

OCZYSZCZANIE WÓD KOPALNIANYCH Z RADU

Jedną z kopalń, odprowadzających do środowiska izotopy radu wraz z wodami dołowymi, jest KWK Ziemowit. W kopalni tej występują wody radowe, w których maksymalne stężenie ^{226}Ra sięga 12 kBq/m^3 (średnio $3,15 \text{ kBq/m}^3$ na poziomie 650 m), a stężenie ^{228}Ra – 20 kBq/m^3 (średnio $6,36 \text{ kBq/m}^3$ na poziomie 650 m). Wody z kopalni zrzucane są do osadnika powierzchniowego, skąd odprowadzane są do Potoku Goławieckiego, a stamtąd do Wisły. Pod ziemią pozostaje znikoma ilość radu. Bilans radu w dopływach do kopalni daje wyniki prawie identyczne, jak dla wód odprowadzanych z kopalni – około $60 \text{ MBq/dobę } ^{226}\text{Ra}$ i około $100 \text{ MBq/dobę } ^{228}\text{Ra}$. Do chwili obecnej ładunek radu zrzucanego przez KWK Ziemowit stanowił około 50% całkowitej aktywności izotopów radu, odprowadzanych przez górnictwo do środowiska naturalnego. Wody zbiorcze tej kopalni zawierają średnio około $1,3 \text{ kBq/m}^3$ dla ^{226}Ra i $2,5 \text{ kBq/m}^3$ dla izotopu ^{228}Ra . Od punktu zrzutu wód kopalni „Ziemowit”, aż do ujścia do Wisły w Potoku Goławieckim, często przekraczany jest poziom $0,7 \text{ kBq/m}^3$ stężenia izotopów radu. Ponadto osady denne z Potoku wykazują nieco podwyższone stężenia izotopów radu, który jest przez nie adsorbowany. Natomiast większa część radu trafia do Wisły, powodując skażenie jej wód. Z tego względu oczyszczanie wód KWK Ziemowit jest konieczne dla ograniczenia skażeń środowiska naturalnego.

Zgodnie z Decyzją Naprawczą Wojewody Katowickiego z dnia 26.06.1990 r. wraz z aktualizacją Wojewody Śląskiego z dnia 19.02.2003 r. KWK Ziemowit zobowiązana została do wykonania do dnia 31.12.2006 r. działań zapewniających ograniczenie stężeń substancji promieniotwórczych w wodach zrzutowych do poziomu nie wyższego niż $0,7 \text{ kBq/m}^3$ ^{226}Ra .

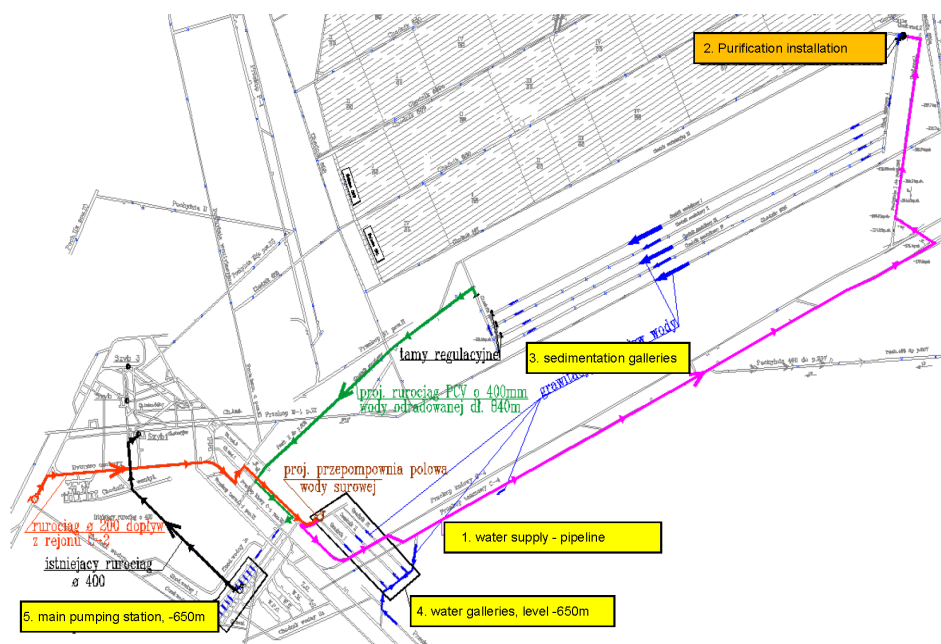
PRZYGOTOWANIE DO OCZYSZCZANIA WÓD KWK ZIEMOWIT Z RADU

Metoda oczyszczania z radu wód bezbarowych (zwanych też wodami typu B) została opracowana w Laboratorium Radiometrii Głównego Instytutu Górnictwa i tam też zostały przeprowadzone badania laboratoryjne. Na ich podstawie wybrano sorbent do zastosowań dołowych, oparty na chlorku baru. Badania te wykazały, że dawka potrzebna do oczyszczenia wód z radu do wymaganego poziomu wynosiła w tym przypadku jedynie 50 g/m^3 . To zadecydowało o wyborze tego sorbentu spośród innych do zastosowania praktycznego. Projekt stanowiska oczyszczania został przygotowany na podstawie założeń opracowanych przez Laboratorium Radiometrii GIG. Budowa systemu oczyszczania w kopalni „Ziemowit” została wsparta finansowo przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska.

W przypadku KWK Ziemowit oczyszczaniu podlegają wody z poziomu 650 metrów (poziom III). Można było się więc spodziewać, że wdrożenie metody oczyszczania na poziomie 650 metrów powinno doprowadzić do całkowitego rozwiązania problemu skażeń promieniotwórczych środowiska powodowanych przez tę kopalnię, jako że wody z poziomu 500 metrów charakteryzują się niskim zasoleniem i niskimi stężeniami izotopów radu.

Jednym z najpoważniejszych zadań, jakie stały przed kopalnią „Ziemowit” było wdrożenie metody i doprowadzenie do jej stabilnego stosowania. Laboratorium Radiometrii GIG było odpowiedzialne za nadzór nad rozruchem technologicznym i badaniami efektów ekologicznych w KWK Piast. Dlatego też zdobyte w tym czasie doświadczenie zostało wykorzystane przy pracach dla KWK Ziemowit.

W artykule niniejszym zamieszczono wyniki wstępnych badań efektów oczyszczania wód kopalni „Ziemowit” z radu.



Rys. 1. Schemat stanowiska oczyszczania w KWK Ziemowit

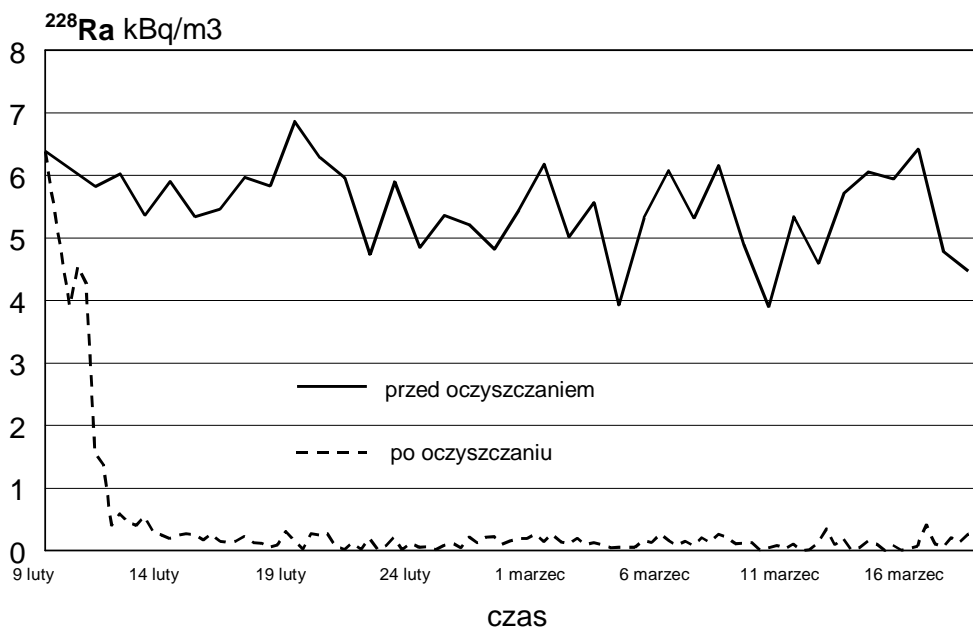
W trakcie rozruchu instalacji oczyszczania w kopalni „Ziemowit” zmierzono promieniotwórczość naturalną w około 350 próbkach wód dołowych oraz w kilkunastu próbkach osadów. Wykonywano także badania chemizmu pobranych próbek wód jak i zawartości zawiesiny. Ponadto prowadzone były pomiary mocy dawki i dawek promieniowania gamma i stężenia energii potencjalnej alfa na stanowiskach pracy w rejonie systemu oczyszczania wód z radu. Przeprowadzono też kilkakrotnie analizy sorbentu RA2, w tym badania składu chemicznego, granulacji i wilgotności.

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU OCZYSZCZANIA WÓD Z RADU

Stanowisko dozowania sorbentu i system chodników sedymentacyjnych

W latach 2003–2005 wykonano system chodników sedymentacyjnych, komorę dla stanowiska dozowania, jak też pompownię wody surowej wraz z systemem rurociągów, doprowadzających wodę na stanowisko dozowania. W komorze dozowania zainstalowano dozowniki sorbentu RA2, za pomocą których sorbent dozowany jest do koryta ściekowego, którym woda grawitacyjnie spływa za tamę do osadników sedymentacyjnych (czterech równoległych wyrobisk), gdzie następuje osadzanie zawiesiny i osadów (patrz rys. 1.)

Stałe oczyszczanie wód z radu w KWK Ziemowit rozpoczęto 9 lutego 2006 r. Rysunek 2 przedstawia wstępne wyniki oczyszczania z okresu pomiędzy 9 lutego a 20 marca 2006 r. Tak więc obrazuje on przebieg oczyszczania w prawie całym okresie wdrażania metody. Widać z niego, że okres ten można podzielić na kilka etapów. I tak, po rozpoczęciu wdrożenia w dniu 9.02.2006 r. stężenie izotopów radu na wylocie z systemu zaczęło spadać już po upływie około 2 dni. Po tym czasie stężenie ^{228}Ra spadło do wartości poniżej $0,7 \text{ kBq/m}^3$. Po pewnych wahaniami w okresie pierwszych dwóch tygodni stężenie tego izotopu radu na wylocie z systemu oczyszczania w zasadzie nie przekraczało wartości $0,2 \text{ kBq/m}^3$. Należy podkreślić, że stężenie ^{226}Ra jest w wodach KWK Ziemowit niższe prawie dwukrotnie od stężenia ^{228}Ra .



Rys. 2. Wstępne wyniki oczyszczania z radu (^{228}Ra) wód KWK Ziemowit – poziom 650

Na rysunku 2 widać wyraźnie, że po dwóch tygodniach od rozpoczęcia wdrożenia – czyli po 20 lutego 2006 r. udało się osiągnąć taki efekt, że oszacowane stężenie izotopów radu ^{228}Ra na wylocie z systemu było niższe od $0,7 \text{ kBq/m}^3$.

Należy podkreślić, że osiągnięto efektywność oczyszczania rzędu 96–98% w stosunku do wartości początkowej, przed oczyszczaniem. Wynik potwierdza zalety metody, dzięki której w krótkim czasie udało się uzyskać pozytywne wyniki oczyszczania i znaczący efekt ekologiczny, gdyż ładunek izotopów radu, odprowadzanych na powierzchnię zmniejszył się o około 100 MBq/dobę .

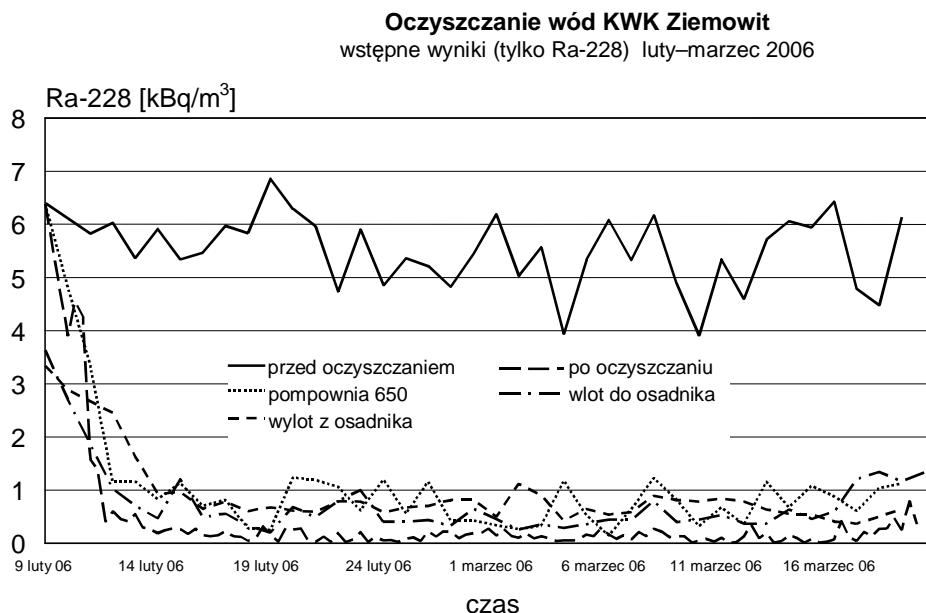
Dodatkowym efektem zastosowanego rozwiązania jest obniżenie stężenia zawiesiny w wodach wypływających z systemu oczyszczania. Stężenie zawiesiny mechanicznej na wlocie do systemu wynosi średnio około 100 mg/l , a po sedymentacji siarczanu radowo-barowego i zawiesiny mechanicznej w chodnikach sedymentacyjnych spada do wartości poniżej 10 mg/l . Dla przykładu w próbkach pobranych 25 marca 2006 na wlocie i wylocie systemu, zawartość zawiesiny wynosiła odpowiednio $98,7$ i $5,8 \text{ mg/l}$.

WPLYW OCZYSZCZANIA NA PROMIENIOTWÓRCZOŚĆ WÓD DOŁOWYCH

Analizę dołowych efektów oczyszczania wód radowych wykonano na podstawie wyników pomiarów tzw. stanu zerowego, przed rozpoczęciem oczyszczania, do których dodano wyniki pomiarów, uzyskane po rozpoczęciu oczyszczania. Na tej podstawie wykonano rysunek 3. Widać z niego wyraźnie, że w większości wybranych punktów pomiarowych stężenia izotopów radu ^{228}Ra są dosyć stabilne – jak na przykład w pompowni na poziomie 500 metrów. Jedynie w wodach w pompowni na poziomie 650 metrów nastąpił bardzo znaczący spadek stężenia izotopów radu ^{228}Ra , do poziomu około $0,3 \text{ kBq/m}^3$.

Tak więc od momentu wdrożenia metody poddano oczyszczaniu główne źródło skażeń powierzchni, jakim były w KWK Ziemowit słone wody z poziomu 650 metrów. W trakcie wstępnej fazy wdrażania metody osiągnięty efekt oczyszczania był dość stabilny – w wodach zbiorczych z poziomu 650 stężenie ^{226}Ra i ^{228}Ra wynosiło około $0,3\text{--}1,0 \text{ kBq/m}^3$, podczas gdy przed oczyszczaniem wynosiło w przybliżeniu

10 kBq/m³. Tak więc ładunek radu odprowadzany na powierzchnię z wodami z poziomu 650 metrów zmniejszył się prawie 10-krotnie.



Rys. 3. Wstępne wyniki oczyszczania wód kopalnianych z radu (²²⁸Ra) w KWK Ziemowit

WNIOSKI

Prowadzenie na tak dużą skalę oczyszczania wód typu B z radu w warunkach dołowych wymagało zaprojektowania całego systemu sedimentacyjnego, sposobu doprowadzania i odprowadzania wód z systemu oraz urządzeń do dozowania sorbentu – dozowników sorbentu RA2. Obserwacje funkcjonowania takiego systemu zarówno od strony organizacyjnej, jak i technicznej, dostarczyły wielu doświadczeń i pozwoliły na usprawnienie działania systemu oczyszczania po zakończeniu fazy wdrożenia.

Najważniejszym efektem rozruchu systemu oczyszczania wód dołowych z radu, zbudowanego na poziomie 650 m w kopalni „Ziemowit” jest prawie całkowite oczyszczenie dopływających wód dołowych z naturalnych radionuklidów. Obecnie (koniec marca 2006 r.) stężenie izotopów radu w wodzie wypływającej z instalacji oczyszczania nie przekracza średnio wartości 0,7 kBq/m³. Co prawda, zdarzały się czasem przekroczenia tej wartości, ale w trakcie dalszej eksploatacji systemu średnie stężenie radu w wodach po oczyszczeniu jeszcze się obniżyło. Dodatkowym efektem jest usuwanie zawiesiny mechanicznej z wód podlegających oczyszczeniu, której zawartość na wylocie z systemu nie przekracza 10 mg/l.

Wyniki pomiarów stężenia radu na powierzchni, na wylocie do osadnika powierzchniowego potwierdziły pozytywny efekt ekologiczny zastosowanej metody. Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że stężenie izotopów radu w wodzie zrzucanej do osadnika, a stamtąd do Potoku Goławieckiego spadło o około 85–90%. Odpowiada to ładunkowi około 100 MBq/dobę dla obu izotopów radu – ²²⁶Ra i ²²⁸Ra.

Pełny efekt ekologiczny na powierzchni uzyskano w połowie 2006 roku po ustabilizowaniu pracy systemu oczyszczania i pełnej wymianie wód w osadniku powierzchniowym.