

Cezary Beker

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, e-mail: beker@up.poznan.pl

**STOPIEŃ DEFOLIACJI DRZEWOSTANÓW SOSNOWYCH
W LEŚNYM ZAKŁADZIE DOŚWIADCZALNYM
MUROWANA GOŚLINA W LATACH 1992-2012**

*DEFOLIATION DEGREE OF PINE STANDS
IN MUROWANA GOŚLINA
EXPERIMENTAL FOREST RANGE IN 1992-2012*

Słowa kluczowe: sosna zwyczajna, stopień defoliacji, stopień uszkodzenia

Key words: Scots pine, defoliation degree, degree of damage

Abstract. This report presents research results of defoliation degree of pine stands in Murowana Goślina Experimental Forest Range in 1992-2012. Damage degree is assessed using the bioindication method. Since 1991 this has been done in 14 permanent research plots which have been set up in tree stands proportionally representing age classes from II to VI. Annually in July the condition of the foliage of dominant tree species is evaluated on the basis of three criteria: percentage of defoliation, number of needle age-groups and type of tree crown attenuation. The study respects the change of crown defoliation and the relocation of trees between damage degrees.

WSTĘP

Stopień defoliacji drzew warunkują czynniki abiotyczne, biotyczne i antropogeniczne. Pośród niekorzystnych wpływów działalności człowieka za najgroźniejsze uważa się nadal 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. Jak dowodzą wcześniejsze badania drzewostany sosnowe są szczególnie zagrożone przez oddziaływanie związków siarki [Beker 1994b, 1997, 2009b]. Beker i Sienkiewicz [2009] stwierdzili bardzo wyraźny spadek poziomu emisji SO_2 w latach 1992-2006, kwalifikujący aktualnie obszar Puszczy Zielonki do grupy 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 Krafta.

Celem pracy jest analiza poziomu defoliacji i przemieszczania drzew w stopniach uszkodzeń drzewostanów sosnowych LZD Murowana Goślina w okresie 1992-2012.

OBIEKT I METODYKA BADAŃ

Od początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku prowadzone są w Zakładzie Dendrometrii i Produkcyjności Lasu, Katedra Urządzania Lasu Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, badania w zakresie monitoringu technicznego i biologicznego. W sposób ciągły monitoruje się warunki meteorologiczne, poziom emisji związków siarki i pyłów oraz zmianę kondycji zdrowotnej drzew. Badania prowadzone są na 14 stałych powierzchniach badawczych założonych w litych drzewostanach sosnowych od II do VI klasy wieku, na siedlisku lasu mieszanego świeżego i boru mieszanego świeżego, proporcjonalnie na gruntach leśnych i porolnych. Dokładny opis powierzchni badawczych można znaleźć w pracy Bekera [1997, 2009a].

Powierzchnie zlokalizowane są na terenie LZD Murowana Goślina. Według rejonizacji klimatycznej opracowanej przez Gumińskiego [Woś 1994] obszar ten został zaliczony do regionu Środkowej Wielkopolski. Charakterystyczną cechą klimatu w tym rejonie jest występowanie w okresie lata pogody bardzo ciepłej z temperaturą powyżej 25°C i jednocześnie pochmurnej bez opadu. W latach 1992-2006 warunki meteorologiczne nie odbiegały od wielkości średnich wieloletnich dla tego obszaru. Średnia temperatura roczna 8,6°C, okresu wegetacji 15,1°C i lipca 19,4°C. Suma opadów atmosferycznych 524,2 mm w roku, 308,5 mm w okresie wegetacji i 79,4 mm w lipcu. W okresie badawczym najmniej dogodnie dla wzrostu drzew były lata 1992 i 2003, charakteryzujące się dużym deficytem opadów przy wyższych od przeciętnej temperaturach [Beker 2009b].

Tab. 1. Stopnie uszkodzenia korony sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.)

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.

Źródło: Opracowanie własne.

Uwzględniając poziom emisji SO₂, obszar Puszczy Zielonki zaliczany jest do grupy niskich skażeń [Beker i Sienkiewicz 2009].

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

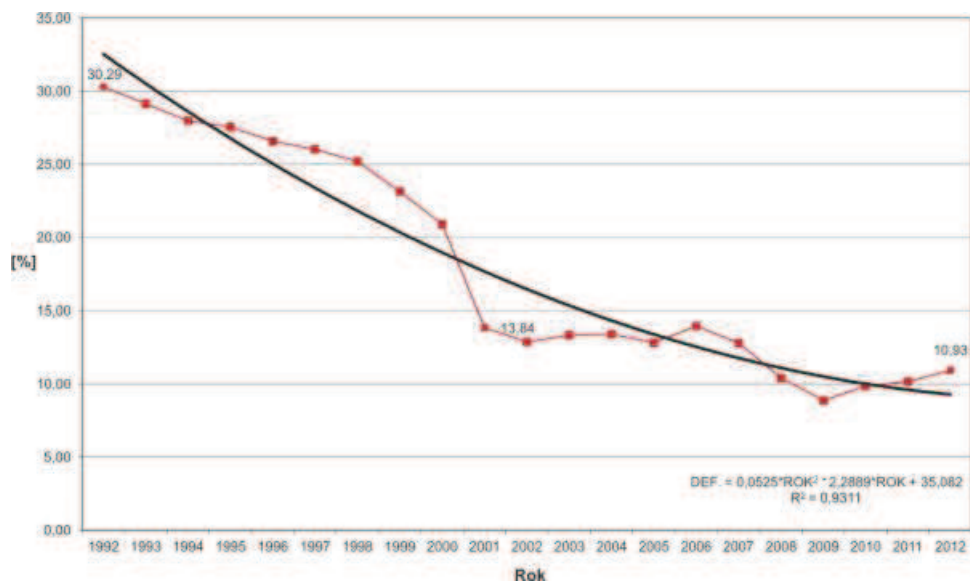
WYNIKI BADAŃ

W okresie badawczym stwierdzono znaczną poprawę kondycji zdrowotnej drzewostanów. Średnia defoliacja obniżyła się z 30,3 % w roku 1992 do 10,9 % w roku 2012 (tab. 2). Największa dynamikę spadku defoliacji stwierdzono w latach 1992-2001 (od 30,3 % do 13,8 %), następnie wskaźnik defoliacji oscylował w wąskim zakresie 9-14 % (ryc. 1), przy ustabilizowanej zmienności (tab. 2). 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) [ryc. 2, fot. 1]. Powyższy trend koresponduje z bardzo wyraźnym obniżeniem poziomu emisji SO₂ w analogicznym okresie (spadek z 6,52 do 0,04 kg/km²/dobę). Należy zauważyć, że na słabą kondycję zdrowotną drzewostanów w roku 1992 i niewielkie jej pogorszenie 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. Natomiast spadek średniej defoliacji poniżej 10 % (stopień 0 – bez uszkodzeń) w latach 2009-2010 był wynikiem korzystnych warunków pluwialnych i termicznych (ryc. 1). Analizując stan defoliacji poszczególnych sosen w badanym okresie najliczniej obserwowano stabilizację stopnia uszkodzenia (fot. 2), aczkolwiek incydentalnie wystąpiły drastyczne pogorszenia kondycji zdrowotnej (fot. 3).

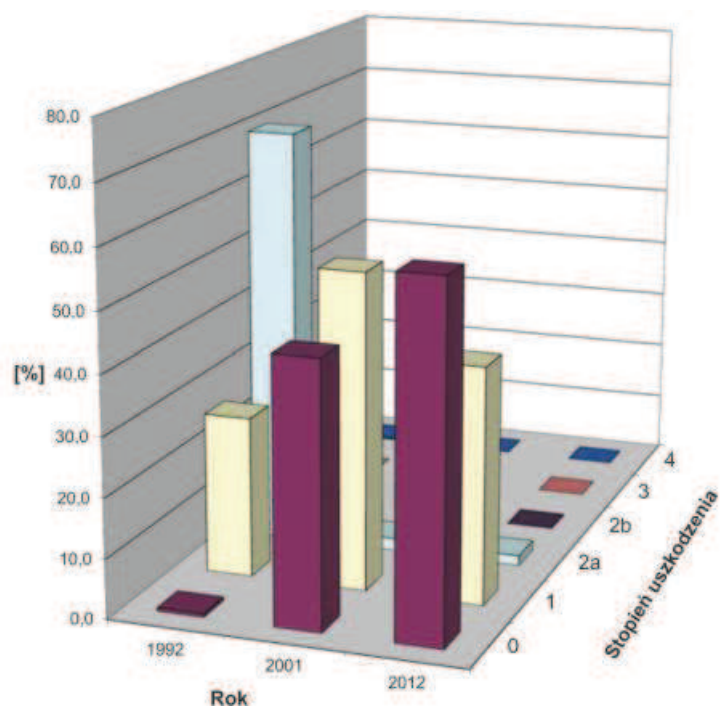
Tab. 2. Średnie arytmetyczne (Defol), odchylenia standardowe (s_{Defol}) i współczynniki zmienności (V_{Defol}) defoliacji korony i procentowy udział drzew w stopniach uszkodzenia w latach 1992-2012

Rok	Defol.	s_{Defol}	V_{Defol}	Stopień uszkodzenia					
	[%]			0	1	2a	2b	3	4
1992	30,3	6,7	22,1	0,6	27,1	70,4	1,6	0	0,3
1993	29,1	9,1	31,2	1,9	36,5	60,2	0,3	0	1,1
1994	28,0	9,7	34,7	3,7	40,3	54,6	0,3	0	1,1
1995	27,5	9,5	34,5	2,4	48,7	47,3	0,5	0	1,1
1996	26,6	9,5	35,9	2,9	58,3	37,4	0,3	0	1,1
1997	26,0	9,5	36,4	2,4	63,7	32,5	0,3	0	1,1
1998	25,2	9,3	37,1	2,2	76,3	19,9	0,5	0	1,1
1999	23,1	10,0	43,3	6,2	79,3	12,9	0,5	0	1,1
2000	20,9	10,4	49,9	10,5	81,2	7,2	0	0	1,1
2001	13,8	9,4	68,1	44,3	53,1	2,1	0	0,5	0
2002	12,9	10,2	79,5	52,3	46,5	0,5	0	0	0,7
2003	13,3	10,3	77,1	49,1	49,5	0,5	0,2	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	0,2	1,2
2006	13,9	12,1	87,0	47,9	48,8	1,9	0	0,2	1,2
2007	12,8	12,1	94,3	55,1	42,1	1,4	0	0,2	1,2
2008	10,4	6,7	64,1	63,2	35,9	0,9	0	0	0
2009	8,9	6,7	75,0	71,5	27,9	0,6	0	0	0
2010	9,8	6,5	66,0	65,0	34,4	0,6	0	0	0
2011	10,2	6,5	64,0	63,8	35,1	1,1	0	0	0
2012	10,9	6,5	59,2	58,7	39,6	1,7	0	0	0

Źródło: Opracowanie własne.



Ryc. 1. Średnia defoliacja w latach 1992-2012
Źródło: Opracowanie własne.



Ryc. 2. Planowany obszar regulacji rzeki Węgorapy
Źródło: Raport M. Grzybowski, B. Wziętka i Sz. Czernek z 2012 r.



Fot. 1. Przykład korony sosny (*Pinus sylvestris* L.) bez uszkodzeń (stopień 0), LZD Murowana Goślina, Oddz. 49c, wiek 70 lat
Źródło: C. Beker.



Fot. 2. Przykład stabilizacji stanu korony (stopień uszkodzenia 1) sosny (*Pinus sylvestris* L.), LZD Murowana Goślina, Oddz. 20a, wiek 58 lat
Źródło: C. Beker.



Fot. 3. Przykład pogorszenia się stanu korony (stopnie uszkodzenia – 2,4) u sosny (*Pinus sylvestris* L.), LZD Murowana Goślina, Oddz. 38j, wiek 50 lat
Źródło: C. Beker.

DYSKUSJA

Realizowany program badawczy wypełnia postulat, łączenia informacji uzyskanych w ramach monitoringu biologicznego z wynikami prowadzonego równoległe monitoringu technicznego [Kannenberga 2007, Jaszczak i in. 2011]. W wyniku przeprowadzonych badań stwierdzono, że na stopień defoliacji sosen decydujący wpływ ma poziom emisji dwutlenku siarki. Zaobserwowano, że po wyraźnej redukcji emisji SO_2 nastąpiła znaczna poprawa kondycji zdrowotnej badanych drzewostanów [Beker 2009b]. W latach osiemdziesiątych i jeszcze na początku lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku Puszcza Zielonka był zaliczana do obszarów średnich skażeń przemysłowych [Magnuski i Sienkiewicz 1993]. Stan ten dokumentowały badania w zakresie monitoringu technicznego, wykazujące podwyższony poziom emisji SO_2 i ponadnormatywną zawartość siarki w aparacie asymilacyjnym drzew [Magnuski i in. 1992]. Fakt ten potwierdziły również przeprowadzone w latach 1993-1994 badania dotyczące względnego udziału siarki w 1-, 2- i 3-letnich igłach sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.) [Beker 1997]. Zbliżoną tematykę badawczą realizował Jaszczak [1995, 1996, 1998]. 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 $10,00 \text{ kg/km}^2/\text{dobę}$, zalicza się do obszarów niskich skażeń [Beker i Sienkiewicz 2009]. 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 zanieczyszczeń 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. Należy dodać, że na kondycję zdrowotną badanych drzewostanów miały okresowo niekorzystny wpływ, poza imisjami przemysłowymi, warunki meteorologiczne: szczególnie w latach 1992 i 2003 oraz czynniki biotyczne: masowy pojaw przyplaszczka granatka w latach dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku i okresowo występujące choroby grzybowe.

WNIOSKI

1. W latach 1992-2012 nastąpił znaczny spadek defoliacji drzewostanów sosnowych w LZD Murowana Goślina, korespondujący z dużą redukcją imisji SO₂ na tym obszarze.
2. Konsekwencją tego procesu było przemieszczanie 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).
3. Przeprowadzone badania potwierdziły niekorzystny wpływ na kondycję zdrowotną drzewostanów sosnowych imisji dwutlenku siarki.
4. Poza imisjami przemysłowymi na badane drzewostany okresowo niekorzystnie oddziałują warunki meteorologiczne i czynniki biotyczne.

LITERATURA

- Beker C. (1993). Ocena defoliacji drzew jako podstawowe kryterium klasyfikacji stanu zdrowotnego lasu. Prace IBL ser. B nr 18: 89-94.
- Beker C. (1994a). Ocena korony sosny zwyczajnej dla potrzeb określania stanu zdrowotnego drzew. Pr. Kom. Nauk Rol. Kom. Nauk Leśn. PTPN, tom 78: 15-19.
- Beker C. (1994b). 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: 122 s.
- Beker C. (2001). Związek pomiędzy defoliacją korony a przyrostem pierśnicy sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Roczn. AR Pozn. 131, Leśn. 39: 27-32.
- Beker C. (2009a). Stan zdrowotny, struktura i przyrost niepielęgnowanych drzewostanów sosnowych. Rozprawy Naukowe 400, Wyd. UP w Poznaniu: 153 s.
- Beker C. (2009b). Stan zdrowotny drzewostanów sosnowych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym Murowana Goślina w latach 1992-2006. Sylwan 153 (8): 528-533.

- Beker C., Sienkiewicz A. (2009). Ocena stanu zagrożenia środowiska leśnego Puszczy Zielonka przez zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w latach 1992-2006. *Sylvan* 153 (7): 451-456.
- Jaszcak R. (1995). Zmiana stanu zdrowotnego drzewostanów sosnowych pod wpływem średnich skażeń z uprzemysłowionej aglomeracji miejskiej. *Sylvan* 139 (8): 43-49.
- Jaszcak R. (1996). Wyniki ustalenia stref uszkodzeń w lasach Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka metodą drzewostanową. *Sylvan* 140 (3): 113-121.
- Jaszcak R. (1998). Ocena zmian cech biometrycznych drzewostanów sosnowych Puszczy Zielonka pod wpływem imisji miejsko-przemysłowych. *Rocz. AR Pozn.* 305, Leśn. 36: 47-70.
- Jaszcak R., Gołojuch P., Niziołek K. (2011). Naziemne inwentaryzacje szkód w polskich lasach powodowanych przez przemysłowe zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego w latach 1970-2009. *Sylvan* 155 (10): 687-701.
- Kannenberg A. (2007). Przydatność metody oceny stopnia defoliacji w analizie jakości drzewostanów sosnowych i dębowych. Red. K. Kannenberg, H. Szramka. *WSZŚ w Tucholi, Zarządzanie ochroną przyrody w lasach*, t.1: 178-193.
- Magnuski K., Sienkiewicz A., Jaszcak R. (1992). Przyrost drzewostanów sosnowych w warunkach średnich skażeń z uprzemysłowionej aglomeracji miejskiej. *Rocz. AR w Poznaniu*, Leśn. 30: 93-103.
- Magnuski K., Sienkiewicz A. (1993). Wpływ średnich skażeń uprzemysłowionej aglomeracji miejskiej na niektóre części składowe ekosystemu leśnego. *Prace IBL ser. B*, 15: 152-164.
- Woś A. (1994). *Klimat Niziny Wielkopolskiej*. Wyd. Nauk. UAM. Poznań.

STRESZCZENIE

W okresie 1992-2012 nastąpił znaczny spadek defoliacji drzewostanów sosnowych na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego Murowana Goślina, korespondujący z dużą redukcją emisji SO₂ na tym obszarze. Konsekwencją tego procesu było przemieszczanie się drzew w ramach stopni uszkodzeń. Podstawowy kierunek zmian: z 2a (uszkodzenie umiarkowane: defoliacja 26-40%) do 1 (uszkodzenie słabe: defoliacja 11-25%) i z 1 do 0 (bez uszkodzeń: defoliacja 0-10%). Przeprowadzone badania potwierdziły niekorzystny wpływ na stan zdrowotny drzewostanów sosnowych imisji dwutlenku siarki. Poza imisjami przemysłowymi na badane drzewostany niekorzystnie oddziałują okresowo warunki meteorologiczne i czynniki biotyczne.

SUMMARY

In the period of 1992-2012 there was a marked decline in the defoliation level of pine stands in the territory of the Murowana Goślina Experimental Forest Range corresponding to a significant reduction in SO₂ emissions in this area. This is caused by the relocation of trees between damage degrees. The majority of the change direction was: from 2a (moderate damage: defoliation 26-40%) to 1 (weak damage: defoliation 11-25%) and from 1 to 0 (no damage: defoliation 0-10%). The performed studies confirmed a negative effect of SO₂ emissions on the health status of pine stands. In addition to industrial emissions, the seasonal weather conditions and biotic factors had an unfavourable impact on pine stands.