

**TOMASZ BORECKI, DARIUSZ PIENIAK, ROMAN WÓJCIK**

## **Analiza wielkości miąższości uzyskanej z inwentaryzacji zapasu metodą obrębową w zależności od różnych wariantów obliczeń**

Analysis of standing volume assessment as conducted in the course of forest stand inventory with use of the Forest Division method depending on applied calculation variants

### **ABSTRACT**

Borecki T., Pieniak D., Wójcik R. 2006. Analiza wielkości miąższości uzyskanej z inwentaryzacji zapasu metodą obrębową w zależności od różnych wariantów obliczeń. Sylwan 11: 22-29.

In the present paper analyzed are results of standing volume assessment as dependent on the method of calculation applied; the calculations were done with utilization of algorithms used in the operational forestry: the TAKSATOR and the ACER packages. The results obtained show that the use of the forest division based TAKSATOR method leads to lower estimate as compared with the output of the quality control inspection assessment ACER.

### **KEY WORDS**

standing volume assessment, forest division based method, quality control inspection

### **ADDRESSES**

Tomasz Borecki – Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa SGGW;  
ul. Nowoursynowska 159 bud. 34; 02-776 Warszawa

Dariusz Pieniak – Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych w Łodzi;  
ul. Matejki 16; 91-402 Łódź

Roman Wójcik – Katedra Urządzania Lasu, Geomatyki i Ekonomiki Leśnictwa, SGGW;  
ul. Nowoursynowska 159 bud. 34; 02-776 Warszawa

## **Wstęp**

18 kwietnia 2003 Dyrektor Generalny Lasów Państwowych wprowadził zarządzeniem nr 43 nową instrukcję urządzania lasu do stosowania we wszystkich jednostkach Lasów Państwowych. Największą i prawdopodobnie najistotniejszą różnicą w stosunku do instrukcji poprzedniej była zmiana sposobu inwentaryzacji zapasu. Nowa metoda nosi nazwę statystycznej metody reprezentacyjnej, a nazywana bywa również metodą obrębową ze względu na jednostkę obliczeniową, dla której jest określona miąższość. Wprowadzenie tej metody poprzedzone zostało wieloletnimi badaniami [Borecki, Stępień 1994; Borecki 1995; Bruchwald, Zajączkowski 2002a].

W badaniach prowadzonych w Zakładzie Urządzania Lasu stwierdzono, że w trakcie wykonywania planów urządzania lasu metodą statystyczną z zastosowaniem relaskopowych powierzchni próbnych występowało niedoszacowanie zapasu o około 20% [Borecki i in. 1999]. Dlatego też w 2001 roku w Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych powołano zespół zadaniowy, którego celem miało być opracowanie i wdrożenie nowej metody inwentaryzacji zapasu.

Wytypowano trzy nadleśnictwa: Jędrzejów, Staszów i Złotów, w których wdrażana była nowa instrukcja urządzania lasu.

W wyniku zastosowanej nowej metody inwentaryzacji zapasu zanotowano wzrost miąższości drzewostanów nadleśnictw wynikający z doszacowania zapasu o około 15-20%.

Wyniki tych wdrożeń szczególnie dotyczące metody obrębowej inwentaryzacji zapasu zostały opublikowane [Bruchwald, Zajączkowski 2002b; Bruchwald, Wójcik, Zajączkowski 2003]. Z artykułów tych wynika, że opracowana i przetestowana metoda może być z powodzeniem stosowana w leśnictwie.

Po wprowadzeniu tej metody w zatwierdzonej instrukcji urządzania lasu z 2003 roku w środowisku urzędzeniowym pojawiły się pewne wątpliwości dotyczące możliwości porównywania wyników z dwóch poprzednich cykli urzędzeniowych. Zmieniając metodę pozyskania danych musimy zrezygnować z bezpośredniego porównywania wyników poprzednich prac inwentaryzacyjnych ze względu na radykalną zmianę metodyki zbierania i opracowywania tych danych. Podobny problem występował jednak i wcześniej przy przejściu z metod klasycznych na metody statystyczne określania zapasu. Ważniejsze jest jednak dokładne określenie zapasu, a nie możliwości porównywania danych, które są obciążone błędami systematycznymi.

W trakcie prac urzędzeniowych w kolejnych nadleśnictwach praktycy zgłaszali wątpliwości czy miąższość uzyskiwana z powierzchni kołowych, a więc pomiaru miąższości wykonywanego zgodnie z instrukcją urządzania lasu z 2003 roku, nie jest przypadkiem zawyżona w stosunku do rzeczywistości. Co bardziej radykalni praktycy twierdzą wręcz, że nowa metoda zawyża zapas.

W trakcie prac urzędzeniowych w jednym z nadleśnictw środkowej Polski pracownicy nadleśnictwa postanowili wykonać eksperyment mający na celu sprawdzenie wiarygodności obrębowej metody inwentaryzacji zapasu. W wybranych drzewostanach, dla których określono zapas nową metodą obrębową założono powierzchnie próbne zgodnie z metodyką stosowaną w szacunkach brakarskich. Następnie za pomocą oprogramowania ACER wykorzystywanego przy szacunkach brakarskich obliczono miąższość drzewostanów i stwierdzono, że miąższości uzyskiwane w metodzie obrębowej (za pomocą powierzchni kołowych) są zawyżone w stosunku do danych uzyskanych w szacunkach brakarskich o 15-20%.

Przyjęte założenia metodyczne nie są znane w szczegółach i nie wiadomo, czy porównywane wartości są tożsame – miąższość drzewostanów określana przez urządzenie lasu jest wartością brutto, a ACER wylicza miąższość netto. W związku z tym w niniejszej publikacji podjęto próbę oceny wielkości miąższości drzewostanów ustaloną obiema metodami.

## Metodyka

Założono, że eksperyment będzie polegał na porównaniu miąższości uzyskanych z powierzchni próbnych obliczonych za pomocą algorytmów stosowanych zgodnie z Instrukcją urządzania lasu i tych samych powierzchni próbnych obliczonych za pomocą algorytmów używanych przy planowaniu rocznym w Lasach Państwowych.

Wykonano dwa warianty analizy. Pierwszy na podstawie konkretnych danych z nadleśnictwa, drugi na materiale utworzonym na potrzeby niniejszej pracy.

W wariantcie I z każdej grupy stratyfikacyjnej utworzonej (zgodnie z metodyką opisaną w instrukcji urządzania lasu) w jednym z obrębów nadleśnictwa Grotniki, wybrano po dwie powierzchnie kołowe. W ten sposób zostało wybranych 18 powierzchni próbnych w jednowiekowych drzewostanach sosnowych.

Aby uniknąć błędu spowodowanego różnicą w dokładności określenia pierśnicy, w obu metodach dane z powierzchni kołowych zostały „przetransformowane” do postaci takiej,

w jakiej występują przy sporządzaniu szacunków brakarskich, a więc podzielone na klasy grubości i rozpisane w sposób stosowany w raptularzu terenowym.

Dane z wybranych powierzchni próbnych przetworzono za pomocą programu TAKSATOR i przeliczono do miąższości netto, aby można było je porównać do wartości miąższości netto wyliczanej w programie ACER.

Instrukcja urządzania lasu w §93 podaje współczynniki redukcyjne służące do przeliczenia miąższości brutto na netto i tak dla sosny II klasy wieku współczynnik ten wynosi 0,72, III klasy wieku 0,75, IV klasy wieku 0,77, V i starszych klas wieku 0,79. Miąższości powierzchni próbnych obliczone programem TAKSATOR zostały zredukowane współczynnikami zgodnymi z instrukcją urządzania lasu. Następnie dane poszczególnych powierzchni zostały wprowadzone do programu ACER bazy testowej Nadleśnictwa Grotniki i przetworzone za pomocą algorytmów tego programu do wartości miąższości netto.

W wariancie II w celu uniknięcia ewentualnego błędu metodycznego wynikającego z różnych sposobów określania wysokości drzew, utworzono na potrzeby badań dane dla 100 drzew reprezentujących 9 powierzchni próbnych o następujących parametrach drzew kolejnych powierzchni próbnych:

- nr 1 – pierśnica 12 cm, wysokość 15 m,
- nr 3 – pierśnica 14 cm, wysokość 15 m,
- nr 5 – pierśnica 16 cm, wysokość 15 m,
- nr 7 – pierśnica 18 cm, wysokość 15 m,
- nr 9 – pierśnica 20 cm, wysokość 15 m,
- nr 11 – pierśnica 22 cm, wysokość 15 m,
- nr 13 – pierśnica 24 cm, wysokość 15 m,
- nr 15 – pierśnica 26 cm, wysokość 15 m,
- nr 17 – pierśnica 29 cm, wysokość 15 m.

Przygotowano również drugą grupę z danymi dla 100 drzew reprezentujących 9 powierzchni próbnych o następujących parametrach drzew kolejnych powierzchni próbnych:

- nr 2 – pierśnica 22 cm, wysokość 14 m,
- nr 4 – pierśnica 22 cm, wysokość 16 m,
- nr 6 – pierśnica 22 cm, wysokość 18 m,
- nr 8 – pierśnica 22 cm, wysokość 20 m,
- nr 10 – pierśnica 22 cm, wysokość 22 m,
- nr 12 – pierśnica 22 cm, wysokość 24 m,
- nr 14 – pierśnica 22 cm, wysokość 26 m,
- nr 16 – pierśnica 22 cm, wysokość 28 m,
- nr 18 – pierśnica 22 cm, wysokość 30 m.

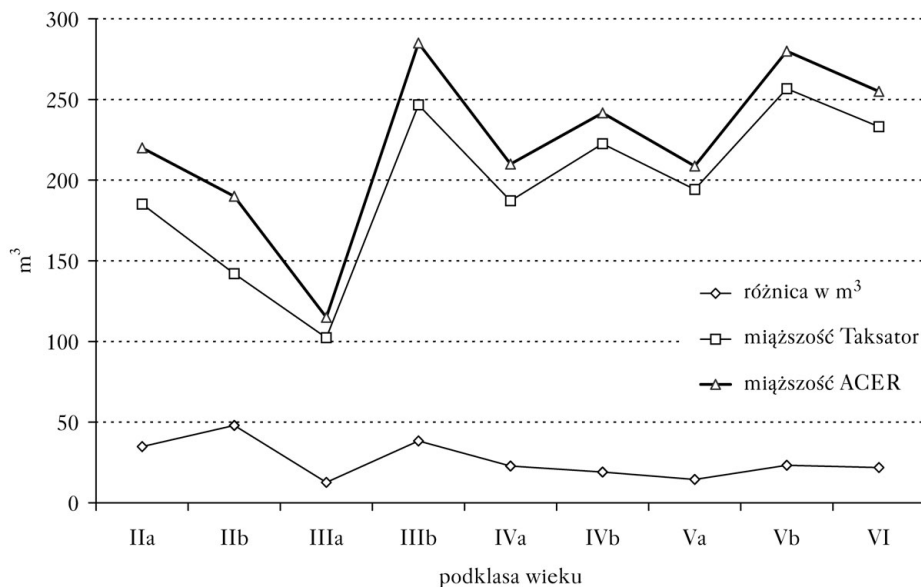
Tak przygotowane dane wprowadzono do obu programów i przetworzono.

## Wyniki

Stwierdzono, że w wariancie I dane z obliczeń programem ACER są większe niż z programu TAKSATOR. Dotyczy to wszystkich podklas i klas wieku (ryc. 1.).

Różnice wyrażone w  $m^3/ha$  są bardzo duże i wynoszą nawet blisko  $50 m^3$  w IIa podklasie wieku. Najmniejsza różnica wystąpiła w IIIa podklasie wieku.

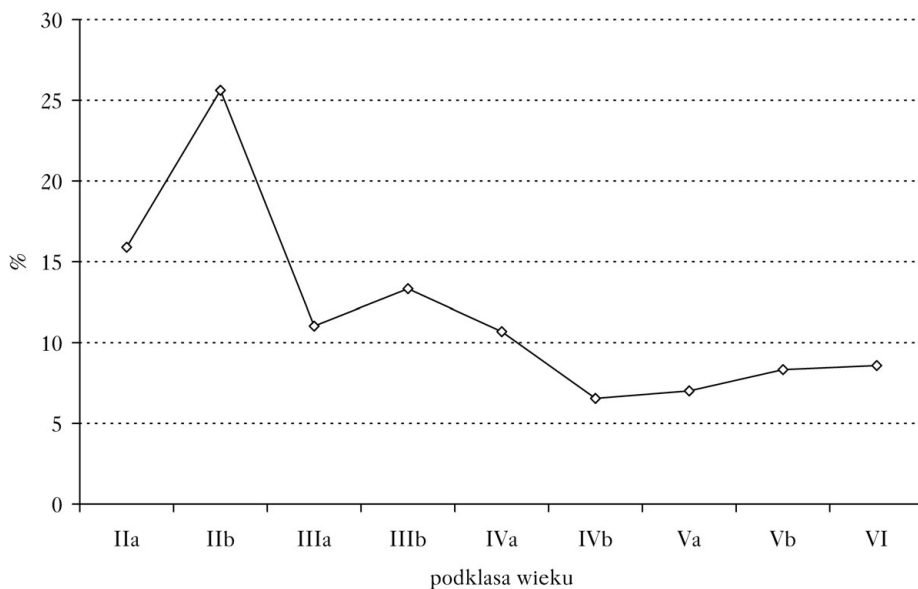
Średnia różnica procentowa pomiędzy porównywanymi metodami (ACER, TAKSATOR) wyniosła 11,89% (ryc. 2.). Przy małej próbie, jaką zastosowano, lepiej posłużyć się nieczułą na



Ryc. 1.

Miąższość podklas i klas wieku oraz różnica miąższości obliczona dwoma programami – ACER i TAKSATOR

Standing volume calculated for age classes (20 yr intervals) or subclasses (10 yr intervals) with use of two packages: ACER and TAKSATOR; the lower curve shows the difference in standing volume assessment



Ryc. 2.

Procentowa różnica miąższości obliczona dwoma programami – ACER i TAKSATOR w podklasach i klasach wieku.

The per cent difference in standing volume estimates as calculated with use of ACER and TAKSATOR software; the data are for age classes/subclasses

wartości skrajne medianą, która wynosiła 10,25%. Minimalna rozbieżność wynosiła 2,77%, maksymalna zaś 32,74%. Odchylenie standardowe wynosiło 7,03%. Przedziały ufności przy  $p=0,05$  wynosiły odpowiednio 8,4% i 15,39%, a więc z 95% pewnością możemy powiedzieć, że średnia różnica procentowa pomiędzy danymi obliczonymi ACER-em a TAKSATOR-em zawiera się w przedziale 8,4% a 15,39%.

Średnia różnica między porównywanymi metodami wyniosła 26,15 m<sup>3</sup>/ha. Mediana wyniosła 24,04 m<sup>3</sup>/ha. Minimalna rozbieżność wyniosła 3,19 m<sup>3</sup>/ha, maksymalna zaś 58,93 m<sup>3</sup>/ha. Odchylenie standardowe wyniosło 14,29 m<sup>3</sup>/ha. Przedziały ufności przy  $p=0,05$  wynosiły odpowiednio 19,04 m<sup>3</sup>/ha i 33,25 m<sup>3</sup>/ha, a więc z 95% pewnością możemy powiedzieć, że średnia różnica w m<sup>3</sup>/ha pomiędzy danymi obliczonymi ACER-em a TAKSATOR-em zawiera się w przedziale od 19,04 m<sup>3</sup>/ha do 33,25 m<sup>3</sup>/ha

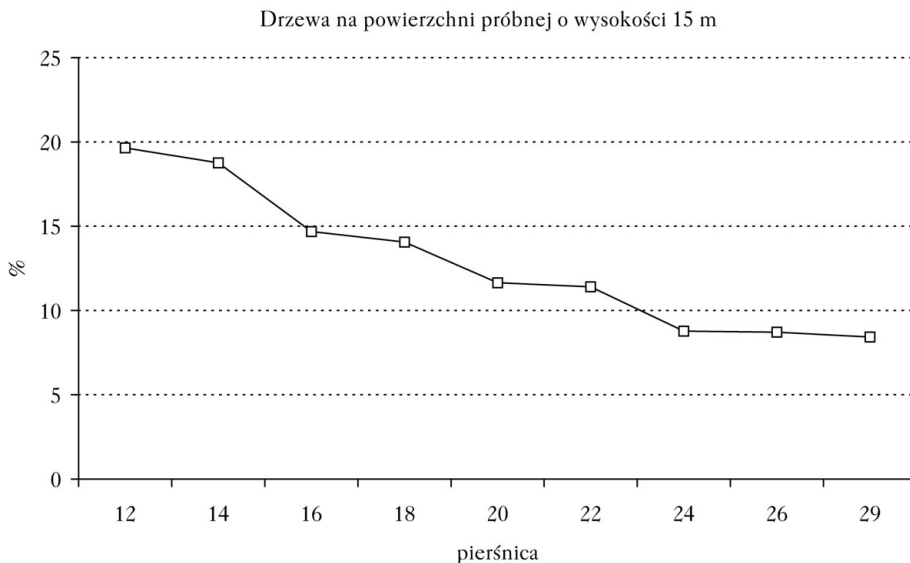
W wariancie II z danymi utworzonymi (w celu wykluczenia przypadkowego doboru elementów) uzyskaliśmy następujące wyniki:

Średnia różnica pomiędzy porównywanymi metodami (ACER, TAKSATOR) wyniosła 12,55%. Mediana wyniosła 11%. Minimalna rozbieżność wyniosła 8,76%, maksymalna zaś 18,20%. Odchylenie standardowe wyniosło 3,71%. Przedziały ufności przy  $p=0,05$  wynosiły odpowiednio 9,7% i 15,4%, a więc z 95% pewnością możemy powiedzieć, że średnia procentowa różnica pomiędzy danymi obliczonymi ACER-em a TAKSATOR-em zawiera się w przedziale od 9,7% do 15,4%

Wariant II (eksperymentowy) w pełni potwierdza wyniki uzyskane w wariancie I.

Jeżeli rozpatrzmy tylko grupę pierwszą powierzchni próbnych wariantu II, w której pierśnica jest zmienna, zaś wysokość stała, to uzyskamy poniższe wyniki (ryc. 3).

Największe procentowe różnice wystąpiły dla najmniejszych pierśnic. Średnia różnica wyniosła 12,9%. Mediana wyniosła 11,65%. Minimalna rozbieżność wyniosła 8,43%, maksymal-



Ryc. 3.

Procentowa różnica miąższości obliczona dwoma programami – ACER i TAKSATOR dla poszczególnych pierśnic

The per cent difference in standing volume estimates as calculated with use of ACER and TAKSATOR software; the data are for diameter at 1.3 m above ground level classes

na zaś 19,64%. Odchylenie standardowe wyniosło 4,22%. Przedziały ufności przy  $p=0,05$  wyniosły odpowiednio 9,66% i 16,15%, a więc z 95% pewnością możemy powiedzieć, że średnia procentowa różnica pomiędzy danymi obliczonymi ACER-em a TAKSATOR-em zawiera się w przedziale od 9,66% do 16,15%.

W przypadku grupy drugiej, w której pierśnica była stała, a wysokość zmienna, uzyskano poniższe wyniki (ryc. 4).

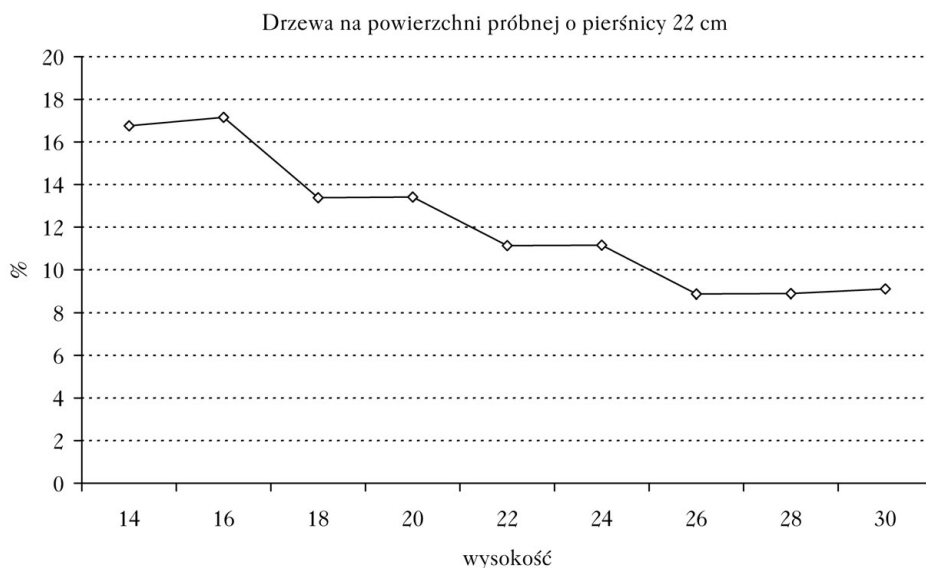
Największe procentowe różnice wystąpiły dla najmniejszych wysokości. Średnia różnica wyniosła 12,21%. Mediana wyniosła 11,16%. Minimalna rozbieżność wyniosła 8,87% maksymalna zaś 17,16%. Odchylenie standardowe wyniosło 3,20%. Przedziały ufności przy  $p=0,05$  wyniosły odpowiednio 9,74% i 14,67%, a więc z 95% pewnością możemy powiedzieć, że średnia procentowa różnica pomiędzy danymi obliczonymi ACER-em a TAKSATOR-em zawiera się w przedziale od 9,74% do 14,67%.

### Podsumowanie i wnioski

Na podstawie eksperymentu stwierdzono, że miąższość grubizny netto wyliczona przez program ACER jest większa niż wyliczona w programie TAKSATOR. Poglądy o zawyżaniu miąższości nową metodą obrębową z zastosowaniem powierzchni kołowych nie potwierdzają się.

W programie TAKSATOR miąższość grubizny netto ustalono wychodząc z wyliczonej miąższości grubizny brutto zredukowanej stosowanymi w praktyce współczynnikami redukcyjnymi.

Podstawą różnic nie jest różny sposób wprowadzania danych. Czynnikiem ten został wyeliminowany w przypadku utworzonych danych, nadal jednak uzyskiwaliśmy znaczne różnice powyżej 10%. Różnice te nie wynikają również z odmiennego sposobu ustalania wysokości drzew.



Ryc. 4.

Procentowa różnica miąższości obliczona dwoma programami – ACER i TAKSATOR dla poszczególnych wysokości

The per cent difference in standing volume estimates as calculated with use of ACER and TAKSATOR software; the data are for tree heights

Przyczyny powstałych różnic można się doszukiwać w stosowanych w praktyce współczynnikach przeliczeniowych miąższości brutto na netto.

Reasumując: w świetle przedstawionego eksperymentu twierdzenie stawiane przez praktyków, że miąższości pomierzone na powierzchniach kołowych wykonanych zgodnie z obowiązującą instrukcją urządzania lasu (program TAKSATOR) są większe niż rzeczywiste wyniki uzyskane za pomocą powierzchni próbnych trzebieżowych i oprogramowania ACER jest nieprawdziwe.

Na podstawie eksperymentu można wyciągnąć następujące wnioski:

- ✦ miąższość obliczona za pomocą programu TAKSATOR jest mniejsza niż obliczona za pomocą programu ACER,
- ✦ czynnikiem powodującym różnice w wynikach uzyskanych na podstawie tych samych danych przez oba programy może być zastosowanie innych wzorów obliczeniowych oraz sposób przeliczenia miąższości brutto na netto,
- ✦ różnica średnio powyżej 10% między miąższością obliczoną różnymi algorytmami jest na tyle duża, że stanowi znaczny problem gospodarczy, szczególnie związany z etatem cięć oraz rozmiarem pozyskania drewna,
- ✦ należy zastosować jednolite algorytmy obliczeniowe we wszystkich programach używanych w Lasach Państwowych,
- ✦ należy w przypadku podjęcia badań w tym zakresie wykonać obliczenia na większym materiale empirycznym.

## Literatura

- Borecki T. 1995. Metody inwentaryzacji lasu dla celów planowania krótko- i średniookresowego oparte na grupowaniu drzewostanów. Rozprawa habilitacyjna. Fundacja „Rozwój SGGW”, Warszawa. 70.
- Borecki T., Miścicki S., Nowakowska J., Stępień E., Wójcik R. 1999. Ocena dokładności inwentaryzacji drzewostanów sosnowych wykonywanej za pomocą próbnych powierzchni relaskopowych. Sylwan 3: 33-41.
- Borecki T., Stępień E. 1994. Badania przydatności stratyfikacji w inwentaryzacji lasu. Sylwan 7: 5-20.
- Bruchwald A., Zajączkowski Z. 2002a. Obrębowa metoda inwentaryzacji lasu oparta na losowaniu warstwowym. Sylwan 10. 13-23.
- Bruchwald A., Zajączkowski Z. 2002b. Analiza porównawcza różnych sposobów inwentaryzacji lasu. Sylwan 11: 5-14.
- Bruchwald A., Wójcik R., Zajączkowski Z. 2003. Analiza dokładności obrębowej metody inwentaryzacji lasu opartej na losowaniu warstwowym. Sylwan 5: 13-20.

## SUMMARY

### Analysis of standing volume assessment as conducted in the course of forest stand inventory with use of the Forest Division method depending on applied calculation variants

For many years till the recent times, underestimation of the stands standing volume had been common, and especially so when surveying the younger age stands. The forest division based method of standing volume assessment that was introduced to the practical forestry in 2003 has resulted in a more proper estimation. Meanwhile, the question has been put if the new method does not overestimate the actual volume? The doubts have been based on the results of stand volume as obtained within the framework of the annual plans construction.

In this paper an attempt has been done to analyze the results concerning standing volume assessment as obtained with use of calculation algorithms used in the packages TAKSATOR

and ACER. The results obtained following the forest division based method were reduced in order to get the net result of stand standing volume, to make comparisons possible. The lack of such reduction causes often some wrong based criticism of the assessment results.

Analyzing the same set of data it was proved in this paper that the estimated figure of stand standing volume is lower in the forest division based method, as compared with the commonly applied method used in the course of quality control inspection.

It was proved that the assessed standing volume obtained following the ACER technology is about 12% higher than that arrived at using the TAKSATOR technique and reduced down the net volume figure. This inconsistency produces thus a serious economic problem. Desirable would be that estimates obtained following different methods but based on the same empirical material give similar output results, regardless the actual time horizon of plan making: either annual or middle term one.

Further studies on the refinement of the reduction indices are necessary in order to calibrate the index values so that the resulting assessment could give reliable, not underestimated figures of stand standing volume.