

Zastosowanie analizy dendrochronologicznej do określania zmienności gęstości drewna na przekroju poprzecznym pnia, na przykładzie jodły olbrzymiej (*Abies grandis* Lindl.)

Radosław Wąsik

Abstrakt. W pracy przedstawiono możliwości wykorzystania analizy dendrochronologicznej do określania zmienności gęstości drewna przekroju pierśnicowego drzew, na przykładzie jodły olbrzymiej, rosnącej w Nadleśnictwie Nawojowa. Prace terenowe prowadzono w dwóch drzewostanach jodły olbrzymiej, znajdujących się w leśnictwach Kamianna i Feleczyń. W każdym drzewostanie założono powierzchnię badawczą o wielkości 0,2 ha, na której z pni 30 wybranych drzew pobrano odwierty, przy pomocy świdra przyrostowego, z wysokości pierśnicy. Pobrany materiał posłużył do pomiarów szerokości przyrostów rocznych oraz względnej gęstości drewna, którą określano dla sekcji odwiertu, obejmujących po 5 przyrostów rocznych. Gęstość umowną przeliczano następnie na bezwzględną (tj. dla drewna absolutnie suchego) przyjmując odpowiednie wartości całkowitego skurczu objętościowego drewna. Uzyskane wartości dla sekcji przeliczano na gęstość przekroju poprzecznego pnia, stosując średnią ważoną procentowym udziałem każdej sekcji w powierzchni przekroju. Na podstawie uzyskanych wyników dokonano analizy średniej gęstości drewna pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia dla okresów: bieżącego oraz 5 i 10 lat wstecz. Stwierdzono, iż średnia gęstość drewna przekroju pierśnicowego zwiększała się wraz z wiekiem drzew, analizy statystyczne nie wykazały jednakże statystycznie istotnych różnic gęstości drewna między rozpatrywanymi trzema okresami.

Słowa kluczowe: dendrochronologia, drewno, gęstość, jodła olbrzymia

Abstract. The paper presents the possibility of using dendrochronological analysis of the variability of wood density on the breast-height stem cross-section, as exemplified by giant fir (*Abies grandis* Lindl.) growing in the Nawojowa forest district. Field work was conducted in two fir stands located in the Kamianna and Feleczyń forest ranges. In each stand, a research plot of 0.2 ha in size was set up. On each plot, bore samples were collected from the stems of 30 selected trees at their breast height, using the incremental borer. The sampled material was used to measure the width of annual rings and the relative wood density, which was determined for the sections of bore samples which covered five annual increments. The relative density was then converted to the absolute density (i.e. for absolutely dry wood), assuming appropriate values of the total shrinkage of wood volume. The values obtained for the section were converted to the density of the breast-height cross-section of the stem, using the weighted mean of the percentage of each section within the surface of this cross-section. On the basis of the results, analysis of the medium density of wood of the breast-height cross-section of the stem was performed for the following periods: the current one, 5 years before and 10 years before. It was found that the average wood density in the

breast-height cross-section of the stem increased with tree age. However, statistical analyses revealed no statistically significant differences in wood density between the three periods under consideration.

Key words: dendrochronology, wood, density, giant fir

Wstęp

Gęstość jest uważana za jedną z najważniejszych właściwości drewna, jej wartość wyraża bowiem w syntetyczny sposób wiele cech związanych z makrostrukturą, a także budową anatomiczną drewna. Określenie gęstości drewna pozyskanego surowca nie przedstawia większego problemu i polega na pomiarze objętości oraz masy odpowiednio przygotowanych, prostopadłościennych próbek drewna (PN-D-04101:1977). W przypadku drzew żywych określenie gęstości również jest możliwe dzięki analizie właściwości drewna odwiertów, pobranych świdrami przyrostowymi z pni, praktycznie bez szkody dla drzew.

W szeregu prac podejmujących tematykę zmienności gęstości drewna na przekroju poprzecznym pnia, w których materiałem badawczym były odwierty, stosowano głównie metodykę opracowaną przez Ericsona (1959). Polega ona na określaniu gęstości drewna dla sekcji odwiertu, reprezentujących określony, procentowy udział w przekroju poprzecznym pnia, a następnie przeliczaniu wartości uzyskanych dla poszczególnych sekcji na gęstość drewna przekroju poprzecznego, przy zastosowaniu średniej ważonej udziałami sekcji. W niniejszym opracowaniu przedstawiono odmienną od powyższej metodykę określania gęstości drewna na przekroju poprzecznym pnia, opierającą się na dendrochronologicznej analizie przyrostów rocznych. Materiałem badawczym było drewno północnoamerykańskiej jodły olbrzymiej, rosnącej na terenie Polski południowej.

Celem pracy było określenie zmienności gęstości drewna pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia jodły olbrzymiej, przy wykorzystaniu analizy dendrochronologicznej.

Materiał i metody

Materiał do badań pobrano z drzewostanów jodły olbrzymiej, znajdujących się w Nadleśnictwie Nawojowa, na terenie Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Krakowie. Pierwszy drzewostan położony jest w leśnictwie Kamianna, drugi w leśnictwie Feleczyń. Zgodnie z danymi, zawartymi w operatach urzędzeniowych, w obu drzewostanach wiek jodeł olbrzymich wynosił 35 lat, a wzrastały one na siedlisku lasu górskiego, na glebie brunatnej kwaśnej (tab.1).

Tab. 1. Charakterystyka siedliskowo drzewostanowa powierzchni badawczych
Table 1. Habitat and stand characteristics of the research plots

Powierzchnia badawcza	Wiek	Skład gatunkowy	Siedliskowy typ lasu	Typ i Podtyp gleby	Zadrzewienie
Nawojowa Kamianna, 110b 1,49 ha	35	10 Jd ol	LG	brunatna kwaśna	2.2
Nawojowa Feleczyń, 349c 0,85 ha	35 60 11	8 Jd ol 1 Wz 1 Dg	LG	brunatna kwaśna	1.8

W każdym drzewostanie, w miejscu reprezentującym przeciętne dla niego warunki wzrostu drzew, założono powierzchnię badawczą o wielkości 20 arów, na której zmierzono pierśnice wszystkich żywych jodeł badanego gatunku. Uzyskane wartości przyporządkowano do odpowiednich klas grubości drzew. Następnie, proporcjonalnie do liczebności drzew w tych klasach, wybrano 30 drzew próbnych, z których przy użyciu świdra przyrostowego pobrano wzdłuż promienia przekroju poprzecznego po jednym odwiercie, z wysokości 1,3 m od podłoża, od północnej strony pnia. Odwierty te stanowiły materiał do badań laboratoryjnych. Odpowiednio przygotowane przekroje poprzeczne odwiertów skanowano z rozdzielczością 1200 dpi, uzyskując obrazy elektroniczne w formacie bitmapy. Następnie przy użyciu oprogramowania „Przyrost WP” (www.biotronik.com.pl), z dokładnością 0,01 mm zmierzono szerokości przyrostów rocznych na obrazach elektronicznych odwiertów. Pomiaru prowadzono od obwodu (kory) w kierunku rdzenia.

Kolejnym etapem prac laboratoryjnych było określenie gęstości umownej, będącej ilorazem masy drewna absolutnie suchego i jego objętości w stanie maksymalnego spęcznienia. Jak wspomniano we wstępie, do określenia zmienności tej cechy na przekroju poprzecznym pnia zastosowano wyniki analizy dendrochronologicznej. Każdy odwiert podzielony został bowiem na sekcje, obejmujące po 5 przyrostów rocznych. Ostatnia, przyrdzeniowa sekcja, obejmowała na ogół mniej niż 5 przyrostów. Sekcje odwiertów suszono w suszarce z termostatem, w temperaturze powietrza $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ do uzyskania stanu absolutnie suchego, po czym ważono na wadze elektronicznej z dokładnością 0,001 g. Objętość sekcji określano zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Olesena (1971). Zakłada ona pomiar objętości metodą hydrostatyczną (wypierania wody) w stanie maksymalnego spęcznienia drewna, który uzyskuje się po samoczynnym zatonięciu próbek (sekcji odwiertu) umieszczonych w probówkach z wodą destylowaną.

Obliczoną dla poszczególnych sekcji gęstość umowną drewna przeliczano na gęstość drewna absolutnie suchego, przyjmując całkowity skurcz objętościowy dla drewna jodły olbrzymiej na poziomie 11% (Krzysik 1974; <http://www.thewoodexplorer.com>). Uzyskaną gęstość drewna absolutnie suchego poszczególnych sekcji odwiertu przeliczano na gęstość dla pierśnicowego przekroju poprzecznego obliczając, zgodnie z metodyką przyjętą przez Ericsona (1959), średnią ważoną udziałami poszczególnych sekcji w polu powierzchni tego przekroju. W tym celu obliczano powierzchnie pierścieni, obejmujących na przekroju poprzecznym pnia przyrosty roczne, wchodzące w skład poszczególnych sekcji (poza ostatnią sekcją przyrdzeniową). Szerokość każdego pierścienia równa była sumarycznej szerokości przyrostów rocznych danej sekcji. Powierzchnię ostatniej, przyrdzeniowej sekcji odwiertu obliczano jako pole koła. Wielkość średnicy tego koła stanowiła różnicę pierśnicy drzewa bez kory i podwójnej sumy szerokości przyrostów rocznych, wchodzących w skład pozostałych sekcji odwiertu. Pole powierzchni pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia bez kory (P) obliczano ze wzoru:

$$P = \frac{\pi \cdot (D - 2 \cdot G_k)^2}{4}$$

gdzie: D - pierśnica drzewa, G_k - grubość kory

Na podstawie pomiarów grubości kory wyrzyneków, pozyskanych na obu powierzchniach badawczych z odziomkowych części pni 6 jodeł olbrzymich, w powyższych obliczeniach przyjęto grubość kory = 5 mm.

Przeciętny przyrost roczny oraz gęstość drewna pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia badanych jodeł olbrzymich określano dla trzech okresów: bieżącego, gdzie brano pod uwagę wszystkie przyrosty roczne odwiertu, oraz 5 i 10 lat wstecz, dla których pomijano odpowiednio 5 i 10 ostatnich słoików.

Uzyskane wyniki dla rozpatrywanych okresów zestawiono, obliczono średnie i współczynniki zmienności dla drzew próbnych, powierzchni badawczych i całości analizowanego materiału. Zgodność rozkładów empirycznych z rozkładem normalnym oceniano testem Shapiro-Wilka. Jednorodność wariancji w porównywanych grupach szacowano za pomocą testu Levene'a. Istotność różnic między średnimi dla wielu prób weryfikowano przy użyciu analizy wariancji, zaś dla oceny, które z porównywanych zbiorowości są odpowiedzialne za odrzucenie hipotezy zerowej o równości średnich wykorzystano test Scheffego. Przy niespełnionych założeniach testu parametrycznego istotność różnic testowano przy wykorzystaniu testu U Manna-Whitney'a. Przy testowaniu hipotez statystycznych przyjmowano poziom istotności $p \leq 0,05$ (Stanisz 1998).

Wyniki

Ogółem dokonano analizy 60 odwiertów, pozyskanych z pni jodeł olbrzymich, rosnących na dwóch powierzchniach badawczych. Obecna (okres bieżący) średnia gęstość pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia dla jodeł olbrzymich z leśnictwa Kamianna wyniosła $0,399 \text{ g/cm}^3$, dla leśnictwa Feleczyń $0,380 \text{ g/cm}^3$ (tab. 2). Średnia dla wszystkich badanych drzew osiągnęła dla okresu bieżącego $0,390 \text{ g/cm}^3$. Współczynnik zmienności cechy był wyższy dla drzew z Kamiannej i osiągnął 15,9%, dla jodeł z Feleczyń zróżnicowanie gęstości było mniejsze - 9,1%. Przeciętny przyrost roczny na pierśnicowym przekroju poprzecznym dla rozpatrywanego okresu wyniósł dla drzew z Kamiannej 4,21 mm, dla Feleczyń 4,57 mm (tab. 2). Zmienność cechy osiągnęła odpowiednio 39,7% oraz 26,1%.

Tab. 2. Szerokości przyrostów rocznych i gęstość drewna
Table 2. Tree-ring width rings and wood density

Nazwa powierzchni badawczej	Rodzaj statystyki	Okres bieżący		5 lat wstecz		10 lat wstecz	
		γ_0 [g/cm ³]	S [mm]	γ_0 [g/cm ³]	S [mm]	γ_0 [g/cm ³]	S [mm]
Kamianna	X_{sr}	0,399	4,21	0,391	4,74	0,371	5,53
	V [%]	15,9	39,7	17,0	35,1	24,4	27,6
Feleczyń	X_{sr}	0,380	4,57	0,375	4,97	0,369	5,35
	V [%]	9,1	26,1	9,3	23,9	10,7	23,6
Ogółem	X_{sr}	0,390	4,39	0,383	4,86	0,370	5,44

X_{sr} - średnia, V - współczynnik zmienności, γ_0 - bezwzględna gęstość drewna, S - przeciętny przyrost roczny

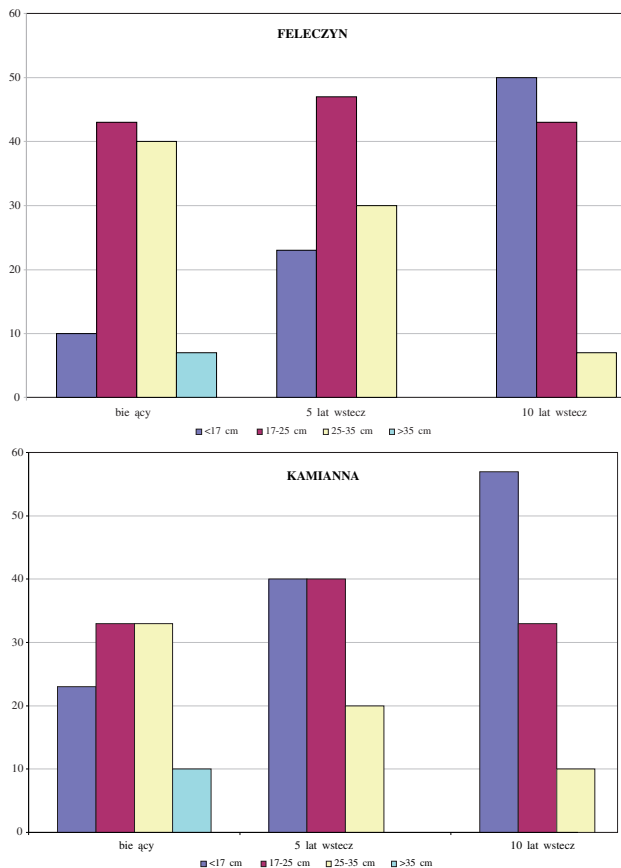
Jeśli badane drzewa pozyskano by przed pięcioma laty, wówczas gęstość drewna przekroju poprzecznego pnia na wysokości pierśnicy wyniosłaby: dla jodeł z Kamiannej $0,391 \text{ g/cm}^3$, natomiast dla drzew z Feleczyń - $0,375 \text{ g/cm}^3$ (tab. 2). Współczynniki zmienności cechy byłyby wówczas dla obu powierzchni wyższe w porównaniu do wartości uzyskanych obecnie (okres bieżący) i wyniosłby odpowiednio 17,0% i 9,3%. Przeciętny przyrost roczny dla pierśnicowego przekroju poprzecznego sprzed 5 lat wyniósłby dla jodeł z Kamiannej 4,74 mm, dla drzew z Feleczyń 4,97 mm. Zróżnicowanie cechy byłoby wówczas na obu powierzchniach badawczych mniejsze w porównaniu do obecnego. Współczynniki zmienności osiągnęłyby wówczas bowiem wartości odpowiednio: 35,1% i 23,9%.

Gdyby badane jodły olbrzymie pozyskane były przed dziesięcioma laty, wówczas średnia gęstość drewna wyniosłaby dla drzew z Kamiannej $0,371 \text{ g/cm}^3$, natomiast dla Feleczyń $0,369 \text{ g/cm}^3$ (tab. 2). Współczynnik zmienności cechy wyniósłby odpowiednio 24,4% oraz 10,7%, zatem zróżnicowanie gęstości w tym przypadku byłoby największe, biorąc pod uwagę trzy rozpatrywane okresy. Przeciętny przyrost roczny dla pierśnicowego przekroju poprzecznego sprzed 10 lat wy-

niósłby: 5,53 mm dla drzew z Kamiannej oraz 5,35 mm dla jodeł z Feleczynu, zaś współczynniki zmienności cechy osiągnęłyby najniższe wartości, które wyniosłyby odpowiednio: 27,6% oraz 23,6%.

Średnia gęstość drewna pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia zwiększała się u badanych jodeł olbrzymich wraz z wiekiem drzew (tab. 2). Przeprowadzona analiza statystyczna nie wykazała jednakże istotnych różnic gęstości drewna między rozpatrywanymi trzema okresami tj. bieżącym, 5 lat wstecz i 10 lat wstecz (test Kruskala-Wallis: $p=0,0943$). Na podstawie analizy wariancji stwierdzono natomiast istotne różnice szerokości przyrostów rocznych między rozpatrywanymi okresami ($p=0,00046$). Przeprowadzony test Scheffé wykazał, iż przeciętny przyrost roczny okresu bieżącego jest istotnie mniejszy w porównaniu z okresem sprzed 10 lat.

Na obu powierzchniach badawczych, zarówno 5, jak i 10 lat temu, nie było drzew, których pierśnica bez kory osiągałaby co najmniej 35 cm; obecnie wymiary takie posiada w Kamiannej 10% drzew, w Feleczynie 6,7% (ryc. 1). Natomiast na obu badanych powierzchniach już 10 lat temu występowały jodły olbrzymie, których pierśnica bez kory przekraczała 25 cm, było to odpowiednio 10% i 7% drzew. W tym samym okresie na powierzchni w Feleczynie u połowy drzew pierśnica bez kory przekraczała 17 cm, w przypadku Kamiannej było to 43% drzew.



Ryc. 1. Frekwencje drzew w klasach pierśnicy (pierśnica bez kory)

Fig. 1. Frequencies of trees in breast-height-diameter classes (inside bark breast-height diameter)

Dyskusja

Stosunkowo mało inwazyjną dla drzew żywych jest metoda pozyskania materiału badawczego przy pomocy świdrów przyrostowych. Pobrany w ten sposób odwiert jest promieniem przekroju poprzecznego pnia z danej wysokości. Wspomnianą we wstępie metodę Ericsona (1959), pozwalającą określić gęstość drewna przekroju poprzecznego pnia na podstawie odwiertów, wykorzystano w szeregu prac (Niedzielska 1995; Niedzielska, Wąsik 1998, 2000; Wąsik 2007). Uzyskane w trakcie podziału odwiertu sekcje obejmują jednak na ogół różną liczbę przyrostów rocznych, co utrudnia prowadzenie analiz porównawczych właściwości tkanki drzewnej, wytworzonej w określonym przedziale czasowym. Zaprezentowany w niniejszej pracy chronologiczny podział odwiertu na sekcje, obejmujące po 5 przyrostów rocznych, pozwala nie tylko na obliczenie obecnej (bieżącej) gęstości drewna przekroju poprzecznego pnia, ale umożliwia również określenie tej wartości dla okresów poprzedzających.

Uzyskana w prezentowanych badaniach gęstość drewna pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia jodły olbrzymiej wyniosła obecnie średnio $0,390 \text{ g/cm}^3$. Jest ona niższa od podawanej przez Molińskiego i Raczkowskiego (1993), którzy uzyskali średnią gęstość $0,490 \text{ g/cm}^3$ (dla 12% wilgotności). Materiał do badań autorzy pozyskali jednakże z rosnącej w rejonie Poznania jednej jodły olbrzymiej w wieku ok. 80 lat. Rozbieżność podawanych w literaturze wartości gęstości drewna jodły olbrzymiej, rosnącej na kontynencie północnoamerykańskim, jest dość znaczna. Można tu bowiem spotkać wartość $0,440 \text{ g/cm}^3$ — wyższą od uzyskanej w niniejszych badaniach (Wood Handbook 1974), jak też $0,368 \text{ g/cm}^3$ tj. niższą (<http://www.thewoodexplorer.com>). Różnice w podawanych wartościach mogą wynikać z różnych przyczyn np.: różny wiek badanych drzew lub różne pochodzenie (warunki wzrostu).

Gęstość drewna absolutnie suchego drzew dojrzałych rodzimej jodły pospolitej (*Abies alba* Mill.) według różnych źródeł zawiera się w przedziale od $0,386 \text{ g/cm}^3$ do nawet $0,710 \text{ g/cm}^3$ (Galewski, Korzeniowski 1958; Krzysik 1974; Splawa-Neyman, Owczarzak 2006). Uzyskana w niniejszych badaniach gęstość drewna jodły olbrzymiej jest zatem zbliżona do dolnej granicy powyższego przedziału, co można tłumaczyć młodym wiekiem badanych drzew, wynoszącym około 35 lat. Również młody wiek drzew, jak się wydaje, tłumaczy stosunkowo dużą zmienność gęstości drewna. Wynika ona bowiem z obecności na przekroju poprzecznym pnia strefy drewna młodocianego (juwenilnego), charakteryzującego się u większości gatunków iglastych niższą gęstością oraz szerszymi słojami w stosunku do pozostałej części przekroju, zawierającej drewno dojrzałe, o wyższej gęstości i na ogół węższych słojach. Jakubowski (2004) podaje, że drewno młodociane w strzałach sosny obejmuje od 16 do 23 najmłodszych przyrostów rocznych. Jeśli zatem przyjąć podobne wartości dla badanych jodeł olbrzymich, wówczas 10 lat temu, tj. gdy ich wiek wynosił około 25 lat, udział procentowy drewna młodocianego i dojrzałego na powierzchni przekroju poprzecznego pnia byłby podobny, co tłumaczy dużą zmienność cechy w tym okresie. W kolejnych latach udział drewna dojrzałego na przekroju pierśnicowym wzrastał, zaś młodocianego — zmniejszał się, na co wskazują zarówno zwiększające się wartości średnie gęstości drewna jak i malejący przeciętny przyrost roczny. Przyjmując bowiem za punkt odniesienia wartości badanych cech drewna sprzed 10 lat, średnia gęstość drewna w kolejnych dwóch okresach tj. 5 lat wstecz oraz bieżącym wzrastała odpowiednio o 3,5 i 5,4%, natomiast wartość przeciętnego przyrostu rocznego malała odpowiednio o 10,7 i 19,3%.

Powyższe rozważania na temat zmienności gęstości drewna jodły olbrzymiej na pierśnicowym przekroju poprzecznym pnia były możliwe dzięki zastosowaniu dendrochronologicznej analizy przyrostów rocznych. Stosując taką metodę możliwe jest nie tylko określenie obecnej gęstości drewna ale także cofnięcie się w czasie i stwierdzenie jaką gęstością drewna charakteryzował się pierśnicowy przekrój poprzeczny w okresach wcześniejszych. Poza niewątpliwie interesującymi aspektami poznawczymi, wiedza o zmieniającej się wraz z wiekiem drzew gęstości ich drewna może być również przydatna dla pomiotów przemysłu drzewnego, zwłaszcza dla zakładów celulozowo-papierniczych oraz produkujących płyty drewnopochodne, dla których istotną jest zawartość suchej masy drzewnej w jednostce objętości surowca. Biorąc pod uwagę, że Polska pod względem wielkości produkcji płyt drewnopochodnych zajmuje w Europie drugie miejsce (Hikiert 2011), a także

zmniejszającą się dostępność surowca okrągłego dla zakładów drzewnych można przypuszczać, że znaczenie zagadnienia zawartości suchej masy drzewnej w zakupionym przez te zakłady drewnie okrągłym, będzie coraz większe.

Należy również dodać, że zastosowanie analizy dendrochronologicznej przyrostów rocznych daje możliwość obliczenia wstecz pierśnicy pnia bez kory. Wiedza taka pozwala dla danego siedliska i wieku drzewostanu oszacować ile drzew uzyskuje wymiary, które umożliwiają sklasyfikowanie pozyskanego ewentualnie surowca jako średnio, bądź wielkowymiarowego. Aby drewno iglaste zakwalifikowane zostało jako wielkowymiarowe, średnica bez kory jego górnego czoła musi wynosić co najmniej 14 cm, zaś jego minimalna długość - 2,7 m (Warunki... 2002). Biorąc powyższe pod uwagę i zakładając dla każdego drzewa zbieżność normalną, którą przyjmuje się na poziomie 1 cm/m (PN-D-01011:1979), aby zakwalifikować badane jodły olbrzymie do drewna wielkowymiarowego, ich pierśnica bez kory powinna wynosić nie mniej niż 17 cm. Jak wykazały analizy, w przypadku drzewostanu w Feleczynie już 10 lat temu połowa badanych drzew spełniałaby minimalne wymagania wymiarowe aby sklasyfikować pozyskany z nich surowiec jako drewno wielkowymiarowe. W przypadku drzewostanu w Kamiannej byłoby to 43% drzew. Na obu badanych powierzchniach 10 lat temu niektóre drzewa spełniałyby natomiast minimalne wymagania wymiarowe niezbędne, aby pozyskany z nich surowiec mógł być zakwalifikowany do drewna wielkowymiarowego klasy B. Wymiar ich pierśnicy przekraczałby bowiem 25 cm (Warunki... 2002). Należy jednak zaznaczyć, iż z powodu stwierdzonej w trakcie prac terenowych obecności licznych, stosunkowo grubych (powyżej 2 cm) gałęzi w odziomkowej części pnia badanych drzew, 10 lat temu prawdopodobnie nie byłoby możliwe sklasyfikowanie pozyskanego surowca jako klasy B drewna wielkowymiarowego. Obecność wspomnianych gałęzi stanowi jednakże czynnik utrudniający powstawanie na pniu martwic, co również ma istotne znaczenie dla jakości technicznej pni. Z występowaniem martwic wiązana jest bowiem późniejsza obecność zgnilizn w pniach jodeł (Barszcz 2011).

Przedstawione możliwości zastosowania analizy dendrochronologicznej do określenia zmienności gęstości drewna wraz ze zmieniającym się wiekiem drzew dotyczyły jodły olbrzymiej. Analizy takie można jednakże przeprowadzić również dla innych, zarówno rodzimych jak i introdukowanych drzew, rosnących w warunkach klimatycznych Polski.

Wnioski

- Dzięki zastosowaniu dendrochronologicznej analizy przyrostów rocznych możliwe było określenie dla pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia jodły olbrzymiej zarówno obecnej gęstości drewna, jak i gęstości, którą drewno tego przekroju charakteryzowało się przed 5 i 10 laty.
- Stwierdzono, że wraz z wiekiem badanych jodeł olbrzymich gęstość drewna pierśnicowego przekroju poprzecznego pnia wzrastała, malała natomiast przeciętny przyrost roczny. Bieżąca wartość gęstości drewna w stosunku do okresu sprzed 10 lat była wyższa o 5,4%, natomiast wartość przeciętnego przyrostu rocznego - niższa o 19,3%.
- Zróżnicowanie gęstości drewna z pierśnicowego przekroju pnia zmniejszało się wraz z wiekiem drzew, o czym świadczą malejące współczynniki zmienności cechy w kolejnych analizowanych okresach.
- Analiza dendrochronologiczna umożliwiła oszacowanie na przykładzie jodły olbrzymiej udziału drzew, które dla danego siedliska i wieku drzewostanu spełniałyby minimalne wymagania wymiarowe, niezbędne do zakwalifikowania pozyskanego z nich surowca do odpowiedniej grupy lub klasy jakościowo-wymiarowej.
- Wykazano, że już w wieku około 25 lat możliwe byłoby pozyskanie sortymentów wielkowymiarowych z połowy badanych jodeł olbrzymich na powierzchni w Feleczynie oraz z 43% w Kamiannej. Jednocześnie stwierdzono, że na obu powierzchniach niektóre drzewa spełniałyby w tym wieku minimalne wymagania wymiarowe, aby pozyskany z nich surowiec zakwalifikować do klasy B drewna wielkowymiarowego.

- Biorąc pod uwagę przedstawioną w pracy możliwość określania wraz z wiekiem drzew różnicowania gęstości drewna, a poprzez to zawartości suchej masy drzewnej w jednostce objętości surowca, uzyskanymi w pracy wynikami mogą być zainteresowane zarówno podmioty oferujące jak i nabywające drewno okrągłe, zwłaszcza duże zakłady produkujące płyty drewnopochodne, a także wytwórcy papieru.
- Zaprezentowaną w pracy metodykę zastosowano do analizy zmienności gęstości drewna jodły olbrzymiej. Ze względu na praktyczne znaczenie niniejszych badań tego typu analizy można zalecić również dla innych gatunków drzew, zarówno rodzimych jak i introdukowanych, rosnących na terenie Polski.

Literatura

- Barszcz A. 2011. *Częstotliwość występowania i struktura rodzajowa wad drewna u głównych gatunków lasotwórczych Beskidu Żywieckiego i Śląskiego w zależności od wysokości nad poziomem morza*. Sylwan 155 (3): 171-178.
- Ericson B. 1959. *Mercury Immersion method for Determining the Wood Density of Increment Core Sections*. For. Res. Inst. o Sweden 1:1-31.
- Hikiert M. A. 2011. *Rozwój biomasy a upadek przemysłu drzewnego*. Biuletyn Informacyjny OBRPPD w Czarnej Wodzie (1-2): 5-12.
- Galewski W., Korzeniowski A. 1958. *Atlas najważniejszych gatunków drewna*. PWRiL, Warszawa.
- Jakubowski M. 2004. *Udział bielu, twardzieli drewna młodocianego i dojrzałego w strzałach sosen zwyczajnych (*Pinus sylvestris* L.) wyrosłych w różnych warunkach siedliskowych*. Sylwan 148 (8):16-24.
- Krzysik F. 1974. *Nauka o drewnie*. PWN, Warszawa.
- Moliński W., Raczkowski J. 1993. *Wybrane właściwości drewna jodły olbrzymiej (*Abies grandis* Lindl.) krajowego pochodzenia (badania wstępne)*. Sylwan 137 (11): 69-79.
- Niedzielska B. 1995. *Zmienność gęstości oraz podstawowych cech makroskopowej struktury drewna jodły (*Abies alba* Mill.) w granicach jej naturalnego występowania w Polsce*. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, Rozpr. hab. 198.
- Niedzielska B., Wąsik R. 1998. *Analiza szerokości przyrostów rocznych oraz gęstości drewna buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) na wybranych powierzchniach w Beskidzie Niskim*. Probl. Zagosp. Ziem Górs. 44: 63-75.
- Niedzielska B., Wąsik R. 2000. *Analiza zmienności wybranych cech drewna buka zwyczajnego (*Fagus sylvatica* L.) w zachodniej części Krainy Karpackiej*. Probl. Zagosp. Ziem Górsk. 46: 97-108.
- Olesen P. O. 1971. *The Water Displacement Method*. The Royal Veterinary and Agricultural University of Copenhagen.
- PN-D-04101:1977. *Drewno - oznaczanie gęstości*. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa.
- PN-D-01011:1979. *Drewno okrągłe*. Wady. Wyd. Normalizacyjne, Warszawa.
- Splawa-Neymann S., Owczarzak Z. 2006. *Użytkowe gatunki drewna - Jodła (*Abies alba* Mill.)*. <http://www.itd.poznan.pl>.
- Stanisz A. 1998. *Przystępny kurs statystyki*. StatSoft Polska. Kraków.
- Warunki Techniczne — *Drewno wielkowymiarowe iglaste*. 2002. Załącznik nr 1 do zarządzenia DGLP. Warszawa.
- Wąsik R. 2007. *Zmienność cech makrostruktury i gęstości drewna daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco) na terenie Polski*. Drewno - prace naukowe, doniesienia, komunikaty. 50 (178): 57-85.
- Wąsik R. 2010. *Analiza związków między wybranymi parametrami korony a cechami makrostruktury i gęstością drewna daglezi zielonej (*Pseudotsuga menziesii* var. *viridis* Franco)*. Sylwan 154 (11):783-790.
- Wood Handbook. 1974. *Wood As an Engineering Material*. U.S. Government Printing Office.

Radosław Wąsik

rlwasik@cyf-kr.edu.pl

Katedra Użytkowania Lasu i Drewna,

Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja w Krakowie