

STANISŁAW ORZEŁ, ROMAN RIEGER

**Próba oszacowania spadku
produkcyjności drzewostanów sosnowych
w rejonie Tarnobrzckiego Zagłębia Siarkowego
na przykładzie nadleśnictwa Buda Stalowska**

Попытка оценки уменьшения производительности сосновых насаждений в регионе Тарнобжежского серного бассейна на примере надлесничества Буда Сталовска

A trial of evaluation of productivity decrease of pine stands in the region of Tarnobrzeg Sulfur Basin, exemplified by forest district Buda Stalowska

I. WSTĘP I CEL PRACY

Przewidywany według ostatnich prognoz (1) wzrost obszaru lasów uszkodzonych w latach 1900—2000 do około 3,8—4,6 mln ha (w roku 1983 obszar lasów uszkodzonych szacowano na około 654 tys. ha) zmusza do podejmowania wszechstronnych badań z zakresu tej problematyki. Duże znaczenie, zarówno poznawcze jak i praktyczne, będą miały prace dotyczące oceny spadku produkcyjności i wielkości strat przyrostu drzewostanów uszkodzonych w regionach przemysłowych. Wzrost tych drzewostanów, rozwijających się pod chroniczną presją emisji przemysłowych, cechuje się między innymi mniejszą dynamiką podstawowych cech dendrometrycznych oraz zahamowaniem przyrostu w stosunku do drzewostanów znajdujących się poza zasięgiem skażeń (2, 3, 4). Dokładne określenie spadku produkcyjności drzewostanów uszkodzonych jest bardzo trudne i wymaga długotrwałych badań i systematycznych pomiarów prowadzonych na stałych powierzchniach badawczych w lasach zagrożonych i w drzewostanach kontrolnych. Dla większego obszaru leśnego (np. nadleśnictwa), na którym prowadzi się równocześnie normalną działalność gospodarczą, można mówić jedynie o szacunkowym określeniu tych strat.

Celem niniejszej pracy jest przeto próba oszacowania strat miąższości wynikających z zahamowania dynamiki zasobności („straty potencjalne”)

drzewostanów sosnowych nadl. Buda Stalowska. Wyróżniono i obliczono ponadto ich elementy składowe, a mianowicie straty wynikające z nadmiernego wydzielania się posuszu oraz straty wynikające z zahamowania przyrostu („straty czyste”) drzewostanów uszkodzonych w stosunku do kontrolnych.

II. MATERIAŁ BADAWCZY

W pracy wykorzystano dane z pomiarów dendrometrycznych, zebrane w trakcie prowadzonych na zlecenie Instytutu Badawczego Leśnictwa w Warszawie od 1976 r. badań w ramach problemu węzłowego 09.10, w temacie: „Wpływ eksploatacji złóż siarki na lasy na przykładzie Tarnobrzieskiego Zagłębia Siarkowego”. Badania ograniczono do dominującej w tym regionie sosny, a powierzchnie badawcze założono w litych drzewostanach sosnowych II, III i IV/V klasy wieku na terenie nadl. Buda Stalowska. Lasy te na podstawie dotychczasowych badań zaliczono do kategorii lasów co najmniej średnio uszkodzonych (3). Powierzchnie kontrolne zlokalizowano w Lasach Janowskich (2, 3). Ponadto wykorzystano dane z operatu urządzeniowego (6), które zestawiono w tab. 1.

Tabela 1

Zestawienie powierzchni i zapasu w klasach wieku

Klasa wieku (i)	Powierzchnia (P) w ha		Zapas (Z_{op}) w m ³		Zasobność (V_{op}) w m ³	
	nadl.	sosna	nadl.	sosna	nadl.	sosna
I	3 094,73	2 243,65	36 955	19,225	11,94	8,57
II	4 565,45	3 646,59	525 715	426 010	112,90	116,82
III	5 569,43	4 716,92	1 307 880	1 146 400	234,85	243,04
IV i starsze	6 281,90	3 392,26	1 715 378	1 522 545	273,07	282,36
Ogółem	19 602,51	15 999,42 (81,6%)	3 585 928	3 114 180 (87,0%)	182,83	194,64

III. ZAŁOŻENIA METODYCZNE

W trakcie dotychczasowych badań stwierdzono, że stopień degradacji ekosystemów leśnych w regionie Tarnobrzieskiego Zagłębia Siarkowego zaznacza się szczególnie wyraźnie w drzewostanach III i starszych klas wieku, a więc decydujących o wielkości zapasu i możliwościach produk-

cyjnych gospodarstwa leśnego (2, 3, 4). Intensywność tych zmian scharakteryzowano za pomocą tzw. „wskaźników dynamiki”, obliczając m. in. dla poszczególnych powierzchni badawczych miąższość wydzielającego się posuszu ($U/m^3/ha$) oraz zmianę zasobności ($\Delta V = V_{1984} - V_{1977}/m^3/ha$) w 8-letnim okresie przyrostowym obejmującym lata 1977—1984 (3, 4).

Wielkości te posłużyły obecnie do obliczenia:

1) nasilenia się procesu obumierania drzew w drzewostanach uszkodzonych w stosunku do kontrolnych w aspekcie miąższościowym:

$$\Delta U = U_{BS} - U_{LJ} \quad (1)$$

jako różnicy między miąższością wydzielonego posuszu na powierzchniach badawczych w nadl. Buda Stalowska (U_{BS}) i powierzchniach kontrolnych (U_{LJ}).

2) tzw. „wskaźnika dynamiki zasobności”:

$$Wd_v = \frac{\Delta V}{V_{1984}} \quad (2)$$

wyrażającego wielkość zmian zasobności w okresie 1977-84 (ΔV) w stosunku do zasobności na końcu okresu, tj. w 1984 r. (V_{1984}).

Wielkość strat wynikających ze spadku dynamiki zasobności poszczególnych klas wieku dla drzewostanów sosnowych nadl. Buda Stalowska obliczono wg wzoru:

$$Sv_i = \Delta V'_i \cdot kv_i \cdot P_i \quad (3)$$

gdzie:

Sv_i — strata miąższości (strata potencjalna) klasy wieku i ($i=II, III$ oraz IV i wyższe klasy wieku),

$\Delta V'_i = V_{op} \cdot Wd_v$ — oszacowana wielkość zmian zasobności operatywnej (V_{op}) w 8-letnim okresie obejmującym lata 1977-84,

$$kv_i = \frac{\Delta V_{LJi}}{\Delta V_{BSi}} - 1 \quad \text{— współczynnik wyrażający o ile dynamika}$$

zmian zasobności drzewostanów kontrolnych jest większa ($kv > 0$) lub mniejsza ($kv < 0$) od dynamiki zmian zasobności drzewostanów nadl. Buda Stalowska,

P_i — powierzchnia klasy wieku i .

Określone wzorem 3 straty wynikają zarówno ze wzmożonego wydzielania się posuszu jak również zahamowania przyrostu drzewostanów. Straty te można więc uznać za straty potencjalne lub całkowite. Stratę wynikającą wyłącznie z zahamowania przyrostu drzewostanów, czyli stratę czystą (S_{cz}), można określić z różnicy wartości uzyskanych wzorem 3 i 1:

$$C_{cz} = S_{v_i} - \Delta U_i \quad (4)$$

IV. WYNIKI BADAŃ

Drzewostany wzrastające bez zakłóceń ze strony czynników zewnętrznych charakteryzują się dynamicznym wzrostem miąższości w młodości, który w miarę starzenia się drzewostanów powoli ustaje. Tendencje te stwierdzono również w drzewostanach nadl. Buda Stalowska. Wykazują one bowiem największą dynamikę wzrostu zasobności w II klasie wieku ($Wd_v = 0,4184$), mniejszą w III ($Wd_v = 0,1643$), a tylko nieznaczną w IV/V klasie wieku ($Wd_v = 0,0600$). Jest ona jednak znacznie mniejsza, szczególnie w drzewostanach III i starszych klas wieku, w porównaniu z dynamiką wzrostu drzewostanów kontrolnych (2). Wskazują na to również wartości współczynników kv_i , które dla drzewostanów omawianych klas wieku wynoszą: 0,121, 0,824 oraz 0,970. Dynamika zasobności drzewostanów kontrolnych jest więc w II klasie wieku większa o 12,1%, w III klasie wieku o 82,4%, w IV/V klasie wieku blisko dwukrotnie — bo aż o 97,0%.

Z kolei obliczono:

1 — straty potencjalne (całkowite) miąższości (spadek produktywności) drzewostanów sosnowych nadl. Buda Stalowska w stosunku do drzewostanów kontrolnych z Lasów Janowskich (S_v),

2 — straty wynikające z nadmiernego wydzielania się posuszu (ΔU),

3 — straty czyste wynikające z zahamowania przyrostu drzewostanów (S_{cz}).

Straty potencjalne (całkowite) drzewostanów sosnowych II i starszych klas wieku (S_v zasobności i S_v zapasu) zestawiono w tab. 2. Przyjmując identyczny jak dla sosny wskaźnik dynamiki zasobności dla wszystkich drzewostanów, bez względu na ich skład gatunkowy, oszacowano straty miąższości dla całego nadleśnictwa, a odpowiednie wartości podano w nawiasach. Jakkolwiek szacunek strat należy uznać za bardzo przybliżony,

Straty potencjalne (całkowite) zasobności i zapasu

Klasa wieku (i)	ΔV_1 m ³ /ha/rok	S _{v1} zasobności		S _{v1} zapasu	
		m ³ /ha/rok		m ³ /P ₁ /rok	
					%
II	6,11 (5,90)	0,74 (0,71)	2 698 (3 241)	0,63 ⁰ / ₀	(0,62 ⁰ / ₀)
III	4,99 (4,82)	4,11 (3,97)	19 387 (22 110)	1,69 ⁰ / ₀	(1,69 ⁰ / ₀)
IV i starsze	2,12 (2,04)	2,06 (1,98)	11 108 (12 438)	0,73 ⁰ / ₀	(0,73 ⁰ / ₀)
Ogółem	4,16 (3,91)	2,41 (2,27)	33 193 (37 789)	1,07 ⁰ / ₀	(1,05 ⁰ / ₀)

niemniej jednak obrazuje on skalę degradacji drzewostanów w regionie Tarnobrzskiego Zagłębia Siarkowego w wyniku chronicznego oddziaływania skażeń przemysłowych.

Z danych zestawionych w tab. 2 wynika, że największe straty występują w drzewostanach III klasy wieku ($S_v=4,11$ m³/ha/rok). Są one dwukrotnie większe niż w drzewostanach starszych klas wieku ($S_v=2,06$ m³/ha/rok) i ponad 5-krotnie większe niż w drzewostanach II klasy wieku ($S_v=0,74$ m³/ha/rok).

Ogółem straty potencjalne miąższości drzewostanów sosnowych nadl. Buda Stalowska wynoszą ok. 33 tys. m³ rocznie (ok. 2,41 m³/ha), dla całego nadleśnictwa zaś, bez względu na skład gatunkowy drzewostanów, kształtują się na poziomie ok. 38 tys. m³ rocznie, co stanowi ok. 1% całego zapasu.

Jak już wspomniano, oszacowane straty potencjalne, wynikające ze spadku dynamiki zasobności, stanowią sumę strat związanych z nadmiernym wydzielaniem się posuszu (ΔU) oraz strat czystych (S_{cz}), wynikających wyłącznie z zahamowania wzrostu drzewostanów uszkodzonych.

Straty wynikające z nadmiernego wydzielania się posuszu zestawiono w tab. 3 (w nawiasach podano wielkości dla całego nadleśnictwa). Naj-

Tabela 3

Straty wynikające ze wzmożonego procesu wydzielania się posuszu

Klasa wieku (i)	ΔU zasobności m ³ /ha/rok	ΔU zapasu	
		m ³ /P ₁ /rok	
			%
II	0,91	3 318 (4 155)	0,78 ⁰ / ₀ (0,79 ⁰ / ₀)
III	2,96	13 962 (16 486)	1,22 ⁰ / ₀ (1,26 ⁰ / ₀)
IV i starsze	1,09	5 878 (6 847)	0,39 ⁰ / ₀ (0,40 ⁰ / ₀)
Ogółem	1,68	23 158 (27 488)	0,74 ⁰ / ₀ (0,77 ⁰ / ₀)

większe zasilenie procesu obumierania drzew stwierdzono w drzewostanach III klasy wieku ($\Delta U = 2,96 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$). W pozostałych kategoriach drzewostanów nasilenie tego procesu jest prawie trzykrotnie mniejsze i kształtuje się na poziomie ok. $1 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$.

Ogółem straty wynikające z nadmiernego wydzielania się posuszu oszacowano dla drzewostanów sosnowych II i starszych klas wieku na ok. 23 tys. m^3 rocznie (ok. $1,68 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$). Straty dla całego nadleśnictwa kształtują się na poziomie ok. 27 tys. m^3 rocznie, co stanowi ok. 0,77% całego zapasu.

Tabela 4

Straty przyrostu (strata czysta) zasobności i zapasu

Klasa wieku i	S_{cz} zasobności $\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$	S_{cz} zapasu			
		$\text{m}^3/\text{ha}/\text{rok}$		‰	
II	-0,17	-620	(-914)	-0,15‰	(-0,17‰)
III	1,15	5 424	(5 624)	0,47‰	(0,43‰)
IV i starsze	0,97	5 230	(5 591)	0,34‰	(0,33‰)
Ogółem	0,73	10 034	(10 301)	0,33‰	(0,28‰)
Razem III i starsze	1,05	10 654	(11 215)	0,40‰	(0,37‰)

Wzmógłony proces obumierania drzew i nadmierne wydzielanie się posuszu stawia przed administracją lasów państwowych konkretne zadania w zakresie terminowego wykonywania odpowiednich cięć pielęgnacyjnych i sanitarnych, co pozwoli na zmniejszenie strat przez niedopuszczenie do całkowitej deprecjacji surowca drzewnego (pozyskanie pewnej ilości mniej cennych sortymentów). Proces ten powoduje jednak ciągle zubożanie zasobów leśnych (środków produkcji), co prowadzi w konsekwencji do groźnego dla trwałości i ciągłości produkcji leśnej i reprodukcji rozszerzonej pomniejszania się zapasu i spadku przyrostu (produkcyjności) drzewostanów.

Różnicę między stratą całkowitą a stratą wynikającą z nasilającego się procesu wydzielania posuszu stanowi tzw. **strata czysta**, wynikająca wyłącznie z zahamowania wzrostu i spadku przyrostu drzewostanów rozwijających się pod chroniczną presją skażeń przemysłowych. Wpływ ten najbardziej uwidacznia się w drzewostanach średnich i starszych klas wieku (tab. 4). W drzewostanach III klasy wieku straty na przyroście wynoszą 5424 m^3 rocznie (ok. $1,15 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$), w drzewostanach starszych zaś (IV i wyższe klasy wieku) ok. 5230 m^3 rocznie (ok. $0,97 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{rok}$).

Zaskakujący wynik uzyskano w drzewostanach młodszych — II klasy wieku. Okazało się bowiem, że przyrastają one nieznacznie lepiej w porównaniu z drzewostanami kontrolnymi. Rezultat ten, jakkolwiek dość nieoczekiwany, znajduje jednak potwierdzenie we wcześniejszych badaniach (4) dotyczących dynamiki wzrostu pola przekroju pierśnicowego oraz bieżącego okresowego przyrostu grubości.

Ogółem dla całego nadl. Buda Stalowska, o powierzchni prawie 20 tys. ha, straty wynikające wyłącznie z zahamowania przyrostu drzewostanów średnich i starszych klas wieku (III klasa wieku i starsza) wynoszą ok. 11 tys. m³ rocznie, co stanowi ok. 0,40% całego zapasu.

Uzyskane wyniki badań mogą być również, przy zachowaniu odpowiedniej tolerancji, odnoszone do większych obszarów leśnych, zaliczanych do kategorii lasów średnio uszkodzonych — charakterystycznych dla regionów przemysłowych Polski i Europy Środkowej.

V. PODSUMOWANIE WYNIKÓW I WNIOSKI

Przeprowadzone na przykładzie drzewostanów sosnowych nadl. Buda Stalowska (19 602 ha, w tym drzewostanów sosnowych 15 999 ha) w latach 1976-85 badania pozwalają na sformułowanie następujących stwierdzeń:

1. Drzewostany nadl. Buda Stalowska charakteryzują się znacznie mniejszą dynamiką wzrostu zasobności w porównaniu z drzewostanami kontrolnymi (Lasy Janowskie).

2. Największe straty wynikające ze spadku dynamiki zasobności stwierdzono w drzewostanach III klasy wieku (4,11 m³/ha/rok), mniejsze w drzewostanach starszych klas wieku (2,06 m³/ha/rok) oraz nieznaczne w drzewostanach II klasy wieku (0,74 m³/ha/rok).

3. „Straty potencjalne” (całkowite) dla drzewostanów sosnowych nadleśnictwa oszacowano na ok. 33 tys. m³ rocznie (ok. 2,41 m³ z jednostki powierzchni, z czego 70% (ok. 23 tys. m³) stanowią straty wynikające z nadmiernego w porównaniu z drzewostanami kontrolnymi wydzielania się posuszu. Pozostałe 30% (ok. 10 tys. m³) to „straty czyste”, wynikające wyłącznie z zahamowania wzrostu i spadku przyrostu drzewostanów w wyniku chronicznego oddziaływania skażeń przemysłowych.

4. „Straty potencjalne” oszacowane dla całego nadleśnictwa wynoszą blisko 38 tys. m³ rocznie, z czego na straty wynikające z nadmiernego wydzielania się posuszu przypada ponad 27 tys. m³, na „straty czyste” zaś ok. 11 tys. m³ rocznie.

5. Nasilenie procesu obumierania drzew i wydzielania się posuszu powoduje ciągle zubażanie zasobów leśnych, co prowadzi w konsekwencji

do groźnego dla trwałości i ciągłości produkcji leśnej pomniejszenia się zapasu i spadku przyrostu drzewostanów. Stawia także przed administracją lasów państwowych dodatkowe zadania w zakresie cięć pielęgnacyjnych i sanitarnych.

6. Przedstawiony sposób szacowania strat był możliwy dzięki 8-letnim badaniom prowadzonym na stałych powierzchniach badawczych, a przyjęte rozwiązania można uznać za modelowe. Otrzymane wyniki, a w szczególności odnoszące się do całego nadleśnictwa (bez względu na skład gatunkowy drzewostanów), z uwagi na przyjęte uogólnienia należy uznać za orientacyjną, lecz nie zawyżoną wielkość strat produkcyjnych nadl. Buda Stalowska.

7. Oszacowany na przykładzie nadl. Buda Stalowska stopień uszkodzenia drzewostanów można przy zachowaniu odpowiedniej tolerancji odnieść do całego regionu Tarnobrzeskiego Zagłębia Siarkowego. Należy przyjąć, że „straty potencjalne” zasobności kształtują się na poziomie ok. $2,4 \text{ m}^3$ z jednostki powierzchni, rocznie, z czego na straty wynikające z nadmiernego wydzielania się posuszu przypada ok. $1,7 \text{ m}^3$, na „straty czyste” zaś ok. $0,7 \text{ m}^3$ rocznie. „Straty czyste” oszacowane tylko dla drzewostanów III i starszych klas wieku kształtują się na poziomie ok. $1,0 \text{ m}^3$ z jednostki powierzchni rocznie. Należy jednak pamiętać, że będzie to szacunek przybliżony, wymagający dalszej weryfikacji.

Z Zakładu Dendrometrii Wydziału Leśnego
Akademii Rolniczej w Krakowie

LITERATURA

1. Bosiak A.: Aktualne i prognozowane zagrożenie lasów w Polsce. Pr. IBL, Ser. B 1986 nr 5.
2. Orzeł S., Grabczyński S., Raimer J., Rieger R.: Dynamika wzrostu drzewostanów sosnowych w regionie Tarnobrzeskiego Zagłębia Siarkowego na przykładzie nadleśnictwa Buda Stalowska. Acta Agr. Silv., Ser. Silv. 1988 Vol. 27.
3. Rieger R., Grabczyński S., Orzeł S., Raimer J.: Badanie wpływu eksploatacji złóż siarki na lasy na przykładzie Tarnobrzeskiego Zagłębia Siarkowego. Dokumentacja. Kraków: AR 1985.
4. Rieger R., Grabczyński S., Orzeł S., Raimer J.: Oddziaływanie zakładów wydobywczych i przerobczych siarki na środowisko leśne województwa tarnobrzeskiego. Dokumentacja. Kraków: AR 1986.
5. Rieger R., Grabczyński S., Orzeł S., Reimer J.: Dendrometryczna charakterystyka wpływu przemysłu na lasy na przykładzie Tarnobrzeskiego Zagłębia Siarkowego. Zesz. Nauk. A.R. Krak., Leś. (w druku).

6. Plan Urządzenia Gospodarstwa Leśnego Nadleśnictwa Buda Stalowska na okres od 1.I.1983 do 31.XII.1992.

Praca wpłynęła do Komitetu Redakcyjnego 26 stycznia 1988 r.

Краткое содержание

В работе была предпринята попытка оценки снижения производительности сосновых насаждений в регионе Тарнобжеского серного бассейна. Исследования были проведены в лесах надлесничества Буда Сталовска (19 602 га, в том числе 15 999 га сосновых насаждений). „Потенциальные потери” (полностью) рассчитанные для надлесничества в целом равняются около 38 тыс. м³ толстомерной древесины ежегодно (около 2,4 м³ с единицы площади) из чего около 27 тыс. м³ (около 1,7 м³/га) это потери вытекающие из чрезмерного, по сравнению с контрольными насаждениями, выделения сухостоя. Остальные 11 тыс. м³ (около 0,7 м³/га) это чистые потери” вытекающие исключительно из-за заторможения роста и снижения прироста насаждений в результате хронического воздействия промышленных загрязнений. „Чистые потери” ресурсов вычисленные только для насаждений III и старших классов возраста формируются на уровне около 1,0 м³ с единицы площади ежегодно.

Определенную на примере надлесничества Буда Сталовска степень повреждения и вычисленное снижение производительности для насаждений можно, сохраняя определённую толерантность, применить для всего региона Тарнобжеского серного бассейна. Следует, однако, помнить, что это будут приближенные оценки, требующие дальнейшей проверки.

Summary

In the paper, the authors tried to evaluate the decrease of the productivity of pine stands in the Tarnobrzeg Sulfur Basin. The studies were conducted in the forest district Buda Stalowska (total forest area 19,602 ha, pine stands 15,999 ha). „Potential losses” (total losses) estimated for the whole forest district amount to about 38,000 cu.m. compact wood a year (about 2.4 cu.m./ha) and about 27,000 cu.m. from this amount (about 1.7 cu.m./ha) are losses resulting from excessive dying of trees, as compared with control stands. The other 11,000 cu.m. (about 0.7 cu.m./ha) are „pure losses”, resulting only from the inhibition of growth and the decrease of increment of stands due to chronic influence of industrial pollution. „Pure losses” of growing stock evaluated only for stands of 3rd and older age classes amount to about 1.0 cu.m./ha a year.

Taking into account a tolerance, one can refer the degree of damage and evaluated decrease of productivity of stands to the whole region of Tarnobrzeg Sulfur Basin. One must, however, remember that those will be rough estimations, requiring further verifications.