FOLIA FORESTALIA POLONICA
Seria B, zeszyt 23, 1992

WPŁYW PRZEMYSŁOWYCH ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA NA NIEKTÓRE ELEMENTY BUDOWY DREWNA SOSNOWEGO *

Marta Aleksandrowicz

Katedra Ochrony Lasu i Ekologii SGGW

Badano próbki drewna sosnowego pochodzące z drzew żywych w różnym stopniu uszkodzonych przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza. Jako miernik ewentualnych zmian w budowie przyjęto gęstość drewna, udział drewna późnego w próbkach, przyrost na grubość w okresie 10 i 20 lat, liczbę rocznych przyrostów na długości 5 cm próbki, długość cewek drewna wczesnego i późnego.

WSTĘP

Poziom i charakter industrializacji, jaki rozwinął się w drugiej połowie XX wieku, spowodował procesy degradacyjne całego środowiska przyrodniczego, które swoją skalą przewyższają zmiany, jakie do tej pory trwały przez stulecia. Szczególnie ostrą ich formą jest występujący w Polsce i całej Europie proces zamierania lasów. Głównym czynnikiem sprawczym nowego rodzaju zagrożeń środowiska stały się przemysłowe zanieczyszczenia powietrza. Są one specyficznym czynnikiem ekologicznym wpływającym na wszystkie elementy i produkty ekosystemu leśnego, w tym również na drewno.

Drewno różnych gatunków drzew, przede wszystkim jodły, świerka i buka, pochodzące z drzewostanów uszkodzonych, zamierających lub martwych, było przedmiotem wielu badań prowadzonych w różnych europejskich ośrodkach naukowych, głównie niemieckich. Publikowane wyniki badań są często sprzeczne [4, 5, 9, 10, 12, 15].

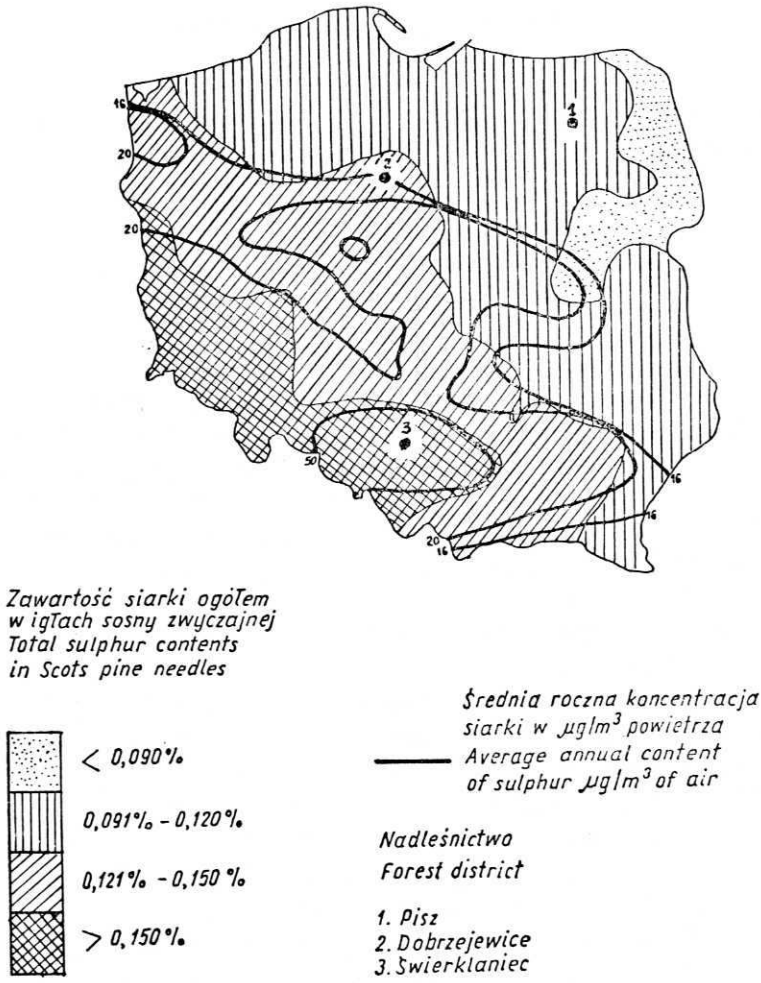
Powierzchnia lasów znajdujących się w zasięgu szkodliwych oddziaływań emisji przemysłowych w Polsce, w roku 1989 wynosiła 983 tys. ha. Wpływ emisji obejmuje ponad 11% zapasu grubizny brutto. Wielkości te mają nadal tendencje wzrostowe [6]. W sytuacji gdy masa surowca, głównie sosnowego, pochodzącego z drzewostanów uszkodzonych przez

* Badania finansowane przez CPBP 04.10.07.

przemysłowe zanieczyszczenia powietrza zwiększa się rokrocznie, ważny staje się problem poznania właściwości takiego drewna oraz możliwości wykorzystania go w różnych dziedzinach gospodarki.

MIEJSCE BADAŃ I METODYKA

Badano próbki drewna sosnowego pochodzące z drzewostanów trzech nadleśnictw dobranych tak, aby reprezentowały różne nasilenie działania zanieczyszczeń powietrza na lasy (rys. 1). Łącznie wyznaczono 45 powierzchni próbnych. Nadleśnictwo Pisz (Obręb Szeroki Bór) reprezentuje



Rys. 1. Strefy zanieczyszczenia środowiska przyrodniczego związkami siarki w Polsce w 1986 r. [14]

Fig. 1. Zones of environment contamination by sulphur in Poland in 1986 [14]

obszar bez wpływu zanieczyszczeń powietrza, czyli tzw. strefę 0. Wyznaczono tu 10 powierzchni próbnych. W Nadleśnictwie Dobrzejewice (Obręb Olek), gdzie drzewostany rosną głównie pod wpływem emisji SO_2 i jego pochodnych z Toruńskich Zakładów Przemysłu Nieorganicznego „Polchem", wyznaczono po 5 powierzchni w strefach III, II, I, 0. W Nadleśnictwie Świerklaniec (Obręb Miasteczko i Miotek) w pobliżu Huty Cynku w Miasteczku Śląskim wyznaczono po 5 drzewostanów w III, II, I strefie uszkodzeń od „wielkoprzemysłowych", o różnym składzie chemicznym, zanieczyszczeń powietrza. Nie ma tu strefy 0, bez wpływu emisji. Wszystkie badane drzewostany były w wieku 51 - 60 lat (IIIb klasa wieku) i występowały na tym samym siedlisku boru świeżego (Bśw.).

Próbki drewna pobierane były świdrami Presslera o średnicy wewnętrznej 5 mm i wycinakami szewskimi o średnicy 26 mm, z pni drzew żywych należących do I i II klasy biosocjalnej według klasyfikacji Krafta, z wysokości pierśnicy, zawsze od strony południowej. Łącznie do prezentowanych tu analiz pobrano 8200 próbek.

Pozyskane wywiertki sezonowano w warunkach pokojowych przez 1 miesiąc, a następnie wykonywano z nich próbki o długości 5 cm. Objętość próbki wynosiła 0,98125 cm^3. Próbki suszono w temperaturze 105°C do stałego ciężaru, ważono posługując się wagą analityczną, uzyskując w ten sposób ciężar właściwy (gęstość) drewna.

Analizy dendrometryczne próbek drewna przeprowadzono posługując się przyrostomierzem sprzężonym z komputerem. Określono procentowy udział drewna późnego w próbkach, przyrost grubości na wysokości pierśnicy w ciągu 10 i 20 lat, liczbę rocznych przyrostów na długości 5 cm próbki.

Jako miernik ewentualnych zmian w budowie anatomicznej drewna pod wpływem zanieczyszczeń powietrza przyjęto długość cewek drewna wczesnego i późnego. Drewno do tych analiz pobierano wycinakami szewskimi. Z pobranego materiału wykonywano próbki o grubości dwu ostatnich przyrostów. Próbki macerowano mieszaniną kwasu octowego lodowatego i perhydrolu w stosunku 1 : 1, w temperaturze 62°C. Pomiar długości cewek wykonano posługując się mikroskopem optycznym MB-30 z ruchomym stolikiem. Każda z 45 powierzchni próbnych reprezentowana była przez 12 próbek. Z każdej próbki drewna zmierzono 100 cewek, po 50 drewna wczesnego i późnego. Łącznie dokonano pomiaru długości 54000 cewek.

WYNIKI BADAŃ

Wykonane badania wykazały istotne statystycznie różnice w gęstości drewna w zależności od pochodzenia geograficznego i strefy uszkodzeń drzewostanów od zanieczyszczeń powietrza (tab. 1). Najlżejsze drewno

pochodzi z Torunia i strefy uszkodzeń katastrofalnych (0,445 g/cm³), najcięższe z Pisza (0,509 g/cm³) i strefy 0 (0,478 g/cm³). W drewnie z Nadleśnictwa Świerklaniec nie obserwuje się tak wyraźnych zmian strefowych w gęstości drewna, jak w przypadku drewna pochodzącego z Nadleśnictwa Dobrzejewice. Być może jest to spowodowane tym, że drzewostany w okolicach Torunia położone są koncentrycznie wokół jednego głównego emitora — „Polchemu", natomiast w okolicach Miasteczka Śląskiego emisje przemysłowe działają z wielu zakładów Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, położonych w różnej odległości w stosunku do badanych drzewostanów.

Tabela 1

Średnia gęstość drewna (kg/m³)
Averae wood density (kg/m³)

Wyszczególnienie Specification	Nadleśnictwo Forest district					
	Dobrzejewice		Świerklaniec		Pisz	
Strefa uszkodzeń Damage zone	x	s	x	s	x	s
III	445	46	473	42	–	–
II	451	44	490	65	–	–
I	471	36	470	53	–	–
0	478	44	–	–	509	47

x – wartość średnia; mean value
s – odchylenie standardowe; standart deviation

Z wielu publikacji wynika, że u drzew gatunków iglastych, rosnących pod wpływem emisji przemysłowych, często obserwuje się mniejszą gęstość drewna w stosunku do drewna drzew tych samych gatunków, rosnących w rejonach bez oddziaływania emisji [12]. Podobne wyniki, świadczące o mniejszej gęstości drewna świerków pochodzących z drzewostanów uszkodzonych przez przemysł, uzyskano w Czechosłowacji [13]. Jednak niektórzy autorzy nie stwierdzają zależności między gęstością drewna a stopniem uszkodzenia drzewostanów przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza [3, 4, 9].

Wyniki pomiarów dendrometrycznych próbek drewna przedstawiono w tabelach 2 - 5. Procentowy udział drewna późnego we wszystkich próbkach był dość podobny i wynosił ok. 43. Stwierdzono, że był on najwyższy w próbkach drewna z Pisza, najniższy w próbkach z Nadleśnictwa Dobrzejewice. Udział drewna późnego koreluje z gęstością drewna, gdy analizuje się pochodzenie geograficzne drewna oraz stopień uszkodzenia drzewostanów przez emisje przemysłowe.

Przyrost grubości drewna w okresie 10-letnim był prawie taki sam dla drzew reprezentujących drzewostany Nadleśnictwa Dobrzejewice i Świerklaniec, odpowiednio średnio 5,7 oraz 6,0 mm, gdy u drzew z Nadleśnictwa Pisz wynosił 8,8 mm. Różnice w przyroście drewna na grubość pomiędzy

poszczególnymi strefami uszkodzeń drzewostanów od zanieczyszczeń powietrza okazały się bardzo małe, chociaż przyrost w strefie 0 był większy niż w drzewostanach będących pod wpływem emisji. Podobne zależności można zaobserwować analizując przyrost grubości w okresie 20-letnim.

Tabela 2

Udział drewna późnego w próbkach (%)
Late wood proportion in samples (%)

Wyszczególnienie Specification	Nadleśnictwo Forest district						Średnio Average
	Dobrzejewice		Świerklaniec		Pisz		
Strefa uszkodzeń Damage zone	x	s	x	s	x	s	x
III	42,13	5,67	42,08	5,35	–	–	42,10
II	39,27	5,03	45,97	5,42	–	–	42,62
I	42,30	5,75	43,94	5,01	–	–	43,12
0	41,11	5,84	–	–	45,68	5,67	44,16

x – wartość średnia; mean value
s – odchylenie standardowe; standard deviation

Tabela 3

Przyrost grubości w pierśnicy w okresie 10 lat (mm)
D.b.h. increment in 10 year period (mm)

Wyszczególnienie Specification	Nadleśnictwo Forest district						Średnio Average
	Dobrzejewice		Świerklaniec		Pisz		
Strefa uszkodzeń Damage zone	x	s	x	s	x	s	x
III	5,76	2,89	6,39	3,16	–	–	6,07
II	5,91	2,23	4,97	2,75	–	–	5,44
I	5,71	2,89	6,64	2,86	–	–	6,17
0	5,35	2,52	–	–	8,81	3,51	7,66

x – wartość średnia; mean value
s – odchylenie standardowe; standard deviation

Tabela 4

Przyrost grubości w pierśnicy w okresie 20 lat (mm)
D.b.h. increment in 20 year period (mm)

Wyszczególnienie Specification	Nadleśnictwo Forest district						Średnio Average
	Dobrzejewice		Świerklaniec		Pisz		
Strefa uszkodzeń Damage zone	x	s	x	s	x	s	x
III	11,01	4,83	10,54	5,41	–	–	10,77
II	11,93	4,43	9,64	5,36	–	–	10,78
I	10,99	4,98	12,61	4,87	–	–	11,80
0	10,85	4,99	–	–	16,79	6,40	14,81

x – wartość średnia; mean value
s – odchylenie standardowe; standard deviation

Tabela 5

Liczba rocznych przyrostów na długości 5 cm próbki drewna
Number of annual rings per 5 cm of sample length

Wyszczególnienie Specification	Nadleśnictwo Forest district						Średnio Average
	Dobrzejewice		Świerklaniec		Pisz		
Strefa uszkodzeń Damage zone	x	s	x	s	x	s	x
III	36,72	7,12	37,04	6,05	–	–	36,88
II	37,31	5,92	38,62	8,65	–	–	37,96
I	37,57	6,48	36,50	7,92	–	–	37,03
0	38,12	7,80	–	–	29,80	6,91	32,57

x – wartość średnia; mean value
s – odchylenie standardowe; standard deviation

Przeciętna liczba rocznych przyrostów na długości 5 cm próbki dla drzew z Torunia i okolic Miasteczka Śląskiego wynosiła ok. 37, natomiast z Puszczy Piskiej ok. 30.

Przemysłowe zanieczyszczenia powietrza często powodują wyraźne zmiany cech dendrometrycznych uszkadzanych drzew. W niektórych przypadkach zaobserwowano zmniejszanie rocznych przyrostów drewna z jednoczesnym zwiększaniem udziału drewna późnego w słojach i powstawaniem bardziej wyraźnej granicy między drewnem wczesnym i późnym w obrębie przyrostu rocznego [5, 8, 11]. Niekiedy jednak nie stwierdzono zmniejszania rocznych przyrostów drewna pod wpływem emisji przemysłowych [2].

Wyniki pomiarów cewek drewna wczesnego i późnego przedstawione zostały w tabelach 6 i 7. Cewki drewna późnego są dłuższe od cewek wczesnych, co jest charakterystyczne dla gatunków iglastych i wynika z nagromadzenia podziałów antyklinalnych w końcowym okresie sezonu wegetacyjnego [7].

Różnice w długości cewek drewna wczesnego i późnego w zależności od stopnia uszkodzenia drzewostanów od zanieczyszczeń przemysłowych

Tabela 6

Długość cewek drewna wczesnego sosny (mm)
Length of tracheids of early wood (mm)

Wyszczególnienie Specification	Nadleśnictwo Forest district						Średnio Average
	Dobrzejewice		Świerklaniec		Pisz		
Strefa uszkodzeń Damage zone	x	s	x	s	x	s	x
III	3,40	0,75	3,30	0,66	–	–	3,35
II	3,48	0,78	3,44	0,68	–	–	3,46
I	3,43	0,71	3,35	0,75	–	–	3,39
0	3,54	0,81	–	–	3,28	0,69	3,41

x – wartość średnia; mean value
s – odchylenie standardowe; standard deviation

Tabela 7

Długość cewek drewna późnego sosny (mm)
Length of tracheids of late wood (mm)

Wyszczególnienie Specification	Nadleśnictwo Forest district						Średnio Average
	Dobrzejewice		Świerklaniec		Pisz		
Strefa uszkodzeń Damage zone	x	s	x	s	x	s	x
III	3,46	0,74	3,42	0,64	–	–	3,44
II	3,55	0,77	3,48	0,69	–	–	3,52
I	3,52	0,70	3,39	0,72	–	–	4,46
0	3,57	0,80	–	–	3,39	0,65	3,48

x – wartość średnia; mean value
s – odchylenie standardowe; standard deviation

są dość małe. Większe zróżnicowanie pod tym względem, co jest oczywiste, występuje w zależności od pochodzenia drewna.

Wielu autorów uważa, że przemysłowe zanieczyszczenia powietrza powodują zmiany w budowie anatomicznej drewna. Zaobserwowano skrócenie długości cewek u drzew uszkodzonych oraz zmniejszanie się średnicy cewek, co uwarunkowane jest głównie proporcjonalnym zmniejszaniem się objętości komórek. W drewnie późnym następuje zmniejszanie się grubości ścian komórkowych [5, 11]. W innych publikacjach nie wykazano zmian w budowie anatomicznej [10] lub zmiany te dotyczą tylko niektórych elementów [1].

WNIOSKI

1. Gęstość drewna zmniejsza się wraz ze stopniem uszkodzenia drzewostanu przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza.
2. Niewielkim zmianom ulegają pod wpływem emisji przemysłowych takie cechy, jak: udział drewna późnego w próbkach, przyrost grubości w ciągu 10 i 20 lat, liczba rocznych przyrostów na długości 5 cm próbki.
3. Długość cewek drewna wczesnego i późnego nie ulega zmianom pod wpływem przemysłowych zanieczyszczeń powietrza.

Praca wpłynęła do Redakcji w październiku 1991 r.

LITERATURA

1. Bauch J., Göttsche-Kühn H., Rademacher P.: Anatomische Untersuchungen am Holz von gesunden und kranken Bäumen aus Waldschadensgebieten. Holzforschung 1986, 40 (5): 281 - 288.
2. Bednarz Z.: The 225-year tree-ring chronology of oak (*Quercus robur* L.) in the Niepołomice Forest near Kraków. Dendrologia 1987, 5: 59 - 68.

3. Frühwald A., Schwab E., Mehringer H., Krause H. A.: Zuwachs Dichte und mechanische Eigenschaften des Holzes von Kiefern aus Waldschadensgebieten. Holz als Roh- und Werkstoff 1986, 44 (10): 339 - 406.
4. Göttsche-Kühn H., Frühwald A.: Holzeigenschaften von Fichten aus Waldschadensgebieten. Untersuchungen an gelageretem Holz. Holz als Roh- und Werkstoff 1986, 44 (8): 313- 318.
5. Grill D., Liegl E., Windisch E.: Holzanatomische Untersuchungen an abgasbelasteten Bäumen. Phytopath. 1979, 94: 335 - 345.
6. GUS. Leśnictwo w 1989 r. GUS Warszawa 1990.
7. Hejnowicz Z.: Anatomia rozwojowa drzew. PWN Warszawa 1973, s. 442 - - 443.
8. Kartusch B.: Holzanatomische Untersuchungen an unterschiedlich mit Fluor belasteten Kiefern (*Pinus silvestris* L.). Angewandte Botanik 1988, 62 (3 - 4): 183 - 192.
9. Koltzenburg C., Knigge W.: Holzeigenschaften von Bauchen aus immissionsgeschädigten Beständen. Holz als Roh- und Werkstoff 1887, 45 (3): 81 - 87.
10. Holzeigenschaften von Bauchen aus immissionsgeschädigten Beständen. Anatomische Holzeigenschaften. Holz als Roh- und Werkstoff 1987, 45 (7): 267 - 272.
11. Liese W., Schneider M., Eckstein D.: Histometrische Untersuchungen am Holz einer rauchgeschädigten Fichte. Eur. J. For. Path. 1975, 3: 152 - 161.
12. Liese W.: Die Qualität des Holzes aus Waldschadensgebieten. Materiały z Sesji Naukowej z okazji 35-lecia studiów technologii drewna w Poznaniu 1986, 24 - 26. VI.
13. Pozgaj A., Kurjatko S.: Wood properties of spruce from forest affected by pollution in Czechoslovakia. W: The effects of environmental pollution on wood structure and quality (ed. Baas P., Bauch J.). IAWA Bulletin 1986, 7 (4): 405 - 410.
14. Szujecki A., Bernadzki E., Dzialuk R., Dzięciołowski R.: Status of forest environment in Poland. Warsaw Agricultural University Press. Warsaw 1989.
15. Ważny J., Grzywacz A.: Naturalna odporność drewna sosny z drzewostanów objętych wpływem zanieczyszczeń powietrza na rozkład przez grzyby. Zeszyty Naukowe AR w Warszawie. Leśnictwo, 1974, 20: 99 - 100.

Adres autorki:
Dr inż. Marta Aleksandrowicz
SGGW Wydział Leśny
Katedra Ochrony Lasu i Ekologii
02-528 Warszawa ul. Rakowiecka 26/30

THE INFLUENCE OF AIR POLLUTION CAUSED BY INDUSTRY ON SOME ELEMENTS OF SCOTS PINE WOOD STRUCTURE

Summary

Samples of Scots pine wood coming from forest stands damaged to a various degree by industrial air pollution were investigated. It was proved that the specific gravity of wood decreases when the stand damage by industrial emissions increases. The proportion of late wood, diameter increment in 10- and 20-years long periods, number of annual rings per 5 cm of sample length as well as the length of tracheids of early and late wood do not change significantly under the influence of industrial air pollution.