

BARBARA WALCZAK^{*}, MAGDALENA JANKOWIAK^{}**

ZAWARTOŚĆ NIKLU I OŁOWIU W GLEBACH POŁOŻONYCH WZDŁUŻ TORÓW KOLEJOWYCH W ZIELONEJ GÓRZE

Streszczenie

W artykule przedstawiono wyniki zawartości niklu i ołowiu (form ogólnych oraz potencjalnie dostępnych dla roślin) w glebach położonych wzdłuż torów kolejowych w Zielonej Górze. Zawartość niklu form ogólnych wynosiła od 4 do 77 mg·kg⁻¹, a potencjalnie dostępnych dla roślin w zakresie od 1 do 13 mg·kg⁻¹. Ilość ołowiu wahała się w zakresie od 42 do 860 mg·kg⁻¹ dla form ogólnych i od 27 do 276 mg·kg⁻¹ dla form potencjalnie dostępnych dla roślin. Największe zanieczyszczenie tymi pierwiastkami odnotowano w pobliżu dworca kolejowego. Zawartość ołowiu przekracza w tym miejscu dopuszczalne zawartości według Rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi z 9 września 2002 r. dla grupy C to jest dla terenów przemysłowych i komunikacyjnych.

Słowa kluczowe: nikiel, ołów, gleba

WSTĘP

Stan gleb w mieście jest zagadnieniem, którym interesuje się wielu badaczy. Ze względu na różnorodność czynników wpływających na stan środowiska miejskiego, możliwość zanieczyszczenia gleb w mieście jest bardzo wysoka. Emisje zanieczyszczeń do powietrza powodują przedostawanie się pyłów do środowiska glebowego. W miastach zanieczyszczenia gleb mogą pochodzić z emisji przemysłowych, energetycznych oraz komunikacyjnych. Wiele prac poświęconych zanieczyszczeniom pochodzących z komunikacji samochodowej a w mniejszej liczbie z komunikacji kolejowej. Bardzo często analizowana jest zawartość metali w glebach w miastach przez różnych badaczy [Bavec i in., 2015, Islam i in., 2015, Valotto i in., 2015, Wiseman i in., 2015]. Tereny znaj-

^{*} Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, Instytut Inżynierii Środowiska, Zakład Ochrony i Rekultywacji Gruntów

^{**} Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Budownictwa, Architektury i Inżynierii Środowiska, studentka kierunku inżynieria środowiska

dujące się w pobliżu torów kolejowych mogą być zanieczyszczone z emisji spalin z lokomotyw. W Polsce wiele terenów uprawnych i działek, na których ludność uprawia warzywa i owoce do spożycia znajduje się przy torach. Odpowiedź na pytanie w jaki sposób ruch kolejowy wpływa na zanieczyszczenia w glebie może okazać się bardzo ciekawa.

MATERIAŁY I METODY

Teren badań położony był w Zielonej Górze mieście leżącym na zachodzie Polski. Stacja kolejowa Zielona Góra znajduje się centralnej części miasta. Badaniami objęto tereny położone wzdłuż torów kolejowych w Zielonej Górze. Punkty poboru próbek glebowych zlokalizowano od stacji kolejowej w kierunku zachodnim. Wyznaczono 8 punktów pomiarowych wzdłuż trasy kolejowej oraz dwa punkty poza terenem badań. Na rysunku nr 1 przedstawiono punkty poboru próbek glebowych. Próbkę glebowe zostały pobrane przy pomocy laski Egnera jako uśrednione próbki zbiorcze z głębokości 0-20 cm.



Rys.1. Punkty poboru próbek glebowych
Fig. 1. Soil sampling site

Pobrane próbki glebowe poddano analizie laboratoryjnej, Oznaczono skład granulometryczny – metodą Casagrande' a w modyfikacji Prószyńskiego, klasyfikację utworów glebowych wykonano zgodnie z normą Polskiego Towarzystwa Gleboznawczego z 2008 roku, odczyn gleby – metodą potencjometryczną w wyciągu wodnym oraz w roztworze 0,01 m CaCl_2 , zasolenie – metodą konduktometryczną, węglany – metodą wagową, zawartość węgla organicznego metodą Tiurina, kwasowość hydrolityczną i sumę zasad wymiennych – metodą Kappena. Zawartość metali – metodą spektrometrii atomowej (AAS). Formy biodostępne po rozpuszczeniu w 0,1m HCl, formy ogólne po spaleniu w piecu

muflowym w temperaturze 550°C i po spaleniu w wodzie królewskiej na gorąco.

WYNIKI

Przeprowadzone wyniki badań wskazują, że próbkach glebowych największy udział procentowy stanowią piaski; piasek luźny, piasek słabo-gliniasty i piasek gliniasty. Odczyn badanych gleb wahał się od 4,1 do 7,4 pH w roztworze wodnym, natomiast w roztworze 0,01 m CaCl₂ od 3,6 do 7 pH. Zasolenie badanych próbek glebowych mieściło się w zakresie 0,06-0,22 mS·cm⁻¹. Zawartość węglanów wahała się od 0,13 do 3,16% CaCO₃. Jednakże tylko jedna próbka zawierała powyżej 3% CaCO₃, w większości próbek glebowych zawartość węglanów wynosił poniżej 0,8%. Kwasowość hydrolityczna wynosił od 0,9 do 30,3 cmol·kg⁻¹, suma zasad od 2,08 do 31,80 cmol·kg⁻¹, pojemność sorpcyjna wahała się w przedziale od 2,08 do 31,80 cmol·kg⁻¹. Właściwości fizyczno-chemiczne badanych gleb przedstawiono w tabeli 1.

Tab. 1. Właściwości fizyczno-chemiczne gleb

Tab. 1. Physical and chemical properties of soil

| Nr próbki | Typ gleby | pH w H ₂ O | EC | CaCO ₃ | C | HA | TEB | CEC |
|-----------|-----------|-----------------------|---------------------|-------------------|-----------------------|------|------|-------|
| | | | mS·cm ⁻¹ | % | cmol·kg ⁻¹ | | | |
| 1 | pg* | 6,84 | 0,194 | 0,72 | 10,7 | 1,2 | 4,81 | 6,01 |
| 2 | ps** | 7,04 | 0,146 | 0,63 | 6,7 | 0,9 | 4,77 | 5,67 |
| 3 | ps** | 7,42 | 0,170 | 3,16 | 10,6 | 0,9 | 4,95 | 5,85 |
| 4 | pg* | 6,98 | 0,201 | 0,44 | 10,3 | 2,1 | 4,70 | 6,80 |
| 5 | ps** | 7,08 | 0,106 | 0,18 | 5,7 | 1,2 | 3,57 | 4,77 |
| 6 | pl*** | 7,02 | 0,056 | 0,36 | 1,5 | 0,9 | 1,18 | 2,08 |
| 7 | pg* | 6,54 | 0,095 | 0,27 | 3,8 | 3,6 | 2,45 | 6,05 |
| 8 | ps** | 6,50 | 0,112 | 0,13 | 3,2 | 3,6 | 3,26 | 6,86 |
| 9 | pl*** | 4,10 | 0,081 | 0,22 | 2,9 | 30,3 | 1,50 | 31,80 |
| 10 | pl*** | 6,35 | 0,222 | 0,22 | 4,4 | 3,9 | 2,65 | 6,55 |

pg*- piasek gliniasty, ps**- piasek słabogliniasty, pl***- piasek luźny

Całkowita zawartość niklu w badanych próbkach glebowych położonych na terenach przy torach kolejowych wynosiła od 10 do 77 mg·kg⁻¹, próbki glebo- we z miejsc leżących w dużej odległości od trakcji kolejowej osiągały zawar- tość niklu; 4 oraz 10 mg·kg⁻¹. Koncentracja form biodostępnych niklu w gle- bach z pobocza torów wynosiła od 3 do 13 mg·kg⁻¹, zaś z miejsc nie objętych oddziaływaniem komunikacji kolejowej wynosiła 1 i 3 mg·kg⁻¹. Największą ilość niklu odnotowano w próbce nr 1 zlokalizowanej najbliżej stacji kolejowej Zielona Góra, najniższą zaś w próbce nr 6. Stężenie ołowiu całkowitego

w próbkach glebowych wahała się od 42 do 860 mg·kg⁻¹. Wysoka była też zawartość form całkowitych ołowiu w próbach pobranych z miejsc neutralnych nie objętych oddziaływaniem kolei i wynosiła 91 i 186 mg·kg⁻¹. Zawartość ołowiu i niklu przedstawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Zawartość niklu i ołowiu w glebach

Tab. 2. The content Ni and Pb in soil

| Nr próbki | Pb całkowity | Pb potencjalnie dostępny | Ni całkowity | Ni potencjalnie dostępny |
|-----------|--------------------------|--------------------------|--------------|--------------------------|
| | mg·kg ⁻¹ s.m. | | | |
| 1. | 860 | 276 | 77 | 13 |
| 2. | 67 | 33 | 28 | 6 |
| 3. | 90 | 75 | 23 | 6 |
| 4. | 140 | 32 | 51 | 12 |
| 5. | 52 | 24 | 30 | 6 |
| 6. | 189 | 77 | 10 | 3 |
| 7. | 42 | 27 | 20 | 6 |
| 8. | 394 | 147 | 16 | 4 |
| 9. | 91 | 18 | 4 | 1 |
| 10. | 186 | 80 | 10 | 3 |

DYSKUSJA

Trudno jest jednoznacznie ustalić, jaki wpływ na zawartość metali w grun-
tach wywiera transport kolejowy. Gatunek gleby ma istotny wpływ na zawar-
tość zanieczyszczeń w glebie a także wpływa bezpośrednio na procesy migracji
zanieczyszczeń w głąb profilu glebowego. Gleby w Zielonej Górze wykazują
różny odczyn, co jest typowe dla obszarów zabudowanych, występują zarów-
no gleby silnie kwaśne, lekko kwaśne, obojętne i zasadowe. Zasolenie badanych
gleb jest na niskim poziomie. Największa wartość zasolenia badanych gleb
wynosiła 0,22 mS·cm⁻¹ co z punktu toksyczności dla roślin jest bardzo niskie,
ponieważ zasolenie w granicach 1,2-2,0 mS·cm⁻¹ uznaje się za wysokie, jednak-
że dopuszczalne [Greinert 1998]. Badane gleby charakteryzują się niską zawar-
tością węglanów nie przekraczającej 1% z wyjątkiem próbki nr 3 w której odno-
towano 3,16% węglanów. Węgiel organiczny w badanych glebach wskazuje na
dosyć wysoką zawartość, co może wykazywać na większe możliwości sorpcyj-
ne badanych gleb, jednakże uzyskane wartości kwasowości hydrolitycznej,
sumy zasad i pojemności sorpcyjnej nie potwierdzają tej tezy, gdyż maksymal-
na wartość pojemności sorpcyjnej tylko jednej próbki wynosiła 31,8 cmol·kg⁻¹,
pozostałych nie przekroczyła 7 cmol·kg⁻¹. Odnotowany poziom zawartości ni-
klu w glebach wskazuje, że w żadnym punkcie pomiarowym nie doszło do

przekroczenia wartości progowej dla niklu dla grupy C ($300 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) określonej w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 9 września 2002 r. Próbki glebowe pobrane poza terenem przylegającym do torów kolejowych charakteryzują się mniejszą zawartością niklu, tylko w jednej próbce nr 6 zawartość niklu jest na tym samym poziomie. Formy biodostępne niklu stanowią od 16,88 do 30,0% form całkowitych. Wcześniejsze badania gleb miejskich [Greinert 2010] wskazują, że zawartość niklu była niższa w innych punktach pomiarowych Zielonej Góry i wynosiła 1,2 do $46,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Zawartość niklu w Murci w Hiszpani [Acosta i in., 2015] w glebach miejskich wynosiła maksymalnie $46,4 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, zaś w Anshan mieście znajdującym się w prowincji Liaoning w Chinach [Qing i in., 2015] zawartość niklu wynosiła od 13,1 do $49,6 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Niższe zawartości niklu występowały w glebach miejskich Indriji na Słowenii [Bavec i in., 2015] bo w przedziale od 1,49 do $40,8 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, a także w Szeged na Węgrzech [Szolnoki i in., 2013] w zakresie od 22,62 do $35,60 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$. Bardzo wysokie zawartości niklu w glebach miejskich znajdowały się w Dongguan w Chinach [Wu i in., 2015]. Maksymalna koncentracja wynosiła tam $1435 \text{ mg Ni} \cdot \text{kg}^{-1}$. Zawartość ołowiu tylko w jednej próbce pobranej tuż przy dworcu kolejowym przekracza wartość progową dla ołowiu dla grupy C ($600 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$) określonej w Rozporządzeniu Ministra Środowiska z 9 września 2002 roku. Cztery badane próbki pobrane wzdłuż torów charakteryzują się niższym stężeniem ołowiu niż gleba z terenu nie będącego w oddziaływaniu transportu kolejowego. Na podstawie badań w 2010 r. [Greinert 2010, Walczak 2010] w Zielonej Górze poziom zawartości ołowiu w glebie wynosił od 3,0 do $240,7 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$, czyli był niższy niż w glebie zlokalizowanej wzdłuż torów. Zawartość form biodostępnych ołowiu stanowiła od 19,78 do 83,33 % form całkowitych. Porównując zawartość ołowiu w glebach na terenie Zielonej Góry z innymi glebami w miastach na świecie możemy stwierdzić, że występowały koncentracje niższe a także wyższe ołowiu niż w Zielonej Górze. Niższe zawartości ołowiu występowały w Murcii w Hiszpani [Acosta i in., 2015], w Anshan w Chinach [Qing i in., 2015] w Oakland w Kalifornii [Mc Clintok 2015] w Indriji na Słowenii [Bavec 2015]. Bardzo wysokie zawartości ołowiu występowały w pobliżu Amsterdamu w Holandii [Walraven i in., 2015], a także w Dongguan w Chinach [Wu i in., 2015], gdzie koncentracja ołowiu osiągnęła maksymalną zawartość na poziomie $9149 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$.

LITERATURA

1. ACOSTA J.A., GABARRON M., FAZ A., MARTINEZ- MARTINEZ S., ZORNOZA R., AROCENA J.M., 2015. Influence of population density on the concentration and speciation of metals in the soil and street dust from urban areas. *Chemosphere* 134: 328-337.

2. BAVEC S., GOSAR M., BIESTER H., GRČMAN H., 2015. Geochemical investigation of mercury and other elements in urban soil of Idrija (Slovenia) *Journal of Geochemical Exploration* 154: 213-223.
3. GREINERT A., 1998. Przewodnik do ćwiczeń z gleboznawstwa i ochrony gleb. Wyd. Politechniki Zielonogórskiej. Zielona Góra.
4. GREINERT A., 2010. Zawartość metali ciężkich w glebach zielonogórskich. Stan środowiska w Zielonej Górze w latach 2005-2010. Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Zielona Góra.
5. ISLAM S., AHMED K., AL-MAMUN H., MASUNAGA S., 2015. Potential ecological risk of hazardous elements in different land-use urban soils of Bangladesh. *Science of the Total Environment*. 512-513: 94-102.
6. MC CLINTOK N., 2015. A critical physical geography of urban soil contamination. *Geoforum* 65: 69-85.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 9 września 2002 r. w sprawie standardów jakości gleby oraz standardów jakości ziemi (Dz.U. Nr 165, poz. 1359).
8. SZOLNOKI Z.S., FARSANG A., PUSKAS I., 2013. Cumulative impacts of human activities on urban garden soils: origin and accumulation of metal. *Environmental Pollution*. 177: 106-115.
9. Qing X., Yutong Z., Shenggao L., 2015: Assessment of heavy metal pollution and human health risk in urban soils of steel industrial city (Anshan), Liaoning, Northeast China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*.
10. VALOTTO G., RAMPAZZO G., VISIN F., GONNELLA F., CATARUZZA E., GLISENTI A., FORMENTON G., TIEPPO P., 2015. Environmental and traffic related parameters affecting road dust composition: A multi-technique approach applied to Venice area (Italy). *Atmospheric Environment* 122: 596-608.
11. WALCZAK B., 2010. Lead and zinc in the street dust of Zielona Góra, Poland. *Environmental Engineering III* Edited By Pawłowski L., Dudzińska M.rR., Pawłowski A., Taylor&Francis Group. 105-115.
12. WALRAVEN N., BAKKER M., VAN OS B.J.H., KLAVER G.T., MIDDELBUR J.J. DAVIES G.R., 2015. Factors controlling the oral bioaccessibility of antropogenic Pb in polluted soils. *Science of the Total Environment* 506-507: 149-163.
13. WISEMAN C.L.S., ZAREINI F., PUTTMAN W., 2015. Metal and metalloid accumulation in cultivated urban soils: A medium-term study of trends in Toronto, Canada. *Science of the Total Environment* 538: 564-572.
14. WU S., PENG S., ZHANG X., WU D., LUO W., ZHANG T., ZHOU S., YANG G., WAN H., WU L., 2015. Levels and health risk assessments of

heavy metals in urban soils in Dongguan, China. Journal of Geochemical Exploration 148: 71-78.

THE CONTENT OF NICKEL AND LEAD IN SOILS LOCATED ALONG RAILWAYS IN ZIELONA GÓRA

S u m m a r y

The results of the contents of the nickel and lead (total and potentially available to plants in soil along the railroad tracks in Zielona Góra. The total nickel content from 4 to 77 mg·kg⁻¹ and potentially available to plants in the range of 1 to 13 mg·kg⁻¹.The amount of total lead ranged from 42 to 860 mg·kg⁻¹, and from 27 to 276 mg·kg⁻¹forms potentially available to plants. The biggest pollution of the elements was reported near the train station.. The lead content exceeds the permissible content according to the Regulation of the Minister of Environment on soil quality standards and ground quality standards of September 9, 2002 for group C (Industrial sites and communication).

Key words: Soil, nickel, lead