

## OCENA STOPNIA ZANIECZYSZCZENIA ŚRODOWISKA SIARKĄ I OŁOWIEM W POBLIŻU ŹRÓDŁA EMISJI, NA PODSTAWIE OKREŚLENIA ICH AKUMULACJI W IGŁACH SOSNY ZWYCZAJNEJ

Wojciech Dmuchowski, Ewa Czwakiel

Ogród Botaniczny – Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej PAN w Warszawie

### Wstęp

Huta Lucchini jest jednym z głównych emitorów zanieczyszczenia powietrza w Warszawie [DMUCHOWSKI i in. 1998, 2001]. Zakład zlokalizowany jest w północnym rejonie miasta. Pochodzące z niego emisje znacząco wpływają na stopień zanieczyszczenia środowiska w dzielnicy Bielany. W ostatnich latach Huta zmieniła technologię wytwarzania stali i deklarowała znaczne ograniczenie emisji metali ciężkich i innych zanieczyszczeń do powietrza.

Celem badań było porównanie zmian stopnia zanieczyszczenia środowiska w rejonie Huty w latach 1986 i 2004, ołowiem i dwutlenkiem siarki. Wybrano metodę bioindykacyjną, opartą na określeniu akumulacji ołowiu i siarki w igłach sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.).

Sosna zwyczajna jest uznawana za dobry bioindykator zanieczyszczenia środowiska. Określenie składu chemicznego igieł tego gatunku jest stosowane w Polsce i innych krajach europejskich, jako metoda standardowa oceny stopnia zanieczyszczenia i jest rekomendowana przez UNEP (Międzynarodowy Program Ochrony Środowiska ONZ), [*Environmental data report 1989/90*].

Zawartość siarki w igłach sosny odzwierciedla zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki, a zawartość ołowiu jest wskaźnikiem zanieczyszczenia środowiska, powietrza i gleby.

### Materiał i metody badań

Badania wykonano dwukrotnie w 1986 i 2004 roku, zbierając próbki do badań każdorazowo w miesiącu marcu. Drzewa, z których zbierano próbki zlokalizowane były w tych samych rejonach. Ogółem w każdym roku badań zebrano 26 próbek w odległości od 500 m do 7700 m od źródła emisji. Zbiór próbek i przygotowanie ich do oznaczeń, włącznie z ich myciem, wykonano zgodnie

z metodą opisaną przez DMUCHOWSKIEGO i BYTNEROWICZA [1995]. W dwuletnich igłach sosny, w próbie zmieszanej z sześciu drzew, oznaczono zawartość siarki ogółem przy zastosowaniu automatu LECO SC-132 [LECO CORPORATION 1987], a zawartość ołowiu metodą spektrofotometrii absorpcji atomowej po spaleniu na sucho w temperaturze 500–550°C [PERKIN ELMER 1990; MORTON, ROBERTS 1991].

Wyniki badań przedstawiono na rysunkach w formie transektów, uwzględniając cztery kierunki od źródła emisji.

## Wyniki i dyskusja

Uzyskane wyniki wyraźnie wskazują na zmniejszenie się poziomu zanieczyszczenia środowiska ołowiem w roku 2004, w stosunku do roku 1986, wyrażone zmniejszeniem jego akumulacji w igłach sosny. W 1986 r. odnotowano we wszystkich czterech kierunkach, w odległości do 2 km od źródła emisji, maksymalne zawartości ołowiu w igłach na poziomie ponad 30 mg·kg<sup>-1</sup>. Poziom 30 mg·kg<sup>-1</sup> uznawany jest za toksyczny dla roślin [KABATA-PENDIAS, PENDIAS 1999], a dla *Picea* sp. BURTON, MORGAN [1983] określili go na 19 mg·kg<sup>-1</sup>. Zasięg bezpośredniego oddziaływania źródła emisji w zależności od kierunku wynosił 2 do 3 km. Odległości te stanowiły próg po przekroczeniu którego poziom zanieczyszczenia istotnie zmniejszał się do poziomu tłowego dla regionu warszawskiego [DMUCHOWSKI, BYTNEROWICZ 1995].

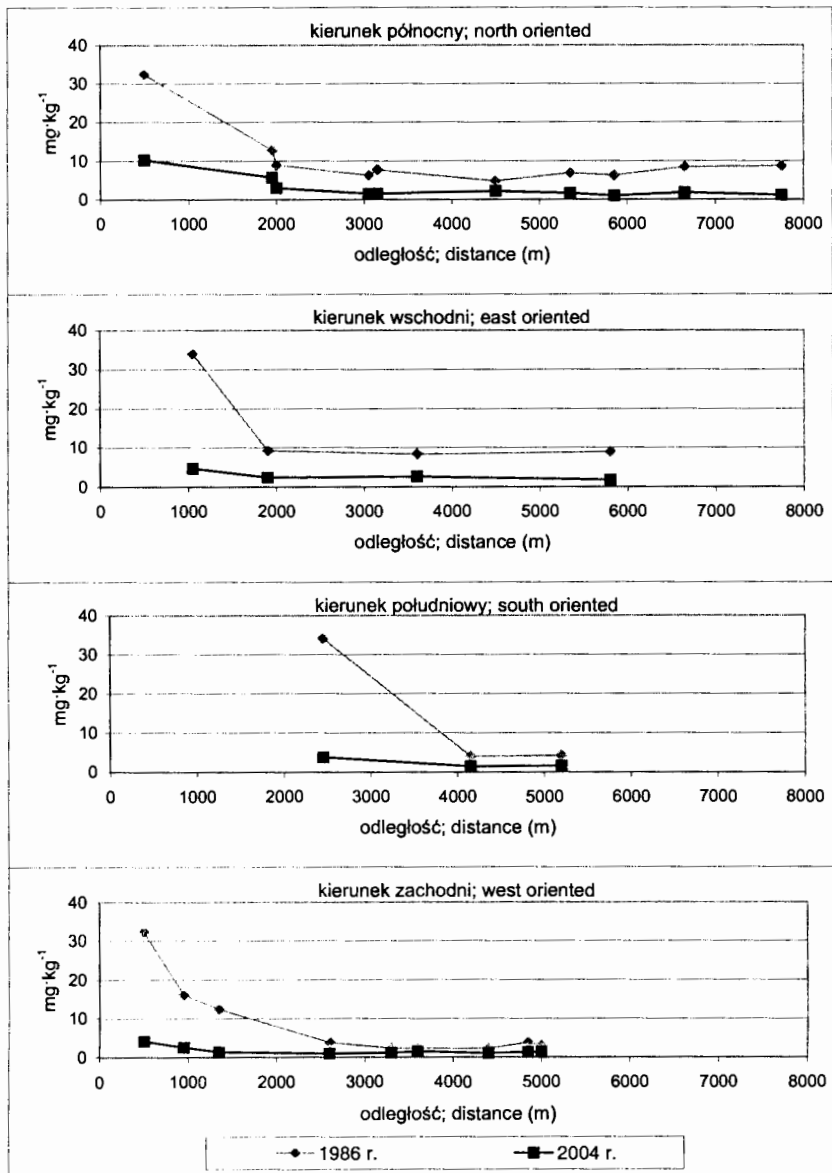
W 2004 roku obserwowano zmniejszenie się poziomu zanieczyszczenia ołowiem we wszystkich kierunkach. Bezpośrednie oddziaływanie źródła emisji nie przekraczało 2 km, a zawartość ołowiu w igłach w zasadzie nie była większa niż 10 mg·kg<sup>-1</sup>. Obserwowano zmniejszenie się również tła zanieczyszczeniem ołowiem w większych odległościach od Huty. Zjawisko zmniejszenia się zanieczyszczenia powietrza ołowiem ma związek ze zmianami technologii produkcji Huty ale również zmniejszeniem emisji ołowiu pochodzenia komunikacyjnego, w związku ze stosowaniem benzyn bezołowiowych. Zjawisko to obserwowano również w innych rejonach Warszawy.

Zawartość siarki w igłach sosny uznana za normalny, charakterystyczny dla środowiska niezanieczyszczonego nie przekracza 0,09%, a za poziom powodujący niekorzystne zmiany we wzroście i rozwoju drzew 0,12% [HUTTUNEN i in. 1985; DMUCHOWSKI, BYTNEROWICZ 1995]. We wszystkich praktycznie próbkach poziom ten został przekroczony.

Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości siarki między zanieczyszczeniem w 1986 i 2004 rokiem. Zawartość siarki w igłach wskazywała, że zarówno podczas pierwszego jak i kolejnego roku badań bezpośredni wpływ źródła emisji na zanieczyszczenie powietrza dwutlenkiem siarki nie przekraczał 2,5 km we wszystkich kierunkach. W rejonie tym akumulacja siarki w igłach utrzymywała się na poziomie 0,22–0,18%. Powyżej 3 km od Huty akumulacja siarki w igłach utrzymywała się na poziomie tłowym dla rejonu Warszawy, to znaczy oscylowała wokół wartości 0,15% [DMUCHOWSKI, BYTNEROWICZ 1995; DMUCHOWSKI i in. 1998].

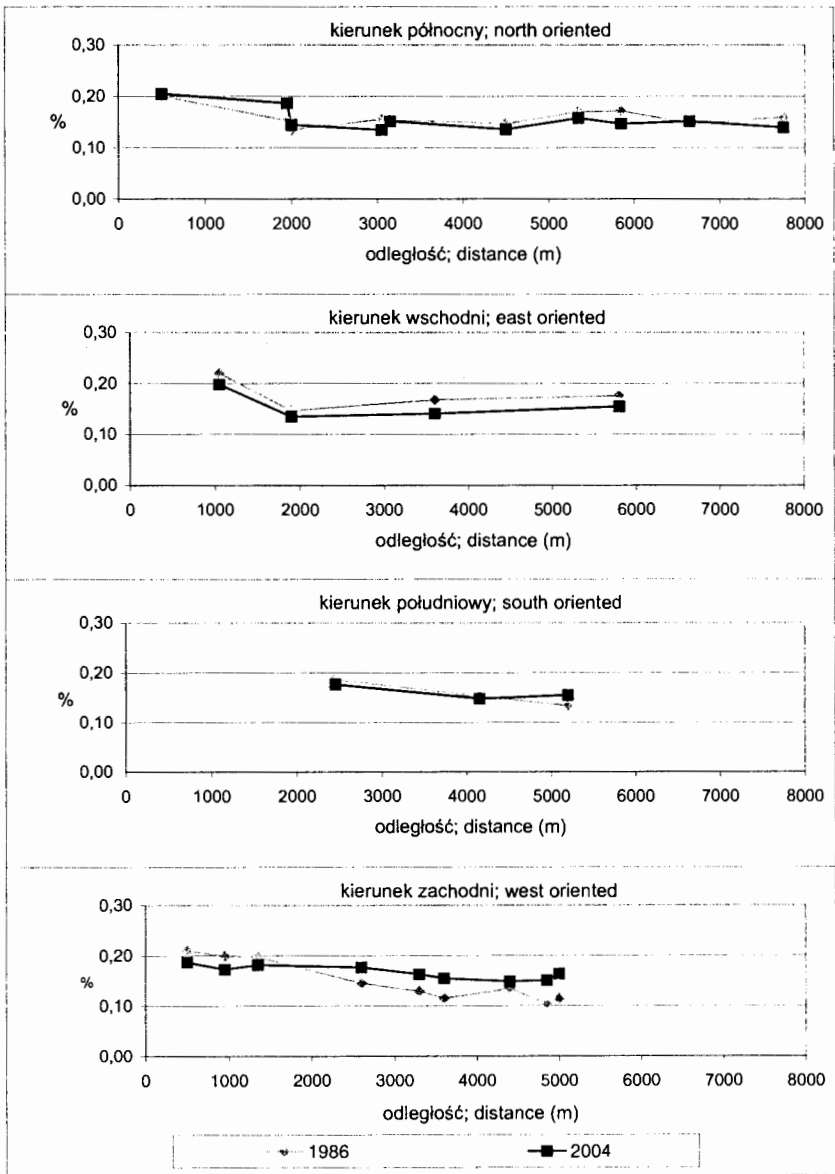
Zastosowana metoda bioindykacyjna nie zastępuje monitoringu instytucjonalnego organizowanego przez WIOŚ, ale dzięki możliwości zastosowania dużej ilości punktów pomiarowych, może być istotnym elementem informacji o stanie

środowiska i uzupełnieniem aparaturowych pomiarów, które w Warszawie są bardzo nieliczne.



Rys. 1. Porównanie zmian zawartości ołowiu ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) w dwuletnich igłach sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) w rejonie Huty Luccini w 1986 i 2004 r.

Fig. 1. Comparison of total lead contents ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) in previous year's needles of Scots pines in vicinity of Luccini Steelworks in 1986 and 2004



Rys. 2. Porównanie zmian zawartości siarki (%) w igłach dwuletniej sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.) w rejonie Huty Luccini w 1986 i 2004 r.

Fig. 2. Comparison of total sulphur contents (%) in previous year's needles of Scots pines in vicinity of Luccini Steelworks in 1986 and 2004

## Wnioski

1. Określenie akumulacji ołowiu i siarki w igłach sosny zwyczajnej wskazywało na Hutę Lucchini, jako źródło zanieczyszczenia środowiska tymi pierwiastkami.

2. Zasięg bezpośredniego oddziaływania Huty nie przekraczał 3 km, w większej odległości poziom zanieczyszczenia utrzymywał się na poziomie tłowym dla rejonu Warszawy.
3. Stwierdzono zmniejszenie się zanieczyszczenia środowiska łożem w latach 1986–2004 i dotyczyło to strefy bezpośredniego oddziaływania (do 3 km), jak również tła zanieczyszczenia w większych odległościach od źródła emisji. W 1986 roku w strefie bezpośredniego oddziaływania źródła emisji zanieczyszczenie środowiska łożem miało niekorzystny wpływ na wzrost i rozwój sosny zwyczajnej.
4. Nie stwierdzono zmian w zanieczyszczeniu powietrza dwutlenkiem siarki w obu terminach badań. Poziom zawartości siarki w igłach wskazuje na niekorzystny wpływ zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki na stan zdrowotny sosny zwyczajnej na całym obszarze badań.

### Literatura

- BURTON K.W., MORGAN E. 1983. *The influence of heavy metals upon the growth of sitka spruce in South Wales forest*. I. Upper critical and foliar concentration. *Plant and Soil* 73: 327–336.
- DMUCHOWSKI W., BYTNEROWICZ A. 1995. *Monitoring environmental pollution in Poland by chemical analysis of Scots pine (Pinus sylvestris L.) needles*. *Environmental Pollution* 87: 87–104.
- DMUCHOWSKI W., KURCZYŃSKA E.U., WŁOCH W. 1998. *Chemical composition of needles and cambial activity of stems of Scots pine trees affected by air pollutants in Polish forests*. *Proceedings of the International Symposium on Air Pollution and Climate Change Effects on Forest Ecosystems Riverside, California, USA 5–9 II 1996*: 197–204.
- DMUCHOWSKI W., BADUREK M., CHMIELEWSKI W. 2001. *Ocena zanieczyszczenia powietrza metalami ciężkimi (Pb, Cr) w Warszawie w latach 1992–2000 metodą „moss-bag”*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*: 99–105.
- Environmental data report 1989/90 1989. United Nations Environment Programme. GEMS Monitoring and Assessment Research Centre, London, UK. Basil Blackwell Ltd. Oxford.*
- HUTTUNEN S., LAINE K., TORVELA H. 1985. *Seasonal sulfur contents of pine needles as indices of air pollution*. *Ann. Bot. Fennici* 22: 343–359
- KABATA-PENDIAS A., PENDIAS H. 1999. *Biogeochemia pierwiastków śladowych*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- LECO CORPORATION 1987. *Metals, energy, mining, agriculture and geology, instruction manual. Sulphur System*. LECO Corporation. St. Joseph, MI.
- MORTON S., ROBERTS D. 1991. *ATI unicam, atomic absorption spectrometry – methods manual. Issue 2, Unicam LTD*: 398.
- PERKIM ELMER 1990. *Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry*. Bodenseewerk, Pub. B353.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenie środowiska, siarka, ołów, sosna zwyczajna

### Streszczenie

W latach 1986 i 2004 przeprowadzono badania, których celem było porównanie stopnia zanieczyszczenia środowiska ołowiem oraz dwutlenkiem siarki w okolicach Huty Luccioni. Posłużono się metodą bioindykacyjną, polegającą na określeniu wielkości akumulacji ołowiu oraz dwutlenku siarki w igłach sosny zwyczajnej (*Pinus silvestris* L.). Uzyskane wyniki badań wskazują na znaczne zmniejszenie się zanieczyszczenia środowiska ołowiem. Nie stwierdzono natomiast istotnych różnic w poziomie zanieczyszczenia siarką. Zarówno w 1986, jak i w 2004, był on wysoki. Zanieczyszczenie środowiska ołowiem i dwutlenkiem siarki w rejonie Huty Luccini było znacznie wyższe w stosunku do pozostałych części Warszawy w obu latach.

ASSESSMENT OF ENVIRONMENTAL POLLUTION  
IN THE VICINITY OF EMISSION SOURCE  
ON THE BASIS OF SULPHUR  
AND LEAD ACCUMULATION  
IN NEEDLES OF THE SCOTCH PINE  
(*Pinus silvestris* L.)

Wojciech Dmuchański, Ewa Czwikiel  
Botanical Garden – Center for Biological Diversity,  
Polish Academy of Sciences, Warszawa

**Key words:** environmental pollution, sulfur, lead, Scotch pine

### Summary

In 1986 and 2004 research works were carried out to compare the level of environmental pollution with lead and sulfur around the Luccini Steelworks in Warsaw. The method of bioindication, which involves the assessment of lead and sulfur accumulation in Scotch pine needles, was used. The results indicate a substantial decrease in environmental pollution with lead. However, there was no significant difference in the level of pollution with sulfur which remained high in both years. Both years the environmental pollution with sulfur and lead in the area of Luccini Steelworks was much higher as compared with the rest of Warsaw.

Dr Wojciech Dmuchański  
Ogród Botaniczny  
Centrum Zachowania Różnorodności Biologicznej PAN  
ul. Prawdziwka 2  
02-973 WARSZAWA  
e-mail: dmuchański@ob.neostrada.pl