

Określanie wieku młodych brzoź *Betula pendula* Roth rosnących na gruntach porolnych

Determining the age of young silver birch (*Betula pendula* Roth) trees growing on former agricultural

Miłosz Tkaczyk¹, Robert Tomusiak²

¹Instytut Badawczy Leśnictwa, Zakład Ochrony Lasu, Sękocin Stary, ul. Braci Leśnej 3, 05-090 Raszyn;

²Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego, Wydział Leśny, Samodzielna Pracownia Dendrometrii
i Nauki o Produkcyjności Lasu, ul. Nowoursynowska 159, 02-787 Warszawa

Tel. +48 22 7153823; e-mail M.Tkaczyk@ibles.waw.pl

Abstract. In Poland, according to the law (amendment of the act of 21st May 2010) – on the provision of information on the environment and its protection, public participation in environmental protection and environmental impact assessments etc. (Official Law Journal article 08.199.1227, as amended) – the owner can cut down trees without permission, if they do not exceed the age of 10 years old. However, if an owner happens to cut down a tree on his property without knowing the age of the tree, he is liable to prosecution under this act.

The aim of this study is to verify whether there is a possibility to calculate the actual age of silver birch trees growing on former agricultural lands using features that enable age of standing trees to be identified. Using these criteria, owners would be able to calculate the age of trees on their own.

The research used 183 sample trees located on three research plots. For each tree, the dbh, height and prepared samples of wood from the trees base were used to give the age of the tree. The relationship between age and dbh, as well as between the age and the height was examined. The strength of correlation was compared and the strongest was used in the proposed model. Using these correlations two types of charts were constructed to estimate the age of young birches on the basis of dbh and height.

Key words: silver birch, age, dbh, height, former agricultural land

1. Wstęp

Zapisy zawarte w Ustawie o Ochronie Przyrody z 16 kwietnia 2004 r. (Ustawa 2004) oraz jej nowelizacji z dnia 21 maja 2010 r. (Ustawa 2010) mówią, że właściciel gruntu nie może bez pozwolenia wyciąć drzewa, z wyjątkiem drzew owocowych, jeżeli jego wiek przekroczył 10 lat. W sytuacji, kiedy właściciel przyjąłby, że drzewo, które chciałby wyciąć jest młodsze, a po ścięciu okazałoby się inaczej, grożą mu bardzo wysokie kary. Odpowiednie przepisy regulują wysokość tych kar (Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 13 października 2011 r.). Warto dodać, że opłaty należy ponieść nie tylko za wycinkę drzew bez zezwolenia, ale również za uzyskanie zgody na wycięcie drzew. Usu-

wanie drzew na terenie przeznaczonym do działalności gospodarczej wiąże się z koniecznością poniesienia opłat; od osób nie prowadzących działalności gospodarczej opłat się nie pobiera (np. przy usuwaniu drzew pod budowę domu). Wielkość opłat za usunięcie drzewa zależy od obwodu pnia na wysokości 1,30 m od ziemi oraz rodzaju i gatunku drzewa. W roku 2012 stawki opłat nie mogły przekraczać kwoty 319,40 PLN za 1 cm obwodu pierśnicowego u drzew o obwodzie do 25 cm. Przy większym obwodzie stawki za każdy centymetr rosną; przykładowo przy obwodzie 51–100 cm maksymalna kwota wynosi 757,13 PLN, a przy obwodzie 201–300 cm – aż 1774,52 PLN. W skrajnych przypadkach, u drzew o obwodzie powyżej 700 cm, stawka może wynieść nawet 4140,55 PLN za każdy

centymetr obwodu. Kary za nielegalne usunięcie drzewa są trzykrotnością wymienionych wyżej opłat pobieranych za zezwolenie.

Określenie wieku drzew stojących u większości gatunków jest sprawą bardzo trudną. U niektórych gatunków drzew iglastych wiek drzewa można określić na podstawie okółków, przy czym jest to możliwe w młodym wieku. Inne sposoby wymagają ingerencji w tkankę drzewa. Dysponując specjalistycznym urządzeniem zwanym świdrem Presslera można pobrać wywiert, na którym możliwe jest policzenie słoików rocznych. Przy założeniu, że wywiert pobrano możliwie blisko ziemi (zwykle na wysokości równej połowie długości rączki świdra) oraz, że nie ma trudności w wyznaczaniu granic słoików rocznych, sposób ten daje dokładne wyniki, pod warunkiem, że liczba słoików na wywiercie zostanie powiększona o liczbę lat, jaką drzewo potrzebowało do osiągnięcia wysokości, z której pobrano wywiert. Słoiki roczne najlepiej widoczne są na przekroju poprzecznym u ściętych drzew. Z wymienionych powodów można pokusić się o twierdzenie, iż właściciel gruntu nieposiadający specjalistycznej wiedzy i urządzeń nie jest w stanie określić wieku drzew rosnących na swojej posesji.

W ostatnich latach zwiększył się w Polsce udział gruntów, na których zaniechano produkcji rolnej. Na takich powierzchniach zachodzi sukcesja wtórna, w której dużą rolę odgrywa brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth), ze względu na niskie wymagania siedliskowe i dużą ekspansywność (Jaworski 1995; Szymański 2000). Brzoza, jako gatunek pionierski, bardzo szybko opanowuje nowe tereny (Karney et Pańłowicz 1952; Tomanek 2008), toteż można ją spotkać na znacznej części powierzchni wyłączonych z dalszej produkcji rolnej. Właściwości ekologiczne brzozy sprawiają, że na terenie, na którym jeszcze niedawno było pole uprawne, po kilku bądź kilkunastu latach jest już las. Może to stanowić problem dla właścicieli gruntów, którzy po pewnym czasie będą chcieli na nowo je uprawiać bądź przeznaczyć na inwestycje budowlane lub inne formy użytkowania. Próba usunięcia drzew z takich powierzchni bez zgody odpowiednich organów może okazać się złamaniem prawa ze względu na przekroczenie przez drzewa wieku 10 lat. Niestety właściciel nie jest w stanie określić tego wieku, gdyż oprócz przedstawionych wcześniej ogólnych trudności z określaniem wieku drzew stojących, w przypadku brzozy dochodzi jeszcze trudność specyficzna ze względu na drewno rozpięchłonaczyniowe, co sprawia, że określenie wieku drzew tego gatunku jest niezwykle trudne nawet na przekroju poprzecznym drzewa. Jedynie pod binokulem można określić liczbę słoików rocznych w miarę bezbłędnie.

Z powyższych powodów w niniejszej pracy podjęto próbę wskazania alternatywnych metod szacowania wieku brzozy, które nie wymagałyby ścięcia drzewa

oraz specjalistycznej wiedzy czy urządzeń. Celem niniejszej pracy jest poszukiwanie cech drzewa, z którymi wiek jest mocno powiązany, z zamiarem wykorzystania tych zależności w szacowaniu wieku. Wytypowano dwie cechy stosunkowo łatwe do pomiarów, zwłaszcza u młodych drzew: pierśnicę i wysokość. W pierwszej kolejności sprawdzona zostanie możliwość opisanie wieku przy użyciu wymienionych cech. Stopień powiązania z wiekiem pozwoli na wybór cechy lepiej nadającej się do zbudowania tablic do szacowania wieku młodych brzoz. Tablice takie mogłyby okazać się przydatne dla właścicieli gruntów, na których pojawiła się brzoza brodawkowata. Pozwalałyby w prosty sposób oszacować wiek drzewa, dzięki czemu mogą stać się podstawą podjęcia świadomej decyzji o jego ewentualnym ścięciu bez zezwolenia lub też udania się do stosownego urzędu po odpowiedni dokument.

2. Materiał badawczy i metodyka badań

Materiał badawczy obejmuje wyrzynki z drzew, których wiek nie przekroczył 10 lat (jak wynika z przeprowadzonego wywiadu środowiskowego), rosnących na trzech powierzchniach. Dwie pierwsze powierzchnie zlokalizowane są na terenie miejscowości Chudolipie (gmina Mszczonów, powiat Żabia Wola, województwo mazowieckie), natomiast powierzchnia trzecia na terenie miejscowości Ujście (gmina Janów Lubelski, powiat Janowski, województwo lubelskie). Drzewa rosły na gruntach ornych klasy V, VI i VIz, to znaczy na glebach słabych, mało przydatnych do uprawy rolnej (Woch 2007; Zawadzki 2009). Próbkę do badań na powierzchni pierwszej (teren otwarty, gleba klasy VIz) pobrano z drzew wyciętych pod liniami wysokiego napięcia w centralnej części powierzchni. Na powierzchni drugiej (otoczonej drzewostanem sosnowym, gleba klasy VI) wyznaczony został transekt przebiegający wzdłuż całej powierzchni badawczej. Drzewa do badań były wycinane w odległości około 0,5 m od osi wyznaczonego transektu. Materiały do badań z powierzchni trzeciej (teren otwarty, gleby klasy V) były wybierane w ten sam sposób. Na całości powierzchni wyznaczony został transekt o szerokości 1 metra, na którym drzewa były wycinane po kolei aż do uzyskania 61 drzew.

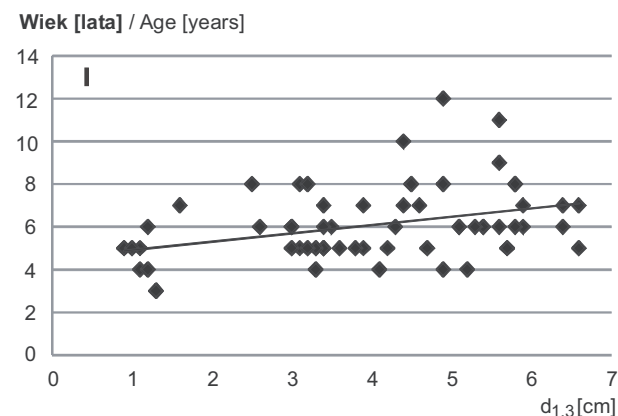
Prace pomiarowe przeprowadzono w grudniu 2009 i styczniu 2010 r. Zmierzono grubość każdego drzewa próbnego na wysokości 1,3 m od ziemi oraz jego wysokość. Pobrano także wyrzynek wycięty przy podstawie drzewa (nie więcej niż 5–10 cm od poziomu gruntu), co w przypadku gatunków pionierskich zapewnia uwzględnienie na przekroju poprzecznym pnia słoja z pierwszego roku wzrostu drzewa. Ma to duże znaczenie przy dalszej obróbce materiałów i ustaleniu dokładnego

wieku każdego z drzew. Ze wszystkich powierzchni badawczych pobrano łącznie 183 wyrzynki (61 wyrzynków z powierzchni pierwszej, 61 z powierzchni drugiej i 61 z powierzchni trzeciej). Wyrzynki te przewieziono do laboratorium, gdzie zostały oszlifowane. Następnie zwilżono je wodą, aby lepiej uwidocznili granice słoików rocznych. Granice słoików obserwowano pod binokulem znajdującym się w pracowni przyrostowej Samodzielnego Zakładu Dendrometrii i Nauki o Produktach Lasu SGGW w Warszawie, pod powiększeniem $\times 15$, a same słoiki policzono, dzięki czemu możliwe było określenie wieku każdego wyrzynka. Z uwagi na to, że fragmenty te były pozyskiwane z dolnej części pnia (blisko podstawy) liczba słoików na wyrzynkach jest jednocześnie wiekiem drzewa. Każdy słoik odpowiada jednemu sezonowi wegetacyjnemu, w którym drzewo rośnie (Hejnowicz 2002; Zielski i Krapiec 2004).

Przeprowadzono analizę regresji i korelacji grubości oraz wysokości z wiekiem drzewa.

3. Wyniki

Zbadano związek wieku z pierśnicą drzewa dla trzech różnych klas, jakości gleby (ryc. 1). Linia regresji



dla tej zależności jest pochylona w stosunku do osi odciętych pod pewnym kątem, co może oznaczać, iż między wiekiem a pierśnicą istnieje statystycznie istotna zależność. Potwierdza to wielkość współczynnika korelacji liniowej Pearsona wynosząca: dla powierzchni I (klasa VIz) – 0,369, dla powierzchni II (klasa VI) – 0,495, dla powierzchni III (klasa V) – 0,639, oraz test istotności współczynnika korelacji, który dla wszystkich powierzchni wyniósł $p = 0,000$. Zmienność wieku drzew można wyjaśnić na podstawie związku tej cechy z pierśnicą w 13,59% w przypadku pow. I, 24,52% – pow. II, 40,87% – pow. III.

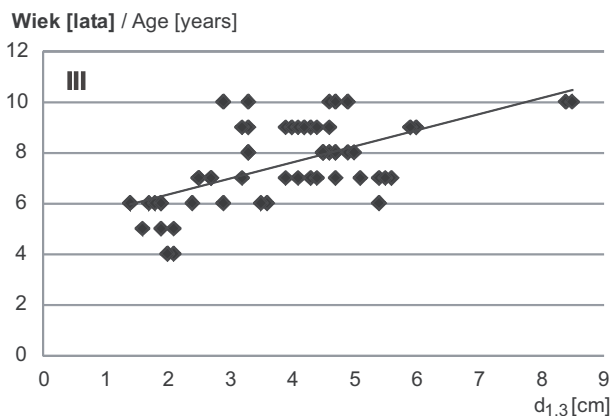
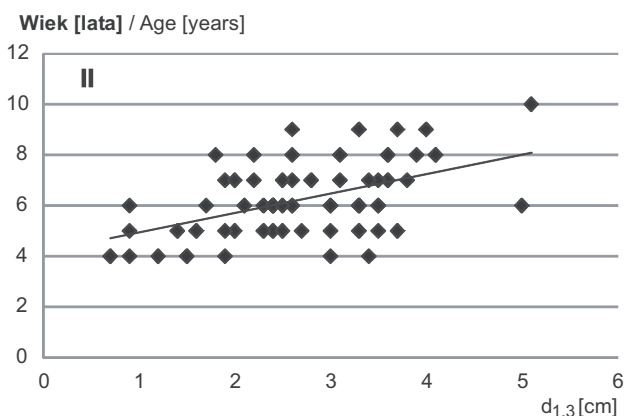
Dla każdej powierzchni opracowano równanie pozwalające określić wiek na podstawie pierśnicy drzewa ($d_{1,3}$), wyrażonej w cm:

$$\text{Powierzchnia I: } \text{wiek} = 4,52074 + 0,3894 \cdot d_{1,3}$$

$$\text{Powierzchnia II: } \text{wiek} = 4,16963 + 0,767109 \cdot d_{1,3}$$

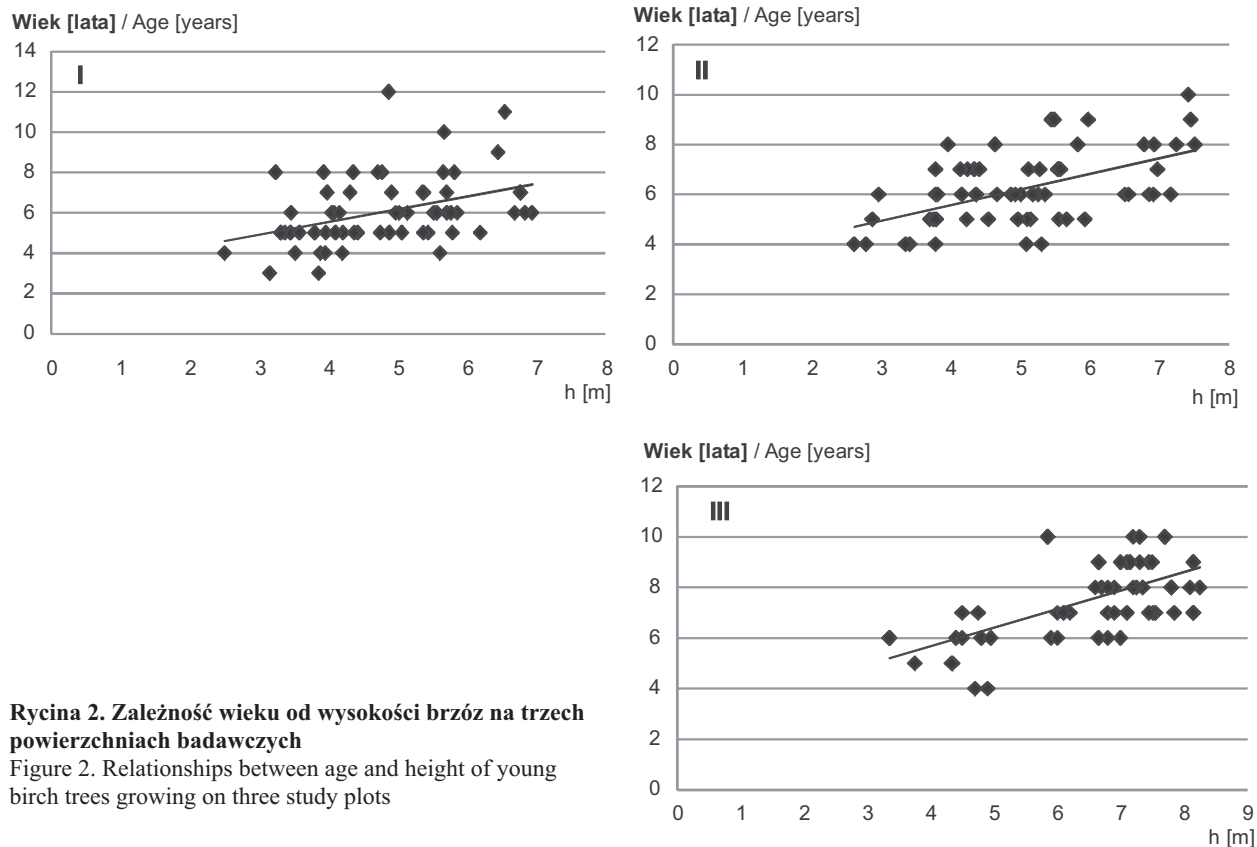
$$\text{Powierzchnia III: } \text{wiek} = 4,88045 + 0,661744 \cdot d_{1,3}$$

Zbadano również związek wieku z wysokością drzewa. Wykres rozrzutu tych cech przedstawiono na rycinie 2. Linia regresji jest nachylona bardziej stromo do osi wysokości niż w przypadku zależności między wiekiem



Rycina 1. Zależność wieku od pierśnicy brzoź na trzech powierzchniach badawczych

Figure 1. Relationships between age and dbh of young birch trees growing on tree study plots



Rycina 2. Zależność wieku od wysokości brzoź na trzech powierzchniach badawczych

Figure 2. Relationships between age and height of young birch trees growing on three study plots

Tabela 1. Tablice do określania wieku brzoź na podstawie pierśnicy

Table 1. Tables for determining the birch age based on dbh

d [cm]	Klasa gruntu / Quality classes of agricultural land*								
	VIz			VI			V		
	Wiek [lata] / age [years]								
	średni mean	min	max	średni mean	min	max	średni mean	min	max
1	5	4	5	5	5	5	6	5	6
2	5	5	6	6	5	6	6	6	7
3	6	5	6	6	6	7	7	7	7
4	6	6	6	7	7	8	8	7	8
5	6	6	7	8	8	8	8	8	8
6	7	7	7	9	8	9	9	9	9
7	7	7	8	10	9	10	10	9	10
8	8	7	8	10	9	11	10	10	11
9	8	7	9	11	10	12	11	10	12
10	8	8	9	12	11	13	11	11	12
11	9	8	10	13	11	14	12	11	13
12	9	8	10	13	12	15	13	12	14

* Quality classes of agricultural land describe the quality of land in terms of value to agricultural production; class I corresponds to the highest agricultural value and class VI to the lowest; z - land designated for afforestation.

Tabela 2. Tablice do określania wieku brzoź na podstawie wysokości

Table 2. Tables for determining the birch age based on height

<i>h</i> [m]	Klasa gruntu / Quality classes of agricultural land*								
	VIz			VI			V		
	Wiek [lata] / age [years]								
	średni mean	min	max	średni mean	min	max	średni mean	min	max
1	4	3	4	4	3	4	3	2	4
2	4	4	5	4	4	5	4	3	5
3	5	5	5	5	5	5	5	4	5
4	6	5	6	6	5	6	6	5	6
5	6	6	6	6	6	6	6	6	7
6	7	6	7	7	7	7	7	7	7
7	7	7	8	7	7	8	8	8	8
8	8	7	9	8	8	8	9	8	9
9	9	8	10	9	8	9	9	9	10
10	9	8	10	9	9	10	10	9	11
11	10	9	11	10	9	11	11	10	12
12	11	9	12	11	10	11	12	11	12

* As in the Table 1.

a pierśnicą drzewa. Wielkość współczynnika korelacji dla badanej próby wynosi: powierzchnia I – 0,395, powierzchnia II – 0,545, powierzchnia III – 0,620; test istotności współczynnika korelacji wskazuje na istotny statystycznie związek między wysokością a wiekiem drzewa również we wszystkich populacjach, z których pobrano próby ($p = 0,000$). Zmienność wieku brzoź w badanych drzewostanach można wyjaśnić na podstawie wysokości w 15,63% dla powierzchni I, 29,71% dla powierzchni II oraz 38,43% dla powierzchni III, o czym świadczy wielkość współczynnika determinacji. Związek wieku i wysokości drzew jest, zatem znacznie silniejszy niż związek wieku i pierśnicy drzew. Poniżej przedstawiono równanie empiryczne pozwalające prognozować wiek drzewa na podstawie jego wysokości wyrażonej w metrach:

Powierzchnia I: $wiek = 3,02036 + 0,629241 \cdot h$ Powierzchnia II: $wiek = 3,07925 + 0,624321 \cdot h$ Powierzchnia III: $wiek = 2,56588 + 0,749741 \cdot h$

W tabeli pierwszej przedstawiono propozycję określania wieku młodych brzoź na podstawie pierśnicy wyrażonej w centymetrach, a w tabeli drugiej - określenia wieku dla młodych brzoź na podstawie wysokości. Wartości środkowe zostały wyliczone na podstawie równania regresji uzyskanego w trakcie wcześniejszej analizy,

natomiast wartość dolną i górną wyznaczono z wykorzystaniem przedziałów ufności.

4. Dyskusja

Zgodnie ze zmianami w Ustawie o Ochronie Przyrody (Ustawa z dnia 21 maja 2010 r.) wiek graniczny, kiedy można wycinać drzewa bez pozwolenia, wynosi 10 lat. Zapis jest precyzyjny i jednoznaczny, jednakże jego stosowanie wiąże się z potrzebą określania wieku, co w wielu przypadkach jest niemożliwe bez ingerencji w tkankę drzewa, a to z kolei wymaga zastosowania specjalistycznych urządzeń (świder Presslera), którymi na ogół właściciel drzewa nie dysponuje. Prowadzi to do sytuacji, że wycina się często drzewa bez uprzedniego określenia jego wieku, co naraża właściciela na regulowaną odpowiednimi przepisami karę. Dla właścicieli zamierzających wyciąć drzewa pomocne mogłyby się okazać inne rozwiązania, umożliwiające określenie wieku drzew. W przedstawionej pracy próbowano rozwiązać problem szacowania wieku młodych brzoź na podstawie cech możliwych do pomiarzenia na drzewach stojących: pierśnicy i wysokości.

Z przeprowadzonych badań wynika, że zarówno pierśnica, jak i wysokość są istotnie skorelowane z wiekiem drzew, przy czym większą mocą charakteryzuje się zależność wieku od wysokości. Współczynnik deter-

minacji, mówiący, jaką część zmienności wieku można opisać na podstawie zmiennej niezależnej, jest prawie dwa razy większy dla wysokości niż dla pierśnicy. W obu przypadkach nie są to jednak związki bardzo silne. Stąd też nie ma możliwości jednoznacznego stwierdzenia, ile lat ma dane drzewo, na podstawie pierśnicy i wysokości.

Warto zatem rozważyć, czy posługiwanie się w przepisach granicą wieku jest dobrym rozwiązaniem. Trudno jest określić wiek drzew “na oko”, a skutkiem każdego błędu może być obciążenie wysokimi karami finansowymi. O wiele łatwiej byłoby, gdyby w treści ustawy podano wymiar graniczny drzewa, kwalifikujący go do ścięcia, możliwy do oceny bez potrzeby zatrudniania specjalisty i ingerencji w tkankę drewna. Cechą taką mógłby być obwód pnia na wysokości 130 cm od poziomu gruntu. Wówczas każdy właściciel gruntu, który chce wyciąć drzewo na swojej nieruchomości, mógłby bez specjalistycznego sprzętu, a jedynie za pomocą miarki, jednoznacznie określić, czy takie drzewo można bez zezwolenia wyciąć.

Dopóki ustawodawca nie wprowadzi takich zmian, propozycją z niniejszej pracy jest wykorzystanie tablic 1 i 2 do szacowania wieku drzewa na podstawie cech łatwiejszych do pomierzenia, jakimi są jego grubość czy wysokość. Należy pamiętać, iż proponowane przedziały tych cech przedstawiają wielkości typowe, natomiast trzeba liczyć się z możliwością wystąpienia drzew starszych w tym zakresie wymiarowym.

Proponowane tablice mogą stanowić ułatwienie w podejmowaniu decyzji, co do wycięcia drzewa, jednakże nie wskazują one jednoznacznie wieku drzewa. Tablice zawierają typowe wartości wieku przy danych wymiarach drzew, natomiast wartości minimalne i maksymalne mogą stanowić znacznie szerszy przedział. Na drzewa, jak i na inne organizmy żywe, wpływa wiele czynników zewnętrznych, które powodują dużą zmienność badanych cech. Z uwagi na fakt, że źródłem opracowania niniejszej propozycji były drzewa rosnące na glebach najuboższych (klasy V, VI i VIz), nie są one reprezentatywne dla młodych brzoź rosnących na glebach żyzniejszych. Mogą się również okazać niereprezentatywne dla drzew rosnących w innych warunkach środowiskowych. Stąd też wskazane byłoby uwzględnienie przy budowie proponowanych tablic materiału badawczego z różnych części Polski, reprezentującego różne klasy żyzności gleby na gruntach porolnych oraz różne warunki klimatyczne. Należy również pamiętać, że tablice takie mogą być pomocą w szacowaniu wieku brzoź, ale nie rozwiążą całości problemu. To przepisy powinny w sposób prosty i jednoznaczny definiować warunki związane z wycięciem drzew, tak aby każdy właściciel bez specjalistycznej wiedzy i urzędzeń mógł

samodzielnie i bezbłędnie określić, czy planowane drzewa do wycięcia spełniają wszystkie niezbędne kryteria.

5. Wnioski

Wiek drzew w drzewostanach brzoźowych na gruntach porolnych powstałych w ramach naturalnego odnowienia jest cechą bardzo zmienną. Różnice wieku sięgają na jednej powierzchni nawet do 8 lat.

Stwierdzono istotny statystycznie związek wieku młodych brzoź z pierśnicą i wysokością drzewa. Zależności te wykorzystano do stworzenia tablic umożliwiających oszacowanie wieku drzew na gruntach porolnych na podstawie pierśnicy bądź wysokości. Z uwagi na fakt, iż cechą silniej skorelowaną z wiekiem drzewa jest jego wysokość, bardziej dokładne mogą okazać się tablice bazujące na wysokości drzew. Opisywane zależności nie są dostatecznie silne, aby wiek odczytany z tablic traktować, jako ocenę jednoznaczną i rozstrzygającą, mogą natomiast stanowić ułatwienie w podejmowaniu decyzji, co do wycięcia drzewa, poprzez wskazanie klasy ryzyka przekroczenia wieku 10 lat.

Uzyskane wyniki wskazują na konieczność zmiany przepisów dotyczących wycinania drzew bez pozwolenia na takie, które będą zawierały kryteria możliwe do określenia dla każdego właściciela gruntu bez posiadania specjalistycznej wiedzy i urzędzeń.

Jeżeli przepisy nie ulegną zmianie, konieczne będzie stworzenie tablic takich jak zaproponowane w niniejszej pracy, na podstawie, których będzie można określić wiek drzewa danego gatunku według cech łatwych do pomierzenia. Jednak do ich stworzenia konieczny będzie znacznie szerszy materiał badawczy, reprezentatywny dla różnych części Polski. Niezbędne jest również poszukiwanie cech w większym stopniu powiązanych z wiekiem drzewa niż pierśnica i wysokość.

Podziękowania

Niniejsze badania były wykonane w ramach pracy inżynierskiej. Na wykonanie ich nie otrzymano żadnego dofinansowania.

Literatura

- Hejnowicz Z. 2002. Anatomia i histogeneza roślin naczyniowych. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 980. ISBN 83-01-13825-4.
- Jaworski A. 1995. Charakterystyka hodowlana drzew leśnych. Kraków, Wydawnictwo Gutenberg, s. 237. ISBN 978-83-863100-3-6.

- Karney J., Pawłowicz A. 1952. *Brzozy*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, s. 86.
- Obwieszczenie Ministra Środowiska z dnia 13 października 2011 r. w sprawie stawek opłat za usunięcie drzew i krzewów oraz stawek kar za zniszczenie zieleni na rok 2012. M.P. Nr 95/2011 r., poz. 963.
- Szymański S. 2000. *Ekologiczne podstawy hodowli lasu*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, s. 479. ISBN 83-09-01728-6.
- Tomanek J. 2008. *Botanika leśna*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, s. 593. ISBN 978-83-090101-8-0.
- Ustawa o Ochronie Przyrody z 16 kwietnia 2004 r. Dz.U. z 2009 r. Nr 151, poz. 1220, z późn. zm.
- Ustawa o zmianie ustawy o udostępnieniu informacji o środowisku jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenie oddziaływania na środowisko oraz niektórych innych z dnia 21 maja 2010 r. Dz.U. Nr 199, poz. 1227, z późn. zm.
- Woch F. 2007. *Wademekum klasyfikacji gleb*. Puławy, Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, s. 480. ISBN 978-83-89576-88-0.
- Zawadzki S. 2009. *Gleboznawstwo*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, s. 560. ISBN 83-09-01703-0.
- Zielski A., Krapiec M. 2004. *Dendrochronologia*. Warszawa, Wydawnictwo Naukowe PWN, s. 328. ISBN 83-01-14226-X.

