

CZARY BEKER, ANTONI SIENKIEWICZ

Ocena stanu zagrożenia środowiska leśnego Puszczy Zielonka przez zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w latach 1992-2006

Assessment of the threat to the forest environment in the Zielonka Primeval Forest from air pollution in 1992-2006

ABSTRACT

Beker C., Sienkiewicz A. 2009. Ocena stanu zagrożenia środowiska leśnego Puszczy Zielonka przez zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w latach 1992-2006. Sylwan 153 (7): 451-456.

Since 1992, the Forest Management Department in cooperation with the Forestry Natural Foundation Department of the University of Life Sciences in Poznań have been regularly monitoring the levels of sulphur compound and dust emissions in the Zielonka Primeval Forest at observation points distributed on 14 permanent study sites located in pine stands in age classes II-V. This paper presents an assessment of the threat posed to the forest environment on the basis of changes in the industrial emission level over the past fifteen years in this area of special value for nature. In 1993, the area was included in the "Puszcza Zielonka" Landscape Park.

KEY WORDS

emission, SO₂ imission, dust fail, Scots pine stands

ADDRESSES

Cezary Beker ⁽¹⁾ – e-mail: beker@up.poznan.pl

Antoni Sienkiewicz ⁽²⁾

⁽¹⁾ Zakład Dendrometrii i Produkcji Lasu; Katedra Urządzania Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71C; 60-625 Poznań

⁽²⁾ Katedra Przyrodniczych Podstaw Leśnictwa; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71C; 60-625 Poznań

Wstęp

Na ekosystemy leśne w sposób ciągły oddziałują czynniki abiotyczne, biotyczne i antropogeniczne. Za najgroźniejsze spośród wielu niekorzystnych wpływów działalności człowieka, nadal uważa się wprowadzanie do atmosfery substancji stałych, ciekłych lub gazowych zmieniających naturalny jej skład, który jest mieszaniną zanieczyszczeń pierwotnych i wtórnych. Zanieczyszczenia przemysłowe powodują w lasach zmiany, które w zależności od czasu i specyfiki oddziaływania można podzielić na ukryte, chroniczne i ostre [Magnuski i in. 1992]. Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego lasów Puszczy Zielonka jest kształtowany w głównej mierze przez emisje zakładów aglomeracji poznańskiej. Największy udział, około 80%, przypada na emitory punktowe: elektrociepłownie EC-I „Garbary” i EC-II „Karolin”. W mniejszym stopniu oddziałują na środowisko inne zakłady przemysłowe. Analizując poziom emisji zanieczyszczeń gazowych dwutlenku siarki z zakładów uznanych za szczególnie uciążliwe dla terenu Poznania w latach 1990-1999, obserwuje się spadek o około 50%, z 14,3 do 7,5 tys. ton/rok.

Natomiast emisja zanieczyszczeń pyłowych w analogicznym okresie obniżyła się o 80%, z 11,6 do 2,5 tys. ton/rok [Stan... 2000]. Korzystną tendencję obserwuje się w kolejnych latach. Spowodowana jest ona zmniejszeniem się liczby zakładów uznanych za szczególnie uciążliwe poprzez ich zamknięcie lub zastosowanie urządzeń do redukcji zanieczyszczeń oraz przejście na proekologiczne technologie produkcji. Uwzględniając powyższy fakt należy podkreślić, że w przypadku obiektu badań rośnie znaczenie lokalnych emitorów komunalnych i mobilnych. Potwierdzeniem znacznego obniżenia wielkości emisji jest systematyczny i bardzo wyraźny spadek poziomu emisji dwutlenku siarki, o 80% w latach od 1990 do 1999, na punktach pomiarowych w Poznaniu i innych miejscowościach Wielkopolski. Natomiast opad pyłu w analogicznym okresie ustabilizował się na poziomie 80-100 g/m²/rok, przy wartości dopuszczalnej 200 g/m²/rok [Stan... 2000]. Od 2002 roku obszar Puszczy Zielonka zaliczany jest według kryteriów ochrony roślin do klasy A – bez przekroczonych dopuszczalnych wartości stężenia skażeń powietrza atmosferycznego [Raport... 2001, 2002, 2003, 2004, 2005].

W celu oceny stanu zagrożenia środowiska leśnego Puszczy Zielonka przez zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego od lat osiemdziesiątych ubiegłego wieku prowadzony jest lokalny monitoring techniczny.

Obiekt i metodyka badań

Badania są prowadzone na 14 stałych powierzchniach badawczych Katedry Urządzania Lasu UP w Poznaniu, założonych w litych drzewostanach sosnowych od II do V klasy wieku, na siedlisku lasu mieszanego świeżego i boru mieszanego świeżego, proporcjonalnie na gruntach leśnych i porolnych. Powierzchnie zlokalizowane są na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Murowana Goślina. Obszar ten zgodnie z Uchwałą Rady Ministrów nr 21/83 znajduje się w strefie wyodrębnionych w Polsce terenów ekologicznego zagrożenia i Rozporządzeniem Wojewody Poznańskiego nr 5/93 z 20 września 1993 roku wchodzi w skład Parku Krajobrazowego „Puszcza Zielonka”. Poszczególne powierzchnie rozmieszczone są w stosunku do lokalnych źródeł emisji przemysłowych w odległości około od 11 do 21 km od Poznania (kierunek z południowego zachodu na północny wschód) oraz od 2 do 10 km od Murowanej Gośliny i Owińsk (kierunek z zachodu na wschód). Aktualną charakterystykę powierzchni badawczych zamieszczono w tabeli, natomiast dokładny opis obiektu badań i powierzchni można znaleźć w pracy Bekera [1997].

Pomiaru stężeń gazowych związków siarki na każdej powierzchni badawczej dokonywano metodą kontaktową przy użyciu świec z K₂CO₃ jako substancją chłonną, eksponowanych w terenie przez 30 dni, z tolerancją okresu wymiany próbek wynoszącą 2 dni. Wielkość stężenia SO₂ podaje się w jednostkach wagowych na jednostkę powierzchni w ciągu doby (kg/km²/doba). Pomiar opadu pyłu wykonuje się metodą sedymentacyjną przy użyciu słoików eksponowanych przez okres 30 (±2) dni. Wielkość opadu pyłu określa się metodą wagową i podaje się w t/km²/rok [Dunikowski 1985; Magnuski i in. 1990]. Oznaczenia stężenia SO₂ (kolorymetrycznie) i opadu pyłu przeprowadzono w latach 1992-2006 w odstępach miesięcznych. Metodę tę wykorzystano do porównania z wynikami pomiarów z lat poprzednich, kiedy inne metody nie były jeszcze stosowane. Analizy powyższe były wykonywane w Katedrze Gleboznawstwa Leśnego i Nawożenia Lasu, obecnie w Zakładzie Siedliskoznawstwa Leśnego Katedry Przyrodniczych Podstaw Leśnictwa.

Wyniki badań

Obecność dwutlenku siarki w powietrzu jest związana przede wszystkim z emisją zanieczyszczeń powstających w rezultacie spalania węgla i ropy naftowej. Węgiel kamienny zawiera do

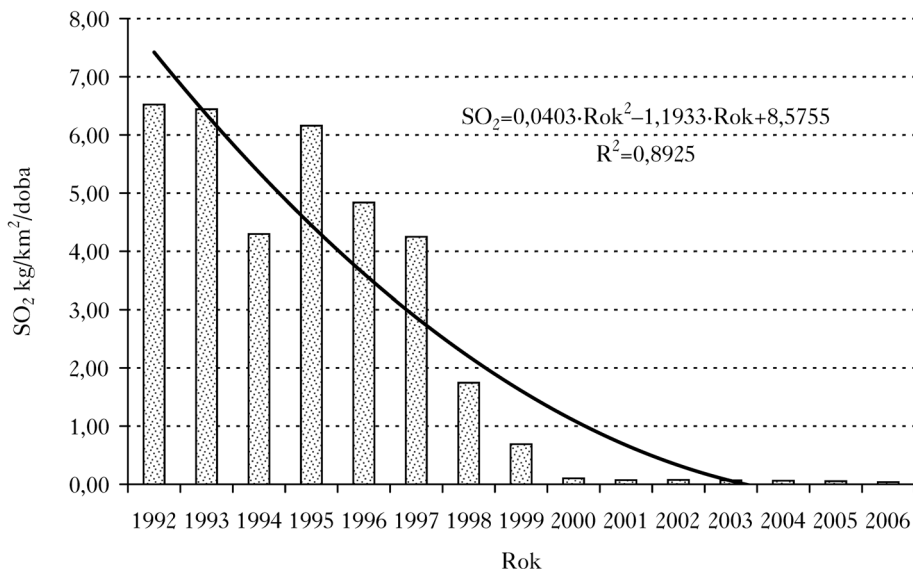
Tabela.

Charakterystyka powietrzni badawczych
Characteristics of experimental plots

Oddział	Rodzaj gruntu	Typ siedl. lasu	Wiek	Wielkość pow. badaw. [ha]	Liczba drzew [szt./ha]	Srednia wysokość [m]	Srednia pierśnica [cm]	BON	Zapasy grubizny [m ³ /ha] na podstawie Szymkiewicza [1966]	Zadrzewienie	Zagęszczenie [1966]
Taksacja 2003											
60g	leśny	BMśw	40	0,16	1387	19,1	18,3	Ia,0	345,1	1,23	1,17
17c	porolny	BMśw	36	0,20	1720	17,7	16,4	Ia,0	313,7	1,25	1,15
49a	leśny	BMśw	49	0,275	1018	22,9	21,9	Ia,0	443,8	1,32	1,25
12c	porolny	LMśw	46	0,24	1320	21,3	17,9	Ia,0	373,4	1,17	1,45
20b	leśny	LMśw	61	0,50	1110	22,2	20,6	Ia,9	403,6	1,19	1,57
38j	porolny	LMśw	61	0,54	669	22,0	22,1	I,0	282,0	0,85	0,93
Taksacja 2004											
20a	leśny	LMśw	70	0,50	834	23,4	22,3	I,1	377,6	1,06	1,39
26a	porolny	LMśw	68	0,50	724	25,5	25,0	Ia,4	440,1	1,10	1,36
49c	leśny	LMśw	82	0,80	424	27,9	33,3	Ia,4	487,1	1,11	1,06
78h	porolny	LMśw	82	1,00	413	24,8	28,5	I,2	312,1	0,82	0,84
115h	leśny	LMśw	89	0,68	431	26,7	31,6	I,0	417,4	1,01	1,05
62g	porolny	LMśw	86	1,00	585	27,2	29,0	Ia,7	502,0	1,18	1,45
28f	leśny	LMśw	96	1,00	456	26,7	31,2	I,2	447,9	1,09	1,20
74a	porolny	LMśw	99	1,00	401	26,8	32,6	I,3	419,1	1,03	1,08

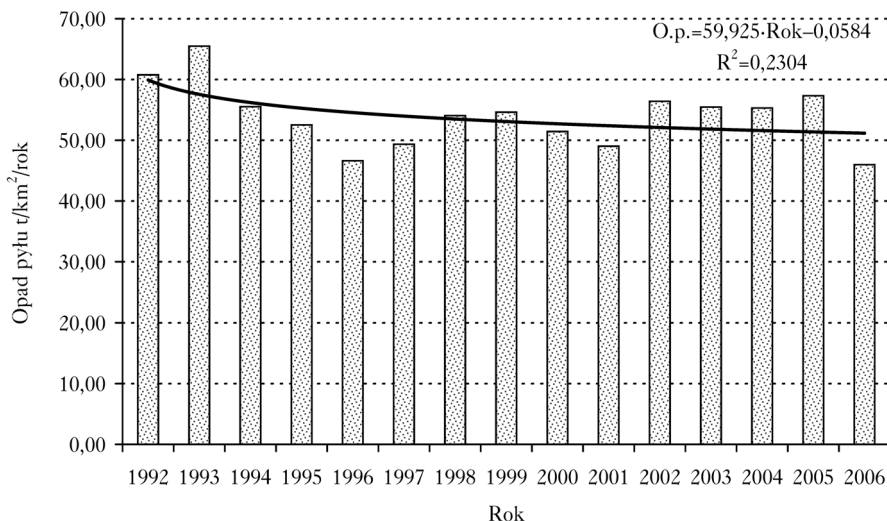
5% siarki, a ropa naftowa przeciętnie od 0,1 do 3% tego pierwiastka. Analizując średni poziom emisji SO_2 na punktach monitoringu technicznego w latach 1992-2006 stwierdza się jego bardzo wyraźny spadek z 6,52 do 0,04 $\text{kg}/\text{km}^2/\text{dobę}$. Na poszczególnych powierzchniach w kolejnych latach nie przekroczono wartości 10,00 $\text{kg}/\text{km}^2/\text{dobę}$ jako wielkości progowej dla poziomu niskiego skażenia (ryc. 1). Spadek zawartości SO_2 w powietrzu atmosferycznym koresponduje ze znaczną redukcją tego skażenia na obszarze Wielkopolski. Analizując poziom emisji dwutlenku siarki na poszczególnych powierzchniach badawczych stwierdzono największe wielkości w drzewostanach znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowań (kierunek W-E) lub szlaków komunikacyjnych (oddz. 12c, 26a, 38j). Porównując średnią wielkość skażenia dwutlenkiem siarki z wiekiem drzewostanu zaobserwowano zależność odwrotną, jednak nieistotną statystycznie ($r=-0,340$; poziom istotności 0,05).

Pyły należą do zanieczyszczeń podstawowych, pojawiających się w wyniku spalania stałych i płynnych paliw oraz powstających przy niektórych procesach produkcyjnych. Stan zapylenia środowiska przyrodniczego, poza wielkością zapylenia powietrza atmosferycznego, charakteryzuje także wartość opadu pyłu określana jako ilość pyłu osiadająca na jednostkę powierzchni w jednostce czasu. Opad pyłu na punktach monitoringu technicznego w latach od 1992 do 2006 ustabilizował się na poziomie od 45 do 65 $\text{t}/\text{km}^2/\text{rok}$, przy wartości dopuszczalnej 200 $\text{t}/\text{km}^2/\text{rok}$. Obserwuje się łagodny trend spadkowy (ryc. 2), który jednak nie koresponduje z bardzo wyraźnym spadkiem emisji SO_2 w analogicznym okresie. Podobne relacje obserwuje się na terenie Wielkopolski. Oceniając wielkości opadu pyłu na poszczególnych powierzchniach badawczych można stwierdzić, że największe wartości występują w drzewostanach znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie zabudowań (kierunek W-E) lub w pobliżu szlaków komunikacyjnych (oddz. 38j, 62g i 28f). Porównując wielkość opadu pyłu z wiekiem drzewostanu stwierdza się związek dodatni nieistotny statystycznie ($r=0,238$; poziom istotności 0,05).



Ryc. 1.

Poziom emisji SO_2 w latach 1992-2006
The imission of SO_2 in years 1992-2006



Ryc. 2.

Poziom opadu pyłu w latach 1992-2006
The level of dust fall in years 1992-2006

Dyskusja

W latach osiemdziesiątych i jeszcze na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku Puszcza Zielonka był zaliczana do obszarów średnich skażeń przemysłowych [Magnuski, Sienkiewicz 1993]. Stan ten dokumentowały badania w zakresie monitoringu technicznego prowadzone przez BULiGL [Beker 1997] i zespół pod kierunkiem prof. dr. hab. Konrada Magnuskiego, wykazujące podwyższony poziom emisji SO_2 i ponadnormatywną zawartość siarki w aparacie asymilacyjnym drzew [Magnuski i in. 1990]. Fakt ten potwierdziły również przeprowadzone w latach 1993-94 badania dotyczące względnego udziału siarki w 1-, 2- i 3-letnich igłach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) [Beker 1997]. Wyniki badań w zakresie monitoringu technicznego uzyskane w latach 1992-2006 na 14 stałych powierzchniach obserwacyjnych dowodzą, że Puszcza Zielonka według aktualnie obowiązujących wielkości dopuszczalnych dla emisji SO_2 nieprzekraczających poziomu $10,00 \text{ kg/km}^2/\text{dobę}$ i opadu pyłu $200 \text{ t/km}^2/\text{rok}$ zalicza się do obszarów niskiego skażenia. W piętnastoletnim okresie badawczym stwierdzono bardzo wyraźny spadek emisji SO_2 , co koresponduje z około 50% obniżeniem emisji dwutlenku siarki przez zakłady aglomeracji Poznania [Stan... 2000]. Zanieczyszczenia gazowe siarki przenoszone są na duże odległości. Wyraźny spadek emisji SO_2 przez emitory wysokie przekłada się na znaczne obniżenie poziomu emisji na punktach monitoringu technicznego znajdujących się w badanych drzewostanach. Dodatkowo około 50% dwutlenku siarki podlega absorpcji przez aparat asymilacyjny koron drzew [Beker 1994]. W okresie badań zaobserwowano natomiast stabilizację opadu pyłu na punktach monitoringu technicznego, pomimo 80% redukcji emisji wysokiej tego skażenia z aglomeracji miejsko-przemysłowej Poznania. Ze względu na ograniczone przypuszczalnie rozprzestrzenianie się pyłów na duże odległości, decydujące znaczenie mają tutaj lokalne emitory komunalne i źródła mobilne. Większy o około 60% opad pyłu w punktach usytuowanych pod okapem drzewostanów w stosunku do punktów na otwartym przestrzeni dowodzi znaczącego udziału pyłów organicznych [Beker 1994].

Przy bardzo wyraźnym obniżeniu emisji wysokiej z aglomeracji miejsko-przemysłowej Poznania, w ekosystemach leśnych coraz większego znaczenia nabierają emisje komunalne i pochodzące ze źródeł mobilnych. Zmiany poziomu emisji skażeń w kolejnych latach będą uzależnione nie tylko od warunków meteorologicznych okresu zimowego, lecz przede wszystkim od efektywnego stosowania proekologicznych rozwiązań w technice grzewczej i lokalnego nasilenia ruchu komunikacyjnego.

Wnioski

- ✦ Badania w zakresie monitoringu technicznego przeprowadzone w latach 1992-2006 na 14 stałych powierzchniach obserwacyjnych dowodzą, że Puszcę Zielonką według aktualnie obowiązujących wielkości dopuszczalnych dla emisji SO_2 , nieprzekraczających poziomu $10,00 \text{ kg/km}^2/\text{dobę}$ i opadu pyłu $200 \text{ t/km}^2/\text{rok}$, należy zaliczyć do grupy obszarów niskiego skażenia.
- ✦ W piętnastoletnim okresie badawczym stwierdzono bardzo wyraźny spadek poziomu emisji SO_2 i stabilizację opadu pyłu.
- ✦ Przy bardzo istotnym obniżeniu emisji wysokiej z aglomeracji miejsko-przemysłowej Poznania, większego znaczenia, w kontekście oddziaływania na ekosystemy leśne, nabierają emisje komunalne oraz pochodzące ze źródeł mobilnych.

Literatura

- Beker C. 1994. Lokalna inwentaryzacja stanu zdrowotnego drzewostanów sosnowych w LZD Murowana Goślina. Sylwan 138 (12): 79-88.
- Beker C. 1997. Dendrometryczna charakterystyka wybranych drzewostanów sosnowych znajdujących się pod wpływem emisji przemysłowych. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Dunikowski S. 1985. Pomiar zanieczyszczeń powietrza w lasach. Monitoring techniczny. Prace IBL ser. B. 3: 63-71.
- Magnuski K., Żółciak E., Sienkiewicz A., Gałązka S. 1990. Funkcjonowanie ekosystemów leśnych degradowanych szkodliwym oddziaływaniem zanieczyszczeń powietrza atmosferycznego. Maszynopis w Katedrze Urządzenia Lasu Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.
- Magnuski K., Sienkiewicz A., Jaszczak R. 1992. Przyrost drzewostanów sosnowych w warunkach średnich skażeń z uprzemysłowanej aglomeracji miejskiej. Roczn. AR w Poznaniu, Leśn. 30: 93-103.
- Magnuski K., Sienkiewicz A. 1993. Wpływ średnich skażeń uprzemysłowanej aglomeracji miejskiej na niektóre części składowe ekosystemu leśnego. Prace IBL ser. B. 15: 152-164.
- Raport o stanie środowiska w Wielkopolsce 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005. WIOŚ, Poznań.
- Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w Poznaniu. 2000. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań.
- Szymkiewicz B. 1966. Tablice zasobności i przyrostu drzewostanów. PWRiL, Warszawa.

SUMMARY

Assessment of the threat to the forest environment in the Zielonka Primeval Forest from air pollution in 1992-2006

The studies carried out in between 1992 and 2006 in the framework of technical monitoring show that according to the current admissible values of SO_2 emissions not exceeding $10.00 \text{ kg/km}^2/\text{day}$, the territory of the Zielonka Primeval Forest can be classified to the group of sites with low contamination level. A clear decline in the level of SO_2 emissions and stabilisation in dust depositions were observed in this area over the last fifteen years. With a significant reduction of emission level in the urban-industrial agglomeration of Poznań, communal and mobile emission sources gain in significance in the context of their impact on forest ecosystems.