

## **Wpływ temperatury instrumentu na zmianę osi celowej teodolitu i niwelatora**

### **Effects of instruments temperature on change of axis of teodolite and level**

#### **Wstęp**

Wykonując pomiary geodezyjne popełnia się błędy, które dzielą się na błędy osobowe popełniane przez wykonującego pomiar oraz błędy, powstające na skutek wpływu, jaki wywiera środowisko, w którym wykonuje się pomiar oraz błędy instrumentalne wynikające z właściwości narzędzi, za pomocą których wykonuje się pomiar. Praca niniejsza omawiać będzie ostatni z podanych aspektów.

W obecnie stosowanych technikach pomiarowych uwzględnia się wpływ refrakcji przez wprowadzenie do stacji pomiarowej (total station) temperatury i ciśnienia atmosferycznego, jakie występują w czasie wykonywania pomiaru, natomiast nie uwzględnia się szkodliwego wpływu temperatury na instrument i stanowisko (statyw). Wynikiem tego jest obniżenie dokładności wykonywanych pomiarów. Błędy spowodowane zmianą temperatury instrumentu są jednym z błędów występujących w pomiarach niwela-

cyjnych i kątowych. Zagadnienie błędów występujących w niwelacji i pomiarach kątów omawiają prace Lazariniego (1968), Kowalskiego (1968), Jasińskiego (1974), Keglera (1998).

Autor niniejszego artykułu określił zależność między temperaturą instrumentu a zmianą osi celowej niwelatora i teodolitu. Wyeliminowanie błędów spowodowanych zmianą osi celowej na skutek zmiany temperatury instrumentu i statywu z wyników pomiarów niwelacyjnych i kątowych ma szczególne znaczenie w pomiarach wykonywanych dla badania przemieszczeń i odkształceń budowli z uwagi na to, iż ocena stanu bezpieczeństwa zależna jest od wyników tych pomiarów.

#### **Badania**

Doświadczenia były prowadzone na stanowisku obserwacyjnym położonym w dolinie rzeki Wisły. Punkt główny (słup betonowy), na którym ustawiono teodolit

TABELA 1. Średnie wyniki pomiaru kierunku  
TABLE 1. Mean results of Theo 010 direction's measurements

Godziny Hours	Kierunek Direction	Temperatura °C Temperature °C
1	30	12,2
2	27	12,2
3	26	12,2
4	24	12,2
5	22	12,4
6	19	12,4
7	17	12,6
8	15	13,0
9	13	13,4
10	11	13,8
11	10	14,2
12	9	14,6
13	9	15,0
14	10	15,2
15	12	14,8
16	15	14,2
17	18	13,9
18	21	13,8
19	24	13,2
20	25	12,8
21	26	12,2
22	27	12,0
21	26	12,2
22	27	12,0
23	27	12,0
24	29	11,8

Zeissa Theo 010, położony był na zboczu o małym spadzie w kierunku rzeki. Tarczę celowniczą, którą obserwowano przez lunetę teodolitu, umieszczono na filarze mostu Śląsko-Dąbrowskiego i była w okresie nocy oświetlona reflektorem. Odczyty wykonywane były co godzinę w sierpniu (500 obserwacji).

Nitkę pionową naprowadzano za każdym razem 10 razy w klin tarczy, wykonując 10 odczytów mikrometru. Teodolit był przed każdą serią odczytów poziomowany. Jednocześnie z pomiarem kierunku

prowadzone były pomiary temperatury, wilgotności i ciśnienia atmosferycznego.

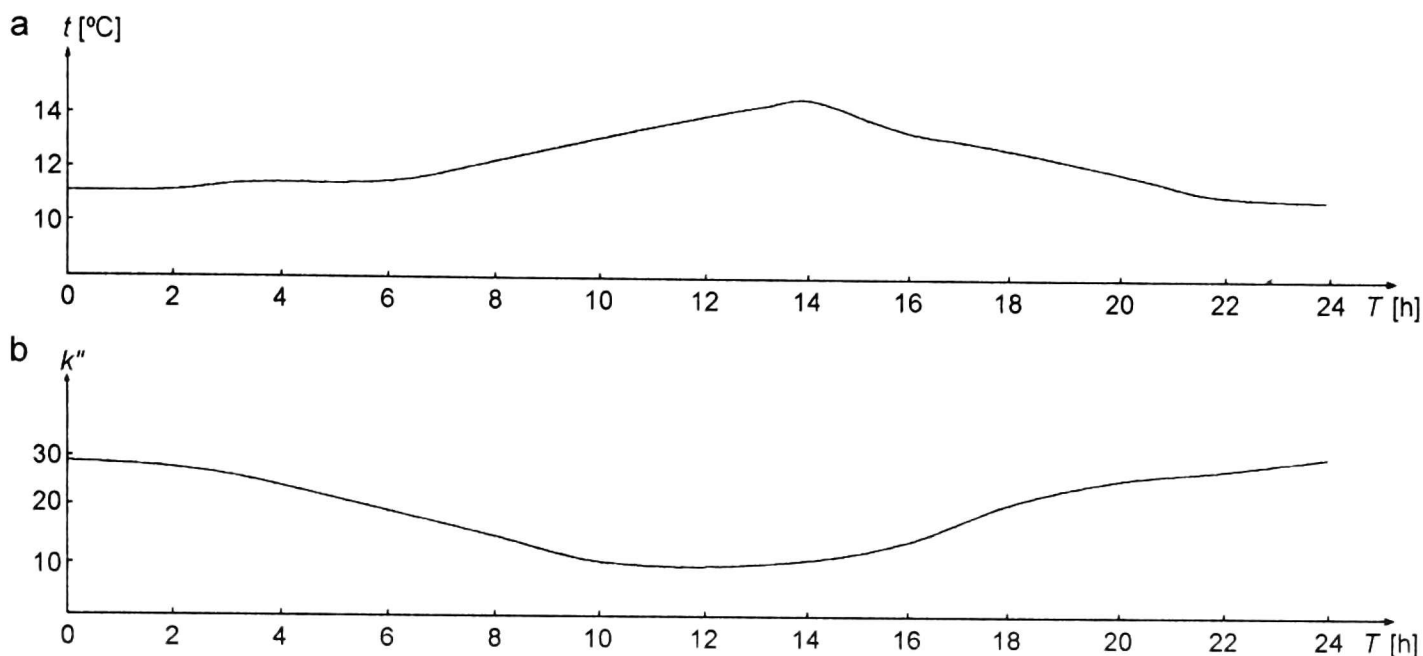
Przyrządy do pomiarów meteorologicznych były umieszczone w klatce ustawionej w pobliżu stanowiska teodolitu. Wyniki pomiarów przedstawiono w tabeli 1 i na rysunku 1. Uzyskane wyniki pozwoliły określić zmianę osi celowej teodolitu w funkcji czasu:

$$\Delta k'' = 9,5 \sin (T - 5^{\text{h}}30^{\text{m}})$$

gdzie  $T$  – czas w godzinach.

Analizując wykres pokazany na rysunku 1 możemy stwierdzić, że dobowe zmiany kierunku mają wyraźną korelację z dobowym przebiegiem temperatury powietrza. Są one większe w ciągu dnia, natomiast nocą przebiegają znacznie wolniej, co spowodowane jest powolnymi zmianami temperatury nocą i brakiem jednostronnego (kierunkowego) nagrzewania się instrumentu i statywu. Dobowe zmiany kierunku spowodowane zmianą temperatury teodolitu i statywu wynoszą 8''. Średnio wynoszą 1''/1°C.

Badania zmiany osi celowej niwelatora KONI 007 Zeissa wykonywane były we wrześniu i październiku (200 obserwacji) na stanowisku obserwacyjnym (słup betonowy) w ogródku meteorologicznym na Ursynowie. Łata niwelacyjna ustawiona była na reperze umieszczonym w ścianie budynku Wydziału. Badania były wykonywane w godzinach porannych i popołudniowych przy pogodzie pochmurnej i małym opadzie deszczu. Występowały wtedy małe pionowe gradienty temperatury. Długość celowej wynosiła ok. 50 m. Odczyty wykonywano co 15 min, naprowadzając 10-krotnie kreskę łaty w klin niwelatora i odczytując mikrometr. Jednocześnie prowadzono pomiary

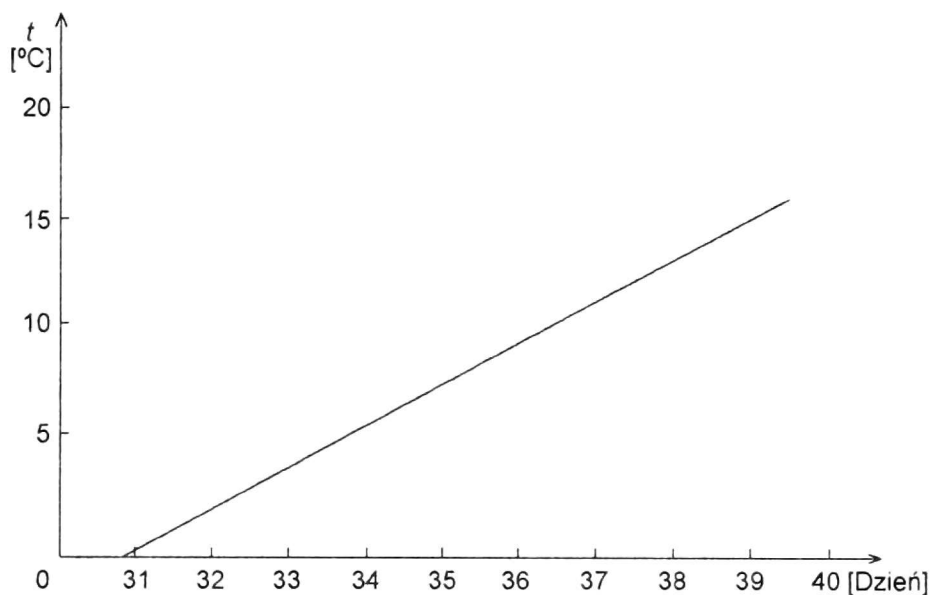


RYSUNEK 1. Średnia temperatura teodolitu Theo 010 – a, średnia zmiana osi celowej teodolitu Theo 010 – b

FIG. 1. Mean temperature of theodolite Theo 010 – a, mean change of theodolite's Theo 010 axis – b

TABELA 2. Średnie wyniki odczytu łąty niwelacyjnej  
TABLE 2. Mean results of leveling rodaf reading

Odczyt mikrometru Micrometre reading	Temperatura °C Temperature °C
39,32	16,0
35,08	6,0
31,36	0



RYSUNEK 2. Średnia dzienna zmiana osi celowej niwelatora KON 007 na skutek zmian temperatury instrumentu

FIG. 2. Daily mean change of level Koni 007 in consequence of instrument's temperature

temperatury niwelatora, który był wielokrotnie oziębiany od 20°C do 0°C. Prowadzone były też pomiary oświetlenia łąty, wiatru, opadu i zanieczyszczenia powietrza.

Wyniki pomiaru zmiany osi celowej niwelatora podano w tabeli 2 i na rysunku

2. Prowadzone badania pozwalają stwierdzić dużą odporność niwelatora na zmianę temperatury. Wpływ temperatury na zmianę osi celowej niwelatora KONI 007 wynosi 1 dz./2°C, a szybkość zmian zależy od szybkości zmiany temperatury niwelatora.

## Literatura

- JASIŃSKI T. 1974: *Urządzenie do badania stałości pionowego układu osiowego w teolitach precyzyjnych*. Polit. Warszaw. (praca doktorska).
- KEGLER A. 1998: *Przebieg dobowy gradientu temperatury w przygruntowej warstwie powietrza jako podstawa oceny błędów refrakcyjnych w niwelacji*. Prace Instyt. Geodezji i Kartografii t. XLV, z. 96.
- KOWALSKI H. i in. 1968: *Badanie wartości technicznych niwelatorów Zeissa Ni 004 i KONI 007*. Zesz. Nauk. SGGW – Mel. Rol. z. 8.
- LAZARINI T. 1968: *Geodezja* wykł. II PPWN 1968.

## Summary

Effects of instrument's temperature on change of axis of teodolite and level. Results of measurements of changes teodolite's Theo 010 and level's Koni 007 axis on consequence of changes instrument's temperature is discussed in the paper. It was found, that this changes are: for teodolite Theo 010 –  $1''/1^{\circ}\text{C}$  and for level KONI 007 –  $0,05 \text{ mm}/2^{\circ}\text{C}$ .

### Author's address:

A. Kegler  
Warsaw Agricultural University – SGGW  
02–787 Warszawa  
ul. Nowoursynowska 166  
Poland