



<sup>1</sup> Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Wydział Agrobiotechnologii,  
Instytut Genetyki, Hodowli i Biotechnologii Roślin, ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin, Polska

<sup>2</sup> Nadleśnictwo Rozwadów, ul. Przemysłowa 1, 37-465 Stalowa Wola, Polska

\* e-mail: [katarzyna.masternak@up.lublin.pl](mailto:katarzyna.masternak@up.lublin.pl)

KATARZYNA MASTERNAK \*, HENRYK SOBALA<sup>2</sup>

## Wpływ wybranych zabiegów pielęgnacyjnych na kształtowanie się stabilności drzewostanów sosny zwyczajnej

---

Effect of selected tending intervention on the stability of Scots pine stands

**Streszczenie.** Analizowano wpływ wybranych zabiegów pielęgnacyjnych na współczynnik smukłości oraz stabilność drzewostanów sosnowych młodszych klas wieku. Badano cztery drzewostany w początkowym etapie fazy żerdziowiny. Pierwszy z nich był zaniedbany pielęgnacyjnie. Drugi był przed zabiegiem trzebieży wczesnej, a po wykonaniu czyszczeń późnych. W kolejnych dwóch wykonano trzebieże wczesne. W każdym z czterech drzewostanów założono powierzchnie próbne, w których pomierzono wysokość i pierśnicę drzew. Określono zagęszczenie drzew oraz obliczono ich współczynnik smukłości. Stwierdzono, że zabiegi pielęgnacyjne mają wpływ na stabilność drzewostanów sosnowych. Im wyższe było zagęszczenie drzew, a drzewostan bardziej zaniedbany pielęgnacyjnie, tym stabilność drzewostanów była niższa. Stwierdzono również, że rzadko wykonywane, ale intensywne cięcia zwiększają ryzyko uszkodzenia drzewostanów przez śnieg i wiatr. W przypadku sosny zwyczajnej lepiej jest wykonywać mniej intensywne zabiegi pielęgnacyjne, ale z większą częstotliwością, gdyż takie podejście hodowlane nie obniża stabilności rosnących drzewostanów.

**Słowa kluczowe:** współczynnik smukłości, *Pinus sylvestris*, czyszczenia, trzebieże

### WSTĘP

Stabilność drzewostanu jest miarą jego odporności na czynniki abiotyczne, głównie śnieg i wiatr. Jest określana najczęściej na podstawie współczynnika smukłości liczonego jako stosunek wysokości do pierśnicy drzew [Burschel i Huss 1997]. Najwyższą podatnością na uszkodzenia od śniegu i wiatru cechują się drzewostany w II klasie wieku (21–40 lat) w fazie żerdziowiny i drągowiny, bez względu na gatunek i pochodzenie. W tym czasie współczynnik smukłości drzewostanów jest bardzo wysoki, osiąga bardzo często

często wartość powyżej 100. Wraz z wiekiem smukłość drzew zmniejsza się, przyjmując w średnich klasach wieku współczynnik poniżej 100 [Jaworski 2004, Jelonek i in. 2013], przy czym drzewa rosnące pojedynczo zwykle osiągają współczynnik zbliżony do 40 [Burschel i Huss 1997, Jaworski 2004]. Analizy zmian wartości współczynnika smukłości wraz z wiekiem, siedliskowym typem lasu czy pozycją bisocjalną były przedmiotem wielu badań. W przypadku gatunków iglastych badania wykonano dla sosny zwyczajnej [Rymer-Dudzińska 1992, Jelonek i in. 2013], świerka pospolitego [Kaźmierczak i in. 2008] oraz modrzewia europejskiego [Kaźmierczak i in. 2012]. Spośród drzew liściastych analizowano buka zwyczajnego [Rymer-Dudzińska i Tomusiak 2000] oraz dęba szypułkowego [Kaźmierczak i in. 2009, Kaczmarek i in. 2018].

W poprawnie prowadzonych drzewostanach sosnowych formują proste oraz dobrze oczyszczone strzały, a ich smukłość jest związana z wiekiem, wysokością, pierśnicą, zagęszczeniem oraz pozycją biosocjalną drzew [Tomczak i in. 2014]. Dużą rolę w kształtowaniu smukłości odgrywają także zabiegi pielęgnacyjne, które dzięki właściwej regulacji zwarcia pozwalają na osiągnięcie odpowiedniej wysokości, grubości, kształtowania korony oraz oczyszczonego pnia. Według Jaworskiego [2004] poprzez wykonywanie czyszczeń i trzebieży regulujących przestrzeń wzrostu można wpływać na wielkość współczynnika smukłości. Pomimo wielu badań dotyczących wpływu zagęszczenia na wzrost i rozwój drzew, wiedza na ten temat nie jest jeszcze w pełni poznana [Jagodziński i Oleksyn 2009]. Cytowane badania dotyczą bowiem drzewostanów rosnących na różnych siedliskach i w odległych lokalizacjach, co może wpływać na uzyskany wynik. Z tego względu kolejne badania w tym zakresie przeprowadzone w drzewostanach rosnących w tych samych warunkach pozwolą na uzyskanie nowych wyników, które uzupełnią dotychczasową wiedzę hodowlaną.

Celem badań była ocena wpływu zabiegów pielęgnacyjnych na kształtowanie się współczynnika smukłości drzewostanów sosnowych. Badania wykonano w Nadleśnictwie Rozwadów, wybierając 4 drzewostany w II klasie wieku (podklasa IIa), różniące się wykonanymi w nich zabiegami pielęgnacyjnymi. W badaniach sprawdzono hipotezę o braku wpływu sposobu realizacji zabiegów hodowlanych w drzewostanie sosnowym w fazie żerdziowiny na kształtowanie się jego stabilności mechanicznej, tj. odporności na czynniki abiotyczne (śnieg, wiatr).

## MATERIAŁ I METODY

### Teren badań

Badania wykonano w 2019 roku w czterech oddziałach zlokalizowanych w Nadleśnictwie Rozwadów. Drzewostany występowały na siedlisku boru świeżego, a gatunkiem głównym była w nich sosna zwyczajna. Zadrzewienie wahało się od 0,8 do 1,0, we wszystkich drzewostanach występowało zwarcie pełne, a wiek drzew wynosił od 22 do 30 lat (tab. 1).

W drzewostanie w oddziale 310a nie został wykonany zabieg czyszczeń późnych (CP). Na 2020 r. zaplanowano trzebież wczesną pozytywną (TWP). W oddziale 270a prowadzono wcześniej CP, a na 2020 r. zaplanowano zabieg TWP. W oddziale 312d w 2018 r. wykonano trzebież wczesną, w której pobrano 62 m<sup>3</sup> masy, tj. 30,24 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>. W ostatnim z analizowanych drzewostanów rosnącym w oddziale 274a trzebież wykonano w 2016 r., w trakcie której pobrano 87 m<sup>3</sup> masy, tj. 26,36 m<sup>3</sup>·ha<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Charakterystyka analizowanych drzewostanów  
Table 1. Characteristics of the analyzed stands

Oddział Compartment	Powierzchnia [ha] Area	Skład gatunkowy Species composition	Wiek [lata] Age [year]	Zadrze- wienie Growing stock	Zabiegi pielęgnacyjne Silvicultural tending
310a	1,21	sosna zwyczajna	22	0,8	brak wykonanych CP, planowane TWP na 2020 r.
270a	2,49	90% sosna zwyczajna, 10% brzoza brodawkowata	22	0,8	wykonane CP, planowany zabieg TWP na 2020 r.
312d	2,05	sosna zwyczajna	30	1,0	wykonane CP, wykonane TWP w 2018 r. (rok po cięciu)
274a	3,30	90% sosna zwyczajna, 10% brzoza brodawkowata	26	1,0	wykonane CP, wykonane TWP w 2016 r. (3 lata po cięciu)

### Pomiary terenowe

W każdym z badanych drzewostanów wyznaczono 5 powierzchni próbnych o wymiarach  $10 \times 10$  m (0,01 ha). Na wyznaczonych poletkach pomierzono pierśnice wszystkich rosnących drzew z dokładnością do 1 cm, zaokrąglając matematycznie w dół lub w górę. Następnie usystematyzowano mierzone drzewa w przedziały co 1 cm. W każdym z przedziałów zmierzono wysokość 8 drzew z dokładnością do 1 m. Pomiar wysokości drzew wykonano za pomocą wysokościomierza Suunto, a pierśnice przy użyciu średnicomierza. W każdym drzewostanie określono współczynnik smukłości dla pomierzonych sosen. Obliczano go jako stosunek wysokości drzewa do jego pierśnicy wyrażonych w cm. Współczynnik wynoszący powyżej 100 wskazuje na drzewostany bardzo niestabilne, natomiast poniżej tej wartości na niestabilne (80–100) lub stabilne (<80) [Burschel i Huss 1997]. Istotność różnic pomiędzy współczynnikiem smukłości analizowanych drzewostanów określono przy pomocy jednoczynnikowej analizy wariancji, a grupy jednorodne określono testem Tukeya ( $p < 0,05$ ). Obliczenia wykonano w programie Statistica ver. 9.0 [StatSoft Inc. 2018].

### WYNIKI

W oddziale 310a, w którym nie wykonano zabiegu czyszczeń późnych, pomierzono 400 drzew. Daje to 9680 sztuk drzew w drzewostanie, a więc 8000 sztuk na hektar. Średnia pierśnica sosen wyniosła 8 cm, natomiast wysokość 10,2 m. Najwięcej drzew charakteryzowało się wysokością wynoszącą 11–12 m oraz pierśnicą w zakresie 6–9 cm. Średni współczynnik smukłości wyniósł 155 i wahał się od 85 do 300 (tab. 2, ryc. 1).

Tabela 2. Wartości średnie zagęszczenia drzew i współczynnika smukłości analizowanych drzewostanów; w przypadku współczynnika smukłości grupy jednorodne określono testem Tukeya  
 Table 2. Average values of tree density and slenderness ratio of the analyzed stands; in the case of the slenderness ratio, the homogeneous groups were determined by the Tukey's test

Oddział Compartment	Wykonane i planowane czynności pielęgnacyjne Performed and planned silvicultural tending	Zagęszczenie [szt.·ha <sup>-1</sup> ] Density [art ha <sup>-1</sup> ]	Współczynnik smukłości Slenderness coefficient
310a	brak wykonanych CP, planowane TWP na 2020 r.	8000	158 <sup>a</sup>
270a	wykonane CP, planowany zabieg TWP na 2020 r.	5440	131 <sup>ab</sup>
312d	wykonane CP, wykonane TWP w 2018 r. (rok po cięciu)	2900	102 <sup>b</sup>
274a	wykonane CP, wykonane TWP w 2016 r. (3 lata po cięciu)	2920	114 <sup>b</sup>
Test F (poziom istotności)			3,3155 ( <i>p</i> = 0,0272)

a,b – grupy jednorodne/ a,b – homogeneous groups

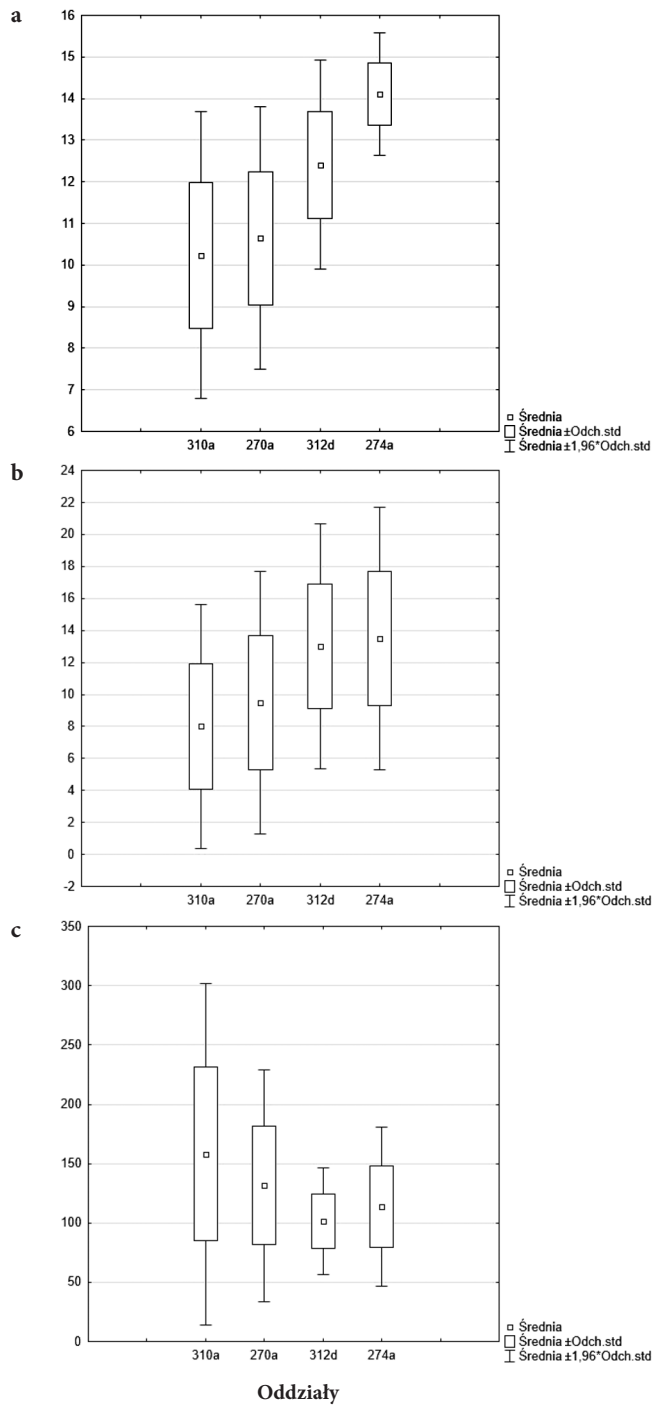
Na wyznaczonych poletkach próbnych w oddziale 270a pomierzono łącznie 272 drzewa. Daje to 13 546 sztuk sosen w badanym drzewostanie, czyli 5440 drzew na hektar. Sosny wykazywały duże zróżnicowanie pod względem cech wzrostowych. Wysokość drzew wahała się od 7 do 13 m, a pierśnica od 3 do 16 cm. Średnia wysokość drzew wyniosła 10,5 m, a pierśnica 9,5 cm. Średni współczynnik smukłości wyniósł 130 (tab. 2, ryc. 1).

W oddziale 312d pomierzono 145 sztuk sosen. W całym drzewostanie znajdowało się zatem 5945 drzew, natomiast w przeliczeniu na 1 ha daje to 2900 sosen. Pierśnica sosen zmieniała się od 7 do 19 cm, ze średnią wynoszącą 13 cm, natomiast wysokość od 10,3 do 14,5 m, ze średnią wynoszącą 12,4 m. Współczynnik smukłości wahał się od 76 do 147, a wartość średnia wyniosła 101 (tab. 2, ryc. 1).

Na poletkach próbnych w oddziale 274a zinwentaryzowano 146 sosen. W przeliczeniu na cały drzewostan daje to 9636 drzew oraz 2920 sztuk na hektar. Średnia wysokość wyniosła 14,1 m, a pierśnica 13,5 cm. Drzewa nie wykazywały znacznych różnic pod względem wysokości, która osiągała od 13,3 m do 15 m. Pierśnica natomiast wahała się od 7 do 20 cm. Średni współczynnik smukłości wyniósł 113 (tab. 2, ryc. 1)

#### DYSKUSJA

Pielęgnowaniem drzewostanu nazywa się zabiegi hodowlane mające na celu wykonanie odpowiednich cięć oraz poprawienie formy drzew. Poprzez prawidłowo wykonane zabiegi pielęgnacyjne, szczególnie w najmłodszych fazach rozwojowych, wyprzedza się proces naturalnego wydzielania się drzew. Zabiegi pielęgnacyjne bazują na selekcji i wychowaniu. Selekcja to usuwanie drzew według ustalonych kryteriów, natomiast wychowanie polega na popieraniu pożądanych i usuwaniu niekorzystnych cech drzew [Jaworski 2011a]. W pracy skupiono się na wskazaniu, jaki wpływ mają odpowiednio wykonane zabiegi pielęgnacyjne we wczesnych fazach rozwojowych na kształtowanie się stabilno-



Ryc. 1. Średnie i odchylenia standardowe dla wysokości (a), pierśnicy (b) i współczynnika smukłości (c)

Ryc. 1. Means and standard deviations for height (a), dbh (b) and slenderness coefficient (c)

ści drzewostanów sosnowych. W tym czasie drzewa mają najwyższe zdolności przystosowawcze, a więc w najwyższym stopniu reagują na prowadzone cięcia pielęgnacyjne, a dzięki odpowiedniej regulacji zwarcia można kształtować dobrze oczyszczoną strzałę, właściwą formę korony oraz wzmacniać stabilność drzewostanów.

W wykonanych badaniach stwierdzono, że w fazie żerdziowiny wraz ze wzrostem zagęszczenia drzewostanów podwyższa się ich współczynnik smukłości i w konsekwencji wzrasta ryzyko uszkodzenia przez czynniki abiotyczne, co potwierdzają także inne prace dotyczące sosny [Peltola i Kellomäki 1993, Peltola i in. 1997] oraz innych gatunków drzew leśnych [Peltola i in. 1997, Wilson i Oliver 2000]. W początkowych fazach rozwojowych zaleca się utrzymanie drzew w pełnym zwarciu, co umożliwi zachodzenie procesu naturalnego oczyszczania się i tworzenie drewna bezszęcznego [Jaworski 2011b]. Jednak w zbyt dużym zagęszczeniu sosna staje się bardziej podatna na szkody powodowane przez śnieg. Dzieje się tak dlatego, że śnieg nie jest w stanie przedostać się do gruntu i zatrzymuje się na koronach drzew. Według Zajączkowskiego [1991] obciążenie korony, przy którym następują szkody w drzewostanach sosnowych wynosi  $30\text{--}40\text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$ , co odpowiada pokrywie śnieżnej o grubości  $15\text{--}25\text{ cm}$ . Istnieje duże prawdopodobieństwo, że takie szkody mogą się pojawić w oddziale 310a, gdzie nie wykonywano czyszczeń późnych, a obecne zagęszczenie odpowiada takiemu, które według *Zasad hodowli lasu* [2012] stosuje się w trakcie zakładania upraw. Drzewostan jest zatem zbyt przegęszczony. Dodatkowo sosna ma wysoko położony środek ciężkości, co powoduje, że w wyniku zbyt dużego obciążenia pokrywą śnieżną złamania nastąpią poniżej korony [Zajączkowski 1991, Nykänen i in. 1997].

Obok regulacji zagęszczenia, kolejnym ważnym aspektem w trakcie wykonywania zabiegów pielęgnacyjnych jest ich nawrót oraz intensywność. Bez względu na gatunek korzystniejsze wydaje się wykonywanie częstszych, ale mniej intensywnych cięć. Drzewostany zaniedbane pielęgnacyjnie są bardziej narażone na szkody od śniegu i wiatru w porównaniu z drzewostanami prowadzonymi odpowiednio [Päätaalo 2000, Picchio i in. 2020]. Drzewa mają bowiem wysokie wartości współczynnika smukłości, a więc dużą podatność na szkody abiotyczne. Ponadto w przypadku zaniedbanych pielęgnacyjnie, przegęszczonych drzewostanów, takich jak ten rosnący w oddziale 310a, po wykonaniu intensywnej trzebieży wczesnej planowanej na 2020 r., mogą wystąpić dalsze szkody powodowane przez wiatr oraz śnieg. Wskazują wyniki badań Zajączkowskiego [1991] oraz Zachary [2006], w których wykazano, że zbyt silne przerwanie zwarcia w przegęszczonych drzewostanach prowadzi do wzrostu szkód od czynników abiotycznych. Ryzyko to jest najwyższe bezpośrednio po wykonaniu cięć [Valinger i Petterson 1996, Skrzyszewski i Pach 2020].

Jest wysoce prawdopodobne, że ze szkodami od wiatru będzie można się spotkać także w oddziałach 274a i 312d, w których wykonano już trzebieże wczesne pozytywne. W obu oddziałach w najbliższym 10-leciu nie planuje się wykonania cięć. Drzewostan w oddziale 312d posiada najniższą wartość współczynnika smukłości (102), natomiast w drzewostanie zlokalizowanym w oddziale 274a, który jest 3 lata po zabiegu trzebieży wczesnej, współczynnik ten zaczyna powoli podwyższać swoją wartość (113), co jest efektem kulminacji przyrostu na wysokość w fazie żerdziowiny i konkurencji pozostałych drzew o światło. W najbliższych latach nastąpi prawdopodobnie dalszy wzrost współczynnika smukłości, a w konsekwencji podatności na szkody abiotyczne. Nasuwa się zatem spostrzeżenie, że lepsze byłyby częstsze cięcia o mniejszej intensywności, które pozwoliłyby utrzymać współczynnik smukłości w umiarkowanym zakresie.

Obecnie zaleca się wykonanie tylko jednego cięcia w 10-leciu, przy którym pobór masy wynosi około  $30\text{--}40\%$ . Jednak korzystniejsze wydawałoby się wykonanie dwóch

cięć, przy których jednorazowy pobór masy wyniósłby około 15–20%, co nie osłabiłoby stabilności drzewostanu tak, jak przeprowadzenie jednej, ale bardzo silnej trzebieży. Na podobne wyniki wskazują prace Picchio i in. [2020], którzy wykazali, że w młodszych fazach wzrostu drzewostanów *Pinus taeda* silne trzebieże zwiększają ryzyko uszkodzenia drzewostanów w wyniku śniegu i wiatru, natomiast umiarkowane obniżają. Również Wallentin i Nilson [2014] wykazali liniową zależność pomiędzy intensywnością trzebieży a stopniem uszkodzenia świerka pospolitego przez śnieg. Wykonanie intensywnych cięć powoduje, że po zabiegu pielęgnacyjnym, drzewostan o przerwanym zwarciu jest bardziej podatny na szkody od wiatru i śniegu. Szczególnie w lasach jednowiekowych i jednogatunkowych należałoby rozpocząć cięcia pielęgnacyjne w młodszych fazach rozwoju, zmniejszając ich częstotliwość i intensywność wraz z wiekiem drzew [Montero i in. 2001, Gardiner i in. 2016].

Odpowiednia liczba drzew znajduje się w oddziale 270a, gdyż w praktyce po wykonaniu zabiegu czyszczeń późnych na powierzchni powinno pozostać około 5000 szt.·ha<sup>-1</sup>. Pomimo tego współczynnik smukłości przybiera wartość 130, natomiast po wykonaniu kolejnych cięć zapewne obniży swoją wartość, ze względu na zwiększający się przyrost na grubość przy zachowaniu przyrostu na wysokość [Pirogowicz 1977, Jakubowski i Sobczak 1999, Linkevičius i in. 2019]. Stabilność drzewostanu w przyszłości będzie zależała od prawidłowo wykonanych zabiegów pielęgnacyjnych, na co wskazują wyniki wykonanych badań. Podobnie Stepień [1986a], a także Zajączkowski [1991] wykazali, że odpowiednio wykonane czynności hodowlane mogą przyczynić się do obniżenia ryzyka uszkodzeń od wiatru i śniegu, natomiast Päätaalo [2000] zasugerował, że nieprawidłowo prowadzona gospodarka leśna może zwiększyć podatność drzewostanu na tego typu szkody.

#### WNIOSKI

Na podstawie wykonanych badań można wyciągnąć następujące wnioski:

- na wartość współczynnika smukłości określającego stabilność drzewostanów sosnowych mają wpływ odpowiednio wykonane zabiegi pielęgnacyjne,
- jeżeli zagęszczenie drzew w drzewostanie sosnowym w fazie żerdziowiny przekracza 4–5 tys. szt.·ha<sup>-1</sup>, to jego stabilność jest niska,
- obowiązujące zasady hodowli lasu zalecają wykonać w 10-leciu jedną trzebież wczesną, przy której pobór masy wynosi około 30–40%, co skutkuje obniżeniem stabilności drzew, natomiast na uwagę zasługuje rozpatrzenie wykonywania dwóch cięć, przy których jednorazowy pobór masy wyniósłby około 15–20%, co w dużo niższym stopniu pogarsza stabilność użytkowanego drzewostanu,
- dla sosny zwyczajnej korzystniejsze są mniej intensywne zabiegi pielęgnacyjne, ale częściej wykonywane, gdyż w mniejszym stopniu obniżają stabilność użytkowanego drzewostanu.

#### PIŚMIENNICTWO

- Burschel P., Huss J., 1997. Grundriss des Waldbaus. Parey Buchverlag, Berlin.
- Gardiner B., Berry P., Moulia B., 2016. Review: Wind impacts on plant growth, mechanics and damage. *Plant Sci.* 245, 94–118. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2016.01.006>



- Jagodziński A., Oleksyn J., 2009. Ekologiczne konsekwencje hodowli drzew w różnym zagęszczeniu. III. Stabilność drzewostanu, fitoklimat i różnorodność biologiczna. *Sylvan* 153(4), 219–230.
- Jakubowski G., Sobczak R., 1999. Możliwości intensywnej uprawy sosny i brzozy na gruntach porolnych. Pr. Inst. Bad. Leśn., Seria A 882, 61–93.
- Jaworski A., 2004. Podstawy przyrostowe i ekologiczne odnawiania i pielęgnacji drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A., 2011a. Hodowla lasu. T. 1: Sposoby zagospodarowania, odnawianie lasu, przebudowa i przemiana drzewostanów. PWRiL, Warszawa.
- Jaworski A., 2011b. Hodowla lasu. T. 2: Pielęgnowanie lasu. PWRiL, Warszawa.
- Jelonek T., Walkowiak R., Jankowski M., Tomczak A., 2013. Wskaźniki stabilności drzew w drzewostanach sosnowych uszkodzonych przez wiatr. *Sylvan* 157(5), 323–329.
- Kaczmarek Z., Masternak K., Jarmuł M., 2018. Slenderness of pedunculate oak (*Quercus robur* L.) according to biosocial position. *Agron. Sci.* 73(3), 37–43. <https://doi.org/10.24326/asx.2018.3.4>
- Kaźmierczak K., Pazdrowski W., Paraniak P., Szymański M., Nawrot M., 2008. Smukłość jako miara stabilności świerka pospolitego (*Picea abies* (L.) Karst.) na przykładzie drzewostanów Sudetów Środkowych. *Materiały Konferencyjne Human and Nature Safety* 3, 228–230.
- Kaźmierczak K., Pazdrowski W., Szymański M., Nawrot M., Mańka K., 2009. Slenderness of stems of common oak (*Quercus robur* L.) and selected biometric traits of trees. *Materiały Konferencyjne Human and Nature Safety* 4, 53–56.
- Kaźmierczak K., Nawrot M., Pazdrowski W., Najgrakowski T., Jędraszak A., 2012. Kształtowanie się smukłości modrzewia europejskiego (*Larix decidua* Mill.) w zależności od siedliska, wieku i pozycji bisocjalnej. *Sylvan* 156(2), 83–88.
- Linkevičius E., Bijak S., Godvod K., Petrauskas E., Tiškute-Memgaudienė D., Valiukaite R., Šapokas A., Šatinskas R., 2019. Wpływ trzebieży na wzrost i produktywność drzewostanów sosnowych na przykładzie doświadczenia w Kazlų Rūda (Litwa). *Sylvan* 163(9), 726–739. <http://dx.doi.org/10.26202/sylvan.2019067>
- Montero G., Cañellas I., Ortega C., Río M. del, 2001. Results from a thinning regime experiment in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration stand in the Sistema Ibérico mountain range (Spain). *For. Ecol. Manag.* 145, 151–161.
- Nykänen M.L., Peltola H., Quine C.P., Kellomäki S., Broadgate M., 1997. Factors affecting snow damage of trees with particular reference to European conditions. *Silva Fennica* 31(2), 193–213.
- Päätaalo M.L., 2000. Risk of snow damage in unmanaged and managed stands of Scots Pine, Norway spruce and Birch. *Scand. J. For. Res.* 15, 530–541.
- Peltola H., Kellomäki S., 1993. A mechanistic model for calculating windthrow and stem breakage of Scots pines at stand age. *Silva Fennica* 27, 99–111.
- Peltola H., Nykänen M.L., Kellomäki S., 1997. Model computations on the critical combination of snow loading and windspeed for snow damage of Scots pine, Norway spruce and birch sp. at stand age. *Forest Ecol. Manag.* 95, 229–241.
- Picchio P., Tavankar F., Latterini F., Jourgholami M., Marian B.K., Venanzi R., 2020. Influence of different thinning treatments on stand resistance to snow and wind in loblolly pine (*Pinus taeda* L.) coastal plantations of northern Iran. *Forests* 11(1034). <https://doi.org/10.3390/f11101034>
- Pirogowicz T., 1977. Wpływ trzebieży na strukturę i przyrost miąższości drzewostanów sosnowych. *Prace IBL* 537–541, 148–154.
- Rymer-Dudzińska T., 1992. Smukłość drzew w drzewostanach sosnowych. *Sylvan* 136(11), 35–44.
- Rymer-Dudzińska T., Tomusiak R., 2000. Porównanie smukłości drzewostanów bukowych i dębowych. *Sylvan* 144(9), 45–52.
- Skrzyszewski J., Pach M., 2020. The use of the slenderness coefficient in diagnostics wind damage risks. *Acta Silv.* 57, 7–14. <http://dx.doi.org/10.15576/ActaSilvestria/2020.LVII.7>
- StatSoft Inc., 2018. Statistica (data analysis software system) version 13.1. [www.StatSoft.com](http://www.StatSoft.com)



- Tomczak A., Jelonek T., Pazdrowski W., 2014. Charakterystyka wybranych cech morfologicznych drzew w dojrzałych drzewostanach sosnowych ekspozowanych na działanie wiatru. *Sylwan* 158(3), 183–191.
- Valinger E., Pettersson N., 1996. Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry* 69, 25–33.
- Wallentin C., Nilsson U., 2014. Storm and snow damage in a Norway spruce thinning experiment in southern Sweden. *Forestry* 87, 229–238.
- Wilson J.S., Oliver C.D., 2000. Stability and density management in Douglas-fir plantations. *Can. J. For. Res.* 30, 910–920.
- Zachara T., 2006. Problem szkód w lasach powodowanych przez śnieg i wiatr oraz sposoby przeciwdziałania im. *Sylwan* 150(10), 56–64.
- Zajączkowski J., 1991. Odporność lasu na szkodliwe działanie wiatru i śniegu. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Zasady hodowli lasu, 2012. CILP, Warszawa.

**Źródło finansowania badań:** Praca finansowana przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego jako część badań statutowych (RGH/S57).

**Abstract.** The aim of the study was the impact of the selected silvicultural tending on the slenderness coefficient and stability of pine stands of younger age class. Four stands were examined in the initial stage of the pole wood phase. The first of them was neglected in terms of care. The second was before the early thinning treatment and after the late cleanings. In the next two early thinnings were performed. In each of the four stands, sample plots were established in which the height and diameter of breast height of trees were measured. The tree density in stands was determined, their height and their diameter of breast height were measured and mean slenderness coefficient was calculated. It was found that the silvicultural tending influences the stability of pine stands. The higher the tree density, and the stand more neglected in terms of care, the lower was the stability of the stands. It was also found that less frequent but intensive cuts increase the risk of damage to forest stands by snow and wind. In the Scots pine stands it is better to carry out less intensive but more frequent silvicultural tending. This breeding approach does not reduce the stability of the utilization stands.

**Key words:** slenderness coefficient, *Pinus silvestris*, cleaning, thinning

Otrzymano/Received: 8.04.2021  
Zaakceptowano/Accepted: 7.06.2021

