

CEZARY BEKER

## Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Murowana Goślina w latach 1992-2006

Health condition of Scots pine stands in Murowana Goślina Experimental Forest Station in 1992-2006

### ABSTRACT

Beker C. 2009. Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Murowana Goślina w latach 1992-2006. Sylwan 153 (8): 528-533.

Technical and biological monitoring was started in early 1990s in the territory of the Murowana Goślina Experimental Forest Station. The permanent monitoring included weather conditions, levels of sulphur compound emissions and dust depositions, as well as changes in tree health using the bioindication method. The long-term studies were carried out on 14 permanent study sites located in pine stands in age classes II-V. This study presents the health condition of the tested stands in relation to the changes in the level of industrial emissions in the period 1992-2006.

### KEY WORDS

Scots pine, meteorological observation, SO<sub>2</sub> imission, dust fall, defoliation, health condition

### ADDRESSES

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

Katedra Urządzania Lasu; Zakład Dendrometrii i Produkcijności Lasu; Uniwersytet Przyrodniczy; ul. Wojska Polskiego 71C; 60-625 Poznań

### Wstęp

Stan zdrowotny drzewostanów warunkują czynniki abiotyczne, biotyczne i antropogeniczne. Spośród tych ostatnich niekorzystne znaczenie mają imisje przemysłowe. Jak dowodzą wcześniejsze badania, drzewostany sosnowe są szczególnie zagrożone przez oddziaływanie związków siarki [Beker 1994]. Zmiany można zaobserwować już przy stężeniu dwutlenku siarki na poziomie 12 µg/m<sup>3</sup> [Stan... 2000]. Beker i Sienkiewicz [2009] stwierdzili bardzo wyraźny spadek poziomu imisji SO<sub>2</sub> i stabilizację opadu pyłu w latach 1992-2006, kwalifikujący Puszcę Zielonka do grupy obszarów niskich skażeń. Ubytek aparatu asymilacyjnego przekłada się na obniżenie przyrostu drzew. Badania Bekera [2001] potwierdziły istotny statystyczny związek pomiędzy przyrostem pierśnicy i defoliacją korony sosen należących do I klasy Krafca.

Celem pracy jest analiza związku pomiędzy stanem zdrowotnym drzewostanów sosnowych LZD Murowana Goślina i zmianą poziomu imisji przemysłowych w okresie 1992-2006.

### Obiekt i metodyka badań

Od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku prowadzone są w Katedrze Dendrometrii (obecnie Katedra Urządzania Lasu, Zakład Dendrometrii i Produkcijności Lasu) badania w zakresie monitoringu technicznego i biologicznego. W sposób ciągły monitoruje się warunki

meteorologiczne, poziom imisji związków siarki i pyłów oraz zmianę kondycji zdrowotnej drzew. Badania prowadzone są 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 LZD Murowana Goślina. Dokładny opis powierzchni badawczych można znaleźć w pracy Bekera [1997].

Stan zdrowotny jest określany przy wykorzystaniu metody bioindykacyjnej, bazującej na „kryteriach europejskich”. Od roku 1991 corocznie kontrole przeprowadza się w lipcu, miesiącu pełnego wykształcenia aparatu asymilacyjnego. Stopień uszkodzenia korony sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) I klasy Krafca jest oceniany według trzech kryteriów: oszacowanej z dokładnością do 5% defoliacji, liczby roczników igieł i prześwietlenia korony (tab. 1). W wyniku przeprowadzonej inwentaryzacji określa się średnią defoliację i procentowy udział drzew w stopniach uszkodzeń. Dokładny opis metodyki badań można znaleźć w pracach Bekera [1993, 1994].

## Wyniki

W latach 1992-2006 warunki meteorologiczne nie odbiegały od średnich wieloletnich z tego obszaru (tab. 2). Średnia roczna temperatura powietrza wynosiła 8,6°C, okresu wegetacji – 15,1°C i lipca – 19,4°C. Suma opadów atmosferycznych wynosiła 524,2 mm (rok), 308,5 mm (okres wegetacji) i 79,4 mm (lipiec). W okresie badawczym najmniej dogodnie dla wzrostu drzew były lata 1992 i 2003, charakteryzujące się dużym deficytem opadów przy temperaturze wyższej od przeciętnej.

Analizując średni poziom imisji SO<sub>2</sub> na punktach monitoringu technicznego w latach 1992-2006 stwierdza się bardzo wyraźny ich spadek z 6,52 do 0,04 kg/km<sup>2</sup>/dobę. Dla poszczególnych powierzchni w kolejnych latach nie przekroczono wartości 10,00 kg/km<sup>2</sup>/dobę jako wielkości progowej dla poziomu niskich skażeń (ryc. 1). 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 1992-2006 ustabilizował się na poziomie od 45 do 65 t/km<sup>2</sup>/rok, przy wartości dopuszczalnej 200 t/km<sup>2</sup>/rok. Obserwuje się łagodny trend spadkowy (ryc. 2), który nie koresponduje jednak z bardzo wyraźnym spadkiem imisji SO<sub>2</sub> w analogicznym okresie.

W okresie badawczym stwierdzono znaczną poprawę stanu zdrowotnego drzewostanów. Średnia defoliacja obniżyła się z 30,3% w roku 1992 do 13,9% w roku 2006. Poziom ostrzegaw-

Tabela 1.

Stopnie uszkodzenia korony sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) [Beker 1994]  
Degrees of crown damage of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) [Beker 1994]

Stopień uszkodzenia	Defoliacja[%]	Roczniki igieł*	Korona**
0 – bez uszkodzenia	0-10	3	pełna
1 – słabe	11-25	2-2,5	słabo prześwietlona
2a – umiarkowane	26-40	1,5-2	umiarkowanie prześwietlona
2b – średnie	41-60	1-1,5	silnie prześwietlona
3 – silne	>60	1	bardzo silnie prześwietlona
4 – całkowite	100	–	–

\* ocena w górnej (oświetlonej) części korony; \*\* ocena całej korony

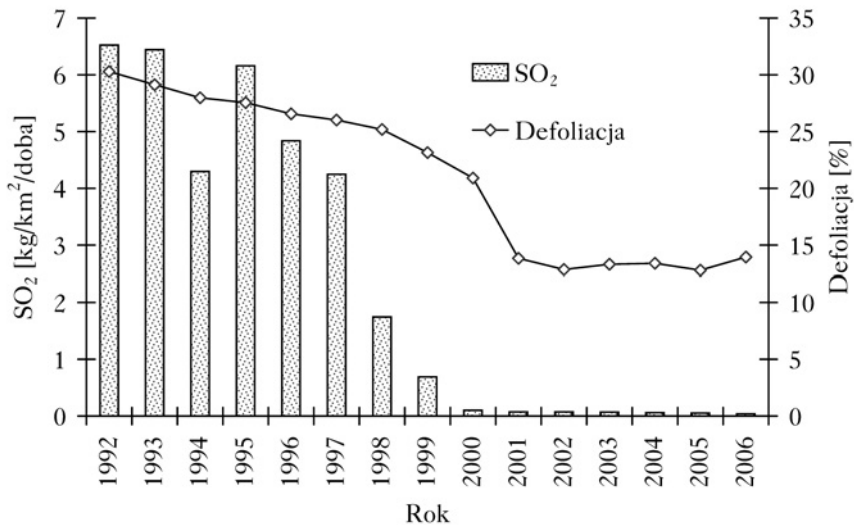
\* assessment in upper (light) part of the crown; \*\* assessment of the whole crown

Tabela 2.

Wyniki obserwacji meteorologicznych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Murowana Goślina w latach 1992-2006

Results of meteorological observation in Experimental Forest Range Murowana Goślina in 1992-2006

Rok	Średnia temperatura powietrza [°C]			Suma opadów atmosferycznych [mm]		
	rok	IV-IX	VII	rok	IV-IX	VII
1992	9,0	15,7	20,6	363,4	126,5	16,5
1993	7,9	14,1	16,5	723,1	455,0	124,8
1994	9,0	15,3	22,1	542,1	306,8	67,6
1995	8,4	14,9	20,9	526,2	362,4	34,3
1996	6,2	13,2	15,6	548,8	435,4	170,0
1997	7,9	14,0	17,8	546,5	378,0	171,7
1998	8,5	14,8	17,5	644,4	366,1	45,8
1999	9,0	15,4	20,4	431,6	202,7	30,1
2000	9,5	14,9	16,2	666,6	419,5	149,0
2001	8,5	14,7	19,9	500,1	311,7	89,8
2002	9,2	16,1	20,3	557,0	243,7	78,7
2003	8,1	15,2	20,0	334,0	171,6	78,7
2004	9,0	15,4	17,9	498,6	274,1	69,8
2005	8,5	14,9	20,2	468,3	238,8	33,4
2006	10,4	18,2	25,7	512,5	335,3	30,1
Średnia	8,6	15,1	19,4	524,2	308,5	79,4

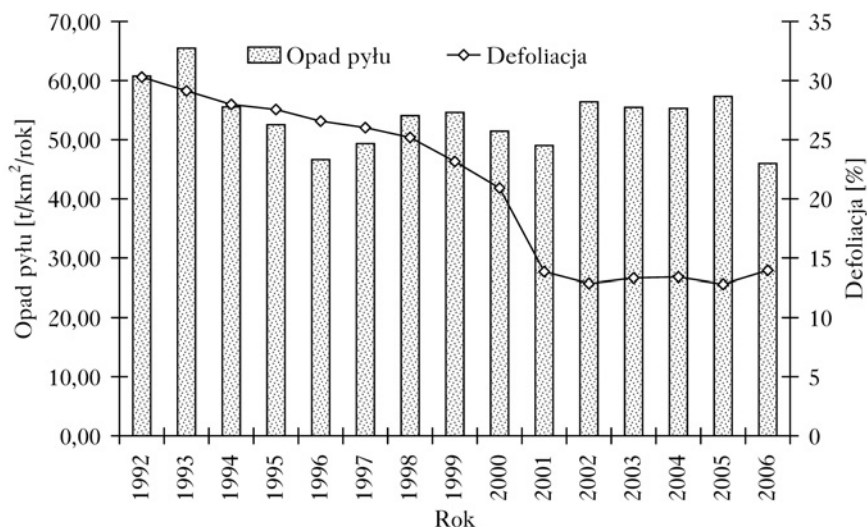


Ryc. 1.

Zmiana defoliacji w odniesieniu do poziomu emisji SO<sub>2</sub> w latach 1992-2006

The change of defoliation in the relation to the imission SO<sub>2</sub> in 1992-2006

czy (defoliacja 25%) nie był przekraczany od roku 1999. Było to konsekwencją przemieszczania się drzew w ramach stopni uszkodzeń. W początkowych latach najwięcej drzew klasyfikowano w stopniu 2a (uszkodzenie umiarkowane), od roku 1995 w 1 (uszkodzenie słabe), a w końcowych latach – w stopniu 0 (bez uszkodzeń) (tab. 3). Powyższy trend koresponduje z bardzo wyraźnym spadkiem poziomu emisji SO<sub>2</sub> w analogicznym okresie, szczególnie w latach 1992-1999



Ryc. 2.

Zmiana defoliacji w odniesieniu do poziomu opadu pyłu w latach 1992-2006

The change of defoliation in relation to the level of dust fall in 1992-2006

Tabela 3.

Średnia arytmetyczna (Defol.), odchylenie standardowe ( $s_{Defol.}$ ) i współczynnik zmienności ( $V_{Defol.}$ ) defoliacji korony i procentowy udział drzew w stopniach uszkodzenia w latach 1992-2006Arithmetic mean (Defol.), standard deviation ( $s_{Defol.}$ ) and coefficient of variation ( $V_{Defol.}$ ) of crown defoliation and the percentage share of trees in degrees of damage in 1992-2006

Rok	Defol. [%]	$s_{Defol.}$ [%]	$V_{Defol.}$ [%]	Stopień uszkodzenia					
				0	1	2a	2b	3	4
1992	30,3	6,7	22,1	0,5	27,1	70,4	1,6	0,0	0,3
1993	29,1	9,1	31,2	1,9	36,6	60,2	0,3	0,0	1,1
1994	28,0	9,7	34,7	3,8	40,3	54,6	0,3	0,0	1,1
1995	27,5	9,5	34,5	2,4	48,7	47,3	0,5	0,0	1,1
1996	26,6	9,5	35,9	3,0	58,3	37,4	0,3	0,0	1,1
1997	26,0	9,5	36,4	2,4	63,7	32,5	0,3	0,0	1,1
1998	25,2	9,3	37,1	2,1	76,3	19,9	0,5	0,0	1,1
1999	23,1	10,0	43,3	6,2	79,3	12,9	0,5	0,0	1,1
2000	20,9	10,4	49,9	10,5	81,2	7,3	0,0	0,0	1,1
2001	13,8	9,4	68,1	44,4	53,2	2,0	0,0	0,4	0,0
2002	12,9	10,2	79,5	52,3	46,5	0,5	0,0	0,0	0,7
2003	13,3	10,3	77,1	49,1	49,5	0,5	0,2	0,0	0,7
2004	13,4	11,3	84,1	50,2	47,5	0,9	0,2	0,5	0,7
2005	12,8	12,3	95,9	53,9	43,5	1,2	0,0	0,2	1,2
2006	13,9	12,1	87,0	47,9	48,8	1,9	0	0,2	1,2

(ryc. 1). Potwierdzeniem tego faktu jest bardzo silna korelacja pomiędzy defoliacją i imisją  $SO_2$  w poszczególnych drzewostanach i dla całego obszaru LZD Murowana Goślina (tab. 4). W latach 1992-2006 nie znaleziono istotnego statystycznie związku pomiędzy ubytkiem aparatu asymilacyjnego drzew a poziomem opadu pyłu (ryc. 2). W tym przypadku mamy do czynienia ze stabilizacją wielkości tego skażenia z bardzo słabą tendencją spadkową. Potwierdzeniem jest

Tabela 4.

Współczynnik korelacji średniej defoliacji ze średnią imisją SO<sub>2</sub> i opadem pyłu w latach 1992-2006  
Correlation coefficients of mean defoliation with mean imission SO<sub>2</sub> and dust fall in 1992-2006

Oddział	SO <sub>2</sub>	Opad pyłu
12c	0,877**	-0,007
17c	0,866**	0,341
20a	0,845**	0,000
20b	0,868**	0,336
26a	0,915**	-0,085
28f	0,918**	0,306
38j	0,819**	0,022
49a	0,885**	-0,011
49c	0,880**	0,312
60g	0,880**	-0,134
62g	0,871**	0,472*
74a	0,849**	0,032
78h	0,846**	0,398
115h	0,892**	0,032
Razem	0,889**	0,237

\* wartości istotne statystycznie na poziomie 0,05; \*\* wartości istotne statystycznie na poziomie 0,01

\* values significant statistically at 0,05 level; \*\* values significant statistically at 0,01level

nieregularna zależność statystyczna, charakteryzująca się występowaniem na przemian dodatniej i ujemnej korelacji w poszczególnych drzewostanach. Natomiast dla całego obszaru badań zachodzi zależność wprost proporcjonalna, ale nieistotna statystycznie (tab. 4). Należy zauważyć, że na zły stan zdrowotny drzewostanów w roku 1992 i niewielkie pogorszenie kondycji w roku 2003 miały także wpływ bardzo niekorzystne warunki meteorologiczne. Charakteryzowały się one opadem rocznym znacznie poniżej 400 mm, a w okresie wegetacji poniżej 200 mm.

## Dyskusja

W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że wśród podstawowych imisji przemysłowych najbardziej niekorzystny wpływ na drzewostany sosnowe wywołują skażenia dwutlenkiem siarki. Zaobserwowano, że po wyraźnej redukcji imisji SO<sub>2</sub> nastąpiła znaczna poprawa stanu zdrowotnego badanych drzewostanów. Powyższa tendencja wystąpiła we wszystkich przypadkach i charakteryzowała się bardzo silną korelacją. Prawidłowości tej nie potwierdzono przy analizie wpływu poziomu opadu pyłu na defoliację drzew, który w okresie badawczym ustabilizował się i wykazuje bardzo słabą dynamikę spadkową. Wynika z tego, że drzewostany sosnowe nie reagują negatywnie przy takim poziomie skażenia.

Należy dodać, że na stan zdrowotny badanych drzewostanów miały okresowo niekorzystny wpływ, poza imisjami przemysłowymi, warunki meteorologiczne: szczególnie w latach 1992 i 2003, czynniki biotyczne: masowy pojaw przypląszczka granatka w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku i periodycznie występujące choroby grzybowe.

## Wnioski

✚ W latach 1992-2006 nastąpił znaczny spadek defoliacji drzewostanów sosnowych LZD Murowana Goślina, korespondujący z dużą redukcją imisji SO<sub>2</sub> na tym obszarze.

- ✚ Przeprowadzone badania potwierdziły niekorzystny wpływ na stan zdrowotny drzewostanów sosnowych imisji dwutlenku siarki i obojętny, przy niskim poziomie skażenia, opadu pyłu.
- ✚ Poza imisjami przemysłowymi na badane drzewostany niekorzystnie oddziałują okresowo warunki meteorologiczne i czynniki biotyczne.

## Literatura

- Beker C. 1993. Ocena defoliacji drzew jako podstawowe kryterium klasyfikacji stanu zdrowotnego lasu. Prace IBL, Ser. B 18: 89-94.
- Beker C. 1994. Ocena korony sosny zwyczajnej dla potrzeb określania stanu zdrowotnego drzew. PTPN, Prace KNRiKNL, 78: 15-20.
- 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 imisji przemysłowych. Wyd. SGGW, Warszawa.
- Beker C. 2001. Związek pomiędzy defoliacją korony a przyrostem pierśnicy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Roczn. AR Poznań, Leśn. 39: 27-32.
- 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.
- Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w Poznaniu. 2000. Biblioteka Monitoringu Środowiska, WIOŚ Poznań.

## SUMMARY

### Health condition of Scots pine stands in Murowana Goślina Experimental Forest Station in 1992-2006

The period 1992-2006 saw a marked decline in the defoliation level of pine stands in the territory of the Murowana Goślina Experimental Forest Station corresponding to a significant reduction in SO<sub>2</sub> emissions in this area. This trend was observed for all forest stands and was characterised by a strong correlation. The performed studies confirmed a negative effect of SO<sub>2</sub> emissions and a neutral effect of dust deposition on the health status of pine stands with a low contamination level. In addition to industrial emissions, the seasonal weather conditions and biotic factors had an unfavourable impact on pine stands.