

KRZYSZTOF MICHALEC

# Kształowanie się jakości surowca świerkowego w zależności od wysokości nad poziomem morza i wystawy

The effect of altitude and exposure on the quality of spruce timber

## ABSTRACT

Michalec K. 2011. Kształowanie się jakości surowca świerkowego w zależności od wysokości nad poziomem morza i wystawy. Sylwan 155 (6): 373-383.

Mountain regions are the main natural ranges of spruce forests in Poland. Their occurrence and growth in these areas is associated with the height above sea level and exposure. The attempt of the study was to determine the impact of these two characteristics on the quality of spruce timber. The research was carried out on 20 sample plots located in the Sudety (8 plots) and the Carpathians (12 plots). The trees growing on the selected plots were examined for their diameter at breast height and height, the quality of standing timber and the kinds and varieties of wood defects on tree stems. As a result of the conducted analyses it could generally be stated that forest stands from the lower montane zone produced higher quality timber in terms of both volume and quality and that the best quality stands were on the western and the poorest ones – on the southern slopes.

## KEY WORDS

spruce, timber quality, wood defects, altitude, exposure, Poland

## ADDRESSES

Krzysztof Michalec – e-mail: kmichalec@op.pl

Katedra Użytkowania Lasu i Drewna; Uniwersytet Rolniczy; Al. 29-Listopada 46; 31-425 Kraków

## Wstęp

Świerk pospolity (*Picea abies* [L.] Karst.) wykazuje w Polsce 5,4% udziału powierzchniowego i 6,1% udziału miąższościowego wśród gatunków panujących na terenach zarządzanych przez Państwowe Gospodarstwo Leśne „Lasy Państwowe”, zajmując pod tym względem drugą pozycję po sośnie [Leśnictwo 2009]. Głównym naturalnym ośrodkiem jego występowania są tereny górskie. Pomimo tego, że świerk zasadniczo występuje w reglu górnym, to jednak w warunkach regla dolnego drzewostany świerkowe często produkują lepszy jakościowo surowiec [Barszcz 2004; Barszcz, Michalec 2003; Barszcz, Rutkowska 1997; Danielewicz, Pawlaczyk 1998]. Z jakością surowca świerkowego na terenach górskich wiąże się również wystawa, na której rosną te drzewostany. W niniejszym opracowaniu podjęto próbę określenia zróżnicowania struktury jakościowej surowca świerkowego oraz przeprowadzono analizę częstotliwości występowania wad drewna z uwzględnieniem ich struktury rodzajowej, w zależności od wysokości nad poziomem morza i wystawy.

## Materiał i metody

Badania prowadzono na 20 powierzchniach próbnych położonych w Sudetach i Karpatach. Na terenie Sudetów założono 8 powierzchni, a w Karpatach – 12. Drzewostany, w których znajdowały

się powierzchnie próbne, charakteryzowały się zróżnicowanymi cechami taksacyjnymi. Ich wiek zawierał się w przedziale od 95 do 150 lat, a zadrzewienie wynosiło od 0,5 do 1,3. Badane drzewostany rosły na siedliskach BWG, BG, BMG, LMG i LG na wysokości od 500 do 1360 m n.p.m. Miały również różne wystawy. Każda powierzchnia miała wielkość 1 ha. Powierzchnie lokalizowano w miejscach najbardziej reprezentatywnych dla warunków panujących w drzewostanie pod względem cech taksacyjnych i jakości świerkowego surowca drzewnego.

Na powierzchniach badawczych pomierzono pierśnicę każdego drzewa o grubości co najmniej 7 cm, wysokość każdego drzewa oraz określono klasyfikację surowca na pniu z podaniem klasy lub grupy jakościowo-wymiarowej, a także ustalono rodzaj i odmianę wad. Zgodnie z zasadami klasyfikacji drewna wielkowymiarowego iglastego [Ramowe... 1993; Warunki... 2002] w odziomkowej części pnia o długości 4 metrów (mierzonej od podstawy pnia) zwracano uwagę na obecność sęków, a zwłaszcza na ich średnicę i formę skupienia (występujące tylko w okółkach czy również poza nimi). Pozostałe wady, uwzględnione w Warunkach technicznych [2002], brano pod uwagę na całej widocznej długości pnia. Wady położone na pniu do wysokości 2 metrów mierzono zgodnie z zasadami pomiaru zawartymi w normie PN-79/D-0104 [1980]. Rozmiary wad znajdujących się na pniu powyżej 2 metrów od powierzchni gruntu zgodnie z zasadami szacunków brakarskich – szacowano.

W dalszym etapie prac powierzchnie badawcze zgrupowano na położone w reglu dolnym i górnym. Cały materiał pochodzący z regła dolnego podzielono dodatkowo na część niską i wysoką [Sikorska 1999a]. Badane drzewostany podzielono także na rosnące na wystawie północnej (N), południowej (S), wschodniej (E) i zachodniej (W). Powierzchnie o wystawach pośrednich włączono do ekspozycji głównych. Dla tak pogrupowanego materiału dokonano zestawień średnich miąższości [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ] w klasach i grupach jakościowo-wymiarowych surowca oraz obliczono ich udziały procentowe. Materiał ten również analizowano, biorąc pod uwagę strukturę rodzajową wad. Ze względu na to, że często na jednym pniu występowało kilka rodzajów lub odmian wad, które wpływały na wynik klasyfikacji jakościowo-wymiarowej, sumy udziałów poszczególnych rodzajów wad w grupach drzewostanów często przekraczają 100%. W kolejnym etapie przeprowadzono analizy statystyczne z zastosowaniem testu  $\chi^2$ , badając istotność różnic w strukturze jakościowo-wymiarowej surowca drzewnego pochodzącego z poszczególnych lokalizacji wysokości nad poziomem morza i wystawy.

## Wyniki

**WYSOKOŚĆ NAD POZIOMEM MORZA.** W ośrodku sudeckim miąższość wszystkich klas i grup drewna, a także ich zasobność, były większe w drzewostanach regła dolnego (tab. 1). W ośrodku karpackim obraz był bardziej zróżnicowany. W reglu dolnym stwierdzono mniejszą miąższość drewna klas WC i WD oraz wszystkich grup drewna średniowymiarowego. Obraz obu tych ośrodków wpłynął na strukturę w całym zasięgu. Dane uzyskane z ośrodka sudeckiego bardziej wpłynęły na miąższości klas drewna wielkowymiarowego (z wyjątkiem klasy WD), natomiast wyniki z ośrodka karpackiego wpłynęły na miąższość drewna grup średniowymiarowych. Biorąc pod uwagę podział regła dolnego na część niską i wysoką, na większych wysokościach stwierdzono większą średnią miąższość drewna o bardzo dobrej jakości (klas WA i WB1 oraz grupy S1), ale również klasy WC i grupy S2 oraz wyższą zasobność ogółem drzewostanów w stosunku do części niskiej.

Porównanie struktury jakościowo-wymiarowej surowca z poszczególnych ośrodków i całego zasięgu według wysokości nad poziomem morza wykazało brak różnic statystycznie istotnych w 16 przypadkach (tab. 2). Pozostałe porównywane grupy drzewostanów różniły się istotnie.

Tabela 1.

Srednia miąższość [m<sup>3</sup>/ha] klas i grup jakościowo-wymiarowych surowca w zależności od wysokości nad poziomem morza  
Average volume [m<sup>3</sup>/ha] of timber in quality and size classes and groups depending on the altitude

	WA	WB	WC	WD	WB1	S1	S2	S3	S4	W	S	M	Łącznie
Sudety													
RD	46,75	48,00	276,61	5,03	7,87	3,34	18,13	0,03	9,99	384,25	31,48	2,65	418,38
RG	10,80	31,90	240,18	1,98	0,28	1,22	14,16	0,00	9,56	285,14	24,93	1,56	311,62
Karpaty													
RD	54,49	36,79	309,90	2,35	15,64	0,41	12,15	0,00	3,54	419,17	16,09	2,08	437,34
RG	17,44	23,45	312,96	6,88	2,49	2,61	18,09	0,09	10,54	363,21	31,32	2,78	397,31
Zasięg południowo-zachodni													
RD	51,17	41,60	295,63	3,50	12,31	1,66	14,71	0,01	6,30	404,21	22,69	2,33	429,22
RG	15,23	26,27	288,70	5,24	1,75	2,14	16,78	0,06	10,21	337,19	29,19	2,37	368,75
RD niski	50,55	49,37	240,27	4,28	9,06	1,13	12,8	0,00	7,57	353,54	21,50	1,86	376,90
RD wysoki	51,52	37,27	326,38	3,06	14,11	1,96	15,12	0,00	5,60	432,35	22,67	2,99	458,01

Objaśnienia: WA, WB, WC, S1 – surowiec świerkowy klas WA0, WB0, WC0 i S10; WB1 – surowiec świerkowy odpowiadający drewnu specjalnemu – łuszczańskiemu; WD, S2, S3, S4, M – surowiec świerkowy odpowiadający drewnu WD oraz grupie S2, S3, S4 i M; W – drewno wielkowymiarowe łącznie, S – drewno średniowymiarowe łącznie [Polska... 1993a, b]; RD – regiel dolny, RG – regiel górny, RD niski – regiel dolny części niskiej, RD wysoki – regiel dolny części wysokiej  
Description: WA, WB, WC, S1 – spruce timber of classes WA0, WB0, WC0 and S10; WB1 – spruce timber corresponding to veneer wood; WD, S2, S3, S4, M – spruce timber equivalent to the timber class WD and group S10, S2, S3, S4 and M; W – large-sized wood, total; S – medium-sized wood, total; S – medium-sized wood, total [Polska... 1993a, b]; RD – lower montane zone, RG – upper montane zone, RD niski – lower montane zone, low part, RD wysoki – lower montane zone, high part

Tabela 3.

Srednia miąższość [m<sup>3</sup>/ha] klas i grup jakościowo-wymiarowych surowca w zależności od wystawy zasięgu południowo-zachodnim  
Average volume [m<sup>3</sup>/ha] of timber in quality and size classes and groups depending on the exposure in the south-western range

	Wystawa	WA	WB	WC	WD	WB1	S1	S2	S4	W	S	M	Łącznie
N	47,92	30,69	302,67	3,08	8,79	1,35	12,46	5,11	393,15	18,93	2,03	412,08	
S	27,45	22,95	310,09	8,37	5,20	1,36	14,88	12,01	374,07	28,25	2,68	402,32	
E	49,72	60,85	286,46	1,07	11,56	0,10	17,59	5,41	409,64	23,09	2,51	432,73	
W	30,62	65,53	240,30	1,90	15,27	5,22	22,17	9,16	353,62	36,55	2,36	390,17	

Objaśnienie jak na rycinie 3; description as in figure 3

W badanych drzewostanach świerkowych wykazano spadek udziału procentowego drewna najlepszych klas WA, WB i WB1 w drzewostanach regla górnego w stosunku do regla dolnego (ryc. 1). Sytuacja odwrotna dotyczyła udziału drewna klasy WC oraz grup S2 i S4. Spadek

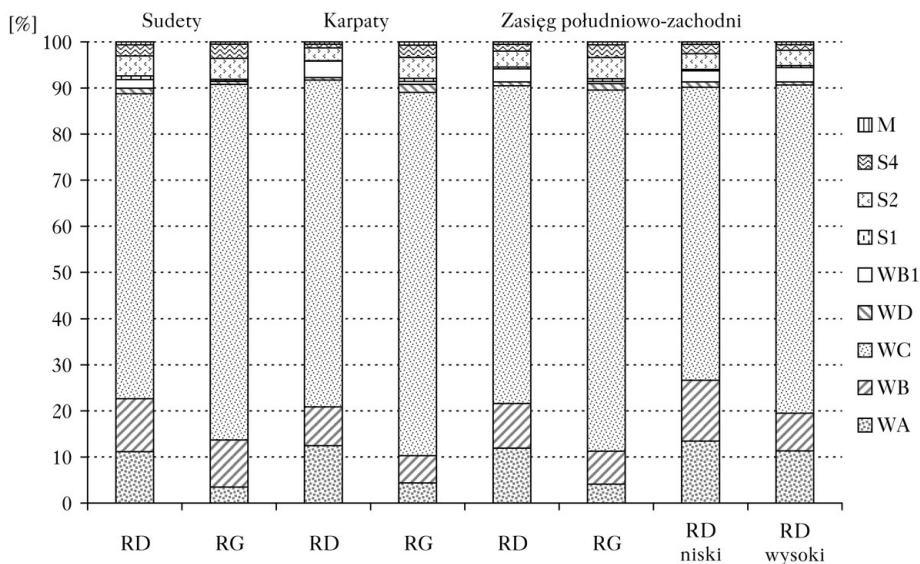
Tabela 2.

Wyniki testu  $\chi^2$  (prawdopodobieństwo) dla struktury surowca w zależności od wysokości nad poziomem morza w poszczególnych ośrodkach i zasięgu południowo-zachodnim  
 $\chi^2$  test results (probability) for the structure of timber depending on the altitude in various regions and in the south-western range

Regle	SRD	SRG	KRD	KRG	GRD	GRG	GRD niski	GRD wysoki
SRD								
SRG	0,0000							
KRD	0,1190*	0,0137						
KRG	0,0087	0,7784*	0,0000					
GRD	0,9720*	0,0000	0,9968*	0,0011				
GRG	0,0077	0,9679*	0,0000	0,9999*	0,0002			
GRD niski	0,9803*	0,0721	0,8047*	0,0357	0,9833*	0,0534		
GRD wysoki	0,8287*	0,1274*	0,9994*	0,1695*	0,9999*	0,2049*	0,7191*	

Objaśnienia: SRD – regiel dolny ośrodka sudeckiego, SRG – regiel górny ośrodka sudeckiego, KRD – regiel dolny ośrodka karpackiego, KRG – regiel górny ośrodka karpackiego, GRD – regiel dolny zasięgu południowo-zachodniego, GRG – regiel górny zasięgu południowo-zachodniego, GRD niski – regiel dolny część niska zasięgu południowo-zachodniego, GRD wysoki – regiel dolny część wysoka zasięgu południowo-zachodniego; \* brak istotnych statystycznie różnic.

Description: SRD – lower montane zone in the Sudeten region, SRG – upper montane zone in the Sudeten region, KRD – lower montane zone in the Carpathian region, KRG – upper montane zone in the Carpathian region, GRD – lower montane zone in the south-western range, GRG – upper montane zone in the south-western range, GRD niski – lower montane zone, the low part of the south-western range, GRD wysoki – lower montane zone, the high part of the south-western range; \* the lack of statistically significant differences.



Ryc. 1.

Struktura jakościowo-wymiarowa surowca świerkowego w zależności od wysokości nad poziomem morza w ośrodkach sudeckim i karpackim oraz całym zasięgu południowo-zachodnim

The quality and size structure of timber depending on the altitude in individual regions and the entire south-western range

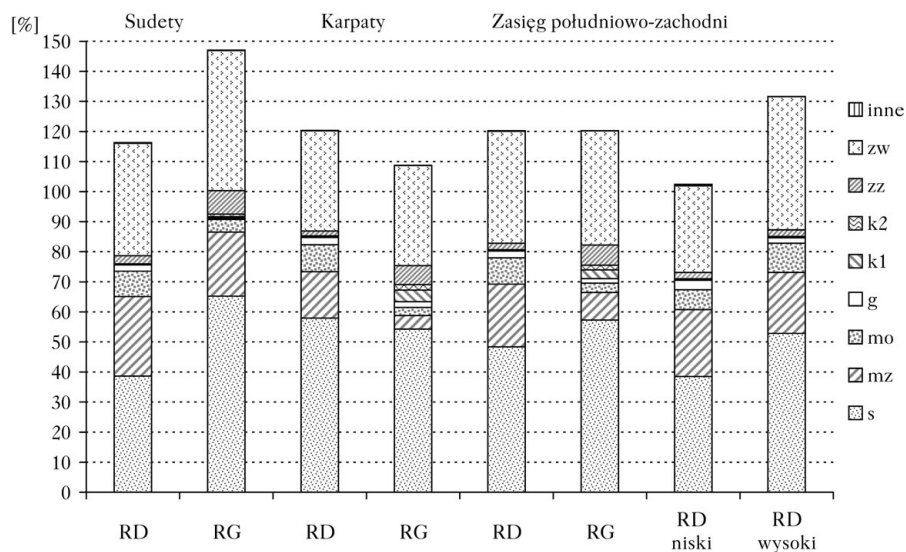
Objaśnienia jak w tabeli 1; description as in table 1

udziału surowca klas WA i WB odnosił się również do drzewostanów regla dolnego części wysokiej w porównaniu z częścią niską. Udział drewna klasy WB1 w reglu dolnym części wysokiej był natomiast nieco większy w stosunku do części niskiej.

W całym zasięgu południowo-zachodnim świerka stwierdzono większy udział drzew z wadami w reglu górnym (63,6%) w porównaniu z regłem dolnym (56,6%). Wpływ na taką zależność miał ośrodek sudecki, w którym również zaobserwowano taką tendencję (regiel dolny – 48,7% drzew z wadami, regiel górny – 70,4%). Natomiast w ośrodku karpackim w reglu górnym stwierdzono mniejszy udział drzew wadliwych (61,1%) w porównaniu z drzewostanami położonymi niżej (65,1%). Porównując część niską i wysoką regla dolnego na terenie całego zasięgu wykazano większy udział drzew z wadami w części wysokiej (60,6%) niż w niskiej (55,2%).

W ośrodkach sudeckim i karpackim można było zauważyć tendencję spadku wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza udziału drzew z martwicami (zarośniętymi i otwartymi) i guzami oraz wzrost częstotliwości drzew z krzywiznami (jednostronną i dwu- lub wielostronną) i zgniliznami (ryc. 2). Cechą różniącą te ośrodki były zmiany udziału drzew z sękami otwartymi. W Sudetach udział ten rósł wraz z wysokością nad poziom morza, natomiast w Karpatach nieznacznie malał. Biorąc pod uwagę cały zasięg południowo-zachodni, zarówno w zakresie regli, jak i części niskiej i wysokiej regla dolnego, można było zauważyć wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza zwiększoną częstotliwość występowania drzew z sękami otwartymi, krzywiznami i zgniliznami, natomiast odwrotną zależność odnośnie drzew wykazujących oznaki obecności martwic zarośniętych oraz drzew z guzami.

WYSTAWA. Największą łączną miąższość drewna najlepszej jakości (klasy WA, WB, WB1 i S1) charakteryzowały się drzewostany o wystawie wschodniej (122 m<sup>3</sup>/ha), odznaczające się również naj-



Ryc. 2.

Udział drzew z poszczególnymi rodzajami wad w zależności od wysokości n.p.m.

Frequency of trees with wood defects depending on the altitude above sea level

Objaśnienia: s – sęki otwarte; mz – martwica zarośnięta; mo – martwica otwarta; g – guzy; k1 – krzywizna jednostronna; k2 – krzywizna dwu- lub wielostronna; zz – zgnilizna zewnętrzna; zw – zgnilizna wewnętrzna; RD – regiel dolny; RG – regiel górny; RD niski – regiel dolny część niska; RD wysoki – regiel dolny część wysoka

Descriptions: s – open knots; mz – overgrown scars; mo – open scars; g – burls; k1 – one-sided curvature; k2 – two-sided and compound curvature; zz – external rot; RD – lower montane zone; RG – upper montane zone, RD niski – lower montane zone, the low part, RD wysoki – lower montane zone, the high part

większą zasobnością ogółem. Najmniejszą miąższość wymienionych klas ( $57 \text{ m}^3/\text{ha}$ ), wykazały przy stosunkowo niskiej zasobności drzewostany o wystawie południowej (tab. 3). W drzewostanach o wystawie południowej stwierdzono również najwyższą średnią miąższość słabego jakościowo drewna klasy WD i grupy S4. Wystawa zachodnia, przy małej zasobności, charakteryzowała się jednak najwyższą średnią miąższością drewna klas WB i WB1. Stwierdzono istnienie różnic statystycznie istotnych między średnią miąższością poszczególnych klas i grup surowca oszacowanych w drzewostanach o różnych wystawach (tab. 4).

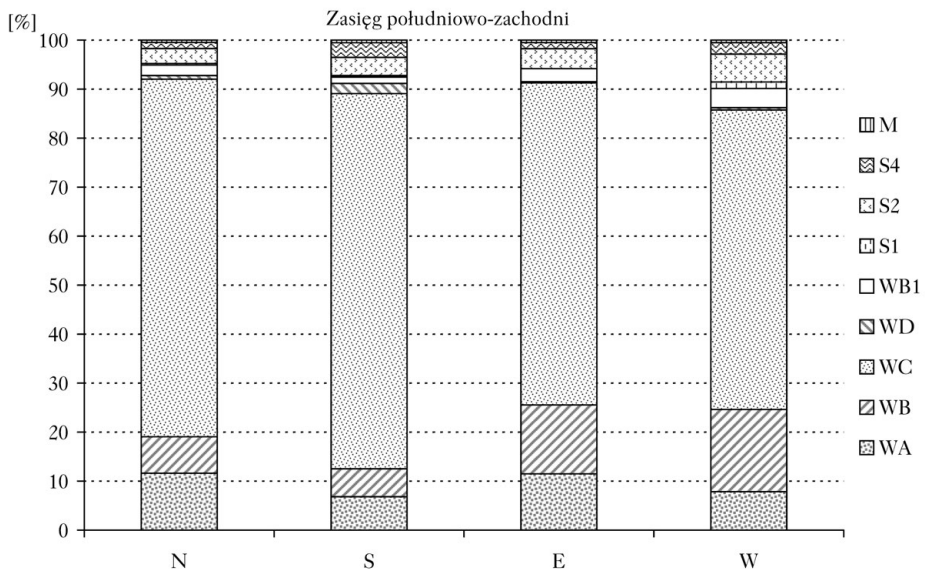
W analizowanym materiale zaznaczył się spadek łącznego udziału drewna klas WA, WB i WB1 w kierunku od wystawy zachodniej poprzez wschodnią, północną do południowej (ryc. 3). Można natomiast stwierdzić wzrost udziału klas WC i WD (łącznie) biorąc pod uwagę wystawy wschodnią i zachodnią w porównaniu z wystawą północną i południową.

Tabela 4.

Wyniki testu  $\chi^2$  (prawdopodobieństwo) dla struktury surowca w zależności od wystawy w zasięgu południowo-zachodnim

$\chi^2$  test results (probability) for the structure of timber depending on the exposition in the south-western range

Wystawa	N	S	E	W
N				
S	0,0002			
E	0,0000	0,0000		
W	0,0000	0,0000	0,0001	



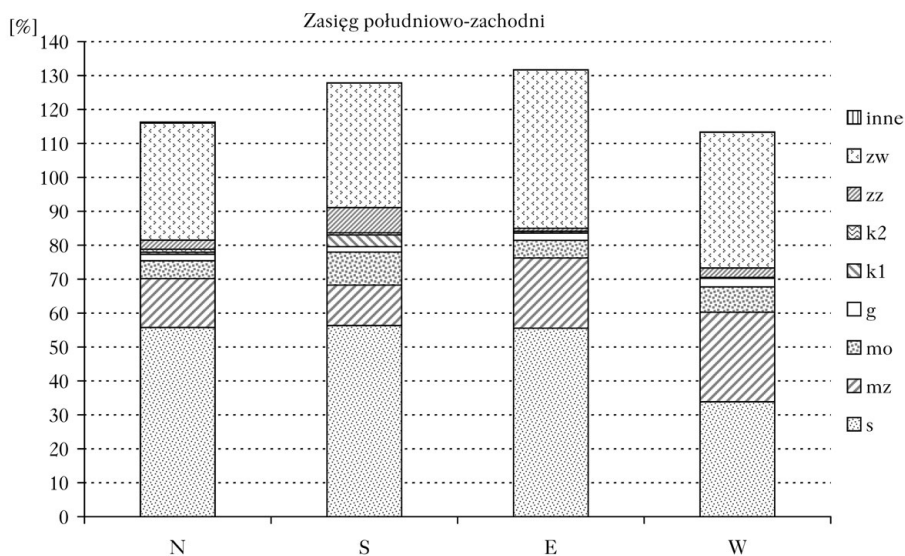
Ryc. 3.

Struktura jakościowo-wymiarowa surowca w zależności od wystawy

The quality and size structure of timber depending on exposition

Objaśnienia: WA, WB, WC, S1 – surowiec świerkowy klas WA0, WB0, WC0 i S10; WB1 – surowiec świerkowy odpowiadający drewnu specjalnemu – luszczarskiemu; WD, S2, S3, S4, M – surowiec świerkowy odpowiadający drewnu WD oraz grupie S2, S3, S4 i M [Polska Norma... 1993a, 1993b]; N – wystawa północna; S – wystawa południowa; E – wystawa wschodnia; W – wystawa zachodnia

Description: WA, WB, WC, S1 – spruce timber of classes WA0, WB0, WC0 and S10; WB1 – spruce timber corresponding to veneer wood; WD, S2, S3, S4, M – spruce timber equivalent to the timber class WD and group S10, S2, S3, S4 and M [Polska Norma 1993a, b]; N – northern slope; S – southern slope; E – eastern slope; W – western slope



Ryc. 4.

Udział drzew z poszczególnymi rodzajami wad w zależności od wystawy

Frequency of trees with wood defects depending on exposition

Objaśnienia jak na rycinie 2; description as in figure 2

Na badanych powierzchniach największy udział drzew z wadami wykazano na stokach o wystawie południowej (66,3%), a następnie wschodniej (63,1%) i północnej (62,2%). Wyraźnie najmniejszą częstotliwością takich drzew charakteryzowały się drzewostany o wystawie zachodniej (43,0%). Drzewostany rosnące na stokach zachodnich cechowały się najmniejszym udziałem drzew z sękami otwartymi, natomiast drzewostany z pozostałych wystaw wykazywały zbliżoną częstotliwość występowania drzew z tą wadą (ryc. 4). Na wystawie południowej odnotowano najczęstsze występowanie drzew z sękami, martwicami otwartymi, krzywiznami (obu odmian łącznie) i zgniliznami zewnętrznymi. W drzewostanach o wystawie wschodniej odnotowano najwięcej drzew ze zgnilizną wewnętrzną, natomiast o wystawie zachodniej – z martwicami zarośniętymi.

## Dyskusja

Zasady Hodowli Lasu [2000] zalecają, aby wprowadzać świerka do drzewostanów regla dolnego w udziale 20 do 50% (w zależności od siedliska i warunków mikroklimatycznych). W reglu górnym zaleca się zwiększenie udziału nawet do 90% (na siedlisku BWG). Przydatność świerczyn regla górnego do produkcji drewna wysokiej jakości jest jednak silnie ograniczona. Świerk wykształca tu strzały słabej jakości, głównie ze względu na ich silne uszczerbienie. W związku z tym drzewostany regla górnego pełnią z reguły funkcje ochronne, a nie produkcyjne. W reglu dolnym świerk znajduje lokalnie warunki do kształtowania drzewostanów o najwyższej jakości surowca. Badania Barszcz i Michalca [2003] oraz Barszcz [2004] wykazały, że drzewostany dolnoreglowe charakteryzują się dobrą jakością surowca w porównaniu z wyżej położonymi. Rezultaty wyżej cytowanych badań zostały potwierdzone w niniejszej pracy. Badane drzewostany regla dolnego wykazały lepszą jakość surowca niż w reglu górnym wyrażoną przez udział klas dobrej jakości (WA, WB, WB1). Niniejsze badania nie potwierdziły jednak całkowicie opinii innych autorów [Sikorska 1999a, b; Barszcz 2004], że drzewostany wysokiego regla dolnego

są jakościowo lepsze od drzewostanów niżej położonych. W wyższych położeniach regla dolnego stwierdzono co prawda większą miąższość/ha drewna klas WA i WB1 oraz grupy S1, a także zasobności ogółem, jednak ilość drzew z wadami i ogólna struktura jakości surowca była lepsza w drzewostanach niskiego regla dolnego.

W badanych drzewostanach regla górnego, szczególnie w Sudetach, stwierdzono w porównaniu z reglem dolnym zwiększony wpływ sęków i krzywizn na wynik klasyfikacji jakościowej surowca. Ustalenia te są zgodne z wynikami badań Danielewicz i Pawlaczyka [1998], którzy podają, że świerki w reglu górnym (zwłaszcza w jego wyższych częściach) ulegają charakterystycznym deformacjom morfologicznym. Wytwarzają one silnie zbieżyste i krzywe pnie z nisko osadzoną koroną i długo utrzymującymi się martwymi gałęziami. W niniejszych badaniach stwierdzono również zwiększony udział drzew z sękami w drzewostanach wysokiego regla dolnego w porównaniu z jego niską częścią. Wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza wykazano spadek udziału drzew z martwicami. Jest to prawdopodobnie spowodowane większą intensyfikacją prac pozyskaniowych w drzewostanach niżej położonych, co z kolei wpływa na większy stopień uszkodzeń drzew podczas obalania i zrywki.

W przedstawionych tu badaniach stwierdzono, że w części wysokiej regla dolnego wystąpił stosunkowo duży udział drzew ze zgnilizną. Wyniki te potwierdziły rezultaty badań prowadzonych na terenie Beskidów w reglu dolnym przez Barszcz i Rutkowską [1997]. Cytowane autorki stwierdziły wzrost stopnia porażenia drzew przez zgnilizny wewnętrzne wraz ze wzrostem wysokości nad poziom morza. Uzyskana częstotliwość występowania drzew z sękami i zgniliznami w zależności od wysokości n.p.m. przeczy opinii o bardzo dobrej jakości drzewostanów regla dolnego części wysokiej [Sikorska 1999a, b]. Jest natomiast zgodna z rezultatami otrzymanymi przez Barszcz [2004], która wykazała zwiększony udział drzew ze zgniliznami wewnętrznymi w drzewostanach regla dolnego części wysokiej w porównaniu z częścią niską w Beskidzie Śląskim i Żywieckim.

Zawada [1973] prowadząc badania na niewielkim obszarze, tj. tylko na zboczach Romanki w Beskidzie Żywieckim, stwierdził, że najgorsze warunki wzrostu dla drzewostanów świerkowych panują (w porównaniu z innymi ekspozycjami) na stokach zachodnich. Zjawisko to tłumaczy wpływem klimatu, a w szczególności wiatrów przynoszących mgłę, która przy niskiej temperaturze zamarza na koronach powodując obłamywanie gałęzi i wierchołków. Natomiast według cytowanego autora drzewostany rosnące na stokach północnych i wschodnich, zwłaszcza w wyższych położeniach górskich (powyżej 900 m. n.p.m.), najbardziej narażone są na śniegołomy. Z kolei Rottman [za Modrzyńskim 1998] stwierdza, że szkody na stokach zawietrznych (wschodnich) są większe niż na stokach nawietrznych (zachodnich). Według cytowanego autora spowodowane to jest strącaniem przez wiatr śniegu osiadającego na gałęziach. Na stokach nawietrznych większe są natomiast szkody od szadzi.

Uzyskane w niniejszej pracy wartości średniej miąższości drewna klas WB i WB1 oraz grupy S1, łączny udział procentowy tych klas oraz obciążenie drzew wadami jednoznacznie wskazują na lepszą jakość surowca pochodzącego z drzewostanów rosnących na zboczach o wystawie zachodniej. Analizując wymienione powyżej parametry jakościowe można stwierdzić, że dobry był również surowiec z drzewostanów rosnących na stokach wschodnich, natomiast najłabszy ze stoków południowych. Zbliżone wyniki uzyskała Barszcz [2004]. Stwierdziła ona, że najlepszą jakością charakteryzowały się drzewostany o wystawie północno-zachodniej, a znacznie gorszą jakość wykazały drzewostany wystawy południowo-wschodniej.

Feliksik [1972] cytując Lundegarda twierdzi, że świerk rosnący na nizinach dobrze znosi ocienienie. W górach jednak ze względu na niedostatek ciepła wzrastają jego wymagania świat-



lne. Może to sugerować, że świerki rosnące na północnych ekspozycjach mają najmniej korzystne warunki. Rubner [1960] ustalił, że świerk rosnący na terenie Gór Dynarskich unika zarówno ekspozycji południowych, które narażone są na silne promieniowanie słoneczne, jak i ekspozycji północnych, ze względu na niekorzystny wpływ suchych, północnych wiatrów. W niniejszych badaniach drzewostany rosnące na stokach o wystawie południowej i północnej również charakteryzowały się słabą jakością określoną średnią miąższością drewna klas WB i WB1 oraz łącznym udziałem drewna klas dobrej jakości (WA, WB i WB1). Jednak ze względu na odmienne warunki klimatyczne i położenie geograficzne drzewostanów badanych przez Rubnera, wyników uzyskanych przez tego autora nie należy w pełni adaptować do naszych. Analizując zgnilizny wewnętrzne stwierdzono, że najmniejszym stopniem opianowania przez tę wadę charakteryzowały się drzewostany rosnące na zboczach o wystawie północnej, natomiast najniższą zdrowotność wykazały drzewostany z wystawy wschodniej. Wyniki te potwierdziły częściowo badania Schönchara [1989]. Stwierdził on, że najmniej narażone na zgnilizny były drzewostany rosnące na wilgotnych stokach północnych. Jego rezultaty wykazały jednak, że najbardziej porażone tą wadą były świerki rosnące na stokach południowych.

## Wnioski

- ✦ W odpowiednich warunkach regla dolnego, w których drzewostany świerkowe nie są poważnie zagrożone przez wiatr lub czynniki biotyczne, można uzyskać wysokiej jakości surowiec drzewny.
- ✦ Biorąc pod uwagę ekspozycję stwierdzono, że najlepszą jakością surowca charakteryzowały się drzewostany rosnące na stokach zachodnich, natomiast najniższą – drzewostany ze stoków południowych. W związku z tym na ekspozycjach południowych należałoby proponować wprowadzanie świerka w drzewostanach mieszanych z gatunkami bardziej odpornymi na suszę i silne nasłonecznienie.

## Literatura

- Barszcz A. 2004. Zróżnicowanie wartości użytkowej surowca drzewnego lasów Żywiecczyzny. Sprawozdanie końcowe z badań. Projekt badawczy nr P06L 015 21. AR, Kraków.
- Barszcz A., Rutkowska L. 1997. Badania nad wpływem wybranych czynników zewnętrznych oraz cech drzew na kształtowanie się wad pierwotnych w surowcu świerkowym. *Zesz. Nauk. AR. Leśnictwo*. 326 (26): 5-24.
- Barszcz P., Michalec K. 2003. Związki między wysokością nad poziomem morza i typem ugałęzienia a wybranymi cechami drzew i drewna świerka pospolitego (*Picea abies* [L.] Karst.). *Acta Scientiarum Polonorum, Leśnictwo i Drzewnictwo* 2 (2): 5-18.
- Danielewicz W., Pawlaczek P. 1998. Ekologia. Rola świerka w strukturze i funkcjonowaniu fitocenoz. W: Boratyński A., Bugała W. [red.] *Biologia świerka pospolitego*. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań. 359-426.
- Feliksik E. 1972. Studia dendroklimatyczne nad świerkiem (*Picea excelsa* L.). Część I. Badania nad świerkiem z Lasu Gąsienicowego w Tatrach. *Acta Agraria et Silvestria. Ser. Silvestris* 12: 39-70.
- Leśnictwo 2009. GUS, Warszawa.
- Modrzyński J. 1998. Nieprawidłowe zależności między udziałem drewna późnego i przyrostem grubości drzewostanów świerkowych (*Picea abies* (L.) Karst.) w Karkonoskim Parku Narodowym a wzniesieniem nad poziom morza. *Roczniki AR Poznań. Leśnictwo*. 23: 103-123.
- Polska Norma PN-79/D-01011. 1980. Drewno okrągłe. Wady. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa.
- Polska Norma PN-91/D-95018. 1993b. Drewno średniowymiarowe. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa.
- Polska Norma PN-93/D-02002. 1993a. Surowiec drzewny. Podział, terminologia i symbole. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa.
- Ramowe warunki techniczne na drewno łuszczarskie. 1993. GDLP, Warszawa.
- Rubner K. 1960. *Die Pflanzengeographischen Grundlagen des Waldbaues*. Neuman Verlag, Radebeul und Berlin.
- Schönhar S. 1989. *Pilze als Schaderreger*. W: Schmidt-Vogt H. *Die Fichte*. Band II/2 – Krankheiten. Schäden. Fichtensterben. Paul Parey, Hamburg und Berlin.
- Sikorska E. 1999a. Siedliska leśne. Cz. II. Siedliska obszarów wyżynnych i górskich. AR Kraków.

Sikorska E. 1999b. Aktualne problemy typologii leśnej na terenach wyżynnych i górskich. *Sylwan* 143 (11): 89-97.

Tomanek J. 1970. Botanika leśna. PWRiL, Warszawa.

Warunki techniczne – Drewno wielkowymiarowe iglaste. 2002. Załącznik nr 1 do zarządzenia DGLP, Warszawa. *Zasady Hodowli Lasu*. 2000. DGLP, Warszawa.

Zawada J. 1973. O rozwoju świerków na zboczach nawietrznych Romanki. *Sylwan* 117 (11): 56-64.

## SUMMARY

### The effect of altitude and exposure on the quality of spruce timber

Mountain regions are the main natural ranges of spruce forests in Poland. In spite of the fact that spruce forests generally occur in the upper montane zone, lower montane forests often produce better quality timber. The quality of spruce timber in mountain areas is associated with altitude and exposure of the terrain where these stands grow. The attempt of this study was to determine the differences in the quality of spruce timber and to analyse the frequency of occurrence of wood defects and their structure depending on altitude and exposure.

The studies were carried out on 20 sample plots located in the Sudety and Carpathian regions. On the selected plots the following parameters were measured: diameter at breast height of each tree with a diameter of over 7 cm, height of each tree. Also the quality of standing timber was classified, distinguishing the quality and size classes or groups of timber and all kinds and varieties of wood defects were identified and measured.

In the further stage of the research, the sample plots were grouped into those located in the lower and those located in the upper montane zones. As regards exposure, stands were classified into those growing on northern (N), southern (S), eastern (E) and western (W) slopes. For such groupings of stands, the mean volumes [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ] of timber in quality and size classes and groups were determined and their percentage shares were calculated. This material was also analysed for the defect type structure.

The analyses showed that in the Sudety region the volume of all classes and groups of timber per hectare, as well as of the standing timber was higher in the lower than in the upper montane zone (tab. 1). In the Carpathian region, the volume of timber of WC and WD classes and all medium-sized wood groups in the stands of the lower montane zone was smaller compared to the stands in the upper montane zone.

The investigated stands (in the Sudety and Carpathian regions and in the south-western range as a whole) showed a decrease in the percentage share of timber of the best quality classes WA, WB and WB1 in the stands of the upper montane zone compared to the lower montane zone (fig. 1). In the Sudety and Carpathian regions, the share of trees with injuries (overgrown and open scars) and burls decreased with the increasing altitude, while the frequency of trees with curvatures (one-sided, two-sided and compound) and rots increased (fig. 2).

The stands growing on the eastern slopes were characterized by the largest total volume per hectare (ca.  $122 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) of the highest quality timber (classes WA, WB, WB1 and S1) and the highest total volume of standing timber. The stands on the southern slopes, with a relatively small volume of standing timber, revealed the smallest volume per hectare (ca.  $57 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) in the above-mentioned classes (tab. 3).

The examined material indicated a decrease in the total share of timber of classes WA, WB and WB1 from the western through northern to southern slopes (fig. 3). Stands growing on the western slopes were characterised by the lowest share of trees with open scars, while the stands from other exposures showed a similar frequency of trees with this kind of defect (fig. 4). Trees

with knots, open scars, curvatures and external rots were most common in the analysed groups of stands on the southern slopes. The highest number of trees with internal rots was recorded in the stands growing on the eastern slopes, while trees with overgrown scars – on the western slopes.

High-quality spruce timber can be obtained under the favourable conditions of the lower montane zone, where stands are not very exposed to the wind action or biotic factors. With regard to slope exposure, forest stands growing on the western slopes were found to produce the best quality timber, while the stands from the southern slopes – the poorest. It is therefore recommended that spruce be introduced to stands on the southern slopes in a mixture with the species more resistant to drought and strong insolation.