

**Jan Macuda\***

**BADANIA GLEB I GRUNTÓW  
W REJONIE MIEJSC WIELOLETNIEGO SKŁADOWANIA  
ODPADÓW WIERTNICZYCH I POEKSPLOATACYJNYCH\*\***

**1. WSTĘP**

W drugiej połowie XX wieku w trakcie wiercenia otworów poszukiwawczych za ropą naftową i gazem ziemnym powszechną praktyką było składowanie powstających ścieków i odpadów technologicznych w dołach urobkowych na terenie wiertni. Doły te nie były skutecznie zabezpieczone przed migracją z nich toksycznych odcieków do środowiska i wokół nich dochodziło do zanieczyszczenia gruntów i wód podziemnych. Zasięg i wielkość zanieczyszczenia każdorazowo były uzależnione od ilości i toksyczności składowanych w dołach urobkowych ścieków i odpadów oraz warunków geologicznych i hydrogeologicznych występujących w miejscu ich lokalizacji. Dla ograniczenia negatywnych skutków dla środowiska gruntowo-wodnego, składowane ścieki i odpady były zestalane w dołach urobkowych przy wykorzystaniu różnego rodzaju materiałów wiążących.

Ilość i rodzaj toksycznych dla środowiska zanieczyszczeń, występujących w zdeponowanych w dołach urobkowych ściekach i odpadach jest uzależniony zarówno od rodzaju płuczki wiertniczej stosowanej do wiercenia otworów poszukiwawczych jak i eksploatowanych węglowodorów oraz stosowanej technologii ich oczyszczania i dystrybucji. Zdeponowane ścieki i odpady najczęściej zawierają toksyczne substancje w postaci ropy naftowej, detergentów, chlorków, rtęci, siarki, inhibitorów korozji, metanolu i glikolu.

Do tzw. „starych złóż” można zaliczyć Kopalnię Ropy Naftowej i Gazu Ziemnego Grabownica w obrębie, której istnieje kilka dołów urobkowych z zdeponowanymi i zestalowanymi w nich odpadami wiertniczymi i technologicznymi. W ich obrębie wykonano badania stanu gleb i gruntów dla oceny stanu ich zanieczyszczenia.

---

\* AGH Akademia Górniczo-Hutnicza, Wydział Wiertnictwa, Nafty i Gazu, Kraków

\*\* Praca wykonana w ramach badań statutowych WWNiG AGH

## 2. CHARAKTERYSTYKA ZŁOŻA ROPY NAFTOWEJ GRABOWNICA

Złoże ropy naftowej Grabownica należy do jednych z najstarszych złóż odkrytych w polskiej części Karpat fliszowych. Prace wiertnicze na tym złożu zapoczątkowane zostały pod koniec XIX wieku odwiertem AB-1. W latach 1989–1905 odwiercono otwory pn. „Karpaty”, które zostały zlikwidowane przed I wojną światową. Prace wiertnicze wznowiono w 1918 r., a okres największego ich rozwoju miał miejsce po zakończeniu II wojny światowej. Największe wydobycie ropy w całej historii eksploatacji złoża, w wysokości ponad 42 tys. ton ropy uzyskano w 1951 r., ze 136 odwiertów produkcyjnych. W latach 1955–1987 na obszarze złoża „Grabownica” odwiercono kolejnych 25 otworów wiertniczych. Równocześnie przez cały ten okres prowadzono pogłębianie odwiertów eksploatacyjnych i stosowano wtórne metody eksploatacji w celu Zwiększenia wydobycia ropy naftowej [3, 10].

Eksploatacja złoża Grabownica prowadzona jest z kilku osobnych bloków tektonicznych, które z kierunku od wschodu na zachód oznaczone są jako bloki: Wanda, Gaten, Graby i Genpeg. Poziomem produktywnym są warstwy lgockie dolnej kredy.

Pierwsze prace poszukiwawcze w rejonie Grabownicy zlokalizowane były w zachodniej części złoża na bloku Genpeg. Również na tym bloku wykonano w latach 1984–1988 ostatnie wiercenia (otwory HB: -7, 8, -9, -10). Łącznie obszar ten rozpoznany został 79 odwiertami. Ogółem z tego bloku wydobyto 237 tys. ton ropy naftowej, co stanowi 23,3% ogólnego wydobycia ze złoża. Blok Genpeg od wschodu sąsiaduje z blokiem Graby, na którym w latach 1913–1958 odwiercono 63 otwory. Ogółem z bloku Graby od początku eksploatacji do 2007 r. wydobyto 446 tys. ton ropy naftowej, tj. ok. 44,0% ogólnego wydobycia. Na tym bloku uzyskano również najbardziej efektywne wyniki z pogłębiania odwiertów, wynoszące ponad 63 tys. ton nadwyżki ropy naftowej. Dla porównania, sumaryczna nadwyżka wydobycia ropy naftowej dla całego złoża „Grabownica” wyniosła ponad 147 tys. ton. Na tym elemencie w południowym skrzydle fałdu położony jest odwiert Graby-3, który przewidziany jest do zatłaczania wód złożowych.

Na kolejnym bloku Gaten odwiercono w latach 1918–1960 ogółem 40 otworów, z których do 2007 r. wydobyto 191 tys. ton ropy naftowej, co stanowi ok. 20,0% sumarycznego wydobycia ze złoża. W wyniku prowadzonego tu pogłębiania odwiertów uzyskano 28 tys. ton ropy, co stanowi 43% sumarycznej nadwyżki wydobycia uzyskanej z pogłębiania odwiertów kopalni Grabownica. W południowym skrzydle struktury położony jest odwiert Gaten-10 wykorzystywany od 1989 r. do zatłaczania wód złożowych. Od początku eksploatacji, tj. od 1930 r. do 1989 r., z odwiertu wydobyto: 6,1 tys. ton ropy naftowej, 1,5 tys. ton wody złożowej i 0,44 mln m<sub>n</sub><sup>3</sup> gazu ziemnego. Od lutego 1989 r. do grudnia 2007 r. odwiertem Gaten-10, wtłoczono do złoża – 14,73 tys. ton wody złożowej.

Na bloku Wanda w latach 1943–1972 odwiercono 45 otworów. Sumaryczne wydobycie z tego bloku od początku eksploatacji do końca 2007 r. wyniosło 129 tys. ton ropy naftowej tj. 12,7% całkowitego wydobycia ze złoża. W wyniku pogłębiania odwiertów uzyskano 28 tys. ton nadwyżek wydobycia ropy naftowej [10].

W okresie 1955–2007 spadek wydobycia ropy ze złoŜa był rzędu 4% rocznie. Nie zanotowano w tym okresie zwiększonego dopływu wód złoŜowych, a średni wykładnik wodny z podanego wyŜej przedziału czasowego wynosił 0,6 t/t. Pomiar ciśnienia złoŜowego przeprowadzono tylko w kilku odwiertach, a jego wartość nie przekraczała 9 MPa.

Dotychczasowe wydobycie ze złoŜa „Grabownica” wyniosło: 1,02 mln ton ropy naftowej, 377,82 mln m<sub>n</sub><sup>3</sup> gazu towarzyszącego i 285,86 tys. ton wody złoŜowej.

ZłoŜe „Grabownica” aktualnie udostępnione jest 84 odwiertami, z których dwa są zastawione, natomiast jeden odwiert (Gaten-10) wykorzystywany jest do zatłaczania wody złoŜowej. Eksploatacja złoŜa prowadzona jest równocześnie ze wszystkich elementów złoŜowych (bloków) w warunkach energetycznych gazu rozpuszczonego w ropie.

### 3. METODYKA BADAŃ I WYNIKI

Dla oceny wpływu miejsc wieloletniego składowania odpadów wiertniczych i eksploatacyjnych KRNiGZ Grabownica na stan środowiska gruntowego wytypowano do badań najbliższe otoczenie tłoczni ropy naftowej, w obrębie której są zdeponowane w gruncie odpady powstałe podczas wiercenia i rekonstrukcji odwiertów naftowych oraz odpady powstałe w trakcie eksploatacji węglowodorów [2].

Próbki gleb i gruntów pobrano w miejscach potencjalnie najbardziej naraŜonych na zanieczyszczenia tj. poniŜej dołu urobkowego gdzie grawitacyjnie spływają wody opadowe i następuje ewentualna migracja zanieczyszczeń.

Dla ustalenia tła geochemicznego pobrano równieŜ próbki gleby z terenu nieobjętego negatywnym wpływem dołu urobkowego na środowisko gruntowe.

Ze względu na rodzaj prowadzonej działalności przemysłowej, w próbkach gleb i gruntów wytypowano do oznaczenia substancje, które mogą potencjalnie powodować zanieczyszczenie środowiska gruntowego tj [2, 4]:

- węglowodory,
- reduktory organiczne,
- metanol,
- substancje nieorganiczne,
- chlorki.

Dla oceny stanu środowiska gruntowego w obrębie miejsca składowania odpadów pobrano 14 próbek gleb i gruntów z głąbokości 0,3 m i 1,4 m p.p.t., specjalistycznym próbnikiem wg procedury zawartej w literaturze [1, 5, 6]. Po ich wysuszeniu, oddzieleniu szkieletu, przetarciu w młynie agatowym i spaleniu materii organicznej w temp. 450 °C trawiono na gorąco w mieszaninie kwasu azotowego i nadchlorowego (3:2). Następnie po odparowaniu próbki rozpuszczono w 1% roztworze HCl. Zawartość węglowodorów w badanych gruntach oznaczono metodą chromatografii cieczowej (HPLC – *High-Pressure Liquid Chromatography*), a metali ciężkich techniką ASA (atomowej spektrometrii absorpcyjnej) [1, 8, 9]. Wyniki badań laboratoryjnych próbek gleb i gruntów przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1

Zestawienie wyników badań chemicznych gleb pobranych w rejonie dołu urobkowego na terenie Kopalni Ropy Naftowej Grabownica.  
Głębokość poboru próbek 0,0-0,3 m

Lp.	Oznaczenie	Nr pobranej próbki gleby							Wartość dopuszczalna dla terenów przemysłowych Głęb. 0,0 – 2,0 m	VII	Wartość dopuszczalna dla terenów upraw rolniczych Głęb. 0,0-0,3 m
		I	II	III	IV	V	VI	koncentracja [mg/kg s.m.]			
1	pH	6,9	7,3	8,1	7,5	7,7	6,8	-	6,2	-	
2	Chlorki	172,3	124,6	157,9	114,7	182,3	191,4	-	24,1	-	
3	Chrom	28,9	18,1	23,6	19,7	16,8	21,9	<b>500</b>	10,3	<b>150</b>	
4	Cynk	98,5	89,3	114,2	127,6	97,9	125,1	<b>1000</b>	31,3	<b>300</b>	
5	Miedź	15,6	11,3	17,8	14,5	18,9	13,7	<b>600</b>	7,1	<b>150</b>	
6	Kadm	1,3	1,7	1,4	2,1	1,8	1,6	<b>15</b>	0,6	<b>4</b>	
7	Ołów	38,1	43,5	28,7	32,1	21,4	18,6	<b>600</b>	8,3	<b>100</b>	
8	Rtęć	0,94	1,14	1,05	0,98	0,86	1,32	<b>30</b>	0,04	<b>2</b>	
9	Nikiel	11,4	9,8	10,6	12,3	15,2	9,4	<b>300</b>	5,2	<b>100</b>	
10	Metanol	1,9	2,6	2,9	1,8	3,1	2,7	-	0,0	-	
11	Olej mineralny C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub>	648,2	537,3	711,1	651,8	596,4	632,2	<b>3000</b>	49,2	<b>50</b>	

**Tabela 2**

Zestawienie wyników badań chemicznych gleb pobranych w rejonie dołu urobkowego na terenie Kopalni Ropy Naftowej Grabownica.  
Głębokość poboru próbek 0,8–1,4 m

Lp.	Oznaczenie	Nr pobranej próbki gleby							Wartość dopuszczalna dla terenów przemysłowych Głęb. 0,0 – 2,0 m	VII	Wartość dopuszczalna dla terenów upraw rolniczych Głęb. 0,3–15,0 m
		I	II	III	IV	V	VI	koncentracja [mg/kg s.m.]			
1	pH	6,9	7,3	8,1	7,5	7,7	6,8	–	6,9	–	
2	Chlorki	131,4	142,2	131,5	128,1	184,7	200,9	–	18,5	–	
3	Chrom	23,2	16,8	22,1	20,3	18,4	23,2	<b>500</b>	7,2	<b>150</b>	
4	Cynk	62,7	73,1	99,6	134,2	111,5	116,4	<b>1000</b>	39,7	<b>350</b>	
5	Miedź	12,1	13,2	11,9	16,5	13,7	19,2	<b>600</b>	8,4	<b>100</b>	
6	Kadm	0,9	1,1	0,8	1,7	1,4	1,9	<b>15</b>	0,5	<b>5</b>	
7	Ołów	27,3	29,9,5	31,7	35,2	18,6	14,8	<b>600</b>	7,7	<b>100</b>	
8	Rtęć	0,69	0,86	1,19	0,73	0,94	1,14	<b>30</b>	0,06	<b>3</b>	
9	Nikiel	8,9	7,3	7,7	10,2	16,1	10,7	<b>300</b>	4,8	<b>50</b>	
10	Metanol	1,3	1,8	2,1	1,4	2,4	2,0	–	0,0	–	
11	Olej mineralny C <sub>12</sub> -C <sub>35</sub>	534,7	469,1	598,4	487,9	522,6	566,7	<b>3000</b>	62,3	<b>200</b>	

#### 4. PODSUMOWANIE

Na podstawie analizy wyników badań laboratoryjnych, przedstawionych w tabelach 1 i 2, można stwierdzić, że gleba oraz grunt do głębokości 1,4 m w najbliższym otoczeniu dołu urobkowego nie są zanieczyszczone metalami ciężkimi, metanolem oraz chlorkami ponad standardy ustalone w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby i standardów jakości ziemi, dla terenów upraw rolniczych i przemysłowych [7].

W badanych próbkach gleb i gruntów oznaczone koncentracje oleju mineralnego w żadnym przypadku nie przekraczały dopuszczalnych wartości dla terenów przemysłowych (3000 mg/kg s.m.). Stwierdzone koncentracje oleju mineralnego przekraczały jednak dopuszczalne standardy, obowiązujące dla terenów upraw rolniczych.

Z uwagi na możliwość migracji węglowodorów do środowiska gruntowo-wodnego poza teren przemysłowy zachodzi konieczność opracowania skutecznej technologii utylizacji odpadów zgromadzonych w dole urobkowym.

#### LITERATURA

- [1] Macuda J., Macuda Ł., Macuda M., Rogowska-Kwas R.: *Zanieczyszczenie środowiska gruntowego substancjami ropopochodnymi na terenach rafineryjnych*. Geomatics and Environmental Engineering, vol. 1, no. 2, 2007.
- [2] Macuda J., Gonet A., Dudek J.: *Ocena parametrów geotechnicznych gruntów w rejonie zbiornika i tłoczni ropy naftowej w KRN Grabownica*. Fundacja Wiertnictwo-Nafta-Gaz. Nauka i Tradycje, Kraków 2010 (praca niepublikowana).
- [3] Karnkowski P.: *Złoża gazu ziemnego i ropy naftowej w Polsce T 1 Niż Polski*. Wyd. „GEOS” AGH, Kraków 1993.
- [4] Kotarba M., Piela J., Żołnierczuk T.: *Geneza gazu ziemnego akumulowanego w permsko-karbońskich pułapkach litologicznych złoża Paproć w świetle badań izotopowych*. Przegląd Geologiczny, nr 4, 1992.
- [5] PN-R-04031: *Analiza chemiczno-rolnicza gleby – Pobieranie próbek*.
- [6] PN-ISO 10381-1-2: *Jakość gleby – Pobieranie próbek – Część 2: Zasady dotyczące technik pobierania*. 2007.
- [7] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi. Dz. U. 2002 nr 165, poz. 1359.
- [8] Zawisza L., Macuda J. i in.: *Ocena zagrożeń dla środowiska naturalnego występujących przy poszukiwaniu i rozpoznawaniu oraz podczas eksploatacji złóż węglowodorów*. Raport końcowy. WWNiG AGH, Kraków 2007 (praca niepublikowana).
- [9] Zawisza L., Macuda J., Nagy S.: *Protection of urbanized mining areas in the mine's closing processes*. Polish Journal of Environmental Studies; vol. 15, no. 15C, 2006.
- [10] Zawisza L. i inni.: *Dokumentacja określająca warunki hydrogeologiczne w związku z wtłaczaniem wód złożowych do warstw kredowych złoża ropy naftowej Grabownica*. OSiR SN-T ITPNiG. Kraków 2008 (praca niepublikowana).