

JAN GUMIŃSKI

Z zagadnień doskonalenia metod dendrometrycznych

Из проблем совершенствования дендрометрических методов

Problems of the improvement in dendrometric techniques

Dendrometria teoretyczna zajmuje się wynajdywaniem i opracowywaniem dokładnych i ściśle naukowych metod pomiaru drzew i drzewostanów, natomiast do zadań dendrometrii praktycznej należy wyszukiwanie coraz lepszych sposobów, które by przy prostocie i łatwości wykonania zapewniały rezultaty objęte granicami żądanej przez praktykę dokładności. W ramach doskonalenia metod, co wchodzi w zakres dendrometrii praktycznej, czynione są ostatnio próby mające na celu możliwie szybkie i dokładne oznaczenie przyrostu miąższości pojedynczych drzew i drzewostanów w oparciu o nowe elementy będące stosunkowymi przyrostami. Są to ilorazy: $\frac{Z_v}{\Delta R}$, $\frac{Z_v}{\Delta D}$, $\frac{Z_v}{\Delta H}$ i $\frac{Z_v}{g}$, które wystarczy pomnożyć

przez przyrost grubości, wysokości albo przez powierzchnię przekroju pierśnicowego, aby otrzymać w wyniku przyrost miąższości.

Pojęcie $\frac{Z_v}{\Delta R}$, tj. stosunek przyrostu miąższości do przyrostu promienia wprowadził Weidmann określając je jako „Kambiumfläche“. Stosunek przyrostu miąższości do przyrostu pierśnicy Meyer i Loetsch nazywają „Steigungsfaktor“ lub „Tarifdifferenz“, Lescaffette iloraz ten określa jako „surface génératrice“, Anuczyn w pracy opublikowanej po angielsku jako „lateral surface“, a Dworieckij posługując się taką samą wielkością oznacza ją mianem „elementarnej objemnej przyrost“. Borowski stosunek przyrostu miąższości do powierzchni przekroju pierśnicowego nazywa „intensywnością przyrostu miąższości“.

Przyrosty stosunkowe, stanowiąc cechę wtórną, ułatwiają przeprowadzanie badań przez eliminowanie z analizy jednej z wielkości, od których przyrost zależy i które się na niego składają.

Ilorazy wyrażające stosunkowe przyrosty nie przedstawiają pojęć czysto abstrakcyjnych oraz wielkości o znaczeniu i charakterze jedynie matematycznym, ale mają również sens biologiczny. Mogą one odgrywać rolę jako mierniki produktywności czy jako wskaźniki istniejącego zadrzewienia, mogą też być porównywane z innymi czynnikami obliczonymi na jednostkę powierzchni. Po wykonaniu dzielenia otrzymujemy wielkości przed-

stawiające ilość drewna, która przyrosła na jednostkę przyrostu grubości, wysokości lub na jednostkę powierzchni przekroju. Z tych względów przyrosty stosunkowe budzą obecnie coraz większe zainteresowanie zarówno na Zachodzie, jak w Polsce i na Wschodzie. Zainteresowanie to przejawia się w prowadzeniu badań nad poznaniem istoty i właściwości tych ilorazów. Mimo uzyskania niektórych danych charakteryzujących przyrosty stosunkowe, dalsze wnikliwe badania obejmujące różne, gospodarczo ważne gatunki drzew powinny być jednak kontynuowane i pogłębiane.

Dysponując obszernym materiałem pomiarowym poddałem analizie przyrost miąższości na jednostkę przyrostu pierśnicy $\frac{Z_v}{\Delta D}$ i na jednostkę

przyrostu wysokości $\frac{Z_v}{\Delta H}$ w celu otrzymania danych liczbowych niezbędnych przy ocenie dokładności, pracochłonności oraz przydatności dla praktyki nowych metod określania przyrostu miąższości, opierających się na stosunkowych przyrostach.

Podstawę badań stanowił materiał pomiarowy zebrany w drzewostanach świerkowych (w górach i na niżu) oraz w górskich jedlinach. Pomiaru sekcyjnego wykonano na ściętych drzewach. Długość sekcji wynosiła jeden metr. W połowie każdej sekcji zmierzono średnice w dwu wzajemnie prostopadłych kierunkach i świdrem Presslera wywiercono po 4 wałki, na których odczytano grubość kory i 5-letni przyrost drewna. Wykonano 300 000 odczytów lupką Brinella. Stosunkowe przyrosty obliczono dzieląc przyrost miąższości przez przyrost pierśnicy oraz przez przyrost wysokości.

Dla celów porównawczych przyrost miąższości na jednostkę przyrostu wysokości obliczono dwoma sposobami:

I — za pomocą wzoru: $\frac{Z_v}{\Delta H}$, gdzie przyrost wysokości pochodzi bezpośrednio z pomiaru,

II — na zasadzie wzoru: $\frac{Z_v}{\Delta D} \cdot \frac{D}{H}$, gdzie przyrost wysokości obliczono

matematycznie wzorem podanym przez Gieruszyńskiego:

$$\Delta H = \Delta D \cdot \frac{H}{D}, \text{ tzn. posługując się przyrostem pierśnicy pomnożo-}$$

nym przez stosunek wysokości do pierśnicy drzewa.

Zbadano strukturę stosunkowych przyrostów analizując ich rozkład w dwucentymetrowych stopniach grubości, jak również w drzewostanie. Obliczono średnie wartości stosunkowych przyrostów w stopniach grubości oraz dla całego drzewostanu. Średnie w stopniach wartości wyrównano matematycznie za pomocą równań krzywych II stopnia. Sporządzono wykresy krzywych wyrównawczych i krzywych ilustrujących rozkład stosunkowych przyrostów w drzewostanie. Całość materiału opracowano statystycznie obliczając współczynniki korelacji, regresji, średnie błędy współczynników korelacji i regresji oraz wskaźniki ścisłości korelacji. Scharakteryzowano również zmienność stosunkowych przyrostów trzema sposobami:

- 1) wielkością wahań poszczególnych elementów,
- 2) odchyleniem standardowym,
- 3) współczynnikiem zmienności.

Przeprowadzone badania stanowiły temat referatu wygłoszonego na posiedzeniu Krakowskiego Oddziału Polskiego Towarzystwa Leśnego. Posiedzeniu temu przewodniczył prof. dr Edward Chodzicki.

Ważniejsze dane liczbowe zestawiono w tabeli 1.

W wyniku dokonanej analizy struktury, zmienności i współzależności stosunkowych przyrostów drzew w drzewostanach świerkowych i jodłowych osiągnięto następujące, godne uwagi rezultaty.

1. Struktura stosunkowych przyrostów przybiera dla całego drzewostanu postać bardziej regularną niż w poszczególnych stopniach grubości. Rozdział stosunkowych przyrostów w drzewostanie przebiega na ogół regularnie, a krzywe¹ ilustrujące ten rozkład mają kształt mniej lub bardziej symetryczny. Maksima krzywych obejmują 30—86 drzew u świerka i 31—68 drzew u jodły. Badane przyrosty rozkładają się u świerka na 15—28 stopni, a u jodły na 15—31 stopni. Występowały rozkłady skośne dodatnio, a wyjątkowo tylko ujemnie. Zdarzył się również rozkład ucięty, charakteryzujący się niepełnym wykształceniem swojej lewej części. W zasadzie jednak strukturę stosunkowych przyrostów zarówno w drzewostanie, jak i w stopniach grubości, a szczególnie w stopniach liczniejszych, cechuje rozkład zbliżony do normalnego, tzn., że wraz ze wzrostem przyrostu liczba drzew początkowo wzrasta, a po osiągnięciu najwyższych wartości następnie maleje.

2. Przy badaniu zmian, jakim podlegają średnie w stopniach wartości stosunkowych przyrostów ze wzrostem pierśnicy, krańcowe zależności między tymi wielkościami stwierdzono u jodły: największa korelacja istnieje dla przyrostu miąższości na jednostkę przyrostu wysokości (II sposób) i na jednostkę przyrostu pierśnicy, a najmniejsza dla przyrostu miąższości na jednostkę przyrostu wysokości (I sposób). Niewielka współzależność charakteryzuje również u świerka przyrost miąższości na jednostkę przyrostu pierśnicy, natomiast średnia zależność występuje u świerka dla przyrostu miąższości na jednostkę przyrostu wysokości obliczonego II i I sposobem.

3. Krzywe wyrównawcze średnich w stopniach wartości przyrostów stosunkowych przybierają w zasadzie postać wklęsłą z wyjątkiem przyrostu miąższości na jednostkę przyrostu pierśnicy, dla którego krzywa wyrównawcza przebiega przeważnie, a zwłaszcza u jodły, według krzywej wypukłej. Porównując krzywe wyrównawcze dla przyrostu miąższości na jednostkę przyrostu wysokości obliczonego I i II sposobem stwierdzono, że krzywe te dla II sposobu są u świerka bardziej wklęsłe, a u jodły bardziej spłaszczone niż krzywe dla I sposobu, z którymi przecinają się w jednym lub dwu punktach.

4. Drzewa o średnim przyroście stosunkowym są u świerka górskiego grubsze, a u niższego nieznacznie cieńsze od drzew o przeciętnej pierśnicy. U jodły drzewa te również okazały się cieńsze z wyjątkiem przyrostu miąższości na jednostkę przyrostu wysokości (I sposób).

5. Średnie w drzewostanie przyrosty stosunkowe przybierają dla

¹ Wykresy te demonstrowano na posiedzeniu PTL.

Zestawienie ważniejszych danych porównawczych

Stosunkowy przyrost Gatunek drzewa	Jednostka miary	Przyrost miąższości na jednostkę przyrostu piersznicy		Przyrost miąższości na jednostkę przyrostu wysokości (I sposób)		Przyrost miąższości na jednostkę przyrostu wysokości (II sposób)				
		Świerk górski	Świerk niżowy	Jodła	Świerk górski	Świerk niżowy	Jodła			
Wartość minimalna	m ²	2,35	0,70	1,09	0,015	0,003	0,01	0,015	0,01	0,01
Wartość maksymalna	m ²	20,49	21,78	16,54	0,40	0,73	0,59	0,26	0,33	0,22
Stosunek min : max		1 : 9	1 : 31	1 : 15	1 : 27	1 : 243	1 : 59	1 : 17	1 : 33	1 : 22
Wartość średnia	m ²		7,54	7,35		0,079	0,093		0,080	0,086
Pierśnica średniego drzewa przyrostowego — D _z	cm	28,2	28,6	27,3	27,8	28,8	30,7	27,9	28,8	27,9
Pierśnica średniego drzewa powierzchniowego — D _g	cm	27,4	28,9	28,9	27,4	28,9	28,9	27,4	28,9	28,9
D _z — D _g	cm	+0,8	-0,3	-1,6	+0,4	-0,1	+1,8	+0,5	-0,1	-1,0
$\frac{D_z}{D_g}$		1,03	0,99	0,94	1,01	0,997	1,06	1,02	0,997	0,97
Współczynnik korelacji			+0,57	+0,78		+0,71	+0,48		+0,73	+0,91
Odchylenie standardowe	m ²		2,29	1,56		0,03	0,06		0,02	0,02
Współczynnik zmienności	%		31	24		41	65		31	23

świerka i dla jodły zbliżone przeciętne wartości. Największa różnica wypada dla przyrostu miąższości na jednostkę przyrostu wysokości (I sposób).

6. Używając jako miernika wahań przeciętnego stosunku najmniejszej do największej wartości stosunkowych przyrostów stwierdzono, że:

— największa rozpiętość charakteryzuje przyrost miąższości na jednostkę przyrostu wysokości według I sposobu,

— mniejsza przyrost miąższości na jednostkę przyrostu wysokości według II sposobu,

— najmniejsza przyrost miąższości na jednostkę przyrostu pierśnicy.

7. Porównując zmiany wartości odchyłeń standardowych i współczynników zmienności w miarę wzrostu pierśnicy zauważono, że odchylenia standardowe na ogół wzrastają, a współczynniki zmienności w zasadzie maleją w sposób mniej lub więcej regularny. W najliczniejszych stopniach grubości lub w stopniach występujących po kulminacji krzywej frekwencji przejściowo zaznacza się nieraz wyraźny spadek tych wartości.

8. Przeciętne odchylenia standardowe przeważnie przybierają dla tego samego przyrostu stosunkowego u świerka i u jodły zbliżone wartości, z tym że u jodły wartości te są nieco niższe. Jedynie dla przyrostu miąższości na jednostkę przyrostu wysokości według I sposobu przeciętne odchylenie standardowe wypadło u jodły prawie dwa razy większe niż u świerka.

9. Na podstawie współczynników zmienności można stwierdzić, że najbardziej zmienny jest, szczególnie u jodły, przyrost miąższości na jednostkę przyrostu wysokości (I sposób). Oba pozostałe przyrosty stosunkowe wykazują wyraźnie mniejszą zmienność, a ich współczynniki zwłaszcza w obrębie tego samego gatunku tylko nieznacznie różnią się między sobą.

*

*

*

Treść referatu spotkała się wśród licznie zgromadzonych słuchaczy z żywym oddźwiękiem przejawiającym się w długiej i fachowej dyskusji. W wielu wystąpieniach podkreślano ważność i aktualność badań dotyczących przyrostu miąższości, jak również zwrócono uwagę na potrzebę tego rodzaju dociekań, mimo wielu trudności towarzyszących wszelkim badaniom dendrometrycznym, a zwłaszcza analizie przyrostu. W toku dyskusji wyjaśniono poruszone zagadnienia wiążące się z omówionym tematem.

Odnośnie samego nazewnictwa oraz zakresu badań stwierdzono, że dla określenia ilorazów przyrostowych przyjęto termin „stosunkowy przyrost“, a nie „względny przyrost“, żeby nie sugerować wielkości wyrażonych w procentach; byłoby to niesłuszne i utrudniałoby właściwe zrozumienie analizowanych elementów przyrostowych. Nieuwzględnienie w przeprowadzonych badaniach „intensywności przyrostu miąższości“ według koncepcji B o r o w s k i e g o było wynikiem określonego zakresu analizy. Uzyskanoby wprawdzie obszerniejsze dane porównawcze tym bardziej, że B o r o w s k i ograniczył się do sosny, ale jest to dalsze, odrębne zagadnienie.

W związku z badaniem struktury stosunkowych przyrostów i analizą przebiegu krzywych rozkładu ustalono, że doświadczalne określenie typu rozkładu miało na celu umożliwienie w przyszłości przewidywania i wy-

krywania istotnych cech rozkładu już w oparciu o niewielką liczbę obserwacji. Na podstawie empirycznej, bez konieczności stosowania sprawdzianów statystycznych, dopuszczalne i wystarczające w tym przypadku jest stwierdzenie, jako pierwsze przybliżenie, że rozkład jest normalny lub zbliżony do normalnego. Pewne ryzyko, zawsze istniejące, przyjęcia założenia o normalności rozkładu opłaca się niewątpliwie, a występujące odchylenia od normalności mogły być spowodowane metodą pobierania próby, skalą pomiarową itp.

W czasie dyskusji zwracano również uwagę na praktyczne wnioski wynikające z przeprowadzonych badań. Wnioski te w oparciu o uzyskane wyniki wskazują, które metody są bardziej, a które mniej dokładne, które sposoby można stosować, a które nie powinny być wdrażane do praktyki leśnej. Okazało się mianowicie, że w dojrzałych drzewostanach metody oznaczania przyrostu miąższości, opierające się na przyroście miąższości na jednostkę przyrostu wysokości (I sposób), który wyróżnia się największym współczynnikiem zmienności, będą najmniej dokładne, wobec czego metody te nie powinny znaleźć, zwłaszcza dla jodły, praktycznego zastosowania. Dużo dokładniejsze wyniki przy tej samej liczbie pomiarów będzie można uzyskać za pomocą metod posługujących się przyrostem miąższości na jednostkę przyrostu pierśnicy i na jednostkę przyrostu wysokości według II sposobu. Na szczególną uwagę, ze względu na swą prostotę, zasługuje przyrost miąższości na jednostkę przyrostu pierśnicy.

Szeroka dyskusja była potwierdzeniem dużego zainteresowania, jakie wzbudził u słuchaczy referowany temat i to zarówno od metodycznej i naukowej strony zagadnienia, jak również ze względu na możliwość wyciągnięcia praktycznych wskazówek z osiągniętych wyników.