

JAN BANAŚ

## **Prawdopodobieństwo przeżycia i wyrębu drzewostanów w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania**

Likelihood of Survival and Cutting of Stands  
in the Selection-Clearcutting System of Forest Management

### **Wstęp**

**G**ospodarstwo w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania z rębiami częściowymi jest układem dynamicznym podlegającym w czasie dwóm przeciwstawnym sobie procesom: starzenia i wyrębu [4]. Proces starzenia polega na tym, że wraz z upływem czasu następuje przemieszczanie się powierzchni poszczególnych drzewostanów do coraz starszych klas wieku. W wyniku tego przemieszczania średni wiek gospodarstwa wzrasta, powiększa się również zasobność drzewostanów oraz zapas całego gospodarstwa. Proces wyrębu, związany z użytkowaniem rębny oraz zdarzeniami losowymi, powoduje również przesunięcia powierzchni niektórych drzewostanów. Mogą one być trojakiemu rodzaju lecz generalnie kierunek ich jest przeciwny do przejść związanych z procesem starzenia.

W rezultacie jednoczesnego oddziaływania procesów starzenia i wyrębu na rozkład drzewostanów w klasach wieku grupy A (z warstwą odnowienia podokapowego) i grupy B (bez odnowienia) następuje ciągle przemieszczanie się drzewostanów wewnątrz tych grup oraz stała wymiana pomiędzy tymi grupami. Opracowanie przez Poznańskiego [3] nowych modeli stanu i rozwoju gospodarstwa przerębowo-zrębowego pozwoliło na dokładne badanie intensywności wyżej wymienionych procesów oraz przedstawienia wzajemnych relacji zachodzących pomiędzy nimi.

Celem niniejszej pracy jest próba określenia wielkości prawdopodobieństwa przeżycia i wyrębu drzewostanów w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania.

## Charakterystyka materiału badawczego

Materiał badawczy stanowią niektóre wyniki prac urzędzeniowej inwentaryzacji wykonanych w latach 1960–1989 przez pracowników Biura Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej w Krakowie. Do badań wybrano dziewięć obrębów podgórszych i górskich zagospodarowanych sposobem przerębowo-zrębowym z różnymi formami rębni częściowej i średnim okresem odnowienia 20–30 lat, a mianowicie: Gładyszów, Gorlice, Gromnik, Kamienica, Limanowa, Łosie, Muszyna, Rytro i Zdynia. Obręby te położone są w Krainie Karpackiej, w dzielnicach przyrodniczo-leśnych: Pogórza Środkowobeskidzkiego, Beskidu Małego i Wyspowego, Gorców i Beskidu Sądeckiego, Beskidu Niskiego [1].

W przyjętych do badań obrębach ponad 80% powierzchni zajmują siedliska lasu górskiego lub lasu wyżowego (w obrębie Gromnik). Skład gatunkowy drzewostanów jest bardzo urozmaicony, najliczniej występują: buk 35%, jodła 26%, sosna 17% i świerk 11%. Łącznie badaniami objęto obręby o powierzchni 51 219.10 ha, z reprezentowanym na tej powierzchni rosnącym zapasem produkcyjnym w wielkości 9 727 632 m<sup>3</sup>.

Oszacowanie prawdopodobieństw przeżycia i wyrębu drzewostanów w klasach wieku oparto dla większości obrębów na dwóch kolejnych retrospektywnych okresach gospodarczych. Tylko dla obrębów: Łosie i Muszyna badania przeprowadzono w jednym retrospektywnym okresie. Ogółem do celów oszacowania prawdopodobieństwa przeżycia i wyrębu, łącznie z dziewięciu przyjętych do badań obrębów pobrano próbę składającą się z 2689 drzewostanów.

### Metodyka badań

Oszacowanie prawdopodobieństwa przejść drzewostanów w klasach wieku przeprowadzono na rzeczywistych wynikach inwentaryzacji urzędzeniowej. Do badań wykorzystano archiwalne oraz aktualne zestawienia rejestrów taksacyjnych drzewostanów, mapy przeglądowe oraz plany gospodarcze przyjętych do badań obrębów. Historię zmian w powierzchni drzewostanów śledzono w dwóch kolejno następujących po sobie dziesięcioletnich okresach gospodarczych dla siedmiu obrębów, oraz w jednym okresie gospodarczym dla pozostałych dwóch obrębów. W tym celu, na podstawie rejestrów taksacyjnych na początku okresu retrospektywnego, wszystkie drzewostany w poszczególnych klasach wieku danego obrębu zaszeregowano do grupy: A lub B oraz do odpowiednich klas wieku. Przyjęto czternaście klas wieku o szerokości  $m = 10$  lat.

Następnie z każdej 10-letniej klasy wieku w grupie A i w grupie B wylosowano po dziesięć drzewostanów. Dla każdego z wylosowanych drzewostanów odczytano jego powierzchnię na początku retrospektywnego okresu badań, a następnie powierzchnię tego drzewostanu, numer klasy wieku i grupę na końcu retrospektywnego okresu. W obrębach, w których inwentaryzację urzędzeniową wykonano w terminie późniejszym (nie po dziesięciu latach od poprzedniej inwentaryzacji) wykorzystano informacje zawarte we wnioskach cięć do skorygowania i ujednolicenia oceny badanych prawdopodobieństw. W rezultacie przeprowadzonego doświadczenia uzyskano rozkłady powierzchni drzewostanów w klasach wieku w grupie A i w grupie B na początku pierwszego i drugiego oraz na końcu pierwszego i drugiego retrospektywnego okresu gospodarczego. Na podstawie tak zestawionych dwóch

ciągów liczb obliczono wielkości prawdopodobieństwa przeżycia i wyrębu drzewostanów w klasach wieku według wzorów podanych przez Poznańskiego [3]. Dla zbioru drzewostanów grupy B określono prawdopodobieństwa wystąpienia trzech rodzajów zdarzeń:

- przeżycia drzewostanów i ich przemieszczenia do następnej klasy wieku grupy B;
- przejścia drzewostanów do grupy A i przemieszczenia do następnej klasy wieku;
- wyrębu drzewostanów i przemieszczenia do pierwszej klasy wieku w grupie B.

W zbiorze drzewostanów grupy A określono prawdopodobieństwa wystąpienia dwóch rodzajów zdarzeń:

- przeżycia drzewostanów i przemieszczenia się do następnej klasy wieku grupy A;
- wyrębu drzewostanów i przemieszczenia się do grupy B do klasy wieku odpowiadającej wiekowi odsłoniętego odnowienia.

Otrzymane wartości prawdopodobieństwa przejść zestawiono w formie macierzy prawdopodobieństwa przejść odrębnie dla drzewostanów grupy A i grupy B [2].

W celu zbadania zależności poszczególnych rodzajów przejść drzewostanów w klasach wieku obliczono współczynniki korelacji liniowej pomiędzy tymi wielkościami. Z kolei postawiono hipotezę zerową, że wartości prawdopodobieństwa przejść drzewostanów w klasach wieku nie są skorelowane z wiekiem tych drzewostanów. Test istotności dla tej hipotezy wykonano na podstawie statystyki  $t$  Studenta dla poziomu ufności  $\alpha = 0,05$  [5].

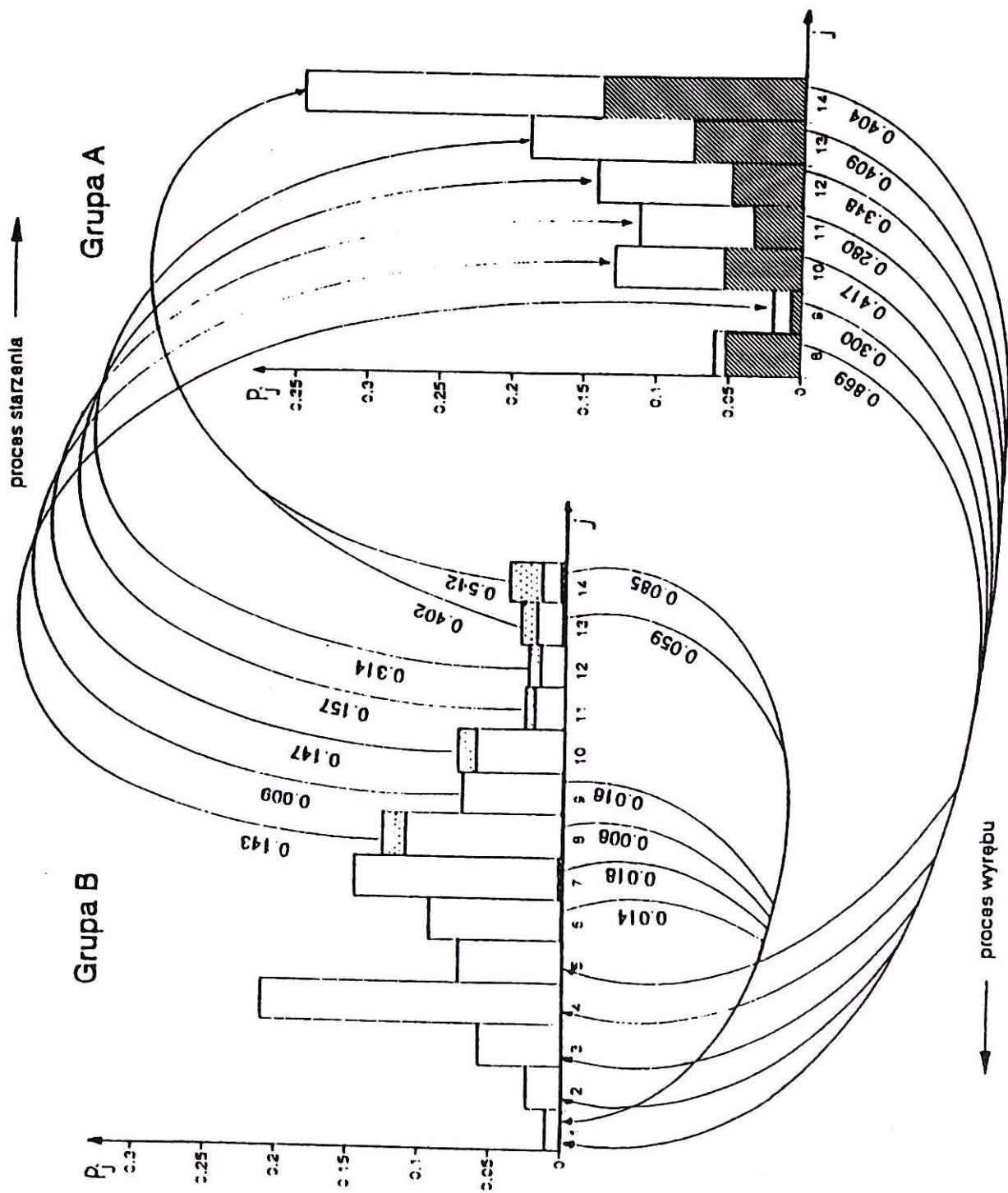
## Wyniki badań

W rezultacie doświadczalnego oszacowania prawdopodobieństwa przeżycia i wyrębu drzewostanów w klasach wieku sporządzono empiryczne macierze prawdopodobieństwa przejść dla każdego z dziewięciu przyjętych do badań obrębów oraz łącznie dla zbioru tych obrębów. Z wielkości prawdopodobieństw przejść zestawionych w tych macierzach wynika, że każdy obręb charakteryzuje się swoistymi wartościami prawdopodobieństw oraz ich swoistym rozkładem w klasach wieku (ryc.). Takie zróżnicowanie prawdopodobieństw przejść jest wynikiem odmiennych warunków przyrodniczych i gospodarczych oddziałujących na rozwój lasu w poszczególnych obrębach.

W zbiorze dziewięciu przyjętych do badań obrębów stwierdzono pewne ogólne prawidłowości dotyczące wielkości i rozkładu prawdopodobieństw poszczególnych rodzajów przejść drzewostanów w grupie A i grupie B (tab. 1, 2).

Prawdopodobieństwo przeżycia drzewostanów w grupie B (bez warstwy odnowienia) jest bliskie jedności lub równe jeden w drzewostanach młodych i stopniowo maleje wraz z wiekiem do wartości około 0,500 w drzewostanach w wieku 111–120 lat, jednak w drzewostanach najstarszych (>120 lat) prawdopodobieństwo to przyjmuje wartości większe od 0,700.

Prawdopodobieństwo przejścia drzewostanów z grupy B do grupy A (pojawienia się odnowienia podokapowego w drzewostanach grupy B) jest równe zero w drzewostanach najmłodszych (1–30 lat) i stopniowo wzrasta wraz z ich wiekiem do wartości 0,500, jednak w najstarszych drzewostanach (>120 lat) prawdopodobieństwo to jest wyraźnie niższe i



RYC. Różne postacie prawdopodobieństwa przejść drzewostanów w obrębie Rytro

TABELA I  
Macierz prawdopodobieństwa przejść drzewostanów grupy B w przerębnowo-zrębowym sposobie zagospodarowania

| Kategoria<br>nr klasy wieku j |    | Numer klasy wieku j |       |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-------------------------------|----|---------------------|-------|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                               |    | 1                   | 2     | 3 | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
| 1                             | 1  | 0.047               | 0.001 | 0 | 0     | 0.004 | 0.006 | 0.005 | 0.001 | 0.002 | 0     | 0.012 | 0.005 | 0.016 | 0.048 |
| 2                             | 2  | 0.953               | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 3                             | 3  | 0                   | 0.999 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 4                             | 4  | 0                   | 0     | 1 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 5                             | 5  | 0                   | 0     | 0 | 0.955 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 6                             | 6  | 0                   | 0     | 0 | 0.045 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 7                             | 7  | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0.913 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 8                             | 8  | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0.083 | 0.832 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 9                             | 9  | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0.161 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 10                            | 10 | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0.856 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 11                            | 11 | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0.139 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 12                            | 12 | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.835 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 13                            | 13 | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.165 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 14                            | 14 | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.756 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.242 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.645 | 0     | 0     | 0     | 0     |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.355 | 0     | 0     | 0     | 0     |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.516 | 0     | 0     | 0     |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.472 | 0     | 0     | 0     |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.492 | 0     | 0     |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.503 | 0     |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.708 |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.276 |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.724 |
|                               |    | 0                   | 0     | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0.228 |

TABELA 2  
Macierz prawdopodobieństwa przejść drzewostanów grupy A w przerębwo-zrębowym sposobie zagospodarowania

| Kategoria        |    | Numer klasy wieku j |   |   |   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|------------------|----|---------------------|---|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| nr klasy wieku j |    | 1                   | 2 | 3 | 4 | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    | 11    | 12    | 13    | 14    |
| 1                | 1  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0,022 | 0,019 | 0,006 | 0     | 0,018 | 0,017 | 0,035 | 0,058 | 0,005 |
| 2                | 2  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0,147 | 0,114 | 0,051 | 0,132 | 0,159 | 0,100 | 0,083 | 0,041 | 0,095 | 0,066 |
| 3                | 3  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0,300 | 0,113 | 0,163 | 0,191 | 0,105 | 0,212 | 0,165 | 0,166 | 0,148 | 0,178 |
| 4                | 4  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0,053 | 0,023 | 0,063 | 0,051 | 0,112 | 0,143 | 0,069 | 0,222 | 0,148 |
| 5                | 5  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0,005 | 0,012 | 0     | 0,003 | 0     | 0,008 | 0,030 | 0     | 0,006 |
| 6                | 6  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 7                | 7  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0,553 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 8                | 8  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0,694 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 9                | 9  | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0,733 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 10               | 10 | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0,609 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 11               | 11 | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,681 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 12               | 12 | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,558 | 0     | 0     | 0     | 0     |
| 13               | 13 | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,584 | 0     | 0     | 0     |
| 14               | 14 | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,659 | 0     | 0     |
|                  |    | 0                   | 0 | 0 | 0 | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0,477 | 0,593 |

przyjmuje wartości poniżej 0,300. Stosunkowo wysokie prawdopodobieństwo przeżycia najstarszych drzewostanów grupy B związane jest z trudnością w powstawaniu odnowienia podokapowego w tych drzewostanach. W ciągu 10-letniego okresu gospodarczego ponad 70% powierzchni drzewostanów w wieku ponad 120 lat pozostaje nadal bez odnowienia w grupie B, a tylko niespełna 30% powierzchni tych drzewostanów w wyniku pojawienia się odnowienia podokapowego przechodzi do grupy A.

Prawdopodobieństwo przedwczesnego wyrębu drzewostanów grupy B jest niewielkie. W większości drzewostanów jest równe lub bliskie zero, natomiast w uprawach (1–10 lat) i drzewostanach najstarszych (>130 lat) przyjmuje wartości około 0,050. Prawdopodobieństwo przeżycia drzewostanów grupy A jest silnie zróżnicowane w poszczególnych klasach wieku i przyjmuje wartości z przedziału od 0,450 do 0,750. Podobnie zróżnicowane jest prawdopodobieństwo wyrębu (uprzątania) drzewostanów grupy A w klasach wieku i przyjmuje wartości z przedziału od 0,250 do 0,550.

Współczynniki korelacji liniowej między wartością prawdopodobieństwa przejść drzewostanów, a ich wiekiem w zbiorze dziewięciu obrębów są następujące: dla prawdopodobieństwa:

- przeżycia drzewostanów w grupie B = -0,850,
- przejścia drzewostanów z grupy B do grupy A = 0,835,
- przedwczesnego wyrębu drzewostanów w grupie B = 0,152,
- przeżycia drzewostanów w grupie A = -0,403,
- wyrębu drzewostanów w grupie A = 0,403.

Postawiona hipoteza zerowa o braku zależności pomiędzy wielkością prawdopodobieństwa przejść drzewostanów, a ich wiekiem okazała się więc fałszywa dla prawdopodobieństwa przeżycia drzewostanów w grupie B oraz prawdopodobieństwa przejścia drzewostanów z grupy B do grupy A. Oznacza to, że prawdopodobieństwo przeżycia drzewostanów grupy B maleje wraz z ich wiekiem, a prawdopodobieństwo przejścia drzewostanów z grupy B do grupy A wzrasta. Jednak dla oceny prawdopodobieństwa przedwczesnego wyrębu drzewostanów w grupie B oraz prawdopodobieństwa przeżycia i prawdopodobieństwa wyrębu drzewostanów w grupie A brak było podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej, co świadczy, że prawdopodobieństwa te nie zależą od wieku drzewostanów. Wyniki te potwierdzają zaobserwowane prawidłowości dla pojedynczych obrębów.

## Podsumowanie

W pracy przedstawiono wielkości prawdopodobieństwa przejść drzewostanów w klasach wieku dla zbioru dziewięciu obrębów zagospodarowanych sposobem przerębowo-zrębowym. Zauważono, że prawdopodobieństwo przeżycia drzewostanów bez warstwy odnowienia na ogół maleje wraz z wiekiem, a prawdopodobieństwo pojawienia się warstwy odnowienia podokapowego w tej grupie drzewostanów wzrasta wraz z wiekiem. Z kolei prawdopodobieństwo przedwczesnego wyrębu drzewostanów bez warstwy odnowienia oraz prawdopodobieństwa: przeżycia i wyrębu drzewostanów z warstwą odnowienia nie zależą od wieku.

Przedstawione wartości prawdopodobieństwa przejść tworzą empiryczny model rozwoju gospodarstwa przerębowo-zrębowego i stanowią podstawę do sporządzenia prognozy rozwoju zasobów leśnych zagospodarowanych sposobem przerębowo-zrębowym.

*Z Zakładu Urządzania Lasu  
Akademii Rolniczej w Krakowie*

## Literatura

1. **Fabijanowski J., Rutkowski B.**, Analiza stanu zagospodarowania lasów karpaccich na tle środowiska geograficznego. Cz.I. Charakterystyka środowiska geograficznego oraz zarys historyczny lasów karpaccich. Acta Agr. et Silv., ser. Silv., Vol.XIV, 1974.
2. **Poznański R.**, Las jako układ i macierz prawdopodobieństwa przejść. Sylwan, nr 5, 1973.
3. **Poznański R.**, Nowe modele stanu i rozwoju gospodarstwa przerębowo-zrębowego z rębnią częściową. Acta Agr. et Silv. Vol XXXI 1993.
4. **Rutkowski B.**, Regulacja rozmiaru użytkowania rębego w zrębowym sposobie zagospodarowania w świetle teorii i badań. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozpr. hab. nr 13, 1969.
5. **Zieliński R.**, Tablice statystyczne. Warszawa 1972, PWN.

## Summary

### **Likelihood of survival and cutting of stands in the selection-clearcutting system of forest management**

A presentation of the size of likelihood of survival and cutting of stands in age classes managed with the selection-clearcutting system using partial cuttings was the aim of the work. The following subdistricts were given to the study: Gładyszów, Gorlice, Gromnik, Kamienica, Limanowa, Łosie, Muszyna, Rytro and Zdynia. The estimated survival and cutting coefficients were set up in appropriate matrices of likelihood of the transition, being a developmental model for the selection-clearcutting forest management system.

It was noticed that each subdistrict was characteristic for its specific values of survival and cutting likelihood, this being caused by different natural and economic conditions impacting the forest development in individual subdistricts.

The following general regularities concerning the size and distribution of the likelihood of individual stand transition kinds were noted in the set of nine subdistricts accepted for the research. It was found that the likelihood of the survival of stands without a regeneration storey decreased along the stand age, while the likelihood of the occurrence of that storey increased along the age. However, the likelihood of premature cutting of stands without storey and the likelihood of survival and cutting of stands with regeneration storey did not depend on the age.