

**Alicja Kot-Niewiadomska**

Polska Akademia Nauk,

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią, Kraków

e-mail: a.kot-niewiadomska@min-pan.krakow.pl

**CR, NI, CU W ŚRODOWISKU GRUNTOWYM TERENU  
POPZEMYSŁOWEGO ZAKŁADÓW METALURGICZNYCH I  
„TRZEBINIA”**

**Chromium, nickel and copper contamination of soil  
from the “Trzebinia” Metal Company postindustrial area**

**Abstract:** Upper Silesia region abounds with postindustrial area, the reuse of which is highly limited due to environmental contamination. Among them is the “Trzebinia” Metal Company postindustrial area. The contamination of the plant area with heavy metals have lasted since 19<sup>th</sup> century up till now. The study results clearly indicate that chemical degradation is connected with extremely high Cu concentration. Lesser contamination has been revealed for Cr and Ni. In subsoil the contents of most of the analysed elements are lower than in the topsoil (and below threshold value) which indicates anthropogenic influence. Diversified metallurgy processing, diversity of raw materials and open-cycle technologies were the source of contamination. Today negative influence on soil is related mainly to improper waste disposal.

**Słowa kluczowe:** Zakłady Metalurgiczne „Trzebinia”, teren poprzemysłowy, degradacja chemiczna

**Key words:** “Trzebinia” Metal Company, postindustrial area, chemical degradation

## **WPROWADZENIE**

Przekształcenia powierzchni ziemi w rejonie śląsko-krakowskim związane są przede wszystkim z rozwojem przemysłu, szczególnie wydobywczego i przetwórczego oraz postępującej, zwłaszcza na Górnym Śląsku, w ciągu ostatnich 200 lat urbanizacji. Przekształcenia te obejmują zarówno naturalną rzeźbę terenu jak i właściwości fizyko-chemiczne wierzchnich warstw gleby. Zaistniała sytuacja została zapoczątkowana XIX-wieczną rewolucją przemysłową, która wywo-

łała duże zanieczyszczenie środowiska w miastach. Szczególnie wyróżnił się pod tym względem czas realnego socjalizmu (od połowy XX w. do 1989 r.), kiedy następował szybki rozwój dużych zakładów przemysłowych, głównie przemysłu ciężkiego, odbywający się przy ignorowaniu wymogów ochrony środowiska (Mizgajski, Machnicki 2009). Pyły emitowane przez zakłady przemysłowe w tym czasie stanowiły jedno z najważniejszych źródeł zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi (Szerszeń i in. 2004), których wysoka koncentracja stała się na Górnym Śląsku poważnym problemem ekologicznym, gdyż negatywne ich oddziaływanie może ujawniać się przez dziesiątki, a nawet setki lat, a mechanizmy unieruchamiania bądź uwalniania metali są złożone i nie do końca poznane (Karczewska 2002).

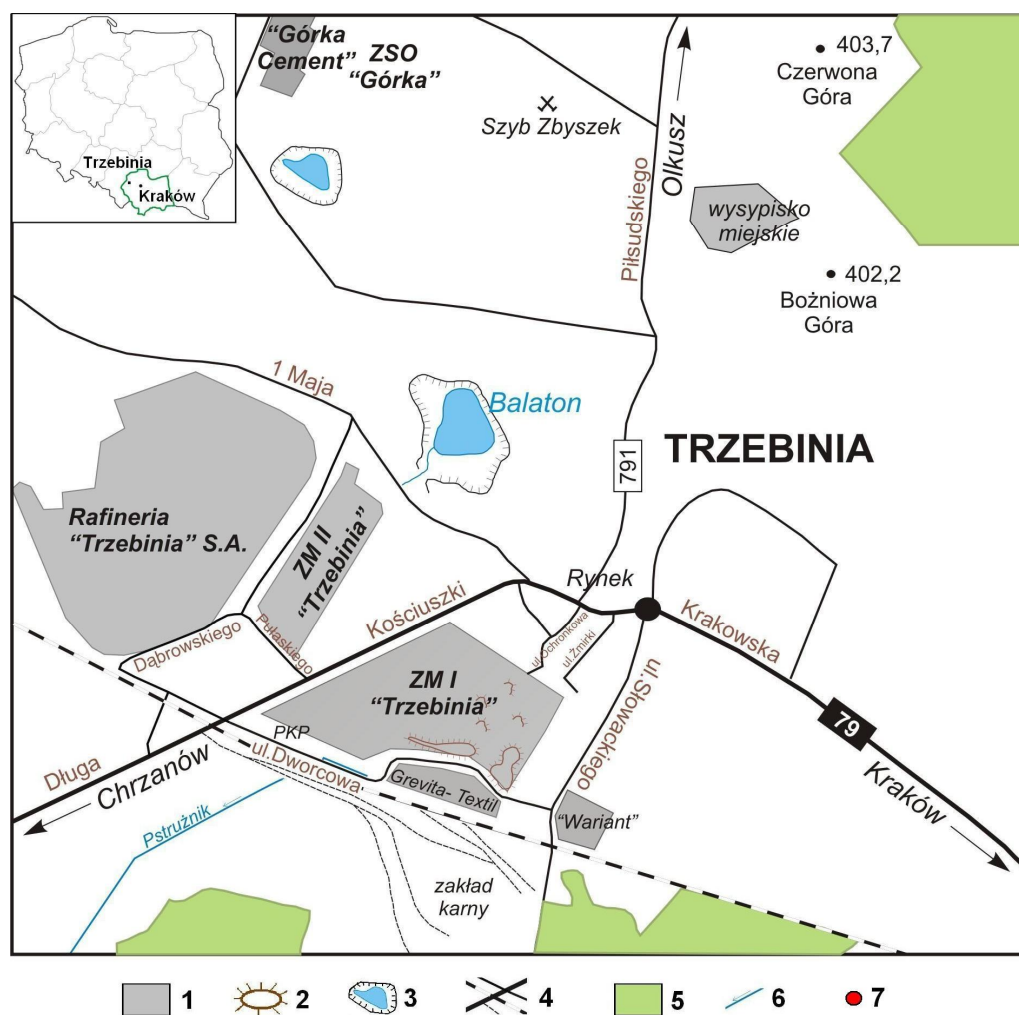
Przedmiotem poniższego artykułu jest próba określenia stopnia degradacji chemicznej chromem, niklem i miedzią środowiska gruntowego terenu poprzemysłowego Zakładów Metalurgicznych I „Trzebinia” (ZM I) i jego najbliższego otoczenia. To tam właśnie miała swój początek produkcja miedzi konwertorowej i zaczęły powstawać pierwsze w kraju proszki metali nieżelaznych. Niestety, Zakłady stały się ofiarą transformacji ustrojowej, która zweryfikowała zapotrzebowanie na określony asortyment, jego jakość i ilość. W rezultacie zakończyły one swoją działalność z końcem lat 90-tych XX wieku. Obecnie jest to teren o ograniczonych możliwościach wykorzystania z uwagi na wielokierunkową degradację środowiska naturalnego.

Teren ZM I był przedmiotem analiz geochemicznych m.in. w ramach regionalnego opracowania – Atlas geochemiczny Górnego Śląska (1:200 000) oraz Szczegółowej mapy geochemicznej Górnego Śląska – arkusz Chrzanów (skala 1:25 000). Na terenie Zakładów stwierdzono wówczas podwyższone zawartości wielu metali, w tym m.in. anomalie chromu, niklu i miedzi (Pasiczna i in. 2008).

## CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ

Zakłady Metalurgiczne „Trzebinia” podzielone były terytorialnie na dwa zakłady: tzw. stary zakład ZM I oraz nowy zakład ZM II (ryc. 1). Teren poprzemysłowy starych zakładów, będący przedmiotem poniższej analizy, zajmuje powierzchnię blisko 40 ha i położony jest około 500 m na południe od centralnej części miasta Trzebinia. Rozciąga się on pomiędzy ul. T. Kościuszki, na wschodzie i północnym-wschodzie, a ulicą Dworcową na południu, dochodząc od zachodu do zakończenia ulic Żwirki i Wigury, Żmirki i Ochronkowej.

Spośród gęstej kiedyś zabudowy przemysłowej (fot. 1), w chwili obecnej na uwagę zasługuje XIX-wieczna hala muflowa (fot. 2) oraz budynek administracyjny, obecnie zaadaptowany na hotel. Pozostałe budynki, w gorszym stanie technicznym, pozostają pustostanami lub zostały wykorzystane przez małe i średnie przedsiębiorstwa, które w ostatnich latach rozpoczęły działalność na terenie dawnych zakładów.



**Ryc. 1.** Lokalizacja terenu przemysłowego Zakładów Metalurgicznych „Trzebinia”:  
1 – obszary zakładu, 2 – hałdy, 3 – wyrobiska z wodą, 4 – drogi i kolej, 5 – lasy, 6 –  
cieki, 7 – miejsca poboru próbek

**Fig. 1.** Location of “Trzebinia” Metal Company postindustrial area: 1 – area of  
company, 2 – heap, 3 – excavation with water, 4 – roads and railway, 5 – forest, 6 –  
streams, 7 – sampling places

Wspomnieć również należy o hałdzie odpadów utworzonej po wschodniej stronie ZM I (fot. 3), powstałej z nagromadzenia materiału z działalności produkcyjnej z lat 1896-1945. Zajmuje ona powierzchnię 13,6 ha i zawiera około 262 tys. ton żużlu, wypałów i spieków wraz z wymurówką pieców muflowych. Głównym źródłem odpadów były wielko-tonażowe procesy hutnicze cynku, miedzi i magnezu (OOS 1996).

Podłoże terenu przemysłowego budują, rozpatrując od powierzchni, nasypy antropogeniczne, osady czwartorzędu, trzeciorzędu jury i triasu. Nasypy stanowią wierzchnią warstwę podłoża do głębokości nawet 2 m. Ich skład jest różnorodny: gruz piaszczysto-ceglany z betonem, odpadami tekstylnymi, jak również żużlem i popiołem (Szydełko 2007). Miąższość osadów czwartorzędowych, zalegających poniżej ciągłą serią na terenie zakładów, wynosi przeciętnie 10 m.



**Fot. 1.** Zakłady Metalurgiczne „Trzebinia” w okresie międzywojennym (fot. ze zbiorów A. Kostki)

**Photo 1.** “Trzebinia” Metal Company in the Inter-War Period (A. Kostka – photography collection)



**Fot. 2.** XIX-wieczna hala muflowa ZM I „Trzebinia” (fot.: A. Kot-Niewiadomska)

**Photo 2.** Main production hall from 19th century (photo: A. Kot-Niewiadomska)



**Fot. 3.** Hałda odpadów hutniczych ZM I „Trzebinia” (fot.: A. Kot-Niewiadomska)

**Photo 3.** Heap of wastes of “Trzebinia” Metal Company (photo: A. Kot-Niewiadomska)

Są to w głównej mierze piaski o różnej frakcji, miejscami z wkładkami glin. Poniżej tej serii, nieciągłą już warstwą, zalegają ropy mioceny o miąższości kilkadziesiąt metrów. Podścielają je utwory górnej jury, wykształcone głównie jako ropy, mułowce i wapienie. Najstarsze utwory jakie zostały nawiercone w rejonie zakładów, to triasowe osady lądowe piaskowca, kajpru oraz osady retu i wapienia muszlowego o łącznej miąższości około 100 m. W ich obrębie przedmiotem eksploatacji, prowadzonej przez Zakłady Górnicze „Trzebionka”, były dolomity kruszonośne. Do niedawna teren ZM I znajdował się w granicach obszaru górniczego tejże właśnie kopalni (OOS 1996).

Bezpośrednie otoczenie terenu przemysłowego jest silnie zróżnicowane pod względem użytkowania. Od strony zachodniej, północnej i wschodniej przylegają do niego obszary zabudowy mieszkalnej i mieszkalno-usługowej wraz z terenami zieleni miejskiej. Od południa graniczy z obiektami infrastruktury kolejowej oraz Zakładem Powlekania i Konfekcjonowania Tkanin Grevita S.A.

## **ROZWÓJ PRODUKCJI W ZAKŁADACH METALURGICZNYCH I „TRZEBINIA”**

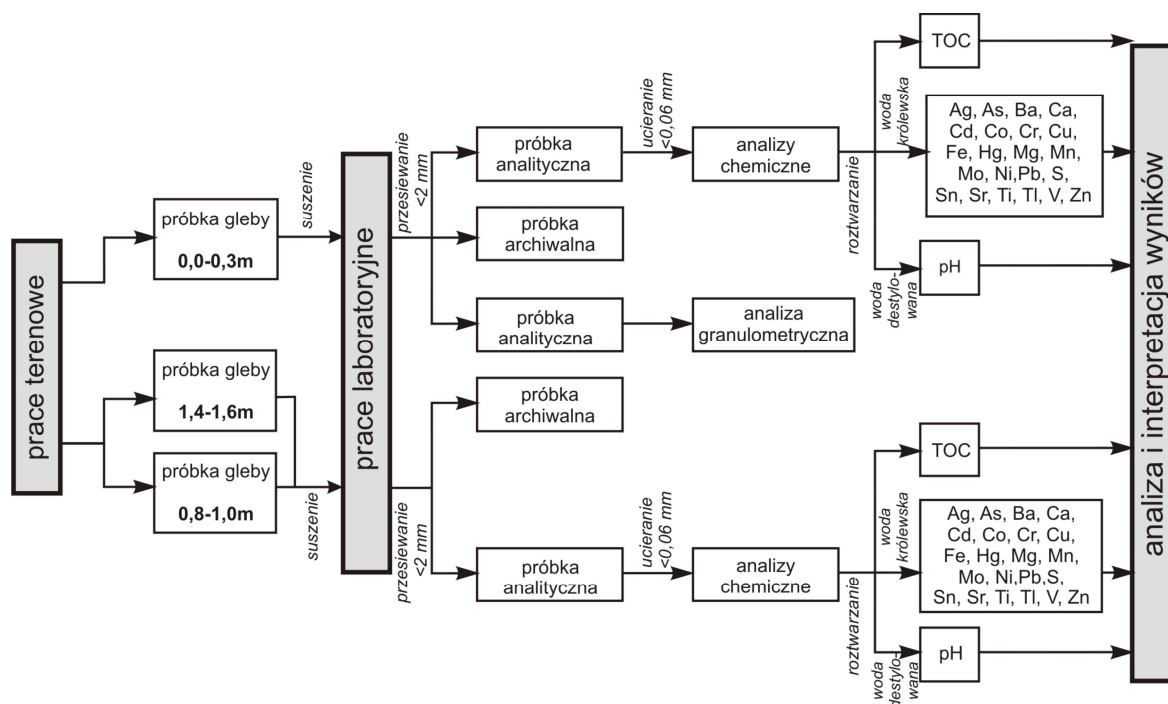
Zakłady Metalurgiczne „Trzebinia” zawdzięczają swoje powstanie sąsiedztwu istniejących wcześniej kopalń (węгля kamiennego, rud Zn-Pb) oraz hut cynku i ołowiu. Mając na uwadze korzyści wynikające z bliskości bazy surowco-

wej, węzła kolejowego oraz tradycji hutniczych, a tym samym możliwości pozyskania doświadczonych pracowników, Zakłady Metalurgiczne „Trzebinia” rozpoczęły swoją działalność w 1894 roku jako huta cynku, następnie także ołowiu oraz srebra. W latach 1914-1916 produkowano tam około 15 tys. ton cynku, 20 tys. ton ołowiu, jak również 12 tys. ton kwasu siarkowego i 800 kg srebra (Łuszczuk, Tabor b.r.). Urządzenia do odzysku ołowiu znajdowały się w budynkach, które w późniejszym okresie wykorzystano na potrzeby Huty Ogniowej Miedzi, Huty Magnezu Hutniczego, a także dla produkcji anod protektorowych. Uruchomienie produkcji miedzi nastąpiło w 1952 roku, w którym to opanowano proces jej wytwarzania i wyprodukowano ok. 18120 ton miedzi konwertorowej. W tym samym czasie rozpoczęto również doświadczalną produkcję proszków metali, w tym elektrolitycznych proszków miedzi, niklu, żelaza i srebra, rozpylanych proszków magnezu i aluminium, otrzymywanych metodami mechanicznej przeróbki. Szybko okazało się, że największe zapotrzebowanie odnosi się do proszku miedzi, którego produkcja w 1986 roku wyniosła 500 ton. Intensywny rozwój metalurgii proszków na skalę przemysłową przejawiał się funkcjonowaniem m.in.: Oddziału Proszków Magnezu, Wydziału Elektrolitycznych Proszków Cu, Fe, Ni i Ag, Wydziału Proszków i Magnezów Ferrytowych, Wydziału Rozpylanych Proszków Żelaza czy Wydziału Wyrobów Spiekanych z proszków żelaza i metali nieżelaznych. W tych i kilku innych obiektach produkowano około 15 rodzajów proszków metali i tlenków metali oraz sześć grup asortymentowych wyrobów spiekanych. Największa była produkcja proszku miedzi, proszku Fe-Cr i proszków ferrytowych (Łuszczuk, Tabor b.r.). Po okresie dynamicznego rozwoju, kiedy to w 1993 roku firma była znaczącym producentem srebra w Europie, zaczęły się problemy tak poważne, że w roku 1995 wprowadzono Zarząd Komisaryczny w Zakładzie. W maju 1999 roku postanowieniem Sądu Rejonowego w Katowicach na wniosek Zakładów Metalurgicznych Trzebinia ogłoszono upadłość zakładu.

## METODYKA I ZAKRES BADAŃ

W celu określenia stopnia degradacji chemicznej środowiska gruntowego terenu poprzemysłowego ZM I „Trzebinia” próbki gleb pobierano zarówno z terenu budynków, urządzeń pofabrycznych, hałdy i jej sąsiedztwa, jak również w odległości od 100 do 300 m od tych obiektów. Pokrycie terenu poprzemysłowego warstwą gruntów nasypowych (o miąższości nawet 2 m), w przewadze z gruzu budowlanego, tłuczni, piasku, głębiej z żużla i popiołów z domieszką gruzu ceglano-betonowego (Dokumentacja 2007) oraz znaczne pokrycie terenu trwałą nawierzchnią betonową lub asfaltową uniemożliwiły regularne opróbowanie. Prezentowane poniżej wyniki opracowane zostały na podstawie analiz chemicznych 95 próbek gruntów z czego 55 pochodzi z warstwy powierzchniowej (0,00-0,30 m), pozostałe natomiast z podglebia (0,8-1,0 m).

Próbki, pobierane ręczną sondą o średnicy 60 mm i o wadze co najmniej 500 g, umieszczano w płóciennych woreczkach o odpowiednich numerach i suszono przez okres od 7 do 14 dni w temperaturze pokojowej. Następnie przesiewano przez sito nylonowe o oczkach 2 mm. Każdą próbkę z zakresu głębokości 0,0-0,3 m, po przesianiu i kwartowaniu dzielono na próbkę do analizy chemicznej, granulometrycznej i archiwalną (ryc. 2).



Ryc. 2. Schemat prac badawczych

Fig. 2. The study procedure

Natomiast próbki z głębokości 0,8-1,0 m (przesiane i kwartowane) przeznaczone do analiz chemicznych, a część zachowywano jako próbkę archiwalną. Utarte do frakcji  $<0,06$  mm próbki, roztwarzano w wodzie królewskiej przez 1 godzinę w temperaturze  $95^{\circ}\text{C}$  w termostatawym bloku aluminiowym. Oznaczenia zawartości Cr, Ni, Cu wykonano za pomocą spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem plazmowym (ICP-AES) w Centralnym Laboratorium Chemicznym Polskiego Instytutu Geologicznego w Warszawie (PIG-PIB). Tam również, metodą kulometryczną, przeprowadzono pomiar zawartości węgla organicznego oraz pH-metrycznie, w wyciągach wodnych, oznaczono odczyn gleb.

## WYNIKI

Na podstawie uzyskanych wyników stwierdza się, że największe koncentracje analizowanych pierwiastków występują w gruntach antropogenicznych z terenu Zakładów oraz na hałdzie odpadów przemysłowych i w jej najbliższym są-

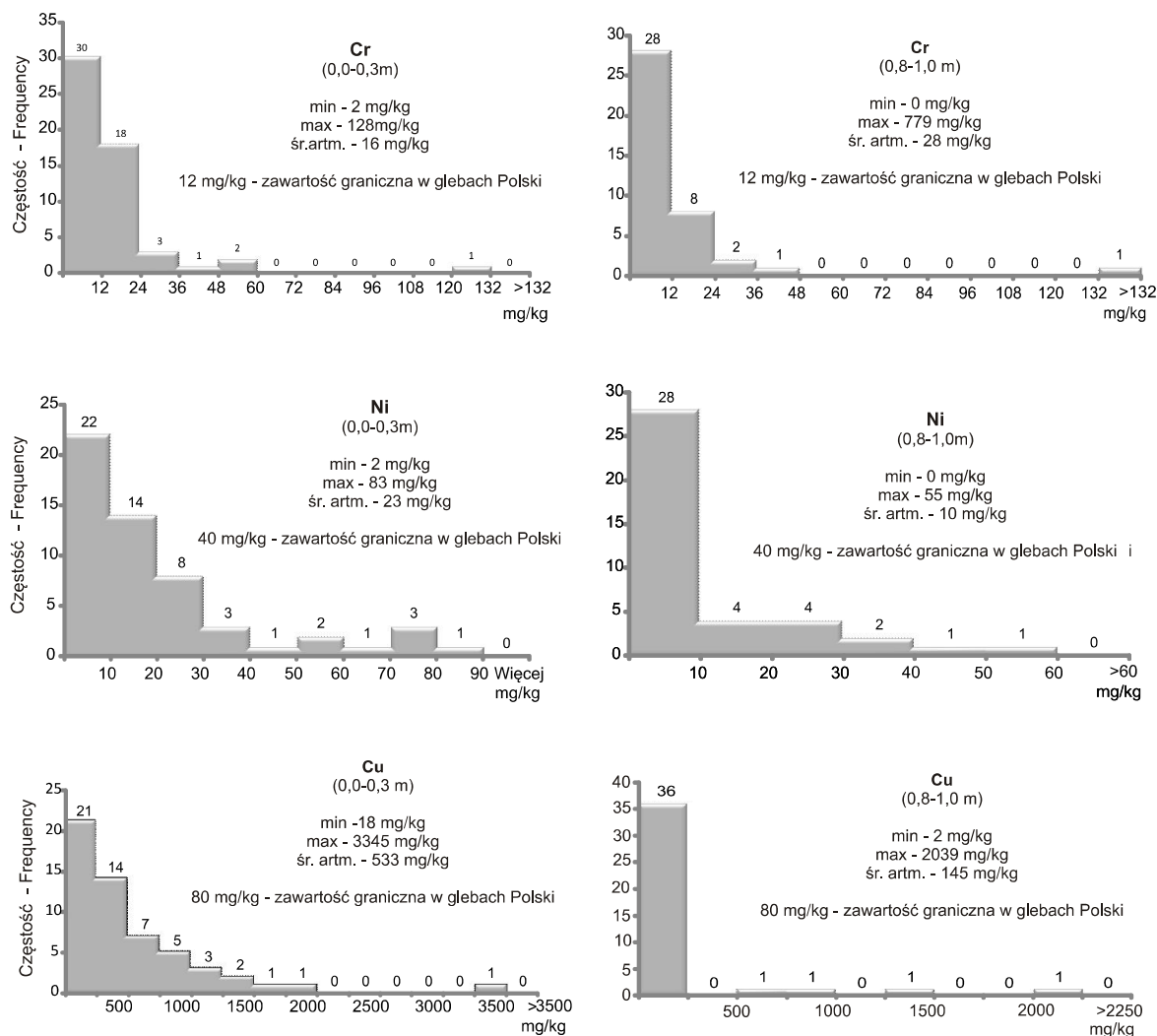
siedztwie. Niepokojące jest jednak to, że wysokie zawartości zanotowano również w punktach pomiarowych oddalonych o około 300-400 metrów od Zakładów. Są to miejsca zabudowy mieszkalnej, mieszkalno-usługowej, zieleni miejskiej, placów zabaw dla dzieci czy zadrzewień i łąk. Najczęstsze przekroczenia zawartości granicznych, przyjętych dla gleb Polski (Lis, Pasieczna 1995), wykazuje Cu (w 44 z 55 próbek pochodzących z warstwy powierzchniowej) rzadziej zaś Cr (w 25 z 55 próbek) i Ni (9 z 55 próbek) (ryc. 3). W warstwie powierzchniowej największą zawartość Cu (3345 mg/kg) zanotowano w próbce pochodzącej z terenu zabudowań zakładowych, a na terenach zamieszkałych zawartości wahały się w przedziale od 18 do 1245 mg/kg. Podobnie, maksymalną zawartość Cr odnotowano w rejonie budynków ZM I (128 mg/kg), a na terenach przylegających wahała się w zakresie od 2 do 60 mg/kg. Spośród omawianych pierwiastków w najniższych stężeniach występuje Ni; największą jego zawartość (83 mg/kg) odnotowano w bliskim sąsiedztwie ZM I „Trzebinia”, choć już poza granicami terenu przemysłowego.

Wszędzie tam gdzie możliwe było pobranie próbek również z podglebia, można zauważyć, że zawartości Cu są wyraźnie niższe, ale i tak lokalnie osiągają nawet ponad 2000 mg/kg. Mniejsze są stężenia Cr, którego zawartość na głębokości 0,8-1,0 m kilkakrotnie była wyższa niż w warstwie powierzchniowej i wyniosła nawet 779 mg/kg. Podobny rozkład przedstawia Ni, którego zawartości w podglebiu sięgają 55 mg/kg (ryc. 4), co jest wartością powyżej przyjętych dla gleb Polski.

## DYSKUSJA

Próbki materiału pobrane z terenu przemysłowego z zakresu głębokości 0,00-0,30 m reprezentują w głównej mierze grunty antropogeniczne. Jest to najczęściej mieszanka gleby i piasku z dużym udziałem fragmentów gruzu ceglano-betonowego, miejscami również żużla i popiołu. Im dalej od terenu zakładów tym udział materiału antropogenicznego w gruntach powierzchniowych wydaje się mniejszy, niemniej jednak nawet w odległości 300-400 m powszechnie są drobne fragmenty skał i betonu. Poza tymi przypadkami analizowany materiał reprezentują głównie gleby piaszczyste, charakteryzujące się występowaniem w swoim składzie mechanicznym dużej zawartości frakcji piasku. Próbki z podglebia to w przeważającej części piaski drobnoziarniste od bardzo dobrze do średnio wysortowanych, barwy od jasno beżowej po rdzawo-pomarańczową. Miejscami na głębokości 0,8-1,0 m występują również utwory gliniaste o różnym stopniu zapiaszczenia. Powszechnie występujące frakcje pochodzenia antropogenicznego związane są prawdopodobnie z faktem, iż w przeszłości materiał z zakładowej hałdy wykorzystywany był do niwelacji terenów w obrębie miasta.

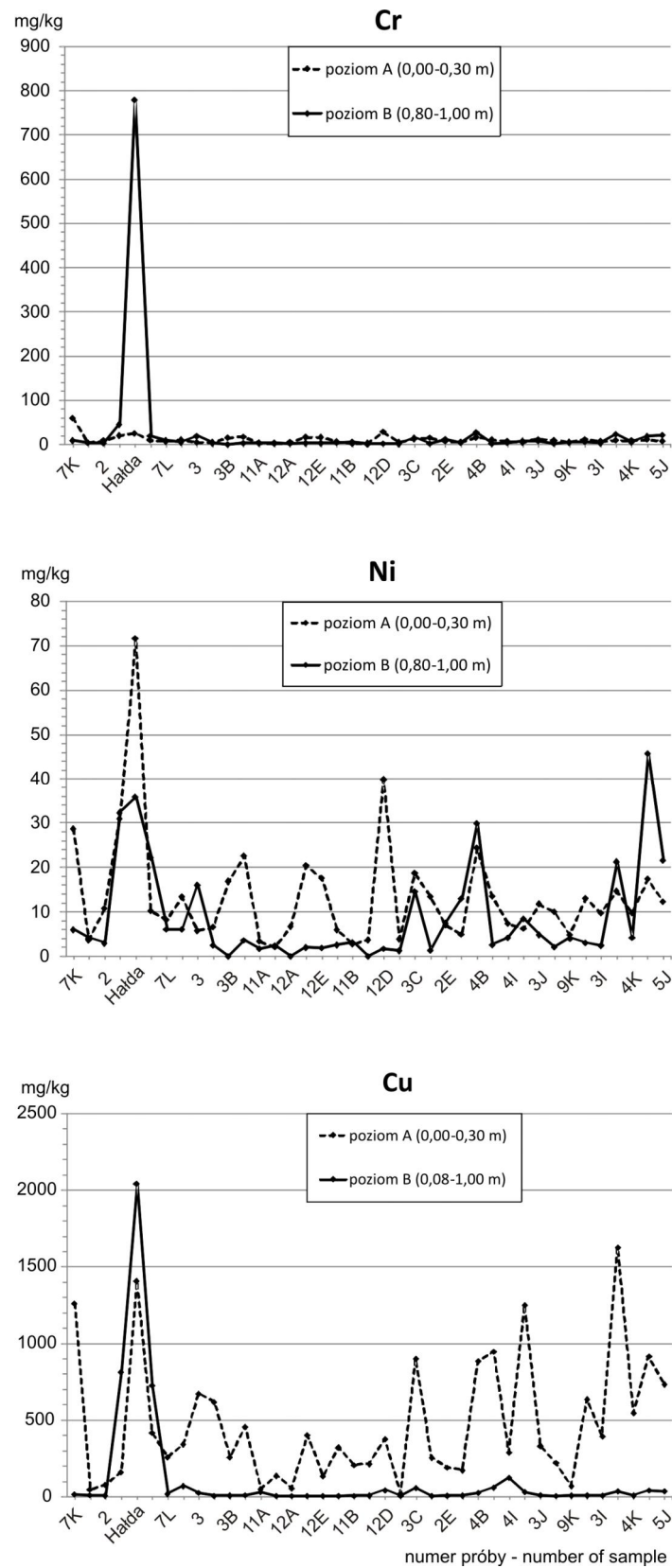




**Ryc. 3.** Rozkład zawartości Cr, Ni i Cu w warstwie powierzchniowej (0,00-0,30 m) i podglebiu (0,80-1,00 m) na terenie przemysłowym Zakładów w Trzebinii; minimalne, maksymalne i średnie zawartości pierwiastków oraz zawartości graniczne w glebach Polski wg Lis i Pasiecznej (1995)

**Fig. 3.** Content of chromium, nickel and copper in topsoil (0,00-0,30 m) and subsoil (0,80-1,00 m) on the Trzebinia Metal Company postindustrial area; minimal (min.), maximal (max.) and average (śr.) content of traces, and their content limit in soils in Poland according to Lis and Pasieczna (1995)

Budowa geologiczna obszaru badań nie wyjaśnia również lokalnie podwyższonych zawartości Cr i Ni. Są to natomiast pierwiastki często pojawiające się w procesach technologicznych jakie miały miejsce w Zakładach. Niepokojący wydaje się fakt, że w przeciwieństwie do Cu, zawartości tych dwóch pierwiastków nie we wszystkich punktach pomiarowych osiągnęły dopuszczalne poziomy na głębokości 0,8-1,0 m. Co więcej kilkakrotnie zawartości ich wzrastały wraz z głębokością. Może to świadczyć o zaistnieniu parametrów środowiska, które warunkują podwyższoną mobilność tych pierwiastków. W tym zakresie należy jednak dokonać szczegółowej analizy zawartości substancji organicznej, frakcji koloidalnej oraz odczynu środowiska gruntowego, a więc czynników, które wa-



**Ryc. 4.** Zróznicowanie zawartości Cr, Ni i Cu w warstwie powierzchniowej i podglebiu dla poszczególnych prób; objaśnienia w tekście

**Fig. 4.** Content differentiation of Cr, Ni i Cu in topsoil and subsoil on examples chosen samples; explanation in the text

runkują mobilność i przyswajalność metali ciężkich w glebie. Jednocześnie pamiętać należy, że metale ze źródeł antropogenicznych wykazują znacznie większą rozpuszczalność niż metale pochodzenia litogenicznego ze względu na formy chemiczne w jakich są do środowiska wprowadzane (Karczewska 2002).

Oprócz emisji zanieczyszczeń z atmosfery, drugim potencjalnym źródłem metali ciężkich w środowisku gruntowym analizowanego terenu przemysłowego, może być składowisko odpadów hutniczych. W tym zakresie największe znaczenie będzie miała wodna migracja pierwiastków, gdyż składowisko jest nieuszczelnione, a w jego podłożu występują utwory przepuszczalne (czwartorzędowe piaski). Co więcej sam materiał jest silnie porowaty co ułatwia proces infiltracji wód opadowych i ługowania toksycznych składników (zwłaszcza metali ciężkich). Problemowe składowisko może być źródłem zanieczyszczenia środowiska wodno-gruntowego przede wszystkim miedzią, ze względu na to, że deponowano tam ogromne ilości odpadów poprodukcyjnych powstających m.in. w wyniku wielkotonażowych procesów produkcji miedzi konwertorowej. Od momentu zaniechania tej produkcji zaprzestano wytwarzania i składowania powyższych odpadów. Zakład uruchomił w tym czasie produkcję proszków metali (m.in. Ni oraz Fe-Cr) i stopów metalicznych, które posiadały małotonażowy charakter. Powstające, w relatywnie niewielkich ilościach odpady, składowano przejściowo wewnątrz hal produkcyjnych i sukcesywnie sprzedawano lub utylizowano we własnym zakresie (OOS 1996).

## WNIOSKI

1. Podwyższone, a lokalnie anomalne, zawartości chromu, niklu i miedzi oraz towarzyszące im wysokie zawartości innych metali ciężkich (Kot 2011), w warstwie powierzchniowej gruntu jednoznacznie wskazują na degradację chemiczną terenu przemysłowego ZM I "Trzebinia".
2. Wyraźny spadek zawartości analizowanych pierwiastków wraz z głębokością, w większości analizowanych dotąd próbek, sugeruje antropogeniczne źródło zanieczyszczeń.
3. Źródłem zanieczyszczenia terenu ZM I "Trzebinia" była przede wszystkim emisja metali ciężkich z wielokierunkowych procesów metalurgicznych prowadzonych z wykorzystaniem różnorodnych surowców i niewystarczająco hermetycznych technologii.
4. Obecnie źródłem ograniczonej, niezorganizowanej emisji pyłów do powietrza i składników niebezpiecznych do gleb drogą wodną, pozostaje składowisko na terenie ZM I. Jest ono elementem degradującym krajobraz oraz glebę na której jest zlokalizowane, przyczyniając się do całkowitej bezużyteczności rejonu jego lokalizacji dla miasta.

5. Na terenie zakładów istniało wiele ciągów technologicznych o różnym przeznaczeniu, które wraz z zaprzestaniem produkcji danego asortymentu, były najczęściej burzone. Tym samym ich pozostałości (podobnie jak wielu budynków zakładowych) prawdopodobnie zalegają pod, miąższą niekiedy, warstwą nasypów antropogenicznych, stanowiąc kolejne potencjalne źródło zanieczyszczeń wieloma składnikami niebezpiecznymi.

## Literatura

- Karczewska A., 2002, Metale ciężkie w glebach zanieczyszczonych emisjami hut miedzi – formy i rozpuszczalność, *Zeszyty Naukowe AR Wrocław* 432 (Rozprawy 184).
- Kot A., 2011, Wskaźniki geochemiczne do oceny zanieczyszczenia metalami ciężkimi środowiska gruntowego terenu przemysłowego Zakładów Metalurgicznych „Trzebinia”, *Materiały Krakowskiej Konferencji Młodych Uczonych 2011, Sympozja i Konferencje KKMU* Nr 6, AGH, Pro Futuro, 603-612.
- Lis J., Pasieczna A., 1995, Atlas Geochemiczny Górnego Śląska 1:200 000, Polski Instytut Geologiczny, Warszawa.
- Łuszczak S., Tabor W., b.r. , Rozwój produkcji w ZM „Trzebinia, Instytut Metali Nieżelaznych, Gliwice.
- Mizgajski A., Machnicki M., 2009, Prawidłowości w zagospodarowaniu terenów przemysłowych. Przykład Poznania, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. XXIV, 115-124.
- OOS, 1996, Ocena oddziaływania na środowisko odpadów ZM „Trzebinia” oraz propozycja ich zagospodarowania, Instytut Metali Nieżelaznych, Gliwice.
- Pasieczna A. [red.] i in., 2008, Szczegółowa mapa geochemiczna Górnego Śląska – arkusz Chrzanów, Polski Instytut Geologiczny.
- Szerszeń L., Chodak T., Kabała C., 2004, Zmiany zawartości miedzi, ołowiu i cynku w glebach w rejonie hut miedzi Głogów i Legnica w latach 1972-2002, *Roczniki Geoboznawcze*, T. LV, Nr 3, 195-205.
- Szydełko B., 2007, Dokumentacja geologiczno-inżynierska dla oceny geotechnicznych warunków posadowienia obiektów na terenie projektowanej stacji paliw płynnych 1-2-3 STATOIL w Trzebini ul. Kościuszki.