

# ZAWARTOŚĆ WYBRANYCH METALI CIĘŻKICH W GLEBACH AUTOGENICZNYCH NADLEŚNICTWA SUPRAŚL I DOJLIDY W PUSZCZY KNYSZYŃSKIEJ

Aneta SIENKIEWICZ\*

Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Białostocka, ul. Wiejska 45 A, 15-351 Białystok

**Streszczenie:** W pracy przedstawiono wyniki badań zawartości wybranych metali ciężkich (Cu, Co, Ni, Pb, Cr, Cd) w glebach autogenicznych na terenie Nadleśnictwa Supraśl i Dojlidy w Puszczy Knyszyńskiej. Celem badań było określenie stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi pochodzącymi z komunikacji. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że zawartości analizowanych pierwiastków śladowych nie przekraczają stężeń dopuszczalnych dla gleb obszarów objętych ochroną prawną. Najwyższą zawartość spośród analizowanych metali ciężkich w przypowierzchniowej warstwie gleb stwierdzono dla miedzi, natomiast najniższą dla kadmu. Roślinność wywiera znaczący wpływ na obniżenie zawartości metali ciężkich, poprzez zwiększoną fitoprzyswajalność w warunkach silnie kwaśnego odczynu analizowanych gleb leśnych.

*Słowa kluczowe:* metale ciężkie, gleby Puszczy Knyszyńskiej, roślinność leśna, zanieczyszczenia komunikacyjne.

## 1. Wprowadzenie

Zawartość metali ciężkich jest jednym z podstawowych parametrów określających stan zanieczyszczenia i stopień degradacji gleb (Kabata-Pendias, 1995; Urban i Michalska, 2000; Okołowicz, 2000; Niemyska-Łukaszuk i in., 2000). Metale ciężkie ze względu na swój charakter oraz ilości wprowadzane przez człowieka do środowiska wywierają szczególną rolę na stan jakości poszczególnych ekosystemów lądowych i wodnych (Skorbiłowicz, 2010). Jest to bardzo ważne w przypadku obszarów objętych ochroną prawną, dla których podwyższona zawartość pierwiastków śladowych wpływa niekorzystnie na utrzymanie procesów ekologicznych i stabilność ekosystemów oraz zachowanie różnorodności biologicznej.

Głównym działaniem realizowanym na rzecz ochrony przyrody jest wyznaczenie cennych, naturalnych lub półnaturalnych obszarów i ich ochrona przy założeniu, że chronione są jednocześnie gatunki i zbiorowiska tam występujące. Wydaje się uzasadnione, że jedynym skutecznym sposobem zachowania różnorodności biologicznej w dłuższej skali czasowej jest ochrona nietkniętych ekosystemów (Pullin, 2007).

Puszcza Knyszyńska usytuowana jest w północno-wschodniej Polsce na obszarze województwa podlaskiego. Jest to Specjalny Obszar Ochrony Siedlisk

(SOO) „Ostoja Knyszyńska” PLH200006, na którym występuje wiele gatunków roślin cennych dla ochrony przyrody w Europie. Jest to także Obszar Specjalnej Ochrony Ptaków (OSO) „Puszcza Knyszyńska” PLB200003 o randze europejskiej (Łaska, 2009). Istotnym problemem dla Puszczy Knyszyńskiej jako obszaru „Natura 2000” jest nasilenie ruchu drogowego, co sprawia, że na zanieczyszczenia pochodzące z komunikacji narażone są także gleby. Środki transportu emitują wiele szkodliwych substancji, takich jak tlenki węgla, tlenki azotu, dwutlenek siarki, sadza, metale ciężkie będące składnikami spalin i pyłów oraz węglowodory (Curzydło, 1995; Indeka i Karczun, 1999; Jasiewicz i Buczek, 2000).

W pracy zaprezentowano wyniki badań dotyczące zawartości miedzi (Cu), kobaltu (Co), niklu (Ni), ołowiu (Pb), chromu (Cr) i kadmu (Cd) w wybranych glebach leśnych na terenie Puszczy Knyszyńskiej, co stanowi podstawę do określenia stopnia zanieczyszczenia gleb metalami ciężkimi pochodzącymi z komunikacji.

## 2. Obiekt i metody badań

Badania gleboznawcze przeprowadzono w 2011 roku na terenie Nadleśnictwa Supraśl i Dojlidy w Puszczy Knyszyńskiej. Do badań zawartości metali ciężkich

\* Autor odpowiedzialny za korespondencję. E-mail: a.sienkiewicz@pb.edu.pl

pobrano łącznie 22 próbki glebowe w następujących punktach pomiarowych:

- a) Nadleśnictwo Supraśl, obręb Sokółka:
- 262b, 250ab, 249c, 261c, 250c przy drodze wojewódzkiej nr 676 Supraśl – Krynki w miejscowości Kopna Góra,
  - 294c przy drodze powiatowej nr 1276 B Podsokołda – Lipowy Most,
  - 220c przy drodze powiatowej nr 1291 B Łażnisko – Woronicze,
  - 314c, 302b, 302c, 186b, 218a, 217g, 2 próbki w 306a przy leśnych drogach oddziałowych i dojazdowych;
- b) Nadleśnictwo Supraśl, obręb Supraśl:
- 157f przy drodze powiatowej nr 1435 B Podsupraśl – Surążkowo,
  - 2 próbki w 113a przy leśnych drogach oddziałowych i dojazdowych;
- c) Nadleśnictwo Dojlidy, obręb Katryńka:
- 241g, 240l/241g, 240l, 240g przy leśnych drogach oddziałowych i dojazdowych.

Badaniami objęto 10 cm warstwę poziomu mineralno-organicznego gleb rdzawych i bielcowo-rdzawych subkontynentalnego boru świeżego *Peucedano-Pinetum*, gleb rdzawych boru iglastego wysokiego *Carici digitatae-Piceetum* oraz gleb brunatnych i rdzawych boru mieszanego wielogatunkowego *Serratulo-Piceetum* (Czerwiński, 1995; Łaska, 2006). Próbki glebowe do badań pobrano z odległości około 10 m od krawędzi drogi.

W próbkach glebowych oznaczono ogólną zawartość metali ciężkich (Cu, Co, Ni, Pb, Cr, Cd) techniką AAS

po mineralizacji gleby w mieszaninie stężonych kwasów azotowego i nadchlorowego. Ze względu na interpretację uzyskanych wyników badań dodatkowo określono skład granulometryczny metodą areometryczną Casagrande'a modyfikacji Prószyńskiego oraz odczyn gleby w 1M KCl – metodą potencjometryczną (Ostrowska i in., 2001).

Wyniki oznaczeń zawartości metali w glebach i składu granulometrycznego gleb poddano analizie statystycznej, wykorzystując do tego program Statistica 9.0.

### 3. Wyniki i dyskusja

#### 3.1. Skład granulometryczny badanych gleb

Powierzchniowe poziomy badanych gleb zbudowane są w przeważającej części z utworów piaszczystych (tab. 1). Według normy BN-78/9180-11 *Gleby i utwory mineralne. Podział na frakcje i grupy granulometryczne* należą one do następujących grup granulometrycznych piaski luźne (pl) – 15 próbek, piaski luźne pylaste (plp) – 1 próbka, piaski słabo gliniaste (psg) – 6 próbek. Cechą charakterystyczną analizowanych gleb jest stosunkowo mała domieszka frakcji pylastych, których zawartość prawie we wszystkich badanych próbkach nie przekroczyła 25%. Spośród frakcji pylastych dominował pył gruby (0,1-0,05), którego zawartość wahała się od 2 do 16%. Na niższym poziomie kształtował się udział frakcji spławialnych (poniżej 10%), spośród których wyraźnie dominował il pyłowy gruby (0,02-0,005).

Tab. 1. Skład granulometryczny gleb na terenie Puszczy Knyszyńskiej

Numer próbki	Zawartość frakcji [%]					Ogółem [%]		
	0,1-0,05	0,05-0,02	0,02-0,005	0,005-0,002	<0,002	1-0,1	0,1-0,02	<0,02
1	6	4	3	1	3	83	10	7
2	4	1	3	1	1	90	5	5
3	6	3	1	0	3	87	9	4
4	13	5	4	0	2	76	18	6
5	9	4	5	1	0	81	13	6
6	8	3	1	3	0	85	11	4
7	9	4	2	1	1	83	13	4
8	6	4	3	0	3	84	10	6
9	9	3	3	0	2	83	12	5
10	7	6	2	0	2	83	13	4
11	7	1	1	2	2	87	8	5
12	2	1	0	2	1	94	3	3
13	5	3	0	2	0	90	8	2
14	6	2	2	1	1	88	8	4
15	9	6	1	2	3	79	15	6
16	11	5	0	3	2	79	16	5
17	9	5	2	1	1	82	14	4
18	7	5	3	2	2	81	12	7
19	16	5	3	0	1	75	21	4
20	16	10	2	1	0	71	26	3
21	10	6	2	2	0	80	16	4
22	5	3	1	1	3	87	8	5

### 3.2. Odczyn

Wartości pH zmierzone w 1M KCl dla wszystkich badanych próbek mieściły się w przedziale wartości 3,4-4,5, co wskazało na bardzo kwaśny odczyn wykształconych tam gleb. Istotny udział w zakwaszaniu gleb leśnych mają procesy fizyczne i chemiczne uczestniczące w wietrzeniu minerałów oraz procesy biologiczne, związane z cyklami krążenia C i N (Kurek, 2002; Marcinek i in., 2008).

Czynnikiem znacząco wpływającym na odczyn badanych gleb leśnych jest pokrywa roślinna siedlisk borowych. Podczas pobierania składników mineralnych przez korzenie drzew uwalniane są do środowiska jony wodoru zwiększające zakwaszenie. Silne zakwaszenie w badanych warunkach siedliskowych wynika również z aktywności kwasów humusowych, powstających z rozkładu igieł sosnowych. Dodatkowym czynnikiem jest obecność gęstej warstwy zielnej (*Vaccinium myrtillus*, *Vaccinium vitis-idaea*) i mchów (*Pleurozium schreberi*), których produktem rozkładu są kwasy organiczne. Nieznacznie wyższe wartości pH są prawdopodobnie związane z mniejszym stopniem pokrycia przez roślinność leśną.

### 3.3. Zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi (Cu, Co, Ni, Pb, Cr, Cd)

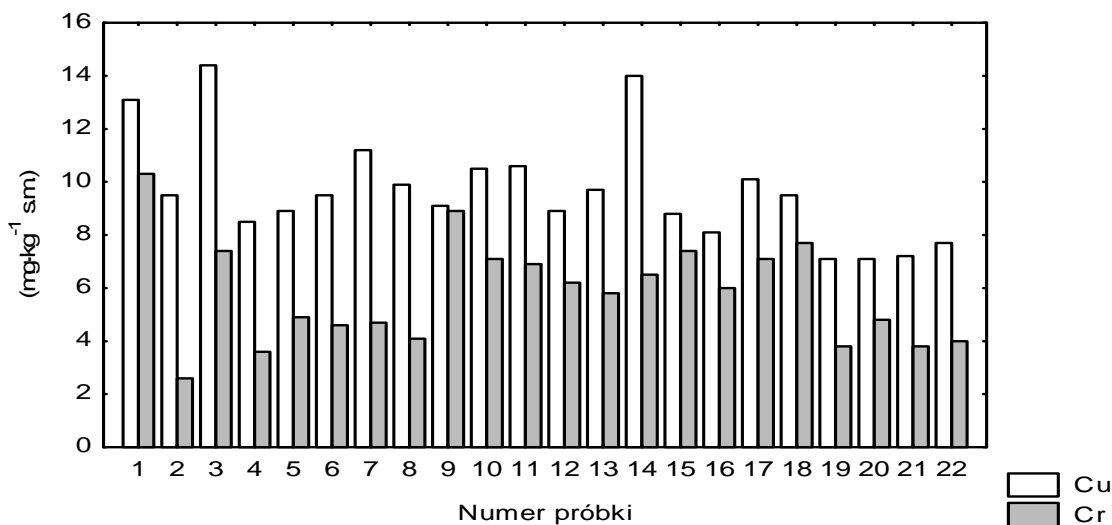
Całkowita zawartość miedzi (Cu) w analizowanych glebach występuje w ilościach naturalnych i zawiera się w granicach 7,1-14,4 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. (rys. 1). Zawartość ta nie przekracza wartości dopuszczalnej dla terenów grupy A, która wynosi 30 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. Zawartość chromu (Cr) we wszystkich analizowanych glebach jest zbliżona, kształtuje się na poziomie od 2,6 do 10,3 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. (rys. 1) i nie przekracza wartości dopuszczalnej dla terenów grupy A - 50 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

Kadm (Cd) jest jednym z bardziej niebezpiecznych metali ciężkich dla środowiska przyrodniczego. We wszystkich badanych próbkach glebowych występuje on

w niewielkich ilościach, a jego zawartość poniżej 1 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. świadczy o naturalnym pochodzeniu. Zawartość ołowiu (Pb) w badanych próbkach glebowych należy uznać także za dopuszczalną (<20 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.). Jak podano w literaturze (Kabata-Pendias i Pendias, 1999), dla większości gleb naturalna zawartość tego metalu nie powinna przekraczać 20 mg·kg<sup>-1</sup> s.m. Zawartość niklu (Ni) ogólnego w badanych glebach nie przekroczyła jego ilości naturalnej (20 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.). Uzyskane wartości kobaltu (Co) są także typowe dla niezanieczyszczonych gleb leśnych Polski, którego zawartość nie przekroczyła 10 mg·kg<sup>-1</sup> s.m.

Znaczący wpływ na zawartość pierwiastków śladowych w analizowanych glebach miał odczyn gleb, który wpływa na ruchliwość metali, a więc także na przyswajalność dla roślin (Kabata-Pendias i Pendias, 1999; Mikiciuk i Banaszek, 2001). W warunkach silnie kwaśnego odczynu następuje wzrost stężenia w roztworze glebowym, dostępnych dla roślin ruchomych form metali ciężkich, a tym samym podwyższenie wskaźnika ich akumulacji w roślinach. Przyczynia się to w dużym stopniu do zmniejszenia rzeczywistej zawartości pierwiastków śladowych w analizowanych glebach.

Oceniając zanieczyszczenie gleb Nadleśnictwa Supraśl i Dojlidy w Puszczy Knyszyńskiej metalami ciężkimi (Cu, Co, Ni, Pb, Cr, Cd) można uznać, że jest ono niewielkie i mieści się w stosunkowo wąskich zakresach najczęściej spotykanych w glebach Polski (Ostrowska i in., 1991; Dudka, 1992). Zgodnie z Czarnowską (1996) zawartość metali: Co, Ni, Pb, Cr, Cd odpowiada wartościom tła geochemicznego w skałach macierzystych gleb północno-wschodniej Polski. Jedynie zawartość miedzi jest powyżej wartości (7,1 mg·kg<sup>-1</sup>), przyjętej przez Czarnowską (1996), jako tła geochemiczne. Całkowita zawartość badanych metali mieści się także w granicach dopuszczalnych wartości podawanych przez Kabatę-Pendias i Pendiasa (1999) i w żadnym z analizowanych przypadków nie przekracza dopuszczalnych norm określonych w Rozporządzeniu Ministra Środowiska (Dz. U. nr 165 z 2002 r., poz. 1359)



Rys. 1. Zawartość miedzi (Cu) i chromu (Cr) w badanych glebach Puszczy Knyszyńskiej

dla chronionych obszarów leśnych. Niewielkie zróżnicowanie w stężeniach analizowanych pierwiastków śladowych wynika prawdopodobnie z różnic w składzie granulometrycznym analizowanych gleb (Czarnowska, 1996). Analiza korelacji pomiędzy zawartością poszczególnych metali ciężkich a składem granulometrycznym gleb wykazała, że jest to zależność statystycznie nieistotna.

#### 4. Wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

- zawartość metali ciężkich (Cu, Co, Ni, Pb, Cr, Cd) w glebach autogenicznych Nadleśnictwa Supraśl i Dojlidy nie przekracza stężeń dopuszczalnych dla objętych ochroną obszarów leśnych i, z wyjątkiem miedzi, odpowiada wartościom tła geochemicznego w skałach macierzystych gleb północno-wschodniej Polski;
- najwyższą zawartość spośród analizowanych metali ciężkich w przypowierzchniowej warstwie gleb wykazuje miedź, a najniższą kadm;
- niskie zawartości pierwiastków śladowych mogą być spowodowane wzrostem ich rozpuszczalności, a tym samym przyswajalności przez rośliny w warunkach silnie kwaśnego odczynu gleb leśnych.

#### Literatura

- Curzydło J. (1995). Skażenie motoryzacyjne wzdłuż dróg i autostrad oraz sposoby przeciwdziałania ujemnym skutkom motoryzacji w środowisku. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, No. 418, 265-270.
- Czarnowska K. (1996). Ogólna zawartość metali ciężkich w skałach macierzystych jako tło geochemiczne gleb. *Roczniki Gleboznawcze*, No. 47, 43-50.
- Czerwiński A. (1995). Szata roślinna i pokrywa glebowa. W: Puszcza Knyszyńska. Monografia przyrodnicza. Czerwiński A. (Red.). *Zespół Parków Krajobrazowych w Supraślu*, Supraśl, 203-238.
- Dudka S. (1992). Ocena całkowitej zawartości pierwiastków głównych i śladowych w powierzchniowej warstwie gleb Polski. *Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa*, Puławy.
- Indeka L., Karczun Z. (1999). Kumulacja wybranych metali ciężkich w glebach przy ruchliwych trasach komunikacyjnych. *Ekologia i Technika*, 6/1999, 174-180.
- Jasiewicz C., Buczek J. (2000). Zawartość metali ciężkich w glebie i pszenicy narażonej na wpływ zanieczyszczeń komunikacyjnych. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, No. 472, 341-347.
- Kabata-Pendias A. (1995). Heavy metals in soils – issues in Central and Eastern Europe. W: *Heavy metals in the environment*, Hamburg, No. 1, 20-27.
- Kabata-Pendias A., Pendias H. (1999). Biogeochemia pierwiastków śladowych. *Wydawnictwo Naukowe PWN*, Warszawa.
- Kurek E. (2002). Związki przyczynowo-skutkowe aktywności mikrobiologicznej i zakwaszenia gleb. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, No. 482, 307-316.
- Łaska G. (2006). Tendencje dynamiczne zbiorowisk zastępczych w Puszczy Knyszyńskiej. *Bogucki Wydawnictwo Naukowe*, Białystok-Poznań.
- Łaska G. (2009). Europejska sieć ekologiczna Natura 2000 a ocena oddziaływania na środowisko przyrodnicze. W: *Ochrona środowiska. Perspektywy i strategie rozwoju gospodarczego Puszczy Knyszyńskiej oraz ochrona przyrody na Litwie*. Łaska G. (Red.). *Stowarzyszenie Uroczysko*, Białystok, 51-68.
- Marcinek J., Bednarek R., Komisarz J., Mocek A., Piaścik H., Skiba S. (2008). Systematyka gleb Polski. *Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego*, Poznań.
- Mikiciuk G., Banaszek I. (2001). Zawartość metali ciężkich oraz siarki w glebach i roślinach na terenie stacji doświadczalnej w Dołujach. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, No. 476, 219-227.
- Niemyska-Łukaszuk J., Gąsiorek M., Miechówka A. (2000). Kadm, nikiel, ołów i cynk w glebach i roślinach pól pasterskich Tatrzańskiego Parku Narodowego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, No. 472, 543-550.
- Okołowicz M. (2000). Zawartość metali ciężkich w glebach organicznych Puszczy Kampinoskiej. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, No. 471, 1075-1080.
- Ostrowska A., Gawliński S., Szczubiałka Z. (1991). Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. *Instytut Ochrony Środowiska*, Warszawa.
- Ostrowska A., Porębska G., Borzyszkowski J., Król H., Gawliński S. (2001). Właściwości gleb leśnych i metody ich oznaczania. *Instytut Ochrony Środowiska*, Warszawa.
- Pullin A. S. (2007). Biologiczne podstawy ochrony przyrody. *Wydawnictwo Naukowe PWN*, Warszawa.
- Skorbiłowicz E. (2010). Studia nad rozmieszczeniem niektórych metali w środowisku wodnym zlewni górnej Narwi. *Politechnika Białostocka*, Białystok.
- Urban D., Michalska R. (2000). Zawartość pierwiastków śladowych w glebach i roślinach łąkowych wybranych obiektów torfowiskowych Poleskiego Parku Narodowego. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, No. 471, 835-840.

#### CONTENT OF SELECTED HEAVY METALS IN AUTOGENIC SOILS IN THE SUPRAŚL AND DOJLIDY FOREST DIVISION IN THE KNYSZYŃSKA FOREST

**Abstract:** The paper presents the results of research concerning contents of the selected heavy metals (Cu, Co, Ni, Pb, Cr, Cd) in autogenic soils in the Supraśl and Dojlidy Forest Division in the Knyszyńska Forest. The aim of the studies was to determine the degree of soil pollution with heavy metals from communication. The research results show that the contents of the examined trace elements do not exceed the concentration limits for the soils of areas protected by law. The highest concentration in surface soil layer was found for copper, and the lowest for cadmium. Vegetation has a significant effect on reducing the heavy metal concentration, through increased assimilation by plants in a strongly acidic forest soils.

Badania przeprowadzono w Politechnice Białostockiej w ramach pracy własnej W/WBiŚ/6/2011.