

Jeśli jedynym obiektywnym sposobem określenia wielkości i kształtu jakiegoś obiektu jest bezpośredni jego pomiar, to w przypadku braku takich możliwości — pozostaje zamiast pomiaru tylko intuicja, a ta wymyka się z wszelkich norm technicznych i dokładnościowych.

W podobnym położeniu znajduje się obserwator na przyrządach fotogrametrycznych, mający wykreślić warstwice terenu pokrytego gęstym lasem (Rys. 1).

Autor

STANISŁAW DMOCHOWSKI

528.93 : 528.721.22

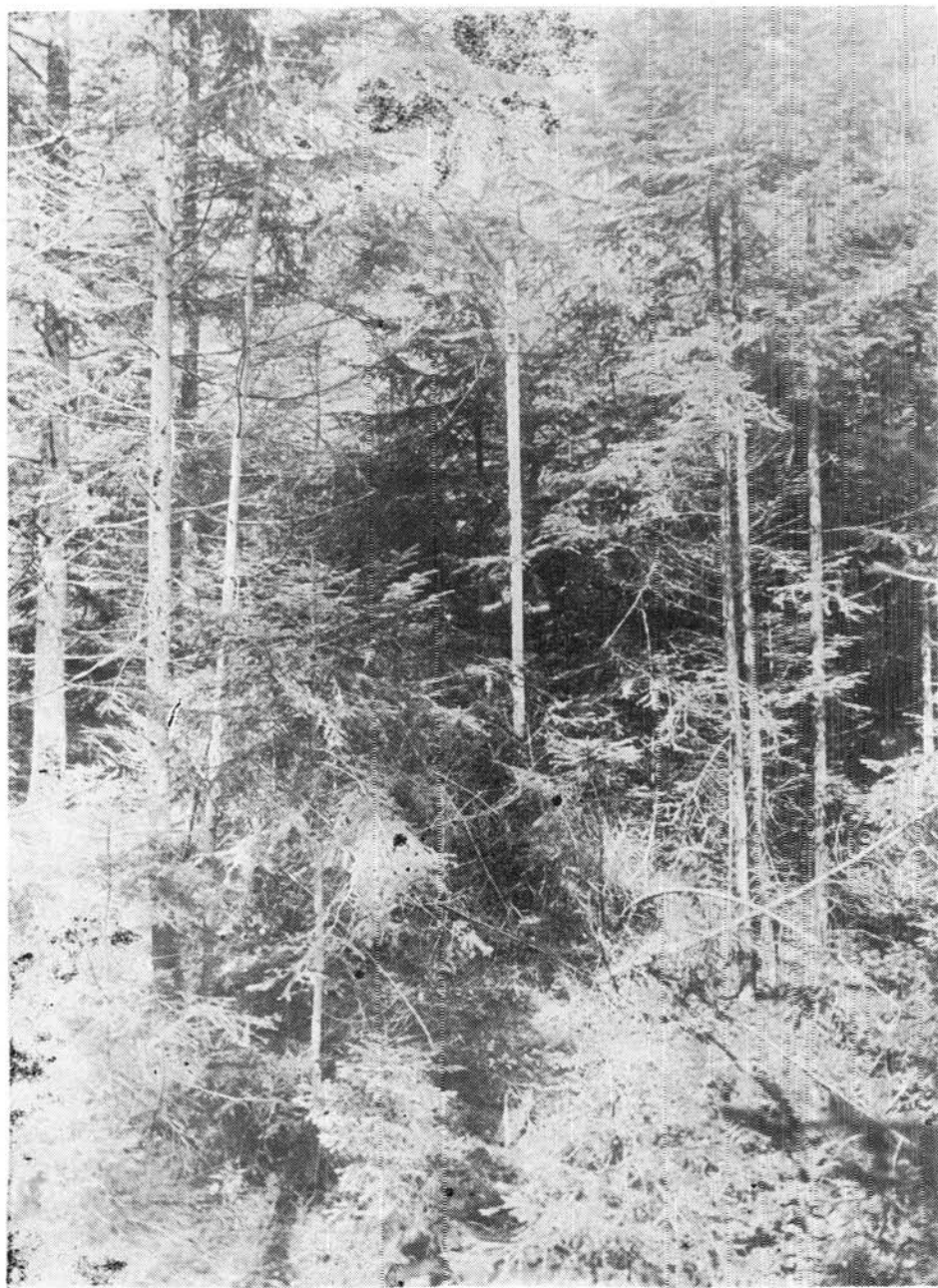
Badanie dokładności map topograficznych sytuacyjno-wysokościowych terenów leśnych sporządzanych metodami stereometrycznymi

Od szeregu lat nasze przedsiębiorstwa fotogrametryczne spotykają się z trudnościami opracowywania map topograficznych w skalach 1 : 5000 i 1 : 10 000 metodami autogrametrycznymi terenów zalesionych.

Obowiązujące instrukcje techniczne opracowania szczegółowej mapy topograficznej w skali 1 : 5000 mówią, że: a) błędy wysokości punktów terenu, określanych na podstawie warstwic dla terenu o nachyleniu do 2° nie powinny być większe od $\frac{1}{3}$ przyjętego skoku; zaś dla terenu o nachyleniu od 2° do 6° — nie powinny być większe od $\frac{2}{3}$ przyjętego skoku, b) w terenach o zwartym zalesieniu błędy te mogą być $1\frac{1}{2}$ — krotnie większe, c) dla terenów o nachyleniu powyżej 6° średni błąd wysokości warstwic nie powinien przekraczać wielkości cięcia zasadniczego.

Przyjmując zasadnicze cięcie warstwicowe dla mapy 1 : 5000 np. $2\frac{1}{2}$ m oraz teren o zwartym zalesieniu — odpowiednie wartości wynosiłyby: 1,25 m, 2,50 m i 3,75 m (nasz teren dośw. posiada średnio 17° nachylenia, włączając wąwozy).

Przy opracowywaniu powyższych instrukcji uwzględnione zostały odpowiednie warunki wyjściowe dla obranej metody. Oto one: 1) zdjęcie lotnicze w skali od 1 : 12 000 do 1 : 18 000, 2) kamery lotnicze Wild RC5a i RC8 o ogniskowych obiektywów 115, 152 i 210 mm, 3) film lotniczy Gevaert'a „Aviphot PAN 30” lub „Aviphot PAN 33” 4) obróbka laborato-



Rys. 1

ryjna na chemikaliach Gevaert'a, 5) samolot typu LI 2 przystosowany do foto o szybkości roboczej ok. 240 km/g, 6) opracowania kameralne na autografach Wild A8.

Pod względem różnorodności, lasy w Polsce przedstawiają sobą dużą rozmaitość pod wieloma względami. Zależnie od zadań jakie mają spełnić mogą to być lasy o charakterze gospodarczym (las grupy II), lub o charakterze ochronnym (las grupy I). Te ostatnie to: lasy gleboochronne (np. na wydmach i klifach, na zboczach górskich, na stromych zboczach jarów i wąwozów), lasy wodoochronne, lasy rezerwatowe, lasy uzdrowiskowo-klimatyczne, lasy strefy zieleni wysokiej, lasy o charakterze krajobrazowym. Do grupy II należą wszystkie inne lasy wyżej nie wymienione.

Zależnie od struktury drzewostanu mogą to być lasy o drzewostanach jednogatunkowych lub wielogatunkowych, drzewostany jednopiętrowe lub dwupiętrowe. Mogą się różnić w stopniu zadrzewienia, wieku, wysokości, zwarcia i gatunku; lasy z podrostem, podszyciem, nalotem itp. lub bez tych szczegółów.

W zależności od położenia geograficznego i typograficznego, od układu czynników klimatycznych i glebowych oraz od granic gromadnego zasięgu głównych gatunków drzew leśnych i występowania naturalnych zespołów leśnych, wyodrębnić można 8 krain przyrodniczo-leśnych w Polsce:

- I. Kraina Bałtycka — lasów bukowych i bukowo-mieszanych,
- II. Kraina Mazursko-Podlaska — borów świerkowych i świerkowo-mieszanych,
- III. Kraina Wielkopolsko-Pomorska — lasoborów świeżych z domieszką dębu i buka,
- IV. Kraina Mazowiecko-Podlaska — lasoborów świeżych bez domieszki świerka, buka i jodły,
- V. Kraina Śląska — lasoborów świeżych i wilgotnych z obecnością świerka, buka i jodły,
- VI. Kraina Wyżów Środkowopolskich — lasoborów i lasów świeżych oraz wilgotnych,
- VII. Kraina Sudecka — lasów regla dolnego i borów regla górnego,
- VIII. Kraina Karpacka — lasów regla dolnego i borów regla górnego.

Z punktu widzenia trudności, z jakimi ma do czynienia obserwator na przyrządach stereoskopowych przy opracowywaniu rzeźby terenów zalesionych, na las należy spojrzeć pod kątem jego zwarcia i luk w drzewostanie oraz pod kątem wysokości drzew.

Wprowadzając tu pojęcie zwarcia należy je omówić, gdyż nieco inaczej będzie ono rozumiane tu, aniżeli w leśnictwie. Pojęcie zwarcia jest bliskie pojęciu zadrzewienia; pierwsze jest pojęciem absolutnym, drugie — względnym. Zwarcie przedstawia stosunek powierzchni rzutów koron do

powierzchni wydzielienia lub inaczej, zwarcie drzewostanu nazywa się stopień wykorzystania przestrzeni przez korony drzew w płaszczyźnie poziomej.

Zwarcie drzewostanu określa się w leśnictwie zazwyczaj w skali czterostopniowej (lub w 10-stopniowej skali liczbowej od 0,1 do 1,0):

— zwarcie pełne (100%) — jeżeli korony drzew stykają się lub wzajemnie się przenikają,

— zwarcie umiarkowane — jeśli między koronami drzew są nieznaczne przerwy,

— zwarcie przerywane — jeśli między koronami drzew znajdują się większe przerwy i luki, w których mogłyby zmieścić się jeszcze inne drzewa,

— zwarcie luźne — jeśli drzewa rozmieszczone są luźno na całej powierzchni, nie tworząc kęp drzewostanu mniej lub więcej zwartych.

Zwarcie jest bardzo istotną sprawą w przypadku opracowań rzeźby metodami stereoskopowymi; wraz z nią łączy się pojęcie „ażurowości pułapu leśnego”, która to ażurowość decyduje o jakości promieniowania słonecznego dochodzącego do różnych pięter roślinności podokapowej w lesie, (ma ona duże znaczenie dla podrostów, podszytu, podsiewów itp.) i w końcu dochodzi do samego gruntu leśnego, dla którego są opracowywane warstwy.

Ta ażurowość, z punktu widzenia korzyści dla zdjęcia lotniczego, uplastycznia drzewostan, podczas gdy zwarcie umożliwia lub uniemożliwia obserwacje samego terenu będącego pod roślinnością lasu.

W przypadku niniejszych badań zastosowano pojęcie zwarcia nieco odmienne, aniżeli w leśnictwie. Oznacza ono zwarcie sumaryczne, tj. łączne dla wszystkich warstw roślinności, a nie oddzielnie dla każdej warstwy, jak to jest stosowane w leśnictwie.

W przypadku opisywanych tu badań przyjęto 3 stopnie zwarcia: 100%, 80% i 30%.

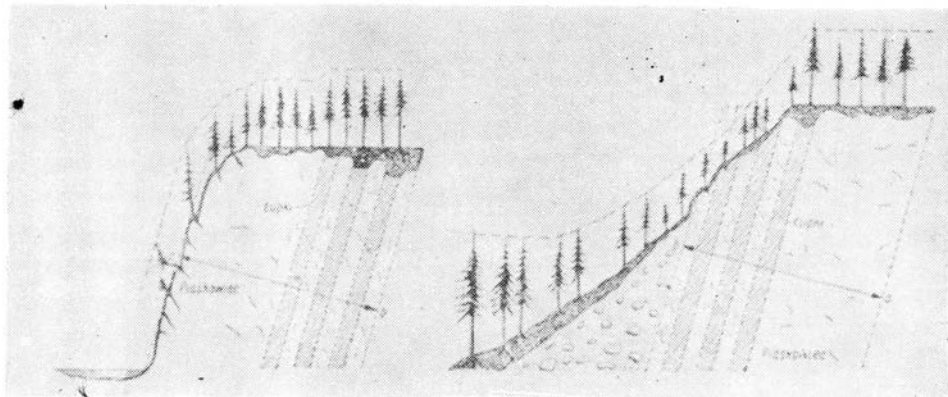
Dość poważnym utrudnieniem dla obserwatora opracowującego rzeźbę terenu leśnego może być podrost, podszyt i nalot (podrost — to młode pokolenie drzew o wysokości od $\frac{1}{2}$ m do $\frac{1}{3}$ wysokości drzewostanu głównego; podszyt — to warstwa przyziemna: krzewy i skarłowaciałe drzewa; nalot — to młody samosiew nie przekraczający $\frac{1}{2}$ m wysokości).

Istotne znaczenie może posiadać dla obserwatora opracowującego rzeźbę terenów zalesionych wysokość drzew; przez leśników podawana jest zwykle przeciętna wysokość drzew, z którą wiąże się tzw. przeciętna pierśp. nica, na podstawie której taksator leśnik określa przeciętną wysokość drzewostanu korzystając zazwyczaj przy tym z pomiaru ich jakimś prostym przyrządem. Wysokość przeciętną taksatorzy leśni określają z dokładnością do pełnych metrów; często jest ona szacowana na oko, a zatem dla foto-

grametry posiada ona małą wartość (błąd wysokości może sięgać kilku metrów).

Z powierzchniowego tego opisu można sobie wyobrazić, jak bogaty i skomplikowany może być las i jego roślinność, pod pokrywą którego znajduje się teren będący przedmiotem opracowania warstwicowego oraz — jak mało danych można mieć z planów taksacyjnych leśnych mówiących o wysokości drzew. Okoliczności te niejednokrotnie zmuszały do podjęcia poszukiwań innych sposobów, zmierzających do opracowania warstwic terenów zalesionych w sposób pośredni, a mianowicie w oparciu o widoczną górną powłokę lasu redukowaną o grubość tej powłoki, tj. o wysokość drzew, zdobywaną na innej drodze.

Ten ostatni sposób był z natury zjawisk wzrostu roślinności leśnej również mało dokładny, gdyż w warunkach naszych lasów, wysokości drzew nawet na małym obszarze są bardzo różne; a liczny ich pomiar oraz nade wszystko lokalizacja mierzonych wysokości drzew, w przypadku 100% zwarcia, na zdjęciach lotniczych praktycznie jest niemożliwa. Prócz tego założenie, że powierzchnia terenu leśnego jest równoległa do powierzchni górnej powłoki lasu jest również nie do przyjęcia, ze względu na poważne między nimi odchylenia — ilustrują to rysunki 2 i 3.



Rys. 2

W tej sytuacji podjęcie tego tematu było uzasadnione potrzebą skorygowania poglądu na sprawę dokładności opracowania rzeźby terenów zalesionych celem ewentualnej zmiany wymagań instrukcji technicznej, jak również przy okazji dokonywania pewnych nowych prób, można było przypuszczać, że znajdują się pewne inne rozwiązania techniczne, może nieco lepsze od dotychczasowych.

Już wstępne zastanowienie się nad dokładnością opracowywanych warstwic metodami stereoskopowymi terenów zalesionych nasuwają tłumacze-

nie tych małych dokładności i sugerują jaki obrać kierunek dla projektowanych prób i badań.

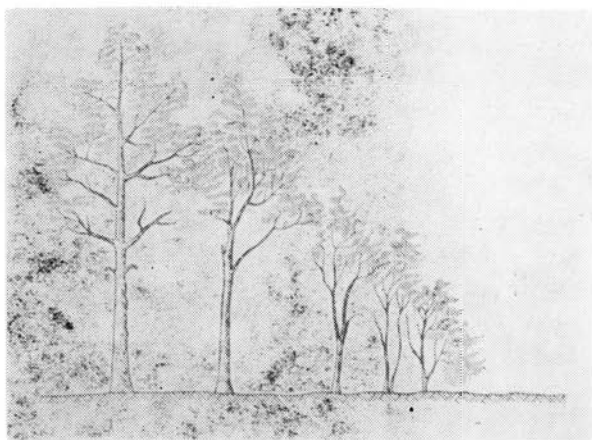
Na wstępie, łatwo można było zauważyć, że:

1) im większy teren leśny jest zakryty, tym większe mogą być błędy przy jego opracowywaniu,

2) im większy stopień zwarcia (zalesienia) koron drzew górnego i niższych pięter drzewostanu, tym gorsze będą opracowania,

3) wyższe drzewa mogą być przyczyną większych błędów w opracowaniu,

4) wielkość pola widzenia układu optycznego autografu (np. autograf Wild A8 posiada pole widzenia o średnicy 40 mm) rzutuje na ocenę ogólnego charakteru terenu, będącego pod lasem i posiada związek z punktem



Rys. 3

1 niniejszych uwag; tzn. jeśli w polu widzenia układu optycznego autografu znajduje się wyłącznie sam las, a zatem brak jest jakichkolwiek przerw w lesie w postaci odkrytych terenów, to ocena nawet charakteru ukształtowania wysokościowego jest niemożliwa.

W związku z tym ostatnim punktem nasunęła się jedna z koncepcji badania tego zagadnienia, a mianowicie: ponieważ wielkość pola widzenia układu optycznego autografu oraz pewien określony obszar lasu mają wielkości stałe, przeto zmienić można jedynie tylko skalę zdjęć lotniczych; choć z drugiej strony wiadomo, że zmniejszenie skali zdjęć lotniczych wpływa ujemnie na dokładność opracowania. Chodziłoby tu o najkorzystniejszy układ stosunków, przy których podnosi się ocenę formy rzeźby przy możliwie najmniejszym spadku dokładności tej rzeźby, opracowywanej w ustalonych warunkach produkcyjnych, wyżej podanych.

W związku z powyższym zaprojektowano wykonanie w 1967 roku nowych zdjęć lotniczych w skali 1 : 30 000, $f_k = 115$ mm, 18×18 cm oraz

powtórzenie zdjęć lotniczych w skali 1 : 15 000, $f_k = 152$ mm, 23×23 cm na polu doświadczalnym Nowy Sącz-Grybów (nawiasem mówiąc nowe zdjęcia lotnicze miały służyć jeszcze i innemu celowi).

Przy opracowywaniu terenów zalesionych należy się liczyć, że będą to opracowania w pewnym stopniu zgeneralizowane, wyrażające ogólny charakter rzeźby terenu, pozbawione tzw. mikrorzeźby, tj. jej drobnych elementów; przepadną te elementy rzeźby, które pokryje w całości roślinność, której górny pułap nie zdradza osobliwości terenu.

Technika prowadzenia warstwicy, na drodze której znajdują się mniejsze grupy drzew (np. w obrębie 5×5 mm w jednostkach pola widzenia układu optycznego autografu), polega na wykreślaniu jej bez zmiany położenia znacznika pomiarowego ze względu na wysokość drzew, tj. tak jakby tych drzew nie było. Obserwator musi sobie wyobrazić teren pod tą grupą drzew i poprowadzić znacznik pomiarowy bez przerywania kreślonej warstwicy. Prowadzeniu warstwicy stale towarzyszy wyprzedzanie wzrokiem w partię najbliższe ruchomego znacznika pomiarowego celem ustalenia przewidywanego miejsca położenia kreślonej warstwicy. W następnym momencie, tj. gdy znacznik pomiarowy znajduje się w tym przewidywanym miejscu, należy stwierdzić, oceniając wzrokiem, słuszność jego nowego położenia, a zatem i dokładność tak kreślonej warstwicy. To postępowanie jest zwłaszcza ważne przy kreśleniu warstwic terenów zakrytych, dla których pewną kontrolą kreślonej warstwicy będzie jej wyprowadzenie z terenu zakrytego na teren odkryty oraz stwierdzenie, czy to wyprowadzenie nie będzie wymagało poprawki w sensie zmiany położenia znacznika pomiarowego, dyktowane odkrytym terenem. Stąd też im większy obszar leśny tym gorsze mogą być wyniki (rozbieżności). W przypadkach trudniejszych a prawie z reguły będą one występowały w większych partiach terenów zakrytych, należy starannie uprzednio prześledzić, tj. poznać daną partię stereoskopowo jak z jednej, tak i z drugiej strony terenu zalesionego i ustalić możliwy przebieg kreślonej warstwicy. Trzeba przyznać, że czynność ta jest dość trudna i wymaga dużej rutyny, znajomości form terenu i dobrego obserwatora.

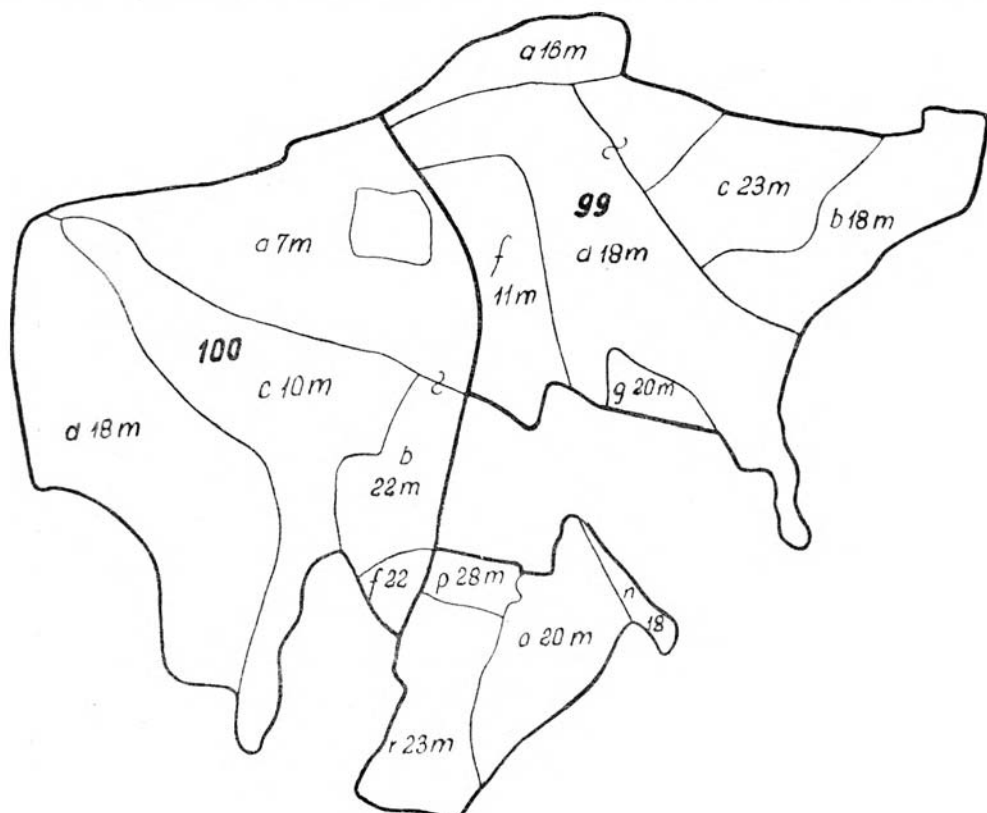
Wykonanie tego tematu, w sensie naukowo-badawczym, dokonane zostało w oparciu o własne pole doświadczalne Nowy Sącz — Grybów, położone w terenie górskim o przeciętnym pochyleniu 17° . Pole to posiadało zdjęcia lotnicze z 1956 roku wykonane w różnych skalach oraz dobrą podstawę geodezyjną w postaci punktów triangulacyjnych gęsto rozmieszczonych (ok. 1 punkt na 1 km^2). Z tego terenu wybrano pewien obszar leśny o powierzchni przeszło $0,7 \text{ km}^2$. Obszar ten, położony na terenie górzystym (Kraina VIII), poprzecinany był wąwozami i jarami. Regulację tego obszaru leśnego, w sensie zagospodarowania, przeprowadziło nadleśnictwo okręgu Nowy Sącz w 1963 roku, w którym to roku również były dokonane

zdjęcia lotnicze, tym razem w ramach normalnej produkcji, włączone do niniejszych badań.

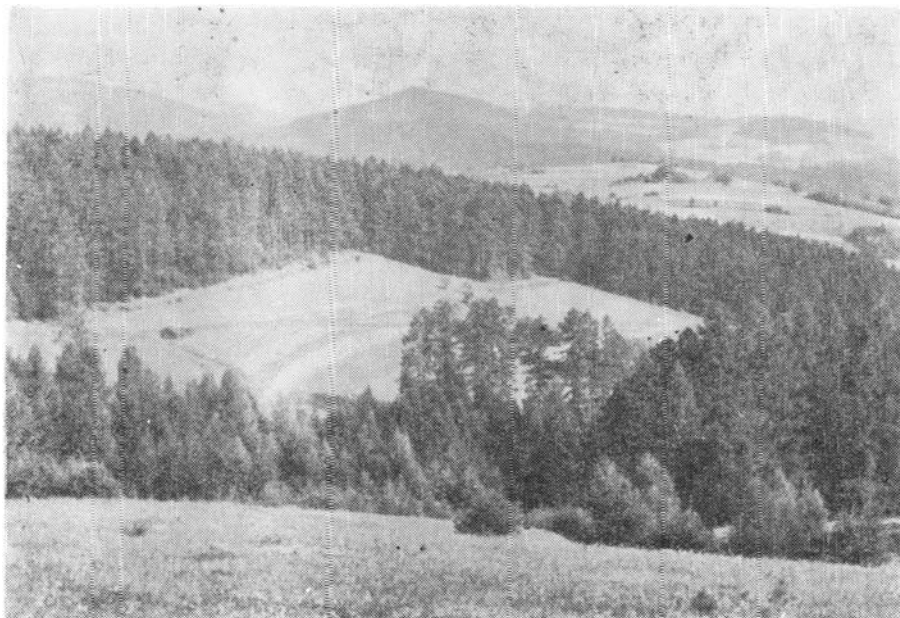
Obrany obszar leśny nazwany uroczyskiem „Sikornik” składał się z dwóch działów (nr 99 i 100); pierwszy dział o powierzchni 40,88 ha, drugi — 31,55 ha, oba na terenie górzystym o stokach pochyłych, miejscami spadzistych (jary z urwiskami); gleba — brunatna glina średnia, głębiej żwir; las mieszany: modrzew, buk, jodła, świerk, sosna wiek od 40 do 80 lat; zwarcie od umiarkowanego do pełnego (100%) las często dwupienny z podszyciem o składzie: olszyna, kruszyna i brzoza, niżej krzewy malin i jeżyn, pokrywających duże powierzchnie leśne, miejscami trudno dostępny, a w partiach wąwozów bardzo trudny (strumyki, jeżyny).

W celu zilustrowania charakteru lasu załączone zostały rysunki od 4 do 13.

Rys. 4. przedstawia obrys badanego obszaru leśnego z podziałem na dwa oddziały 99 i 100, a te ostatnie na powierzchnie (oznaczone małymi literami alfabetu łacińskiego) w obrębie których wypisano średnie wartości wysokości drzew ze stanem na 1. I. 1962 roku z opisu taksacyjnego



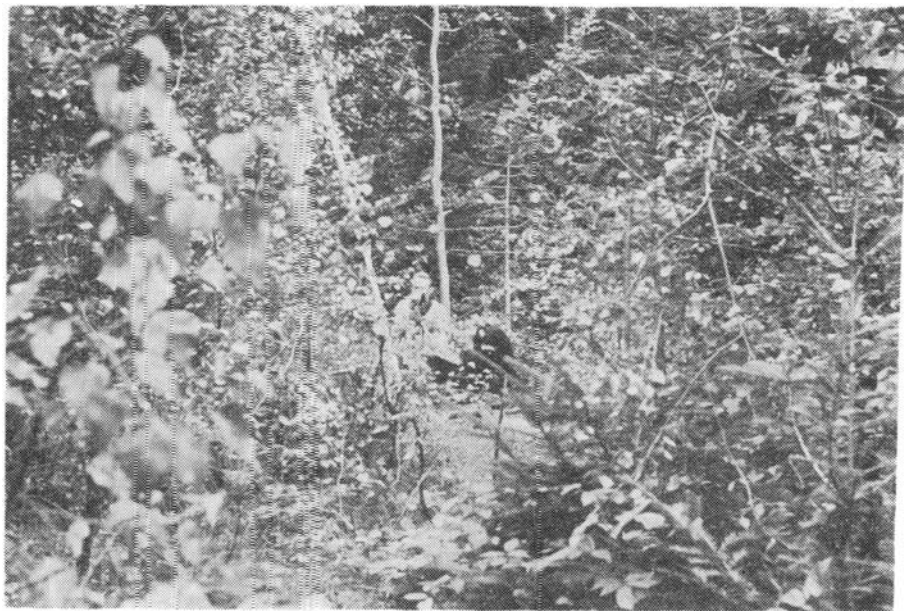
Rys. 4



Rys. 5. Widok fragmentu obszaru leśnego od strony południowej



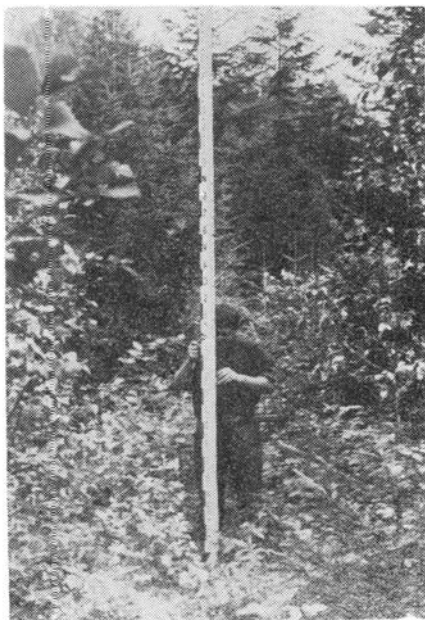
Rys. 6. Stanowisko tachinetru na pograniczu lasu o zwarcu 100% i 30%



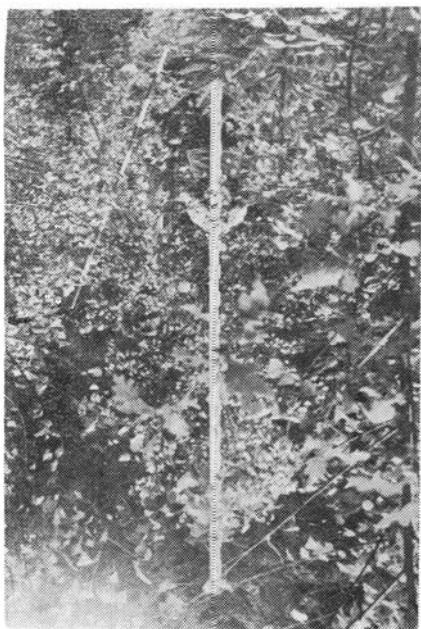
Rys. 7. Stanowisko tachimetru w obrębie lasu o zwarciu 30%



Rys. 8. Stanowisko tachimetru w obrębie lasu o zwarciu 80% (na pierwszym planie krzaki jeżyny, za stanowiskiem wąwóz)



Rys. 9. Stanowisko łąty (pikieta) w obrębie lasu o zwarciu 30%



Rys. 10. Stanowisko łąty (pikieta)
w obrębie lasu o zwarcie 80%



Rys. 11. Stanowisko łąty (pikieta)
w obrębie lasu o zwarcie 100%



Rys. 12. Stanowisko łąty (pikieta)
w obrębie lasu o zwarcie 100%



Rys. 13. Stanowisko tachimetru
(droga leśna) w obrębie lasu o zwarcie 100%

Nadleśnictwa Nowy Sącz. Pod względem zwarcia cały ten obszar podzielono w następujący sposób:

- o zwarcu 100% zakwalifikowano działki: 99a, (99b+99c), 99f oraz (99n+99o+99p+99r+100b+100f),
- o zwarcu 80% — działki: (100a+100c+100d),
- o zwarcu 30% — działki: (99d+99g).

Ten stosunkowo niewielki obszar leśny przedstawiał sobą bardzo trudny teren do opracowania zarówno dla bezpośrednich pomiarów tachimetrycznych, jak i dla opracowań autogrametrycznych. Można nawet stwierdzić, że dokładne opracowanie rzeźby było niemożliwe nawet metodami klasycznymi.

Po wyborze obszaru leśnego przystąpiono w sierpniu 1966 roku do wykonania metodą tachimetryczną rzeźby tego terenu. Użyto do tego tachimetru redukcyjnego „Dahlta 020” Zeissa z łątami pionowymi. Na wstępie prac polowych przeprowadzono wywiad celem ustalenia przebiegu ciągów tachimetrycznych, tj. stanowisk tachimetru, oznaczając je w terenie palikami.

Sieć została nawiązana sytuacyjnie i wysokościowo do trzech punktów triangulacyjnych: 68, 68a i 71 i posiadała ogółem 236 punkty poligonowe. Z każdego punktu poligonowego, stanowiska tachimetru, były brane punkty pikiet w ilości możliwej do wzięcia, w sumie było ich 528. Możliwości były ograniczone widocznością pikiet ze stanowiska tachimetru. Ograniczona widoczność pikiet była jednym z powodów przekreślających początkowy zamiar uzyskania dobrego opracowania warstwicowego wybranego obszaru leśnego metodą pomiarów bezpośrednich, klasycznych. Niezależnie od tej przeszkody szczególnym utrudnieniem przy wyborze pikiet była gęsta roślinność w postaci krzaków jeżyn i malin, zalegających teren co najmniej na metr wysokości. Pod pokrywą tych krzaków zakryte były dość duże przestrzenie terenu lasu. Dzięki tej przyziemnej roślinności ginęły przed okiem pracownika polowego fałistości terenu rzędu paru metrów i uzyskanie dokładnych map warstwicowych metodą polową było niemożliwe. Stąd prace polowe dostarczyć mogły jedynie pewnej liczby punktów o znanych rzędnych wysokościowych (łącznie 768 punktów), które w dalszych badaniach posłużyły jako materiał kontrolny dla opracowań rzeźby terenu leśnego metodą autogrametryczną.

Wyrównanie i obliczenie współrzędnych punktów poligonowej sieci tachimetrycznej było wykonane na maszynie elektronowej polskiej produkcji. Błąd średni kwadratyczny położenia punktów tej sieci wyniósł $m_{\text{poi}} = \pm 0,12$ m, błąd wysokości $m_z = \pm 0,10$ m; przypuszczalny błąd średni położenia pikiet $m_{\text{poi}} = \pm 0,15$ m, a $m_z = \pm 0,12$ m. Uzyskane dokładności całkowicie zabezpieczają nasze wymagania w tym zakresie, skoro się zważy, że badaniem objęte były opracowania mapowe w skali 1 : 5000.

W trakcie przeprowadzania pomiarów tachimetrycznych pomierzono 5 wysokości drzew i dowiązano je do sieci poligonowej. Początkowy zamiar pomiaru wysokości większej ilości drzew został zaniechany z dwóch względów: 1) pomiar był utrudniony brakiem widoczności wierzchołków drzew, 2) z posiadanych zdjęć lotniczych wykonanych w różnym czasie (1956, 1963 i 1967) można było za pomocą obserwacji autogrametrycznych obliczyć przyrosty roczne wysokości dowolnie wybranych drzew równomiernie rozmieszczonych na całym obszarze leśnym (drzew takich wybrano 60).

Z danych uzyskanych z terenu, po obliczeniu współrzędnych wszystkich punktów sieci, sporządzono na koordynatografie podkłady kontrolne na planszach aluminiowych w skali 1 : 5000, zawierające rozmieszczenie wymienionych punktów. Duże zgrupowania punktów w tej skali wymagały rozdzielenia ich na dwa podkłady. Pierwszy podkład posiadał punkty ciągów tachimetrycznych (236 punktów), drugi podkład — punkty pikiet, obok których wypisano rzędne wysokościowe. W ten sposób uzyskano dość wygodny materiał kontrolny (podstawowy) do badania dokładności opracowań warstwicowych autogrametrycznych.

Do opracowania map warstwicowych metodą autogrametryczną użyto zdjęć lotniczych w różnych skalach i wykonanych w różnych okresach, a mianowicie:

- zdjęcia lotn. w skali 1 : 15 000, $f_k = 115$ mm, 60%, 18×18 cm z 1956 r.
- zdjęcia lotn. w skali 1 : 14 500, $f_k = 152$ mm, 60%, 23×23 cm z 1963 r.
- zdjęcia lotn. w skali 1 : 15 000, $f_k = 152$ mm, 80%, 23×23 cm z 1967 r.
- zdjęcia lotn. w skali 1 : 30 000, $f_k = 115$ mm, 60%, 18×18 cm z 1967 r.

Jak z powyższego zestawienia widać, do opracowań użyto zdjęć lotniczych o różnych skalach, ogniskowych (wysokościach), pokryciu podłużnym, formacie, i z różnych okresów wykonania; ponadto stereogramy z tych zdjęć opracowano w różnym czasie po parę razy niezależnie przez dwóch obserwatorów. Każdy stereogram posiadał odpowiednią ilość fotopunktów; był zestrojony, spoziomowany i wyskalowany na autografie Wild A8 z dokładnością dużo większą, aniżeli wymagały tego badania dokładności warstwic.

Różnorodność tych czynników pozwoliła na jak najbardziej wszechstronną ocenę badanych opracowań. Tak np. 80% pokrycie podłużne dawało większą szansę stereoskopowego spojrzenia w głąb lasu, aniżeli 60% pokrycie podłużne — ta okoliczność jest bardzo ważna ze względu na rzeźbę terenu. Opracowania rzeźby dokonane w różnych datach wykluczają identyczność interpretacji modelu stereoskopowego terenu leśnego nawet przez jednego i tego samego obserwatora — opracowanie staje się bardziej obiektywne. Opracowanie rzeźby dokonane przez dwóch różnych obserwatorów jeszcze w większym stopniu zabezpiecza badania, tym razem przed

sugestywną interpretację opracowywanej rzeźby, a zatem każdy z tych czynników wprowadza element przypadkowości, tak ważny w badaniach metodami statystycznymi.

W wyniku tych opracowań autogrametrycznych otrzymano 10 niezależnych opracowań warstwicznych w skali 1 : 5000 na przeźroczystych astralonach. Opracowania te były skontrolowane pod względem dokładności rzeźby na punktach ciągów tachimetrycznych (236 punktów) oraz na punktach pikiet (528 punktów), przez nałożenie każdego astralonu kolejno na dwa podkłady kontrolne, odczytanie odpowiednich wartości rzędnych wysokościowych dla ok. 764 punktów ($236 + 528$) wziętych z interpolacji badanych warstwic każdego opracowania autogrametrycznego i porównanie ich z wartościami rzędnych wysokościowych uzyskanych z terenu (tachimetrii).

Rzędne wysokościowe wszystkich punktów dla każdego z 10 opracowań warstwicznych zostały wynotowane na osobnych arkuszach (patrz tablica 1) z ugrupowaniem ich na 3 stopnie trudności, odpowiadających zwarciom: 100%, 80% i 30%.

Poszczególne wartości tych tablic, w następnej kolejności, uporządkowane zostały w obrębie pasów zawartych między sąsiednimi dwoma warstwicami (patrz kol. 3 tej tablicy) rozpoczynając od południowego zachodu na północny wschód, oraz zaczynając od terenów najwyżej położonych do niżej położonych. Utrzymanie tej zasady w pewnym stopniu porządkuje dane analizowane i pozwala na porównywanie wyników poszczególnych opracowań między sobą, kierując się numerem bieżącym wiersza poszczególnych 10 opracowań. Takie ujęcie, nazwijmy warstwicowe, pozwala na rozpoznanie rodzaju odchyłek pewnej grupy punktów wysokościowych, zawartych między dwoma warstwicami na danym opracowaniu warstwicznym, względnie nawet pozwala na porównanie poszczególnych opracowań między sobą (ta ostatnia możliwość w pewnym stopniu może być zakłócona przypadkowością przebiegu warstwicy badanej opracowanej na autografie).

Ten sposób notowania chroni przed grubymi pojedynczymi błędami pochodzącymi z winy pracownika badacza.

Przeglądając tablice 1 lub 2 (kol. 4) można łatwo zauważyć co następuje:

1. Na pewnych odcinkach widoczny jest błąd systematyczny. Jest on spowodowany przesunięciem odcinka warstwicy autogrametrycznej. Tak np. w tablicy 1 punkty o nr od 1 do 6 wykazują błąd systematyczny równy ok. 11 metrów (zwarcie 100%). Przy wyodrębnianiu błędów systematycznych (we wszystkich tablicach: 1, 2, 3, 4, i 5 wartości m_z zostały obliczone z wyłączeniem błędów systematycznych) przyjęto zasadę, że jeżeli na dłuższym odcinku badanej warstwicy (co odpowiadać może powyżej

Tablica 1

Porównanie rzędnych wysokościowych punktów opracowania autogrametrycznego Nr.2 z rzędnymi terenowymi obszaru leśnego.

Ster.Nr.2470-69,1:15000,60%,z 1956 r.Obserw.:AN z dn.25.XI.66

Stopień zwarcia: 100%

L. p.	z_m	z_A w III	Δz	Uwagi	L. p.	z_m	z_A w III	Δz	Uwagi
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	520,0	530,0	-10,0		31	531,5	531,5	0,0	
2	523,0	533,0	-10,0		2	529,0	530,0	- 1,0	
3	523,0	534,0	-11,0		3	526,0	526,5	- 0,5	
4	524,5	537,0	-12,5		4	522,0	522,0	0,0	
5	520,5	530,5	-10,0		5	523,0	523,0	0,0	
6	525,5	535,5	-10,0		6	528,5	528,0	+ 0,5	
7	515,5	524,0	- 9,5		7	523,0	522,0	+ 1,0	
8	515,0	523,0	- 8,0		8	525,0	524,5	+ 0,5	
9	518,0	527,0	- 9,0		9	524,5	524,0	+ 0,5	
10	509,5	517,5	- 7,5		40	526,5	526,5	0,0	
1	510,0	518,0	- 8,0		1	522,5	522,0	+ 0,5	
2	508,5	516,0	- 7,5		2	521,0	521,0	0,0	
3	509,0	514,0	- 5,0		3	521,5	521,0	+ 0,5	
4	500,0	509,0	- 9,0		4	522,0	523,0	- 1,0	
5	498,5	503,5	- 5,0		5	522,0	522,0	0,0	
6	500,0	500,0	0,0		6	524,0	524,0	0,0	
7	498,0	498,0	0,0		7	525,0	524,0	+ 1,0	
8	492,0	491,5	+ 0,5		8	525,5	526,0	- 0,5	
9	486,5	492,0	- 5,5		9	526,5	527,0	- 0,5	
20	492,0	491,5	+ 0,5		50	527,0	528,0	- 1,0	
1	501,0	489,0	+12,0		1	524,0	523,0	+ 1,0	
2	481,5	482,0	- 0,5		2	523,0	523,0	0,0	
3	488,5	489,0	- 0,5		3	524,0	524,0	0,0	
4	479,0	484,0	- 5,0		4	514,0	511,0	+ 3,0	
5	534,5	534,5	0,0		5	513,5	513,0	+ 0,5	
6	530,0	533,0	- 3,0		6	513,0	513,0	0,0	
7	532,5	534,0	- 1,5		7	510,5	511,0	- 0,5	
8	533,0	533,0	0,0		8	511,5	512,5	- 1,0	
9	534,5	533,5	+ 1,0		9	513,5	514,0	- 0,5	
30	532,0	531,5	+ 0,5		60	515,0	516,0	- 1,0	
					itd.				

$$n = 175 \quad , \quad m_z = \pm 4,16 \text{ m}$$

Tablica 1 cd.

Porównanie rzędnych wysokościowych punktów opracowania autogrametrycznego Nr.2 z rzędnymi terenowymi obszaru leśnego.

Ster.Nr.2470-69,1:15000,60%,z 1956 r.Obszerw.:SD z dn.25.XI.66

Stopień zwarcia: 80%

L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi	L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi
	w m					w m			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	534,0	533,5	+ 0,5		31	520,5	521,5	- 1,0	wąwóz " " " " " " " " " "
2	533,0	533,5	- 0,5		2	528,0	530,0	- 2,0	
3	530,5	531,0	- 0,5		3	515,0	520,0	- 5,0	
4	531,0	531,5	- 0,5		4	521,0	526,0	- 5,0	
5	530,0	531,0	- 1,0		5	514,0	527,5	-13,5	
6	533,0	532,5	+ 0,5		6	521,0	523,5	- 2,5	
7	536,0	535,0	+ 1,0		7	519,0	520,0	- 1,0	
8	538,5	538,0	+ 0,5		8	520,0	522,5	- 2,5	
9	540,0	538,0	+ 2,0		9	525,5	525,5	0,0	
10	530,5	531,5	- 1,0		40	527,5	527,5	0,0	
1	533,0	532,0	+ 1,0	1	528,0	527,5	+ 0,5	wąwóz " " wąwóz " " " " " " wąwóz " " " " " " " " " "	
2	536,0	534,0	+ 2,0	2	526,0	526,5	- 0,5		
3	539,0	538,0	+ 1,0	3	521,0	521,0	0,0		
4	535,5	539,0	+ 0,5	4	497,5	510,5	- 3,0		
5	522,5	524,0	- 1,5	5	513,0	517,0	- 4,0		
6	526,0	528,0	- 2,0	6	511,0	510,5	+ 0,5		
7	521,0	523,5	- 0,5	7	512,0	512,5	- 0,5		
8	523,0	524,0	- 1,0	8	512,5	514,0	- 1,5		
9	526,0	527,0	- 1,0	9	508,5	510,5	- 2,0		
20	528,0	529,0	- 1,0	50	508,5	511,0	- 2,5		
1	521,0	521,5	- 0,5	1	507,5	510,0	- 2,5	wąwóz "<	

$n = 319$, $m_z = \pm 2,74$ m

itd.

Tablica 1 cd.

Porównanie rzędnych wysokościowych punktów opracowania autogrametrycznego Nr.2 z rzędnymi terenowymi obszaru leśnego.

Ster.Nr.2470-69,1:15000,60%,z 1956 r.Obserw.:SD z dn.25.XI.66

Stopień zwarcia: 30%

L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi	L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi
	w m					w m			
3	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	535,5	535,5	0,0	wąwóz	31	504,5	504,0	+ 0,5	
2	534,0	534,0	0,0		2	510,0	509,5	+ 0,5	
3	531,0	531,0	0,0		3	501,5	501,5	0,0	
4	537,5	536,5	+ 1,0		4	507,5	506,5	+ 1,0	
5	528,5	529,0	- 0,5		5	508,5	506,5	+ 2,0	
6	524,0	526,0	- 2,0		6	505,0	505,0	0,0	
7	518,0	520,5	- 2,5		7	500,0	508,0	- 8,0	
8	521,0	525,0	- 4,0		8	498,5	503,0	- 4,5	
9	522,5	524,5	- 2,0		9	492,5	493,0	- 0,5	
10	522,5	522,5	0,0		40	497,5	498,0	- 0,5	
1	526,0	526,0	0,0		1	495,0	499,0	- 4,0	
2	526,5	526,5	0,0		2	493,0	495,0	- 2,0	
3	509,0	511,0	- 2,0		3	494,0	493,0	+ 1,0	
4	512,5	513,0	- 0,5		4	491,0	492,0	- 1,0	
5	510,5	512,0	- 1,5		5	499,0	500,0	- 1,0	
6	518,0	518,5	- 0,5		6	500,0	500,0	0,0	
7	511,5	512,0	- 0,5		7	500,5	500,5	0,0	
8	513,5	514,5	- 1,0		8	491,0	492,0	- 1,0	
9	516,0	513,0	+ 3,0		9	492,5	494,0	- 1,5	
20	512,0	513,5	- 1,5		50	482,0	484,5	- 2,5	
1	512,0	511,5	+ 0,5		1	478,5	481,0	- 2,5	
2	511,0	511,0	0,0		2	471,5	472,0	- 0,5	
3	520,0	518,5	+ 1,5		3	478,0	479,5	- 1,5	
4	503,0	505,0	- 2,0		4	473,5	474,0	- 0,5	
5	508,0	509,0	- 1,0		5	470,5	470,5	0,0	
6	503,0	504,0	- 1,0		6	476,0	479,5	- 3,5	
7	506,0	507,0	- 1,0		7	473,0	471,5	+ 1,5	
8	510,0	510,0	0,0		8	471,5	472,0	- 0,5	
9	506,5	507,0	- 1,0		9	532,0	532,0	0,0	
30	499,5	501,0	- 1,5		60	531,0	533,5	- 2,5	
itd.									

itd.

$$n = 88, \quad m_z = \pm 1,58 \text{ m}$$

Ogólny błąd średni z $n = 582$ wynosi dla Nr.2 $m_z = \pm 3,13 \text{ m}$

Tablica 2

Porównanie rzędnych wysokościowych punktów opracowania autogrametrycznego Nr.10 z rzędnymi terenowymi obszaru leśnego.

Ster.Nr.4060-58,1:30000,60%,z 1967 r.Obserw.:SD z dn.30.I.68

Stopień zwarcia: 100%

L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi	L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi
	w	m				w	m		
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	533,0	532,0	+ 1,0		31	498,0	498,0	0,0	
2	537,5	537,0	+ 0,5		2	492,0	491,0	+ 1,0	
3	534,5	534,0	+ 0,5		3	486,5	484,5	+ 2,0	
4	532,5	533,5	- 1,0		4	524,0	525,0	- 1,0	
5	534,5	534,5	0,0		5	524,0	524,0	0,0	
6	533,5	533,5	0,0		6	518,5	521,0	- 2,5	
7	530,0	530,5	- 0,5		7	533,0	533,0	0,0	
8	527,5	530,0	- 2,5		8	514,0	516,0	- 2,0	
9	534,5	535,5	- 1,0		9	510,5	512,5	- 2,0	
10	532,5	533,0	- 0,5		40	513,5	517,0	- 3,5	
1	523,0	520,0	+ 3,0		1	509,0	512,0	- 3,0	
2	524,5	523,0	+ 1,5		2	513,0	517,5	- 4,5	
3	525,5	526,5	- 1,0		3	510,0	514,0	- 4,0	
4	526,0	526,5	- 0,5		4	506,0	512,0	- 6,0	
5	524,0	525,0	- 1,0		5	510,5	515,0	- 4,5	
6	519,0	524,0	- 5,0	wąwóz	6	511,5	514,0	- 2,5	
7	528,0	529,5	- 1,5		7	513,5	514,0	- 0,5	
8	515,5	510,0	+ 5,5		8	513,5	511,0	+ 2,5	
9	520,0	515,0	+ 5,0		9	515,0	513,5	+ 1,5	
20	523,0	519,0	+ 4,0		50	515,0	514,0	+ 1,0	
1	515,0	510,5	+ 4,5		1	513,0	512,0	+ 1,0	
2	518,0	515,5	+ 2,5		2	510,0	510,5	- 0,5	
3	520,5	519,0	+ 1,5		3	511,0	511,0	0,0	
4	518,0	518,0	0,0		4	497,5	501,0	- 3,5	
5	511,0	517,0	- 6,0	wąwóz	5	507,5	509,0	- 1,5	
6	510,0	507,5	+ 2,5		6	503,5	501,0	+ 2,5	
7	509,5	509,0	+ 0,5		7	503,5	500,5	+ 3,0	
8	509,0	506,0	+ 3,0		8	502,5	501,0	+ 1,5	
9	508,5	506,0	+ 2,5		9	505,5	505,5	0,0	
30	50090	500,5	- 0,5		60	508,0	504,5	+ 3,5	

itd.

$$n = 182, m_z = \pm 2,20 \text{ m}$$

Tablica 2 cd.

Porównanie rzędnych wysokościowych punktów opracowania autogrametrycznego Nr.10 z rzędnymi terenowymi obszaru leśnego.

Ster.Nr.4060-58,1:30000,60% z 1967 r.Obszerw.:SD z dn.30.I.68

Stopień zwarcia: 80%

L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi	L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi
	w m					w m			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	528,0	530,0	- 2,0	wąwóz	31	520,5	523,0	- 2,5	wąwóz
2	532,0	532,0	0,0		2	515,0	523,0	- 8,0	
3	534,0	535,0	- 1,0		3	521,0	527,0	- 6,0	
4	524,0	531,0	- 7,0		4	519,0	526,0	- 7,0	
5	533,0	534,0	- 1,0		5	521,0	528,0	- 7,0	
6	530,5	534,0	- 3,5		6	512,5	520,5	- 8,0	
7	531,0	535,0	- 4,0		7	519,5	523,0	- 3,5	
8	530,0	534,0	- 4,0		8	520,0	525,5	- 5,5	
9	525,5	530,0	- 4,5		9	516,0	523,0	- 7,0	
10	527,5	532,0	- 4,5		40	516,0	523,5	- 7,5	
1	533,0	535,0	- 2,0		1	512,0	521,0	- 9,0	"
2	536,5	538,0	- 1,5		2	513,5	522,0	- 8,5	"
3	528,0	531,0	- 3,0		3	516,0	524,0	- 8,0	"
4	526,0	530,0	- 4,0		4	515,0	521,0	- 6,0	"
5	530,5	531,5	- 1,0		5	518,5	525,0	- 6,5	"
6	533,0	533,0	0,0		6	518,5	524,0	- 5,5	"
7	536,0	534,0	+ 2,0		7	517,5	521,0	- 3,5	"
8	534,0	537,5	- 3,5		8	521,0	523,0	- 2,0	"
9	526,0	526,0	0,0		9	526,0	528,0	- 2,0	wąwóz
20	521,0	520,5	+ 0,5		50	515,0	520,0	- 5,0	
1	523,0	521,5	+ 1,5		1	519,5	519,5	0,0	
2	526,0	525,0	+ 1,0		2	515,5	519,0	- 3,5	
3	528,0	527,0	+ 1,0		3	513,0	515,0	- 2,0	
4	529,5	529,5	0,0		4	511,0	511,5	- 0,5	
5	527,0	527,5	- 0,5		5	512,0	519,5	- 7,5	
6	526,5	526,0	+ 0,5		6	508,5	516,0	- 7,5	
7	519,0	522,0	- 3,0		7	507,5	514,0	- 6,5	
8	522,5	522,5	0,0		8	508,5	517,0	- 8,5	
9	517,5	521,0	- 3,5		9	505,0	512,0	- 7,0	
30	518,5	522,0	- 3,5		60	507,0	512,0	- 5,0	
					61	itd.			

$$n = 290, m_z = \pm 2,76 \text{ m}$$

Tablica 2 cd.

Porównanie rzędnych wysokościowych punktów opracowania autogrametrycznego Nr.10 z rzędnymi terenowymi obszaru leśnego.

Ster.Nr.4060-58,1:30000,60%,z 1967 r.Obszerw.:SD z dn.30.I.68

Stopień zwarcia: 30%

L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi	L. p.	z_T	z_A	Δz	Uwagi
	w m					w m			
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
1	535,5	535,0	+ 0,5		31	511,0	508,5	+ 2,5	
2	534,5	534,0	+ 0,5		2	512,0	509,0	+ 3,0	
3	530,0	531,5	- 1,5		3	501,5	502,0	- 0,5	
4	531,0	531,5	- 0,5		4	508,5	508,5	0,0	
5	537,5	538,0	- 0,5		5	507,5	507,0	+ 0,5	
6	528,5	528,0	+ 0,5		6	505,0	504,0	+ 1,0	
7	524,0	524,0	0,0		7	500,0	501,0	- 1,0	
8	521,0	522,5	- 1,5		8	501,0	500,5	+ 0,5	
9	522,5	523,0	- 0,5		9	495,0	496,0	- 1,0	
10	522,5	523,0	- 0,5		40	493,0	494,5	- 1,5	
1	526,0	526,5	- 0,5		1	494,0	492,0	+ 2,0	
2	520,0	520,0	0,0		2	491,0	492,0	- 1,0	
3	526,5	527,0	- 0,5		3	499,0	499,0	0,0	wawóz
4	512,5	511,0	+ 1,5		4	500,0	499,5	+ 0,5	"
5	518,0	517,5	+ 0,5		5	499,5	499,5	0,0	
6	513,5	514,0	- 0,5		6	500,5	499,0	+ 1,5	wawóz
7	516,0	511,0	+ 5,0		7	491,0	497,0	- 6,0	"
8	512,0	510,5	+ 1,5		8	492,5	497,5	- 5,0	"
9	512,0	510,5	+ 1,5	wawóz	9	498,5	499,5	- 1,0	
20	509,0	508,0	+ 1,0		50	497,5	497,0	+ 0,5	
1	510,5	509,0	+ 1,5		1	482,0	483,0	- 1,0	
2	511,5	509,5	+ 2,0		2	481,5	481,5	0,0	
3	503,0	502,0	+ 1,0		3	488,5	489,0	- 0,5	
4	508,0	507,5	+ 0,5		4	479,0	484,0	- 5,0	
5	503,0	502,0	+ 1,0		5	470,5	470,0	+ 0,5	
6	506,0	506,0	0,0	wawóz	6	476,0	479,0	- 3,0	
7	510,0	508,5	+ 1,5		7	478,5	479,0	- 0,5	
8	506,5	506,0	+ 0,5	wawóz	8	473,0	470,0	+ 3,0	
9	504,5	503,5	+ 1,0		9	471,5	472,0	- 0,5	
30	510,0	508,0	+ 2,0	wawóz	60	467,5	473,0	- 5,5	
					1	478,0	479,0	- 1,0	

itd.

$$n = 99, m_z = \pm 1,60 \text{ m}$$

Tablica 3

Zdjęcia lotnicze				Opracowanie		U z y s k a n e d o k ł a d n o s c i m a w m												
Nr. oprac.	Nr. stereo	Pokrycie	Skala Format	z roku	Obserw	Data oprac.	Zwarcie: 100%			80%			30%			Ogólnie		
							L. p. t. c. w.	N	Wielkości błędów systemat. na odc.	L. p. t. c. w.	N	jak w 10	L. p. t. c. w.	N	jak w 10	L. p. t. c. w.	N	Błąd max w m
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	2470-69	60	15000 18x18	1956	AN	25. XI. 66	175	+3,40	-8,-8,-4 -7,-9,-6	335	+2,30	-	80	+1,30	-	590	+2,60	-16
2	2470-69	60	15000 18x18	1956	SD	25. XI. 66	175	4,16	-11,-9, -7,-11, -7,-8,-9	319	2,74	-5,-6,-7	88	1,58	-	582	3,13	-12
3	2470-69	60	15000 18x18	1956	AN	21. II. 67	175	1,81	-7,-7,+4 -6	239	1,92	+6	78	2,18	-	492	1,97	+12
4	2470-69	60	15000 18x18	1956	SD	22. II. 67	141	2,14	-7,-9,-6	233	2,29	-4,-4	70	1,89	-	444	2,11	-13
5	0485-84	60	14500 23x23	1963	SD	26. II. 68	124	1,51	-10	251	2,31	-6,-7,-7	66	1,31	-	441	1,69	-12
6	6449-48	80	15000 23x23	1967	SD	9. II. 68	160	1,07	-	302	2,35	-	99	1,13	-	561	1,88	-16
7	6449-48	80	15000 23x23	1967	AN	10. II. 68	184	2,35	+4	239	2,37	+8	85	2,13	-	508	2,28	-14
8	4050-58	60	30000 18x18	1967	SD	26. I. 68	152	1,75	+6,+6	198	2,37	-8,-8,-8	84	1,07	-	434	1,73	-14
9	4060-58	60	30000 18x18	1967	AN	29. I. 68	108	1,98	-	276	2,21	-4	111	2,12	-	495	2,14	-14
10	4060-58	60	30000 18x18	1967	SD	30. I. 68	182	2,20	+4,-4	290	2,76	-4,-4,-6	99	1,60	-	571	2,42	-11

Zestawienie ogólne

Tablica 4

Grupa	Nr.Nr. opracowań	Zdjęcia lotnicze			Ogólna liczba obser- wacji	m_z	Równanie Koppe go
		skala format	pokry- cie %	rok wykonania			
1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,2,3,4	1:15000 18x18	60	1956	2108	$\pm 2,54$	$\pm/3,27-3,00.tg\alpha/$
2	8,9,10	1:30000 18x18	60	1967	1500	$\pm 2,14$	$\pm/2,16-0,25.tg\alpha/$
3	6,7	1:15000 23x23	80	1967	1069	$\pm 2,08$	$\pm/1,81+1,00.tg\alpha/$
4	5	1:14500 23x23	60	1963	441	$\pm 1,69$	---

4 punktom kontrolowanym) występuje prawie ta sama odchyłka, nie mniejsza od $1/3$ cięcia warstwicowego (a zatem powyżej 4 m), to taki przypadek należy traktować jako posiadający błąd systematyczny.

2. Na innych odcinkach (np. od Lp. 33 do 53) zgodność jest dobra; błędu systematycznego nie ma, błąd średni — mały.

3. Poszczególne punkty wysokościowe wykazują dość duże odchylenia, tak np. punkt nr 21 wykazuje odchylenie $+12,0$ (nawiasem mówiąc jest to max. dla tego opracowania przy $n = 582$).

4. Inną grupę stanowią punkty położone w wąwozach (patrz tabl. 2, kol. 5, nr 16 lub 25 i inne); wykazują one różne przypadkowe odchylenia. Są to punkty położone na dnie potoków o stromych zboczach, pokrytych roślinnością.

Ten charakter terenu spotykany jest w krainach: Karpackiej, Sudeckiej i Wyżów Środkowopolskich, jest mało typowy dla pozostałych krain. Dlatego też wyłączono grupę tych punktów z obliczenia błędów średnich rzędnych wysokościowych, gdy Δz było większe od 5 m. Tak obliczony błąd średni może służyć dla tych krain Polski, które obejmują tereny lekko faliste. W przypadku charakteryzowania możliwych błędów opracowania wysokościowego trzech terenów wymienionych tu krain należy liczyć się jeszcze z błędami max. podanymi w tablicy 3, kolumnie 19.

Każde z opracowań warstwicowych posiada wyprowadzone błędy średnie rzędnych wysokościowych dla trzech stopni zwarcia oraz ogólne błędy średnie tych rzędnych dla całego opracowania.

Wyniki z 10 opracowań warstwicowych zestawione zostały w tablicy 3 uzupełnionej tablicą 4.

Z obu tych tablic można wyciągnąć następujące uwagi przejściowe, uporządkowane pod względem uzyskanych dokładności:

1. Pierwsze cztery opracowania można uznać, że należą do jednego typu — grupa 1 — o parametrach: 1 : 15 000, 60%, 18×18 cm, z 1956 r. Po-

siada ona największy błąd średni rzędnych wysokościowych, sporo błędów systematycznych, dochodzących do 11 m.

2. Ostatnie trzy opracowania należą również do jednego typu — grupa 2 — o parametrach: 1 : 30 000, 60%, 18×18 cm z 1967 r. Posiada mniejszy błąd średni, aniżeli grupa 1, mniej błędów systematycznych, są one mniejsze, dochodzą do 8 m.

3. Opracowania 6 i 7 o parametrach: 1 : 15 000, 80%, 23×23 cm z 1967 r. — grupa 3 — posiadają błędy średnie rzędnych wysokościowych prawie takie same jak grupa 2; mało błędów systematycznych dochodzących do 8 m.

4. Opracowanie 5 (pojedyncze) o parametrach: 1 : 14 500, 60%, 23×23 cm z 1963 r. — dość dobre, chociaż błędy systematyczne dochodzą do 10 m. Ze względu na małą liczbę obserwacji trudno wyciągnąć obowiązujące wnioski.

Uwaga do pkt 2: Można przypuszczać, że zastosowanie pokrycia 80% zrównałoby tę grupę (2) z grupą 3.

Przeglądając tablicę 3 w kierunku poziomym, tj. wierszami, mamy ocenę poszczególnych opracowań w zależności od stopnia zwarcia. Większość, bo 8 na 10 przypadków posiada błąd średni rzędnych wysokościowych mniejszy w przypadku zwarcia 100%, aniżeli w przypadku 80%, a zatem zachodzi tu odwrotny stosunek, aniżeli przewidywano we wstępie niniejszego artykułu. Natomiast, podobne porównanie błędów średnich wyprobowanych dla zwarcia 30% i 80% potwierdza cytowane przewidywania w 8 na 10 przypadków (patrz pkt 2 uwag mówiących o zwarcu). Wytlumaczenie pozornie niezgodnego z przypuszczeniami przypadku leży w tym, że obszar leśny o zwarcu 100% składa się z 4 mniejszych kawałków, gdy tymczasem obszar leśny o zwarcu 80% stanowi jeden kawałek.

W jednym kawałku jest również obszar leśny o zwarcu 30%.

Ponadto, poszczególne 4 kawałki obszaru leśnego o zwarcu 100% są stosunkowo małe, ich kształty są wydłużone i mieszczą się dobrze w stereoskopowym polu widzenia układu optycznego autografu.

Powyższe okoliczności usprawiedliwiają wymienione tu pozorne anomalie i były przewidywane na wstępie niniejszego artykułu (patrz pkt 1 i 4).

Dla ułatwienia zorientowania się w stosunkach powierzchniowych poszczególnych obszarów leśnych, lub ich kawałków, podaje się poniżej odpowiednie dane wyrażone w jednostkach bezwzględnych w skali opracowania 1 : 5000:

obszary leśne o zwarcu 100%:

- | | | |
|------|----|-----------------|
| 1) — | 9 | cm ² |
| 2) — | 14 | cm ² |
| 3) — | 10 | cm ² |

	4) — 79,5 cm ²
	razem — 112,5 cm ²
obszar leśny o zwarcu 80%	139,0 cm ²
obszar leśny o zwarcu 30%	44,0 cm ²

Przed ostatecznymi wnioskami pozostaje do omówienia jeszcze jeden czynnik zakłócający efekt stereoskopowy, a w konsekwencji mający wpływ na dokładność opracowania rzeźby terenów zalesionych. Czynnik ten wykryto przy okazji pomiaru wysokości drzew oraz rzędnych wysokościowych 60 wierzchołków drzew pomierzonych na autografie. Czynnikiem tym jest wpływ wiatru.

Jak wiadomo, stereogram dobrze zestrojony nie powinien posiadać paralaksy poprzecznej na całym swoim obszarze. W paru przypadkach zauważono w partiach leśnych występującą paralaksę poprzeczną utrudniającą widzenie stereoskopowe. Paralaksa ta, licząc od pewnego miejsca (punktu), posiadająca największą wartość, ginie już w odległości kilku do kilkunastu milimetrów od centrum (milimetry liczone tu są w skali zdjęć lotniczych).

Wpływ kołysania wiatru zauważono bardzo wyraźnie na skrajnym drzewie, którego wysokość została pomierzona w terenie i wynosiła 29,6 m w 1966 roku. W efekcie tego kołysania nastąpił całkowity brak stereoskopowej jego widoczności.

Tu należy zauważyć, że w porze jesiennej, w czasie gdy są najlepsze warunki do wykonywania zdjęć lotniczych, panują w tych terenach niekiedy bardzo silne wiatry.

Dostrzeżenie tego czynnika było powodem do uzupełnienia badań przez włączenie pomiarów kameralnych rzędnych wysokościowych 60 wierzchołków drzew metodą autogrametryczną w oparciu o posiadane zdjęcia lotnicze, dokonane w różnych latach (1956, 1963 i 1967) oraz w oparciu o 2 różne naloty z 1967 roku (1 : 15 000 i 1 : 30 000).

Badania miały przebieg następujący:

1. Odczytanie i wynotowanie z liczników autografu Wild A8 rzędnych wysokościowych dla wybranych 60 wierzchołków drzew ze zdjęć lotniczych wykonanych w 1956 roku (z jednoczesnym sporządzeniem w skali 1 : 5000 podkładu na planszy, zawierającego rozmieszczenie tych drzew).

2. Jak wyżej, ale ze zdjęć lotniczych z 1963 roku (korzystając przy identyfikacji koron drzew z wyżej przygotowanego podkładu).

3. Porównanie rzędnych wysokościowych wynotowanych w czasie czynności 1 i 2.

4. Jak w poz. 1, ale ze zdjęć lotniczych 1 : 15 000 wykonanych w 1967 r. (korzystając przy identyfikacji koron drzew z wyżej przygotowanego podkładu).

5. Jak w poz. 1, ale ze zdjęć lotniczych 1 : 30 000 wykonanych w 1967 r. (korzystając przy identyfikacji koron drzew z wyżej przygotowanego podkładu).

6. Porównanie rzędnych wysokościowych uzyskanych w czasie czynności wymienionych pod poz. 4 i 5 oraz wyeliminowanie drzew poruszonych wiatrem, następnie wzięcie średnich arytmetycznych rzędnych wysokościowych dla koron drzew nie poruszonych, a odrzucenie poruszonych.

7. Porównanie rzędnych wysokościowych koron drzew nie poruszonych (z poz. 6) z odpowiednimi rzędnymi wysokościowymi poz. 1 i 2. Wyeliminowanie drzew poruszonych wiatrem.

Przy ustalaniu drzew poruszonych wiatrem na podstawie danych z poz. 4 i 5 kierowano się następującymi założeniami:

a) wysokości drzew nie uległy zmianie z przyczyn naturalnego ich wzrostu (od czerwca do października 1967 r.); a zatem zmiany w wysokości drzew zarówno na plus, jak i na minus mają swoje uzasadnienie wpływem wiatru, wychylającego korony drzew w kierunku składowej poziomej,

b) przy ustalaniu drzew poruszonych wiatrem liczone się z dopuszczalną różnicą powyżej ± 2 m (między rzędnymi), możliwą do usprawiedliwienia błędami przypadkowymi, wynikającymi z metody stereoskopowych pomiarów na autografie Wild A8.

W wyniku tych założeń ustalono, że 20 drzew na ogólną liczbę 60 było poruszonych wiatrem; maksymalne różnice w wysokościach drzew dochodziły do 5 metrów.

Przy ustalaniu drzew poruszonych wiatrem na podstawie danych pochodzących z poz. 1 i 2 kierowano się następującymi założeniami:

a) wysokości drzew uległy powiększeniu, natomiast nie mogły pozostać tej samej wysokości (co w 1956 r.), a tym bardziej nie mogły zmaleć w okresie późniejszym,

b) uwzględniono średni przyrost roczny na $+0,6$ m oraz odpowiednią tolerancję za możliwe błędy przypadkowe, wynikające z metody pomiaru.

W wyniku tych założeń ustalono:

— z pierwszego porównania: że 7 drzew było bez przyrostu, a 9 drzew „zmałało” na ogólną liczbę 50 drzew,

— z drugiego porównania: że 11 drzew było bez przyrostu, a 8 drzew „zmałało” na ogólną liczbę 52 drzew.

Jeśli nawet usprawiedliwić ilość drzew, które pozostały bez przyrostu, to w żadnym razie nie można usprawiedliwić drzew malejących przyczynami przyrodniczymi.

W celu potwierdzenia słuszności tych spostrzeżeń można przeanalizować znany wzór

$$h = \frac{H \Delta p}{b + \Delta p},$$

względnie jemu pochodny

$$\Delta h = \frac{H \Delta p}{b + \Delta p},$$

w którym Δh — zmiana wysokości drzewa,

Δp — odpowiednia zmiana w paralaksie podłużnej wierzchołka drzewa spowodowana wiatrem,

H — wysokość zdjęć lotniczych,

b — baza stereogramu.

W naszym przypadku gdy skala zdjęć lotn. wynosi 1 : 15 000, $f_k = 152$, $p = 60\%$, format 23×23 cm, to otrzymamy: $H = 2250$, $b = 92$ mm oraz zakładając, że amplituda wychylenia wierzchołka drzewa o wysokości 25 m może wynosić 3 metry, to otrzymamy $\Delta p = 0,2$ mm i ostatecznie

$$\Delta h = (2250 \cdot 0,2) : 92 = 5 \text{ metrów},$$

a zatem wpływ wiatru może zmienić wysokość takiego drzewa o około ± 5 m, co zgodne jest z wynikami kameralnych pomiarów wysokości drzew.

Z badań doświadczalnych oraz z analizy teoretycznej, dotyczących wpływu wiatru na mierzone stereoskopowo rzędne wysokościowe wierzchołków drzew wynika wniosek, że korzystanie z wysokości drzew przy opracowywaniu rzeźby terenów zalesionych jest dość problematyczne. Sprawę tę pogarsza jeszcze bardziej i ta okoliczność, że bezpośredni pomiar wysokości poszczególnych drzew metodami klasycznymi jest często niemożliwy ze względu na brak widoczności wierzchołków drzew; następnie, lokalizacja pomierzonego drzewa na zdjęciach lotniczych w terenie jest niepewna nawet przy mniejszych zwarcich. Korzystanie z rejestrów taksacyjnych leśnych, sporządzanych na określony czas przez odpowiednie nadleśnictwo jest również mało dokładne i mało użyteczne.

Na podstawie przeprowadzonych badań analitycznych oraz spostrzeżeń dokonanych w czasie ich wykonywania, można wyciągnąć następujące wnioski końcowe odnośnie opracowywania rzeźby terenów zakrytych metodami fotogrametrycznymi:

1. Niezależnie od czynników natury fotogrametrycznej, takich jak: skala zdjęć lotniczych, ogniskowa obiektywu kamery lotniczej, wysokość zdjęć ponad terenem, pokrycie zdjęć w szeregu, strona fotograficzna zdjęć lotniczych itp., na błąd wysokości warstwy mają wpływ jeszcze następujące czynniki środowiskowe i techniczne (specjalnie do podkreślenia): 1) wysokości drzew, 2) stopień zwarcia (ilość prześwitów lub polan), 3) wielkość powierzchni zalesionej, 4) siła i kierunek wiatru, a w konsekwencji: amplituda, kierunek i częstotliwość wahań koron drzew. Z częstotliwością wiąże się sprawa sfotografowania odpowiedniej fazy wychylenia tego samego drzewa na dwóch sąsiednich zdjęciach lotniczych

tworzących stereogram, 5) stereoskopowe pole widzenia układu optycznego autografu (powiększenie układu optycznego), 6) pokrycie podłużne zdjęć lotniczych; ważne przy zwarciach zadrzewienia poniżej 80%.

2. Ilość i zmienność wyżej wymienionych czynników jest tak duża i trudna do opanowania, że nie jest możliwe pokonanie wszystkich tych czynników w takim stopniu, aby można było wykonywać opracowania terenów zalesionych zgodnie z obowiązującymi dziś instrukcjami technicznymi pod względem wymaganych dokładności.

3. Przy opracowywaniu map warstwicznych w skali $1 : 5000 \div 1 : 10\,000$ na autografach typu Wild A8 najkorzystniejsze są zdjęcia lotnicze w skali $1 : 15\,000$, $f = 150\text{ mm}$, $p = 80\%$, $23 \times 23\text{ cm}$, względnie nawet zdjęcia lotnicze w skali $1 : 30\,000$, $f = 115\text{ mm}$, $p = 80\%$, $18 \times 18\text{ cm}$ sporządzone na diapozytywach szklanych.

4. Wykonanie zdjęć lotniczych terenów zalesionych powinno być przeprowadzone w miarę możliwości w okresie gdy drzewa pozbawione są liści.

5. Polecanym sposobem opracowywania warstwic terenów zalesionych metodą autogrametryczną byłoby prowadzenie warstwic na wysokości wyobraźnego terenu, tj. pod pokryciem lasu, niezależnie od stopnia zwarcia drzew.

Sposób ten wymaga od obserwatora pewnych kwalifikacji uzupełniających, polegających na odpowiednim przećwiczeniu w ciągnięciu warstwic tym sposobem.

6. Mapy w skalach $1 : 5000 \div 1 : 10\,000$, opracowane metodą autogrametryczną posiadać mogą następujące błędy średnie i systematyczne w zależności od stopnia zwarcia lasu przy zmiennych wysokościach drzew i terenu z wąwozami:

Tablica 5

Lp.	Stopień zwarcia lasu	Wielkości błędów średnich wysokości warstw.	Wielkości błędów systemat.
1	2	3	4
1	0% – 30%	dopuszczalne *)	nie ma
2	31% – 80%	dopuszczalne *)	niedopuszczalne *) (do $\pm 8\text{ m}$)
3	81% – 100%	niedopuszczalne *) (do $\pm 3,75\text{ m}$)	niedopuszczalne *) (do $\pm 16\text{ m}$)
*) w stosunku do obowiązujących instrukcji technicznych i dla wszystkich pochyłości terenu.			

7. Tereny leśne pozbawione wąwozów mogą posiadać błędy systematyczne równe najwyżej $\frac{2}{3}$ wysokości drzew w danej okolicy.

8. Opracowania terenów zalesionych będą w reguły bardziej zgeneralizowane, aniżeli tereny odkryte (brak będzie mikrorzeźby).

9. Duże partie leśne o wielkości odpowiadającej powierzchni stereogramu i większe, o 100% zwarcia i o różnorodnych wysokościach drzew, nie nadają się do opracowywania rzeźby metodami stereoskopowymi.

Na zakończenie pozostaje jeszcze dodać parę słów o opracowaniu sytuacji terenów zalesionych.

W warunkach Polski wydaje się najwłaściwsze wykorzystanie istniejących materiałów geodezyjnych, mapowych oraz rejestrów taksacyjnych sporządzonych przez służbę geodezyjną leśną.

Z map należałoby brać:

- 1) granice zewnętrzne obszaru leśnego,
- 2) granice szlaków komunikacyjnych, wodnych oraz ważniejsze szczególności terenowe,
- 3) granice administracyjne, linie podziału powierzchniowego,
- 4) powierzchnie leśne i nieleśne, szkółki itp.

L I T E R A T U R A

- [1] Czuraj H., Szczuka J.: Urządzanie lasu, PWRiL, Warszawa 1959.
- [2] Dreszer L., Zabielski B.: Urządzanie lasu, PWRiL, Warszawa 1962.
- [3] Niewied B.: Stereofotogrametryczne opracowanie rzeźby terenów zalesionych. Geodezja i Kartografia, nr 2, Moskwa 1967.
- [4] Szulmin M. W.: Wpływ leśnego pokrycia na dokładność określenia wysokości punktów dla różnych przyrządów stereoskopowych. Geodezja i Kartografia, nr 5, Moskwa 1968.

Rękopis złożono w Redakcji w sierpniu 1968 r.

СТАНИСЛАВ ДМОХОВСКИ

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ТОПОГРАФИЧЕСКИХ КАРТ ЗАСЕЛЕННЫХ РАЙОНОВ СТЕРЕОМЕТРИЧЕСКИМИ МЕТОДАМИ

Резюме

Изготовление карт залесённых районов фотограмметрическим путем составляет обыкновенно много трудностей, возникающих по вине закрытости местности, а также, по всей вероятности, завышенных требований точности действующих технических инструкций.

В связи с этим в Институте геодезии и картографии предпринято научно-исследовательские работы, используя для этого собственное испытательное поле, находящееся в районе Карпат. На этом поле подобрано залесённый участок характеризующийся дифференцированной конфигурацией местности (местность изрезанная оврагами, средние углы наклона местности 17°), различной сомкнутостью крон, различной высотой деревьев и густым подлеском. Богатый растительный покров этого участка позволил произвести непосредственное тахометрическое измерение координат (x , y , z) лишь 764 пунктов. Эти пункты послужили в качестве контрольных точек при проверке 10 примеров составления рельефа на этом участке по аэроснимкам в масштабе 1:15 000, 1:14 500 и 1:30 000 изготовленным в годах 1956, 1963 и 1967.

Все примеры были изготовлены в масштабе 1:5000 на автографе Вильд А8 двумя наблюдателями и в разное время.

Численный материал этих исследований собрано в 10 таблицах, с подразделением в каждой на три категории сложности (т. е. три степени сомкнутости крон: 100%, 80%, 30%). В качестве их иллюстрации приводится в статье таблицы 1 и 2. Составление результатов находится в таблицах 3 и 4.

При исследованиях уделено внимание влиянию ветра на измеряемую стереоскопически высоту деревьев: влияние это достигает порами ± 5 м при соответственной высоте деревьев.

На основании выполненных аналитических исследований а также наблюдений произведенных при их выполнении, можно было сделать следующие заключения, касающиеся составления рельефа залесённых районов стереометрическими методами:

1. Независимо от фотограмметрических факторов, как например: масштаб аэроснимков, фокусное расстояние объектива аэрофотокамеры, высота производства аэрофотосъёмки, величина продольного перекрытия, фотографическое качество аэрофотоснимков итд., на высотную ошибку горизонтали оказывают влияние следующие натуральные внешние и технические (их особо надо подчеркнуть) факторы: 1) высота деревьев, 2) степень сомкнутости крон (количество просветов или полян), 3) величина залесенной поверхности, 4) сила и направление ветра,

в результате же амплитуда, направление и частота колебаний крон деревьев. (С частотой вяжется вопрос регистрации на фотоизображении соответствующей фазы отклонения того самого дерева на соседних снимках, образующих стереопару), 5) стереоскопическое поле зрения оптической системы автографа (увеличение оптической системы), 6) продальное перекрытие аэроснимков (особо существенно в случае сомкнутости крон менее 80%).

2. Количество и изменчивость перечисленных выше факторов столь велико и столь сложно к освоению, что не имеется возможности преодоления всех этих трудностей в такой степени, чтобы можно было произвести съемку залесенных районов в соответствии, в отношении точности, с действующими сегодня техническими инструкциями.

3. При составлении рельефа для карт масштаба 1:5000 и 1:10 000 с помощью автографа Вильд А8 наиболее целесообразно использовать аэроснимки в масштабе 1:15 000 ($f = 150$ мм, $p = 80\%$, 23×23 см) или даже аэроснимки масштаба 1:30 000 ($f = 115$ мм, $p = 80\%$, 18×18 см) в виде диапозитивов на стекле.

4. Производство аэроснимков залесенных районов должно быть выполнено, по мере возможности, в период когда деревья лишены лиственного убранства.

5. Рекомендуемым способом составления горизонталей форм местности залесенных районов на универсальных приборах следует считать проведение горизонталей на высоте воображаемой местности, т.е. без учета лесного покрова, независимо от степени сомкнутости крон.

Этот способ требует от наблюдателя известной сноровки, приобретаемой в результате соответствующей тренировки составления горизонталей таким образом.

6. Карты в масштабе 1:5000÷1:10 000, составляемые на универсальных приборах характеризуют следующие средние квадратические и систематические ошибки (зависящие от степени сомкнутости крон, переменной высоты деревьев) присущие овражной местности — таблица 5.

7. Залесенные районы лишены оврагов могут иметь систематические ошибки равные максимально $\frac{2}{3}$ высоты деревьев данного участка.

8. Картографическое изображение залесенных районов будет, как правило, более генерализованным, чем открытых (безлесных) районов (не имеется возможности отображения микрорельефа).

9. Большие участки леса величиной соответствующей стереопаре и больше с 100% сомкнутостью крон и с различной высотой деревьев, не годятся для составления рельефа стереометодами.

10. При составлении контуров залесенных районов, наиболее целесообразно, в случае возможности, использовать существующие геодезические и картографические материалы и таксационные описания изготавливаемые соответствующими лесными геодезическими службами.

STANISŁAW DMOCHOWSKI

EXAMINATION OF ACCURACY OF TOPOGRAPHICAL SITUATION AND ALTITUDE MAPS FOR FORESTED REGIONS PREPARED BY STEREOMETRIC METHODS

Summary

Mapping of forested regions by photogrammetric methods is for the most part a difficult matter because of the invisibility of the ground and of the probably excessive accuracy demanded in pertinent technical rulings.

With this problem in mind the author started his research in the Institute of Geodesy and Cartography, making use of the Institutes experimental region situated in the Carpathians. In this region the selected a forest area with a diversified land relief (with a mean slant of 17° , dissected by ravines), showing a variety of tree-stand density, differences in tree height, and a dense undergrowth. The abundant vegetation prevented anything but a direct tachimetric survey of 764 points (xyz). These points were used as control points for ten contour maps of the examined area, prepared on the basis of the different scales of the air photos (1:15 000, 1:14 500, 1:30 000) which had been taken at different periods of time: in 1956, 1963 and 1967, respectively.

All new mapping was made in 1:5000 scale by means of a Wild A8 autograph, independently by two observers, and at different times.

The numerical material obtained from this work was classified in 10 Tables, each divided into three classes of difficulties met, that is, three different classes of tree density: 100%, 80%, and 30%. An illustration of these classes the author shows in Tables 1 and 2, whereas his summing-up of the results the obtained is given in Tables 3 and 4.

During his work the author took into account the effect of wind upon the stereoscopically determined height of trees; for high trees this effect is often as much as ± 5 m.

When it comes to mapping the relief of forested regions by stereo-photogrammetric methods, analytical examinations and observations made by the author during field work caused him to arrive at the following conclusions:

1. Apart from agencies of a photogrammetric nature, such as the scale of air photos, focal details of the air-photo camera, height of aerial survey above ground, serial overlapping of photos, the photographic features of air photos, etc., there are additionally a number of environmental and technical elements particularly worth being emphasized, which bear upon possible errors in the height of the contours plotted: 1) tree height; 2) tree-stand density (the number of clear interstices and clearings); 3) extent of forested area examined; 4) wind force and direction and,

in consequence, amplitude, direction and frequency of sway of tree crowns. It might be mentioned here, that the sway frequency demands photos of the same phase of sway of the same tree on two adjoining photo strips forming the stereogramme; 5) the stereoscopic field of vision of the optical autograph pattern representing an enlargement of the optical pattern; 6) the longitudinal overlapping of air photos — a matter particularly important when the compactness of the stands is less than 80%.

2. The number and variety of agencies enumerated above is so great and so difficult to cover, that it is impossible to embrace all of them to such degree as to permit surveying forested areas in full accordance with the accuracy demanded by instructions valid today.

3. For compiling contour maps in 1:5000 to 1:10 000 scale by means of autographs of the Wild A8 type, most suitable are air photos made in 1:15 000 scale with $f = 150$ mm, $p = 80\%$, and of 23×23 cm size or, even, air photos in 1:30 000 scale, with $f = 115$ mm, $p = 80\%$, and of 18×18 cm size, prepared on glass diapositives.

4. Wherever possible, the author advises making air photos of forested areas while the trees are bare.

5. A method recommended for compiling contour maps of forested areas by means of the autogrammetric method is to draw the contours at altitudes at which the ground surface is supposed to lie, below the tree crowns, no matter how dense the trees happen to stand.

However, this procedure requires some supplementary ability on the part of the surveyor, presupposing some practical experience in this method of contour plotting.

6. Depending on how densely forested an area is, combined with varying tree heights and with ravines occurring therein, contour maps in 1:5000 to 1:10 000 scale compiled by the autogrammetric method may be burdened with a number of mean and systematic errors see Table 5.

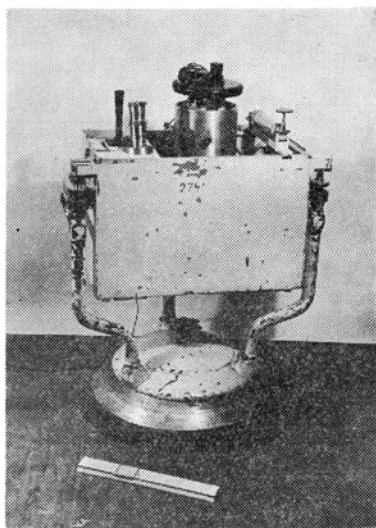
7. Systematic errors of forested areas devoid of ravines should not exceed $\frac{2}{3}$ of the tree height of a given region.

8. As a rule maps of forested areas are bound to be more generalized than maps of bare areas, because the microrelief will be missing.

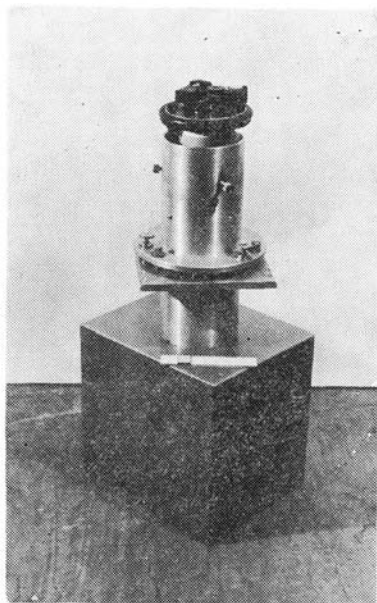
9. Unfit for mapping of the ground surface relief by means of stereoscopic methods are wide-spread forest regions of extents equal to, or larger than, the stereogramme surface, where the tree density is 100% and the tree heights are diversified.

10. Whenever possible, for any mapping of the ground surface of forested areas use should be made of available geodetic data and maps, as well as of taxation records prepared by competent geodesists of the Forest Service.

odczyt n_i , zgodnie z uprzednio zaplanowanym programem obserwacji, a śrubą mikrometryczną ramy GAE nachylano grawimetr powyżej poziomu do położenia, w którym w okularze grawimetru indeks wahadełka pomiarowego (promień świetlny w polu widzenia okularu) ustawi się na środkowej kresce skali odczytowej. Wówczas na kole wykonywano odczyt $+T_i$. Następnie śrubą mikrometryczną ramy GAE pochylano grawimetr



Rys. 1



Rys. 2

poniżej poziomu i wykonywano odczyt $-T_i$. Po zmianie odczytu na bębnie małego zakresu grawimetru na n_{i+1} wykonano w sposób analogiczny kolejno odczyty $+T_{i+1}$, $-T_{i+1}$... Tak postępowano aż do wyczerpania wszystkich przewidywanych programem obserwacji odczytów grawimetru. Dla uwzględnienia chodu grawimetru, na zakończenie serii pomiarowej w położeniu wyjściowym TH koła poziomego wykonywano powtórny odczyt grawimetru n'_o . Z różnicy odczytów $n_o - n'_o$ wyznaczono poprawkę ze względu na chód grawimetru. Ponieważ grawimetr Sharpe nr 228G charakteryzuje się małym i liniowym chodem nie było konieczności kontrolowania go częściej niż na początku i końcu serii pomiarowej. Przeciętna seria pomiarowa trwała około 1,5 godziny.

Cały zakres pomiarowy badanego grawimetru wynosi 1000 działek czyli około 100 miligali, podziałkę odczytową badano więc co 100 działek. Z reguły połowa serii była wykonywana przy odczytach grawimetru według programu 100, 200, 300... 900 a druga połowa — według programu 100, 150, 250... 950.