

ANNA BARSZCZ, LUCYLLA RUTKOWSKA

Znaczenie współczynnika zmienności w określaniu jakości surowca drzewnego

The significance of the variability coefficient
in defining the quality of raw wood

Wstęp i cel

Współczynnik zmienności jest miarą charakteryzującą dyspersję cechy. Jako charakterystyka statystyczna wyrażona w jednostkach względnych, może on służyć m.in. do porównywania zbiorów informacji podawanych w różnych jednostkach. Jednym ze szczególnych zastosowań współczynnika jest możliwość określania minimalnej liczby danych w próbie niezbędnej do charakterystyki określonej cechy, przy z góry założonym błędzie [3, 4].

Występujące w surowcu drzewnym wady drewna – ich częstotliwość i rozmiary, są, obok parametrów wymiarowych drzew powszechnie utożsamiane z jakością, cechy te rzutują bowiem na wyniki klasyfikacji jakościowo-wymiarowej drewna okrągłego.

W niniejszej pracy, na przykładzie beskidzkiego surowca świerkowego, wykorzystano znajomość współczynników zmienności cech charakterystycznych wad drewna, od celu ustalenia minimalnej liczebności pomiarów, w zależności od wymaganego poziomu dokładności badań.

Materiał i metodyka

Badany surowiec drzewny pochodził z 15 rębnych drzewostanów świerkowych, w wieku 80 do 107 lat, z następujących dzielnic przyrodniczo-leśnych Krainy Karpackiej: Beskid Śląski i Mały (4 drzewostany), Beskid Żywiecki (7 drzewostanów), Beskid Makowski i Wyspawy (1 drzewostan), Gorce i Beskid Sądecki (2 drzewostany) oraz Beskid Niski (1 drzewostan) [8].

Drzewostany, o bonitacji I do III, położone były w strefie regla dolnego, w przedziale wysokości od 550 do 950 m n.p.m., na siedliskach lasu górskiego (9 powierzchni) i lasu

mieszanego górskiego (6 powierzchni). Podłoże geologiczne stanowiły utwory magurskie (10 powierzchni) i godulskie (5 powierzchni) [1].

Zróznicowanie wybranych do badań drzewostanów pod względem wielu, wymienionych cech, założono celowo, aby pochodzący z nich materiał drzewny w jak największym stopniu reprezentował różnorodność jakościową surowca.

W każdym drzewostanie, z reprezentatywnej powierzchni próbnej o wielkości 1 lub 0,5 ha (dla drzewostanów mniejszych niż 3 ha), ścięto 16 sztuk drzew modelowych, których wymiary obliczono metodą Draudta. W myśl przyjętych założeń metodycznych przy wyborze drzew próbnych stosowano dodatkowe kryterium – obecność przynajmniej jednego rodzaju wady drewna, która nie byłaby jednocześnie jego cechą naturalną. Spośród cech naturalnych, zaliczanych do wad drewna w zakres badań włączono zbieżność. Sęki, kolejna cecha tego typu, będą tematem odrębnego opracowania.

Na leżących drzewach próbnych rejestrowano wady drewna występujące na czołach dolnych oraz na powierzchni bocznej grubizny. Brano pod uwagę wymiary wad oraz charakterystyki określające ich lokalizację na strzałach [7]. Wartości te zostały następnie przeliczone na wskaźniki względne, poprzez odniesienie ich do wymiarów drzew: średnic lub długości grubizny (tab.).

Obliczono współczynniki zmienności badanych cech, co następnie dało podstawę do określenia minimalnej liczebności prób, przy zadanej wielkości błędu [3,4]. Obliczenia wykonano tylko dla cech, które charakteryzowały się rozkładem normalnym (stosowano test Kołmogorowa, na poziomie istotności 0,95). Z badań tych eliminowano wcześniej cechy o współczynniku zmienności ponad 100% oraz te, których liczebność była bardzo mała (mniej niż 20 obserwacji). Przy obliczaniu wielkości prób poziom dopuszczalnych błędów zróznicowano, zależnie od potrzeb badawczych w przedziale od 2 do 10%.

W toku dalszych prac dla każdej grupy lub rodzaju wady określono minimalną liczbę drzew próbnych, pozwalającą na dokonanie charakterystyki wady z żadaną dokładnością. Wynik badania odnosi się do liczebności drzew obarczonych daną wadą. Na tym etapie badań założono błąd 3 lub 5 %, tj. poziom dokładności najczęściej wymagany w badaniach naukowych. W obrębie wszystkich cech, opisujących jeden rodzaj wady (tab.), w obliczeniach tych jako podstawę przyjmowano najwyższą (krytyczną) wartość, z kolumn podających liczebność przypadków podlegających badaniu, odpowiednio, na poziomie dokładności 3 lub 5%. Ustalenia dokonane na podstawie tak przyjętej wartości krytycznej, dla cechy wymagającej największej liczebności próby, pozwalają na określenie pozostałych cech danej wady z dokładnością wyższą od założonych 3 lub 5% błędu.

Wyniki badań i ich analiza

Spośród wad występujących w badanym surowcu drzewnym, ze względu na zbyt małą liczebność wyeliminowano w całości 2 grupy. Należały tu zabarwienia i uszkodzenia mechaniczne. Na tej samej podstawie z pozostałych grup odrzucono następujące rodzaje wad:

- pęknięcia boczne i czołowo-boczne,

TABELA
Minimalna liczba wad w badaniach jakości drewna, w zależności od zadanej wielkości błędu (poziom ufności 0,68)

Wyszczególnienie	Cecha, jednostka (wielkość błędu)	Minimalna liczba pomiarów przy zadanej wielkości błędu [%]					P
		10	7,5	5	3	2,5	
PEKNIĘCIA							
1a. Pęknięcia rdzeniowe proste	długość, cm	41	73	163	454	653	1021
	długość względna	26	47	105	292	421	658
1b. Pęknięcia rdzeniowe załamane i gwiaździste	długość, cm	59	104	234	650	936	1463
	długość względna strefy	35	63	141	392	565	882
1c. Pęknięcia okrężne, łukowe i pełne	długość, cm	24	42	95	264	379	593
	szerokość, cm	37	66	149	413	595	930
	długość wzgl. strefy	17	30	68	189	272	424
	szerokość wzgl. strefy	36	64	144	399	574	897
	odl. wzgl. od obwodu	28	50	112	310	446	697
WADY KSZTAŁTU							
2a. Krzywizny jednostronne	długość, cm	34	61	137	382	549	858
	strzałka, cm	31	55	123	341	491	767
	długość względna	44	79	178	494	712	1112
2b. Krzywizny dwustronne, wszystkie wygięcia razem	strzałka, cm	12	22	48	135	194	303
	długość, cm	51	91	206	571	823	1285
	długość względna	62	110	248	690	994	1552
	strzałka względna	56	99	223	620	893	1395
2c. Krzywizny wielostronne, wszystkie wygięcia razem	długość, cm	24	42	95	265	381	595
	strzałka, cm	41	72	162	451	649	1014
	długość względna	26	46	104	288	415	648
	strzałka względna	52	92	207	576	829	1296
3. Zbieżność	cm/mb	4	7	17	47	67	105

cd. tabeli na następnej stronie

Wyszczególnienie	Cecha, jednostka (wielkość błędu)	Minimalna liczba pomiarów przy zadanej wielkości błędu [%]						P
		10	7,5	5	3	2,5	2	
4a. Zgrubienie odziomkowe okrągłe	różnica średnic, cm	16	28	64	177	255	398	
	różnica średnic względna	16	28	63	174	251	392	DZ
4b. Zgrubienie odziomkowe faliste	różnica średnic, cm	80	27	62	172	247	386	
	różnica średnic względna	80	23	52	145	209	326	DZ
WADY BUDOWY DREWNA								
5. Skręt włókien	odchylenie względne	68	122	274	760	1094	1710	OB
6a. Zakorki otwarte	głębokość, cm	78	140	314	872	1256	1962	
	długość, cm	41	72	162	451	649	1014	
	głębokość względna	79	140	315	876	1262	1971	DD
6b. Zakorki zarośnięte	długość, cm	86	152	342	951	1369	2139	
	szerokość, cm	67	119	267	742	1068	1669	
	odległość od obwodu	42	75	168	468	674	1053	
	długość względna	89	158	355	986	1420	2218	DD
	szerokość względna	79	141	317	880	1267	1980	DD
	odległ. wzgl. od obwodu	33	59	133	370	533	832	R
7a. Martwice boczne	szerokość, cm	50	89	200	555	800	1250	
	szerokość względna	45	81	181	503	725	1132	SD
	WS/L7	80	142	319	886	1276	1994	
7b. Martwice czołowo-boczne	szerokość, cm	20	36	81	225	324	506	
	głębokość, cm	23	42	94	260	375	586	
	szerokość względna	19	33	75	207	299	467	SD
	głębokość względna	24	43	96	268	386	603	SD
7c. Martwice czołowe	długość, cm	35	62	139	385	555	867	
	odległość od obwodu	41	74	166	461	664	1037	
	długość względna	51	90	203	563	811	1267	SD
	odległ. wzgl. od obwodu	20	35	79	220	317	495	SD
8. Mimośrodowość	względna	19	34	77	215	310	484	DD

Wyszczególnienie	Cecha, jednostka (wielkość błędu)	Minimalna liczba pomiarów przy zadanej wielkości błędu [%]					P
		10	7,5	5	3	2,5	
ZGNILIZNY							
9a. Zgnilizna wewnętrzna							
	min. szerokość strefy	35	62	139	385	555	867
	maks. szer. strefy, cm	27	48	107	298	429	671
	powierzchnia strefy, cm ²	84	150	338	938	1351	2111
	min. wzgl. szer. strefy	26	46	104	289	416	650
	maks. wzgl. szer. strefy	19	33	75	208	300	469
	pow. względna strefy	47	84	190	527	760	1187
9b. Zgnilizna rozproszona							
	min. szer. strefy, cm	46	82	184	512	738	1153
	maks. szer. strefy, cm	36	64	144	399	574	897
	min. wzgl. szer. strefy	46	81	183	509	733	1146
	maks. wzgl. szer. strefy	34	61	136	379	546	853
10. Zgnilizna odziomkowa, zewnętrzna							
	długość strefy, cm	62	111	250	693	999	1560
	długość wzgl. strefy	52	92	206	573	825	1289
	szerokość wzgl. strefy	61	109	245	679	978	1529
	pow. względna strefy	67	120	269	747	1076	1681

Objaśnienia:

- P – poziom odniesienia przy obliczaniu wartości względnych;
SD/DZ – średnica drewna w miejscu wystąpienia wady w stosunku do średnicy znamionowej,
WS/L7 – odległość wady od dolnego czoła w stosunku do całkowitej długości grubizny,
SD – średnica drewna w miejscu wady,
DD – średnica dolna drewna,
PCD – powierzchnia czoła dolnego drewna,
R – promień czoła dolnego,
L7 – długość grubizny,
DZ – średnica znamionowa,
OB. – obwód drewna w miejscu wady.

- obrzęk,
- rozwidlenia,
- wielordzenność,
- przeżywienia.

Bardzo wysoki współczynnik zmienności eliminował, w myśl przyjętych założeń metodycznych, kolejne przypadki:

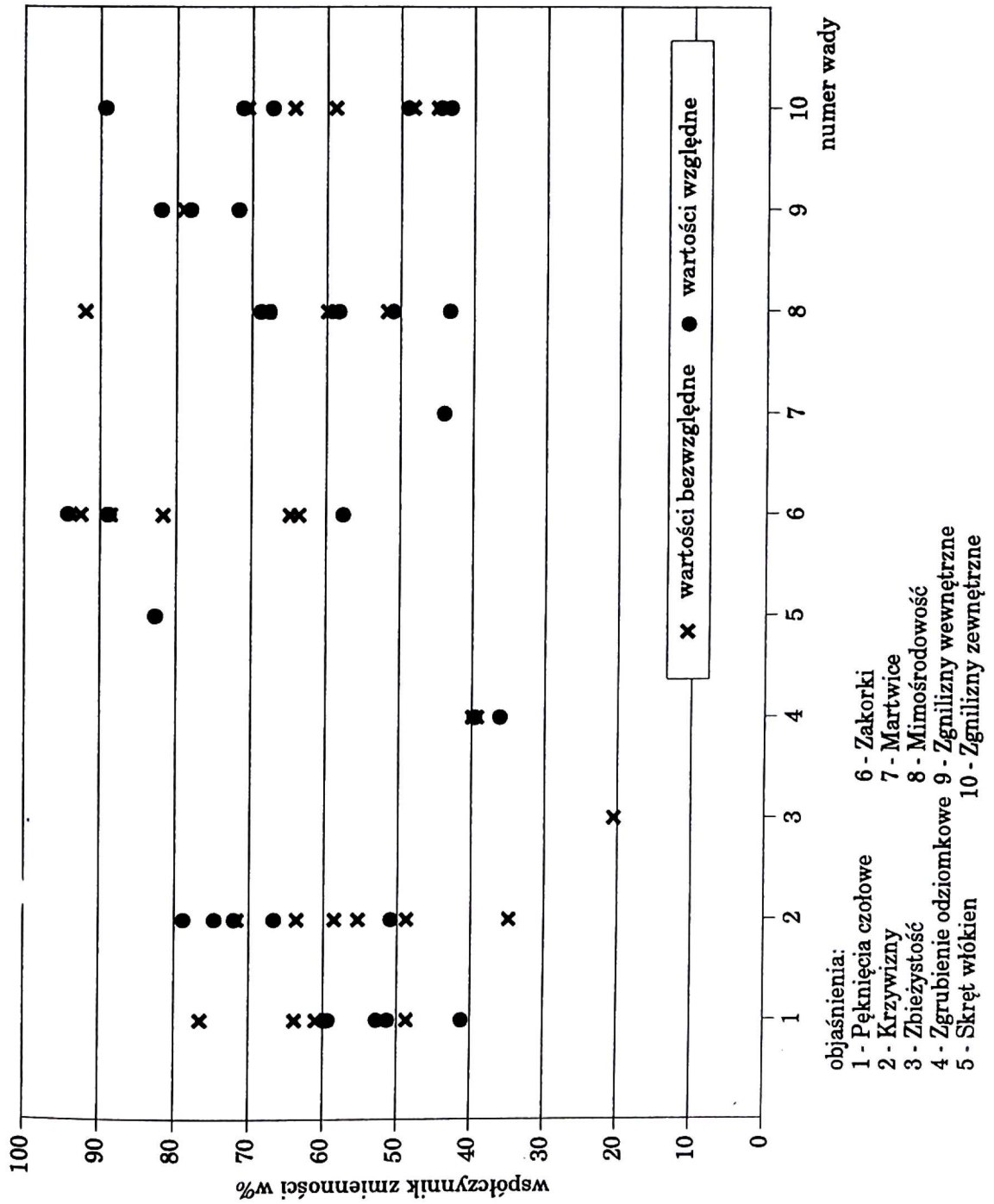
- pęknięcia rdzeniowe załamane i gwiaździste (szerokość i względna szerokość strefy, powierzchnia i względna szerokość strefy),
- krzywizny jednostronne (strzałka względna),
- skręt włókien (długość względna),
- zakorki zarośnięte (powierzchnia i powierzchnia względna),
- martwice boczne i czołowo-boczne (długość i długość względna),
- twardzica (powierzchnia i powierzchnia względna),
- zgnilizna rozproszona (powierzchnia i powierzchnia względna),
- zgnilizna odziomkowa zewnętrzna (szerokość maksymalna i powierzchnia strefy).

Badanie normalności rozkładu dało wynik negatywny w przypadku następujących cech:

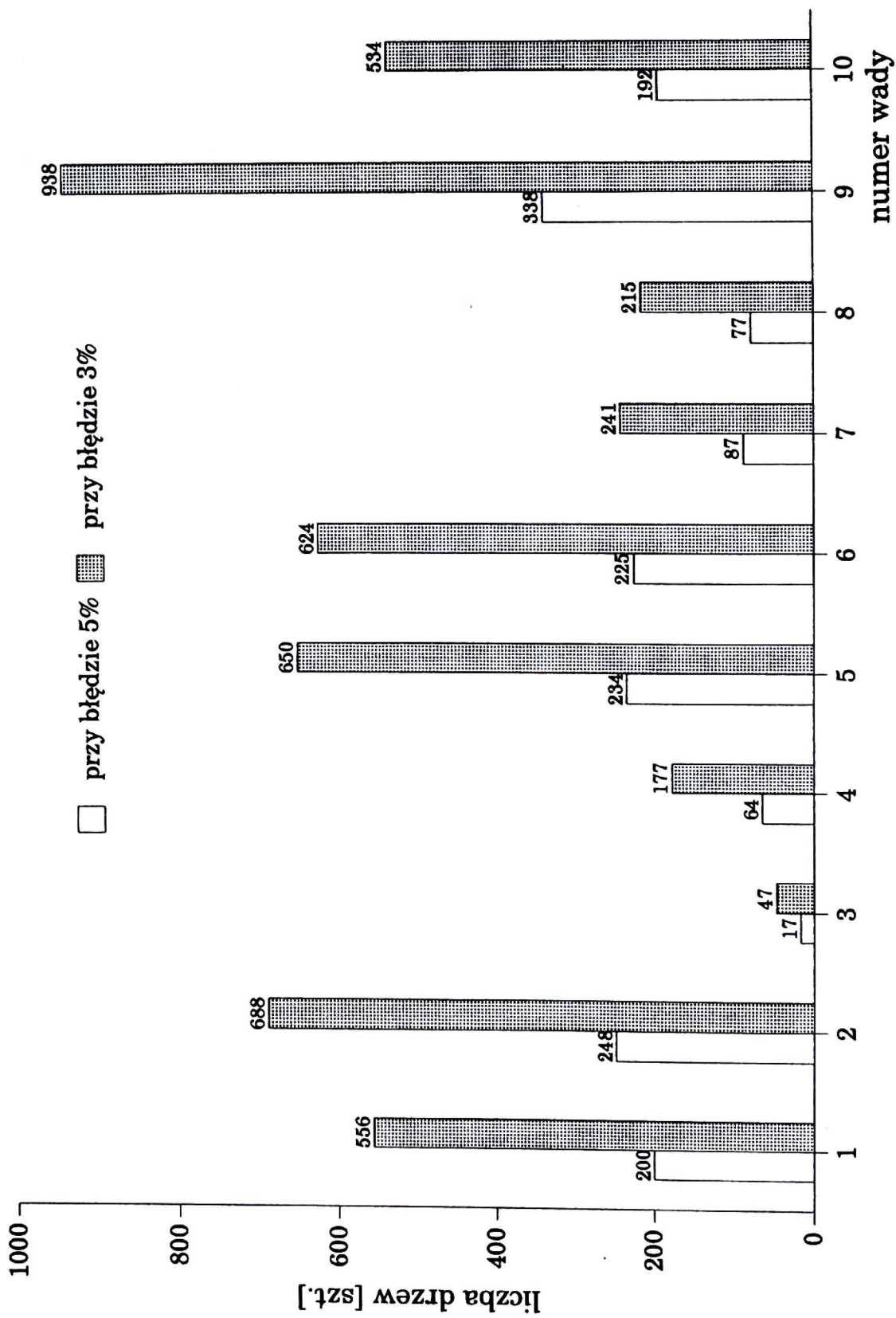
- pęknięcia rdzeniowe proste (szerokość i szerokość względna),
- pęknięcia okrężne (powierzchnia i powierzchnia względna strefy),
- krzywizny (względna odległość od dolnego czoła drewna),
- skręt włókien (długość wady i odchylenie włókien / 1m),
- zakorki otwarte (szerokość i szerokość względna),
- martwice czołowe (szerokość i szerokość względna strefy),
- mimośrodowość (wielkość w jednostkach bezwzględnych),
- pęcherze żywiczne (długość i odległość od obwodu).

Po wstępnej eliminacji rodzajów wad lub ich pojedynczych cech, dalszym analizom poddano 61 przypadków (tab.). Największe znaczenie mogą mieć, jak wskazano w metodyce, dane z kolumn odpowiadających błędom 3 i 5%. Zakładając błąd 3%, najliczniejsze próby, przekraczające 800 przypadków należałoby pobrać do charakterystyki niektórych parametrów zakorków otwartych i zarośniętych, martwic bocznych oraz zgnilizn wewnętrznych, cechujących się największą zmiennością. Przy błędzie 5% liczebność pomiarów spada o 64%.

Najmniejsze próby (przy błędzie 3% – mniej niż 200 pomiarów) można w badanym materiale pobrać do charakterystyki wszystkich cech pęknięć rdzeniowych prostych i okrężnych, krzywizny jednostronnej, zbieżystości i zgrubień odziomkowych oraz niektórych cech pęknięć rdzeniowych załamanych i gwiaździstych i krzywizn dwustronnych.



RYC. 1. Współczynniki zmienności wymiarów wad i cech określających ich lokalizację na pniu



RYC. 2. Wymagana minimalna liczba drzew modelowych do badań wad drewna

Zróznicowanie zmienności wad zależne od rodzaju wady i jej cechy – rzutujące na wielkość próby przedstawiono na rycinie 1. Badany materiał cechował się ogólnie wysoką zmiennością. Wszystkie wartości, z wyjątkiem zbieżystości, będącej jednocześnie cechą kształtu, przekroczyły poziom 30%, w kilku przypadkach dochodząc do wartości bliskiej 100%. Wśród tych danych zarysowuje się pewna tendencja w kierunku wyższej zmienności cech wyrażanych w jednostkach względnych, w stosunku do bezwzględnych, w granicach jednej wady.

W planowaniu prac terenowych istotną będzie informacja o niezbędnej wielkości próby, wyrażonej przez liczbę drzew, które należy objąć badaniami, aby dokonać wiarygodnej oceny jakości surowca ze względu na występowanie w nim (zależnie od potrzeb) jednego lub wielu rodzajów wad (ryc. 2). W badanym surowcu świerkowym najmniej drzew próbnych, można wytypować do zbadania zbieżystości, zgrubień odziomkowych, mimośrodkowości oraz martwic. Największa liczebność próby wymagana jest do sporządzenia charakterystyki zgnilizn wewnętrznych. Ostatnie przytoczone dane dotyczą jednocześnie liczby drzew, które należałoby poddać badaniom do dokonania pełnej charakterystyki jakościowej surowca ze względu na wszystkie występujące w nim wady, gdzie cechy o największej zmienności scharakteryzowane zostaną z 3 lub 5% błędem, natomiast cechy mniej zmienne znacznie dokładniej. Można również, dla obniżenia pracochłonności badań terenowych, pomiary wad mniej zmiennych przeprowadzić na odpowiednio mniejszej liczbie drzew.

Rozbieżność pomiędzy wysoką wartością współczynników zmienności cech niektórych wad, a stosunkowo małą liczbą drzew wymaganą do badania, wynika z możliwości kilkakrotnego występowania niektórych wad na jednej sztuce drzewa. Dysproporcje takie w badanym materiale szczególnie wyraźnie wystąpiły przy martwicach, zakorkach i zgniliznach wewnętrznych.

Na uwagę zasługuje ogólnie wysoka wartość współczynników zmienności większości badanych cech. Wykazana w badaniach znaczna zmienność wad drewna w dużym stopniu odbiega od zmienności jego właściwości fizycznych i mechanicznych oraz od zmienności wymiarów, cech kształtu, miąższości czy przyrostu drzew, gdzie współczynniki zmienności wyjątkowo tylko przekraczają poziom 30% [1, 5, 6, 9]. Wysoką zmienność można uznać za specyficzną cechę pierwotnych wad drewna, podlegających w czasie życia drzew licznym wpływom zewnętrznym [2]. Powoduje to określone trudności przy klasyfikacji surowca drzewnego oraz stwarza konieczność jasnego i precyzyjnego formułowania jej zasad.

Wnioski

- Wobec znacznej zmienności wad, którą można uznać za ich specyficzną cechę, przy badaniach jakości surowca drzewnego koniecznym jest ustalanie minimalnej wielkości próby (sztuk wad lub drzew próbnych), niezbędnej do uzyskania wyników obarczonych błędem nie przekraczającym założonej wartości.
- W przypadku wad, których wysoka zmienność decyduje o konieczności pobierania bardzo licznych prób, przy trudnościach terenowych w zebraniu tak dużego

materiału, można sugerować przyjęcie prób mniej licznych, ustalonych dla błędu na poziomie 5% lub większego.

- Wyniki niniejszych badań mogą służyć jako orientacyjne do oceny zmienności wad surowca świerkowego pochodzącego z innych regionów Polski. Mogą one być również podstawą, przy braku dokładniejszych danych, do wstępnego ustalania wielkości prób w badaniach zróżnicowania wad surowca drzewnego innych gatunków iglastych.

*Z Zakładu Użytkowania Lasu i Drewna
oraz
z Zakładu Dendrometrii
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., Rutkowska L.**: Badania nad wpływem wybranych czynników zewnętrznych oraz cech drzew na kształtowanie się wad pierwotnych w surowcu świerkowym. Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Leśn. 1997, nr 26.
3. **Bobrowski D.**: Probabilistyka w zastosowaniach technicznych. Warszawa: WNT 1980.
4. **Bruchwald A.**: Statystyka matematyczna dla leśników. Warszawa: Wyd. SGGW 1997.
5. **Gieruszyński T.**: O zmienności cech taksacyjnych drzew w dojrzałych drzewostanach świerkowych. Fol. For. Pol. 1960 ser. A z. 2.
6. **Krzysik F.**: Nauka o drewnie. Warszawa: PWN 1974.
7. PN-79/D-01011: Drewno okrągłe. Wady.
8. Regionalizacja przyrodniczo-leśna na podstawach ekologiczno-fizjograficznych. Warszawa: PWRiL 1990.
9. **Rymer-Dudzińska T.**: Statystyczna charakterystyka dziesięcioletniego przyrostu wysokości drzew w drzewostanach sosnowych. Sylwan 1998, nr 7.

Summary

The significance of the variability coefficient in defining the quality of raw wood

Investigations were carried out in 15 mature spruce stands in the Beskidy mountain area. Sixteen model trees were cut down on each sample plot. In the framework of raw wood quality research, wood faults occurring on model trees were registered (excluding knots), their sizes were measured and location identified. The results gave grounds for elaborating variability coefficients, and then for calculating minimum numbers of fault cases and pieces

of model trees necessary for measurements, for to describe a definite fault with desired precision (for errors within the interval from 2 to 10%).

In respect to the need of field research planning, the information expressed in the number of trees that should be measured seems to be more important if raw wood is to be assessed in the aspect of the occurrence of one or all kinds of faults. It was proven in the result of the investigations that the least sample, expressed in the number of model trees, may be taken at the research on taper, butt boss, eccentricity, as well as lateral, frontal-lateral and frontal outer bark. The research on the scope of the occurrence of internal butt decay requires the most numerous sample.

The study results may serve as directives for evaluating the quality of spruce wood originating from other regions of Poland, and for introductory estimation of the sample size at quality investigations on other coniferous species.