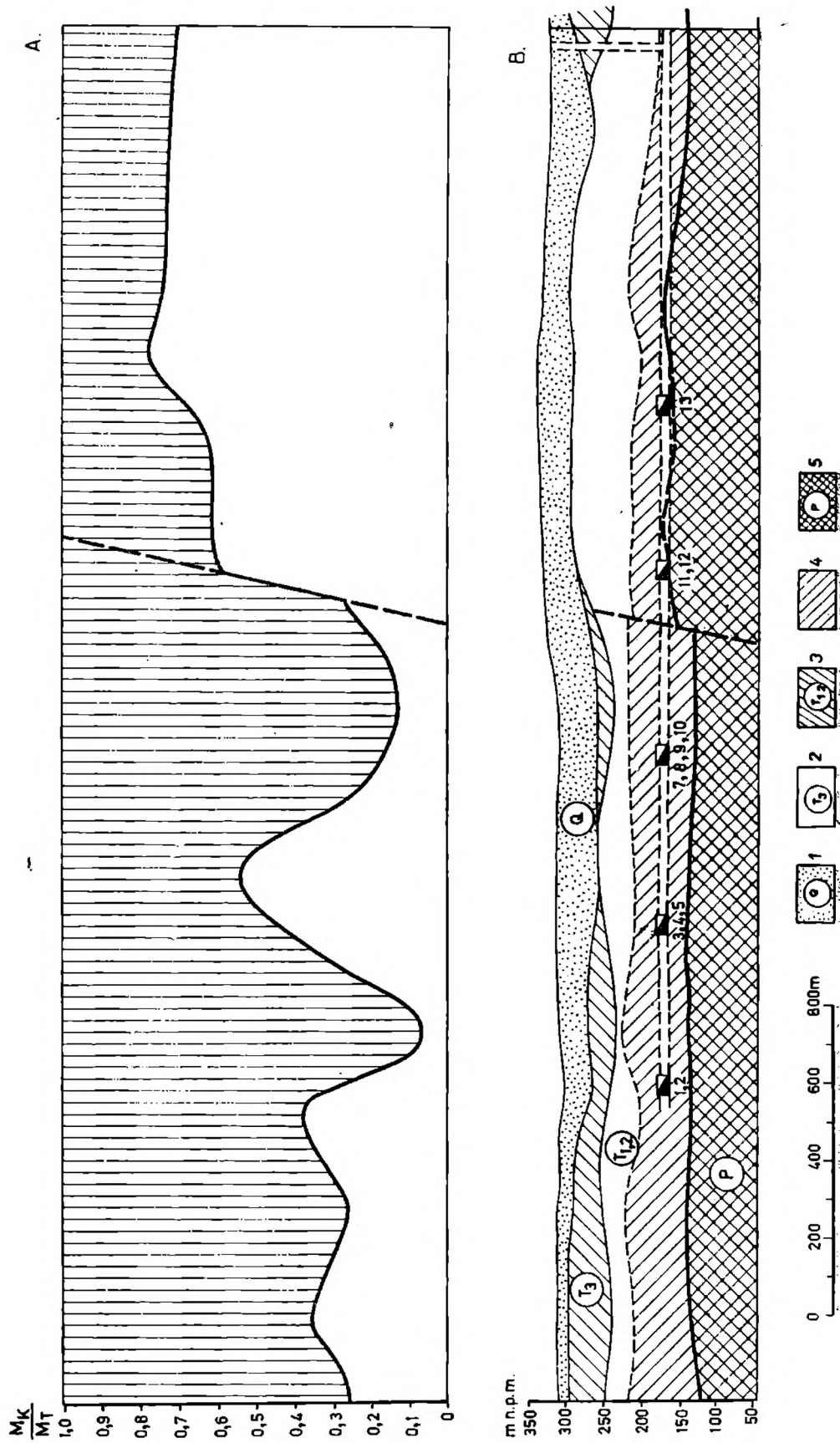
W skrzydle wiszącym poprzecznej dyslokacji więź hydrauliczna pomiędzy wodonośnymi utworami triasu jest znacznie lepsza. Wysokość strefy kontaktu sięga tutaj około 70% miąższości rozpatrywanego piętra wodonośnego.

Na podstawie opracowanej mapy zrzutu pionowego strefy kontaktów wzdłuż całej dyslokacji można było wstępnie stwierdzić, w jakich rejonach jej izolujący charakter jest wysoce prawdopodobny, a gdzie nie będzie ona barierą dla rozprzestrzeniania się leja depresji. Miało to duże znaczenie dla opracowania prognoz wpływu górnictwa na wody podziemne i ich ujęcia.

W nie publikowanym opracowaniu Wilka z zespołem (1973) przedstawiono mapę powierzchni kontaktu hydraulicznego utworów wodonośnych obu skrzydeł uskoku głównego Pomorzán na całej jego rozpoznanej wierceniami długości, tj. około 10 km, której fragment stanowi fig. 13B. Z mapy tej wynika, że w zachodniej części rejonu olkuskiego kontakt hydrauliczny wodonośnych utworów triasu poprzez uskók Pomorzán jest bardziej ograniczony niż w części wschodniej. Ten wypadek potwierdziło późniejsze zachowanie się zwierciadła wody w utworach triasu zrzuconego skrzydła uskoku Pomorzán pod wpływem odwadniania przekopu „D”. Na przekroju hydrogeologicznym (fig. 14) przedstawiono układ zwierciadła wody w węglanowych utworach triasu według stanu na początek 1974 r. Widać na nim, że ciśnienie wody w utworach triasu skrzydła wiszącego jest blisko 25 m niższe od ciśnienia w skrzydle zrzuconym. Wpływ odwadniania przekopu „D” zaznaczył się zatem bardzo słabo na północ od uskoku Pomorzán. Przyczyną tego jest fakt, że hydraulicznie czynna miąższość triasowej warstwy wodonośnej została w tym rejonie zredukowana do około 40%.

PRZEJAWY WODNE W REJONIE USKOKU POMORZAN PRZY PRZEKRACZANIU GO WYROBIISKAMI GÓRNICZYMI

W miarę zbliżania się wyrobisk wykonywanych w zlepieńcach permu do uskoku Pomorzán obserwowano zmiany jakości i ilości dopływających wód. W pierwszym rzędzie zanotowano wyraźny spadek mineralizacji wód wypływających z utworów permu (Witczak i in. 1975). W odległości około 100 m od uskoku Pomorzán mineralizacja wód wyniosła ponad 2000 mg/l, by na mniej więcej 40 m od uskoku spaść poniżej 1000 mg/l.



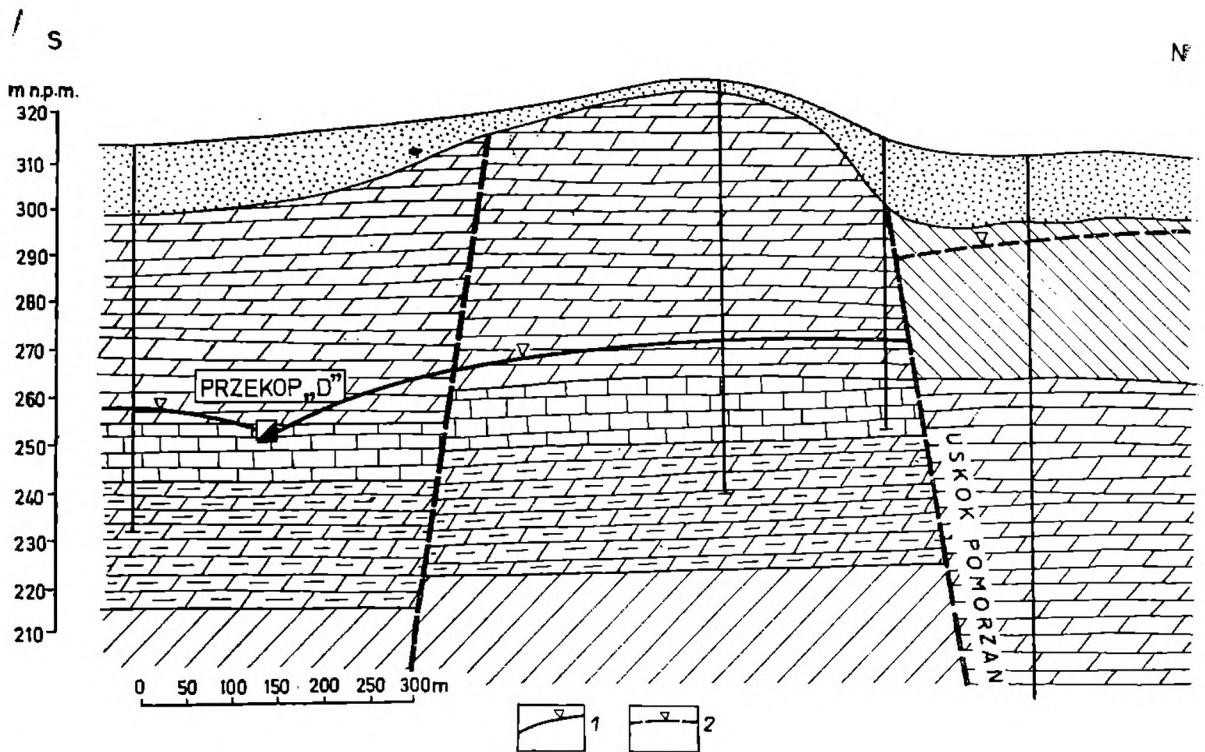


Fig. 14. Przekrój hydrogeologiczny przez uskok Pomorzany w rejonie przekopu „D”: 1 — swobodne zwierciadło wody; 2 — naporowe zwierciadło wody (powierzchnia piezometryczna). Pozostałe objaśnienia jak na fig. 10

Fig. 14. Hydrogeological section across the Pomorzany fault close to the dip-heading „D”: 1 — free ground-water table; 2 — confined ground-water head (piezometric surface). Other explanations as in Fig. 10

Spadek mineralizacji wód poprzedził pojawienie się licznych wycieków o przeciętnej wydajności około 50 l/min.

Wbrew oczekiwaniom z samej szczeliny uskokowej nie otrzymano

Fig. 13A. Wykres ilustrujący redukcję hydraulicznie czynnego przekroju wodonośnego piętra wapienia muszlowego w wyniku przesunięcia warstw na uskoku Pomorzany: 1 — część wapienia muszlowego czynna hydraulicznie; 2 — część wapienia muszlowego nieczynna hydraulicznie

Fig. 13A. Diagram illustrating the reduction of the hydraulic active portion of the Triassic waterbearing horizon due to the throw slip of the strata along the Pomorzany fault: 1 — hydraulic active portion of thickness of the Muschelkalk; 2 — hydraulic passive portion of thickness of the Muschelkalk, sealed by impermeable, thrown down Keuper sediments

Fig. 13B. Kontakty zróżnicowanych pod względem przepuszczalności skał na płaszczyźnie uskoku Pomorzany: 1 — czwartorzęd; 2 — kontakt kajpru skrzydła zrzuconego z wapieniem muszlowym skrzydła wiszącego; 3 — kontakt wapienia muszlowego skrzydła wiszącego i zrzuconego; 4 — kontakt permu skrzydła wiszącego z wapieniem muszlowym skrzydła zrzuconego; 5 — kontakt permu skrzydła wiszącego z permem skrzydła zrzuconego

Fig. 13B. Contacts of permeable and impermeable rocks facing each other along the Pomorzany fault-plane: 1 — Quaternary, permeable sand; 2 — contact of the impermeable Keuper of the downthrown wall of the fault with the waterbearing Muschelkalk of the downthrown wall; 3 — contact of the Muschelkalk of both walls of the fault; 4 — contact of the impermeable Permian of the upthrown side with the Muschelkalk of the downthrown side of the fault; 5 — contact of the Permian of both walls of the Pomorzany fault

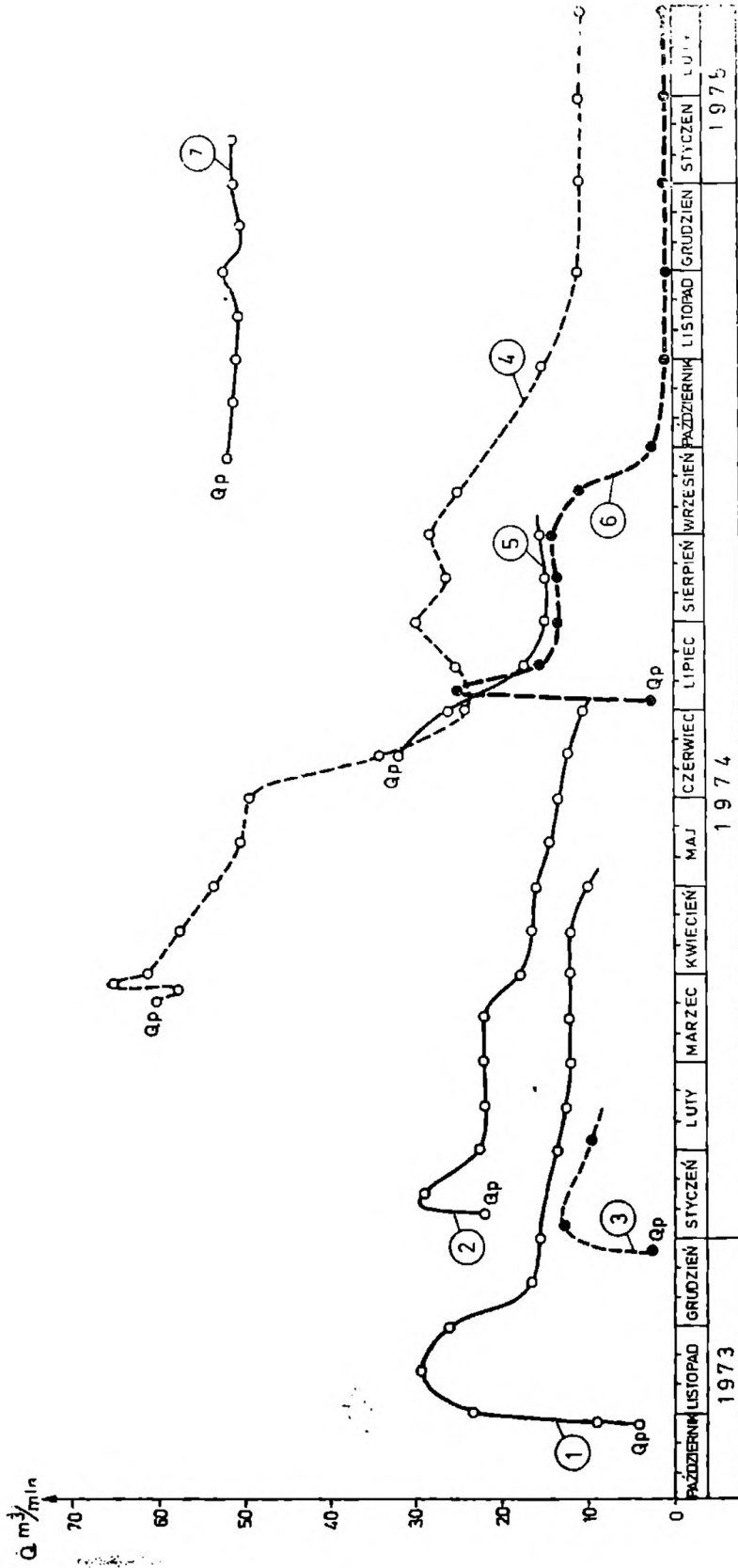


Fig. 15. Wykresy czasowych zmian wydajności wypływów w wyrobiskach kopalni
 Fig. 15. Time-curves of discharge rate of ground water inflows into mine headings

właściwie żadnych poważnych dopływów wody. Przyczyną tego był opisany wcześniej fakt wypełnienia szczeliny materiałem ilastym. Wyjątkowo w jednym z wyrobisk na głębokości 140 m nastąpił wypływ wody z materiałem ilasto-piaszczystym o początkowej wydajności około $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$ (tabl. I). Według badań Parachonika (1974) materiał wyniesiony przez wodę pochodził najprawdopodobniej z utworów niższego pstrego piaskowca skrzydła wiszącego. Godny odnotowania jest fakt, że wypływ pochodził z wapieni gogolińskich.

W trakcie drażenia wyrobisk w utworach retu w zrzuconym skrzydle uskoku Pomorzan nie obserwowano większych wypływów wody, mimo iż górotwór był silnie spękany i zawilgocony. Duże wylewy wód, tzn. o wydajności powyżej $10 \text{ m}^3/\text{min}$ nastąpiły dopiero po wejściu wyrobisk w wapienie gogolińskie (tabl. II).

Obserwowano przy tym wyraźną przewagę wypływów z kawern krasowych w ociosach wyrobisk (tabl. III). Były to zatem wypływy typu I—3 według klasyfikacji Wilka i in. (1971). W przypadku jednego wyrobiska otrzymano duży sumaryczny wypływ z systemu szczelin w stropie wyrobiska.

Bardzo interesująco przedstawiają się charakterystyki czasowych zmian wydajności tych wylewów (fig. 15). W wyrobiskach wykonywanych na głębokości 140 m obserwowano z reguły początkowo wyraźny wzrost wydajności od 50 do 60% początkowego wydatku (wyjątek stanowi wylew nr 7 przedstawiony na fig. 19).

Maksimum wydajności wylewów obserwowano po upływie 1 — 2 tygodni, po czym wydatek wypływów malał. Wzrost wydajności należy przypuszczalnie wiązać z poszerzeniem się kanałów i szczelin krasowych na skutek wynoszenia materiału skalnego wypełniającego te pustki. Po otwarciu wyrobiskiem systemu krasowego powstawały znacznie większe gradienty hydrauliczne niż naturalne, co z kolei było przyczyną intensyfikacji procesu sufozji i usuwania drobnego materiału skalnego z pustek krasowych i szczelin. Dowodem słuszności takiej interpretacji może być przykład wylewu nr 1, który pojawił się około 12 m na północ od szczeliny walnej dyslokacji (profil 10). Początkowa wydajność wylewu wynosiła około $4 \text{ m}^3/\text{min}$. Wypływająca z kawerny o średnicy około 30 cm woda wynosiła materiał ilasty i drobny rumosz skalny, powiększając ujście kanału krasowego. W ciągu dwóch tygodni wydajność wylewu wzrosła do blisko $30 \text{ m}^3/\text{min}$. Następnie w ciągu niemal roku wydajność wypływu zmniejszyła się do około $4 \text{ m}^3/\text{min}$. Graficzne charakterystyki zmiany wydajności wypływów tego rodzaju są uderzająco podobne do opisywanych przez Wilka (1965) zmian dopływów podczas nagłych wylewów w kopalniach węgla wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

W niektórych wyrobiskach natrafiono na otwarte kanały krasowe. Obserwowano wówczas nagłe, gwałtowne wylewy o bardzo dużej po-

czątkowej wydajności (fig. 15) wylew nr 4, 6, 7 sięgającej ponad 60 m³/min. Zwykle wydajność tych wypływów dość szybko malała. Jedynie w wypadku wylewu nr 7 początkowa wydajność ponad 50 m³/min utrzymała się przez niemal 3 miesiące. Po tym czasie wodę przejęło sąsiednie wyrobisko i wydajność wylewu gwałtownie zmalała.

Obserwowany spadek wydajności wylewów może mieć dwojakie przyczyny. Po pierwsze wiąże się to ze szczyptywaniem wody z zasobów statycznych systemów kanałów krasowych i szczelin. Po wtóre charakterystyki czasowe poszczególnych wylewów są zniekształcone przejmowaniem wody przez sąsiednie wyrobiska.

Wśród obserwowanych wylewów wody z węglanowych skał triasowych w zrzuconym skrzydle uskoku Pomorzan można zatem wydzielić dwie grupy: a) z początkowym wzrostem wydatku w czasie, b) z początkową dużą wydajnością i dość szybkim jej spadkiem. Pierwsza grupa wylewów pochodzi przypuszczalnie z częściowo uszczelnionych i zasypanych systemów krasowych i szczelin, druga zaś z otwartych lub w niewielkim stopniu wypełnionych kanałów krasowych.

Zbigniew Wilk, Andrzej F. Adamczyk, Jacek Motyka
Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie,
30-059 Kraków, al. Mickiewicza 30

Józef Biernacki

Kombinat Górniczo-Hutniczy „Bolesław” w Bukownie k. Olkusza,
32-332 Bukowno

Maszynopis

nadesłano X 1976,

przyjęto do druku I 1977

WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Bogacz K. (1967), Budowa geologiczna północnego obrzeżenia rowu krzeszowickiego (The geological structure of the northern border of the Krzeszowice graben). *Pr. geol. Komis. Nauk Geol. PAN, Oddz. w Krakowie*, 41, Warszawa.
- Dzuleński S. (1953), Tektonika południowej części Wyżyny Krakowskiej (Tectonics of the southern part of the Cracowian Upland). *Acta geol. pol.*, III, 3, p. 325—440.
- Jaroszewski W. (1974), Tektonika uskoków i fałdów. Wyd. Geol. Warszawa.
- Motyka J., Wilk Z. (1976), Pionowe zróżnicowanie wodoprzepuszczalności węglanowych skał triasowych w świetle statystycznej analizy wyników próbnych pompowań (monoklina śląsko-krakowska) (Variation of water permeability with depth of the carbonate Triassic rocks in the light of statistical analysis of pumping tests (Silesia-Cracow monocline). *Kwart. geol.*, 20, 2, Warszawa.
- Parachoniak W. (1974), Wyniki badań mineralogiczno-petrograficznych próbek skał piaskowych pochodzących z rejonu Olkusza. *Arch. Inst. Hydr. i Geol. Inż. AGH, Kraków*.

- Salski W. (1974), Znaczenie badań tektonicznych w kopalniach głębinowych (Importance of tectonic studies in deep mines). *Prz. geol.*, 2—3, p. 72—77.
- Sliwiński S. (1964), Geologia obszaru siewierskiego (The geology of the Siewierz area (Upper Silesia)). *Pr. geol. Komis. Nauk. Geol. PAN, Oddz. w Krakowie*, 25, Warszawa.
- Wilk Z. (1965), Zawodnienie a wielkość i głębokość kopalń we wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (Relationship between mine water inflow, size and depth of the collieries in the eastern region of the Upper Silesia Coal Basin). *Pr. geol. Komis. Nauk. Geol. PAN, Oddz. w Krakowie*, 24, Warszawa.
- Wilk Z., Motyka J., Niewdana J. (1971), Charakterystyka i klasyfikacja przejawów wody w wyrobiskach kopalni pracującej w szczelinowo-krasowym poziomie wodonośnym (The characteristics and classification of the discharges of groundwater in mine workings driven in the fissure karst waterbearing horizon). *Zesz. Nauk. AGH, 361, Geologia, 17*, p. 17—132, Kraków.
- Wilk Z., Zimny W. (1973), Problematyka hydrogeologiczna związana z rozwojem górnictwa w rejonie olkuskim (Hydrogeological problems connected with development of the ore mining in the Olkusz area (Cracowian Upper Silesian region)). *Zesz. Nauk. AGH, 361, Geologia, 17*, p. 117—132, Kraków.
- Wilk Z. i zesp. (1973), Określenie parametrów hydrogeologicznych dla potrzeb modelowania procesów filtracji. *Arch. Inst. Hydr. i Geol. Inż. AGH*, Kraków.
- Wilk Z. i zesp. (1974), Badania analogowe w celu udoskonalenia prognoz zawodnienia kopalń i ich oddziaływania na stosunki wodne. *Arch. Inst. Hydr. i Geol. Inż. AGH*, Kraków.
- Witczak S., Adamczyk A. F., Motyka J., Niewdana J. (1975), Możliwość występowania i wykorzystania wód mineralnych w rejonie Olkusza. *Probl. Uzdr.*, 7, p. 177—184.

SUMMARY

Abstract. The Pomorzany fault creates a border between the southern portion of the Zn Pb ore deposit of the Olkusz region which has been mined since centuries, and the northern one being developed at the present time. The fault was cut through by means of 14 cross-headings which were driven primarily in the Permian, then after crossing the fault they entered the waterbearing Muschelkalk. On the basis of the geological survey of the mine headings it has been found that the structure of the fault zone is complicated. The fault plane is accompanied by secondary tectonic structures, shifting of strata, joints and fissures. The main fault fissure is filled with compressed clay. The downthrown of impermeable Keuper sediments caused local reduction of the hydraulic active cross-section of the waterbearing Muschelkalk. Resulting of the screening effect the cone of depression produced by the existing mines situated southwards of the Pomorzany fault was limited in its extension possibility towards the north. Extraordinary great discharges of groundwater into mine roads were encountered only after the headings entered the karstified carbonate sediments of the Lower Muschelkalk.

The Pomorzany fault creates a border between the southern portion of the ZnPb ore deposit of the Olkusz region and the northern one. The southern portion has been mined since centuries whereas the northern one was discovered only several years ago, and the deposit is being de-

veloped at the present time. The new deposit was opened by means of underground headings (trough-cuts) which were driven from the existing mines northwards primarily in the impermeable Permian, then they crossed the fault zone and entered the waterbearing Muschelkalk, in which the ores occur. The 11 mine cross-headings and gangways were geologically surveyed, thus supplying the needed information. One of purposes of this investigation was the hydrogeological characteristics of the fault zone. Special interest was paid to the problem whether it is waterbearing or impermeable, thus creating an insulating screen.

On the base of surface and underground drillings, as well as geological survey of the mine workings was found that the Pomorzany dislocation can be classified as longitudinal, similarly inclined, homotetic, dip-slip normal fault of brittle type. The fault zone throw measures from 60 to 80 meters.

The structure of the fault zone is complicated. The main fault plane is accompanied by a marginal parallel fault inclined and throwing southwards. Both mentioned longitudinal dislocations create a local graben about 200 m wide. They are cut with a transversal fault throwing down about 20 m.

While approaching the Pomorzany fault several signs of its presence could be observed. First a ca 30 m wide zone of joints and fissures in Permian conglomerate was encountered. In a distance of 20 to 10 meters from the fault plane the colour of the conglomerate changed from reddish-brown to greyey-green. The width of the main fault fissure varied from several cm to a few dcm. The fissure was filled with dark tightly pressed, clayey material characterized by polished surfaces and lamination parallel to the fault sides. In the clayey material fragments of carbonate rocks could be observed. In the profiles 2, 4 and 6 (Fig. 4, 5 and 6) the fissure filling clays were of intensive cherry-like red colour at the upthrown side which changed to black at the downthrown one.

The surfaces of both sides of the fault mostly were even and parallel to each other. After crossing the main fault fissure several other marginal joints, fissures and shiftings of strata were observed.

The limestones of the Lower Muschelkalk in the downthrown side are intensively karstified, the diameter of some caves reaching up to few meters. In one case a cave cut by a fault was found.

The main fault fissure was dry and while driving the headings through the disturbed brittle zone composed of Roethian dolomitic marls negligible groundwater discharges were observed. Only after headings-faces reached the karstified limestones of the Lower Muschelkalk enormous water discharges and inrushes appeared (Pl. IV).

It was found that as a result of throw-down of the Keuper clay the Pomorzany fault locally reduces the horizontal water transmissivity of

the Triassic waterbearing horizon diminishing its hydraulic active thickness even to 10% of the primary one. Resulting of this screening effect the cone of depression produced by drainage activity of the existing mines situated southwards of the Pomorzany fault was limited in its extension possibilities towards the north. This information was essential for hydrogeological prognoses both from the point of view of the mining industry as well as the local water supply plants.

OBJAŚNIENIA TABLIC
EXPLANATION OF PLATES

Tablica — Plate I

Wyływ wody z materiałem ilasto-piaszczystym (szczelina uskoku Pomorzany, profil 8)
Ground-water outflow with clay and sand (from the main fault fissure, profile 8)

Tablica — Plate II

Wyływ wody z kawerny w wapieniach gogolińskich (profil 10)
Ground-water outflow from a cave in the Gogolin-beds (Lower Muschelkalk, profile 10)

Tablica — Plate III

Przykład kawerny krasowej w odciosie wyrobiska
An example of a karstic cave encountered in a cross-heading wall

Tablica — Plate IV

Wyływ o wydajności około 50 m³/min z kanału krasowego w stropie wyrobiska
Ground-water inrush from a karstic channel encountered in the roof of a mine drive. Discharge rate about 50 m³/min.

