

Agnieszka PEKALA<sup>1</sup>  
Joanna CZARNOTA<sup>2</sup>  
Agnieszka WOTA<sup>3</sup>

## OCENA STANU ŚRODOWISKA GLEBOWEGO W SĄSIEDZTWIE ZAKŁADU WSK-PZL RZESZÓW S.A

Ocena stanu środowiska glebowego wokół zakładu WSK - PZL Rzeszów S.A, została przeprowadzona w oparciu o wyniki analiz zawartości Cd, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr i Zn oraz pH gleb. Materiał glebowy pobrano w strefie wpływów emisji przemysłowych w odległości 50 – 500 m od potencjalnego emitora zanieczyszczeń, jakim może być zakład WSK PZL – Rzeszów. Pierwiastki śladowe oznaczono metodą ICP, przy użyciu spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem plazmowym ICP-OES GBC Quantima E1330. Oznaczenie pH wykonano przy użyciu pehametru CP-105 waterproof ELMETRON IP67 zgodnie z normą PN-ISO 10390:1997. W celu określenia składu fazowego oraz stwierdzenia obecności ewentualnych składników antropogenicznych w badanych glebach, wykonano badania mineralogiczne przy zastosowaniu: dyfraktometru rentgenowskiego oraz mikroskopu elektronowego (SEM) HITACHI S-3400 N z mikroanalizatorem rentgenowskim (EDX). Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r w sprawie standardów jakości gleb i standardów jakości ziemi, (Dz. U. 2002, Nr 165 poz. 1359), opróbowane gleby należą do grupy B, a zawarte w nich pierwiastki śladowe w przewadze nie przekraczają wartości normowych wg Rozporządzenia. Porównując jednak uzyskane wyniki z danymi zawartymi w „Atlasie geochemicznym Polski” dla gleb miasta Rzeszowa, można stwierdzić we wszystkich próbkach, podwyższone stężenie dla Ni (zawartość średnia 34,90 mg/kg s.m.) i Cr (zawartość średnia 21,13 mg/kg s.m.), w stosunku do danych zawartych w Atlasie (Ni – 20 mg/kg s.m. i Cr – 10 mg/kg s.m.). Uzyskane wyniki kwasowości gleb pozwalają zaklasyfikować badany materiał do gleb o charakterze lekko kwaśnych.

**Słowa kluczowe:** geochemia, monitoring środowiska, pierwiastki śladowe, gleby

<sup>1</sup> Autor do korespondencji / corresponding author: Agnieszka Pękala, Politechnika Rzeszowska, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, ul. Poznańska 2, 35-084 Rzeszów, apekala@prz.edu.pl

<sup>2</sup> Joanna Czarnota, Politechnika Rzeszowska, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów

<sup>3</sup> Agnieszka Wota, Politechnika Rzeszowska, Wydział Budownictwa, Inżynierii Środowiska i Architektury, al. Powstańców Warszawy 6, 35-959 Rzeszów

## 1. Wprowadzenie

Gleba jest podstawowym elementem środowiska przyrodniczego, a jej właściwości (fizyczne, chemiczne i biologiczne) formowane przez procesy glebotwórcze są w stanie równowagi dynamicznej. Naruszanie tej równowagi prowadzi do negatywnych zmian w środowisku naturalnym. Czynnikiem zakłócającym stan równowagi środowiska glebowego są niewątpliwie zanieczyszczenia metalami ciężkimi pochodzącymi z zakładów przemysłowych, o lokalnym oraz regionalnym zasięgu. Zaznaczyć należy, że przemysłowe emisje gazów oraz pyłów stanowią skoncentrowane źródło zanieczyszczeń metalonowych. Duży wpływ na ten typ zanieczyszczeń ma również transport, komunikacja, nawożenie gleb oraz dogruntowe usuwanie odpadów [1]. Rozpuszczalność i migracja wszystkich metali jest silnie uzależniona między innymi od wartości pH gleb. Rozpuszczalność większości metali zmniejsza się wraz ze wzrostem pH, co z kolei prowadzi do zmniejszenia ich dostępności. Krytyczną fazą dla uruchamiania metali jest faza kwaśna. Spadek wartości odczynu, prowadzi między innymi do większej mobilności takich metali, jak: kadm, miedź, cynk, ołów i rtęć [2, 3]. Nieco inaczej zachowuje się chrom, który jest bardziej mobilny przy wyższym odczynie. W środowisku gruntowym może, on tworzyć szereg odmian o różnym stopniu toksyczności i być częściowo unieruchamiany w szkieletcie gruntowym [4].

Badania stanu gleb na obszarze województwa podkarpackiego prowadzone są w cyklach kilkuletnich. Okręgowa Stacja Chemiczno – Rolnicza w Rzeszowie wykonuje oznaczenia zasobności w makroelementy (fosforu, potasu i magnezu) oraz pH gleb, co cztery lata. Bardziej szczegółowy monitoring gleb jest wykonywany na zlecenie GIOŚ przez Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach w cyklu 5 letnim od 1995r. W ramach programu „Monitoring chemizmu gleb ornych Polski” [5], zgodnie z ustawą z dnia 27 kwietnia 2001 Prawo ochrony środowiska [Dz. U. 2001 nr 62 poz.627 z p.zm] oraz Dyrektywą 2010/75/UE [Dz. U. L 334/17] na terenie woj. podkarpackiego zlokalizowano 14 punktów pomiarowo – kontrolnych [6,7]. Jednakże zgodnie z danymi przedstawionymi w opracowaniu „Monitoring chemizmu gleb ornych w Polsce w latach 2010 – 2012”, na terenie miasta Rzeszów badania jakości gleb nie były prowadzone. Również „Program ochrony środowiska Miasta Rzeszów na lata 2013 – 2016 z uwzględnieniem zagadnień zrealizowanych w 2013 r. oraz z perspektywą na lata 2017 – 2020” nie uwzględnia dla miasta Rzeszów tego typu badań [8]. Ostatnie badania gleb wokół zakładu WSK PZL Rzeszów były wykonane w 1995 r., w ramach pracy autorstwa Kaniuczek i Hajduka pt „Kadm i ołów w niektórych glebach południowo – wschodniej Polski” [9]. Opracowanie to podaje jedynie zawartości kadmu w glebach z głębokości 0-25 cm, w zakresie 0,35 – 0,64 przy wartości średniej 0,46 mg/kg.s.m i ołowiu w przedziale 10,4-18,2 przy wartościach średnich 14,1 mg/kg s.m. Szczególną uwagę na za-

gadnienia zawartości pierwiastków śladowych w glebach wokół zakładów przemysłowych woj. podkarpackiego zwrócono w pracach Pękali [10,11].

Ocenę środowiska gruntowego wokół zakładu WSK – PZL Rzeszów S.A. przeprowadzono w oparciu o wyznaczone zawartości metali ciężkich: Cd, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr i Zn oraz pH gleb.

### 1.1. Analiza obszaru badań

Gleby na obszarze miasta Rzeszowa należą do jednych z najlepszych gleb ornym w regionie pod względem wartości użytkowej. Należą one do I, II, IIIa i IIIb klasy użytków rolnych. Gleby pozostałych klas bonitacyjnych posiadają niewielki udział na omawianym obszarze. Obszar badań czyli teren zlokalizowany wokół zakładu WSK - PZL Rzeszów, znajduje się na terasie nadzalewowej rzeki Wisłok (Rys.1). Dominuje na niej zabudowa mieszkaniowa i przemysłowa. Terasa nadzalewowa Wisłoka zbudowana jest z plejstocénskich utworów rzecznych. Można zakwalifikować je jako żwiry o miąższości  $2\div 8$  m, zalegające na łach mioceńskich. Pokrywa je, występująca jako soczewki, warstwa utworów piaszczystych. Powierzchnia utworów piaszczysto – żwirowych jest zróżnicowana, ponieważ w jej obszarze możemy spotkać grunty organiczne takie jak torfy, namuły lub mady próchnicze. Wszystkie te utwory pokrywają osady: pyły piaszczyste, pyły, gliny pylaste lokalnie przewarstwione gruntami organicznymi. Miąższość całej serii utworów osiąga głębokość ok. 11 m. W bezpośrednim sąsiedztwie Zakładu WSK – PZL Rzeszów S.A. znajduje się rezerwat przyrody Lisia Góra. To jedyny obszar leśny zlokalizowany niedaleko osiedli mieszkaniowych w południowej części Rzeszowa. Rezerwat leży w bezpośrednim sąsiedztwie zalewu, w ciągu terenów ekologicznych i wypoczynkowych obejmujących Dolinę Wisłoka. Obszar Lisiej Góry budują lessy występujące w postaci żółtych lub żółto – szarych pyłów oraz pyłów piaszczystych.

### 1.2. WSK PZL -Rzeszów S. A. – działalność, a ochrona środowiska

WSK PZL – Rzeszów S. A. to przedsiębiorstwo istniejące od 1937 roku, specjalizujące się w produkcji kompleksów lotniczych a także jednostek napędowych. Działalność Zakładu obejmuje obszary:

- lotniczy,
- narzędziowy oraz utrzymania ruchu,
- produkcyjny oraz serwis silnikowy,
- przekładniowy,
- odlewów precyzyjnych,
- naprawy elementów silników PWC [12].

Zakład położony jest w południowej części miasta Rzeszów, nieopodal Zapory na Wisłoku oraz dużego skupiska ludzkiego, jakim jest Politechnika Rzeszowska (rys. 1). Na terenie zakładu znajdują się 94 budynki zajmujące łączną powierzchnię użytkową  $900\,000\text{ m}^3$ . Na stronie internetowej Zakładu można

znaleźć informacje świadczące o tym, że Zakład ten jest świadomy negatywnego wpływu na środowisko naturalne. Zakład realizuje program ochrony środowiska poprzez:

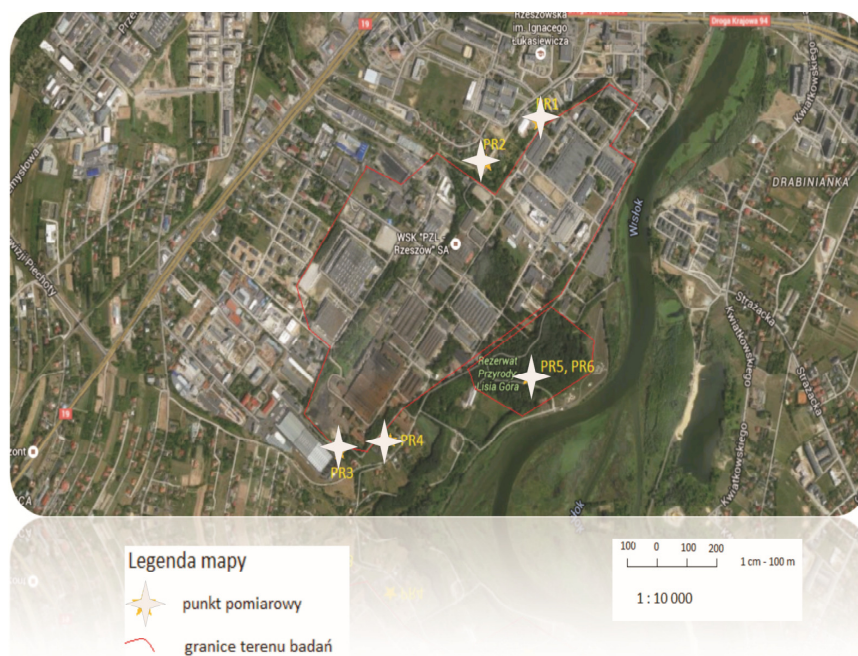
- zmniejszenie emisji szkodliwych substancji do atmosfery,
- ochronę środowiska glebowego oraz wód podziemnych i powierzchniowych,
- prowadzenie gospodarki odpadami w sposób bezpieczny dla środowiska, gwarantujący właściwe ich segregowanie oraz ponowne wykorzystanie, ewentualnie utylizację, według wymogów ochrony środowiska,
- wydajne oraz ekonomiczne gospodarowanie surowcami, energią i wodą [12].

W pobliżu Zakładu znajduje się droga krajowa 94 o dużym natężeniu ruchu, a także inne przedsiębiorstwa, które również mogą oddziaływać negatywnie na środowisko. Najważniejsze z nich, to:

- Elektromontaż Kraków SA. – instalacje elektryczne, FENICE Poland Sp. zoo – usługi elektryczne,
- SKANSKA – instalacje budowlane,
- Polimarky Sp. z o.o. Sp. K. – tworzywa sztuczne,
- Lafarge – dostawca gotowych mieszanek betonowych,
- Inżynieria Rzeszów – firma budowlana,
- Eko-Top Rzeszów - utylizacja odpadów przemysłowych i medycznych.

## 2. Metodyka badań terenowych i laboratoryjnych

Materiał glebowy został pobrany z terenów będących w strefie wpływu emisji przemysłowych, w odległości 50-500 m od Zakładu WSK - PZL Rzeszów S.A., zgodnie z normą PN-ISO 10381-2:2002[13]. Dokładną lokalizację każdego z punktów wprowadzono do satelitarnego odbiornika GPS model map 60CSX i zaznaczono na podkładzie ortofotomapy (rys. 1). Z badanego obszaru pobrano 6 próbek gleb. Próbką PR 5 jako jedyna była pobrana z głębokości około 50 cm z tego samego miejsca co PR 6 z gł. 20 cm. W trakcie wyboru materiału do badań sugerowano się obecnością miejsc przeznaczonych pod uprawy jak np. ogródki działkowe. Mineralizacja próbek przebiegała zgodnie z normami PN-ISO 11047 (2001) oraz PN-ISO 11466 (2002) [14,15]. W zmineralizowanym materiale glebowym, przy zastosowaniu spektrometru emisyjnego ze wzbudzeniem plazmowym ICP-OES GBC Quantima E1330, oznaczono pierwiastki śladowe. Oznaczenie pH wykonano przy użyciu pehametru CP-105 watterproof ELMETRON IP67 zgodnie z normą PN-ISO 10390:1997 [16]. W celu określenia składu fazowego oraz obecności ewentualnych składników antropogenicznych w badanych glebach, wykonano badania mineralogiczne przy zastosowaniu: dyfraktometru rentgenowskiego oraz mikroskopu elektronowego (SEM) HITACHI S-3400 N z mikroanalizatorem rentgenowskim (EDX).



Rys. 1. Lokalizacja poboru próbek na wybranym obszarze badań przygotowana na podstawie ortofotomapy (WMS geoportal.gov.pl) [17]

Fig. 1. Location of sampling points on the selected area of research prepared on orthophoto base-map (WMS geoportal.gov.pl) [17]

### 3. Analiza i interpretacja wyników

W badanych glebach oznaczono zawartość: Cd, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr i Zn. Ponadto dla gleb zostały wyznaczone wartości ich kwasowości oraz w oparciu o badania mineralogiczne ustalono ich skład fazowy.

#### 3.1. Zawartość pierwiastków śladowych w materiale glebowym

Biorąc pod uwagę wymagania zawarte w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi [18], można stwierdzić, iż zawartości pierwiastków śladowych w glebach w większości uzyskanych wyników nie przekracza dopuszczalnych wartości za wyjątkiem próbki nr 1 (tab. 1). W próbkach gleb leśnych wytworzonych z lessów położonych na terenie Lisiej Góry, można zauważyć wyższą koncentrację badanych pierwiastków w warstwie gleby 0-20 cm. Akumulacja pierwiastków śladowych w poziomach próchnicznych gleb leśnych jest prawdopodobnie pochodzenia biogenicznego, jak również jest efektem pochłaniania antropogenicznych zanieczyszczeń przez środowisko leśne. Kumulacja biologiczna jest jednym z ważniejszych, chociaż nie jedynym czynnikiem wpływającym na groma-

dzenie się pierwiastków śladowych w poziomach ściółek leśnych [19]. Uzyskane wyniki porównano również z danymi zawartymi w Atlasie Geochemicznym na terenie miasta Rzeszowa. Z przeprowadzonej analizy wynika, że badane gleby wykazują podwyższone koncentracje dla Ni i Cr. Zawartość Ni mieści się w przedziale od 66,81 do 16,42 mg/kg s.m. przy średniej wartości 34,9 mg/kg s.m. Zawartość chromu w badanych glebach mieści się w zakresie od 33,26 do 11,18 mg/kg s.m. przy średnim udziale 21,13 mg/kg s.m. Dane zawarte w Atlasie podają stężenie tych pierwiastków dla gleb Rzeszowa odpowiednio, 20 mg/kg s.m. dla Ni i 10 mg/kg s.m. dla Cr [20].

Tabela 1. Zawartość metali ciężkich w glebach wokół Zakładu WSK –PZL Rzeszów S.A.

Table 1. Concentration of heavy metals in soils around of WSK – PZL Rzeszow S.A.

Nr próbki	Zawartość metali ciężkich wokół Zakładu WSK -PZL Rzeszów [mg/kg s.m]						
	Cd	Pb	Cu	Mn	Ni	Cr	Zn
1	0,71	46,59	50,54	438,53	66,81	33,26	102,05
2	0,09	8,80	11,84	195,98	18,43	11,18	49,80
3	0,07	21,44	12,70	152,98	16,42	13,19	33,94
4	0,15	18,06	19,57	341,48	36,24	25,7	89,80
5	0,15	13,97	11,83	208,11	20,15	15,87	30,64
6	0,26	18,60	19,01	282,16	51,365	27,57	60,85

Analiza uzyskanych wyników pozwala również stwierdzić zmniejszenie średniej zawartości Cd w glebach wokół Zakładu w stosunku do danych z 1995 r. Średnia wartość tego pierwiastka obecnie wynosi 0,24 mg/kg s.m. zaś wcześniejsze dane podają wartość średnią 0,46 mg/kg s.m. Średnia zawartość Pb w glebach uległa zaś zwiększeniu z 14,1 mg/kg s.m. w 1995 r. do 21,24 mg/kg s.m [9].

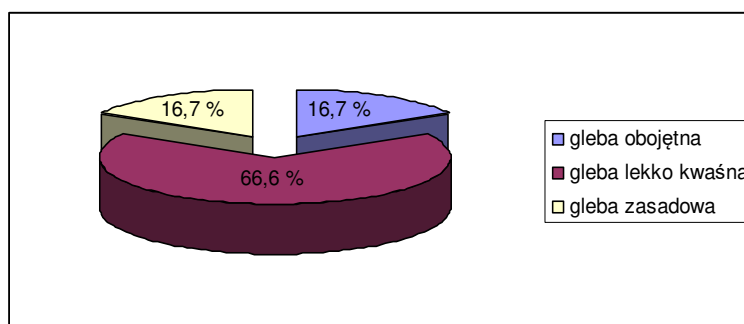
### 3.2. Oznaczenie pH w badanych glebach

Odczyn gleb oznaczanych w KCl (tab. 2) mieści się w przedziale  $5,81 \div 7,71$  i wskazuje, że większość badanych gleb wykazuje odczyn lekko kwaśny. Jedynie PR1 wykazuje odczyn zasadowy przy pH 7,71. Uzyskane wyniki pomiaru pH gleby przedstawiono w formie wykresu procentowego udziału odczynu pH oznaczonego w KCl. Z przeprowadzonej analizy wynika, że 66,6 % badanych gleb wokół Zakładu WSK – PZL Rzeszów S.A. wykazuje cechy gleb lekko kwaśnych (rys. 2).

Tabela 2. Kwasowość gleb wokół Zakładu WSK-PLZ Rzeszów S.A.

Table 2. Soils acidity in the neighbourhood of WSK –PZL Rzeszow S.A.

Numer punktu pomiarowego	Oznaczenie pH w KCl	Oznaczenie pH w H <sub>2</sub> O
PR1	7,71	8,00
PR2	6,07	6,72
PR3	5,81	7,05
PR4	6,20	7,26
PR5	6,04	7,07
PR6	6,06	6,87

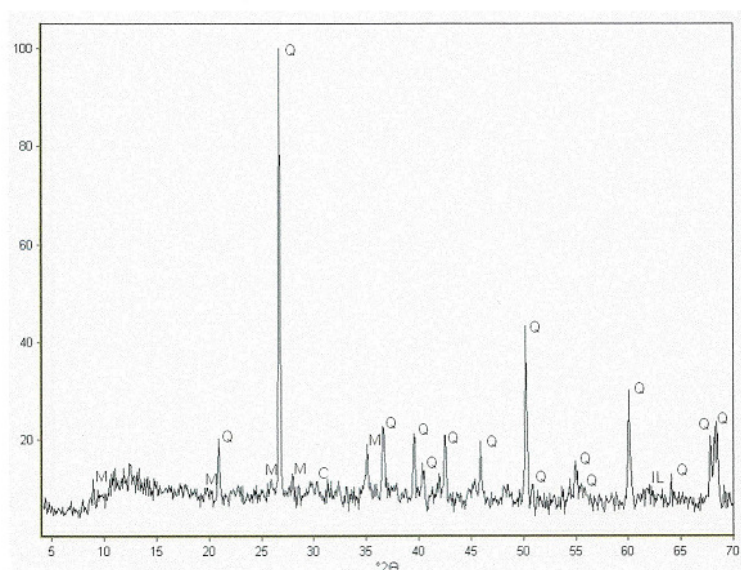


Rys. 2. Procentowy udział gleb o różnym poziomie kwasowości

Fig. 2. Percentage share of soils with different levels of acidity

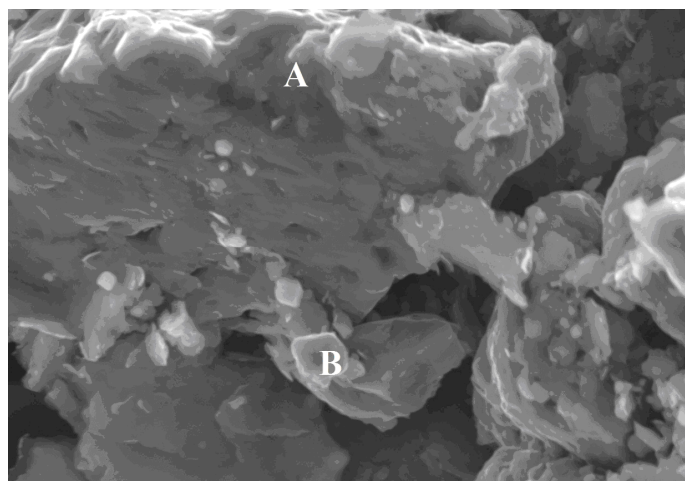
### 3.3. Skład fazowy badanych gleb

Główną fazą mineralną gleb z obszaru Zakładu WSK –PLZ Rzeszów, jest kwarc. Ponadto na dyfraktogramie stwierdzono refleksy pochodzące od kalcytu, minerałów ilastych i muskowitu (rys.3). Przebieg krzywej dyfraktometrycznej i wysokie tło sugeruje, że w badanej próbce mogą być obecne minerały żelaza, jednak ich niska koncentracja nie pozwala na dokładną identyfikację. Analiza zdjęć w SEM potwierdziła w badanych glebach, obecność kwarcu (rys. 4, 5), oraz związków żelaza (rys. 4,6).



Rys. 3. Dyfraktogram gleby poddanej analizie z rejonu Zakładu WSK-PLZ Rzeszów (próbka 5). Objaśnienia: Q – kwarc, C – kalcyt, M- minerały z grupy mik, IL - minerały ilaste

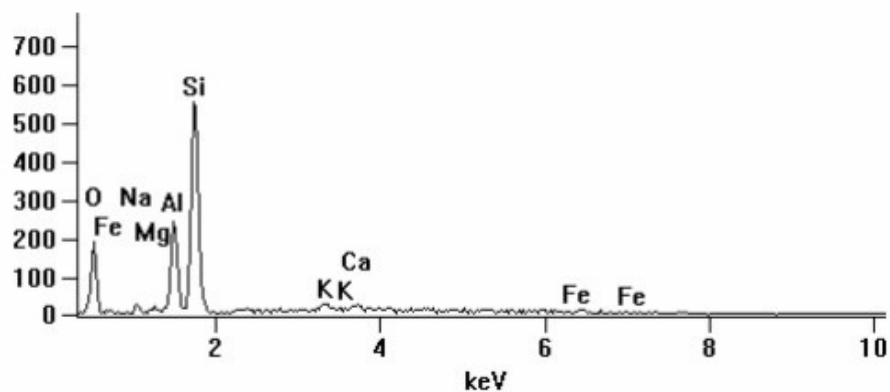
Fig. 3. X-ray pattern of analysed soil near of WSK -PZL Rzeszow S.A.  
 Explanations: Q – quartz, C – calcite, M - minerals from micas group, IL - clay minerals



Rys. 4. Ziarna detrytycznego kwarcu (A), na powierzchni widoczne związki Fe (B). Obraz SEM (próbka 4)

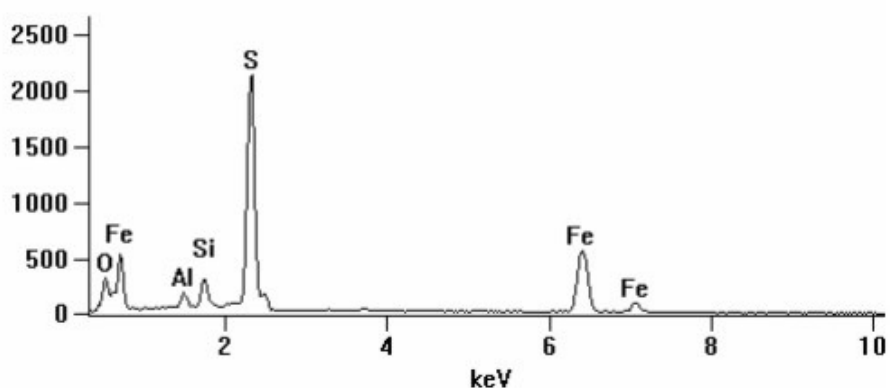
Fig. 4. Grains of detritic Quartz (A), on the surface visible Fe minerals (B).SEM





Rys. 5. Analiza składu chemicznego z obszaru A. SEM/EDX (próbka 4)

Fig. 5. Analysis of the chemical composition of the area A. SEM/EDX



Rys. 6. Analiza składu chemicznego z obszaru B. SEM/EDX (próbka 4)

Fig. 6. Analysis of the chemical composition of the area B. SEM/EDX

#### 4. Podsumowanie

Zgodnie z rozporządzeniem Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleb i standardów jakości ziemi ( Dz. U. 2002, Nr 165 poz. 1359), opróbowane gleby należą do grupy B. Zawartość metali ciężkich w badanym materiale, poza próbka nr 1 nie przekracza wartości normowych wg Rozporządzenia. Porównując uzyskane wyniki z danymi zawartymi w „Atlasie geochemicznym Polski” dla gleb miasta Rzeszowa, można stwierdzić we wszystkich próbkach, podwyższone stężenie dla Ni (zawartość średnia 34,90 mg/kg s.m.) i Cr (zawartość średnia 21,13 mg/kg s.m.), w stosunku do danych zawartych w Atlasie (Ni – 20 mg/kg s.m. i Cr – 10 mg/kg s.m.) [20]. Uzyskane wyniki kwasowości gleb pozwalają zaklasyfikować badany materiał do gleb o charakterze lekko kwaśnych. Wzrost pH środowiska glebowego, może

w konsekwencji doprowadzić do wysokiej koncentracji badanych pierwiastków śladowych, w poszczególnych komponentach środowiska [21]. Wyniki badań mineralogicznych wskazują, że główną fazą mineralną badanych gleb jest kwarc oraz kalcyt. Ponadto w badaniach rentgenograficznych stwierdzono minerały ilaste oraz minerały z grupy mik. Badania z zastosowaniem SEM/EDX pozwoliły ponadto zidentyfikować na powierzchni detrytycznego kwarcu, ziarna charakterystyczne dla związków żelaza, mogących świadczyć o zanieczyszczeniu gleb pyłami przemysłowymi.

Na zanieczyszczenie środowiska naturalnego są szczególnie narażone obszary uprzemysłowione oraz aglomeracje miejskie. Tereny te powinny być w szczególności monitorowane z racji bliskiego sąsiedztwa z dużymi skupiskami ludzkimi. Przeprowadzoną ocenę zanieczyszczenia gleb pierwiastkami śladowymi wokół Zakładu WSK – Rzeszów, ze względu na punktowy pobór próbek należy traktować pogładowo.

*Praca została zrealizowana w ramach umowy U - 604 /DS*

## Literatura

- [1] Siuta J.: Gleba diagnozowanie stanu i zagrożenia, POLINT, Warszawa, 1995.
- [2] Sims J.T., Pierzynski G.M.: Assessing the impacts of agricultural, municipal, and industrial by-products on soil quality. [w]: J.F. Power, W.A. Dick (red), Land Application of Agricultural, Industrial, and Municipal By-products, Soil Science Society of America Inc., 237-262 (2000).
- [3] Filipek T., Domańska J.: Zawartość Cd ogółem i formy przyswajalnej w glebach w zależności od pH oraz dodatku Pb, Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych, 2002.
- [4] Szczepański K.: Związki ołowiu i chromu w środowisku naturalnym i odpadach, (Annual Set The Environment Protection) Roczniki Ochrony Środowiska, Tom 11, 2009, pp.173-182.
- [5] [http://www.gios.gov.pl/chemizm\\_gleb/index.php?mod=pomiary](http://www.gios.gov.pl/chemizm_gleb/index.php?mod=pomiary) (20.11.2015 r.).
- [6] Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z p. zmianami – Ustawa Prawo ochrony środowiska.
- [7] Dz. U. L 334/17 Dyrektywa 2010/75/UE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola).
- [8] Program Ochrony Środowiska dla Miasta Rzeszowa na lata 2013-2016 z uwzględnieniem zadań zrealizowanych w 2013 roku oraz perspektywę na lata 2017 - 2020 r. Przyjęty Uchwałą Nr LXIII/1158/2013 Rady Miejskiej w Rzeszowie z dnia 14 listopada 2013 r.
- [9] Kaniuczak J., Hajduk E.: Kadm i ołów w niektórych glebach południowo-wschodniej Polski, Zeszyty problemowe postępów nauk rolniczych 1995, z. 418.
- [10] Pękala A.: Ocena stanu geochemicznego gleb miasta Przemyśla, Górnictwo i Geologia. Tom 7, zeszyt 2, Gliwice 2012, 197-205.

- [11] Pękala A., Głowienka E.: Badania korelacji pierwiastków śladowych w środowisku glebowo – roślinnym przy zastosowaniu metod GIS, *Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury - Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture*, JCEEA, t. XXXIII, z. 63 (2/I/16), Rzeszów 2016, 209-219, DOI:10.7862/rb.2016.123.
- [12] [www.pwrze.com](http://www.pwrze.com) (05.11.2015 r.).
- [13] PN-ISO 10381-2:2002, Jakość gleby -- Pobieranie próbek -- Część 2: Zasady dotyczące technik pobierania, *Soil quality - Sampling - Part 2: Guidance on sampling techniques*.
- [14] PN-ISO 11047:2001, Jakość gleby. Oznaczenie kadmu, chromu, kobaltu, miedzi, ołowiu, manganu, niklu i cynku w ekstraktach gleby wodą królewską. Metody płomieniowej i elektro-termicznej absorpcyjnej spektrometrii atomowej.
- [15] PN-ISO 11466 (2002), Jakość gleby -- Ekstrakcja pierwiastków śladowych rozpuszczalnych w wodzie królewskiej.
- [16] PN-ISO 10390:1997, Jakość gleby. Oznaczenie pH, metoda potencjometryczna na oznaczenie pH w H<sub>2</sub>O i KCl.
- [17] <http://www.geoportal.gov.pl/uslugi/usluga-przegladania-wms> (05.12.2015 r.).
- [18] Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (*Dziennik Ustaw - Dz. U.* 2002, Nr 165 poz. 1359).
- [19] Park J.H., Lamb D., Paneerselvam P., Choppala G., Bolan N., Chung J.W.: Role of organic amendmends on enhanced bioremediation of heavy metal(loid) contaminated soils. *J.Haz.Mater.* 185. 549–574 (2011).
- [20] Lis J., Pasieczna A.: *Atlas geochemiczny Polski 1:2 500 000*. Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa 1995.
- [21] Nowińska K., Adamczyk Z.: Mobilność pierwiastków towarzyszących odpadom hutnictwa cynku i ołowiu w środowisku, *Górnictwo i Geologia*, Tom 8, zeszyt 1, Gliwice 2013, 77-87.

## ASSESSMENT OF SOIL ENVIRONMENT STATE IN THE NEIGHBORHOOD OF PLANT WSK-PZL RZESZOW S.A

### Summary

Evaluation of soil environment condition around the plant WSK PZL - Rzeszow S.A, was carried out on the basis of the results of content analysis of Cd, Pb, Cu, Mn, Ni, Cr, and Zn and soil pH. The soil material was collected in the zone of influence of industrial emissions at a distance of 50 - 500 m from the potential emitter of pollutants, which can be factory WSK PZL - Rzeszow. The trace elements were determined by the ICP method, using emission spectrometer with inductively coupled plasma ICP-OES GBC Quantima E1330. Determination of pH was performed using a pH meter CP-105waterproof ELMETRON IP67 according to the standard PN-ISO 10390: 1997. In order to determine the phase composition and the presence of potential anthropogenic components in tested soils, there were carried out mineralogical analysis using: diffractometer PHILIPS X 'Pert with reflective monochromatyzier and electron microscope (SEM) FEI Quanta 200FEG with X-ray microanalyzer (EDX). According to the Regulation of the Minister of the Environment of 9 September 2002 on standards for soil quality and standards of land quality

(Dz. U. 2002 No. 165, item. 1359), tested soils belong to the group B and mostly does not exceed the standard values according to regulation. However, comparing the results with the data contained in the "Geochemical Atlas of Poland" for the soils of the city of Rzeszow, it can be found in all samples increased concentrations of Ni (average content 34.90 mg/kg of dry mass) and Cr (average content 21.13 mg/kg of dry mass), in relation to the data contained in Atlas (Ni - 20 mg/kg of dry mass and Cr - 10 mg/kg of dry mass). Obtained results of soil acidity allow to classify the tested material for a slightly acidic soils.

**Keywords:** geochemistry, environmental monitoring, trace elements, soils

DOI:10.7862/rb.2016.215

*Przesłano do redakcji: 30.09.2016 r.*

*Przyjęto do druku: 30.11.2016 r.*