

*Ryszard Lach, Paweł Łabaj, Jan Bondaruk, Antoni Magdziorz*

## MONITORING WÓD KOPALNIANYCH ODPROWADZANYCH DO RZEK

### Streszczenie

Oddziaływanie górnictwa węgla kamiennego na jakość wód powierzchniowych jest postrzegane głównie jako wprowadzanie do środowiska zasolonych wód pochodzących z odwadniania kopalń, które wpływają na biocenozę rzek oraz ograniczają możliwości wykorzystania ich do celów gospodarczych.

Istotne znaczenie w ocenie stanu środowiska wodnego w zlewni górnej Wisły i Odry ma monitoring zasolonych wód odprowadzanych z kopalń węgla kamiennego. Stosowane sposoby monitorowania zrzutu zasolonych wód, pochodzących z odwadniania kopalń węgla kamiennego, spełniają wymogi obecnie obowiązującego prawa.

W artykule omówiono wady i zalety istniejących systemów monitoringu ilości i jakości wód dopływających do kopalń i odprowadzanych z kopalń do odbiorników powierzchniowych.

Na przykładach konkretnych kopalń przeanalizowano najczęściej stosowane sposoby monitorowania zrzutu zasolonych wód do odbiorników powierzchniowych. Zaproponowano, możliwe do zastosowania, systemy monitoringu ilości i jakości zasolonych wód z odwadniania zakładów górniczych oraz sposób udostępniania wyników monitoringu.

W konkluzji stwierdzono, że zasadniczą rolę w ograniczaniu zasilania Wisły i Odry oraz ich dopływów będą spełniały proponowane i realizowane systemy hydrotechniczne. Rozwiązania te wymagają opracowania systemów ciągłego monitorowania zarówno ilości, jak i jakości zrzucanych wód, a także monitoringu rzek przed i za zrzutem z kopalń. Prace nad takimi rozwiązaniami są prowadzone w kopalniach nadwiślańskich (system hydrotechniczny „Mała Wisła”) i w Rybnicko-Jastrzębskim Okręgu Węglowym (Kolektor „Olza”).

Uważa się, że opracowanie dla każdej kopalni z osobna i dla sektora węglowego jako całości, systemu ciągłego monitoringu jakościowo-ilościowego zrzutu zasolonych wód kopalnianych jest przedwczesne. Dotyczy to przede wszystkim ciągłego monitoringu jakościowego, w miejsce analiz fizykochemicznych, dotychczas wykonywanych w laboratoriach.

### Monitoring of mine waters drained to rivers

#### Abstract

An impact of coal mining on a quality of surface waters is mainly seen as draining of salt waters, coming from drainage of hard coal mines, which influences biocenosis of rivers and limits possibilities of their use for economic aims.

A monitoring of salt waters drained from hard coal mines is of a significant importance for an assessment of the condition of aquatic environment in upper Vistula and Oder basins.

Appropriate methods of drain monitoring of salt waters, coming from drainage of hard coal mines, fulfil demands of the law currently in force.

In the paper weaknesses and advantages are discussed of existing systems for monitoring of quantity and quality of waters flowing up to mines and drained from mines to surface receivers.

On examples of particular mines the most frequently used ways of monitoring of the salt waters drain to surface receivers were analysed. Possible to use systems of monitoring of salt waters quantity and quality from drainage of mining enterprises and ways of dissemination the results of monitoring were proposed.

In conclusion, it was stated that essential role in reducing the salinification of Vistula and Oder rivers and their tributaries is to be fulfilled by proposed and realised hydrotechnical systems. These solutions need developing of continuous monitoring systems both in quantity and quality of drained waters, as well as monitoring rivers up and down from the point of mine waters drain. The works on such solutions are realised in mines of the Vistula basin (hydrotechnical system "Little Vistula") and in Rybnik-Jastrzębie Coal Mining Region („Olza” Collector).

It is considered that development, for every mine separately and for coal mining sector as a whole, of a system of continuous quantity-quality monitoring of mine salt waters drain is premature. First of all it concerns continuous quality monitoring in the place of laboratory physico-chemical analyses as realised hitherto.

## **WPROWADZENIE**

Oddziaływanie górnictwa węgla kamiennego na jakość wód powierzchniowych jest postrzegane głównie przez wprowadzanie przez kopalnie zasolonych wód, które wpływają na biocenozę rzek, ograniczając możliwości wykorzystania ich do celów gospodarczych (Sektorowa ocena... 2000; Magdziorz, Lach 2001).

Ilość i jakość wód dopływających do poszczególnych kopalń zależy od lokalnych warunków hydrogeologicznych, głębokości kopalń oraz ilości i rozmieszczenia drenujących wyrobisk górniczych. Jakość dopływających wód jest ściśle związana z charakterem utworów nadkładowych oraz z głębokością wyrobisk górniczych. Kopalnie usytuowane w górotworze piaskowcowym charakteryzują się z reguły większymi dopływami niż kopalnie eksploatujące pokłady węgla w górotworze o przewadze iłowców. Dopływy do wyrobisk z reguły maleją wraz z ich głębokością (Magdziorz, Lach 2001).

### **1. PRZEPISY DOTYCZĄCE MONITOROWANIA DOPŁYWÓW I ZRZUTÓW ZASOLONYCH WÓD KOPALNIANYCH, POCHODZĄCYCH Z ODWADNIANIA ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH, DO ODBIORNIKÓW POWIERZCHNIOWYCH**

Uregulowania prawne związane z monitorowaniem wód kopalnianych są zawarte w następujących przepisach:

a) Z uwagi na zagrożenia wodne obowiązek monitorowania dopływów wód do kopalni określa Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych [9].

Rozdział 6 – Zagrożenia wodne § 373

1. W zakładzie górniczym należy wykonywać, nie mniej niż dwa razy w roku, pomiar dopływu wód do wyrobisk, a co najmniej raz w roku – analizę chemiczną tych wód.
2. Zakład górniczy powinien posiadać odpowiedni do przewidywanego dopływu wód system odwadniania, zabezpieczający wyrobiska przed zatopieniem.

3. W zakładzie górniczym, w którym występują zagrożenia wodne, powinny być prowadzone obserwacje hydrogeologiczne w zakresie ustalonym przez geologa górniczego.

Dokładny monitoring dopływów daje podstawowe informacje pozwalające na określenie potencjalnych zagrożeń wodnych oraz zasobów naturalnych wód podziemnych mogących stanowić potencjalne źródło ich gospodarczego wykorzystania. Z tego względu w kopalniach, w zależności od ich sytuacji hydrogeologicznych, pomiary ilościowo-jakościowe dopływów są z reguły prowadzone częściej niż określa to wyżej wymienione rozporządzenie.

- b) Naturalne wody podziemne pochodzące z odwadniania zakładów górniczych, w polskim prawodawstwie (Prawo wodne i Prawo ochrony środowiska), zaliczone zostały do ścieków, w związku z powyższym obowiązują je przepisy ich dotyczące [11, 12].

I tak, obowiązek pomiaru ilości i jakości wód odprowadzanych do odbiorników powierzchniowych nakłada ustawa Prawo wodne z 18 lipca 2001 r. z późn. zm., Dz. U. nr 115, poz. 1229.

Art. 46

3. Obowiązki w zakresie pomiarów ilości i jakości ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi określają przepisy ustawy Prawo ochrony środowiska.
4. Zakłady wprowadzające ścieki do wód lub do ziemi mogą zostać obowiązane do prowadzenia pomiarów jakości:
  - 1) wód powierzchniowych powyżej i poniżej miejsca zrzutu ścieków,
  - 2) wód podziemnych.

Art. 128

1. W pozwoleniu wodnoprawnym ustala się cel i zakres korzystania z wód, warunki wykonywania, uprawnienia oraz obowiązki niezbędne ze względu na ochronę zasobów środowiska, interesów ludności i gospodarki, a w szczególności:
  - 1) ilość pobieranej lub odprowadzanej wody, w tym maksymalną ilość  $m^3$  na godzinę i średnią ilość  $m^3$  na dobę,
    - 1a) sposób gospodarowania wodą, w tym charakterystyczne rzędne piętrzenia oraz przepływy,
  - 2) ograniczenia wynikające z konieczności zachowania przepływu nienaruszalnego,
  - 3) ilość, stan i skład ścieków wykorzystywanych rolniczo,
  - 4) ilość, stan i skład ścieków wprowadzanych do wód, do ziemi lub do urządzeń kanalizacyjnych, albo minimalny procent redukcji zanieczyszczeń w procesie oczyszczania ścieków, a w przypadku ścieków przemysłowych, jeżeli jest to uzasadnione, dopuszczalne ilości zanieczyszczeń, zwłaszcza ilości substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, wyrażone w jednostkach masy przypadających na jednostkę wykorzystywanego surowca, materiału, paliwa lub powstającego produktu,

- 8) niezbędne przedsięwzięcia ograniczające negatywne oddziaływanie na środowisko,
  - 9) sposób i zakres prowadzenia pomiarów ilości i jakości ścieków wprowadzanych do wód, do ziemi lub do urządzeń kanalizacyjnych, albo wykorzystywanych rolniczo, o ile wykraczają one poza wymagania wynikające z przepisów, o których mowa w art. 45 ust. 1 pkt. 3 i ust. 2, albo z przepisów odrębnych.
2. W razie potrzeby w pozwoleniu wodnoprawnym dodatkowo ustala się obowiązek:
- 1) prowadzenia pomiarów jakości wód podziemnych oraz wód płynących poniżej i powyżej miejsca zrzutu ścieków, z określeniem częstotliwości i metod tych pomiarów.

Art. 132

5. Operat, na podstawie którego wydaje się pozwolenie wodnoprawne na wprowadzanie ścieków do wód, ziemi lub do urządzeń kanalizacyjnych, oprócz odpowiednich danych, o których mowa w ust. 2 i 3, zawiera:
- 1a) określenie ilości, stanu i składu ścieków lub minimalnego procentu redukcji zanieczyszczeń w ściekach lub – w przypadku ścieków przemysłowych – dopuszczalnych ilości zanieczyszczeń, w szczególności ilości substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego, wyrażone w jednostkach masy przypadających na jednostkę wykorzystywanego surowca, materiału, paliwa lub powstającego produktu oraz przewidywany sposób i efekt ich oczyszczania,
  - 1b) wynik pomiarów ilości i jakości ścieków, jeżeli ich przeprowadzenie było wymagane,
  - 2) opis instalacji i urządzeń służących do gromadzenia, oczyszczania oraz odprowadzania ścieków,
  - 3) określenie zakresu i częstotliwości wykonywania wymaganych analiz odprowadzanych ścieków oraz wód podziemnych lub wód powierzchniowych powyżej i poniżej miejsca zrzutu ścieków,
  - 4) opis urządzeń służących do pomiaru oraz rejestracji ilości, stanu i składu odprowadzanych ścieków,
  - 5) opis jakości wody w miejscu zamierzonego wprowadzania ścieków,
  - 6) informację o sposobie zagospodarowania osadów ściekowych.
8. Do operatu, na podstawie którego wydaje się pozwolenie wodnoprawne na pobór wód podziemnych oraz na odwodnienie zakładu górniczego lub obiektu budowlanego za pomocą otworów wiertniczych, dołącza się dokumentację hydrogeologiczną.
9. Organ właściwy do wydania pozwolenia wodnoprawnego może odstąpić od niektórych wymagań dotyczących operatu, z wyjątkiem wymagań, o których mowa w ust. 8.
- c) Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. z późn. zm., Dz. U. Nr 62, poz. 627.

Art. 287

1. Podmiot korzystający ze środowiska powinien prowadzić, aktualizowaną co kwartał, ewidencję zawierającą odpowiednio:
  - informacje o ilości i jakości pobranej wody powierzchniowej i podziemnej,
  - informacje o ilości, stanie i składzie ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi,
  - informacje o wielkości, rodzaju i sposobie zagospodarowania terenu, z którego są odprowadzane ścieki, o których mowa w art. 3 pkt. 38 lit. c).

Art. 314

1. Podstawą stwierdzenia przekroczenia ilości, stanu lub składu ścieków są wyniki trzykrotnych w ciągu godziny pomiarów stanu lub składu ścieków, przy czym:
  - zasad ustalania wielkości przekroczenia, o których mowa w ust. 1 i 2, nie stosuje się w przypadku prowadzenia ciągłego pomiaru ilości, stanu lub składu ścieków,
  - przekroczenie ilości i składu ścieków wyraża się ilością substancji wprowadzanych do wód lub do ziemi z naruszeniem pozwolenia,
  - przekroczenie stanu ścieków wyraża się ilością ścieków wprowadzanych do wód lub do ziemi z naruszeniem warunków pozwolenia.

Art. 349

1. Kto, będąc obowiązany na podstawie:
  - art. 175 ust. 1 – do prowadzenia okresowych pomiarów poziomów w środowisku wprowadzanych substancji lub energii,
  - art. 175 ust. 2 – do prowadzenia ciągłych pomiarów poziomów w środowisku wprowadzanych substancji lub energii,
  - art. 175 ust. 3 – do przeprowadzenia pomiarów poziomów w środowisku wprowadzanych substancji lub energii w związku z eksploatacją obiektu przebudowanego,
  - nie wykonuje tych obowiązków lub nie przechowuje wyników pomiarów w wymaganym okresie, **podlega karze grzywny**.
2. Tej samej karze podlega ten, kto, będąc obowiązany w drodze decyzji, wydanej na podstawie art. 178, ust. 1–3, do prowadzenia w określonym czasie pomiarów lub ich przedkładania, nie spełnia tego obowiązku, a także kto nie przechowuje wyników tych pomiarów w wymaganym okresie.

## **2. PRZYJĘTE FORMY ORAZ TRYB PRZEKAZYWANIA DANYCH POMIAROWYCH WŁAŚCIWYM ORGANOM ADMINISTRACJI, W CELU NALICZENIA OPŁAT ZA SZCZEGÓLNE KORZYSTANIE Z WÓD**

Zgodnie z Prawem ochrony środowiska kopalnie są zobowiązane do samodzielnego obliczania opłat i kwartalnego uiszczania ich na konto Urzędu Marszałkowskiego. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, właściwy terytorialnie dla kopalni, wrywkowo kontroluje prawdziwość informacji złożonej do Urzędu Marszałkowskiego.

### 3. ISTNIEJĄCE SYSTEMY MONITORINGU ILOŚCI I JAKOŚCI WÓD DOPLÝWAJĄCYCH DO KOPALNI

W każdej kopalni znajdują się odpowiednio wyposażone własne punkty pomiarowe stężeń zanieczyszczeń oraz ilości wód kopalnianych dopływających do wyrobisk górniczych.

Jeden z trudniejszych problemów w hydrogeologii kopalnianej stanowią pomiary ilości wody dopływającej do wyrobisk górniczych. Wynika to przede wszystkim ze zróżnicowanych warunków przeprowadzania pomiarów. Wody przedostają się do wyrobisk górniczych w postaci wykropleń lub nieregularnych wycieków ze stropu lub ociosów wyrobisk korytarzowych, wypływają z zawału lub z podsadzki itp. Zawierają z reguły zawiesiny mechaniczne, powodujące zanieczyszczenie dróg spływu i ewentualnych urządzeń pomiarowych. W takiej sytuacji pomiar lub oszacowanie wydajności oderwanych strug wody wypływającej ze szczelin w stropie lub ociosach, z otworów wiertniczych lub rurociągów jest bardzo skomplikowane (Magdziorz, Lach 2001).

Pomiary dopływów wód kopalnianych przeprowadza się różnymi metodami, przeważnie jednak metodą pomiaru prędkości (metoda pływakowa) lub metodą pomiaru naczyniem. Rodzaj zastosowanej metody wynika z warunków lokalnych, jakie występują w wyrobisku, w którym jest odprowadzana woda.

Suma ilości wód z poszczególnych dopływów jest sprawdzana przez pomiar ilości wód na podstawie pracy pomp głównego odwadniania.

#### 3.1. Pomiary dopływów wód kopalnianych metodą pomiaru prędkości (metoda pływakowa)

Pomiar ten stosuje się wtedy, gdy jest możliwe skierowanie strugi wody płynącej przekopem do ściśle zwymiarowanego koryta lub kanału ściekowego. Metoda pomiaru polega na:

- odsłonięciu koryta lub kanału ściekowego oraz wyrównaniu lub wyczyszczeniu dna koryta z grubszych elementów, które mogą powodować zawirowania strugi płynącej wody,
- określeniu długości odcinka pomiarowego,
- pomiarze przekroju kanału (szerokości kanału i wysokości lustra wody) na wlocie i wylocie odcinka pomiarowego,
- pomiaru czasu przepływu pływaka na odcinku pomiarowym.

Pomiar jest wykonywany przeważnie za pomocą:

- chronometru o dokładności 0,2 s,
- taśmy mierniczej o dokładności 0,5 cm,
- listwy rozkładanej (całówki) o dokładności 0,1 cm,
- pływaka drewnianego.

### 3.2. Pomiary dopływów wód kopalnianych metodą pomiaru naczyniem

Do pomiaru stosuje się najczęściej beczkę stalową o pojemności 200 dm<sup>3</sup>, zawieszoną na łańcuchu zamontowanym w stropie wyrobiska. Pomiar polega na chwilowym wprowadzaniu beczki w strugę płynącej wody i ujmowaniu całości wody. Po usunięciu beczki spod strugi, w centralnym jej punkcie jest mierzona wysokość lustra wody, jaka wpływała do niej w jednostce czasu.

Pomiar wykonuje się z reguły, czterokrotnie i określa się:

- wymiary naczynia pomiarowego (średnicę beczki),
- wysokość  $h$  lustra wody, jaka wpłynęła w jednostce czasu do naczynia pomiarowego,
- czas napełnienia naczynia.

Z przeprowadzonych pomiarów sporządza się protokoły. Wyniki pomiarów, wykonanych w poszczególnych punktach pomiarowych, stanowią załącznik do protokołu.

### 3.3. Pomiar ilości wód na podstawie pracy pomp głównego odwadniania kopalni

Pomiar ten jest stosowany niezależnie od posiadanych innych urządzeń pomiarowych (np. przepływomierzy).

Podstawą pomiarów ilości odprowadzanych wód kopalnianych jest czas pracy pomp głównego odwadniania w pompowniach na poszczególnych poziomach kopalni. Jest on rejestrowany na każdej zmianie, przez pracowników poszczególnych pompowni w „Dzienniku ruchu pompowni odwadniania głównego”.

W celu obliczenia ilości odprowadzanych wód, dwa razy w roku (zazwyczaj na podstawie czerwca – za pierwsze półrocze oraz listopada lub grudnia – za drugie półrocze) określa się średni dobowy czas pracy pomp, przy uwzględnieniu ich sprawności stanowiącej 80% maksymalnej wydajności

$$Q_d = T Q_{\text{pomp}} \cdot 0,8$$

gdzie:

- $Q_d$  – ilość wody wypompowanej w ciągu doby, m<sup>3</sup>/d;
- $T$  – czas pompowania w ciągu doby, min/d;
- 0,8 – przyjęta sprawność pompy;
- $Q_{\text{pomp}}$  – maksymalna wydajność pompy, m<sup>3</sup>/min.

W analizowanym miesiącu sumuje się czasy pracy pomp. Wyniki są podawane jako średnie dobowe [m<sup>3</sup>/d]. Po odliczeniu wód zużywanych przez kopalnie do celów własnych (zraszanie, ochrona p.poż, zużycie w zakładzie mechanicznej przeróbki węgla, do sporządzania mieszanin z pyłami dymnicowymi) oraz utylizacji wód do celów pitnych, sprzedaży wód, uzyskuje się ilości wód odprowadzanych do odbiorników powierzchniowych.

#### 4. POMIARY ILOŚCI I JAKOŚCI WÓD ODPROWADZANYCH DO ODBIORNIKÓW POWIERZCHNIOWYCH

W każdej kopalni znajdują się odpowiednio wyposażone punkty pomiarowe stężeń zanieczyszczeń oraz ilości wód kopalnianych odprowadzanych do odbiorników powierzchniowych oraz zaplecze laboratoryjne lub zleca się prowadzenie takich pomiarów.

Poniżej – na przykładach – przedstawiono najczęściej stosowane w kopalniach sposoby monitorowania zrzutów zasolonych wód do odbiorników powierzchniowych.

##### Przykład I

**Pomiar ilości i jakości wód, odprowadzanych do cieku powierzchniowego, na podstawie czasu pracy pomp głównego odwadniania oraz analiz fizykochemicznych, w kopalni „Ziemowit” (Lach, Magdziorz 2004).**

1. Zasolone wody kopalniane z kopalni „Ziemowit”, pompowane na powierzchnię z poz. II-500 i poz. III-650, są doprowadzane rurociągiem stalowym  $\phi$  1000 mm do osadnika ziemnego o pojemności 290 000 m<sup>3</sup>, gdzie następuje ich oczyszczenie z zawiesiny na drodze sedimentacji naturalnej. Z osadnika wody te są odprowadzane do Potoku Goławieckiego – lewobrzeżnego dopływu Wisły, w km 9 + 175 (początek potoku).
2. Ilość odprowadzanych wód jest ustalana w okresach miesięcznych na podstawie pomiarów wielkości dopływu wód do wyrobisk dołowych, prowadzonych przez geologa górniczego metodą pływakową i wolumetryczną oraz na podstawie czasu pracy systemów pompowych głównego odwadniania.
3. Kontrola jakości wód słonych, odprowadzanych z osadnika, przedstawia się następująco:
  - 2 razy w tygodniu jest oznaczane analitycznie stężenie chlorków i zawiesiny,
  - 2 razy w miesiącu jest oznaczane analitycznie stężenie siarczanów,
  - raz w miesiącu jest przeprowadzana pełna analiza fizykochemiczna,
  - raz w kwartale jest przeprowadzana analiza radiochemiczna.

Analizy fizykochemiczne wód są wykonywane w Laboratorium Chemicznym kopalni „Ziemowit”, natomiast analizy radiochemiczne w Laboratorium Radiometrii Głównego Instytutu Górnictwa w Katowicach.

Punktami kontrolnymi do badania jakości wód słonych, odprowadzanych na powierzchnię, są:

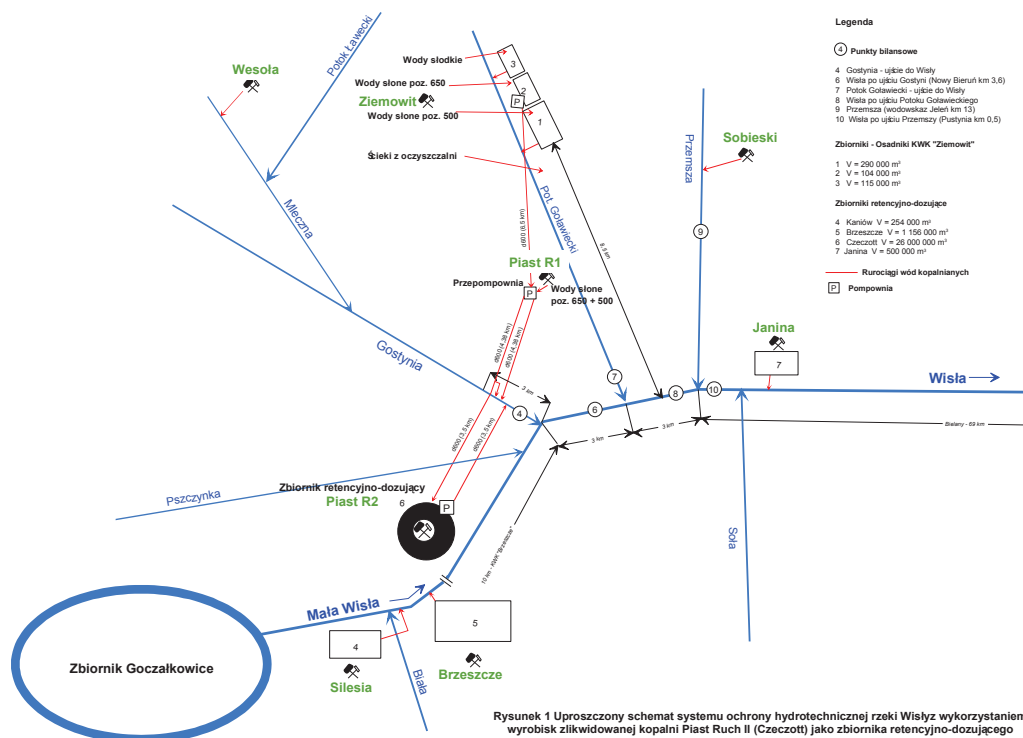
- kolektor doprowadzający wody do osadnika  $V_c = 290\ 000\ \text{m}^3$ ,
- kolektor odprowadzający wody z osadnika  $V_c = 290\ 000\ \text{m}^3$ ,
- Potok Goławiecki poniżej zrzutu wód kopalnianych, przy ujściu do rzeki Wisły.

Wielkość odprowadzanego ładunku  $\text{Cl}^- + \text{SO}_4^{2-}$  jest obliczana miesięcznie na podstawie ilości wód słonych (pkt 2) oraz uśrednionego z ww. analiz stężenia  $\text{Cl}^-$  i  $\text{SO}_4^{2-}$ . Próby wód do analizy są pobierane przez inspektora działu ochrony środowiska.

Roczny koszt analiz fizykochemicznych i radiochemicznych wynosi około 10 tys. zł.



Przedstawiony powyżej sposób monitorowania zrzutów wód kopalnianych ulegnie zmianie po wprowadzeniu systemu hydrotechnicznego „Mała Wisła”, gdyż zmieni się kierunek zrzutu zasolonych wód z poziomu 600 do rzeki Gostyni. Uproszczony schemat systemu przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Uproszczony schemat systemu ochrony hydrotechnicznej rzeki Wisły z wykorzystaniem wyrobisk zlikwidowanej kopalni Piast Ruch II (Czeczott) jako zbiornika retencyjno-dozującego

Fig. 1. A simplified layout of hydro-technological system of Vistula River protection with the use of workings of liquidated Mine Piast Ruch II (Czeczott) as a retention/dosage reservoir

## Przykład II

### Monitoring zrzutu zasolonych wód z kopalni przez zbiornik retencyjno-dozujący w kopalni „Brzeszcze” (Lach, Magdziorz, Caruk 2001).

- Ilość zasolonych wód, odprowadzanych z kopalni „Brzeszcze” przez zbiornik retencyjno-dozujący do Wisły, jest określana na podstawie pracy pomp i pomiarów hydrogeologicznych oraz wykresu pojemności zbiornika, będącej funkcją wysokości lustra wody. Wykres został sporządzony przez służbę mierniczą kopalni po wykonaniu precyzyjnych pomiarów wysokości dna i obwałowań zbiornika. Ilości wód zasolonych obliczane podanymi wyżej dwoma sposobami są zgodne.
- Miejsce zrzutu wód do odbiornika powierzchniowego: 19,555 km – rzeka Mała Wisła.
- Miejsca pomiaru ilościowego i jakościowego wód odprowadzanych:
  - pomiar ilościowy – pompownie wód słonych w kopalni na poz. 430 i 512 m,
  - pomiar jakościowy – kanał dopływu do zbiornika i odpływy ze zbiornika do Wisły.

4. Sposób określenia stężeń chlorków i siarczanów oraz ładunków tych jonów: w czasie zrzutu wody ze zbiornika do Wisły są wykonywane analizy 1–2 razy na dobę (chlorków oraz zawiesiny) w kopalnianym laboratorium wodnym oraz raz w kwartale analizy stężeń chlorków, siarczanów, BZT<sub>5</sub> i zawiesiny w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach.

Ilość wody magazynowej w zbiorniku bilansuje się z wodą wypompowywaną z dołu i wodami z opadów atmosferycznych.

### Przykład III

#### System ciągłego monitoringu jakościowo-ilościowego zasolonych wód kopalnianych odprowadzanych z kopalni „Knurów” (Potempa 1995).

1. W przypadku kopalni „Knurów” wody kopalniane są wypompowywane na powierzchnię z poziomów: 450, 550 m na Polu Wschodnim, 650 i 850 m na Polu Zachodnim.

Odwadnianie kopalni na Polu Wschodnim odbywa się z poziomu 550 m, na który grawitacyjnie dopływają wody z naturalnego dopływu z poziomu 450 m. Wody te są wstępnie oczyszczane w dwóch chodnikach wodnych pracujących na przemian. Woda z poziomu 550 m (łącznie z wodą z poziomu 450 m) jest przekazywana szybem „Jan” na powierzchnię do osadnika wód kopalnianych. Po sklarowaniu w osadniku woda dopływa do rowu i nim jest odprowadzana do rzeki Czarnawki, nazwanej na dalszym odcinku Potokiem Knurowskim i dalej do rzeki Bierawki.

Odwadnianie Pola Zachodniego kopalni następuje z poziomu 650 m. Wody kopalniane z poziomu 850 m są przepompowywane na poziom 650 m i wspólnie z wodami z poziomu 650 m są tłoczone na powierzchnię. Wody te są wstępnie oczyszczane w dwóch chodnikach wodnych, pracujących na przemian. Woda z poziomu 650 m (łącznie z wodą z poziomu 850 m) jest podawana szybem „Foch I” na powierzchnię do osadnika wód kopalnianych w Nieborowicach. Odpływ sklarowanej wody następuje przez ujęcie w formie betonowego mnicha początkowo rurociągiem, później rowem do Bierawki.

#### 2. Monitoring wód kopalnianych

System pomiarowy ilości wód kopalnianych i ładunku zrzucanego do Bierawki jest zamontowany na Polu Wschodnim i Polu Zachodnim. Na Polu Wschodnim, na nadszybiu szybu „Jan”, na rurociągu głównego odwadniania są zainstalowane czujniki przepływu i konduktancji, a kilkadziesiąt metrów dalej – w biurze sztygara – znajduje się rejestrator. Analogiczna sytuacja jest na Polu Zachodnim, gdzie na nadszybiu szybu „Foch I” na rurociągu głównego odwadniania są zainstalowane czujniki przepływu i konduktancji, a w biurze sztygara – rejestrator.

Dla kopalni „Knurów” system monitoringu wód kopalnianych zrzucanych do Bierawki. wykonała i zainstalowała firma „Hydro-Eco-Invest” z Gliwic.

Elementem podstawowym całego systemu jest cyfrowy rejestrator pomiarowy typu CRP-04. Analogowe kanały wejściowe rejestratora są połączone z przetwornikami pomiarowymi:

- prędkości przepływu wody kopalnianej,

- konduktancji wody kopalnianej.

Rejestrator ten realizuje następujące funkcje:

- jednoczesny pomiar czterech wielkości fizykochemicznych,
- wskazywanie bieżącej wartości wielkości mierzonej każdego z kanałów pomiarowych,
- zapamiętywanie wartości chwilowych dla każdego z kanałów (okres próbkowania jest ustalony przez użytkownika w zakresie od 1 do 600 s),
- sumowanie i zapamiętywanie wartości chwilowych oraz bilansów (godzinowych, zmianowych, dobowych i miesięcznych),
- współpraca z komputerem IBM PC.

Pomiar przepływu jest dokonywany za pomocą elektromagnetycznego czujnika prędkości przepływu z pomiarem czołowym montowanym na rurociągu bez konieczności jego rozcinania. Rejestrator dokonuje przeliczenia prędkości przepływu wody w rurociągu na wielkość natężenia przepływu, którego wartość jest wyświetlana na polu odczytowym.

$$Q_m = v A \quad (1)$$

gdzie:

- $Q_m$  – natężenie przepływu, m<sup>3</sup>/h;
- $v$  – prędkość przepływu, m/h;
- $A$  – pole przekroju poprzecznego rurociągu, m<sup>2</sup>.

Zasolenie wody kopalnianej jest określane przez pomiar konduktancji indukcyjnym czujnikiem konduktometrycznym montowanym bezpośrednio na rurociągu bez konieczności jego rozcinania. Wartość konduktancji jest wyświetlana na polu odczytowym.

Odprowadzany ładunek  $Cl^- + SO_4^{2-}$  (2) jest obliczany przez rejestrator na podstawie wartości natężenia przepływu i konduktancji, a jego wielkość jest wyświetlana na polu odczytowym. Ładunek soli określa wzór

$$M = Q_m (a y + B) \quad (2)$$

gdzie:

- $M$  – ładunek soli, t/h;
- $Q_m$  – natężenie przepływu, t/h;
- $y$  – konduktancja, mS/cm;
- $a$  – współczynnik proporcjonalności, cm/mS;
- $B$  – przesunięcie charakterystyki (-).

Kanał pomiarowy rejestratora umożliwia rejestrację dodatkowych wielkości fizykochemicznych, na przykład stężenia jonów wodorowych, natężenia przepływu, temperatury itp.

Cyfrowy rejestrator pomiarowy może zostać połączony z komputerem klasy IBM PC przez interfejs szeregowy RS-232C lub RS-485. Oprogramowanie Flow Net

umożliwia wówczas zdalną obsługę rejestratora (niezależną od obsługi lokalnej) oraz odczyt zapamiętanych w rejestratorze wartości chwilowych i bilansów.

Odczytywane dane są wyświetlane w postaci wykresów oraz zapamiętywane w zbiorze na dysku, który można wykorzystać w dowolnym arkuszu kalkulacyjnym, w celu dalszego przetwarzania danych.

System monitoringu wód kopalnianych uzyskał akceptację Wydziału Ekologii Urzędu Wojewódzkiego w Katowicach i działa na Polu Wschodnim kopalni od listopada 1993 roku, a na Polu Zachodnim od stycznia 1994 roku. System ten służy także do określania sprawności pomp głównego odwadniania.

#### **Przykład IV**

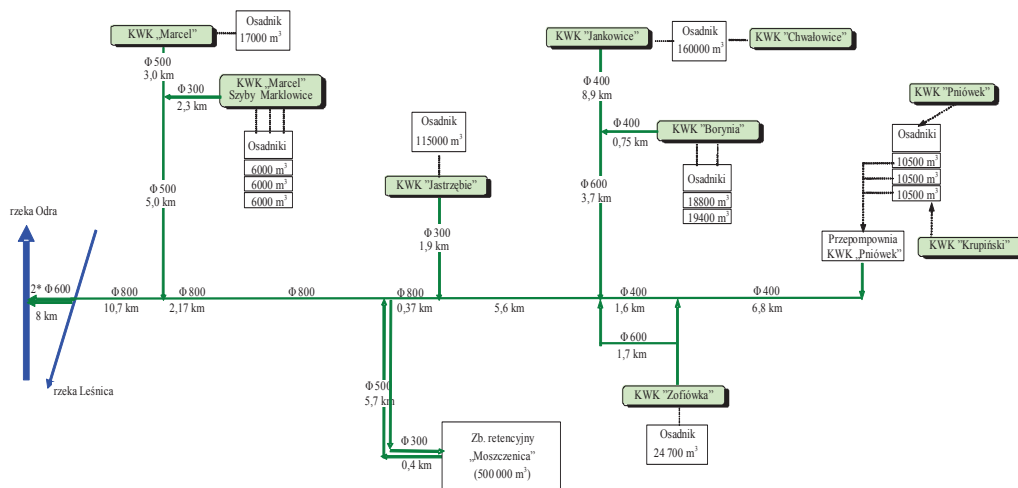
**Monitorowanie jakościowo-ilościowe zasolonych wód kopalnianych odprowadzanych do cieku powierzchniowego kolektorem – na podstawie pracy systemu hydrotechnicznego „OLZA” (Korczak, Lach, Magdziorz 1998; Informacje uzyskane... 2002–2005).**

Zadaniem kolektora Olza jest ochrona lokalnych cieków powierzchniowych przed zasaleniem wodami kopalnianymi w południowym rejonie Rybnickiego Okręgu Węglowego. Gdyby nie było kolektora, wody z odwadniania kopalń musiałyby być zrzucane do najbliższych, z reguły małych, cieków powierzchniowych, powodując ich degradację, a mianowicie:

- KWK Krupiński – do rowu melioracyjnego połączonego z rzeką Rudą prawie u jej źródeł,
- KWK Pniówek – do rzeki Pszczyнки lub do potoku Gmyrdek połączonego z Jastrzębianką, a następnie z Szotkówką,
- KWK Chwałowice – do rzeki Nacyny,
- KWK Jankowice – do rzeki Nacyny,
- KWK Borynia – do rzeki Szotkówki,
- KWK Zofiówka – do rzeki Jastrzębianki, a następnie do rzeki Szotkówki,
- KWK Jas-Mos, Ruch Jastrzębie – do rzeki Jastrzębianki, a następnie do Szotkówki,
- KWK Jas-Mos, Ruch Moszczenica – do Ruptawki, a następnie do Szotkówki,
- KWK Marcel – do rzeki Leśnicy.

Kopalnie należące do Jastrzębskiej Spółki Węglowej S.A. oraz część kopalń należących do Kompani Węglowej S.A. korzysta ze zbiorczego systemu odprowadzania wód zasolonych „Olza”, którym zarządza Przedsiębiorstwo Gospodarki Wodnej i Rekultywacji S.A. w Jastrzębiu Zdroju. Uproszczony schemat systemu przedstawiono na rysunku 2. Łącznie system obejmuje osiem kopalń czynnych oraz dwie kopalnie nieczynne.

System obejmuje osadniki powierzchniowe przy kopalniach czynnych, pompownie wprowadzające wody z tych osadników do kolektora zbiorczego, pomocnicze zbiorniki retencyjne oraz instalację zrzutową.



Rys. 2. Kolektor słonych wód kopalnianych „Olza” – uproszczony schemat układu przesyłowego do rzeki Odry

Fig. 2. Collector “Olza” of salt mine waters – simplified layout of the transmission system to Oder River

Obecnie kolektor zapewnia ochronę rzek i ich mniejszych dopływów przed zasilaniem na długości przekraczającej 100 km. Umożliwia to ich gospodarce wykorzystanie i chroni lokalne ujęcia wód do celów komunalnych i przemysłowych na tych rzekach. Kolektor zapewnia hydrotechniczną ochronę lokalnych cieków, w tym Olzę, na całej jej długości oraz ochronę Odry w górnym jej biegu przed nadmiernym zasilaniem wodami kopalnianymi.

Istota eksploatacji systemu „OLZA” polega na odprowadzaniu do rzeki dopuszczalnej ilości wód zasolonych, która nie spowoduje przekroczenia, wymaganego pozwoleniem wodnoprawnym, jej zasolenia. W przypadku, gdy natężenie przepływu w rzece nie jest wystarczające, konieczne jest ograniczenie zrzutu do niej wód zasolonych i zatrzymanie nadmiaru tych wód w zbiornikach retencyjnych. Opróżnianie zbiorników retencyjnych odbywa się wówczas, gdy chłonność rzeki dla jonów chlorkowych i siarczanowych przewyższa ładunki zawarte w wodach odprowadzanych z osadników przykopalnianych

Przedsiębiorstwo Gospodarki Wodnej i Rekultywacji S.A. ma stały dostęp internetowy do systemu monitoringu Ośrodka Badań i Kontroli Środowiska w Katowicach, zainstalowanego na granicy z Republiką Czeską w miejscowości Chałupki. Drogą internetową, z czeskiego Instytutu Meteorologii, spółka uzyskuje też dane dotyczące poziomu i przepływu Odry w Bohuminie oraz Olzy w Vernowicach (Republika Czeska). Ilość jonów, które mogą być wprowadzone do Odry, oblicza się komputerowo, na podstawie danych z monitoringu. Ciągłymi pomiarami są objęte także wody znajdujące się we wszystkich osadnikach i zbiornikach retencyjnych. Gromadzone dane są wykorzystywane w programie obliczeniowym „Olza-dyspozytor”, który pozwala na dobór parametrów równoczesnej pracy ośmiu pompowni. W doborze tym uwzględnia się dotrzymanie norm zasolenia Odry, minimalną energochłonność procesu pompowania oraz utrzymanie bezpiecznych poziomów wody w osadnikach i zbiornikach retencyjnych. Zrzut do rzeki jest regulowany w granicach od 0 do

46 370 m<sup>3</sup>/dobę. Precyzyjne dozowanie wód zasolonych pozwala z 90% prawdopodobieństwem utrzymywać w Odrze, poniżej miejsca dozowania, stężenie jonów Cl + SO<sub>4</sub> poniżej 500 mg/dm<sup>3</sup>. Przekroczenie tej wartości może nastąpić jedynie w okresie długotrwałych susz, a także w przypadku przekroczenia tej wartości w wodach dopływających z Republiki Czeskiej. Przy obecnej pojemności retencyjnej, system „Olza” pozwala na zmniejszenie największych stężeń jonów Cl w Odrze z 1100 mg (Cl + SO<sub>4</sub>)/l do około 500 mg/l, przy przeciętnych rocznych przepływach w Odrze. Pełne wykorzystanie koncepcji retencjonowania i dozowania zasolonych wód wymaga posiadania zbiorników retencyjnych o pojemności pozwalającej na czterdziestodniową retencję ilości odprowadzanych ładunków. Wówczas system retencyjno-dozujący pozwala na 3-krotne zmniejszenie największych stężeń występujących w rzece – odbiorniku.

Poniżej przedstawiono sposób monitorowania ilościowo-jakościowy w systemie kolektora „Olza” prowadzony przez Przedsiębiorstwo Gospodarki Wodnej i Rekultywacji S.A. w Jastrzębiu Zdroju (Informacje uzyskane... 2002–2005):

Ilości odprowadzanych wód kopalnianych są odczytywane z wodomierzy głównych, zlokalizowanych na poszczególnych pompowniach wód słonych. Obecnie są zastosowane następujące układy rozliczeniowe:

- wodomierze śrubowe typu MW/NKO o zakresie średnic od 150 do 250 mm, produkcji PoWoGaz S.A. w Poznaniu, z ciągłym przekazywaniem natężenia przepływu;
- przepływomierze elektromagnetyczne typu MPP 04 o zakresie średnic od 200 do 300 mm produkcji ENKO w Gliwicach.

Analizy chlorków i siarczanów są wykonywane raz w tygodniu lub częściej w zależności od potrzeb. Miejsca pomiaru są następujące:

- kopalnie („Borynia”, „Zofiówka”, „Jastrzębie”, „Marcel” i Ruch „1 Maja”) – pompownia wód kopalnianych,
- kopalnie „Chwałowice” i „Jankowice” – dopływ do osadnika wód kopalnianych „Jankowice”,
- kopalnia „Pniówek” – pompownia, osadniki nr 1, 2 i 3, wyrobiska oraz dopływ z „Kościelnioka”.

Stężenie jonów chlorkowych jest oznaczane metodą argentometrycznego miareczkowania (PN-75/C-04617.02).

Stężenie jonów siarczanowych jest oznaczane kolorymetrycznie z wykorzystaniem spektrofotometru Hach Dr/2010 – metoda nr 8051.

Wielkość ładunku jonów chlorkowych i siarczanowych, to iloczyn ilości odprowadzanych wód (odczyt z wodomierzy) i uśrednionych stężeń z wykonanych pomiarów.

Wielkość ładunków zrzucanych przez poszczególne kopalnie i łącznie do Odry jest codobowo obliczana przez program komputerowy „OLZA-dyspozytor”

Wielkość zrzutu wód kopalnianych z poszczególnych osadników i zbiorników jest ustalana w PGWiR S.A. z wykorzystaniem programu obliczeniowego, w którym uwzględnia się:

- utrzymanie bezpiecznych poziomów w osadnikach,
- nieprzekraczanie  $500 \text{ mg/dm}^3$  stężeń sumy jonów  $\text{Cl} + \text{SO}_4$  w Odrze i maksymalne wykorzystanie chłonności tej rzeki,
- nieprzekraczanie dopuszczalnych ciśnień w rurociągach.

Kontrolę bieżącą prowadzi dyspozytor systemów wodnych.

Ilość zrzucanych wód słonych do Odry mierzą zainstalowane przepływomierze na rurociągach wylotowych z systemu „Olza”

Koszty monitorowania zbiorczego systemu odprowadzania wód „Olza” wynoszą około  $50\,000 \text{ zł/m-c}$ , tj.  $600\,000 \text{ zł/rok}$ .

## **5. PROPONOWANE SYSTEMY MONITORINGU ILOŚCI I JAKOŚCI ZASOLONYCH WÓD Z ODWADNIANIA ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH**

### **Koncepcja funkcjonowania monitoringu wód powierzchniowych w zlewni rzeki**

System ciągłego pomiaru zasolenia i przepływów w odbiorniku powinien pozwolić na bardziej precyzyjne monitorowanie oddziaływania kopalń na odbiorniki powierzchniowe, co stanowi podstawę do optymalizacji systemu odprowadzania wód pochodzących z odwadniania zakładu górniczego. W tym celu należałoby wprowadzić rozwiązania ujmujące:

- Zakres pomiarów

Do pomiaru zasolenia należy zastosować:

- pomiar przewodnictwa elektrolitycznego przy użyciu konduktometru,
- pomiar stężenia jonów chlorkowych metodą potencjometryczną przy użyciu elektrody jonoselektywnej,
- pomiar temperatury wody w punkcie pomiarowym.

Elektrody pomiarowe powinny być zamontowane w głowicy pływającej na powierzchni wody w określonym punkcie pomiarowym. Urządzenia powinny umożliwiać transmisję danych (np. przez sieć GSM) do komputera w Dziale Ochrony Środowiska kopalni. Oprogramowanie zainstalowane na komputerze powinno przeliczać i uśredniać wyniki pomiarów do wartości średnich 10-minutowych. Na podstawie opracowanych zależności empirycznych obliczane będą stężenia chlorków i substancji rozpuszczonych. Wyniki pomiarów temperatury, przewodnictwa, stężenia chlorków i substancji rozpuszczonych powinny podlegać okresowemu sprawdzaniu i weryfikacji, na podstawie wyników z monitoringu realizowanego zgodnie z wymaganiami obowiązującego pozwolenia wodnoprawnego. W zależności od potrzeb urządzenia powinny podlegać kalibracji, zgodnie z obowiązującymi normami.

- Pomiar przepływów

Urządzenie do pomiaru przepływu powinno zostać zainstalowane w zarurowanych odcinkach rurociągów zrzutowych, a także na rzece/odbiorniku powierzchniowym poniżej punktu zrzutu wód zasolonych. Metody pomiaru natężenia przepływu w przewodach kanałowych przedstawiono w tabelicy 1.

Tablica 1.

Metoda	Szacunkowy błąd względny, %	Zastosowanie
Sondy ultradźwiękowe (Q-loggery)	15	najpopularniejsze urządzenia przenośne do pomiaru w kanałach ze swobodnym zwierciadłem wody, wymagają napełnienia od 10 cm do 4 m
Przeływomierze elektromagnetyczne	1–2	niemal wyłącznie dla przewodów ciśnieniowych
Młynek hydrometryczny	–	jedynie do oszacowania

Dobór urządzenia do pomiarów wartości natężenia przepływu zależy od warunków lokalnych. Pomiar przepływu w odbiorniku powinien być realizowany równocześnie z pomiarem zasolenia, co umożliwi obliczenie ładunku.

## 6. UDOSTĘPNIANIE WYNIKÓW MONITORINGU ZASOLENIA RZEKI PONIŻEJ PUNKTU ZRZUTU WÓD Z ODWODNIENIA KOPALNI

System powinien umożliwiać udostępnianie wyników pomiarów w postaci raportów opisujących zasolenie odbiornika poniżej punktu zrzutu wód zasolonych z odwodnienia kopalni zainteresowanym jednostkom (Wojewódzkiemu Inspektoratowi Ochrony Środowiska w Katowicach, spółkom węglowym itp.).

Przygotowaniem raportów powinien zajmować się Dział Ochrony Środowiska kopalni (zestawienia tabelaryczne, wykresy zmienności uzyskiwanych wyników – dane przygotowywane w postaci wydruków i w postaci elektronicznej). Raporty powinny być przygotowywane:

- raz w miesiącu raport skrócony – zestawienia tabelaryczne, stężenia, ładunki chlorków średniogodzinowe, średniodobowe,
- raz w roku raport szczegółowy obejmujący zestawienia stężeń i ładunków ekstremalnych i średnich miesięcznych, porównanie z wynikami monitoringu, który jest realizowany zgodnie z wymaganiami określonymi w pozwoleniu wodnoprawnym.

Raporty miesięczne powinny stanowić załączniki do raportu rocznego. Ponadto, raporty roczne powinny zawierać sprawozdania z pracy systemu, szczególnie istotne będą dane dotyczące kalibracji zainstalowanej aparatury.

## 7. WADY I ZALETY OBECNIE STOSOWANYCH SPOSOBÓW MONITOROWANIA ZRZUTU ZASOLONYCH WÓD POCHODZĄCYCH Z ODWADNIANIA ZAKŁADÓW GÓRNICZYCH

1. System pomiaru ilościowego wód na podstawie czasu pracy pomp jest systemem obliczeniowym, co nie pozwala na ciągłą rejestrację. Tym niemniej jest stosowany we wszystkich kopalniach jako podstawowe narzędzie weryfikacji danych z pomiarów hydrologicznych wód dopływających do wyrobisk górniczych. Wadą tego systemu monitoringu jest wrywkowy oraz czasochłonny pomiar, a zaletą niski koszt.



2. System monitorowania ciągłego ilości wód kopalnianych w kopalniach umożliwia w pełni kontrolę ilości wód odprowadzanych do odbiorników powierzchniowych. Nie we wszystkich kopalniach istnieją odpowiednie warunki do jego wprowadzenia. Problemem jest konieczność usytuowania urządzeń pomiarowych (czujników przepływomierzy) na wylotach z osadników przykopalnianych, które często są oddalone od kopalni i nie są strzeżone. Powoduje to, że niejednokrotnie są dewastowane lub kradzione. Ponadto, urządzenia pomiarowe do ciągłego monitoringu nie są urządzeniami bezawaryjnymi. Ponośzone są koszty ich napraw, remontów, przeglądów. Tym niemniej, wprowadzenie tego sposobu monitorowania, z możliwością ciągłej rejestracji ilości odprowadzanych wód do odbiorników powierzchniowych, powinien być sukcesywnie wprowadzany w kopalniach, które dotychczas tego nie mają. Pozytywne opinie kopalń, które ten system monitoringu wprowadziły, przemawiają za jego wprowadzeniem.
3. System pomiaru jakościowego (analizy fizykochemiczne wykonywane w laboratoriach) nie stwarza większych problemów. Badania są wykonywane rzetelnie i terminowo. Wyniki są bardziej wiarygodne od ciągłych pomiarów konduktometrycznych. Koszt analiz fizykochemicznych w zależności od zakresu analizy kształtuje się – od 600 do 1200 zł za analizę.
4. Wojewoda, wydając pozwolenia wodnoprawne na odprowadzanie wód do odbiorników powierzchniowych określa częstotliwość wykonywania badań jakości tych wód, co umożliwi określenie wielkości odprowadzanego ładunku soli. Badania z reguły przeprowadzają pracownicy wyspecjalizowanych laboratoriów analitycznych, w tym laboratoriów akredytowanych. Na podstawie otrzymanych wyników są naliczane opłaty, które kopalnie wnoszą do Urzędu Marszałkowskiego za korzystanie ze środowiska.
5. Wprowadzenie monitoringu jakościowego wiąże się z dużymi nakładami finansowymi. Koszt zakupu urządzenia do pomiaru jakości wód kopalnianych, w zależności od producenta tych systemów, może wynieść od 75 do 190 000 zł na jeden wylot. Do tego należy dodać koszty montażu, przeglądów, remontów bądź wymiany urządzeń kontrolno-pomiarowych. Okresowe analizy jakościowe odprowadzanych wód i tak trzeba będzie wykonywać (są to warunki określone w pozwoleniach wodnoprawnych). Montaż tych urządzeń, adaptacji pomieszczeń to dodatkowe koszty, trudne do oszacowania.

Wprowadzanie ciągłego monitoringu jakościowego wód odprowadzanych przez kopalnie wydaje się przedwczesne w świetle uwarunkowań przedstawionych powyżej, a także z uwagi na fakt kształtowania się nowych zintegrowanych systemów pompowania wód z likwidowanych i będących w eksploatacji kopalń.

## **PODSUMOWANIE**

1. Stosowane sposoby monitorowania zrzutu zasolonych wód pochodzących z odwadniania kopalń węgla kamiennego spełniają wymogi obowiązującego prawa.
2. Sposoby monitorowania ilości i jakości wód są regulowane pozwoleniami wodnoprawnymi indywidualnie dla każdej kopalni.

3. Opracowanie dla każdej kopalni z osobna i dla sektora węglowego jako całości systemu ciągłego monitoringu jakościowo-ilościowego zrzutu zasolonych wód kopalnianych pochodzących z odwodnienia kopalń jest przedwczesne. Dotyczy to przede wszystkim ciągłego monitoringu jakościowego w miejsce dotychczas wykonywanych analiz fizykochemicznych w laboratoriach.
4. Zasadniczą rolę w ograniczaniu zasalania Wisły i Odry oraz ich dopływów będą spełniały proponowane i realizowane systemy hydrotechniczne (kontrolowany zrzut zasolonych wód w zależności od sytuacji hydrologicznej tych rzek) (Magdziorz, Lach, Caruk 2005). Rozwiązania te wymagają opracowania systemów ciągłego monitorowania zarówno ilości, jak i jakości zrzucanych wód, a także monitoringu przed i za zrzutem w rzekach. Prace nad takimi rozwiązaniami są aktualnie prowadzone w kopalniach nadwiślańskich (system hydrotechniczny „Mała Wisła” – rys. 2) i w Rybnicko-Jastrzębskim Okręgu Węglowym (Kolektor „Olza” – rys. 1).
5. Monitorowanie ilości zasolonych wód, z możliwością ciągłej rejestracji ilości odprowadzanych wód do odbiorników powierzchniowych, powinno być sukcesywnie wprowadzane w kopalniach. Dotyczy to pięciu kopalń odprowadzających zasolone wody do odbiorników powierzchniowych i nieprzewidywanych do podłączenia do systemów hydrotechnicznych. Pozostałe kopalnie taki system ilościowego monitoringu mają. Pozytywne opinie kopalń, które system monitoringu już mają, przemawia za ich wprowadzeniem.

#### Literatura

1. Informacje uzyskane w Przedsiębiorstwie Gospodarki Wodnej i Rekultywacji S.A. w Jastrzębiu Zdroju (2002–2005).
2. Korczak K., Lach R., Magdziorz A. (1998): *Koncepcja przystosowania kolektora słonych wód kopalnianych „Olza” do hydrotechnicznej ochrony Górnej Odry i jej dopływów*. Przegląd Górniczy nr 5.
3. Lach R., Magdziorz A. (2004): *Koncepcja systemu retencyjno-dozującego dla wód dołowych słonych z poziomu II (500 m) KWK „Ziemowit”*. Dokumentacja GIG, Katowice.
4. Lach R., Magdziorz A., Caruk M. (2001): *Koncepcja zintegrowanego systemu retencyjno-dozującego i zintegrowanego systemu kontrolno-pomiarowego oraz systemu sterowania zrzutem zasolonych wód z kopalń „Silesia” i „Brzeszcze”*. Dokumentacja GIG, Katowice.
5. Magdziorz A., Lach R. (2001): *Zmiany w jakości wód Wisły i Odry spowodowane restrukturyzacją kopalń węgla kamiennego*. Przegląd Górniczy nr 2.
6. Magdziorz A., Lach R., Caruk M. (2005): *Koncepcja hydrotechnicznej ochrony rzeki Wisły przed nadmiernym zasalaniem wodami kopalnianymi*. Przegląd Górniczy nr 5, s. 23-30.
7. Potempa H. (1995): *System monitoringu zasolonych wód dołowych odprowadzanych z kopalni „Knurów”*. Wiadomości Górnicze nr 12, s. 571-575.
8. Rogoż M. i inni (1987): *Poradnik hydrogeologa w kopalni węgla kamiennego*. Katowice, Wydaw. „Śląsk”.
9. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych, Dz. U. Nr 139 poz. 1169.

10. Sektorowa ocena stanu środowiska w górnictwie węgla kamiennego – część II: Analiza kosztów i zysków dla wytypowanych możliwych alternatywnych rozwiązań problemu zasolonych wód dołowych z Nadwiślańskiej Spółki Węglowej. Raport GIG i IETU dla Ministerstwa Gospodarki, 2000.
11. Ustawa Prawo ochrony środowiska z dnia 27 kwietnia 2001 r. z późn. zm., Dz. U. Nr 62, poz. 627.
12. Ustawa Prawo wodne z 18 lipca 2001 r. z późn. zm., Dz. U. nr 115, poz. 1229.

**Recenzent:** dr inż. Adam Frolik