

JERZY SKRZYSZEWSKI

Analiza porównawcza nadziemnej i podziemnej części drzewa na przykładzie świerka i modrzewia

The Comparative Analysis of Above-Ground and Under-Ground Parts
of Trees on the Example of Spruce and Larch

Wstęp

Udział korony, pnia i systemu korzeniowego w objętości całego drzewa jest interesujący z poznawczego i praktycznego punktu widzenia. Informacje te, uzupełnione analizą porównawczą przebiegu przyrostu pnia i korzenia, dają podstawy do prowadzenia badań nad produktywnością siedlisk i drzewostanów. Poznanie dynamiki przyrostu systemów korzeniowych w powiązaniu z nadziemną częścią ułatwia między innymi określenie stopnia zagrożenia z powodu wiatrowałów w zależności od wieku drzewa.

Charakterystyka terenu badań

Badania przeprowadzono na terenie Leśnego Zakładu Doświadczalnego w Krynicy, leśnictwo Kopciowa, oddział 6b. Drzewostan, w którym prowadzono badania znajduje się na wysokości 735 m n.p.m. Ekspozycja terenu jest południowo-zachodnia a nachylenie wynosi 10–15°. W badanym obiekcie wykształciła się gleba brunatna wyługowana o składzie gliny piaszczystej z dużą zawartością części szkieletowych. W podłożu występuje piaskowiec magurski. Teren, na którym wzrastały drzewa będące obiektem badań reprezentuje zespół buczyny karpackiej w jej wariantcie jodłowym (*Dentario glandulosae-Fagetum abietosum*). W ujęciu typologicznym jest to siedlisko lasu górskiego. Na omawianej powierzchni rośnie drzewostan jodłowo świerkowy z domieszką modrzewia w formie kęp.

Przedstawione w opracowaniu wyniki oparto na próbie 6 drzew (tab. 1). Drzewa 1,2,3 to świerki natomiast 4,5,6 modrzewie. Wybrane drzewa wchodziły w skład drzewostanu panującego i charakteryzowały się dobrą żywotnością. Nie stwierdzono uszkodzeń pnia i korony ani zahamowania wzrostu wysokości.

TABELA 1
Charakterystyka drzew próbnych

| Nr drzewa | Gatunek | Wiek | Klasa Krafta | Pierśnica [cm] | Wysokość [m] | Długość korony [m] | Typ ugałęzienia |
|-----------|---------|------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------------|--------------------|
| 1 | Św | 52 | 3 | 24 | 22 | 12 | g/s |
| 2 | Św | 49 | 2 | 29 | 24 | 14 | g/s |
| 3 | Św | 49 | 2 | 27 | 21 | 16 | s |
| 4 | Md | 36 | 2 | 31 | 22 | 12 | |
| 5 | Md | 38 | 1 | 36 | 23 | 12 | |
| 6 | Md | 36 | 2 | 32 | 20 | 10 | |

Typ ugałęzienia: g/s — grzebieniasto-szczotkowy, s — szczotkowy

Metodyka i zakres badań

W trakcie prac terenowych wykonano pomiary:

- wysokości, pierśnicy oraz powierzchni rzutu koron badanych drzew;
- zasięgu korzeni horyzontalnych na przedłużeniu każdego z nabiegów, po czym obliczono jaką powierzchnię gleby obejmuje rzut systemu korzeniowego;
- grubości (po ścięciu badanych drzew) do wzoru na miąższość strzały Newtona [5] w sekcjach 1,2 m.

Następnie wykorzystując metodę odkrywkową [2] wykopano systemy korzeniowe badanych drzew i pomierzono w ksyłometrze ich objętość. Taką samą metodą określono również objętość gałęzi korony.

W celu określenia przyrostu wysokości wykonano analizy strzał badanych drzew. W miejscu ścięcia drzewa oraz z wysokości 1 i 1,3 m od podstawy a następnie co 2 m pobrano krążki. Analizę wykonano w pięcioletnich okresach przyrostowych. Pobrano również w całości nabieg wraz z korzeniem horyzontalnym, który cechował się ciągłością przez cały okres życia drzewa. Na tak wybranym korzeniu wykonano analizę długości (analogicznie jak analizę strzały) w sekcjach 20 cm przyjmując również pięcioletnie okresy przyrostowe.

Celem pracy było porównanie przyrostu pierśnicy i grubości korzenia. Zadanie to zrealizowano na podstawie analizy krążków z wysokości 1,3 m od ziemi oraz wyciętego z badanego korzenia w miejscu gdzie liczba słoï była taka sama jak na przekroju pierśnicowym.

Wykorzystując dane przyrostowe obliczono procent zbieżności krzywych przyrostu grubości strzały i korzenia oraz przyrostu wysokości strzał i długości korzenia [3].

Wyniki badań

Porównanie powierzchni zajmowanej przez korzenie horyzontalne i rzut korony oraz udziału strzały, korzeni i korony w objętości całego drzewa

Wykorzystując zmierzoną powierzchnię rzutów poziomych koron (Z) i powierzchnię zajmowaną przez korzenie horyzontalne (K), obliczono współczynnik K/Z (tab. 2). Wartość współczynnika jest u świerków bardzo wysoka i wynosi 5,5–7,6. W przypadku modrzewi uzyskano dużo mniejsze wartości tego wskaźnika, wynoszące od 2,2 do 3,1 (tab. 2).

Analizując udział strzały, systemu korzeniowego i korony w miąższości całego drzewa stwierdzono, że w grupie trzech świerków całkowita miąższość wynosiła od 0,87 m³ do 1,25 m³. Z tego 57–67% przypada na strzałę, 17–26% na koronę i 16–18% na system korzeniowy wraz z pniakiem. Objętość samego pniaka wynosi 3–4% miąższości całego drzewa (tab. 3). Tego samego rzędu wartości uzyskano w pomiarach wykonanych w drzewostanie świerkowym w wieku 63 lat na Ukrainie [6]. Bardzo zbliżone wartości udziału miąższości systemu korzeniowego w objętości całego drzewa (17,4%) podaje również Assmann [1].

TABELA 2
Powierzchnia poziomego rzutu korony (Z) i powierzchnia zajmowana przez korzenie horyzontalne (K)

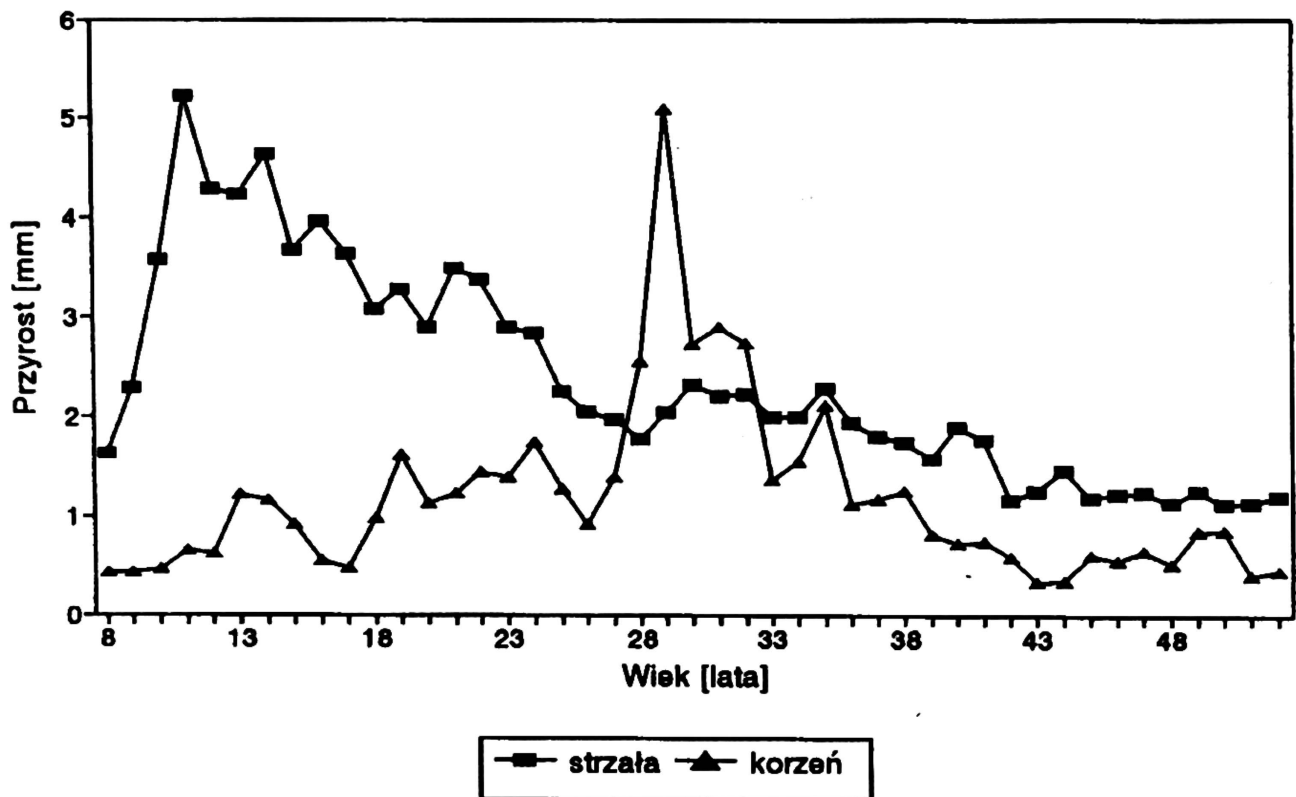
| Numer drzewa | Gatunek | Powierzchnia poziomego rzutu korony Z [m ²] | Powierzchnia zajmowana przez korzenie horyzontalne K [m ²] | Współczynnik K/Z |
|--------------|---------|---|--|--------------------|
| 1 | Św | 10,9 | 83,1 | 7,6 |
| 2 | Św | 14,9 | 82,2 | 5,5 |
| 3 | Św | 13,2 | 76,5 | 5,8 |
| ----- | | | | |
| 4 | Md | 37,9 | 93,9 | 2,5 |
| 5 | Md | 34,5 | 108,1 | 3,1 |
| 6 | Md | 36,9 | 81,7 | 2,2 |

W przypadku badanych modrzewi miąższość całkowita wynosiła od 1,25 m³ do 1,71 m³. W tym objętość korony stanowi 13–16%, system korzeniowy 16–20%, strzała 65–70%, natomiast pniak 5–7% całości (tab. 3).

Modrzew w porównaniu ze świerkiem wykazuje przeciętnie większą objętość oraz udział systemu korzeniowego w miąższości całego drzewa. Mniejszy jest natomiast udział jego korony. W przypadku świerka system korzeniowy charakteryzuje się mniejszym, w porównaniu z koroną, udziałem w objętości całego drzewa.

Porównanie bieżącego rocznego przyrostu piersznicy i grubości korzenia

W pierwszym etapie porównano bieżący roczny przyrost piersznicy i korzenia wykorzystując procent zbieżności ich przebiegu [3]. W przypadku obu gatunków nie przekracza on 50% i wynosi dla świerka 44,8% a dla modrzewia 49,5%. Są to wartości stosunkowo małe



RYC. 1. Przebieg bieżącego przyrostu pierśnicy i grubości korzenia — świerk nr 1

[3] wskazujące na odmienną reakcję strzały i korzenia (pod względem badanego przyrostu) na warunki środowiska.

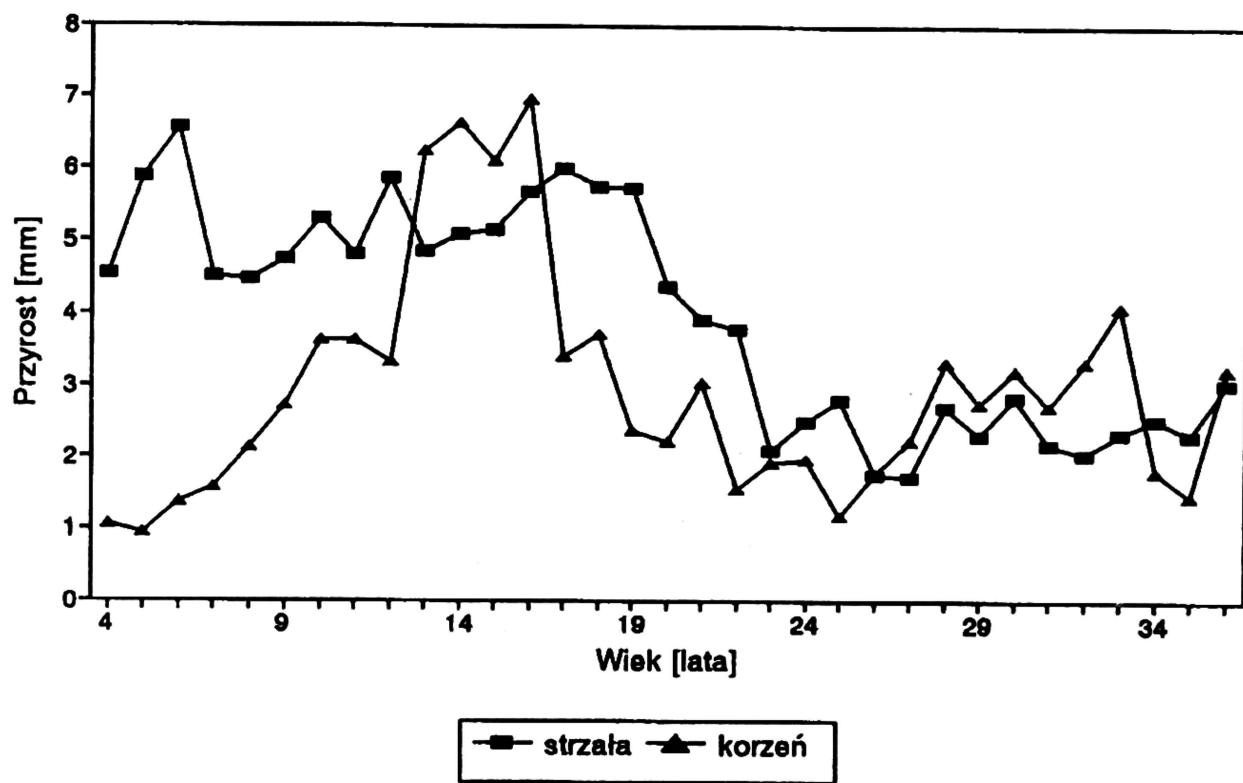
Następnie porównano przebieg bieżącego przyrostu pierśnicy i korzenia (ryc. 1 — na przykładzie świerka nr 1). Wielkości analizowanych przyrostów strzały i korzenia wyrównują się w wieku 28 lat. Do tego okresu bieżący roczny przyrost pierśnicy systematycznie zmniejszał się (po kulminacji w wieku 11 lat) zaś korzenia wzrastał (do kulminacji w wieku 29 lat) (ryc. 1).

W przypadku modrzewia można dokonać takiego samego spostrzeżenia (ryc. 2), zmniejszaniu się bieżącego rocznego przyrostu pierśnicy towarzyszy wzrost tej cechy (przyrostu grubości) u korzenia również do momentu kulminacji (grubości korzenia).

Porównanie bieżącego rocznego przyrostu wysokości strzały i długości korzenia

Do porównania przebiegu bieżącego wysokości strzały i długości korzenia wykorzystano również procent zbieżności [3]. Uzyskane wartości świadczą o bardzo małej zbieżności i wynoszą 31% (świerk) i 44% (modrzew).

Omówienie dynamiki bieżącego przyrostu wysokości strzały i długości korzenia przeprowadzono na przykładzie świerka nr 1 (ryc. 3). Na podstawie analizy wykresu należy wnioskować, że w okresach wzmożonego przyrostu na wysokości (do jego kulminacji) występuje wyraźne zahamowanie przyrostu długości korzenia. Późniejsze zmniejszenie



RYC. 2. Przebieg bieżącego przyrostu pierśnicy i grubości korzenia — modrzew nr 6

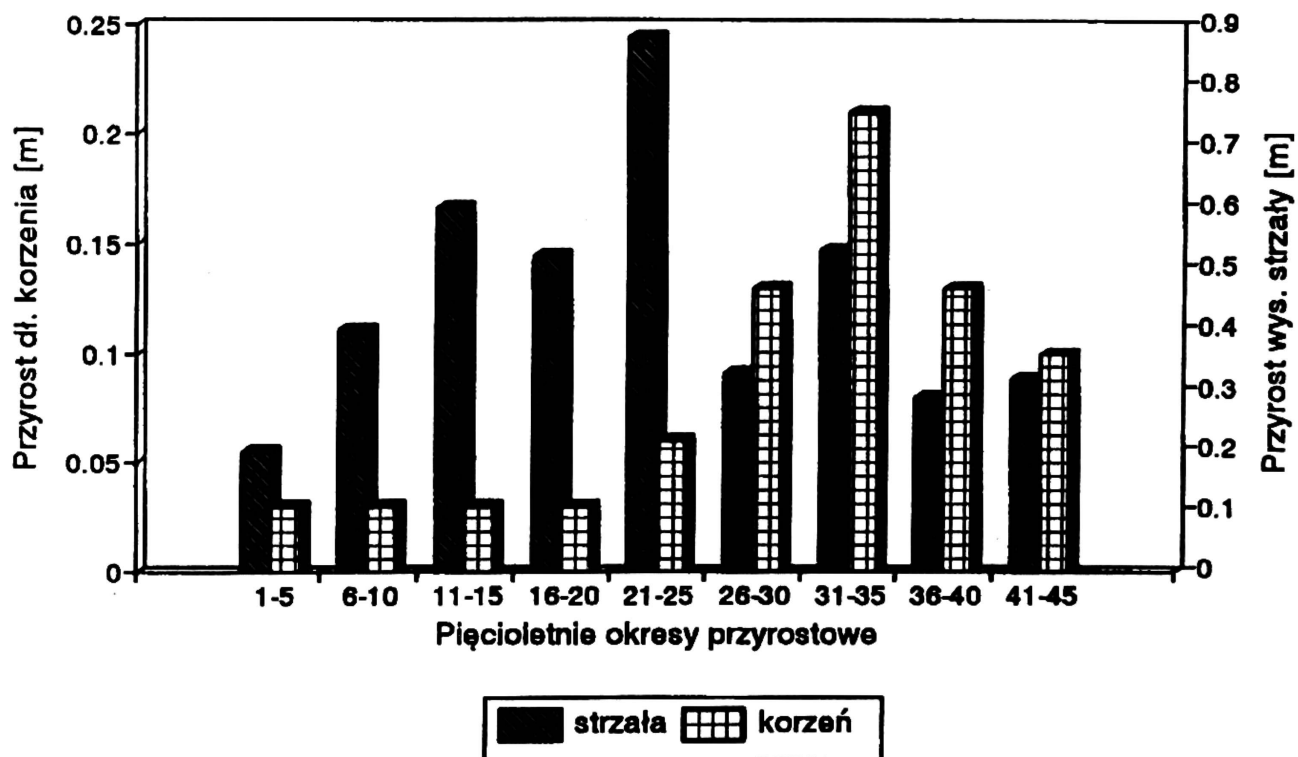
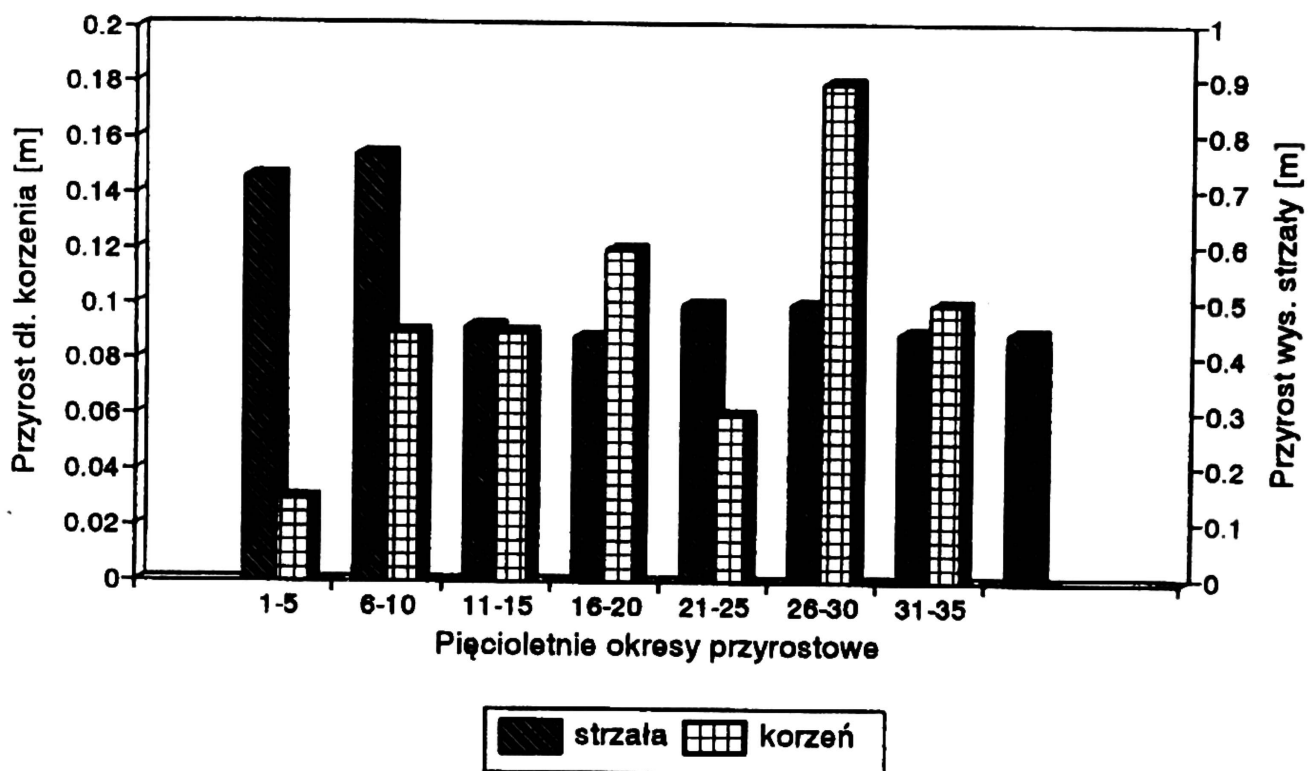


TABELA 3
Miaższność strzały, objętość korony i systemu korzeniowego drzew próbnych

| Numer drzewa | Gatunek | Miaższność strzały [m ³] | Miaższność strzały [%] | Objętość korony [m ³] | Objętość korony [%] | Objętość* sys.korz. [m ³] | Objętość* sys.korz. [%] | Objętość pniaka [m ³] | Objętość pniaka [%] | Razem |
|--------------|---------|--------------------------------------|------------------------|-----------------------------------|---------------------|---------------------------------------|-------------------------|-----------------------------------|---------------------|-------|
| 1 | Św | 0,58 | 67 | 0,15 | 17 | 0,14 | 16 | 0,03 | 3 | 0,87 |
| 2 | Św | 0,83 | 66 | 0,20 | 24 | 0,22 | 18 | 0,05 | 4 | 1,25 |
| 3 | Św | 0,65 | 57 | 0,30 | 26 | 0,19 | 17 | 0,05 | 4 | 1,14 |
| 4 | Md | 0,81 | 65 | 0,20 | 16 | 0,24 | 19 | 0,07 | 6 | 1,25 |
| 5 | Md | 1,10 | 70 | 0,23 | 13 | 0,28 | 16 | 0,08 | 5 | 1,71 |
| 6 | Md | 0,85 | 67 | 0,17 | 13 | 0,25 | 20 | 0,09 | 7 | 1,27 |

* Objętość systemu korzeniowego wraz z pniakiem



RYC. 4. Dynamika bieżącego przyrostu wysokości strzały i długości korzenia — modrzew nr 6

przyrostów wysokości, od okresu 26–30 lat, zbiega się z nasileniem wzrostu długości korzenia.

Podobnej analizie poddano grupę badanych modrzewi (ryc. 4). W tym przypadku wskazana wcześniej prawidłowość nie zmienia się. Należy jednak zauważyć, że kulminacja bieżącego rocznego przyrostu długości korzenia i wysokości strzały następują u modrzewia w większym odstępie czasowym niż u świerka.

Przedstawiona analiza wskazuje na niewielkie zróżnicowanie dynamiki przyrostu strzały względem korzenia u świerka w porównaniu z modrzewiem. W tym miejscu należy przypomnieć, że analizie podlegały korzenie horyzontalne, których rozwój ze względu na różnice w typie systemu korzeniowego może przebiegać inaczej u modrzewia niż u świerka.

Porównanie wieku kulminacji bieżącego rocznego przyrostu pierśnicy, grubości korzenia, wysokości strzały i długości korzenia

Spośród analizowanych cech drewna najwcześniej kulminuje przyrost pierśnicy później przyrost wysokości strzały, następnie przyrost grubości korzenia i na końcu przyrost długości korzenia (tab. 4 i 5). W cytowanych tabelach (4,5) zamieszczono wiek kulminacji oraz wartości pierśnicy i wysokości w roku jej wystąpienia. Podobne zależności i wiek kulminacji (w odniesieniu do przyrostu pierśnicy i wysokości) podaje dla świerka i modrzewia Erteld [4]. Przedstawioną prawidłowość stwierdzono w przypadku świerków nr 1 i 2 oraz modrzewi 5 i 6. Kulminacja przyrostu pierśnicy i grubości korzenia świerka nr 3 nastąpiła w tym samym wieku. W przypadku omawianego świerka kulminacja przyrostu wysokości strzały nastąpiła po kulminacji bieżącego rocznego przyrostu długości

TABELA 4
Wiek, pierśnica i wysokość drzewa w momencie kulminacji przyrostu bieżącego rocznego pierśnicy i wysokości strzały

| Gatunek | Nr drzewa | Kulminacja przyrostu bieżącego rocznego | | | | | |
|---------|-----------|---|--------------------------|----------|-----------------|--------------------------|----------|
| | | pierśnicy | | | wysokości | | |
| | | wiek [lata] | D _{1,3} [cm] | H [m] | wiek* [ok-5] | D _{1,3} [cm] | H [m] |
| Św | 1 | 11 | 2,8 | 3,0 | 21–25 | 10,2–12,5 | 8,6–12,7 |
| | 2 | 13 | 3,2 | 3,5 | 16–20 | 5,5– 8,6 | 5,5– 8,5 |
| | 3 | 12 | 1,6 | 2,5 | 26–30 | 8,5– 9,6 | 9,0–10,8 |
| Md | 4 | 5 | 3,8 | 3,5 | 1–5 | – 3,8 | – 3,5 |
| | 5 | 6 | 3,7 | 3,0 | 6–10 | 3,7– 8,9 | 3,0 –6,2 |
| | 6 | 6 | 3,4 | 3,6 | 6–10 | 3,4– 7,2 | 3,6 –6,7 |

* — wiek podany w okresach 5 letnich

D_{1,3} — pierśnica bez kory

TABELA 5
Wiek, pierśnica i wysokość drzewa w momencie kulminacji przyrostu bieżącego rocznego grubości i długości korzenia

| Gat | Nr drzewa | Kulminacja przyrostu bieżącego rocznego | | | | | |
|-----|-----------|---|--------------------------|----------|-----------------|--------------------------|---------------|
| | | grubości | | | długości | | |
| | | wiek [lata] | D _{1,3} [cm] | H [m] | wiek* [ok-5] | D _{1,3} [cm] | H [m] [cm] |
| Św | 1 | 29 | 14,1 | 14,0 | 31–35 | 15,0–16,7 | 14,6–16,8 |
| | 2 | 29 | 16,5 | 15,6 | 46–50 | 23,9–24,6 | 22,3–23,2 |
| | 3 | 12 | 1,6 | 2,5 | 21–25 | 6,8– 8,2 | 6,9– 8,6 |
| Md | 4 | 17 | 14,7 | 9,7 | 26–30 | 19,7–21,6 | 15,0–18,3 |
| | 5 | 15 | 14,7 | 9,6 | 31–35 | 25,8–28,5 | 18,2–20,6 |
| | 6 | 16 | 13,5 | 9,8 | 26–30 | 21,2–23,1 | 14,5–16,5 |

* — wiek podany w okresach 5-letnich

D_{1,3} — pierśnica bez kory

korzenia. Pewną odmienność w kolejności badanych kulminacji wykazał również modrzew nr 4 gdyż nastąpiła ona jednocześnie dla bieżącego rocznego przyrostu pierśnicy i wysokości strzały (tab. 4).

Podsumowanie wyników i wnioski

- Powierzchnia zajmowana przez korzenie horyzontalne świerka jest większa od rzutu jego korony o 5,5–7,6 raza. W przypadku modrzewia uzyskano dużo mniejsze wartości wynoszące d 2,2 do 3,1.

- W grupie badanych świerków z całkowitej miąższości drzewa 57–67% przypada na strzałę, 17–26% na koronę i 16–18% na system korzeniowy wraz z pniakiem. Miąższość samego pniaka stanowi 3–4% całego drzewa. W przypadku modrzewi objętość korony stanowi 13–16%, system korzeniowy 16–20%, strzała 65–70%, natomiast pniak 5–7% całości.
- Modrzew w porównaniu ze świerkiem wykazuje przeciętnie większą objętość oraz udział korzenia i pniaka w miąższości całego drzewa. Mniejszy jest natomiast udział jego korony. W przypadku świerka system korzeniowy charakteryzuje się mniejszym w porównaniu z koroną udziałem w objętości całego drzewa. Natomiast u modrzewia można zaobserwować odwrotną prawidłowość.
- Brak podobieństwa w przebiegu przyrostu grubości oraz wysokości oraz wysokości i długości korzenia skłania do przypuszczeń, że reakcja przyrostowa pnia i korzenia na warunki środowiska jest odmienna.
- Do momentu kulminacji bieżącego rocznego przyrostu grubości i długości korzenia występuje znaczna dysproporcja pomiędzy wielkością przyrostu nadziemnej i podziemnej części drzewa. Po kulminacji omawianych przyrostów różnica w wielkości przyrostu nadziemnej i podziemnej części drzewa zmniejsza się.
- Spośród analizowanych bieżących rocznych przyrostów najwcześniej kulminuje pierśnica, później wysokość strzały, następnie grubość korzenia i na końcu długość korzenia. Przedstawiona prawidłowość dotyczy zarówno świerka jak i modrzewia. W przypadku tego drugiego gatunku stwierdzono bardzo niewielką różnicę w czasie wystąpienia kulminacji bieżącego rocznego przyrostu pierśnicy i wysokości.

*Z Katedry Szczegółowej Hodowli Lasu
AR w Krakowie*

Literatura

1. **Assmann E.**: Nauka o produktywności lasu. Warszawa: PWRiL 1968.
2. **Böhm W.**: Metody badania systemów korzeniowych. Warszawa: PWRiL 1985.
3. **Ermich K., Rutkowski B., Bednarz Z., Feliksik E.**: Stopień podobieństwa krzywych dendrochronologicznych indykatozem warunków siedliskowych. Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich 1976 Z.17.
4. **Erteld W., Hengst E.**: Waldertragslehre. Leipzig: Neumann-Verlag 1966.
5. **Grochowski J.**: Dendrometria. Warszawa: PWRiL 1973.
6. **Kalinin M.I.**: Kornevye sistemy derevev i povyszenie produktivnosti lesa. Lwów: Wysza Szkoła 1975.

Summary

The experiment contained measurements of the area covered by horizontal roots and by the floor projection of three spruce and larch trees. Shares of stem, root, and crown in the mass and volume of whole tree were also studied. It was found that the area covered by horizontal roots of spruce was greater by 5.5–7.6 times than the floor projection of its crown. In the case of larch much lesser values were obtained, amounting from 2.2 to 3.1. The following deals of individual tree parts in the whole tree volume were found for the group of spruce trees under study: 57–67% for stem, 17–26% for crown, and 16–18% for root system including stump. The stump volume share was 3–4%. In the case of larch trees the crown volume was 13–16%, root system 16–20%, stem 65–70%, and stump 5–7% of the whole. When summing up one can state that larch, as compared to spruce, shows, on the average, greater volume and root and stump shares in the whole tree volume. The share of its crown is lesser however. In the case of spruce, the root system is characterized by a lesser share, if compared with the crown, in the whole tree volume.

A comparative analysis was carried out within the study concerning the current growth of stem (diameter and height) and root (diameter and length). A lack of similarity in the diameter increment and height and length of root inclined the author to suppose, that the growth responses of stem and root to site conditions were different. The dbh culminated most early from among current annual increments under study, then went stem height, root diameter, and root length finally. The regularity presented here concerned both spruce and larch.