

KONCEPCJA BUDOWY ZBIORNIKA RETENCYJNO-DOZUJĄCEGO W ZROBACH GÓRNICZYCH CZYNNEGO ZAKŁADU GÓRNICZEGO JANINA W ASPEKTCIE OCHRONY JEDNOLITYCH CZĘŚCI WÓD POWIERZCHNIOWYCH

THE CONCEPT OF CONSTRUCTION OF THE RETENTION AND DOSING SYSTEM IN MINE VOIDS OF THE JANINA COAL MINE IN THE ASPECT OF SURFACE WATER BODIES PROTECTION

Aleksander Waligóra, Michał Świstak, Robert Frączek - TAURON Wydobywanie S.A., Jaworzno

Działalność górnicza i związane z nią odwadnianie wyrobisk górnictwa wymusza wypompowywanie na powierzchnię i odprowadzanie do cieków powierzchniowych zasolonych wód dołowych. Zrzuty wód pochodzących z drenażu górnictwa, zawierające wysokie stężenia jonów chlorkowych i siarczanowych, stanowią istotne źródło zanieczyszczeń jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP). W sytuacji kiedy kilka kopalń odprowadza wody dołowe do tej samej jednolitej części wód powierzchniowych dochodzi do oddziaływania skumulowanego. Wzrost zasolenia wód powierzchniowych powyżej dopuszczalnych wartości powoduje konieczność przesunięcia w czasie osiągnięcia celów środowiskowych dla poszczególnych JCWP poprzez zastosowanie odstępstw od Ramowej Dyrektywy Wodnej. Jednym ze sposobów ochrony jakości wód powierzchniowych jest stosowanie zbiorników retencyjno-dozujących. Metoda ta polega na czasowym gromadzeniu słonych wód kopalnianych w zbiornikach retencyjnych i kontrolowanym ich odprowadzaniu w okresach wysokich przepływów w rzekach. W publikacji przedstawiono koncepcję budowy zbiornika retencyjno-dozującego, wraz z towarzyszącą infrastrukturą, w zrobach czynnego Zakładu Górniczego Janina, należącego do TAURON Wydobywanie S.A., biorąc pod uwagę zarówno uwarunkowania geologiczno-górnictwa, jak również aspekty środowiskowe w świetle obowiązujących przepisów prawnych.

Słowa kluczowe: jednolita część wód powierzchniowych, zbiornik retencyjno-dozujący, ramowa dyrektywa wodna

Mining activity and associated drainage of mining excavations forces pumping and discharge saline underground waters to rivers. Discharges of water coming from mining drainage, containing high concentrations of chloride and sulphate ions, are an important source of contamination of surface water bodies. When several mines discharge underground water into the same surface water body, cumulative impact occurs. The increase of salinity in surface water above the permissible values makes it necessary to postpone the achievement of environmental objectives for individual surface water body by applying derogations from the Water Framework Directive. One of the ways to protect the quality of surface water is the use of retention and dosing systems. This method is based on the temporary collection of salt mine water in retention systems and controlled discharge of water during periods of high flows in rivers. The publication presents the concept of construction of a such system, along with accompanying infrastructure, in the mine voids of the active Janina coal mine belonging to TAURON Wydobywanie S.A., taking into account both geological and mining conditions as well as environmental aspects.

Keywords: surface water body, retention and dosing system, Water Framework Directive

WPROWADZENIE

Metoda hydrotechniczna, preferowana przez Unię Europejską, polega na czasowym gromadzeniu słonych wód kopalnianych w zbiornikach retencyjnych i kontrolowanym ich odprowadzaniu do rzeki, tak aby nie przekraczać akceptowanego stężenia sumy chlorków i siarczanów, dopuszczalnego dla danego odcinka rzeki. Ponieważ chłonność rzeki zależna jest od ilości wody przepływającej w czasie, możliwe jest takie sterowanie zrzutami wód, aby w okresach wysokich przepływów wody w rzece, np. przy przepływach wyższych od średnich

niskich, zrzucić większe ładunki chlorków i siarczanów, zaś w okresie niskich przepływów wstrzymać zrzut lub prowadzić go w ograniczonym zakresie. Zgodnie z polityką środowiskową TAURON Wydobywanie S.A., a także zobowiązaniem wynikającym z zapisów zawartych w pozwoleniu wodnoprawnym wydanym dla ZG Janina, kopalnia prowadzi obecnie prace koncepcyjne mające na celu wypracowanie rozwiązania gospodarki wodami silnie zasolonymi w aspekcie ochrony wód powierzchniowych. Zgodnie z „Programem kompleksowego zagospodarowania wód dołowych ZG Janina na lata 2011-2024” w roku 2012 Główny Instytut Górnictwa Katowice

opracował koncepcję systemu retencjonowania i dozowania zasolonych wód dołowych odprowadzanych przez ZG Janina do wód powierzchniowych wraz z systemem monitoringu. Koncepcja systemu retencyjno-dozującego zakłada wykorzystanie osadnika wód dołowych w Szyjkach, który miałby pełnić funkcję zbiornika retencyjno-dozującego po jego dostosowaniu i wprowadzenie systemu monitoringu wód dołowych odprowadzanych do rzeki Wisły. Rozwiązaniem alternatywnym jest budowa zbiornika retencyjno-dozującego w zrobach pokładu 201/1 czynnego ZG Janina.

PROGNOZA WPŁYWU ZRZUTU ZASOLONYCH WÓD KOPALNIANYCH NA JAKOŚĆ WÓD POWIERZCHNIOWYCH

ZG Janina zlokalizowany jest w zlewni rzeki Wisły poniżej zrzutu wód zasolonych z kilku kopalń posiadających najwyższe ładunki jonów $Cl + SO_4$, między innymi kopalnie Silesia, Brzeszcze, Wesoła, Piast oraz Ziemowit. Wisła w rejonie ZG Janina prowadzi wody zanieczyszczone zrzutami wód zasolonych z kopalń węgla kamiennego i ma ograniczone możliwości ich dodatkowego przyjęcia. W miejscu zrzutu wód kopalnianych z ZG Janina potokiem Gromiec w km 6,0 rzeki Wisły, zawartość analizowanych jonów w Wiśle często przekracza średnio wartość 1,0 g/l, co oznacza, że pomimo realizacji od 2000 r. Ramowego Programu Działań w zakresie przedsięwzięć proekologicznych związanych ze zrzutem słonych wód z kopalń „Piast”, „Ziemowit”, „Czczot”, „Silesia”, „Janina”, „Brzeszcze”, nie jest dotrzymany wymóg nie przekraczania stężenia $Cl + SO_4$ wynoszącego 1 g/l.

Możliwości zrzutu prognozowanych ilości zasolonych wód kopalnianych z ZG Janina do rzeki Wisły, zgodnie z obowiązującymi przepisami, są zatem uzależnione w dużym stopniu od czynników zewnętrznych i działań innych podmiotów prowadzących działalność górnictw i odprowadzających wody kopalniane do cieków powierzchniowych w zlewni tej rzeki [4]. Kwestie ochrony jakości wód powierzchniowych jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP) - Wisła od Przemszy

bez Przemszy do Skawy należy więc rozpatrywać biorąc pod uwagę skumulowane oddziaływanie działalności górnictwa w tym rejonie. Problem dotyczący wpływu zrzutu wód dołowych pochodzących z ZG Janina poprzez projektowany system retencyjno-dozujący, który należy rozpatrywać w powiązaniu ze zrzutami słonych wód kopalnianych pochodzących z innych zakładów [5, 6]. W publikacji przedstawiono ocenę wpływu zrzutu wód kopalnianych pochodzących z odwodnienia ZG Janina na jakość wód JCWP - Wisła od Przemszy bez Przemszy do Skawy, według prognozy na 2024 r., kiedy to przewidziano uruchomienie pracy zbiornika retencyjno-dozującego. Ocenę wykonano w oparciu o bilans zrzutów wód kopalnianych odprowadzanych z ZG Janina, w przekroju wodowskazowym Smolice - poniżej ujścia Skawy (km 23,3), który jest obecnie przekrojem kontrolnym dla zrzutu wód kopalnianych z ZG Janina (rys. 1). Wpływ odprowadzanych wód dołowych z kopalni na wody odbiornika powierzchniowego określono dla dwóch wskaźników, to jest chlorków i siarczanów, z bilansu masowego tych zanieczyszczeń według wzoru:

$$C_x = (Q_{rz} \cdot c_{rz} + Q_{WD} \cdot c_{WD}) / (Q_{rz} + Q_{WD}) \quad [1]$$

gdzie:

C_x - stężenie zanieczyszczeń w odbiorniku po wymieszaniu jego wód z zasolonymi wodami z kopalni,

Q_{rz} - wielkość przepływu wody w odbiorniku powyżej zrzutu wód kopalnianych,

c_{rz} - stężenie zanieczyszczeń w odbiorniku powyżej zrzutu wód kopalnianych,

Q_{WD} - wielkość zrzutu zasolonych wód dołowych,

c_{WD} - stężenie zanieczyszczeń w zasolonych wodach dołowych.

Ocenę wpływu zrzutu wód kopalnianych ZG Janina, zawierających prognozowane stężenia jonów $Cl + SO_4$, na jakość wód rzeki Wisły, wykonano metodą symulacji, po wstawieniu danych do podanego wzoru 1. W celu wychwycenia zmian jakości wód Wisły, spowodowanych wyłącznie spodziewanym wzrostem zrzutu ładunku $Cl + SO_4$ z ZG Janina, w rozpatrzonym poniżej wariancie przyjęto upraszczające założenie, że



Rys. 1. Lokalizacja miejsc zrzutu wód kopalnianych przez kopalnie węgla kamiennego
Fig. 1. Location of the mine water discharge sites from hard coal mines

Tab. 1. Prognoza stężenia Cl + SO₄ w Wiśle (Smolice km 23,3) na 2024 rokTab. 1. The forecast of Cl + SO₄ concentration in the Vistula river (Smolice km 23,3) for 2024 year

Wody dolowe ZG Janina		Rzeka Wisła – przekrój Smolice		
przepływ [m ³ /s]	stężenie Cl+SO ₄ [mg/l]	przepływ [m ³ /s]	stężenie Cl+SO ₄ [mg/l]	wzrost stężenia Cl+SO ₄ w stosunku do 2013 r. [mg/l]
0,307	27 000	Q _{gw90%} = 35,10	871	331

nie ulegnie zmianie jakość wód Wisły na skutek zrzutu wód kopalnianych z pozostałych kopalń odprowadzających swoje wody do zlewni rzeki Wisły, a sumaryczne stężenie chlorków i siarczanów w Górnej Wiśle, w punkcie wodowskazowym Pustynia (0,5 km), nie przekroczy wielkości 1g/l zgodnie z założeniami opracowanej metody hydrotechnicznej ochrony rzeki Wisły przed zasolonymi wodami kopalnianymi [3].

Obliczenia prognostyczne dotyczące określenia stężenia jonów Cl + SO₄ w wodach rzeki Wisły w punkcie wodowskazowym Smolice przeprowadzono w odniesieniu do przepływów o gwarancji wystąpienia 90% (Q_{gw90%}). Przy tak przyjętych założeniach, prognozowane, sumaryczne stężenie chlorków i siarczanów obliczone w rzece Wiśle w punkcie wodowskazowym Smolice (23,3 km), po zrzucie wód ZG Janina w 2024 r. będzie się kształtować na poziomie około 870 mg/l (tab. 1) [7].

Z analiz i symulacji przeprowadzonych dla modelu przewidującego planowany dalszy rozwój kopalni wynika, że w roku 2024 sumaryczne stężenie chlorków i siarczanów w Górnej Wiśle, po wymieszaniu wód kopalnianych z wodami rzeki, będzie kształtować się następująco:

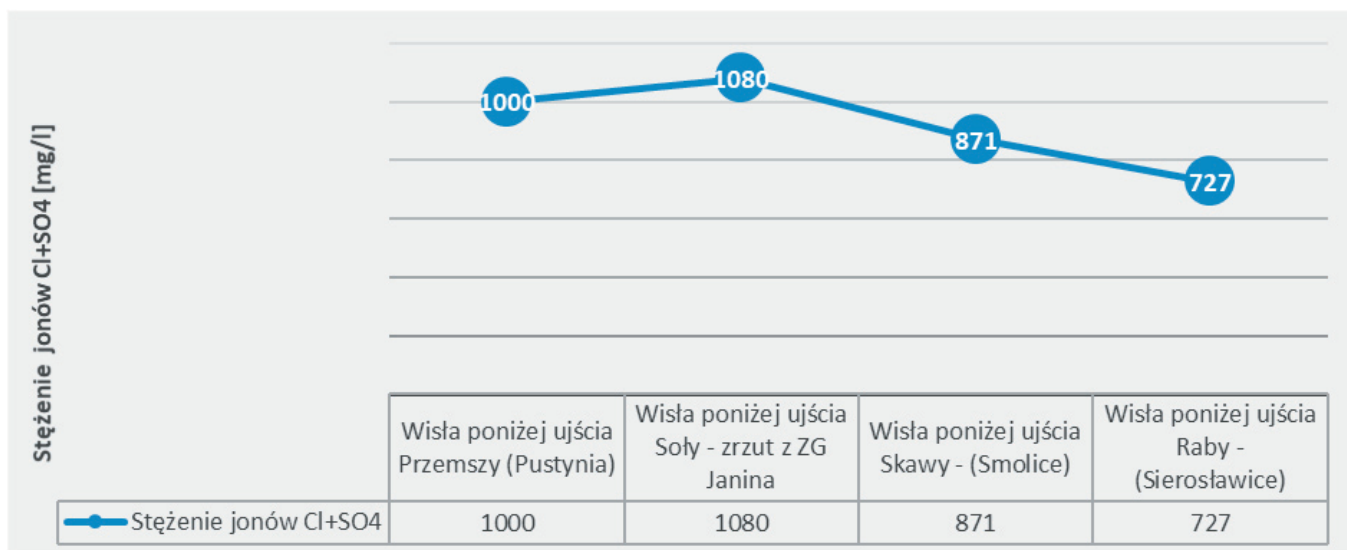
- w przekroju wodowskazowym Gromiec - poniżej ujścia Soły (km 6,0) przy przepływach gwarantowanych z gwarancją 90%, w odniesieniu do przyjętego modelu eksploatacji, w którym przewiduje się w roku 2024 odprowadzanie z kopalni ilości wód na poziomie około 18,5 m³/min i wzrost ładunku chlorków i siarczanów do wartości 27 g/dm³, stwierdza się, że okresowo nie zostanie dotrzymane przewidywane stężenie sumy jonów chlorkowych i siarczanowych w rzece wynoszące 1 g/l
- w przekroju wodowskazowym Smolice - poniżej ujścia Skawy (km 23,3) przy przepływach gwarantowanych z gwarancją 90%, dla przyjętego modelu eksploatacji, przewiduje się, że

zostanie dotrzymane dopuszczalne stężenie sumy jonów chlorkowych i siarczanowych w rzece wynoszące poniżej 1 g/l.

Interpretację graficzną symulacji wpływu zrzutu wód kopalnianych pochodzących z odwodnienia ZG Janina na jakość wód Górnej Wisły, według prognoz na rok 2024, przedstawiono na rysunku 2.

PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA KONCEPCJI WYKORZYSTANIA ZROBÓW POKŁADU 201/1 W PARTII N JAKO DOŁOWEGO ZBIORNIKA RETENCYJNO-DOZUJĄCEGO

W ZG Janina najlepsze warunki do budowy dołowego zbiornika retencyjno-dozującego o pojemności wynoszącej co najmniej kilkaset tysięcy m³, panują obecnie w partii N złoża, gdzie występują rozległe partie zrobów poeksploatacyjnych w pokładzie 201/1 zalegające podpoziomowo czyli poniżej poziomu 350 m (rys. 3). W partii tej prowadzona jest także intensywne eksploatacja w pokładzie 203/3, co doprowadzi także w tym pokładzie do powstania rozległych zrobów poeksploatacyjnych o dużej pojemności wodnej, które mogą być w przyszłości wykorzystane do usytuowania w ich obrębie dołowego zbiornika retencyjno-dozującego. Pojemność części czynnej zrobów pokładu 201/1 objętych koncepcją budowy zbiornika retencyjno-dozującego stanowią pustki w zrobach poeksploatacyjnych o pojemności wynoszącej ok. 0,43 mln m³, szczeliny powstałe w strefie spękań powyżej zrobów o objętości ok. 0,22 mln m³ oraz pojemność górotworu objętego zasięgiem zbiornika wodnego na poziomie około 0,44 mln m³. Projektowana całkowita pojemność zbiornika wynosiłaby zatem około 1,1 mln m³, przy czym jego część czynną charakteryzowałaby objętość 450 tys. m³ [8].

Rys. 2. Interpretacja graficzna symulacji wpływu zrzutu wód kopalnianych pochodzących z odwodnienia ZG Janina na jakość wód Górnej Wisły przy przepływach Q_{gw90%} - prognoza na rok 2024Fig. 2. Graphic interpretation of the simulation of the impact of mine water discharge from Janina coal mine on the quality of the Vistula river with Q_{gw90%} flows - forecast for 2024 year

Pojemność wodną zrobów w zatapianej części pokładu 201/1 obliczono na podstawie wzoru:

$$V_z = \frac{c \cdot F \cdot M}{\cos \alpha} \quad [2]$$

gdzie:

F - powierzchnia wyeksploatowanego pokładu w interwale głębokości [m²],

M - grubość wybranego pokładu [m],

α - kąt nachylenia pokładu [stopnie],

c - współczynnik pojemności wodnej zrobów.

Pojemność wodną wyrobisk korytarzowych i szybów określono za pomocą wzoru:

$$V_k = L \cdot A \cdot c \quad [3]$$

gdzie:

L - długość wyrobisk korytarzowych lub szybów w interwale głębokości [m],

A - przekrój wyrobisk korytarzowych [m²],

c - współczynnik pojemności wolnej przestrzeni.

W przypadku eksploatacji prowadzonej z zawalem skał stropowych, w górotworze nad zrobami powstają liczne szczeliny i rozwarstwienia sięgające na znaczną wysokość. Na podstawie obserwacji w kopalniach GZW przyjmuje się, że szczeliny te występują nad wybranym pokładem do wysokości równej około 15-krotnej jego grubości. Z uwagi na ograniczone możliwości prowadzenia bezpośrednich obserwacji w kopalniach, określenie pojemności wodnej szczelin poeksploatacyjnych dokonuje się przez porównanie pojemności wodnej zrobów i objętości niecki obniżeniowej na powierzchni. Pojemność wodną szczelin określa się na podstawie następującego wzoru:

$$V_{sz} = V_p (1-a-c) \quad [4]$$

przy czym $V_{sz} = 0$, gdy $c \geq 1-a$

gdzie:

V_{sz} - pojemność wodna szczelin poeksploatacyjnych [m³],

V_p - objętość przestrzeni wyeksploatowanej w pokładzie [m³],

c - współczynnik pojemności wodnej zrobów, $c = 0,2$,

a - współczynnik eksploatacyjny złoża, dla eksploatacji z zawalem $a = 0,7$.

Pojemność wodną górotworu karbońskiego w zasięgu jego obecnego odwadniania wyrobiskami górniczymi można oszacować jedynie z dużym przybliżeniem. Wpływ mają na to między innymi takie czynniki jak:

- rozpoznanie współczynników porowatości otwartej i odsączalności grawitacyjnej jest punktowe, a ich przestrzenny rozkład w górotworze jest bardzo nierównomierny,
- zasięg i stopień odwodnienia górotworu nie są znane
- brak jest punktów obserwacyjnych,
- skomplikowana budowa geologiczna i warunki hydrogeologiczne,
- skomplikowana geometria wyrobisk górniczych.

Obliczenie pojemności wodnej górotworu można oszacować ze wzoru:

$$V_g = p \cdot I \cdot 1,5 \cdot F \cdot \Delta z \cdot J_o(\mu) \quad [5]$$

gdzie:

p - udział piaskowców w złożu dla ZG Janina przyjęto $p=0,9$

F - powierzchnia zrobów [m²],

Δz - grubość interwału głębokości [m],

J_o - wskaźnik odsączenia lub współczynnik odsączalności skał górotworu μ , dla ZG Janina przyjęto $\mu = 0,0265$

Zawodnienie skał górotworu oraz ich zdolności do retencjonowania wody uwzględniono przez zastosowanie wartości współczynnika odsączalności pomniejszonego o połowę, w wysokości: $\mu = 0,0132$, co oznacza, że przyjęto odwodnienie górotworu, co najwyżej w 50%. Biorąc pod uwagę uwarunkowania górniczo-techniczne, podstawowe założenia dotyczące budowy infrastruktury związanej z utworzeniem w zrobach pokładu 201/1 w partii N dołowego zbiornika retencyjno-dożywającego dla najbardziej zasolonych wód z poziomów 500 i 800 m, przedstawiono poniżej.

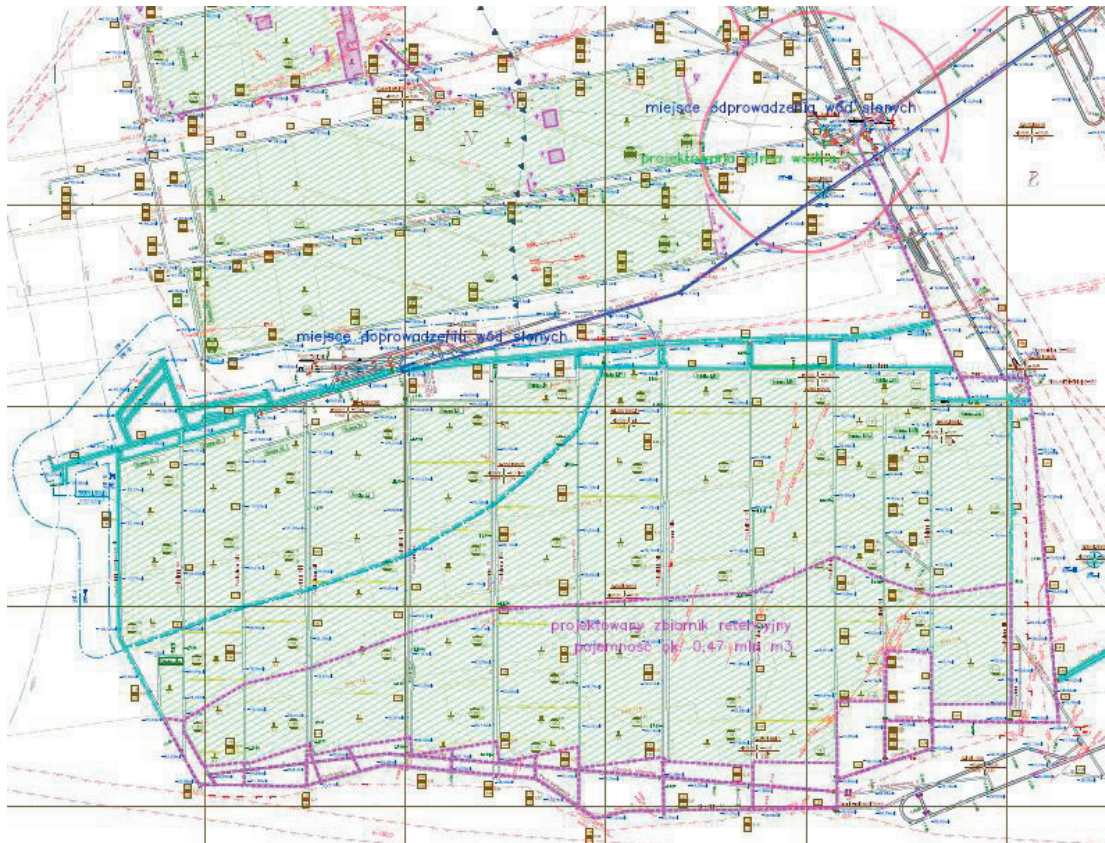
Ze względu na znaczną odległość pompowni pomocniczej na poziomie 800 m od miejsca proponowanego wprowadzania zasolonych wód do zrobów pokładu 201/1 to jest ok 5,2 km, przesył wód stanowić będzie znaczącą część kosztów w ewentualnej realizacji przedsięwzięcia. System ten powinien zapewnić przepływ wód w ilości maksymalnej około 5 m³/min, co wymaga średnicy rurociągów około \varnothing 300 mm.

Wprowadzanie wody do zrobów pokładu 201/1 w partii N odbywać się będzie poprzez rurociąg spływowy ułożony wzdłuż przekopu zachodniego III na poziomie 300 m. Retencjonowanie najbardziej zasolonych wód w dołowym zbiorniku retencyjno-dożywającym wymaga tak zwanej pojemności czynnej wystarczającej na przyjęcie około 2-miesięcznego dopływu wody z zewnątrz. Zakładając dostarczanie średnio około 5 m³/min najbardziej zasolonych wód z wyrobisk w pokładzie 203/3 i 207, pojemność czynnej części zbiornika powinna wynosić co najmniej 450 tys. m³, przy czym chodzi o pojemność w tak zwanych pustych przestrzeniach to jest w zrobach, wyrobiskach korytarzowych i szczelinach eksploatacyjnych. Objętości te są możliwe do osiągnięcia w zakresie rzędnych -74 ÷ -44 m n.p.m. (rys. 3) [7].

Dla osiągnięcia nawet większej pojemności, konieczne byłoby wybudowanie tamy wodnej w pochylni taśmowej, co umożliwi spiętrzenie wody w zbiorniku do rzędnej ok. -34 m n.p.m. Wiąże się to jednak z koniecznością utrzymania wymuszonego obiegu powietrza na odcinku ok. 1,2 km. W celu odprowadzenia retencjonowanych w zrobach wód, w projektowanej tamie wodnej wykonane zostaną dwa otwory odwadniające, zarurowane, o średnicach 250-300 mm każdy, którymi nadmiar wody odprowadzany byłby do stanowiska odwodnienia zlokalizowanego w chodniku N-502 i dalej do hali pomp głównego odwodnienia na poziomie 350 m. Umożliwiłoby to opróżnienie zbiornika w okresie 65 dni i odprowadzenie wód kopalnianych poprzez system głównego odwodnienia ZG Janina do potoku Gromieckiego i dalej do rzeki Wisły, zgodnie z warunkami pozwolenia wodnoprawnego udzielonego przez Wojewodę Małopolskiego.

PODSUMOWANIE

Wdrożenie systemu retencjonowania i dozowania najbardziej zasolonych wód pochodzących z odwodnienia ZG Janina pozwoli na minimalizację skutków środowiskowych związanych z ich wprowadzaniem do wód rzeki Wisły. Docelowy system dozowania wód dołowych, pozwoli na maksymalne wykorzystanie chwilowej chłonności chemicznej rzeki Wisły, tym samym minimalizując niekorzystne efekty wahań zasole-



Rys. 3. Lokalizacja zbiornika retencyjno-dozującego
Ryc. 3. Location of the retention and dosing basin

nia. Efektywne działanie powyższego systemu będzie możliwe w oparciu o następujące dodatkowe elementy takie jak:

- optymalnie zlokalizowane punkty monitoringu,
- nowoczesne, bezobsługowe narzędzia kontrolno-pomiarowe z możliwością bezprzewodowego transferu danych,
- urządzenia hydrotechniczne umożliwiające szybki zrzut określonej ilości zasolonych wód ze zbiornika retencyjno-dozującego,

- wydajny, szybki i bezawaryjny system łączności w celu współpracy z innymi kopalniami objętymi systemem ochrony hydrotechnicznej rzeki Wisły.

System automatycznego retencjonowania i dozowania zasolonych wód kopalnianych do rzeki Wisły powinien działać w oparciu o algorytmy predykcyjne, tak aby maksymalnie wykorzystać chwilową chłonność chemiczną rzeki Wisły.

Literatura

- [1] Rogoż M., *Hydrogeologia kopalniana z podstawami hydrogeologii ogólnej*, Katowice: Główny Instytut Górnictwa w Katowicach, 2004
- [2] Adamczyk A., Haładus A., Szczepański A., Wątor L., *Możliwości lokowania zasolonych wód kopalnianych w nieczynnych wyrobiskach na przykładzie KWK „Silesia”*. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, 1992, VIII.2
- [3] *Dodatek nr 2 do dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne w związku z projektowaniem odwodnień do wydobywania węgla kamiennego ze złóż Zakładu Górniczego Janina PKW S.A.*, SITG Mysłowice, 2014
- [4] *Koncepcja dotycząca ochrony hydrotechnicznej rzeki Wisły dla zasolonych wód dołowych z KWK „Piast” i KWK „Ziemowit” z wykorzystaniem wyrobisk górniczych Ruchu II KWK „Piast” jako zbiornika retencyjno-dozującego*, Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2002
- [5] *Program kompleksowego zagospodarowania wód dołowych ZG Janina na lata 2011-2024*, Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2011
- [6] *Koncepcja systemu retencjonowania i dozowania zasolonych wód dołowych odprowadzanych przez Zakład Górniczy Janina do wód powierzchniowych wraz z systemem monitoringu*, Główny Instytut Górnictwa, Katowice, 2012
- [7] *Opracowanie dotyczące oddziaływania skumulowanego, prognozowanego zrzutu wód kopalnianych z ZG Janina oraz z projektowanej kopalni „Przeciszów” na wody odbiornika - rzeki Wisły, z uwzględnieniem zrzutów wód powyżej ujścia potoku Gromieckiego*, Stowarzyszenie Naukowe im. S. Staszica, Kraków, 2015
- [8] *Określenie sposobów dołowego zagospodarowania zasolonych wód kopalnianych z możliwością ich retencji w zrobach oraz wykorzystaniem chłonności górotworu w ZG Janina*, Stowarzyszenie Naukowe im. S. Staszica, Kraków, 2016