

LUCYLLA RUTKOWSKA, ANNA BARSZCZ

Zmienność badań cech usęczenia drewna

A research on the variability of knotiness in wood

Wstęp i cel badań

Pracą jest kontynuacją badań, prowadzonych na beskidzkim surowcu świerkowym, nad zmiennością wad i wynikającą z niej wielkością próby – przy założonej dokładności obliczeń [3]. W niniejszej części badań dokonano analizy zmienności cech związanych z rozmiarami i lokalizacją na strzałach drzew sęków różnych kategorii zdrowotności i stopnia zrośnięcia z otaczającym drewnem, a także innych cech usęczenia. Badane cechy w dużym stopniu rzutują na jakość surowca oraz jego przydatność do przerobu w różnych gałęziach przemysłu drzewnego.

Obok analizy zmienności usęczenia celem pracy było również określenie wielkości próby, wyrażonej liczbą drzew modelowych ustalaną w badaniach dla żądanego poziomu dokładności.

Materiał i założenia metodyczne

Materiały do badań pochodziły z 15 rębnych drzewostanów świerkowych, rosnących na siedlisku lasu górskiego i lasu mieszanego górskiego, w strefie regla dolnego Beskidów. W każdym drzewostanie założono jedną powierzchnię próbną (tab. 1).

Na powierzchniach próbnych metodą Draudta wytypowano, a następnie ścięto po 16 sztuk drzew modelowych, jako materiał do obszerniejszych badań nad jakością surowca. Z próby tej na każdej powierzchni wybrano, kierując się oceną wzrokową, po 3 drzewa o usęczeniu przeciętnym dla badanego drzewostanu, ze stopni grubości najliczniej reprezentowanych. Na drzewach przeznaczonych do badań usęczenia prowadzono pomiary: średnic sęków (większych lub równych 1 cm), odległości sęków od dolnych czół drzew, wysokości osadzenia korony, długości całkowitej i długości grubizny drzew oraz średnic drzew w jednometrowych sekcjach. Zgodnie z normą [5] wyróżniano 3 kategorie zdrowotności sęków oraz 3 kategorie sęków określające stopień ich zrośnięcia z otaczającym drewnem. Pomiarów sęków dokonywano na połowie obwodu strzał, w strefie, gdzie badane cechy można było uznać za przeciętne. Uwzględniano formę występowania sęków w skupieniach.

TABELA 1
Charakterystyka powierzchni próbnych i drzew modelowych

Powierzchnie próbne Nadleśnictwo/ leśnictwo	bonitacja	wiek (lata)	wysokość n.p.m. (m)	Drzewa modelowe (wartości średnie dla powierzchni)					
				piersznica (cm)	wysokość (m)	miąższość grubizny (m ³)	wys. osadz. korony (m)	względna wys. osadz. (cm/m)	zbieżystość (cm/m)
Nowy Targ/Sieniawa	I	90	730	44,8	33,29	2,04	15,27	0,440	1,27
Nowy Targ/Śmietanowa	II	92	950	32,6	27,67	1,02	9,35	0,336	1,10
Nowy Targ/Śmietanowa	I	95	825	43,2	30,26	1,77	15,07	0,492	1,25
Mysłenice/Jordanów	I,5	83	550	35,5	30,66	1,09	17,28	0,569	0,99
Nowy Targ/Raba Wyżna	I,5	90	750	44,5	32,09	1,84	12,93	0,396	1,18
Limanowa/Ćwilin	III	98	950	35,2	25,22	0,95	8,75	0,347	1,24
Gorlice/Małaszów	II,5	80	600	33,1	23,47	0,89	6,63	0,280	1,42
Bielsko/Wielka Łąka	II	107	670	46,2	32,25	2,11	18,31	0,599	1,26
Ujsoły/Danielka	I	82	650	33,4	31,20	1,23	17,37	0,560	0,97
LZD w Krynicy/Tylicz	I	90	650	37,2	29,72	1,27	9,09	0,301	1,21
Sucha/Zembrzyce	III	83	600	25,0	21,84	0,42	9,85	0,457	0,95
Wisła/Czarne	I	105	690	41,0	35,17	1,96	15,26	0,430	1,01
Wisła/Bukowiec	I	107	650	45,7	35,92	2,46	23,42	0,651	1,10
Ustron/Leśnica	I	106	750	58,1	38,36	4,14	19,31	0,527	1,36
Krościenko/Stare	II	81	850	34,3	23,90	0,89	10,31	0,433	1,18

TABELA 2

Minimalna wielkość próby w zależności od wymaganego poziomu dokładności w badaniach cech uszczeni

Cecha, jednostka	Minimalna liczba drzew modelowych przy zadanej wielkości błędu						P
	10%	7,50%	5%	3%	2,50%	2%	
Sęki zdrowe, średnica względna	1	1	1	2	3	5	SD
Sęki nadpsute, WS/L7	1	2	3	9	12	19	
Sęki zepsute WS/L7	3	5	10	28	40	62	
Sęki zrosnięte, średnica mm	1	1	1	3	4	6	
Sęki częściowo zrosnięte, średnica względna	2	3	7	18	26	40	SD
Sęki niezrosnięte, WS/L7	1	1	3	7	9	14	
Sęki razem, średnica względna	2	1	1	3	4	6	SD
Skupienia sęków otwartych, WS/L7	2	3	6	15	22	34	
Długość strefy bezszępczej, cm	56	99	224	622	895	1399	
Długość strefy sęków zdrowych, cm	8	15	34	94	135	212	
Długość strefy sęków nadpsutych i zepsutych, cm	9	16	36	100	144	225	
Względna długość strefy bezszępczej	43	77	172	478	689	1076	L7
Względna długość strefy sęków zdrowych	6	10	23	64	92	144	L7
Względna długość strefy sęków nadpsutych i zepsutych	6	10	23	65	93	145	L7
Liczba sęków zdrowych na długości grubizny	12	22	49	137	197	308	
Liczba sęków nadpsutych i zepsutych na długości grubizny	48	86	193	537	773	1208	
Liczba sęków razem/1 mb grubizny	4	7	17	46	67	104	
Suma średnic sęków na długości grubizny, mm	13	23	52	146	210	328	
Suma średnic sęków/1 mb grubizny, mm	7	13	29	82	118	184	
Względna wysokość położenia pierwszego sęka zdrowego	19	35	78	216	311	486	L7
Względna wys. położenia pierwszego sęka zepsutego lub nadpsutego	39	70	157	437	629	983	L7

Objaśnienia: przy kategoriach sęków podano nazwę cechy o największej zmienności – decydującej o wielkości próby, P – poziom odniesienia przy obliczaniu wartości względnych, SD – średnica drewna w miejscu sęka, L7 – długość grubizny drzewa, WS/L7 – względna wysokość położenia na strzale

Łącznie na 45 drzewach próbnych pomierzono 4736 sztuk sęków, w tym 2948 sęków zdrowych, 1198 nadpsutych i 590 zepsutych oraz 2572 sęków zrośniętych, 306 częściowo zrośniętych i 1858 niezrośniętych, a także 629 skupień sęków.

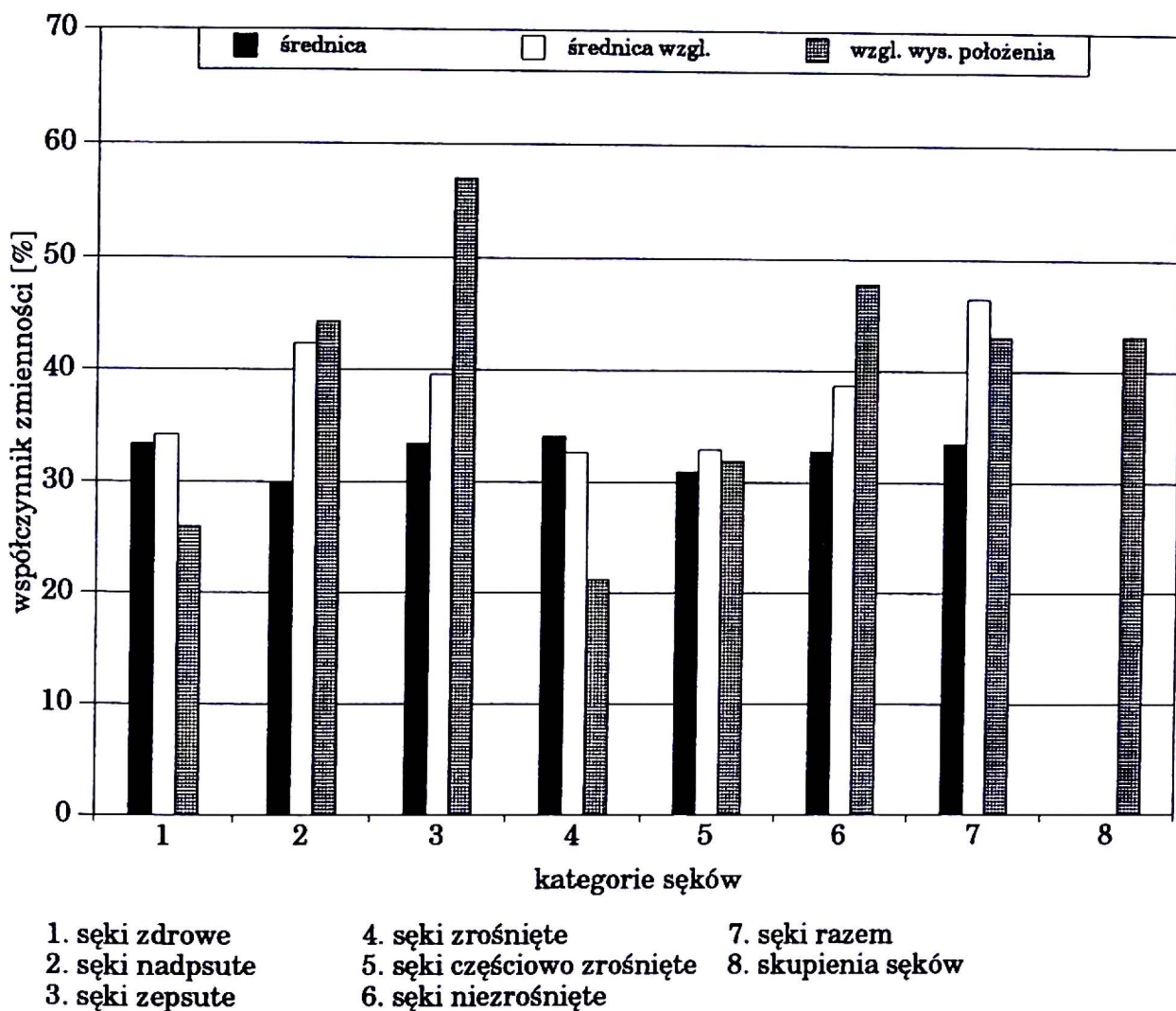
W toku prac kameralnych dla drzew próbnych obliczono: miąższość grubizny, względną wysokość osadzenia korony oraz zbieżystość na odcinku grubizny. Pomiary terenowe pozwoliły na ustalenie dodatkowych charakterystyk, jak: długości stref bezsęcznych i stref z sękami różnych kategorii zdrowotności, wysokości położenia na strzałach, w stosunku do dolnego czoła drewna pierwszych sęków badanych kategorii oraz sum średnic sęków. Dane odnoszące się do wymiarów sęków lub ich lokalizacji oraz długości stref charakterystycznych przeliczono na wartości względne, w stosunku do długości lub odpowiednich średnic grubizny strzały.

Względna wysokość położenia sęka oznacza jego odległość od dolnego czoła drzewa, odniesioną do długości grubizny strzały. Wskaźnikiem tym charakteryzowano w pracy zarówno całe grupy sęków należące do określonej kategorii (wartość średnia dla grupy), jak też sęki występujące na drzewie jednorazowo (względna wysokość położenia pierwszego sęka określonej kategorii). Niektóre cechy uszczelnienia podano w przeliczeniu na 1 metr bieżący grubizny. Poziomy odniesienia przy obliczaniu wartości względnych zamieszczono w tabeli 2.

Zgodność rozkładów empirycznych badanych cech z rozkładem normalnym badano testem Kołmogorowa, na poziomie istotności 0,05 [4]. Potwierdzenie normalności rozkładów dało podstawę do obliczenia współczynników zmienności oraz określenia minimalnej wielkości próby przy znanym, z góry założonym błędzie (w granicach od 2 do 10%). Ze względu na specyfikę sęków, wady drewna występującej wielokrotnie na każdym drzewie, przyjęto zasadę, aby wielkość próby w badaniach ich wielkości lub lokalizacji wyrażać nie przez liczbę sęków lecz wyłącznie przez liczbę drzew modelowych. O wielkości próby decydowała w tym przypadku w każdej kategorii sęków ich najbardziej zmienna cecha (średnica bezwzględna lub względna albo względna wysokość położenia). Dla cech mierzonych na każdym drzewie tylko jeden raz (np. długości stref charakterystycznych lub wysokość położenia pierwszych sęków określonych kategorii) minimalną wielkość próby można było wyrazić wyłącznie przez liczbę drzew modelowych.

Wyniki badań

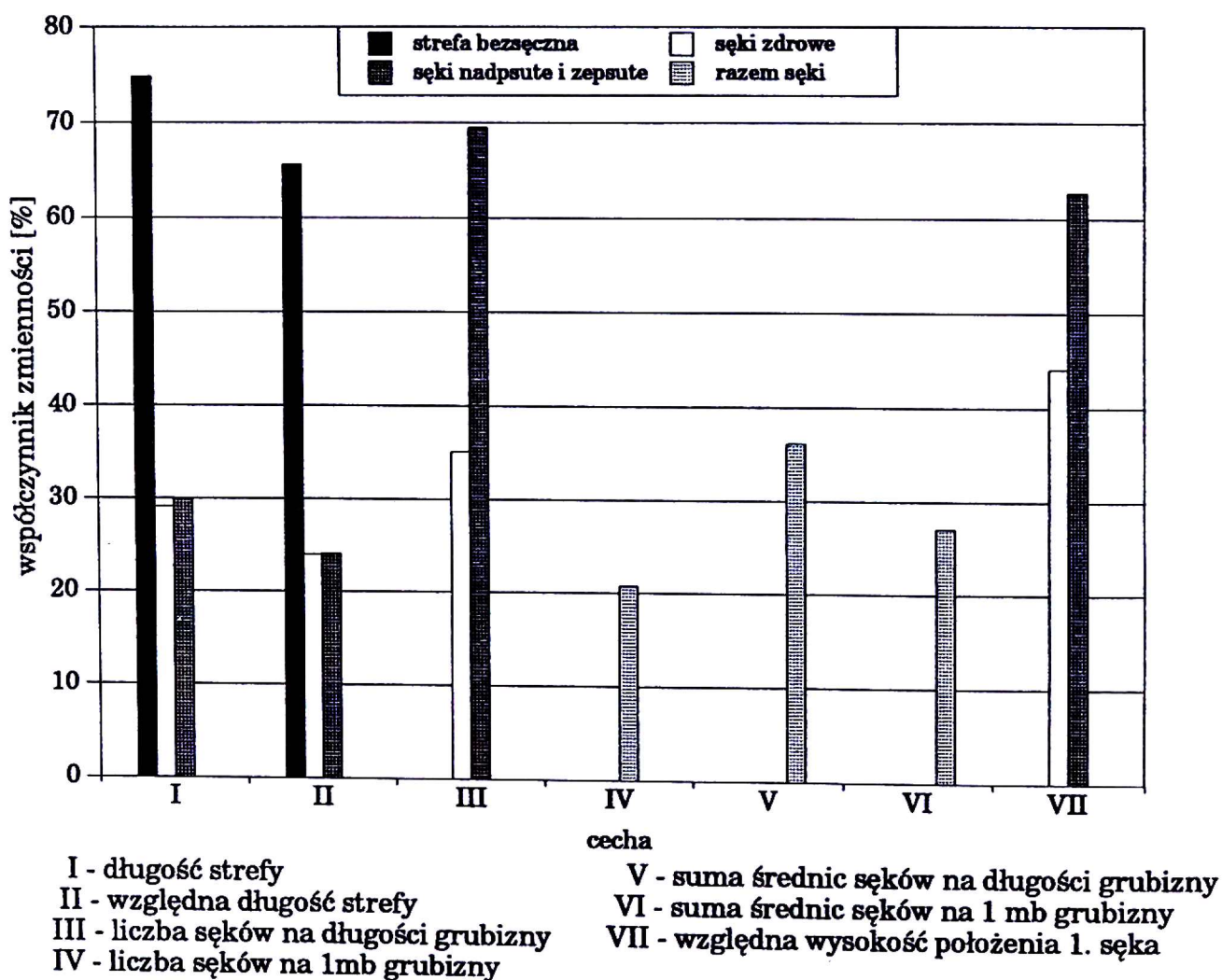
W badanym materiale współczynniki zmienności cech różnych kategorii sęków zawierały się w szerokim przedziale od 21,2 do 57% (ryc. 1). Stosunkowo małą zmiennością charakteryzowały się parametry sęków zdrowych i sęków zrośniętych (najczęściej były to te same sęki) oraz sęków częściowo zrośniętych. Wyróżnia się duża zmienność względnej wysokości położenia na strzałach drzew szczególnie w kategorii sęków zepsutych, ale też niezrośniętych oraz nadpsutych (często były to również te same sęki klasyfikowane ze względu na dwie cechy). Lokalizacja skupień sęków na strzałach drzew wykazywała także dużą zmienność. Zmienność średnic sęków, wyrażonych w jednostkach bezwzględnych, zarówno w kategoriach szczegółowych, jak i w całej populacji, układała się na zbliżonym poziomie, wykazując tylko nieznaczne wahania (od 29,9 do 34,1%).



RYC. 1. Współczynniki zmienności wymiarów i lokalizacji sęków według wyróżnionych kategorii

Dużą zmiennością charakteryzowały się następujące kolejne cechy uszcznienia: długość i względna długość strefy bezsęczonego odziomka, liczba sęków nadpsutych i zepsutych na długości grubizny, a także względna wysokość położenia pierwszego sęka nadpsutego lub zepsutego (ryc. 2). Małą zmienność wykazały kolejno: liczba sęków (razem) na 1 metrze bieżącym grubizny, względna i bezwzględna długość stref obciążonych występowaniem sęków nadpsutych i zepsutych oraz zdrowych, a także suma średnic sęków w przeliczeniu na 1 metr bieżący grubizny.

Wobec wielokrotnego występowania sęków na jednym drzewie (w badanym materiale na 1 drzewo modelowe przypadało średnio 210 sztuk sęków), zaznaczyła się znaczna dysproporcja między wielkością próby niezbędną do badania wymiarów lub lokalizacji na strzałach sęków różnych kategorii, a wielkością próby w badaniach pozostałych cech, które na strzałach notowano jednokrotnie (tab. 2). W pierwszym przypadku wymagana liczba drzew próbnych przy błędzie 3% waha się od 2 do 28 sztuk, a przy błędzie 5% tylko od 1 do 10 sztuk. W drugiej grupie cech należałoby pobierać odpowiednio od 46 do 622 drzew (błąd 3%) lub od 17 do 224 drzew (błąd 5%), zależnie od zmienności cechy.



RYC. 2. Współczynniki zmienności pozostałych cech usęczenia badanego surowca

Analiza wyników

Współczynniki zmienności badanych cech usęczenia surowca świerkowego z terenu Beskidów wykazywały wartości najczęściej mniejsze niż 50% (ryc. 1). Cechy te okazały się znacznie mniej zmienne niż parametry pozostałych wad drewna badanych na tym samym materiale [3]. Wśród wcześniej analizowanych wad – tylko zbieżystość charakteryzowała się współczynnikiem zmienności o wartości poniżej 30%. Zmienność pozostałych wad drewna najczęściej przekraczała 50%, dochodząc niekiedy do poziomu 100% i więcej. W cytowanych badaniach stwierdzono też tendencję do większej zmienności cech wyrażanych w postaci wskaźników względnych w porównaniu do charakterystyk w jednostkach bezwzględnych. Zjawisko to potwierdziło się również w niniejszej pracy, dla większości kategorii sęków oraz dla całej ich populacji potraktowanej łącznie (wyjątek stanowi kategoria sęków zrosniętych). W konsekwencji, w myśl przyjętych założeń metodycznych, te właśnie cechy zadecydowały o wielkości próby w badaniach.

Współczynniki zmienności dla długości stref obciążonych różnymi kategoriami sęków oraz strefy bezszęcznej są bardzo zróżnicowane (ryc. 2). Wykazująca dużą zmienność strefa

bezsączna odziomków, zajmowała na badanych drzewach od 12 do 1084 cm lub stanowiła od 0,005 do 0,341 długości ich grubizny [1]. Jednocześnie na uwagę zasługuje ponad dwukrotnie mniejsza zmienność bezwzględnej i względnej długości tych partii strzał, gdzie występowały sęki różnych kategorii, mimo, że obie zasadnicze części strzały tj. bezsączna i obarczona sękami uzupełniają się wzajemnie, składając się na całkowitą długość grubizny.

Wyjaśnienia małej zmienności długości stref obarczonych różnymi kategoriami sęków wobec dużej zmienności strefy bezsącznej, można szukać w zjawisku wzajemnego przenikania się stref sęków zdrowych oraz stref sęków nadpsutych i zepsutych na strzałach wielu drzew. W zależności od warunków i tempa oczyszczania się badanych świerków z obumierających gałęzi, na odcinku pnia bezpośrednio pod koroną mogły występować sęki zepsute i nadpsute. Strefa ta mogła przenikać w obręb dolnych partii koron, gdzie następnie w kierunku wierzchołka pojawiało się coraz więcej sęków zdrowych. Na niektórych pniach sęki zdrowe notowano z kolei również w strefie pni pod koroną, gdzie współwystępowały one z sękami nadpsutymi i zepsutymi. Większe współczynniki zmienności dotyczące względnej wysokości położenia pierwszych sęków tych kategorii w stosunku do sęków zdrowych, świadczą o dużej "ruchomości" na pniu strefy z sękami nadpsutymi i zepsutymi. Dolna granica omawianej strefy, wyrażona położeniem pierwszego sęka nadpsutego lub zepsutego, jest jednocześnie górną granicą strefy bezsącznej, również bardzo zmiennej pod względem długości.

Kolejne analizowane w niniejszej pracy zagadnienie, to wielkość próby w badaniach o różnym poziomie dokładności (tab. 2). Liczba drzew modelowych, jak wcześniej wspomniano, jest tu znacznie zróżnicowana. Niekiedy próbę może stanowić tylko jedno lub kilka drzew. W przypadku mało licznej próby drzewa modelowe powinny zostać wybrane ze szczególną ostrożnością. Wymiary drzew próbnych, w myśl przyjętej metody badawczej, można wyliczyć stosując metodę Draudta. Będą to drzewa przeciętne dla badanej populacji (jednego lub wielu drzewostanów) pod względem pierśnicy i wysokości (miąższości). W badaniach uszcznienia należy jednak zwrócić uwagę, aby wybierane drzewa reprezentowały badaną populację i były przeciętne również ze względu na występowanie sęków. W celu zwiększenia dokładności badań zaleca się też, aby oprócz wymienionych tu kryteriów przy wyborze drzew modelowych brać pod uwagę także dwie cechy dodatkowe, przeciętne dla badanej populacji: względną wysokość osadzenia korony oraz zbieżystość drzew. Obie cechy, jak wykazały wcześniejsze badania prowadzone na tym samym materiale, w sposób istotny wpływają na wymiary i rozmieszczenie sęków na strzałach drzew [1, 2].

Podsumowanie i wnioski

- Cechy uszcznienia surowca świerkowego z rębnych drzewostanów Beskidów wykazują mniejszą zmienność niż cechy pozostałych wad drewna badane na tym samym materiale.
- Najbardziej zmienną cechą sęków rozpatrywanych według wyróżnionych w pracy kategorii była względna wysokość położenia na strzałach drzew sęków zepsutych (współczynnik zmienności 57%); spośród innych cech uszcznienia dużą zmiennością wyróżniły się: bezwzględna i względna długość stref bezsącznych pni (odpowiednio 74,8 i 65,6%), liczba sęków nadpsutych i zepsutych na długości

grubizny (69,5%) oraz względna wysokość położenia pierwszego sęka nadpsutego lub zepsutego (62,7%).

- Małą zmienność (do 30%) wykazały: względna wysokość położenia sęków zrosniętych i zdrowych, względna i bezwzględna długość stref sęków różnych kategorii, a także liczba i suma średnic sęków na jednym metrze bieżącym grubizny. Stosunkowo wyrównane wartości współczynników zmienności, na poziomie około 30% charakteryzowały średnice sęków różnych kategorii, wyrażone w jednostkach bezwzględnych, w tym również średnice sęków wszystkich kategorii łącznie.
- W badanym surowcu świerkowym strefa sęków nadpsutych i zepsutych, przy stosunkowo małej zmienności długości, wykazywała dużą zmienność lokalizacji, o czym świadczy współczynnik zmienności względnej wysokości położenia na strzałach pierwszych sęków nadpsutych i zepsutych.
- Wobec wielokrotnego występowania sęków różnych kategorii na jednym drzewie, przy badaniu ich wymiarów lub lokalizacji na strzałach można pobierać do badań stosunkowo małą liczbę drzew próbnych. Przy wyborze tych drzew należy jednak brać pod uwagę nie tylko ich wymiary, ale także cechy usęcznienia oraz związaną z nimi względną wysokość osadzenia korony i zbieżystość (reprezentujące badaną populację).
- Wyniki badań mogą być przydatne do wstępnego określania wielkości próby w badaniach usęcznienia surowca świerkowego również z innych regionów Polski.

*Z Zakładu Dendrometrii
oraz z Zakładu Użytkowania Lasu i Drewna
Akademii Rolniczej w Krakowie*

Literatura

1. **Barszcz A.:** Ocena jakości surowca drzewnego i zmienności wad drewna w rębnych drzewostanach świerkowych na terenie Beskidów. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. 1995. Rozpr. nr 199.
2. **Barszcz A.:** Związki cech usęcznienia świerków z wiekiem i bonitacją drzewostanów oraz kształtem strzał. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. 1998. ser. Sesja Nauk. 56.
3. **Barszcz A., Rutkowska L.:** Znaczenie współczynnika zmienności w określaniu jakości surowca drzewnego. (Maszynopis, złoż. do druku w Sylwanii).
4. **Bruchwald A.:** Statystyka matematyczna dla leśników. Warszawa: WNT 1980.
5. PN-79/D-01011: Drewno okrągłe. Wady.

Summary

A research on the variability of knotiness in wood

The work was concentrated on knotiness variability features in spruce raw wood originating from 15 sample plots located in mature stands, in the lower mountain belt of Beskidy. Three sample trees were studied on each plot – dimensions of the trees were measured as well as diameters of knots and their distances from lower log face ends. Knots were classified according to health categories and to the strength of their anchoring within the log. Field data allowed to define additional features characteristic for knotiness and to calculate parameters of knots in relative units, related to log dimensions.

The most variable features in the material studied were as follows: relative height location of decayed knots on the log (variability coefficient equal to 57%), absolute and relative length of knotless lower log ends, the number of partly decayed and decayed knots over the length of thickwood, and the relative height location of the first partly decayed or decayed knot (variability coefficients surpassing 60%).

The relative height location of well-anchored and healthy knots, relative and absolute lengths of the zones of sound knots, partly decayed knots, and fully decayed knots, as well as the number and the sum of diameter of knots per one meter of thickwood length showed a little variability (variability coefficients limited to 30%).

Feature variability coefficients were the basis for calculating the sample size (expressed in the number of model trees) for studying knotiness features with the obligatory assumed precision, at an error between 2% to 10%. When selecting model trees it is recommended to consider not only their size but also knotiness features, and, as earlier investigations showed, the height of crown base and the log taper (average for population).

When more precise data are lacking, the results of the study presented may serve to an introductory determination of the sample size in studying knotiness of raw spruce wood from other regions of Poland.