

Zbigniew WILK, Jacek MOTYKA

## KONTAKTY MIĘDZY POZIOMAMI WODONOŚNYMI W OLKUSKIM REJONIE KOPALNICTWA RUD

(Tabl. I—II i 15 fig.)

*Contacts between water-bearing horizons  
(Olkusz ore mining region, near Cracow)*

(Pl. I—II and 15 Figs.)

**Treść:** Podano schemat hydrogeologiczny i zwięzłą charakterystykę pięter wodonośnych występujących w olkuskim rejonie kopalnictwa rud. Zwrócono uwagę na istniejące tam różne formy kontaktów hydraulicznych między poziomami wodonośnymi. Kontakty te usystematyzowano na zasadzie kryterium genetycznego, podano przykłady, przedstawiono ich rozmieszczenie i przedyskutowano znaczenie praktyczne.

### WSTĘP

Przez olkuski rejon kopalnictwa rud w niniejszym artykule rozumiemy obszar, który znajduje się obecnie, bądź też znajdzie się w stosunkowo niedalekiej przyszłości w zasięgu odwadniania kopalń „Bolesław”, „Olkusz” i „Pomorzany”.

Powierzchnia tak rozumianego rejonu jest znacznie większa od powierzchni obszaru zalegania przemysłowych zasobów rudy.

Jego granicę możemy poprowadzić w sposób następujący (fig. 1). Na wschodzie przebiega ona przez obszar zbudowany z jury w odległości około 7 km od linii Klucze—Olkusz oraz na południowym wschodzie w takiej mniej więcej odległości od Olkusza. Na południowym zachodzie za granicę można uważać erozyjny kontur zasięgu triasu aż do jego przecięcia się z Białą Przemszą. Rzeka ta stanowi zachodnią, a także północną granicę rozpatrywanego rejonu.

W rejonie olkuskim odwiercono w ciągu ostatnich lat kilkanaście seitek otworów geologiczno-złożowych, przeprowadzono dwieście-kilkadziesiąt próbných pompowań w stu-kilkudziesięciu otworach, zainstalowano przeszło 300 stałych piezometrów do badań stacjonarnych. Przeprowadzono także specjalne badania izotopowe oraz modelowe. Wyniki tych

badań zostały ujęte w licznych opracowaniach i dokumentacjach hydrogeologicznych oraz paru publikacjach (Zimny, 1964; Niewdana, Własnowolski, 1971; Wilk, Zimny, 1973; Prussak, Bocheńska, 1974).

Przy próbach opracowywania bardziej dokładnych prognoz hydrogeologicznych za pomocą urządzeń analogowych okazało się, że w celu opracowania właściwego modelu hydrodynamicznego rejonu należy wyodrębnić, rozpoznać bliżej i usystematyzować rozliczne kontakty hydrauliczne, jakie istnieją między piętrami i poziomami wodonośnymi występującymi w nadkładzie, w otoczeniu i w spągu serii rudonośnej.

Autorzy wykorzystali w tym celu materiały źródłowe w postaci profili otworów wiertniczych zawarte w kilku dokumentacjach złożowych opracowanych przez Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie.

Oddzielnym zagadnieniem nie rozwijanym w niniejszym artykule jest sprawa kontaktów hydraulicznych między wodami powierzchniowymi i podziemnymi w rejonie olkuskim.

#### CHARAKTERYSTYKA PIĘTER I POZIOMÓW WODONOŚNYCH REJONU OLKUSKIEGO

W niniejszej pracy wydzielono za Pazdrą (1964) jednostki wyższego rzędu, tj. piętra wodonośne oraz jednostki niższego rzędu, czyli poziomy wodonośne. W takim ujęciu wydzielamy piętra wodonośne: czwartorzędowe, jurajskie, triasowe i paleozoiczne (karbońskie i dewońskie).

Spośród wyżej wymienionych zasadniczo tylko triasowe piętro wodonośne dzieli się na poziomy. Wyróżnia się ich trzy: poziom wapienia muszlowego, czyli tzw. główny triasowy poziom wodonośny (Wilk, 1960), poziom retu oraz poziom niższego pstrego piaskowca.

Syntetyczne ujęcie poszczególnych pięter i poziomów wodonośnych oraz serii izolujących przedstawiono w tabeli 1 oraz na fig. 2.

Z hydrogeologicznego punktu widzenia celowe jest podzielenie rozpatrywanego obszaru na dwie części: zachodnią i wschodnią. Różnią się one między sobą przede wszystkim ilością i wzajemnym stosunkiem obecnych na nich pięter wodonośnych. Należą one także do dwu różnych jednostek geograficzno-morfologicznych. Część wschodnia wchodzi w obręb Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej, natomiast część zachodnia należy do Wyżyny Śląskiej (Szafarski, 1955). Istotna różnica między nimi polega przede wszystkim na tym, że w części wschodniej występuje wodonośne piętro jurajskie, nieobecne w części zachodniej. Granica między obu częściami rejonu przebiega wzdłuż wyraźnego progu morfologicznego. Teren położony na wschód od tej kuesty zbudowany jest z wapieni górnojurajskich, a jego powierzchnia wznosi się kilkadziesiąt i więcej metrów ponad powierzchnię części zachodniej.

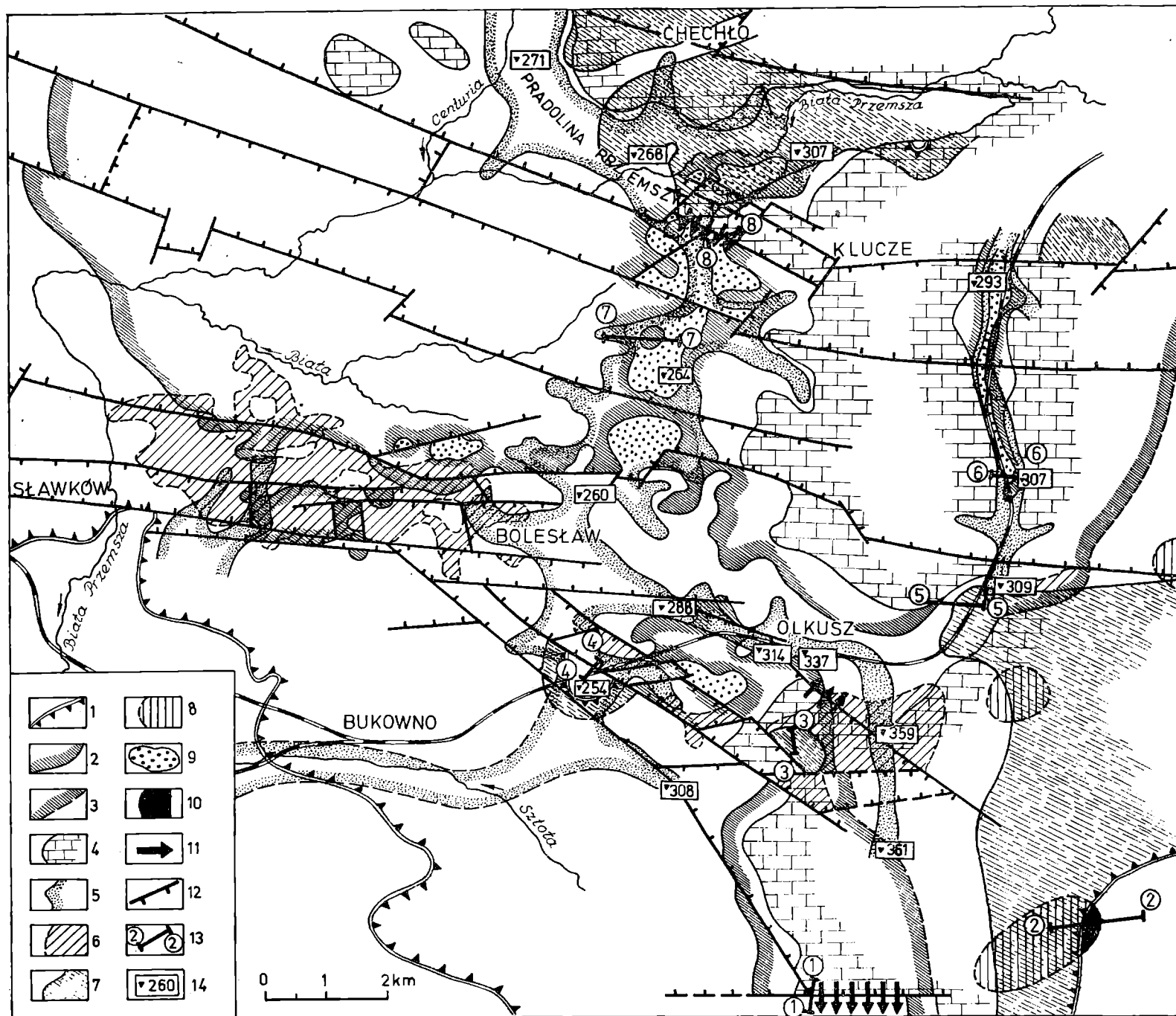


Fig. 1. Mapa kontaktów hydraulicznych między piętrami wodonośnymi w rejonie olkuskim. 1 — zasięg osadów triasu pod czwartorzędem lub jurą; 2 — zasięg kajpru pod czwartorzędem; 3 — zasięg kajpru pod jurą; 4 — zasięg jury; 5 — pogrzebane doliny w podłożu czwartorzędz; 6 — strefa kontaktu typu metasomatycznego (IB4) poziomu wapienia muszlowego z poziomem retu; 7 — strefa sedimentacyjno-transgresywnego typu kontaktu (IA2) piętra wodonośnego triasowego z dewońskim; 8 — strefa sedimentacyjno-transgresywnego typu kontaktu (IA2) piętra wodonośnego jurajskiego z triasowym; 9 — strefa erozyjnego typu kontaktu (IB2) piętra wodonośnego czwartorzędowego z triasowym w obrębie nieprzepuszczalnej pokrywy kajpru; 10 — strefa prawdopodobnego kontaktu typu sedimentacyjno-transgresywnego (IA1) piętra wodonośnego jurajskiego z dewońskim; 11 — tektoniczny, bezpośredni typ kontaktu (IB1) piętra wodonośnego jurajskiego z triasowym; 12 — uskoki; 13 — linie przekrojów; 14 — rzędne spągu osadów czwartorzędowych w wybranych otworach wiertniczych

Fig. 1. Map of hydraulic contacts between water-bearing complexes in the Olkusz region. 1 — extent of Triassic deposits under Quaternary or Jurassic; 2 — extent of Keuper under Quaternary; 3 — extent of Keuper under Jurassic; 4 — extent of Jurassic; 5 — buried valleys in the Quaternary bedrock; 6 — metasomatic contact zone (IB4) between the Muschelkalk and Roethian horizons; 7 — sedimentary-transgressive contact zone (IA2) between the Triassic and Devonian water-bearing complexes; 8 — sedimentary transgressive contact zone (IA2) between the Jurassic and Triassic water-bearing complexes; 9 — erosional contact zone (IB2) between the Quaternary and Triassic water-bearing complexes within the impervious Keuper cover; 10 — zone of a probable sedimentary transgressive contact (IA1) between the Jurassic and Devonian water-bearing complexes; 11 — direct, tectonic contact (IB1) between the Jurassic and Triassic water-bearing complexes; 12 — faults; 13 — cross-section lines; 14 — base ordinates of the Quaternary deposits in selected bore-holes

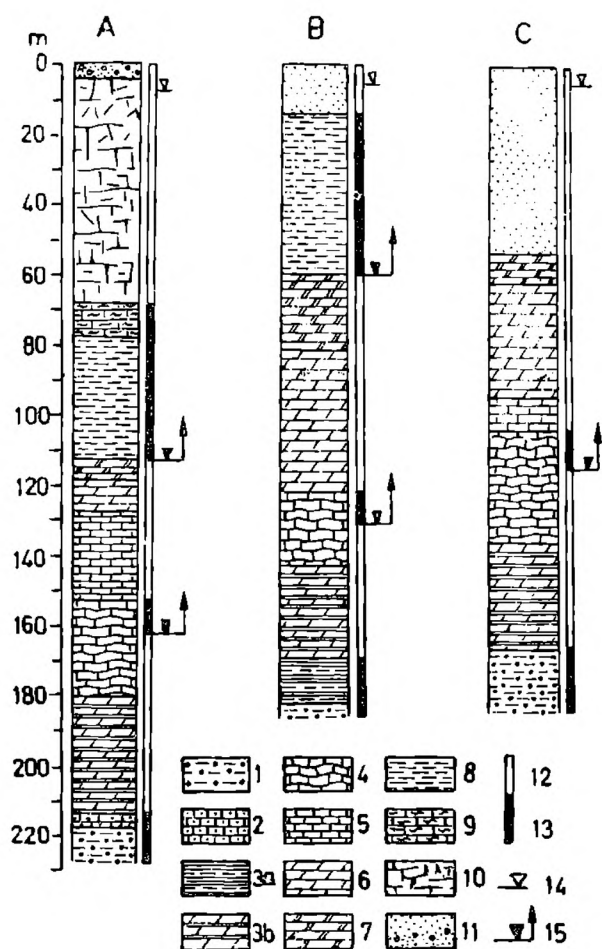


Fig. 2. Schematyczne profile geologiczne ilustrujące stosunki hydrogeologiczne w rejonie olkuskim. A. Część wschodnia rejonu; B. Część zachodnia rejonu, partia północna; C. Część zachodnia rejonu, partia południowa; 1 — perm, zlepienie i piaskowce; 2 — niższy pstry piaskowiec (warstwy ze Swierklańca), piaskowce i ily; 3a — ret, margle dolomityczne; 3b — ret, dolomity; 4 — dolny wapień muszlowy, warstwy gogolińskie, wapienie; 5 — dolny wapień muszlowy, warstwy olkuskie, wapienie; 6 — dolny wapień muszlowy, dolomity kruszonośne; 7 — środkowy wapień muszlowy, dolomity diploporowe; 8 — kajper, seria ilasta; 9 — jura, dywez, newiz, margle ilaste; 10 — jura, argow i raurak, wapienie płytowe i skaliste; 11 — czwartorzęd, piaski fluwioglacjalne i żwirry; 12 — serie wodonośne; 13 — serie izolujące; 14 — nawierczone zwierciadło wody gruntowej (głębokość symboliczna); 15 — nawierczone zwierciadło wody artezyjskiej

Fig. 2. Schematic geological profiles, illustrating hydrogeological connections in the Olkusz region. A. Eastern part of the region; B. Western part of the region — northern section; C. Western part — southern section: 1 — Permian, conglomerates and sandstones; 2 — Lower Bunter Sandstone (the Swierklańec strata) sandstones and clays; 3a — Roethian, dolomitic marls; 3b — Roethian dolomites; 4 — Lower Muschelkalk, the Gogolin strata, limestones; 5 — Lower Muschelkalk, the Olkusz strata, limestones; 6 — Lower Muschelkalk, ore-bearing dolomites; 7 — Middle Muschelkalk, diplopora dolomite; 8 — Keuper, clay series; 9 — Jurassic, Divesian and Nevisian, clayey marls; 10 — Jurassic, Angovian and Rauracian, banded and rocky limestones; 11 — Quaternary, fluvioglacial sands and gravels; 12 — water-bearing series; 13 — impervious series; 14 — ground-water level (symbolic depth); 15 — artesian-water encountered in the bore-holes

W części wschodniej piaski czwartorzędowe nie posiadają większego znaczenia i najczęściej leżą wprost na wapieniach malmu, tworząc z nimi wspólne czwartorzędowo-jurajskie piętro wodonośne.

Schemat piętrowości wód podziemnych w rejonie olkuskim

Piętro względnie poziom wodonośny	Seria izolująca
<p>Piętro czwartorzędowe: Piaski i żwiry rzecznotodowcowe, współczesne osady rzeczne. (Dzięki obecności wkładek osadów nieprzepuszczalnych lokalnie rozdzielone na dwa lub więcej poziomów wodonośnych o podrzędnym znaczeniu)</p>	
	<p>Gliny wietrzeniowe, deluwia, przemyte gliny zwałowe, utwory zastoi-skowe<sup>1</sup></p>
<p>Piętro jurajskie: Wapienie skaliste i płytowe malmu</p>	
	<p>Osady marglisto-wapienne dolnego malmu i keloweju, górnego triasu (kajpru) oraz ewentualnie górnego wapienia muszlowego</p>
<p>Piętro triasowe — poziom wapienia muszlowego: Szczelinowe, spękane i skrasowane dolomity diploporowe i kruszonośne oraz wapienie</p>	
	<p>Margliste wkładki w wapieniach warstw gogolińskich</p>
<p>Piętro triasowe — poziom retu: Spękane i jamiste wapienie oraz dolomity</p>	
	<p>Margle dolnego retu i ility niższego pstrego piaskowca</p>
<p>Piętro triasowe — poziom niższego pstrego piaskowca: Piaski i piaskowce</p>	
<p>Piętro paleozoiczne: Spękane wapienie i dolomity karbonu dolnego (wapień węglowy) i dewonu</p>	<p>Zlepieńce, tufy i ility permskie</p>

<sup>1</sup> Osady te występują lokalnie, w związku z tym we wschodniej części rejonu mamy zazwyczaj do czynienia ze wspólnym czwartorzędowo-jurajskim piętrem wodonośnym.

Zachodnią część można z kolei podzielić na dwie partie: południową, pozbawioną ciągłej pokrywy kajpru oraz północną przykrytą kajprem. W partii południowej izolacja między wapieniem muszlowym i wodonośnym czwartorzędem występuje tylko lokalnie, dlatego też możemy tu mówić o wspólnym czwartorzędowo-triasowym piętrze wodonośnym. Natomiast w partii północnej oba piętra rozdzielone są nieprzepuszczalnymi osadami kajpru i łączą się ze sobą tylko w strefach kontaktów erozyjnych opisanych w dalszym ciągu niniejszego artykułu.

Wodonośne piętro czwartorzędowe zbudowane jest głównie z różnoziarnistych piasków, w których obrębie występują wkładki żwirów i rumoszy. Piętro to odgrywa istotną rolę w części zachodniej rejonu w pradolinach i dolinach rzecznych oraz w zasypanych piaskami większych zagłębieniach erozyjnych. Jest ono doskonale rozwinięte na obszarze Pustyni Błędowskiej znajdującej się w północnej partii tej części rejonu. Maksymalną miąższość około 70 m osady te osiąga w osi preglacjalnej doliny Przemszy (Kozioł, 1952; Wilk, Zimny, 1973), za której pośrednictwem Pustynia Błędowska łączy się z położoną na południe od rejonu olkuskiego Pustynią Starczynowską. Na podstawie próbnych pompowań określono, że modalna wartość współczynnika filtracji piasków czwartorzędowych wynosi  $2.5 \times 10^{-4}$  m/s.

Wodonośne piętro czwartorzędowe jest zasilane przede wszystkim przez opady, a tylko lokalnie na obszarach o zakłóconym przez górnictwo reżimie hydrogeologicznym przez wody powierzchniowe. Drenowane jest w sposób naturalny przez cieki powierzchniowe, bądź też w strefach w dalszym ciągu opisanych kontaktów hydraulicznych z innymi piętrami wodonośnymi przez te piętra, a za ich pośrednictwem przez kopalnie rud.

Wodonośne piętro jurajskie (poziom górnojurajski) jest związane ze spękanymi wapieniami płytowymi i skalistymi malmu (Tokarski, 1958). W ujęciu regionalnym na rozpatrywanym obszarze mamy do czynienia ze strefą zasilania tego piętra, które w kierunku północno-wschodnim zanurza się pod utwory kredowe (Burzewski, 1968). W rejonie olkuskim, a więc w strefie zasilania, zwierciadło wody w jurze ma charakter swobodny, natomiast pod przykryciem kredy nabiera charakteru naporowego. Miąższość wodonośnego piętra jurajskiego jest uwarunkowana bardzo urozmaiconą rzeźbą powierzchni, a zatem zmienna i zwykle oscyluje wokół 50 m. Woda w wapieniach malmu krąży w systemach spękań, szczelin i kawern, stąd też przepuszczalność i zasobność wodna jury zależy od lokalnego stopnia rozwoju tych nieciągłości i pustek.

Poziom wapienia muszlowego budują spękanе i skawer-nowane wapienie warstw olkuskich (Śliwiński, 1961) oraz dolomity kruszconośne i diploporowe. Poziom ten ma charakter szczelinowo-krasowy. W rezultacie nałożenia się procesów dolomityzacji metasomatycznej, ruchów tektonicznych, denudacji i erozji miąższość głównego wodo-

nośnego piętra triasowego jest zróżnicowana i na omawianym obszarze zwykle waha się wokół 70 m.

Z przeprowadzonej przez autorów analizy rezultatów próbnych pompowań (Motyka, Wilk, 1976) wynika, że wartości współczynników filtracji poziomu wapienia muszlowego mieszczą się w granicach od  $2,9 \times 10^{-6}$  do  $4,7 \times 10^{-3}$  m/s. Wartość modalna przy założeniu log-normalnego rozkładu częstości tego współczynnika wynosi  $8,7 \times 10^{-5}$  m/s.

Formy zasilania poziomu wapienia muszlowego są zróżnicowane. Na wychodniach, tj. w partii południowej części zachodniej rejonu zasilanie opadami ma charakter bezpośredni. Natomiast w partiach zakrytych kajprem, względnie jurą, zasilanie piętra triasowego odbywa się w sposób pośredni przez kontakty hydrauliczne opisane w następnym rozdziale.

Na znacznej części rejonu olkuskiego drenaż poziomu wapienia muszlowego odbywa się w sposób sztuczny, głównie przez kopalnie rud cynkowo-olowiowych. Część rejonu objęta jest także drenażem ujęć wodociągowych w Łazach Błędowskich, Kluczach i Laskach. Ze względu na postępujący rozwój powierzchni wyrobisk górniczych i niższą podstawę drenażu kopalnianego jego zasięg będzie wzrastał, stopniowo eliminując rolę drenażu przez wspomniane ujęcia.

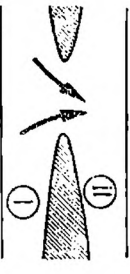
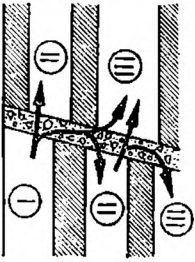
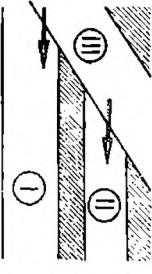
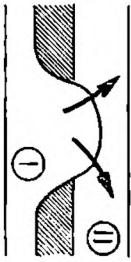
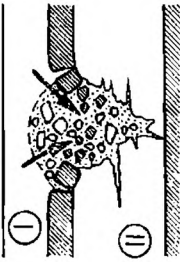
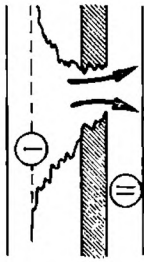
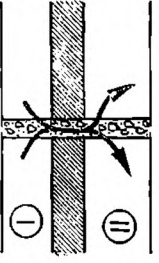

Wodonośny poziom górnej części retu budują spękane i jamiste wapienie i dolomity. Poziom ów ma przede wszystkim charakter szczelinowy. Jego miąższość wynosi około 20 m. Przepuszczalność retu określona na podstawie analizy wyników 20 próbnich pompowań z rejonu olkuskiego mieści się w granicach od  $1,6 \times 10^{-7}$  m/s do  $2,1 \times 10^{-4}$  m/s. (Motyka, Wilk op. cit.) Za wartość modalną w cytowanej pracy przyjęto  $k = 7,2 \times 10^{-6}$  m/s.

Krażenie wody i szybkość jej wymiany jest w poziomie retu znacznie wolniejsza niż w wapieniu muszlowym. Zasilanie i drenaż są zróżnicowane a ich warunki zmienne. Poziom ten ma charakter poziomy wód wglębnych w rozumieniu Pazdry (1964).

#### SYSTEMATYKA KONTAKTÓW HYDRAULICZNYCH MIĘDZY PIĘTRAMI I POZIOMAMI WODONOŚNYMI

Scharakteryzowane wyżej piętra i poziomy wodonośne często pozostają ze sobą w hydraulicznej więzi, której stopień może być bardzo rozmaity. Z punktu widzenia form tych kontaktów i czynników, które doprowadziły do ich powstania można je usystematyzować w sposób podany na fig. 3.

Przez kontakty sedymentacyjno-facjalne rozumiemy łączność poziomów wodonośnych, która powstała przede wszystkim w rezultacie synsedymentacyjnego wyklinowania się i zaniku rozdzielających je warstw nieprzepuszczalnych. Inną formą kontaktu związanego z sedymentacją jest przekraczające położenie skały wodoprzepuszczalnej na

I. KONTAKTY NATURALNE		II. KONTAKTY ANTROPOGENNE	
A. PIERWOTNE		B. W TÓRNE	
1. SEDYMENTACYJNO-FACJALNE		1. TEKTONICZNE	
2. SEDYMENTACYJNO-TRANSGRESYWNE		2. EROZYJNE	
		3. KRASOWE, ZAPADLIŚKOWE	
		4. METASOMATYCZNE (ZWIĄZANE Z PROCESEM DOLOMITYZACJI)	
		1. ZA POŚREDNICTWEM OTWORÓW WIERTNICZYCH	
		2. ZAPADLIŚKOWE, POEKS- PLOATACYJNE	



starszym podłożu wodonośnym, które poza strefą kontaktu oddzielone jest warstwą izolującą od osadu transgredującego. Ten typ łączności hydraulicznej nazwano sedymentacyjno-transgresywnym.

Sedymentacyjne kontakty hydrauliczne spotykamy w obrębie piętra wodonośnego czwartorzędowego, między piętrami jurajskim i triasowym, a także między piętrzem triasowym i piętrzem paleozoicznym.

Lokalnie, głównie w części wschodniej rejonu, piaszczyste czwartorzędowe piętro wodonośne rozdzielone jest wkładkami nieprzepuszczalnymi na dwa lub więcej stosunkowo mało miąższych poziomów wodonośnych. Wyklinowanie się tych wkładek doprowadza do łączenia się poziomów mających charakter wód zawieszonych.

Sedymentacyjny zanik serii izolującej doprowadza także lokalnie we wschodniej części rejonu do kontaktów jurajskiego piętra wodonośnego z piętrzem triasowym. Oba te kompleksy wodonośne są w skali regionalnej traktowane jako niezależne od siebie z powodu obecności izolującego ekranu spągowych osadów jury oraz kajpru (tabela 1, fig. 2).

Dolny kompleks oksfordu zbudowany jest bowiem w tej okolicy z margli ilastych i wapieni pelitycznych przewarstwionych czarnym iłem. Kompleks ten o łącznej miąższości około 25 m odpowiada stratygraficznie piętrzem dywezu, newizu i niższego argowu (fig. 4). Stwierdzono jednak w paru otworach wiertniczych brak serii izolującej w spągu malmu. Taki nie okonturowany dokładniej sedymentacyjny zanik tej serii występuje np. w okolicy miejscowości Osiek, około 4 km na wschód od kuesty jurajskiej. W tym rejonie brak jest także osadów kajpru. W rezultacie wodonośne wapienie malmu leżą wprost na zawodnionych doloomitach środkowego i dolnego wapienia muszlowego, umożliwiając zasila-  
nie triasowego piętra wodonośnego przez piętro jurajskie.

Sedymentacyjno-transgresywny charakter posiada kontakt hydrauliczny, jaki istnieje na dość znacznych obszarach między wodonośnymi piętrami triasowymi i paleozoicznym. W związku z dźwiganiem się stropu paleozoiku w kierunku północno-wschodnim w tym samym kierunku wkraczały nań coraz to młodsze ogniwa stratygraficzne mezozoiku (porównaj Lis, Wójcik, 1960; Śliwiński, 1969; Alexandrowicz, 1971).

W konsekwencji na wschodnich peryferiach rozpatrywanego obszaru oraz w rejonie Klucz utwory wodonośnego piętra wapienia muszlowego lub retu kontaktują skośnie, bezpośrednio z wodonośnymi wapieniami

Fig. 3. Typy kontaktów hydraulicznych między poziomami wodonośnymi (I, II, III) w olkuskim rejonie kopalnictwa rud

Fig. 3. Types of hydraulic contacts between water-bearing complexes (I, II, III) in the Olkusz ore-mining region. I — natural contacts: A — primary: 1 — sedimentary-facial; 2 — sedimentary-transgressive. B — secondary: 1 — tectonic; 2 — erosional; 3 — karstic of collapsing character; 4 — metasomatic (connected with process of dolomitization). II — anthropogenic contacts: 1 — through bore-holes; 2 — of collapsing character (post-exploitory sink-holes)

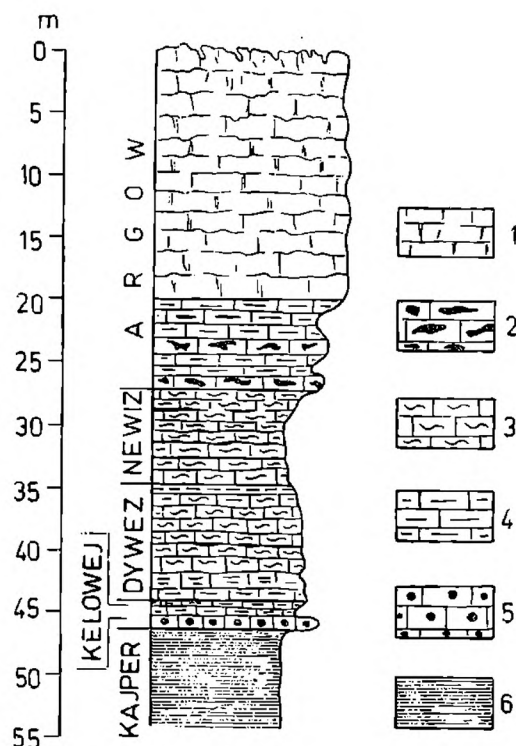


Fig. 4. Profil dolnej części jury przy drodze z Klucz do Olkusza (według S. Z. Różyckiego, 1953). 1 — wapienie płytowe; 2 — wapienie gąbkowe; 3 — margle ilaste; 4 — margle; 5 — wapienie oolitowe; 6 — iłupki

Fig. 4. Lower Jurassic profile beside the road from Klucze to Olkusz (according to S. Z. Różycki, 1953), 1 — banded limestones; 2 — spongian limestones; 3 — clayey marls; 4 — marls; 5 — oolitic limestones; 6 — clay shales.

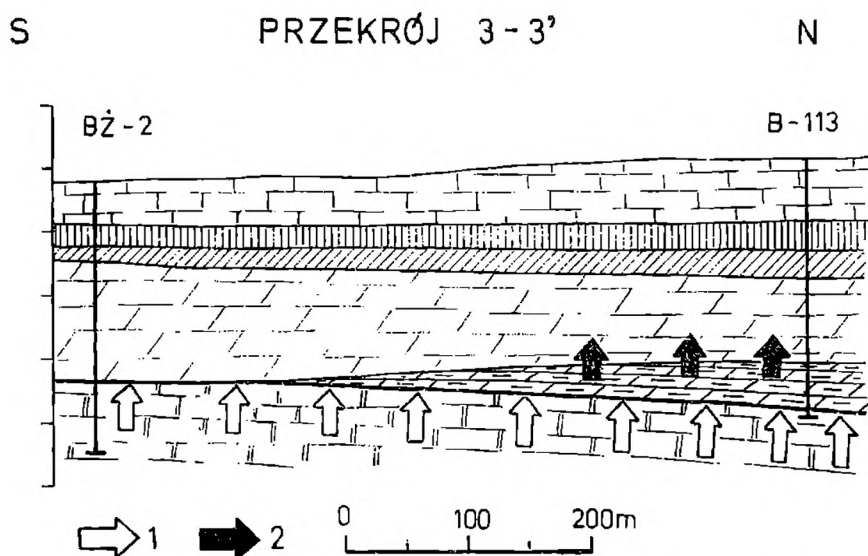


Fig. 5. Przekrój geologiczny ilustrujący niektóre typy kontaktów na południe od Olkusza. 1 — strefa kontaktu sedimentacyjno-transgresywnego (IA2) i metasomatycznego (IB4) piętra wodonośnego triasowego z dewońskim; 2 — strefa kontaktu metasomatycznego (IB4) pomiędzy wodonośnym poziomem wapienia muszlowego i retu. Objasnienia geologiczne jak na fig. 7

Fig. 5. Geological cross-section illustrating some contact types south of Olkusz. 1 — sedimentary-transgressive (IA2) and metasomatic (IB4) contact between the Triassic and Devonian water-bearing complexes; 2 — metasomatic contact zone (IB4) between the Muschelkalk and Roethian water-bearing horizons. Geological explanations as in Fig. 7

i dolomitami dewonu i pozostają z nimi w łączności hydraulicznej. Sytuację tę ilustrują figury 5 i 6.

Dalej na wschód już poza granicami rozpatrywanego rejonu w podobny sposób łączą się ze sobą piętra wodonośne jurajskie i paleozoiczne (fig. 7).

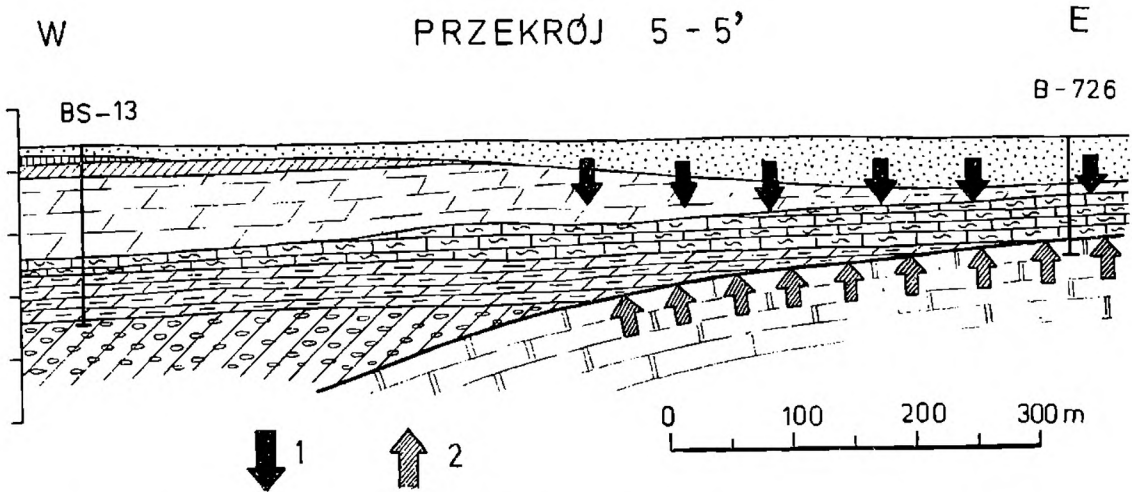


Fig. 6. Przekrój geologiczny ilustrujący niektóre typy kontaktów hydraulicznych we wschodniej części rejonu olkuskiego. 1 — strefa erozyjnego kontaktu (IB2) piętra wodonośnego czwartorzędowego z triasowym; 2 strefa sedymentacyjnego-transgresywnego kontaktu (IA2) piętra wodonośnego triasowego z dewońskim. Objaśnienia geologiczne jak na fig. 7

Fig. 6. Geological cross-section illustrating some types of hydraulic contacts in the eastern part of the Olkusz region. 1 — erosional contact zone (IB2) between the Quaternary and Triassic water-bearing complexes; 2 — sedimentary-transgressive contact zone (IA2) between the Triassic and Devonian water-bearing complexes. Geological explanations as in Fig. 7.

Tektoniczne kontakty między piętrami wodonośnymi są związane z bardzo silnie rozwiniętą siecią uskokuw w rejonie olkuskim. Uskoki te rzecz jasna angażują tylko piętra wodonośne starsze od czwartorzędowego. Wywierają one wielki wpływ na lokalne systemy krążenia wód podziemnych, zwłaszcza w warunkach reżimu wodnego zakłóconego przez działalność górnictwa. Wpływ ten wynika z dwojakiej co najmniej funkcji, jaką uskoki mogą spełniać. W pierwszym rzędzie mogą one rozbić poziom wodonośny na oddzielne hydrostruktury o indywidualnym reżimie wodnym. Dzieje się tak wówczas, gdy w wyniku pionowego przesunięcia seria wodonośna została doprowadzona do kontaktu bocznego z nakrywającą ją lub podścielającą serią izolacyjną lub też, jeżeli szczelina czy strefa uskokuwa została wtórnie wypełniona substancją nieprzepuszczalną.

W niniejszym artykule interesuje nas jednak inna ich funkcja. Jest nią mianowicie doprowadzanie dwu różnych pięter lub poziomów wodonośnych do bezpośredniego bocznego kontaktu lub też, jeżeli do takiego kontaktu nie dochodzi, rozerwanie ekranu skał nieprzepuszczalnych roz-

PRZEKRÓJ 2 - 2'

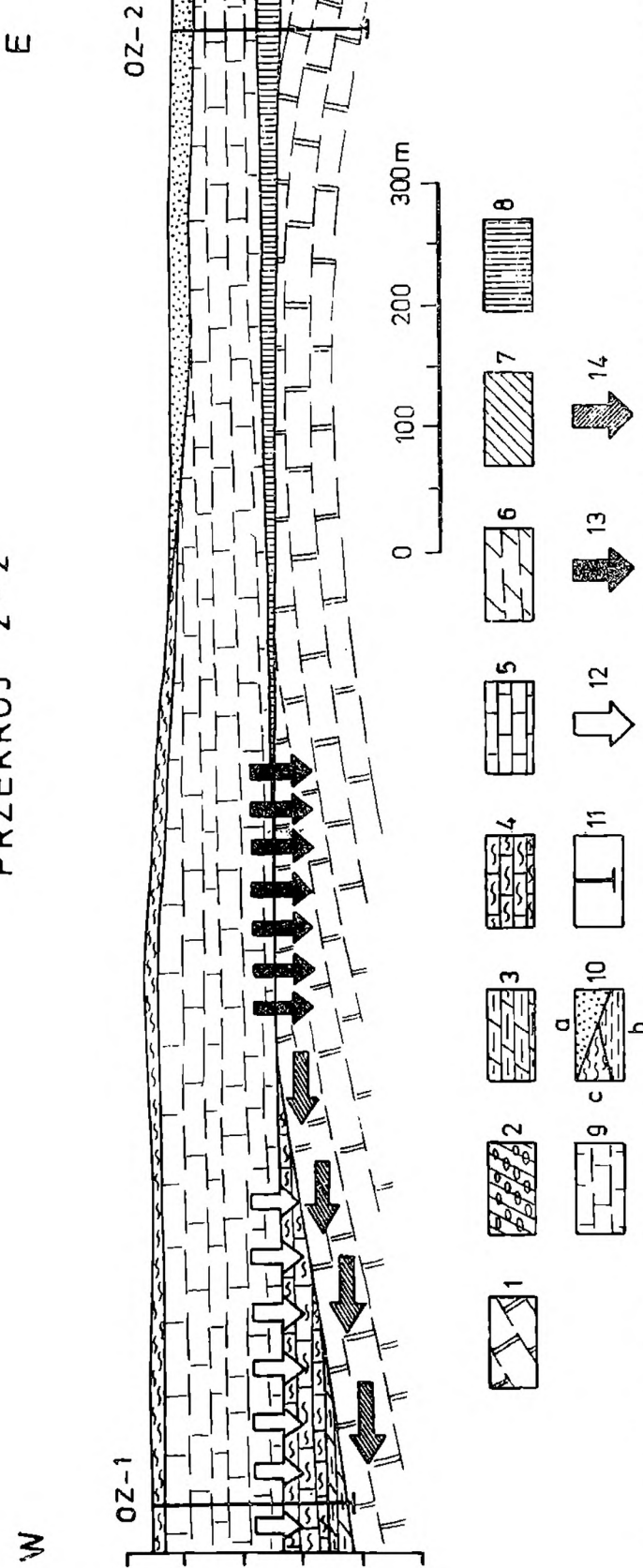


Fig. 7. Przekrój geologiczny ilustrujący typy kontaktów hydraulicznych w południowo-wschodniej części rejonu olkuskiego. 1 — dewon, dolomity; 2 — perm, zlepieńce; 3 — perm, zlepieńce; 4 — dolny wapień muszlowy, warstwy gogolińskie, wapień; 5 — dolny wapień muszlowy, warstwy olkuskie, wapień; 6 — dolny i środkowy wapień muszlowy, dolomity kruszone i dipolorowe; 7 — kajper, seria ilasta; 8 — jura, margle; 9 — jura, wapień płytowy; 10a — czwartorzęd, piaski, rumosze; 10b — czwartorzęd, ropy; 10c — czwartorzęd, gliny, pyły; 11 — otwory wiertnicze; 12 — strefa kontaktu sedymentacyjno-transgresywnego (IA2) piętra wodonośnego jurajskiego z triasowym; 13 — strefa przypuszczalnego kontaktu sedymentacyjno-transgresywnego (IA2) piętra wodonośnego jurajskiego z dewońskim; 14 — strefa kontaktu sedymentacyjno-transgresywnego (IA2) piętra wodonośnego triasowego z dewońskim.

Fig. 7. Geological cross-section illustrating types of hydraulic contacts in the south-eastern part of the Olkusz region. 1 — Devonian, dolomites; 2 — Permian, conglomerates; 3 — Permian, conglomerates; 4 — Lower Muschelkalk, the Gogolin strata, limestones; 5 — Lower Muschelkalk, the Olkusz strata, limestones; 6 — lower and Middle Muschelkalk, ore-bearing and diplopore dolomite; 7 — Keuper, clayey series; 8 — Jurassic, marls; 9 — Jurassic, banded limestones; 10a — Quaternary, sands, rock wastes; 10b — Quaternary, loams, silt; 11 — bore-holes; 12 — sedimentary-transgressive contact zone (IA2) between the Jurassic and Triassic water-bearing complexes; 13 — zone of a probable sedimentary-transgressive contact (IA2) between the Jurassic and Devonian water-bearing complexes; 14 — sedimentary-transgressive contact zone (IA2) of the Triassic water-bearing complex with the Devonian one

dzielających piętra wodonośne i spowodowanie utraty jego izolacyjnych właściwości w strefie uskoku. Stwarza to pośrednią więź hydrauliczną obu pięter.

Przypadki takie są w rejonie olkuskim bardzo liczne i różnorodne pod względem wielkości powierzchni bocznego kontaktu różnych poziomów wodonośnych, a zatem pod względem ich hydrogeologicznego znaczenia. Powodem tego są różne miąższości serii izolujących, które się mieszczą w granicach od paru metrów (niższy pstry piaskowiec, dolny ret, kajper w strefach erozyjnych bądź sedimentacyjnych wyklinowań, kelowej i dolny oksford) do kilkudziesięciu metrów (kajper) oraz zróżnicowane amplitudy uskoków. Ze względu na spotykany nożycowy bądź zawiasowy charakter uskoków wielkość powierzchni kontaktu poziomów wodonośnych zmienia się także wzdłuż biegu uskoku (fig. 8, 9, 10).

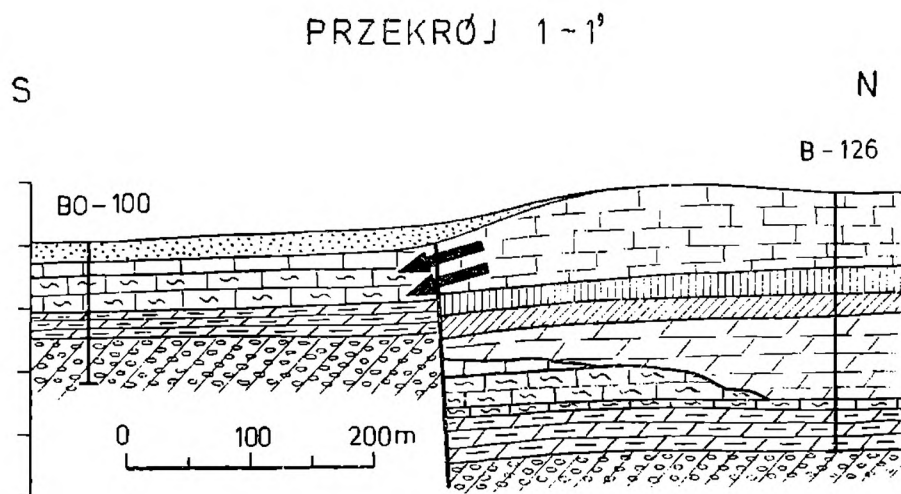


Fig. 8. Przykład kontaktu hydraulicznego typu tektonicznego (IB1) pomiędzy jurajskim i triasowym piętrem wodonośnym. Strzałkami pokazano strefę kontaktu. Objasnienia geologiczne jak do fig. 7

Fig. 8. Example of a hydraulic contact of tectonic type (IB1) between the Jurassic and Triassic water-bearing complexes. The zone of contact is indicated with arrows. Geological explanations as in Fig. 7.

Kontakty erozyjnego typu są spowodowane przecięciem serii izolujących poziomy wodonośne w wyniku działalności wód płynących i częściowym wypełnieniem, bądź całkowitym zasypaniem powstałych w ten sposób form dolinnych i obniżen terenu przez osady dobrze przepuszczalne. Za pośrednictwem tych osadów mogą się ze sobą łączyć dwa lub więcej skądinąd niezależne piętra wodonośne.

Ten typ kontaktu związany jest w rejonie olkuskim przede wszystkim z erozją plejstoceniową lub starszą i zasypaniem fluwioglacjalnym. Główną formą erozyjną stwarzającą ten typ kontaktów hydraulicznych jest zasypana pradolina Białej Przemszy. Rzeka ta na pewnym etapie ewolucji sieci hydrograficznej płynęła z północy na południe przez środek

PRZEKRÓJ 4 - 4'

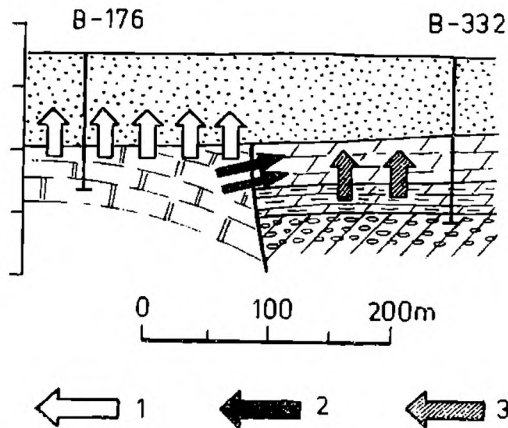


Fig. 9. Przekrój geologiczny ilustrujący niektóre typy kontaktów hydraulicznych na południe od Bolesławia. 1 — strefa kontaktu erozyjnego (IB2) piętra wodonośnego czwartorzędowego z dewońskim; 2 — strefa kontaktu tektonicznego (IB1) piętra wodonośnego triasowego z dewońskim; 3 — strefa kontaktu metasomatycznego (IB4) poziomu wodonośnego wapienia muszlowego i retu. Objasnienia geologiczne jak na fig. 7

Fig. 9. Geological cross-section illustrating some types of hydraulic contacts south of the town Bolesław. 1 — erosional contact zone (IB2) of the Quaternary water-bearing complex with the Devonian one; 2 — tectonic contact zone (IB1) of the Triassic water-bearing complex with the Devonian one; 3 — metasomatic contact zone (IB4) between the Muschelkalk and Roethian horizons. Geological explanations as in Fig. 7

PRZEKRÓJ 8 - 8'

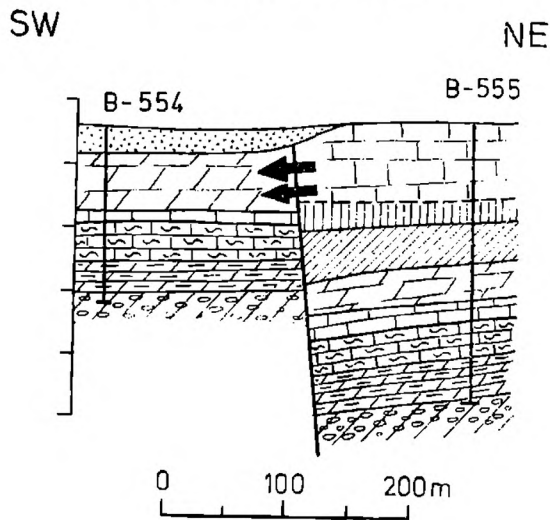


Fig. 10. Przykład kontaktu hydraulicznego typu tektonicznego (IB1) pomiędzy jurajskim i triasowym piętrzem wodonośnym w rejonie Klucze. Strzałkami pokazano strefę kontaktu. Objasnienia geologiczne jak na fig. 7

Fig. 10. Example of a hydraulic contact of tectonic type (IB1) between the Jurassic and Triassic water-bearing complex in the Klucze region. The contact zone is indicated with arrows. Geological explanations as in Fig. 7

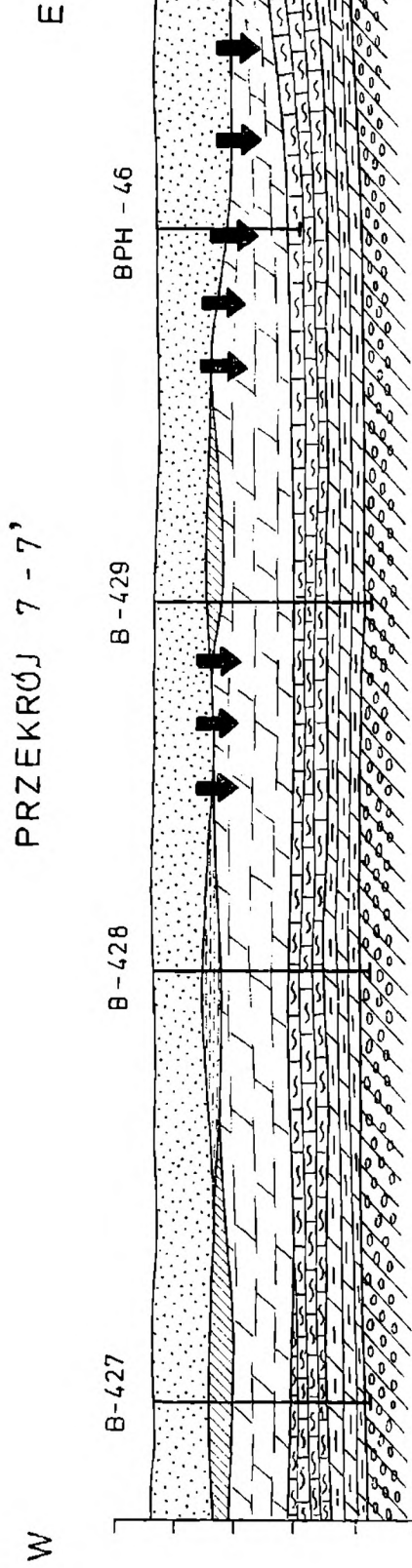


Fig. 11. Przykład kontaktu hydraulicznego typu erozyjnego (IB2) pomiędzy czwartorzędowym i triasowym piętrem wodonośnym w osi pradoliny Przemszy w północnej partii zachodniej części rejonu olkuskiego. Strzałkami pokazano strefę kontaktu. Objaśnienia jak na fig. 7

Fig. 11. Example of a hydraulic contact of erosional type (IB2) between the Quaternary and Triassic water-bearing complexes in the axis of buried valley of the Przemsza river in the northern section of the western part of the Olkusz region. The contact zone is indicated with arrows. Explanations as in Fig. 7

rozpatrywanego rejonu, mniej więcej wzdłuż obecnej kuesty jurajskiej. Usunęła ona niemal całkowicie serię izolujących osadów kajpru i zależnie od tektoniki podłoża wcięła się w różne ogniwa stratygraficzne wapienia muszłowego. Lokalnie erozja sięgnęła retu, a nawet dewonu.

Prakoryto Białej Przemszy wypełniają bardzo dobrze przepuszczalne piaski, a także żwiry i rumosze. Stwarza to doskonałe warunki dla hydraulicznej łączności wód gruntowych piętra czwartorzędowego z wgłębными wodami poziomemu wapienia muszłowego (fig. 11).

Na fig. 12 przedstawiono natomiast przykład erozyjnego kontaktu piętra czwartorzędowego z triasowym z terenu pokrytego jurą.

Kontakty związane z obecnością form krasowych są rzadkie, nie zostały bezpośrednio udokumentowane i posiadają ograniczone znaczenie.

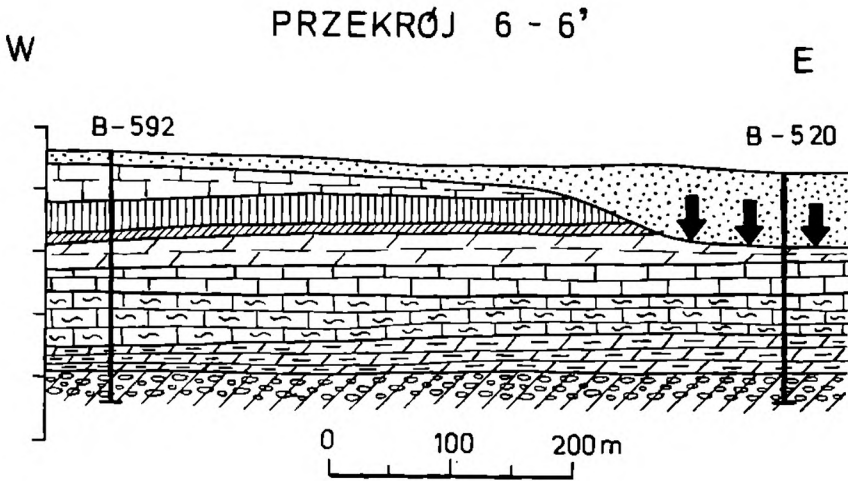


Fig. 12. Przykład kontaktu hydraulicznego typu erozyjnego (IB2) pomiędzy czwartorzędowo-jurajskim i triasowym piętrzem wodonośnym we wschodniej części rejonu olkuskiego. Strzałkami pokazano strefę kontaktu. Objasnienia jak do fig. 7

Fig. 12. Example of a hydraulic contact of erosional type (IB2) between the Quaternary-Jurassic and Triassic water-bearing complexes in the eastern part of the Olkusz region. Contact zone is indicated with arrows. Explanations as in Fig. 7

W wyrobiskach kopalni „Bolesław”, „Olkusz” i „Pomorzany” można obserwować doskonale rozwinięte formy krasowe (tablica I i II), w tym także rozległe kawerny, kanały, kominy itp. oraz brekcje zawałowe opisane przez Sass-Gustkiewiczową (1974). Formy krasowe są związane z kilkoma zapewne fazami ługowania węglanowych osadów triasu i powstawania zawałów (Gilewska, 1971; Gradziński, 1962). Mogły one doprowadzić do przerwania pokrywy kajpru w miejscach, gdzie była ona bardzo cienka, ustanawiając w ten sposób więź hydrauliczną wodonośnego piętra triasowego z czwartorzędowym.

Istnieją także podstawy do przypuszczeń, że w obrębie obszaru bezpośredniego zalegania jury na wapieniu muszłowym występują pustki krasowe rozwinięte na spękaniach i związane ze szczelinami, które łączą do-



lomity kruszconośne i diploporowe z wapieniami skalistymi malmu. Świadczyć o tym mogą zasypane lejki krasowe między innymi w dolinie potoku Witeradówka na południe od Olkusza oraz dostrzegany tam drenaż jurajskiego piętra wodonośnego pod wpływem odwadniającej działalności górnictwa rud.

Kontakty określone terminem „metasomatyczne” polegają na ewentualnej łączności poziomu wodonośnego wapienia muszlowego z poziomem retu za pośrednictwem dolomitów kruszconośnych. Z hydro-

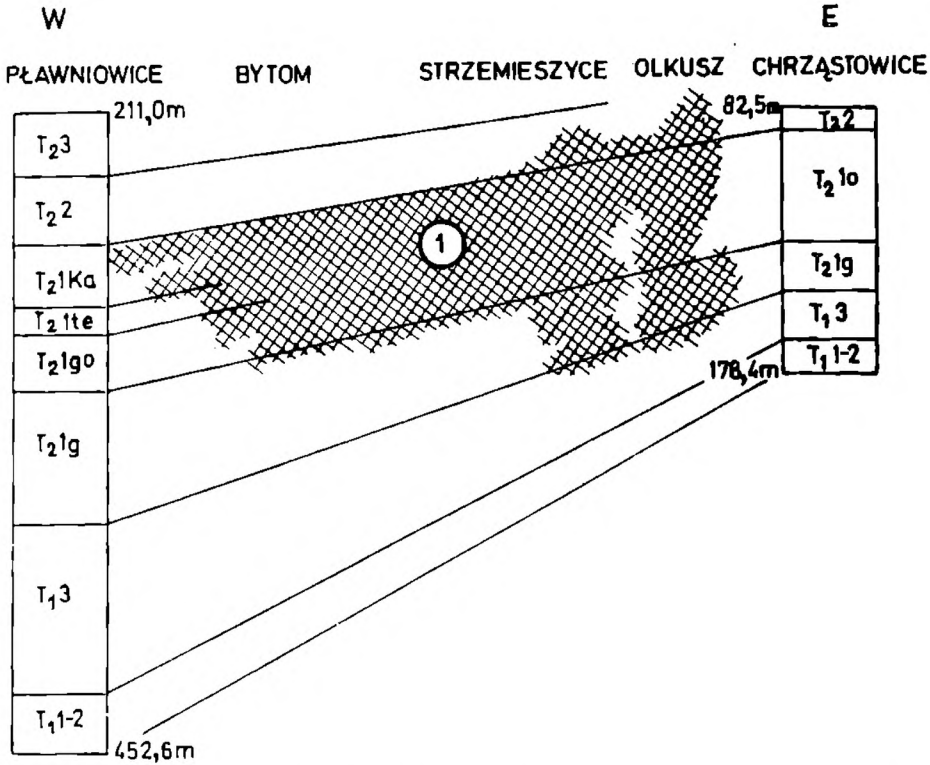


Fig. 13. Schematyczny przekrój geologiczny ilustrujący niezgodny stosunek dolomitów kruszconośnych do stratygrafii (według S. Sliwińskiego, 1969).  $T_{1-2}$  — niższy pstry piaskowiec;  $T_1^3$  — ret;  $T_{2-1g}$  — warstwy gogolińskie;  $T_{2-1g0}$  — warstwy górażdzańskie;  $T_{2-1te}$  — warstwy terebratulowe;  $T_{2-1ka}$  — warstwy karchowickie;  $T_2^2$  — dolomity diploporowe;  $T_3$  — kajper

Fig. 13. Schematic geological cross-section illustrating a disconformable relation of ore-bearing dolomite to stratigraphy (according to S. Sliwiński 1969).  $T_{1-2}$  — Lower Bunter Sandstone;  $T_1^3$  — Roethnian;  $T_{2-1g}$  — the Gogolin strata;  $T_{2-1g0}$  — the Gorządze strata;  $T_{2-1te}$  — the Terebratula strata;  $T_{2-1ka}$  — the Karchowice strata;  $T_2^2$  — diplopora dolomite;  $T_3$  — Keuper

geologicznego punktu widzenia ważna jest dobra przepuszczalność dolomitów spowodowana porowatością, kawernistością i spękaniem. Dolna granica dolomitów kruszconośnych, a tym samym spąg poziomu wodonośnego, występuje w rejonie olkuskim w różnych ogniwach warstw gogolińskich bez jakiegokolwiek korelacji stratygraficznej lub zastępują one wapienie na całej wysokości profilu. Ilustruje to schemat stratygraficzny Sliwińskiego, 1969 (fig. 13). Miejsca takie są strefami kontaktu obu poziomów wodonośnych.

Przyjmując za większością badaczy, że dolomity kruszczone powstały w wyniku metasomatozy dolomityzacyjnej po wapieniach, nazwano ten typ kontaktów „metasomatycznym”. Przy przyjęciu proponowanej także w literaturze hipotezy osadowego pochodzenia dolomitów kruszczone (Gruszczyk, 1956) należałoby takie kontakty zaliczyć do typu sedymentacyjno-facjalnego.

Istnienie więzi hydraulicznych między piętrami wodonośnymi za pośrednictwem otworów wiertniczych jest w rejonie olkuskim możliwe, jakkolwiek nie zostało ono w sposób bezpośredni udokumentowane. Możliwość taka zachodzi zapewne tylko w przypadku odwiertów nieprawidłowo zlikwidowanych. Obecnie stosowane technologie likwidacji otworów (tzn. cementacja i ilowanie) oraz wymagania przepisów obowiązujących w tym względzie powinny zapewniać ponowne całkowite uszczelnienie przebitej otworem serii izolującej dwa niezależne pierwotnie poziomy wodonośne. Brak jest jednak takiej pewności w odniesieniu do otworów poniemieckich bądź wierconych we wczesnej fazie poszukiwań i dokumentowania złóż rud cynkowo-olowiowych w rejonie olkuskim. Istnieją natomiast liczne sygnały pochodzące od ludności o zanikach wody w studniach kopanych, co nastąpiło po odwierceniu w okolicy siatki otworów złożowych.

Wydaje się jednakowoż, że nawet w przypadku wadliwego zlikwidowania otworu przebijającego np. grubą warstwę plastycznych ilów kajprowych powinno dojść do zaciśnięcia i samouszczelnienia otworu, a zatem do przywrócenia izolacji między czwartorzędowym bądź jurajskim i triasowym piętrzem wodonośnym. Dlatego też istnienie więzi hydraulicznych tego typu jest możliwe raczej tylko tam, gdzie seria izolująca jest cienka i mało plastyczna, a więc w zasadzie między piętrzem jurajskim i triasowym na obszarze pozbawionym kajpru oraz między głównym triasowym piętrzem wodonośnym i retem w strefach znacznej redukcji miąższości warstw gogolińskich.

Za wałowo-poeksploatacyjny typ więzi hydraulicznych ogranicza się do przypadków sztucznego połączenia głównego triasowego poziomu wodonośnego z wodami występującymi w piaskach czwartorzędowych. Niezbędnym warunkiem zaistnienia takiego połączenia jest przerwanie warstwy izolującej, tzn. kajpru jako też glin lub ilów czwartorzędowych. Płytkie zaleganie złoża, jego nieregularna budowa i zależne od niej systemy eksploatacji rud w kopalniach rejonu olkuskiego nie wykluczają powstania strefy zawału, która by sięgnęła ponad strop wapienia muszlowego i ogarnęła leżące wyżej nieprzepuszczalne osady, doprowadzając do ich przerwania. Dowodzą tego nieciągłe deformacje powierzchni i zapadliska powstałe na obszarze górniczym kopalni „Olkusz” w latach 1970 - 1974 (tabl. II, fig. 2). Jedno z takich zapadlisk, które doprowadziło do wdarcia się piasku czwartorzędowego z wodą do kopalni, zostało opisane przez Wilkai i. (1973).

ROZMIESZCZENIE I ZNACZENIE KONTAKTÓW HYDRAULICZNYCH  
MIEDZY POZIOMAMI WODONOŚNYMI

W celu bardziej przejrzystego przedstawienia, które z pięter wodonośnych i za pośrednictwem jakich typów kontaktów mogą się nawzajem łączyć, sporządzono odpowiedni schemat (fig. 14).

W schemacie powyższym nie ujęto typów kontaktów nie posiadających większego praktycznego znaczenia. Pominięto więc lokalne, słabo udokumentowane kontakty typu krasowego (IB3) oraz kontakty za pośrednictwem źle zlikwidowanych otworów wiertniczych (II1).

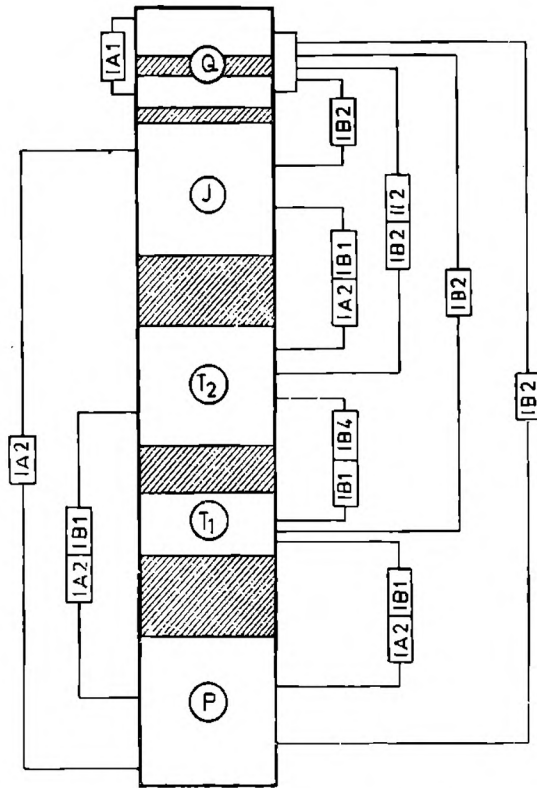


Fig. 14. Schemat typów więzi hydraulicznych między poziomami wodonośnymi w olkuskim rejonie kopalnictwa rud. Oznaczenia typów kontaktów hydraulicznych jak na fig. 3. Piętra wodonośne: Q — czwartorzędowe; J — jurajskie; T — triasowe; T<sub>2</sub> — poziom wapienia muszlowego; T<sub>1</sub> — poziom retu; P — paleozoiczne. Powierzchnie zakreskowane symbolizują serie izolujące

Fig. 14. Scheme of hydraulic connections between water-bearing complexes in the Olkusz ore-mining district. Symbols of types of hydraulic contacts as in Fig. 3. Water-bearing complexes: Q — Quaternary; J — Jurassic; T — Triassic; T<sub>2</sub> — Muschelkalk horizon; T<sub>1</sub> — Roethian horizon; P — Paleozoic. Crossed areas symbolize impervious series

Rozmieszczenie ważniejszych typów łączności hydraulicznej między piętrami wodonośnymi w rejonie olkuskim przedstawiono na mapie (fig. 1). Widać na niej, że strefa kontaktów erozyjnych wodonośnego piętra czwartorzędowego i głównego triasowego związana z pradoliną Białej Przemszy znajduje się mniej więcej w centrum północnej części rejonu. Na uwagę zasługuje również strefa kontaktu o mniejszym znaczeniu

związana z erozyjną doliną o kierunku południkowym znajdująca się w części wschodniej rejonu na obszarze Wyżyny Krakowsko-Częstochowskiej. Dolina ta rozcina nie tylko jurę, ale także kajper. Wypełnienie jej piaskami czwartorzędowymi doprowadza do pośredniego kontaktu wodonośne piętro jurajskie i triasowe. Ilustruje to przekrój 6-6 (fig. 12).

Jak już wyżej wspomniano, sedymentacyjno-transgresywny typ kontaktów między piętrami wodonośnymi jurajskim i dewońskim pojawia się we wschodniej części obszaru, co ilustruje przekrój 2-2 (fig. 7). Ta część rejonu olkuskiego jest w porównaniu z innymi znacznie słabiej rozpoznana wierceniami. W związku z tym przedstawione na mapie kontury stref kontaktów oraz wielkość ich obszaru mają tylko orientacyjny charakter.

Sedymentacyjno-transgresywne kontakty wodonośnych pięter triasowego i paleozoicznego zajmują stosunkowo dość znaczne powierzchnie we wschodniej części rejonu oraz na północ od Klucz. Ukazano to na mapie (fig. 1) i na przekrojach 2—2, 3—3, 5—5 (fig. 5, 6, 7).

Obszary bezpośredniego zalegania dolomitów kruszconośnych na recie, które określano jako kontakty typu metasomatycznego, związanego z procesem dolomityzacji obserwuje się głównie w strefie położonej między Bolesławiem i rzeką Białą Przemszą oraz na południe od Olkusza.

Bezpośredni tektoniczny typ kontaktu między wodonośnym piętrzem jurajskim i triasowym został udokumentowany wierceniami w trzech miejscowościach: około 2 km na zachód od Klucz oraz w odległościach około 1 km i 7 km na południe od Olkusza. Kontakty te przedstawiono na przekrojach 1—1 oraz 8—8 (fig. 8, 10).

Wzajemna więź pięter i poziomów wodonośnych jest ważnym elementem całokształtu stosunków hydrogeologicznych rejonu olkuskiego. Jej znaczenie było zupełnie inne w warunkach reżimu naturalnego, niż to jest obecnie w warunkach ustroju wymuszonego ujmowaniem i pompowaniem ogromnych ilości wody przez kopalnie rud.

W naturalnych warunkach ruch wody odbywał się w całym rejonie generalnie w kierunku głównego cieku drenującego, a mianowicie rzeki Białej Przemszy. Tylko w obrębie czwartorzędowego piętra wodonośnego kierunek ten był modyfikowany lokalnie w otoczeniu jej dopływów. Ze względu na wyższe hipsometryczne położenie powierzchni terenu zbudowanego z jury w stosunku do zachodniej części rejonu oraz fakt, że jura w przeciwieństwie do poziomu wapienia muszlowego nie jest drenowana w sposób bezpośredni przez Białą Przemszą, istniała również wówczas różnica między wysokością swobodnego zwierciadła wody w jurze i naporowego zwierciadła w wapieniu muszlowym nakrytym kajperem i jurą. Dlatego, także w warunkach naturalnego reżimu, w strefach kontaktów hydraulicznych między obu piętrami wodonośnymi następowało przenikanie (descenzja) wody z jury do triasu. Ilość wody przenikającej była proporcjonalna do pierwotnej różnicy ciśnień. Zależnie od położenia różnica ta wynosiła od około 10 do około 40 metrów.

W zachodniej, niżej położonej części rejonu olkuskiego nakrytej kajprem, lecz pozbawionej nadkładu jurajskiego, zwierciadło naporowe w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego stabilizowało się wyżej niż swobodne zwierciadło wody w piętrze czwartorzędowym. Świadczą o tym stwierdzone samowypływy wód podziemnych z otworów wiertniczych (np. rejon Lasek, Błędowa i Klucz). W tych warunkach głębokie wcięcia erozyjne, tzn. współczesna dolina Białej Przemszy i zasypana jej pradolina były strefami rozładowania ciśnienia artezyjskiego i zasilania piętra czwartorzędowego w wyniku ascenzji wód z piętra triasowego (fig. 15).

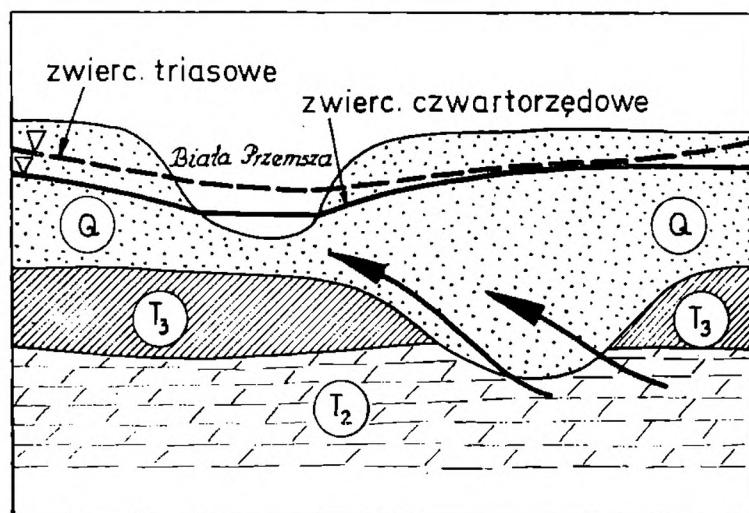


Fig. 15. Szkic ilustrujący strefę rozładowania ciśnienia naporowego horyzontu triasowego w warunkach reżimu naturalnego. T<sub>2</sub> — wapień muszlowy, dolomity kruchości i diploporowe; T<sub>3</sub> — kajper, seria ilasta; Q — czwartorzęd, piaski

Fig. 15. Sketch illustrating a zone of pressure discharge of the Triassic horizon under the conditions of natural régime. T<sub>2</sub> — Muschelkalk, ore-bearing and diplopore dolomite; T<sub>3</sub> — Keuper, clayey series; Q — Quaternary, sands

Sytuacja uległa zasadniczej zmianie w rezultacie podjętego na wielką skalę drenażu wodonośnego piętra wapienia muszlowego przez kopalnictwo rud. Dotyczy to zwłaszcza części obszaru położonego poza tzw. „uskokiem Pomorzany” na północ od kopalń „Bolesław” i „Olkusz” drenowanego przez kopalnię „Pomorzany”.

Utworzenie sztucznej podstawy drenażu na poziomie spągu wapienia muszlowego spowodowało powstanie rozległej strefy depresyjnej, której kształt wymuszony jest w pewnym stopniu przez tektonikę uskokową oraz kontakty hydrauliczne z wyższymi piętrami wodonośnymi i wodami powierzchniowymi. We wschodniej i południowo-wschodniej części rejonu olkuskiego nastąpił w związku z tym wzrost gradientu hydraulicznego, w części północnej zaś i zachodniej odwrócenie kierunku wody od rzeki Białej Przemszy do systemu odwadniania kopalń. Zmieniła się także i wzrosła rola kontaktów hydraulicznych między piętrami wodonośnymi.

We wschodniej części rejonu w związku z obniżeniem ciśnienia piezometrycznego w wapieniu muszlowym wzrosła różnica między położe-

niem zwierciadła wody w jurze i w wapieniu muszłowym. Odpowiednio do tego wprost proporcjonalnie wzrosła ilość wody, jaka może przenikać z jury do triasu w strefach kontaktów obu pięter wodonośnych. Można także przyjąć hipotezę, że zwiększona różnica ciśnień ustanawia pośrednią więź między piętrami wodonośnymi w części stref uskokowych, w których poprzednio takiej łączności nie było z powodu wypełnienia ich słabo przepuszczalnym materiałem. To samo odnosić się może do więzi jurajskiego i triasowego piętra wodonośnego za pośrednictwem źle zlikwidowanych otworów wiertniczych oraz pogrzebanych i uszczelnionych form krasowych. Odwadniająca działalność kopalń może spowodować rozwój procesów sufozyjnych i podziemnej erozji prowadzących do oczyszczenia stref uskokowych i form krasowych. Procesy takie zostały opisane m. in. przez Bezuidenthouta i Enslina (1970). Z podobnym procesem Tokarski i Wilk w nie publikowanym opracowaniu z 1970 r. łączą powstanie deformacji powierzchni i szkód budowlanych na południe od Olkusza.

Jak już poprzednio wspomniano, zbliżony do równoleżnikowego kierunku linii tektonicznych i najczęstszych spękań był na ogół zgodny z ogólnym niezakłóconym kierunkiem ruchu wód podziemnych, tzn. od wschodu ku zachodowi. W wyniku odwadniania kopalń utworzył się radialny strumień wody podziemnej w triasie, a tym samym w pewnych jego sektorach powstały gradienty hydrauliczne o kierunku południowym w miejsce dawnych równoleżnikowych. W naturalnych warunkach w strefach bocznych, tektonicznych kontaktów triasu i jury nie było więc różnic ciśnienia między zrzucenymi i wiszącymi skrzydłami uskoków równoleżnikowych, a zatem nie było tendencji do intensywnego przepływu wód z jednego do drugiego piętra wodonośnego. W związku z powstaniem gradientów prostopadłych do biegu wspomnianych uskoków w strefach bocznych kontaktów zaistniały warunki do takiego przepływu.

Kontakty hydrauliczne wodonośnego piętra jurajskiego z triasowym mogą więc nabrać praktycznego znaczenia w warunkach reżimu hydrogeologicznego zakłóconego działalnością górnictwa. Polega ono na intensyfikacji przenikania wody z jury do triasu w strefach kontaktów i zubożeniu zasobów jurajskiego piętra wodonośnego. Ze wstępnych badań przeprowadzonych przez autorów wynika, że wpływ górnictwa był przynajmniej częściowo przyczyną obniżenia zwierciadła wody, jaki nastąpił w poziomie jurajskim na wschód od Olkusza w 1969 i 1970 r.

O wiele większe znaczenie praktyczne od kontaktu jury z triasem ma erozyjny kontakt między czwartorzędem i triasowym piętrzem wodonośnym na północ od linii tzw. „uskoku Pomorzany”, a więc na terenie ekspansji górnictwa rud. Obecność tego kontaktu wywarła istotny wpływ na tempo osuszania złoża, a tym samym na czas budowy kopalni oraz na wielkość i rozwój dopływów do kopalni „Pomorzany”. Odwadnianie wapienia muszłowego powoduje równocześnie drenaż piasków fluwio-

glacialnych wypełniających prakoryto Białej Przemszy przez okna erozyjne w kajprze, które działają jako swego rodzaju „studnie chłonne” z odpływem przez dno. Obecność tego kontaktu zmusza górnictwo do wypompowania dodatkowo kilkudziesięciu milionów metrów sześciennych zasobów statycznych wód piętra czwartorzędowego. Dotychczasowa strefa rozładowania ciśnienia i ascenzji naporowych wód triasowych zmieniła się w strefę infiltracji i stałego uzupełniania dopływów kopalnianych, a zatem ich wielkiej ilości wskutek trwałego udziału dopływów z zasobów dynamicznych piętra czwartorzędowego. Oprócz wspomnianej istnieją jeszcze inne konsekwencje erozyjnego kontaktu wodonośnego czwartorzędu z wapieniem muszlowym. Na pierwszym miejscu należy wymienić ujemny wpływ drenażu czwartorzędu na warunki wegetacji roślin. Czynnikiem ten, obok innych staje się przede wszystkim powodem degradacji lasów.

Zdrenowanie piasków czwartorzędowych spoczywających na kajprze poza strefą ich kontaktów z głównym triasowym piętrzem wodonośnym wpływa natomiast na obniżenie stopnia zagrożenia wodnego kopalni. Mamy tu na myśli możliwość ewentualnego wdarcia wody z piaskiem do wyrobisk górniczych na drodze mechanizmu krótko scharakteryzowanego w rozdziale poprzednim lub podobnego, a więc w drodze ustanowienia sztucznych kontaktów zawałowo-poeksploatacyjnych.

Niemniej jednak w strefie kontaktów czwartorzędu z wapieniem muszlowym za pośrednictwem okien erozyjnych w kajprze należy liczyć się z zagrożeniem wodnym dla kopalni nawet po zdrenowaniu obszaru pradoliny. Odpompowywana woda może być bowiem w pewnych okresach szybko uzupełniana przez infiltrację opadów atmosferycznych lub wód roztopowych.

Zupełnie specyficznym dla olkuskiego rejonu problemem związanym z istnieniem hydraulicznego kontaktu między piętrzem wodonośnym czwartorzędowym i triasowym jest zagrożenie skażeniem wód kopalnianych. Na obszarze Pustyni Błędowskiej na powierzchni około 2 km<sup>2</sup> nad Białą Przemszą znajduje się teren zrzutów ciekłych odpadów produkcyjnych Fabryki Celulozy i Papieru w Kluczach. Na obszarze tym w ciągu przeszło 30 lat odprowadzono do podłoża około 150 tys. ton związków ligninowych, które wniknęły w piaski aż do stropu kajpru, tj. na głębokość około 35 m. Teren skażony sąsiaduje, a być może nawet obejmuje okno erozyjne w pokrywie kajpru, w którego obrębie istnieje łączność piętra wodonośnego czwartorzędowego z triasowym. Zachodzi uzasadniona obawa, że te szkodliwe dla zdrowia związki lignosulfonowe pod wpływem gradientu hydraulicznego wytworzonego sztucznie przez kopalnię będą migrować w obrębie piasków na południe, przenikną przez okno erozyjne do triasu i w poziomie szczelinowo-krasowym szybko przemieszczą się wraz z wodą do kopalni. Uczynić to może wodę kopalnianą niezdatną do wykorzystania oraz może ewentualnie stworzyć szkodliwe dla zdrowia warunki pracy w kopalni.

Znaczenie łączności wodonośnego poziomu wapienia muszlowego z poziomem retu nie jest rozpoznane. Na podstawie ogólnych przesłanek można jednak zakładać, że sztuczne zmniejszenie naporu hydraulicznego w wyższym z tych horyzontów w wyniku pompowania wody przez kopalnie stwarza warunki dla ascenzyjnego przenikania wody z piętra niższego, tzn. z retu. To samo odnosi się do roli kontaktów piętra triasowego z paleozoicznym.

Z przytoczonych uwag wynika, że kontakty hydrauliczne stwierdzone w rejonie olkuskim interweniują w różnym stopniu w bilansie hydrogeologicznym wodonośnego poziomu wapienia muszlowego. Dlatego też w miarę możliwości powinny być one uwzględniane w prognozach rozwoju dopływów do kopalń oraz wpływu odwadniania górniczego na wyższe i niższe piętra wodonośne. Ilościowa ocena tego wpływu jest jednak możliwa w zasadzie tylko w odniesieniu do kontaktu piętra czwartorzędowego z poziomem wapienia muszlowego, ponieważ znane są kontury i wielkość obszaru tego kontaktu. Określenie udziału innych typów kontaktów w sposób bezpośredni nie jest możliwe bez specjalnych badań. Aktualnie badania takie nie znajdują jednak dostatecznego uzasadnienia ekonomicznego, koszt bowiem uzyskania niezbędnych informacji byłby wyższy od efektów, jakie przyniosłoby ich wykorzystanie.

Pewną orientację o roli tych kontaktów można natomiast uzyskać w toku symulacji procesu drenażu triasu przez kopalnie rud na urządzeniach analogowych. Między innymi w trakcie badań modelowych przeprowadzonych w Instytucie Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej AGH na integratorze hydraulicznym Łukjanowa okazało się, że można było uzyskać wymaganą zgodność przebiegu wspomnianego procesu na modelu z rzeczywistym przebiegiem opadania zwierciadła wody w terenie przy założeniu warunków brzegowych uwzględniających m. in. niektóre z kontaktów omówionych w niniejszej pracy.

*Akademia Górniczo-Hutnicza im. St. Staszica w Krakowie*  
Instytut Hydrogeologii i Geologii Inżynierskiej

#### WYKAZ LITERATURY REFERENCES

- Alexandrowicz S. W. (1971), Przekraczające ułożenie osadów triasowych na paleozoicznym podłożu w rejonie między Kluczami a Bydlinem (Relationship between triassic formations and the palaeozoic basement between Klucze and Bydlin). *Rudy i Metale nieżel.*, 10, pp. 468—470.
- Bezuidenhout C. A., Enslin J. F. (1970), Surface subsidence and sinkholes in the dolomitic areas of the Far West Rand, Transvaal, Republic of South Africa. Land subsidence. *Proc. Tokyo Symp.* Sept. 1969, 2, pp. 482—495 IASH/AISH, Unesco.
- Burzewski W. (1969), Strukturalne warunki jury olkusko-wolbromskiej jako brzegowe dla hydrodynamiki złóż naftowych niecki nidziańskiej (Les conditions structurales du jurassique de la région d'Olkusz et de Wolbrom comme bordières pour les gisements pétrolifères du bassin du Nida). PAN, Pr. Geol. 61, p. 85.



- Gilewska S. (1960), Przyczynek do poznania rozwoju krasu w środkowo-triasowym dolomicie kruszczośnym na Górnym Śląsku (Contribution to the recognition of karst development in the Middle Triassic metalliferous dolomite in Upper Silesia). *Prz. geogr.* 32, 1, pp. 97—112.
- Gilewska S. (1971), The Paleogeographic Conditions of Karst Evolution in Poland (with Europe as a background). *Kom. Nauk. Geogr. PAN, Stud. Geomorf. Carp. balc.* 5, pp. 5—24.
- Gradziński R. (1962), Rozwój podziemnych form krasowych w południowej części Wyżyny Krakowskiej (Origin and development of subterranean Karst in the Southern part of the Cracow Upland). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 32, 4, pp. 429—492.
- Gruszczyk H. (1956), O wykształceniu i genezie śląsko-krakowskich złóż cynkowo-olowiowych. *Inst. Geol. Biul.* 10, pp. 1—96.
- Kozioł S. (1952), Budowa geologiczna Pustyni Błędowskiej. *PIG. Biul.* 65, pp. 383—416.
- Lis J., Wójcik Z. (1960), Triasowa brekcja kostna i kras kopalny w kamieniołomie Stare Gliny pod Olkuszem (Triassic bone breccia and karst forms in Stare Gliny quarry near Olkusz — Cracow Region). *Kwart. Geol.* 4, 1, pp. 55—71.
- Motyka J., Wilk Z. (1976), Pionowe zróżnicowanie wodoprzepuszczalności węglanowych skał triasowych w rejonie Olkusza w świetle analizy wyników próbnych pompowań (Vertical variation of permeability of the carbonate triassic rocks in the vicinity of Olkusz as revealed by pumping tests). *Kwart. geol.* 20,2, pp. 381—399.
- Niewdana J., Własnowolski J. (1971), Problemy hydrogeologii oraz zagrożenia wodnego rejonu olkuskiego w kopalniach istniejących i nowo budowanych. *Mat. III Kraj. Zjazdu Górn. Rud.*, Cz. I, Lubin pp. 99—108.
- Pazdro Z. (1964), Hydrogeologia ogólna. Wyd. Geol., Warszawa, p. 524.
- Prussak W., Bocheńska T. (1974), Naturalne zagrożenie wodne w rejonie złoża „Pomorzany” (Natural water hazard in the area of „Pomorzany” zinc-lead deposits). *Prz. Geol.* nr 11, pp. 529—532.
- Różycki S. Z. (1953), Górny dogger i dolny malm jury krakowsko-częstochowskiej. *Inst. Geol. Pr.* 17, p. 412.
- Sass-Gustkiewicz M. (1974), Collapse Breccias in the Ore-Bearing Dolomite of the Olkusz Mine (Cracow Silesian Ore District). *Rocz. Pol. Tow. Geol.* 64, 2—3, pp. 217—226.
- Szaflarski J. (1955), Zarys rozwoju ukształtowania Wyżyny Śląskiej. *Pol. Tow. Geogr. Oddz. w Katowicach, Górny Śląsk, Pr. mat. geogr.*, Wyd. Liter. Kraków, pp. 65—122.
- Śliwiński S. (1961), Warstwy olkuskie. *Rudy i Metale. niez.* 12, pp. 526—529.
- Śliwiński S. (1969), Rozwój dolomitów kruszczośnych w rejonie krakowsko-śląskim (The development of ore-bearing dolomites in the Cracow-Silesian area), *Pr. Geol. PAN*, 57, p. 92.
- Tokarski A. (1958), Rola wody w rozpoznaniu tektoniki jury olkuskiej. *Kwart. Geol.* 2, 2, pp. 415—418.
- Tokarski A., Wilk Z. (1970), Przyczyny powstania zapadlisk powierzchni w Witeradowie w 1970 r. i zagadnienie ich związku z budową geologiczną oraz osuszającą działalnością kopalni Olkusz., *Opr. nie publ.*, Arch. Okr. Kom. d. s. Szkód Górn., Kraków.
- Wilk Z. (1960), Wpływ odtopienia kopalni Matylda na stosunki wodne w rejonie niecki chrzanowskiej (Effect of the dewatering of the Matylda mine on the hydrogeological conditions in the region of the Chrzanów basin (Upper Silesian Basin). *Inst. Geol. Biul. Z badań hydrogeologicznych w Polsce, t. I.* pp. 88—117.
- Wilk Z., Zimny W. (1973), Problematyka hydrogeologiczna związana z rozwojem górnictwa w rejonie olkuskim (Hydrogeological problems connected with devel-

- opment of the ore mining in the Olkusz Area-Cracovian Upper Silesian Region). *Zesz. Nauk. AGH* nr 361, *Geologia*, z. 17, pp. 117—132.
- Wil k Z., Mo ty k a J., Nie w d a n a J. (1973), Geologiczne i hydrogeologiczne warunki powstania zapadlisk na obszarze górnictwem jednej z kopalń rud cynkowo-ołowiowych (Geological and hydrogeological conditions of the origin of sinkholes on a mine field of one of the zinc and lead ore mines). *Inst. Geol. Biul.* 277, pp. 354—378.
- Zim ny W. (1964), Problematyka wodna kopalń kruszców w świetle zawodnienia triasu śląsko-krakowskiego. *Przew. XXXVII Zjazdu Pol. Tow. Geol.*, Katowice, pp. 206—211.

## SUMMARY

**Abstract:** The present paper gives a hydrogeological scheme and a concise characterization of water-bearing horizons in the mining district of zinc and lead ores in the vicinity of Olkusz, north-west of Kraków. It calls attention to different types of hydraulic contacts between water-bearing horizons occurring there. These contacts have been systematized according to the genetic criterion, and their practical significance has been discussed here.

The region under description is situated north-west of Kraków, not far from the town of Olkusz, on faces of Mesozoic beds, which constitute the Kraków-Silesia Monocline. The Mesozoic cover deeps gently towards NE. Triassic deposits occurring in the base of the Mesozoic cover overlie discordantly, partly directly over folded Devonian and Carboniferous rocks, and partly over Permian deposits of the continental origin. A dense network of faults is a characteristic of the geological structure of the region; it divides it into a system of tectonic troughs and horsts.

In the region described above, a vast programme of investigations connected with the development of zinc and lead ore-mining and building of new mines has been carried into practice recently. As a result, a very good surveying of hydrogeological conditions has been achieved. It applies especially to the Triassic water-bearing complex, which is the main starting point of mine affluents, a factor of water hazard to mines, but also the source of water supplies. Table 1 shows a succession of water-bearing horizons and impervious strata in the region of Olkusz, as well as their lithologic character.

The area under examination can be divided into two parts, as far as its hydrogeology is concerned. The substantial difference between the two parts lies in the fact that in its eastern part there occurs a Jurassic water-bearing complex, absent in the western part. Apart from this fact, a Quaternary water-bearing complex is of no great importance in the eastern part, while it is of considerable value in the western one (Fig. 1).

The water-bearing horizons, mentioned in Table 1, are often hydraulically connected with each other. The intensity of hydraulic connection may be of various types.

Table 1

Succession of Water-Bearing Horizons and Impervious Strata in the Olkusz Region

Water-bearing complex or horizon	Impervious series
Quaternary water-bearing complex: sands and fluvioglacial gravels, recent fluvial deposits; Locally separated by intercalations of impervious deposits into two or more secondary water-bearing horizons	
Jurassic water-bearing complex: Malm rocky and banded limestones	Residual clays, silt washes, washed boulder clays, stagnant series
Triassic water-bearing complex — Muschelkalk water-bearing horizon: fissured, fractured and karstified dolomites and ore-bearing dolomites and limestones	Marly-calcareous deposits of Lower Malm and Callovian, of Upper Triassic (Keuper) and, possibly, of Upper Muschelkalk
Triassic water-bearing complex — Roethian water-bearing horizon: fractured and cavernous limestones and dolomites	Marly intercalations in limestones of the Gogolin strata
Triassic complex — Lower Bunter Sandstone horizon: sands and sandstones	Lower Roethian marls and Lower Bunter Sandstone clays
Paleozoic complex: fractured limestones and dolomites of Lower Carboniferous (Kohlenkalkstein) and Devonian	Permian conglomerates, tuffs and clays

As far as types of these contacts and factors indispensable to their occurrence are concerned, they can be systematized in the way shown in Fig. 3. Fig. 14 presents a scheme of connections between individual water-bearing complexes, as well as types of hydraulic contacts partici-

pating in these connections. The distribution of more important types of hydraulic connections is shown on a map (Fig. 1).

Under the circumstances of a natural hydrogeological régime, the movement of subsurface water took place in the whole area, mainly in the direction of the main draining stream, i.e. the Biała Przemsza river. The situation changed as a result of drainage of the Muschelkalk water-bearing horizon, which was a large scale undertaking carried out by the ore-mining industry. Foundation of an artificial base of drainage on the level of the Muschelkalk bedrock resulted in formation of a vast depression zone. The shape of zone is formed, to some extent, by fault tectonics and by hydraulic contacts with upper water-bearing complexes and surface waters.

As a result of the situation described above, the hydraulic gradient has increased in the eastern and south-eastern parts of the Olkusz region, while in the northern and western parts there has occurred an inversion of the direction of water movement from the Biała Przemsza river to the mine drainage system. Moreover, the hydraulic contacts between water-bearing complexes have changed and become more important.

In connection with the decrease of piezometric pressure in the Muschelkalk in the eastern part of the region, the difference between the height of water level in the Jurassic and in the Muschelkalk has increased. Accordingly, the amount of water, which can penetrate from the Jurassic to the Triassic in the contact zones of both horizons, has grown up directly proportionally. The phenomenon concurred to a disastrous disappearance of water, which occurred in the Jurassic horizon, east of Olkusz in 1969 and 1970.

One can assume a hypothesis that the increased difference of pressures makes the suffusion process work and creates a direct connection between water-bearing complexes in some fault zones in which such a connection had not existed before because of their being filled with unconsolidated, ill-previous material. The same refers to the connection between the Jurassic and Triassic water-bearing complexes by means of badly liquidated bore-holes and buried karst zones.

The erosional contact between the Quaternary and Triassic water-bearing horizons is of the greatest practical importance; it appears in the buried zone of the preglacial valley of the Biała Przemsza river. Previously, under natural conditions, it had been a zone of pressure discharge and ascension of Triassic artesian waters. At present, however, the valley has changed into a zone of recharge and constant supplying of mine water in flow.

The significance of contact of the Muschelkalk horizon with the Roethian one has not been surveyed in detail, so far. On the grounds of general data one can suppose, however, that an artificial decrease of hydraulic head in the upper complex (of the two) enables ascensive

water penetration from the lower complex, i.e. from Roethian. This also refers to the importance of contacts of the Triassic horizon with the Paleozoic one.

The significance of contacts, mentioned above, could be shown in the course of simulation of the Triassic drainage process performed by mines with the help of analogue computer. The authors of the present paper carried out model tests, having assumed the boundary conditions that allow, among others, for some contacts described above. It appeared that the desirable conformity of the course of process performed on the model to the actual course could be achieved in that way.

OBJAŚNIENIE TABLIC  
EXPLANATION OF PLATES

Tablica — Plate I

Kawerna krasowa w wapieniach gogolińskich w chodniku jednej z kopalń rud cynkowo-ołowiowych

Karstic cavity in the Gogolin limestone in a gallery of one of zinc-lead ore mines

Tablica — Plate II

Fig. 1. Kawerna krasowa w wapieniach gogolińskich w chodniku wodnym jednej z kopalń rud cynkowo-ołowiowych

Fig. 1. Karstic cavity in the Gogolin limestone in a water gallery of one of zinc-lead ore mines

Fig. 2. Zapadlisko powierzchniowe na obszarze górnicyjnym jednej z kopalń rud cynkowo-ołowiowych

Fig. 2. Sinkhole in the mining area of one of zinc-lead ore mines

*Photo. J. Leśniak*

