

ADAM BARCIKOWSKI, PAWEŁ MIKOŁAJ LORO

Biomasa igliwia oraz cechy dendrometryczne samosiewów sosny (*Pinus sylvestris* L.) młodszych klas wieku, rozwijającej się na siedlisku boru świeżego

Needle Biomass and Dendrometrical Features of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) Natural Regeneration Seedlings of Younger Age Classes, Growing on a Fresh Coniferous Forest Site

Wstęp

Dotychczasowe badania cech dendrometrycznych sosny (*Pinus sylvestris* L.) prowadzone były dla drzew i drzewostanów wyrosłych w uprawie i poddanych zabiegom pielęgnacyjnym. Wśród bogatej literatury tego zagadnienia sięgającej XIX wieku niewiele jest prac opisujących drzewa wyrosłe jako samosiewy. Wynika to m.in. z marginalnej roli, jaką pełnią odnowienia naturalne w całości gospodarki leśnej — przykładowo tylko 4,8% nowo założonych upraw leśnych w Polsce w roku 1992 pochodziło z odnowienia naturalnego (7). Obawa leśników przed prowadzeniem odnowień naturalnych wynika z ryzyka związanego z tym typem gospodarowania. Nie bez znaczenia jest również brak dostatecznej wiedzy, a zwłaszcza brak właściwej klasyfikacji podrostów samosiewnych (2).

Praca poniższa ma na celu częściowe uzupełnienie wiedzy dotyczącej cech dendrometrycznych sosny w odnowieniach naturalnych. Zawiera ona wyniki pomiarów głównych cech dendrometrycznych samosiewów oraz wielkości ich aparatu fotosyntetyzującego. Na wzór prac Lemkego (3–6) podjęto próbę ustalenia związków między wielkością aparatu fotosyntetyzującego drzew a innymi cechami dendrometrycznymi.

Materiał i metody

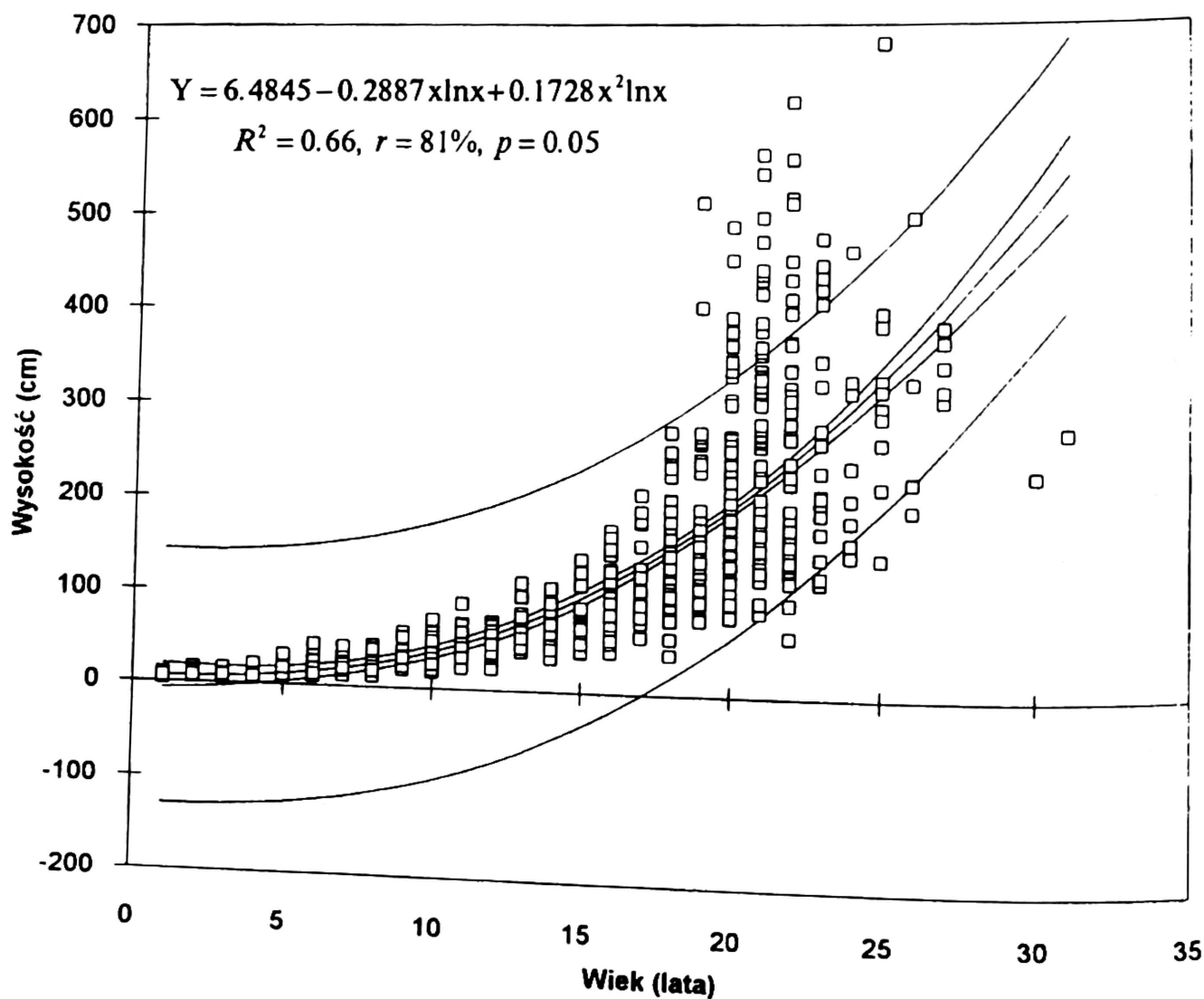
Badania przeprowadzono na terenie Nadleśnictwa Przymuszewo leżącego na obszarze Borów Tucholskich, w oddziale 122 wchodzącym w skład obrębu Laska. Pod okapem

120-letniego drzewostanu sosnowego rozwinął się samosiewnie bardzo liczny podrost sosnowy. W zbiorowisku tym wyznaczono 4 poletka o powierzchni 100 m² każde, różniące się stopniem rozwoju samosiewu (od nalotu sosny na 1 poletku, do 'tyczkowiny' na poletku 4). Na poletkach tych zmierzono wysokość, pierśnicę, średnicę w odziomku oraz określono wiek wszystkich okazów sosny tworzącej naturalne odnowienie. Mierzone cechy należą do najistotniejszych parametrów określających jakość podrostu sosnowego (1).

Całość pomierzonych osobników podzielono na klasy grubości. Z każdej klasy wybrano drzewo modelowe, po ścięciu którego oberwano wszystkie igły, następnie po wysuszeniu ich w temp. 85°C przez 48 godz. określono wielkość suchej masy igliwia. Opracowanie statystyczne przeprowadzono przy użyciu programu TBLCURVE firmy Jandal.

Wyniki

Ogółem zmierzono 822 okazy samosiewów sosny zwyczajnej (*Pinus sylvestris* L.). Zależność między wiekiem a wysokością samosiewów (ryc. 1) opisuje funkcja wyrażona wzorem:



RYC. 1. Zależność pomiędzy wiekiem a wysokością samosiewów sosny zwyczajnej

$$y = 6,4845 - 0,2887x \ln x + 0,1728x^2 \ln x$$

gdzie:

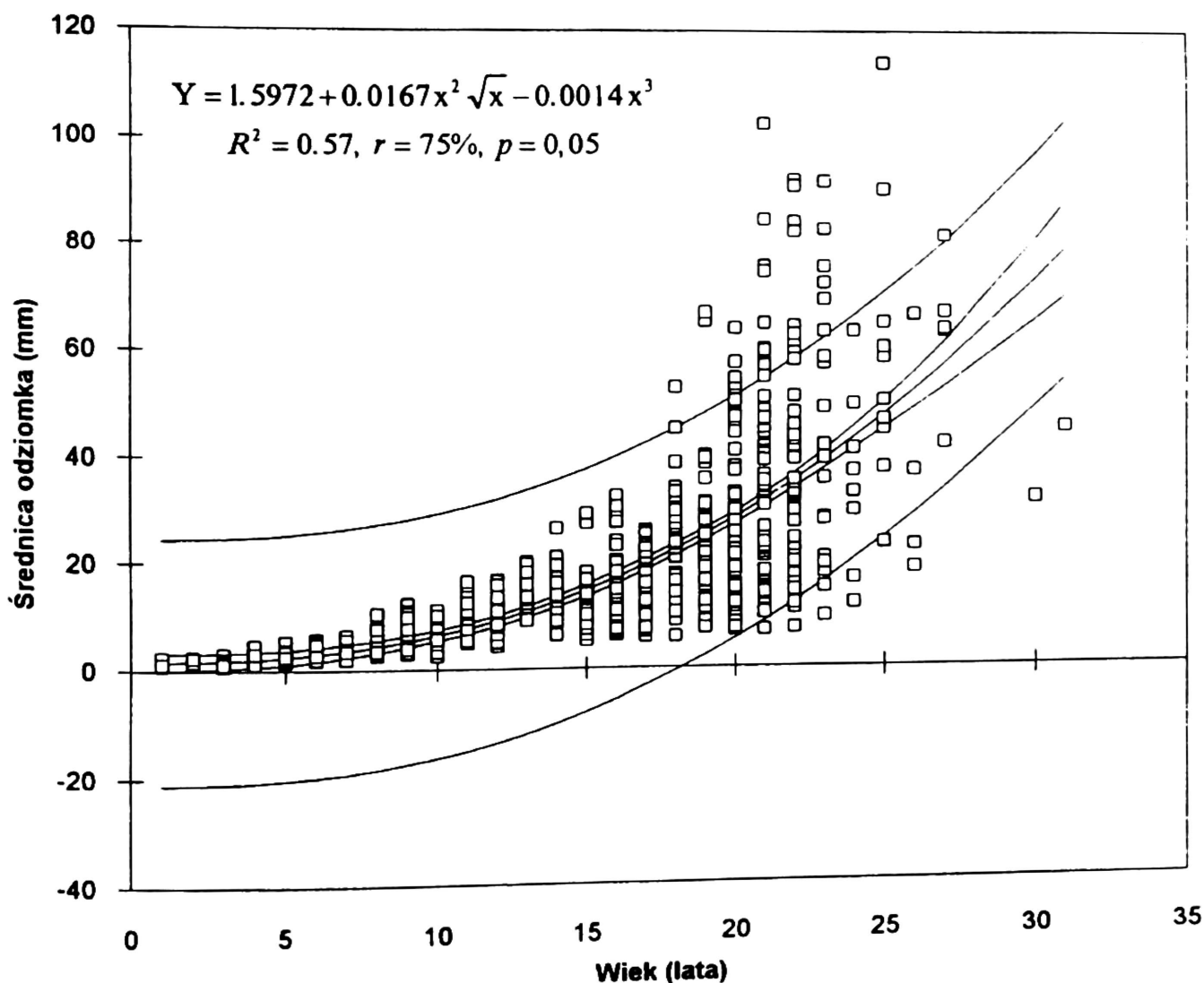
- y — wysokość (w cm),
 x — wiek samosiewów sosny,

Współczynnik determinacji R^2 (współczynnik korelacji między pomiarami i odpowiadającymi im wielkościami obliczonymi dla najlepiej dopasowanej funkcji) wynosi 0,66 z 95% przedziałem ufności, przy poziomie istotności $p = 0,05$. Spotykana często w pracach dendrometrycznych (3–6) funkcja kwadratowa przybiera dla wyrażenia tej zależności postać:

$$y = -3,413 - 1,9x + 0,55x^2$$

ze współczynnikiem determinacji R^2 równym 0,57. Przebieg funkcji w przedziale najmłodszych klas wieku jest jednak malejący, co ogranicza jej stosowanie.

Zależność między wiekiem samosiewów a średnicą ich odziomka (ryc. 2) opisuje funkcja wyrażona wzorem:



RYC. 2. Zależność pomiędzy wiekiem samosiewów sosny a średnicą ich odziomka

$$y = 1,5972 + 0,0167x^2 \sqrt{x} - 0,0014x^3$$

gdzie:

- y — średnica odziomka (mm),
x — wiek samosiewów sosny.

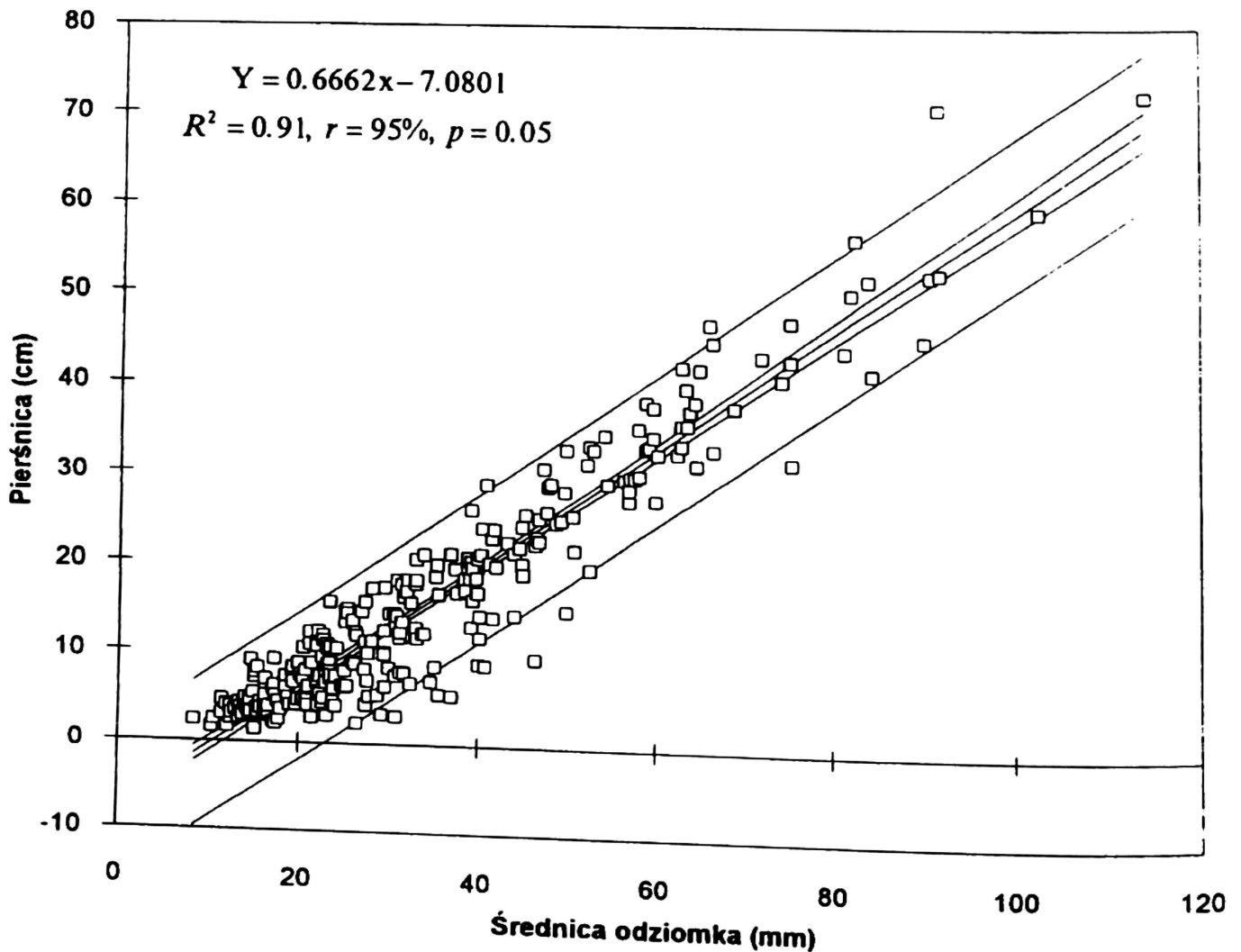
Współczynnik determinacji R^2 wynosi 0,57 z 95% przedziałem ufności przy $p = 0,05$. Funkcja kwadratowa tej zależności ma postać:

$$y = 4,13 - 0,84x + 0,1x^2$$

przy współczynniku determinacji R^2 równym 0,57 i $p = 0,05$.

Nie wszystkie osobniki samosiewów sosny osiągnęły wysokość 1,30 m, co nie pozwala zmierzyć ich pierśnicę. W celu stwierdzenia możliwości zamiennego korzystania z pomiarów pierśnicy lub średnicy odziomka zbadano korelację między nimi (ryc. 3). Liniowa zależność wymiarów odziomka i pierśnicy samosiewów wyraża się wzorem:

$$y = -7,08 + 0,666x$$



RYC. 3. Zależność pomiędzy średnicą pnia w odziomku i pierśnicy samosiewów sosny

gdzie:

x — średnica odziomka (w mm),

y — pierśnica (w cm).

Współczynnik korelacji r równy 95% wskazuje na silny związek między wielkością pierśnicy a średnicą odziomka. Współczynnik determinacji R^2 wynosi 0,91 dla 95% przedziału ufności i przy $p = 0,05$.

Zależność między średnicą w odziomku a wysokością badanych samosiewów dobrze opisuje równanie wyrażone wzorem (ryc. 4):

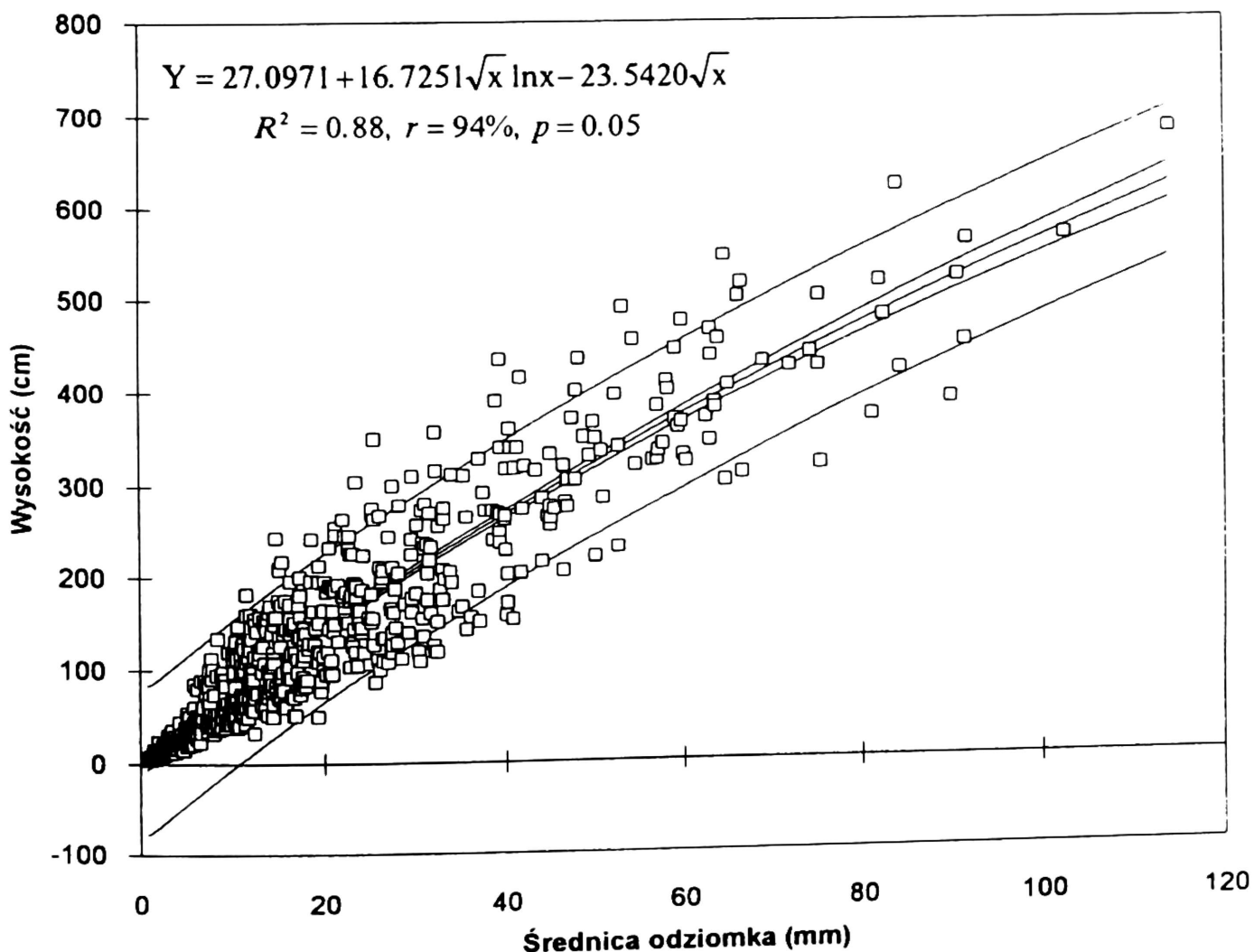
$$y = 27,097 + 16,73 \sqrt{x} \ln x - 23,54 \sqrt{x}$$

gdzie:

y — wysokość (w cm),

x — średnica odziomka (w mm).

Współczynnik determinacji R^2 wynosi 0,88 z 95% przedziałem ufności i $p = 0,05$. Funkcja kwadratowa tej zależności ma postać:



RYC. 4. Zależność pomiędzy średnicą w odziomku a wysokością samosiewów sosny

$$y = -2,583 + 7,744 x - 0,0226 x^2$$

Współczynnik determinacji R^2 tej funkcji jest równy 0,88 przy $p = 0,05$ i z 95% przedziałem ufności.

Bardzo silna korelacja między średnicą w odziomku a wysokością samosiewów umożliwia stosowanie jednej z tych cech przy wyborze drzew modelowych. Na tej podstawie — kierując się wielkością średnicy w odziomku, wybrano 21 drzew modelowych (osobno dla każdego poletka badawczego). Wielkość fitomasy igliwia dla każdego drzewka modelowego przedstawiono w tabeli.

TABELA
Wartości fitomasy igliwia (w g.s.m.) dla wybranych drzew modelowych

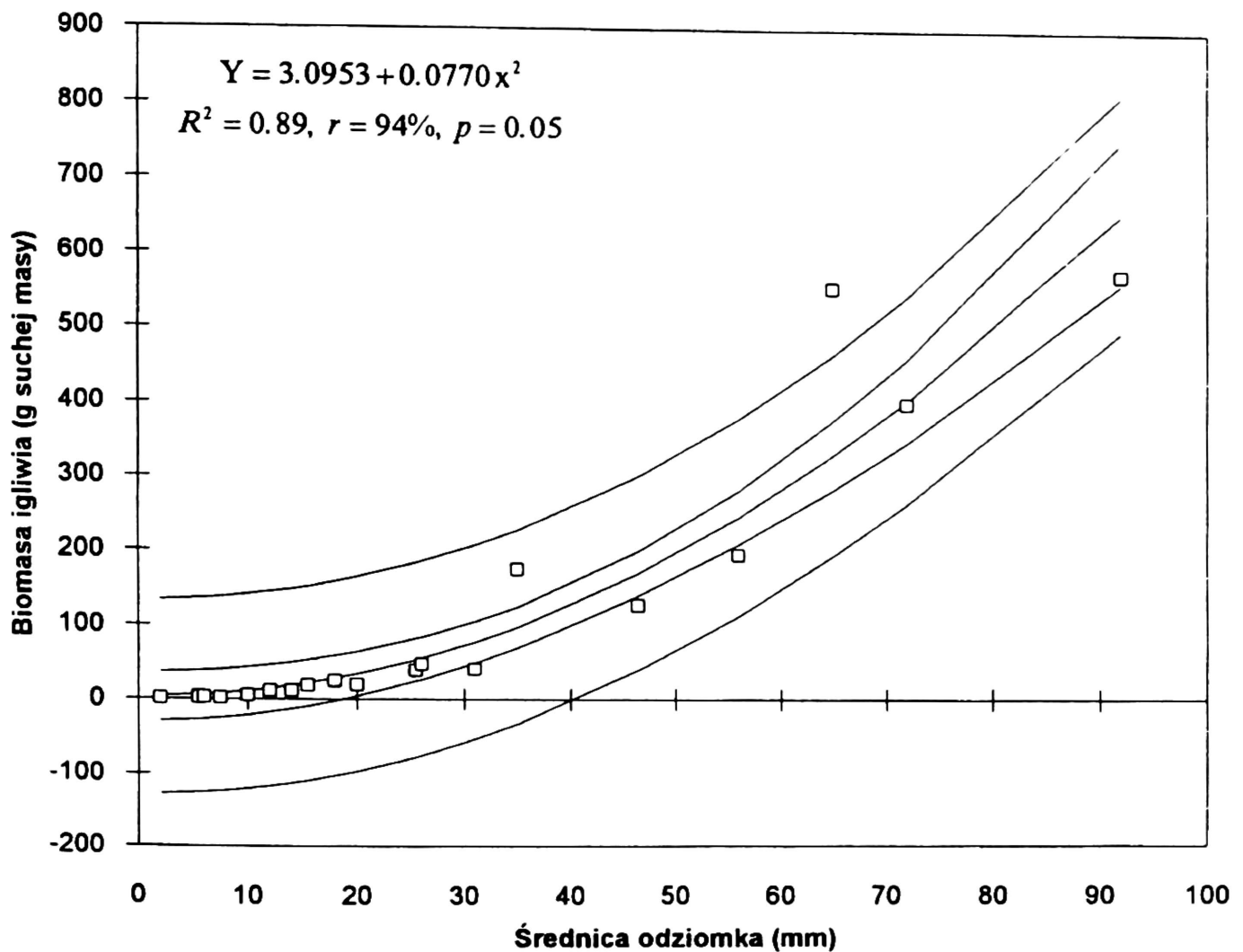
| Średnica w odziomku (w mm) | Wysokość samosiewów (w cm) | Fitomasa igliwia (w g.s.m.) |
|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 2,0 | 13,0 | 0,145 |
| 2,0 | 15,0 | 0,452 |
| 7,5 | 90,0 | 1,701 |
| 5,5 | 30,0 | 1,747 |
| 6,0 | 30,0 | 2,218 |
| 5,5 | 40,0 | 3,093 |
| 10,0 | 50,0 | 4,626 |
| 12,0 | 60,0 | 10,622 |
| 14,0 | 65,0 | 10,752 |
| 15,5 | 85,0 | 18,449 |
| 20,0 | 160,0 | 18,962 |
| 18,0 | 82,5 | 24,100 |
| 25,5 | 130,0 | 38,243 |
| 31,0 | 215,0 | 40,619 |
| 26,0 | 105,0 | 47,008 |
| 46,5 | 320,0 | 127,189 |
| 35,0 | 170,0 | 174,713 |
| 56,0 | 380,0 | 194,148 |
| 72,0 | 445,0 | 398,048 |
| 65,0 | 300,0 | 552,968 |
| 92,0 | 560,0 | 571,652 |

Zależność między wielkością biomasy igliwia a średnicą odziomka drzew modelowych (ryc. 5) najlepiej opisuje funkcja wyrażona równaniem kwadratowym:

$$y = 3,095 + 0,077 x^2$$

gdzie:

- y — biomasa igliwia (g.s.m.),
x — średnica odziomka (mm).



RYC. 5. Zależność pomiędzy ilością suchej masy igliwia a średnicą pnia w odziomku samosiewów sosny

Współczynnik determinacji R^2 równym 0,89 z 95% przedziałem ufności i $p = 0,05$.

Nieco słabsza korelacja występuje między wielkością biomasy igliwia a wysokością samosiewów (ryc. 6). Zależność tę opisano funkcją:

$$y = 0,4365 + 0,0033 x^2 + 0,0001 x^3$$

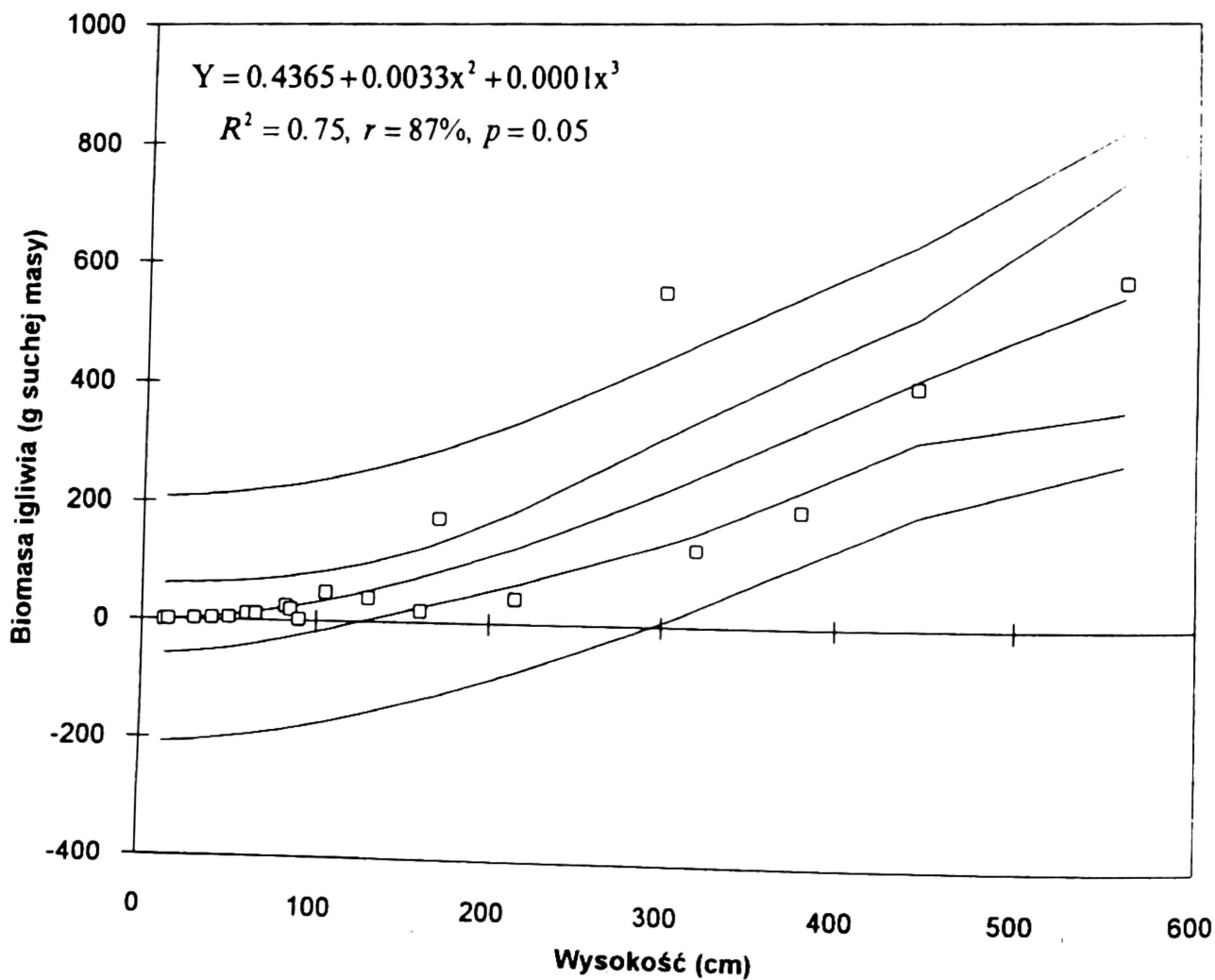
gdzie:

- y — biomasa igliwia (g.s.m.),
- x — wysokość (cm).

Współczynnik determinacji R^2 dla tej funkcji równy jest 0,75 z 95% przedziałem ufności przy $p = 0,05$. Funkcja kwadratowa tej zależności przybiera postać:

$$y = 15,67 + 0,0019 x^2$$

przy współczynniku determinacji równym 0,73 z 95% przedziałem ufności i $p = 0,05$.



RYC. 6. Zależność pomiędzy ilością suchej masy igliwia a wysokością samosiewów sosny

Podsumowanie

Uzyskane wyniki wskazują na istotne zależności między badanymi cechami dendrometrycznymi samosiewów rozwijających się pod okapem starodrzewu. Przytoczone w pracy równania, mimo dość, skomplikowanych wzorów, dobrze opisują badane zależności. Wysokie współczynniki korelacji r między wysokością a średnicą w odziomku, jak również średnicą w odziomku a pierśnicą, pozwalają na ich zamienne stosowanie podczas badania drzewostanu. Jednocześnie duże zakresy zmienności wysokości i średnicy odziomka samosiewów w zależności od ich wieku (tabela) wskazują na znaczne różnice w rozwoju sosny pochodzącej z odnowienia samosiewnego. Wynika to zapewne z różnej wartości materiału siewnego i bardzo zróżnicowanych warunków wzrostu. Ażeby stworzyć dobrą klasyfikację jakościową podrostu samosiewnego należałoby prześledzić rozwój odnowienia od początku jego powstania przez kolejne etapy rozwoju.

Literatura

1. **Chojnacki W.** Zmienność osobnicza niektórych cech morfologicznych sosny pospolitej (*Pinus sylvestris* L.) w pierwszym dziesięcioleciu życia i próba ustalenia współzależności między nimi. *Fol. Forest. Pol. A*, 11: 185–244. 1965.
2. **Fabijanowski J., Jaworski A., Pietras Z.**: Możliwości wykorzystania niektórych cech morfologicznych sosny (*Pinus sylvestris* L.) dla oceny potrzeb świetlnych i jakości jej podrostów. *Acta agr. et silv. ser. silv.* 15: 3–27, 1975.
3. **Lemke J.**: Charakterystyka ilościowa igliwia i ulistnionych gałązek w młodszych drzewostanach sosnowych. *Fol. For. Pol. A*, 21. 1973.
4. **Lemke J.**: Szacowanie ciężaru świeżego igliwia sosny zwyczajnej. *Sylvan* 119 (6): 37–44. 1975.
5. **Lemke J.**: Charakterystyka ilościowa igliwia i ulistnionych gałązek w starszych drzewostanach sosnowych. *Fol. For. Pol. A*, 23. 1978.
6. **Lemke J.**: Tabele do szacowania ciężaru igliwia i ulistnionych gałązek sosny zwyczajnej. *Sylvan* 127 (2): 21–30. 1983.

Summary

Selected dendrometrical features and the size of photosynthetic apparatus in Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) natural regeneration seedlings growing under the canopy of a 120-year-old stand were identified. Height, *dbh*, and stump diameter were measured for 822 specimens of various age. Needle biomass was estimated from a model trees sample. Relationships between the measured features were presented in the report.

The relationship between age and height of natural regeneration seedlings was described with the function:

$$y = 6.4845 - 0.2887x \ln x + 0.1728x^2 \ln x$$

at determination coefficient $R^2 = 0.66$ (Fig. 1).

The relationship between age and diameter — with the function:

$$y = 1.5972 + 0.0167 x^2 \sqrt{x} - 0.0014 x^3, \text{ at } R^2 = 0.57.$$

The linear relationship between stump diameter and *dbh* was described with the function:

$$y = -7.08 + 0.666 x, R^2 = 0.91 \text{ (Fig. 3).}$$

The relationship between stump diameter and height — with the function:

$$y = 27.097 + 16.73 \sqrt{x} \ln x - 23.54 \sqrt{x}, R^2 = 0.88 \text{ (Fig. 4).}$$

The relationship between the amount of needle dry mass and stump diameter was described with the function:

$$y = 3.095 + 0.077 x^2, R^2 = 0.89 \text{ (Fig. 5).}$$

while between the amount of needle dry mass and tree height — with the function:

$$y = 0.4365 + 0.0033 x^2 + 0.0001 x^3, \text{ at } R^2 = 0.75 \text{ (Fig. 6).}$$