
ZESZYTY NAUKOWE
WYŻSZEJ SZKOŁY PEDAGOGICZNEJ W BYDGOSZCZY

Studia Techniczne 1993 z. 16

JERZY BUCHOLZ, JAROSŁAW METKOWSKI, EWA SŁOWIŃSKA

ATR w Poznaniu

MECHANICZNE I TECHNOLOGICZNE WŁAŚCIWOŚCI DREWNA SOSNOWEGO POCHODZĄCEGO Z DRZEWOSTANÓW BORÓW TUCHOLSKICH OBJĘTYCH SZKODAMI LEŚNYMI

Geneza zagadnienia

Za główny czynnik sprawczy skażenia środowiska naturalnego i postępującej jego degradacji uważa się emisje przemysłowe [1, 2, 5, 8, 26]. W Polsce zjawisko to zostało dodatkowo spotęgowane masowym występowaniem brudnicy mniszki (*Lymantria monacha L.*), szkodami spowodowanymi przez śniego- i wiatrołomy oraz nasilającym się występowaniem szkodników wtórnych i chorób grzybowych.

Spośród lotnych substancji toksycznych największe zagrożenie dla życia biologicznego stanowią: dwutlenek siarki i tlenki azotu [1, 2, 5, 8, 16, 26]. Związki te, emitowane w ogromnych ilościach w rejonach wielkich aglomeracji osiedlowo-przemysłowych, wynoszone są do górnych warstw atmosfery, stąd przenoszone są transgranicznie na bardzo duże odległości.

Wyniki wielkopowierzchniowej inwentaryzacji stanu zdrowotnego i sanitarnego lasów w Polsce, według danych na 30 września 1985 roku wskazują, że udział drzew zdrowych wynosił 88%, drzew osłabionych — 10%, zaś udział drzew silnie osłabionych i obumierających — 2% [25]. Stan zdrowotny lasów

na obszarze Polski jest mocno zróżnicowany, lokalnie niekiedy wręcz katastrofalny (np. Sudety Zachodnie).

Problematyka obejmująca: ekofizjologiczne aspekty zamierania drzewostanów, kształtowanie się ich stanu zdrowotnego i sanitarnego, a także — wpływ emisji na fizyczne, chemiczne, mechaniczne i technologiczne właściwości drewna, stanowiła w piśmiennictwie europejskim i polskim przedmiot wielu prac i publikacji.

W zakresie badań wpływu emisji na strukturę drewna i na jego wybrane właściwości fizyko-mechaniczne, na szczególne wyeksponowanie zasługują prace takich autorów, jak: Wagenführ [28], Blossfeld i Meyer [3], Böttcher [4], Buchholz, Cegiel i Hruzik [5, 6], Buchholz i Metkowski [7], Bučko, Krutel i Pożgaj [8], Dziewanowski [9, 10], Frühwald, Schwab, Mehlinger i Krause [11], Hapla [14, 15], Kovař [17], Kroth [18], Kufner i Schulz [19], Schober [20], Schulz [21, 22], Spława-Neyman [26, 27] oraz Zygmunt, Dziedzic i Spława-Neyman [29].

Wyniki badań prezentowanych w wielu publikacjach upoważniają do konkluzji, że w zasadzie drewno z drzew porażonych wykazuje te same, lub bardzo zbliżone właściwości mechaniczne i użytkowe co drewno z drzew zdrowych. Można zatem zakres jego stosowania uznać praktycznie za nieograniczony.

Jedynie Bučko, Krutel i Pożgaj [8] oraz Kovař [17] wskazują na pewien spadek mechanicznych właściwości drewna świerkowego porażonego emisjami w porównaniu z drewnem z drzew zdrowych w aspekcie jego przydatności do produkcji tarcicy, płyt pilśniowych i wiórowych oraz celulozy.

Większość prac z przedmiotowego zakresu wykonanych w Polsce, dotyczyła oznaczania wybranych mechanicznych właściwości drewna sosnowego i świerkowego oraz określenia jego przydatności do stosowania w podstawowych gałęziach przerobu. Istotą tych badań było przede wszystkim ustalenie

skutków masowego żerowania brudnicy mniszki i szkodników wtórnych na kształtowanie się jakości drewna, a także wykazanie strat spowodowanych postępującym uszkodzaniem drzewostanów [6, 7, 9, 10, 26, 27, 29].

Cel i zakres pracy

Uwzględniając wyniki dotychczasowych badań z omawianego zakresu oraz poznawcze i praktyczne aspekty racjonalnego użytkowania drewna, pochodzącego z drzewostanów objętych szkodami leśnymi, wykonano niniejszą pracę, której celem było oznaczenie wybranych techniczno-technologicznych właściwości drewna sosnowego, reprezentującego drzewostany o zróżnicowanej zdrowotności.

Część doświadczalną pracy przeprowadzono w Zakładzie Przemysłu Drzewnego w Wierzchucinie na drewnie sosnowym, pozyskanym z bazy surowcowej Borów Tucholskich. Zgodnie z rezultatami wielkopowierzchniowej inwentaryzacji lasów z 1985 r. drzewostany Borów Tucholskich charakteryzują się udziałem drzew zdrowych poniżej 80% i zaliczane są do baz surowcowych o najwyższym udziale drzew silnie osłabionych i obumierających [25].

Założenia metodyczne i opis przeprowadzonych badań

Badania przeprowadzono na drewnie sosnowym, pozyskanym z drzewostanów uszkodzonych w wyniku długotrwałego skażenia emisjami przemysłowymi, gradacji brudnicy mniszki i opanowanych w znacznym stopniu przez szkodniki wtórne (grzyby i owady), a także na drewnie pochodzącym z drzew zdrowych, stanowiącym kontrolny materiał porównawczy.

Wskutek kumulującego się działania wielu czynników sprawczych, materiał doświadczalny był wyraźnie zróżnicowany, bowiem oprócz drzew zdrowych, reprezentował drzewa osłabione, obumierające oraz obumarłe na pniu.

Podstawę wyboru materiału doświadczalnego i jego podziału stanowiły:

- a) ocena wizualna surowca, uwzględniająca poza klasyfikacją normatywną: stan kory i stopień jej zrośnięcia z tkanką drzewną, zmiany zabarwienia wywołane przez grzyby, zmiany struktury spowodowane rozkładem drewna, pęknięcia desorpcyjne na obwodzie i uszkodzenia przez owady;
- b) parametry pomiarowe dłuźyc: długość, średnica mierzona w odległości 1 m od odziomka i w połowie długości oraz w cieńszym końcu, długość strefy bez wad widocznych na obwodzie i strefy zawierającej guzy oraz obarczonej sękami;

W oparciu o przyjęte kryteria podziału, wyróżniono dwie grupy materiału doświadczalnego:

- dłuźyc pochodzące z drzew zdrowych;
- dłuźyc pozyskane z drzew posuszowych, a więc drzew obumierających lub obumarłych, o różnym stopniu sinizny i wad towarzyszących, specyficznym dla danej bazy, z uwzględnieniem naturalnego udziału klas jakości.

Wydzielone w ten sposób dłuźyc przecinano na kłody o stałej długości. Z części odziomkowej dłuźyc odpilowano krążki, na podstawie których obliczono wiek drzew i szerokość przyrostów rocznych. Pozyskane kłody przecierano na tarcicę nieobrzynaną o grubości 25 mm. Stanowiła ona materiał wyjściowy do dalszych badań, obejmujących ocenę jakości drewna metodą elementów umownych oraz oznaczenie wybranych właściwości surowca. Próbki do określenia tych właściwości wycinano z desek rdzeniowych, uzyskanych z kłód odziomkowych.

Przyjęty sposób pobierania próbek umożliwił oznaczanie gęstości drewna oraz badanych właściwości mechanicznych i technologicznych na przekroju

pierśnicowym dłużyc, w odległości 1 m od odziomka, co zapewniało porównywalność wyników.

Biorąc pod uwagę znaczne zróżnicowanie cech technicznych drewna na przekroju poprzecznym, spowodowane jego budową anatomiczną, ustalono gęstość drewna, a także rozpatrywane właściwości mechaniczne i technologiczne, oddzielnie dla drewna ze strefy przyobwodowej (bielastej) oraz dla drewna twardego.

Spośród fizycznych właściwości drewna oznaczono: szerokość przyrostów rocznych i gęstość drewna.

Gęstość drewna określono metodą stereometryczną na próbkach o wymiarach $20 \times 20 \times 30$ mm, z dokładnością do 1 kg/m^3 [33].

Zarówno gęstość drewna, jak i jego właściwości mechaniczne ustalono na próbkach o wilgotności $12 \pm 2\%$, zgodnie z wymaganiami polskich norm. W zakresie mechanicznych właściwości drewna oznaczono: moduł sprężystości przy zginaniu statycznym, udarność i wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien. Moduł sprężystości przy zginaniu statycznym i udarność określano na próbkach o wymiarach $20 \times 20 \times 300$ mm, przy rozstawie podpór 240 mm [31, 34]. Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien ustalono na próbkach o wymiarach $20 \times 20 \times 30$ mm [34].

Do określenia technologicznych właściwości drewna przyjęto następujące kryteria: ocenę drewna metodą elementów umownych, nasiąkliwość w wodzie i nasycalność impregnatami oraz właściwą pracę skrawania. Ocena jakości drewna metodą elementów umownych umożliwiła obiektywne wyrażenie udziału drewna bez wad w badanej populacji dłużyc. Posługując się tą metodą ustalono liczbę elementów umownych bez wad, przy założeniu następujących wymiarów elementu modelowego: $25 \times 50 \times 1000$ mm [6].

Nasiąkliwość drewna w wodzie destylowanej i nasycalność impregnatami

oznaczono na próbkach o wymiarach $25 \times 25 \times 10 \text{ mm}$ i o wilgotności drewna 0% [30].

Do określenia nasycalności drewna zastosowano następujące impregnaty:

- wodny roztwór Silignitu *NM*,
- wodny roztwór Fungonitu *NW-2*,
- olej impregacyjny (kreozotowy).

Użyty do badań — 30% roztwór Silignitu *NM* służy do zabezpieczania drewna przed ogniem, zaś 10% roztwór Fungonitu *NW-2* jest stosowany do zabezpieczania drewna przed grzybami, do ochrony przed owadami oraz do zwalczania owadów. Olej impregacyjny znajduje zastosowanie do nasycania drewna narażonego na bezpośredni kontakt z ziemią, głównie podkładów kolejowych.

Właściwą pracę skrawania, wyrażoną ilością energii zużytej w procesie skrawania na zamianę jednostki objętości drewna na wiór, oznaczano na laborometrze wahadłowym, opartym na zasadzie wielokrotnego cięcia. Badania przeprowadzono przy użyciu noża do skrawania swobodnego, o następujących parametrach: kąt ostrza $\beta = 35^\circ$, kąt skrawania $\delta = 60^\circ$. Prędkość skrawania wynosiła 2 m/s , przy grubości wióra $0,15 \text{ mm}$. Dla założonego skrawania swobodnego i kąta spadania $\alpha = 21^\circ 10'$, energia wahadła wynosiła $E = 72 \text{ J}$, a liczba wahníeć $n = 178$.

Wyniki badań, ich analiza i wnioski

Przyjęty do badań materiał doświadczalny cechowały następujące przeciętne parametry pomiarowe: średnica w połowie długości — 27 cm , długość — 15 m , szerokość przyrostów rocznych — $1,7 \text{ mm}$ oraz wiek drzew — 90 lat.

Tabela 1. Gęstość sosnowego drewna tartaczego

Zdrowotność drzew	Strefa drewna	Charakterystyczne wielkości statystyczne gęstości drewna				
		\bar{x}	$\pm s$	$\pm m$	$x_m - x_n$	v
		kg/m^3				%
Zdrowe	biel	611	32	7	595-626	5.3
	twardziel	588	74	17	554-623	12.6
Posusz	biel	602	44	8	585-618	7.3
	twardziel	598	80	15	569-628	13.3

Symbole stosowanych oznaczeń:

- \bar{x} — wartość średnia,
- $\pm s$ — odchylenie standardowe,
- $\pm m$ — średni błąd średniej arytmetycznej,
- $x_m - x_n$ — przedział ufności = $\bar{x} + t_{95} * m$,
- v — współczynnik zmienności

Analizując kształtowanie się zestawionej w Tabeli 1 gęstości drewna, w odniesieniu do stanu zdrowotnego drzew, podkreślić należy, iż nie wywierał on istotnego wpływu na uzyskane rezultaty badań. W zakresie strefy bielastej gęstość drewna posuszowego była bardzo zbliżona do gęstości drewna z drzew zdrowych i wynosiła odpowiednio: 602 i 611 kg/m^3 . Niemalże analogiczne wartości gęstości drewna wystąpiły również w strefie twardzielowej, przy czym gęstość drewna posuszowego wynosiła 598 kg/m^3 , a drewna z drzew zdrowych — 588 kg/m^3 .

W oparciu o uzyskane wyniki można sformułować tezę, iż gęstość drewna reprezentującego omawianą bazę — bez względu na zdrowotność drzew — kształtowała się na tym samym poziomie.

Wyniki oznaczeń modułu sprężystości przy zginaniu statycznym, udarowości i wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien w odniesieniu do stanu zdrowotnego drzew i stref drewna zestawiono w Tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie wybranych właściwości mechanicznych sosnowego drewna tartaczego

Właściwość drewna	Zdrowotność drzew	Strefa drewna	Charakterystyczne wielkości statystyczne				
			\bar{x}	$\pm s$	$\pm m$	$x_m - x_n$	v
Moduł sprężystości			<i>GPa</i>				%
	Zdrowe	biel	12.9	1.9	0.3	12.3–13.4	15.1
		twardziel	10.9	2.2	0.3	10.3–11.5	20.1
	Posusz	biel	12.2	1.6	0.2	11.8–12.6	13.3
		twardziel	11.2	2.0	0.2	10.7–11.6	17.9
Udarność			<i>kJ/m²</i>				%
	Zdrowe	biel	72.4	21.0	3.0	66.4–78.4	29.0
		twardziel	46.4	17.5	2.5	41.5–51.4	37.6
	Posusz	biel	65.5	16.5	1.3	62.9–68.2	25.1
		twardziel	46.1	20.4	1.7	42.8–49.3	44.2
Wytrzymałość na ściskanie wzdłuż włókien			<i>MPa</i>				%
	Zdrowe	biel	68.3	11.0	1.6	65.2–71.4	16.1
		twardziel	64.2	7.6	1.1	62.1–66.4	11.8
	Posusz	biel	64.8	9.2	0.7	63.3–66.2	14.2
		twardziel	65.0	9.7	0.8	63.4–66.5	14.9

Symbole stosowanych oznaczeń:

- \bar{x} — wartość średnia,
 $\pm s$ — odchylenie standardowe,
 $\pm m$ — średni błąd średniej arytmetycznej,
 $x_m - x_n$ — przedział ufności = $\bar{x} + t_{95} * m$,
 v — współczynnik zmienności

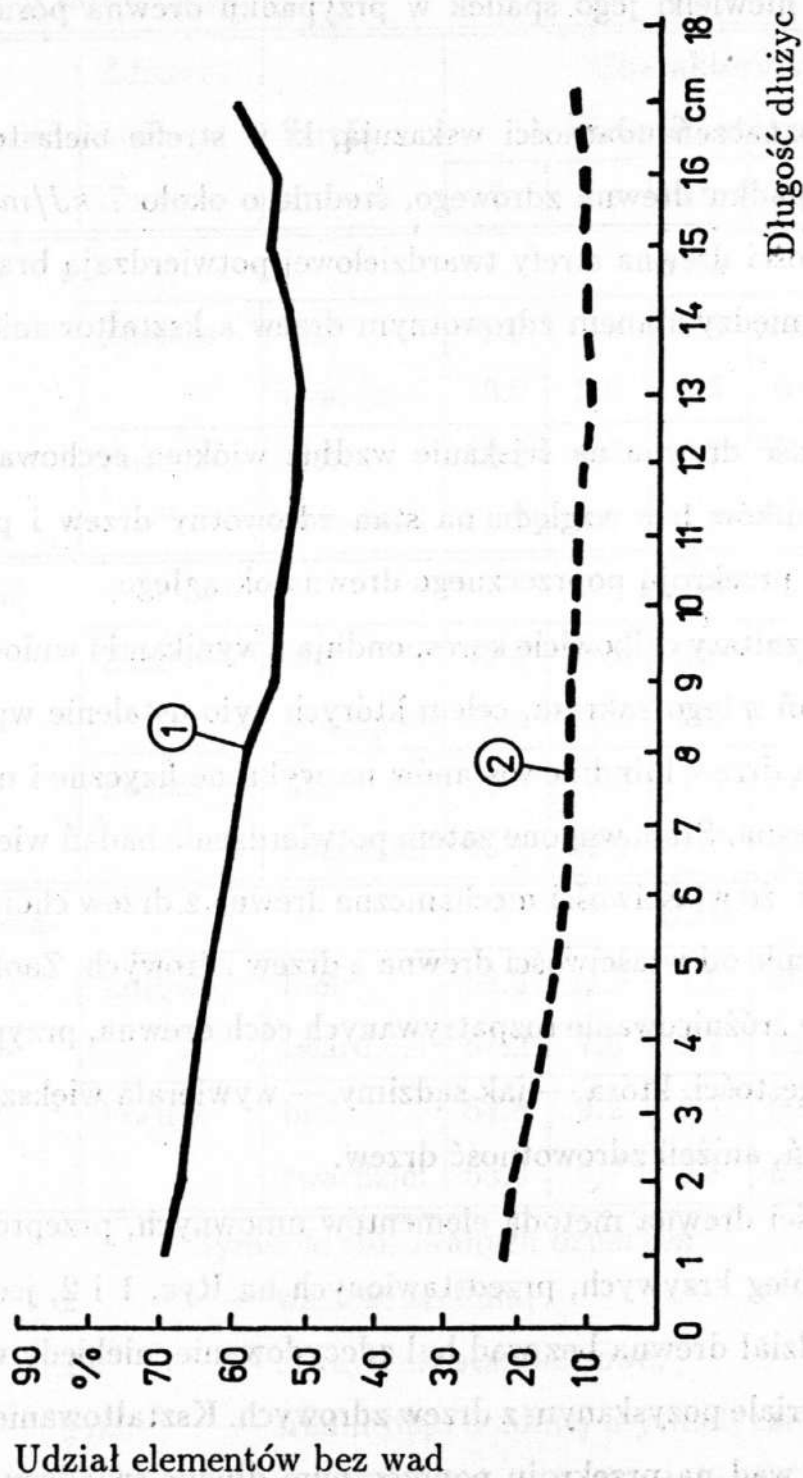
Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki modułu sprężystości drewna bielastego, bezpośrednio narażonego na uszkodzenia przez grzyby i owady uważać należy niewielki jego spadek w przypadku drewna posuszonego (o $0,7 \text{ GPa}$).

Rezultaty oznaczeń udarności wskazują, iż w strefie bielastej była ona wyższa w przypadku drewna zdrowego, średnio o około 7 kJ/m^2 . Wartości liczbowe udarności drewna strefy twardzielowej potwierdzają brak jakiegokolwiek korelacji między stanem zdrowotnym drzew a kształtowaniem się tego wskaźnika.

Wytrzymałość drewna na ściskanie wzdłuż włókien cechowała się dużą zbieżnością wyników bez względu na stan zdrowotny drzew i pochodzenie próbek z części przekroju poprzecznego drewna okrągłego.

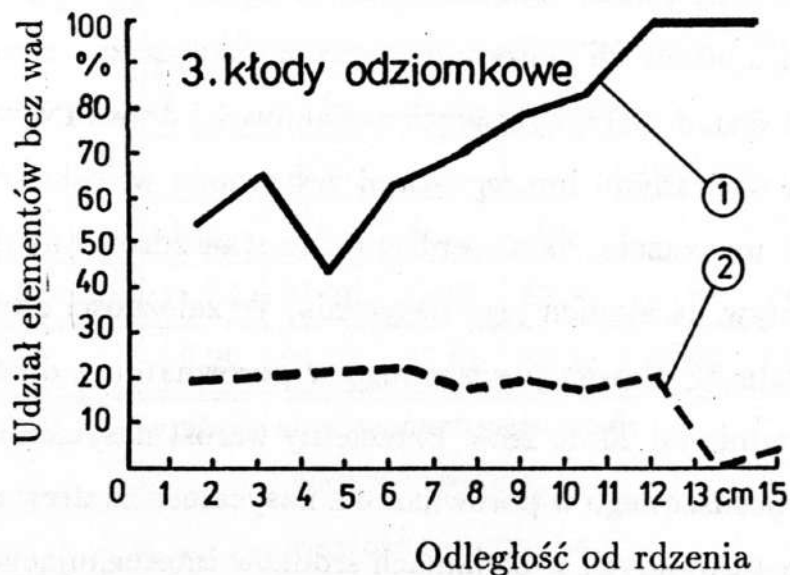
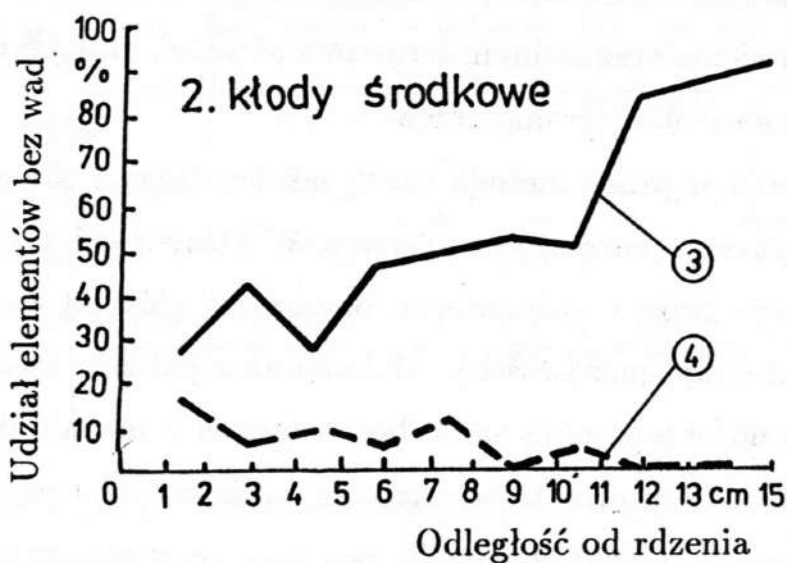
Uzyskane rezultaty całkowicie korespondują z wynikami i wnioskami wcześniejszych badań z tego zakresu, celem których było ustalenie wpływu stopnia uszkodzenia drzew lub drzewostanów na wybrane fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Stanowią one zatem potwierdzenie badań wielu autorów, którzy wykazali, że właściwości mechaniczne drewna z drzew chorych nie różnią się praktycznie od właściwości drewna z drzew zdrowych. Zaobserwowane zmiany i pewne zróżnicowanie rozpatrywanych cech drewna, przypisać należy zmiennej jego gęstości, która — jak sądzimy — wywierała większy wpływ na wyniki oznaczeń, aniżeli zdrowotność drzew.

Ocena jakości drewna metodą elementów umownych, przeprowadzona w oparciu o przebieg krzywych, przedstawionych na Ryc. 1 i 2, jednoznacznie wskazuje, że udział drewna bez wad był zdecydowanie, niekiedy wielokrotnie wyższy, w materiale pozyskanym z drzew zdrowych. Kształtowanie się udziału elementów bez wad na przekroju poprzecznym dłużej świadczy o występowaniu istotnej korelacji między udziałem drewna bez wad, a klasyfikacją nor-



Ryc. 1. Udział elementów bez wad na długości dłużyc sosnowych z drewna:

1 - zdrowego, 2 - posuszonego



Ryc. 2. Ocena jakościowa sosnowego surowca tartacznego z Borów Tucholskich wyrażona udziałem elementów bez wad na przekroju poprzecznym kłód z drewna zdrowego (1, 3, 5) oraz posuszonego (2, 4, 6)

matywną i zdrowotnością surowca. Największe zróżnicowanie udziału drewna bez wad występowało w kłodach odziomkowych. Bez względu na położenie kłód na przekroju podłużnym dłużyc znacznie większa zmienność udziału elementów bez wad wystąpiła w strefie bielastej, bezpośrednio narażonej na działanie szkodników wtórnych.

Drastyczny spadek udziału drewna bez wad w surowcu posuszowym jest przede wszystkim rezultatem porażenia drewna przez grzyby, wywołujące zmiany zabarwienia oraz efektem żerowania owadów, których rozwój intensyfikuje się w miarę obumierania drzew.

Zastosowana w pracy metoda oceny jakości drewna okrągłego wiąże się ściśle z klasyfikacją normatywną tarcicy. W klasyfikacji tej bowiem nawet powierzchniowe zmiany zabarwienia, obniżające głównie walory estetyczne drewna, wykluczają możliwości produkowania z posuszu tarcicy I i II klasy jakości. Metoda ta pozwoliła na liczbowe wyrażenie udziału drewna bez wad w odniesieniu do surowca tartacznego, a także na ustalenie wpływu zdrowotności drzew na udział elementów bez wad, co w planowaniu przetarcia i prognozowaniu produkcji materiałów tartych ma duże znaczenie gospodarcze.

Wyniki doświadczeń dotyczących nasiąkliwości drewna w wodzie oraz jego nasycalności wybranymi impregnatami zestawiono w Tabeli 3. Analiza wyników badań upoważnia do stwierdzenia, że stan zdrowotny drzew wywierał znaczący wpływ na stopień jego nasycenia. W zależności od rodzaju impregnatu nasycalność drewna posuszowego w porównaniu z drewnem zdrowym wzrastała średnio od 20 do 28%. Przeciętny wzrost nasycalności strefy bielastej drewna posuszowego w porównaniu z nasycalnością drewna z drzew zdrowych, dla zastosowanych w badaniach środków impregnujących przedstawiał się następująco: silignit o 26%, fungonit o 24% i olej kreozotowy o 26%.

Z analizy danych liczbowych, zestawionych w Tabeli 4 wynika, że w przy-

Tabela 3. Nasiąkliwość sosnowego drewna tartaczego i jego nasycalność wybranymi impregnatami

Zdrowotność drzew	Strefa drewna	Nasiąkliwość drewna i jego nasycalność impregnatami			
		woda destylowana	silignit	fungonit	olej kreozotowy
		%			
Zdrowe	biel	111.8	85.6	104.5	92.4
	twardziel	73.2	50.4	77.3	65.9
Posusz	biel	126.0	113.5	128.1	117.6
	twardziel	108.6	80.3	108.6	95.4

Tabela 4. Właściwa praca skrawania sosnowego drewna tartaczego

Zdrowotność drzew	Właściwa praca skrawania w MJ/m^3					
	strefa drewna					
	biel			twardziel		
	k_{\min}	\bar{k}	k_{\max}	k_{\min}	\bar{k}	k_{\max}
Zdrowe	17.74	21.30	28.01	13.92	15.81	17.93
Posusz	16.22	21.94	32.61	13.81	17.00	22.05

Symbole stosowanych oznaczeń:

\bar{k} — wartość średnia,

k_{\min} — wartość minimalna,

k_{\max} — wartość maksymalna,

padku drewna pochodzącego ze strefy bielastej właściwa praca skrawania kształtowała się na podobnym poziomie. Wartości średnie właściwej pracy skrawania w obrębie rozpatrywanego surowca świadczą o braku korelacji między stanem zdrowotnym drzew, a uzyskanymi wynikami badań.

Przeprowadzona analiza wyników badań upoważnia do sformułowania następujących wniosków:

1. Nie stwierdzono istotnych różnic w wartościach liczbowych gęstości drewna, modułu sprężystości przy zginaniu statycznym i wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien między drewnem z drzew zdrowych i z posuszu.

Od zasady tej odbiega nieco udarność drewna, która w strefie bielastej drewna z drzew zdrowych była średnio o 7 kJ/m^2 wyższa niż w przypadku drewna posuszowego.

2. Ocena drewna metodą elementów umownych upoważnia do stwierdzenia, iż udział elementów bez wad pozostaje w określonej korelacji ze stanem zdrowotnym drzew. Wyraża się on drastycznym spadkiem udziału elementów bez wad w drewnie posuszowym, szczególnie w strefie przyobwodowej surowca.
3. Nasiąkliwość w wodzie i nasycalność impregnatami drewna posuszowego jest w porównaniu z drewnem z drzew zdrowych wyższa od 20 do 28%.
4. Przy ocenie jakości technicznej i przydatności użytkowej drewna pochodzącego z drzewostanów objętych uszkodzeniami leśnymi, należy uwzględnić w szerszym niż dotychczas zakresie jego właściwości technologiczne, które — jak wynika z niniejszych badań — głównie przesądzają o przy-

datności gospodarczej surowca i wytyczają kierunki utylizacji materiałów tartych.

LITERATURA

- [1] Anonim: Evropský vzduch a životní prostředí. Papir a celuloza 1987 (42) nr 4 s. 108
- [2] Bernadzki E.: Refleksje na temat obumierania lasów. Sylwan 1986 (130) nr 5 s. 21-27
- [3] Blossfeld O., Meyer B.: Probleme des Schadhholzeinsatzes in der holzverarbeitenden Industrie. Holztechnologie 1985 (26) nr 4 s. 178-181
- [4] Böttcher P.: Auswirkung von Waldschäden auf eine physikalische und mechanische Holzeigenschaften von Fichte und Buche. Holz als Roh- und Werkstoff 1986 (44) nr 8 s. 302
- [5] Buchholz J., Cegiel E., Hruzik G., Walentynowicz T.: Problematyka użytkowania drzewostanów objętych szkodami leśnymi. Dokumentacja naukowo-badawcza. Poznań 1986, maszynopis s. 53
- [6] Buchholz J., Hruzik G., Cegiel E.: Badania porównawcze wybranych właściwości techniczno-technologicznych drewna iglastego z drzewostanów objętych szkodami leśnymi. Dokumentacja naukowo-badawcza. Poznań 1987, maszynopis s. 92
- [7] Buchholz J., Metkowski J.: Kształtowanie się jakości technicznej sosnowego drewna tartaczno pochodzącego z drzewostanów objętych

- szkodami leśnymi. Konferencja Naukowa pn. „Stan zdrowotny i sanitarny lasu oraz jego konsekwencje dla przemysłu wykorzystania surowca drzewnego”. Poznań, 12–13 kwiecień 1988. Część II. Drzewnictwo s. 32–48
- [8] Bučko J., Krutel F., Požgaj A.: Vlastnosti a využitie smrčového dreva napadnutého imisiami. Vedecké a pedagogické aktuality 1987 nr 4 s. 103
- [9] Dziewanowski R., Rudawski T.: Konsekwencje dla odbiorców surowca drzewnego wynikające ze stale pogarszającego się stanu zdrowotnego lasu. Las Polski 1984 (63) nr 1 s. 23–24
- [10] Dziewanowski E., Jorasz A., Derek D.: Wykorzystanie drewna sosnowego i świerkowego pozyskanego w wyniku gradacji owadów i szkodników leśnych. Etap 2. Określenie wpływu masowego żeru brudnicy mniszki na jakość tarcicy sosnowej i świerkowej. Dokumentacja techniczna. Gdańsk 1983–1984, maszynopis s. 120
- [11] Frühwald A., Schwab E., Mehringer H., Krause H.-A.: Zuwachs, Dichte und mechanische Eigenschaften des Holzes von Kiefern aus Waldschadensgebieten. Holz als Roh- und Werkstoff 1986 (44) nr 10 s. 399
- [12] Giefing D.F.: Budowa i zastosowanie urządzenia pilodyn. Sylwan 1985 (129) nr 7 s. 63–68
- [13] Giefing D.F., Lewark S.: Badanie drewna za pomocą urządzenia pilodyn. Sylwan 1985 (129) nr 7 s. 69–78
- [14] Hapla F.: Kriterien zur Versuchsplanung einer Holzeigenschaftsuntersuchung an immissionsgeschädigten sowie schadsumptomfreien Kiefern. Holz als Roh- und Werkstoff 1986 (44) nr 8 s. 303–305

- [15] Hapla F.: Druck- und Biegefestigkeit von Kiefern unterschiedlicher Immissionsstufen. Holz als Roh- und Werkstoff 1987 (45) nr 4 s. 104
- [16] Kamiński E.: Ekofizjologiczne aspekty zamierania lasów z powodu zanieczyszczenia atmosfery tlenkami siarki i azotu. Las Polski 1985 (64) nr 15-16 s. 5-7
- [17] Kovař O.: Vliv změn imisemi poškozeného smrkového dřeva na technické vlastnosti výrobků, technologii jejich výroby a vybrane ekonomické ukazatele. Autoreferat dizertace k získání vědecké hodnosti kandidata technických věd. Jihlava, srpen 1987
- [18] Kroth W.: Stand der Walderkrankung und zu erwartende Folgen für die Sägeindustrie. Holz-Zentralblatt 1985 nr 28 s. 413-415
- [19] Kufner M., Schulz H.: Biegefestigkeit von Fichten- und Kiefern-Holz aus Waldschädensgebieten in Bayern. Holz als Roh- und Werkstoff 1986 (44) nr 11 s. 409
- [20] Schober B.: Physikalisch-mechanische Eigenschaften von immissions- und sekundärgeschädigten Fichtenholz. Holz-technologie 1986 (27) nr 5 s. 242-245
- [21] Schulz H.: Immissionen-Waldschäden und Holzqualität. Holz-Zentralblatt 1984 nr 103 s. 1493-1494 1496
- [22] Schulz H.: Festigkeit und Wassergehalt in Fichten, Kiefern und Buchen unterschiedlicher Schadstufen. Holz als Roh- und Werkstoff 1986 (44) s. 300-301

- [23] Sierpiński Z.: Przyczyny aktualnego stanu sanitarnego lasów Polski i spodziewane zmiany. *Las Polski* 1984 (63) nr 1 s. 10–12
- [24] Smykała J.: Stan zdrowotny i sanitarny lasów i wynikające stąd konsekwencje dla przemysłu drzewnego. *Las Polski* 1984 (63) nr 2 s. 11–13
- [25] Smykała J.: Stan zdrowotny i sanitarny lasu w Lasach Państwowych na dzień 30 września 1985. *Sylwan* 1986 (130) nr 12 s. 11–24
- [26] Splawa-Neyman S.: Określenie jakości surowca sosnowego i świerkowego pozyskanego w wyniku gradacji brudnicy niszki (*Lymantria monacha* L.) i szkodników wtórnych na podstawie oceny występowania wad. Dokumentacja ITD. Poznań 1984, maszynopis s. 22
- [27] Splawa Neyman S., Dziedzic L.: Charakterystyka drewna pozyskanego w wyniku szkód powstałych w lasach. *Przemysł Drzewny* 1984 (35) nr 8 s. 12–14
- [28] Wagenführ R.: Struktursuchungen immissionsgeschädigten Holzes. *Holztechnologie* 1987 (28) nr 1 s. 12
- [29] Zygmunt M., Dziedzic L., Splawa-Neyman S.: Wstępna ocena strat w przedsiębiorstwie przemysłu drzewnego powstających w wyniku dostaw drewna tartaczno-ego z lasów objętych gradacją szkodników. *Przemysł Drzewny* 1984 (35) nr 1 s. 3–4
- [30] PN-59/D-04119 Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Oznaczenie nasiąkliwości
- [31] PN-63/D-04117 Fizyczne i mechaniczne właściwości drewna. Oznaczenie współczynnika sprężystości przy zginaniu statycznym

- [32] PN-71/D-04102 Drewno. Oznaczanie wytrzymałości na ściskanie wzdłuż włókien
- [33] PN-77/D-04101 Drewno. Oznaczanie gęstości
- [34] PN-79/D-04104 Drewno. Oznaczanie udarności i wytrzymałości na zginanie dynamiczne
- [35] PN-89/D-95017 Surowiec drzewny. Drewno tartaczne iglaste
- [36] PN-83/C-97023 Olej impregnacyjny