

WYZWANIA W GOSPODARCE WODNEJ W TRAKCIE TRANSFORMACJI





Szanowni Państwo,

Polska Izba Ekologii i wydawany przez nas kwartalnik „Ekologia” regularnie podejmują temat gospodarki wodnej oraz związane z tym problemy prawne i środowiskowe. Wodne sprawy obejmują niestety szeroki i skomplikowany zakres wyzwań, a także – może i jeszcze większy – strumień propozycji i działań, które mogłyby „zaradzić” aktualnej degradacji gospodarki wodnej, ochronić jej zasoby i adaptować je do potrzeb wynikających ze zmian klimatu.

Pomimo osiągniętego już znacznego postępu, musimy nadal nadrobić wieloletnie opóźnienia w tym zakresie. Ważnym jest, aby na drodze do zrównoważonego rozwoju naszego kraju nie popełniać tych błędów, które popełniali uprzednio inni. Również niezwykle ważna jest sprawa rozwiązań innowacyjnych – szczególnie nowe rozwiązania techniczno-technologiczne, pozwalające na uzyskanie zdrowej wody dostępnej także pod względem cenowym.

Autorzy koncepcji programowej konferencji byli i są przekonani, że istnieje pilna potrzeba rozmowy w dobie rozpoczętego procesu transformacji sektora wydobywczego i energetycznego o pozytywnym i negatywnym jego oddziaływaniu na stan środowiska, a w szczególności na zasoby wodne.

Jak wiadomo, Polska jako całość jest krajem ubogim w wodę. Nasze zasoby wodne są nierównomiernie rozłożone w różnych częściach kraju. Centralna jego część cierpi na deficyt, podczas gdy w południowym rejonie występują obfite deszcze, które powodują powodzie. Nizinny charakter utrudnia również racjonalną retencję wody w sztucznych zbiornikach. Stąd też inwestycje w dziedzinie gospodarowania zasobami wodnymi, w tym rozważenie różnych scenariuszy inwestycyjnych dotyczących wód kopalnianych (źródło wody pitnej, wody technologicznej, stabilne źródło ciepła, produkcji i magazynowania energii), są absolutnie konieczne.

Dr inż. **Jan Bondaruk**, Zastępca Dyrektora ds. Inżynierii Środowiska z Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach, w swoim wystąpieniu przedstawił wyzwania w gospodarce wodnej w kontekście transformacji oraz przeanalizował różne aspekty realizowanych w województwie śląskim projektów pilotażowych związanych z wykorzystaniem zasobów pokopalnianych, ze szczególnym uwzględnieniem zasobów wodnych. Pozwala to na sformułowanie kompleksowych wniosków:

- kluczowym zadaniem będzie określenie sposobu załania wyrobisk górniczych i ustalenie docelowego poziomu wód z uwzględnieniem możliwości ich użytkowego wykorzystania;

- adaptacja do zmian klimatu i rosnące deficyty, konieczność zwiększenia odporności na ekstremalne zjawiska pogodowe wymagają przygotowania strategicznego planu w zakresie bezpieczeństwa wodnego regionu z uwzględnieniem docelowego modelu odwadniania Górnośląskiego Zagłębia Węglowego.

Proces transformacji sektora wydobywczego w województwie śląskim może być wzbogacony o doświadczenia zebrane w Zagłębiu Ostrawsko-Karwińskim (Republika Czeska). Doc. Ing. **Barbara Stalmachová** CSc. z VSB – Uniwersytetu Technicznego w Ostrawie przedstawiła je w swoim wystąpieniu w aspekcie gospodarki wodami kopalnianymi. Przekazała szereg konkretnych informacji obrazujących między innymi uwarunkowania prawne, sposoby wykorzystania wód kopalnianych, w tym wykorzystania energii geotermalnej, jak i zastosowanie ich w branży SPA. Poinformowała również o wdrożeniu systemu utrzymywania stałego poziomu wód w zalanych kopalniach, co zapewnia bezpieczeństwo w kopalniach nadal czynnych w rejonie Karwińskim.

Z kolei w wystąpieniu Prezesa Zarządu, Dyrektora Naczelnego Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław” S.A. w Bukownie, **Bogusława Ochaba** przedstawiono wyzwania środowiskowe i hydrogeologiczne związane z likwidacją kopalni cynku i ołowiu „Olkusz-Pomorzany”. Mówca omówił przede wszystkim konsekwencje środowiskowe likwidacji kopalni, a także problematykę rekultywacji terenów zdegradowanych, wyzwania hydrogeologiczne oraz przedsięwzięcia realizowane w ramach monitoringu przyrodniczego i wodnego. Interesującym elementem prezentacji było skonfrontowanie działań prowadzonych przez ZGH „Bolesław” z oczekiwaniami aktywistów społecznych, dotyczących procesu likwidacji. W podsumowaniu wystąpienia stwierdzono między innymi, że:

- likwidacja kopalni „Olkusz-Pomorzany” jest realizowana zgodnie z wymogami prawnymi i w sposób optymalny technicznie i ekologicznie;
- procesy hydrogeologiczne i środowiskowe są monitorowane i będą podstawą dla działań wyprzedzających;
- działania aktywistów społecznych są populistyczne, nieodpowiedzialne oraz pozbawione racji merytorycznych;
- na całym świecie jedynym sposobem likwidacji jest zaprzestanie odwadniania (odwanianie jest konieczne jedynie w przypadku, gdy zagraża bezpieczeństwu innych kopalni).

Kolejna prezentacja, przedstawiona przez dr **Lidię Razowską-Jaworek** z Państwowego Instytutu Geologicznego – PIB Oddział Górnośląski, skoncentrowana była na problematyce zagrożeń i korzyści związanych z wodami podziemnymi w rejonach eksploatacji górniczej, w tym również na etapie likwidacji kopalń. Wszechstronny przegląd dotychczasowych doświadczeń Instytutu prowadzi do następujących wniosków:

- decyzje w zakresie wód podziemnych, dotyczące nie tylko rozpoczęcia eksploatacji górniczej, ale również sposobu jej zakończenia, należy wnikliwie rozważyć – co czeka nas nieuchronnie ze względu na transformację naszego regionu;
- likwidacja kopalń poprzez samo zatopienie wyrobisk jest najprostszą metodą, ale niesie za sobą bardzo poważne skutki, jednak tam, gdzie to możliwe, jest najlepszą opcją;
- likwidacja kopalń przy kontynuowaniu pompowań jest bardzo kosztowna, ale w wielu rejonach niezbędna;
- na terenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego niezbędne jest powstanie zintegrowanej, regionalnej sieci badawczej ukierunkowanej na monitorowanie wpływu likwidacji górnictwa na wody podziemne, jak również powstanie matematycznego modelu hydrogeologicznego, w którym można byłoby przedstawić stan naturalny, aktualny, jak i prognozę zmian stosunków wodnych, w tym wypełniania się leja depresji po zatrzymaniu pompowań oraz skutków tego wypełnienia.

Prezentacje przedstawiane w drugiej części konferencji miały nieco innych charakter. **W odróżnieniu od wcześniejszych, które z założenia koncentrowały się na przekrojowym zobrazowaniu przedstawianych obszarów tematycznych, kolejne tematy obejmowały węższe zagadnienia wraz z praktycznymi uwarunkowaniami i doświadczeniami.**

Wystąpienie dr. **Krzysztofa Filipka** ukazało rolę hydrogeologów w transformacji wodnej Śląska. Efekty prac hydrogeologów (badawcze, analityczne, dokumentacyjne) powinny stanowić podstawę dla wszystkich następnych kroków o charakterze planistycznym, ekonomicznym, gospodarczym.

Dr hab. **Damian Absalon**, prof. Uniwersytetu Śląskiego, Zastępca Dyrektora Śląskiego Centrum Wody, omówił wpływ górnictwa w GZW na zmiany odpływu i jakość wód powierzchniowych. Ilustruje to również zmiany stosunków wodnych na obszarze wspomnianego Zagłębia.

Kolejna prezentacja, przedstawiona przez **Piotra Zawadzkiego** z Zakładu Ochrony Wód Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach, traktowała o innowacjach służących odzyskowi wody i soli z wód kopalnianych. Zawierała informacje o projekcie LIFE Brine-Mining pn. „Demonstracyjne wdrożenie zaawansowanej metody redukcji ładunków soli i odzyskiwania zasobów z zasolonych wód kopalnianych” (koordynowanym przez Narodowy Uniwersytet Techniczny w Atenach), którego realizacja ma zapewnić wsparcie we wdrażaniu Ramowej Dyrektywy Wodnej i promować rozwiązania zmierzające do realizacji koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym.

Dr inż. **Robert Muszański** z firmy WOFIL przedstawił aspekty techniczne wykorzystania technologii ozonowania do oczyszczania wód zrzutowych z pompowni odwadniających kopalnie i po oczyszczalni ścieków. W prezentacji omówiono parametry oczyszczonej wody uzyskanej podczas procesu badawczego prowadzonego w obiektach w województwach śląskim i mazowieckim. W podsumowaniu oceniono, że prezentowana technologia ozonowania wydaje się najlepszym i uniwersalnym rozwiązaniem do oczyszczania różnej jakości wód kopalnianych i ścieków w celu osiągnięcia właściwych parametrów odzyskiwanej wody do wykorzystania rolniczego i przemysłowego.

Konferencję zakończyła prezentacja dr inż. **Ewy Janson** z Głównego Instytutu Górniczego w Katowicach, poświęcona gospodarce wodami opadowymi na obszarach zurbanizowanych, poddanych presji przemysłu, w tym górnictwa. Omówiono w niej doświadczenia wynikające z analiz i prac badawczo-rozwojowych na styku gospodarowania wodami opadowymi i zarządzania zasobami wodnymi na terenach poddanych presji górnictwa węgla kamiennego.

Z tematyką konferencji koresponduje też część artykułów zamieszczonych w numerze 3/103/2022 czasopisma „Ekologia”. Zachęcamy do uzupełnienia wiedzy o treści zawarte w szczególności w artykułach: „Wodne sprawy”, „Pozwolenie wodno-prawne w polskiej gospodarce wodnej”, „Śląskie jeziora – o potrzebie ochrony i rekultywacji”. Do Państwa dyspozycji pozostaje również zapis filmowy przebiegu konferencji oraz poszczególne wystąpienia dostępne na stronie Polskiej Izby Ekologii www.pie.pl w zakładce Konferencje.

Zapraszamy do współpracy. Do zobaczenia na kolejnych konferencjach.

Jerzy Swatoń
Przewodniczący Rady
Polskiej Izby Ekologii

Spis treści

1.	Jerzy Swatoń Przewodniczący Rady Polskiej Izby Ekologii Słowo wstępne	3
2.	dr inż. Jan Bondaruk Zastępca Dyrektora ds. Inżynierii Środowiska, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach Wyzwania w gospodarce wodnej w kontekście transformacji	6
3.	doc. Ing. Barbara Stalmachová CSc. VSB – Uniwersytet Techniczny w Ostrawie Doświadczenia Zagłębia Ostrawsko-Karwińskiego w gospodarce wodami kopalnianymi	7
4.	Bogusław Ochab Prezes Zarządu, Dyrektor Naczelny Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław” S.A. w Bukownie Hydrogeologiczne i środowiskowe wyzwania związane z likwidacją kopalni cynku i ołowiu „Olkusz-Pomorzany”	9
5.	dr Lidia Razowska-Jaworek Zastępca Dyrektora Oddziału Górnośląskiego Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy Oddział Górnośląski im. S. Doktorowicza-Hrebnińskiego Wody podziemne w rejonach eksploatacji górniczej i jej zaprzestania – zagrożenia i korzyści	11
6.	dr Krzysztof Filipek, Firma Doradcza, prof. dr hab. Andrzej Kowalczyk, dr hab. inż. prof. UŚ Jacek Rózkowski, prof. dr hab. Andrzej Witkowski, Uniwersytet Śląski Czy transformacja wodna Śląska może się udać bez hydrogeologów? (czyli o możliwości wykorzystania wód kopalnianych)	14
7.	dr hab. Damian Absalon, prof. Uniwersytetu Śląskiego, Zastępca Dyrektora Śląskiego Centrum Wody Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach, dr hab. Magdalena Matysik, Uniwersytet Śląski Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi Wpływ górnictwa na zmiany odpływu i jakość wód powierzchniowych	16
8.	Piotr Zawadzki Zakład Ochrony Wód, Pracownia Technologii Wody i Ścieków, Główny Instytut Górnictwa Odzysk wody i soli z wód kopalnianych jako przykład innowacji w gospodarce wodnej w okresie transformacji	17
9.	dr inż. Robert Muszański WOFIL Oczyszczanie wód kopalnianych w celu osiągnięcia jakości wody do spożycia – badania pilotowe	19
10.	dr inż. Ewa Janson Kierownik Pracowni Bilansowania i Oceny Zasobów Wodnych Zakład Ochrony Wód, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach Gospodarka wodami opadowymi na obszarach zurbanizowanych w procesie transformacji	22

Konferencja: „Wyzwania w gospodarce wodnej w trakcie transformacji”. Materiały pokonferencyjne.

Wydawca: Polska Izba Ekologii, ul. Warszawska 3, 40-009 Katowice, tel.: 32 253 51 55, e-mail: pie@pie.pl

Druk: PoligrafiaPlus, ul. Porcelanowa 11 c, 40-246 Katowice, tel. 32 730 32 32

Redaktor prowadzący: Ewelina Sygulska. **Redaktor techniczny:** Katarzyna Kurzyca. **Łamanie i skład:** Piotr Poznański

Nakład: 500 egz. Oddano do druku w listopadzie 2022 r.

Wydawnictwo finansowane ze środków Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach.

„Treści zawarte w publikacji nie stanowią oficjalnego stanowiska organów Wojewódzkiego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach”



Dofinansowano ze środków Wojewódzkiego Funduszu
Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej w Katowicach

Wyzwania w gospodarce wodnej w kontekście transformacji

dr inż. Jan Bondaruk

Zastępca Dyrektora ds. Inżynierii Środowiska, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach



Proces transformacji sektora wydobywczego i energetycznego w funkcji celów Zielonego Ładu będzie skutkował pozytywnym, ale również negatywnym oddziaływaniem na stan środowiska, a w szczególności na zasoby wodne.

Sektor wydobywczy ze względu na swoją specyfikę generuje duży strumień odpadów, emisji oraz zrzutów zasolonych wód kopalnianych. Obecnie odwadnianie eksploatowanych i nieczynnych wyrobisk zapewnia możliwość kontynuacji wydobywania w czynnych kopalniach. Górnictwo węgla kamiennego poprzez wielowymiarowe oddziaływanie na powierzchnię terenów, pod którymi prowadzona jest eksploatacja, wywołuje również trwałe zmiany stosunków wodnych oraz zakłócenia w naturalnym spływie wód.

Z drugiej strony realizacja celów transformacji, prowadząca w docelowym modelu do całkowitego wygaszenia działalności wydobywczej, to okres intensywnego wdrażania działań i realizacji projektów prowadzących do przebudowy struktury gospodarczej regionu. **Istotną rolę w tym procesie będą odgrywały zasoby pokopalniane, w tym tereny o różnym stopniu przekształcenia, które mogą pełnić zarówno funkcje gospodarcze, jak i ekosystemowe, w tym powiązane z procesem adaptacji do zmian klimatu.**

W województwie śląskim realizowanych jest obecnie wiele projektów i analiz, a także przeprowadzono kilka udanych projektów

pilotażowych potwierdzających możliwości realizacji wielu scenariuszy wykorzystania zasobów pokopalnianych, ze szczególnym uwzględnieniem zasobów wodnych, w tym w kierunku ich odsalania wraz z odzyskiem cennych substancji mineralnych.

Wody kopalniane, po zakończeniu eksploatacji i ustabilizowaniu ich chemizmu, mogą stanowić cenne źródło wody pitnej, wody technologicznej, ale również być stabilnym źródłem ciepła (geotermia wód) czy też produkcji/magazynowania energii (wodór). **Kluczowym zadaniem będzie tym samym określenie sposobu zalanania wyrobisk górniczych i ustalenie docelowego poziomu wód z uwzględnieniem możliwości ich użytkowego wykorzystania.**

Należy się również liczyć (analogicznie do innych regionów górniczych) z występowaniem niedoborów w przepływie wód w ciełkach zasilanych zrzutami wód kopalnianych oraz okresowym zalewaniem terenów w wyniku odtwarzania się zasobów wodnych. Monitorowanie i przeciwdziałanie tym zjawiskom będzie swego rodzaju specjalizacją województwa śląskiego.

Proces adaptacji do zmian klimatu i rosnące deficyty wody pitnej wraz z koniecznością zwiększenia odporności na ekstremalne zjawiska pogodowe wymagają przygotowania strategicznego planu w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa wodnego regionu z uwzględnieniem docelowego modelu odwadniania GZW. W przygotowanie planu powinny zostać zaangażowani zarówno przedsiębiorcy górniczy, SRK, władze regionu, władze samorządowe, sektor nauki, jak i instytucje promujące zasady zrównoważonego rozwoju, takie jak Polska Izba Ekologii i inne organizacje prośrodowiskowe.



foto: <http://pl.fotolia.com/>

Doświadczenia Zagłębia Ostrawsko-Karwińskiego w gospodarce wodami kopalnianymi

doc. Ing. **Barbara Stalmachová** CSc.
VSB – Uniwersytet Techniczny w Ostrawie



Z punktu widzenia bezpieczeństwa istniejącej eksploatacji górnictwa, a także kopalń już nieczynnych, na podstawie wydanych pozwoleń, wody kopalniane są pompowane do Zagłębia Ostrawsko-Karwińskiego (dalej ZOK), a następnie gromadzone w sposób kontrolowany w podziemnych wyrobiskach, między innymi Jeremenko i Zofia.

Nadmiar wód – w sposób kontrolowany – odprowadzany jest do cieków powierzchniowych w takich ilościach, aby zawarte w nich substancje nie zagrażały życiu i funkcjom przyrodniczym potoków i rzek, a jednocześnie nie niosły niebezpieczeństwa dla działalności górniczej w czynnej części ZOK. Wody pochodzące z procesów eksploatacji złóż węgla kamiennego, uznawane najczęściej jako szkodliwy czynnik dla środowiska, wykorzystywane są między innymi do celów leczniczych w uzdrowiskach (**Darkov, Karviná-Hranice i Klimkovice**), a tak zwana ciemna sól stanowi ważny produkt o działaniu terapeutycznym. Wody kopalniane stanowią także źródło energii cieplnej.

Wody kopalniane to wszystkie wody podziemne, powierzchniowe i opadowe, które przedostały się do podziemnych lub powierzchniowych przestrzeni górniczych, łącząc się z innymi wodami powierzchniowymi lub podziemnymi.

Na ich właściwości wpływa wiele czynników, ale głównie jest to skład chemiczny otaczających skał, skład wód opadowych i dopływających wód powierzchniowych oraz ich ilość. Na skład chemiczny mają również wpływ substancje stosowane w działalności górniczej i wynikające z innych aktywności człowieka w pobliżu kopalń. Zatem wody kopalniane i ich właściwości są tworem antropogenicznym, a nie naturalnym składnikiem środowiska.

Wody kopalniane wykazują się znaczną mineralizacją pochodzącą głównie z wypłukiwania związków chemicznych z otaczających je skał lub pojawiającą się w wyniku działalności górniczej. Pompowanie wód kopalnianych na powierzchnię prowadzi generalnie do obniżenia poziomu wód gruntowych, a skały, które wcześniej znajdowały się poniżej poziomu wód gruntowych, lokowane są nad ich powierzchnią i wówczas zaczynają zachodzić w nich intensywne procesy utleniania zawartych związków chemicznych, na przykład utlenianie żelaza lub siarczków. Wyższa dostępność tlenu jest również spowodowana drażnieniem tuneli i szybów lub wentylacją przestrzeni podziemnych, podczas których tlen łatwiej dociera do podziem-

nych skał i wchodzi w reakcje z nimi. Po zakończeniu wydobycia poziom wód gruntowych ponownie się podnosi, a skały, które wcześniej nie były pod wodą, zostają zalane. Ze względu na brak dostępu tlenu zachodzą w nich reakcje redukcji.

W celu zapewnienia bezpieczeństwa nadal czynnych kopalń w rejonie Karwińskim przed ryzykiem niekontrolowanych przelewów wód kopalnianych z zalanych kopalń ZOK wdrożono system utrzymywania stałego poziomu wód w tych zalanych kopalniach. Aby spełnić ten wymóg, ZOK wyposażył w niezbędny sprzęt dwa szyby wodne: szyb wodny Jeremenko w części powiatu ostrawskiego oraz szyb wodny Zofia w części petřvaldskiej, w której eksploatację prowadziła kopalnia Julius Fučík.

Wydobycie wód kopalnianych jest niezbędne do aktywnej ochrony części zabezpieczonego obszaru złoża węgla kamiennego, a częściowo do wyeliminowania negatywnych skutków niekontrolowanego podnoszenia się temperatury. Od zakończenia pompowania wód dołowych w poszczególnych ostrawskich kopalniach (czerwiec 1997 r.) zaczęto napełniać zbiornik wodny pod Ostrawą, utworzony w obrębie wolnej przestrzeni nieczynnych szybów kopalnianych. Po napełnieniu go do określonego poziomu 385,5 m p.p.m. (w odniesieniu do poziom Adriatyku), na głębokości 620 m rozpoczęto pompowanie wody z szybu Jeremenko (październik 2001 r.).

Poziom wody w tym obszarze jest niższy niż poziom w czynnych kopalniach regionu, co powoduje, że poprzez szyby kopalniane, luźne skały czy też warstwy różnych tworów geologicznych o dużej przepuszczalności woda przedostaje się do tego obszaru. Stąd konieczne jest ciągle utrzymywanie poziomu wody wód kopalnianych w wyrobisku Jeremenko, zapewniające poziom 371,5 m p.p.m. w zlewni Ostrawy, aby nie został przekroczony.

By zapewnić skuteczne wypompowywanie wód kopalnianych ze zlewni Ostrawy, muszą być odprowadzane około 160 l.s⁻¹, co odpowiada objętości około 5200 tys. m³ rocznie, tak aby poziom wody nie przekraczał wskazanego poziomu 371,5 m p.p.m. **Podczas wypompowywania wód zapewniono ciągłość i zgodność wszystkich procedur pracy, przy jednoczesnym ścisłym przestrzeganiu przepisów prawnych, w tym bezpieczeństwa.**

Z wyrobiska Jeremenko odprowadzane są wody o odczynie obojętnym do lekko zasadowego, zawierające chlorek sodu i o podwyższonej zawartości radionuklidów – pochodzące głównie z pokrywy skał węglowych, czwartorzędowych poziomów wodonośnych oraz przepływów powierzchniowych. Po filtracji bezpośredniej przez warstwy węglowe wody te są odprowadzane do rzeki Ostrawicy.

Operatorem wyrobiska wodnego Jeremenko jest zakład typu spin-off ODRA z siedzibą w Ostrawie Vítkovice, należący do przedsiębiorstwa państwowego DIAMO z siedzibą w Stráží pod Ralskem. Odprowadzanie wód kopalnianych z szybu Jeremenko odbywa się na podstawie decyzji wodnoprawnej okręgu morawsko-śląskiego. Kopalnia Jeremenko zapewnia ochronę zlewni Karwiny, czyli czynnej części ZOK. Obecnie system Jeremenko Water Pit znajduje się na etapie rutynowej eksploatacji. Wszystkie węzły mechaniczne i programowe systemu są testowane i można stwierdzić, że ich praca jest stabilna.

Po zakończeniu wydobywania w 1995 roku teren kopalni Zofia został przekazany państwowemu przedsiębiorstwu DIAMO, wydzielonemu zakładowi nadodrzańskiemu. Na terenie dawnej kopalni wybudowano przepompownię, która od 1999 roku chroni czynne kopalnie w sąsiedztwie przed dopływem wód kopalnianych. Zezwolenie na zrzut do potoku Petřvaldská stružka jest wydawane na podstawie decyzji wodnoprawnej województwa morawsko-śląskiego.

Jednym z problemów w odprowadzaniu wód kopalnianych do środowiska jest wysokie zasolenie spowodowane – w rejonie ZOK – głównie obecnością chlorków, zwłaszcza NaCl. Oprócz substancji rozpuszczonych w wodach kopalnianych mogą występować wyższe stężenia siarczanów, które powodują korozję materiałów budowlanych, a podczas wietrzenia składników pirytu i węgla może przedostać się do nich szereg metali, w tym bardzo toksyczne, na przykład arsen czy selen.

Najczęściej stosowanymi technologiami oczyszczania wód kopalnianych jest strącanie soli mlekiem wapiennym CaCO_3 . Sole baru służą natomiast do zmniejszania radioaktywności, a technologia odwróconej osmozy wykorzystywana jest do usuwania rozpuszczonych substancji z wody. Technologie te wymagają wysokich nakładów finansowych. Dlatego wody kopalniane w rejonie ZOK wprowadzane są pod kontrolą do cieków powierzchniowych, których stan jest monitorowany.

Wykorzystanie wód kopalnianych

Wykorzystanie wód kopalnianych w Republice Czeskiej reguluje akt prawny Prawo Górnicze nr 44/1988 o ochronie i eksploatacji bogactw mineralnych z późn. zm. **W § 40 tej ustawy podano definicję wód kopalnianych.** Zatem:

- wody kopalniane to wszystkie wody podziemne, powierzchniowe i opadowe, które dostały się do głębinowych lub odkrywkowych przestrzeni górniczych, niezależnie od tego, czy nastąpiło to przez przesiąkanie lub grawitację z nadkładu, podglebia lub z boku, czy też przez zwykły dopływ wód opadowych, aż do ich połączenia z innymi stałymi wodami powierzchniowymi lub gruntowymi;
- organizacja, w tym przypadku kopalnia, jest uprawniona do:
 - bezpłatnego korzystania z wód kopalnianych na własny użytek,

- nieodpłatnego, na podstawie zezwolenia organu gospodarki wodnej, wykorzystania wód kopalnianych jako zasobu zastępczego dla potrzeb osób poszkodowanych w wyniku utraty wody spowodowanej działalnością organizacji,
- odprowadzania wód kopalnianych, których nie potrzebuje do własnej działalności, do wód powierzchniowych lub podziemnych oraz – w razie potrzeby – odprowadzania ich, nawet cudzymi gruntami, w sposób i na warunkach określonych przez organ gospodarki wodnej i władze publiczne oraz organ ochrony zdrowia;
- przy korzystaniu z wód kopalnianych organizacja jest zobowiązana do dbania o wody kopalniane i ich ekonomiczne wykorzystywanie. Wykorzystanie wód kopalnianych do innych celów regulują przepisy szczególne;
- wprowadzanie innych wód do wód kopalnianych wymaga pozwolenia organu gospodarki wodnej, wydanego w porozumieniu z okręgowym urzędem górniczym.

Wykorzystanie energii cieplnej

Dzięki istnieniu systemu pompowego VJ Jeremenko ciepło wód kopalnianych zgromadzonych w głębszych partiach likwidowanych kopalń wykorzystuje się jako źródło energii geotermalnej. Ponieważ istnieje stabilne źródło wody o temperaturze 26-28°C, od 2005 roku ciepło odpadowe wykorzystywane jest do podgrzewania ciepłej wody użytkowej z wykorzystaniem dwuwymiennej pompy ciepła.

Zastosowanie w branży SPA

Wody chlorkowe i jodkowe stosowane w SPA (*Sanus Per Aquam*) są pochodzenia morskiego. Zostały ulokowane między nieprzepuszczalnymi warstwami osadów podczas sedimentacji. Jod jest równomiernie rozprowadzany w istniejącym podłożu skalnym i uwalniany z osadów morskich rozkładu materii organicznej. Znajdują się one głęboko pod powierzchnią ziemi i nie pojawiają się na powierzchni. **Odkryto je podczas poszukiwań złóż węgla kamiennego.**

Na Górnym Śląsku wody te związane są z osadami neogenu zapadliska przedkarpackiego. Zawierają sole i dlatego nazywane są solankami. Zawartość jodu w nich wynosi co najmniej 1 mg⁻¹. Całe zagłębie górnośląskie jest bogate w jod. Jego maksymalna zawartość w wodzie może wynosić ok. 50 mg⁻¹, a jeszcze wyższe wartości osiągają wody pochodzące z Karpat i Pogórza Karpackiego. **Korzystają z nich między innymi uzdrowiska Klimkovic, Karviná-Hranice i Darkov, a w Polsce Ustroń i Goczałkowice-Zdrój.** Są to chemicznie przekształcone wody morskie, solanki (tak zwane „złoto z Darkova”) z neogennych (23,03 do 2,58 mln lat) warstw piaszczystych pokrywających utwory węglonośne z dolnego karbonu. Wody te zamknięte są w soczewkowatych, izolowanych formacjach na głębokości stu i więcej metrów. Wykazują silne nadciśnienie, które zmniejsza się nie tylko podczas wiercenia, ale także przy stopniowym eksploataowaniu pokładów węgla kamiennego.

Hydrogeologiczne i środowiskowe wyzwania związane z likwidacją kopalni cynku i ołowiu „Olkusz-Pomorzany”

Bogusław Ochab

Prezes Zarządu, Dyrektor Naczelny Zakładów Górniczo-Hutniczych „Bolesław” S.A. w Bukownie



W wystąpieniu skoncentrowano się na następujących zagadnieniach: kluczowe informacje na temat ZGH „Bolesław”, charakterystyka zamykanej kopalni „Olkusz-Pomorzany”, harmonogram jej likwidacji i wyzwania związane z jej likwidacją.

Omówiono również konsekwencje środowiskowe likwidacji kopalni wraz z problematyką rekultywacji terenów zdegradowanych, wyzwaniami hydrogeologicznymi oraz przedsięwzięciami realizowanymi w ramach monitoringu przyrodniczego i wodnego terenów likwidowanej kopalni. Skonfrontowano także działania prowadzone przez ZGH „Bolesław” z oczekiwaniami aktywistów społecznych w zakresie procesu likwidacji.

Grupa Kapitałowa ZGH „Bolesław”, posiadająca cztery technologie cynkowe, jest jedynym producentem tego metalu w Europie Środkowej. Produkcja cynku – 165 tys. ton w roku 2021 – to 7 proc. produkcji europejskiej oraz 1,2 proc. produkcji światowej.

40 proc. produkcji (stopy ocynkowane, cynk, anody i stopy odlewnicze) trafia na rynki całego świata. Produkcja cynku i ołowiu jest kontynuowana od siedemdziesięciu lat.

Produkty finalne zakładów powstawały w oparciu o własne zasoby surowcowe w kopalniach: „Bolesław” (1954 – 1996), „Olkusz” (1968 – 2001) oraz „Olkusz-Pomorzany” (1974 – 2020).

Zgodnie z wieloletnimi prognozami wyczerpywanie się złóż rudy cynku i ołowiu powoduje konieczność zakończenia działalności wydobywczej. **Ta nieunikniona sytuacja stanowiła i stanowi ważne wyzwanie dla zarządzających grupą kapitałową.** Skutki likwidacji kopalni „Olkusz-Pomorzany” były znane od dziesięciu lat. Są to: zmniejszenie przepływów w rzekach Białej i Sztolie, które są dotychczas sztucznie zasilane wodami kopalnianymi, częściowy zanik przepływu w Sztolie, pogorszenie jakości wód podziemnych oraz podtopienia.

W związku z likwidacją kopalni określono cztery istotne problemy do rozwiązania. Po pierwsze przygotowanie Huty „Bolesław” do samodzielnego działania. Drugi kluczowy problem to aspekt ekonomiczno-finansowy: zabezpieczenie ponad 200 mln zł na finansowanie prac koniecznych do likwidacji kopalni. Kolejny, trzeci, to bardzo ważny aspekt społeczny. W końcowej fazie działania w kopalni pracowało około 1000 osób. 20 proc. załogi odeszło na eme-

LIKwidacja KOPALNI – wyzwania likwidacji



ryturę, a 150 pracowników otrzymało pracę w innych kopalniach na podstawie specjalnych porozumień. Sporo osób przyjęły spółki zależne i Huta „Bolesław”. **Czwarty aspekt to budząca wiele emocji problematyka środowiskowa.** W tym obszarze podjęto działania proekologiczne, eksperckie i praktyczne, szczególnie w odniesieniu do ekosystemu rzeki Sztoly. Przed przystąpieniem do likwidacji wykonano szereg opracowań (w tym ekspertyzy ekologiczne i oceny oddziaływania na środowisko), spełniono wszystkie wymogi formalne, tak by cały proces przeprowadzić zgodnie z obowiązującym prawem, szczególnie z wymogami ochrony środowiska oraz prawem geologicznym i górnictwem. **Przygotowana i realizowana likwidacja kopalni zakłada racjonalnie, że wraz z zakończeniem podziemnej eksploatacji i odwadniania kopalni rozpocznie się proces odbudowy stosunków wodnych.**

31 grudnia 2020 roku to data postawienia kopalni „Olkusz-Pomorzany” w stan likwidacji. Proces likwidacji prowadzony jest w oparciu o Plan Ruchu likwidowanego zakładu górnictwa, zatwierdzony przez Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego w Krakowie. Natomiast w dniach 14/15.01.2021 Minister Klimatu i Środowiska wygasił koncesję na wydobycie.

Na przełomie lat 2020/2021 zakończono działanie pomp głównego odwadniania (230 m³/min. wody kopalnianej), które od przeszło 60 lat odwadniały złoża rud cynku i ołowiu i pozwalały eksploatować cenny kruszec zalegający na głębokości do ponad 100 metrów. **Warto podkreślić, że na całym świecie jedynym sposobem likwidacji kopalń jest zaprzestanie odwadniania.** Kontynuacja

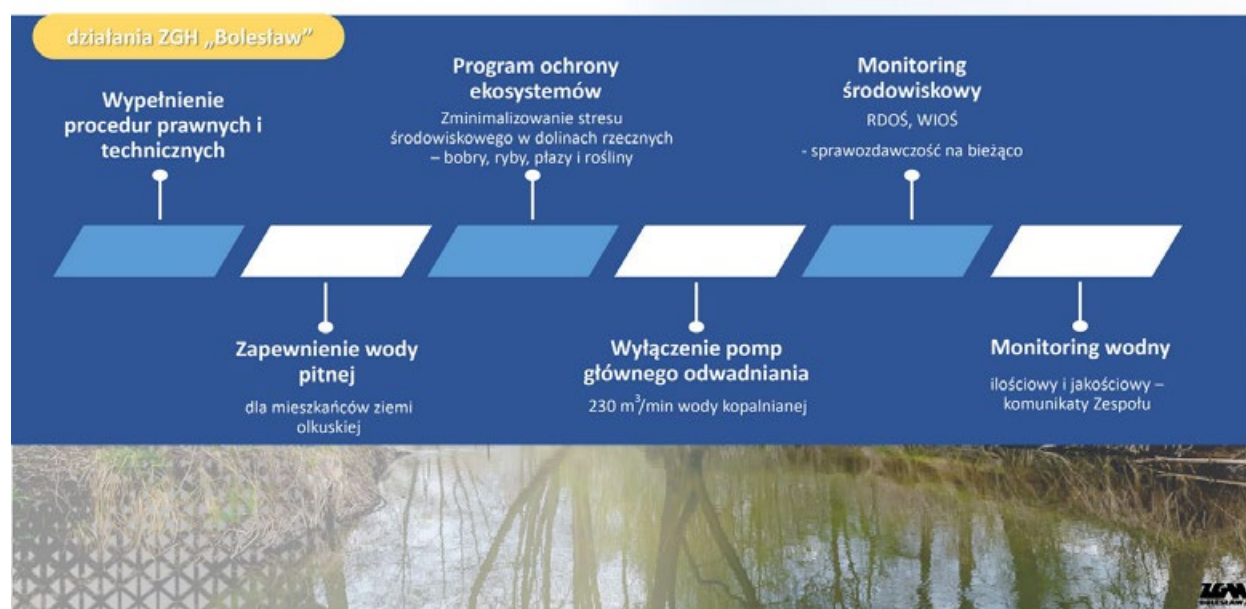
odwadniania jest konieczna jedynie w przypadku, gdy zagraża bezpieczeństwu innych kopalń.

Na schemacie przedstawionym poniżej ukazano działania ZGH „Bolesław”, związane z likwidacją kopalni „Pomorzany”. Zapewniono dostawę wody pitnej dla mieszkańców rejonu olkuskiego, a Polski Związek Wędkarski, po odpowiednim rozpoznaniu, dokonał przeniesienia ryb do Białej Przemszy. Inne gatunki fauny samodzielnie dokonały migracji w poszukiwaniu odpowiednich warunków środowiskowych. Aktualnie prowadzone są prace w obszarze monitoringu wodnego i przyrodniczego. Ich wyniki są prezentowane na bieżąco na stronie internetowej ZGH „Bolesław”: ZGH Bolesław S.A. w Bukownie – Likwidacja Kopalni (zghboleslaw.pl).

Podsumowując:

- ZGH „Bolesław” jest firmą nowoczesną, posiadającą mocną pozycję rynkową;
- likwidacja kopalni „Olkusz-Pomorzany” jest realizowana zgodnie z wymogami prawnymi i w sposób optymalny technicznie i ekologicznie;
- procesy hydrogeologiczne i środowiskowe są monitorowane i będą podstawą dla działań wyprzedzających;
- likwidacja kopalni wiąże się ze skutkami środowiskowymi i hydrogeologicznymi;
- działania aktywistów społecznych są jednak nierzadko populistyczne, nieodpowiedzialne oraz pozbawione racji merytorycznych.

WYZWANIA HYDROGEOLOGICZNE



Wody podziemne w rejonach eksploatacji górniczej i jej zaprzestania — zagrożenia i korzyści

dr Lidia Razowska-Jaworek

Zastępca Dyrektora Oddziału Górnośląskiego

Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy Oddział Górnośląski im. S. Doktorowicza-Hrebnińskiego



Eksploracja górnicza, a szczególnie podziemna, prawie zawsze wpływa na wody podziemne w rejonie zasięgu wpływu eksploatacji. Jednak w zależności od wielu czynników, zarówno naturalnych, jak i antropogenicznych, charakter zmian i ich rozmiar są bardzo zróżnicowane. Jednocześnie wody podziemne są jednym z największych żywiołów zagrażających górnictwu. Mogą one stwarzać zagrożenie wodne kopalń, czyli możliwość wdarcia się dużych ilości wody do wyrobisk oraz do strefy spękań wokół tych wyrobisk, co stwarza niebezpieczeństwo dla ruchu zakładu górniczego lub jego pracowników.

Oddziaływania na dynamikę wód podziemnych związane są przede wszystkim z koniecznością odpompowania wód dopływających do wyrobisk podziemnych i odprowadzaniem wód odwodnieniowych do cieków powierzchniowych. Powoduje to liczne zagrożenia, w tym przede wszystkim: obniżenie zwierciadła wód, prowadzące zwykle do powstania lejów depresji, i zmniejszenie dostępności zasobów wód podziemnych, skutkujące ograniczeniem możliwości ujmowania poziomów wodonośnych.

Z kolei deformacja górotworu z powodu eksploatacji pokładów węgla znacząco zmienia topografię. Następuje zmiana kierunków przepływu wód podziemnych, przepuszczalności poprzez rozdzielanie lokalnych systemów przepływu, co prowadzi często do obniżenia zwierciadła wód pierwszego poziomu wodonośnego, którego skutkiem może być osuszenie źródeł czy płytkich studni. Eksploatacja górnicza powoduje zmiany parametrów hydrogeologicznych

– między innymi wzrost przepuszczalności skał spowodowany powstaniem pustek eksploatacyjnych, rozszczelnianiem stref uskoku czy powstaniem spękań i rozległych szczelin w górotworze czy też przerwanie ciągłości warstw izolujących nad i pomiędzy poziomami wodonośnymi.

Wśród potencjalnych zagrożeń jakości wód podziemnych należy wymienić przede wszystkim: zanieczyszczenie wód wskutek oddziaływań woda-skała wzdłuż spękań i szczelin poeksploatacyjnych, powstawanie niecek zapadliskowych, a w nich zbiorników wodnych, których wody (nierzadko zanieczyszczone) mieszają się z wodami podziemnymi, przerwanie ciągłości warstw izolujących na skutek prac rozpoznawczych, wydobywczych i/lub nieprawidłowej likwidacji otworów wiertniczych (brak uszczelnienia) powodujących przedostanie się wód z poziomów wodonośnych do wyrobisk kopalnianych oraz wód kopalnianych do użytkowych poziomów wodonośnych.

Wśród korzyści wynikających z prowadzenia odwadniania wyrobisk można jedynie wymienić możliwość ujmowania wód kopalnianych zarówno dla celów przemysłowych, rolnictwa, jak i wód pitnych. Dotyczy to jednak tylko tych rejonów, w których eksploatacja jest stosunkowo płytka i wody dopływające do wyrobisk mają charakter użytkowy (na przykład kopalnie Zn i Pb w rejonie śląsko-krakowskim).

Można też pozyskiwać energię (wody termalne) i surowce mineralne z wód kopalnianych, ale wtedy wymagana jest stabilność składu chemicznego i ilości wody (na przykład gwarancja ciągłości funkcjonowania danego zakładu górniczego).

Odrębnie należy rozpatrywać oddziaływania na wody podziemne występujące na etapie likwidacji kopalń węgla kamiennego. Likwidacja kopalni odosobnionej kończy się zwykle wyłączeniem pomp odwadniających, co powoduje zatopienie wyrobisk wodami z dopływu naturalnego. Natomiast zatrzymanie odwadniania w kopalni zespołowej powoduje samozatopienie wyrobisk górniczych do wysokości rzędnej najniższego połączenia z kopalnią sąsiednią.

Inną metodą likwidacji jest zakończenie eksploatacji, ale kontynuowanie pompowania odwadniającego. Ma to miejsce w przy-

padku zagrożenia zatopieniem sąsiednich kopalń lub zagrożenia zatopieniem osiedli ludzkich wybudowanych w rejonie niecek zapadliskowych czy wysuszonych dolin rzecznych.

Po wyłączeniu pomp odwadniających rozpoczyna się proces odbudowy zwierciadła wód (zmniejszenie głębokości zwierciadła wody), co może powodować liczne zagrożenia, w tym: dopływ wód do sąsiadujących kopalń, a tym samym zwiększenie ich zagrożenia wodnego, czy wręcz zatopienie wyrobisk; tworzenie się zalewisk na powierzchni niecek osiadania w rejonach, w których poziom wody był dotychczas obniżony (powodujące podmakanie budowli czy korozję urządzeń podziemnych); zanik lub zmniejszenie przepływu wód w ciekach sztucznie zasilanych wodami kopalnianymi, powodujący zaburzenia w ich ekosystemach, ale również zakłócenie lub uniemożliwienie funkcjonowania wszelkich obiektów gospodarki wodnej (na przykład małych elektrowni wodnych) czy podmiotów korzystających z tych wód do nawadniania lub też procesów produkcyjnych.

W zatopionych zrobach i otaczającym je poziomie wodonośnym następuje pogorszenie jakości wód: wysokie zawartości SO_4 oraz metali, na przykład Fe, Mn, Zn, Pb. Notuje się również liczne samowypływy zanieczyszczonych wód podziemnych z otworów badawczych, studziennych i wyrobisk górniczych (na przykład szybów kopalnianych, sztolni czy upadowych), często w najmniej oczekiwanych miejscach (na przykład w piwnicy budynku).

Wśród potencjalnych korzyści z zaprzestania odwadniania często wymienia się powrót wód do naturalnych koryt wysuszonych cieków. Jednak zdarza się, że w dolinach rzecznych wysuszonych w wyniku wieloletniej eksploatacji węgla – wskutek braku znajomości naturalnych warunków wodnych – budowane są domy mieszkalne czy inne obiekty. Po osiągnięciu przez wody poziomu terenu (często wiele lat po zamknięciu kopalni) następuje wypływ wód na powierzchnię. **Nierzadko jest to nagłe, niebezpieczne zjawisko w formie powodzi, a z powodu zanieczyszczenia związkami żelaza ta woda ma kolor czerwony czy pomarańczowy.** Powrót wód do wysuszonych studni czy źródeł jest korzystny, jeżeli są to wody dobrej jakości. Jednak najczęściej jest to dopływ wód o złej jakości.

W rejonach zrztu wód pompowanych ze zlikwidowanych wyrobisk kopalnianych budowane są sztuczne laguny wspomagające samooczyszczanie wód kopalnianych, które z jednej strony oczyszczają wody kopalniane, a z drugiej mogą też przyczynić się do zanieczyszczenia płytkich poziomów wodonośnych.

Aby uniknąć poważnych zagrożeń związanych z zatopieniem kopalń, najczęściej w większości zagłębi węglowych nadal prowadzi

się odwadnianie poziomów wodonośnych. Tego typu działalność prowadzi jednak do analogicznych skutków jak drenaż górniczy, czyli **trwałych zmian warunków hydrogeologicznych**, ograniczenia dostępności zasobów wód podziemnych, trwałego odwrócenia kierunków przepływu wód podziemnych, które wpływają znacząco na regionalny system wodonośny.

Z powodu ciągłego odwadniania nie następuje wypełnienie się regionalnego leja depresji, stosunki wodne są więc nadal zaburzone. Często ma miejsce nieprawidłowe odwadnianie nieczynnych kopalń, ponieważ zamiast pompować wody z każdej zlikwidowanej kopalni, osobno, w ramach oszczędności, przekierowuje się wody podziemne do innych zakładów górniczych, co zaburza naturalny reżim hydrogeologiczny.

Wśród korzyści kontynuacji odwadniania należy wymienić dalszą możliwość korzystania z pompowanych wód zarówno przez ludność (ujęcia komunalne), jak i przez przemysł czy rolnictwo (na przykład w okresie suszy), a także możliwość pozyskiwania energii i cennych pierwiastków z tych wód.

Zgodnie z Ramową Dyrektywą Wodną i Prawem Wodnym jednostkami wydzielonymi dla potrzeb zarządzania wodami, w tym planowania w gospodarowaniu wodami podziemnymi, są **Jednolite Części Wód Podziemnych (JCWPd)**. Na terenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (GZW), w granicach województwa śląskiego, znajduje się 15 JCWPd (rys. 1). Wszystkie pozostają pod wpływem górnictwa węgla kamiennego, w tym sześć (numery: 111, 112, 129, 130, 145, 146) prawie w całości pod dużym wpływem drenującej działalności czynnych i zlikwidowanych kopalń węgla kamiennego.

W obrębie wymienionych JCWPd rozwinął się regionalny lej depresji obejmujący wszystkie poziomy wodonośne. Natomiast w przypadku 4 JCWPd (142, 143, 144, 147) wpływ drenażu górniczego jest duży, ale nie obejmuje całych JCWPd, tylko ich części. Mogą się znajdować w zasięgu regionalnego leja depresji albo poszczególne kopalnie (na przykład w rejonie Rybnika) wytworzyły lokalne leje depresji. W kolejnych 5 JCWPd (155, 156, 157, 162, 163) wpływ górnictwa jest mały, ponieważ eksploatacja jest prowadzona na dużych głębokościach, pod miąższym nakładem ilów mioceńskich, i kopalnie tworzą lokalne ośrodki drenażu tylko piętra karbońskiego, a w płytkich poziomach wodonośnych następuje lokalne zaburzenie przepływu wód, spowodowane osiadaniami powierzchni terenu.

W związku z tym całkowita likwidacja kopalń poprzez samo-zatopienie wyrobisk jest możliwa tylko w niektórych JCWPd (na przykład w numerach: 155, 156, 157, 162, 163), w kilku można

ją częściowo rozważyć (JCWPd 142, 143, 144), natomiast w pozostałych, zlokalizowanych w centralnej i północno-wschodniej części GZW (JCWPd 111, 112, 129, 130, 145, 146), nie będzie możliwa i po zakończeniu eksploatacji nadal konieczne będzie prowadzenie pompowań odwadniających.

Uwzględniając różnorodne oddziaływania eksploatacji górniczej na wody podziemne, należy bardzo wnikliwie rozważyć decyzje dotyczące nie tylko rozpoczęcia eksploatacji górniczej, ale również sposobu jej zakończenia, które ze względu na transformację naszego regionu czekają nas nieuchronnie.

Likwidacja kopalń poprzez samozatopienie wyrobisk jest najprostszą metodą, ale niesie za sobą bardzo poważne skutki: jednak tam, gdzie jest to możliwe, jest to najlepsza opcja. Likwidacja kopalń przy kontynuowaniu pompowań jest bardzo kosztowna, ale w wielu regionach niezbędna, należy wtedy koniecznie wykorzystać zarówno energię pompowanych wód, jak i jej zasoby.

Na terenie GZW niezbędne jest powstanie zintegrowanej, regionalnej sieci badawczej ukierunkowanej na monitorowanie wpływu górnictwa i jego likwidacji na wody podziemne, jak również regionalne-

go matematycznego modelu hydrogeologicznego, w którym można byłoby przedstawić zarówno stan naturalny, aktualny, jak i prognozę zmian stosunków wodnych wskutek planowanej eksploatacji na tle już prowadzonej, czy przebiegu wypełniania się leżącej depresji po zatrzymaniu pompowań oraz skutków tego wypełnienia.



Rys. 1. JCWPd w granicach GZW na terenie województwa śląskiego



foto: <http://pl.fotolia.com/>

Czy transformacja wodna Śląska może się udać bez hydrogeologów? (czyli o możliwości wykorzystania wód kopalnianych)

dr Krzysztof Filipek, Firma Doradcza
prof. dr hab. Andrzej Kowalczyk
dr hab. inż. prof. UŚ Jacek Rózkowski
prof. dr hab. Andrzej Witkowski, Uniwersytet Śląski



Obszar województwa śląskiego zaopatrywany jest w wodę pochodzącą w przeważającej części z ujęć wód powierzchniowych, z czego około 300 000 m³/dobę to zasoby zlewni Małej Wisły, a około 97 000 m³/dobę – Górnej Odry. Zasoby wód podziemnych, z których województwo także może korzystać, szacowane są na około 106 000 m³/godzinę.

Około 2/3 potrzeb zaspokajanych jest z wód powierzchniowych, a pozostałe 1/3 – z wód podziemnych. Wody kopalniane, pochodzące z odwadniania nieczynnych wyrobisk zakładów górniczych, nie są ujmowane w tego typu bilansach. Ilość tych wód, które odprowadzane są do cieków wodnych, szacowana jest na około 70 000 000 m³/rok, z czego około 20 000 000 m³/rok to wody, które po koniecznym uzdatnieniu mogą być wykorzystane jako potencjalne źródło wód pitnych, biorąc pod uwagę wymagania określone w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 7 grudnia 2017 roku w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.

Wykorzystanie wód kopalnianych do celów komunalnych nie jest zagadnieniem nowym, gdyż od wielu lat niewielka co prawda część tych wód, ale jednak, jest wykorzystywana do zaopatrzenia w wodę do picia. **Należy jednak pamiętać, że odpompowywanie wód kopalnianych prowadzone jest przede wszystkim ze względów bezpieczeństwa regionu oraz połączonych hydraulicznie czynnych zakładów górniczych.**

W przypadku zamiaru wykorzystania wód kopalnianych do celów komunalnych należy mieć na uwadze kwestie pewności zasobów, stabilności składu, opłacalności pompowania, konieczności niezbędnego uzdatniania oraz wykonalności podłączenia do istniejących sieci przesyłowych. Wody kopalniane charakteryzują się zazwyczaj ponadnormatywną (w stosunku do wody do spożycia)

zawartością chlorków, siarczanów, jonów wapnia, czasem także metali ciężkich, mętnością. **Każdy z tych czynników może mieć decydujące znaczenie, które jednoznacznie zdeterminuje sensowność i opłacalność konkretnego przedsięwzięcia.** Wszystkie „miejsca” stanowiące potencjalne źródło wody do wykorzystania posiadają pełną dokumentację, w tym kompletne, wieloletnie wyniki analiz fizykochemicznych, co jest zasługą Spółki Restrukturyzacji Kopalń.

Zaopatrzenie w wodę województwa śląskiego jest jednym z elementów Strategii dla województwa śląskiego o wdzięcznej nazwie „Zielone Śląskie 2030”. W dokumencie zwraca się uwagę między innymi na konieczność poprawy jakości wód i racjonalne gospodarowanie zasobami. Na obszarze województwa istnieje kilka podmiotów, które wspólnie zaspokajają ponad 70 proc. potrzeb gmin i przemysłu całego Śląska. **Liderem dostaw wody jest oczywiście Górnośląskie Przedsiębiorstwo Wodociągów, a wśród wiodących przedsiębiorstw znajduje się AQUA z Bielska-Białej, Wodociągi Ziemi Cieszyńskiej oraz Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji Okręgu Częstochowskiego.**

Wykorzystanie wód kopalnianych, mimo że jest zagadnieniem znanym i badanym od wielu lat, wymaga jednak zawsze informacji aktualnych. Zmienność systemów odwadniania, czynniki wynikające z reżimu pompowania, zjawiska hydrogeochemiczne zachodzące w wodach i w górotworze w trakcie zatapiania kopalń, a także sama charakterystyka pompowania – te wszystkie składowe muszą być na bieżąco aktualizowane.

Wiedza o tym pochodzi w głównej mierze od hydrogeologów. Warto pamiętać, że polscy hydrogeolodzy odgrywali i wciąż odgrywają istotną, może nawet kluczową rolę w ustalaniu zasobów, opracowywaniu planów ruchu, analizowaniu źródeł zagrożeń wodnych, zapobieganiu tym zagrożeniom. Przeglądowa praca pt. „What Polish mining owes to Polish hydrogeology” (tłum. „Co polskie górnictwo

zawdzięcza polskiej hydrogeologii”), która ukazała się w Przeglądzie Geologicznym (vol. 58, nr 9/1, 2010), autorstwa wybitnych polskich naukowców **Andrzeja Kowalczyka, Andrzeja Witkowskiego, Andrzeja Rózkowskiego, Andrzeja Szczepańskiego, Marka Rogoża, Jana Przybyłka** oraz **Stanisława Staśko**, w bardzo skondensowanej formie przedstawia istotny wkład polskiej hydrogeologii w rozwój górnictwa w aspekcie szeroko rozumianego zarządzania zasobami naturalnymi.

Jeśli wziąć pod uwagę:

- konieczność wiedzy na temat pochodzenia wód dopływających do wyrobisk,
- niezbędność rozpoznania czynników geologicznych decydujących o bezpieczeństwie pompowania,
- konieczność doboru urządzeń z uwzględnieniem procesów hydrogeochemicznych zachodzących w zrobach,
- umiejętność dokonania oceny wpływu jakości wód na urządzenia i armaturę,
- potrzebę aktualizacji dokumentacji hydrogeologicznej

i porównać to z wiedzą hydrogeologów, to nie może być żadnej wątpliwości, że to właśnie ci **specjaliści** powinni być na pierwszej linii prac przed rozpoczęciem przedsięwzięć z zakresu wykorzystania wód kopalnianych.

Efekty tego typu prac (badawczych, analitycznych, dokumentacyjnych) powinny stanowić podstawę dla wszystkich następnych kroków o charakterze ekonomicznym, planistycznym, gospodarczym. W efekcie można spodziewać się otrzymania solidnej, rzetelnie przygotowanej dokumentacji przedsięwzięć inwestycyjnych z zakresu wykorzystania wód. **A dopiero w dalszej kolejności można (i należy) podejmować decyzje o włączeniu zasobów wód pochodzących z odwadniania wyrobisk górniczych do bilansu wodnego dla województwa śląskiego.** Mimo że centralizacja nie zawsze jest najbardziej pożądanym scenariuszem, to jednak w tym przypadku – to jest koordynacji zaopatrzenia w wodę na szczeblu województwa – taką opcję trzeba bardzo poważnie, być może na nowo, rozważyć.



Wpływ górnictwa na zmiany odpływu i jakość wód powierzchniowych

dr hab. **Damian Absalon**, prof. Uniwersytetu Śląskiego

Zastępca Dyrektora Śląskiego Centrum Wody Uniwersytetu Śląskiego w Katowicach,

dr hab. **Magdalena Matysik**, Uniwersytet Śląski

Wydział Nauk Przyrodniczych, Instytut Nauk o Ziemi



Górnictwo od zarania dziejów miało istotny wpływ na kształtowanie stosunków wodnych w miejscach pozyskiwania surowców. Górnośląskie Zagłębie Węglowe (GZW) jest terenem, gdzie antropopresja oddziałuje na środowisko od XII wieku, wraz z początkiem rozwoju górnictwa, i trwa do dzisiaj, a wody kopalniane to jeden z najistotniejszych czynników wpływających na zmiany stosunków wodnych na jego obszarze.

W procesie wydobywania węgla kamiennego konieczne jest stałe odwadnianie wyrobisk górniczych. Wydobywaniu kopalin towarzyszy wpływ naturalnych wód podziemnych do wyrobisk górniczych. Wody te stanowią ponad 40 proc. wszystkich ścieków odprowadzanych do wód powierzchniowych na tym terenie. GZW charakteryzuje się stosunkowo niewielkimi zasobami wodnymi, sieć rzeczna stanowią odcinki źródłowe dopływów Wisły i Odry. Do nich odprowadzane są wody kopalniane pochodzące z odwadniania kopalń: węgla kamiennego, piasków czwartorzędowych oraz do 2021 roku także rud cynku i ołowiu.

Apotamiczne wody kopalniane odprowadzane do cieków powierzchniowych powodują z jednej strony spadek udziału wody naturalnej w odpływie przy jednoczesnym wzroście przepływu, co skutkuje antropogenicznymi zmianami reżimu odpływu. Głównymi „odbiornikami” odprowadzanych wód kopalnianych są: Odra, Ruda z Nacyną, Bierawka, Kłodnica z Bytomką, Czarna Przemsza, Pogoria, Brynica, Biała Przemsza z Bobrkiem, Przemsza, Mleczna, Gostynia oraz Wisła.

W latach 1967–2013 do rzek na terenie GZW odprowadzano średnio $10,39 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ wód kopalnianych, z tym że do Odry zrzucał ten wynosił $2,46 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, a do Wisły $7,94 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Największa objętość wód dołowych odprowadzana jest do rzeki Przemszy. W tym czasie średnia wartość odprowadzonych wód wynosiła $6,66 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co stanowiło 35 proc. SSQ i 42 proc. SNQ Przemszy w przekroju Jeleń. W dorzeczu Odry największe objętości wód dołowych zrzucane są

do Kłodnicy – średnia ilość wód w analizowanym okresie wynosiła $1,05 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co stanowiło 24 proc. SNQ i 17 proc. SSQ w przekroju w Gliwicach.

W zlewniach będących głównymi odbiornikami wód kopalnianych odpływ jednostkowy osiąga wartości, które obserwujemy w zlewniach rzek pogórskich i górskich. **Odpływ jest wyraźnie zaburzony i kształtowany głównie przez czynniki antropogeniczne.**

Inne skutki wydobywania węgla odzwierciedlają się w postaci zmian sieci rzecznej, przebiegu działów wodnych, zmian zbiorników wodnych oraz mają charakter długotrwały i częściowo nieodwracalny. **Zmiany te nadal będą występować, zwłaszcza na obszarach, gdzie prowadzone jest wydobywanie węgla metodą „na zawał”.**

Średnie zasolenie ($\text{Cl} + \text{SO}_4^{2-}$) wód kopalnianych odprowadzanych w dorzeczu górnej Odry wynosi $9308 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, średni roczny ładunek $\text{Cl} + \text{SO}_4^{2-}$ wynosi $603\,180 \text{ Mg}$ (1653 Mg/dzień). W dorzeczu Wisły średnie zasolenie ($\text{Cl} + \text{SO}_4^{2-}$) wód kopalnianych wynosi $11\,513 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$, a średni roczny ładunek $\text{Cl} + \text{SO}_4^{2-}$ wynosi $1\,045\,395 \text{ Mg}$ (2864 Mg/dzień).

Odprowadzanie zasolonych wód kopalnianych pochodzących z odwadniania podziemnych wyrobisk w kopalniach węgla kamiennego do wód powierzchniowych utrudnia osiągnięcie celów Ramowej Dyrektywy Wodnej. Dyrektywa ta ma na celu utrzymanie i poprawę stanu środowiska wodnego w krajach Unii Europejskiej. Ochrona przed pogorszeniem się stanu ilościowego zasobów wodnych jest elementem pomocniczym w zapewnianiu wód dobrej jakości. **Cel ten w zlewniach obciążonych zrzutami wód kopalnianych jest praktycznie nie do osiągnięcia ze względu na zmiany odpływu, znaczne przekształcenia wielu cieków i ich dolin, jak i jakość wody.**

Mimo ograniczenia objętości ścieków przemysłowych i komunalnych odprowadzanych do wód powierzchniowych, wody kopalniane stanowią istotny czynnik wpływający na zmiany odpływu oraz pogorszenie jakości wody nie tylko na terenie Górnośląskiego Zagłębia Węglowego, ale też poza jego granicami.

Odzysk wody i soli z wód kopalnianych jako przykład innowacji w gospodarce wodnej w okresie transformacji

Piotr Zawadzki

Zakład Ochrony Wód, Pracownia Technologii Wody i Ścieków
Główny Instytut Górnictwa



W niniejszej pracy przedstawiono opis problemu zagospodarowania wód kopalnianych i zastosowania technologii odzysku wody i soli z wód kopalnianych na przykładzie innowacyjnej, prototypowej instalacji pilotażowej opracowanej w ramach projektu LIFE Brine-Mining, którego partnerem jest między innymi Główny Instytut Górnictwa w Katowicach. W pracy omówiono cel i budowę prototypowej instalacji do odzysku wody o wysokiej czystości i jakości oraz soli zawartych w zasolonej wodzie kopalnianej pochodzącej z kopalni PGG S.A. KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit. Pilotażowy system Brine-Mining łączy procesy odsalania, technologię zerowego zrzutu (*Zero Liquid Discharge*) oraz odzysk minerałów i soli zawartych w wodach kopalnianych. Odsalanie i odzysk wody na instalacji pilotażowej składa się z procesów: wstępnej filtracji, ultrafiltracji, wytrącania, nanofiltracji, elektrodializy, odparowania i krystalizacji oraz procesu odwróconej osmozy.

Eksploatacji węgla kamiennego towarzyszy wypływ naturalnych wód podziemnych do wyrobisk górniczych. Wody te są najczęściej wytłaczane na powierzchnię i odprowadzane do odbiorników powierzchniowych. Wpływ górnictwa węgla kamiennego na Śląsku postrzegany jest między innymi poprzez wprowadzanie zasolonych wód kopalnianych, które potencjalnie wpływają na biocenozę rzek, ograniczając możliwości wykorzystania ich do celów gospodarczych. Stopień zasolenia wód dołowych zależy między innymi od głębokości, z jakiej prowadzone jest wydobywanie, i rośnie wraz ze wzrostem głębokości eksploatacji. Powstawanie wód zasolonych towarzyszy nie tylko górnictwu, ale również innym gałęziom gospodarki, w tym na przykład przemysłom: chemicznym, spożywczym, tekstylnym.

W celu ochrony wód kopalnie i przedsiębiorstwa górnicze podejmują liczne działania, ograniczając ilość wód kopalnianych od-

prowadzanych do środowiska. Są to działania takie jak na przykład (za: Najwyższą Izbą Kontroli): wykorzystanie wód zasolonych do procesów wydobywania węgla, budowa zbiorników retencyjno-dozujących i osadników wód kopalnianych, budowa zakładów odsalania i produkcja soli kamiennej oraz zatłaczanie wód kopalnianych do górotworu. **W celu utylizacji wód o dużej mineralizacji lub też ich gospodarczego wykorzystania do produkcji surowców często wymagane jest zastosowanie zaawansowanych technologii oczyszczania, w tym technik odsalania. Na rynku odsalania dominują techniki membranowe i procesy wyparne.** Biorąc pod uwagę fakt, że do roku 2030 świat może doświadczyć 40 proc. ograniczenia dostępności wody, rozwój technologii pozwalających na ponowne użycie zanieczyszczonych wód jest uzasadniony. Rozwój technologii odzysku wód jest tym bardziej właściwy, że do roku 2050 przewiduje się, że zagrożona deficytem wody będzie połowa światowej populacji.

Odpowiedzią na światowy kryzys wodny i problem odprowadzania do środowiska zasolonych wód kopalnianych jest projekt LIFE Brine-Mining pn. „Demonstracyjne wdrożenie zaawansowanej metody redukcji ładunku soli i odzyskiwania zasobów z zasolonych wód kopalnianych”, koordynowany przez Narodowy Uniwersytet Techniczny w Atenach. Realizacja projektu ma zapewnić wsparcie we wdrażaniu Ramowej Dyrektywy Wodnej oraz promować rozwiązania zmierzające do realizacji koncepcji gospodarki o obiegu zamkniętym, umożliwiając tym samym sektorowi górnictwa węgla kamiennego poprawę wydajności gospodarowania wodami kopalnianymi. LIFE Brine-Mining to 4-letni projekt finansowany w ramach unijnego programu LIFE. W skład konsorcjum LIFE Brine-Mining wchodzi 9 partnerów reprezentujących uniwersytety, instytuty badawcze, małe, średnie i duże przedsiębiorstwa oraz firmy zajmujące się budową instalacji przemysłowych. **Partnerzy Konsorcjum pochodzą z trzech krajów członkowskich Unii Europejskiej: Grecji, Holandii i Polski.**

Głównym celem projektu jest przedstawienie zintegrowanego rozwiązania pozwalającego na zarządzanie zasolonymi wodami kopalnianymi, w tym na odzysk wody oraz soli o wysokiej

czystości i jakości. W Polsce, w ramach realizacji projektu LIFE Brine-Mining, powstała instalacja demonstracyjna zapewniająca oczyszczanie wód zasolonych pochodzących z górnictwa węgla kamiennego. Cel ten zostanie osiągnięty poprzez opracowanie i zastosowanie ekonomicznie opłacalnego, innowacyjnego systemu eliminacji i pełnego odzyskiwania zasobów ujętych u źródła w zasolonych wodach kopalnianych pochodzących z górnictwa węgla kamiennego, a także na oczyszczaniu i bezpośrednim odzysku produktów końcowych (soli i wody).

Większość pracujących na świecie instalacji odsalających, termicznych i membranowych, usytuowana jest nad morzem i głównym ich zadaniem jest odzysk wody pitnej a nie eliminowanie z nich soli. Ze względów technologicznych i ekonomicznych odzysk wody słodkiej z wody morskiej kształtuje się na poziomie około 30 proc., a przeciętnie nie przekracza 20 proc. ilości wody doprowadzanej. Wykorzystanie doświadczeń z tych instalacji jest w warunkach polskich ograniczone. **Z punktu widzenia technologicznego istotnymi parametrami do doboru metod oczyszczania są mineralizacja wód kopalnianych i zawartość zawiesiny.** Mineralizacja wód z odwadniania poszczególnych kopalń jest bardzo zróżnicowana, począwszy od wód słodkich, a skończywszy na solankach, w których stężenie soli dochodzi do 200 g/l. Istotny jest także zróżnicowany skład wód kopalnianych pod względem zawartości zawiesiny. Wyłaczane na powierzchnię wody kopalniane są mieszaniną składającą się z wód podsadzki płynnej, wód z rurociągów przeciwpożarowych, z przodków i dopływów naturalnych.

Prototypowy system zarządzania zasolonymi wodami kopalnianymi został zainstalowany na terenie kopalni PGG S.A. KWK Piast-Ziemowit Ruch Ziemowit, zlokalizowanej w Łędzinach, w województwie śląskim. Prototypowe części systemu zostały wyprodukowane i dostarczone przez partnerów projektu, dostawców technologii Brine-Mining. **Instalacja pilotażowa składa się z urządzeń technologicznych zgrupowanych w dwóch głównych modułach oczyszczania. Pierwszy moduł ma na celu odzysk minerałów z wód kopalnianych i składa się z procesów: wstępnej filtracji, ultrafiltracji, wytrącania oraz nanofiltracji. Drugi moduł ma na celu odzysk soli i wody. Składa się on z procesów: elektrodializy, odparowania, krystalizacji oraz odwróconej osmozy.**

Etap wstępnej filtracji oraz ultrafiltracji służy głównie redukcji zawiesiny w celu ochrony urządzeń przed mechanicznym uszkodzeniem. Wytrącanie chemiczne ma na celu odzysk z wód kopalnianych minerałów: magnezu, wapnia oraz gipsu. W procesie

membranowym – nanofiltracji – zatrzymywane są cząstki o rozmiarze do około 1 nm. Etap nanofiltracji ma na celu oddzielenie jonów wielowartościowych (głównie siarczany) od jonów jednowartościowych (na przykład chlorki, sól). Kolejnymi następującymi po sobie procesami są elektrodializa oraz odwrócona osmoza. W procesie elektrodializy, pod wpływem przyłożonego prądu elektrycznego, następuje transport jonów jednowartościowych (chlorki, sól) przez membrany jonowymienne. W efekcie następuje koncentracja soli przed procesem odparowania oraz usunięcie NaCl z roztworu przed procesem odwróconej osmozy. **Parametry wody odzyskanej w procesie odwróconej osmozy zbliżone są do parametrów wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.** W ramach dalszych badań przewiduje się replikację zastosowania technologii w instalacji pilotażowej dla innych typów zasolonych wód kopalnianych.

Podsumowanie

- Z uwagi na potencjalny wpływ zasolonych wód kopalnianych na środowisko uzasadnione jest podejmowanie działań i opracowanie technik oraz technologii zmierzających do redukcji ładunków zanieczyszczeń odprowadzanych do środowiska.
- Możliwe jest zastosowanie zintegrowanych, sekwencyjnych technologii do odzysku wody, soli i minerałów z wód kopalnianych.
- Odpowiedni dobór technologii oczyszczania winien uwzględniać między innymi lokalizację instalacji, możliwości pompowania, ilość i skład, bezpieczeństwo i opłacalność ekonomiczną.
- Jednym z możliwych rozwiązań ograniczenia potencjalnego wpływu odprowadzania do środowiska zasolonych wód kopalnianych jest opracowana w ramach projektu LIFE Brine-Mining pilotażowa instalacja do odzysku wody i soli z wód kopalnianych.
- Oczekuje się, że eksploatacja instalacji pilotażowej przyniesie korzyści środowiskowe (ograniczenie odprowadzania zasolonych wód kopalnianych do środowiska, odzysk soli i pierwiastków z wód kopalnianych), ekonomiczne (nowe miejsca pracy, produkcja surowców o potencjale gospodarczym, ograniczenie kosztów ponoszonych w związku z odprowadzaniem wód kopalnianych do środowiska) i społeczne (ochrona zdrowia, odzysk wody jako dodatkowe źródło wody pitnej i/lub technologicznej).

Słowa kluczowe: wody kopalniane, GOZ, odzysk soli, odzysk wody, LIFE Brine-Mining.

Oczyszczanie wód kopalnianych w celu osiągnięcia jakości wody do spożycia — badania pilotowe

dr inż. Robert Muszański
WOFIL



W referacie przedstawiono aspekty techniczne wykorzystania technologii ozonowania do oczyszczania wód zrzutowych z pompowni odwadniających kopalnie i po oczyszczalni ścieków. Podczyszczanie tych wód ma prowadzić do ponownego wykorzystania ich w rolnictwie lub osiągnięcia jakości wód przeznaczonych do spożycia.

Wśród przyczyn podejmowania prób wdrażania takiej technologii są zmniejszone zasoby czystej wody, pogorszenie jakości wód powierzchniowych i podziemnych, zmiany klimatu i związane z nim gwałtowne, nieprzewidywalne zjawiska pogodowe, propagowanie rozwiązań gospodarki w obiegu zamkniętym, oczekiwania społeczne i troska o środowisko oraz możliwość intensyfikacji produkcji bez jednoczesnego zwiększenia poboru wody surowej.

Ponowne wykorzystanie wody/ścieków może przyczyniać się do odzyskiwania składników odżywczych zawartych w oczyszczonych ściekach komunalnych, a wykorzystanie odzyskanej wody do celów nawadniania w rolnictwie lub leśnictwie może być sposobem na ponowne włączenie składników odżywczych takich jak azot, fosfor i potas do naturalnych cykliw biochemicznych.

W recyklingu i ponownym wykorzystaniu oczyszczonych ścieków lub wód kopalnianych kryje się ogromny potencjał. Sposobów wykorzystywania odzyskanej wody jest bardzo wiele. Można ją zastosować między innymi w przemyśle, w usługach komunalnych i przemysłowych, w tym do mycia ulic, podlewania zieleni miejskiej, a jako wody technologiczne w przemyśle, na przykład energetycznym, oraz w ochronie środowiska.

W referacie poruszono także problematykę jakości wód zrzucanych bez podczyszczania do rzek, co stanowi duże wyzwanie w najbliższych dziesięcioleciach. Zanieczyszczenia takie jak związki żelaza i manganu, chlorki, siarczany czy metale ciężkie oraz wysoka przewodność wody powodują degradację rzek, czego przykładem z ostatnich miesięcy jest sytuacja na Odrze.

Firma WOFIL przeprowadziła w ostatnich latach szereg badań na wodach zrzutowych po oczyszczalniach ścieków przemysłowych i komunalnych, dodatkowo w ostatnim roku także na wodach kopalnianych pod kątem ich oczyszczania i zagospodarowania, co przedstawiono w prezentacji. Badania te prowadzone były w terenie, na wybranych obiektach, pod kątem otrzymania jakości wody przeznaczonej do spożycia.

W prezentacji poruszono także aspekt kontroli procesów oczyszczania za pomocą technologii ozonowania. Omówiono trzy parametry, które umożliwiają kontrolę procesów i niezawodną pracę systemów ozonowania. Należy do nich OWO (ogólny węgiel organiczny), którego monitorowanie w ściekach komunalnych i przemysłowych jest niezwykle istotne, a dopuszczalne limity regulowane są przepisami. **Analiza stężeń OWO informuje między innymi o składzie zanieczyszczeń matrycy wody lub ścieków i ich możliwości oczyszczenia.** Jego pomiar jest szybki i lepiej nadaje się do analizy w porównaniu do konwencjonalnych metod badających takie parametry jak ChZT lub BZT. Jest on często używany jako wskaźnik czystości ścieku, co ma znaczenie w przypadku konieczności zrzutu ścieków do oczyszczalni i z oczyszczalni, dlatego też był jednym z kluczowych parametrów podczas badań prowadzonych przez WOFIL.

Kolejnym parametrem jest przewodność, która mówi nam o ogólnym zasoleniu wody lub ścieków i definiuje dobór odpowiednich materiałów przy projektowaniu instalacji oczyszczającej. Jest to badanie szybkie, zwłaszcza gdy przeprowadzamy je w terenie.

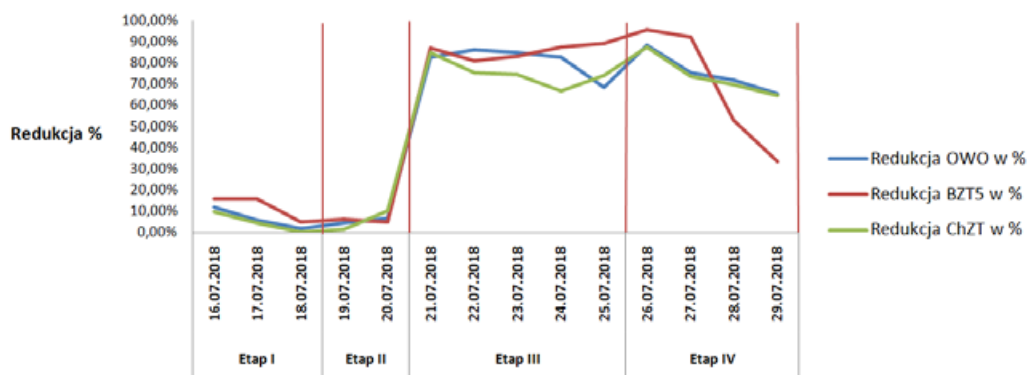
Ostatnim najważniejszym parametrem do kontroli procesów ozonowania jest tak zwany ozon resztkowy. Po rozpuszczeniu gazu ozonowego w wodzie zachodzą reakcje utleniania ze wszystkimi zanieczyszczeniami i związkami. Po procesie w wodzie pozostaje pewna wartość stężenia cząstek ozonu, które mają funkcjonalność utleniającą, natomiast nie ma już związków w roztworze, które mogą utlenić. To stężenie i funkcjonalność nazywane są ozonem resztkowym. Dzięki znajomości tego parametru możemy w bezpieczny i szybki sposób kontrolować proces ozonowania, który w każdym wypadku jest procesem utleniania i dezynfekcji.

	pH -	Przewodność elektryczna $\mu\text{S}/\text{cm}$	Mętność NTU	Barwa $\text{mg}/\text{l Pt}$	Żelazo ogólne $\mu\text{g}/\text{l Fe}$	Jon amonowy $\text{mg}/\text{l NH}_4$	Twardość ogólna $\text{mg}/\text{l CaCO}_3$	Chlorki $\text{mg}/\text{l Cl}$	Siarczany $\text{mg}/\text{l SO}_4$	Mangan $\mu\text{g}/\text{l Mn}$	Bakterie grupy coli NPL/100 ml	Escherichia coli NPL/100 ml
LOKALIZACJA 1												
Woda surowa	7	1623	75,4	10	7936	0,518	749	110	305	1090	310	41
Woda uzdatniona + RO	7,8	-	0,45	5	26	0,054	709	-	201	27	0	0
LOKALIZACJA 2												
Woda surowa	7	1416	>20,0	7	5720	0,29	598	150,1	306	1252	35	1
Woda uzdatniona	7,8	1070	<0,2	<5	<10	<0,128	444	120	250	6,9	0	0
LOKALIZACJA 3												
Woda surowa	7,9	12200	3,77	5	153	0,111	1854	3826	1353	30	>2400	50
Woda uzdatniona + RO	7,8	-	0,55	5	42	0,068	1473	-	198	8	0	0

Tab. 1. Źródło: opracowanie własne

Ozon należy do związków silnie utleniających. Wprowadzany do wody zawierającej substancje nieorganiczne i organiczne reaguje z nimi w procesach utleniania. **Jeśli w wodzie obecne są**

może oznaczać, że w wodach kopalnianych występują substancje i związki nieoznaczane w normalnych przeglądowych badaniach. Są to prawdopodobnie związki kompleksowe oraz wielopierście-



Wykres 1.

substancje organiczne w postaci bakterii chorobotwórczych, to w wyniku działania ozonu na błony komórkowe następuje ich zniszczenie. Jest to również proces utleniania, ale w odróżnieniu od poprzedniego nazywany jest procesem dezynfekcji. Ozonowanie nie jest zawsze związane z procesami utleniania i dezynfekcji. Dlatego UE wymaga zezwolenia na stosowanie środka biobójczego, jakim jest ozon, i urządzenia do jego wytwarzania.

Przy oczyszczaniu wód powierzchniowych stężenia ozonu resztkowego dla dobrze prowadzonego procesu wynoszą odpowiednio dla procesów utleniania 0,2 mg/l, a dla procesów dezynfekcji 0,45 mg/l. Dla wód głębinowych przyjmuje się podobne wartości. Natomiast dla wód kopalnianych te wartości w zależności od głębokości pompowania mogą wynosić nawet 0,8 mg/l dla procesów utleniania i 1,7 mg/l dla procesów dezynfekcji, co

niowe węglowodory aromatyczne wymywane z nieczynnych pokładów.

W prezentacji omówiono parametry oczyszczonej wody uzyskanej podczas procesu badawczego prowadzonego między innymi na obiektach w województwach śląskim i mazowieckim. Zastosowano w nim opatentowaną przez WOFIL technologię w układzie: filtracja i namywanie (żwirowo-piaskowe, węgiel aktywny) → aeratory (produkcja zjonizowanego powietrza) → ozonowanie (wielostopniowe kolumny kontaktowe) → techniki membranowe. Zagadnienia poruszone w przykładowych badaniach pilotowych starano się przedstawić jako wytyczne do projektowania i realizacji docelowych stacji technologii ozonowania, ograniczając do minimum wprowadzanie do wody innych związków chemicznych (na przykład chloru).

Parametr/Obiekt	Jednostka	Kanał odpływ - ścieki oczyszczone (tlo)	Ścieki po filtracji i procesie ozonowania w systemie SPID 80
Azot amonowy	[mg/l]	2,21	1,52
Azot azotanowy	[mg/l]	1	1,3
Azot azotynowy	[mg/l]	0,21	<0,020
Azot ogólny (całkowity)	[mg/l]	5,2	3,6
Biochemiczne Zapotrzebowanie Tlenu (BZT5)	[mgO ₂ /l]	10	3,2
Chemiczne Zapotrzebowanie Tlenu (ChZT)	[mgO ₂ /l]	65	17,5
Temperatura	[st.C]	19	20,6
Ogólny węgiel organiczny (OWO)	[mg/l]	11	8,9
pH	[-]	7,2	7,6
Zasadowość ogólna	[mval/l]	4,05	3,94
Zawiesiny	[mg/l]	15	<2,0
Liczba bakterii z grupy coli	[NPL/100ml]	770 000	0
Liczba Escherichia coli	[NPL/100ml]	160 000	0
Liczba Enterokoków kałowych	[NPL/100ml]	20 000	0
Bromiany	[mg/l]	< 0.004	< 0.004

Tab. 2. Źródło: opracowanie własne

Po procesach oczyszczania wód i ścieków na instalacjach technologicznych przedstawionych wcześniej jakość wody odzyskiwanej charakteryzowała się odpowiednią wysoką jakością. Dla wód kopalnianych osiągnięto parametry, które w skrócony sposób pokazuje tabela 1.

Dla wód przemysłowych efektywność obrazują redukcje stężeń przedstawione na wykresie 1.

Dla wód odzyskiwanych ze ścieków jakość wody do wykorzystania na cele rolnicze pokazuje tabela 2.

Podsumowując, technologia ozonowania w układzie technologicznym: filtracja i namywanie (filtracja żwirowo-piaskowa, węgiel aktywny), aeratory (produkcja zjonizowanego powietrza), ozonowanie (wielostopniowe kolumny kontaktowe) oraz techniki membranowe wydają się najlepszym i uniwersalnym rozwiązaniem do oczyszczania różnej jakości wód kopalnianych i ścieków w celu osiągnięcia wysokich parametrów jakościowych odzyskiwanej wody do wykorzystania rolniczego, przemysłowego oraz do jakości wody do spożycia.



Gospodarka wodami opadowymi na obszarach zurbanizowanych w procesie transformacji

dr inż. Ewa Janson

Kierownik Pracowni Bilansowania i Oceny Zasobów Wodnych
Zakład Ochrony Wód, Główny Instytut Górnictwa w Katowicach



Gospodarowanie wodami na obszarach zurbanizowanych, poddanych presji przemysłu – w tym w szczególności górnictwa węgla kamiennego – i w dobie zmian klimatu, wpływających na zasoby wodne, jest wyzwaniem, z którym należy mierzyć się w sposób kompleksowy.

Wody opadowe na obszarach zurbanizowanych w aktualnym stanie prawnym stanowią cenny zasób. Gospodarowanie wodami opadowymi, w szczególności na obszarach poddanych przekształceniom wskutek oddziaływania eksploatacji górnictwa węgla kamiennego na powierzchnię, wymaga opracowania specyficznych narzędzi.

Przekształcenia powierzchni terenu, wynikające z postępującej urbanizacji, wraz z występującymi wpływami górnictwa, zmiany kierunków eksploatacji, a także zaniechania wydobycia muszą zostać uwzględnione w analizie gospodarowania wodami w ujęciu zlewniowym. Omówiono doświadczenia z analiz i prac badawczo-rozwojowych na styku gospodarowania wodami opadowymi i zarządzania zasobami

wodnymi na terenach poddanych presji górnictwa węgla kamiennego. Wnioski dotyczą przede wszystkim uwzględnienia postępujących przekształceń powierzchni terenu tak pod kątem stopnia urbanizacji, zabudowy powierzchni szczelnych i zwiększenia odpływu wód z takiego terenu, jak i występujących presji związanych ze zmianami morfologii terenu poddanego wpływom podziemnej eksploatacji kopalni.

Kumulacja wpływów w aspekcie zmian klimatycznych skutkujących coraz gwałtowniejszymi zjawiskami pogodowymi, a także transformacja sektora górniczego w regionie Górnego Śląska niewątpliwie wymaga zastosowania inteligentnych systemów gospodarowania wodami na obszarach zurbanizowanych i przemysłowych.

Narzędzia te – począwszy od systemów zarządzania wodami opadowymi w miastach, systemów retencyjnych, obiektów błękitno-zielonej infrastruktury, a skończywszy na zintegrowanym podejściu do gospodarowania wodami – muszą być stosowane z uwzględnieniem specyfiki danego terenu czy zlewni. Ponadto zmiany regulacji prawnych w tym kontekście powinny kłaść nacisk przede wszystkim na zrównoważone gospodarowanie zasobami wód oraz odpowiednie zachęty finansowe skutkujące większymi możliwościami dla zastosowania rozwiązań wspomagających retencjonowanie i zatrzymywanie wody w zlewni.



foto: pl.freepik.com/

Konferencja WYZWANIA W GOSPODARCE WODNEJ W TRAKCIE TRANSFORMACJI

12 października 2022 r.

Hotel Courtyard by Marriott w Katowicach ul. Uniwersytecka 13

ORGANIZATOR



WSPÓŁORGANIZATOR



PATRONATY HONOROWE



Ministerstwo
Infrastruktury



Województwo
Śląskie

Marszałek
Województwa Śląskiego
Jakub Chęstowski



Górn Śląsko
-Zagłębiowska
Metropolia



Fundacja na rzecz
Efektywnego
Wykorzystania
Energii
od 1990



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Katowicach



Patronat Honorowy
Prezydenta Miasta Katowice

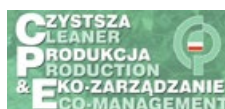
PATRONATY MEDIALNE



Strefa Biznesu



Aktualności i praca w ochronie środowiska



WYDANIE



SYSTEM ZBIERANIA, TRANSPORTU, RECYKLINGU ODPADÓW OPAKOWANIOWYCH



Od 2014 r. działamy zgodnie z Porozumieniami zawartymi z Marszałkiem Województwa Śląskiego w trybie art. 25 ustawy z dnia 13 czerwca 2013 r. o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi, które dotyczą utworzenia i utrzymania systemu zbierania, transportu, odzysku, w tym recyklingu lub unieszkodliwiania odpadów opakowaniowych powstałych z opakowań wielomateriałowych oraz z opakowań po środkach niebezpiecznych.

W zakresie recyklingu odpadów opakowaniowych, obowiązek realizujemy poprzez dokumenty DPR wystawiane na rzecz Przedsiębiorcy Wprowadzającego.

ZAPRASZAMY DO WSPÓŁPRACY!

Kontakt w sprawie przystąpienia do Porozumień PIE:
e-mail: recykling@pie.pl
www.pie.pl/recykling/

Polska Izba Ekologii

40-009 Katowice, ul. Warszawska 3

tel. +48 / 32 253 51 55, tel. kom. 501 052 979

e-mail: pie@pie.pl

www.pie.pl, www.facebook.com/PolkskalzbaEkologii/

www.linkedin.com/company/polska-izba-ekologii