

Roman BECKER*, Andrzej MARKIEWICZ**,
Marek KALISZ**, Zenon KRZYWAŃSKI***,
Stanisław SZUMILAS****, Albert WŁOCH *****

- * KGHM Polska Miedź SA Biuro Zarządu, Lubin
- ** KGHM CUPRUM sp. z o.o. CBR, Wrocław
- *** KGHM PM SA Oddział Zakłady Górnicze „Rudna”, Polkowice
- **** KGHM PM SA Oddział Zakłady Górnicze „Lubin”, Lubin
- ***** KGHM PM SA Oddział Zakłady Górnicze „Polkowice-Sieroszowice”, Kazimierzów

Charakter kontaktów między poziomami wodonośnymi w obszarze miedzionośnym południowej części monokliny przedsudeckiej w aspekcie oceny zagrożeń wodnych kopalń KGHM Polska Miedź SA

Streszczenie

W profilu hydrogeologicznym obszaru miedzionośnego południowej części monokliny przedsudeckiej występują dwa zasadnicze kompleksy wodonośne: kenozoiczny i triasowo-permski. Kompleksy te tworzą wielowarstwowy układ poziomów wodonośnych i warstw rozdzielających. Lokalnie poziomy wykazują kontakty hydrauliczne.

W obszarze tym z punktu widzenia warunków hydrogeologicznych i zawodnienia przy-
łożowej serii wapienia podstawowego (Ca1) wyróżnia się dwa rejony złoża: południowy
i północny. Rejon południowy, obejmujący strefę podkenozoicznych wychodni utworów cech-
sztytno charakteryzują skomplikowane warunki hydrogeologiczne. Obok pierwotnie wysokiego
zawodnienia serii węglanowej Ca1 występują tu bezpośrednie i pośrednie kontakty hydroaui-
czne tego poziomu i poziomu piaskowców czerwonego spągowca z poziomami podwęglowych
utworów paleogenu (oligocen) i piaskowców pstrego piaskowca. Kontakty mają charakter ero-
zyjno-sedymentacyjny i tektoniczny. W rejonie północnym, gdzie złożo zalega na większych
głębokościach a profil utworów permsko-mezozoicznych jest pełniej wykształcony z występo-
waniem m.in. soli Na1, istotne znaczenie dla udostępnienia (przy budowie szybów) mają
kontakty hydrauliczne pomiędzy poziomami podwęglowych utworów paleogenu (oligocen)
i piaskowców środkowego pstrego piaskowca.

Analiza litologiczno-strukturalna, hydrodynamiczna oraz prognozy dopływów do rejonu
południowego złoża wykazały, że na obecnym etapie udostępniania złoża jak i w przyszłości,
kontakty tego typu odgrywać będą zasadniczą rolę w kształtowaniu dopływów do wyrobisk
górnictw w południowej części O.G. „Lubin” i O.G. „Polkowice”. Ponadto wobec znacznego
stopnia odwodnienia serii węglanowej Ca1 pod wpływem wieloletniego drenażu górnictw,
kontakty te stanowiąc będą główne źródło zagrożenia wodnego dla przyszłych robót górnictw
w tym rejonie.

1. Ogólna charakterystyka warunków hydrogeologicznych

W profilu hydrogeologicznym obszaru miedzionośnego na monoklinie przedsudeckiej
występują dwa zasadnicze kompleksy wodonośne: kenozoiczny, obejmujące luźne utwory

neogenu i paleogenu z krążeniem intergranularnym wód podziemnych oraz triasowo-permski, występujący w zwięzłych, porowatych, szczelinowatych, a także kawernistych skałach wapienia muszlowego, pstrego piaskowca, cechsztynu i czerwonego spągowca z krążeniem głównie szczelinowo-porowym (Bocheńska 1988). Kompleksy te, różniące się wyraźnie wykształceniem litologicznym, sposobem formowania się zasobów, chemizmem wód, a tym samym parametrami hydrogeologicznymi, składają się z wielu pięter i poziomów wodonośnych. W kompleksie kenozoicznym, w piętrze neogenu wyróżnia się poziomy wodonośne: holocenu i plejstocenu, nadwęglowych utworów neogenu (pliocen, górny miocen), międzywęglowych utworów negocenu (środkowy i dolny miocen) oraz podwęglowych utworów paleogenu (oligocen). W kompleksie triasowo-permskim występują poziomy: wapienia muszlowego, górnego (retu), środkowego i dolnego pstrego piaskowca, dolomitu „lubińskiego”, dolomitu głównego (Ca2), wapienia podstawowego (Ca1) oraz piaskowców czerwonego spągowca.

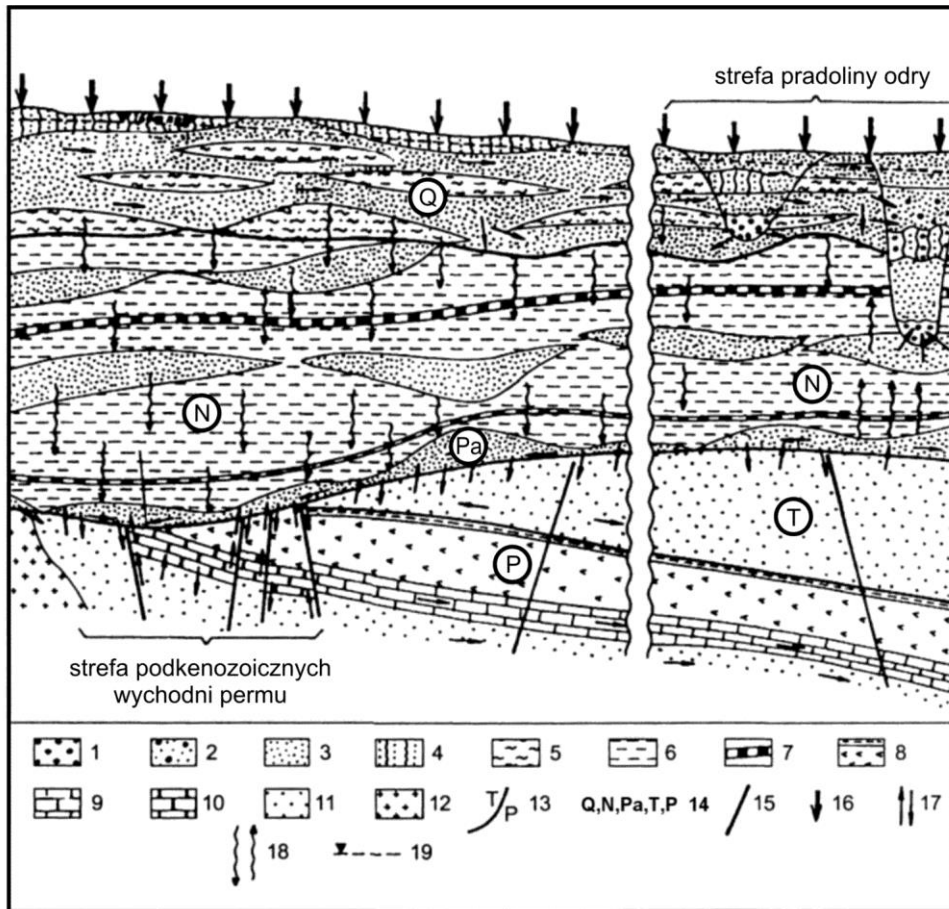
Piętra i poziomy wodonośne na rozpatrywanym obszarze porozdzielane są warstwami o cechach izolacyjnych lub pozostają ze sobą w kontaktach hydraulicznych. Następstwo poziomów wodonośnych, warstw rozdzielających strefy kontaktów hydraulicznych obrazuje rysunek 1.1.

2. Zawodnienie kopalń i źródła zagrożeń wodnych

O zawodnieniu kopalń KGHM Polska Miedź SA, determinującym stan zagrożenia wodnego i wymuszającym odpowiednią organizację i prowadzenie systematycznego odwadniania górotworu przyłożowego, w głównej mierze decydują czynniki geologiczne, tj. głębokość zalegania złoża, wykształcenie litologiczno-strukturalne skał złożowych i bezpośrednio otaczających złoża, stopień tektonicznego zaangażowania górotworu, rozprzestrzenienie i miąższość warstw izolujących poziomy wodonośne okolozłożowe od poziomów nadzłożowych, bezpośrednie kontakty hydrauliczne poziomów przyłożowych z wyżej leżącymi. Czynniki te, a zwłaszcza warunki hydrogeologiczne w obrębie poziomu wodonośnego serii węglanowej Ca1, dały podstawę do podziału obszaru miedzionośnego na dwa zasadnicze rejony – północny i południowy (Sztelak 1968; Bocheńska 1988). Granica między ww. rejonami przebiega wzdłuż stref uskokowych Szklar Górnych i Głównego Lubina (rys. 2.1).

Rejon północny obejmuje swym zasięgiem strefę słabego zawodnienia wapieni i dolomitów serii Ca1. Skały węglanowe są tam na ogół lite, słabo spękane o szczelinach zwartych i wypełnionych materiałem wtórnym. Sieć uskoków w poziomie dolnego permu jest rzadka, a izolacja od nadleżących poziomów wodonośnych ciągła, o znacznej miąższości, w postaci anhidrytów i soli Na1.

Rejon południowy to obszar usytuowany na południe i południowy-zachód od ww. stref tektonicznych, tworzący pas o szerokości 3–5 km, pokrywający się w znacznym stopniu ze strefą podkenozoicznych wychodni utworów cechsztynu, gdzie seria węglanowa Ca1 wykazuje intensywne zawodnienie. Wykształcenie litologiczno-strukturalne tej serii w rozpatrywanym rejonie wybitnie predysponuje do gromadzenia i przepływu wody (intensywna szczelinowatość, porowatość i lokalna kawernistość skał, bogato rozwinięta sieć uskoków, itp). Oprócz kontaktów hydraulicznych typu tektonicznego pomiędzy poszczególnymi poziomami wodonośnymi, zwłaszcza w obrębie cechsztynu, istnieją również kontakty typu sedymentacyjno-erozyjnego serii węglanowej Ca1 i piaskowców czerwonego spągowca z wodonośnymi utworami paleogenu, oligocenu i pstrego piaskowca.

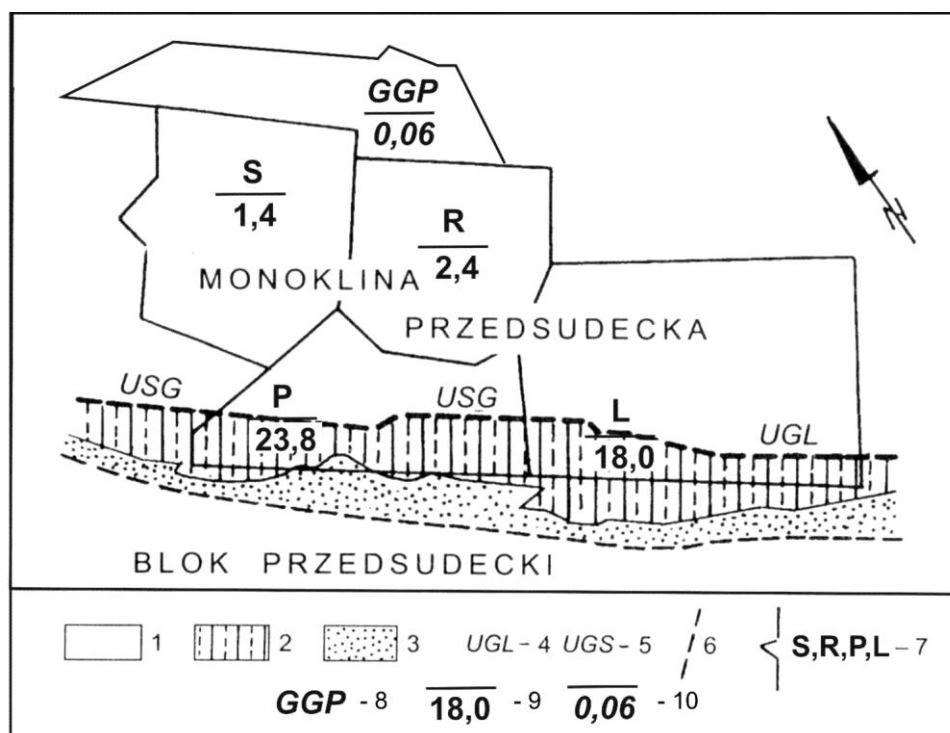


Rys. 1.1. Schemat krążenia wód podziemnych w obszarze miedzionośnym na monoklinie przedsudeckiej w warunkach naturalnych (Bocheńska 1988)

Fig. 1.1. Diagram of underground water circulation on the copper area of Foresudetic Monocline in natural conditions (Bocheńska 1988)

1 – żwiry, 2 – żwiry i piaski, 3 – piaski różnoziarniste, 4 – gliny piaszczyste, 5 – iły gliniaste, 6 – iły w różnym stopniu piaszczyste, 7 – węgiel brunatny, 8 – anhydryty w stropie z iłolupkami, 9 – wapienie i dolomity Ca1, 10 – wapienie i dolomity Ca1 szczelinowate i kawerniste, 11 – piaskowce, 12 – podłoże krystaliczne, 13 – granice stratygraficzne, 14: Q – plejstocen + holocen, N – neogen, Pa – paleogen, T – trias, P – perm, 15 – uskoki, 16 – zasilanie opadami atmosferycznymi, 17 – kierunki przepływu wód podziemnych, 18 – kierunki przemieszczania się wód podziemnych przez przesączanie, 19 – zwierciadło piezometryczne plejstoceńskiego piętra wodonośnego.

Zawodnienie kopalń rudy miedzi zależy od tego, w jakim stopniu ich wyrobiska udostępniające i przygotowawcze rozcinają ww. rejon. Stąd stosunkowo duże zawodnienie kopalni „Lubin” i „Polkowice-Sierszowice” w granicach O.G. „Polkowice”, koncentrujących swą działalność w rejonie południowym, oraz znikome kopalni „Rudna” i O.G. „Sierszowice”, usytuowanych w całości w obrębie rejonu północnego (rys. 2.1).



Rys. 2.1. Schemat strefowości w zawodnieniu serii cechsztyńskich wapieni i dolomitów Ca1

Fig. 2.1. Diagram of zonation in the Zechstein Ca1 limestones and dolomites

1 – strefa słabego zawodnienia wapieni i dolomitów Ca1, 2 – strefa większego zawodnienia wapieni i dolomitów Ca1, 3 – podkenozoiczne wychodne czerwonego spągowca, 4 – strefa uskoku Głównego Lubina, 5 – strefa uskoku Szklar Górnych, 6 – granica między blokiem przedsudeckim a monokliną, 7 – obszar górniczy: kopalni „Polkowice-Sierszowice” (S – O.G. Sierszowice, P – O.G. Polkowice), R – kopalni „Rudna”, L – kopalni „Lubin”, 8 – GGP – obszar złożowy Głogów Głęboki-Przemysłowy, 9 – dopływ wód z górotworu w kopalniach S, R, P, L [m³/min], 10 – prognozowany dopływ do obszaru GGP [m³/min/km²].

Wskutek drenażu górniczego złoża prowadzonego od 1965 r. do końca 2005 r. przez kopalnie KGHM Polska Miedź SA odprowadzono z górotworu łącznie ok. 801 249 064 m³ wody. Ilości odpompowanych wód przez poszczególne kopalnie przedstawia tabela 2.1.

Tabela 2.1.

Ilość wody odprowadzone z górotworu przez kopalnie KGHM Polska Miedź SA w latach 1965–2005

Table 2.1.

Volume of water drained from KGHM Polska Miedź SA mines between 1965 and 2005

Kopalnia	„Lubin”	„Polkowice-Sierszowice”		„Rudna”	Ogółem kopalnie KGHM PM SA
		O.G. „Polkowice”	O.G. „Sierszowice”		
Ilość wody odprowadzonej [m ³]	376 625 060	376 501 898	14 000 270	34 121 836	801 249 064
Udział procentowy [%]	47,00	46,99	1,75	4,26	100

Jednocześnie szacuje się, że ok. 753,17 mln m³ wody odpompowano z górotworu za pośrednictwem systemów drenażowych zlokalizowanych w wyrobiskach usytuowanych w rejonie południowym złoża, tj. w południowych częściach obszarów górniczych „Lubin”, „Małomice” i „Polkowice”, co stanowi ok. 94% ogólnej kubatury tych wód.

Klasyfikację zagrożeń wodnych, jak również metodykę i organizację profilaktyki ich zwalczania w warunkach kopalń KGHM Polska Miedź SA określają i regulują odpowiednie przepisy. Kierując się treścią stosownych rozporządzeń, Biuro Zarządu ww. holdingu ustaliło szczegółowe przepisy w tym względzie, w formie „Instrukcji zwalczania zagrożenia wodnego w górnictwie rud miedzi”, która jest podstawą obowiązujących instrukcji w konkretnych warunkach poszczególnych kopalń. „Instrukcja ...” klasyfikuje zagrożenia wodne ze względu na ich genezę (naturalne i sztuczne) oraz czas ich trwania (stałe, z tendencją malejącą, z tendencją rosnącą, cykliczne i sporadyczne) (Downorowicz 1995).

W rejonie południowym złoża naturalnymi źródłami zagrożeń wodnych są:

- okolołożowe poziomy wodonośne, zwłaszcza w serii węglanowej Ca1,
- strefy zaburzeń strukturalnych i tektonicznych w obrębie skał złożowych i nadległych serii utworów cechsztynu,
- strefy skał wykazujących wtórne zmiany litologiczno-strukturalne (zwietrzanie, kawernistość, wymycia, strefy rezydualne, rozlasowanie itp.) występujące w sąsiedztwie stref podwyższonego zawodnienia węglanów serii Ca1,
- nadłożowe poziomy wodonośne w cechsztynie – dolomit „lubiński”, dolomit główny (Ca2) i utworach kenozoicznych (podwęglowe utwory paleogenu (oligocen)).

Do sztucznych źródeł zagrożeń wodnych zalicza się:

- szyb P-VII, osadniki, strefy spękań skał nad polami eksploatacyjnymi,
- nieodpowiednio zlikwidowane otwory wiertnicze z powierzchni,
- inne czynniki bezpośrednio lub pośrednio powodujące zagrożenie wodne dla kopalń w wyniku powstania nadzwyczajnych okoliczności organizacyjno-technicznych w ruchu kopalni (tąpnięcie, awaria systemu głównego lub rejonowego odwadniania, awaria systemów energetycznych itp.).

Poglądy na stopień zagrożenia wodnego w rejonie południowym obszaru miedzianośnego na monoklinie przedsudeckiej ulegały ewolucji w miarę postępującego rozpoznania panujących tam warunków geologicznych i hydrogeologicznych. Służyły temu zarówno stałe obserwacje i działania profilaktyczne na poziomie wyrobisk górniczych, jak i prowadzona systematycznie analiza hydrodynamiczna obszaru miedzianośnego (Bocheńska 1988; Bocheńska, Kalisz 2001) oraz badania modelowe filtracji w granicach obszaru objętego wpływem odwadniania złoża przez kopalnie KGHM Polska Miedź SA (Bocheńska i in. 2000). W pierwszych okresach działalności górniczej w obrębie rozpatrywanej części obszaru miedzianośnego głównym źródłem zagrożenia wodnego był poziom wapieni i dolomitów serii Ca1 z racji wysokiego zawodnienia i jego cech litologiczno-strukturalnych, co narzucało szczególną ostrożność przy prowadzeniu robót udostępniających i skutkowało m.in. budową wysokociśnieniowych tam w rejonie szybowym LW kopalni „Lubin”. Z biegiem czasu, a zwłaszcza w ostatniej dekadzie tej działalności, zaznaczył się systematyczny spadek wielkości zasobów statycznych tego poziomu na skutek wieloletniego odwadniania złoża. W rezultacie doszło do ukształtowania się korzystniejszego, z punktu widzenia wielkości dopływów i zagrożenia wodnego, stanu hydrodynamicznego górotworu okolołożowego. W tak kształtującej się sytuacji hydrodynamicznej,

coraz większego znaczenia w kreowaniu dopływów wód do wyrobisk udostępniających złoża, a tym samym skali zagrożenia wodnego w rejonie południowym kopalń „Lubin” i „Polkowice-Sieroszowice”, nabiera alimentacja poziomów przyłożowych, zwłaszcza węglanów serii Ca1 poprzez wody z poziomów nadzłożowych – kenozoicznych i pstrego piaskowca. Na obecnym etapie działalności górniczej w rejonie południowym złoża należy uznać, iż dotychczas zidentyfikowane i wymienione powyżej źródła zagrożenia wodnego nie tracą swej wagi z tym, że zagrożenie ze strony serii węglanowej Ca1, z punktu widzenia czasu trwania, wykazuje tendencję malejącą, a oddziaływanie poziomów nadzłożowych – kenozoicznych i pstrego piaskowca nabiera coraz większego znaczenia, wykazując wyraźnie tendencję rosnącą.

W rejonie północnym złoża naturalne źródła zagrożeń wodnych stanowią przede wszystkim okołozłożowe poziomy wodonośne, zwłaszcza w strefach zaburzeń strukturalnych i tektonicznych w obrębie skał okołozłożowych i nadległych serii utworów cechsztynu.

Do sztucznych źródeł zagrożeń wodnych zalicza się:

- zatopione wyrobiska górnicze chodnikowe i komorowe, osadniki (klarowniki wód technologicznych), stare zroby itp.,
- nieodpowiednio zabezpieczone szyby podczas ich głębień i eksploatacji,
- nieodpowiednio zlikwidowane otwory wiertnicze z powierzchni,
- inne czynniki bezpośrednio lub pośrednio powodujące zagrożenie wodne dla kopalń w wyniku powstania nadzwyczajnych okoliczności organizacyjno-technicznych w ruchu kopalni (tąpnięcia, awarie systemu głównego lub rejonowego odwadniania, awarie systemów energetycznych itp.).

3. Charakterystyka kontaktów między poziomami wodonośnymi w obszarze miedzionośnym w aspekcie oceny zagrożeń wodnych dla robót udostępniających i eksploatacyjnych kopalń KGHM Polska Miedź SA

Strategia rozwoju KGHM Polska Miedź SA na następne dekady działalności górniczej przewiduje m.in. dalsze udostępnianie i eksploatację złoża w rejonie południowym – strefie podkenozoicznych wychodni utworów cechsztynu, formalnie znajdujących się w granicach obszarów górniczych „Małomice”, „Lubin”, „Polkowice” i częściowo „Radwanice-Wschód”.

Rosnąca rola poziomów nadzłożowych w kształtowaniu zarówno wielkości dopływów wód jak i stanu zagrożenia wodnego od ich strony w rejonie południowym złoża nasunęła konieczność analizy litologiczno-strukturalnej oraz hydrodynamicznej istniejącego tam wielowarstwowego układu hydrogeologicznego, złożonego z poziomów wodonośnych i warstw rozdzielających, ze szczególnym uwzględnieniem bezpośrednich kontaktów hydraulicznych poziomów nadzłożowych z objętymi bezpośrednio drenażem górniczym poziomami przyłożowymi (Markiewicz i in. 2001, 2003). Analiza wykazała, iż w przedmiotowym układzie występują więzi hydrauliczne bezpośrednio i pośrednio.

Kontakty bezpośrednie zachodzą pomiędzy poziomem podwęglowych utworów paleogenu (oligocen) a piaskowcami pstrego piaskowca w centralnej i północnej części rejonu południowego złoża oraz poziomem podwęglowych utworów paleogenu (oligocen) z poziomami przyłożowymi – wapieni i dolomitów serii Ca1 i piaskowców czerwonego spągowca w brzeżnej strefie monokliny przedsudeckiej (rys. 3.1). W przypadku pierwszego z wymienionych, kontakt ma charakter mozaikowy, tzn. w całości wodonośne utwory oligocenu, wykształcone w postaci piasków i żwirów, mułków, węgli brunatnych oraz ilów, zalegają na stropie piaskowców pstrego piaskowca.

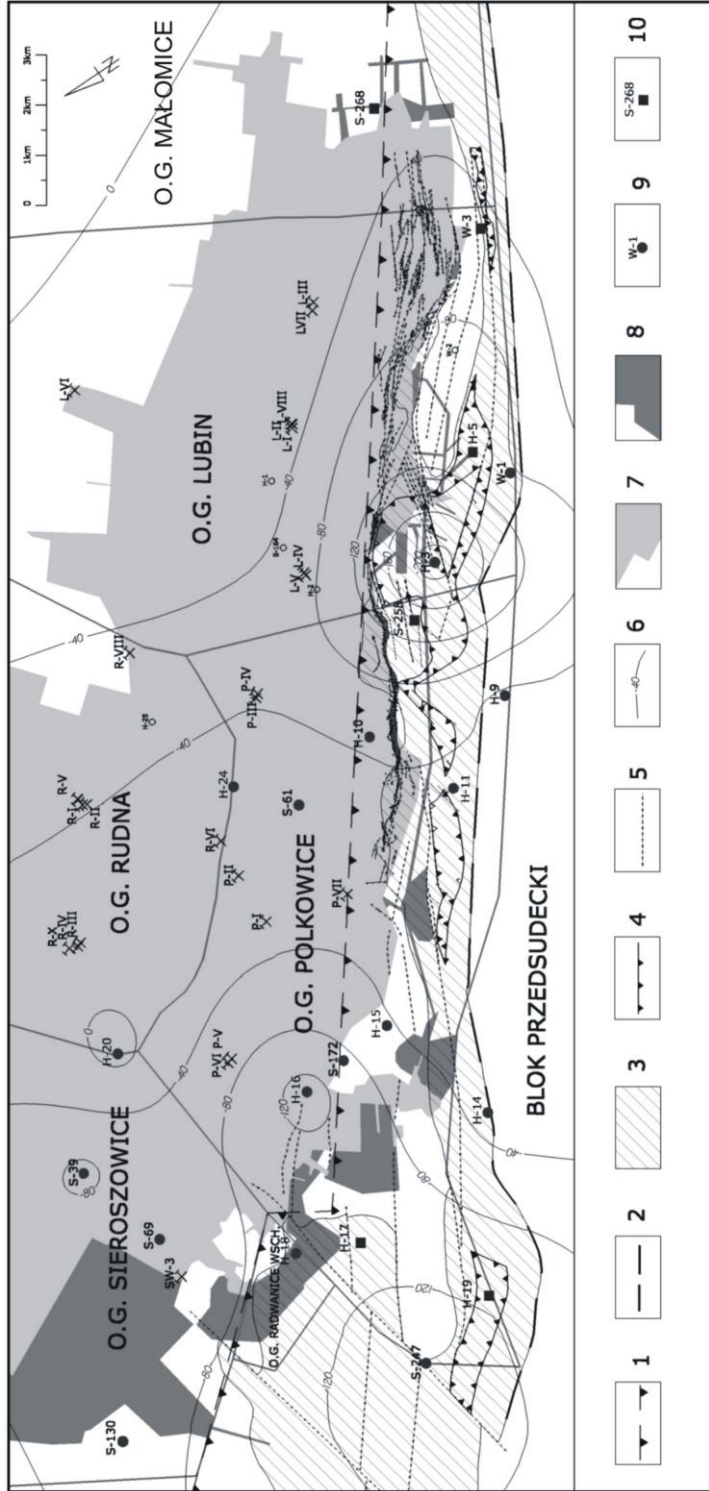
Bezpośredni kontakt hydrauliczny, występujący na $\frac{2}{3}$ ogólnej powierzchni południowego obszaru złożowego zachodzi w oczywisty sposób na styku utworów zaliczonych do wodonośnych. Filtrację wód utworów oligocenu do piaskowców pstręgo piaskowca wspomaga ich przesiąkanie przez utwory półprzepuszczalne i słabo przepuszczalne, tj. mułki i ły zalegające w spągu oligocenu. Rozległość stref kontaktu bezpośredniego i pośredniego ww. poziomów wodonośnych na całym obszarze monokliny przedsudeckiej powoduje ich ścisły związek hydrauliczny. Potwierdzają to wieloletnie obserwacje piezometryczne w obu poziomach, wykazujące zbieżny przebieg krzywych obrazujących styl i tempo drenażu każdego z tych poziomów (Bocheńska, Kalisz 2003) (rys. 3.2).

Kontakty utworów oligocenu, w którym lokalizuje się poziom podwęglowych utworów paleogenu z serią węglanów Ca1, mają w południowym rejonie złożowym przede wszystkim charakter erozyjno-sedymentacyjny, tzn. na częściowo zeorodowanych wychodniach cechsztynu, w tym także węglanach Ca1, sedymentowały utwory najstarszego w tym rejonie paleogenu o miąższości od kilkunastu do kilkudziesięciu metrów. Ogólna powierzchnia stref kontaktowych tego typu wynosi ok. 9,0 km², co stanowi ok. 9% ogólnej powierzchni południowego rejonu złoża. Znacząca część serii węglanowej Ca1 wykazuje tutaj wysoki stopień szczelinowatości, powszechną kawernistość i najczęściej osłabioną zwięzłość w stosunku do analogicznych skał w rejonie północnym. Sprawia to, że na ich kontakcie dochodzi do bezkolizyjnych przepływów wód poziomu podwęglowego do bazy drenażu na granicy serii węglanowej Ca1 i piaskowców czerwonego spągowca. O sile hydrodynamicznej tych stref kontaktowych świadczy fakt, iż w rejonie południowym złoża występują największe depresje w poziomie podwęglowym w skali całego obszaru miedzionośnego.

Aktualnie, tj. wg stanu na grudzień 2005 r., wyraźnie zarysowują się tutaj dwa centra depresyjne (rys. 3.1):

- Pierwsze – związane z rejonem bezpośredniego kontaktu erozyjno-sedymentacyjnego wodonośnych warstw oligocenu z serią węglanową Ca1, zlokalizowanym na pograniczu O.G. „Lubin” i O.G. „Polkowice”. W rejonie tym stwierdzono całkowite osuszenie warstwy piaszczysto-żwirowej oligocenu (otwór H-3), tj. do rzędnej –225 m n.p.m., oraz stabilizację zwierciadła wody w najbliższych piezometrach na rzędnych: –37,2 m n.p.m. (H-9), –179,2 m n.p.m. (H-8) i –82,9 m n.p.m. (W-1). Depresje w tych punktach obserwacyjnych w stosunku do stanu sprzed działalności górniczej przyjmują wartości od 120–140 m na obrzeżach, do około 315 m w rejonie otworu H-3, natomiast wysokość hydrauliczna w obrębie warstw wodonośnych waha się od 0,0 (rejon otworu H-3) do około 150 m słupa wody.
- Drugie – występujące w zachodniej części obszaru górniczego „Polkowice”, co dobrze dokumentują wskazania piezometrów H-16, S-172 i piezometry H-18 i S-247, z zaleganiem zwierciadła wody w granicach rzędnych od –135 do –150 m n.p.m., z depresjami całkowitymi od 210 do 230 m i obecną wysokością słupa wody w warstwach wodonośnych od 30 do 100 m.

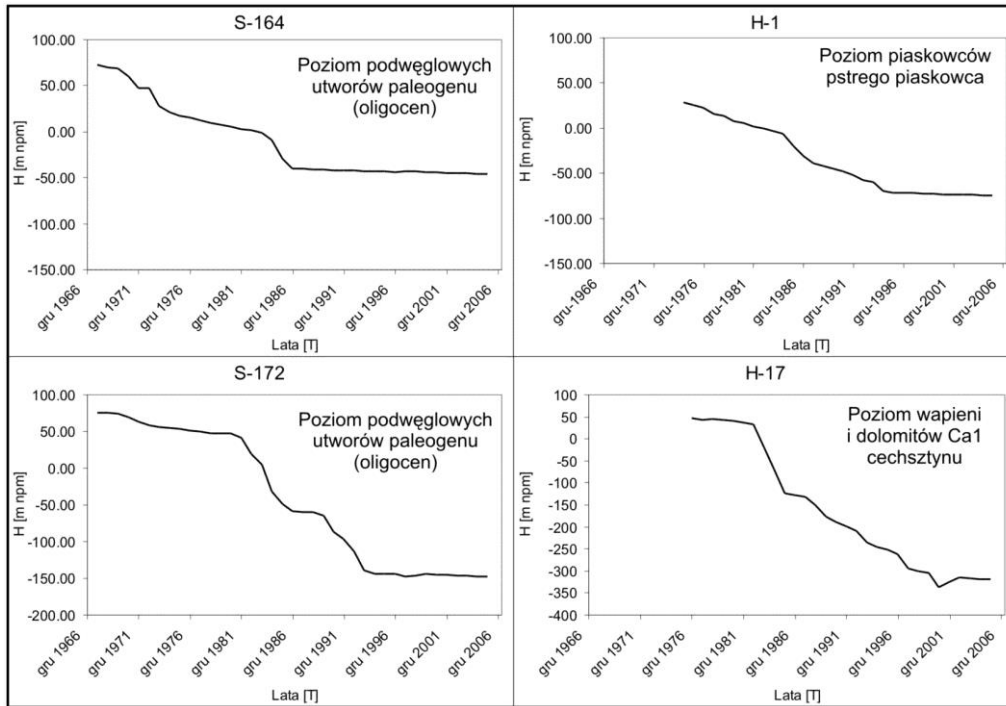
Zwierciadło wody pomiędzy ww. centrami w południowym rejonie złoża stabilizuje się na rzędnej ok. –40 m n.p.m., przy depresjach ok. 130 m. Należy podkreślić, że pierwsze z wymienionych centrum depresyjne w ścisły sposób nawiązuje do stref bezpośrednich kontaktów – spągowe utwory oligocenu – seria węglanowa Ca1. Drugie, jak można sądzić, stanowi rezultat oddziaływania kontaktu bezpośredniego w rejonie piezometru H-19 i kontaktów typu tektonicznego w rejonie otworów H-16 i S-172. O ścisłej więzi obu omawianych poziomów wodonośnych świadczy także porównanie krzywych obniżenia zwierciadła w piezometrach ujmujących te poziomy (rys. 3.2).



Rys. 3.1. Wybrane elementy sytuacji hydrogeologicznej w rejonie południowym obszaru miedzionośnego na monoklinie przedśudeckiej
Fig. 3.1. Selected elements of hydrogeological situation in the southern region of cooper area on the Foreudetic Monocline

1 - granica rejonu południowego i północnego złoże, 2 - granica utworów permu monokliny przedśudeckiej, 3 - strefa podkonozoicznych utworów cechstytnu i czerwonego spągowca, 4 - rejon bezpośrednich kontaktów hydrogeologicznych poziomu wodonośnego wapieni i dolomitów Ca1 z poziomem podwęglowym utworów paleogenu (oligocen), 5 - główne uskoki, 6 - hydroisohipsy zwierciadła wody poziomu podwęglowych utworów paleogenu (oligocen) (m n.p.m.), 7 - zasięg wykonanych robót górniczych, 8 - projektowane roboty górnicze, 9 - piezometr w poziomie podwęglowych utworów paleogenu (oligocen), 10 - piezometr poziomu wapieni i dolomitów serii Ca1.

W rejonach południowej strefy złożowej, gdzie półprzepuszczalne i nieprzepuszczalne utwory oligocenu zalegają na węglanach Ca1 i zwiertzałych, o wyraźnie zredukowanych miąższościach anhydrytach, zachodzi kontakt omawianych poziomów wodonośnych na drodze powolnych przesiąkań, także za pośrednictwem stref uskokowych.



Rys. 3.2. Rozwój depresji w głównych poziomach wodonośnych rejonu południowego złoża
Fig. 3.2. Development of depression in main waterbearing horizons in southern part of deposit

W wielowarstwowym układzie hydrogeologicznym rejonu południowego złoża, obok kontaktów hydraulicznych scharakteryzowanych powyżej, funkcjonują pośrednie kontakty poziomów wodonośnych poprzez warstwy rozdzielające. Proces przesiąkania wód z poziomów wyżej leżących do zalegających poniżej w tym wielowarstwowym układzie zidentyfikowano na podstawie analizy hydrodynamicznej rozpatrywanego obszaru złożowego, prowadzonej systematycznie w Zakładzie Geologii KGHM CUPRUM–CBR w latach 1976–2003 i na drodze badań modelowych filtracji w obszarze wpływów odwadniania górotworu przez kopalnię KGHM Polska Miedź SA (Bocheńska, Fiszer 1988; Fiszer i in. 1996). Badania te wykazały, że rozkład ciśnień hydrostatycznych w obrębie kenozoicznego piętra wodonośnego wymusza przesiąkanie wód od stropu do spągu tego piętra, tj. od poziomów w holocenie i plejstocenie, poprzez warstwę rozdzielającą o średniej miąższości 20 m, którą tworzą ropy poznańskiej pliocenu, ku poziomowi nadwęglowych utworów neogenu (pliocen), z poziomu nadwęglowego do międzywęglowego (miocen) poprzez dolną część ilów poznańskich i ilów górnomiocenkich o miąższości średniej ok. 70 m, dalej ku poziomowi podwęglowemu (oligocen) przez ropy dolnomiocenkie (miąższość ok. 55 m).

W rejonie południowym proces przesiąkania zidentyfikowano także z poziomu wodonośnego piaskowców pstręgo piaskowca do wapieni i dolomitów serii Ca1. Proces ten zachodzi, jak można sądzić, za pośrednictwem stref zaburzeń tektonicznych oraz wtórnie zmienionych litologiczno-strukturalnie utworów skalnych rozdzielających łożyska i anhydryty (zwietrzenie, rozłaskowanie, wymycia itp.).

Wartości współczynnika przesiąkania dla warstw rozdzielających oraz w strefie okien hydrogeologicznych, z wyjątkiem łożysk poznańskich i górnomiocęńskich, ustalone przez ww. zespoły autorskie przedstawia tabela 3.1.

Tabela 3.1.

Wartości współczynnika przesiąkania warstw rozdzielających na tle głównych parametrów hydrogeologicznych poziomów wodonośnych w rejonie południowym złoża

Table 3.1.

Value of percolate coefficient of the separating layers in comparison with main hydrogeological parameters of water bearing horizons in the southern part of deposit

Poziom wodonośny, warstwa rozdzielająca	Współczynnik				
	filtracji k [m/d]	przewodności T [m ² /d]	odsączalności sprężystej μ^*	odsączalności grawitacyjnej μ	przesiákania ε [1/d]
1. międzywęglowych utworów neogenu (miocen)	1,26	50–150*	$3,9 \cdot 10^{-4}$	0,12	–
warstwa rozdzielająca	–	–	–	–	$1-1,5 \cdot 10^{-3}$
2. podwęglowych utworów paleogenu (oligocen)	1,26	65	$3,9 \cdot 10^{-4}$	0,12	–
warstwa rozdzielająca	–	–	–	–	$1-1,5 \cdot 10^{-2}$
3. pstręgo piaskowca	0,009	0,6	$3,9 \cdot 10^{-4}$	0,01	–
warstwa rozdzielająca	–	–	–	–	2→4: $1 \cdot 10^{-5}$ $3,5 \cdot 10^{-3} \times$ 3→4 $1 \cdot 10^{-7}$
4. wapieni i dolomitów Ca1	0,6	30–55	$1,8 \cdot 10^{-4}$	0,03	–

* – rejon okien hydrogeologicznych

Finalnym rezultatem powyższych badań modelowych było sformułowanie bilansu dopływów do kopalń KGHM Polska Miedź SA, co – zgodnie ze specyfiką warunków hydrogeologicznych obszaru miedzianośnego – w głównej mierze dotyczy dopływów w południowym rejonie złoża. Badania bilansowe wykazały, że udział wód z zasobów statycznych poziomów objętych odwadnianiem górniczym w dopływach ogólnych wynosi około 11%. Pozostała część tych dopływów, tj. ok. 89%, pochodzi z zasobów dynamicznych obszaru objętego wpływem odwadniania. Dopływy z zasobów dynamicznych w 92% formują się z przesączania wód począwszy od holoceno-plejstoceno-poznańskiego poziomu wodonośnego. Pozostałe 8% to bezpośredni dopływ wód przez warstwy pliocenu, miocenu i oligocenu z rejonu Pogórza Sudeckiego.

Bilans wykazał również, że z biegiem czasu udział wód z zasobów statycznych z poziomów objętych odwadnianiem, głównie serii węglanowej Ca1, będzie systematycznie maleł osiągając około 2013 r. poziom 1%.

Identyfikacja głównych cech modelu hydrogeologicznego górotworu, w zasięgu hydrodynamicznych wpływów odwadniania złoża w kopalniach KGHM Polska Miedź SA, wykazała więc dominującą rolę procesu przesączania w formowaniu dopływów do tych kopalń, w którym kluczową rolę odgrywają bezpośrednie kontakty między głównymi poziomami wodonośnymi w rejonie południowym obszaru złożowego.

W krążeniu wód północnego obszaru złożowego największą rolę odgrywają kontakty spągowych utworów paleogenu (oligocenu) ze stropową partią piaskowców pstrego piaskowca (środkowego i górnego pstrego piaskowca). Natomiast poziomy wodonośne związane z tymi utworami mezozoicznymi nie posiadają więzi hydraulicznej z wodami w obrębie niżej ległego permu.

W północnej części rejonu kopalni „Rudna” i „Polkowice-Sieroszowice” i na O.G. „Głógów Głęboki-Przemysłowy” osady kenozoiczne spoczywają dyskordantnie na środkowym pstrym piaskowcu, a bardziej na N na górnym pstrym piaskowcu (ret). Konfiguracja powierzchni podkenozoicznej jest urozmaicona. Wyniki najnowszych badań geofizycznych w rejonie szybu R-XI (Markiewicz i in. 2004b) wykazały, że powierzchnia graniczna pomiędzy triasem a kenozoikiem charakteryzuje się urozmaiceniem – z występowaniem lokalnych deniwelacji. Układ ich koreluje się ze stwierdzonymi nieciągłościami w nad ległych utworach kenozoicznych, co sygnalizuje występowanie licznych uskoków o zrzutach w zakresie 20–50 m, tworzących dwa systemy tektoniczne o kierunkach NE-SW i NW-SE. Wyinterpretowane uskoki wiążą się genetycznie z układem struktur blokowo-uskokowych o charakterze tensyjnym w utworach triasowych oraz górnopermskich. „Młoda” aktywacja tych uskoków przyczyniła się do powstania kontaktów hydraulicznych pomiędzy poziomem wodonośnym podwęglowych utworów paleogenu a głównymi poziomami wodonośnymi triasu (środkowego pstrego piaskowca). Potwierdzają to wyniki analizy hydrodynamicznej tych poziomów jak i rozkład ciśnień w poziomie podwęglowych utworów paleogenu opracowany za pomocą programu *Visual Modflow* dla obszaru kopalni „Rudna” (Markiewicz i in. 2004a). Także pomiary piezometryczne wskazują na ścisły związek hydrauliczny ww. poziomów tak, że można je traktować jako jeden poziom wodonośny – środkowego pstrego piaskowca i podwęglowego paleogenu (Kalisz, Niedbał 2004). Z tego względu poziom środkowego pstrego piaskowca stanowił i stanowi poważne źródło zagrożenia wodnego dla głębianych szybów w północnej części LGOM. W każdym ze zgłębianych ostatnio szybów (SG-1, SG-2, R-IX i R-XI) wystąpiły wzmożone dopływy wody z tej serii skalnej, przy czym dopływ do szybu R-XI był szczególnie intensywny (Kalisz, Niedbał 2003).

4. Ocena wielkości dopływów i zagrożenia wodnego dla projektowanych robót górniczych w rejonie południowym obszarów górniczych „Lubin” i „Polkowice”

Dalszy postęp robót górniczych w strefie podkenozoicznych wychodni utworów cechsztynu zakłada wykonania znacznego zakresu robót udostępniających także w bliskim sąsiedztwie lub w obrębie bezpośrednich kontaktów hydraulicznych poziomów wodonośnych nadłożowych z przyłożowymi.

W granicach obszaru górniczego „Polkowice” roboty udostępniające kontynuowane będą w zachodniej części tego obszaru (oddziały G-32, G-33) oraz w polu H, na południe od szybów PG tej kopalni, od pochylni C-5, C-5a i C-6 w kierunku wschodnim, równoległe do granicy południowej omawianego obszaru górniczego, ku granicy z O.G. „Lubin”. Na obu kierunkach udostępnienia, a zwłaszcza do granicy z O.G. „Lubin” roboty będą prowadzone w bliskim sąsiedztwie, a nawet bezpośrednio w strefie ww. kontaktów hydraulicznych. Plan szczywania zasobów w tym rejonie przewiduje realizację robót w okresie 2006–2015 r. (rys. 3.1).

Dla potrzeb wykonania ww. zakresu robót udostępniających wykonano prognozę dopływów wód z górotworu (Fischer, Kalisz 2005). Analiza hydrodynamiczna w rejonie południowym, jako podstawa sformułowania modelu numerycznego dla przeprowadzenia obliczeń

prognostycznych wykazała wyraźną stabilizację tych warunków, gdzie wielkość dopływów wód w minionym pięcioleciu wynosząca odpowiednio – rejon PZ – 22–25 m³/min., rejon PG – 3,5–4,0 m³/min., rejon PW – 1,3–1,5 m³/min. kształtują dopływy dynamiczne głównie z poziomu podwęglowych utworów paleogenu (oligocen) i w niewielkim stopniu macierzystych zasobów statycznych poziomów przyłożowych, zwłaszcza w przypadku nacięcia otworami drenażowymi izolowanych stref wodonośnych w obrębie serii węglanowej Ca1. Wielkości prognozowanych dopływów przedstawia tabela 4.1.

Tabela 4.1.

Prognozowane dopływy wód podziemnych do wyrobisk
górnich w obszarze górnym „Polkowice” w latach 2006–2015
Predicted underground water inflow into the mine workings on the „Polkowice”
mining area from 2006 to 2015

Table 4.1.

Rejon	Prognozowane dopływy [m ³ /min]					
	2006 r.	2007 r.	2008 r.	2009 r.	2010 r.	2015 r.
Polkowice Zachodnie	18,81	19,22	19,33	19,62	19,90	19,90
Polkowice Główne	4,66	5,39	5,54	5,56	5,60	5,62
Polkowice Wschodnie	1,36	1,46	1,49	1,50	2,07	3,56

Badania modelowe wykazały, że istotną rolę w kształtowaniu wielkości dopływów towarzyszących udostępnianiu złoża w obszarze „Polkowice” ma odległość miejsc drenażu od stref kontaktów hydraulicznych warstwy węglanów Ca1 z warstwą paleogenu (oligocen), z uwagi na wzrost spadku hydraulicznego przy zbliżaniu się do nich. Świadczą o tym wyniki obliczeń przedstawione w tabeli 4.1. W przypadku każdego z wydzielonych rejonów obszaru górnego „Polkowice”, w kolejnych latach następuje zbliżenie do stref kontaktów hydraulicznych ww. warstw i dla każdego z nich wykonane badania modelowe wskazują na niewielki wzrost dopływów w okresie lat 2006–2015:

W przypadku rejonu Polkowice Zachodnie wzrost ten stanowić może ok. 10% obecnych dopływów. W latach 2010–2015 prognozuje się stabilizację dopływów na poziomie 19,9 m³/min.

Dla rejonu Polkowice Głównych prognozuje się do roku 2008 powolny wzrost dopływów do wielkości ok. 5,6 m³/min. oraz jego stabilizację na tym poziomie do roku 2015.

W przypadku Polkowice Wschodnich, do roku 2009 dopływ będzie zbliżony do obecnego, a w latach 2010–2015 prognozuje się jego wzrost do ok. 3,6 m³/min. w związku z planowanym rozwojem robót górniczych w kierunku wschodnim, co oznacza znaczne ich zbliżenie do rozległej strefy kontaktu hydraulicznego z poziomem wodonośnym podwęglowego paleogenu.

W rejonie południowym kopalni „Lubin” dalsze roboty udostępniające, obejmujące lata 2006–2007 i do 2010 r., koncentrować się będą w dwóch rejonach: zachodnim, gdzie planuje się okonturowanie złoża od pochylni AS-33, 34, 35 w kierunku granicy z obszarem górnym „Polkowice” i pomiędzy tymi pochylniami a pochylniami AW-13/14/15, oraz wschodnim, gdzie zostaną wykonane wyrobiska konturujące złożo: pochylnie A-182/183/184, M-50/51/52 i S-310, S-320, S-330 (rys. 3.1). Godnym podkreślenia jest fakt, że roboty w rejonie zachodnim prowadzone będą w strefie rozległego kontaktu serii węglanowej Ca1 i podwęglowych utworów paleogenu (oligocen), które jak wykazuje analiza hydrodynamiczna są już w znaczącym stopniu odwodnione (Bocheńska, Kalisz 2001).

Prognoza dopływów wód do wyrobisk na froncie udostępnienia złoża w tej części rejonu południowego złoża opiera się na założeniu, że tak jak w minionym dziesięcioleciu, także

i w latach następnych do 2010 r., ich głównym źródłem będą dopływy z zasobów dynamicznych poziomów objętych hydrodynamicznym oddziaływaniem ze strony procesu górniczego odwadniania na tym obszarze – zwłaszcza poziomu podwęglowych utworów paleogenu (oligocen). Poziom dopływów oscylował będzie wokół wielkości 17,5 m³/min. Ten ogólny dopływ może okresowo ulegać wzrostowi o 1–3 m³/min. w związku z uruchomieniem znacznie ograniczonych już zasobów statycznych poziomu węglanów Ca1 w trakcie odwiercania nowych otworów badawczo-drenażowych na froncie udostępniania złoża (Fiszer, Kalisz 2003).

5. Podsumowanie

Należy stwierdzić, że z hydrogeologicznego punktu widzenia projektowane roboty górnicze w rejonie południowym złoża wykonywane będą w górotworze wykazującym obecnie znaczny stopień odwodnienia oraz znaczną redukcję ciśnienia wód w spągu poziomu węglanów Ca1. Robotom towarzyszyć będą dopływy na poziomach określonych w przedstawionych powyżej prognozach, formujące się głównie z zasobów dynamicznych poziomów wodonośnych objętych odwadnianiem zwłaszcza poziomu podwęglowych utworów paleogenu (oligocen), przy malejącym udziale wód z zasobów statycznych poziomu wapieni i dolomitów serii Ca1. Wysokość hydrauliczna wód w spągu złoża, w przypadku obszaru górniczego „Polkowice” nie będzie na ogół przekraczać miąższości serii węglanowej Ca1 (do 0,5 MPa). Na obszarze górniczym „Lubin” udostępnianiu złoża towarzyszyć będą nieco wyższe ciśnienia początkowe wody rzędu 1,1–1,5 MPa.

W tej sytuacji główne źródło zagrożenia wodnego dla projektowanych robót górniczych w rozpatrywanym rejonie złożowym należy wiązać z obecnością stref bezpośrednich kontaktów hydraulicznych poziomu węglanów Ca1 z poziomem podwęglowych utworów paleogenu (oligocen). Niewątpliwie prowadzenie robót w ich zasięgu wymagać będzie stosowania rygorów przewidzianych dla III stopnia zagrożenia wodnego, zgodnie z zapisami zakładowych instrukcji prowadzenia robót górniczych w warunkach zagrożenia wodnego.

Literatura

- [1] Bocheńska T. 1998: Kształtowanie się warunków hydrodynamicznych w lubińsko-głogowskim obszarze miedzionośnym pod wpływem odwadniania kopalń. Acta Universitatis Wratislaviensis 1014, Prace Geologiczno-Mineralogiczne XIV, Wrocław, 1–148.
- [2] Bocheńska T., Fiszer J. 1988: Computer simulation of drainage process of deep underground mines. Geomathematics and Geostatistics Analysis Applied to Space and Time Dependent Data, in *Się. de la Terre, Ser. Inf., Nancy*, 133–143.
- [3] Bocheńska T., Fiszer J., Kalisz M. 2000: Prognosis of Groundwater Inflow into the Copper Mines in the Lubin – Glogow Region, *Environmental Geology*, vol. 39, no. 6, 587–594.
- [4] Bocheńska T., Kalisz M. 2001: Warunki hydrodynamiczne w strefie wychodni cechsztynu w rejonie kopalń rud miedzi „Lubin” i „Polkowice” – stan na 2000 r. *Materiały Symposium Współczesne Problemy Hydrogeologii*, Wrocław – Krzyżowa, 297–306.
- [5] Bocheńska T., Downorowicz S., Kalisz M. 2003: Hydrogeologia złóż i problemy wodne górnictwa rud miedzi. [W:] *Hydrogeologia polskich złóż kopalni i problemy wodne górnictwa*, praca zbiorowa pod red. Z. Wilka i T. Bocheńskiej, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 17–189.
- [6] Downorowicz S. 1995: Instrukcja zwalczania zagrożenia wodnego w górnictwie rud miedzi. Opracowanie P.K. „Hydrogeometal” s.c., Lubin, 1–38, (niepubl.).
- [7] Fiszer J., Kalisz M., Szczepiński J. 1996: Prognoza dopływów wód podziemnych do kopalń rud miedzi KGHM Polska Miedź S.A. *Prace CBPM „Cuprum”*, Wrocław, 1–31, (niepubl.).

- [8] Fiszer J., Kalisz M. 2003: Prognoza leja depresji w kopalni „Lubin”. Prace CBPM „Cuprum”, Wrocław, 1–15, (niepubl.).
- [9] Fiszer J., Kalisz M. 2005: Projekt odwadniania złoża O/ZG „Polkowice-Sieroszowice” w latach 2006–2015. Praca KGHM – CUPRUM – CBR, Wrocław, 1–60, (niepubl.).
- [10] Kalisz M., Niedbał M. 2003: Rozpoznanie zagrożenia wodnego w szybach KGHM Polska Miedź S.A. głębinowych w latach 1980–2003. Prace CBPM „Cuprum” sp. z o.o. (OBR), Wrocław.
- [11] Kalisz M., Niedbał M. 2004: Ocena hydrogeologiczna wpływu odwadniania utworów trasowych szybem R-XI na całokształt stosunków wodnych i powierzchniowych. Prace CBPM „Cuprum” sp. z o.o. (OBR), Wrocław.
- [12] Markiewicz A., Fiszer J., Kalisz M., Czmiel J., Niedbał M., Michalak J. 2004a: Badania modelowe zmian hydrodynamicznych w podwęgłowym poziomie wodonośnym, powstałych w wyniku uszczelniania poziomu wodonośnego dolomitów złożowych w rejonie Polkowice Zachodnie, w celu określenia ich wpływu na wzrost zagrożeń wodnych w pozostałych rejonach O/ZG Polkowice – Sieroszowice i O/ZG Lubin. Prace CBPM „Cuprum” sp. z o.o. (OBR), Wrocław.
- [13] Markiewicz A., Kalisz M., Farbisz J., Michalak J. 2004b: Badania strukturalne pokrywy permsko-mezozoicznej w trakcie zgłębiania szybu R-XI, w celu wskazania zagrożeń wodnych i geotechnicznych. Etap I: Budowa geologiczna kompleksu kenozoicznego i mezozoicznego. Prace CBPM „Cuprum” sp. z o.o. (OBR), Wrocław.
- [14] Markiewicz A., Kalisz M., Kijewski P., Kisielewicz Z., Czmiel J., Waśniowski B., Piórewicz R. 2001: Geologiczno-górnictwo warunki eksploatacji złoża rud miedzi w południowej części obszarów górniczych „Lubin” i „Polkowice” wraz z okresową ich oceną. Praca CBPM „Cuprum”, Wrocław, 1–153, (niepubl.).
- [15] Markiewicz A., Kalisz M., Waśniowski B., Piórewicz R. 2003: Geologiczno-górnictwo warunki eksploatacji złoża rud miedzi w południowej części obszarów górniczych „Lubin” i „Polkowice” wraz z okresową ich oceną. Etap II. Praca CBPM „Cuprum”, Wrocław, 1–58, (niepubl.).
- [16] Sztelak J., 1968 – Rodzaje zagrożeń wodnych w kopalniach rejonu monokliny przedsudeckiej ze szczególnym uwzględnieniem zagrożeń z serii węglanowej oraz sposoby ich zwalczania. Zeszyt Naukowy nr 227, Politechnika Śląska, Gliwice.

Nature of contacts between water bearing horizons on the copper bearing area of southern part of foresudetic monocline with regard of water hazard in the mines of KGHM Polska Miedź SA

In the hydrogeological profile of copper bearing area in the southern part of Foresudetic Monocline two main water bearing horizons occur: Cenozoic and Triassic & Permian. These formations consist of multiple water bearing levels and separating them layers. At some points the levels have hydraulic contacts.

At this area we can separate two deposit regions, taking into consideration the water conditions and water saturation of the Ca1 basic Zechstein limestone which is close to the deposit i.e.: northern and southern. Southern region including sub-Cenozoic outcrops of Zechstein sediments has very complicated water conditions. One can find there very high level of primary water saturation in carbonate layer as well as direct hydraulic contacts between this level and Rotliegendes level with sub-lignite Oligocene and Bundsandstein sediments. These contacts are of erosion & sedimentation and tectonic nature.

Structural, lithological and hydrodynamic analysis and forecasts of water inflow to the southern region showed that at the current stage of deposit development and in the future these contacts will play a critical role in the magnitude of water inflow to the mine workings in southern parts of “Lubin” and “Polkowice” mines. Because of high level of many years Ca1 layer drainage, these contact will be main source of water hazard during future mining operations.

Przekazano: 31 marca 2006 r.