

*Przemysław Bukowski**

ZAGROŻENIA WODNE W KOPALNIACH WĘGLA KAMIENNEGO W GÓRNOŚLĄSKIM ZAGŁĘBIU WĘGLOWYM W DOBIE RESTRUKTURYZACJI GÓRNICTWA**

1. Wstęp

O zagrożeniach wodnych w węglowym górnictwie podziemnym w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym (GZW) mówi się od czasu wejścia z eksploatacją górniczą w obszary górotworu położone poniżej zwierciadła wód podziemnych. Początkowo „walka” z wodą polegała głównie na konieczności drenażu górotworu do stanu umożliwiającego podjęcie bezpiecznej eksploatacji górniczej. W tym okresie dominujące były zagrożenia wodne i częściowo związane z nimi zagrożenia geomechaniczne (inne zagrożenia naturalne pojawiały się w miarę odwadniania górotworu i schodzenia z eksploatacją w jego głąb). Natomiast w czasie intensywnego rozwoju górnictwa okresu 20-lecia międzywojennego i później w latach 50–80. ubiegłego stulecia następował wyraźny wzrost zagrożeń wodnych przejawiający się wzrostem liczby wdarć wody lub wody z luźnym materiałem skalnym do czynnych wyrobisk górniczych. Okres ten charakteryzował się słabiej rozwiniętymi technikami zabezpieczeń, przepisami prawa, które w znikomym stopniu uwzględniały zagadnienia rozpoznawania i dokumentowania zagrożeń wodnych. Niebagatelną rolę odgrywał w tym czasie brak współdziałania w rozpoznawaniu i zwalczaniu wzajemnie nakładających się różnych zagrożeń górniczych (tzw. zagrożenia skojarzone).

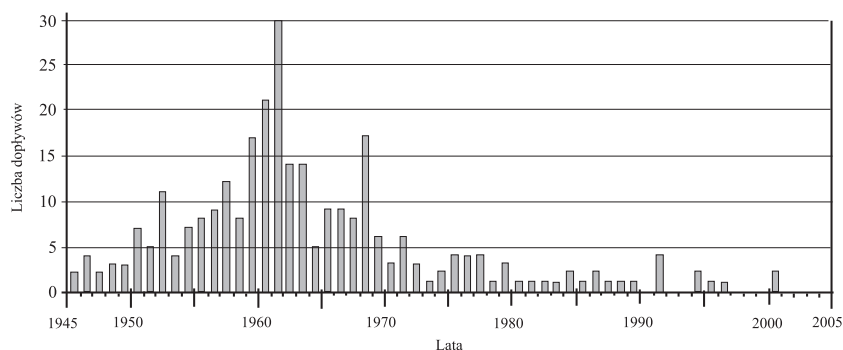
Obowiązujące w górnictwie od lat 70. ubiegłego wieku przepisy określają zagrożenie wodne jako możliwość wdarcia się wody lub wody z luźnym materiałem skalnym do czynnych wyrobisk górniczych, które stwarza zagrożenie dla załogi lub ciągłości ruchu zakładu górniczego. Jak już wynika z samej definicji, zagrożenie wodne wdarciem może zaistnieć wówczas, gdy możliwości techniczne jego neutralizacji nie są wystarczające. Zasadniczym kryterium oceny zagrożenia wodnego jest obecnie charakter i wielkość źródła zagrożenia,

* Pracownia Geologii i Hydrogeologii Zakładu Geologii i Geofizyki GIG

** Fragment badań w ramach pracy naukowej sfinansowanej ze środków MNiSW jako projekt badawczy własny nr R09 024 01 realizowany w latach 2006–2009

czego wyrazem w latach 70. było stworzenie w Polsce podziału źródeł zagrożenia wodnego z uwagi na tzw. swobodę ruchu wody na dwie grupy [13, 18]. Do I grupy tzw. źródeł zagrożenia o nieograniczonej swobodzie ruchu wody zaliczono zbiorniki i ciekły powierzchniowe, zbiorniki w wyrobiskach górniczych i pustkach krasowych. Do II grupy źródeł zagrożenia wodnego o ograniczonej swobodzie ruchu wody zaliczono zawodnione uskoki, szczeliny i warstwy wodonośne oraz niezlikwidowane otwory wiertnicze. Jednocześnie w latach 70. i 80. eksploatacja górnicza prowadzona była już w górotworze w znacznym stopniu odwodnionym. Stosowano coraz to bardziej nowoczesne techniki eksploatacji, maszyny górnicze i obudowy oraz formułowano bardziej rygorystyczne i przystosowane do realiów przepisy prawa [9].

Z nastaniem lat 90. ubiegłego stulecia podjęto restrukturyzację profilu górnictwa, która polegała przede wszystkim na ograniczeniu wydobycia z poziomu 200 mln ton/rok (w latach 70.) do poziomu faktycznych potrzeb gospodarczych. Ograniczenia te skutkowały jednak zamykaniem kopalń i tworzeniem w części z nich rozległych zbiorników wodnych o bardzo dużych pojemnościach. Pomimo ustabilizowania się po 1997 r. sytuacji w zakresie notowanej liczby wdarć (równej 0 — odnotowano tylko dwa tzw. wzmożone dopływy wód — rys. 1), skala i stan zagrożeń wodnych diametralnie się zmieniły.



Rys. 1. Liczba wzmożonych dopływów wód do czynnych wyrobisk górniczych w latach 1944–2005 [8, 18]

Skala rozcięcia i zruszenia górotworu robotami górniczymi, podchodzenie z eksploatacją górniczą w pobliżu zbiorników wodnych, zmiany właściwości górotworu w wyniku jego wtórnego nasycania wodą oraz prowadzenie eksploatacji podziemowej stały się głównymi czynnikami, które mogą w przyszłości decydować o wzroście zagrożenia wodnego.

2. Niektóre zmiany środowiska geologicznego w związku z zatapianiem kopalń

Okres restrukturyzacji górnictwa często identyfikowany z postępującą intensywną likwidacją kopalń datuje się na pierwszą połowę ostatniej dekady ubiegłego stulecia. W okresie

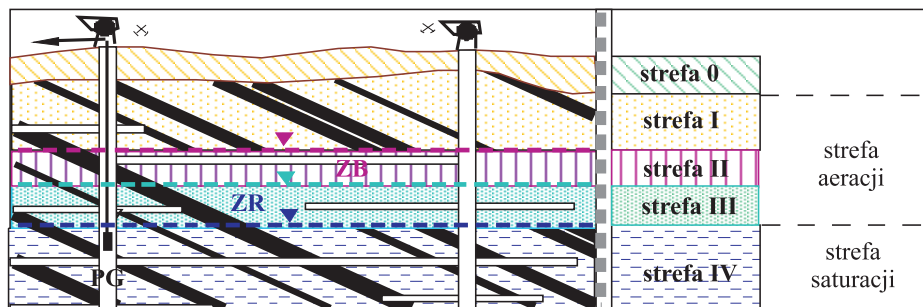
przeszło 10 ostatnich lat zlikwidowanych zostało blisko 30 kopalń węgla. We wszystkich przypadkach likwidacja polegała na zakończeniu eksploatacji górniczej i izolacji nieczynnych wyrobisk. W tym czasie w oparciu o rozeznanie istniejących i prawdopodobnych połączeń hydraulicznych pomiędzy kopalniami ustalono, w których kopalniach i w jakim czasie można wyłączyć, zmienić lub pozostawić odwadnianie.

W kilku byłych kopalniach węgla do chwili obecnej zatopiono dotąd tylko część wyrobisk górniczych. Ogromne zbiorniki wodne utworzono m.in. w kopalniach: „Grodziec”, „Paryż”, „Saturn”, „Sosnowiec”, „Porąbka-Klimontów”, „Niwka-Modrzejów”, „Katowice-Kleofas”, „Gliwice”, „Pstrowski”, „Miechowice”, niemal w każdym przypadku o pojemności dochodzącej do wielu milionów metrów sześciennych wody. W trzech byłych kopalniach: „Siersza”, „Morcinek” i „1-Maja” oraz w „Ruchu II” kopalni „Janina” aktualnie trwa zatapianie wyrobisk górniczych, a w pozostałych odwadnianie pozostało bez zmian lub przejęły je kopalnie sąsiednie.

Utrzymanie obecnego stanu odwadniania zatopionych wyrobisk górniczych ma na celu ochronę czynnych kopalń przed nadmiernym przepływem wód z kopalń zlikwidowanych i zatopieniem systemu odwadniania którejkolwiek spośród kopalń czynnych lub przed kosztowną przebudową ich systemów odwadniania.

Utrzymanie systemu odwadniania w kopalniach zlikwidowanych spełnia także rolę ochrony dla pól czynnej eksploatacji górniczej i pól rezerwowych przed wystąpieniem zagrożenia wodnego. Oddziaływanie wód takiego zbiornika na otoczenie jest niewątpliwe, co powoduje, że zbiorniki takie nie pozostają obojętne dla właściwości środowiska geologicznego otaczającego obszary kopalń zlikwidowanych, które dotąd funkcjonowały jako pola rezerwowe lub resztki. Za prawdopodobne należy uznać wtórne nasycanie się wodą górotworu wokół zbiorników, odtwarzanie poziomów wodonośnych i zawodnienie wcześniej odwodnionych szczelin uskokowych. W polach eksploatacji górniczej prowadzonej w sąsiedztwie zbiorników w kopalniach zlikwidowanych należy oczekiwać wzrostu przepływów — przesączania się wód ze zbiorników do stref nadzawałowych, stref szczelin poeksploatacyjnych, pustek Webera itp. Konsekwencją tego będzie w przyszłości możliwy wzrost zawodnienia górotworu, a dla eksploatacji górniczej prowadzonej i planowanej w pobliżu kopalń zatopionych wzrost dopływów wód o trudnym do ustalenia natężeniu.

Zatapianie wyrobisk górniczych prowadzi do szeregu zmian środowiska geologicznego otaczającego zatapiane wyrobiska górnicze i zroby poeksploatacyjne. Zdaniem autora ma to szczególne znaczenie dla funkcjonowania w zlikwidowanych kopalniach pompowni, których podstawowym zadaniem jest zabezpieczenie kopalń czynnych przed nadmiernym dopływem wody. Zakres tych zmian jest inny w przypadku górotworu położonego powyżej dynamicznego zwierciadła wody, inny w strefie wahań po ustabilizowaniu się go w wyniku pompowania lub po spiętrzeniu, a inny poniżej zakresu wahań zwierciadła. W strefie nadwodnej tworzonego lub utworzonego zbiornika wody (umowna strefa aeracji — I, II i III) zakres zmian zachodzących w górotworze jest bardzo zróżnicowany w zależności od zakresu spiętrzenia wody (strefa IV) oraz ustalonych miąższości tzw. zbiorników retencyjnego (strefa III) i awaryjnego-buforowego (strefa II) (rys. 2).



Rys. 2. Schemat strefowości pionowej warunków naturalnych w złożu w związku z tworzeniem się zbiornika wody w nieczynnych wyrobiskach górniczych:
PG — pompownia głębinowa, ZR/ZB — zakres (zbiornik) roboczy i buforowy

Zachowanie się górotworu w strefie I podporządkowane jest stanom związanym z drenażem górotworu i szczypaniem resztek statycznych zasobów wód i z zasobów dynamicznych. W tej strefie w kopalniach czynnych i zlikwidowanych dominują procesy związane z infiltracją wody z powierzchni i utworów nadkładu (ze strefy 0), przy częściowym udroźnieniu górotworu wpływami eksploatacji górniczej. W tej strefie ma swój wpływ oddziaływanie atmosfery kopalnianej i związanych z nią procesów wietrzeniowych (głównie na etapie eksploatacji), a także wód infiltracyjnych. Wody infiltracyjne spływają wprawdzie do najniższej położonych partii kopalni (w kopalni zlikwidowanej do zbiornika) na ogół uprzywilejowanymi drogami, jak szczeliny naturalne — tektoniczne i poeksploatacyjne, to jednak powodują zawilgocenie górotworu na drodze spływu, powodując przynajmniej częściowe nasycenie (np. kapilarne) skał wodą. Odwodniony górotwór charakteryzuje się podwyższonymi wartościami parametrów wytrzymałościowych, a obniżonymi parametrów odkształceniowych. Wilgotność skał zbliżająca się do wilgotności stanu tzw. powietrzno-suchego może wystąpić w warunkach wysokich temperatur skał i skał o małej porowatości. W tych warunkach należy liczyć się ze spadkiem wartości parametrów hydrogeologicznych skał (kolmatacja por) i parametrów odkształceniowych nawet w przypadku skał ilowcowych, a zwłaszcza mułowcowych oraz ze wzrostem wytrzymałości skał.

Zachowanie się górotworu w strefie II jest podobne jak w strefie I, lecz z uwagi na zbliżanie się do zwierciadła wody w tworzonego zbiornika większą rolę odgrywa wzrost wilgotności atmosfery kopalnianej. Istotne w tej strefie może być zawodnienie górotworu związane wprawdzie z krótkotrwałym i sporadycznym zawodnieniem górotworu w wyniku np. awaryjnego spiętrzania wody, jednak powodującym większe niż w strefie I nasycenie skał wodą. Strefa II wydzielona z racji statusu dla zbiornika (zbiornik awaryjny w pompowni głębinowej) już z założenia nie powinna być strefą nawadnianą (jedynie w sytuacjach awaryjnych). Stąd trzeba przyjąć, że po awaryjnym nawodnieniu górotworu należy liczyć się z częściowym wypełnieniem przez wodę wolnych przestrzeni w porach i szczelinach w dłuższym okresie, a warunki geomechaniczne w niej panujące będą nieco gorsze

niz w strefie I. Największy wpływ zbiornika powstałego w zrobach zlikwidowanej kopalni zaznaczy się w strefie II w związku z ewentualnym podsiąkaniem kapilarnym wody od strony górnej granicy zbiornika retencyjnego (maksymalnego spiętrzenia wody w cyklu pracy pompowni).

Zachowanie się górotworu w strefie III — strefie permanentnych wahań zwierciadła wody związanych z pracą pompowni oraz strefie odpływu wody ze zbiornika — może w znacznej mierze rzutować na zachowanie się wolnych przestrzeni, zwłaszcza w obrębie zrobów zawałowych. Niezależnie od wytrzymałości skał nasycanych i odwadnianych w cyklu pompowań i wypełniania zbiornika retencyjnego wodą zachodzi w tej strefie ciągły proces osłabiania skał. Biorąc pod uwagę fakt, że zbiornik w likwidowanej kopalni obejmuje zroby różnych pokładów, położonych pośród różnych wydzieleni litologicznych, niekiedy o bardzo odmiennych własnościach, skutkiem takich zmian w strefie III musi być powolna utrata pojemności przez zbiornik retencyjny, spowodowana początkowo wypełnianiem porów skał i szczelin wodą, a później zaciskaniem wolnych przestrzeni (zwłaszcza na odcinkach występowania słabych skał iłowcowych). W zależności od warunków geomechanicznych proces ten może zachodzić szybciej lub wolniej. Skały w tej strefie, w kolejnych cyklach wahań zwierciadła wody w pompowni, po początkowym cyklu pompowań i nasyceniu wolnych przestrzeni wodą praktycznie nie są zdolne do dalszego przyjmowania wody. Zapewne podobnie zachowują się skały strefy filtracji wody ze zbiornika do najbliższych baz drenażu, przy czym przy przepływie wody dochodzi czynnik rozmywania skał, zwłaszcza słabych. W wyniku wahań zwierciadła wody i procesów filtracji (ruchu wody) dochodzi do łatwej destrukcji głównie skał iłowcowych, łatwo rozmakalnych i rozmywanych. Ciśnienie pionowe górotworu, które na nie działa, oddziałuje w różny sposób w zależności od głębokości i gęstości ośrodka skalnego zalegającego wyżej, zwykle prowadząc do powolnego zaciskania wolnych przestrzeni szczelin i zrobów.

W strefie IV — w pełni zawodniona strefa zbiornika — procesy geomechaniczne odgrywają już mniejszą rolę, z uwagi na wypełnienie wszystkich wolnych przestrzeni wodą. Zatapianie kopalń i wypełnianie się leja depresji powoduje zmianę warunków hydrogeologicznych w otoczeniu istniejących pustek. Z jednej strony woda powoduje obniżenie naturalnych cech wytrzymałościowych poszczególnych warstw skalnych oraz górotworu jako całości, z drugiej jednak strony podnoszące się zwierciadło wody powoduje wzrost ciśnień porowych, a tym samym zmniejszenie naprężeń efektywnych, co z kolei poprawia stateczność górotworu wokół pustki. Przyjmuje się, że wypełnianie pustki wodą jest korzystne, gdyż woda stanowi szczególny rodzaj „podsadzki” w doskonały sposób wypełniającej wolne przestrzenie i bardzo mało ściśliwej. Jest to jednak czynnik zwiększający zagrożenie wodne dla kopalń prowadzących eksploatację w sąsiedztwie utworzonego zbiornika wodnego.

Strefa „0” (utwory nadkładu) odgrywa ważną rolę w końcowej fazie zatapiania kopalni, gdzie w zależności od wykształcenia litologicznego i zawodnienia utworów nadkładu proces zatapiania może „przyspieszyć” lub „zwolnić”, a spiętrzana woda może wywołać negatywne skutki na powierzchni.

3. Zagrożenia wodne w związku z tworzeniem zbiorników wodnych w wyrobiskach podziemnych zakładów górniczych

W okresie funkcjonowania górnictwa podziemnego wypracowanych zostało szereg metod oceny zagrożeń wodnych i sposobów zabezpieczeń przeciwważeniowych (odwadnianie, ocena stateczności i szczelności filarów, korków, tam itp.). Stan wiedzy na ich temat zawarty jest w pracach m.in.: Sztelaka [22], Palarskiego [15], Wilka (red.) [23], Szczepańskiego i in. [21], Mazurkiewicza i Piotrkowskiego [14], Konstantynowicza i in. [13], Rogoża [17, 18], Konopki (red.) [12].

W ocenie skali zagrożenia wodnego jako wielkości (pojemności) zbiornika, oprócz stosowanego w praktyce współczynnika pojemności wodnej zrobów poeksploatacyjnych c [16] w ostatnich latach (po 1999 r.) w prognozowaniu pojemności wodnej zbiorników wodnych z powodzeniem zastosowano nowe metody badań, m.in. metodę wskaźnika chłonności wodnej górotworu (d_{ch} , D_{ch}) oraz nową metodę (nasycania kapilarnego) oceny odsączalności grawitacyjnej skał (μ_{NK}) [3, 4, 6]. Wskazane nowe metody badawcze powstały ściśle w celu ich zastosowania do sparametryzowania i oceny źródeł zagrożenia wodnego, jakim są podziemne zbiorniki wodne w likwidowanych wyrobiskach górniczych.

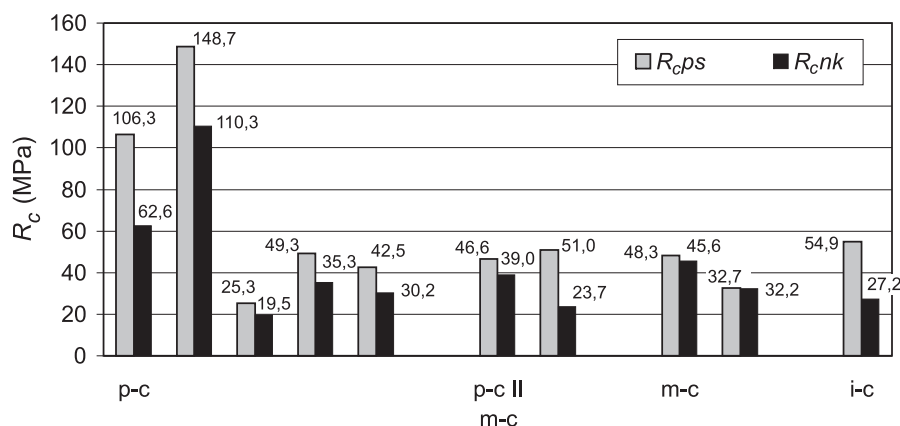
W identyfikacji źródeł i badaniach stanu zagrożenia wodnego w podziemnych zakładach górniczych proponuje się powiązanie kilku czynników o pojemności i trwałości wolnych przestrzeni, w tym własności fizykomechanicznych górotworu i własności hydrogeologicznych skał oraz zróżnicowania budowy litologicznej i tektoniki GZW [8]. Już tylko z uwagi na zróżnicowanie w budowie geologicznej GZW i rejonizację hydrogeologiczną zagłębia [20] obserwowane były istotne różnice w zdolności do gromadzenia wód w zrobach kopalń położonych w różnych częściach GZW. Podobnie budowa geologiczna i właściwości geomechaniczne skał i górotworu muszą wpływać na różnicowanie się i zdolność przepływu wód — swobodę ruchu wody w górotworze, a co za tym idzie na dobór środków niezbędnych do neutralizacji zagrożenia wodnego.

Jak już wynika z badań podstawowych odnoszących się do wzajemnych relacji własności ośrodka skalnego, w różnych stanach nasycenia wodą [2, 8, 10, 11] własności fizykomechaniczne skał zmieniają się w szerokim zakresie (rys. 3). Zdaniem autora powoduje to także istotne zróżnicowanie w zachowaniu się wolnych przestrzeni zdolnych do retencjonowania wód dołowych.

Zachowanie się skał i górotworu jest odmienne w warunkach górotworu zdrenowanego z wód od zachowania się skał i górotworu położonych w zasięgu wpływu i oddziaływania zbiorników wodnych tworzonych w zlikwidowanych kopalniach (strefa III). Zróżnicowanie to jest niezależne od różnic własności wynikających z wieku, głębokości i budowy petrograficznej tych samych typów skał karbońskich pochodzących z różnych rejonów GZW.

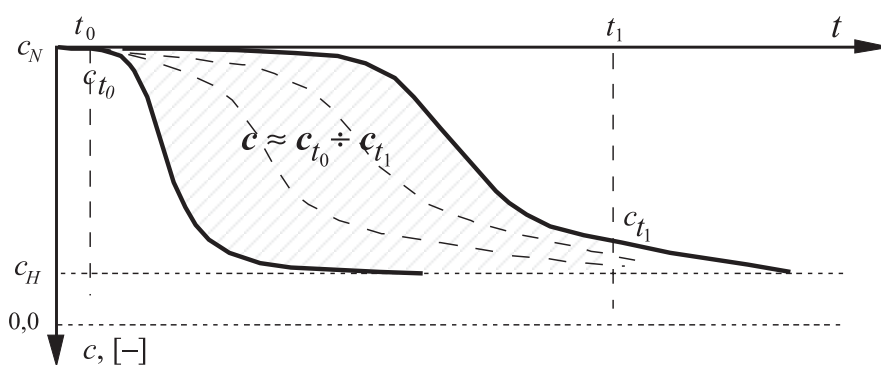
Szczególnie „wrażliwe” na działanie wody są skały wodochłonne oraz położone w strefach zruszenia górotworu powstałych po eksploatacji pokładów węgla lub reaktywowanych tą eksploatacją stref tektonicznych. Przykładem przejawów wpływu zawodnienia górotwo-

ru na ocenę skali zagrożenia wodnego niech będą istotne rozbieżności w oszacowaniach pojemności wodnej zrobów mierzone krotnością wartości wyniku pojemności wodnej wyrobisk górniczych w stosunku do później wykonanych obserwacji połowych przebiegu zatapiania lub odwadniania zbiorników w podziemiach kopalń.



Rys. 3. Wytrzymałość na ściskanie skał karbońskich GZW w stanie powietrzno-suchym ($R_{c,ps}$) i w wyniku nasycenia ich wodą (piaskowce i mułowce nasycano kapilarnie — $R_{c,nk}$) według [7]

Przebieg i czas zachodzenia zmian w pojemności wodnej zrobów zawałowych może być bardzo zróżnicowany i zależy od wielu czynników powodujących zmiany pojemności od chwili zaistnienia zawału chaotycznego aż do czasu wygaszenia poeksploatacyjnych ruchów powierzchni i później do momentu ewentualnej ponownej aktywacji zrobów związanej z procesem ich zatapiania (rys. 4).



Rys. 4. Hipotetyczna zmiana wartości współczynnika pojemności wodnej zrobów c od stanu nasypowego (c_N) do współczynnika na określonej głębokości (c_H) w przedziale czasowym: zawał chaotyczny (t_0) — niecka obniżeniowa (t_1) według [5]

Generalnie w otoczeniu górotworu scharakteryzowanego jako mocny oczekiwana jest wysoka stateczność wyrobisk górniczych i wolnych przestrzeni, niewiele zmieniająca się w bardzo długim okresie, nawet pod wpływem oddziaływania wody. Miarą skali zagrożenia w takim przypadku byłaby pojemność zbiornika w zestawieniu z przepustowością ewentualnego połączenia i możliwością odbioru wód w rejonie odwadniania oraz możliwością zabezpieczenia czynnych wyrobisk lub jej brakiem.

Na przykładzie wyników pochodzących z badania próbek piaskowców średnioziarnistych (rys. 4), zakładając tę samą głębokość wyrobisk około 500 m, można hipotetycznie rozważać zachowanie się zrobów i górotworu z nich zbudowanych:

- 1) Piaskowce o wysokiej wytrzymałości na ściskanie po nasyceniu ich wodą zachowują wytrzymałość znacznie przewyższającą ciśnienie pionowe wynikające z głębokości i ciężaru skał nadległych. Można sądzić, że ich wytrzymałość tzw. resztkowa po przejściu górotworu w zawał jest na tyle wysoka, że ewentualna dalsza destrukcja skał w obrębie rumoszu zawałowego następować może w długim czasie. Uśredniony dla GZW współczynnik pojemności wodnej zrobów według Rogoża [16] może mieć wartość w istotnym stopniu zaniżoną w stosunku do rzeczywistej. Przepuszczalność zrobów związana będzie zapewne głównie ze strefą zrobową i szczelinami położonymi bezpośrednio nad tą strefą, a nie wysoko położonym układem szczelin nad wyrobiskami, i może cechować się wartościami znacznie wyższymi od oczekiwanych. Z uwagi na daleką propagację szczelin w górotworze prawdopodobny jest daleki zasięg odwadniania, a następnie wypełniania górotworu wodą. Związana z tym jest także wysoka chłonność wodna górotworu wynikająca głównie z chłonności wodnej szczelin i przestrzeni międzyziarnowych [4].
- 2) Po spiętrzeniu wody w górotworze zbudowanym z piaskowców o niskiej wytrzymałości na ściskanie po nasyceniu skał wodą obniżają one swą wytrzymałość znacznie poniżej wartości ciśnienia pionowego wynikającego z głębokości i ciężaru skał nadległych. Zmiany w strukturze skał budujących rumosze zawałowe wynikają już z samej predyspozycji do rozpadu skał w wyniku działania wody [10]. Może to być, oprócz działającego nacisku skał wyżej ległych, jedną z przyczyn dezintegracji skał i zmian pojemności wodnej rumoszu zawałowego [1, 5]. Wytrzymałość resztkowa skał po zniszczeniu ich struktury w wyniku zawału jest na tyle niska, że destrukcja skał w obrębie zawału może być procesem szybko zachodzącym i prowadzącym do całkowitego zaciśnięcia zrobów. Uśredniona dla GZW wartość współczynnika pojemności wodnej zrobów według Rogoża [16] może być w istotnym stopniu zawyżona w stosunku do rzeczywistej. Przepuszczalność zrobów może być związana głównie ze strefą nadzrobową, a nie z układem wolnych przestrzeni w zrobach i jako zbliżona do przepuszczalności skał może cechować się znacznie niższymi wartościami od oczekiwanych. Chłonność wodna górotworu związana będzie głównie z wodochłonnością skał i zbliżona do jego pojemności wodnej [4].

Posługując się przesłankami wynikającymi między innymi z badań fizykomechanicznych własności skał karbońskich GZW, zwłaszcza wytrzymałości na ściskanie oraz wytrzy-

małości resztkowej skał, badanych dla różnych stanów wilgotności, a także wynikami badań jakości masywu skalnego autor widzi potrzebę modyfikacji klasyfikacji źródeł zagrożenia wodnego dla podziemnego górnictwa węglowego.

Wstępnie proponuje się rozszerzenie oceny źródeł zagrożenia wodnego z dwu do trzech grup [8]:

- 1) Do I grupy źródeł zagrożenia wodnego, oprócz zbiorników i cieków powierzchniowych oraz pustek krasowych, można byłoby zaliczyć część zrobów i wyrobisk korytarzowych, zwłaszcza położonych w otoczeniu górotworu strukturalnie i litologicznie mocnego i mało wrażliwego na oddziaływanie wody, o własnościach wytrzymałościowych skał znacznie przewyższających ciśnienie pionowe górotworu.
- 2) Do grupy II proponuje się zaliczenie, oprócz uskoków, szczelin i warstw wodonośnych, stref wpływów eksploatacji górniczej w przewidywanym zasięgu szczelin poeksploatacyjnych, wyrobisk górniczych, w tym: częściowo zlikwidowanych, wyrobionych, podsadzonych i doszczelnianych materiałem słabo zestalającym się, które byłyby położone w otoczeniu górotworu o średnich parametrach wytrzymałościowych skał, zbliżonych do wartości ciśnienia pionowego górotworu i średnio wrażliwych na oddziaływanie wody.
- 3) Do grupy III, oprócz niezlikwidowanych otworów wiertniczych, proponuje się zaliczyć również wyrobiska górnicze, które nie zostały zaliczone do I i do II grupy źródeł zagrożenia wodnego, w tym położone w otoczeniu górotworu słabego i bardzo słabego o znacznej odkształcalności skał, w którym wytrzymałość na ściskanie i wytrzymałość resztkowa skał, szczególnie tych badanych w stanie tzw. powietrzno-suchym, jest znacząco mniejsza niż wartość ciśnienia pionowego górotworu, a także wyrobiska doszczelniane dobrze zestalającymi się mieszaninami mineralno-wodnymi. Środowisko geologiczne można określić jako bardzo wrażliwe na oddziaływanie wody.

4. Podsumowanie

Wobec znaczącego zakresu likwidacji kopalń w wielu rejonach górniczych od wielu lat coraz większą wagę przykłada się do środowiskowych skutków likwidacji, a mniejszą do ewentualnych zagrożeń wodnych w rozumieniu tego zagrożenia jako wdarcia wód lub wody z luźnym materiałem skalnym, które stwarza zagrożenie dla załogi lub ruchu zakładu górniczego. W każdym górnictwie podziemnym niewątpliwym problem stanowi neutralizacja lub likwidacja dużych i odnawialnych źródeł zagrożenia wodnego, choć dla życia ludzkiego może być groźne zarówno wdarcie wód z basenu morskiego, pod którego dnem prowadzone są roboty górnicze, jak i ze zbiornika o pojemności kilkunastu metrów sześciennych wody zatrzymanej w pochyłym chodniku [19, 23]. Metody rozpoznawania zagrożenia wodnego oraz jego zwalczania od blisko 40 lat prezentowane są w licznych publikacjach krajowych i rzadziej zagranicznych w niezmienionej lub mało zmienionej formie. Jak wynika

z analizy literatury, stan wiedzy na temat zagrożeń wodnych praktycznie nie zmienił się od lat 70–80. ubiegłego wieku.

W ostatnich latach mamy do czynienia z procesem restrukturyzacji górnictwa węglowego w Polsce i z dokonaną w związku z nim likwidacją szeregu kopalń węglowych z ich częściowym lub całkowitym zatapianiem włącznie. W związku z likwidacją coraz większych obszarów górniczych tworzy się wiele nowych antropogenicznych zbiorników wodnych o pojemnościach liczonych w milionach metrów sześciennych wody. Niezależnie od przyczyn, ostatnio coraz częściej rozważa się możliwości bądź to całkowitego wyłączenia odwadniania, bądź też takiego spiętrzenia wód, które pozwoliłoby zminimalizować ilość wód konieczną do wypompowania na powierzchnię. Wraz z procesem spiętrzenia wód w zlikwidowanych kopalniach przewidywać należy zarówno wzrost niekontrolowanych przepływów wód w kierunku najbliższych baz drenażu (odwadnianych wyrobisk), jak i wzrost nasykania się wodą górotworu wokół zatapianych wyrobisk górniczych. Tym samym przewiduje się w przyszłości wzrost zagrożeń wodnych, których źródłem mogą stać się ogromne zbiorniki wodne z wodami pod wysokim ciśnieniem, utworzone w wyrobiskach zlikwidowanych kopalń, i warstwy ponownie nawodnionego górotworu. Jak wynika z powyższego, podejście do zagrożeń wodnych wywodzące się z końca lat 70. i 80. powinno ulec modyfikacji, a klasyfikacja źródeł zagrożenia wodnego powstałych w wyniku eksploatacji górniczej, a także skala tegoż zagrożenia powinny być przedmiotem dostosowania do obecnych i spodziewanych w przyszłości warunków hydrogeologicznych oraz określenia bardziej szczegółowych i pełnych kryteriów oceny niż tylko swoboda ruchu wody.

LITERATURA

- [1] Bromek T., Bukowski P.: Ocena przepuszczalności materiałów zasypowych używanych do likwidacji szybów kopalnianych. *Przegląd Górniczy*, 11, 2002, 18–23
- [2] Bukowska M., Kidybiński A.: Wpływ czynników naturalnych masywu skalnego na jego wytrzymałość określoną metodami in situ i laboratoryjną. Katowice, Prace Naukowe GIG, Górnictwo i Środowisko, Kwartalnik, 1, 2002, 35–46
- [3] Bukowski P.: Chłonność wodna górotworu i jej wpływ na przebieg zatapiania likwidowanych kopalń. Katowice, Archiwum GIG 1999 (praca doktorska)
- [4] Bukowski P.: Chłonność wodna górotworu karbońskiego i jej wpływ na przebieg zatapiania wyrobisk górniczych kopalń węgla kamiennego w GZW. Archiwum Górnictwa, vol. 47, Warszawa – Kraków, Wyd. PWN 2002, 385–412
- [5] Bukowski P.: Próba oceny pojemności wodnej luźnego rumoszu skalnego dla potrzeb określania pojemności wodnej zrobów zawałowych. *Wiadomości Górnicze*, 11, 2004, 472–479
- [6] Bukowski P.: Sposób badania odsączalności skał zwięzłych i luźnych. Patent GIG, Biuletyn Urzędu Patentowego, Nr 18(722), Warszawa, Wyd. Urzędu Patentowego RP 2007, Nr zgłoszenia patentowego 338463
- [7] Bukowski P., Bukowska M.: Zmiany niektórych własności środowiska geologicznego w strefie wahań zwierciadła wód w zbiornikach tworzonych w kopalniach węgla kamiennego w GZW. *Współczesne Problemy Hydrogeologii*, Wyd. Uniwersytetu Mikołaja Kopernika pod red. A Sadurski, A. Krawiec, tom XII, 2005, 77–83
- [8] Bukowski P., Bukowska M., Haladus A.: Charakterystyka zagrożeń wodnych w kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego w związku z restrukturyzacją przemysłu węglowego. Materiały IX Warsztatów Górniczych 2005 z cyklu „Zagrożenia naturalne w górnictwie”, Kazimierz Dln. 20–22.06.2005. Seria Sympozja i Konferencje nr 65, Kraków, Wyd. IGSMiE PAN 2005, 209–221
- [9] Instrukcja bezpiecznego prowadzenia robót górniczych w warunkach zagrożenia wodnego, 1974

- [10] *Kidybiński A.*: Podstawy geotechniki kopalnianej. Katowice, Wyd. Śląsk 1982
- [11] *Konopko W., Kostyk T.*: Wpływ zawilgocenia na wytrzymałość skał karbońskich. Katowice, Biuletyn GIG, 3, 1974, 7–9
- [12] *Konopko W. red.*: Strategia poprawy bezpieczeństwa pracy w kopalniach węgla kamiennego. Wydanie 2, Katowice, Wydawnictwa GIG 2004
- [13] *Konstantynowicz E., Bromek T., Piłat T., Posyłek E., Rogoż M.*: Wyznaczanie filarów bezpieczeństwa dla ograniczenia zagrożenia wodnego w kopalniach węgla kamiennego. Katowice, Prace GIG, Komunikat, 615, 1974
- [14] *Mazurkiewicz M., Piotrowski Z.*: Problemy likwidacji kopalń podziemnych. Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej, Seria z Perlikiem, nr 14, Kraków, AGH 2004
- [15] *Palarski J.*: Likwidacja kopalń a zagrożenia dla środowiska. Materiały Konferencji „Szkoła Eksploatacji Podziemnej 2000”, Szczyrk 2000, 461–476
- [16] *Rogoż M.*: Pojemność wodna zrobów w kopalniach węgla kamiennego. Katowice, Prace GIG. Komunikat, 628, 1974
- [17] *Rogoż M.*: Obliczanie tam wodnych w kopalniach. Katowice, Prace GIG, Komunikat, 760, 1991
- [18] *Rogoż M.*: Hydrogeologia kopalniana z podstawami hydrogeologii ogólnej. Katowice, GIG 2004
- [19] *Rogoż M., Posyłek E.*: Problemy hydrogeologiczne w polskich kopalniach węgla kamiennego. Katowice, GIG 2000
- [20] *Rózkowski A. red.*: Środowisko hydrogeochemiczne karbonu produkcyjnego Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Prace Naukowe U. Śl. nr 2244, Katowice, Wyd. U. Śl. 2004
- [21] *Szczepański A., Adamczyk A.F., Haladus A., Zdechlik R.*: O celowości zmian systemów odwadniania likwidowanych kopalń węgla kamiennego. Mat. VII Konferencji nt: Problemy geologii i ekologii w górnictwie podziemnym, Ustroń — Zawodzie 7–9 października 1998. Katowice 1998, 215–229
- [22] *Sztelak J.*: Hydrogeologia górnicza i sposoby zwalczania zagrożeń wodnych w kopalniach podziemnych. Skrypty uczelniane Politechniki Śl. nr 1624, Gliwice, Wydawnictwa Politechniki Śl. 1991
- [23] *Wilk. Z. red.*: Hydrogeologia polskich złóż kopalnin i problemy wodne górnictwa. Cz. 1. Kraków, AGH 2003

