

Małgorzata Ciosmak<sup>1</sup>

## ZMIANY PARAMETRÓW WÓD KOPALNIANYCH LUBELSKIEGO ZAGŁĘBIA WĘGLOWEGO (LZW) PODCZAS INTENSYWNEJ EKSPLOATACJI I ICH WPŁYW NA JAKOŚĆ WÓD RZEKI ŚWINKI

**Streszczenie.** Podobnie jak inne dziedziny przemysłu, górnictwo węgla kamiennego jest czynnikiem, aktywnej antropopresji i w sposób istotny wpływają na otoczenie. Lubelskie Zagłębie Węglowe spośród innych ośrodków górnictwa węglowego znajduje się w sytuacji wyjątkowej. Bardzo blisko kopalń LZW znajdują się obszary cenne przyrodniczo, jak park narodowy, parki krajobrazowe i liczne rezerваты. W związku z tym istnieje obowiązek stałej kontroli stanu środowiska w otoczeniu trzech czynnych kopalń o bardzo dużej intensywności prowadzonego procesu wydobywczego. Zarządzanie środowiskiem w LZW wymaga odpowiedniej modyfikacji tego procesu dla ograniczenia rozmiarów antropopresji. Środkiem Centralnego Rejonu Węglowego przepływa rzeka Świnka, będąca odbiornikiem oczyszczonych wód kopalnianych. Ponad 80% ogólnej ilości przyjmowanych wód są to wody z drenażu na poziomie 640 i 754 mpp. Jakość tych wód jest bardzo dobra z uwagi na brak kontaktu z samą technologią wydobywczą i zanieczyszczeniami z powierzchni terenu. Do nich dołącza się ścieki z obiektów kopalnianych, głównie biur i w niewielkim stopniu z produkcji. Przedstawione wybrane parametry wód kopalnianych i rzeki Świnki w piezometrach obserwacyjnych R1, R2 i R3, pokazują wpływ na środowisko wodne procesu wzrastającej aktywności wydobywania węgla oraz to, że zarówno prowadzone stałym tempem wydobywanie, jak i po włączeniu kolejnych kopalń Nadrybie i Stefanów, a z tym również intensyfikacja wydobywania, nie mają istotnego negatywnego wpływu na jakość wody rzeki Świnki [1, 7].

**Słowa kluczowe:** technologia wydobywczą, hydrogeochemia, zagłębie węglowe, wody kopalniane.

### WSTĘP

Cechy jakościowe wód, zarówno powierzchniowych, jak i podziemnych, zależą od wielu czynników. Ogólny podział grupuje je jako naturalne i antropogeniczne. Naturalne wynikają z intensywności geodynamicznych zjawisk niezależnych od człowieka. Grupa antropogenicznych zaś zależy od rodzaju, częstotliwości i natężenia rozmaitych form aktywności zawodowej i pozazawodowej człowieka. Za największy rodzaj antropopresji uważa się procesy przemysłowe. Do nich właśnie należy między innymi wydobywanie surowców mineralnych. Fizyko-chemiczne właściwości wód

---

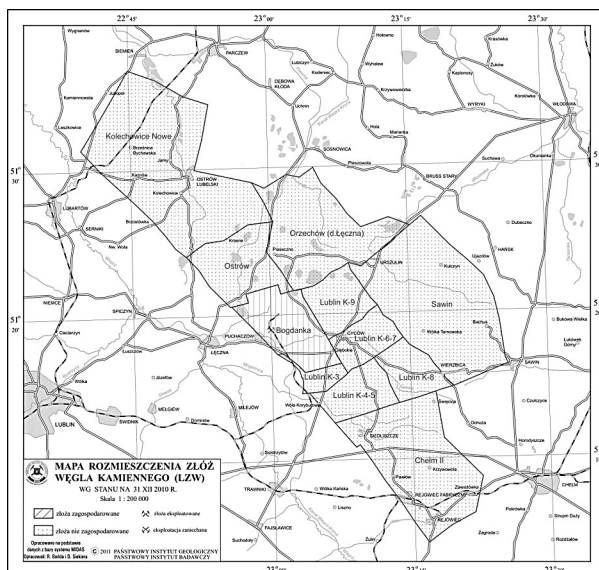
<sup>1</sup> Instytut Instytut Silników Spalinowych, Transportu i Ekologii, Wydział Mechaniczny, Politechnika Lubelska, ul. Nadbystrzycka 36, 20-618 Lublin, e-mail: m.ciosmak@pollub.pl

kopalnianych będących przedmiotem rozważań, wynikają więc bezpośrednio z intensywności zjawisk naturalnych występujących w górotworze obszaru wydobywczego, jak również zastosowanej technologii wydobycia kopaliny użytkowej. Węgiel w LZW wydobywany jest metodą podziemną. Początkowo pracowała tylko jedna kopalnia o nazwie Bogdanka. Następnie włączono kopalnię Nadrybie, a w roku 2011, rozpoczęła wydobywanie kopalnia w Stefanowie. Jest niezwykle interesujące, w jaki sposób kształtuje się chemizm wód kopalnianych LZW podczas zwiększającego się wydobycia. W tym celu przeanalizowane zostały wybrane parametry fizykochemiczne zbiorczych wód odprowadzanych z terenu LZW od 1992 do 2010 roku [1, 4].

## CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

### Lokalizacja

Lubelskie Zagłębie Węglowe, to wydzielony obszar wschodniej Polski, w centralnej części Wyżyny Lubelskiej. Granice obszaru węglowego wyznaczają kontury zasięgu złóż. Mieści się to orientacyjnie pomiędzy 51°37' N i 51°5' S, a 23°23' E i 21°42' W. W pobliżu kopalń jednostkami administracyjnymi są Łęczna, Puchaczów, Bogdanka, Stefanów, Albertów, Siedliszcze, Chełm, Krasnystaw i najbardziej na południe Rejowiec. Na północ są to Piaseczno, Kock, Ostrów Lubelski, Parczew, Kaznów czy Siemień. Najbliższą większą jednostką administracyjną jest miasto Łęczna, o liczbie mieszkańców około 25 tysięcy. Gęstość zaludnienia jest niewielka, a specyfiką regionu jest uprawa roli, hodowla zwierząt i turystyka [2].



Rys. 1. Mapa złóż węgla kamiennego LZW według Bońda R., Siekiera D. PIG 2010

Fig. 1. Map of hard coal beds in LCB by Bońda R., Siekiera D. PIG 2010

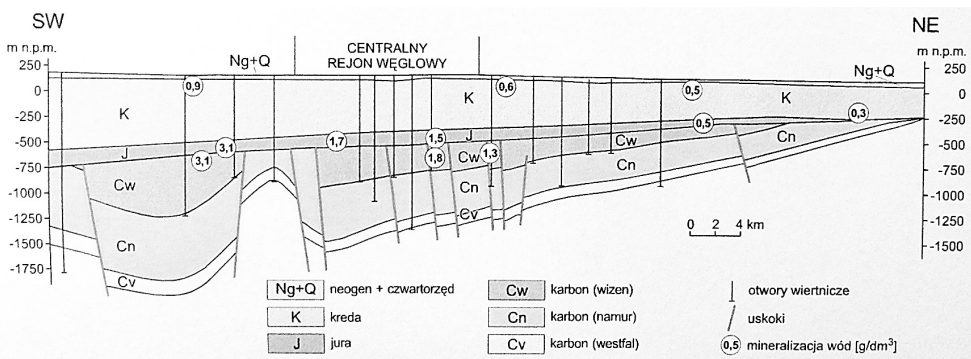
Topograficzny środek LZW to Centralny Rejon Węglowy, obszar intensywnie eksploatujących warstwy karbońskie kopalń Bogdanka, Nadrybie i Stefanów. Znajduje się on na wschód od miasta Łęczna. Oprócz prowadzonej działalności górniczej, ma miejsce intensywna turystyka, szczególnie w miesiącach letnich, co wynika z unikalnych walorów przyrodniczych, jakimi są Poleski Park Narodowy, Park Krajobrazowy Pojezierze Łęczyńskie, Nadwieprzański Park Krajobrazowy, liczne rezerваты fauny, flory i pomniki przyrody, a także korytarz ekologiczny, jakim jest dolina rzeki Świniki w południowej części obszaru. W sąsiedztwie CRW występują również obszary Natura 2000. Zarządzający wydobywaniem mają więc obowiązek stałej kontroli stanu środowiska. Ma to na celu między innymi zachowanie równowagi hydrodynamicznej i stabilności chronionych na powierzchni ekosystemów o reliktowych i endemicznych walorach [7, 9].

### Geologia i tektonika

Na obszarze LZW spotykają się dwie struktury. Pierwsza z nich to prekambryjska wschodnioeuropejska płyta kontynentalna. W rejonie LZW przebiega zachodnia jej granica. W tym miejscu również występuje strefa jej kontaktu ze strukturą epikaledońską. Drugą tworzą silnie pofałdowane, plastyczne struktury południowo-zachodniej Europy. Obie struktury rozdziela linia Teisseyre'a-Tornquista (T-T,) wzdłuż której leży właśnie Lubelskie Zagłębie Węglowe. Strefą przejściową jest Rów Mazowiecko-Lubelski, o tektonice blokowej z licznymi uskokami o niewielkich zrzutach [2, 7].

Układ warstw geologicznych LZW dzieli się najczęściej na trzy grupy.

**Pierwsza** z nich, to pokrywa mezozoiczo-kenozoiczna, zbudowana z utworów czwartorzędu, kredy górnej, albu, jury, stropu karbonu. Zauważalny jest tu brak niektórych warstw, będący wynikiem silnych zjawisk erozyjnych, które spowodowały częściową lub całkowitą ich redukcję. Na podstawie reprezentatywnych otworów badawczych, stwierdzono występowanie stropu warstw karbońskich średnio na głębokości 685 mmppt [7].



Rys. 2. Profil geologiczny SW-NE Lubelskiego Zagłębia Węglowego [7]

Fig. 2. SW-NE crosssection of LCB [7]

**Druga** grupa to formacja węglonośna, którą charakteryzuje tu duża zmienność facjalna karbonu. Warstwy stropowe, o miąższości 60 m, odznaczają się bogatą rzeźbą w postaci rynien erozyjnych, wychodni pokładów węgla i ławic piaskowcowych. Środkowy karbon to duża ilość warstw ilastych. W spągu zaś występują piaskowce.

**Trzecia** grupa to podłoże karbonu, gdzie występują warstwy dewonu, utwory sylurskie, utwory ordowickie, kambryjskie, osadowe skały wysokiego prekambriu, krystaliczne utwory prekambriu.

Czynne kopalnie znajdują się w strefie dotychczas stabilnej tektonicznie, a warstwy mają układ platformowy z niewielkim kątem upadu [7].

### Prognozy rozwoju LZW

W LZW działają obecnie trzy kopalnie. Jednak trudno jest przewidzieć dalsze drogi rozwoju. Główną tendencją może być konieczność zwiększenia wydobycia węgla. Istnieje bowiem potrzeba większej produkcji energii, także poprzez spalanie węgla kamiennego, przy wykorzystaniu nowoczesnych technologii, bezpiecznych dla naturalnego środowiska. W Regionie Lubelskim zapotrzebowanie jest duże, możliwości także, ale sąsiedztwo terenów przyrodniczych, będących pod szczególną ochroną, wymaga odpowiedniego postępowania. Odpowiedzią na zwiększenie produkcji węgla może być głównie zmiana właściwości wód pokopalnianych, w ograniczonym rozmiarze podziemnych i zauważalnie wód powierzchniowych. Nie musi to jednak być regułą [1].

## CECHY HYDROGEOLOGII LZW

### Występowanie warstw i poziomów wodonośnych w profilu hydrogeologicznym

Na obszarze LZW, zarówno w centralnej części, w której trwa wydobycie, jak i na terenach przyległych, występuje wiele obniżzeń terenu wypełnionych wodą, a także bogactwo cieków wodnych. Spośród zbiorników wodnych interesujące są te pochodze-



**Rys. 3.** Wypełniona wodą niecka osiadań w Szczecinie koło Bogdanki. Fot. Autorka  
**Fig. 3.** Subsiding trough Szczecin near Bogdanka mine felt in with water. Fot. by Author

nia antropogenicznego. Obniżanie się powierzchni terenu na skutek wydobycia węgla metodą „na zawał” powoduje powstawanie wypełniających się wodą niecek osiadań.

Z uwagi na to, że tuż pod powierzchnią znajdują się nieprzepuszczalne warstwy kredy o miąższości średnio 250 m, niecki wypełniają się wodą opadową i napływającą z terenów sąsiednich, nie infiltrującą w głąb podłoża.

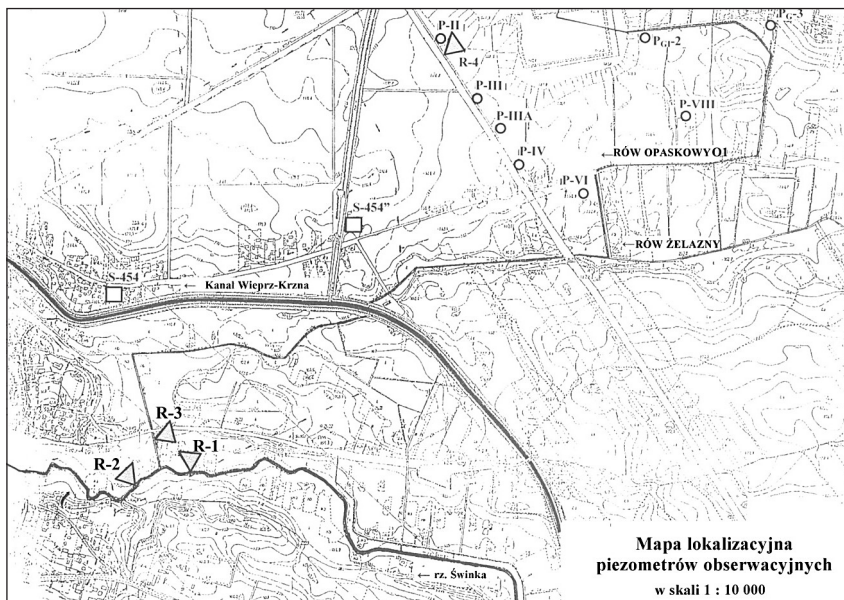
Pośród cieków powierzchniowych, interesujące są rzeka Świnka, przepływająca przez teren LZW i odbierająca wody pokopalniane, a także Kanał Wieprz-Krzna. Zarówno rzeka, jak i kanał utrzymują się w średnich klasach jakości.

Wody podziemne to zdefiniowany lubelsko-wołyński zbiornik artezyjski o charakterze przepływowym. Główny kierunek potwierdzony badaniami we wszystkich warstwach wodonośnych, to SE-NW. W profilu hydrogeologicznym LZW dają się wyodrębnić cztery główne poziomy wodonośne: poziom czwartorzędowo-górnokredowy, dolnokredowy (alb) i górnourajski (najwyższe poziomy), górnó i środkowourajski o bardzo dużej zasobności, karboński.

Wody pierwszego poziomu wykazują sezonową niestabilność parametrów jakościowych i co jest oczywiste, są najbardziej narażone na zmiany spowodowane wydobyciem węgla i stosowaną w okolicy agrokulturą. Wody z utworów czwartorzędowo-górnokredowych wykorzystuje się do celów bytowo-gospodarczych. Przeciętna głębokość studni wynosi 80–120 m. Zasoby tego poziomu przekraczają obecne zapotrzebowanie. Poziom dolnokredowo-górnourajski wykazuje stabilność parametrów jakościowych. W dolnej kredzie występuje zjawisko kurzawki. Stabilność parametrów daje również doskonała izolacja od naturalnych i antropogenicznych wpływów z powierzchni terenu. Współczynnik filtracji nadległych warstw kredowych wynosi średnio  $1,19 - 6,43 \cdot 10^{-9} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Poziom wodonośny trzeci, górnó i środkowourajski wykazuje bardzo duże zasoby i stabilność parametrów. Czwarty poziom to wody karbońskie, towarzyszące poziomom wydobywczym. Są one nieciągłe, soczewkowane i o bardzo małych zasobach.

### Cechy jakościowe wód podziemnych LZW

Dla bezpieczeństwa prowadzonego procesu wydobywczego, w znaczeniu samej technologii, ale i bezpieczeństwa pracujących pod ziemią ludzi, w kopalniach konieczne jest ujmowanie wód i kierowanie ich na powierzchnię terenu. Występują one w nadkładzie strefy wydobycia lub towarzyszą samej kopalinie na poziomach wydobywczych. Lubelskie Zagłębie Węglowe wykazuje duże bogactwo wody. Dobrą wizualizacją jakości wód LZW może być jakość połączonych wód i ścieków pokopalnianych, które łączą wody pobrane ze wszystkich poziomów wodonośnych z oczyszczonymi ściekami z biur i na powierzchni z technologii górniczej. Jakość wód pobranych z głównego kolektora odprowadzającego wody do rzeki Świnki przedstawiają załączone zestawienia tabelaryczne (tab. 1 i tab. 2). Badania jakości prowadzone są okresowo, co pozwala na śledzenie ewentualnych zmian. Miejsce pobierania próbek wody do badania oznaczone jest na rysunku 3 symbolem R3 [1].



Rys. 4. Mapa lokalizacji piezometrów obserwacyjnych [1]

Fig. 4. Ground-altitude map with a location of observation piezometers [1]

Tabela 1. Parametry jakościowe rzeki Świnka w Rowie Żelaznym – kationy i aniony [1]

Table 1. Quality parameters of Świnka River in Rów Żelazny – positive ions and anions [1]

Lp.	Okres badań	Rzeka Świnka w Rowie Żelaznym (piezometr obserwacyjny R-3) – oznaczenia											
		Kationy [mg·dm <sup>-3</sup> ]						Aniony [mg·dm <sup>-3</sup> ]					
		Na <sup>+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Fe <sub>og</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup>	Cl <sup>-</sup>
1	1992 IX	644,87	24,32	51,26	11,73	0,28	0,32	0	1,8	610,2	172,83	0,48	637,74
2	1996 X	678,2	17,39	32,64	11,05	0,36	0	0	1,93	594,94	146,29	0	691,47
3	1997 X	628,78	18,48	35,7	7,54	0,68	0	0,08	3	579,69	123,45	0,28	645,37
4	1998 X	637,97	18,36	41,8	16	1,68	0	0,1	4	552,5	124,68	0,52	702,11
5	1999 X	675,07	22,37	30,39	14	0,76	0,46	0,06	1,5	598	110,28	0,4	744,66
6	2000 X	632,68	22,25	34,25	4	0,44	0,37	0	3,71	570,54	137,44	0,24	673,74
7	2001 X	521,87	16,17	50,12	10,4	0,6	0,12	0,03	3,85	497,31	114,4	0,36	560,27
8	2002 X	654,06	15,81	30,93	9,69	0,15	0	0	4,14	588,61	112,96	0,13	691,47
9	2003 X	646,02	17,02	22,04	18,27	0,15	0,46	0,08	3,85	585,79	118,1	0,21	659,56
10	2004 X	663,95	14,83	31,26	16,02	0,3	< 0,05	0,04	3,35	682,6	110,28	0,51	682,6
11	2005 X	647,2	13,13	28,06	12,9	0,84	< 0,05	0,1	4,47	563,21	98,96	0,08	680,83
12	2006 X	717,5	12,65	32,06	14,9	0,34	0,27	0,61	3,97	614,47	129,21	0,05	751,75
13	2007 X	650,15	14,3	30,46	10,75	0,4	0,28	0,03	3,47	540,03	122,21	0,02	695,02
14	2008 X	613,8	11,42	24,95	15,48	0,02	< 0,05	< 0,02	3,81	610	101	0,1	616,9
15	2009 X	496,6	13,61	43,09	13,06	0,7	0,14	0,08	2,82	519	96,8	0,14	496,4
16	2010 X	553	14,6	43,8	14,2	1,17	0,21	< 0,02	2,43	531	143	< 0,2	571

**Tabela 2.** Parametry jakościowe rzeki Świnki w Rowie Żelaznym – metale. [1]  
**Table 2.** Quality parameters of Świnka River in Row Żelazny – metals [1]

Lp.	Okres badań	Rzeka Świnka w Rowie Żelaznym (piezometr obserwacyjny R-3) – oznaczenia																
		pH	ChZT Mn [mgO <sub>2</sub> -dm <sup>-3</sup> ]	Twardość [mval-dm <sup>-3</sup> ]		CO <sub>2</sub> [mg-dm <sup>-3</sup> ]	Mineralizacja [mg-dm <sup>-3</sup> ]	Cr <sub>org.</sub>	Metale [mg-dm <sup>-3</sup> ]									
				węglanowa	ogólna				Zn	Cd	Co	Mn	Cu	Ni	Pb			
1	1992 IX	7,6	2,9	4,56	0	4,56	39,5	2192,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	1996 X	8,1	3,45	3,06	0	3,06	8,8	2180,27	< 0,01	0,024	< 0,005	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
3	1997 X	8,3	4	3,3	0	3,3	0	2048,21	< 0,01	0,031	< 0,005	< 0,01	0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
4	1998 X	8,6	5	3,59	0	3,59	0	2120,14	< 0,01	0,027	< 0,005	< 0,01	0,027	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,02
5	1999 X	8,35	4,2	3,36	0	3,36	0	2208,45	< 0,01	0,055	< 0,005	< 0,01	0,045	< 0,01	0,023	0,05	0,036	0,036
6	2000 X	8,2	3,7	3,54	0	3,54	2,9	2083,06	< 0,01	0,043	< 0,003	< 0,01	0,075	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
7	2001 X	8,3	4,6	3,83	0	3,83	-	1778,65	< 0,01	0,012	< 0,003	< 0,01	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
8	2002 X	8,84	2,6	2,84	0	2,84	-	2128,05	< 0,01	0,02	< 0,003	< 0,01	0,017	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
9	2003 X	8,75	3,15	2,5	0	2,5	-	2089,75	< 0,01	0,012	< 0,003	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
10	2004 X	8,41	4,9	2,78	0	2,78	-	2163,24	< 0,01	0,046	< 0,005	< 0,01	0,04	< 0,01	0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,03
11	2005 X	8,47	3,2	2,48	0	2,48	-	2064,58	< 0,01	0,033	< 0,005	< 0,01	0,025	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,03
12	2006 X	8,45	3	2,64	0	2,64	-	2292,38	< 0,01	0,13	< 0,005	< 0,01	0,02	< 0,01	0,012	< 0,02	< 0,02	< 0,03
13	2007 X	8,25	1,95	2,68	0	2,68	-	2072,32	< 0,01	0,02	< 0,01	< 0,005	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,02	< 0,02	< 0,02
14	2008 X	7,8	10	2,18	0	2,18	-	2002,7	< 0,01	0,045	< 0,001	< 0,01	0,04	< 0,01	< 0,01	< 0,005	< 0,01	< 0,01
15	2009 X	8,1	10	3,27	0	3,27	-	1685,4	< 0,005	0,09	< 0,001	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
16	2010 X	7,95	6,8	3,39	0	3,39	-	1877	< 0,005	0,17	< 0,001	< 0,005	0,18	< 0,005	< 0,005	0,01	< 0,005	< 0,005

W profilu hydrogeologicznym LZW mineralizacja ogólna wód wzrasta wraz ze wzrostem głębokością. Najniższą zaobserwowano przy powierzchni terenu w utworach najmłodszych. Stwierdzone wahania wartości są zależne od zjawisk sezonowych. W utworach dolnej kredy i jury stwierdzono wody typu  $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$  i  $\text{Cl-HCO}_3\text{-Na}$ . W złożu mineralizacja kształtuje się maksymalnie do wartości  $1850 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . W seriach złożowych odpowiadających głębokościom 600–1000 m wody są typu  $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$  i  $\text{Cl-Na}$ . Ich mineralizacja ogólna wynosi  $1200\text{–}4300 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . Granica zmiany typu wód przebiega na głębokości średnio 1000 m. Poniżej wody mają zdecydowany typ  $\text{Cl-Na}$  i mineralizację  $4500\text{–}7000 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ . W wodach poziomu jurajskiego występuje swoisty jon fluorkowy o wartości stężenia do  $10 \text{ mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ .

Wody do okresowych analiz pobierane są z drenażu odwadniającego na poziomach 640 m i 754 m, jak również z poziomów wydobywczych [1, 3, 4].

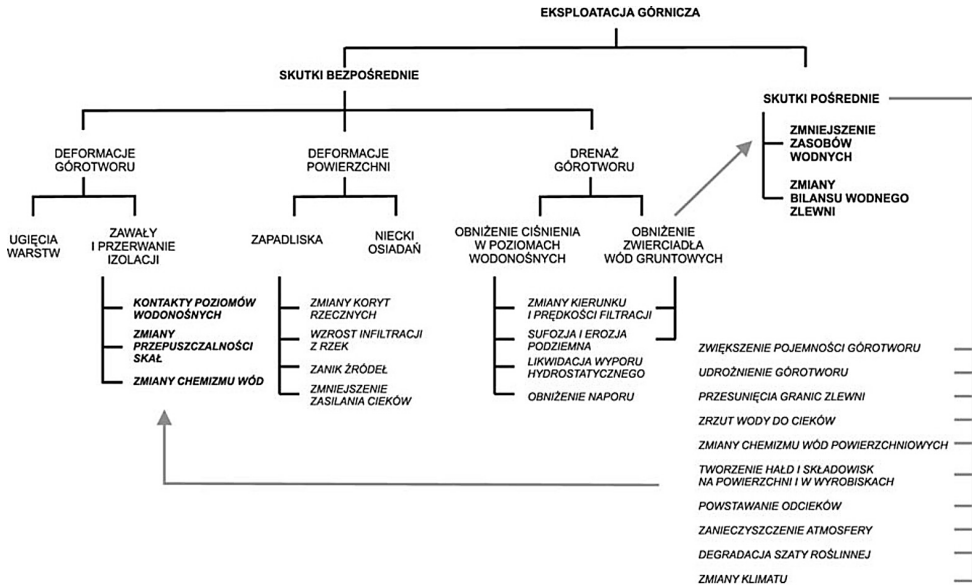
## **GEOCHEMICZNE SKUTKI AKTYWNEJ EKSPLOATACJI WARSTW KARBOŃSKICH**

Podczas intensywnej eksploatacji kopalni użytkowych i koniecznego odwadniania kopalni, odpowiedź środowiska następuje w bliskim lub dalekim przedziale czasu, co zależy od warunków lokalnych lub regionalnych, intensywności i sposobu prowadzonych robót górniczych, głębokości i warunków hydrodynamicznych. Może ulegać wahaniom bilans wodny wód powierzchniowych, podziemnych, hydrodynamika i hydrogeochemia środowiska. Tworzące się rozległe leje depresji w warstwie wodonośnej strefy wydobywania i przy powierzchni terenu mogą stanowić zagrożenie dla lokalnych zasobów, zaś na powierzchni, kiedy wody kopalniane zrzucane są w większości do rzek, zmienia się wyraźnie, często z negatywnym skutkiem, wiele ich właściwości fizykochemicznych. Produkt odwodnień górniczych jest w świetle przepisów uznawany jako ściek. Jednak w miejscu ujęcia woda posiada naturalne proporcje między składnikami ukształtowane przez epoki geologiczne. Zastosowana technologia górnicza i łączenie ze ściekami bytowo-gospodarczymi powoduje degradację jakościową. W LZW największe natężenie objętościowe odpływu wód drenażowych z kopalni następuje z warstw jurajskich, ponad 85%. Porównanie wybranych cech, podczas eksploatacji, pokazuje zestawienie w tabeli 1. Widać znaczny wzrost większości parametrów po dołączeniu oczyszczonych ścieków bytowo-gospodarczych i wód z technologii na powierzchni [1].

## **DZIAŁALNOŚĆ GÓRNICZA A STOSUNKI WODNE OBSZARU LZW**

Wody kopalniane wpływają na środowisko zależnie od stosowanej technologii górniczej (rys. 5). Eksploatacja węgla w rozpatrywanej technologii przynosi skutki bezpośrednie i pośrednie. Bezpośrednimi są deformacje górotworu, powierzchni terenu i drenaż górotworu. Deformacje górotworu przyjmują postać ugięcia warstw, zawałów





Rys. 5. Schemat technologii górniczej i jej wpływu na środowisko [7, 6]  
 Fig. 5. Diagram of mining exploitation and its influence on the environment [7, 6]

i przerwania warstw izolacyjnych. Powstają szczeliny i uskoki, rozluźnienie lub zaciśnięcie warstw, co może spowodować zmianę przepuszczalności skał. Środowisko wodne reaguje wówczas zmianą chemizmu. Innym skutkiem może być ascenzja lub descenzja wód z innych warstw i poziomów wodonośnych. Na całym obszarze LZW objętym intensywną eksploatacją tych zjawisk nie zaobserwowano. Deformacje powierzchni są zaś bardzo wyraźne. Z kilkuletnim opóźnieniem w stosunku do zawału, powstają niecki osiadań, wypełniające się stopniowo wodą, co zostało opisane powyżej. Zmiany koryt rzecznych, wzrostu infiltracji z rzek, zaniku źródeł, zmniejszenia zasilania cieków, na obszarze LZW nie stwierdzono. Dla bezpieczeństwa technologii górniczej, prowadzony jest stały drenaż warstw, głównie jurajskich, leżących w nadkładzie poziomów wydobywczych. W drenowanych poziomach, typowym zjawiskiem jest wówczas obniżenie ciśnienia, co jest głównym celem drenażu. Spośród innych rodzajów odpowiedzi środowiska na drenaż podziemny, może być zmiana kierunku i prędkości filtracji, sufozja i erozja podziemna, likwidacja wyporu podziemnego i obniżenie naporu. Większości z tych zjawisk nie zaobserwowano. Szczelinowatość i kawernistość warstw, głównie jurajskich jest cechą właściwą dla obszaru LZW i nie zależy od aktywności drenażu [3, 4, 5, 6, 7].

Skutki pośrednie, jakie mogą powstać to zwiększenie pojemności górotworu i jego udrożnienie, przesunięcie granic zlewni, zrzut wody pokopalnianej do cieków powierzchniowych, zmiany chemizmu wód powierzchniowych, powstawanie zwałowisk skały pływnej, powstawanie odcieków z hałd, degradacja szaty roślinnej,

lokalna zmiana klimatu oraz zanieczyszczenie atmosfery. Spośród wymienionych, w LZW występuje odprowadzenie wody pokopalnianej do rzeki, co jest koniecznością. Również ma miejsce zmiana chemizmu wody w tej rzece, jednak periodyczne badania w piezometrach R1 i R2 wskazują na szybki powrót parametrów wody rzecznej do stanu sprzed zrzutu. W pobliżu kopalni węgla kamiennego Bogdanka znajduje się składowisko skały towarzyszącej kopalinie użytkowej. Stąd również pochodzą odcieki spływające do Rowu Opaskowego, a z niego do Rowu Żelaznego. Hałda jest systematycznie rekultywowana i nie ma istotnego wpływu na atmosferę i lokalny klimat [5, 8].

## GOSPODARKA WODNO-ŚCIEKOWA KOPALNI LZW

W LZW nie korzysta się z wód powierzchniowych, ale znajdują się trzy główne miejsca poboru wód podziemnych. Pierwsze z nich to ujęcie wodociągowe w Bogdance. Wody z tego ujęcia wykorzystywane są na cele socjalno bytowe pracowników kopalni a także znikome jej ilości do celów technologicznych. Po użyciu wody te są oczyszczane, łączone z wodami opadowymi i odprowadzane do Rowu Żelaznego, skąd przepływają do rzeki Świnki. Drugie ujęcie znajduje się w Nadrybiu. Zasila wodociągi wiejskie okolicznych gospodarstw, dostarcza wodę do urządzeń socjalnych pracowników kopalni Nadrybie, skąd następnie trafia jako ściek do oczyszczalni i dalej tą samą drogą co ścieki z Bogdanki. Trzecim ujęciem jest drenaż podziemny ujmujący wody z nadkładu warstw eksploatowanych. Na poziomach wydobywczych wody wykorzystuje się do zraszania ścian i dostarcza o instalacji przeciwpożarowej.

**Tabela 3.** Porównanie wybranych parametrów wód z utworów jurajskich i dołączonych ścieków kopalnianych w Rowie Żelaznym [1, 3]

**Table 3.** Comparison between selected water components from Jurassic beds and connected waste water from mine objects in Rów Żelazny [1, 3]

Rok	Mineralizacja wód z drenażu Jury w piezometrze R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]	pH J/R3	Twardość ogólna J/R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]	Ca <sup>2+</sup> J/R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]	Mg <sup>2+</sup> J/R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]	Na <sup>+</sup> J/R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]	K <sup>+</sup> J/R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> J/R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]	Cl <sup>-</sup> J/R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> J/R3 [mg·dm <sup>-3</sup> ]
1992	1386,50	8	1,03	6,95	6,39	399,70	10,00	Nb	318,70	38,21
	219,55	7,6	4,56	51,26	24,32	644,87	11,73	610,23	637,74	172,83
1994	1444,20	8	0,85	7,71	5,72	443,60	10,00	Nb	378,80	39,85
	171,48	8	4,08	58,82	13,98	486,24	7,20	500,36	521,26	123,65
1996	1389,90	7,9	1,47	7,65	5,79	444,70	10,00	Nb	391,10	41,07
	2180,27	8,1	3,06	32,64	17,39	678,20	11,05	594,94	691,47	146,29
1998	1344,00	7,9	0,95	7,59	5,70	44,5	10,00	Nb	397,20	41,18
	2120,14	8,6	3,59	41,80	18,36	637,97	16,00	552,50	702,11	124,68
2000	1510,10	6,96	1,01	6,81	6,08	480,00	11,3	Nb	472,20	20,00
	2083,06	8,2	3,54	34,25	22,25	632,68	4,00	570,54	673,74	137,44

Nb – nie badano.

Pozostała ilość wyprowadzana jest na powierzchnię, a tam służy do zasilania urządzeń przeróbki węgla, gdzie trafia do obiegu zamkniętego. Co pewien czas uzupełnia się tylko ubytki. Największy strumień, już na powierzchni przetrzymywany jest w zbiorniku wód dołowych, a następnie odprowadzany do Rowu Żelaznego, gdzie łączy się z oczyszczonymi ściekami i trafia do rzeki. Podobnie jest w przypadku nowo otwartego pola w Stefanowie [1]. Parametry jakościowe wód z drenażu i po połączeniu ze ściekami J/R3 pokazano w tabeli 3.

## WNIOSKI

Przeprowadzane periodycznie badania, szczególnie na piezometrach obserwacyjnych R1, R2 i R3, a także analiza sposobu prowadzonej technologii górniczej wraz z gospodarką wodno-ściekową, pozwalają na wiarygodną ocenę parametrów fizykochemicznych wód w obszarze aktywnie prowadzonej eksploatacji węgla kamiennego w Lubelskim Zagłębiu Węglowym. Najlepszą oceną intensywności zmian parametrów może być to, w jaki sposób otoczenie, w tym przypadku środowisko wód powierzchniowych, odpowiada na kontakt z wodami kopalnianymi [1].

Wprawdzie dają się zaobserwować zmiany w zazwyczaj branych pod uwagę głównych parametrach jakościowych wód rzeki Świnki, jednak znaczne zwiększenie intensywności wydobywania (nowe pola Nadrybie i Stefanów) nie wpływa w sposób istotny na jakość. Podwyższone stężenia składników wód odpadowych, jakie spływają do rzeki, nie są jednak o tak dużych wartościach, aby doszło do nieodwracalnych zmian w tym ekosystemie. Świadczy o tym szybki (po około 500 – 1000 m) powrót jakości wód w tej rzece do stanu sprzed miejsca zrzutu. Większość parametrów wód kopalnianych, porównywanych od początku istnienia kopalń LZW ze stanem obecnym, wykazuje stabilność. Obserwowane pojedyncze wzrosty stężeń nie ulegają utrwaleniu [7, 9]. Stosowane zabiegi mające na celu ochronę środowiska są zatem skuteczne.

## BIBLIOGRAFIA

1. Analizy wód kopalnianych. Archiwum KWK Bogdanka, 1991–2010.
2. Bocheńska T., Dowgiałło J. (i inni) 2002. Słownik hydrogeologiczny. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
3. Ciosmak M. 2002. Evaluation of hydrogeochemical stability of Jurassic waters of Lublin Coal Basin as the basis for using them in balneology. Archives of Environmental Protection, Vol. 28, no. 4, 15–25.
4. Ciosmak M. 2000. An outline of possibilities of using fluoride-containing mine waste water for prophylaxis and therapy. Fluoride Quarterly Journal, Editor: AW Burgstahler, PhD, Lawrence, Kansas, USA, Vol. 33, No 1, S9.
5. Macioszczyk A., Dobrzyński D. 2002. Hydrogeochemia strefy aktywnej wymiany wód podziemnych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.

6. Meder A., Pierchała M., Kiełtyka A. 2008. Innovative solutions developed at the Komag mining mechanization centre increasing work safety in the mining industry. *Górnictwo i Geologia*, Vol. 3.
7. Rózkowski A., Rudzińska-Zapaśnik T. 2007. Wody kopalniane w obszarach intensywnej eksploatacji górniczej. [W:] *Hydrogeologia regionalna Polski. Wody mineralne, lecznicze i termalne oraz kopalniane*. T. II. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
8. Szczepańska J., Kmiecik E. 1998. Statystyczna kontrola jakości danych w monitoringu wód podziemnych. Wydawnictwa AGH, Karków.
9. Żelazny L. (i inni). Raporty o stanie środowiska województwa lubelskiego. Inspekcja Ochrony Środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Lublin, 2000–2010.

### **CHANGES OF LUBLIN COAL BASIN (LCB) MINE WATERS PARAMETERS DURING INTENSIVE EXPLOITATION AND ITS INFLUENCE OVER THE ŚWINKA RIVER WATER QUALITY**

**Summary.** Hard coal mining technology is a factor which main directions of active human impact has a significant influence on the environment. Such situation is very difficult for Lublin Coal Basin. Valuable natural objects, such as national park, reserves, view parks, natural monuments, under the legal protection are just the mines. It imposes to the LCB management, the permanent control of environmental condition, round the tree intensive working mines, also mining technology suitably modification to reduce impact of this industry. There is Świnka river, flowing by the CCR centre. This river takes treated waste waters from LCB. More than 80% of the whole absorbed waters are waters from special drainage, two main intakes at 640 and 754 m under the surface. Quality of such waters is very good. They have no hydraulic contact and impact from the ground level. Waste waters from offices and technological objects are connected to these waters, but their quantity is low. Selected mine water and in Świnka river's water parameters received from R1, R2 and R3 observation piezometers, show the range of impact to waters the active exploitation in LCB. They also indicate that as stable working mines as progressive technology, after connected Nadrybie and Stefanów mines, have no negative influence to Świnka river's water. [1, 7]

**Keywords:** mining technology, hydrogeochemistry, coal basin, mine waters.