ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2002
Seria: GÓRNICTWO z. 254 Nr kol. 1563

Marek POZZI, Tadeusz MZYK
Politechnika Śląska, Gliwice

WYKORZYSTANIE MODELU WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH W REJONIE ODKRYWKI NA POTRZEBY ZARZĄDZANIA KOPALNIĄ

Streszczenie. Jednym z aspektów działalności kopalni odkrywkowej jest konieczność prowadzenia drenażu w rejonie złoża, co powoduje ponoszenie znacznych kosztów przez zakład. Długotrwała eksploatacja powoduje znaczne zmiany w układzie hydrologicznym złoża, co wiąże się ze zmianą wielkości dopływów do kopalni. Prześledzenie zmian zasięgu wpływów drenażu górniczego na każdym etapie rozwoju kopalni oraz w przypadku jej likwidacji pozwala na optymalne zarządzanie kopalnią.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki modelowania hydrogeologicznego rejonu Kopalni Wapienia Strzelce Opolskie wykonanego na potrzeby opracowania strategii rozwoju kopalni. Modelowanie miało na celu prognozę zmian warunków hydrogeologicznych w rejonie złoża na skutek planowanego rozwoju kopalni dalszymi poziomami eksploatacyjnymi, późniejszą likwidacją i zatopieniem wyrobiska oraz zaprzestania eksploatacji na aktualnym etapie robót.

THE UTILIZATION MODEL OF HYDROGEOLOGICAL CONDITIONS IN REGION OF STRIP MINE FOR NEEDS OF MANAGEMENT

Summary. One from aspects of activity of strip mine is necessity of leadership of drainage in region of deposit what causes bearing of considerable costs through institution. Long-lasting exploitation causes considerable change in hydrological arrangement of deposit what joins with change of size of tributaries to mine. Tracing of changes of range of takings of mining drainage on every stage of development of mine as well as in case of her of liquidation permits mine onto optimum management.

In present work results of hydrogeological modelling region of Strzelce Opolskie Limestone Mine were introduced executed mineral for needs of study of strategy of development. Modelling had prognosis of changes of hydrogeological conditions in region of deposit in consequence of planned development of mine further exploational levels on aim, later liquidation and submergence of excavations as well as cessations of exploitation on current stage of works.

Wprowadzenie

Konieczność odwadniania złoża w trakcie eksploatacji, zwłaszcza w kopalniach odkrywkowych, wywołuje daleko idące zmiany w naturalnym układzie hydraulicznym. Rozwój kopalni powoduje zwykle zwiększanie się zasięgu leja depresji, przez sczerpywanie zasobów statycznych wód podziemnych, oraz wzrost w jego obszarze wielkości zasobów odnawialnych.

Potrzeba elastycznego dostosowania działalności zakładu górniczego do potrzeb i warunków rynkowych powoduje konieczność wszechstronnej analizy wszelkich aspektów rozwoju kopalni, w tym zasięgu wpływów drenażu górniczego i jego zmian w przypadku likwidacji kopalni. Techniki modelowania komputerowego w coraz szerszym stopniu są wykorzystywane w efektywnym zarządzaniu kopalnią.

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki modelowania hydrogeologicznego rejonu Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie" wykonanego na potrzeby opracowania strategii rozwoju kopalni. Modelowanie miało na celu prognozę zmian warunków hydrogeologicznych w rejonie złoża na skutek planowanego rozwoju kopalni o dalsze poziomy eksploatacyjne (IV i V), późniejszą likwidacją i zatopieniem wyrobiska oraz zaprzestania eksploatacji na aktualnym etapie robót. Budowa modelu hydrogeologicznego opierała się na wynikach pomiarów aktualnego stanu zwierciadła wody. Należy dodać, że na wiarygodność wyników modelowania ma wpływ fakt, iż obserwacje hydrogeologiczne i hydrologiczne przed rozpoczęciem eksploatacji nie były prowadzone w sposób umożliwiający rekonstrukcję pierwotnego stanu zwierciadła wód.

1. Charakterystyka rejonu kopalni „Strzelce Opolskie"

1.1. Charakterystyka geologiczna rejonu

Złoże wapieni triasowych „Strzelce Opolskie" położone jest na terenie gminy Strzelce Opolskie. Teren złoża jest płaski z niewielkim spadkiem w kierunku północno - zachodnim (2 – 4^0[4]). Złoże budują utwory triasu dolnego i środkowego. Trias dolny reprezentowany jest przez słabo zwięzłe piaskowce należące do pstrego piaskowca oraz wapienie i margle należące do retu. Trias środkowy reprezentowany jest poprzez osady dolnego wapienia muszlowego, tj. warstwy gogolińskie, górażdżańskie, terebratulowe i karchowickie pokryte bezpośrednio dość cienkimi osadami czwartorzędu. Warstwy górnego wapienia muszlowego

(tarnowickie, witkowickie, boruszowickie) występują dopiero ok. 3 km na północ od rejonu złoża, a jeszcze dalej na północ występują również ilasto - łupkowe utwory triasu górnego - kajpru.

Wykształcenie serii złożowej w obszarze eksploatacji jest następujące:

Warstwy gogolińskie - wapienie margliste koloru ciemnoszarego lub siwego, zalegające w spągu złoża, cienkoławicowe z licznymi przewarstwieniami ilastymi. Miąższość tych warstw wynosi około 47,0 m.

Warstwy górażdżańskie - wapienie jasnoszare lub kremowe, gruboławicowe, krystaliczne, zbite, drobno porowate. Miąższość tych warstw waha się od 14,9 do 19,8 m, średnio dla złoża wynosi 17,7 m.

Warstwy terebratulowe - wapienie koloru ciemnosiwego o teksturze falistej lub łupkowej, cienkoławicowe, krystaliczne, twarde, zbite, z liczną fauną terebratulową. Miąższość tych warstw w granicach złoża waha się od 10,0 do 16,7 m, średnio wynosi 14,0 m.

Warstwy karchowickie - wapienie gruboławicowe, barwy ciemnobeżowej lub kremowej, w dolnej części są to wapienie krystaliczne przechodzące ku górze w utwory silnie porowate i gąbczaste. Nieregularnie zdolomityzowane i spękane. Miąższość tych warstw dochodzi do 30,0 m, średnio wynosi 14,0 m.

Cały obszar złoża jest przykryty osadami czwartorzędu, o zmiennej miąższości od 0,3 do 22,0 m, wzrastającej w kierunku północnym. Średnia miąższość utworów czwartorzędu wynosi 5,6 m., na co składają się piaski zaglinione (1,7 m), gliny morenowe, zapiaszczone (2,7 m), oraz rumosz wapienny, zagliniony (1,2 m).

Przedmiotem eksploatacji zakładu górniczego są wapienie warstw górażdżańskich, terebratulowych i karchowickich. Warstwy te zapadają pod kątem 2 do 4° w kierunku północnym. Całkowita średnia miąższość złoża wapieni triasowych będących przedmiotem eksploatacji Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie" wynosi 45,7 m.

1.2. Warunki hydrogeologiczne i hydrograficzne

Podstawowym, użytkowym poziomem wodonośnym na omawianym terenie są wody z utworów środkowego triasu, występujące w utworach dolnego i środkowego wapienia muszlowego. Poziom ten związany jest z dolomitami warstw diploporowych oraz wapieniami warstw karchowickich, terebratulowych i górażdżańskich. Jego podłoże stanowią słabiej przepuszczalne warstwy gogolińskie. Natomiast całe triasowe piętro wodonośne występujące w rejonie eksploatowanego złoża podzielone jest praktycznie nieprzepuszczalną warstwą wapieni gogolińslich na dwa poziomy wodonośne.

Poziom pstrego piaskowca - (ret i niższy pstry piaskowiec) występuje w całym omawianym obszarze, bowiem wychodnie retu pojawiają się dopiero 3,5 km na południe od centrum Strzelec Opolskich. Wody tego poziomu znajdują się pod napięciem warstw gogolińskich, w związku z czym mają subartezyjski lub artezyjski charakter. Poziom swobodnego zwierciadła tych wód stabilizuje się na rzędnych 220 do 230 m n.p.m.,

Poziom wapienia muszlowego - (warstwy górażdżańskie do dolomitów diploporowych) pojawiają się w rejonie północnego skraju Strzelec Opolskich i zgodnie z kierunkiem upadu warstw miąższość serii zawodnionej tych warstw rośnie ku północy. Zwierciadło wody tego poziomu ma charakter swobodny i do miejscowości Rozmierka stabilizuje się na rzędnych 208 m n.p.m. na południu do 196 m n.p.m. na północy. W rejonie wsi Rozmierka i dalej na północ zwierciadło wody ma charakter napięty, bowiem w stropie wapienia muszlowego pojawiają się słabo przepuszczalne warstwy tarnowickie i boruszowickie, a dalej na północ ilaste utwory kajpru.

Poziom czwartorzędowy - występuje tylko lokalnie, w obniżeniach morfologicznych terenu oraz tych rejonach, gdzie utwory czwartorzędowe są podścielone warstwami słabo przepuszczalnymi, głównie warstwami gogolińskimi i kajpru. W obszarze wychodni utworów wapienia muszlowego utwory czwartorzędowe przeważnie są bezwodne.

W rejonie złoża, na obszarze na południe od Strzelec Opolskich nie ma żadnego naturalnego cieku lub innego zbiornika wód powierzchniowych, ponieważ utwory czwartorzędowe nie zatrzymują wody, a zalegające pod nimi szczelinowate wapienie i dolomity są naturalnym ich kolektorem. Wody powierzchniowe występują dopiero w rejonie wsi Rozmierka, co wynika z jednej strony z płytko zalegającego zwierciadła wody poziomu wapienia muszlowego (obniżenie morfologiczne) oraz pojawienia się w stropie triasu warstw słabo przepuszczalnych (warstwy boruszowickie) i nieprzepuszczalnych kajpru. Serie wapieni górażdżańskich, terebratulowych, karchowickich i dolomitów diploporowych charakteryzują się jako utwory krasowo-szczelinowe bardzo wysokimi, zróżnicowanymi właściwościami filtracyjnymi (ich przepuszczalność waha się od 0,096 do 207,36 m/d [4]), a poziom wodonośny wapienia muszlowego ma charakter swobodny. Głównym źródłem zasilania poziomu wodonośnego wapienia muszlowego i retu po sczerpaniu zasobów statycznych są opady atmosferyczne infiltrujące z powierzchni terenu. W związku z tym utwory wapienia muszlowego wykazują dużą reaktywność na zmianę tego zasilania. Uśredniona wielkość opadów atmosferycznych (z wielolecia) wynosi 640 $mm/m^2/rok$ [4].

2. Dotychczasowe odwadnianie złoża

Odwadnianie ciągłe złoża prowadzi się od roku 1974, kiedy to zostało ono osuszone i przygotowane do eksploatacji. Ilość odprowadzanych wód kopalnianych jest w dużej mierze uzależniona od wielkości opadów atmosferycznych, a zwiększone dopływy infiltracyjne w kopalni obserwuje się już po dwóch dniach [4]. W wyniku ciągłego drenażu zwierciadło wód w rejonie złoża obniżyło się do rzędnej 197,4 m n.p.m. (dane z piezometrów), a na terenie kopalni do 178,5 m n.p.m. (rzędna zwierciadła wody dla rząpia na spągu piętra 3).

Obecnie eksploatacja prowadzona jest trzema poziomami eksploatacyjnymi. Złoże odwadniane jest grawitacyjnie przez system urządzeń drenażowych (rowów odwadniających) wykonanych w obrębie wyrobiska do rząpii na poszczególnych poziomach eksploatacyjnych. Wody dopływające do rząpia poziomu III przepompowywane są do rząpia II poziomu i stamtąd rurociągiem tłocznym do odległej o 3,5 km cementowni, gdzie są wykorzystane do celów technologicznych, a ich nadmiar zrzucany do kanalizacji burzowej. Obecnie dopływ do odkrywki wynosi około 10 m^3/min [4]. Ilość odpompowanych wód systematycznie rośnie w miarę rozwoju powierzchni wyrobiska. Zasięg wytworzonego leja depresji przy istniejących trzech poziomach eksploatacyjnych nie przekracza 620 m od konturu wyrobiska.

3. Model hydrodynamiczny rejonu złoża

W celu przeanalizowania zmian warunków hydrogeologicznych na skutek dalszego rozwoju kopalni lub zaprzestania eksploatacji na obecnym etapie wykonano jednowarstwowy model numeryczny (metodą różnic skończonych), przy wykorzystaniu programu MODFLOW (McDonald, Harbaugh 1988). Modelowanie przeprowadzono na podstawie danych dotyczących wielkości dopływów do kopalni, wartości współczynnika filtracji wapieni, wielkości opadów atmosferycznych, obecnego stanu zwierciadła wody. Modelowaniem objęto obszar o powierzchni 2,7 km^2 (rejon odkrywki). Podstawowym elementem w ocenie poprawności modelu była uzyskana zgodność modelowanego pola hydrodynamicznego z rzeczywistymi warunkami (pomiarami z piezometrów zlokalizowanych w rejonie odkrywki). Modelowanie hydrogeologiczne przeprowadzono dla czterech wariantów (zakładanej możliwości rozwoju lub likwidacji odkrywki):

- model I kopalni - trzy poziomy eksploatacyjne (obecny stan eksploatacji) – rzędna spągu wyrobiska na poziomie 180 m n.p.m., oraz w przypadku dalszej eksploatacji na trzech poziomach, maksymalna powierzchni wyrobisk - 2 504 000 m^2,
- model II kopalni - cztery poziomy eksploatacyjne – rzędna spągu wyrobiska na poziomie 168 m n.p.m. (dalszy rozwój kopalni) przy założeniu maksymalnego rozwinięcia wyrobisk do powierzchni 2 504 000 m^2,
- model III kopalni - pięć poziomów eksploatacyjnych – rzędna spągu wyrobiska na poziomie 155 m n.p.m. (docelowy rozwój kopalni) przy założeniu maksymalnego rozwinięcia wyrobisk do powierzchni 2 504 000 m^2,
- model IV kopalni - przy zaprzestaniu odwadniania na III poziomie eksploatacyjnym (zatopienie wyrobiska na obecnym etapie robót).

3.1. Warunki brzegowe i kalibracja modelu

Przyjęto następujące warunki brzegowe:

- rzędna swobodnego zwierciadła wody dla rejonu kopalni 197.4 m n.p.m. [4],
- współczynnik filtracji „k" = 0,0056 m/min [4],
- wapienie serii złożowej odsłoniętej wyrobiskiem nie są rozdzielone żadną warstwą nieprzepuszczalną, a lokalnie występujące cienkie i o niewielkim rozprzestrzenieniu wkładki iłów nie powodują odizolowania niżej występujących wód,
- całkowity dopływ do wyrobiska w 2001 roku wynosił 6 616 164 m^3[6],
- wielkość opadu rocznego średnio z wielolecia - 640 mm/m^2/rok [4],
- powierzchnia wyrobiska w 2000 r. – 1 180 000 m^2, maksymalna powierzchnia wyrobisk 2 504 000 m^2,
- początkowo przyjęty współczynnik odsączalności „μ" = 0,002 (wartość minimalna dla skał szczelinowatych i skrasowiałych przy orientacyjnym przedziale wartości 0,002 – 0,05) [5],
- rzędne spągów poziomów eksploatacyjnych wynosiły poz. I – 202 m. n.p.m., poz. II – 190 m. n.p.m., poz. III – 180 m. n.p.m., poz. IV – 168 m. n.p.m., poz. V – 155 m. n.p.m.,

Przyjęto siatkę obliczeniową o stałym kroku 50 m (bloki 50 x 50 m), wydzielając łącznie 990 bloków obliczeniowych w każdym etapie modelowania.

Przyjęto wg [4, 6], że 90% wód dopływu naturalnego w latach 1997 – 2001 stanowiły zasoby dynamiczne (wody z infiltracji i wody opadowe), natomiast 10% zasoby statyczne, i założono, że stosunki te pozostaną niezmienne przy przyjętej stałej wielkości opadów

atmosferycznych 640 mm/m^2/rok dla wszystkich etapów modelowania. Jedynie takie założenie pozwalało na rozdzielenie dopływów na poszczególne poziomy eksploatacyjne, z uwagi na brak możliwości modelowania pierwotnego stanu zwierciadła wód podziemnych i uwzględnienia w modelu czasu drenażu rejonu wyrobiska. W celu skalibrowania modelu oszacowano dopływy na poszczególne poziomy eksploatacyjne. Przyjęte % udziały dopływu infiltracyjnego na poszczególne poziomy wynikają ze wzrastającej głębokości poziomów.

Tabela 1

Przyjęty rozkład dopływów infiltracyjnych na poszczególne poziomy eksploatacyjne

Wariant / poziom modelowania		% dopływu infil.	Wielkość dopływu infil. [m^3/rok]	Suma wielkości dopływów dynamicznych $Q_{dyn.}$ [m^3]	Wielkość dopł. z zas. stat. $Q_{stat.}$ [m^3/rok]	Wielkość opadu atmosf. $Q_{całk.}$ [m^3/rok]	Dopływ całk.wg Dupuita $Q_{całk.}$ [m^3/rok]
Wariant I	Poziom II	40	2 906 357,8	7 265 714,4	807 321,6	1 602 560	8 073 216
	Poziom III	60	4 359 356,6				
Wariant II	Poziom II	20	2 246 082,7	11 230 413,2	1 247 823,7	1 602 560	12 478 237
	Poziom III	35	3 930 644,6				
	Poziom IV	45	5 053 685,9				
Wariant III	Poziom II	10	1 588 941,4	15 889 413,5	1 765 490,4	1 602 560	17 654 904
	Poziom III	20	3 177 882,7				
	Poziom IV	30	4 766 824				
	Poziom V	40	6 355 765,4				
Wariant IV	Poziom II	40	2 381 818,8	5 954 547	661 616,4	755 200	6 616 164
	Poziom III	60	3 572 728,2				

Pierwszy poziom eksploatacyjny nie jest zawodniony, a wody, które na tym poziomie mogą się znajdować, pochodzą jedynie z opadów atmosferycznych. W stosunkowo krótkim czasie (kilku dni [4, 6]) wody te infiltrują w głąb górotworu, możliwe jest jedynie bezpośrednio po opadach atmosferycznych okresowe gromadzenie się pewnych ilości wody na poziomie pierwszym.

Wapienie w rejonie złoża charakteryzują bardzo zróżnicowanymi właściwościami filtracyjnymi (ich przepuszczalność waha się od 0,096 do 207,36 m/d [4]). Wobec przyjęcia współczynnika filtracji k = 0,0056 m/min, kalibrację przeprowadzono poprzez zmianę wartości współczynnika odsączalności „μ", aż do uzyskania najbardziej zbliżonych do rzeczywistych (pomierzonych w sześciu piezometrach zlokalizowanych w zasięgu drenażu kopalni) rzędnych zwierciadła wody.

3.2. Wyniki modelowania

W wyniku przeprowadzonego modelowania można stwierdzić, że uzyskany po kalibracji współczynnik odsączalności „μ" dla rejonu kopalni wyniósł 0.04 i był dwudziestokrotnie wyższy od założonego – mieścił się w górnej granicy wartości dla skał szczelinowatych. Taka zmiana wartości współczynnika odsączalności może świadczyć o dużej zmienności parametrów hydrogeologicznych występujących w złożu wapieni. Stanowi to istotną informację świadczącą o możliwości zwiększenia wypływów wód ze skarp wyrobiska w niektórych rejonach (np. skrasowiałych, zwłaszcza tam, gdzie występują podwyższone ciśnienia hydrostatyczne).

Rozkład hydroizohips uzyskany w I wariancie modelowania pozwala stwierdzić, że na III poziomie, nawet przy całkowitym rozwinięciu do granic eksploatacji, spąg wyrobiska będzie osuszony, a większe wypływy ze skarp mogą pojawiać się jedynie w rejonie północno-zachodnim wyrobiska (rys. 1). Zasięg leja depresji uzyskany w modelowaniu odpowiadał wartością obliczeniom analitycznym, wg wzoru Kusakina (maksymalnie 620 m, tab. 2), co potwierdziło poprawność wykonanego modelu. Również najniższe wartości rzędnych zwierciadła wody osiągają około 176 m n.p.m. czyli wartości odpowiadające rzędnej rząpia III poziomu, rzędne zwierciadła wody w modelu w okolicach piezometrów są zbliżone do wartości pomierzonych (różnica nie przekracza 1 m.: dla piezometru 200 ~ 1m; 103/3 – 0,6 m; 140/p3 – 0,5 m; 127/45 – 0,40 m, 201 – 0,3 m; 106/18 – 0,2 m.

Symulacja komputerowa drugiego i trzeciego wariantu modelowania przy założeniu odpowiednio depresji do poziomu 168 i 155 m n.p.m. pozwala stwierdzić, że zwiększenie depresji spowoduje zwiększenie się zasięgu leja depresji (tab. 2, rys. 2 i 3), a rozkład hydroizohips świadczy o tym, że wyrobiska zarówno na IV jak i V poziomie będą zawodnione. Obliczone dopływy do kopalni kształtują się na poziomie 12,5 mln m^3/rok (II wariant), 17,5 mln m^3/rok (III wariant) (tab. 2).

W wariancie IV modelowania prognozowano czas zatapiania zrobów kopalni w związku z jej likwidacją. Celem tego wariantu było określenie czasu, w jakim może nastąpić zatopienie poziomu eksploatacyjnego III przy zakończeniu eksploatacji na obecnym etapie robót (powierzchnia wyrobiska wynosiła 1 180 000 m^2, a dopływy jak dla roku 2001 – 6 616 164 m^3). Zmiana warunków hydraulicznych (naporów hydraulicznych) w czasie zatapiania kopalni jest znaczna i w modelowaniu tego procesu przyjęto warunki nieustalone. Czas potrzebny do zatopienia poziomu III wyniósł 36 - 38 dni, natomiast czas potrzebny do zatopienia poziomu II do rzędnej 197.4 m n.p.m. (jako poziom zwierciadła dla rejonu

kopalni) wynosił 187 dni. Oszacowano metodą ekstrapolacji czas potrzebny do podniesienia się zwierciadła do rzędnej 203,6 m. n.p.m. (jako rzędnej zwierciadła przed rozpoczęciem drenażu) i wyniósł on 278 dni.

Tabela 2

Przewidywane dopływy do kopalni

Wariant modelowania	Zakładana depresja S [m]	Zasięg leja depresji R [m]	Dopływ całkowity wg Dupuita $Q_{całk}$ [m^3/rok]
I	19,91	620	8 073 216
II	31,91	1001,32	12 478 237
III	44,91	1666,28	17 654 904
IV	19,91	493,51	6 616 164

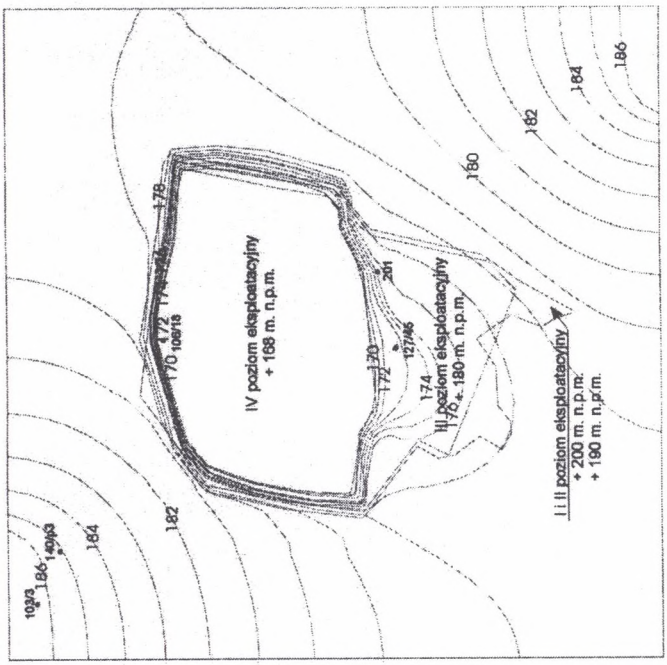
4. Podsumowanie i wnioski

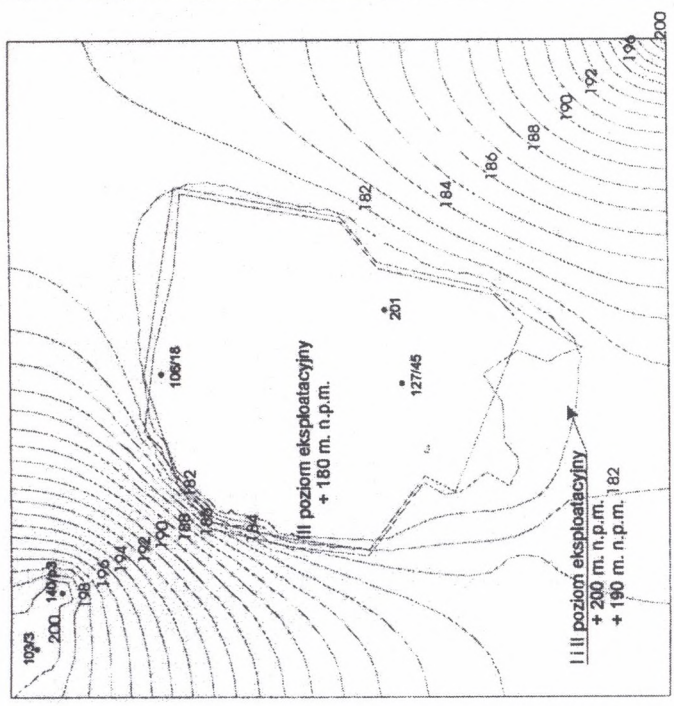
Skonstruowany model hydrodynamiczny złoża wapieni Strzelce Opolskie umożliwił zobrazowanie obecnego układu zwierciadła wód wapienia muszlowego w rejonie kopalni. Pozwolił również prześledzić i zobrazować dalszy rozwój leja depresji wokół odkrywki w przypadku rozwoju kopalni (warianty I – III). Dzięki modelowi możliwe było określenie czasu zatapiania odkrywki w przypadku całkowitego zaprzestania odwadniania wyrobiska na obecnym etapie robót. Wyniki modelowania pozwalają z wyprzedzeniem określić skutki drenażu rejonu złoża, jego zasięg i kierunki rozwoju, co może być wykorzystane w celu zoptymalizowania zarządzania kopalnią.

Dalszy rozwój leja depresji może spowodować znaczne zwiększenie się wielkości dopływów całkowitych do kopalni (tab. 2), zwłaszcza do rejonu północno–zachodniego wyrobiska (rys. 2, 3). Na podstawie wyników modelowania możliwe jest zatem optymalne zaprojektowanie systemu odwadniania.

Eksploatacja złoża dalszymi poziomami w przyszłości może spowodować, zwłaszcza w początkowym okresie, zmianę w stosunku dopływających wód pochodzących z zasobów statycznych oraz infiltracyjnych. Zwiększenie się zasięgu wytworzonej depresji (ponad trzykrotnie) spowoduje wydłużenie czasu sczerpywania zasobów statycznych w rejonie złoża (rys. 2-3, „zagęszczenie" hydroizohips wokół wyrobiska).

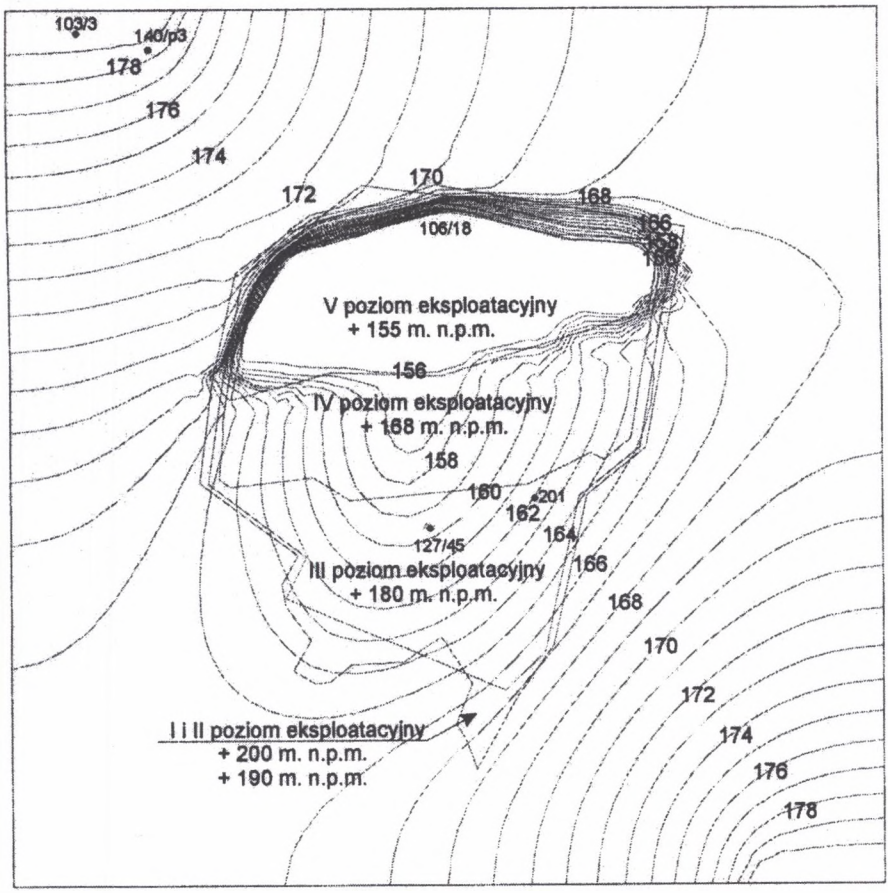
Określenie czasu zatopienia kopalni pozwala także na zaprojektowanie w taki sposób prac w wyrobisku, aby były one prowadzone z zachowaniem wymaganego bezpieczeństwa w końcowym etapie działalności kopalni.





Objaśnienia:
- granice poziomów eksploatacyjnych
- hydroizohipsy poziomu wapienia muszlowego
- lokalizacja piezometrów

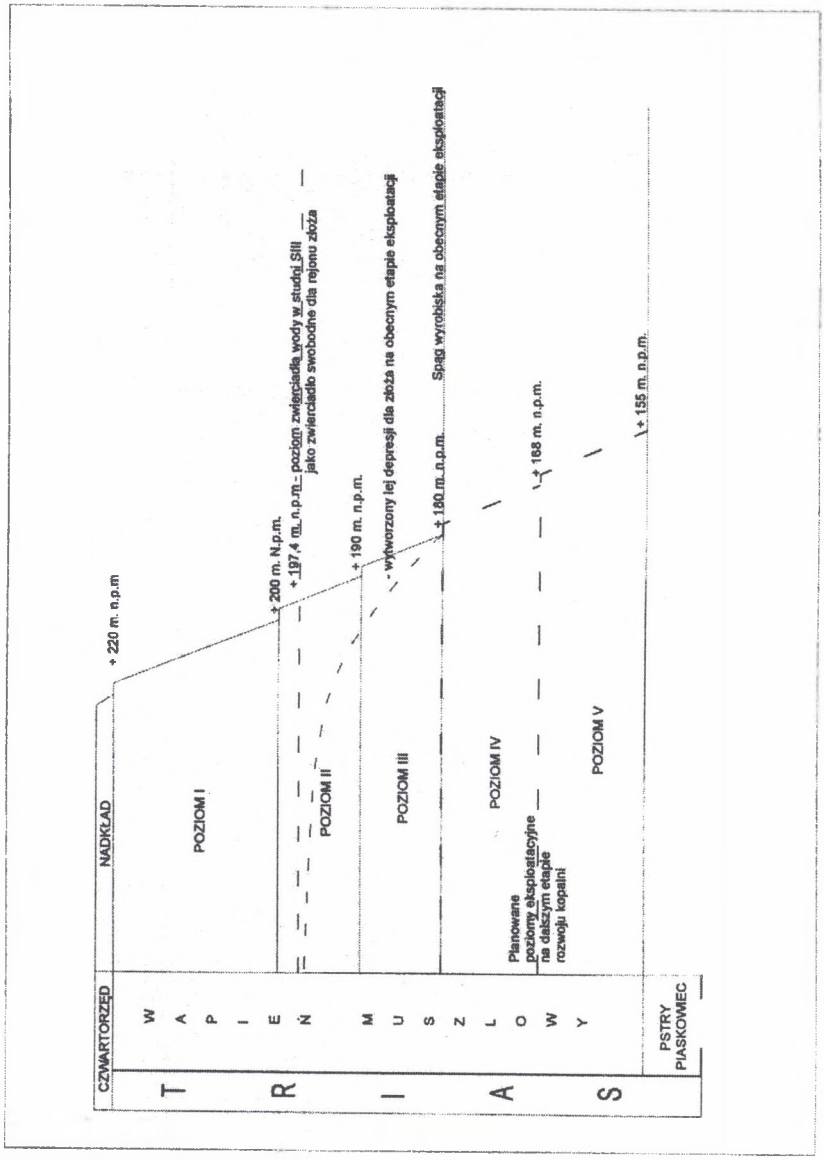
Rys. 1. Mapa hydroizohips w wariancie I (a) i II (b) modelowania
Fig. 1. Contour of water table in I (a) and II (b) step of modeling



Objaśnienia:

- granice poziomów eksploatacyjnych
- hydroizohipsy poziomu wapienia muszlowego
- 201 - lokalizacja piezometrów

Rys. 2. Mapa hydroizohips w wariancie III modelowania
Fig. 2. Contour of water table in III step of modeling



Rys. 3. Schematyczny przekrój przez wyrobisko Kopalni Wapienia „Strzelce Opolskie"
Fig. 3. Simplified hydrogeological schematic for numerical modeling for „Strzelce Opolskie" Limstone strip mine

LITERATURA

1. Kleczkowski A., et al.: Ochrona wód podziemnych. Wyd. Geologiczne, Warszawa 1983.
2. McDonald M. G., Harbough A. W.: MODFLOW – A modular three-dimensional finite-difference groundwater flow model, Modeling techniques, Book 5. US Government Printing Office, Washington 1988.
3. Pozzi M., Mzyk T.: Model warunków hydrogeologicznych w rejonie wyrobiska kopalni wapienia Strzelce Opolskie w związku z rozwojem i likwidacją kopalni, część Dokumentacji hydrogeologicznej Złoża Strzelce Opolskie, Strzelce Opolskie 2002.
4. Przedsiębiorstwo Geologiczne w Krakowie, Projekt zagospodarowania złoża wapieni triasowych „Strzelce Opolskie" Kraków 2000.
5. Sztelak J.:Hydrogeologia górnicza i zagrożenia wodne w kopalniach podziemnych i sposoby ich zwalczania, Politechnika Śląska, Gliwice 1998.
6. Informacje z Wydziału Produkcji CSO Górażdże Cement S A.

Recenzent: Dr hab. inż. Anna Patrzałek

Abstract

One from aspects of activity of strip mine is necessity of leadership of drainage in region of deposit what causes bearing of considerable costs through institution. Long-lasting exploitation causes considerable change in hydrological arrangement of deposit what joins with change size of exploatation cost to mine.

Constructed hydrokinetic model of deposit of limestones "Strzelce Opolskie" made possible illustrated of present arrangement of groundwaters in region of mine. Modelling had prognosis of changes of hydrogeological conditions in region of deposit in consequence of planned development of mine further exploational levels on aim, later liquidation and submergence of excavations as well as cessations of exploitation on current stage of works. Qualification time of submergence of strip mine permits also onto designing into such way of works in excavation to led they were with maintenance of required safety in final stage activity of mine. Results of modelling permit to qualify effect of region deposits drainage, his range and directions of development what can be used for optimizing a management of strip mine.