

KRYSTYNA PRZYBYLSKA, ANDRZEJ KACZMARSKI

## Brzegowe relaskopowe powierzchnie próbne

Peripheral Relascope Sample Plots

### Wstęp

Schematyczny, geometryczny sposób rozłożenia powierzchni próbnych, związany ze statystyczno-matematycznymi systemami urządzeniowej inwentaryzacji lasu sprawia, że część z nich znajduje się w bliskim sąsiedztwie granicy inwentaryzowanego drzewostanu. Jeśli po sprawdzeniu w terenie okaże się, że odległość "a" środka powierzchni próbnej od granicy lasu jest mniejsza od odpowiedniego promienia "r" wyznaczającego zasięg powierzchni, to wówczas zwie się ją powierzchnią brzegową. Metody pomiaru i obliczania brzegowych, kołowych powierzchni próbnych o stałym polu i zmiennej liczbie drzew opracował i przedstawił w 1969 r. Szmidt (3), a w parę lat później Rutkowski (2) na podstawie rozważań teoretycznych wskazał te z metod, które mogą znaleźć zastosowanie także w przypadku relaskopowych i "szóstkowych" powierzchni próbnych. Obydwaj autorzy podkreślają iż z uwagi na odmienną strukturę przygranicznych partii lasu pomijanie powierzchni brzegowych może być źródłem systematycznych błędów w ocenie stanu zasobów leśnych.

Problem brzegowych powierzchni relaskopowych nie został jak dotąd zweryfikowany w praktyce urządzeniowej, toteż celem niniejszej pracy jest próba odpowiedzi na następujące pytania:

- czy liczba drzew spełniających warunek relaskopu na powierzchniach brzegowych różni się istotnie od odpowiednich wielkości na pełnych powierzchniach wewnątrz drzewostanu;
- czy istnieje różnica w wielkości próby relaskopowej na brzegowej powierzchni próbnej w zależności od charakteru granicy przy której się ona znajduje;
- jak zmienia się liczba drzew w próbie wraz z oddalaniem stanowiska pomiarowego od granicy drzewostanu;
- czy możliwe jest zastosowanie uproszczonej metody inwentaryzacyjnej przy brzegu lasu, mniej pracochłonnej niż metoda klasycznego "zwierciadła".

## Materiał źródłowy i metoda badań

Materiał badawczy stanowią wyniki zaliczania drzew do prób relaskopowych na 197 powierzchniach brzegowych, założonych w wybranych fragmentach dwóch obiektów doświadczalnych charakteryzujących się odmiennymi przyrodniczymi warunkami wzrostu drzew i odmienną ich gatunkową strukturą. Obiekt pierwszy to kompleks leśny o nazwie Las Wolski należący do Miejskiego Parku i Ogrodu Zoologicznego w Krakowie z wielogatunkowymi drzewostanami liściastymi; drugi natomiast stanowią iglaste lasy górskie Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy.

Do zrealizowania celu pracy wybrano łącznie 20 jednostek kontrolnych (oddziałów) w których możliwe było założenie powierzchni brzegowych ze względu na różny charakter granic wyznaczających obszar inwentaryzowanych faz w rozwoju: optymalnej, terminalnej i przedplonowej. Wyróżniono trzy rodzaje granic:

- z gruntami nieleśnymi (L–N);
- wzdłuż drogi leśnej (L–D);
- między fazami rozwoju (drzewostanami) (F).

Z uwagi na niewystarczającą do statystycznej analizy liczbę powierzchni brzegowych jaka wynikała z losowego, geometrycznego schematu rozłożenia prób relaskopowych, zagęszczono pierwotny projekt dodatkowymi stanowiskami pomiarowymi odległymi od siebie o 50 m wzdłuż odpowiednich granic wybranych jednostek obliczeniowych. Zgodnie bowiem z projektem rozłożenia powierzchni w wieźbie 1 pow.pr./1 ha, w 10 jednostkach kontrolnych Lasu Wolskiego z ogólnego zbioru 136 powierzchni 18 (13,2%) miało charakter brzegowy, a w lasach krynickich cechy takie posiadało 31 (10,7%) z 290 powierzchni, jakie przypadły na cały obszar wybranych jednostek kontrolnych.

Badanie zmiany liczby drzew w zależności od odległości środka powierzchni brzegowej od granicy lasu przeprowadzono jedynie w Lesie Wolskim gdzie dla tego właśnie celu każdą powierzchnię wykonano trzykrotnie w stałych w każdym przypadku odległościach od granicy drzewostanu tj. 2 m, 5 m i 10 m.

Wszystkie brzegowe powierzchnie relaskopowe zakładano dwoma metodami tj. klasyczną metodą “zwierciadła” (ZW) i metodą tzw. podwójnego zaliczania (PZ). Pierwsza z nich (ZW) polega na sumowaniu drzew zaliczonych do próby relaskopowej z dwóch stanowisk tj. punktu S wewnątrz drzewostanu usytuowanego w odległości “a” od granicy lasu i dodatkowo z punktu S<sub>1</sub> wyznaczonego poza lasem, również w odległości “a” od tej wspólnej granicy. Metoda tzw. podwójnego zaliczania (PZ) jest w klasycznym wydaniu tylko szczególnym przypadkiem “zwierciadła” i stosuje się ją wówczas, gdy środek powierzchni wypada idealnie na granicy jednostki obliczeniowej. Ze stanowiska S wykonuje się wtedy pół obrotu, a uzyskany rezultat zaliczania drzew do próby relaskopowej mnoży się przez 2. W niniejszym doświadczeniu taki sposób postępowania zastosowano na wszystkich powierzchniach brzegowych bez względu na odległość “a” od granicy lasu. Z punktu S, na półkolu zamkniętym linią prostą, równoległą do granicy drzewostanu i przechodzącą przez punkt S, liczono drzewa spełniające warunek relaskopu i wynik podwajano. Na każdej powierzchni mierzono ponadto czas jej wykonania. W celu stwierdzenia odmienności struktury w przygranicznych partiach lasu zestawiono także wyniki

**TABELA 1**  
Średnia liczba drzew spełniających warunek relaskopu na powierzchniach brzegowych i wewnątrz drzewostanu w wybranych jednostkach kontrolnych Lasu Wolskiego

Rodzaj granicy	Nr jedn. kontr.	Faza rozwoju	Liczba pow. brzeg.	Średnia liczba drzew w próbie relaskop. na powierzchni brzegowej		
				metoda ZW	metoda PZ	wewn. drzewost. W
L – N	4	Opt.	11	9,89	8,70	5,85
	5	Opt.	8	12,15	8,80	6,95
	6	Opt.	18	13,82	9,98	7,07
	7	Opt.	14	10,76	10,00	6,20
	9	Opt.	4	13,56	12,30	6,47
Razem	–	–	55	11,99	9,73	6,52
L – D	11	Opt.	10	7,55	6,44	5,47
	12	Opt.	8	6,89	5,26	6,92
	13	Term.	19	8,04	8,04	4,18
Razem	–	–	37	7,66	7,01	5,23
F	24	Opt.	6	11,77	10,09	6,03
		Term.	3	10,07	10,75	7,22
	26	Term.	18	7,21	7,43	5,30
		Opt.	3	2,44	4,18	8,80
		Opt.	6	5,55	6,05	5,20
		Opt.	6	5,55	6,05	5,20
		Opt.	9	8,81	9,55	7,32
Razem	–	–	45	7,79	8,03	7,00
Ogółem	–	–	137	9,44	8,43	6,54

inwentaryzacji na pełnych powierzchniach relaskopowych, jakie były założone zgodnie z systematycznym wyborem prób wewnątrz wybranych jednostek obliczeniowych. Uzyskane rezultaty badań poddano statystycznej ocenie stosując dwustopniowy tok postępowania (1) według schematu:

- weryfikacja hipotezy o równości wariancji opartej na statystyce Fischera Snedecora;
- weryfikacja hipotezy o równości średnich (test Studenta, gdy hipoteza o równości wariancji nie została odrzucona lub w przeciwnym przypadku test Cohrana i Coxa (C.C.)).

Odpowiednie odczyty wykonano dla poziomu istotności 0,05.

### Wyniki badań i wnioski

Rezultaty badań zestawione w tabelach 1, 2 i 3 upoważniają do sformułowania następujących syntetycznych stwierdzeń i wniosków:

TABELA 2

Średnia liczba drzew spełniających warunki relaskopu na powierzchniach brzegowych i wewnątrz drzewostanu w wybranych jednostkach kontrolnych Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy

Rodzaj granicy	Nr jedn. kontr.	Faza rozwoju	Liczba pow. brzeg.	Średnia liczba drzew w próbie relaskopow. na powierzchni brzegowej		
				metoda ZW	metoda PZ	wewn. drzewost. W
L – N	70	Term.	6	12,42	10,60	8,54
	71	Term.	8	11,92	11,54	6,90
	72	Opt.	8	10,30	9,42	6,72
	164	Term.	7	9,88	9,50	6,04
	165	Term.	4	7,90	8,66	5,47
Razem	–	–	33	10,70	10,07	6,35
L – D	79	Term.	5	6,12	6,62	6,80
	80	Opt.	6	7,40	7,08	6,46
Razem	–	–	11	6,82	6,87	6,64
F	82	Przedpl.	4	11,30	10,20	9,70
	155	Term.	6	6,20	6,20	5,10
	156	Term.	6	7,62	7,88	6,68
Razem	–	–	16	8,01	7,83	7,05
Ogółem	–	–	60	9,27	8,89	6,67

- W obydwu obiektach doświadczalnych, mimo odmiennych warunków przyrodniczych wzrostu drzew i zasadniczych różnic w składzie gatunkowym, liczba drzew spełniających warunki relaskopu na powierzchniach brzegowych jest istotnie wyższa niż na pełnych powierzchniach próbnych wewnątrz drzewostanu (W). Relacja taka dotyczy obydwu metod zakładania powierzchni brzegowych i oznacza, że przygraniczne fragmenty lasu charakteryzują się odmienną strukturą. Dotyczy to w szczególności obrzeży wzdłuż granic z gruntami nieleśnymi. W Lesie Wolskim średnia liczba drzew spełniających warunki relaskopu jest na tym terenie prawie dwukrotnie większa niż wewnątrz drzewostanu: 11,99 drzew na powierzchni brzegowej (ZW) i 6,52 drzew na pełnej powierzchni wewnątrz drzewostanu.

W lasach krynickich różnice są także statystycznie istotne choć nieco mniejsze i wynoszą odpowiednio 10,70 drzew na obrzeżu i 6,35 drzew wewnątrz jednostek obliczeniowych. Stwierdzono ponadto, że średnie liczby drzew spełniających warunki relaskopu na powierzchniach wewnętrznych (W) są w obydwu obiektach podobne i wynoszą 6,54 drzew w Lesie Wolskim oraz 6,67 drzew w LZD Krynica (tab. 1, 2).

- Liczba drzew spełniających warunki relaskopu na powierzchniach brzegowych zależy od charakteru granicy i jest najwyższa przy granicy typu L-N, wyróżniając je istotnie od powierzchni przy drogach leśnych (L-D) i liniach między fazami

TABELA 3

Średnia liczba drzew spełniających warunki relaskopu na powierzchniach brzegowych w zależności od odległości stanowiska pomiarowego do granicy drzewostanu; obiekt doświadczalny Las Wolski

Rodzaj granicy	Odległość "a" w metrach	Średnia liczba drzew w próbie relaskopow. na powierzchni brzegowej		
				wewn. drzewost.
		metoda ZW	metoda PZ	W
L – N	2	12,94	11,94	
	5	11,50	8,19	6,52
	10	9,65	11,78	
L – D	2	7,73	7,16	
	5	7,91	7,41	5,23
	10	6,61	5,24	
F	2	7,15	7,71	
	5	7,62	7,98	7,00
	10	8,60	8,40	

rozwoju (F). Natomiast różnice między powierzchniami brzegowymi przy granicy L-D i F są w ogólności statystycznie nieistotne.

- Zawarte w tabeli 3 wyniki pomiarów na powierzchniach brzegowych zakładanych w odległościach 2, 5 i 10 metrów od granicy drzewostanu nie wykazują żadnej prawidłowości. Na ich podstawie nie można ustalić jak "głęboko" sięga odmienna struktura obrzeża lasu. Zjawisko ma charakter płynny i przypadkowy.
- W generalnym ujęciu, istotnie różne wyniki zaliczania drzew do próby relaskopowej metodą klasycznego "zwierciadła" (ZW) i metodą podwójnego zaliczania (PZ) uzyskano w odniesieniu do powierzchni brzegowych przy granicy z gruntami nieleśnymi (L-N) na terenie Lasu Wolskiego, gdzie odczytane  $H_0$  Studenta = 1,69, jest mniejsze od wartości obliczonej (Hemp) równej 3,01.
- Konieczność wyznaczania dodatkowego punktu pomiarowego  $S_1$  poza granicą drzewostanu w metodzie "zwierciadła" (ZW), oraz trudności z zaliczaniem drzew z tego punktu, związane z nieprzejrystą na ogół silnie rozbudowaną ochronną ścianą lasu sprawiają, że jej założenie zajmuje więcej czasu niż na powierzchni podwójnego zaliczania (PZ).  
Na wykonanie czynności zaliczania drzew do próby relaskopowej na powierzchni typu PZ potrzeba było średnio 3–4 minut, podczas gdy klasyczne "zwierciadło" przy granicy z gruntami nieleśnymi pochłaniało 10–15 minut a przy drodze leśnej lub linii między fazami rozwoju 6–8 minut.
- Ze statystycznego punktu widzenia zakładanie mniej pracochłonnych brzegowych powierzchni relaskopowych metodą podwójnego zaliczania (PZ) jest możliwe w tych jednostkach obliczeniowych, których granice są wyznaczone drogami leśnymi lub liniami między fazami rozwoju (drzewostanami).

- Uzyskane w pracy rezultaty wymagają dalszej weryfikacji w innych obiektach leśnych i jeśli w odmiennych warunkach rozwoju lasu znajdą potwierdzenie prawidłowości zaobserwowane w Lesie Wolskim i LZD w Krynicy to wówczas mogą być wykorzystane w praktyce urzędzeniowej.

*Z Katedry Urządzania Lasu  
Akademii Rolniczej im. H. Kołłątaja w Krakowie*

## Literatura

1. **Krysicki H. i inn.:** Rachunek prawdopodobieństwa i statystyka matematyczna w zadaniach. Warszawa: PWN 1986.
2. **Rutkowski B.:** Brzegowe powierzchnie próbne. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. 1985. Leśn. Z. 16.
3. **Schmidt P.:** Stichproben am Waldrand. Mitteilungen. Schweizerische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, 1969, 45.3.

## Summary

An attempt to answer to the following questions is the subject of the work:

- does the number of trees that fulfil the relascope condition on peripheral plots differ significantly from respective values found in plots located inside the stand,
- does a significant difference exist in the size of relascope sample size on a peripheral sample plot in dependence on the character of the stand boundary,
- how does the number of trees change along with removing of the measuring standpoint from the stand boundary,
- is an application of a simplified measuring method possible at peripherals of a tree stand (or a developmental phase) instead of the classic "mirror"?

The respective studies were carried out in two experimental objects, i.e. in deciduous stands of the Wolski Wood near Cracow, and in mountain coniferous stands in the Forest Experimental Station at Krynica.

The results of measurements on 197 peripheral plots, established following two methods, i.e. the "mirror" method (ZW), and its simplified form, i.e. the double counting method (PZ), are as follows:

- In both objects and regardless of measuring method the number of trees fulfilling the relascope condition for peripheral plots is significantly higher than the number of trees on areas of developmental phases (tree stands) and this confirms the thesis on differences in the structure of peripheral parties of forests;
- The number of trees fulfilling the relascope condition is the highest on peripheral plots at the boundary with non-forest grounds (L-N);



- The results of measuring on relascope standpoints removed by 2, 5, and 10 meters from the boundary have revealed no regularities in the tree numbers decrease along with the increase of distances within the measurements zone;
- The classic mirror method (ZW) is by far more work-consuming one than its simplified variant called the double counting method (PZ);
- Application of the double counting method (PZ) is statistically possible in the case of peripheral plots situated at forest roads and at boundaries between development phases (tree stands);
- The problem that has been considered in the report needs further proving in forest objects with tree growth conditions others than described here.