

MAREK JABŁOŃSKI

Warstwowanie drzewostanów w statystycznej metodzie reprezentacyjnej pomiaru miąższości obrębu leśnego – praktyczna realizacja założeń

Problems with strata determination in application of statistical method of growing stock assessment at forest division level

ABSTRACT

Jabłoński M. 2010. Warstwowanie drzewostanów w statystycznej metodzie reprezentacyjnej pomiaru miąższości obrębu leśnego – praktyczna realizacja założeń. Sylwan 154 (6): 397-404.

New method of forest inventory based on stratified sampling was implemented in the State Forests National Forest Holding in Poland in 2003. Updated stands characteristics from previous inventory are used as auxiliary information to determine sample size and strata system, while results of the inventory are presented according to the new stands description. Paper presents analysis and assessment of the differences between updated and new data as well as their influence on sample size requirement and number of strata.

KEY WORDS

stratified sampling, auxiliary data

ADDRESSES

Marek Jabłoński – e-mail: M.Jablonski@ibles.waw.pl

Zakład Zarządzania Zasobami Leśnymi; Instytut Badawczy Leśnictwa; Sękocin Stary; ul. Braci Leśnej 3; 05-090 Raszyn

Wstęp

W roku 2002 Bruchwald i Zajączkowski przedstawili założenia nowej, statystycznej metody reprezentacyjnej pomiaru miąższości obrębu leśnego, opartej na losowaniu warstwowym. Według jej założeń pomiarem objęte są drzewostany w wieku powyżej 20 lat, o wysokości co najmniej 7 metrów. Liczbę prób dla obrębu autorzy uzależnili od powierzchni inwentaryzowanych drzewostanów i udziału w niej wydzieleni o zróżnicowanym składzie gatunkowym i zróżnicowanej budowie pionowej [Bruchwald, Zajączkowski 2002]. W roku 2003 metoda ta została wdrożona w Lasach Państwowych [Instrukcja... 2003a]. Zgodnie z koncepcją Bruchwalda i Zajączkowskiego [2002] wielkość próby i warstwy gatunkowo-wiekowe ustalane są na podstawie danych Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). Do obliczenia wielkości próby, jej alokacji do warstw i poszczególnych drzewostanów oraz przetwarzania danych inwentaryzacyjnych wykorzystywany jest program Taksator [Instrukcja... 2003b].

Z opisu działania programu Taksator [Instrukcja... 2003b] wynika, że jego funkcjonowanie nie jest spójne z metodą inwentaryzacji przedstawioną w pierwszej części Instrukcji [2003a]. Procedury programu Taksator umożliwiają wykonanie inwentaryzacji również na podstawie danych nowego opisu taksacyjnego. Co istotne, w przypadku prowadzenia inwentaryzacji na podstawie danych SILP, jednym z etapów przetwarzania danych inwentaryzacyjnych jest przyporządkowanie założonych w terenie powierzchni próbnych do warstw utworzonych na pod-

stawie nowego opisu taksacyjnego. Należy również podkreślić, że obecnie [Instrukcja... 2003a] skład gatunkowy drzewostanów stanowiący jedno z kryteriów warstwowania, określany jest według innych zasad niż w ramach poprzedniego cyklu urządzania lasu [Instrukcja... 1994].

Celem niniejszych badań była analiza i ocena wpływu rozbieżności pomiędzy danymi SILP a nowymi opisami taksacyjnymi na wielkość próby dla obrębu i jej alokację do warstw inwentaryzacyjnych. Zaprezentowane wyniki stanowią część projektu badawczego realizowanego przez Instytut Badawczy Leśnictwa (IBL) na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych.

Materiał i metodyka

Materiał badawczy stanowią dane inwentaryzacyjne (w formie baz programu Taksator) z dziesięciu nadleśnictw (21 obrębów leśnych), w których wielkość próby i jej rozmieszczenie ustalone zostały na podstawie danych SILP. Analizowane nadleśnictwa wchodziły w skład Regionalnych Dyrekcji Lasów Państwowych w Białymstoku, Katowicach, Łodzi, Olsztynie, Szczecinie, Toruniu i Wrocławiu. Bazy te otrzymano w roku 2006 na potrzeby badań wykonywanych przez IBL.

Pierwszym etapem badań było określenie – wynikających z projektowania prac inwentaryzacyjnych na podstawie danych SILP lub według nowych opisów taksacyjnych – różnic w:

- powierzchni podlegającej inwentaryzacji w poszczególnych obrębach,
- udziale drzewostanów o zróżnicowanej strukturze gatunkowej i wysokościowej,
- strukturze warstw inwentaryzacyjnych wyrażonej liczbą warstw i ich powierzchnią,
- liczbie prób dla obrębu.

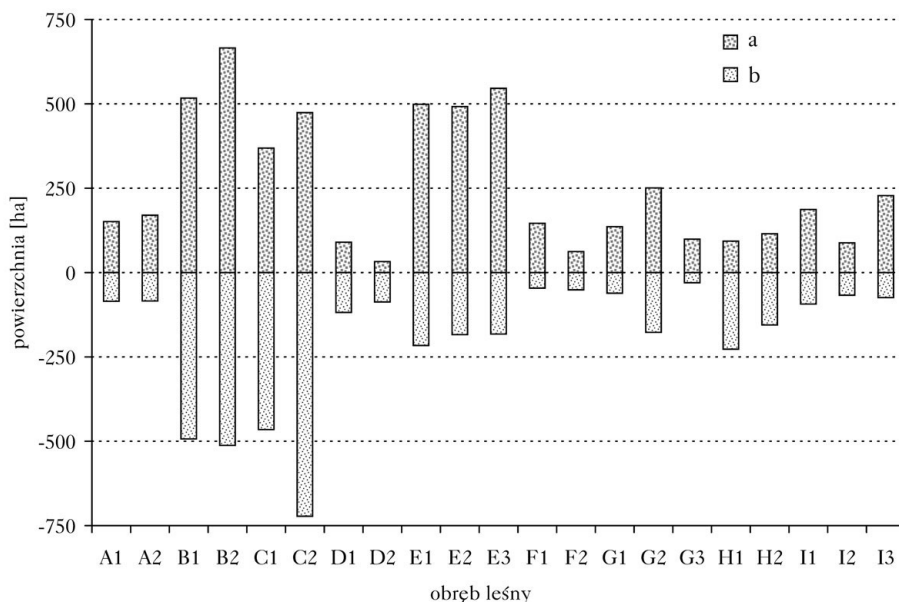
Ze względu na powstałe w trakcie wykonywania planów urządzania lasu modyfikacje w bazach danych, uzyskanie informacji o wielkości próby i strukturze warstw wymagało ponownego przeprowadzenia w programie Taksator (na kopiach baz danych) operacji ustalenia powierzchni próbnych. Procedurę wykonano w dwóch wariantach, tj. na podstawie danych SILP oraz według nowego opisu taksacyjnego. Charakterystykę drzewostanów podlegających inwentaryzacji według SILP uzyskano z odpowiednich tabel zaimportowanych do baz danych przez program Taksator.

Kolejnym etapem pracy była ocena dopasowania próby ustalonej na podstawie danych SILP i następnie założonej w terenie do warstw określonych na podstawie danych z nowej taksacji. Powyższe wymagało utworzenia dodatkowych relacji w bazach danych poszczególnych nadleśnictw pomiędzy tabelami opisującymi strukturę warstw i zawierającymi wyniki pomiarów z powierzchni próbnych. Do obsługi baz danych wykorzystano program MS Access.

Wyniki

POWIERZCHNIA OBRĘBU PODLEGAJĄCA INWENTARYZACJI. Z przeprowadzonych analiz wynika, że w 8 spośród 21 analizowanych obrębów różnice w powierzchni drzewostanów podlegających inwentaryzacji według danych SILP i według nowych opisów taksacyjnych wynosiły ponad 100 ha, z czego w czterech przypadkach przekraczały 250 ha. Jednocześnie w 16 obrębach zwiększył się udział drzewostanów o zróżnicowanej strukturze (gatunkowej i pionowej), z czego w trzech o ponad 10%. W pięciu obrębach po przeprowadzeniu prac taksacyjnych udział drzewostanów o zróżnicowanym składzie gatunkowym i budowie pionowej uległ zmniejszeniu, maksymalnie o 8%.

Wymienione wyżej różnice w powierzchni obrębów podlegającej inwentaryzacji nie odzwierciedlają w pełni problemu, jakim jest spełnianie kryteriów inwentaryzacyjnych przez poszczególne drzewostany, co ilustruje rycina 1 (literami oznaczono kolejne nadleśnictwa, cyfra-



Ryc. 1.

Zmiany w powierzchni drzewostanów podlegających inwentaryzacji w wyniku warstwowania na podstawie danych SILP i według nowych opisów taksacyjnych

Changes in area of stands subjected to the inventory caused by the stratification according to SILP and new stands descriptions

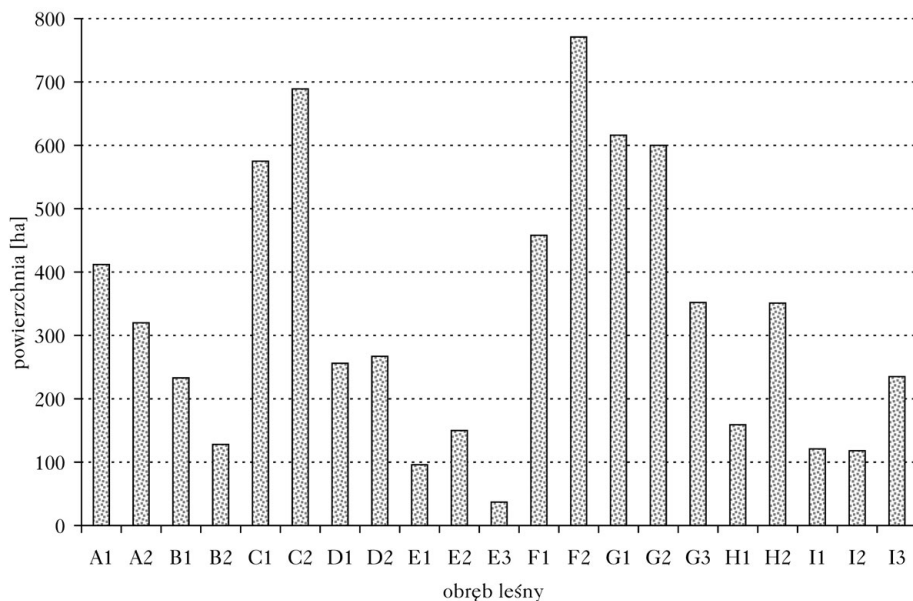
a – drzewostany spełniające kryteria inwentaryzacji według nowych opisów – nieuwzględnione w pomiarach; b – drzewostany podlegające inwentaryzacji według danych SILP niespełniające kryteriów inwentaryzacji według nowych opisów

a – stands that meet requirements of inventory according to the new stands descriptions, but were not included in measurements; b – stands subjected to the inventory basing on the SILP data that do not meet requirements according to new stands descriptions

mi – obręby). W ośmiu obrębach (B1-C2, E1-E3 oraz I1) powierzchnia drzewostanów, które według nowych opisów taksacyjnych powinny podlegać inwentaryzacji, a nie zostały w niej uwzględnione, stanowiła ponad 5% ogółu powierzchni obrębu spełniającej kryteria inwentaryzacji. Jednocześnie w obrębach B1-C2 w procesie określania wielkości próby i jej alokacji uwzględniano drzewostany o łącznej powierzchni 500-700 ha, które ostatecznie nie zostały objęte pomiarami.

W wyniku nowej taksacji lasu w drzewostanach o powierzchni od 40 do 770 ha, spełniających kryteria inwentaryzacyjne zarówno według SILP, jak i według nowego opisu nastąpiła zmiana gatunku panującego lub jego wieku, skutkująca zmianą warstwy, do której zaliczono dany drzewostan (ryc. 2). W obrębach C1, C2, F2 i G1 drzewostany przypisane do innych warstw stanowiły 10-15% inwentaryzowanej powierzchni. Na rycinie 2 nie wykazywano powierzchni drzewostanów, w których zmienił się wiek lub gatunek panujący, ale nie było to jednoznaczne ze zmianą warstwy inwentaryzacyjnej.

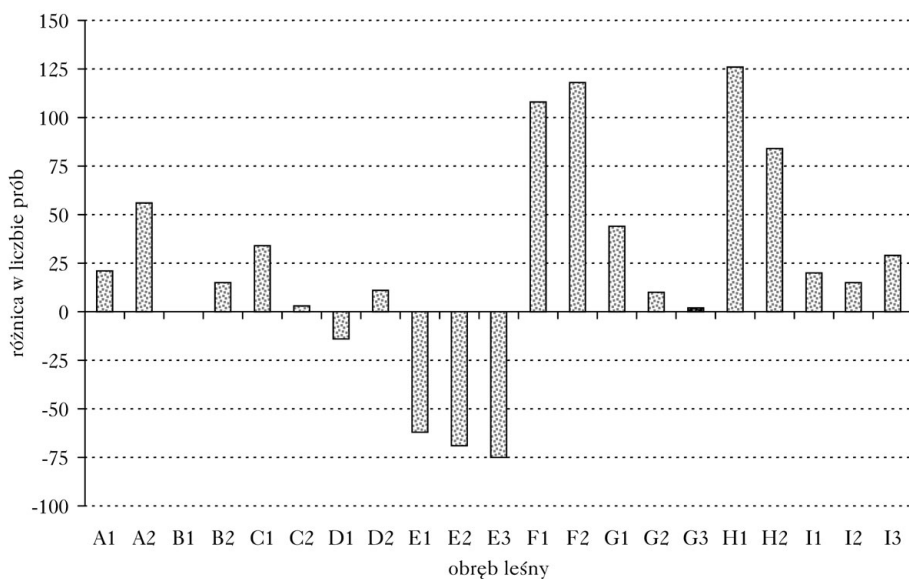
PRÓBA I JEJ ALOKACJA. Według danych SILP w analizowanych obrębach należało założyć od 606 do 1313 powierzchni próbnych w 11-41 warstwach. Zmiany w powierzchni podlegającej inwentaryzacji oraz udziale drzewostanów o zróżnicowanej strukturze powodują, że w sytuacji ustalania próby na podstawie nowych opisów taksacyjnych, liczba powierzchni próbnych wymagana do założenia w obrębie może różnić się nawet o kilkadziesiąt powierzchni (w obrębach F1, F2, H1 o ponad sto) w porównaniu do wielkości próby ustalonej na podstawie danych SILP (ryc. 3).



Ryc. 2.

Powierzchnia drzewostanów przypisana w procesie warstwowania według nowych opisów taksacyjnych do innych warstw niż według danych SILP

Area of stands assigned in the stratification according to new stands descriptions to other strata than basing on the SILP data



Ryc. 3.

Zmiany w liczbie powierzchni próbnych określonej na podstawie nowych opisów taksacyjnych względem wielkości ustalonej na podstawie danych SILP

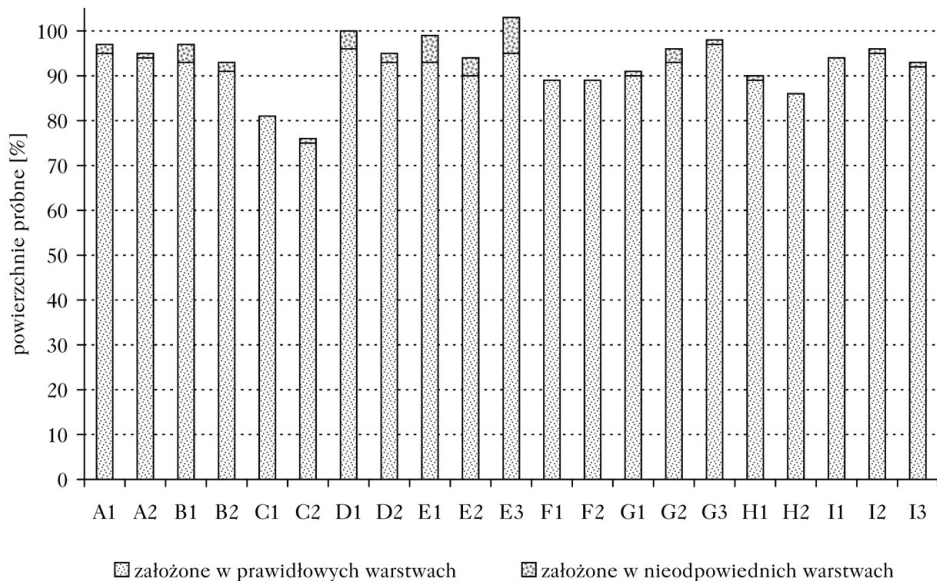
Changes in the number of sample plots determined according to new stands descriptions in relation to the value obtained basing on the SILP data

W wyniku ponownego warstwowania drzewostanów w programie Taksator, w 17 obrębach utworzono nowe warstwy, czemu towarzyszyło usuwanie warstw utworzonych na podstawie danych SILP. Ostatecznie w 12 obrębach liczba warstw zwiększyła się o 1-4. Tylko w jednym obrębie struktura (wiekowo-gatunkowa) warstw nie uległa zmianie.

Przewidziana do założenia na podstawie danych SILP liczba powierzchni próbnych spełniałaby od około 86% (obręb H1) do 109% (obręb E3) wymagań co do ogólnej liczby prób wynikających z nowego warstwowania. Jednocześnie, nawet do 28% powierzchni próbnych założono by w drzewostanach, które według nowych opisów taksacyjnych przypisane zostały do innych warstw niż według danych SILP.

Zmiany wieku i gatunku panującego drzewostanów w ramach nowej taksacji powodują, że część powierzchni próbnych wyznaczonych na podstawie danych SILP w rzeczywistości nie jest zakładana w terenie lub też jest zakładana, ale nie jest uwzględniana w obliczeniach. Z informacji zapisanych w bazach danych wynika, że np. w obrębach C1 i C2 wykonano pomiary odpowiednio na 12 i 14 powierzchniach, które nie zostały uwzględnione w procesie obliczania miąższości obrębu.

Liczbę powierzchni próbnych założonych w rzeczywistości w terenie względem uwarunkowań nowego warstwowania przedstawiono na rycinie 4. Jedynie w dwóch obrębach (D1, E3) liczba założonych powierzchni nie jest mniejsza od wielkości próby ustalonej na podstawie nowych opisów taksacyjnych. Jednakże w wymienionych obrębach odpowiednio 4% i 8% powierzchni jest zlokalizowane w warstwach niewymagających takiej ich liczby, co oznacza, że inne warstwy reprezentowane są przez zbyt małą liczbę prób w stosunku do założeń. Zwraca uwagę założenie zaledwie 76-81% powierzchni próbnych względem wymagań nowych opisów w obrębach C1 i C2 (ryc. 4). Przykładową alokację powierzchni próbnych do warstw obrębu C1 przed-



Ryc. 4.

Wielkość i alokacja próby założonej w terenie na podstawie danych SILP względem wymagań nowych opisów taksacyjnych określonych jako 100%

Size and allocation of sample established according to the SILP data in relation to requirements of the new stands descriptions set as 100%

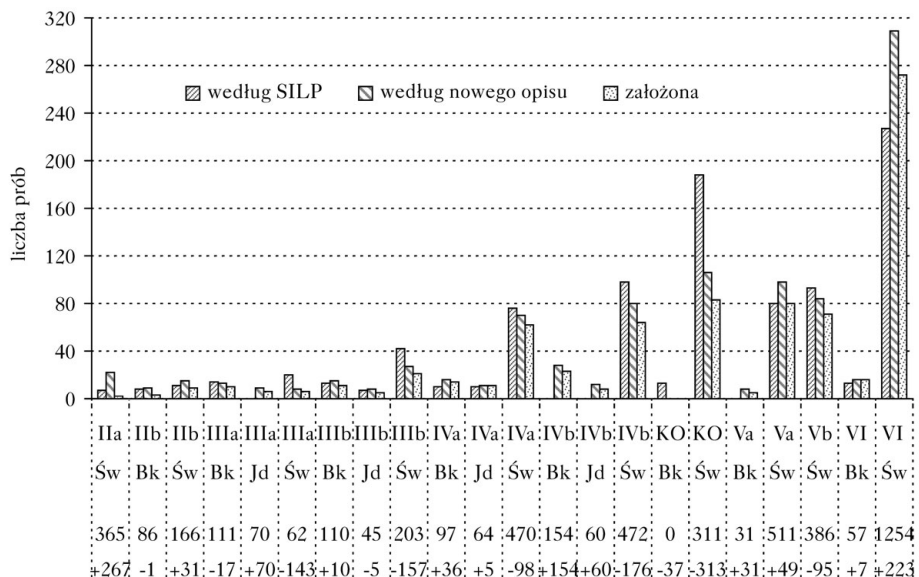
stawiono na rycinie 5. Prawie we wszystkich warstwach obrębu C1 założona w terenie liczba prób jest niższa od określonej na podstawie nowego opisu taksacyjnego, jak również ustalonej na podstawie danych SILP. Warto podkreślić, że w omawianym obrębie zmiany w powierzchni warstw przekraczały kilkaset ha. W efekcie, m.in. zamiast 22 prób zaledwie 2 powierzchnie reprezentują 365 ha drzewostanów świerkowych IIa klasy wieku.

Dyskusja i podsumowanie

Losowanie warstwowe jest niewątpliwie jednym ze schematów pobierania próby zwiększającą efektywność próbkowania w porównaniu do losowania prostego [Zasępa 1972]. Intensywne badania zmierzające do wykorzystania warstwowania w inwentaryzacji lasu rozpoczęto w Polsce w latach 70. ubiegłego wieku [Rosa 1972, 1975]. W roku 1994 stratyfikację drzewostanów wprowadzono do praktyki urządzania lasu jako jeden z wariantów metody statystyczno-matematycznej [Instrukcja... 1994], co pozwoliło na znaczące obniżenie pracochłonności względem wariantu relaskopowych powierzchni próbnych [Borecki, Stępień 1994].

Według Bruchwalda i Zajączkowskiego [2002] jedną z wad sposobu losowania warstwowego stosowanego podczas III rewizji urządzania lasu było wykonywanie stratyfikacji po założeniu powierzchni próbnych. Przedstawiona przez nich metoda inwentaryzacji przez wykorzystanie danych SILP pozwala na wykonanie warstwowania drzewostanów przed przystąpieniem do prac pomiarowych. Zaproponowane rozwiązanie nie przewiduje ponownego warstwowania drzewostanów na etapie przetwarzania danych inwentaryzacyjnych.

Stwierdzone w kilku obrębach (B1-C2, E1-E3) znaczące różnice w powierzchni podlegającej inwentaryzacji, określonej na podstawie danych SILP względem nowych opisów tak-



Ryc. 5.

Liczba powierzchni próbnych założonych w poszczególnych warstwach obrębu C1 względem uwarunkowań SILP i nowego opisu taksacyjnego

Number of sample plots established in individual strata of C1 forest division according to the requirements of SILP and the new stands description

klasa wieku/gatunek panujący/powierzchnia warstwy według nowych opisów [ha]/zmiana powierzchni względem SILP [ha]
age class/dominat species/area according to new stands description [ha]/change in area in relation to SILP [ha]

sacyjnych, są przede wszystkim efektem korzystania z niezaktualizowanych danych SILP. Obowiązujące obecnie wytyczne [Zarządzenie... 2007] powinny przeciwdziałać takim sytuacjom w przyszłości. Wylimitowanie wszystkich zmian w powierzchni drzewostanów podlegających inwentaryzacji, a wynikających m.in. ze zmiany wieku i składu gatunkowego drzewostanu, nie jest jednak możliwe. Ponadto w wyniku tworzenia warstw inwentaryzacyjnych według nowych opisów taksacyjnych do kilkunastu procent inwentaryzowanej powierzchni obrębu jest zaliczane do innych warstw niż według danych SILP.

Zmiany opisu taksacyjnego drzewostanów powodują, że próba wyznaczona na podstawie danych SILP i następnie założona w terenie, nie odpowiada aktualnej strukturze gatunkowo-wiekowej obrębu. Na podstawie próby „niedopasowanej” do obiektu szacowana jest miąższość poszczególnych klas wieku i całego obrębu. Powierzchnie próbne założone w analizowanych obrębach, przeciętnie w 92% odpowiadały wielkości próby ustalonej na podstawie nowych opisów taksacyjnych. Ponadto 2% powierzchni założono w warstwach, dla których nie była wymagana tak duża liczba prób.

Rozwiązaniem eliminującym wątpliwości związane z wielkością próby i jej alokacją do warstw jest przeprowadzenie inwentaryzacji w oparciu o nowe dane taksacyjne. Ze względu na rozdzielanie pomiarów na powierzchniach próbnych od taksacji, można spodziewać się ewentualnego wzrostu kosztu prac urzędzeniowych. Z danych pozyskanych na potrzeby badań realizowanych przez Instytut Badawczy Leśnictwa wynika, że proponowane rozwiązanie stosowano już w niektórych nadleśnictwach.

Literatura

- Borecki T., Stępień E. 1994. Badania przydatności stratyfikacji w inwentaryzacji lasu. *Sylwan* 138 (7): 5-20.
- Bruchwald A., Zajączkowski S. 2002. Obrębowa metoda inwentaryzacji lasu oparta na losowaniu warstwowym. *Sylwan* 146 (10): 13-23.
- Instrukcja urządzania lasu. 1994. Część ogólna, załączniki. IBL. Warszawa.
- Instrukcja urządzania lasu. 2003a. Część 1. Instrukcja sporządzania planu urządzania lasu dla nadleśnictwa. CILP. Warszawa.
- Instrukcja urządzania lasu. 2003b. Część 3. Zarządzenie i wytyczne dotyczące urządzania lasu. CILP. Warszawa.
- Rosa W. 1972. Ocena przydatności metod określania powierzchni przekroju drzewostanu i grup drzewostanów na podstawie powierzchni próbnych. *Zesz. Nauk. SGGW*. 18: 1-108.
- Rosa W. 1975. Ocena przydatności zmodyfikowanej statystycznej metody taksacji dla potrzeb urządzania lasu na przykładzie wybranego obiektu leśnego. *Zesz. Nauk. AR Warsz. Leś.* 21: 9-30.
- Zarządzenie nr 13 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z 20 marca 2007 r. w sprawie przenoszenia informacji pomiędzy planem urządzania lasu dla nadleśnictwa i Systemem Informatycznym Lasów Państwowych (SILP) oraz w sprawie bieżącej aktualizacji stanu lasu w SILP (ZU-7019-11/07).
- Zasępa R. 1972. Metoda reprezentacyjna. Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne. Warszawa.

SUMMARY

Problems with strata determination in application of statistical method of growing stock assessment at forest division level

New method of growing stock inventory at forest division level based on stratified sampling was introduced to the forest practice in 2003. According to the concept presented by Bruchwald and Zajączkowski [2002] stratification of the stands should be based on the data from Information System of the State Forests National Forest Holding (SILP) [Instrukcja... 2003a]. "Taksator" software is used for calculation of sample size and its allocation to stands as well as for further processing of inventory data [Instrukcja... 2003b]. Assignment of the sample plots established

in forest basing on the SILP data to the strata determined in relation to the new stands description is according to the regulations [Instrukcja... 2003b] one of the stages of the data processing. The paper presents analysis and assessment of the differences between updated and new data as well as their influence on sample size requirement and allocation.

Inventory data from 9 forest districts (21 forest divisions in total) was used. In the first stage, changes in characteristics deciding about number and allocation of samples in the forest division in case of preparation of inventory work according to SILP data and new stands descriptions were determined. The following step included assessment of the fit of sample determined basing on the SILP data to the strata established according to the new inventory.

Area of the territory subjected to the inventory and consideration of individual stands within it depend in great measure on the input data (fig. 1). Modification of stand description (age, dominant species) results in fact that up to 15% of area subjected to the inventory is assigned to the different strata than basing on SILP data (fig. 2). Application of this data-set causes that number of sample plots established in particular strata does not meet requirements of new age and species structure of forest division. Basing on this unfitting sample volume of growing stock by age class and for forest division is estimated. Plots established in analysed administration units met above-mentioned requirements in terms of their number on average in 92% (fig. 4). At the same time 2% of them were located in "improper" strata, i.e. in strata that did not required that large number of sample plots.

To eliminate mentioned inaccuracies inventory should be performed basing on the data from the new stands assessment, which enables determination of sample that meets formal requirements about its number and allocation.