

ALBERT DUDEK

## Porównanie pracochłonności sposobów określania przyrostu miąższości drzewostanu na podstawie tablic miąższości i tablic przyrostu miąższości

Сравнение трудоёмкости способов определения прироста объёма насаждения на основании таблиц объёма и таблиц прироста объёма

The comparison of labour consumption with various techniques of the determination of volume increment in stand on the basis of volume tables and tables of volume increment

Doświadczalnictwo leśne w trakcie rozwiązywania swoich zadań często określa wielkość bieżącego przyrostu miąższości drzewostanu. Zmierza się również do wykorzystania tej wielkości w urządzaniu lasu (9) dla ustalenia etatu. Określenie przyrostu miąższości drzewostanu przez okresowy pomiar miąższości nie gwarantuje uzyskania dokładnych wyników. Bardziej dokładne wyniki można uzyskać określając przyrost miąższości drzewostanu przez jednorazowy pomiar wstecz w końcu okresu.

Określanie przyrostu miąższości drzewostanu przez jednorazowy pomiar wstecz na podstawie przyrostu miąższości oznaczonego na ściętych drzewach różnych jest bardzo pracochłonne, natomiast sposoby oparte na tablicach miąższości i tablicach przyrostu miąższości drzew wymagają mniejszego nakładu pracy.

W pracy porównano pracochłonność określania przyrostu miąższości trzema sposobami. Dwa spośród nich opierają się na tablicach miąższości, trzeci wykorzystuje tablice przyrostu miąższości drzew.

### PORÓWNYWANE SPOSOBY OKREŚLANIA PRZYROSTU MIĄŻSZOŚCI DRZEWOSTANU

Sposób T. G i e r u s z y ń s k i e g o, zwany również sposobem zmiennego rzędu taryf, jest właściwie zmodyfikowanym sposobem L o e t s c h a. Do określenia miąższości drzewostanu na końcu i początku okresu stosuje się tablice miąższości drzew L a e r a - S p i e c k e r a,

z których miąższość pojedynczego drzewa, po ustaleniu szeregu miąższości, odczytuje się jedynie na podstawie pierśnicy.

W celu określenia miąższości drzewostanu w końcu okresu należy pomierzyć pierśnice drzew drzewostanu w odstopniowaniu 2-centymetrowym z parzystymi środkami stopni. Następnie należy obliczyć pierśnicę drzewa centralnego powierzchni przekroju i określić jego wysokość; na podstawie tych wielkości ustala się numer szeregu miąższości w końcu okresu dla odpowiedniego gatunku drzewa. Dalszą czynnością jest sporządzenie linii przyrostu pierśnicy, tzn. linii wyrównującej średnio wartości przyrostu pierśnicy w stopniach grubości.

Dla początku okresu, numer szeregu miąższości ustala się na podstawie pierśnicy i wysokości drzewa centralnego na początku okresu. Pierśnicę drzewa centralnego na początku okresu oblicza się przez odjęcie od pierśnicy w końcu okresu — przyrostu pierśnicy odczytanego z linii przyrostu pierśnic dla pierśnicy drzewa centralnego w końcu okresu. Wysokość drzewa centralnego na początku okresu określa się przez odjęcie przyrostu wysokości drzewa centralnego od jego wysokości w końcu okresu. Przyrost wysokości oblicza się wg wzoru:

$$z_h = \frac{H}{D} z_d$$

w którym:  $z_h$  — przyrost wysokości drzewa centralnego,  
 $D$  — pierśnica drzewa centralnego w końcu okresu,  
 $H$  — wysokość drzewa centralnego w końcu okresu,  
 $z_d$  — przyrost pierśnicy drzewa centralnego odczytany z linii przyrostu pierśnic.

Średnią pierśnicę stopnia grubości na początku okresu ustala się przez odjęcie od wymiaru środka stopnia przyrostu pierśnicy odczytanego z linii przyrostu pierśnicy. Tablice podają miąższość dla pierśnic w pełnych parzystych centymetrach, średnia pierśnica stopnia na początku okresu będzie najczęściej określona w dziesiątych częściach centymetra, dlatego miąższość pojedynczego drzewa na początku okresu należy interpolować w ramach określonego szeregu miąższości.

Różnica miąższości w końcu i na początku okresu, to przyrost miąższości pojedynczego drzewa. Po pomnożeniu tego przyrostu przez liczbę drzew poszczególnych stopni, uzyskujemy przyrost miąższości drzew stopnia grubości. Suma przyrostu miąższości wszystkich stopni grubości, to bieżący przyrost miąższości drzewostanu.

Tablice *Laera-Spieckera* podają miąższość grubizny drzewa w korze, określony przyrost jest więc przyrostem miąższości grubizny w korze. Autor nie uwzględnił zmiany grubości kory w ciągu okresu.

Metoda *J. Grochowskiego*, w odróżnieniu od poprzedniej, nie jest związana z konkretnymi tablicami miąższości, można korzystać z każdych tablic miąższości opartych na pierśnicy i wysokości. W pracy posługiwano się tablicami *Grudnera-Schwappacha*.

Do określenia miąższości w końcu okresu potrzebny jest wynik pomiaru pierśnic w pewnym odstopniowaniu i przeciętna wysokość w stopniach, określona zwykle z krzywej wysokości.

Średnią pierśnicę w korze drzew poszczególnych stopni grubości na początku okresu znajduje się przez odjęcie od wartości środkowej stop-

nia średniej wartości przyrostu pierśnicy z korą. Określając przyrost pierśnicy za pomocą świdra przyrostowego uzyskuje się przyrost pierśnicy bez kory. Tablice miąższości podają miąższość na podstawie pierśnicy w korze. Potrzebna jest więc pierśnica w korze dla końca i dla początku okresu. Odjęcie od pierśnicy w korze w końcu okresu przyrostu bez kory odłożonego w ciągu okresu byłoby równoznaczne z założeniem, że grubość kory w ciągu okresu nie zmienia się. Z wiekiem jednak grubość kory rośnie. Wobec tego należy się liczyć z możliwością otrzymania zbyt małej wielkości bieżącego przyrostu miąższości. Lepiej więc określić pierśnicę dla początku okresu przez odjęcie od pierśnicy w końcu okresu przyrostu pierśnicy w korze. Bezpośrednie ustalenie przyrostu pierśnicy wraz z korą nie jest możliwe. Można odpowiednio zwiększyć przyrost pierśnicy bez kory mnożąc go przez stosunek pierśnicy w korze do pierśnicy bez kory. Dla sosny wg L o e t s c h a (8) stosunek ten średnio wynosi 1,12.

Średnią wysokość stopnia grubości na początku okresu u drzew iglastych w młodym wieku, wytwarzających wyraźnie okółki, można określać przez zmierzenie przyrostu wysokości na drzewach stojących i zmniejszenie o jego wielkość średniej wysokości w końcu okresu.

Ponieważ dla początku okresu pierśnic otrzymuje się z zaokrągleniem do 1 mm, a wysokość do 1 dcm w celu określenia miąższości na podstawie tablic miąższości prowadzi się podwójną interpolację (ze względu na pierśnicę i wysokość). Można również posłużyć się tablicami liczb kształtu obliczonymi przez J. G r o c h o w s k i e g o na podstawie tablic miąższości G r u n d n e r a - S c h w a p p a c h a (5). Dla każdego stopnia grubości, na podstawie wymiarów pierśnicy i wysokości dla początku okresu, należy obliczyć objętość walca porównawczego. Objętość tę mnoży się przez liczbę kształtu odczytaną w tablicach przy najbardziej zbliżonych wymiarach pierśnicy i wysokości.

W celu otrzymania przyrostu miąższości jednego drzewa, odejmujemy miąższość na początku okresu od miąższości w końcu okresu. Przyrost miąższości drzew stopnia grubości otrzymuje się mnożąc przyrost miąższości jednego drzewa przez liczbę drzew stopnia. Bieżący przyrost miąższości drzewostanu jest sumą przyrostu miąższości poszczególnych stopni grubości.

Tablice przyrostu miąższości drzew, opracowane przez M. B o r o w s k i e g o dla starszych drzewostanów sosnowych, podają przyrost miąższości strzały bez kory na podstawie pierśnicy, wysokości, przyrostu pierśnicy oraz długości okresu. Dla określenia przyrostu miąższości należy więc pomierzyć pierśnicę drzew drzewostanu w pewnym odstopniowaniu, sporządzić krzywą wysokości i linię przyrostu pierśnic. Na podstawie wymiaru środka stopnia grubości, średniej wysokości stopnia i średniego przyrostu pierśnicy (bez kory) w stopniu odczytujemy przyrost miąższości, suma przyrostów miąższości pomnożonych przez liczbę drzew poszczególnych stopni, to przyrost miąższości drzewostanu.

Zestawienie czynności koniecznych dla poszczególnych metod podano w tabeli 1.

## Czynności z różnymi metodami określania bieżącego przyrostu miąższości

Treść	Metoda		
	T. Gieruszyński	J. Grochowski	tablice M. Borowskiego
Pomiar pierśnic	tak	tak	tak
Sporządzenie krzywej wysokości	nie	tak	tak
Określenie pierśnicy drzewa centralnego	tak	nie	nie
Określenie wysokości drzewa centralnego	tak	nie	nie
Sporządzenie linii przyrostu pierśnic			
Określenie przyrostu wysokości średniego w stopniach grubości	nie	tak	nie

## MATERIAŁ BADAWCZY

Badania oparto na powierzchniach założonych w drzewostanach sosnowych, jednogatunkowych i mniej więcej jednowiekowych. Cztery starsze drzewostany rosły na siedliskach lasu mieszanego, dwa młodsze na siedlisku boru mieszanego w obrębie Strzelna, nadleśnictwa Rogów. Ważniejsze dane charakteryzujące drzewostany zamieszczono w tabeli 2. Prace w terenie polegały na przeprowadzeniu pomiarów potrzebnych do określenia 10-letniego przyrostu miąższości drzewostanu każdym ze sposobów i zapisaniu czasu potrzebnego do ich wykonania.

Pomiar pierśnic, wysokości, przyrostu pierśnicy i przyrostu wysokości wykonały dwie osoby, prace obliczeniowe — jedna osoba. Do obliczeń używano arytмомetra ręcznego. Do pomiaru wysokości używano wysokościomierza Blume-Leiss. Linie przyrostu pierśnicy popro-

Tabela 2

## Charakterystyka badanych drzewostanów

Numer powierzchni	Oddział	Wiek	Pierścienica wg g cm	Wysokość z krzywej m	Klasa bonitacji wg Schwappacha	Wielkość powierzchni ha	Liczba drzew
1	77 a	99	40,4	30,0	I	1,0	261
2	67 h	104	40,2	28,0	I	1,0	208
3	51 l	79	30,9	25,5	I	1,0	433
4	54 g	79	32,0	25,5	I	1,0	427
5	58 m	45	17,7	18,5	I	0,5	560
6	62 b	44	17,0	18,0	I	0,5	596

wadzono na podstawie pomiaru przyrostu pierśnicy około 50 drzew na każdej powierzchni. Przyrost pierśnicy dla każdego z tych drzew ustalono jako sumę przyrostu na dwóch dowolnych promieniach. Kierunki, z których były pobierane wywiertki u poszczególnych drzew były stale zmieniane, zwracano uwagę, aby u danego drzewa miejsca, z których je pobierano, nie leżały zbyt blisko siebie na obwodzie pnia.

Wysokość drzewa centralnego określono jako średnią z wysokości 10 drzew o grubościach zbliżonych do wyliczonej pierśnicy drzewa centralnego z tolerancją  $\pm 0,5$  cm. Przyrost wysokości u drzew stojących na podstawie okółków udało się pomierzyć tylko w dwóch młodszych drzewostanach. W drzewostanach starszych okółki z ziemi były niewidoczne. Wobec tego w 4 starszych drzewostanach nie określono pracochłonności oznaczania przyrostu miąższości na podstawie tablic miąższości (metoda J. Grochowskiego). W drzewostanach 5 i 6 pomiar przyrostu wysokości prowadzono równocześnie z pomiarem wysokości i mierzono łączny czas obydwu pomiarów. Oprócz tego zmierzono również czas potrzebny do sporządzenia samej tylko krzywej wysokości.

Tabela 3

**Czas niezbędny do wykonania pomiarów i obliczeń na poszczególnych powierzchniach badawczych**

	Powierzchnia					
	1	2	3	4	5	6
1. Pomiar pierśnic	1h 10'	55'	1h 14'	1h 13'	1h 2'	1h
2. Sporządzenie krzywej wysokości	1h 45'	1h 35'	55'	1h 9'	41'	32'
3. Sporządzenie krzywej wysokości łącznie z krzywą przyrostu wysokości	—	—	—	—	50'	57'
4. Określenie pierśnicy drzewa centralnego	10'	11'	11'	9'	8'	8'
5. Określenie wysokości drzewa centralnego	28'	31'	21'	34'	19'	17'
6. Sporządzenie linii przyrostu pierśnic	1h 35'	1h 20'	1h 50'	1h 30'	1h 18'	1h 9'
7. Wykonanie obliczeń metodą T. Gieruszyńskiego	35'	28'	43'	34'	29'	33'
8. Wykonanie obliczeń za pomocą tablic przyrostu miąższości	14'	9'	11'	11'	7'	7'
9. Wykonanie obliczeń metodą J. Grochowskiego	—	—	—	—	30'	23'

W tabeli 3 zamieszczony jest czas pomiarów i obliczeń na poszczególnych powierzchniach.

W tabeli tej zwraca uwagę wyjątkowo krótki czas konieczny do wykonania obliczeń na podstawie tablic M. B o r o w s k i e g o. Obliczenia, w odróżnieniu od pozostałych dwu metod, są łatwe i nie wymagają tak dużej uwagi (w metodach J. G r o c h o w s k i e g o i T. G i e r u s z y ń s k i e g o miąższość pojedynczego drzewa na początku okresu określa się na podstawie tablic miąższości poprzez interpolację).

Na podstawie czasu potrzebnego do wykonania poszczególnych pomiarów i obliczeń wyliczono łączny czas konieczny do określenia bieżącego przyrostu miąższości drzewostanu każdą z porównywanych metod (tab. 4). W celu otrzymania czasu dla metody T. G i e r u s z y ń s k i e g o zsumowano następujące pozycje z tabeli 3:  $1 + 4 + 5 + 6 + 7$ ; w metodzie J. G r o c h o w s k i e g o —  $1 + 3 + 6 + 9$ , a dla tablic przyrostu miąższości drzew  $1 + 2 + 6 + 8$ .

T a b e l a 4

## Czas niezbędny do określenia bieżącego przyrostu miąższości różnymi metodami

	Powierzchnia						Średnio	
	1	2	3	4	5	6	$\frac{z}{1,2,3}$ $i 4$	$\frac{z}{5 i 6}$
T. Gieruszyńskiego	3h 58'	3h 25'	4h 19'	4h	3h 16'	3h 7'	3h 56'	3h 12'
J. Grochowskiego	—	—	—	—	3h 40'	3h 29'	—	3h 34'
tablice przyrostu miąższości	4h 44'	3h 59'	4h 10'	4h 3'	3h 8'	2h 48'	4h 14'	2h 58'

W drzewostanach starszych najmniej pracochłonna okazała się metoda T. G i e r u s z y ń s k i e g o. Wynika to z dużego nakładu pracy koniecznej do sporządzenia krzywej wysokości w dwupiętrowych, silnie podszytych drzewostanach 1 i 2. W drzewostanach młodszych najmniej pracochłonne okazało się określanie przyrostu miąższości za pomocą tablic miąższości. Drugie miejsce pod względem pracochłonności zajmuje metoda T. G i e r u s z y ń s k i e g o, na ostatnim miejscu znalazła się metoda J. G r o c h o w s k i e g o.

Nakład pracy potrzebny do określenia bieżącego przyrostu miąższości drzewostanu nie jest tak duży, jak się powszechnie przypuszcza. Różnice czasów dla poszczególnych sposobów są nieznaczne. O stosowaniu metody powinna decydować wymagana dokładność, różna dla każdej z metod.

Często oprócz informacji o wielkości przyrostu chcemy znać wielkość miąższości drzewostanu. W takich warunkach nakład pracy potrzebny do określenia przyrostu miąższości drzewostanu jest znacznie mniejszy, ponieważ pomiary i obliczenia potrzebne do określenia miąższości można wykorzystać do określenia przyrostu miąższości. Obliczo-

no więc dodatkowy nakład pracy potrzebny do określenia przyrostu miąższości drzewostanu po określeniu jego miąższości.

Czas potrzebny do ustalenia przyrostu miąższości drzewostanu metodą T. Gruszczyńskiego porównywano z czasem do określenia miąższości za pomocą tablic Laera-Spieckera, pozostałe dwie metody porównywano z określeniem miąższości drzewostanu na podstawie tablic Grundnera-Schwappacha. W tabeli 5 przedstawiony jest czas określania miąższości drzewostanu.

Tabela 5

Czas niezbędny do określenia miąższości drzewostanu

Tablice	Powierzchnia					
	1	2	3	4	5	6
Laera — Spieckera	1h 55'	1h 42'	1h 53'	2h 04'	1h 35'	1h 30'
Grundnera — Schwappacha	3h 04'	2h 38'	2h 24'	2h 35'	1h 51'	1h 39'

Większy nakład pracy przy określaniu miąższości za pomocą tablic Grundnera-Schwappacha wynika głównie z konieczności sporządzania krzywej wysokości.

W pierwszym wierszu tabeli 6 podana jest różnica między czasem określania przyrostu miąższości metodą T. Gieruszyńskiego i czasem określania przyrostu miąższości za pomocą tablic Laera-Spieckera. Następne dwa wiersze dotyczą metody J. Grochowskiego i tablic przyrostu miąższości drzew.

Tabela 6

Czas potrzebny do określenia przyrostu miąższości po określeniu miąższości drzewostanu

Metoda	Powierzchnia					
	1	2	3	4	5	6
T. Gieruszyńskiego	2h 03'	1h 43'	2h 26'	1h 56'	1h 41'	1h 37'
J. Grochowskiego	—	—	—	—	1h 49'	1h 50'
tablicami przyrostu miąższości drzew	1h 40'	1h 21'	1h 46'	1h 28'	1h 17'	1h 09'

Czas potrzebny do oznaczenia przyrostu miąższości po oznaczeniu miąższości drzewostanu przeznaczony jest głównie na sporządzenie linii przyrostu pierśnic. W dwóch pierwszych metodach dodatkowy nakład pracy zwiększa się również przez bardziej skomplikowane obliczenia. Określenie przyrostu miąższości drzewostanu za pomocą tablic przyrostu miąższości drzew jest równie proste, jak obliczanie miąższości za pomocą tablic Grundnera-Schwappacha. Stąd oznaczanie przyrostu miąższości drzewostanu po oznaczeniu jego miąższości, przy stosowaniu tablic przyrostu miąższości, wymaga najmniejszej ilości pracy.

Wyniki zawarte w tabeli 6 mówią, że nakład pracy dla określenia

bieżącego przyrostu miąższości drzewostanu po określeniu jego miąższości jest bardzo niewielki. Jak wykazały nieopublikowane jeszcze badania, przeprowadzone ostatnio w Katedrze Dendrometrii SGGW, można ten nakład pracy wydatnie zmniejszyć przez sporządzenie linii przyrostu pierśnicy, w oparciu o pomiar przyrostu pierśnicy tylko na jednym kierunku u poszczególnych drzew, a nie na dwóch, jak robiono zbierając materiały do niniejszej pracy. Takie postępowanie zapewnia tę samą dokładność sporządzenia linii przyrostu pierśnicy przy znacznie mniejszej pracochłonności.

Widzimy więc, że można po określeniu miąższości drzewostanu niewielkim nakładem pracy określić bieżący przyrost miąższości. Znajomość przyrostu miąższości drzewostanu, w porównaniu ze znajomością miąższości, w sposób nieporównywalny zwiększa naszą wiedzę o procesach zachodzących w drzewostanie.

#### LITERATURA

1. Borowski M. — Metody oznaczania bieżącego przyrostu miąższości drzewostanu na podstawie przyrostu pierśnicy. Zeszyty Naukowe SGGW, Leśnictwo z. 1, 1958.
2. Borowski M. — Tablice przyrostu miąższości sosny. Maszynopis w Katedrze Dendrometrii SGGW.
3. Gieruszyński T. — Badanie dokładności i doskonalenie sposobów oznaczania przyrostu miąższości drzewostanu za pomocą tabel miąższości. „Acta Agraria et Silvestria”, Seria leśna, vol I, 1961.
4. Grochowski J. — Metoda określania wstecz bieżącego przyrostu miąższości drzewostanu za pomocą tablic miąższości. „Folia Forestalia Polonica” r. 4, 1960.
5. Grochowski J. — Ocena dokładności tablic miąższości Grundnera — Schwappacha i Laera na przykładzie drzewostanu sosnowego lasów rogowskich. „Roczniki Nauk Leśnych”, 1953, t. II.
6. Grundner und Schwappach — Massentafeln. Berlin 1942.
7. Laer und Spiecker — Massenberechnungstafeln. Frankfurt A. M. 1951.
8. Loetsch F. — Das Tariffdifferenzverfahren zur Massenzuwachsermittlung. „Schweiz. Zeitschr. f. Forstwesen” 1954.
9. Szymkiewicz B. — ustalenie etatu przy zastosowaniu bieżącego przyrostu miąższości w gospodarstwie zrębowym. „Sylwan” nr 1, 1962.

#### Краткое содержание

В работе сравнивается трудоёмкость определения текущего прироста объёма насаждения тремя методами. Все они определяют прирост объёма путём однократного измерения вспять в конце периода. В двух методах (И. Гроховского и Т. Герушинского) используются с этой целью таблицы объёма, а в третьем методе используются таблицы прироста объёма деревьев, разработанные М. Боровским.

Измерения, проведённые в шести сосновых насаждениях роговских лесов, вместе с их хронометражом, представляют исследовательский материал.

Установлено, что разницы во времени, которое необходимо для определения прироста объёма насаждения отдельными методами, небольшие. Время, необходимое для определения прироста объёма насаждения (общее время измерительных полевых и вычислительных работ), небольшое и для старших насажде-



ний равняется около 4 часов, а для младших около 3 часов. Из-за небольших разниц в трудоёмкости методов, о применении данного метода определения прироста объёма насаждения должна решать требуемая точность, разная для каждого метода.

Установлено затрату труда, необходимого для определения текущего прироста объёма при определении объёма насаждения. Констатировано, что в таких случаях, время необходимое для определения прироста объёма насаждения, небольшое и колеблется для отдельных насаждений от одного до двух часов.

### S u m m a r y

The labour consumption involved in the determination of current volume increment of a stand with the aid of three methods was compared in this paper. All these methods determine volume increment back, at the end of period, with single measurement. Two of them (after J. Grochowski and another after T. Gieruszyński) use for this purpose volume tables, while the third one is based on tables of tree volume increment prepared by M. Borowski.

Research material present measurements with their timekeeping taken in six pine stands within the Rogów Forest.

It was found that differences in time required for the determination of volume increment in a stand with the use of various methods are not high. The time required for the determination of volume increment in stand (total time of measurements in field and calculations) is not long and amounts for older stands to some 4 hours, while for younger ones — to circa 3 hours. Due to negligible differences in labour consumption between methods, the desired accuracy, different for each method, should decide about the application of definite method of the determination of volume increment of stand.

There was indicated the time needed for the determination of the current volume growth after the determination of stand's volume. It was found that under such conditions the time needed for the determination of stand volume increment is brief and fluctuates from one to two hours for individual stand.