

Procesy przeżywania i ubywania drzew w różnowiekowych lasach zagospodarowanych i chronionych

Jan Banaś, Stanisław Zięba, Robert Zygmunt, Leszek Bujoczek

Abstrakt. W pracy przedstawiono wartości prawdopodobieństw ubywania oraz przeżywania i przemieszczania się drzew w stopniach grubości w różnowiekowych lasach gospodarczych oraz chronionych. Materiał badawczy stanowią wyniki pomiarów na 52 stałych powierzchniach próbnych w Ojcowskim Parku Narodowym oraz 98 powierzchniach próbnych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. Wyniki badań wskazują, że prawdopodobieństwo ubywania drzew jest dwukrotnie wyższe (0,109) w lasach chronionych niż w lasach gospodarczych (0,048). Natomiast prawdopodobieństwo przeżywania i przemieszczania się drzew do wyższych stopni grubości jest większe (0,378) w lasach gospodarczych niż w lasach chronionych (0,349), co jest efektem intensywniej zachodzącego procesu przyrastania drzew.

Słowa kluczowe: prawdopodobieństwo ubywania drzew, prawdopodobieństwo przeżywania drzew, kontrolne powierzchnie próbne.

Abstract. Processes of the survival and loss of trees in uneven-aged protected and managed stands. Probability of loss of trees as well as survival and transition to higher DBH classes for protective and managed uneven-aged forests were presented in this work. Research was conducted on the basis of measurements results of 52 control sample plots in Ojcowski National Park and 98 sample plots in Forest Experimental Station in Krynica. Results of the study indicates that probability of loss of trees was twice much bigger (0,109) in protective forest than in managed forest (0,048). On the other hand probability of survival and transition to the next DBH classes was higher (0,378) in managed forest than in protective forest (0,349) as a result of more intensive process of increment.

Key words: probability of tree loss, probability of tree survival, control sample plots.

Wstęp

Procesy przeżywania oraz ubywania drzew i drzewostanów kształtują rozwój lasu. Lasy zagospodarowane sposobem zrębowym składają się z wielu drzewostanów jednowiekowych. Stan takiego lasu (gospodarstwa) dobrze odzwierciedla tabela klas wieku zawierająca informacje o rozkładzie powierzchni i miąższości drzewostanów w klasach wieku. W rezultacie przebiegu procesu starzenia drzewostany przemieszczają się do kolejnych klas wieku. Przebiegający w przeciwnym kierunku proces wyrębu w wyniku planowych cięć lub zdarzeń losowych (wiatrołomy, gradacje, pożary) powoduje, że część drzewostanów ubywa, a zajmowana

przez nie powierzchnia po odnowieniu przemieszcza się do pierwszej klasy wieku. Informacje o intensywności i przebiegu wyżej wymienionych procesów zestawiane są w formie macierzy prawdopodobieństwa przejść (Poznański 1973, Banaś 1996).

W lesie różnowiekowym zróżnicowanie wiekowe drzew dobrze określa tabela klas grubości zawierająca informacje o liczbie i miąższości drzew w poszczególnych stopniach grubości. Rozwój lasu różnowiekowego określają procesy ubywania oraz przeżywania i przemieszczania się drzew w stopniach grubości (Banaś i Zięba 2002, Banaś 2007).

Wzajemne relacje pomiędzy tymi procesami warunkują zachowanie trwałości lasu. Intensywność przebiegu procesów ubywania oraz przeżywania zależy zarówno od cech danego drzewa i drzewostanu (pierśnica, gatunek, wiek, położenie biosocjalne, zagęszczenie, siedlisko), jak i czynników zewnętrznych (warunki klimatyczne, funkcje lasu czy intensywność gospodarowania). W lasach zagospodarowanych procesy ubywania i przeżywania są w dużej mierze sterowane przez leśnika głównie w wyniku realizowanych cięć pielęgnacyjnych. W parkach narodowych i rezerwach procesy przeżywania i ubywania przebiegają w sposób naturalny i mogą stanowić wzorzec do wykorzystania w lasach zagospodarowanych, szczególnie przy wdrażaniu naturalnego kierunku hodowli lasu (Chodzicki 1960).

Celem pracy jest porównanie przebiegu procesów przeżywania i ubywania drzew w lasach gospodarczych z przebiegiem tych procesów w lasach chronionych zachodzących bez ingerencji człowieka.

Material i metodyka badań

Badaniami objęto dwie grupy drzewostanów różnowiekowych. Pierwszą grupę stanowią lasy zagospodarowane o powierzchni 102,50 ha, położone w obiekcie badawczym „Czarny Potok” Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy. Są to wielogatunkowe drzewostany z dominacją jodły, buka i świerka rosnące na siedlisku lasu górskiego (Poznański i Banaś 2001). Grupa druga to lasy objęte ochroną ścisłą o powierzchni 210 ha, położone w Ojcowskim Parku Narodowym (Ptak – Pliszka 2012). Materiał badawczy stanowią wyniki pomiarów na stałych powierzchniach próbnych założonych zgodnie z zasadami statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli lasu (Rutkowski i in. 1972). W obiekcie „Czarny Potok” jest to 98 powierzchni próbnych o wielkości 0,05 ha, rozmieszczonych w siatce kwadratów o boku 100 m. Pomiarzy powtarzane okresowo co pięć lat obejmują lata 1987–2008. W Ojcowskim Parku Narodowym pomiarzy pochodzą z 52 stałych powierzchni próbnych o wielkości 0,04 ha, rozmieszczonych w węzłach siatki kwadratów o boku 200 m i obejmują lata 1991–2011. Liczbę drzew poszczególnych gatunków pomierzonych na początku okresu badań zamieszczono w tabeli 1. W Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w 1987 r. pomierzono 1718 drzew, z czego największy udział miała jodła (38,4%), następnie buk (30,3%) oraz świerk (27,1%). W Ojcowskim Parku Narodowym na wybranych powierzchniach w 1991 r. pomierzono ogółem 899 drzew, z czego prawie połowę stanowił buk (48,6%), znaczny udział miały również jodła (16,7%) oraz jawor (14,6%), pozostałe gatunki to: świerk, sosna, jesion, grab, dąb i wiąz.

W oparciu o wyniki pomiarów kontrolnych dla każdego drzewa określono prawdopodobieństwa wystąpienia w ciągu pięcioletniego okresu następujących zdarzeń (Banaś 2002, 2004):

- ubytku (śmierci) $U_{j \rightarrow 0}$,
- przeżycia i pozostania w tym samym stopniu $P_{j \rightarrow j}$,
- przeżycia i przejścia do następnego stopnia grubości $P_{j \rightarrow j+1}$,
- przeżycia i przejścia o dwa stopnie grubości wyżej w rozkładzie pierśnic $P_{j \rightarrow j+2}$.

Tab. 1. Liczba drzew objętych pomiarami na początku okresu badań w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy oraz Ojcowskim Parku Narodowym

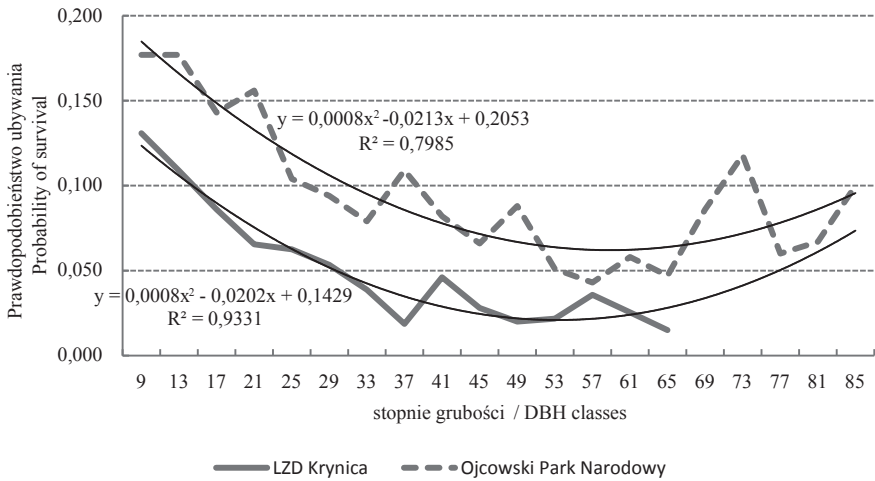
Table 1. Number of trees measured on the beginning of research period in Forest Experimental Station in Krynica and Ojcowski National Park

Gatunek / Species	Leśny Zakład Doświadczalny / Forest Experimental Station		Ojcowski Park Narodowy / Ojcowski National Park	
	Liczba drzew / Number of trees	udział w % / share in %	Liczba drzew / Number of trees	udział w % / share in %
Jodła / Fir	660	38,4	150	16,7
Buk / Beech	521	30,3	437	48,6
Świerk / Spruce	465	27,1	21	2,3
Jawor / Sycamore	9	0,5	131	14,6
Pozostałe / Others	63	3,7	160	17,8
Razem / Total	1718	100,0	899	100,0

W obliczeniach przyjęto stopnie grubości o szerokości 4 cm. Wartości prawdopodobieństw określono jako iloraz liczby drzew objętych danym zdarzeniem (w ciągu 5 lat) i łącznej liczby drzew danego gatunku w stopniu grubości o numerze „i”.

Wyniki

Prawdopodobieństwa ubywania oraz przeżywania – przemieszczania się drzew do kolejnych stopni grubości w ciągu pięciu lat (średnie z czterech pięcioletnich okresów) zamieszczono w tabeli 2. Ubywanie drzew związane było tylko z procesem naturalnego wydzielania się drzew zarówno w drzewostanach objętych ochroną ścisłą, jak i drzewostanach zagospodarowanych. W drzewostanach objętych badaniami w analizowanym okresie nie prowadzono cięć rębnych. W ciągu 5 lat w lasach zagospodarowanych LZD Krynica średnio ubyło 4,8% drzew. Najwięcej ubywało świerków (9,1%), a najmniej buków (1,2%). W drzewostanach objętych ochroną ścisłą Ojcowskiego Parku Narodowego ubyło ponad dwukrotnie więcej drzew (10,9%). Prawdopodobieństwo ubytku było najniższe dla buka (0,081), a najwyższe dla świerka (0,248). Jednak z uwagi na niewielką liczbę świerków objętych pomiarami w OPN (około 20 sztuk) wartość ta może być obarczona znacznym błędem. Analizując przebieg procesu ubywania w zależności od pierśnicy, najczęściej ubywało drzew cienkich (ryc. 1). W Ojcowskim Parku Narodowym w ciągu 5 lat ubyło średnio około 18% drzew o pierśnicy do 14 cm. Wraz ze wzrostem pierśnicy prawdopodobieństwo ubywania drzew malało, osiągając najniższą wartość (0,05) dla drzew o grubości 50–65 cm. Dla drzew o pierśnicy powyżej 65 cm prawdopodobieństwo ubywania wzrastało. W lasach zagospodarowanych LZD w Krynicy wzorzec zależności ubywania drzew od pierśnicy był podobny, natomiast wartości prawdopodobieństw dla wszystkich stopni grubości były niższe średnio o wartość 0,050 (ryc. 1). Prawdopodobieństwo ubywania drzew było najwyższe dla pierwszego stopnia grubości (0,130) i malało w kolejnych stopniach do poziomu 0,020 dla drzew o pierśnicy powyżej 60 cm. W lasach zagospodarowanych nie zaobserwowano wzrostu intensywności ubywania drzew najgrubszych.

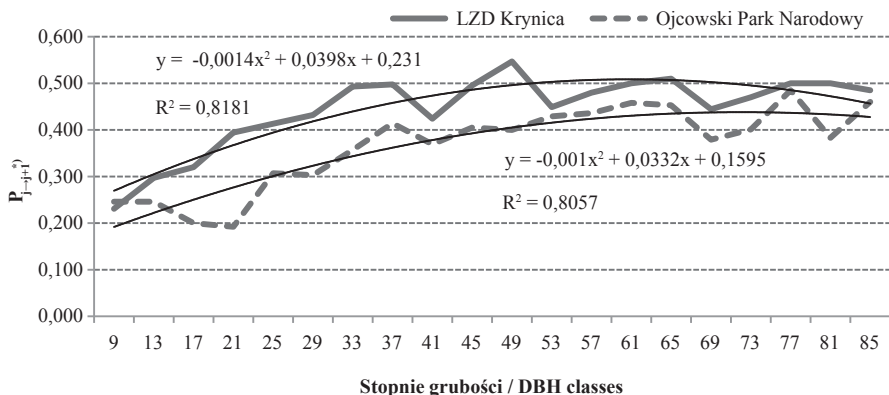


Ryc. 1. Prawdopodobieństwo ubywania drzew w zależności od pierśnicy w wybranych drzewostanach Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy oraz Ojcowskiego Parku Narodowego
Fig. 1. Probability of tree loss according to tree DBH in chosen stands of Forest Experimental Station in Krynica and Ojcowski National Park

Zdarzenie przeżycia i pozostania w tym samym stopniu grubości występowało najczęściej i obejmowało około 55% liczby drzew w drzewostanach zagospodarowanych LZD Krynica oraz 56% w drzewostanach objętych ochroną ścisłą w Ojcowskim Parku Narodowym.

Zdarzenie przeżywania i przechodzenia do następnego stopnia grubości w lasach zagospodarowanych obejmowało średnio 38% drzew. Prawdopodobieństwo zajścia tego rodzaju zdarzenia było najwyższe dla buka (0,456) i najniższe dla świerka (0,258). W drzewostanach objętych ochroną ścisłą zdarzenie przeżywania i przechodzenia do następnego stopnia grubości obejmowało 35% drzew. Prawdopodobieństwo zajścia tego zdarzenia było najniższe dla świerka (0,324), a najwyższe dla jodły (0,376). Drzewa najcieńsze (do 10 cm) cechowało najniższe prawdopodobieństwo przejścia do kolejnego stopnia grubości – około 0,240 zarówno w lasach zagospodarowanych, jak i objętych ochroną ścisłą (ryc. 2). W drzewostanach zagospodarowanych wraz ze wzrostem pierśnicy prawdopodobieństwo przemieszczania się drzew do kolejnego stopnia grubości wzrastało do pierśnicy około 50 cm, a następnie utrzymywało się na wyrównanym poziomie około 0,500. W drzewostanach objętych ochroną ścisłą analizowana zależność była podobna, natomiast wartości prawdopodobieństwa przechodzenia drzew do wyższych stopni grubości były niższe średnio o 0,080.

Prawdopodobieństwo przeżywania drzew i przemieszczania się o dwa stopnie grubości wyżej w lasach zagospodarowanych wynosiło średnio 0,023 i było najwyższe dla jodły – 0,035 i najniższe dla świerka – 0,006. W lasach objętych ochroną ścisłą prawdopodobieństwo przemieszczenia się drzewa o dwa stopnie grubości w rozkładzie pierśnic było znacznie niższe i wyniosło średnio 0,013 (tab. 2).



^{*)} P_{j-j+1} – przeżycie drzewa i przejście o jeden stopień grubości wyżej / survival of tree and transition to the next DBH class

Ryc. 2. Prawdopodobieństwo przeżywania i przemieszczania się drzew do następnego stopnia grubości w zależności od pierśnicy w wybranych drzewostanach Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy oraz Ojcowskiego Parku Narodowego

Fig. 2. Probability of tree survival and transition into next DBH classes according to tree DBH in chosen stands of Forest Experimental Station in Krynica and Ojcowski National Park

Tab. 2. Wartości prawdopodobieństwa ubywania i przeżywania drzew w pięcioletnim okresie w wybranych drzewostanach Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy (LZD) i Ojcowskiego Parku Narodowego (OPN).

Table 2. Probability of tree loss and tree survival in five year period in chosen stands in Forest Experimental Station in Krynica (LZD) and Ojcowski National Park (OPN)

Gatunek / Species	Rodzaj zdarzenia ¹⁾ / Kind of event							
	U_{j-j_0}		P_{j-j}		P_{j-j+1}		P_{j-j+2}	
	LZD	OPN	LZD	OPN	LZD	OPN	LZD	OPN
Jodła / Fir	0,031	0,095	0,513	0,512	0,422	0,376	0,035	0,0266
Buk / Beech	0,012	0,081	0,508	0,58	0,456	0,327	0,023	0,014
Świerk Spruce	0,091	0,248	0,645	0,409	0,258	0,324	0,006	0,019
Pozostałe / Others	0,08	0,121	0,493	0,523	0,404	0,372	0,025	0,005
Razem	0,048	0,109	0,551	0,564	0,378	0,349	0,023	0,013

¹⁾ U_{j-j_0} – ubytek drzewa / loss of tree, P_{j-j} – przeżycie drzewa i pozostanie w tym samym stopniu grubości / survival of tree and remaining in the same DBH class, P_{j-j+1} – przeżycie drzewa i przejście o jeden stopień grubości wyżej / survival of tree and transition to the next DBH class, P_{j-j+2} – przeżycie drzewa i przejście o 2 stopnie grubości wyżej / survival of tree and transition to the second next DBH class

Podsumowanie i wnioski

Określone w pracy wartości prawdopodobieństw przeżywania i ubywania drzew pozwalają na porównanie przebiegu procesów rozwojowych w lasach zagospodarowanych i objętych ochroną ścisłą. W pracach terenowych zastosowano jednolitą metodykę statystyczno-matematycznego systemu inwentaryzacji i kontroli lasu. Materiał badawczy obejmuje pomiary przeprowadzone czterokrotnie w pięcioletnich odstępach czasu na 150 stałych powierzchniach próbnych. Wyniki badań wskazują, że przebieg procesów przeżywania i ubywania zależy w sposób istotny od gatunku oraz pierśnicy drzewa. Określone dla poszczególnych procesów funkcje trendu mają podobny kształt zarówno w lasach zagospodarowanych, jak i chronionych. Istotne różnice występują natomiast w intensywności przebiegu analizowanych procesów.

Na podstawie uzyskanych wyników badań sformułowano następujące wnioski:

- Proces ubywania drzew przebiegał z ponaddwukrotnie wyższą intensywnością w lasach objętych ochroną ścisłą Ojcowskiego Parku Narodowego niż w lasach zagospodarowanych LZD w Krynicy.
- Proces przeżywania i przechodzenia do wyższych stopni grubości przebiegał z większą intensywnością w lasach zagospodarowanych. Jest to prawdopodobnie efekt prowadzonych cięć pielęgnacyjnych we wcześniejszych okresach wpływający na wzmożenie przyrostu drzew w porównaniu z lasami chronionymi, gdzie drzewa rosną w większym zwarcie.
- Oszacowane prawdopodobieństwa mogą być wykorzystane do sporządzenia prognoz rozwoju lasów różnowiekowych. Wykonanie takich prognoz wymaga jednak określenia prawdopodobieństwa dorastania drzew i intensywności procesu odnawiania.

Literatura

- Banaś J. 1996. Prawdopodobieństwo przeżycia i wyrębu drzewostanów w przerębowo-zrębowym sposobie zagospodarowania. *Sylwan* nr 9. s. 85–92.
- Banaś J. 2002. Probability of survival and diminution of trees in size gradations for the uneven-aged fir (*Abies alba* Mill) forest (Prawdopodobieństwo przeżywania i ubywania drzew w stopniach grubości dla różnowiekowego lasu jodłowego). *Forestry*, Vol. 5, s. 3–11, Poznań.
- Banaś J. 2004. Modeling the tree survival process in an uneven-aged forest. (W:) Sustainable harvest scenario in forest management. IUFRO Conference, WP 4.04.10, Tale Slovakia, s. 21–26.
- Banaś J. 2007. Modele ubywania i przeżywania drzew w różnowiekowych lasach górskich i ich zastosowanie. *Zesz. Nauk. AR Krak. Rozprawy*, 436.
- Banaś J., Zięba S. 2002. Przestrzenna i czasowa zmienność procesów rozwoju różnowiekowych lasów jodłowych w Leśnym Zakładzie Doświadczalnym w Krynicy. *Sylwan*, 11, s. 89–101.
- Chodzicki E. 1960. Udoskonalone rębnie jako środek do zwiększania produkcji drewna w leśnictwie zgodny z postulatami sił wytwórczych przyrody, *Sylwan* 9.
- Poznański R. 1973. Las jako układ i macierz prawdopodobieństwa przejść. *Sylwan*, nr 5.
- Poznański R., Banaś J. 2001. Ocena procesów odnawiania, przeżywania i ubywania w lasach o zróżnicowanej strukturze. *Acta Agraria et Silvestria. Ser. Silv.* Vol. XXXIX. s. 183–194.

- Ptak-Pliszka P. 2012. Prawdopodobieństwo przeżywania i ubywania drzew w drzewostanach objętych ochroną bierną w Ojcowskim Parku Narodowym. Maszynopis, Katedra Urządzania Lasu UR w Krakowie.
- Rutkowski B., Poznański R., Przybylska K. 1972. Wstępne wyniki zastosowania statystyczno-matematycznego kontrolnego sposobu inwentaryzacji i kontroli w rezerwacie Turbacz im. Wł. Orkana w Gorcach. Zesz. Nauk. WSR w Krakowie, Leśnictwo 7: 45–65.

Jan Banaś, Stanisław Zięba, Robert Zygmunt, Leszek Bujoczek
Katedra Urządzania Lasu, Wydział Leśny, Uniwersytet Rolniczy Krakowie
rlbanas@cyf-kr.edu.pl; rlieba@cyf-kr.edu.pl;
rlzygmun@cyf-kr.edu.pl; lbujoczek@gmail.com