

## Problemy hydrogeologiczno-górniczne systemu centralnego odwadniania wyrobisk górniczych zlikwidowanych kopalń rud cynku i ołowiu w niecce bytomskiej

Janusz Kropka\*, Janusz Respondek\*\*

*Centralna pompownia Bolko w Bytomiu umożliwia ciągłe odwadnianie wyrobisk górniczych zlikwidowanych w latach 1978–1989 kopalń rud cynku i ołowiu w triasowej niecce bytomskiej. Deformacje górotworu i powierzchni terenu, będące wynikiem intensywnej — głównie na zawał — eksploatacji pokładów węgla kamiennego w niżej leżących kopalniach, stwarzają dla centralnej pompowni problemy natury odwodnieniowo-górnicznej. Podstawowym problemem dla ciągłości pracy pompowni jest zachowanie drożnego i grawitacyjnego systemu przepływu wody w wyrobiskach i chodnikach wodnych szybu Bolko oraz awaria rozszczelnienia rurociągów na powierzchni terenu. Opady atmosferyczne są podstawowym źródłem dopływu wody, średnio ok. 25,0–30,0 m<sup>3</sup>/min, do wspomnianych wyrobisk. W bilansie wód dopływających do wyrobisk i pompowni znaczącą rolę odgrywają wody pochodzenia antropogenicznego: infiltracja z bezodpływowych zlewni w górniczych nieckach obniżeniowych, z cieków powierzchniowych oraz z miejskich sieci wodociągowych i kanalizacyjnych.*

**Słowa kluczowe:** złoża Zn–Pb, trias, zlikwidowane kopalnie, odwadnianie, niecka bytomska

Janusz Kropka & Janusz Respondek — **Hydrogeological and mining problems of the central dewatering system in mined-out ore workings in The Bytom Trough (southern Poland).** Prz. Geol., 48: 727–735.

*S u m m a r y.* The central pumping station Bolko in Bytom enables continuous dewatering of mined-out workings in lead-zinc ore mines in the Triassic Bytom Trough, that were abandoned in 1978–1989. The rock mass and surface deformations, which are the result of intensive, mainly roof caving exploitation of hard coal deposits in deeper situated mines, create for the central pumping stations problems of dewatering-mining nature. The basic problem to preserve work continuity in a pumping station is to maintain the efficient and gravitational system of water flow in mined-out workings and water galleries of Bolko shaft and loosing tightness of pipelines on the surface level. Precipitation is the main source of water inflow to the mentioned workings, ca. 25–30 m<sup>3</sup>/min on average. Water of anthropogenic origin is of great importance in the balance of water flowing into workings and pumping stations: infiltration from basins that have no water runoff, situated in mining subsidence, from surface currents and urban plumbing systems.

**Key words:** zinc-lead ore deposits, Triassic, abandoned mines, dewatering, The Triassic Bytom Trough

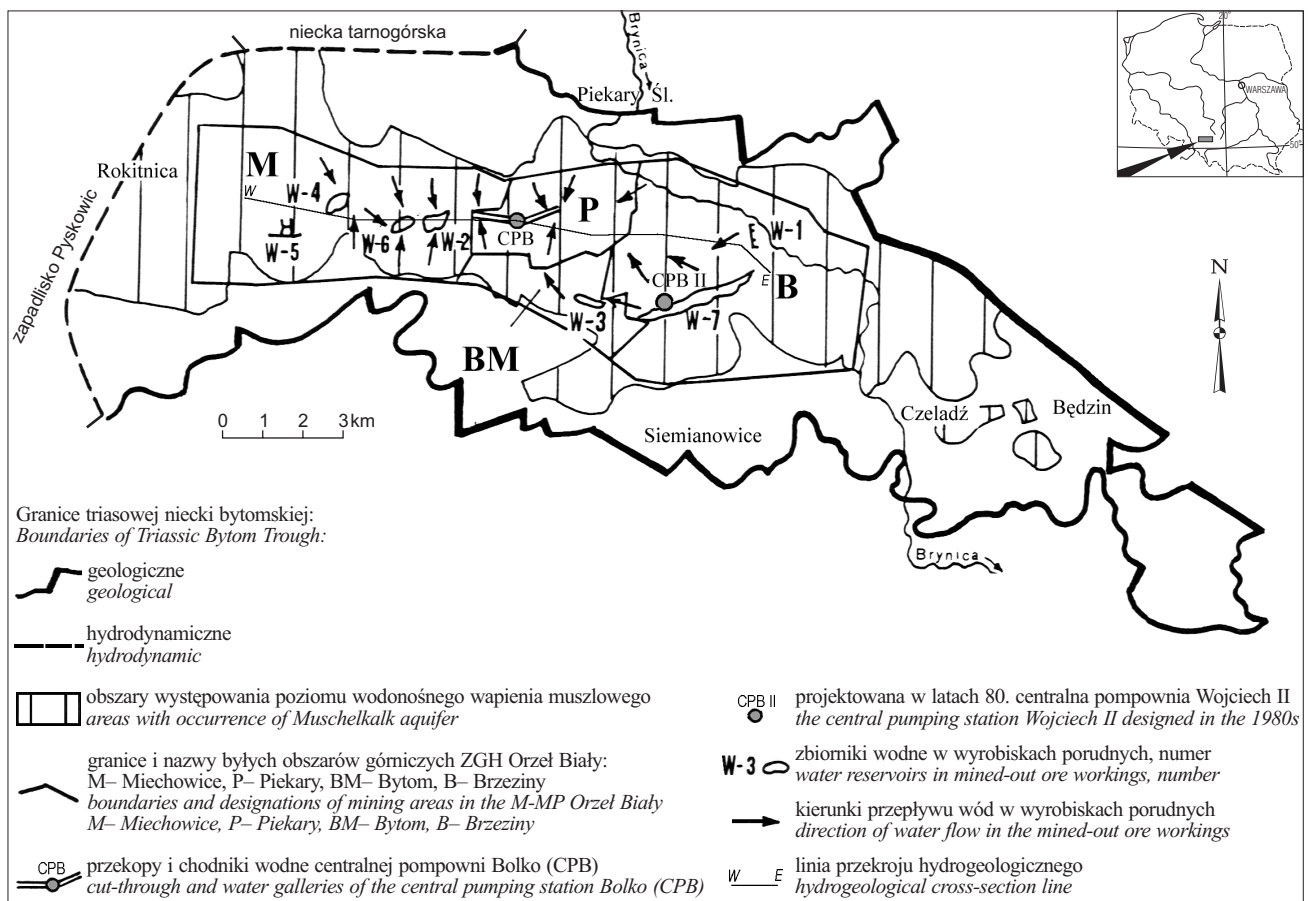
Kopalnictwo rud cynku i ołowiu na obszarze triasowej niecki bytomskiej było prowadzone przez kilkadziesiąt lat. Pierwsze udokumentowane przekazy historyczne pochodzą z pierwszej połowy XII w. (Majorczyk, 1985). Znaczący rozwój górnictwa rudnego nastąpił po zakończeniu II wojny światowej. W połowie lat 70. czynnych było 5 kopalń rud cynku i ołowiu: Nowy Dwór, Waryński, Marchlewski, Orzeł Biały i Dąbrówka (ryc. 1). Wyczerpywanie się przemysłowych zasobów spowodowało, że w latach następnych kończono eksploatację górnictwem i przystąpiono do likwidacji kopalń. Okres ten trwał od grudnia 1978 — kopalnia Nowy Dwór — do grudnia 1989 r. — kopalnia Dąbrówka (Kropka i in., 1994). Procesowi likwidacji kopalń rudnych towarzyszyło przejęcie całkowitego dopływu wód do poszczególnych rejonów przez centralną pompownię przy szybie Bolko. Konieczność dalszego odwadniania wyrobisk zlikwidowanych kopalń rudnych, do czasu zakończenia eksploatacji górnictwem niżej leżących pokładów węgla, wynika z możliwości powstania realnego zagrożenia wodnego dla eksploatujących je zakładów górniczych. W skład centralnej pompowni Bolko (CPB) wchodziły szyb Bolko wraz z całą towarzyszącą infrastrukturą, 2 — zachodnie i wschodnie — odpowiednio chodniki wodne i przekopy oraz komora pomp (ryc. 2). W początko-

wym okresie, tj. w latach 1989–1995, utrzymanie systemu w należytej sprawności technicznej umożliwiającej praktycznie na bieżąco wypompowywanie wód kopalnianych nie powodowało większych kłopotów. Dopiero nie notowane wcześniej dopływy wody do wyrobisk górniczych zlikwidowanych kopalń i tym samym centralnej pompowni w drugiej połowie 1997 r. oraz intensywne osiadania górotworu i powierzchni terenu, zintensyfikowały problemy natury hydrogeologiczno-górnicznej dla użytkownika wspomnianej pompowni, czyli Zakładów Górniczo-Hutniczych Orzeł Biały SA z siedzibą w Bytomiu.

W pracy na tle modelu hydrogeologicznego i warunków złożowo-górnicznych niecki bytomskiej, scharakteryzowano źródła dopływu wód oraz zagrożenia górnicze i wodne dla CPB. Dane dotyczące ilości dopływających wód do wyrobisk porudnych i CPB przyjmuje się na podstawie pomiarów prowadzonych przez służby zakładu. Były one okresowo weryfikowane pomiarami hydrometrycznymi w chodnikach wodnych. Źródła i wielkości antropogenicznych dopływów do omawianych wyrobisk uzyskano z analiz i bilansu gospodarki wodno-ściekowej w miejskich i wojewódzkich przedsiębiorstwach wodociągowych. Powierzchnie niecek osiadań, objętości wód zgromadzonych oraz odprowadzanych z zalewisk monitoruje Przemysłowa Spółka Wodna (PSW) Niecka Bytomska z siedzibą w Piekarach Śląskich. Zagrożenia grawitacyjnych możliwości dopływu wody z odwadnianego obszaru w rejon szybu Bolko oraz możliwości rozszczelnienia rurociągów odprowadzających wody na powierzchni, wynikają z analizy wyników pomiarów geodezyjnych wykonywanych dla tych celów.

\*Wydział Nauk o Ziemi, Uniwersytet Śląski, ul. Będzińska 60, 41-200 Sosnowiec

\*\*Zakłady Górniczo-Hutnicze Orzeł Biały SA, ul. Siemianowicka 98, 41-902 Bytom



Ryc. 1. Szkic hydrogeologiczny byłego obszaru górniczego ZGH Orzeł Biały (warunki w 1999 r.)

Fig. 1. Hydrogeological draft of the former ore field in the Mining-Metallurgical Plant (M-MP) Orzeł Biały (state for 1999)

### Zarys warunków hydrogeologicznych i złożowo-górnich centralnej części niecki bytomskiej

Bytomski rejon kopalnictwa rud jest zlokalizowany w zachodniej części śląsko-krakowskiego obszaru występowania złóż rud cynku i ołowiu (Wilk i in., 1990). W strefie tej monoklina śląsko-krakowska charakteryzuje się skomplikowaną budową geologiczną i tektoniką fałdowo-blokową (Kotlicki, 1980). Triasowa niecka bytomska stanowi jedną z kilku fałdowo-blokowych struktur alpejskich niższego rzędu, sąsiadując od zachodu z zapadliskiem Pyskowic, a od północnego-zachodu z niecką tarnogórską. Granice północna, północno-wschodnia i południowa niecki są tektoniczno-erozyjne (ryc. 1).

Na przeważającym obszarze niecki bytomskiej, w naturalnym profilu hydrogeologicznym piętra wodonośnego triasu, wydzielano w zasadzie trzy niezależne poziomy wodonośne (Kropka, 1997a). Główne poziomy wodonośne wapienia muszlowego i retu, zbudowane z dolomitów i wapieni, są poziomami szczelinowo-krasowymi. Pierwszy z nich odgrywa zasadnicze znaczenie w zawodnieniu wyrobisk zlikwidowanych kopalń rud Zn-Pb (ryc. 1, 2). Poziom wodonośny wapienia muszlowego obejmował serię wapieni dolomitycznych i dolomitów kruszczonych, podrzędnie dolomitów marglistych. Seria ta jest silnie porowata, partiami zbrekcyjowana, silnie kawernista i stwarzała bardzo dogodne warunki do gromadzenia i przewodzenia wody. Poziom ten izolują od spodu ility wiritriolowe i przede wszystkim marglisto-wapienna, górna część

warstw gogolińskich, traktowana w przeszłości jako seria słabo przepuszczalna lub praktycznie nieprzepuszczalna. W warunkach naturalnych zwierciadło wody poziomu wapienia muszlowego występowało na rzędnej zbliżonej do zwierciadła wody rzeki Brynicy, tj. ok. +265 m n.p.m. (Baranowski, 1980; Pałys, 1968). Miąższość omawianego poziomu była bardzo zmienna, uwarunkowana zasięgiem wychodni, tektoniką i procesami erozyjnymi i wynosiła od kilku do maksymalnie ok. 55 m. W granicach triasowej niecki bytomskiej nie prowadzono w przeszłości badań hydrogeologicznych poziomu wodonośnego wapienia muszlowego, a równocześnie brak jest wiarygodnych informacji na temat eksploatacji tego poziomu studniami. Stąd też nie jest znana jego przepuszczalność, wodoprzewodność oraz rzeczywiste i jednostkowe wydajności.

Warunki zasilania poziomu wodonośnego wapienia muszlowego są podstawowym czynnikiem różnicującym udział dopływu wód do nieczynnych wyrobisk górniczych z partii zachodniej i wschodniej, odpowiednio ok. 14% i 86%. W układzie naturalnego krążenia wód można było wyróżnić 2 lokalne systemy przepływu, które przypuszczalnie kontaktowały się ze sobą. Wody podziemne w obrębie spękanych dolomitów diploporowych i kruszczonych do głębokości maksymalnej 100–110 m, tworzyły drugi, głębszy system, którego podstawą drenażu były wymycia erozyjne karbskie, bytomskie i Dąbrówki (Kropka, 1996).

**Tab. 1. Pojemność zbiorników wodnych istniejących w wyrobiskach porudnych w latach 1987–docelowo (w tys. m<sup>3</sup>) (Kropka i in., 1995)**

Numer zbiornika	Pojemność w tys. m <sup>3</sup> w latach					
	1987	1990	1995	2000	2010	docelowo
W-1	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5
W-2	1170,0	12,0	0,0	0,0	86,0	77,0
W-3	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0	35,0
W-4	132,0	178,0	173,0	270,0	240,0	213,0
W-5	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
W-6	58,0	28,0	13,0	102,0	46,0	35,0
W-7	–	1638,0	1638,0	1638,0	1638,0	1638,0

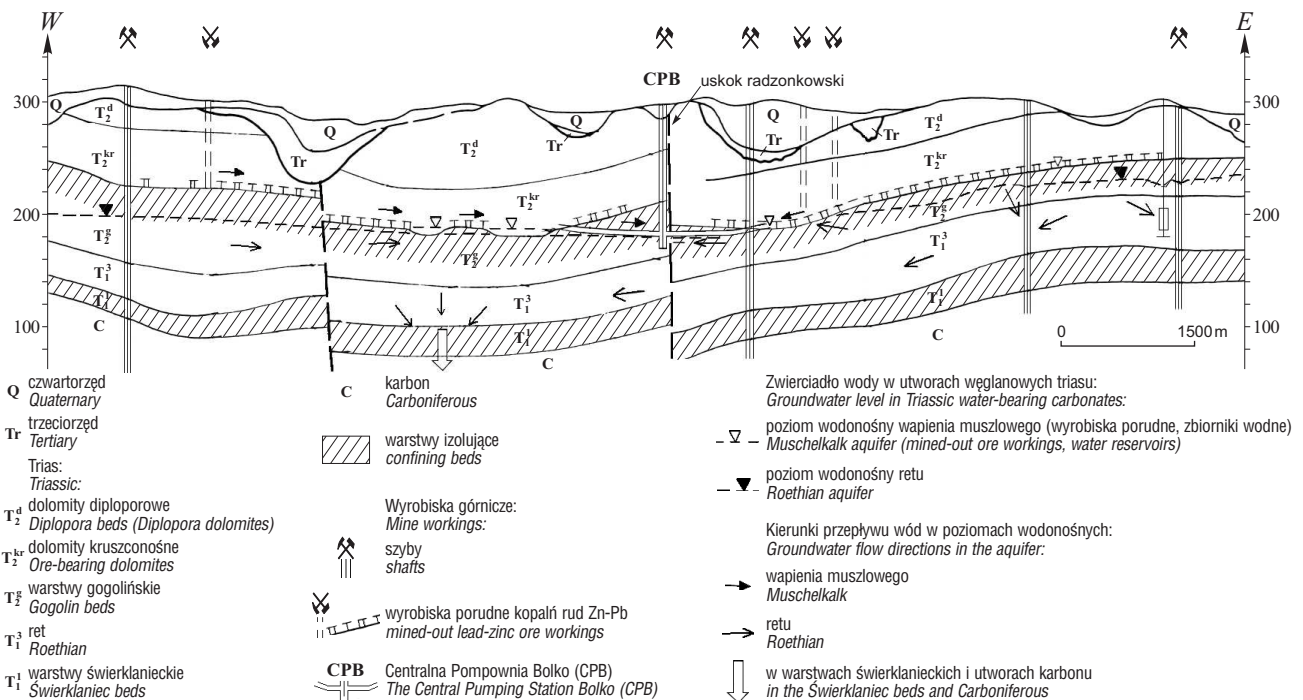
Poziom wodonośny retu ma obecnie największe rozprzestrzenienie w granicach niecki bytomskiej, a jego korzystne parametry hydrogeologiczne (Kropka, 1996, 1997a) stanowiły podstawę wydzielenia GZWP Bytom (nr 329) (Kleczkowski red., 1990). Niezbędne korekty i modyfikacje w przebiegu jego granic (Kropka, 1996; Rózkowski red., 1997) spowodowały, że zdecydowana większość nieczynnych wyrobisk kopalń rud cynku i ołowiu znalazła się poza zasięgiem wspomnianego zbiornika. Zgodnie z przyjętą regionalizacją hydrogeologiczną zwykłych wód podziemnych Polski (Paczyński, 1995), bytomski rejon złożowy znajduje się w rejonie bytomskim XII<sub>1C</sub>.

W utworach dolnego triasu, w środkowym i niższym pstrym piaskowcu, nieregularnie występował trzeci, porowy poziomy wodonośny charakteryzujący się słabą wodonośnością.

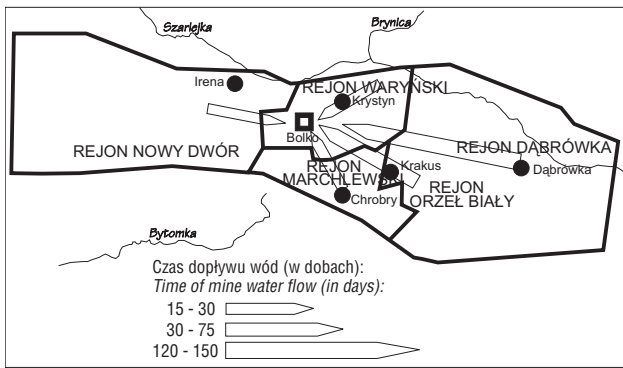
Długoletnia eksploatacja rud w centralnej części niecki bytomskiej spowodowała szczerpanie zasobów statycznych wód omawianego poziomu oraz obniżenie zwierciadła

wody do poziomu wyrobisk, tj. do rzędnej 240–170 m n.p.m. Obecnie za wyjątkiem lokalnych zbiorników wodnych wypełniających wyrobiska i caliznę górotworu, a tworzących się w lokalnych nieckach osiadań oraz tzw. rowu tektonicznego, głównie we wschodniej i centralnej części byłego obszaru górniczego Brzeziny (kopalnie Orzeł Biały i Dąbrówka), górotwór triasowy (ryc. 2) powyżej poziomu wyrobisk rudnych jest osuszony (Kropka, 1996).

Złoża rud cynku i ołowiu na omawianym obszarze są związane z serią tzw. dolomitów kruszczośnych, przede wszystkim środkowego anizyku (trias środkowy). Przedmiotem eksploatacji górniczej w kopalniach zlokalizowanych w granicach niecki bytomskiej, były zarówno złoża rud utlenionych (galmany), jak i rud siarczkowych (blendy cynkowa i galena; Gałkiewicz, 1980). Złożo było typu gniazdowego i wiązało się z okruszczoną strefą dolomitu kruszczośnego o miąższości ok. 15 m (Baranowski, 1980). Miąższość wybieranego złoża wynosiła od ok. 2,0



**Ryc. 2. Przekrój hydrogeologiczny**  
**Fig. 2. Hydrogeological cross-section**



**Ryc. 3.** Czas dopływu wód kopalnianych z poszczególnych rejonów do CPB po zatrzymaniu pompowni głównych (w latach 1989–1990)

**Fig. 3.** Time of mine water flow from the mining areas to the central pumping station (CPB) after stopping main pumping stations (1989–1990)

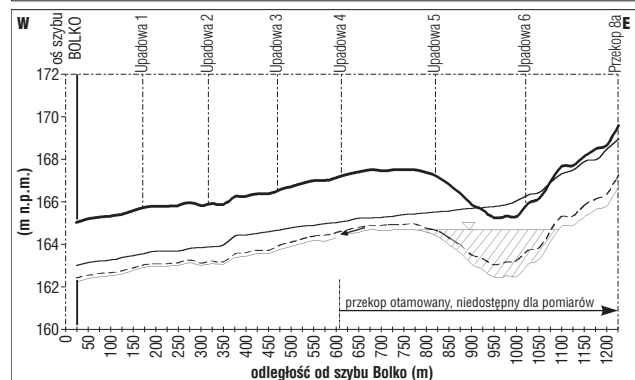
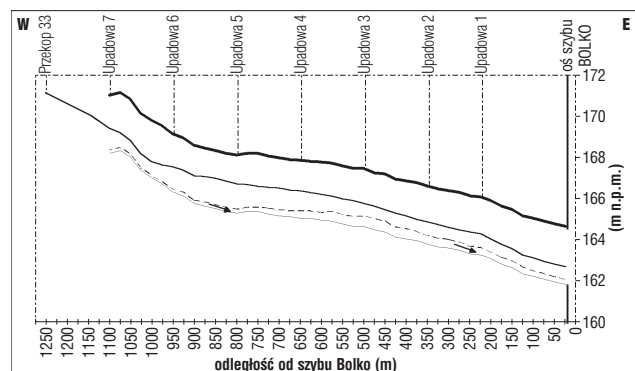
do 6,5 m, średnio 3,0–4,0 m. W zachodniej i centralnej części niecki złoże występowało przeważnie w jednej ławie w spągu dolomitów kruszonośnych, głównie na kontakcie z wapieniami warstw gogolińskich. We wschodniej części natomiast wzrastała liczba poziomów rudnych, znajdowały się one także bliżej powierzchni terenu. Mimo, że ciała rudne występowały głównie w całym profilu pionowym dolomitów kruszonośnych na głębokości od kilkunastu do ok. 90–100 m, to jednak najliczniej 40–80 m p.p.t. Stąd też główne poziomy wydobywczce kopalń rudnych znajdowały się na głębokościach (od powierzchni terenu): Nowy Dwór — 100 m, Waryński — 100 m, Orzeł Biały — 64, 90, 96 m, Marchlewski — 90, 100 m, Dąbrowka — 64 m. Eksploatacja złoże była prowadzona głównie systemem zabierkowym z zawałem stropu, lokalnie z podsadzką suchą utwardzoną lub hydrauliczną, systemem filarowo-komorowym z podsadzką hydrauliczną oraz systemem komorowym. Wszystkie nieczynne obecnie kopalnie KGH Orzeł Biały SA są połączone wyrobiskami podziemnymi.

W karbonie produktywnym, w zasięgu eksploatacji rud cynku i ołowiu, była prowadzona długoletnia oraz intensywna eksploatacja pokładów węgla. Obecnie, według stanu na 01.09.1999 r., działalność górniczą prowadzi jeszcze 7 zakładów górniczych wydzielonych z obszarów górniczych likwidowanych kopalń węgla kamiennego. Warunki występowania pokładów węgla kamiennego miały zasadniczy wpływ na intensywność ich eksploatacji. Przede wszystkim, pod obecnymi zrobami rudnymi były eksploatowane pokłady warstw rudzkich, siódłowych i porębskich, tj. pokłady o numeracji 405–419, 501–510 oraz 615, 616 i 620, o miąższości w granicach 1,2–9,0 m. Eksploatacja była i jest obecnie prowadzona w przedziale głębokości 180–930 m p.p.t. systemem ścianowym, z zawałem stropu i podsadzką hydrauliczną.

### Problemy hydrogeologiczne na etapie likwidacji kopalń rud Zn-Pb

Wyczerpywanie się przemysłowych zasobów złóż rud Zn-Pb, a tym samym zbliżający się termin likwidacji kopalń rud Zn-Pb w niecce bytomskiej, zmusiły do opracowania na przełomie lat 70. i 80. harmonogramu likwidacji podstawowych obiektów i urządzeń górniczych ZGH

Orzeł Biały (Kropka i in., 1995). Harmonogram ten wskazywał na konieczność budowy systemu głównego odwadniania wyrobisk porudnych, a następnie jego utrzymanie do czasu wyeksploatowania występujących poniżej w utworach karbonu produktywnego pokładów węgla. Wstrzymanie odwadniania wyrobisk górniczych rozpoznie proces ich zatapiania i podnoszenia zwierciadła wody w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego. Wzrost wysokości hydraulicznej w tym poziomie spowoduje przesiąkanie wody przez słabo przepuszczalne warstwy gogolińskie do poziomu wodonośnego retu. Konsekwencją tego procesu będzie wzrost wysokości naporu w poziomie wodonośnym retu, które będzie miało tendencję do wyrównania z położeniem zwierciadła wody w poziomie wodonośnym wapienia muszlowego. Dopuszczenie do samozatopienia zrobów rudnych i górotworu triasowego spowodowałoby powstanie olbrzymiego zbiornika wodnego, o pojemności szacowanej wstępnie na kilkaset milionów m<sup>3</sup>. Wody tego zbiornika wytworzyłyby na poziomie spągu wyrobisk rudnych i poziomie najwyżej usytuowanych wyrobisk górniczych kopalń węgla kamiennego napory wynoszące odpowiednio co najmniej kilkadziesiąt oraz sto kilkadziesiąt metrów. Podziemny zbiornik wodny o takiej pojemności i wysokości naporu usytuowany nad czynnymi wyrobiskami kopalń węgla kamiennego, stwarzałaby poważne zagrożenia wodne dla niżej leżących kopalń węgla kamiennego. W kopalniach węgla kamiennego



Profil spągu chodnika wodnego:  
Profile of the water gallery floor:

- w 1989 r. in 1989
- - - w październiku 1994 r. in October 1994
- we wrześniu 1998 r. in September 1998
- strop chodnika wodnego we wrześniu 1998 r. water gallery roof in September 1998
- kierunek przepływu wód direction of water flow
- ▨ zbiornik wodny water reservoir

**Ryc. 4.** Przekroje podłużne zachodniego i wschodniego chodników wodnych

**Fig. 4.** Longitudinal sections of the western and eastern water galleries

zagrożenie wodne mogłoby się objawiać wzmożonym, niekontrolowanym dopływem oraz katastrofalnymi wdarzeniami wody do wyrobisk górniczych. Drogami migracji wód z poziomu wodonośnego wapienia muszlowego do retu i dalej w utwory karbonu produktywnego i nieczynne oraz czynne wyrobiska górnicze kopalń węgla kamiennego mogłyby być:

— odpowiednio nie zabezpieczone, nieszczelne i nie otamowane szyby kopalń węglowych, przecinających wyrobiska rudne i utwory triasu,

— nieprawidłowo zlikwidowane otwory wiertnicze odwiercone w przeszłości z powierzchni terenu do karbonu górnego, a przechodzące przez zroby rudne,

— intensywne spękania górotworu triasowego, które umożliwiłyby powstanie kontaktów typu antropogenicznego, a tym samym ucieczkę wód z poziomu wodonośnego wapienia muszlowego do retu i dalej w utwory karbonu produktywnego,

— uskoki tektoniczne przecinające utwory triasu i karbonu produktywnego (np. uskoki radzionkowski).

W listopadzie 1982 r. podjęto decyzję o scentralizowaniu odwadniania kopalń rud. Generalnie — w myśl tej koncepcji — wyrobiska górnicze miały być odwadniane dwoma centralnymi komorami pomp, zamiast jak dotychczas pięcioma głównymi i dwoma dużymi, lokalnymi pompowniami. Podstawową rolę w tym systemie miał odgrywać pogłębiany do głębokości 129,3 m szyb Bolko, z wybudowaną nową centralną komorą pomp oraz z wydrążonymi wyrobiskami odwadniającymi w kierunkach zachodnim i wschodnim. Celem tych wyrobisk było odprowadzenie wód z rejonów odwadnianych przez pompownie główne przy szybach Irena i Krystyn, odwodnienie zbiornika W-2 (ryc. 1) oraz niedopuszczenie do utworzenia się zbiornika wodnego w zrobach rudnych, po wschodniej stronie uskoku radzionkowskiego (ryc. 2). W 1987 r. analiza wpływu i skutków dokonanej oraz planowanej eksploatacji węgla na wyrobiska rudne wykazała, że spąg dolomitów kruszczośnych podczas prowadzenia eksploatacji węgla kamiennego — w okresie od 1990 do końca działalności górniczej tych kopalń — będzie się kształtował w sposób umożliwiający główny spływ wód kopalnianych w zrobach, w kierunku centralnej pompowni przy szybie Bolko, położonej w północnej części Bytomia (Piątek i in., 1988). Równocześnie w drugiej połowie 1988 r. ówczesne kopalnie Siemianowice i

Barbara-Chorzów zrezygnowały z eksploatacji górniczej płytko występujących pokładów węgla, co pozwoliło na powstanie zbiornika wodnego o objętości ok. 1 600 tys. m<sup>3</sup> w rowie tektonicznym, po zatrzymaniu pompowni lokalnej Wojciech (ryc. 1). Powyższe dwa fakty pozwoliły w 1988 r. na podjęcie decyzji o odstąpieniu od budowy drugiej centralnej pompowni Wojciech II i zorganizowaniu tylko jednego, scentralizowanego systemu odwadniania wszystkich zrobów likwidowanych kopalń ZGH Orzeł Biały, o

zdolności pompowania ok. 36,0 m<sup>3</sup>/min (Kropka i in., 1995).

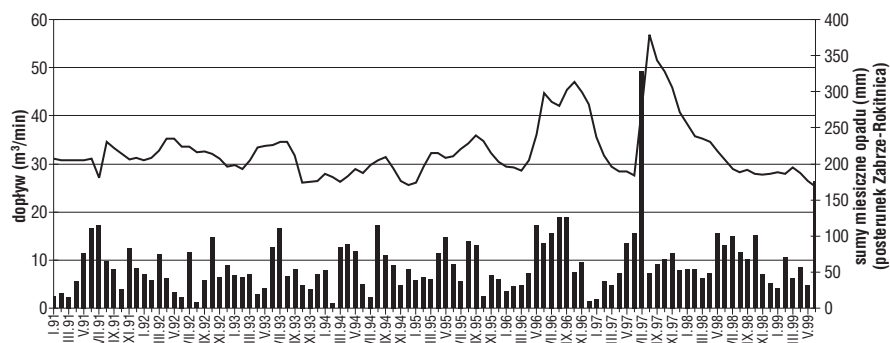
Likwidacja kopalń rud cynku i ołowiu w rejonie bytomskim odbyła się bez przeprowadzenia szczegółowych badań określających jej skutki. W prognozach i badaniach wstępnych skoncentrowano się głównie na wariantowych analizach scentralizowanego odwadniania kopalń rud oraz na kompleksowej analizie wpływu i skutków dokonanej i planowanej eksploatacji węgla na wyrobiska rudne (Kropka i in., 1995). W tej sytuacji problematyka hydrogeologiczno-górnicza ograniczyła się do:

— rozpoznania warunków hydrogeologicznych w utworach gogolińskich (niezawodnione) oraz określenia charakteru (poziom napięty) i głębokości występowania wód w poziomie retu,

— analizy formowania się podziemnych zbiorników wodnych w porudnych wyrobiskach i otaczających je szczelinowo — krasowych dolomitach kruszczośnych.

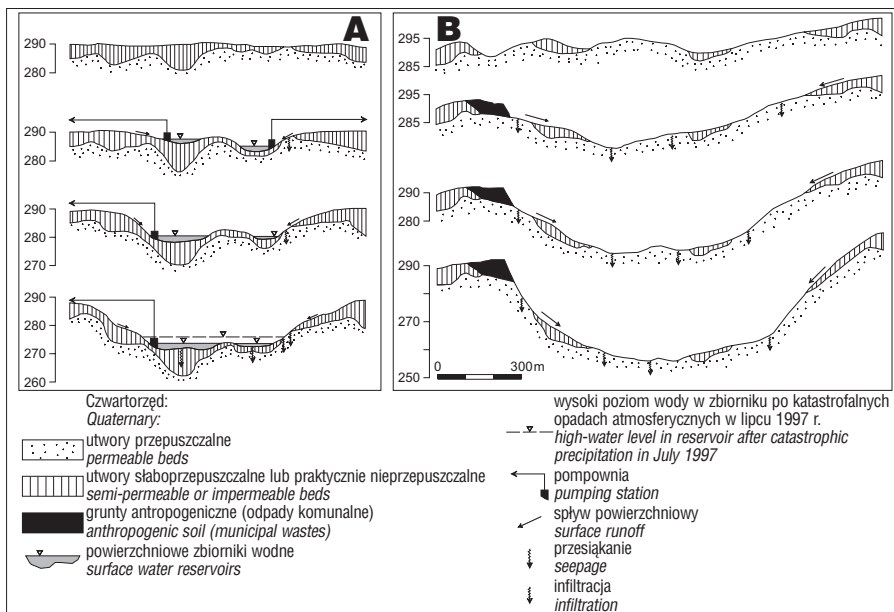
Izolująca półka węglanowych utworów gogolińskich o miąższości dochodzącej do ok. 20 m (ryc. 2), stwarzała dogodne warunki dla bezpiecznego drażenia w latach 1986–1989 dwóch przekopów i chodników wodnych. Końcowe metry przekopów i chodników wodnych w dolomitach kruszczośnych (które mogły być lokalnie zawodnione), wykonano dopiero po uruchomieniu pompowni centralnej przy szybie Bolko w 1989 r.

Dokumentacje hydrogeologiczne kopalń rudnych nie zajmowały się w przeszłości problemem zasięgu leja depresji. Zasięg odwadniania kopalń formował się przez całe dziesięciolecie, a jego ostateczna wielkość ukształtowała się na początku lat 50. po odtopieniu kopalni Nowy Dwór. Eksploatacja górnicza w nowym rejonie Dąbrówka rozpoczęta w 1967 r., była prowadzona w całkowicie odwodnionej partii górotworu i mogła jedynie wprowadzić niewielką korektę przebiegu leja depresji w północno-wschodniej i wschodniej części złoża. Na drenaż utworów wapienia muszlowego miała także pośredni wpływ eksploatacja studniami wód z poziomu wodonośnego retu oraz odwadniająca działalność kopalń węgla kamiennego. Należy zatem przyjąć, że pod koniec lat 80. górnictwo rud Zn–Pb w niecce bytomskiej objęło swoim drenażem całą szerokość występowania dolomitów kruszczośnych od ich wychodni, zlokalizowanych na północ i południe od centrów drenażu górniczych. Szerokość strefy



Ryc. 5. Dopływy wody do centralnej pompowni Bolko w okresie styczeń 1991–czerwiec 1999

Fig. 5. Water inflow to the central pumping station Bolko between January 1991 and June 1999



**Ryc. 6.** Schemat tworzenia się bezodpływowych zlewni w górniczych nieckach obniżeniowych: A—w zachodniej, B—w centralnej i wschodniej części niecki bytomskiej

**Fig. 6.** Scheme of formation of the closed hydrographical basins (area) in mining subsidence basins: A—in western, B—in central and eastern part of the Bytom Trough

drenażu górniczego waha się od ok. 3,0 km w Bytomiu — Karbiu do ok. 6,5 km w południowo-wschodniej części Piekar Śl. Zasięg strefy drenażu górniczego w kierunku równoleżnikowym wynosi ok. 16 km, zaczynając się w kierunku zachodnim ok. 1,0 km od granicy byłego obszaru górniczego Miechowice, a kończąc na wschodzie w rejonie południkowego odcinka Brynicy. Określona na tej podstawie powierzchnia drenującego wpływu kopalń rud na poziom wodonośny wapienia muszlowego wynosi ok. 60–70 km<sup>2</sup>.

#### różła dopływów wody i potencjalne zagrożenia wodne dla centralnej pompowni Bolko (CPB)

W 1988 r. podjęła pracę centralna pompownia przy szybie Bolko w Bytomiu, a od 31 marca 1989 r. rozpoczęto proces sukcesywnego wyłączania poszczególnych pompowni, zlokalizowanych przy szybach czterech nieczynnych już wówczas kopalń oraz w rejonie upadowych pracującej jeszcze kopalni Dąbrówka. Przeprowadzona analiza wykazała (Kropka i in., 1994), że po zatrzymaniu pompowni, wody kopalniane docierały do szybu Bolko po ok.: 15–30 dniach z rejonów Nowy Dwór, Waryński i Marchlewski, 30–75 dniach z rejonu Orzeł Biały oraz po ok. 120–150 dniach z najdalej oddalonego rejonu Dąbrówka do szybu Bolko (ryc. 3). Spływ wód kopalnianych odbywa się głównie po powierzchni stropowej słabo przepuszczalnych lub praktycznie nieprzepuszczalnych utworów gólińskich, które na większości omawianego obszaru pokrywają się ze spągami złoża. Generalny spływ wód skierowany jest w zasadzie ku osi niecki, przy czym jest on uwarunkowany przebiegiem wyrobisk porudnych, a lokalnie zaburzony i modyfikowany wpływami eksploatacji niżej zalegających pokładów węgla (ryc. 1).

Najważniejszym aktualnie problemem dla prawidłowej pracy centralnej pompowni Bolko, jest zachowanie drożnego i grawitacyjnego systemu przepływu wody w chodnikach wodnych szybu Bolko, oczywiście przy równoczesnym założeniu grawitacyjnych możliwości dopływu wód z całego odwadnianego obszaru. Kontrola zachowania górotworu, a tym samym stanu technicznego przekopów i chodników wodnych, polega na wykonywaniu regularnych, 2 razy w roku, pomiarów geodezyjnych w regularnej sieci co 25 m, licząc od osi szybu Bolko w kierunku zachodnim i wschodnim, odpowiednio wzdłuż zachodniego i wschodniego przekopu. Z porównania uzyskanych wyników pomiarów geodezyjnych po 9. latach (10.1989–08.1998) wynika, że zachodni przekop i chodnik wodny osiadały w miarę regularnie w przedziale wartości od 0,81 do maksimum 1,49 metra (ryc. 4). Największe osiadańia zanotowano w rejonie upadowej 5 i 6, tj. ok. 800–875 m od szybu Bolko. Równocześnie obserwacje służb kopalnianych wskazują, że na całej swojej długości chodnik wodny i przekop zachodni wykazują niewielkie wpływy eksploatacyjne.

Odmienna sytuacja panuje po drugiej, wschodniej stronie systemu. Tu w następstwie zawałowej eksploatacji pokładów węgla przez KWK Julian, osiadańia górotworu, a co za tym idzie wschodniego przekopu i chodnika, następowały szybciej i z różnym natężeniem. Z porównania uzyskanych wyników pomiarów geodezyjnych wynika, że w przeciągu analizowanych 9. lat, najmniejsze osiadańia rzędu 0,64–1,04 m miały miejsce pomiędzy szymbem Bolko a czwartą upadową (ryc. 4). Ok. 900 m od szybu Bolko ugięcie spągu chodnika wodnego i przekopu przekracza 2,50 m, by 100 m dalej wzrosnąć na maksymalną głębokość 3,52 m. W jego wyniku podpiętrzone wody na łącznej długości ok. 125–150 m wypełniły przeważającą część przekroju chodnika wodnego, powodując problemy z jego prawidłową wentylacją. W tej sytuacji przekop wschodni został otamowany na wysokości czwartej przecinki, a tym samym skrócony o ok. 600 m.

W okresie od stycznia 1990 do czerwca 1997 r. wody do systemu centralnego odwadniania przy szybie Bolko w Bytomiu dopływały w ilości średnio ok. 25,0–30,0 m<sup>3</sup>/min (ryc. 5). Wody te dopływają do chodników wodnych (osadników głównych) o pojemności łącznej 15300–17500 m<sup>3</sup>, umożliwiającej na ich gromadzenie, przy wspomnianym dopływie 25,0–30,0 m<sup>3</sup>/min, przez okres 8,5–12,0 godzin. Po tym czasie pompy, celem niedopuszczenia do ich zatopienia, muszą zostać ponownie uruchomione bez względu na okoliczności na powierzchni terenu. Wody kopalniane

po wstępnym, mechanicznym oczyszczeniu we wspomnianych osadnikach, są następnie tłoczone dwoma rurociągami — z których jeden jest czynny, drugi zaś stanowi rezerwę, każdy o średnicy 600 mm — na powierzchnię. Łączna przepustowość rurociągów wynosi 101,6 m<sup>3</sup>/min. Dalej, na odcinku od szybu Bolko do zespołu osadników zlokalizowanych przy rowie odpływowym Orzeł Biały, czyli łącznie na długości 3169 m, rurociągi są ułożone głównie na powierzchni terenu. Bardzo intensywne osiadańia terenu wymusiły wyposażenie rurociągów w specjalne kompensatory. Odształcenia ściskające lub rozciągające możliwe w określonym zakresie w kompensatorach, rekompensują odształcenia poziome powstające wzdłuż rurociągów, w następstwie tych osiadań (Paul i in., 1998). Kontrola wielkości osiadań terenu, a tym samym pośrednio stanu technicznego rurociągów, polega m.in. na regularnych (2 razy w roku) pomiarach geodezyjnych rzędnych góry fundamentów, na których są ułożone wspomniane rurociągi. Z przekroju podłużnego rurociągów od szybu Bolko do wspomnianych osadników wynika, że na przestrzeni sześciu lat (08.1992–09.1998) osiadańia terenu wyniosły od 0,23 do 6,50 m. Największe osiadańia od 3,38 do 6,50 m, grożące rozszczelnieniem rurociągów i wynikającymi z tego powodu dalszymi konsekwencjami, zanotowano na odcinku 1690–2200 m od osi szybu.

Przy awarii jednego rurociągu uruchamiany zostanie drugi, a wyciekająca woda z uszkodzonego rurociągu nie będzie stanowić zagrożenia dla powierzchni terenu. W przypadku równoczesnej awarii obu rurociągów wypływająca woda zalewać będzie okoliczny teren, tworząc zagrożenia dla obiektów powierzchniowych. Zakłada się (Paul i in., 1998), że przy przepływie wody w ilości np. 25,0–30,0 lub 50,0 m<sup>3</sup>/min, z uszkodzonych rurociągów nastąpi ograniczony wypływ wody w ilości odpowiednio ok. 7,5–9,0 i 15,0 m<sup>3</sup>/min. Skala zagrożenia dla powierzchni terenu ze strony wypływającej wody z uszkodzonych rurociągów zależy od tego, na którym odcinku trasy nastąpiłaby ewentualna ich awaria. Z analizy możliwych zagrożeń wzdłuż trasy rurociągów wynika, że w skrajnie niekorzystnym wariantcie, awarie mogłyby spowodować unieruchomienie ważnej pompowni i utworzenie dużego zbiornika powierzchniowego o pojemności kilkuset tys. m<sup>3</sup>. Wielowiekowa eksploatacja rud Zn–Pb i wielokrotna eksploatacja pokładów węgla kamiennego w tej części niecki bytomskiej, stwarzają doskonałe warunki do infiltracji wód z powierzchni terenu w górotwór. W praktyce wody z uszkodzonych rurociągów rozpoczęłyby natychmiast wzmoczoną infiltrację poprzez górotwór z powrotem do wyrobisk górniczych powodując wyraźny, ok. 30% wzrost dopływu wód do centralnej pompowni przy szybie Bolko.

Czynnikami decydującymi o wielkości naturalnego i antropogenicznego dopływu wody do wyrobisk górniczych nieczynnych kopalń rudnych są przede wszystkim wysokość opadów atmosferycznych, a ponadto infiltracja wody z bezodpływowych zlewni w górniczych nieckach obniżeniowych, z rzek Szarlejki i Brynicy oraz ucieczki wody i ścieków w trakcie awarii miejskiej sieci wodociągowej i kanalizacyjnej Bytomia i Piekar Śląskich oraz wodociągów magistralnych należących do GPW Katowice (Kropka, 1997b).

Równoczesna, intensywna eksploatacja pokładów węgla kamiennego i rud cynkowo-olowiowych prowadzona systematycznie od drugiej połowy XIX w. (od 1870 r.), powodowała intensywne zmiany w ukształtowaniu terenu oraz w naturalnych i antropogenicznych działach wód powierzchniowych, a tym samym w kierunkach spływu wód powierzchniowych. W zasięgu centralnej, najbardziej zawodnionej partii kopalń rud, aktywnej, najczęściej na zawal eksploatacji górniczej pokładów węgla towarzyszyły w przeszłości, a także obecnie bardzo intensywne deformacje górotworu triasowego oraz zmiany konfiguracji powierzchni terenu, prowadzące m.in. do powstania górniczych niecek osiadań (bezodpływowych zlewni) o maksymalnej głębokości 35–40 m (Kropka, 1995). W lokalnych nieckach osiadań, w których występują słabo przepuszczalne utwory na ich powierzchni, tworzyły się w przeszłości i tworzą się obecnie zbiorniki powierzchniowe o charakterze bezodpływowym (ryc. 6). Postępowi eksploatacji górniczej towarzyszyły zmiany konfiguracji terenu, a tym samym zalewiska ulegały przemieszczaniu, powiększaniu, rzadziej pomniejszaniu. Objętość zgromadzonej wody w bezodpływowych zalewiskach zależy przede wszystkim od intensywności opadów i parowania, wielkości poszczególnych zalewisk oraz wielkości i szybkości infiltracji wody w górotwór.

Od 1959 r. odwadnianie powierzchniowych, bezodpływowych zalewisk wodnych należy do statutowych obowiązków PSW. W pierwszej kolejności odwadniane były i są zbiorniki, które zagrażały podziemnym robotom górniczym, istniejącym osiedlom i budynkom mieszkalnym, terenom uprawnym (grunty orne, ogródki działkowe) i szlakiem komunikacyjnym. Potencjalnie największe zagrożenie istniało ze strony zalewisk o pojemności powyżej 250 000 m<sup>3</sup>. W latach 1961–1977 na terenie niecki bytomskiej zlikwidowano ogółem 73 zalewiska bezodpływowe i gliniarki.

Według stanu na 30.11.1997 r. w obszarach górniczych ówczesnych sześciu zakładów (kopalnie Bobrek–Miechowice, Powstańców Śląskich, Centrum–Szombierki, Julian, Rozbark, Andaluzja) Bytomskiej Spółki Węglowej SA zinventaryzowano łącznie 32 bezodpływowe zlewnie o powierzchni od 4,2 do 162,0 ha (Kropka, 1997b). W bezodpływowych zlewniach zlokalizowanych było łącznie 37 zalewisk i stawów o pojemności od 250 m<sup>3</sup> do 377,5 tys. m<sup>3</sup> wody. W grudniu 1997 r., pomimo zakończenia eksploatacji górniczej w kopalniach rudnych, PSW Niecka Bytomska w dalszym ciągu odpompowywała wodę z szesnastu bezodpływowych zalewisk (stawów) powierzchniowych. O skali problemu świadczy fakt, że w latach 1961–1996 wspomniana spółka wodna wypompuwała z bezodpływowych zbiorników wodnych łącznie 353 018 tys. m<sup>3</sup> wody. Nie ulega wątpliwości, że przy braku pompowni czynniki geologiczne i hydrologiczne utrudniałyby infiltrację całości cytowanej objętości wód z powierzchni terenu do wyrobisk górniczych. Przyjmując jednak z dużym marginesem, że jedynie 25% tych wód dotrze do wyrobisk górniczych, powodując konieczność wypompowania na powierzchnię dodatkowo ok. 4,6–4,7 m<sup>3</sup>/min wód kopalnianych.

Średnie sumy miesięczne opadów atmosferycznych w granicach 100–150 mm i będące ich konsekwencją podwyższone dopływy do nieczynnych wyrobisk porudnych (ryc.

5), nie stanowią zagrożenia dla pracy centralnej pompowni. Jednak sytuacja hydrologiczna i odwodnieniowa w niecce bytomskiej w sposób zasadniczy skomplikowała się w drugiej połowie 1997 r., w następstwie ekstremalnie wysokich, nie notowanych w latach 1947–1996 sumach miesięcznych opadów rzędu 318–328 mm w lipcu. Opady te spowodowały bardzo wysokie dopływy wody do bezodpływowych zlewni, a gwałtowny przybór wody w zalewiskach, generalnie od 1,0 do 4,0 metrów, spowodował czasowe zatopienie i unieruchomienie pompowni (ryc. 6). W tej sytuacji zaistniały wyjątkowo korzystne warunki do wzmożonej infiltracji zretencjonowanych w bezodpływowych zlewniach wód w górotwór, a następnie do wyrobisk pogórnich. W wyniku wzmożonej infiltracji opadów atmosferycznych w górotwór, w przeciągu dwudziestu dni lipca 1997 r. całkowity dopływ do wyrobisk nieczynnych kopalń rudnych wzrósł z 28,0 m<sup>3</sup>/min (05 i 06 lipca) do maksymalnej wielkości 60,1 m<sup>3</sup>/min (26 i 27 lipca). W kolejnych dniach (do 11 sierpnia 1997 r.) nastąpiła stabilizacja wielkości (59,4–58,8 m<sup>3</sup>/min), by w kolejnych dniach nastąpił bardzo powolny, lecz systematyczny spadek dopływu (ryc. 5). Z pomiarów prowadzonych w centralnej pompowni przy szybie Bolko wynika, że dopiero po ok. 350–360 dniach, czyli pod koniec czerwca 1998 r., dopływy do szybu Bolko ustabilizowały się i swoimi wielkościami powróciły do stanu sprzed lipca 1997 r. (ryc. 5). Szybkość reakcji ekstremalnie wysokich dopływów do chodników wodnych przy szybie Bolko na opady atmosferyczne w lipcu 1997 r., dowodzą wyjątkowej drożności górotworu dla migrujących wód z powierzchni terenu ze względu na szczelinowatość i kawernistość węglanowych utworów triasu i jego intensywnych odkształceń wskutek eksploatacji górniczej kopalń rudnych i węglowych oraz dużej liczby starych szybów i szybków, którymi w przeszłości eksploatowano rudy Zn–Pb. Charakterystyka tego procesu jest obecnie trudna do ilościowej oceny i powinna być przedmiotem oddzielnych analiz i studiów.

Zwiększone dopływy wód kopalnianych stwarzały bardzo poważne problemy natury odwodnieniowo-ekonomicznej dla ZGH Orzeł Biały SA. Obowiązującą praktyką służb odwodnieniowych zakładu jest maksymalne ograniczenie pracy pomp w godzinach dziennych, tak aby głównie w godzinach nocnych (wykorzystując fakt tzw. taryfy nocnej) włączać większą liczbę pomp i spompowywać nadwyżki wcześniej nagromadzonej, w chodnikach wodnych, wody. Możliwość stosowania takich zabiegów, w sytuacji trwających kilkadziesiąt dni bardzo wysokich, rzędu 50,0–60,0 m<sup>3</sup>/min dopływów wody, stawały się ograniczone niewielką pojemnością chodników wodnych oraz technicznymi możliwościami długotrwałej, z maksymalnymi wydajnościami pracy pompowni zbliżonej do maksymalnej, sumarycznej przepustowości — 101,6 m<sup>3</sup>/min — obu zabudowanych rurociągów. Długotrwałe tłoczenie ok. 80–100 m<sup>3</sup>/min wody wspomnianymi rurociągami przez obszar aktywnych szkód górniczych, stwarza przede wszystkim potencjalnie wysokie zagrożenie ich awarii.

Zbiorniki wodne w porudnych wyrobiskach górniczych oraz rzeki, potoki i rowy odpływowe przepływające przez obszary górnicze kopalń rudnych stanowiły w przeszłości, do 1990 r., największe zagrożenie wodne dla

robót górniczych. Dokonana w przeszłości eksploatacja pokładów węgla kamiennego już w okresie poprzedzającym 1987 r., spowodowała utworzenie się co najmniej sześciu zbiorników wodnych w wyrobiskach porudnych i otaczających je szczelinowo-krasowych dolomitach kruszczośnych (tab. 1). Kolejny siódmy, największy zbiornik W-7 powstał w rowie tektonicznym na południe od szybu Krakus (Kropka i in., 1994). Pomimo prowadzenia intensywnej eksploatacji węgla kamiennego pod zrobami rudnymi ZGH Orzeł Biały SA, do chwili obecnej nie dokonano porównania stanu faktycznego osiadań górotworu, a tym samym wysokości spągu wyrobisk rudnych z prognozowanymi w 1987 r. skutkami. Obecnie nie można wykluczyć z jednej strony, większych deniwelacji spągu wyrobisk, wzrostu pojemności istniejących już zbiorników wodnych i utrudnionego, grawitacyjnego spływu wód, z drugiej strony natomiast możliwości powstania kolejnych, nowych zbiorników. W chwili obecnej uznaje się, że stały drenaż górotworu przeciwdziała tworzeniu się kolejnych, podziemnych zbiorników wodnych, które mogłyby stwarzać zagrożenie wodne dla centralnej pompowni Bolko (ZGH Orzeł Biały SA, 1997). Według stanu na 31.12.1997 r., na podstawie obserwacji terenowych oraz dwóch serii pomiarów natężenia przepływu wody wynika, że infiltracja wody z rzeki Szarlejki wynosi od 1,8 do 5,6 m<sup>3</sup>/min. Problem infiltracji wód z Brynicy, a także w sytuacji osiadania i utraty szczelności z pozostałych rowów w utwory środkowego triasu, powinien być przedmiotem okresowych pomiarów.

Niedostatecznie znany jest problem ucieczek wody i ścieków w górotwór triasowy, w czasie awarii sieci wodociągowej i kanalizacyjnej miast, położonych w granicach eksploatacji górniczej kopalń rudnych. W związku z tym przedmiotem analizy dla jednego roku kalendarzowego 1996, była próba oszacowania wielkości strat wody i ścieków w rejonach miast Bytomia i Piekar Śląskich oraz sześciu wodociągów magistralnych przebiegających przez nieckę bytomską. Na podstawie udokumentowanych danych oszacowano, że łącznie ok. 5,0–7,0 m<sup>3</sup>/min wody pochodzącej z omawianych źródeł zasila wyrobiska nieczynnych kopalń rudnych (Kropka, 1997b).

### Podsumowanie

W granicach dokonanej eksploatacji górniczej złóż rud Zn–Pb pod zrobami nieczynnych obecnie kopalń rudnych, działalność górniczą prowadzi łącznie 7 zakładów górniczych. Na obszarze tym zlokalizowane są także zlikwidowane i będące w likwidacji kopalnie węgla kamiennego, które są nadal odwadniane dla zabezpieczenia sąsiadujących z nimi czynnych zakładów przed zagrożeniem wodnym. Dopuszczenie do samozatopienia zrobów rudnych spowodowałoby powstanie w nich i górotworze triasowym zbiornika wodnego o przypuszczalnej pojemności kilkuset milionów metrów sześciennych. Konieczność odwadniania zrobów rudnych wynika zatem z warunków bezpieczeństwa czynnych zakładów górniczych eksploatujących pokłady węgla kamiennego. Wydaje się, że pomimo kilku spraw dyskusyjnych na etapie projektowania, uzasadnione istnienie systemu odwodnieniowego



sprawdza się w jego codziennej pracy. Należy podkreślić, że zarówno koncepcja, projekt jak i wykonawstwo omawianego systemu były oryginalnym rozwiązaniem polskiej myśli górniczej, a obecnie jest on przypuszczalnie jedynym tego typu systemem odwodnieniowym w polskim górnictwie podziemnym. Intensywne szkody górnicze powodują, że utrzymywanie systemu w odpowiedniej sprawności technicznej następuje niemało trudności.

Obecnie CPB realizująca konieczność nieprzerwanego odwadniania zrobów porudnych, jest jedynym zakładem górniczym *sensu stricto*, wchodzącym w skład ZGH Orzeł Biały SA. Zgodnie z art. 3. ustawy z dn. 04 lutego 1994 r. — Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 27, poz. 96, z 1996 r. Nr 106, poz. 496 i z 1997 Nr 75, poz. 472), pracami CPB kieruje kierownik ruchu zakładu górniczego, zgodnie z zatwierdzonym planem ruchu. Obecnie działa ona na podstawie zatwierdzonej części szczegółowego planu ruchu na lata 1998–2000 (Orzeł Biały SA, 1997). Na mapie sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:5000, będącej załącznikiem do wspomnianego planu ruchu, przedstawiono teren funkcjonalny zakładu górniczego, który obejmuje szyb Bolko z nadszybiem, budynek maszyny wyciągowej i rozdzielnie. Z analizy dokonanej we wspomnianym planie ruchu (pk-ty 2.19.1–2.19.5) wynika, że nie przewiduje się możliwości wystąpienia zagrożenia wodnego dla pompowni Bolko.

Doświadczenia zebrane w drugiej połowie 1997 r. oraz szczególnie aktualne niebezpieczeństwo rozszczelnienia się na powierzchni rurociągów, odprowadzających wody kopalniane do osadników, wskazują jednak na odmienną sytuację. W opisanej sytuacji autorzy widzą potrzebę sygnalizowania i przypominania o występującym, potencjalnym zagrożeniu wodnym dla CPB. Rolę taką w pewnym sensie mógłby spełniać obowiązek sporządzania, na czas ważności części szczegółowej planu ruchu, specjalnej mapy w skali 1:10 000 lub 1:5 000 potencjalnych zagrożeń wodnych, czy też źródeł dopływu wód do nieczynnych wyrobisk górniczych. Szczegółowa koncepcja tej mapy powinna być przedmiotem oddzielnych prac i publikacji.

Jednoznaczne określenie składowych antropogenicznych w bilansie wód dopływających do centralnej pompowni jest sprawą niezwykle skomplikowaną i bez specjalnych badań niemożliwe do przedstawienia. Autorzy zdają sobie sprawę z koniecznych uogólnień i szacunków dokonanych w trakcie dotychczasowych obliczeń. Wynika z nich, że dla średnich warunków meteorologiczno-hydrologicznych, udział wód pochodzenia antropogenicznego w dopływie do nieczynnych wyrobisk porudnych wynosi ok. 20–40%, czyli od ok. 6,0 do ok. 12,0 m<sup>3</sup>/min. Udział ten może wzrosnąć z chwilą, gdy wyższym niż przeciętne opady atmosferyczne będą towarzyszyć wzmożona infiltracja wody z cieków powierzchniowych i niecek obniżeniowych przy równocześnie wysokiej awaryjności sieci wodociągowej i kanalizacyjnej miast. Wody pochodzenia antropogenicznego powodują z jednej strony, w jakimś sensie pogorszenie jakości wód kopalnianych, a przede wszystkim wzrost kosztów obsługi pompowni. Wzrost ten najlepiej ilustrują 3 przykładowe okresy obliczeniowe, tj. 01.09.1998–31.08.1999, 01.01.1999–30.06.1999 i 01.01.1997–31.12.1997, dla których jednostkowy koszt energii elektrycznej dla wypompowania 1 m<sup>3</sup> wody na

powierzchnię wynosił odpowiednio 0,1295–0,1274 i 0,169 zł. Wzrost kosztów o ok. 32% do 0,169 zł był spowodowany koniecznością wykorzystywania do wypompowywania wód od lipca 1997 r. tzw. taryfy dziennej. Uszczelnienie całego systemu poprzez, przede wszystkim ograniczenie infiltracji wód z antropogenicznych źródeł, a tym samym ograniczenie dopływu wody do centralnej pompowni Bolko tylko o 10–15%, w stosunku do aktualnej wielkości, spowoduje oszczędności w wydatkach — tylko na energię elektryczną — o sumę 185 600–278 050 zł/rok.

## Literatura

- BARANOWSKI H. 1980 — Bytomski rejon złożowy. [W:] Rózkowski A. & Wilk Z. (red.) — Warunki hydrogeologiczne złóż rud cynku i ołowiu regionu śląsko-krakowskiego. Pr. Inst. Geol. [seria nienumerowana]: 113–139.
- GALKIEWICZ T. 1980 — Złoża rud cynku i ołowiu. [W:] Rózkowski A. & Wilk Z. (red.) — Warunki hydrogeologiczne złóż rud cynku i ołowiu regionu śląsko-krakowskiego. Pr. Inst. Geol. [seria nienumerowana]: 53–56.
- KLECZKOWSKI A.S.(red.) 1990 — Mapa obszarów głównych zbiorników wód podziemnych (GZWP) w Polsce wymagających szczególnej ochrony 1:500 000. Akademia Górniczo-Hutnicza.
- KOTLIŃSKI S. 1980 — Ogólna charakterystyka geologiczna. [W:] Rózkowski A. & Wilk Z. (red.) — Warunki hydrogeologiczne złóż rud cynku i ołowiu regionu śląsko-krakowskiego. Pr. Inst. Geol. [seria nienumerowana]: 40–53.
- KROPKA J. 1995 — The influence of the coal mining activity on groundwater in the Triassic carbonate series Bytom. [W:] Ecological impact of underground coal mining and activities of associated industries. XIII International Congress on Carboniferous–Permian. Guide to Excursion II. Polish Geological Institute: 9–12.
- KROPKA J. 1996 — Drogi krążenia, zasoby i zagospodarowanie wód podziemnych w triasowym zbiorniku Bytom w warunkach aktywnej działalności górnictwa. Pr. Geol., 44: 845–849.
- KROPKA J. 1997a — Charakterystyka hydrogeologiczna użytkowych poziomów wodonosnych GZWP Bytom. Pr. Państw. Inst. Geol., 159: 40–42.
- KROPKA J. 1997b — Analiza źródeł dopływu wody do centralnej pompowni ZGH Orzeł Biały S.A. zlokalizowanej przy szybie Bolko w Bytomiu. ZGH Orzeł Biały SA: 1–23.
- KROPKA J., DOLIBÓG J. & MOJ H. 1995 — Pięcioletnie (1990–1994) doświadczenia związane z centralnym odwadnianiem wyrobisk kopalń rud Zn–Pb w niecce bytomskiej. [W:] Współczesne problemy hydrogeologii, 7: 93–100.
- KROPKA J., DOLIBÓG J. & ZDYBIEWSKA K. 1994 — Zawodnienie i likwidacja kopalń rud cynku i ołowiu w niecce bytomskiej. [W:] Paleozoik północno-wschodniego obrzeżenia Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Przew. 65. Zjazdu Pol. Tow. Geol.: 253–262.
- MAJORCZYK R. 1985 — Historia górnictwa kruszcowego w rejonie Bytomia. Piekary Śląskie: 1–101.
- PACZYŃSKI B.(red.) 1995 — Atlas hydrogeologiczny Polski 1:500 000. Część II. Państwowy Instytut Geologiczny.
- PAŁYS J. 1968 — Uwagi o zawodnieniu triasu niecki bytomskiej. [W:] J. Malinowski (red.) — Z badań hydrogeologicznych w Polsce, 5: 5–31.
- PAUL J. (red) 1998 — Program działania w przypadku wystąpienia awarii rurociągów odprowadzających wody z szybu Bolko ZGH Orzeł Biały S.A. Piekary Śląskie: 1–35.
- PIĄTEK M. (red.) 1988 — Studium dotyczące aktualizacji prognozy zagrożenia wodnego w kopalniach węgla kamiennego i sposobu jego ograniczenia w związku z dokonaną likwidacją kopalni cynku i ołowiu ZGH Orzeł Biały. Zespół Usług Technicznych NOT Katowice: 1–144.
- RÓZKOWSKI A., RUDZIŃSKA-ZAPAŚNIK T. & SIEMIŃSKI A. (red.) 1997 — Mapa warunków występowania, użytkowania, zagrożenia i ochrony zwykłych wód podziemnych Górnośląskiego Zagłębia Węglowego i jego obrzeżenia 1:100 000. Państw. Inst. Geol.
- WILK Z., ADAMCZYK A.F. & NAŁĘCKI T.(red.) 1990 — Wpływ działalności górnictwa na środowisko wodne w Polsce. Wydawnictwo SGGW-AR, 27: 1–220.
- ZGH Orzeł Biały S.A. 1997 — Plan ruchu część szczegółowa na lata 1998–2000 odwadniania zrobów porudnych zlikwidowanych kopalń rud cynku i ołowiu w skład Zakładów Górniczo-Hutniczych Orzeł Biały S.A. Piekary Śląskie: 1–22.