

JAN CISAK

MARIA DOBRZYCKA

ADAM MAZUR

389.16:528(438)

### Prace nad konserwacją jednostki długości dla Polskiej Służby Geodezyjnej

Na podstawie porozumienia pomiędzy Centralnym Urzędem Jakości i Miar (obecnie Polski Komitet Normalizacji i Miar) i Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii sprawdzanie precyzyjnych przymiarów geodezyjnych przeszło od marca 1971 roku w zakres prac resortu geodezji.

Realizację wynikających stąd zadań powierzono Instytutowi Geodezji i Kartografii, w którym utworzono pracownię metrologiczną pod naukowym kierownictwem doc. Jerzego Jasnorzewskiego.

Polski Komitet Normalizacji i Miar — w ramach wspomnianego porozumienia — udostępnił Instytutowi niezbędną aparaturę i pomieszczenia.

Na aparaturę składają się:

1. Zespół wzorców kreskowych złożony z trzech wzorców 1-metrowych i jednego 4-metrowego.
2. Pięćdziesięciometrowy komparator geodezyjny.
3. Uniwersalny komparator SIP okresowo udostępniany Instytutowi.
4. Interferencyjny komparator Väisälä.

Jako podstawowe zadanie Pracowni Metrologii Geodezyjnej uznano konserwację jednostki długości na możliwie wysokim poziomie w oparciu o międzynarodowy wzorzec metra.

Wzorce przekazane do dyspozycji Instytutu sporządzone są z platynitu przez szwajcarską firmę SIP w końcu lat czterdziestych. Wzorce te, wykonane stosunkowo niedawno podlegają jeszcze zmianom strukturalnym materiału, co pociąga za sobą występowanie zmian ich długości o charakterze długookresowym, krótkookresowym i skokowym. Systematyczne wyznaczanie długości wzorców poprzez porównywanie ich z wzorcem międzynarodowym pozwala na określenie długookresowych zmian długości. Wzajemne okresowe porównywanie długości wzorców między sobą pozwala scharakteryzować zmiany krótkookresowe i ewentualnie skokowe.

Dla zapewnienia jednostce długości odpowiedniego poziomu dokładności realizowany jest w Pracowni Metrologii ZPP następujący program:

1. Porównania z międzynarodową jednostką długości w celu wyznaczenia długości wzorców.

2. Wzajemne porównywanie wzorców dla kontroli charakteru zmian długości poszczególnych wzorców w okresach między kolejnymi wyznaczeniami ich długości.

3. Badanie współczynników wydłużenia termicznego wzorców.

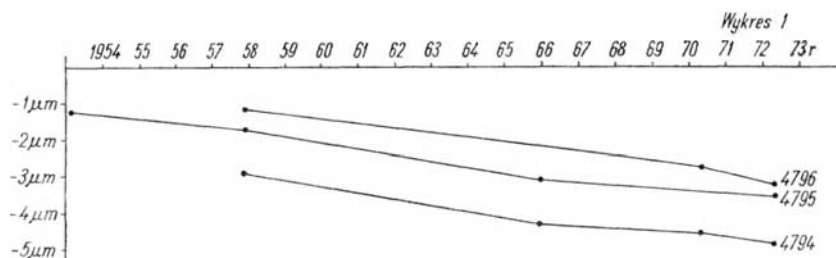
4. Przystosowanie interferometru Väisälä do pomiaru Krajowej Bazy Długościowej.

W czerwcu 1972 roku dokonano wyznaczenia długości wszystkich trzech wzorców w WNIIM w Leningradzie. W roku 1973 wyznaczono ich długości w Międzynarodowym Biurze Miar i Wag w Sèvres. Wyniki tego porównania nie są jeszcze ostatecznie opracowane.

Tablica 1

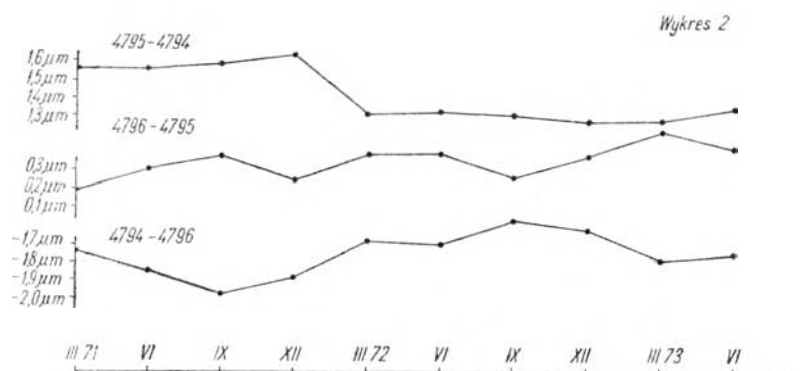
| Data wyznaczenia długości | Długość wzorców przy temp. +20° |       |       |
|---------------------------|---------------------------------|-------|-------|
|                           | 4794                            | 4795  | 4796  |
| marzec 1953               |                                 | -1,24 |       |
| listopad 1957             | -2,96                           | -1,72 | -1,19 |
| listopad 1965             | -4,33                           | -3,11 |       |
| marzec 1970               | -4,59                           |       | -2,73 |
| czerwiec 1972             | -4,84                           | -3,52 | -3,20 |

Dotychczasowe wyniki porównań długości wzorców z międzynarodową jednostką długości podane w tablicy I wykazują istnienie ciągłych i niezupełnie regularnych zmian ich długości. Zestawienie to ilustruje wykres 1.



Z przytoczonych danych wynika, że w celu zapewnienia zespołowi wzorców odpowiedniej dokładności konieczne jest okresowe ich porównywanie z międzynarodową jednostką długości nie rzadziej niż raz na dwa lata.

Dla kontroli krótkookresowych i skokowych zmian długości wzorców wykonano 10 pełnych serii wzajemnych porównań długości na komparatorze SIP. Przez pełną serię rozumie się zamknięty cykl porównania każdego wzorca z każdym w ośmiu różnych względem siebie ułożeniach. Zmiany ułożenia wzorców mają na celu wyeliminowanie wpływu błędów wynikających ze sposobu nacięcia kresek, ich oświetlenia i nieregularnego rozkładu temperatury w wannie komparatora. Porównania te, które przytoczone są w tablicy 2 powtarzane są systematycznie co kwartał. Otrzymane wyniki ilustruje wykres 2.



W chwili obecnej trudno jeszcze określić w jakim stopniu nieregularności wyników pochodzą od rzeczywistych zmian długości wzorców w jakim zaś od błędów obserwacji. Zestawione bowiem w tablicy 2 błędy zamknięcia cyklu porównań wskazywałyby na błędy poszczególnych różnic pomiędzy długościami wzorców w granicach 0,03—0,04  $\mu\text{m}$  (z wyjąt-

Tablica 2

| Nr<br>kol. | Data        | Różnica długości wzorców (wyr.) |           |           | Błąd zamkn. |
|------------|-------------|---------------------------------|-----------|-----------|-------------|
|            |             | 4796—4794                       | 4794—4795 | 4795—4796 |             |
| 1.         | marzec 1971 | +1,74                           | -1,56     | -0,18     | +0,03       |
| 2.         | czerw. 1971 | +1,85                           | -1,55     | -0,30     | 0,00        |
| 3.         | wrzes. 1971 | +1,97                           | -1,58     | -0,39     | -0,37       |
| 4.         | grudz. 1971 | +1,88                           | -1,63     | -0,25     | -0,08       |
| 5.         | marzec 1972 | +1,69                           | -1,29     | -0,40     | -0,10       |
| 6.         | czerw. 1972 | +1,70                           | -1,31     | -0,39     | -0,02       |
| 7.         | wrzes. 1972 | +1,57                           | -1,30     | -0,27     | -0,16       |
| 8.         | grudz. 1972 | +1,63                           | -1,26     | -0,37     | -0,02       |
| 9.         | marzec 1973 | +1,78                           | -1,27     | -0,51     | -0,26       |
| 10.        | maj 1973    | +1,75                           | -1,33     | -0,42     | -0,09       |

kiem serii oznaczonych numerami 3, 7 i 9), natomiast średni błąd średniej różnicy długości wzorców ze zgodności wewnątrz 8 ułożeń wynosi z reguły około  $0,2 \mu\text{m}$ . Tak duża rozbieżność między wielkościami błędów obliczonych różnymi sposobami zdaje się świadczyć o występowaniu w obserwacjach dość dużych błędów systematycznych.

Dla wyznaczenia współczynnika wydłużenia termicznego wzorców metrowych wykonano 4 pełne serie obserwacji również na komparatorze uniwersalnym SIP. W tym wypadku przez pełną serię rozumie się 16 kombinacji ułożeń w trzech temperaturach: około  $0^\circ$ ,  $20^\circ$  i  $40^\circ\text{C}$ . Z poszczególnych serii po jednoczesnym wyrównaniu otrzymuje się współczynniki wydłużenia termicznego każdego z trzech wzorców. Obserwacje te powtarza się co roku. Dotychczasowe wyniki zestawione zostały w tablicy 3.

Tablica 3

| Data      | 4794     |         | 4795     |         | 4796     |         |
|-----------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|           | $\alpha$ | $\beta$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\alpha$ | $\beta$ |
| 1953 (?)  | +6,48    | +0,0040 | +6,46    | +0,0048 | +6,45    | +0,0056 |
| III. 1971 | +6,45    | -0,0032 | +6,40    | -0,0021 | +6,47    | -0,0047 |
| XII. 1971 | +6,46    | -0,0045 | +6,42    | -0,0062 | +6,46    | -0,0054 |
| IX. 1972  | +6,43    | -0,0038 | +6,39    | -0,0040 | +6,43    | -0,0015 |
| V. 1973   | +6,44    | -0,0046 | +6,41    | -0,0042 | +6,45    | -0,0038 |

Zasadniczej zmianie uległ współczynnik przy wyrazie drugiego rzędu. Ze względu na przedział czasu dzielący obecne i dawne wyznaczenia oraz nieduży jeszcze materiał, trudno ustosunkować się do charakteru tej zmiany.

Wzorzec 4-metrowy służy do wyznaczania długości komparatora geodezyjnego dla komparacji przymiarów drutowych inwarowych. Długość wzorca wyznacza się za pośrednictwem wzorców 1-metrowych. Po wstępnej analizie materiałów nagromadzonych przy komparacji drutów uznano za konieczne wyznaczenie równania wzorca 4-metrowego analogicznie do równań wzorców 1-metrowych i okresowe sprawdzanie jego ewentualnych zmian.

Tablica 4

| Data         | $\alpha$ | $\beta$ |
|--------------|----------|---------|
| 10. 11. 1958 | +25,68   | -0,014  |
| 12. 01. 1972 | +25,13   | -0,013  |
| 29. 05. 1973 | +26,03   | -0,001  |

W tym celu zbudowano urządzenie do wyznaczania współczynnika termicznego i przeprowadzono 2 serie obserwacji na komparatorze geodezyjnym w zakresie temperatur od  $0^{\circ}$  do  $40^{\circ}$  co  $10^{\circ}\text{C}$ . Uzyskane wyniki są zgodne z wynikiem wyznaczenia dokonanego w roku 1958 w WNIIM w Leningradzie.

Od początku 1972 roku prowadzi się co miesiąc regularne serie wyznaczeń długości wzorca 4-metrowego przy użyciu wszystkich trzech wzorców 1-metrowych po dwa wyznaczenia z każdym. Uzyskane wyniki zredukowane do temperatury  $+20^{\circ}\text{C}$  przytoczone są w tablicy 5. Dane te ilustruje wykres 3.

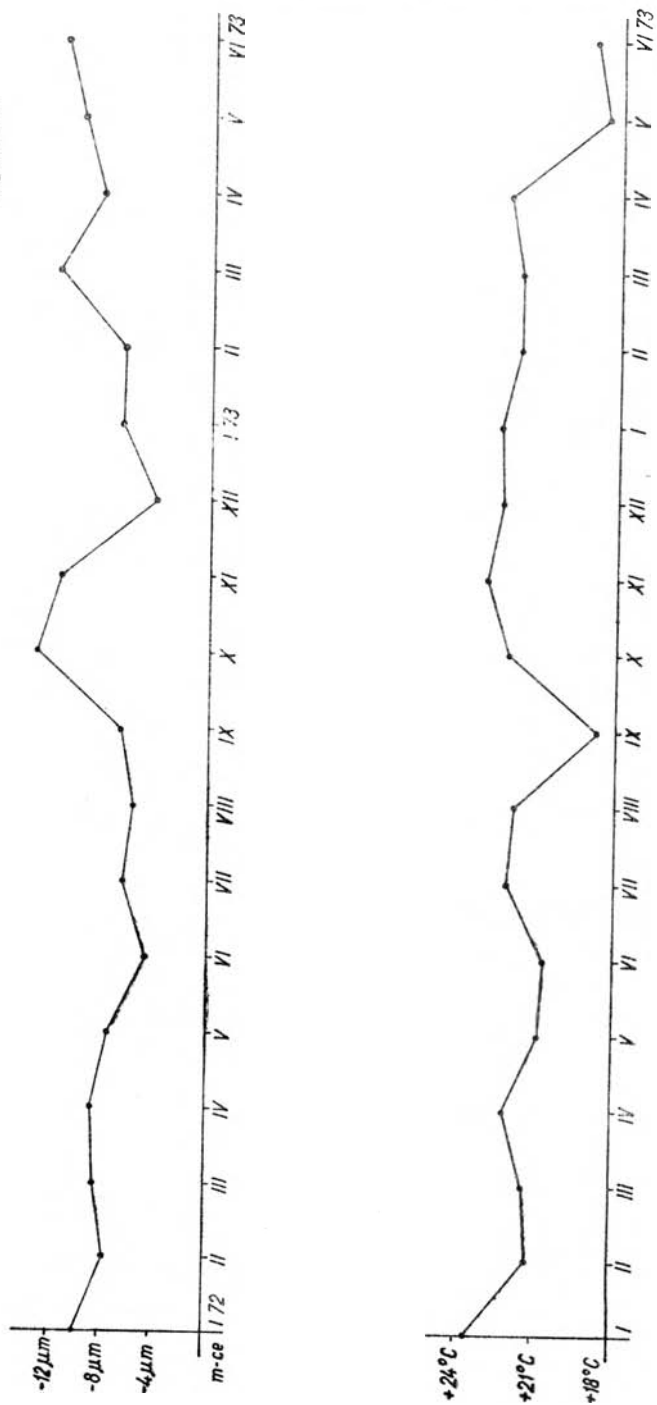
Tablica 5

| Data    | Dł. wzorca<br>zred. do $+20^{\circ}\text{C}$ | Temp. przy wyzn.<br>długości wzorca | Data    | Dł. wzorca<br>zred. do $+20^{\circ}\text{C}$ | Temp. przy wyzn.<br>długości wzorca |
|---------|----------------------------------------------|-------------------------------------|---------|----------------------------------------------|-------------------------------------|
| I. 1972 | 4m $-10,0\mu\text{m}$                        | $+23,6^{\circ}\text{C}$             | X.      | 4m $-13,6\mu\text{m}$                        | $+22,2^{\circ}\text{C}$             |
| II.     | $-7,7$                                       | 21,2                                | XI.     | $-11,7$                                      | 23,1                                |
| III.    | $-8,4$                                       | 21,4                                | XII. 72 | $-4,2$                                       | 22,5                                |
| IV.     | $-8,7$                                       | 22,2                                | I. 73   | $-7,0$                                       | 22,6                                |
| V.      | $-7,7$                                       | 20,9                                | II.     | $-6,8$                                       | 21,8                                |
| VI.     | $-4,8$                                       | 20,7                                | III.    | $-11,9$                                      | 21,8                                |
| VII.    | $-6,6$                                       | 22,3                                | IV.     | $-8,5$                                       | 22,3                                |
| VIII.   | $-5,7$                                       | 22,0                                | V.      | $-10,0$                                      | 18,5                                |
| IX.     | $-6,4$                                       | 18,8                                | VI.     | $-11,4$                                      | 18,9                                |

Nieregularności uwidocznione na wykresie przekraczają średni błąd wyniku z 6 wyznaczeń. Błąd ten utrzymuje się na poziomie  $2\mu\text{m}$ . Aby zorientować się, czy nieregularności te obrazują rzeczywiste zmiany długości wzorca, czy też są spowodowane innymi przyczynami o charakterze np. błędów systematycznych związanych z temperaturą, sporządzono również wykres temperatur, w których przeprowadzano poszczególne wyznaczenia jego długości. Korelacja obu wykresów w pierwszej fazie badań nasuwała przypuszczenie o dużym błędzie współczynnika wydłużenia termicznego wzorca 4-metrowego. Eksperymenty z długotrwałym wyrównywaniem temperatury wzorców 1-metrowych z temperaturą bezpośredniego otoczenia komparatora doprowadziły do zaniku domniemywanej zależności, nie rozstrzygnęły jednak pochodzenia występujących nieregularności. W dalszym ciągu prac związanych z konserwacją jednostki długości przewiduje się kolejne doświadczenia prowadzące do wyjaśnienia omawianego wyżej zjawiska.

Oprócz wyżej wymienionych badań związanych z konserwacją jednostki długości zaplanowano przystosowanie interferometru Väisälä do pomiaru Krajowej Bazy Długościowej. Prace rozpoczęto od uzupełniania i renowacji aparatury.

Wykres 3



ЯН ЧИСАК  
МАРИЯ ДОБЖИЦКА  
АДАМ МАЗУР

## РАБОТЫ ПО ОБСЛУЖИВАНИЮ ЭТАЛОНА ДЛИНЫ ДЛЯ ПОЛЬСКОЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ

### Р е з ю м е

В настоящей публикации представлен отчёт о деятельности лаборатории геодезической метрологии Института геодезии и картографии, касающейся обслуживания эталона длины. Начиная с 1971 года проводится изучение образцов, переданных Институту Польским комитетом стандартизации и мер для определения их моментальной длины. В состав этих исследований входят: сравнение с международным эталоном длины, взаимные сравнения эталонов, определение коэффициентов термического расширения, а также предварительный анализ результатов. Эти работы имеют постоянный характер и будут проводиться и впредь.

JAN CISAK  
MARIA DOBRZYCKA  
ADAM MAZUR

## A STUDY ON THE MAINTENANCE OF THE UNIT OF LENGTH FOR GEODETIC WORKS IN POLAND

### S u m m a r y

A report on an activity of the Laboratory of Geodetic Metrology of the Institute of Geodesy and Cartography concerned with the maintenance of the unit of length is presented. The investigations on determining the temporary length of standards, given by PKNiM, have been carried out since 1971. These investigations contain the comparisons with the international unit of length, mutual comparisons of the standards, determining the coefficient of thermal expansion and pre-analysis of results. These works have a permanent character and will be continued.

**MATERIAŁY**

**I SEMINARIUM NA TEMAT METROLOGII GEODEZYJNEJ**

ZAKŁAD POMIARÓW PODSTAWOWYCH IGiK

*Warszawa, 24. XI. 1973 r.*