

Tadeusz Solecki*

**ANALIZA ZAGROŻEŃ JAKOŚCI WÓD LECZNICZYCH
ZE ZŁOŻA „MATECZNY”
W ZWIĄZKU Z ZANIECZYSZCZENIEM WĘGLOWODORAMI
POWIERZCHNI ZIEMI NA TERENIE
ZLIKWIDOWANYCH ZAKŁADÓW CHEMICZNYCH****

1. WSTĘP

Powierzchnia ziemi, definiowana zgodnie z ustawą [12], została zanieczyszczona wynikiem prowadzonej działalności przemysłowej Zakładów Chemicznych „Bonarka” (ZCH) w Krakowie.

Na terenie ZCH „Bonarka” wykonano badania sozologiczne [8], które wykazały przekroczenie standardów jakości gruntów i wód gruntowych, w zakresie węglowodorów i metali ciężkich [14].

W związku z niniejszym artykułem przeanalizowano archiwalne materiały geologiczne [6–10], w celu określenia szczegółowej budowy geologicznej oraz ustalenia związków hydraulicznych z sąsiednimi terenami.

Występowanie zanieczyszczeń gruntu stwarza potencjalne zagrożenie dla jakości wód podziemnych, w tym dla złoża wód leczniczych „Mateczny”, którego granica obszaru górniczego, ustalonego na podstawie przepisów ustawy prawo geologiczne i górnicze [13], przebiega w odległości około 150 m od granic terenu ZCH „Bonarka”.

Złoże wód leczniczych „Mateczny” nie ma wyznaczonej naturalnej granicy, ponieważ zdefiniowanie granic wód takich złóż możliwe jest tylko w nielicznych przypadkach [1].

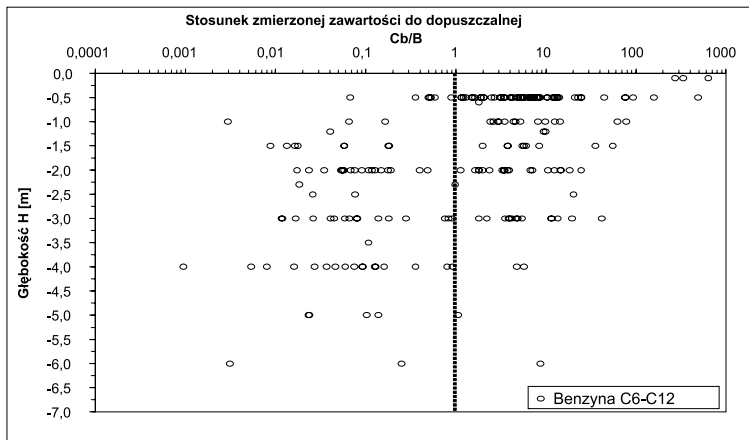
Aktualnie powierzchnia ziemi została poddana rekultywacji, a teren zagospodarowany przez lokalizację obiektów kubaturowych centrum handlowego i związanych z nim ciągów komunikacyjnych.

* Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu AGH, Kraków

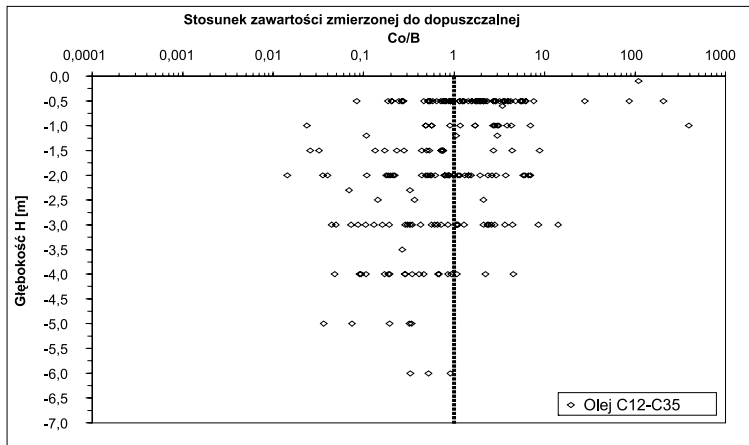
** Opracowano w ramach badań własnych

2. STAN JAKOŚCI POWIERZCHNI ZIEMI NA TERENIE ZCH „BONARKA”

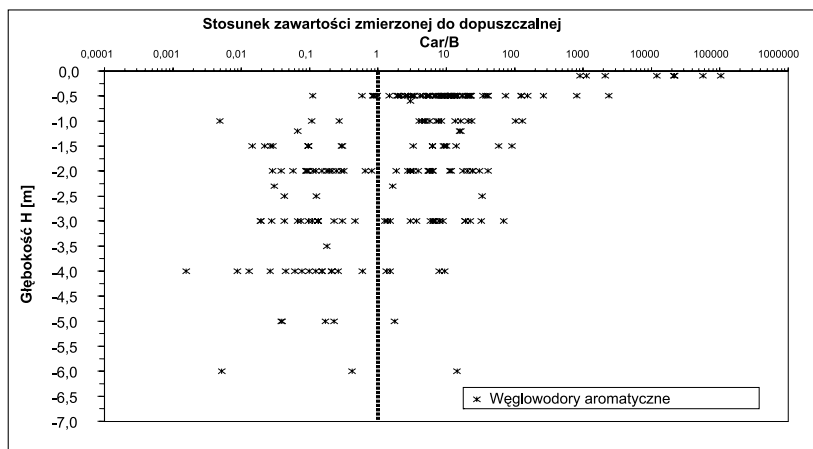
Stan powierzchni ziemi został określony na podstawie badań sozologicznych próbek gruntu, w zakresie węglowodorów. Zestawienie charakteryzujące zakres przeprowadzonych badań sozologicznych oraz ich graficzną interpretację zawierają rysunki 1, 2 i 3, na których przedstawiono rozmieszczenie punktów poboru próbek oraz krotność przekroczeń dopuszczalnych zawartości benzyn, oleju mineralnego i węglowodorów aromatycznych. Krotność przekroczeń przedstawiono jako iloraz zmierzonych w próbkach gruntu zawartości poszczególnych rodzajów węglowodorów i ich zawartości dopuszczalnych w rozporządzeniu Ministra Środowiska [14].



Rys. 1. Rozmieszczenie punktów poboru próbek w odniesieniu do głębokości oraz ilorazu zawartości zmierzonej do dopuszczalnej – suma benzyn



Rys. 2. Rozmieszczenie punktów poboru próbek w odniesieniu do głębokości oraz ilorazu zawartości zmierzonej do dopuszczalnej – suma benzyn

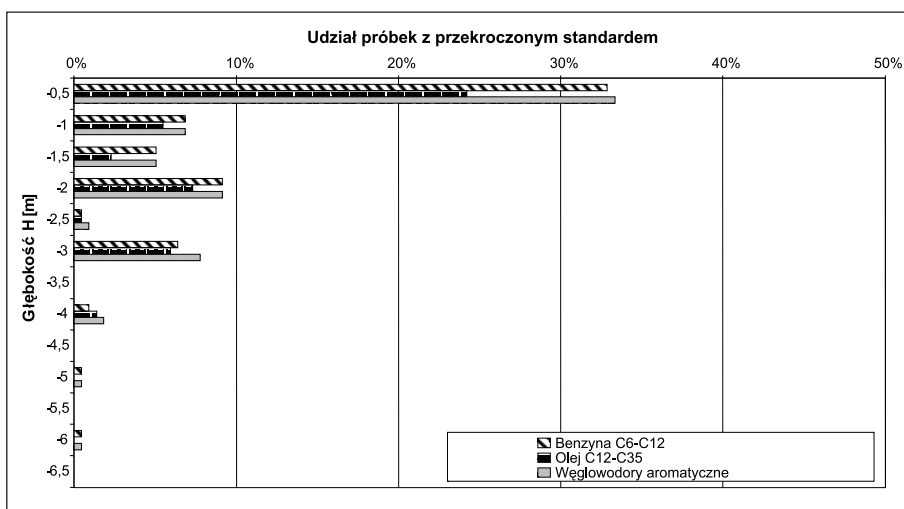


Rys. 3. Rozmieszczenie punktów poboru próbek w odniesieniu do głębokości oraz ilorazu zawartości zmierzonej do dopuszczalnej – węglowodory aromatyczne

W ramach badań sozologicznych wykonano 92 wiercone otwory badawcze i 8 wykopów kontrolnych, skąd pobrano 231 próbek gruntu, do badań laboratoryjnych na zawartość węglodorów ropopochodnych, z podziałem na benzyny C_6 - C_{12} , olej mineralny C_{12} - C_{35} .

Przeprowadzono analizę porównawczą, w której przyjęto standardy dla terenów sozologiczno-urbanistycznych grupy B, ze względu na ustaloną w planie zagospodarowania przestrzennego, docelową funkcję terenu ZCH „Bonarka” [11].

Na rysunku 4 przedstawiono udział procentowy próbek ze stwierdzonymi przekroczeniami standardów zawartych w rozporządzeniu ministra środowiska [14].



Rys. 4. Procentowy udział próbek z przekroczonymi standardami grupy B

3. ANALIZA WARUNKÓW GEOLOGICZNYCH TERENU ZCH „BONARKA”

Teren ZCH „Bonarka” położony jest w obrębie Zapadliska Przedkarpackiego. Budowa geologiczna tego terenu została rozpoznana licznymi wierceniami, którymi stwierdzono utwory okresu jurajskiego, kredowego, trzeciorzędowego i czwartorzędowego.

Na podstawie archiwalnych materiałów geologicznych można stwierdzić, że na analizowanym terenie utwory jurajskie reprezentowane są przez wapień krystaliczne, częściowo zwietrzałe, silnie spękane. Utwory jurajskie charakteryzują się budową zrębową z licznymi uskokami.

Utwory kredowe są wykształcone również w postaci wapieni.

Utwory mioceńskie to pakiet warstw o znacznej miąższości. Są one wykształcone w postaci ilów, ilów pylastych oraz piaszczystych barwy ciemnopopielatej, popielatej, brązowo-szarej, szarej. W obrębie utworów ilastych występują wkładki gipsów. Ich miąższość na terenie badań zależy od zaangażowania tektonicznego utworów jury.

Utwory plejstoceno-holoceno pokrywają całą powierzchnię terenu badań. Są to głównie grunty pochodzenia antropogenicznego, reprezentowane przez nasypy gruzowo-gliniasto-piaszczyste. Niżej występują utwory gliniaste wykształcone jako gliny, gliny piaszczyste, gliny pylaste, gliny zwięzłe, gliny piaszczyste zwięzłe, gliny pylaste zwięzłe, piaski gliniaste oraz piaski drobne i średnie. Utwory te nie występują na całym terenie ZCH „Bonarka” [8].

4. ANALIZA WARUNKÓW HYDROGEOLOGICZNYCH TERENU ZCH „BONARKA”

Teren ZCH „Bonarka” nie leży w obszarze zaliczonym do Głównych Zbiorników Wód Podziemnych [2]. Na analizowanym terenie stwierdzono występowanie wód podziemne w utworach czwartorzędowych, kredowych oraz jurajskich.

Wody gruntowe w utworach czwartorzędowych przejawiają się w postaci uplastycznienia gruntów. Sączenia wody występują w obrębie nasypów niekontrolowanych i przerosłów piaszczystych w obrębie utworów gliniastych. Ich intensywność może się zwiększać zwłaszcza w okresach intensywnych opadów atmosferycznych oraz wiosennych roztopów. Są to wody pochodzenia opadowego gromadzące się na nieprzepuszczalnym podłożu ilastym. Głębokość do poziomu wodonośnego występującego w utworach czwartorzędowych lokalnie wynosi 0,2–7,2 m. Wody pochodzące z sąceń są w więzi hydraulicznej z wodami powierzchniowymi Dużego Stawu Bonarkowskiego.

Poziom wodonośny w utworach kredowych występuje lokalnie i ma zwierciadło napięte stabilizujące się na rzędnych wysokościowych odpowiadających rzędnym wyższego jurajskiego poziomu wodonośnego. Poziom wodonośny w utworach kredowych na terenie ZCH „Bonarka” został stwierdzony lokalnie jedynie otworem archiwalnym P-5. Zwierciadło wody nawiercono na głębokości 5,0 m (rzędna 222,50 m npm), a ustalone na głębokości 2,60 m (rzędna 224,00 m npm).

Poziom wodonośny w utworach jurajskich ma zwierciadło napięte, ustalające się zależnie od morfologii terenu całego rejonu ZCH „Bonarka”. Warstwę napinającą stanowią nieprzepuszczalne ły mioceńskie lub niespękane warstwy wapieni jurajskich. Poziom ten

zasilany jest wodami atmosferycznymi na wychodniach wapieni i w obrębie nieczynnych kamieniołomów. Na terenie ZCH „Bonarka” można wyróżnić dwa ciągle poziomy wodonośne związane ze szczelinowatymi i spękany wapieniami górnourajskimi. W niniejszym artykule poziomy te nazwano: wyższy jurajski poziom I oraz niższy jurajski poziom II. W tabeli 1 zestawiono na podstawie materiałów archiwalnych dane hydrogeologiczne utworów jurajskich, określone w oparciu o udokumentowane wyniki wierceń [8], na podstawie których przeprowadzono dalsze analizy.

Tabela 1

Dane hydrogeologiczne utworów jurajskich w analizowanym rejonie

Nazwa otworu	Rzędna terenu	Data pomiaru	Głębokość do zwierciadła wody		Rzędna zwierciadła wody	
			Nawiercone zwierciadło wody m ppt	Ustabilizowane zwierciadło wody m ppt	Nawiercone zwierciadło wody m npm	Ustabilizowane zwierciadło wody m npm
Obszar ZCH „Bonarka”						
S-1	220,20	–	9,90	4,10	210,3	216,10
S-3	230,00	28.12.1949	32,00	12,00	198,00	218,00
S-4	220,15	31.07.1960	11,00	8,00	209,15	212,15
		12.04.2007	11,0	4,691	209,15	215,24
S-5	230,00	30.11.1961	32,00	17,00	198,00	213,00
1070	235,00	30.06.1992	21,20	10,4	213,80	224,60
P-1	226,00	30.04.1981	19,80	1,70	206,20	224,30
P-2	224,00	30.04.1981	27,50	+0,10	196,50	224,10
P-3	220,70	30.04.1981	20,00	+3,50	200,70	224,20
P-4	224,80	31.05.1981	11,30	0,70	213,50	224,10
P-5	226,60	–	5,00	2,60	222,50	224,00
P-6	225,50	30.06.1981	17,00	3,00	208,50	222,50
P-7	230,80	31.03.1981	14,70	7,00	216,10	223,80
P-8	223,30	30.04.1981	19,00	0,30	204,30	223,00
P-9	221,30	30.04.1981	35,00	2,40	186,30	218,90
Obszar kamieniołom „Liban”						
W-1	212,20	31.12.1972	0,70	0,70	211,50	211,50
W-2	211,4	31.12.1972	0,00	0,00	211,40	211,40
W-3	212,20	31.12.1972	0,50	0,50	211,70	211,70
W-4	213,40	31.12.1973	1,60	1,60	211,80	211,80
Obszar „Mateczny”						
Geo-2	204,3	01.05.1985	30,30	+9,50	174,00	203,80
M-3	203,10	01.05.1980	44,70	+10,50	158,40	213,60
M-4	204,79	01.03.1968	25,30	+7,20	179,50	211,99

5. ANALIZA ZAGROŻEŃ DLA ZŁOŻA WÓD LECZNICZYCH „MATECZNY”

Wyższy jurajski poziom wodonośny reprezentowany jest w piezometrach, np. w piezometrze P-1, gdzie zwierciadło wody nawiercono na głębokości 19,8 m (rzędna 206,20 m npm), a ustalone na głębokości 1,70 m (rzędna 224,30 m npm). Wyższy jurajski poziom wodonośny na terenie projektowanej inwestycji osiągnęły jeszcze studnie S-1 (rzędna ustalonego zwierciadła wody 216,10 m npm) i S-3 (rzędna ustalonego zwierciadła wody 210,00 m npm) oraz piezometr P-9 (rzędna ustalonego zwierciadła wody 218,90 m npm), a ponadto jeszcze piezometry P-2, P-3, P-4, P-5, P-6, P-7, P-8.

W trakcie prowadzonych prac rekultywacyjnych natrafiono na 4 piezometry oznaczone P2, P3, P8, P9. Piezometry te zostały zlikwidowane na podstawie projektu prac geologicznych [10]. Piezometr P-7 został pozostawiony do monitoringu jakości wód podziemnych. Natomiast piezometrów P-1, P-4, P-6 nie odnaleziono.

Niższy jurajski poziom wodonośny reprezentowany jest między innymi w otworze studziennym S-4, gdzie zwierciadło wody nawiercono na głębokości 11,0 m (rzędna 209,15 m npm), a ustalone na głębokości 8,0 m (rzędna 212,15 m npm) oraz otworze studziennym S-5, gdzie zwierciadło wody nawiercono na głębokości 32 m (198,00 m npm), a ustalone na głębokości 17,00 m (rzędna 224,30 m npm) [7].

Wahania położenia zwierciadła wody dotyczą obu poziomów jurajskich. O podwyższeniu położenia zwierciadła wody wyższego jurajskiego poziomu wodonośnego w stosunku do pomiaru z okresu wiercenia, świadczy fakt wystąpienia samowypływu w otworze P-8, w którym w okresie wiercenia woda stabilizowała się na głębokości 0,3 m ppt.

Nieco inna sytuacja dotyczy położenia zwierciadła wody niższego jurajskiego poziomu wodonośnego. Wprawdzie odnaleziono tylko studnię S-4, która ujmuje wody poziomu niższego, i w tej studni tej istniała możliwość pomiaru położenia zwierciadła. Zmierzona w dniu 12.04.2007 r. głębokość od terenu wynosiła 6,91m (rzędna 215,24 m npm). Wskazuje to na podniesienie się zwierciadła wody niższego jurajskiego poziomu wodonośnego o 3,09 m w stosunku do pomiaru z okresu wiercenia.

Szczegółowy obraz warunków hydrogeologicznych terenu ZCH „Bonarka” przedstawiono na przekroju hydrogeologicznym – rysunek 5.

Szczegółowy obraz warunków hydrogeologicznych terenu ZCH „Bonarka” i obszarów sąsiednich przedstawiono na mapie dokumentacyjnej – rysunek 6.

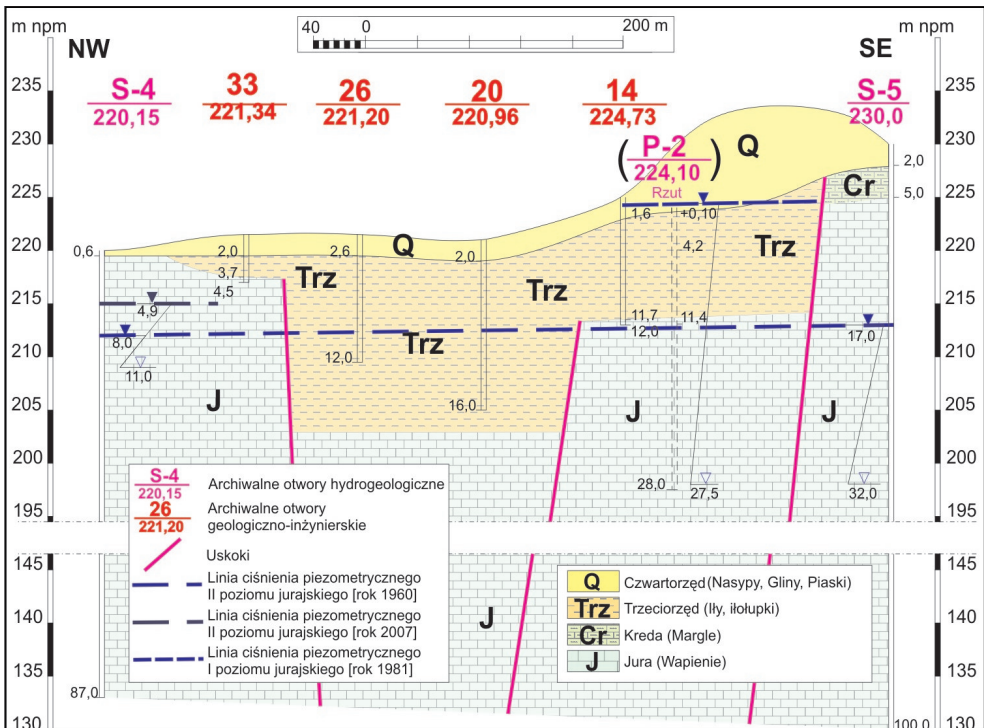
Do wyznaczenia hydroizohips i kierunku przepływu wód wyższego I poziomu wykorzystano dane z otworów zlokalizowanych w trójkącie o wierzchołkach P-1 (otwór zlokalizowany na terenie ZCH „Bonarka”) oraz P-7 i 1070 (otwory w sąsiedztwie terenu ZCH „Bonarka”). Do wyznaczenia hydroizohips i kierunku przepływu wód wyższego II poziomu wykorzystano dane z otworów zlokalizowanych w trójkącie o wierzchołkach S-4 (studnia zlokalizowana przy granicy terenu projektowanej inwestycji) oraz M-4 (otwór zlokaliz-

zowany na złożu wód leczniczych Mateczny i W-2 (otwór zlokalizowany w kamieniołomie „Liban”). Przebiegi hydroizohips i kierunki przepływu wód podziemnych wyznaczono na podstawie metodyki podanej w literaturze [3].

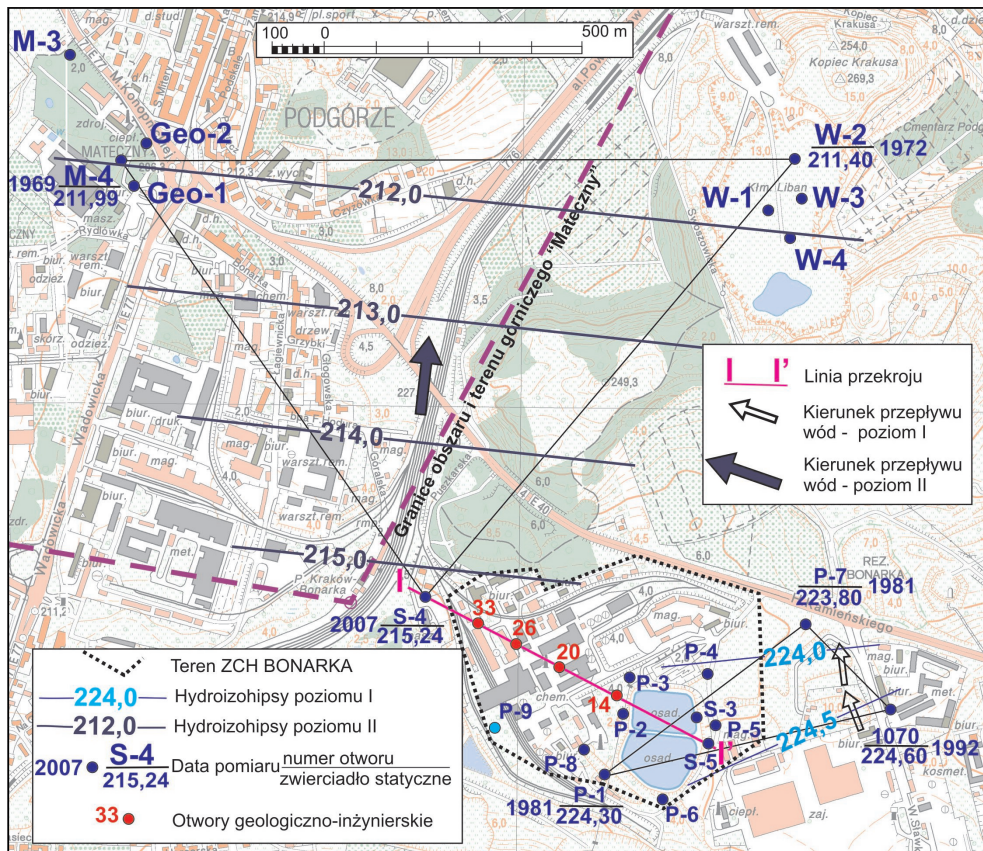
Jurajskie poziomy wodonośne mają więź hydrauliczną z wodami powierzchniowymi rzeki Wisły, przez którą są drenowane.

Wody złoża „Mateczny” są udostępnione otworami wiertniczymi, M-4 z 1968r. o głębokości 36 m, M-3 z 1983r. o głębokości 62,3 m, GeO-2A z 1985r. o głębokości 37,55 m. W otworach sięgających do złoża wód „Mateczny” stwierdzono dwa poziomy wodonośne. Wyższy poziom wodonośny związany z utworami czwartorzędowymi ma wodę zwykłą, niebędącą kopaliną w rozumieniu prawa [13], o swobodnym zwierciadle, a niższy poziom wodonośny ma wodę mineralną będącą kopaliną w rozumieniu prawa [13], nawierconą na stropie piasków (M-3 i GeO-2A) oraz 2 m poniżej stropu utworów malmu (M-4).

Zwierciadło tego poziomu jest napięte i stabilizuje się na różnych wysokościach powyżej powierzchni terenu. Utworami wodonośnymi są piaski trzeciorzędowe wypełniające obniżenie erozyjne wapieni malmu. Złoże wód leczniczych „Mateczny” jest izolowane od góry przez nieprzepuszczalne utwory ilaste miocenu, co skutkuje artezyjskimi warunkami występowania wód leczniczych.



Rys. 5. Przekrój hydrogeologiczny przez terenu ZCH „Bonarka”



Rys. 6. Mapa dokumentacyjna z elementami hydrogeologicznymi terenu ZCH „Bonarka” i obszarów sąsiednich

6. WNIOSKI

1. Teren ZCH „Bonarka” leży w niewielkiej odległości od granicy obszaru górniczego „Mateczny”.
2. Na podstawie analizy przekroju hydrogeologicznego i mapy dokumentacyjnej, z przebiegiem hydroizohips naturalnego pola hydrodynamicznego, nie można wykluczyć, że istnieje związek hydrauliczny między niższym jurajskim poziomem wodonośnym stwierdzonym na terenie ZCH „Bonarka”, a złożem wód leczniczych „Mateczny” ujętym otworem M-4.
3. W przypadku istnienia związku hydraulicznego między niższym jurajskim poziomem wodonośnym, a ujęciem M-4 problem nabiera istotnego znaczenia, zwłaszcza w przypadku poboru wody z tego ujęcia z maksymalnym wydatkiem dopuszczonym koncesją na eksploatację wód ze złoża „Mateczny”.

4. Pobór wody z ujęcia M-4, zwłaszcza z maksymalnym wydatkiem, może prowadzić do zmiany naturalnego kierunku przepływu niższego jurajskiego poziomu wodonośnego.
5. Zmiany naturalnego kierunku przepływu niższego jurajskiego poziomu wodonośnego mogą spowodować spływ tych wód z terenu ZCH „Bonarka” do ujęcia M-4.
6. Zagrożenie spływem wód niższego jurajskiego poziomu wodonośnego z terenu ZCH „Bonarka” do ujęcia M-4 jest bardzo prawdopodobne ze względu na szczelinowo-kra-sowy charakter warstwy wodonośnej, stwarzający uprzywilejowane drogi migracji dla drenowanej wody.
7. W opisanym wyżej stanie zagrożona może być jakość wody leczniczej złoża „Mateczny”, zwłaszcza gdyby stwierdzone badaniami sozologicznymi zanieczyszczenia spowodowały pogorszenie jakości wód, niższego jurajskiego poziomu wodonośnego na terenie ZCH „Bonarka”.
8. Ryzyko pogorszenia jakości wód, niższego jurajskiego poziomu wodonośnego zostało istotnie ograniczone, w wyniku przeprowadzonej rekultywacji powierzchni ziemi na terenie ZCH „Bonarka”, przed rozpoczęciem budowy centrum handlowego.
9. Istotnym zagrożeniem dla jakości wód, niższego jurajskiego poziomu wodonośnego, jest aktualnie nieeksploatowana i nieposiadająca administratora studnia S-4, przez którą może nastąpić zanieczyszczenie tego poziomu wodonośnego.
10. W trosce o jakość wody leczniczej ze złoża „Mateczny”, zaleca się przekształcić studnię S-4, w odpowiednio zabezpieczony otwór monitoringowy, przeznaczony do okresowej kontroli jakości wody, niższego jurajskiego poziomu wodonośnego.

LITERATURA

- [1] Ciężkowski W. (red.): *Współdziaływanie wód zwykłych i leczniczych – zasady dokumentowania, ochrony i gospodarki wodnej*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007
- [2] Kleczkowski A. (red.): *Mapa obszarów Głównych Zbiorników Wód Podziemnych*. Kraków 1990
- [3] Pazdro Z.: *Hydrogeologia ogólna*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa 1983
- [4] Radwan J., Węclawik S.: *Występowanie i ochrona wód mineralnych w świetle badań geologicznych. Problemy ekologiczne Krakowa. Część pierwsza: Bogate w magnez wody mineralne z ujęcia „Mateczny”*. Wydawnictwo AGH, Kraków 1987
- [5] Zuber A.: *Pochodzenie, zasoby, odnawialność i ochrona wód mineralnych „Mateczny” w świetle dotychczasowych badań izotopowych. Problemy ekologiczne Krakowa. Część pierwsza: Bogate w magnez wody mineralne z ujęcia „Mateczny”*. Wydawnictwo AGH, Kraków 1987
- [6] Archiwalne materiały geologiczne Bank Hydro
- [7] Dokumentacja hydrogeologiczna studni jurajskiej S-4 dla fabryki Supertomasyny „Bonarka”. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne, Kraków 1960

- [8] Dokumentacja hydrogeologiczna w związku z projektowaną budową centrum komercyjnego „Bonarka City Centrum” z zagospodarowaniem terenu i infrastrukturą techniczną przy ulicy H. Kamieńskiego/Puszkarska w Krakowie. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne, Kraków 2007
- [9] Dokumentacja hydrogeologiczna zasobów wód podziemnych dla celów leczniczych z utworów trzeciorzędowych w kat. „B” dla zaopatrzenia Zakładu „Mateczny”. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne, Kraków 1984
- [10] Projekt prac geologicznych dla likwidacji otworów hydrogeologicznych na terenie dawnych Zakładów Chemicznych „Bonarka” przy ul. Puszkarskiej w Krakowie. Wojewódzkie Archiwum Geologiczne, Kraków 2007
- [11] Uchwała Nr CI/1020/06 Rady Miasta Krakowa z dnia 8 lutego 2006 r. w sprawie uchwalenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego obszaru „Bonarka”. Dziennik Urzędowy województwa małopolskiego. Kraków, dnia 29 marca 2006 r. Nr 158
- [12] Ustawa z dn. 27.04.2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. Nr 62/01, poz. 627 z późn. zm.)
- [13] Ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze (Dz. U. Nr 27, poz. 96 z późn. zm.)
- [14] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi – Dz. U. Nr 165, poz. 1359