

# Tadeusz Szczutko

---

## Badania eksploatacyjne układów dalmierczych tachimetru Topcon GPT-3005LN w zakresie krótkich odległości

---

Acta Scientifica Academiae Ostroviensis nr 27, 85-92

---

2007

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej [bazhum.muzhp.pl](http://bazhum.muzhp.pl), gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Tadeusz Szczutko

## BADANIA EKSPLOATACYJNE UKŁADÓW DALMIERCZYCH TACHIMETRU TOPCON GPT- 3005LN W ZAKRESIE KRÓTKICH ODLEGŁOŚCI

### Wstęp

Użyte w tytule sformułowanie „badanie układów dalmierczych” związane jest z tym, że w tachimetrach serii GPT-3000 produkcji japońskiej firmy Topcon umieszczone zostały trzy jednostki dalmiercze. Użytkownik tachimetru posiada możliwość:

- a) pomiaru z wykorzystaniem reflektora odbijającego,
- b) pomiaru bezlustrowego w zakresie 1,5 – 250 m,
- c) pomiaru bezlustrowego z wykorzystaniem wiązki dużej mocy w zakresie 5 – 1200 m.

Producent sprzętu używa określenia „Pulse Total Station”. Można domyślać się, że jest to tachimetr wyposażony w dalmierz impulsowy z modulacją pseudoprzyppadkową [3]. Parametry poszczególnych „układów dalmierczych” zawarte są w tabeli 1 [4].

Sposób pomiaru	Rozdzielczość (mm)	Błąd standardowy	Czas pomiaru (sek.)
Przyzmat (folia)	0,2	$\pm (3 \text{ mm} + 2 \text{ ppm} \cdot D)$	3
	1		1,2
Bez lustro do 250 m	0,2	$\pm 5 \text{ mm}$	3
	1		1,2
Bez lustro do 1200 m	1	$\pm(10 \text{ mm} + 10 \text{ ppm} \cdot D)$	1,5-6

Tabela 1. Dokładność pomiaru odległości w trybie dokładnym – tachimetry serii GPT-3000

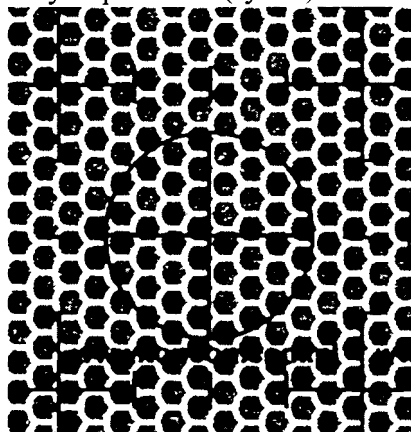
Dla potrzeb niniejszego artykułu w tabeli uwzględniono tylko precyzyjny tryb pomiaru. Oprócz typowego reflektora przyzmatycznego można stosować do pomiaru odległości specjalnie przygotowaną folię odbłaskową.

Folia ta jest dostarczana przez firmę Topcon z przeznaczeniem do własnego sprzętu i do innych typów dalmierzy np. Leica nie nadaje się.

## Cel i zakres badań

Celem badań było rozpoznanie możliwości zastosowania tachimetru GPT-3005LN do założenia testowej sieci pomiarowej w pomieszczeniu zamkniętym, w tym określenie z jaką wynikową dokładnością można mierzyć odległości w zakresie do 32 m w takiej sieci z wykorzystaniem folii odbłaskowej. W niektórych zastosowaniach przemysłowych, w pomiarach wykonywanych w pomieszczeniach zamkniętych pomiar może być wykonywany tylko bezlusterkowo lub z wykorzystaniem folii dalmierczej. Przykładem sieci tego typu może być trójwymiarowe pole testowe do kalibracji cyfrowych aparatów fotograficznych wykorzystywanych do inżynierskich opracowań fotogrametrycznych.

Niewielki kwadrat folii naklejony na stałe np. na ścianie może stanowić wygodny w zastosowaniu celownik, do którego mogą być wykonywane pomiary, w zależności od bieżących potrzeb. Wydrukowany na folii schematyczny rysunek siatki celowniczej umożliwiają jednoznaczną identyfikację mierzonych punktów (rys. 1).



Rys. 1. Folia odbijająca do tachimetrów firmy Topcon

Ciemne pola na rys. 1 ułożone w kształcie rybiej łuski to powierzchnie odbijające promieniowanie wysyłane przez dalmierz. W założeniu folia dalmiercza powinna posiadać cechy odbijające podobne do reflektora szklanego.

W zależności od wyników testu miała być podjęta decyzja o sposobie realizacji sieci i wzajemnej proporcji pomiarów kątowych i liniowych.

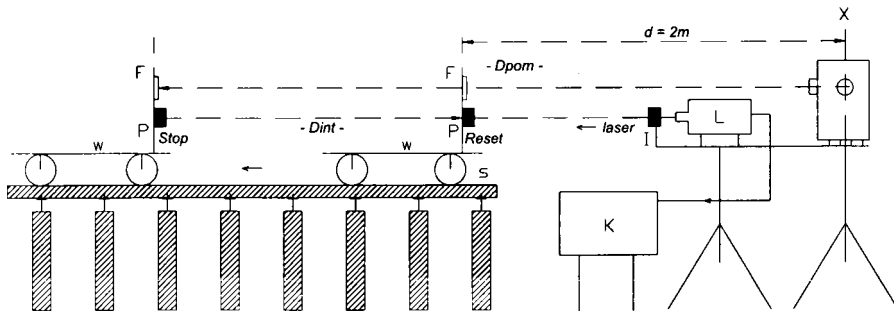
Badania wskazań dalmierza GPT-3005LN przy pomiarze na reflektor pryzmatyczny oraz w trybie bezlustrowym w zakresie do 32 m opisano w [1].

### **Wzorzec długości**

Jako wzorzec długości wykorzystano laserowy zestaw interferencyjny firmy Hewlett-Packard HP 5529A w konfiguracji pomiaru liniowego [2]. Interferometr laserowy jest dalmierzem pracującym bezpośrednio na fali nośnej. Pomiar odległości odbywa się na zasadzie zliczania prążków interferencyjnych powstających przez nałożenie się promienia lasera odbitego od reflektora pryzmatycznego z promieniem wychodzącym bezpośrednio z nadajnika. W celu zwiększenia dokładności pomiaru zastosowano modulację promieniowania laserowego za pomocą dwóch częstotliwości F1 i F2 oraz efekt Dopplera występujący podczas przesuwania reflektora pomiarowego. Opis budowy i działania dwuczęstotliwościowego interferometru laserowego znajduje się w [5].

### **Procedura badań**

Badaniu poddano tachimetr GPT-3005LN nr 1U0274. Pomiary zostały wykonane w Laboratorium Metrologicznym Wydziału Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Istotę badania stanowiło porównanie długości mierzonych dalmierzem z długościami pomierzonymi interferometrem. Pomiar długości rozpoczynano od odległości 2 m w punkcie startowym (*Reset*). W punkcie tym operator programu obsługującego system interferencyjny zeruje licznik pomiaru odległości. Wózek pomiarowy z reflektorem odbijającym interferometru odstępach przesuwany jest co 0,25 m i równocześnie wykonywany jest odczyt odległości z interferometru (*Stop*) i pomiar odległości dalmierzem na folię. Folia naklejona jest na płytkę o wymiarach 4 x 4 cm i umieszczona na wózku bezpośrednio nad reflektorem. Schemat układu pomiarowego jest pokazany na rys. 2.



Rys. 2. Schemat układu pomiarowego z interferometrem laserowym HP 5529A

### Legenda:

- L - głowica laserowa HP 5519A
- I - interferometr optyczny HP 10766A
- P - precyzyjny pryzmat firmy HP 10767A
- F - folia dalmiercza Topcon 4 x 4 cm
- K - komputer z oprogramowaniem pomiarowym
- W - wózek z układem pryzmatów
- S - pozioma (zamocowana na podporach) szyna aluminiowa o długości 32 metrów
- X - badany dalmierz

Tachimetr umożliwia odczyt odległości z dokładnością  $\pm 0,2$  mm; w trybie podstawowym z dokładnością  $\pm 1$  mm. Zakres badanych odległości był ograniczony długością torowiska i wynosił od 2 do 32 m.

Wyniki pomiaru zapisywano do pliku pomiarowego w postaci arkusza kalkulacyjnego Microsoft EXCEL.

Pomiar wykonano w dwóch niezależnych cyklach z wykorzystaniem obydwu trybów:

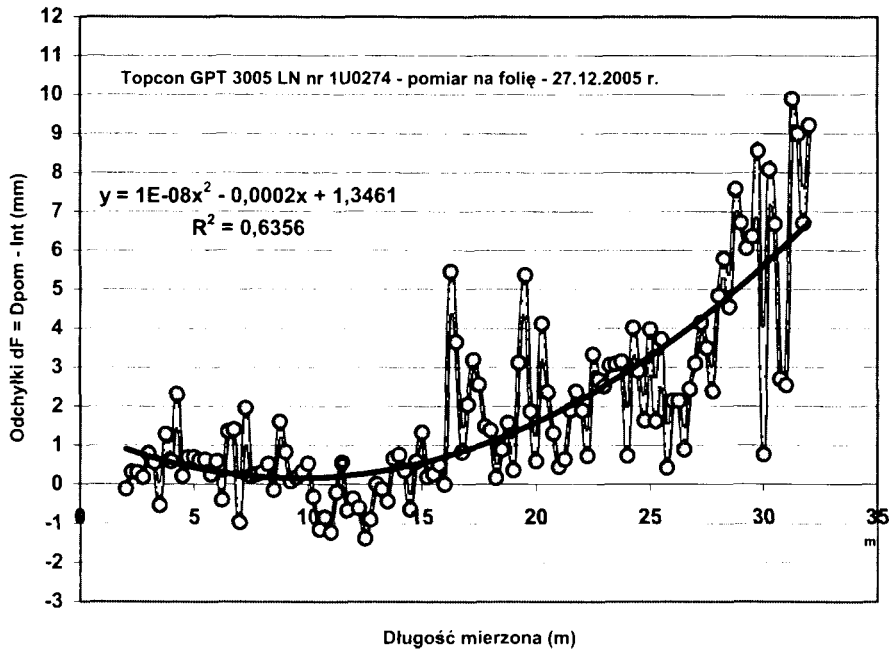
- w dniu 27.12.2005 r. z wykorzystaniem dokładności odczytu  $\pm 1$  mm,
- po analizie wyników pomiar powtórzono w dniu 18.01.2006 r. ustawiając rozdzielczość dalmierza na  $\pm 0,2$  mm.

## Analiza wyników

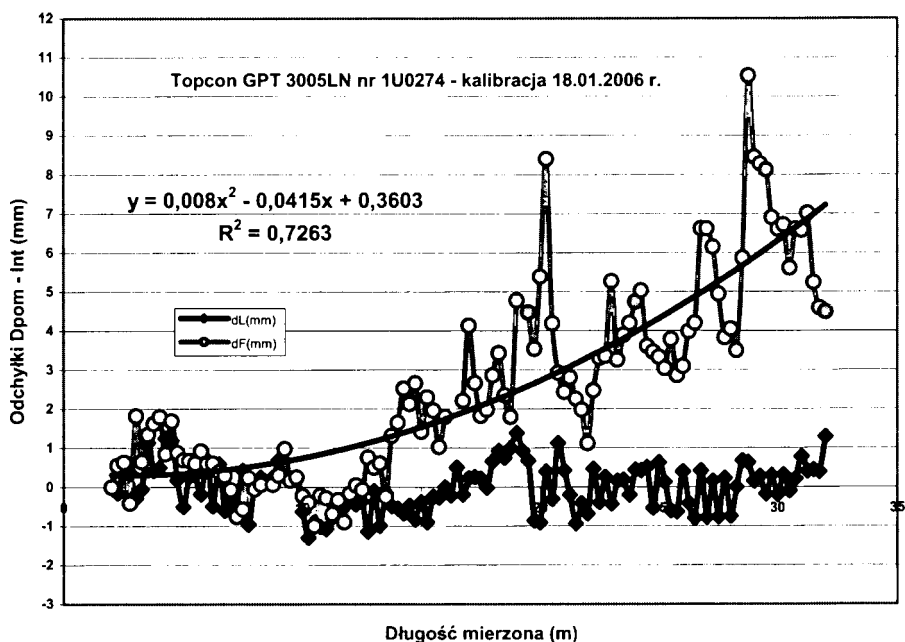
Sporządzono wykres różnic pomiędzy długością pomierzoną za pomocą interferometru przyjętą za wzorcową a odległością mierzoną na folię (rys. 3 i 4).

$$dF = D_{\text{Pom}} - \text{Int}_t - 2,000 \text{ m}$$

W niniejszej pracy nie omawiano problemu wyznaczania stałej dodawania dla układu pomiarowego dalmierz – folia odbłaskowa. Odległość początkową od której rozpoczynano pomiar porównawczy oznaczoną na rys. 2 „ $d = 2 \text{ m}$ ” odmierzone z dokładnością ok. 1 mm. Niedokładne wyznaczenie stałej dodawania spowoduje przesunięcie wykresu różnic  $dF$  wzdłuż osi pionowej, co nie ma znaczenia dla interpretacji wyników wykonanych pomiarów. Szczegółowe procedury wyznaczania stałej dodawania opisane są w [5].



Rys. 3. Porównanie odległości mierzonych na folię z długościami wzorcowymi mierzonymi interferometrem – dokładność odczytu 1 mm.



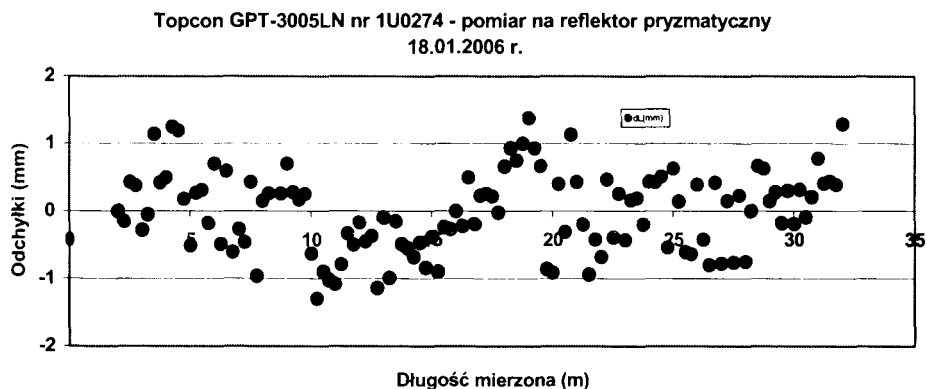
Rys. 4. Porównanie odległości mierzonych na folię z długościami wzorcowymi mierzonymi interferometrem – dokładność odczytu 0,2 mm

Analizując wykresy różnic można stwierdzić podział na dwa podzakresy:

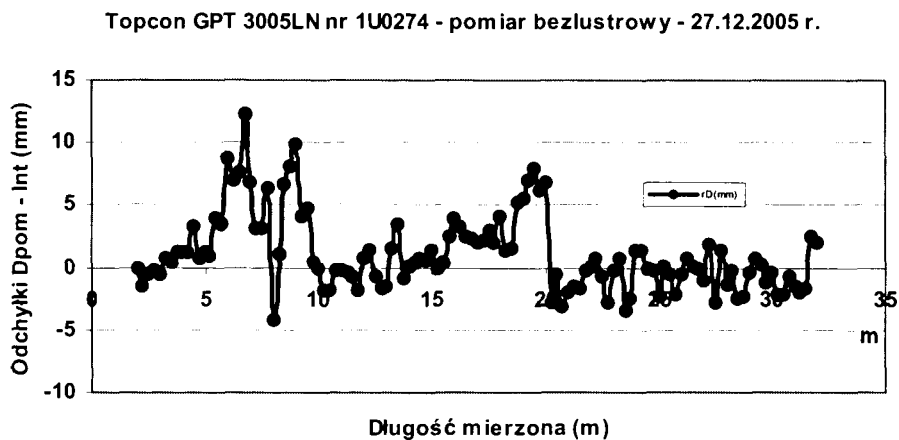
- w przedziale odległości 2-15 m różnice dF nie są obarczone błędem systematycznym zależnym od odległości,
- w zakresie odległości powyżej 15 różnice dF wzrastają znacznie,
- błąd systematyczny dla odległości 32 m wynosi aż 7 mm, a ponadto wzrasta błąd przypadkowy pomiaru.

Na obu wykresach różnice dF można aproksymować parabolą drugiego stopnia lub funkcją wykładniczą. Bez względu na zastosowaną dokładność odczytu pomiaru odległości w dalmierzu,  $\pm 0,2$  czy też  $\pm 1$  mm różnice dF układają się podobnie na obu wykresach. Kształt krzywych aproksymujących wyniki pomiarów jest prawie identyczny.

Na rys. 5 wartości dL oznaczają różnice pomiędzy dwukrotnym pomiarem odległości na folię (dokładność odczytu  $\pm 0,2$  mm) . Błąd wartości średniej liczony z par spostrzeżeń wynosi  $\pm 0,35$  mm.



Rys. 5. Porównanie długości mierzonej interferometrem z pomiarem na reflektor pryzmatyczny – dokładność odczytu 0,2 mm



Rys. 6. Porównanie długości mierzonej interferometrem z pomiarem bezlustrowym [1]

## Podsumowanie

Folia odbłaskowa może zastępować reflektor pryzmatyczny przy zapewnieniu dokładności pomiaru rzędu  $\pm 1$  mm do odległości ok. 15 m. Powyżej tego zakresu błąd pomiaru znacznie wzrasta. Pomiar bezlustrowy (rys. 6) nie zapewnia w tym zakresie odpowiedniej dokładności.

Pomiar na folię odbłaskową może być wykorzystywany do pomiaru detali architektonicznych oraz urządzeń przemysłowych, gdzie sygnalizacja celu za pomocą reflektora pryzmatycznego jest niemożliwa. Może być również stosowany do badań laboratoryjnych do realizacji



osnów testowych dla sprawdzania innych przyrządów geodezyjnych i fotogrametrycznych.

**Literatura:**

1. Buško M., *Charakterystyka wybranych cech funkcjonalnych tachimetrów elektronicznych*, AGH Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Tom 12, Zeszyt 1, Kraków 2006.
2. Cholewa T., Zajski A., *Wyznaczanie wpływu błędów cyklicznych w precyzyjnych pomiarach odległości wykonywanych za pomocą dalmierzy elektronicznych*, Praca magisterska, Kraków 2005.
3. Holejko K., *Precyzyjne elektroniczne pomiary odległości i kątów*, WNT, Warszawa 1987.
4. Instruction Manual „Pulse Total Station” GPT-3000LN Series,