

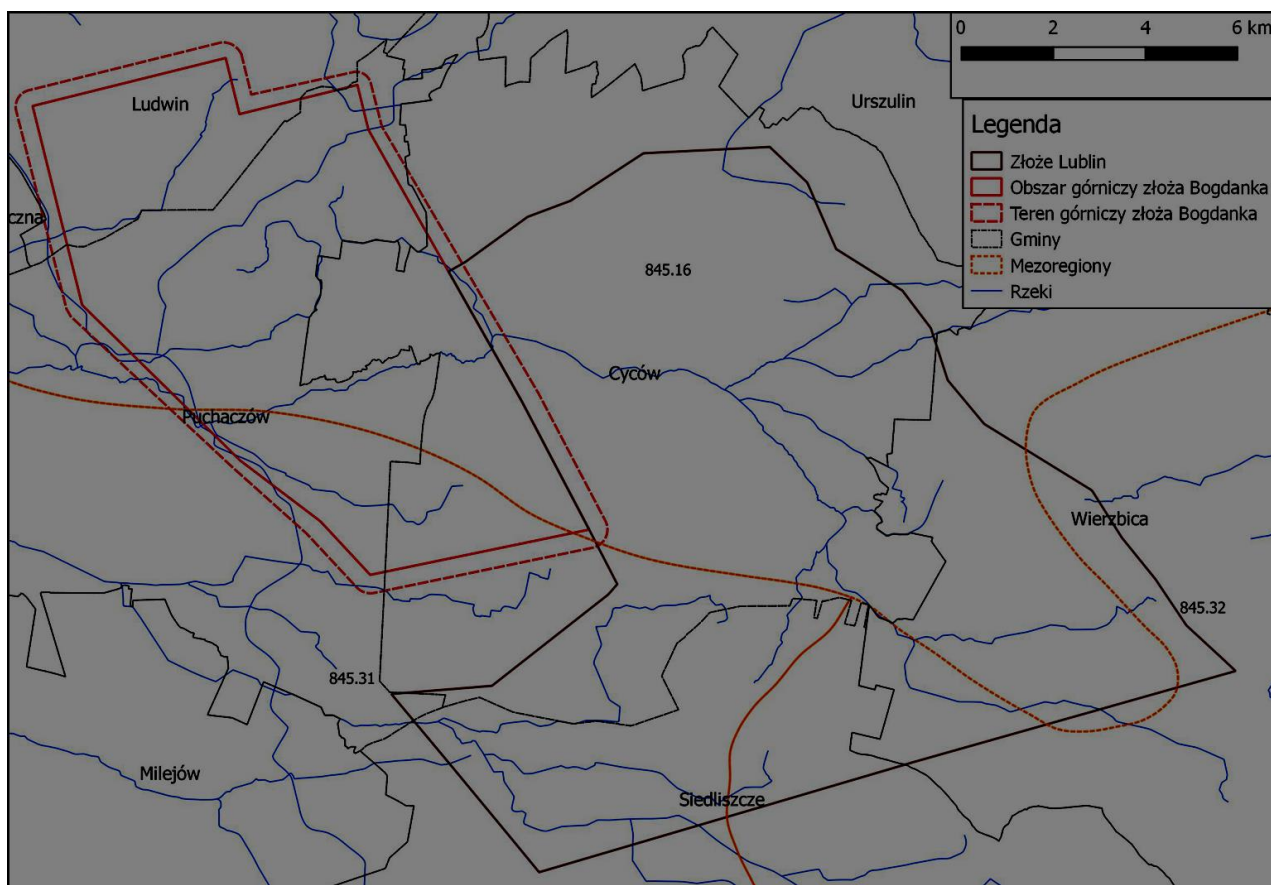
Oddziaływanie projektowanej kopalni węgla kamiennego eksploatującej złoża Lublin na wody podziemne i powierzchniowe.

dr Sylwester Kraśnicki

Ludów Polski, czerwiec 2019 r.

Wstęp

Złoże węgla kamiennego Lublin znajduje się w obrębie Lubelskiego Zagłębia Węglowego i ma powierzchnię 150,6 km². Pod względem administracyjnym położone jest ono na terenie gmin: Cyców (powiat łęczyński), Wierzbicka (powiat chełmski), Siedliszcze (powiat chełmski) i Puchaczów (powiat łęczyński) w województwie lubelskim. Pod względem fizyczno-geograficznym obszar złoża należy do trzech mezoregionów: Równina Łęczyńsko-Włodawska (845.16) – większa część obszaru złoża, Pagóry Chełmskie (845.32) – południowo-wschodnie i południowe części obszaru złoża, Obniżenie Dorohuckie (845.31) – południowo-zachodnia część obszaru złoża (Ryc. 1) (Kondracki 2002).



Ryc. 1. Położenie administracyjne i fizyczno-geograficzne złoża węgla kamiennego Lublin.

Zasoby geologiczne bilansowe złoża węgla kamiennego Lublin wynoszą 2777,85 mln ton, z czego w kategorii C₁ jest to 1943,577 mln ton, a w kategorii C₂ 334,273 mln ton. Projektowana kopalnia węgla kamiennego "Jan Karski" miałaby wydobywać węgiel koksujący typu 34 ze złoża Lublin, z pokładów nr 389 i 391. Inwestorem miałaby być australijska firma Prairie Mining Limited. Technika wydobycia miałaby być ścianowa od pola na zawał, średnie roczne wydobycie brutto wynosiłoby 8 mln ton rocznie, a przewidywane do wydobycia zasoby to 176,7 mln ton. Przewidywany czas funkcjonowania kopalni to 24 lata. Złoże miałoby być udostępnione dwoma szybami: wydobywczym oraz materiałowo-zjazdowym (Jędrzejewski 2014, Prairie Mining Limited 2019).

Warunki geologiczne

Węglonośne utwory karbonu górnego zalegają na skałach karbonu dolnego, reprezentowanego przez wapień, magle, piaskowce, mułowce i iłowce z cienkimi wkładkami węgla. Mają one miąższość 65,8-110 metrów. Na nich zalegają utwory karbonu górnego z warstwami węgla kamiennego. Wśród nich wydzielono następujące jednostki litostratygraficzne (Buraczyński, Wojtanowicz 1979, Buraczyński, Wojtanowicz 1985, Harasimiuk et al 1998, Jędrzejewski 2014):

1. Formacja Terebina (warstwy komarowskie) o miąższości 124-230 m reprezentowane przez iłowce, mułowce i wapień. Tam też występuje kilka cienkich warstw węgla kamiennego bez znaczenia gospodarczego.
2. Formacja Dębina, którą dzieli się dodatkowo na warstwy bużańskie i warstwy kumowskie. Warstwy bużańskie mają miąższość 81,2-120 m i są reprezentowane przez mułowce, iłowce i wapień. Wśród nich występują cienkie pokłady węgla. Warstwy kumowskie o miąższości 155,9-227 m są reprezentowane przez piaskowce, mułowce i iłowce. Występujące wśród nich warstwy węgla kamiennego charakteryzują się dużą zmiennością jakości i miąższości i dlatego nie mają one znaczenia gospodarczego.
3. Formacja Lublina (warstwy lubelskie) o miąższości 35,5-473,3 m. Reprezentowane są one przez iłowce, mułowce i piaskowce, a ich strop zalega na głębokości 608-717 m. Jest to podstawowa seria karbonu produktywnego Lubelskiego Zagłębia Węglowego. Stwierdzono tutaj występowanie 6-51 wkładek węgla o miąższościach 0,1-3,2 m, a ich sumaryczna miąższość wynosi 1,81-28,48 m. Najbardziej zasobnymi w węgiel są środkowe i południowe partie złoża, a najmniej jego wschodnie i zachodnie krańce.

Na osadach karbonu zalegają utwory jury reprezentowane przez piaszczyste wapień i piaskowce środkowej jury oraz górnourajskie wapień różnego typu oraz margle. Ich łączna miąższość wynosi 76,9-154,5 m. Na utworach jurajskich zalegają utwory kredy o miąższości 448-

608,2 m. Rozpoczynają się one piaskami i piaskowcami dolnej kredy o miąższości 0-10,3 m. Są one silnie zawodnione i wywołują kurzawki. Na nich zalegają wapienie z bułami krzemieni, a na nich margle i kreda pisząca. Ta ostatnia odsłania się na powierzchni terenu m. in. Na południe od Cycowa (Harasimiuk et al 1998, Jędrzejewski 2014).

Złoże węgla kamiennego Lublin znajduje się w obrębie synkliny Radzyna-Bogdanki i stanowi jej południowo-wschodnią część. Granice złoża: południowo-wschodnia i południowo-zachodnia wyznacza uskoki Święcicy o zrzucie 5-100 m. Na obszarze złoża wyróżniono ponadto następujące uskoki w jego południowo-zachodniej części: Zahorodyński (zrzut 10-50 m) i Kulik (20-60 m), a w południowo-wschodniej części: Buzowski (5-50 m), Olchowiec (30-40 m), Mogielnicki (20 m) i Kamienny (60 m) (Zdanowski 1999, Jędrzejewski 2014).

Osady kenozoiku to przede wszystkim osady czwartorzędu. Utwory starsze stwierdzono tylko w jednym otworze. Są to łożypki i ły margliste o miąższości 11,3 m. Utwory czwartorzędu pokrywają większość obszaru złoża, a ich miąższość wynosi 0,1-85 m. Reprezentowane są one przez piaski i żwiry fluwiogłacjalne zlodowacenia Sanu, piaski i mułki rzeczne interglacjału wielkiego o miąższości 10-30 m. Są one przykryte szeroko rozprzestrzonymi na powierzchni terenu mułkami i piaskami jeziornymi zlodowaceń Warty i Wisły o miąższości około 20 m. Na powierzchni terenu odsłaniają się ponadto gliny zwałowe, mułki zastoiskowe oraz piaski i żwiry fluwiogłacjalne zlodowacenia Odry. Doliny współczesnych rzek wypełnione są holoceniowymi namułami den dolinnych oraz torfami i namułami torfiastymi (Buraczyński, Wojtanowicz 1979, Buraczyński, Wojtanowicz 1985, Harasimiuk et al 1998, Jędrzejewski 2014).

Warunki hydrogeologiczne i hydrologiczne

Na obszarze złoża węgla kamiennego Lublin wyróżniono następujące piętra wodonośne (Krajewski et al 1998, Zezula et al 1998, Rysak et al 2004, Rózkowski, Rudzińska-Zapaśnik 2007):

- Karbon. Utworami wodonośnymi są piaskowce, których współczynnik filtracji wynosi 0,008-0,8 m/d. Występują tutaj wody naporowe typu $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ o mineralizacji 1-2 g/dm^3 .
- Jura. W skałach węglanowych występują wody w warunkach szczelinowo-porowych, a częściowo również w szczelinowo-krasowych. Występują tutaj również soczewy piaskowców jury środkowej o dobrej wodoprzepuszczalności (10^{-5} m/s). Są to wody naporowe typu $\text{HCO}_3\text{-Cl-Na}$ o mineralizacji poniżej 1 g/dm^3 . Piętro to tworzy zbiornik wodonośny o dobrych parametrach hydrogeologicznych i zasobny w wodę, a tym samym stanowiący zagrożenie wodne dla eksploatacji węgla kamiennego, nad którym zalega.
- Kreda dolna. Występują tutaj piaskowce i piaski albu o charakterze kurzawkowym, tworzące szczelinowo-porowe warunki występowania wód podziemnych. Podobnie jak w

piętrze jurajskim, są to wody naporowe o mineralizacji poniżej 1 g/dm³. Piętra: karbońskie, jurajskie i dolnokredowe nie są użytkowymi piętrami wodonośnymi.

- Kreda górna. Piętro to jest rozwinięte w skałach węglanowych: kreda pisząca, wapienie margliste, opoki, margle i gezy. Ma ono głównie charakter szczelinowy i związane jest ze spękaniami oraz uskokami w skałach. Jego miąższość to maksymalnie 200-300 metrów, ponieważ na tej głębokości całkowicie zanikają szczeliny wodonośne. Czynna pojemność wodna wynosi około 3%. W studniach ujmujących wody tego piętra parametry hydrogeologiczne zawierają się w granicach: współczynnik filtracji 7,8-72,7 m/d, a wodoprzewodność 718-5903 m²/d. Są to wartości typowe dla stref uskoków i szczelin, natomiast poza nimi współczynnik filtracji spada do 0,8-8,6 m/d.
- Czwartorzęd. Jest ono nieciągłe, ale występuje na większości obszaru złoża. Składa się na niego jeden, a czasem dwa poziomy wodonośne o łącznej miąższości 4-34 m. Współczynnik filtracji wynosi 1,1-26,5 m/d. Piętro to pozostaje w kontakcie hydraulicznym piętrzem kredowym.

Promieniotwórczości wód podziemnych na obszarze złoża Lublin nie badano, a badane pod tym kątem wody dołowe z kopalni Bogdanka wykazują niską radoczynność ²²⁶Ra <0,01-0,09 KBq/m³ i ²²⁸Ra 0,07-0,12 KBq/m³. Regionalny przepływ wód podziemnych zachodzi w kierunku północno-zachodnim. Czwartorzędowe oraz górnokredowe piętro wodonośne stanowią strefę aktywnej wymiany wód podziemnych, a piętra: dolnej kredy, jury i karbonu strefę utrudnionej wymiany wód (Rózkowski, Rudzińska-Zapaśnik 2007, Jędrzejewski 2014).

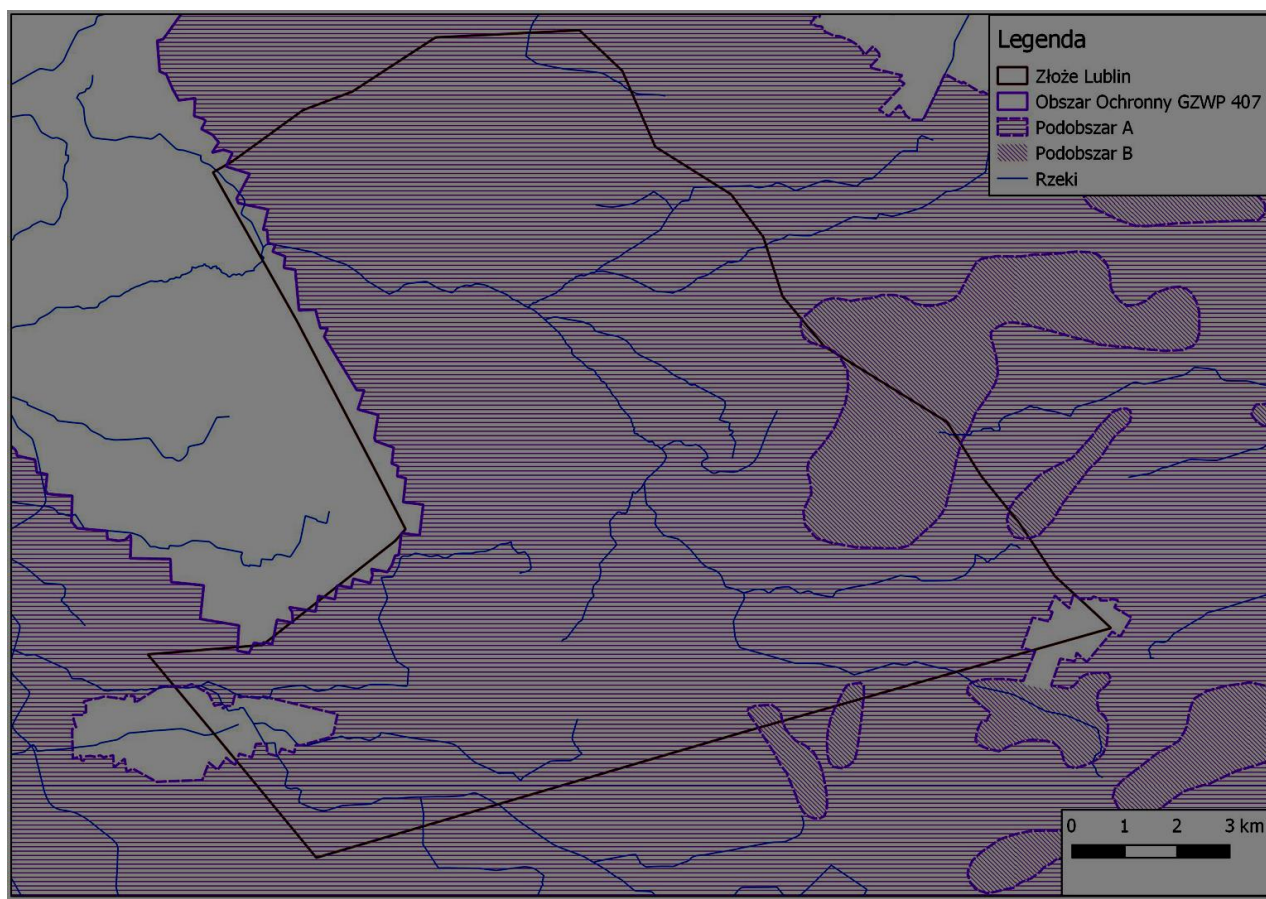
W obrębie opisanych użytkowych pięter wodonośnych na obszarze złoża Lublin wyróżniono następujące jednostki hydrogeologiczne (Krajewski et al 1998, Zezula et al 1998, Rysak et al 2004):

- 1abQ-Cr3II na arkuszu Siedliszcze, kontynuuje się na arkuszu Sawin jako 1aQ-Cr3II, a na arkuszu Orzechów Nowy jako 5abCr3I. Poziom wodonośny występuje na głębokości do 15 m i nie jest izolowany od powierzchni. Obejmuje głównie górnokredowe piętro wodonośne, a podrzędnie czwartorzędowe. Miąższość dochodzi do 90m, a współczynnik filtracji z otworów hydrogeologicznych wynosi 0,1-11,9 m/d, a przewodność warstwy wodonośnej 100-500 m²/d.
- 2aQ-Cr3II (arkusz Siedliszcze) obejmująca południowo- zachodnią część obszaru złoża. Zwierciadło swobodne wód występuje na głębokości do 15 m i nie jest izolowane od powierzchni. Współczynnik filtracji w otworach hydrogeologicznych wynosi 1,1-14 m/d, a przewodność warstwy wodonośnej 100-1500 m²/d.
- 3Q/baCr3I (arkusz Orzechów Nowy) obejmująca północne krańce obszaru złoża. Na tym obszarze znajduje się jeden otwór z którego można określić, że znajdują się tam dwa poziomy wodonośne w utworach czwartorzędu o miąższościach 6,2 m i pow. 6,3 m.

Zwierciadło wody stabilizuje się na głębokości 3 m.

- 4aQ-Cr3II (arkusz Sawin) obejmująca południowo-wschodnie krańce obszaru złoża. Z otworów w tej części obszaru złoża wynika że wody podziemne występują tutaj w utworach kredy górnej, a strefa zawodnienia ma miąższość 84,3-90 m. Współczynnik filtracji wynosi 1,14-36,1 m/d, a przewodność 100-3043,4 m²/d.

Cały obszar złoża węgla kamiennego Lublin znajduje się w obrębie Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 407 – Niecka Lubelska (Chełm-Zamość) o powierzchni 9051 km². Utworami wodonośnymi są skały górnej kredy, a zbiornik ma charakter porowo-szczelinowy. W ramach sporządzonej dokumentacji hydrogeologicznej dla tego GZWP wyznaczono obszar ochronny zbiornika w celu zapobiegania zanieczyszczeniom jego zasobów wodnych oraz przeciwdziałaniu pogarszania się ich stanu ilościowego. Niemal cały obszar złoża Lublin znajduje się w obrębie wytyczonego obszaru ochronnego. Nie należą do niego jedynie skrawki na południowo-zachodnim oraz południowo-wschodnim krańcu obszaru złoża, na których podatność na zanieczyszczenie wód podziemnych jest średnia lub niska, a czas pionowego przesączania się wód do GZWP nr 407 wynosi 25-50 lat. Ponadto, z obszaru ochronnego tego GZWP wyłączony został wąski pas przy granicy ze złożem węgla kamiennego Bogdanka ze względu na jego eksploatację. Obszar ochronny tego GZWP został podzielony na strefy różniące się stopniem ochrony. W podobszarze A, o najwyższym stopniu ochrony, znalazła się większość obszaru złoża. Tutaj czas pionowego przesączania się wód do poziomu wodonośnego zbiornika jest niższy niż 5 lat. Podobszar B, w którym ten czas wynosi 5-25 lat, obejmuje niewielkie obszary we wschodniej części złoża (Ryc. 2) (Łusiak et al 2016).



Ryc. 2. Obszary ochronne Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 407 na obszarze złoża Lublin.

Na przeważającym obszarze złoża pierwszym poziomem wodonośnym jest jednocześnie główny poziom użytkowy stanowiący część GZWP nr 407. Reprezentowany jest on przez kredę piszącą, margle oraz utwory czwartorzędu pozostające w bezpośrednim kontakcie hydraulicznym z utworami kredy: piaskami różnoziarnistymi, drobnoziarnistymi, namułami i torfami. Jedynie w części zlewni Świnki i Świerszczowa pierwszy poziom wodonośny nie jest głównym poziomem użytkowym, ale pozostaje z nim w kontakcie hydraulicznym. Zwierciadło wód podziemnych ma charakter swobodny, a lokalnie naporowy. Głębokość do pierwszego poziomu wodonośnego w obrębie dolin cieków jest zwykle mniejsza niż 2 metry, na wysoczyznach międzydolinnych 2-5 m, a na obszarach zbudowanych z utworów kredowych zwykle 5-20 m. Przebieg hydroizohips nawiązuje do rzeźby terenu, a kierunek przepływu wód podziemnych pierwszego poziomu wodonośnego nawiązuje do sieci hydrograficznej i wskazuje na drenaż wód tego poziomu przez rzeki. Analogicznie sytuacja przedstawia się z wodami głównego poziomu użytkowego GZWP nr 407, którego hydroizohipsy nawiązują również do sieci hydrograficznej, co oznacza drenaż wód tego poziomu przez rzeki (Krajewski et al 1998, Zezula et al 1998, Rysak et al 2004, Rysak, Zwoliński 2005, Zezula, Pietruszka 2006 a i b).

Obszar złoża Lublin znajduje się w obrębie następujących Jednolitych Części Wód Podziemnych (Dz. U. 2016 poz. 1911, Wody Polskie 2019):

- PLGW200090 – o powierzchni 4901 km², obejmująca większość obszaru złoża. Jej stan ilościowy i chemiczny jest dobry, a osiągnięcie celu (dobrego stanu ilościowego i chemicznego) jest niezagrażone.
- PLGW200091 – o powierzchni 1073,8 km², obejmująca południowo-wschodnie krańce obszaru złoża. Jej stan ilościowy i chemiczny jest dobry, a osiągnięcie celu (dobrego stanu ilościowego i chemicznego) jest zagrożone. Nie przewidziano jednak odstępstw dla tej JCWPd odnośnie terminu osiągnięcia celu w 2015 r.
- PLGW200067 – o powierzchni 5181,6 km², obejmująca północne krańce złoża. Jej stan ilościowy jest dobry, a chemiczny słaby. Osiągnięcie celu (dobrego stanu ilościowego i chemicznego) jest zagrożone. Ze względu na brak możliwości technicznych termin osiągnięcia celu przedłużono do 2027 r. Negatywny wpływ chemizacji rolnictwa i niezorganizowanej gospodarki wodno-ściekowej oraz niedostatecznie oczyszczonych ścieków komunalnych na stan chemiczny tej JCWPd jest przyczyną wydłużonego terminu osiągnięcia celu. Niezbędny jest dłuższy okres czasu dla minimalizacji negatywnego wpływu wymienionych zagrożeń.

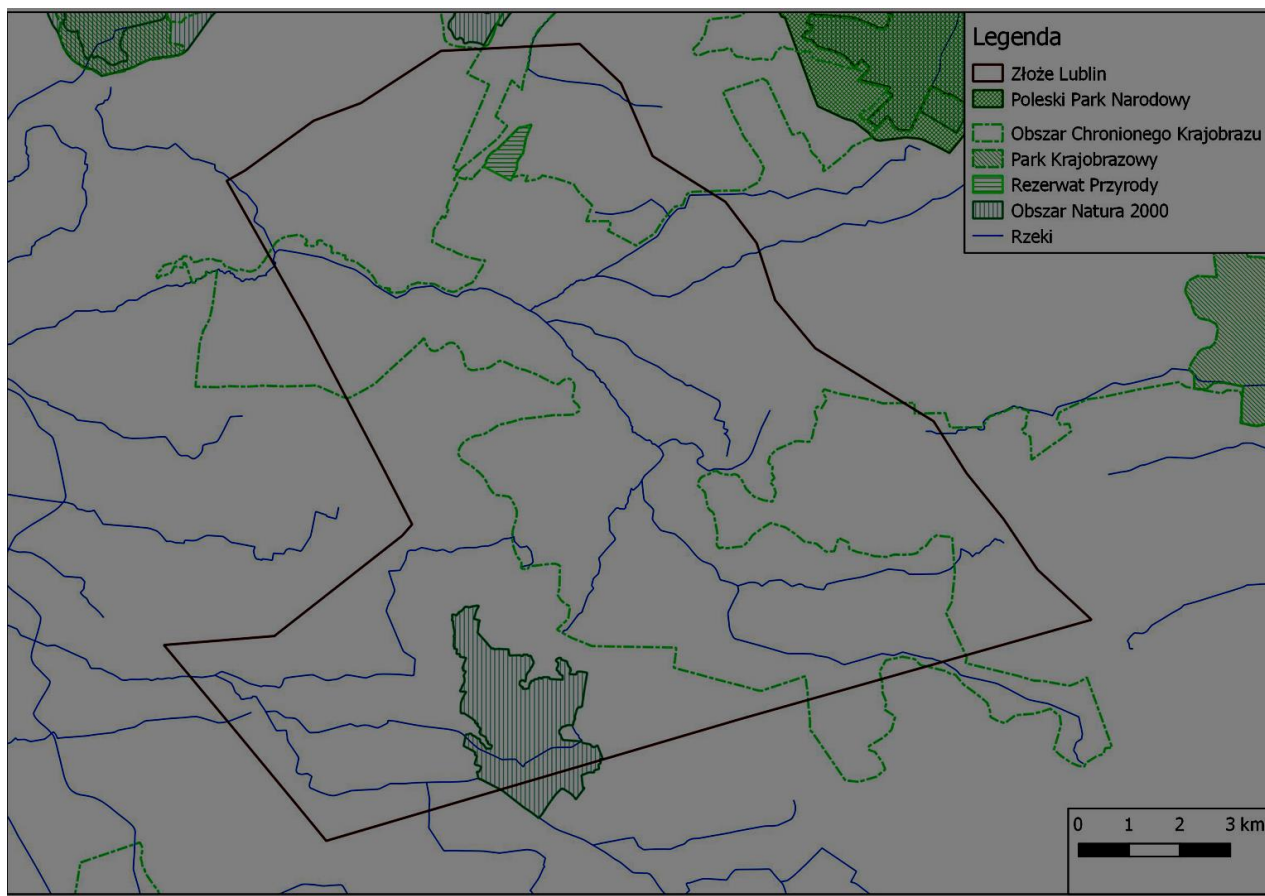
Większa część obszaru złoża położona jest w obrębie zlewni Świnki – dopływu Wieprza. Południowo-zachodnia część obszaru złoża należy do zlewni Mogilnicy – dopływu Wieprza, a południowo-zachodnie krańce do zlewni samego Wieprza. Północne krańce obszaru złoża należą do zlewni Włodawki, a wschodnie do zlewni Uherki, dopływów Bugu. Na omawianym obszarze znajdują się Jednolite Części Wód Powierzchniowych opisane w tabeli 1. Z danych z tej tabeli wynika, że w najlepszym stanie jest Mogilnica i tylko w tej JCWP osiągnięcie celów RDW (dobrego stanu ekologicznego i chemicznego) jest niezagrażone.

Tabela 1. Charakterystyka Jednolitych Części Wód Powierzchniowych (Wody Polskie 2019).

Nazwa JCWP	Numer JCWP	Długość [km]	Aktualny stan ekologiczny	Aktualny stan chemiczny	Ryzyko nieosiągnięcia celów RDW
Świnka bez dopływu spod Kobyłki	RW20001724569	86,03	słaby	dobry	zagrożona
Więzienny Rów	RW20002326636499	45,69	Poniżej dobrego	dobry	zagrożona
Lepitucha	RW2000232663469	36,9	słaby	dobry	zagrożona
Mogilnica	RW20001724529	70,62	dobry	dobry	niezagrożona
Białka	RW200017245169	32,19	słaby	dobry	zagrożona

Na obszarze złoża węgla kamiennego Lublin znajdują się następujące formy ochrony przyrody (Ryc. 3):

- Rezerwat Przyrody Jezioro Świerszczów o powierzchni 46,295 ha, znajdujący się w obrębie JCWPd nr PLGW200067. Celem środowiskowym dla niego jest zachowanie jeziora typu eutroficznego oraz rzadkich roślin reliktowych na torfowisku przylegającym do jeziora. Cel ten wymaga zachowania naturalnych warunków wodnych i wykluczenia wszelkiej presji (Dz. U. 2016 poz. 1911).
- Obszar Natura 2000 Dobromyśl (PLH060033) o powierzchni 634,5 ha, znajdujący się w obrębie JCWPd nr PLGW600090. Cele środowiskowe dla tego obszaru są zróżnicowane w zależności od typu siedliska, ale obejmują m. in. zachowanie naturalnych warunków wodnych, w tym utrzymanie położenia zwierciadła wody w określonych granicach na torfowiskach (na przykład od 10 cm p.p.t. do 2 cm n. p. t.), brak sztucznych przegród wyższych niż 10 cm w ciekach wodnych, wykluczenie dopływu ścieków i eutrofizacji wód lub innego pogorszenia parametrów jakościowych wody, brak rowów melioracyjnych i drenów (Dz. U. 2016 poz. 1911).
- Chełmski Obszar Chronionego Krajobrazu o powierzchni 325,765 km², znajdujący się w obrębie JCWPd: PLGW200067, PLGW200090 i PLGW200091. Celami środowiskowymi dla tego obszaru są: poprawa stosunków wodnych poprzez ograniczanie odpływu wód, zachowanie naturalnego charakteru cieków wodnych, starorzeczy, zbiorników wodnych, gospodarowane wodami uwzględniające potrzeby ekosystemów wodnych i wodno-błotnych (Dz. U. 2016 poz. 1911).



Ryc. 3. Obszary chronione w rejonie złoża węgla kamiennego Lublin.

Oddziaływanie na wody podziemne

Raport oddziaływania na środowisko, którego autorzy nie zostali wymienieni, został przygotowany dla projektowanej kopalni bez sporządzonej dokumentacji hydrogeologicznej. Nie są znane zatem kluczowe oddziaływania na środowisko, które powinny być przeanalizowane w raporcie (Multiconsult 2017):

- wielkość dopływu do kopalni, którą należy oszacować na podstawie wykonanego numerycznego modelu hydrogeologicznego;
- spodziewany skład chemiczny wód dołowych na podstawie modelu hydrogeochemicznego;
- szczegółowe badania hydrogeologiczne, w tym próbne pompowania w hydrowęzłach;
- wpływ eksploatacji metodą na zawał na stosunki wodne w skałach nadkładu;
- zasięg i głębokość niecek obniżeniowych na powierzchni terenu oraz ich wpływ na stosunki wodne;
- radoczynność wód dołowych;
- wpływ zrzutu wód dołowych do wód powierzchniowych.

Przewidywana wielkość dopływu wód do wyrobiska oszacowana została w dokumentacji geologicznej złoża Lublin. Przy średnim wydobyciu na poziomie 8 mln ton rocznie metodą

wskaźnika wodnoprodukcyjnego autor przewiduje dopływ na poziomie 12,2 m³/min. Wskaźnik wodnoprodukcyjny wyliczony został z sąsiadującej kopalni Bogdanka, w której w latach 2008-2013 wydobyte roczne wahało się w granicach 5,6-8,35 mln ton, średni dopływ 10,4-11,8 m³/min, a wskaźnik wodnoprodukcyjny 0,74-1,01 m³/tonę. Dopływy do szybów z poszczególnych pięter wodonośnych wynosiłyby z czwartorzędowego – 1,17 m³/min, górnokredowego – 0,68 m³/min, dolnokredowego (alb) – 1,2 m³/min, jurajskiego – 3 m³/min i karbońskiego – 0,62 m³/min. Prognozowana średnia mineralizacja wód dołowych wynosiłaby 2,088 g/dm³. Przy czym autor dokumentacji stwierdza, że dokładna prognoza wielkości dopływu wód do wyrobiska sporządzona zostanie w dokumentacji hydrogeologicznej tego złoża, która jak dotąd nie powstała (Jędrzejewski 2014).

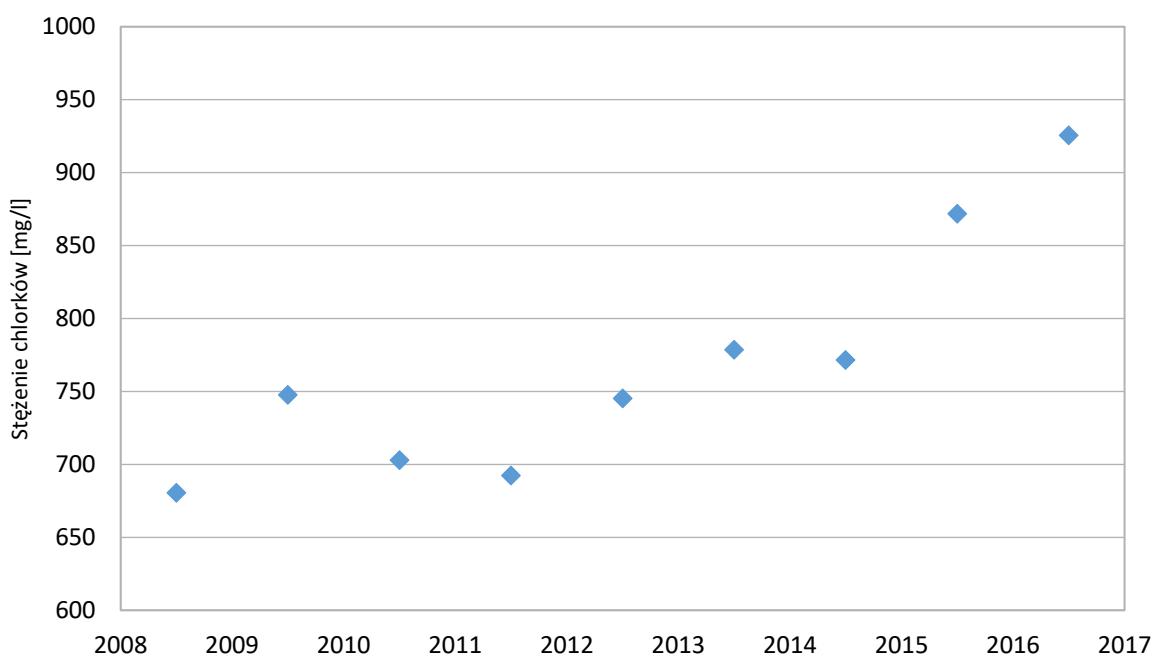
Aktywny drenaż wód podziemnych przez kopalnię Bogdanka w ilości 10-12 m³/min spowodował powstanie leja depresji w strefie utrudnionej wymiany wód o powierzchni około 260 km², a w jego zasięgu znajduje się również złożo Lublin. W kopalni Bogdanka, na skutek odwadniania złoża, doszło do napływu wód z głębszych poziomów wodonośnych o wyższej mineralizacji. W wyniku odwadniania mineralizacja wód dołowych jest wyższa od obserwowanej obecnie dla piętra karbońskiego złoża Lublin (1-2 g/dm³) i wynosi 5,1-7,4 g/dm³, a dla wód z piętra jurajskiego 0,6-2,8 g/dm³. Wody dołowe obecnie odprowadzane są do Świnki. Współdziałające ze sobą leje depresji sąsiadujących kopalń Bogdanka i projektowanej, mającej eksploatować złożo Lublin, mogą zintensyfikować ascenzję wód słonych do wyrobisk kopalń, a to przyczyni się do dalszego wzrostu mineralizacji wód dołowych. Ponieważ w dotychczasowych opracowaniach nie wzięto tego czynnika pod uwagę, w przyszłych opracowaniach należy uwzględnić rolę ascenzji wód zasolonych (Różkowski, Rudzińska-Zapaśnik 2007).

Dotychczas kopalnia Bogdanka zanieczyszcza wody powierzchniowe przede wszystkim chlorkami, co przedstawia Tabela 2.

Tabela 2. Ładunki chlorków odprowadzane do wód powierzchniowych przez kopalnię węgla kamiennego "Bogdanka" w latach 2007-2017

Lata	Chlorki [t/rok]
2007	3580
2008	3730
2009	4120
2010	4120
2011	4080
2012	4620
2013	4830
2014	4660
2015	5020
2016	4940
2017	4840

Na podstawie danych o wielkości dopływu wody do wyrobisk kopalni Bogdanka oraz wielkości ładunku chlorków odprowadzanych do wód powierzchniowych można sporządzić wykres zmian średniorocznego stężenia chlorków w wodach dołowych w latach 2008-2016 (Ryc. 4). Widoczny jest na nim wzrost stężeń chlorków w kolejnych latach. Należy się zatem spodziewać, że w przypadku eksploatacji złoża Lublin, że stężenia chlorków również będą wyższe z czasem.



Ryc. 4. Średnie roczne stężenie chlorków w wodach dołowych odprowadzanych do wód powierzchniowych przez kopalnię Bogdanka w latach 2008-2016 .

Inwestor zamierza odprowadzać wody dołowe z projektowanej kopalni rurociągiem tłocznym do Mogilnicy tak aby utrzymywać jej parametry jakościowe w odpowiednich normach.

Jeśli zaszłaby jednak konieczność, to inwestor zamierza również wybudować rurociąg odprowadzający wody dołowe do Wieprza. Całkowita ilość wód dołowych przewidywana do odprowadzenia do wód powierzchniowych szacowana jest na 8,66 m³/min. Szacunki te opierają się na rozważaniach z dokumentacji geologicznej złoża, gdzie metodą wskaźnika wodnoprodukcyjnego oszacowano dopływ do wyrobiska na 12,2 m³/min. Należy jednak pamiętać, że szacunki dokonane tą metodą są niedokładne, a co za tym idzie do czasu opracowania modelu hydrogeologicznego, jako części dokumentacji hydrogeologicznej kopalni, nie znamy wielkości dopływu wód do wyrobiska.

Eksploatacja złoża Lublin metodą na zawał będzie prowadziła do powstawania niecek obniżeniowych na powierzchni terenu. Przy powstawaniu niecek powstaje system szczelin w skałach nadkładu, w tym również w skałach wodonośnych GZWP nr 407 oraz skał izolujących poziomy wodonośne górnej kredy GZWP nr 407 od zalegających głębiej poziomów dolnej kredy oraz jury. Spękanie skał izolujących spowoduje powstanie kontaktów hydraulicznych pomiędzy drenowanymi piętrami wodonośnymi karbonu oraz jury a poziomami wodonośnymi GZWP nr 407. Za pośrednictwem tych kontaktów hydraulicznych wody GZWP nr 407 będą drenowane przez kopalnię, co negatywnie wpłynie na zasoby wodne tego zbiornika wód podziemnych. Zjawisko to zostanie dodatkowo zintensyfikowane w sąsiedztwie szybów kopalni. **Znajdujące się w utworach dolnej kredy (albu) piaski mają charakter kurzawkowy, które napływając do obudowy szybu utworzą niecki kurzawkowe, dodatkowo pogłębią powstające niecki obniżeniowe i zintensyfikują spękanie utworów izolujących poziomy wodonośne górnej kredy od dolnokredowych i głębszych.** Ponadto, szyby będą przebijały poziomy wodonośne GZWP nr 407. Dlatego też należy się spodziewać zwiększonego drenażu wód tego zbiornika przez projektowaną kopalnię w sąsiedztwie szybów.

Powstanie niecek obniżeniowych wiąże się również ze zmianami w stosunkach wodnych wód powierzchniowych oraz wód pierwszego poziomu wodonośnego. Na skutek powstawania niecek obniżeniowych dojść może zarówno do zalania terenu jaki do osuszenia innych jego części. Zmiany spadku koryt cieków prowadzą często do intensyfikacji erozji jednych odcinków jak i do zamulania innych i powstawania zalewisk. Na obszarze złoża Lublin znajdują się cenne przyrodniczo obszary podmokłe, chronione prawem polskim i unijnym (rezerwat przyrody "Jezioro Świerszczów" oraz obszar Natura 2000 "Dobromyśl"), w których jakakolwiek modyfikacja istniejących stosunków wodnych stanowi zagrożenie dla gatunków chronionych na tych obszarach. Przykładowo, niektóre torfowiska wymagają utrzymywania się poziomu wody na głębokościach od 10 cm p.p.t. do okresowego zalewania ich do 2 cm n.p.t., a w obrębie niecek obniżeniowych można spotkać się zarówno z opadnięciem zwierciadła wody o kilka metrów jak i z zalaniem terenu na podobną głębokość. Każdy z takich scenariuszy oznaczałby zniszczenie chronionego siedliska.

Wśród szeregu proponowanych ograniczeń w użytkowaniu terenu związanego z działalnością górnictwem w obrębie obszaru ochronnego GZWP nr 407 można wymienić następujące (Łusiak et al 2016):

- Zakaz lokalizowania składowisk odpadów niebezpiecznych z wyjątkiem odpadów nie podlegających procesom chemicznym i ługowania. Dotyczy on podobszarów A i B, czyli niemal całego obszaru złoża Lublin. Zwałowisko górnictwa projektowanej kopalni węgla kamiennego zlokalizowane na obszarze złoża będzie zagrażało jakości wód podziemnych poprzez infiltrację odcieków zawierających metale ciężkie, metaloidy i radionuklidy. Brak dokumentacji hydrogeologicznej złoża powoduje że zjawisko to pozostaje nieznane pod kątem zasięgu przestrzennego i czasowego oraz uwalnianych do wód zanieczyszczeń.
- Zakaz lokalizowania inwestycji zaliczonych do przedsięwzięć mogących zawsze lub potencjalnie znacząco oddziaływać na środowisko (Dz. U. 2010 nr 213, poz. 1397), z wyjątkiem inwestycji, dla których opracowana ocena oddziaływania na środowisko, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania na wody podziemne nie wykazała możliwości zanieczyszczenia wód podziemnych zaliczonych do zbiornika lub ograniczenia ich zasobów. Dotyczy on podobszarów A i B, czyli niemal całego obszaru złoża Lublin. Biorąc pod uwagę opisane powyżej oddziaływania kopalń węgla kamiennego na wody podziemne i mając na uwadze brak dokumentacji hydrogeologicznej złoża a także modelu hydrogeologicznego projektowanej kopalni, można oczekiwać że inwestycja ta z pewnością będzie negatywnie oddziaływała na wody podziemne GZWP nr 407, ale ich zasięg pozostaje nierozpoznany. Należy przy tym zauważyć, że sąsiadująca kopalnia Bogdanka została wyłączona ze strefy ochronnej GZWP nr 407 właśnie ze względu na opisane powyżej negatywne oddziaływania.

Projektowana kopalnia eksploatująca złożo Lublin jest miejscem predysponowanym do wystąpienia kwaśnego drenażu górnictwa (Acid Mine Drainage - AMD). Odsłonięcie eksploatowanych pokładów węgla kamiennego rozpocznie proces ich utleniania, w trakcie którego będzie dochodzić do utleniania się siarki obecnej w minerałach siarczkowych i materii organicznej. Zawartość siarki całkowitej wynosi 0,1%-8,4% (średnio 1,5%), a siarki palnej 0,1%-8,3% (średnio 1,4%), a popiołów 1,7%-38,6% (średnio 12%) (Jędrzejewski 2014). Podobne zjawiska będą zachodziły w sztucznie stworzonej strefie aeracji w obrębie leja depresji. Produktem utleniania siarki jest m. in. kwas siarkowy według reakcji:



Powstający kwas siarkowy obniża pH wód dołowych i powoduje wzrost ich agresywności względem minerałów występujących w otaczających skałach. Jego następstwem jest wzrost

twardości ogólnej wody, utlenianie się związków żelaza i manganu oraz ługowanie szeregu pierwiastków (metale, metaloidy i radionuklidy) ze złoże i ze skał. Procesy te dalece zmieniają skład chemiczny wody oraz ich podstawowe parametry fizykochemiczne, takie jak: pH, potencjał redoks, przewodność elektrolityczna i sucha pozostałość. W węglu kamiennym ze złoże Lublin występuje szereg metali ciężkich (ołów, kadm, rtęć, chrom, miedź i inne), metaloidów (arsen) oraz pierwiastków promieniotwórczych, m. in. uran i tor (Tabela 3). Zdaniem autora opinii w raporcie należy szczegółowo przeanalizować tempo i zasięg niekorzystnych zmian hydrogeochemicznych wód podziemnych piętra karbońskiego oraz ich wpływ na skład chemiczny wód dołowych, co będzie to wymagało opracowania modelu hydrogeochemicznego.

Tabela 3. Zawartości metali ciężkich i metaloidów popiołach węgla kamiennego ze złoże Lublin (Jędrzejewski 2014) w porównaniu do średniej zawartości w skorupie kontynentalnej (Rudnick, Gao 2003).

Pierwiastek	Średnia zawartość pierwiastków w mg/kg w popiołach węgla kamiennego ze złoże Lublin [mg/kg]	Średnia zawartość w skorupie kontynentalnej [mg/kg]	Roczny ładunek danego pierwiastka emitowany do środowiska przy wydobyciu 8 mln ton węgla rocznie o zawartości popiołu 12% [t/rok]
cynk	192,9	67	185
miedź	163	28	156
molibden	27,8	1,1	27
nikiel	273,7	47	263
kobalt	16,6	17,3	16
lit	125	21	120
bar	1256,6	624	1206
wanad	294,5	97	283
arsen	64,7	4,8	62
ołów	88,7	17	85
kadm	0,1	0,09	0,1
chrom	203,7	92	196
antymon	26,4	0,4	25
rtęć	0,1	0,050	0,1

Poniżej charakterystyka najważniejszych spośród tych pierwiastków.

Arsen. Pierwiastek ten w wodach powierzchniowych występuje w postaci jonów kompleksowych zarówno na +3 jak i na +5 stopniu utlenienia. Tworzy wtedy zdysocjowane jony słabych kwasów arsenowych (III i V). Jony te podlegają procesom sorpcyjnym przez naturalne sorbenty takie jak minerały ilaste, tlenki i wodorotlenki żelaza oraz materia organiczna. W rezultacie stężenie arsenu

w wodach powierzchniowych powinno spadać, ale jednocześnie jego koncentracja w osadach dennych powinna wzrastać. W tych postaciach arsen jest transportowany z wodami powierzchniowymi i z osadami do Bałtyku, gdzie osady denne zostaną zdeponowane na dnie. Arsen jest silnie toksycznym pierwiastkiem zarówno w postaci rodzimej jak i w związkach chemicznych. Negatywnie oddziałuje na organizmy wodne. Może mieć również oddziaływanie kancerogenne na człowieka. Naturalne tło hydrochemiczne dla arsenu w wodach rzecznych klimatu umiarkowanego jest tysiące razy niższe ($0,13-2,1 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) od jego średniej zawartości w węglu kamiennym ze złoża Lublin ($7764 \mu\text{g}/\text{kg}$) (Plant et al 2003).

Chrom, miedź, nikiel, ołów i kadm. Wymienione metale ciężkie można opisać razem ze względu na podobieństwo w migracji w środowisku. Są to pierwiastki, które w środowisku wodnym ulegają intensywnie sorpcji przez minerały ilaste, tlenki i wodorotlenki żelaza oraz materię organiczną. W rezultacie w wodach płynących przemieszczają się one głównie wraz z osadami dennymi, a w niewielkim stopniu również jako jony kompleksowe w wodzie. W środowisku wodnym i w węglu kamiennym ze złoża Lublin ich koncentracje prezentowane są w tabeli 4.

Tabela 4. Porównanie stężeń i zawartości wybranych metali ciężkich w wodach powierzchniowych i osadach dennych i w węglu kamiennym ze złoża Lublin po przeliczeniu z zawartości w popiołach przy zawartości popiołu 12% (Callender 2003, Jędrzejewski 2014).

Metal	Zawartość w węglu kamiennym złoża Lublin w $\mu\text{g}/\text{kg}$	Stężenie w niezanieczyszczonych wodach płynących w $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Stężenie w osadach dennych niezanieczyszczonych rzek $\mu\text{g}/\text{kg}$ suchej masy
Chrom	24440	0,7	85000
Miedź	19560	1,5	32000
Nikiel	32840	0,8	32000
Ołów	10640	0,08	23000
Kadm	12	0,08	600

Strefą podwyższonego stężenia tych metali będzie bezpośrednie sąsiedztwo lokalizacji zrzutu ścieków z kopalni do Mogielnicy i ewentualnie Wieprza, zanim nie wymieszają się one z wodami powierzchniowymi. Czynnikiem znacząco obniżającym stężenie tych metali w wodach płynących będą procesy sorpcyjne, które zwiążą większość ich ładunku w osadach dennych. W tej postaci metale ciężkie będą migrowały korytem aż do Bałtyku, gdzie zostaną zdeponowane na dnie. Nie spowoduje to jednak unieszkodliwienia tych osadów.

Powyższe metale ciężkie są wysoce toksyczne, a niektóre spośród nich (ołów i kadm) to toksyny kumulatywne, praktycznie niewydalane z organizmów żywych. Wysokie koncentracje metali ciężkich w osadach dennych przenikają do organizmów żywiących się tymi osadami, a następnie za pośrednictwem łańcucha troficznego ulegają one bioakumulacji w tkankach drapieżników wyższych rzędów, m. in. poławianych ryb morskich, gdzie ich koncentracje mogą być nawet milion razy wyższe niż w wodach płynących.

Rtęć. Jest to także metal ciężki, którego przemiany w środowisku są podobne do opisywanych wcześniej, poza kilkoma istotnymi różnicami. Zawartość rtęci w węglu kamiennym ze złoża Lublin wynosi średnio 12 µg/kg. Podobnie jak w przypadku innych metali ciężkich wysokie koncentracje rtęci będą szczególnie szkodliwe w bezpośrednim sąsiedztwie miejsca zrzutu ścieków do wód powierzchniowych (Jędrzejewski 2014).

Głównym czynnikiem usuwającym rtęć z wody są procesy sorpcyjne, dzięki którym podobnie jak opisywane poprzednio metale ciężkie trafia do osadów dennych i w tej postaci jest transportowana do Bałtyku gdzie zostaje zdeponowana. Koncentracja rtęci w osadach przybrzeżnych mórz waha się w granicach 2-2100 µg/kg suchej masy osadu, a dla południowego Bałtyku wartości te wynoszą 2-340 µg/kg .

Rtęć oprócz występowania w postaci jonów kompleksowych na +2 stopniu utlenienia ulega również metylowaniu tworząc monometylortęć oraz dimetylortęć. Związki te łatwiej wnikają do organizmów żywych, są bardziej toksyczne i podobnie jak inne związki rtęci, ulegają bioakumulacji szczególnie u drapieżników wyższego rzędu (drapieżne ryby morskie).

Oprócz pierwiastków wymienionych powyżej w wodach dołowych mogą znaleźć się jeszcze inne substancje pochodzące ze złoża węgla kamiennego. Są to pozostałe metale ciężkie takie jak: molibden, cynk, wanad, cyna, antymon, tytan, gal, rubid, stront, itr, cyrkon i bar. Występuje tam również glin oraz pierwiastki promieniotwórcze, takie jak uran i tor. W odróżnieniu od metali ciężkich, glin zachowuje się odmiennie. Jego obecność w wodzie zależy od pH. W środowisku kwaśnym lub zasadowym występuje w postaci prostych zdysocjowanych jonów i wtedy jest toksyczny dla organizmów wodnych, a w środowisku obojętnym, dla pH około 7 tworzy jony kompleksowe i wytrąca się przechodząc do osadów.

Uran, tor i rad to pierwiastki promieniotwórcze, które jednocześnie są metalami ciężkimi. W związku z tym ich szkodliwe oddziaływanie na organizmy żywe nie ogranicza się jedynie do emisji promieniowania jonizującego, uszkadzającego DNA i oddziałującego mutagennie. Podobnie jak w przypadku innych metali ciężkich, ich związki chemiczne są także silnie toksyczne. W warunkach utleniających jakie panują w wodach płynących uran tworzy rozpuszczalne jony, które ulegają sorpcji przez minerały ilaste, związki żelaza i materię organiczną i w tej postaci, podobnie jak metale ciężkie, trafia do Bałtyku. Z kolei tor podlega intensywnej sorpcji przez minerały ilaste i

materię organiczną. Ponieważ oba te metale występują w węglu kamiennym, należy szacowane parametry wód dołowych poszerzyć o te pierwiastki. W tabeli 5 przedstawiono zawartości uranu i toru w węglu kamiennym z Lubelskiego Zagłębia Węglowego.

Tabela 5. Zawartość uranu, toru w węglach kamiennych Lubelskiego Zagłębia Węglowego (Bojakowska et al 2008).

	Uran [mg/kg]	Tor [mg/kg]
	LZW (n=29)	LZW (n=29)
Minimum	0,2	0,1
Maksimum	8,3	33,5
Średnia	2,2	4,8

Wody dołowe zawierające chlorki oraz metale ciężkie, metaloidy i radionuklidy wyługowane ze skał na skutek kwaśnego drenażu górniczego obniżą stan jakościowy wód Mogilnicy i ewentualnie Wieprza gdy będą do tych rzek odprowadzane. Podobne zjawiska obserwowane są w wodach Świnki do które odprowadzane są wody z kopalni Bogdanka. Uwalnianie tych pierwiastków będzie trwało przez cały okres eksploatacji złoża oraz po zatopieniu kopalni, co będzie negatywnie wpływać na stan jakościowy wód tych rzek.

Wnioski

Powyższe rozważania prowadzą do następujących wniosków:

1. Złoże węgla kamiennego nie ma opracowanej dokumentacji hydrogeologicznej, a zatem większość oddziaływań na wody podziemne i powierzchniowe pozostaje nierozpoznana. Opracowany na tej podstawie raport nie może być więc wiarygodny po kątem analizy oddziaływań na wody powierzchniowe i podziemne.
2. Nie zostało jak dotąd przeanalizowane zagadnienie ascenzji wód słonych i wzrostu mineralizacji wód dołowych, co obserwowane jest obecnie w kopalni Bogdanka.
3. Eksploatacja węgla kamiennego metodą na zawał może spowodować spękanie skał izolujących górnokredowy poziom wodonośny, w którym jest GZWP nr 407, od dolnokredowego i jurajskiego. Spowoduje to drenaż wód GZWP nr 407 przez kopalnię, szczególnie w sąsiedztwie szybów.
4. Powstające niecki obniżeniowe na powierzchni terenu zmodyfikują stosunki wodne na obszarach podmokłych chronionych w rezerwacie przyrody i obszarze Natura 2000, co z kolei zagrozi gatunkom chronionym na tych obszarach.
5. Eksploatacja złoża węgla Lublin spowoduje powstanie kwaśnego drenażu górniczego, na

skutek którego wzrośnie mineralizacja wód, stężenie siarczanów, a ze skał zaczną być wylugowane metale ciężkie, metaloidy i radionuklidy.

6. Odprowadzanie wód dołowych zawierających chlorki, oraz pierwiastki wylugowane na skutek kwaśnego drenażu górniczego będą obniżały stan chemiczny wód Mogilnicy i Wieprza.

Bibliografia

1. Bojakowska I., Lech D., Wołkowicz S., 2008, Uran i tor w węglach kamiennych i brunatnych ze złóż polskich. [w:] Gospodarka surowcami mineralnymi t. 24, z. 2/2, ss 53-65.
2. Buraczyński J., Wojtanowicz J., 1979, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Orzechów Nowy (715). Instytut Geologiczny, Warszawa.
3. Buraczyński J., Wojtanowicz J., 1985, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Sawin (752). PIG, Warszawa.
4. Callender E., 2003, Heavy Metals in the environment – historical trends. In: Treatise on Geochemistry, Elsevier. Amsterdam, vol. 9, chapter 3.
5. Dz. U. 2016 poz. 1911, 2016, Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 18 października 2016 r. w sprawie Planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Wisły. Warszawa.
6. Harasimiuk M., Sz wajgier W., Jezierski W., 1998, Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Siedliszcze (751). PIG-PIB, Warszawa.
7. Jędrzejewski J., 2014, Dokumentacja geologiczna złoża węgla kamiennego „Lublin” w kat. C₁ i C₂. P. H-U. „Geo-Eko-Wiert”, Katowice.
8. Kondracki J., 2002, Geografia regionalna Polski. Warszawa, PWN.
9. Krajewski S., Olszewski A., Paczyński B., 1998, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Sawin (752). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
10. Łusiak R., Ciepłiński P., Czerwińska-Tomczyk J., Mikołajków J., Sokołowski J., Janica R., Dybkowska K., Krysa A., Majewski R., 2016, Dodatek do „Dokumentacji określającej warunki hydrogeologiczne dla ustanowienia stref ochronnych GZWP nr 407 (Chełm-Zamość) w związku z ustanawianiem obszarów ochronnych Głównego Zbiornika Wód Podziemnych nr 407 Niecka lubelska (Chełm-Zamość). Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
11. Multiconsult, 2017, Budowa kopalni i wydobywanie kopaliny – wydobywanie węgla kamiennego ze złoża „Lublin” w granicach projektowanego obszaru i terenu górniczego

- „Kulik”. Tom I – Raport o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko. Multiconsult sp. z o. o., Warszawa-Lublin.
12. Plant J., Kinniburgh D., Smedley P., Fordyce F., Klinck B., 2003, Arsenic and selenium. In Treatise on Geochemistry, Elsevier. Amsterdam, vol. 9, chapter 2.
 13. Prairie Mining Limited, 2019, Kopalnia Jan Karski. Strona WWW. Adres (stan na dzień 31.05.2019 r.): <http://pdz.com.pl/projekty/kopalnia-wegla-lublin/>
 14. Rózkowski A., Rudzińska-Zapaśnik T., 2007, Lubelskie Zagłębie Węglowe. [w:] Hydrogeologia regionalna Polski t. II, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 15. Rudnick R., Gao S., 2003, Composition of the continental crust. In: Treatise on Geochemistry, Elsevier. Amsterdam, vol. 9, chapter 3.
 16. Rysak A., Zwoliński Z., 2005, Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50000. Pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika. Arkusz Orzechów Nowy (715). Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
 17. Rysak A., Zwoliński Z., Chowaniec J., 2004, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Orzechów Nowy (715). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 18. Wody Polskie, 2019, Mapa Jednolitych Części Wód Powierzchniowych i Podziemnych. Adres URL: <https://polska.e-mapa.net/>
 19. Zdanowski A., 1999, Atlas Geologiczny Lubelskiego Zagłębia Węglowego w skali 1:50000. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.
 20. Zezula H., Pietruszka W., 2006a, Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50000. Pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika. Arkusz Sawin (752). Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
 21. Zezula H., Pietruszka W., 2006b, Baza danych GIS Mapy hydrogeologicznej Polski 1:50000. Pierwszy poziom wodonośny, występowanie i hydrodynamika. Arkusz Siedliszcze (751). Państwowy Instytut Geologiczny - Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa.
 22. Zezula H., Pietruszka W., Krajewski S., 1998, Mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50000. Arkusz Siedliszcze (751). Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa.