

ANDRZEJ F. ADAMCZYK*, ANDRZEJ HAŁADUS*, ANDRZEJ SZCZEPAŃSKI**,
ROBERT ZDECHLIK***

Docelowy model odwadniania kopalni Saturn i kopalń sąsiednich w warunkach ich likwidacji

Słowa kluczowe

Owadnianie kopalń, zagrożenia wodne

Streszczenie

Przedstawiona poniżej praca charakteryzuje wyniki badań wykonanych w ramach wielowariantowego projektu koncepcyjnego docelowego systemu odwadniania kopalni Saturn gwarantującego bezpieczeństwo sąsiednich kopalń, zrealizowano w ramach pierwszego etapu prac wdrożeniowych związanych z realizacją wcześniej wykonanego projektu celowego, którego wykonawcą była Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie. W projekcie przedstawiono sposób docelowego odwadniania kopalń: Saturn, Siemianowice z ZG Rozalia, Jowisz z ZG Wojkowice, Grodziec, Paryż, Sosnowiec, Porąbka-Klimontów i Kazimierz-Juliusz. Postawienie jednej z kopalń w stan likwidacji spowodowało potrzebę weryfikacji przyjętych założeń i pozwoliło na uproszczenie systemu odwadniania kopalni Saturn i kopalń sąsiednich.

Do opracowania wariantów docelowego systemu odwadniania konieczne było uwzględnienie szeregu czynników hydrogeologicznych i górniczych. Przeanalizowano wielkości wieloletnich dopływów do poszczególnych kopalń oraz stan ich systemów odwadniających. Następnie dokonano analizy istniejących bezpośrednich bądź pośrednich połączeń hydraulicznych między kopalniami. Powyższe czynniki w znacznym stopniu determinują zaproponowane warianty systemu odwadniania.

Do obliczeń dopływów prognostycznych wykorzystano model matematyczny zrealizowany w ramach projektu celowego, wprowadzając istotne zmiany wynikające z konieczności uwzględnienia likwidacji odwadniania kopalni Grodziec. Dla umożliwienia wyboru najkorzystniejszego wariantu przeprowadzono wstępne obliczenia symulacyjne obejmujące łącznie 10 możliwych rozwiązań. Szczegółowo scharakteryzowano wyniki trzech wariantów, które po dokładnej analizie uznano za najkorzystniejsze. Ponadto wykonano wstępne obliczenia czasów zatapiania kopalń.

Najkorzystniejszym rozwiązaniem w zakresie docelowego pompowania wody w kopalniach tworzących tzw. podsystem Saturn jest wariant 3, według którego głównym punktem odbioru wody w ilości około 35 m³/min będzie rejon Piaski — kopalni Saturn poz. 210 m (+69,0 m n.p.m.). Podstawową zaletą proponowanego sposobu odwadniania

* Dr inż., ** Prof. dr hab. inż., *** Mgr inż., Zakład Hydrogeologii i Ochrony Wód, AGH, Kraków.

jest możliwość sterowania odbudową zwierciadła wód podziemnych w miarę realizacji kolejnych decyzji likwidacyjnych i zmian warunków eksploatacji w czynnych zakładach górniczych. Tym samym zmniejszy się ilość wód pochodzących z regionalnego odwadniania kopalń i zrzucanych do cieków powierzchniowych.

Wprowadzenie

Projekt wielowariantowego docelowego systemu odwadniania kopalni Saturn gwarantującego bezpieczeństwo sąsiednich kopalń, zrealizowano w ramach pierwszego etapu prac wdrożeniowych związanych z realizacją projektu celowego (grantu) nr 9T12A03896C/3006 pt. „Centralny system odwadniania likwidowanych kopalń zlokalizowanych w północnej i północno-wschodniej części Górnośląskiego Zagłębia Węglowego uwzględniający bezpieczeństwo kopalń czynnych”, którego wykonawcą była Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie. W projekcie celowym przedstawiono sposób docelowego odwadniania kopalń zlokalizowanych w północno-wschodniej części GZW (rys. 1): Saturn, Siemianowice z ZG Rozalia, Jowisz z ZG Wojkowice, Grodziec, Paryż, Sosnowiec, Porąbka-Klimontów i Kazimierz-Juliusz. Po zakończeniu prac pojawił się nowy istotny element, który spowodował potrzebę weryfikacji założeń przyjętych w granicie i rozważenie nowej sytuacji dotyczącej odwadniania kopalń. Jest to uchwała Zgromadzenia Wspólników kopalni Grodziec sp. z o.o. z dnia 30.06.1998 r. o postawieniu kopalni Grodziec w stan likwidacji. Decyzja o likwidacji kopalni Grodziec stworzyła szansę na uproszczenie docelowego systemu odwadniania kopalni Saturn i kopalń sąsiednich.

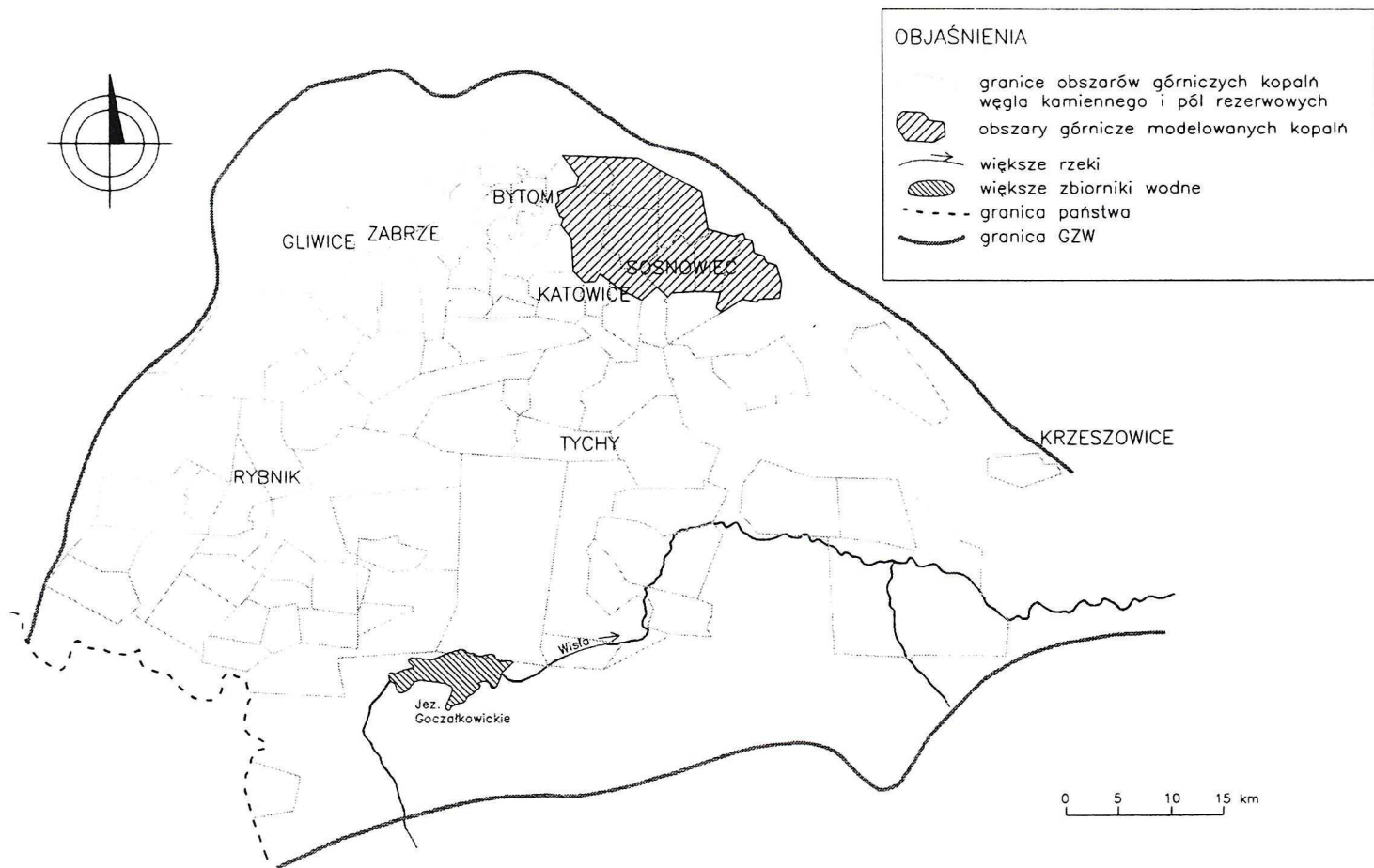
W pracy przedstawiono wielowariantowo sposób realizacji układów odwadniania w ramach tzw. podsystemu Saturn, obejmującego kopalnie Saturn, Siemianowice, Grodziec i Jowisz (rys. 2), z uwzględnieniem wpływu kopalń sąsiednich. Szczególny nacisk położono na pozostałe kopalnie rozpatrywane w ramach projektu celowego, ze względu na ich bezpośredni wpływ na warunki brzegowe podsystemu Saturn.

Każde z przedstawionych w pracy rozwiązań zapewnia ochronę ujęcia wód w kopalni Saturn możliwych do uzdatnienia do celów pitnych, eliminuje możliwość powstania zagrożenia wodnego dla kopalń sąsiednich oraz spełnia wymogi przepisów dotyczących systemów głównego odwadniania.

Zakłada się również wykorzystanie w maksymalnym stopniu istniejących wyrobisk górniczych, a także urządzeń głównego odwadniania, przewietrzania, elektroenergetycznych, wyciągowych itp.

1. Założenia ogólne

1. Docelowy system odwadniania kopalni Saturn powinien opierać się głównie na pompowaniu wody za pomocą pomp głębinowych.
2. Piętrzenie wody w kopalni Saturn i kopalniach sąsiednich nie może spowodować zagrożenia wodnego dla żadnej z kopalń.
3. Przy doborze urządzeń i obiektów należy w maksymalnym stopniu wykorzystać istniejącą infrastrukturę.



Rys. 1. Lokalizacja obszarów górniczych modelowanych na tle zasięgu GZW

Fig. 1. Localization of mining areas on the background of the GZW

2. Dopływy wód do kopalń tworzących podsystem Saturn

Na podstawie prowadzonych bieżących pomiarów dopływów naturalnych wód dołowych określono średni dopływ do wyrobisk kopalni Saturn. W I półroczu 1998 r. wyniósł on 35,483 m³/min (51 096 m³/d), z czego około 17,0 m³/min (24 480 m³/d) stanowiły wody pochodzące z utworów triasu, możliwe do uzdatnienia i wykorzystania do celów pitnych. Maksymalne dopływy do kopalni stwierdzono w lipcu i sierpniu 1997 r. i wynosiły one 41,96 m³/min.

Dopływy do kopalni Saturn w rozbięciu na poszczególne rejony i poziomy kopalni przedstawiono w tabeli 1. Przyjęto oznaczenie poziomów jako ich nazwy własne (np. poz. 320 m).

Dopływy do kopalń sąsiadujących tworzących podsystem Saturn, przedstawiono w tabeli 2.

TABELA 1

Zestawienie dopływów do kopalni Saturn

TABLE 1

Table of inflow values for the mine Saturn

Poziom	Dopływy [m ³ /min]	
	średnie z okresu I—VI 1998 r.	maksymalne, zmierzone w okresie VII—VIII 1997 r.
Rejon Czeladź		
poz. 188 m	2,686	3,003
poz. 320 m	7,930	8,632
Razem:	10,616	11,635
Rejon Piaski		
— woda triasowa poz. 210 m	17,000	20,169
— woda przemysłowa:		
poz. 210 m	0,403	2,070
poz. 104 m	0,612	—
poz. 290 m	6,852	8,086
Razem:	24,867	30,325
Rejon Czeladź + Piaski		
Razem:	35,483	41,960

TABELA 2

Dopływy do kopalń sąsiadujących z kopalnią Saturn

TABLE 2

Flows into mines neighbouring Saturn

Kopalnia	Dopływy [m ³ /min]
Jowisz	1,62
Grodzic	6,50
Sosnowice	9,07

3. Charakterystyka techniczna systemu głównego odwadniania kopalni Saturn

Według stanu na 31.08.1998 r. kopalnia Saturn posiadała dwa niezależne systemy głównego odwadniania (dla każdego rejonu osobny), z pompowniami głównymi zlokalizowanymi w rejonie Czeladź — poz. 188 m i poz. 320 m oraz w rejonie Piaski — poz. 210 m i poz. 290 m.

3.1. Rejon Czeladź

System głównego odwadniania w rejonie Czeladź wyposażony jest w dwie pompownie głównego odwadniania: na poz. 188 m i na poz. 320 m, zlokalizowane w pobliżu szybów nr 1 i nr 2. Pompownia na poz. 188 m wyposażona jest w zespoły pompowe o łącznej wydajności 30,5 m³/min. Chodniki wodne na poz. 188 m mają nominalną pojemność 4600 m³, natomiast w pompowni na poziomie 320 m zainstalowane są cztery zespoły pompowe o łącznej wydajności 55 m³/min. Nominalna pojemność chodników wodnych na poz. 320 m wynosi 8800 m³ osadników — 2×2400 m³.

3.2. Rejon Piaski

System głównego odwadniania w rejonie Piaski wyposażony jest w dwie pompownie głównego odwadniania: na poz. 210 m i na poz. 290 m.

System głównego odwadniania na poz. 210 m przystosowany jest do selektywnego pompowania wód triasowych dopływających z poz. 160 m i 190 m oraz przemysłowych z poz. 210 m i 290 m. Składa się z dwóch komór: dla wody triasowej zlokalizowanej przy szybie Paweł oraz dla wody przemysłowej zlokalizowanej przy zlikwidowanym szybie Piotr. Komora dla pompowania wody triasowej wyposażona jest w zespoły pompowe o łącznej wydajności 35 m³/min., natomiast komora do pompowania wody przemysłowej wyposażona jest w zespoły pompowe o łącznej wydajności 70,5 m³/min. Nominalna pojemność chodników wodnych wynosi: dla wody triasowej 16 100 m³, dla wody przemysłowej 13 300 m³.

Pompownia przy szybiku Andrzej na poz. 290 m wyposażona jest w pompy o łącznej wydajności 30 m³/min. Pojemność chodników wodnych wynosi 5930 m³.

4. Założenia i wyniki badań modelowych

Przy realizacji projektu koncepcyjnego podsystemu Saturn wykorzystano model matematyczny zrealizowany w ramach projektu celowego, obejmujący kopalnie: Saturn, Siemianowice z ZG Rozalia, Jowisz z ZG Wojkowice, Grodziec, Paryż, Sosnowiec, Porąbka-Klimontów i Kazimierz-Juliusz oraz obszary przyległe (rys. 2). Szczegółowa charakterystyka modelu została przedstawiona w opracowaniu podsumowującym zadanie 7 oraz w „Raporcie końcowym” z prac wykonanych w ramach wymienionego projektu celowego (Szczepański i in. 1997, 1998).

Istotnymi zmianami wprowadzonymi w modelu, związanymi z koniecznością uwzględnienia likwidacji odwadniania kopalni Grodziec były:

- zmiana rzędnych odwadniania w rejonach kopalń Jowisz, Grodziec, Saturn (rejon Czeladź), Paryż i Porąbka-Klimontów,
- zmiana warunków przepływu wód podziemnych między kopalniami Saturn i Siemianowice.

W opracowaniu projektu koncepcyjnego wykonano łącznie dziesięć wstępnych wariantów prognostycznych badań modelowych. Różnią się one sposobem odwadniania poszczególnych poziomów kopalń, założonymi rzędnymi odwadniania oraz sposobem odwzorowania na modelu kontaktów hydraulicznych między kopalniami.

We wszystkich wariantach symulowano taki sam sposób odwadniania dla pięciu kopalń:

- Paryż — zatopione wszystkie poziomy, odwadnianie sposobem głębinowym pompami zainstalowanymi w szybie Paryż lub Cieszkowski na rzędnej +83 m n.p.m.;
- Sosnowiec — zatopione wszystkie poziomy, ewentualne odwadnianie pompami głębinowymi zainstalowanymi w szybie Szczepan lub Sosnowiec dla utrzymania rzędnej +83 m n.p.m.;
- Porąbka-Klimontów — zatopienie poz. 550 m wraz z podpoziomem, poz. 550 m połączony szybem z poz. 470 m, odwadnianie pompami głębinowymi ewentualnie pompownia stacjonarna na poz. 470 m;
- Kazimierz-Juliusz — kopalnia czynna, odwadnianie stacjonarne jak obecnie;
- Siemianowice — odwadnianie stacjonarne jak obecnie.

W pozostałych kopalniach symulowany sposób odwadniania był zróżnicowany w zależności od przyjętych założeń. Zmieniano zasięg likwidowanych poziomów, sposób połączeń między nimi, charakter systemu odwadniania oraz rzędną piętrzenia na poszczególnych poziomach.

Rezultaty wstępnych obliczeń symulacyjnych pozwoliły na wybór wariantów najkorzystniejszych. Jako optymalne, pod względem zapewnienia bezpieczeństwa dla wyrobisk czynnych kopalń sąsiednich oraz wielkości dopływów wód do poszczególnych kopalń, na wstępnym etapie projektowym uznano wyniki trzech wariantów (wraz z jednym podwariantem), które przedstawiono poniżej. W toku dalszych badań dokonano kolejnej selekcji i uznano za najlepsze rozwiązanie warunki symulowane w wariantcie 3 wraz z podwariantem 3/1. Za jego wyborem przemawia również przeprowadzona wstępna analiza ekonomiczna. Z związku z tym wyniki tego wariantu zaprezentowano szerzej.

Przy interpretacji przedstawionych wyników badań trzeba mieć na względzie fakt, że model ma charakter stacjonarny, a więc obrazuje stan ustalony, tj. taki, jaki będzie po osiągnięciu we wszystkich kopalniach zakładanych rzędnych odwadniania. Osiągnięcie tych rzędnych poprzedzone będzie okresem (od kilku do kilkunastu lat), w którym w niektórych kopalniach nie będzie konieczne pompowanie wody.

4.1. W a r i a n t 1

W wariantcie 1 w kopalni Saturn symulowano odbiór wód triasowych sposobem stacjonarnym na poz. 210 m i zatopienie poziomów 230 m, 290 m i 320 m, zrzut wód z poz. 188 m i odwadnianie za pomocą głębinowych agregatów pompowych umieszczonych w szybie nr 2 na rzędnej odwadniania +45 m n.p.m.

W kopalniach sąsiadujących, w wariantcie 1 główna zmiana w stosunku do stanu wyjściowego dotyczyła podniesienia rzędnych odwadniania w rejonie kopalń Paryż i Sosnowiec z obecnych do rzędnej odwadniania +83 m n.p.m., utrzymywanej następnie za pomocą agregatów głębinowych. Dla utrzymania tej rzędnej przy funkcjonowaniu odwadniania kopalni Porąbka-Klimontów nie będzie konieczne pompowanie w kopalni Sosnowiec.

Zmianie ulega także rzędna odwadniania w rejonie kopalni Jowisz. Obecnie najniższa rzędna odwadniania w rejonie granicy między OG Jowisz i kopalni Andaluzja utrzymywana jest na wysokości -20 m n.p.m. Po szczegółowej analizie warunków geologiczno-górnictwowych przyjęto, że możliwe jest utrzymywanie w rejonie OG Jowisz rzędnej odwadniania +45 m n.p.m. za pomocą pomp głębinowych, bez stwarzania zagrożenia wodnego dla kopalni Andaluzja.

W kopalni Grodziec założono odwadnianie pompami głębinowymi umieszczonymi w szybie 2 z utrzymaniem rzędnej odwadniania +45 m n.p.m.

Zmiany w systemach odwadniania zaproponowane w wariantcie 1 będą skutkowały najpierw podwyższeniem ciśnienia w obszarach zatapiających kopalń, a z pewnym opóźnieniem wynikającym z czasu zatapiania zrobów wzrostem dopływów do kopalń sąsiadujących (tab. 3).

TABELA 3

Zestawienie dopływów do poszczególnych poziomów w obrębie kopalń dla wariantu 1 — stan ustalony

TABLE 3

Inflows into particular levels within the mines for variant 1 — steady state

Kopalnia	Dopływ naturalny (na poziomach)	Rodzaj odwadniania	Miejsce odbioru dopływu	Wielkość dopływu [m ³ /min]
Jowisz	230 m, podziom	głębinowe	szyb, H = +50 m n.p.m.	0,51
całość				0,51
Sicmianowice	206 m	stacjonarne	poz. 206 m	2,56
	321 m	stacjonarne	poz. 321 m	10,07
	460 m	stacjonarne	poz. 460 m	9,92
całość				22,55
Grodziec	300 m	głębinowe	szyb, H = +50 m n.p.m.	2,01
całość				2,01
Saturn	210 m	stacjonarne	poz. 210 m wody triasowe	17,19
	188 m, 230 m, 290 m, 320 m	głębinowe	# Nr 2, H = +40 m n.p.m.	20,41
całość				37,60
Paryż	250 m, 390 m	głębinowe	# Paryż / # Cieszkowski, H = +83 m n.p.m.	10,59
całość				10,59
Sosnowiec	280 m, 450 m	głębinowe	# Szczepan / # Sosnowiec, H = +83 m n.p.m.	0,00
całość				0,00

W końcowym etapie takiego rozwiązania można oczekiwać zmian wydajności całego scentralizowanego systemu odwadniania w postaci zmniejszenia ilości pompowanych wód dołowych o około 4,5%. W okresie ustalania się tych warunków filtracji, ilość wód kopalnianych które należy odpompować będzie znacznie mniejsza od obecnie zrzucanych.

W przypadku kopalni Saturn w wariantcie 1 prognozuje się łączny wzrost dopływów do wielkości 37,60 m³/min (tab. 3). Jest on związany przede wszystkim z podniesieniem rzędnych odwadniania w kopalniach Paryż, Sosnowiec i Grodziec. Przy takim sposobie odwadniania nie występuje zagrożenie wodne dla wyrobisk położonych w części wschodniej, tj. tam gdzie utrzymywane będzie odwadnianie stacjonarne wód triasowych.

W wariantcie 1 w przypadku kopalni Jowisz nastąpi spadek wielkości dopływów, tj. ilości wód odbieranych przez pompy głębinowe utrzymujące rzędną odwadniania +50 m n.p.m., do 0,51 m³/min.

W przypadku kopalni Siemianowice w rozpatrywanym wariantcie nastąpi niewielki wzrost dopływów całkowitych do wartości 22,55 m³/min (tab. 3). Główne urządzenia odwadniające kopalni są przygotowane na przyjęcie dodatkowego dopływu.

W przypadku kopalni Grodziec nastąpi spadek dopływów całkowitych. Dla utrzymania rzędnej odwadniania +45 m n.p.m. konieczne będzie pompowanie 2,01 m³/min.

W przypadku zlikwidowanej kopalni Paryż zakłada się odwadnianie za pomocą pomp głębinowych zainstalowanych w szybie Paryż lub Cieszkowski. Pompy te utrzymywane będą odwadnianie na wysokości +83 m n.p.m. Dla utrzymania tej rzędnej odwadniania ilość wód odprowadzanych z rejonu kopalni Paryż zmniejszy się do 10,59 m³/min (tab. 3).

W przypadku kopalni Sosnowiec zakłada się możliwość piętrzenia wód do wysokości +83 m n.p.m., z ewentualnym podjęciem odwadniania przez pompy głębinowe zainstalowane w szybie Szczepan bądź Sosnowiec w wypadku osiągnięcia założonej rzędnej. Wyniki badań modelowych ukazują, iż taka rzędna nie będzie osiągnięta, w związku z tym nastąpi całkowita redukcja ilości odprowadzanych wód z kopalni Sosnowiec.

4.2. Warianty 2 i 3 wraz z podwariantem 3/1

W wariantach 2 i 3 podstawową różnicą w stosunku do wariantu 1 jest zmiana sposobu odwadniania w kopalni Saturn. W wariantcie 2 funkcjonuje stacjonarne odwadnianie (ujmowanie) czystych wód triasowych dopływających na poz. 210 m oraz oddzielne odwadnianie wód przemysłowych (pompy głębinowe) na poz. 210 m, pochodzących z zatopionych poziomów 230 m, 290 m i 320 m oraz poz. 188 m, połączonych z poziomem 210 m. Pozostałe warunki funkcjonowania modelu pozostają bez zmian. W wariantcie 3 natomiast pompowanie wód triasowych i przemysłowych ma być realizowane za pomocą pomp głębinowych. Sposób odprowadzania wód nie ma wpływu na ich ilość, dlatego też prognozowane w obu wariantach ilości odprowadzanych wód są jednakowe. Dodatkowo w podwariantcie 3/1 zakłada się wymieszanie wód triasowych i przemysłowych i łączne ich pompowanie sposobem głębinowym na powierzchnię. Nie ma to jednak wpływu na otrzymywane wyniki badań modelowych.

W przypadku kopalni Saturn nastąpi wzrost całkowitych dopływów w stosunku do wartości mierzonych, osiągając wielkość 35,03 m³/min (tab. 4). Jest to jednakże o 2,57 m³/min mniej niż prognozuje się dla kopalni Saturn w wariantcie 1. Z tej wielkości 17,12 m³/min wody dopływać

będzie do systemu ujmującego czyste wody triasowe, a 17,91 m³/min wody pochodzić będzie z zatopionych poziomów: 230 m, 290 m i 320 m oraz 188 m.

Wprowadzona zmiana spowoduje niewielką korektę ilości wód odbieranych przez system odwadniania kopalni Jowisz. Dopyływy osiągną 0,57 m³/min, co oznacza spadek w odniesieniu do dopyływów mierzonych. Jest to zarazem 0,06 m³/min wód dopyływających więcej niż w wariantcie 1 (tab. 3 i 4). Przy ostatecznej realizacji tego wariantu w przypadku kopalni Jowisz trzeba mieć na względzie możliwość całkowitego zaprzestania odwadniania (jak w wariantcie 1).

W wariantcie tym w przypadku kopalni Siemianowice obserwuje się wzrost łącznych dopyływów w stosunku do mierzonych do wartości 23,97 m³/min (tab. 4). Względem natomiast wariantu 1 przyrost wynosi 1,42 m³/min. Największy przyrost dopyływów prognozowano dla poz. 321 m. Prognozowany wzrost dopyływów nie spowoduje utrudnień w odprowadzaniu wód dopyływających dodatkowo do kopalni Siemianowice.

TABELA 4

Zestawienie dopyływów do poszczególnych poziomów w obrębie kopalń dla wariantów 2, 3 i 3/1 — stan ustalony

TABLE 4

Inflows into particular levels within the mines for variants 2, 3 and 3/1 — steady state

Kopalnia	Dopyływ naturalny (na poziomach)	Rodzaj odwadniania	Miejsce odbioru dopyływu	Wielkość dopyływu [m ³ /min]
Jowisz	230 m, podpoziom	głębinowe	szyb, H = +50 m n.p.m.	0,57
całość				0,57
Siemianowice	206 m	stacjonarne	poz. 206 m	3,61
	321 m	stacjonarne	poz. 321 m	10,84
	460 m	stacjonarne	poz. 460 m	9,52
całość				23,97
Grodzic	300 m	głębinowe	szyb, H = +50 m n.p.m.	2,21
całość				2,21
Saturn	210 m	stacjonarne	poz. 210 m wody triasowe	17,12
	188 m, 210 m, 230 m, 290 m, 320 m	głębinowe	poz. 210 m wody przemysłowe	17,91
całość				35,03
Paryż	250 m, 390 m	głębinowe	# Paryż / # Cieszkowski, H = +83 m n.p.m.	10,65
całość				10,65
Sosnowiec	280 m, 450 m	głębinowe	# Szczepan / # Sosnowiec, H = +83 m n.p.m.	0,00
całość				0,00

W przypadku kopalni Grodziec nastąpi spadek dopływów w stosunku do wielkości mierzo-nych. Z obliczeń prognostycznych wynika, iż dla utrzymania założonej rzędnej odwadniania ko-nieczne będzie pompowanie 2,21 m³/min wody. Oznacza to zarazem wzrost dopływów w od-niesieniu do wariantu 1 o 0,2 m³/min. Ten przyrost dopływu nie spowoduje wzrostu zagrożenia wodnego dla wyrobisk na poz. 210 m kopalni Saturn, gdzie może być utrzymywane odwadnianie stacjonarne (wariant 2).

W przypadku kopalni Paryż w wariantcie tym dla utrzymania założonej rzędnej odwadniania pompami głębinowymi (+83 m n.p.m.) konieczne będzie odpompowanie 10,65 m³/min, czyli mniej niż obecnie (tab. 4). Oznacza to nieznaczny przyrost (0,06 m³/min) dopływów względem wyników osiągniętych w wariantcie 1.

W przypadku kopalni Sosnowiec dla utrzymania założonej rzędnej odwadniania pom-pami głębinowymi (+83 m n.p.m.) nie będzie konieczne pompowanie wody, podobnie jak w wariantcie 1.

W wariantcie 3/1 jedyną zmianą w stosunku do wariantu 3 jest dopuszczenie do wymieszania się wód triasowych i przemysłowych oraz ich łączne pompowanie za pomocą pomp głębi-nowych. Nie zmienia to założeń przyjętych w modelu do obliczeń prognostycznych, w związku z czym uzyskano analogiczne rezultaty jak w wariantcie 3.

W tabeli 5 zestawiono rzeczywiste i prognozowane dopływy do kopalń.

TABELA 5

Zbiorecze zestawienie prognozowanych dopływów do kopalń dla rozpatrywanych wariantów — stan ustalony [m³/min]

TABLE 5

Compiled sets of prognosed inflows to mines for the analysed variants — steady state [m³/min]

Kopalnia	Stan obecny (I—VI 1998 r.)	Wariant 1	Warianty 2, 3 i 3/1
Saturn	35,5	37,60	35,03
Siemianowice	22,4	22,55	23,97
Jowisz	1,6	0,51	0,57
Grodziec	6,5	2,01	2,21
Paryż	12,7	10,59	10,65
Sosnowiec	9,1	0,00	0,00

5. Czas zatapiania kopalń

Przedstawione powyżej wyniki obliczeń modelowych przedstawiają sytuację po ustaleniu się warunków, tj. po osiągnięciu w poszczególnych kopalniach określonych i dopuszczalnych rzędnych odwadniania. Do czasu ich osiągnięcia nie będzie konieczne pompowanie wody z ob-szaru konkretnej kopalni.

Na podstawie przyjętych w opracowaniu Rogoża i in. (1998) założeń, autorzy projektu koncepcyjnego przeprowadzili wstępne obliczenia czasów zatapiania dla przyjmowanych obecnie warunków. Mają one charakter szacunkowy. Do obliczeń przyjęto w przypadku poszczególnych kopalń średnie dopływy między stanem mierzonym a prognozowanym, jest bowiem zrozumiałe, że w czasie zatapiania wyrobisk i zrobów oraz związanym z tym podnoszeniem zwierciadła wód dopływ będzie się zmniejszał.

5.1. Kopalnia Saturn

Do obliczenia czasu zatapiania kopalni Saturn przyjęto średni dopływ wody $Q_{sr} = 18,5 \text{ m}^3/\text{min}$ tj. $26\,640 \text{ m}^3/\text{d}$ w przypadku wyłączenia pompowni na poziomach 320 m, 290 m i 188 m (warianty 1 i 2) oraz $Q_{sr} = 35,5 \text{ m}^3/\text{min}$, tj. $51\,120 \text{ m}^3/\text{d}$ w przypadku wyłączenia wszystkich pompowni i zatapiania kopalni do rzędnej +71 m n.p.m. (tab. 6 i 7). Ponadto przyjęto, że poniżej poz. 320 m (rzędna -46 m n.p.m.) wszystkie wyrobiska i stare zrobys są aktualnie zatopione.

TABELA 6

Czas zatapiania kopalni Saturn dla $Q_{sr} = 18,5 \text{ m}^3/\text{min}$

TABLE 6

Flooding time of the mine Saturn for $Q_{sr} = 18,5 \text{ m}^3/\text{min}$

Interwał [m n.p.m.]	Dopływ średni Q_{sr} [m^3/d]	Pojemność wyrobisk [tys. m^3]	Czas zatapiania [doby]	Narastająco czas zatapiania [doby]
+50,0—+71,0	26 640	2 900	108,8	292,0
+45,0—+50,0	26 640	780	29,3	183,2
0,0—+45,0	26 640	2 350	88,2	153,9
-46,0—0,0	26 640	1 750	65,7	65,7

TABELA 7

Czas zatapiania kopalni Saturn dla $Q_{sr} = 35,5 \text{ m}^3/\text{min}$

TABLE 7

Flooding time of the mine Saturn for $Q_{sr} = 35,5 \text{ m}^3/\text{min}$

Interwał [m n.p.m.]	Dopływ średni Q_{sr} [m^3/d]	Pojemność wyrobisk [tys. m^3]	Czas zatapiania [doby]	Narastająco czas zatapiania [doby]
+50,0—+71,0	51 120	2 900	56,7	152,1
+45,0—+50,0	51 120	3 130	61,2	95,4
-46,0—+45,0	51 120	1 750	34,2	34,2

Z danych przedstawionych w tabelach 6 i 7 wynika, że w przypadku równoczesnego zatrzymania pomp w pompowniach na poziomach 320 m, 290 m i 188 m zatopienie wyrobisk do rzędnej +45,0 m n.p.m. nastąpi w ciągu 154 dni, natomiast do rzędnej +71,0 m n.p.m. nastąpi po około 292 dniach.

W przypadku równoczesnego wyłączenia z ruchu wszystkich pompowni (także na poz. 210 m) zatopienie wyrobisk do rzędnej +71,0 m n.p.m. (poziom 210 m) nastąpi po około 152 dniach.

5.2. Kopalnie sąsiadujące z kopalnią Saturn

W tabeli 8 zestawiono wyniki obliczeń czasów zatapiania wyrobisk, zrobów i górotworu w kopalniach sąsiadujących z kopalnią Saturn.

TABELA 8

Czas zatapiania kopalń sąsiadujących z kopalnią Saturn dla przyjętych rzędnych odwadniania

TABLE 8

Flooding times for mines neighbouring Saturn for the assumed dewatering level

Kopalnia	Dopływ [m ³ /min]	Rzędna zatapiania [m n.p.m.]	Czas zatapiania [lata]
Paryż	12,7	+83	1,6
Sosnowiec	9,1	+83	5,6
Grodzic	6,5	+45	1,8
Jowisz	1,6	+45	14,9

Z obliczeń wynika, że wypełnienie wyrobisk i zrobów do rzędnej +83 m n.p.m. w kopalni Paryż trwać będzie około 1,6 lat, zaś w kopalni Sosnowiec około 5,6 lat (tab. 8). W przypadku kopalni Grodzic będzie on wynosił około 1,8 lat, natomiast czas zatapiania kopalni Saturn do rzędnej +71 m n.p.m. wyniesie 292 dni, tj. 0,8 roku. Z porównania przedstawionych powyżej danych wynika, że możliwa jest synchronizacja działań związanych z zatapianiem kopalni Grodzic i kopalni Saturn. Ma ona na celu wyeliminowanie zagrożenia związanego ze stworzeniem zbyt dużej różnicy ciśnień piętrowych wód w rejonie połączenia hydraulicznego między tymi kopalniami.

6. Możliwości przepływu piętrowych wód w kopalni Saturn z poziomów 320 m i 290 m do 210 m

Do realizacji przedstawionych wyżej wariantów odwadniania konieczny jest swobodny przepływ spiętrzonych wód z rejonu Piaski (poz. 230 m i 290 m) do rejonu Czeladź (wariant 1) oraz (warianty 2 i 3) przepływ spiętrzonych wód z rejonu Czeladź (poz. 320 m i wód zrzuconych z poz. 188 m) do rejonu Piaski.

Zaprzestanie pompowania wód z dopływu naturalnego w rejonie Czeladź poz. 320 m spowoduje w pierwszej kolejności zatopienie wyrobisk głównego odwadniania w rejonie szybów nr 1 i nr 2 na poz. 320 m, a następnie kolejnych wyrobisk, którymi obecnie woda dopływa do poz. 320 m. W pierwszej kolejności zatopiony będzie przekop Milowicki oznaczony jako droga przepływu nr 1. Następnie z przekopu Milowickiego poz. 320 m zalane zostaną kolejno chodniki

w pokładzie 620 o numerach 2, 3, 4, 5 i zroby zawałowe pokładu 620 m. W końcowym odcinku chodnik oznaczony nr 5 ma połączenie z chodnikiem transportowym głównym (nr 5a), a następnie z upadową wentylacyjno-transportową z poziomu 290 m do pokładu 620 i 615 oznaczoną nr 6. Piętrząc się dalej woda dopłynie upadową do przekopu Północno-Zachodniego poz. 290 m usytuowanego na rzędnej około -10 m n.p.m.

Po wypełnieniu się wodą chodników wodnych systemu głównego odwadniania na poz. 290 m przy szybiku Andrzej woda zatapiać będzie równocześnie przekop Południowy (chodnik nr 9), a następnie wyrobiska byłego Ruchu II Milowice, dochodząc do poz. 230 m ($+45$ m n.p.m.) i dalej do przekopu Czeladzkiego na tym poziomie oraz do upadowej z poz. 210 m do poz. 230 m będącej przedłużeniem tego przekopu. Zatapanie wymienionej upadowej zostanie zatrzymane na rzędnej około $+71,0$ m, tj. na rzędnej przelewu na wylocie szybika Andrzej poz. 210 m.

Z szybika Andrzej woda grawitacyjnie spływać będzie przecznicą zachodnią (nr 10) poz. 210 m na przecznicę Północną (nr 11) w rejon podszybia szybu Paweł do komór pomp.

Z przedstawionej analizy wynika, że między rejonami Czeladź i Piaski występują dobre połączenia istniejącymi wyrobiskami. Umożliwia to realizację każdego z omawianych wariantów, bez stwarzania zagrożenia wodnego dla pompowni stacjonarnych w kopalniach Saturn (wariant 1 i 2) i Siemianowice.

7. Połączenia hydrauliczne kopalni Saturn z kopalniami sąsiednimi

Połączenia hydrauliczne kopalni Saturn z kopalniami sąsiednimi także determinują wybór koncepcji odwadniania. W związku z tym omówiono je w sposób syntetyczny.

7.1. Próg przelewowy między kopalnią Saturn i kopalnią Siemianowice

Najniższe bezpośrednie połączenie hydrauliczne kopalni Saturn z kopalnią Siemianowice może nastąpić przez stare zroby pokładu 510 wybranego na zawał po obu stronach wymienionych kopalń. Rzędna połączenia określono na $+71$ m n.p.m.

Przepływ wód do kopalni Siemianowice od strony kopalni Saturn w zrobach pokładu 510 mógłby nastąpić w przypadku spiętrzenia wody w kopalni Saturn do rzędnej $+94,1$ m n.p.m. Rzędna ta wyznacza wysokość tzw. progu przelewowego między kopalniami Saturn i Siemianowice. Stosunkowo wysokie usytuowanie progu przelewowego daje gwarancję, że przy realizacji wariantów 2 lub 3 możliwe będzie takie spiętrzenie wód w rejonie Czeladź, aby nastąpił ich przepływ do rejonu Piaski.

7.2. Połączenie kopalni Saturn z kopalnią Grodziec

Kopalnia Saturn posiada z kopalnią Grodziec jedno połączenie pośrednie przez wąski filar graniczny w pokładzie 615 i 612. Szerokość filara jest zmienna i wynosi od 24 do 42 m, a rzędne pokładu 615 przy filarze wynoszą od -12 do $+8$ m n.p.m. W rejonie tym kopalnia Saturn wybrała również na zawał pokład 612 leżący około 20 m nad pokładem 615.

7.3. Połączenie między kopalnią Saturn a kopalnią Paryż

Między kopalnią Saturn i kopalnią Paryż nie występują połączenia hydrauliczne.

7.4. Połączenie między kopalnią Saturn a kopalnią Sosnowiec

Kopalnia Saturn posiada z kopalnią Sosnowiec trzy połączenia: dwa bezpośrednie na rzędnych +83 m n.p.m. oraz jedno pośrednie. Połączenie pośrednie stanowią podsadzony zroby w pokł. 506 i 510 oddzielone wąskim filarem granicznym o szerokości około 10 m na rzędnych od +62 m n.p.m. do +83 m n.p.m. Najważniejsze znaczenie dla obu kopalń mają połączenia bezpośrednie. Szczegółowa analiza obu połączeń wykazała, że dotyczą one rejonu przecznicy Wschodniej Nowej, która zlikwidowana została przez podsadzenie. Jest to jednak wyrobisko poziome, co nie gwarantuje szczelności jego podsadzenia pod sam strop. Świadczy o tym obserwowany w latach ubiegłych stały wypływ wody zza tamy izolacyjnej zabudowanej na przecznicy Wschodniej Nowej. W tej sytuacji nie przewiduje się piętrzenia wody w kopalni Sosnowiec powyżej rzędnej +83 m n.p.m.

7.5. Połączenie między kopalnią Jowisz i kopalnią Grodziec

Bezpośrednie połączenie hydrauliczne między tymi kopalniami istnieje poprzez zroby podsadzkowe pokładu 510 występujące na rzędnych od +24 m do +60 m n.p.m.

7.6. Połączenie między kopalniami Jowisz i Andaluzja

Wzdłuż granicy obszaru górniczego kopalni Jowisz i kopalni Andaluzja istnieje kilka bezpośrednich i pośrednich połączeń między zrobami obu kopalń w pokładach siodłowych. Najniższe bezpośrednie połączenie występuje na rzędnej -11 m n.p.m. poprzez wzajemne połączenie wyrobisk przekopem wznoszącym do pokładu 419 kopalni Andaluzja. Prognozowany docelowy dopływ wody do kopalni Jowisz wynoszący 0,56 m³/min będzie grawitacyjnie spływał na poziom 415 m (-125 m n.p.m.) kopalni Andaluzja, na którym dopływy wody nie przekraczają 3,0 m³/min, a nominalna wydajność pomp wynosząca 8,0 m³/min gwarantować będzie bezpieczeństwo ruchowe odwodnienia.

Podsumowanie

Najkorzystniejszym rozwiązaniem w zakresie docelowego pompowania wody w kopalniach tworzących tzw. podsystem Saturn jest wariant 3, według którego głównym punktem odbioru wody w ilości około 35 m³/min będzie rejon Piaski — kopalnia Saturn poz. 210 m (+69,0 m n.p.m.). Pompy głębinowe zabudowane zostaną w szybie Paweł. W kopalni Grodziec projektuje się zabudowanie pomp głębinowych w szybie nr II na rzędnej +50 m n.p.m., skąd pompować będą docelowo 2,2 m³ wody na minutę. W kopalni Jowisz, po zakończeniu działalności ZG Wojkowice, woda w ilości 0,6 m³/min włączona zostanie do systemu odwadniania kopalni Grodziec lub spływać będzie grawitacyjnie do kopalni Andaluzja bezpośrednim połączeniem na rzędnej -11 m n.p.m.

Podstawową zaletą proponowanego sposobu odwadniania jest możliwość kształtowania odbudowującego się zwierciadła wód podziemnych w miarę realizacji kolejnych decyzji likwidacyjnych i zmian warunków eksploatacji w czynnych zakładach górniczych. Tym samym zmniejszy się ilość wód pochodzących z regionalnego odwadniania kopalń i zrzucanych do cieków powierzchniowych, zwłaszcza w okresie zatapiania likwidowanych kopalń i dochodzenia do stanu końcowego. Ważnym elementem proponowanego systemu jest eliminowanie konieczności utrzymania pod ziemią ludzi, likwidacja podziemnych pompowni, wyrobisk chodnikowych i części sztybów oraz urządzeń sztybowych i wentylacyjnych, dzięki czemu możliwe będzie osiągnięcie efektów ekonomicznych i ekologicznych w fazie eksploatacji nowego systemu odwadniającego. Zakłada się scentralizowane sterowanie całego procesu regionalnego odwadniania przy wykorzystaniu istniejącej infrastruktury, łącznie z systemem zrzutu wód. Stworzy to warunki do minimalizacji kosztów eksploatacji proponowanego systemu, co w krótkim czasie zrekompensuje niezbędne wydatki inwestycyjne.

LITERATURA

- Rogoż M. i in., 1998 — Prognoza czasu wypełniania się zrobów wodą w sukcesywnie likwidowanych kopalniach w północnej i północno-wschodniej części Górnśląskiego Zagłębia Węglowego. Maszynopis, GIG, Katowice.
- Szczepański A., Adameczyk A.F., Haładus A., Zdechlik R., 1998 — Propozycja zmian systemu odwadniania likwidowanych kopalń w północnej i północno-wschodniej części GZW. Hydrogeologia obszarów zurbanizowanych i uprzemysłowionych (Jankowski A.T. — red), Prace Nauk. Uniw. Śl. w Katowicach nr 1718, Katowice.
- Szczepański A., Adameczyk A.F., Haładus A., Zdechlik R., 1998 — O celowości zmian systemów odwadniania likwidowanych kopalń węgla kamiennego. VII Konferencja: Problemy geologii i górnictwie podziemnym, Ustroń. Prace Nauk. Głównego Instytutu Górnictwa, seria Konferencje nr 24, Katowice.
- Szczepański A. i in., 1997/98 — Badania hydrogeologiczno-górnictwe dla opracowania warunków i zasad funkcjonowania scentralizowanego systemu odwadniania likwidowanych kopalń gwarantujących bezpieczeństwo czynnych zakładów górniczych. Projekt celowy 9 T12A 038 96 C/3006: Centralny system odwadniania likwidowanych kopalń zlokalizowanych w północnej i północno-wschodniej części Górnśląskiego Zagłębia Węglowego, uwzględniający bezpieczeństwo kopalń czynnych. Maszynopis, AGH, Kraków.
- Szczepański A. i in., 1998 — Raport końcowy. Projekt celowy 9 T12A 038 96 C/3006: Centralny system odwadniania likwidowanych kopalń zlokalizowanych w północnej i północno-wschodniej części Górnśląskiego Zagłębia Węglowego, uwzględniający bezpieczeństwo kopalń czynnych. Maszynopis, AGH, Kraków.
- Zdechlik R. — Możliwości zastosowania programu MODFLOW do symulacji zmian dopływów do likwidowanych kopalń w północno-wschodniej części GZW. Spraw. z Pos. Kom. Nauk. t. XLII/2, 1998, w druku.

THE FINAL TARGET MODEL OF THE DEWATERING OF MINE SATURN AND NEIGHBOURING MINES UNDER CONDITIONS OF THEIR LIQUIDATION**Key words**

Mine dewatering, water endangerment

Abstract

The design of the multivariant Final Target system of dewatering the mine Saturn, guaranteeing the safety of neighbouring mines, was realized during the initial stage of implementation of an earlier target project undertaken by the University of Mining and Metallurgy in Cracow. The design puts forward the method of target dewatering the mines: Saturn, Siemianowice with ZG Rozalia, Jowisz with ZG Wojkowice, Grodziec, Paryż, Sosnowiec, Porąbka-Klimontów and Kazimierz-Juliusz. Placing one of the mines under liquidation resulted in the need to verify the accepted assumptions and allowed the simplification of the system of mine dewatering at Saturn and its neighbouring mines.

In order to develop the variants of the target dewatering system, it was necessary to take into consideration a range of technical and environmental factors. The magnitudes of the many year, long term inflows to each respective mine as well as the state of their dewatering systems was re-analyzed. Subsequently, the existing direct and indirect connections between the different mines was analyzed. The above factors to a large degree determine the proposed variants of target system of dewatering.

For the prognostic inflow calculations, a mathematical model realized during the target project was utilized while introducing significant changes resulting from the necessary consideration of the liquidation of dewatering at mine Grodziec. To determine the most favourable variant, initial simulation calculations for 10 possible solutions were performed. After precise analysis the results of 3 variants were characterized in particular detail as being the most favourable. Initial calculations of times of onset of mine flooding were also performed.

The most favourable solution of target pumping of water forming the so called subsystem of Saturn is variant 3; according to which the main water intake point (an amount of 35 m³/min) will be in the region of Piaski — mine Saturn pos. 210 m (+69.0 m above sea level). The fundamental advantage of the proposed dewatering method is the possibility of controlling the reconstruction of the groundwater level during the course of further decisions as regards to the liquidation of and or changes to the operating conditions in the operational coal mines. At the same time a decrease in the amount of water originating from the regional dewatering of mines (which pumped into surface courses) will occur.