

RYSZARD POZNAŃSKI, LUCYLLA RUTKOWSKA

Metoda oceny wpływu procesu starzenia i wyrębu na rozkład drzewostanów w klasach wieku w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania z rębnią częściową

**A Method for Appraisal of the Process of Ageing and Cutting
on the Distribution of Stands in age Classes in the Selection-Clearcutting
Method of Forest Management with the Partial Cutting System Used**

Wstęp

W obrębie lub w gospodarstwie zagospodarowanym sposobem przerębowo-zrębowym z rębnią częściową występują dwie grupy drzewostanów. Jedne z nich są jednowiekowe z warstwą pojawiającego się lub już wykształconego odnowienia — grupa A, pozostałe są również jednowiekowe ale bez tej warstwy — grupa B.

Rozkład drzewostanów w klasach wieku grupy A i grupy B podlega w czasie oddziaływaniu dwóch przeciwstawnych sobie procesów: starzenia i wyrębu (3). W rezultacie tego oddziaływania następuje stałe przemieszczanie się powierzchni drzewostanów wewnątrz grupy A i grupy B oraz stała wymiana powierzchni drzewostanów pomiędzy tymi grupami.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie metody oceny wpływu procesów starzenia i wyrębu na rozkład drzewostanów w klasach wieku w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania z rębnią częściową.

Procesy starzenia i wyrębu w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania

Procesy starzenia i wyrębu oddziałują na rozkład drzewostanów w klasach wieku grupy A i grupy B gospodarstwa (obrębu) przerębowo-zrębowego w szczególny sposób (1, 3).

Proces starzenia polega na tym, że z upływem czasu (np. 10 lat) powierzchnie poszczególnych drzewostanów grupy A i grupy B sukcesywnie przechodzą do coraz to starszych klas wieku. Jest to więc proces nieuchronny, a w jego rezultacie cały rozkład powierzchni drzewostanów w klasach wieku przesuwa się zgodnie z kierunkiem osi wieku. Proces wyrębu polega natomiast na przemieszczaniu się w czasie (np. 10 lat) powierzchni niektórych drzewostanów grupy A i grupy B do jednej z młodszych klas wieku.

Powierzchnia drzewostanów grupy B ulega przesunięciom trojakiemu rodzaju:

- Pierwsze przesunięcie polega na tym, że powierzchnie niektórych drzewostanów grupy B na skutek całkowitego ich uprzątnięcia, np. w następstwie zdarzeń losowych i klęsk żywiołowych przed pojawieniem się odnowienia podokapowego oraz w rezultacie natychmiastowego odnowienia tej powierzchni, przemieszczają się z klasy wieku o numerze j w momencie początkowym do pierwszej klasy wieku ($j=1$) w końcowym momencie przejścia. Drzewostany te nie przemieszczają się do grupy A, a ich powierzchnie pozostają w grupie B. Wielkość tego rodzaju przejścia określa **współczynnik przedwczesnego wyrębu drzewostanów grupy B**: $q_{j,B \rightarrow 1,B}$
- Drugie przesunięcie związane jest z tym, że powierzchnia niektórych (na ogół najstarszych) drzewostanów grupy B o numerze j przemieszcza się do bezpośrednio starszej klasy wieku, ale grupy A z chwilą pojawienia się odnowienia w tych drzewostanach. Przejście to jest na ogół konsekwencją świadomych zabiegów hodowlanych, związanych z prowadzeniem cięć w rębni częściowej, a w szczególności cięć obsiewnych i odnowienia pod okapem. Wielkość przejścia powierzchni drzewostanów z klasy wieku o numerze j grupy B do klasy wieku o numerze i ($i=j+1$) w grupie A określa **współczynnik obsiewu drzewostanów grupy B**: $p_{j,B \rightarrow i,A}$
- Trzeci rodzaj przesunięcia polega na tym, że pozostała w grupie powierzchnia drzewostanów nie objęta cięciami przedwczesnego wyrębu i cięciami obsiewnymi przemieszcza się do bezpośrednio starszej klasy wieku. Wielkość przemieszczenia się powierzchni drzewostanów z klasy wieku o numerze j do klasy wieku o numerze i ($i=j+1$) określa **współczynnik przeżycia drzewostanów grupy B**: $p_{j,B \rightarrow i,B}$

Powierzchnia drzewostanów grupy A ulega również przesunięciom trojakiemu rodzaju.

- Pierwsze przesunięcie polega na tym, że w wyniku nieprawidłowego prowadzenia cięć w rębni częściowej lub w następstwie zdarzeń losowych i klęsk żywiołowych, powierzchnie niektórych drzewostanów grupy A z istniejącym już odnowieniem (w przypadku okresu odnowienia dłuższego niż 10 lat) przeznaczają się do całkowitego usunięcia. Powierzchnie usuniętych drzewostanów przemieszczają się z klasy wieku o numerze j grupy A do pierwszej klasy wieku $j=1$ grupy B. Wielkość tego rodzaju przesunięcia określa **współczynnik przedwczesnego wyrębu drzewostanów grupy A**: $q_{j,A \rightarrow 1,B}$
- Drugi rodzaj przesunięcia polega na tym, że powierzchnia niektórych drzewostanów grupy A na skutek ich planowego usunięcia za pomocą cięć uprzątających

przemieszcza się w ciągu okresu gospodarczego (10 lat) do klasy wieku odpowiadającej wiekowi młodnika lub żerdziowiny grupy B, a więc do klas wieku wyższych od 1. Wielkość tego przesunięcia drzewostanów z grupy A do grupy B określa **współczynnik uprzątania drzewostanów** grupy A: $q_{j,A \rightarrow i,B}$

- Trzecie przesunięcie polega na tym, że pozostałe w grupie A powierzchnie drzewostanów nie objęte cięciami uprzątającymi, przemieszczają się do następnej, starszej klasy wieku w tej grupie drzewostanów. Wielkość tego rodzaju przejścia określa **współczynnik przeżycia drzewostanów** grupy A: $p_{j,A \rightarrow i,A}$

Wyróżnione współczynniki: przedwczesnego wyrębu, obsiewu i przeżycia drzewostanów grupy B oraz współczynniki: przedwczesnego wyrębu, uprzątania i przeżycia drzewostanów grupy A można traktować w ujęciu prognostycznym jako prawdopodobieństwa odpowiednich zdarzeń: przeżycia i wyrębu w gospodarstwie lub obrębie przerębowo-zrębowym.

Wielkości określone wyrażeniem $q_{j,B \rightarrow 1,B}$ są oszacowaniem prawdopodobieństwa wyrębu w grupie B, a wyrażenia $p_{j,B \rightarrow i,B}$ oraz $p_{j,B \rightarrow i,A}$ są oszacowaniem prawdopodobieństwa przeżycia drzewostanów grupy B. Zdarzenia przeżycia i wyrębu drzewostanów wyłączają się nawzajem, a suma tych prawdopodobieństw równa jest 1:

$$q_{j,B \rightarrow 1,B} + p_{j,B \rightarrow i,B} + p_{j,B \rightarrow i,A} = 1 \quad (1)$$

Z kolei wielkości określone wyrażeniem $q_{j,A \rightarrow 1,B}$ są oszacowaniem prawdopodobieństwa przedwczesnego wyrębu drzewostanów grupy A, $p_{j,A \rightarrow i,B}$ — są oszacowaniem prawdopodobieństwa wyrębu drzewostanów w grupie A, a wyrażenie $p_{j,A \rightarrow i,A}$ określa prawdopodobieństwo przeżycia drzewostanów w grupie A. Suma tych trzech prawdopodobieństw równa się 1:

$$q_{j,A \rightarrow 1,B} + \sum_{i=1}^k q_{j,A \rightarrow i,B} + p_{j,A \rightarrow i,A} = 1 \quad (2)$$

Wyróżnione prawdopodobieństwa przeżycia drzewostanów w klasach wieku grupy A i grupy B są podstawowymi elementami nowego matematycznego modelu rozwoju gospodarstwa przerębowo-zrębowego z rębnią częściową, zwanego macierzą prawdopodobieństwa przejść drzewostanów w klasach wieku grupy A (M_A) i grupy B (M_B) (1).

Macierz prawdopodobieństwa przejść drzewostanów grupy A (M_A) tworzą dwie macierze cząstkowe: $P_A = [p_{j,A \rightarrow i,A}]$ i $Q_A = D [q_{j,A \rightarrow i,B}]$, tj. macierz współczynników przedwczesnego wyrębu i macierz współczynników uprzątania w tej grupie drzewostanów.

Macierz prawdopodobieństwa przejść drzewostanów grupy B (M_B) tworzą również dwie macierze cząstkowe: $P_B = [p_{j,B \rightarrow i,B}]$, tj. macierz współczynników przedwczesnego wyrębu i macierz współczynników przeżycia drzewostanów grupy B oraz macierz współczynników obsiewu w tej grupie drzewostanów: $Q_B = [q_{j,B \rightarrow i,A}]$.

Oszacowanie wpływu procesu starzenia i wyrębu na rozkład drzewostanów w klasach wieku grupy A i B

Do określenia wpływu procesu starzenia i procesu wyrębu na rozkład drzewostanów w klasach wieku grupy A i grupy B zastosowano rachunek macierzowy.

Wielkość powierzchni drzewostanów w klasach wieku grupy B na koniec okresu przejścia (np. 10 lat) B_1 określić można za pomocą wzoru:

$$B_1 = P_B \cdot B + Q_B \cdot A \quad (3)$$

gdzie:

- P_B — macierz cząstkowa współczynników przedwczesnego wyrębu i współczynników przeżycia drzewostanów grupy B;
- Q_B — macierz cząstkowa współczynników obsiewu drzewostanów grupy B;
- A i B — wektory powierzchni drzewostanów w klasach wieku grupy A i grupy B na początku okresu przejścia.

Wzór (3) na określenie wielkości powierzchni drzewostanów w klasach wieku grupy B na koniec okresu przejścia zapisać można w rozwiniętej postaci:

$$b_{1j} = \begin{cases} \sum_{i=1}^k q_{j,B \rightarrow 1,B} \cdot b_i + \sum_{i=1}^k q_{j,A \rightarrow i,B} \cdot a_i, & \text{dla } j = 1 \\ \sum_{i=1}^k p_{j,B \rightarrow i,B} \cdot b_i + \sum_{i=1}^k q_{j,A \rightarrow i,B} \cdot a_i, & \text{dla } j > 1 \end{cases} \quad (4)$$

gdzie:

- b_{1j} — powierzchnia drzewostanów w klasie wieku o numerze j grupy B na koniec okresu przejścia;
- a_i i b_i — powierzchnie drzewostanów w klasach wieku o nr $i=1, \dots, k$ w grupie A i w grupie B;
- $q_{j,B \rightarrow 1,B}$ — współczynniki przedwczesnego wyrębu drzewostanów grupy B;
- $q_{j,A \rightarrow 1,B}$ — współczynniki przedwczesnego wyrębu drzewostanów grupy A;
- $p_{j,A \rightarrow i,B}$ — współczynnik przeżycia drzewostanów grupy B;
- $q_{j,A \rightarrow i,B}$ — współczynnik uprzątania drzewostanów grupy A.

Wielkość powierzchni drzewostanów w klasach wieku grupy B na koniec okresu przejścia (np. 10 lat) A_1 określić można za pomocą wzoru:

$$A_1 = P_A \cdot A + Q_A \cdot B \quad (5)$$

gdzie:

- P_A — macierz współczynników przeżycia drzewostanów grupy A;
- Q_A — macierz cząstkowa współczynników przedwczesnego wyrębu i współczynników uprzątania drzewostanów grupy A;
- A i B — wektory powierzchni drzewostanów w klasach wieku grupy A i grupy B na początku okresu przejścia.

Wzór (5) na określenie wielkości powierzchni drzewostanów w klasach wieku grupy A na koniec okresu przejścia zapisać można również w rozwiniętej postaci:

$$a_{1j} = \sum_{i=1}^k p_{j,A \rightarrow i,A} \cdot a_i + \sum_{i=1}^k q_{j,B \rightarrow i,A} \cdot b_i \quad (6)$$

gdzie:

- a_{1j} — powierzchnia drzewostanów w klasie wieku o numerze j grupy A na koniec okresu przejścia;
- a_i i b_i — powierzchnie drzewostanów w klasach wieku o numerze i w grupie A i w grupie B;
- $p_{j,A \rightarrow i,A}$ — współczynnik przeżycia drzewostanów grupy A;
- $q_{j,B \rightarrow i,A}$ — współczynnik obsiewu drzewostanów grupy B.

Oszacowanie zmiany średniego wieku drzewostanów grupy A i grupy B

Średni wiek obrębu lub gospodarstwa w tym sposobie zagospodarowania jest miarą położenia rozkładu drzewostanów w klasach wieku i zawiera w związku z tym ważne informacje. Wysoki średni wiek wskazuje na przewagę drzewostanów starszych, niski na przewagę młodszych. Miarą zaś oddziaływania procesów starzenia i wyrębu na rozkład drzewostanów w klasach wieku jest wypadkowa zmiana średniego wieku obrębu, za pomocą której można wyrazić i mierzyć dynamikę drzewostanów w klasach wieku (3).

Gdy intensywność procesu wyrębu jest mniejsza od intensywności procesu starzenia, wtedy łączna zmiana średniego wieku gospodarstwa jest dodatnia, drzewostany gromadzą się w ostatnich klasach wieku, zwiększa się średni wiek gospodarstwa i średnia zasobność. W związku z tymi zmianami można przewidywać wzrost możliwości użytkowania rębego w przyszłości.

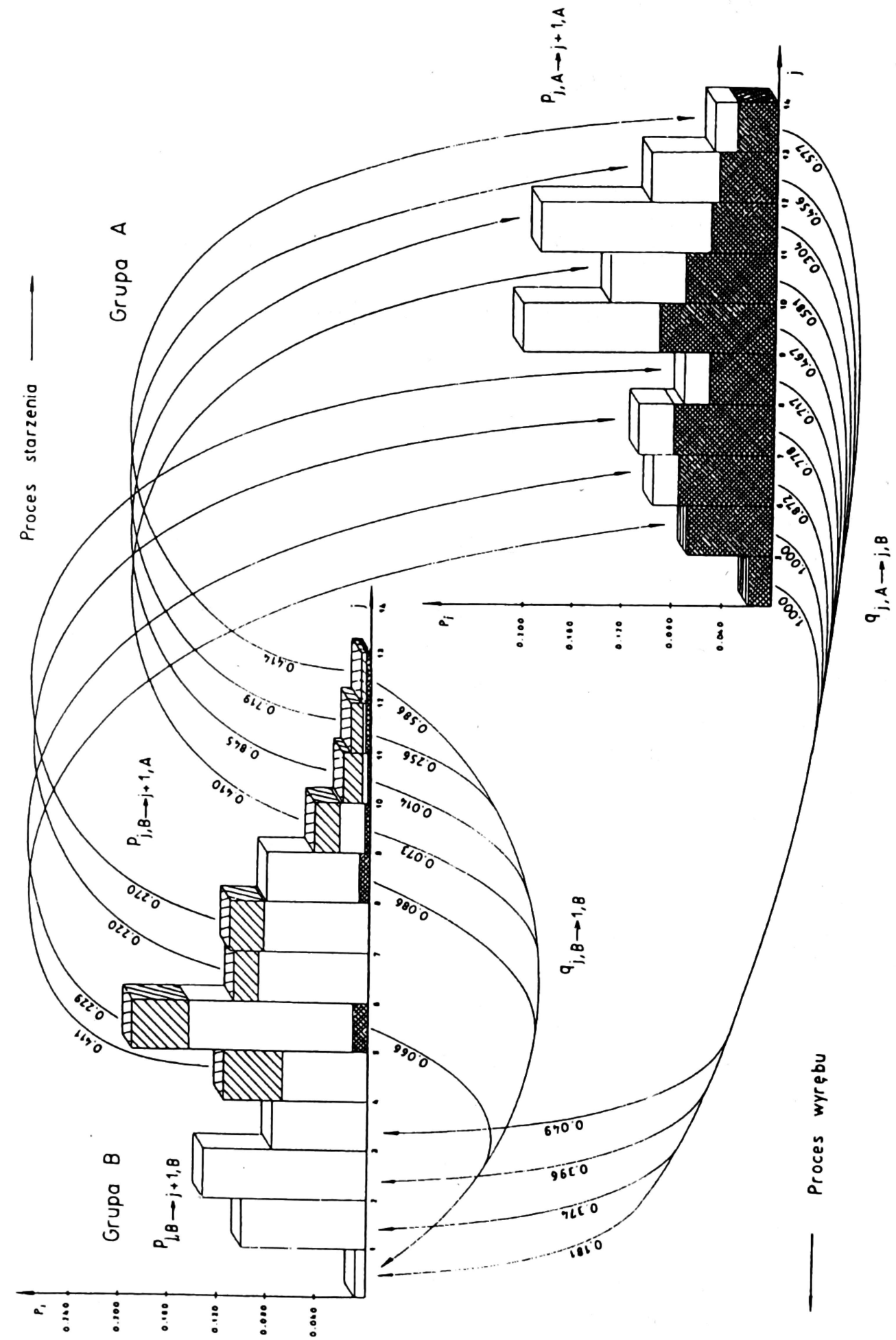
Gdy intensywność procesu wyrębu jest większa od intensywności procesu starzenia, wtedy łączna zmiana średniego wieku gospodarstwa jest ujemna, ubywa drzewostanów w ostatnich klasach wieku, gromadzą się one w klasach wieku najmłodszych (młodnika i żerdziowiny), zmniejsza się średni wiek gospodarstwa. W rezultacie mniejsze będą możliwości użytkowania rębego w przyszłości.

Średni wiek drzewostanów (\bar{t}) grupy A i grupy B na początku i na końcu okresu przejścia (np. 10 lat) obliczyć można za pomocą jednego wzoru o ogólnej postaci (3):

$$\bar{t} = m \left(\sum_{j=1}^k j \cdot \frac{b_j}{h} - \frac{1}{2} \right) \quad (7)$$

gdzie:

- m — długość okresu przejścia (10 lat);
- b_j — powierzchnia drzewostanów w klasach wieku o numerze j na początku lub na końcu okresu przejścia;



RYC. 1. Różne postacie średnich wielkości prawdopodobieństwa przejść w obrębie Limanowa

h — całkowita powierzchnia drzewostanów na początku lub na końcu okresu przejścia.

Zmianę średniego wieku drzewostanów grupy B ($\Delta \bar{t} (B)$) w okresie przejścia $m = 10$ lat obliczyć można za pomocą wzoru:

$$\Delta \bar{t} (B) = m \cdot \sum_{j=1}^k j \cdot \left(\frac{b_{1j}}{h (B_1)} - \frac{b_j}{h (B)} \right) \quad (8)$$

gdzie:

b_j i b_{1j}

— w kolejności powierzchnia drzewostanów w klasach wieku o numerze j grupy B na początku i na końcu okresu przejścia;

$h(B)$ i $h(B_1)$

— sumaryczna powierzchnia drzewostanów grupy B na początku i na końcu okresu przejścia.

Zmianę średniego wieku drzewostanów grupy A ($\Delta \bar{t} (A)$) w okresie przejścia $m = 10$ lat obliczyć można za pomocą wzoru:

$$\Delta \bar{t} (A) = m \cdot \sum_{j=1}^k j \cdot \left(\frac{a_{1j}}{h (A_1)} - \frac{a_j}{h (A)} \right) \quad (9)$$

TABELA 1

Rezultaty oceny zmian w okresie 10-letnim powierzchni i średniego wieku drzewostanów w obrębie Limanowa

Nr klasy wieku j	Szerokość klasy wieku m	Powierzchnia drzewostanów			
		grupa A		grupa B	
		A	A ₁	B	B ₁
1	1–10	0,00	0,00	38,78	217,92
2	11–20	0,00	0,00	356,82	262,17
3	21–30	0,00	0,00	453,85	593,74
4	31–40	0,00	0,00	279,96	483,15
5	41–50	16,84	0,00	404,21	279,96
6	51–60	64,32	166,13	654,96	238,08
7	61–70	70,95	149,99	368,26	461,75
8	71–80	105,81	92,66	379,34	287,24
9	81–90	73,08	125,91	284,87	276,92
10	91–100	204,92	20,68	144,63	260,37
11	101–110	131,00	168,52	77,90	74,77
12	111–120	187,34	120,71	79,53	10,98
13	121–130	101,24	187,57	16,58	1,99
14	>130	48,47	82,44	0,00	0,00
Razem		1023,97	1114,62	3539,69	3449,04
Średni wiek \bar{t}		96,0 lat	93,9 lat	53,9 lat	49,8 lat
Zmiana średniego wieku $\Delta \bar{t} (A)$		-2,1 lat		-4,1 lat	

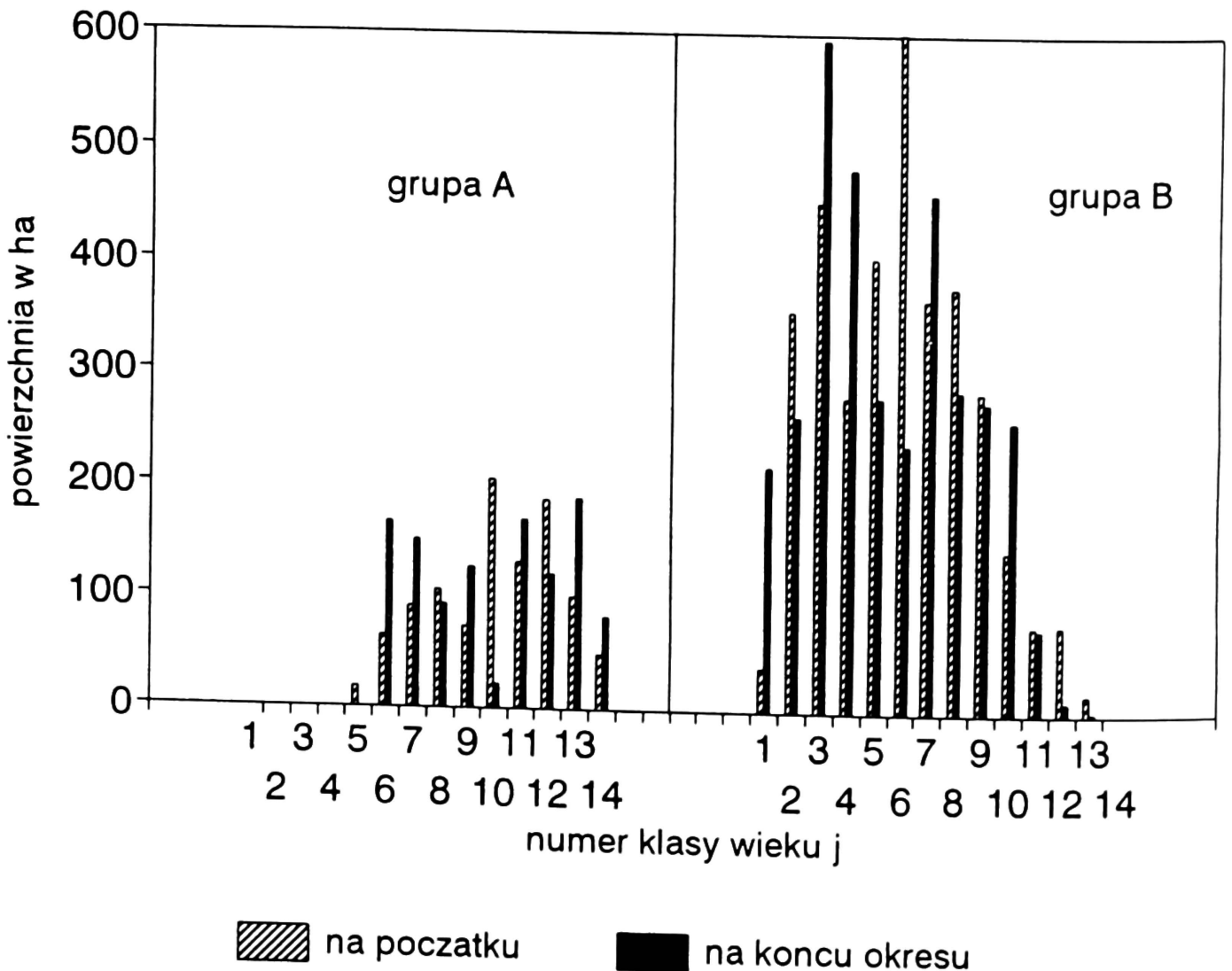
gdzie:

a_j i a_{1j} — w kolejności powierzchnia drzewostanów w klasach wieku o numerze j grupy A na początku i na końcu okresu przejścia;

$h_{(A)}$, $h_{(A_1)}$ — sumaryczna powierzchnia drzewostanów grupy A na początku i na końcu okresu przejścia.

Przykład oceny wpływu procesów starzenia i wyrębu na rozkład drzewostanów w klasach wieku

Przykład oceny wpływu procesów starzenia i wyrębu na rozkład drzewostanów w klasach wieku wykonano dla obrębu Limanowa (RDLP Kraków) w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania. Ocenę tę oparto na rzeczywistych wynikach urzędniowej inwentaryzacji zestawionych w dwucechowych tabelach klas wieku grupy A i grupy B oraz na podstawie wyników oceny prawdopodobieństwa przeżycia i wyrębu drzewostanów w klasach wieku zestawionych w macierzach prawdopodobieństwa przejść opublikowanych w pracy (2) (ryc. 1).



RYC. 2. Rozkład powierzchni w ha drzewostanów w klasach wieku grupy A i grupy B w obrębie Limanowa na początku i na końcu okresu przejścia

Rezultaty oceny wpływu procesów starzenia i wyrębu na rozkład drzewostanów grupy A i grupy B w obrębie Limanowa zestawiono w tabeli oraz zilustrowano na rycinie 2. Z wielkości tam zestawionych wynika, że w 10-letnim okresie przejścia powierzchnia całkowita drzewostanów grupy A zwiększy się, a powierzchnia drzewostanów grupy B zmniejszy się o 90,65 ha. W grupie B zwiększy się udział drzewostanów młodszych klas wieku a w grupie A — drzewostanów średnich i najstarszych klas wieku. Zmiana średniego wieku jest ujemna w grupie A (-2,1 lat) i w grupie B (-4,1 lat) co oznacza, że w obrębie Limanowa mniejsze będą możliwości użytkowania rębego w przyszłości.

*Z Zakładu Urządzania Lasu
AR w Krakowie*

Literatura

1. **Poznański R.:** Nowe modele stanu i rozwoju gospodarstwa przerębowo-zrębowego z rębnią częściową. Acta Agr.et Silv., Ser.Silv. 1993 Vol. XXXI
2. **Poznański R.:** Ocena stanu i rozwoju gospodarstwa przerębowo-zrębowego z rębnią częściową. Sylwan 1993 nr 7
3. **Rutkowski B.:** Nowa metoda regulacji rozmiaru użytkowania rębego w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania. Acta Agr.et Silv., Ser.Silv. 1974 Vol. 14

Summary

A method for appraisal of the process of ageing and cutting on the distribution of stands in age classes in the selection-clearcutting method of forest management with the partial cutting system used

The report presents some shifts of the area of stands in the age classes of A and B groups in the selection-clearcutting method of forest production, that result from the interrelation of two processes: ageing and cutting, on the distribution of stands in age classes. Coefficients of premature cutting, over-sowing and survival of the B group stands were identified, as well as the coefficients of premature cutting, removal, and survival of the A group stands. The identified coefficients in the probabilistic sense are probabilities of respective events: survival and cutting, and they are basic elements of a model for the development of such a forest production system, i.e. the matrix of likelihood of shifts.

For to define the impact of ageing process and cutting process on the distribution of stands in age classes of A and B groups the matrix calculus was adopted. Formulas for defining the size of tree stand areas in age classes of A and B groups at the end of the shift period were presented, as well as formulas for determining the change of the mean age of stands in A and B groups in the shift period. An example of such an assessment was prepared for the subdistrict of Limanowa managed in the selection-clearcutting harvest system.