

**STANISŁAW MIŚCICKI, ANDRZEJ SZERSZENOWICZ**

## **Inwentaryzacja w ramach urządzania lasu uszkodzeń spowodowanych przez zwierzynę płową**

**Inventory of Damages by Deer Made within the Forest Management**

### **Wstęp**

**M**łode drzewostany mają szczególne znaczenie dla przyszłości gospodarstwa leśnego. Jakość, struktura i budowa dojrzałych drzewostanów zależą w znacznym stopniu od zabiegów hodowlanych przeprowadzonych w najmłodszych stadiach rozwojowych. Niestety, w Polsce często nie znajdują one należytej uwagi w poczynaniach gospodarczych. Także dokładność określania, w ramach inwentaryzacji urzędzeniowej, cech taksacyjnych tych drzewostanów nie odpowiada ich roli w gospodarstwie leśnym.

Jednym z czynników zakłócających efekty prac hodowlanych w młodych drzewostanach są uszkodzenia powodowane przez zwierzęta – najczęściej łowne. Powszechność tego zjawiska skłania ku temu, by były one określane w ramach prac urzędzeniowych.

W dotychczasowej praktyce urzędzeniowej wszystkie cechy taksacyjne drzewostanów I klasy wieku, nie tylko dotyczące uszkodzeń, są określane sposobem szacunkowym. Dokładność inwentaryzacji pozostaje przy tym nieznana, a wynik często może być obarczony błędem systematycznym.

Tradycyjne oczekiwania odbiorców wyników prac urzędzeniowych decydują o tym, że drzewostan jako jednostka hodowlano-ewidencyjna jest również jednostką inwentaryzacyjną. W związku z tym również dla drzewostanu oczekuje się informacji o uszkodzeniach spowodowanych przez zwierzęta łowne. Tymczasem uszkodzenia te są cechą, która podlega bardzo szybkim zmianom w poszczególnych drzewostanach. Dlatego ważniejsze wydaje się być określanie uszkodzeń dla dużego obiektu leśnego jako lepiej oddające ewentualne zmiany natężenia tego zjawiska zachodzące z upływem czasu.

Do tej pory nie uzyskuje się takich globalnych wyników dla dużych jednostek leśnych. Ewentualne podsumowanie wyników z poszczególnych drzewostanów jest nie do przyję-

cia. Poza wymienionymi wyżej wadami metody szacunkowej, decyduje o tym także dotychczasowy brak określania wspólnej cechy odniesienia (np. liczby drzew na 1 ha dla obliczenia udziału drzew uszkodzonych).

Uwzględniając dotychczasowe przyzwyczajenia odbiorców wyników prac urzędowych, dotyczące uzyskiwania danych dla poszczególnych drzewostanów, oraz potrzebę dostarczenia obiektywnych, powtarzalnych danych dla dużego obiektu leśnego, opracowano kombinowaną metodę inwentaryzacji (2). Zastosowano ją do określenia uszkodzeń w młodych drzewostanach. Wynik dla obiektu leśnego uzyskano dzięki danym pochodzącym ze schematycznie rozmieszczonych powierzchni próbnych. Wynik dla drzewostanu uzyskano jako kombinację danych szacunkowych podanych przez taksatora oraz danych pomiarowych z powierzchni próbnych zlokalizowanych w danym drzewostanie. Należy przypomnieć, że średnią wartość danej cechy w drzewostanie obliczano wg następującego wzoru:

$$\tilde{x} = \omega \bar{x} + (1 - \omega) \bar{\mu} \quad (\text{wzór 1})$$

(gdzie:  $\omega = n_j / (n_j + s^2 / s_{\mu}^2)$  = waga;  $n_j$  = liczba pow. próbnych w d-stanie;  $\bar{x}$  = średnia wartość danej cechy wg pomiarów na pow. próbnych;  $\bar{\mu}$  = średnia wartość oszacowana przez taksatora;  $s^2$  = wariancja danej cechy na pow. próbnej;  $s_{\mu}^2$  = wariancja oszacowanej wartości danej cechy). Natomiast błąd obliczano:

$$S = \frac{s s_{\mu}}{\sqrt{s^2 + n_j s_{\mu}^2}} \quad (\text{wzór 2})$$

## Cel pracy

W publikacji (2), do której nawiązuje ta praca, prezentowano inwentaryzację wykorzystującą szacunek przeprowadzony tylko przez jedną osobę. Ograniczało to wnioskowanie o przydatności metody. Potrzeba pełniejszej jej oceny pozwoliła sformułować następujące cele pracy:

- określić u różnych taksatorów powtarzalność szacowania niektórych cech (zagęszczenie drzew, udział drzew uszkodzonych),
- określić, czy powstają błędy systematyczne szacowania,
- określić pracochłonność prac terenowych,
- opracować zasady oceny prac taksacyjnych i sposób wynagradzania za pracę,
- przedstawić dokładność zastosowanej metody.

## Metodyka

Należało uzyskać dwa rodzaje materiałów terenowych: szacunkowe dane dotyczące poszczególnych drzewostanów oraz dane pomiarowe pochodzące z systematycznie rozmieszczonych powierzchni próbnych.

Dane szacunkowe wykorzystane w tej pracy zostały zebrane w części obrębu Kolno (nadm. Nowogród, OZLP Białystok) obejmującej uroczyska: Koziół-Łacha, Zimna, Podnurzec, Ptaki-Pupki, Czaki-Przyborowiec. W terenie tym przeważają siedliska bo-

rowe, na których rosną najczęściej drzewostany sosnowe z niewielką domieszką brzozy i świerka. Stosunkowo mały jest udział siedlisk wilgotnych i bagiennych, z reguły z drzewostanami olszowymi. Uszkodzenia spowodowane przez zwierzęta łowne występują nierównomiernie, jednak lokalnie w znacznym nasileniu. Spowodowane są w większości przez jelenie i łosie, a w mniejszym stopniu przez sarny. W trakcie prac urzędniowych w 1988 roku w drzewostanach I i IIa klasy wieku taksatorzy dodatkowo szacowali liczbę drzew na 1 ha oraz udział drzew uszkodzonych przez jeleniowate (z uwzględnieniem uszkodzenia poszczególnych gatunków drzew i rodzaju uszkodzenia). W pracy wykorzystano dane dotyczące 110 drzewostanów o łącznej powierzchni 233 ha (I kl. w. – 101 d-stanów, pow. 217 ha., IIa kl.w. – 9 d-stanów, pow. 16 ha). Szacunki zostały przeprowadzone przez trzech taksatorów z Oddziału BULiGL w Białymstoku. Posiadali oni następujące wykształcenie i staż pracy: wyższe, staż ponad 3 lata (taksator oznaczony dalej symbolem WD), średnie, staż ponad 3 lata (SD), średnie, staż poniżej 1 roku (SK).

Pomiar kołowych powierzchni próbnych o wielkości  $35,7 \text{ m}^2$  ( $r = 3,37 \text{ m}$ ) został wykonany w czerwcu 1988 roku po zakończeniu prac taksacyjnych na tym terenie. Powierzchnie te zostały rozmieszczone schematycznie według jednolitej dla całego obrębu siatki kwadratów  $71 \times 71 \text{ m}$  (tj. 2 pow. pr./1 ha). Pomiar przeprowadziły dwa dwuosobowe zespoły pracowników Katedry Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej SGGW. Założono 466 powierzchni próbnych (433 w drzewostanach I kl. w., 33 w IIa kl. w.). W obrębie każdej powierzchni próbnej policzono drzewa, określono gatunek, w przypadku wystąpienia uszkodzenia – jego rodzaj (zgryzanie, spałowanie, uszk. porożem, złamanie) i podrodzaj (świeże, stare, zabliznione). Liczono tylko uszkodzenia powstałe na pędzie głównym (1). Podrodzaj uszkodzeń zdefiniowano następująco:

- świeże – na drzewie znajduje się co najmniej jedna rana powstała od zakończenia ubiegłego sezonu wegetacyjnego,
- stare – na drzewie brak jest ran świeżych, a co najmniej jedna rana jest otwarta,
- zabliznione – na drzewie są tylko rany całkowicie zarośnięte.

W przypadku zgryzania rejestrowano tylko uszkodzenia powstałe na tegorocznych pędach, nazywane dalej zgryzaniem świeżym.

W ciągu dnia jeden zespół wykonywał pomiar od 40 do 70, średnio 45 powierzchni próbnych.

Dodatkowo, przy analizie dokładności szacunków taksatorskich wykorzystano jako materiał porównawczy, uzyskane w taki sam sposób jak w obr. Kolno, wyniki z nadl. Rogów. W tym nadleśnictwie taksator (WK) z wyższym wykształceniem, ze stażem poniżej 1 roku, przeprowadził szacunek w 28 drzewostanach. Przede wszystkim dane te posłużyły do obliczenia wynagrodzenia za pracę taksatorów. Postanowiono, że wynagrodzenie składa się z dwóch części: zapłaty zasadniczej zależnej od powierzchni otaksowanych drzewostanów i z premii zależnej od dokładności szacowania udziału drzew uszkodzonych i szacowania zagęszczenia drzew. Przyjęto niższe zasady premiowania. Jeżeli dla taksatora X w całym porównywalnym przedziale szacowanej wielkości, w stosunku do taksatora WK błąd szacowania różni się:

- mniej niż 10% – premia 75%
- w granicach 10 do 20% – premia 50%
- w granicach 20 do 30% – premia 25%
- powyżej 30% – bez premii.

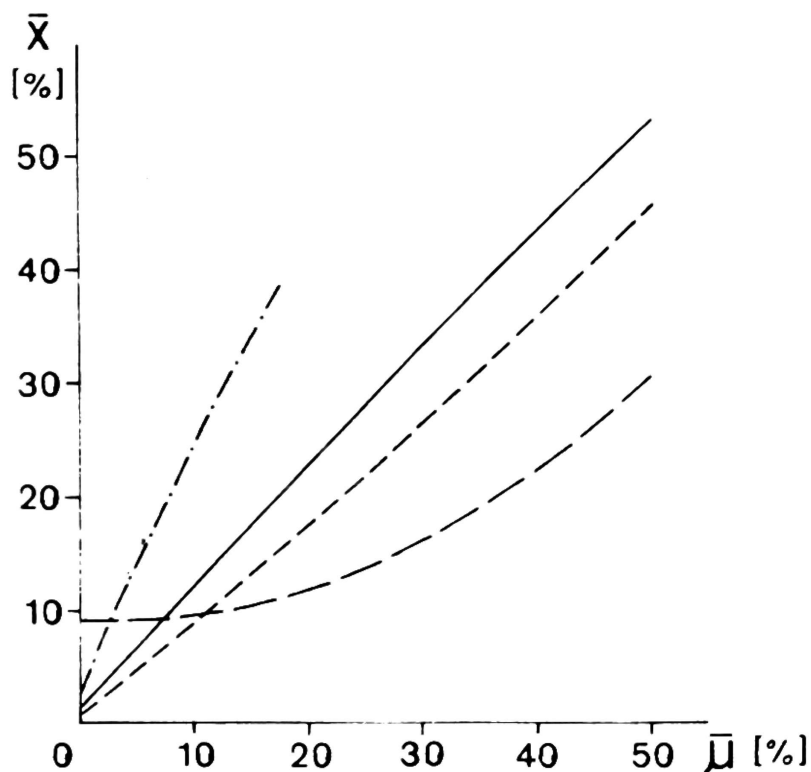
Wynika z tego, że przy ocenie dwóch cech (udz. drzew uszkodzonych, zagęszczenie drzew) można było uzyskać do 150% premii.

## Wyniki

### Wyniki dla drzewostanów

U każdego taksatora stwierdzono powstawanie systematycznego błędu szacowania zarówno w przypadku ustalania udziału drzew uszkodzonych, jak i zagęszczenia drzew (ryc. 1 i 2). W przypadku szacowania udziału drzew uszkodzonych u każdej osoby błąd ten ma różny charakter i nasilenie. Wystąpiło proporcjonalne niedoszacowanie (WK, SK), proporcjonalne przeszacowanie (WD) oraz błąd nieproporcjonalny (SD). Przy określaniu zagęszczenia drzew w trzech przypadkach (WD, SK, SD) wystąpiło znaczne niedoszacowanie, jednak różne u poszczególnych taksatorów.

Poznanie przebiegu błędu systematycznego pozwoliło wyeliminować jego wpływ na końcowy wynik obliczeń. Możliwe stało się również określenie dokładności (powtarzalności) szacowania podawanego przez taksatora. Dokładność oceny udziału drzew

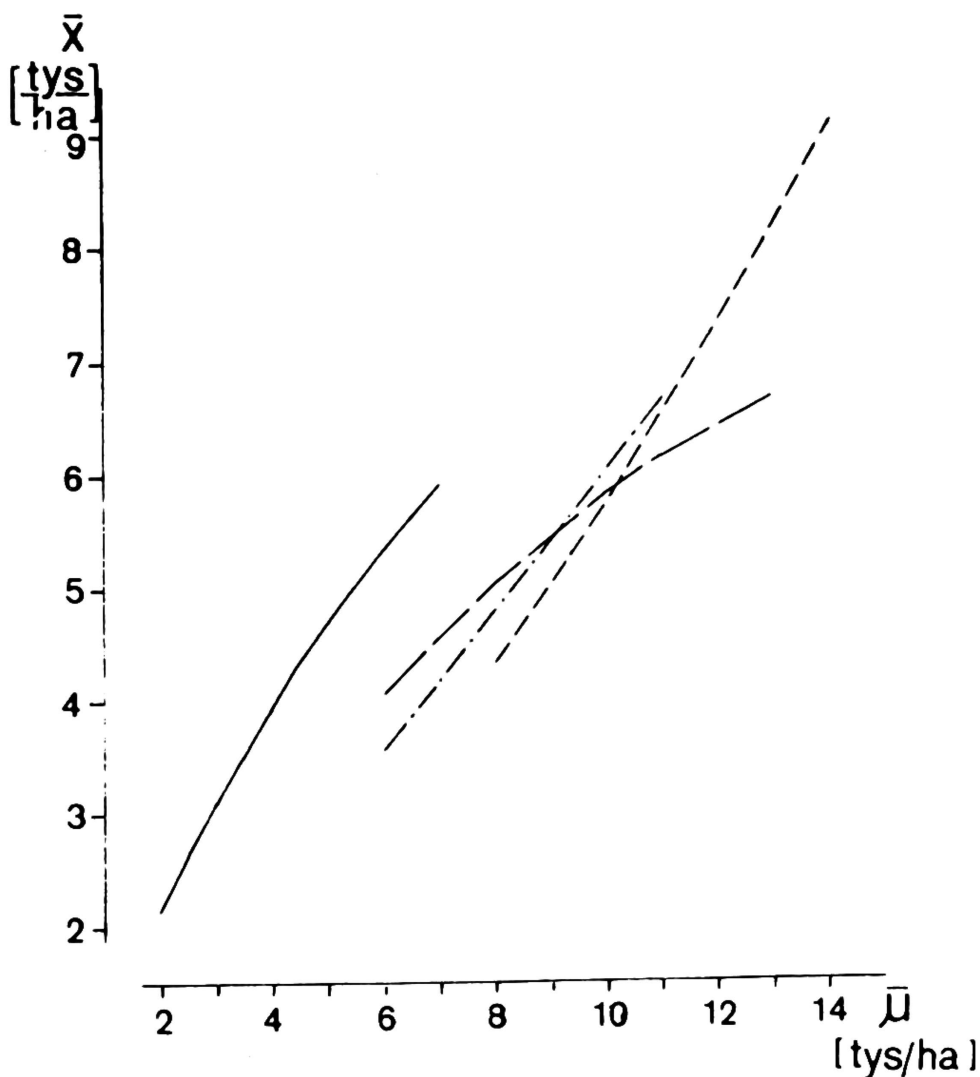


na rys. 1-4  
taksatorów  
oznaczono:

- · - · -	SK	— — —	WK
- - - -	SD	- - - -	WD

RYC. 1. Wyrównana zależność między pomierzonym ( $\bar{x}$ ) a oszacowanym ( $\bar{\mu}$ ) przez poszczególnych taksatorów udziałem uszkodzonych drzew drzewostanu





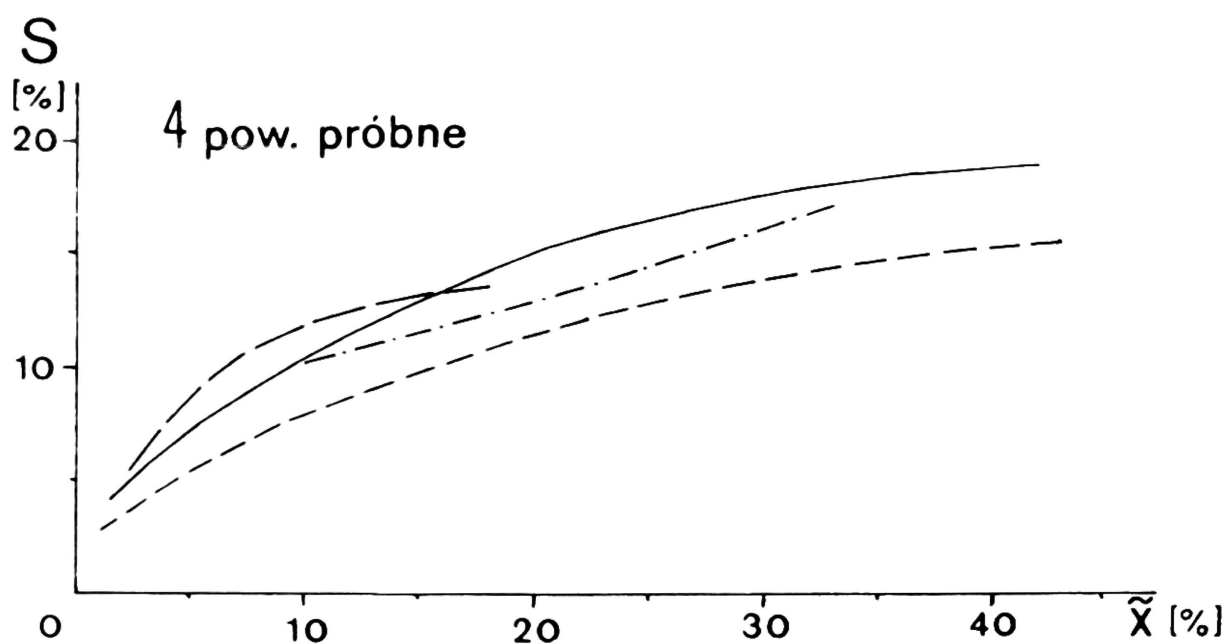
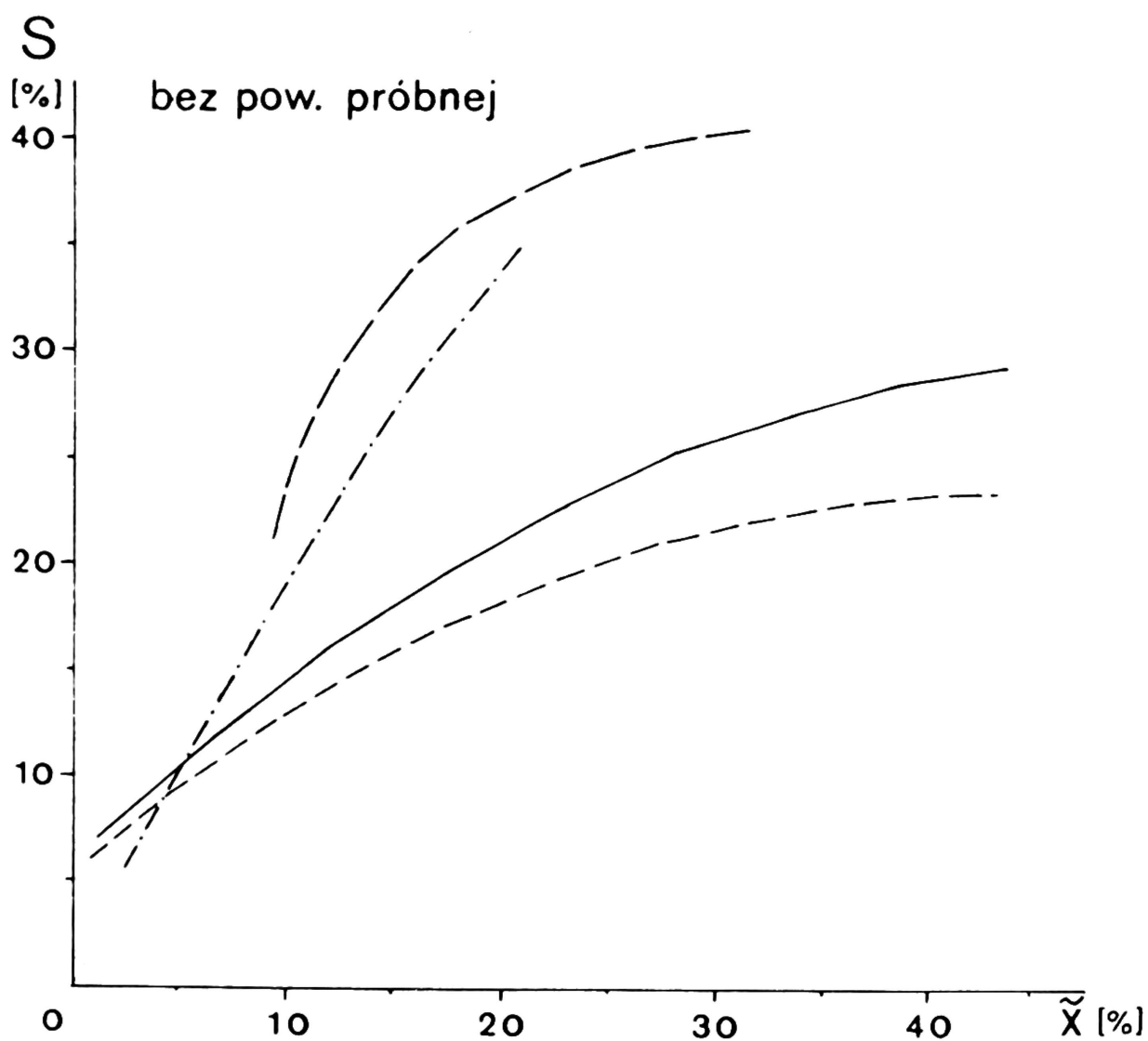
RYC. 2. Wyrównana zależność między pomierzonym ( $\bar{x}$ ) a oszacowanym ( $\bar{\mu}$ ) przez poszczególnych taksatorów zagęszczeniem drzew drzewostanu

uszkodzonych, określana po wyeliminowaniu błędu systematycznego, jest różna u poszczególnych taksatorów. Tak samo jest w przypadku dokładności oceny zagęszczenia drzew. Ilustruje to przebieg wartości błędu w przypadku braku powierzchni próbnej w drzewostanie (ryc. 3 i 4). Można stwierdzić, że najwyższą powtarzalność szacowania udziału drzew uszkodzonych osiągnęli taksatorzy WD i WK. U każdego taksatora można stwierdzić typowe zjawisko wzrostu wartości błędu wraz ze zwiększaniem się udziału drzew uszkodzonych i spadek tej wartości wraz ze wzrostem liczby powierzchni próbnych założonych w drzewostanie. W przypadku oceny zagęszczenia drzew zaskakujące jest występujące u dwóch taksatorów (WD, SD) zjawisko wzrostu błędu procentowego wraz ze wzrostem zagęszczenia drzew.

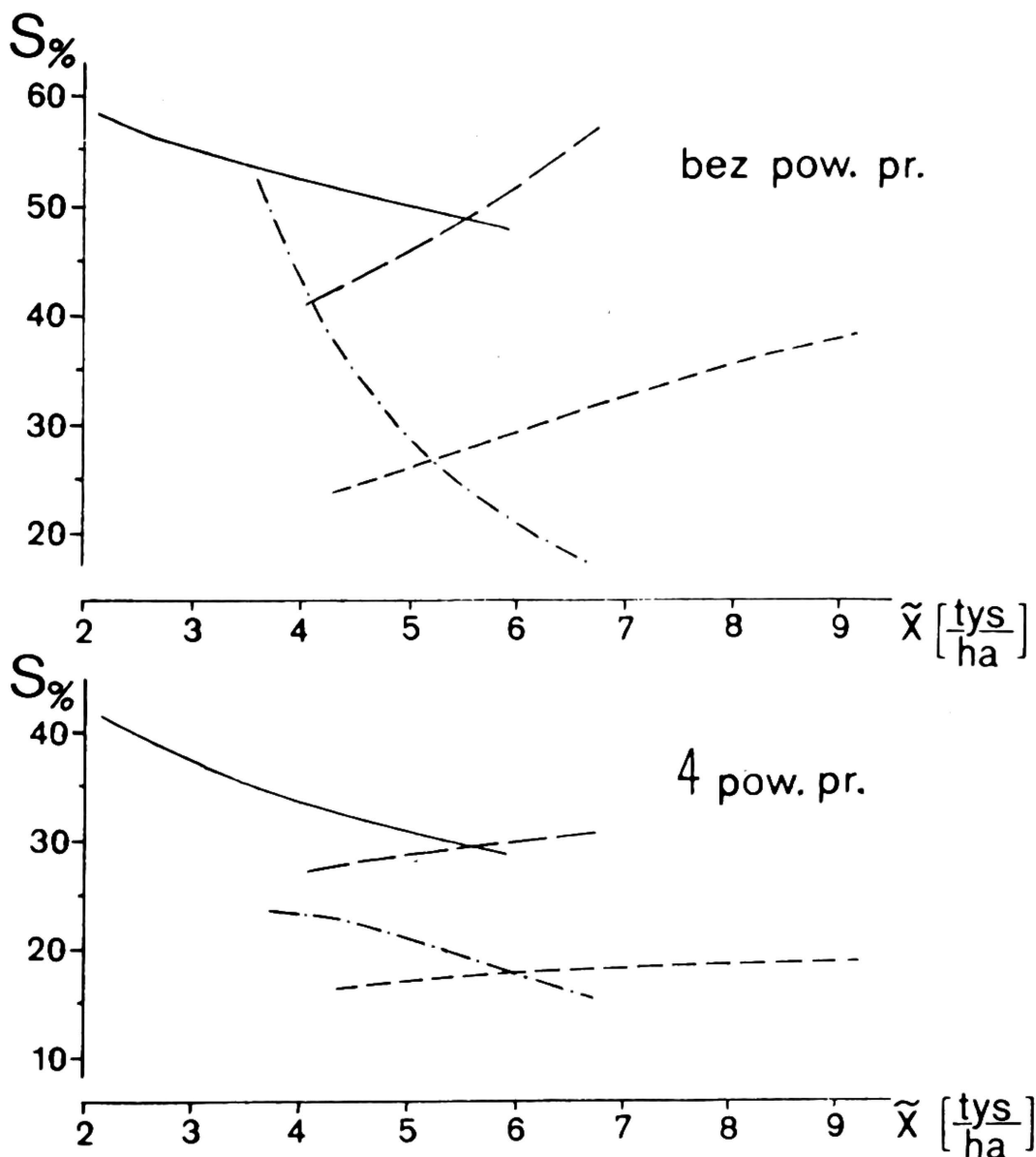
Wyniki inwentaryzacji wskazują, że udział drzew uszkodzonych w drzewostanach określono z wystarczającą dokładnością (tab. 1). Należy oczekiwać, że w większości przypadków możliwe jest błędne zaliczenie drzewostanu nie dalej niż do sąsiedniej klasy uszkodzeń. Na podstawie takich wyników można wykonać mapę uszkodzeń drzewostanów (rys. 5).

Stwierdzono wysoką zgodność uzyskanych dwoma sposobami wyników dotyczących ogólnej liczby drzew, drzew uszkodzonych i ich udziału (tab. 2). W pierwszym sposobie uzyskano je jako sumę rezultatów obliczonych wg wzoru 1, a dotyczących poszczegól-

nych drzewostanów opracowanych przez danego taksatora. W drugim sposobie jako wynik uzyskany z pomiarów powierzchni próbnych założonych w tym samym zbiorze drzewostanów.



RYC. 3. Wielkość błędu udziału drzew uszkodzonych ( $S$ ) (przy  $\alpha = 0,05$ ) w zależności od obliczonego udziału uszkodzonych drzew drzewostanu ( $\tilde{x}$ ) i od liczby założonych w drzewostanie powierzchni próbnych



RYC. 4. Wielkość procentowego błędu zagęszczenia drzew ( $S\%$ ) (przy  $\alpha = 0,05$ ) w zależności od obliczonego zagęszczenia drzew drzewostanu ( $\tilde{x}$ ) i od liczby założonych w drzewostanie powierzchni próbnych

### Wyniki dla obiektu leśnego

Obliczenia wykonano dla grup wiekowych (1–5; 6–10; 11–15; 16–20 lat), podklas wieku (Ia, Ib) i dla I klasy wieku (tab. 3). Pominęto IIa podkl. wieku, ponieważ pomiarami nie objęto wszystkich drzewostanów tej podklasy, a jedynie zlokalizowane w strefie silnego oddziaływania jeleniowatych. Zamieszczenie tych wyników zniekształcałoby syntetyczny obraz uszkodzeń w obrębie Kolno. W wyniku pomiaru zaprojektowanej liczby powierzchni próbnych osiągnięto założoną dokładność inwentaryzacji podklas i klasy wieku drzewostanów. Natomiast dla grup wiekowych (utworzonych w celach pogładowych) uzyskano niewiele mniejszą dokładność inwentaryzacji niż przyjętą jako zadowalającą. Należy podkreślić, że prezentowane tu wyniki inwentaryzacji poszczególnych grup wiekowych dają interesujący i zgodny z biologią jeleniowatych obraz nasilania się uszkodzeń w określonym wieku drzewostanów, a także obraz naturalnego leczenia się ran powstałych na drzewach w wyniku spalowania.

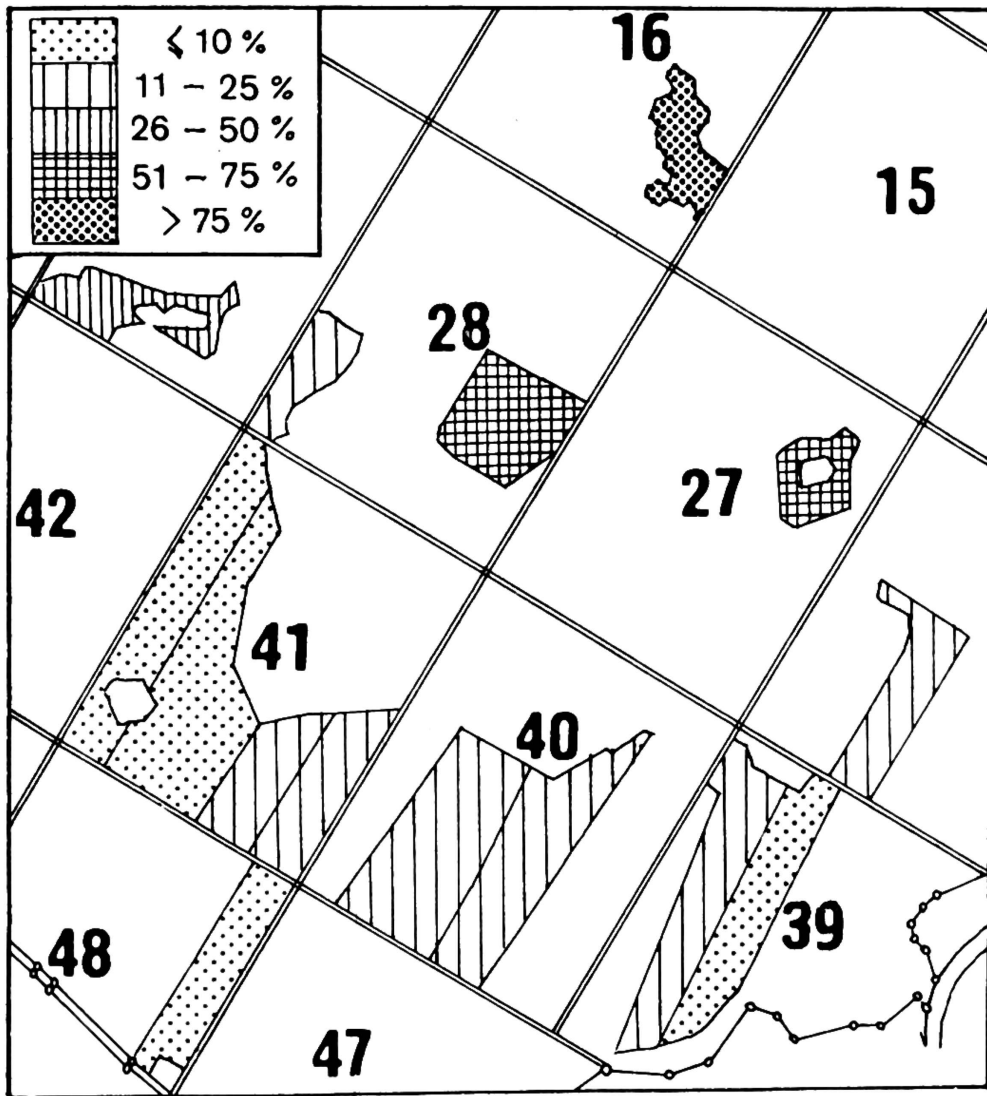
**Tabela 1**  
Wyniki inwentaryzacji udziału drzew uszkodzonych w drzewostanach

Taksator	Średnia liczba pow. próbnych	Grupa d-stanów wg oblicz. udz. drzew uszkodzon.	Średnio dla grupy			Liczba drzewost. w grupie M
			udział drzew uszkodzonych $\tilde{x}$ [%]	błąd udziału ( $\alpha = 0,05$ ) S [%]	założony błąd [%]	
SK	4,6	0-5%	2,0	$\pm 3,4$	$\pm 10$	10
		5-10%	7,5	$\pm 8,2$	$\pm 10$	2
		10-20%	13,6	$\pm 13,4$	$\pm 15$	4
		> 20%	30,4	$\pm 16,3$	$\pm 20$	3
Razem			9,5	$\pm 8,0$		19
SD	3,5	0-5%	3,9	$\pm 8,4$	$\pm 10$	9
		5-10%	7,0	$\pm 9,6$	$\pm 10$	36
		10-20%	14,0	$\pm 10,5$	$\pm 15$	16
		> 20%	26,4	$\pm 14,5$	$\pm 20$	6
Razem			10,0	$\pm 10,1$		67
WD	6,0	0-5%	2,4	$\pm 2,3$	$\pm 10$	6
		5-10%	8,8	$\pm 10,4$	$\pm 10$	1
		10-20%	16,2	$\pm 9,8$	$\pm 15$	8
		> 20%	39,2	$\pm 12,8$	$\pm 20$	9
Razem			21,0	$\pm 9,1$		24

## Dyskusja

W pracy przedstawiono zastosowanie kombinowanej metody inwentaryzacji do oceny uszkodzeń przez zwierzęta łowne młodych drzewostanów. Nie oznacza to, że jest to metoda opracowana wyłącznie w tym celu. Na podstawie opisywanych zasad mogą być określone inne cechy taksacyjne młodych drzewostanów, np. zadrzewienie, skład gatunkowy, przeciętne wymiary drzew, a nawet miąższość.

Ważnym zagadnieniem jest ocena pracochłonności, a przez to realności zastosowania metody. Uzyskane wyniki wskazują, że pożądaną dokładność inwentaryzacji poszczególnych drzewostanów uzyskuje się, gdy średnio w każdym drzewostanie szacunek taksatorski jest wspomagany przez 4 powierzchnie próbne. Praktycznie oznaczało to zastosowanie więźby pow. próbnych 71 × 71 m. W młodych drzewostanach do czasu przeznaczonego na taksację należy więc doliczyć czas na pomiar pow. próbnych. W obr. Kolno średnio należało zużyć w drzewostanie 1.6 godz. pracy jednej osoby (z czego 1,25 godz. na pomiar pow. próbnych). Jest oczywiste, że rozluźnienie więźby pow. próbnych



RYC. 5. Mapa przedstawiająca udział drzew drzewostanu uszkodzonych przez zwierzynę płową – fragment uroczyska Koziół-Łacha, obręb Kolno

powodować będzie nie tylko spadek pracochłonności, ale i spadek dokładności. Do odbiorców wyników (jednocześnie płacących za inwentaryzację) należy ocena czy możliwy jest spadek dokładności inwentaryzacji poszczególnych drzewostanów. Zdaniem autorów, w ramach okresowego urządzania lasu możliwe jest poniesienie kosztów wynikających z obliczonego nakładu pracy koniecznego do przeprowadzenia inwentaryzacji młodych drzewostanów. Poniesienie takich kosztów jest tym bardziej uzasadnione im szerszy będzie zakres inwentaryzowanych cech.

Decydując się na zmniejszenie dokładności inwentaryzacji poszczególnych drzewostanów nie należy zapominać, że w kombinowanej metodzie wyniki pomiarów powierzchni próbnych służą określeniu średnich wartości interesujących nas cech całej grupy drzewostanów (np. klas, podklas wieku). Spodziewamy się przy tym, że wyniki takie będą punktem wyjścia do oceny zmian (np. stanu uszkodzeń) zachodzących z upływem czasu w młodych drzewostanach obrębu administracyjnego. W związku z tym powinna być zapewniona odpowiednia dokładność inwentaryzacji. Praca ta wskazuje, że do oceny młodych drzewostanów musimy wykorzystać pomiar co najmniej 400 powierzchni próbnych.



**TABELA 2**  
**Porównanie rezultatów inwentaryzacji uzyskanych dwoma sposobami**

Taksator	Obliczana cecha	Sposób I wynik jako suma danych dla d-stanów	Sposób II wynik z pomiaru pow. próbn.	Różnica
SK	liczba drzew [szt./ha]	5630	5634	+4
	drzew uszk. [szt/ha]	347	344	-3
	udz. drzew. uszk. [%]	6,16	6,11	-0,05
SD	liczba drzew [szt/ha]	5599	5604	+5
	drzew uszk. [szt/ha]	571	555	-16
	udz. drzew. uszk. [%]	10,20	9,90	-0,30
WD	liczba drzew [szt/ha]	6663	6676	+13
	drzew uszk. [szt/ha]	1268	1278	+10
	udz. drzew. uszk. [%]	19,03	19,14	+0,11
Razem	liczba drzew [szt/ha]	5931	5938	+7
	drzew uszk. [szt/ha]	743	737	-6
	udz. drzew uszk. [%]	12,52	12,41	-0,11

## Wnioski

Przeprowadzone w obrębie Kolno badania nad wykorzystaniem kombinowanej metody do inwentaryzacji młodych drzewostanów pozwoliły wyciągnąć następujące wnioski ważne w przypadku zastosowania tej metody w przyszłości:

- U taksatorów biorących udział w inwentaryzacji stwierdzono różny charakter i nasilenie systematycznego błędu szacowania udziału drzew uszkodzonych i zagęszczenia drzew. W tej sytuacji nie ma podstaw by w przyszłości opracowywać jednakowe dla wszystkich taksatorów współczynniki korygujące i dalej polegać tylko na danych szacunkowych.
- Dane szacunkowe podane przez taksatora, wspomagane danymi z powierzchni próbnych założonych w więźbie 71 × 71 m, umożliwiły uzyskanie wystarczającej dokładności inwentaryzacji poszczególnych drzewostanów. Wyniki pomiaru 433 powierzchni próbnych pozwoliły uzyskać zadowalającą dokładność dla klasy i podklas wieku, oraz prawie zadowalające dla 5-letnich grup wiekowych.
- Ocena dokładności (powtarzalności) szacunków każdego taksatora – konieczna w obliczeniach w kombinowanej metodzie inwentaryzacji – jest jednocześnie podstawą oceny pracy i różnicowania wynagrodzenia.

TABELA 3  
Wyniki inwentaryzacji uszkodzeń drzew w obrębie Kolno

	Grupa wiekowa				Podklasa wieku		Klasa wieku		
	1-5		6-10		11-15			16-20	
	Ia	Ib	Ia	Ib	Ia	Ib		Ia	Ib
<b>LICZBA DRZEW</b>									
Łącznie [szt/ha]	8118	6391	5365	5284	6936	5310	5953		
błąd [szt/ha]	±763	±431	±330	±217	±374	±180	±183		
błąd ( $\alpha = 0,05$ )* [%]	±9,4	±6,7	±6,2	±4,1	±5,4	±3,4	±3,1		
Uszkodzonych [szt/ha]									
Udział uszkodzonych [%]	379	417	734	808	404	784	634		
błąd ( $\alpha = 0,05$ )** [%]	4,7	6,5	13,7	15,3	5,8	14,8	10,7		
Zgryzionych św [szt/ha]	±2,4	±1,3	±3,2	±2,1	±1,2	±1,7	±1,1		
Udział zgryzionych [%]	379	153	137	28	225	63	127		
	4,7	2,4	2,5	0,5	3,2	1,2	2,1		
Spalowanych [szt/ha]									
Udział spalowanych [%]	-	252	581	745	172	692	487		
Spalowanych św [szt/ha]	-	3,9	10,8	14,1	2,5	13,0	8,2		
	-	125	140	87	85	104	96		
<b>Spalowane = 100</b>									
To podrodzaj:									
świeże		49	24	12	49	15	20		
stare		47	67	63	47	64	62		
zabliźnione		4	9	25	4	21	18		
Osmyk. + złam. [szt/ha]	-	12	17	25+10	8	23+6	17+4		
Udział osmyk. + złam. [%]	-	0,2	0,3	0,7	0,1	0,5	0,4		
<b>SKŁAD GATUNKOWY:</b>									
So [%]	89,1	83,0	74,3	85,8	85,3	82,1	83,5		
Sw [%]	8,2	9,6	12,3	5,4	9,0	7,7	8,3		
Brz [%]	2,7	7,1	12,1	8,4	5,5	9,5	7,7		
Inne liściaste [%]	-	0,3	1,3	0,5	0,2	0,7	0,5		
<b>LICZBA POW. PR.</b>	54	117	84	178	171	262	433		

\* założono błąd ±5%

\*\* dla udziału drzew uszkodzonych powyżej 10% założono błąd ±10% obliczonego udziału

- Przyjęcie szerokiego zakresu cech mierzonych na powierzchniach próbnych umożliwia uzyskanie danych mogących znaleźć zastosowanie także poza urządzaniem lasu (np. w ochronie lasu, w gospodarce łowieckiej).

## Literatura

1. Gadola, C., Stierlin, H.R.: Die Erfassung von Verbiss- und Fegeschäden in Jungwaldflächen. Schweiz. Z. Forstw. 1978, 9
2. Miścicki, S.: Die Wildschadenerfassung in der Jungwaldfläche von Forstbetrieben und einzelnen Beständen. Schweiz. Z. Forstw. 1989, 5

*Z Katedry Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej  
SGGW*