

Mgr inż. ZOFIA MAJDANOWA
Mgr inż. APOLONIA WĄSIK
Mgr inż. JAN WASILEWSKI

**Instytut Geodezji i Kartografii
Zakład Geodezji**

Ocena parametrów użytkowych dalmierzy elektrooptycznych EOT 2000 firmy Zeiss – Jena w świetle badań przeprowadzonych w Instytucie Geodezji i Kartografii

W dziedzinie dalmierzy geodezyjnych tachimetr elektryczny EOT 2000 jest najnowszym osiągnięciem zakładów Zeissa w Jenie. Przez wiele lat zakłady te produkowały dalmierze typu EOK 2000, które cieszą się dobrą opinią wśród użytkowników dzięki stabilnym parametrom technicznym (dokładność, zasięg pomiarowy) oraz niezawodności w pracy.

Dalmierz EOT 2000 jest konstrukcją oryginalną i nowoczesną. Jest to połączenie teodolitu Theo 010 A o typowym systemie odczytu kręgu poziomego i pionowego z układem optycznym nadawczo-odbiorczym dalmierza. Rozwiązanie to umożliwiło konstruktorom wykorzystanie układu optycznego lunety teodolitu do nadawania i odbioru fali pomiarowej. Odpowiednio zmodyfikowany teodolit Theo 010 A umieszczono na prostokątnej podstawie, która zawiera układy nadawczy i odbiorczy, generatory sygnałów wzorcowych, fazomierz oraz pozostałe układy elektroniczne, typowe dla automatycznego dalmierza.

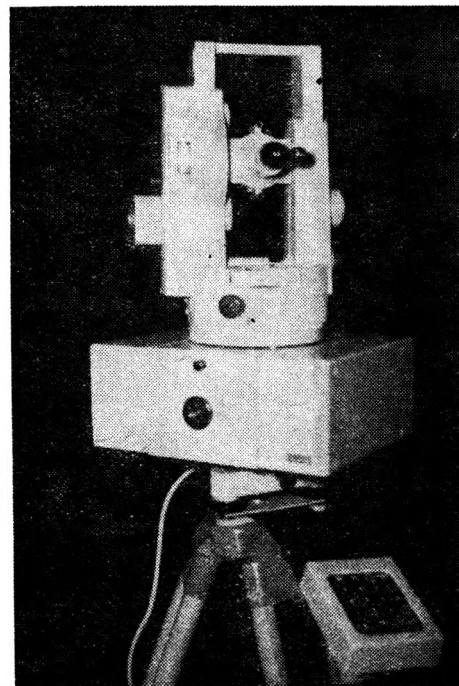
Wyświetlanie wyników i wprowadzanych danych oraz klawiaturę do wprowadzania danych i sterowania pracą dalmierza konstruktorzy zlokalizowali w oddzielnym podzespołe instrumentu, tak zwanym manipulatorze. Jest on połączony na stałe z dalmierzem miękkim kablem.

Pomiar jest oparty na ogólnej zasadzie pracy dalmierzy elektrooptycznych, a więc na precyzyjnym określeniu przesunięcia fazy, jakiemu podlega sygnał wzorcowy po dwukrotnym przejściu wzdłuż mierzonego odcinka. Źródłem promieniowania jest dioda Ga-As, emitująca światło w zakresie podczerwieni $\lambda \approx 900$ nm. Światło to, skupione w układzie optycznym lunety teodolitu, jest wysyłane w formie skoncentrowanej wstążki, której przekrój na odległości 1 km od dalmierza ma powierzchnię 500 cm². Światło po odbiciu od pryzmatów zwrotnych wraca do układu odbiorczego dalmierza również przez optykę lunety teodolitu. Poziom sygnał odbieranego jest wykazywany na przyrządzie kontrolnym, optymalny poziom sygnału jest ustawiony z wykorzystaniem szarego klina.

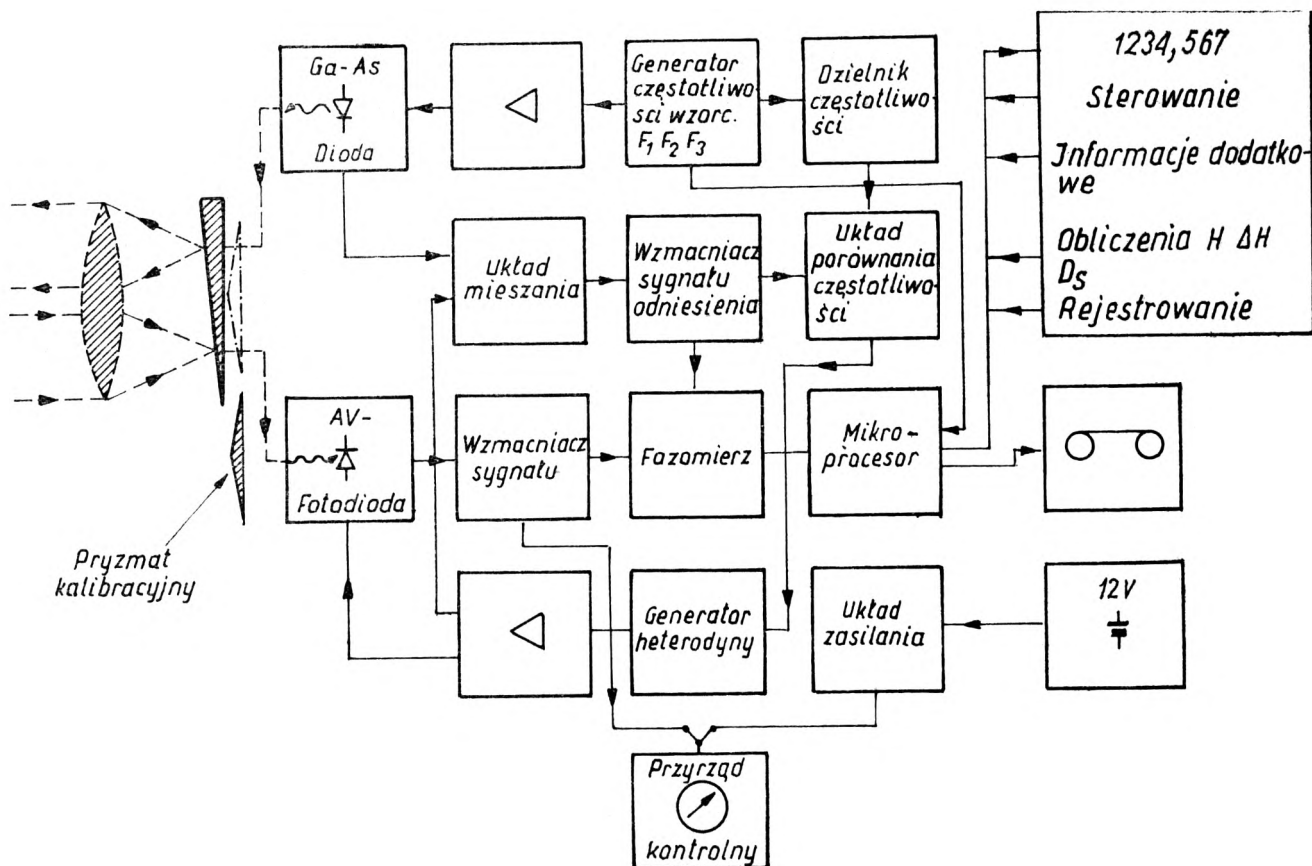
Po przyciśnięciu klawisza D_s na pulpicie manipulatora następuje automatyczny proces pomiaru. Przebiega on ściśle według ustalonego wewnętrznego programu składającego się z kolejnych sekwencji obejmujących czynności cząstkowe. Pomiar jest wykonywany kolejno na trzech częstotliwościach wzorcowych oraz przy obiegu wewnętrznym, w rezultacie otrzymujemy wyświetloną odległość. Dzięki wbu-

dowaniu mikroprocesora za pomocą manipulatora można wprowadzić wielkość kąta pionowego, co umożliwia automatyczną redukcję odległości do poziomu oraz obliczenie przewyższenia. Redukcja ze względu na warunki atmosferyczne również może być automatycznie uwzględniona w pomiarach.

Bardzo cenną zaletą instrumentu jest możliwość rejestracji wyników pomiaru i wprowadzonych do pamięci danych dodatkowych, jak na przykład wartości kątów pionowych, poziomych, wysokości stanowiska i numer punktu. Wszystkie te wielkości rejestruje się na taśmie magnetycznej w magnetofonie firmy Memodyne (USA), przystosowanym



Rys. 1. Dalmierz elektrooptyczny EOT 2000



Rys. 2. Schemat blokowy dalmierza EOT 2000

przez firmę Zeissa do współpracy z tachimetrem EOT 2000. Na rysunku 3 przedstawiono pryzmaty zwrotne typowe dla dalmierza EOT 2000.

Liczba pryzmatów jest zależna od długości mierzonego odcinka, mocy sygnału wysyłanego przez dalmierz i od warunków atmosferycznych (przezroczystości powietrza). Ustawianie zbyt dużej liczby pryzmatów, szczególnie do pomiaru odcinków krótkich, powoduje niepotrzebne rozbieżności wyników, a tym samym zmniejsza się dokładność pomiaru. Dlatego firmy produkujące dalmierze elektrooptyczne podają w tabelach maksymalne liczby pryzmatów dla poszczególnych zakresów odległości. Dla dalmierza EOT 2000 liczby te kształtują się jak podano niżej:

- 1 pryzmat do 400 m
- 3 pryzmaty do 700 m
- 7 pryzmatów do 1000 m
- 3 × 7 pryzmatów do 2000 m

W warunkach dobrej widoczności zasięg pomiarowy dla

poszczególnych pryzmatów jest znacznie powiększony i wynosi:

- 1 pryzmat do 1000 m
- 3 pryzmaty do 1500 m
- 7 pryzmatów do 2000 m
- 3 × 7 pryzmatów do 3000 m

Obsługa automatycznego dalmierza, jakim jest EOT 2000, jest znacznie uproszczona w porównaniu z poprzednim modelem firmy Zeiss, to jest EOK 2000, który wymagał od obserwatora dużego doświadczenia i szczególnej uwagi przy wykonywaniu kolejnych czynności składających się na pełny pomiar.

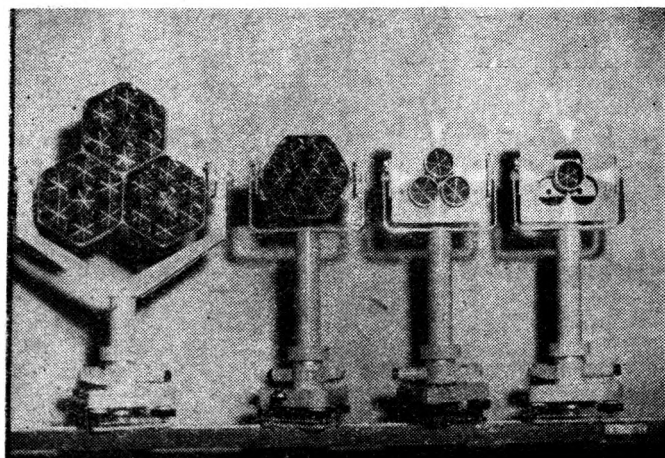
Proces posługiwania się tachimetrem EOT 2000 można podzielić na dwie części. Pierwsza część dotyczy układów optycznych, jak: poziomowanie, celowanie, układy kątomierze, pion optyczny i rektyfikacja. Druga część dotyczy układów elektronicznych instrumentu i tę omówiono w artykule, gdyż czytelnicy znają na pewno bardzo popularny w Polsce teodolit Theo 010 A.

Przed pomiarem należy wykonać kilka czynności wstępnych oraz sprawdzenia kontrolne zgodnie z instrukcją. Następnie po wycelowaniu lunetą teodolitu w I położeniu na środek pryzmatu lub tarczy celowniczej należy obserwować przyrząd kontrolny. Jest on umieszczony w lewym dzwigrze lunety teodolitu, a służy do sprawdzenia napięcia baterii i do kontroli poziomu sygnału odbieranego. Optymalny poziom jest wtedy, kiedy przyrząd wskazuje w połowie zielonego pola. Jest to optymalny sygnał dla układów elektronicznych.

Przy utrzymaniu tego warunku dalmierz powinien mieć najlepszą zbieżność wyników i utrzymaną dokładność standardową. Jeśli nie można uzyskać właściwego poziomu wskazania, pomimo całkowitego odsłonięcia szarego klina, należy sprawdzić wycelowanie lunety lub zwiększyć liczbę pryzmatów zwrotnych.

Obniżenie poziomu sygnału odbieranego może wystąpić z następujących powodów: dalmierz wadliwie wycelowany, złe warunki atmosferyczne lub zbyt mała liczba pryzmatów, występowanie efektu nierównoległości osi celowej teodolitu i osi strumienia światła. Pierwsza wersja instrukcji obsługi dopuszczała występowanie tego efektu. Zalecono wtedy wykonywanie tak zwanego celowania elektronicznego polegającego na wyszukaniu takiego położenia lunety, w któ-

Rys. 3. Pryzmaty zwrotne



Tablica 1. Zestawienie stałych dodawania dalmierzy EOT 2000

Lp.	Numer dalmierza	i	K w [mm]	mK w [mm]	Lp.	Numer dalmierza	i	K w [mm]	mK w [mm]	Lp.	Numer dalmierza	i	K w [mm]	mK w [mm]
1	100 021	84	+14,1	±0,77	1	100 471	90	-45,7	±2,53	1	200 094	82	+11,2	±1,04
2	100 047	59	+3,0	±1,00	2	100 469	72	+4,4	±0,85	2	200 031	84	-9,1	±1,04
3	100 085	73	-11,3	±0,86	3	100 464	72	-17,6	±0,66	3	200 056	85	-9,9	±1,07
4	100 098	62	-6,1	±0,80	4	100 479	67	-8,9	±1,03	4	200 075	78	-12,0	±1,07
5	100 128	86	0,0	±0,70	5	100 472	85	-7,1	±1,16	5	200 099	78	-10,0	±0,90
6	100 133	65	-10,0	±1,30	6	100 422	68	-34,1	±1,53					
7	100 146	92	+5,8	±1,10	7	100 697	84	±23,0	±1,62					
8	100 080	66	-18,8	±1,61										
9	100 139	69	-12,9	±1,20										

i — liczba wyznaczeń poprawki *K*
K — stała dodawania
mK — błąd stałej dodawania

rym uzyskiwało się największy sygnał odbity. Nowa instrukcja odrzuca tę możliwość, zalecając w takim wypadku przesłanie instrumentu do serwisu w celu dokładnego wyjustowania.

Następną czynnością wstępną jest określenie warunków meteorologicznych w czasie wykonywania pomiarów. Jest to czynność niezbędna przy dokładnych pomiarach. W celu określenia warunków należy zmierzyć temperaturę powietrza z dokładnością do 0,2° i ciśnienie atmosferyczne z dokładnością do 1,0 Torr. Następnie z nomogramu kołowego lub tablicy odczytuje się wartość współczynnika poprawki, którą wprowadza się do pamięci instrumentu za pomocą klawiatury manipulatora.

Po przyciśnięciu klawisza *D*₅ uruchamia się program pomiaru. Dalmierz może wykonywać pomiar według dwu programów.

Pierwszy, trwający około 10 s, jest przeznaczony do pomiarów w dobrych warunkach atmosferycznych i przy dostatecznie dużym poziomie sygnału odbieranego, gdy wskaźnik poziomu sygnału można ustawić w połowie zielonego pola.

Drugi program, dwukrotnie przedłużający cykl pomiaru do około 20 s, jest stosowany w warunkach słabej widoczności lub gdy pomiar jest wykonywany na skraju zasięgu dalmierza. Stosowanie przedłużonego programu dwukrotnie zwiększa błąd pomiaru.

Po uzyskaniu wyników pomiaru odległości można ją zredukować do poziomu lub określić wielkość przewyższenia. W tym celu pomierzony kąt pionowy *V* należy wprowadzić za pomocą klawiatury manipulatora do odpowiedniego rejestru pamięci, a następnie po przyciśnięciu klawisza *D/C* instrument wyświetla odległość zredukowaną do poziomu.

Przy wymaganej większej dokładności redukcji do poziomu do pamięci wprowadza się również kąt pionowy z drugiego położenia lunety. Jeśli wartości kątów nie różnią się więcej niż o 5° lub 2'42" [$400 - (V_1 + V_2) \leq 5^\circ$], wtedy instrument do obliczeń redukcyjnych wykorzystuje wartość średnią.

Klawiszem *RN* uruchamia się system rejestracji danych na taśmie magnetycznej.

Niżej podano wybrane dane techniczne dalmierza EOT 2000.

Dokładność pomiaru odległości	±10 mm
Dokładność pomiaru kierunku	
w dwu położeniach lunety	±3" lub 1"
Zakres mierzonych odległości	od 0,2 m do 2000 m
w dobrych warunkach	do 3000 m

Podstawowa częstotliwość wzorcowa dalmierza

14 985 570 Hz

Zródło podczerwieni — dioda Ga-As

0,9 nm

Zakres temperatur pracy

—25°C do +45°C

Zasilanie

12 V

Pobór mocy

około 20 W

Ciepota instrumentu

10,5 kg

W Instytucie Geodezji i Kartografii są prowadzone od wielu lat prace związane z badaniami laboratoryjnymi i geodezyjnymi dalmierzami elektromagnetycznymi. Wykonywane ekspertyzy i okresowe komparacje instrumentów wykorzystywanych w pomiarach geodezyjnych umożliwiają określenie aktualnych ich poprawek oraz sprawdzanie i regulowanie pozostałych parametrów technicznych.

Osobnym zagadnieniem jest badanie dalmierzy fabrycznie nowych przed zastosowaniem w produkcji. Prace doświadczalne z nowymi typami dalmierzy w efekcie służą opracowaniu warunków technicznych pomiaru odległości, które są uzupełnieniem instrukcji obsługi, wydanej przez producenta. Analiza materiałów doświadczalnych daje realny pogląd na możliwości techniczne i ekonomiczne instrumentów określonego typu oraz poszczególnych egzemplarzy.

Pełną informację o typie dalmierzy można opracować na podstawie wyników z szeregu badań okresowych, prace takie zwykle są wykonywane po okresie co najmniej dwuletniej eksploatacji.

Badanie nowych dalmierzy typu EOT 2000 firmy Zeiss było szczególnie interesującym zagadnieniem, z uwagi na ich nowoczesną i oryginalną konstrukcję, wyróżniającą je spośród innych tachimetrów elektronicznych.

Do końca października 1979 roku w Pracowni Elektronicznych Pomiarów Odległości w Zakładzie Geodezji IGK wykonano badania 29 egzemplarzy nowych dalmierzy EOT 2000. Spośród tej liczby zakończono sprawdzenie tylko 21 egzemplarzy, ponieważ pozostałe zwrócono firmie Zeiss w ramach gwarancji, z uwagi na stwierdzone defekty techniczne. Należy jeszcze dodać, że dalmierze zakupiono bez magnetofonów firmy Memodyne (USA), a więc nie było możliwości zbadania wszystkich zalet eksploatacyjnych instrumentów.

Badania obejmowały prace laboratoryjne i polowe. W ramach prac laboratoryjnych wykonano kontrole podstawowych częstotliwości wzorcowych z zastosowaniem licznika częstotliwości PFL 16, zapewniającego dokładność pomiaru 10⁻⁹. Stwierdzono stałość częstotliwości 14 985 570 Hz dla sprawdzanych nowych egzemplarzy w granicach ±(0,5 • 10⁻⁶), co jest wartością dopuszczalną. Firma proponuje regulację częstotliwości tylko wtedy, kiedy ich zmiana w porówna-

Tablica 2. Zestawienie błędów pojedynczych pomiarów dalmierzy EOT 2000

Lp.	Numer dalmierza	<i>m</i> w [mm]	<i>m</i> _i max w [mm]	Lp.	Numer dalmierza	<i>m</i> w [mm]	<i>m</i> _i max w [mm]	Lp.	Numer dalmierza	<i>m</i> w [mm]	<i>m</i> _i max w [mm]
1	100 021	±7,1	22	1	100 471	±24,0	50	1	200 094	±9,4	19
2	100 047	±5,0	13	2	100 469	±7,2	15	2	200 031	±9,6	23
3	100 085	±7,3	18	3	100 464	±5,6	15	3	200 056	±9,9	23
4	100 098	±6,0	13	4	100 479	±8,5	21	4	200 075	±9,8	30
5	100 128	±6,4	16	5	100 472	±10,7	32	5	200 099	±8,4	24
6	100 133	±10,0	27	6	100 492	±12,6	25				
7	100 146	±10,8	28	7	100 697	±14,8	35				
8	100 080	±13,1	38								
9	100 139	±10,0	25								

m — błąd pojedynczego pomiaru
*m*_imax — błąd maksymalny

Tablica 3. Poprawki cykliczne EOT 2000

Lp.	Numer dalmierza	Końcówka fazomierza w [m]										K _G
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	100 047	+5	+5	+2	-2	-4	-6	-4	0	+1	+3	..
2	100 085	+2	+3	+3	+2	-1	-4	-4	-2	0	+1	..
3	100 098	0	+1	+2	+1	0	0	-1	0	0	-3	..
4	100 128	+1	+4	+4	0	0	-2	-4	-3	-1	+1	..
5	100 133	+1	+3	+4	+1	+1	+2	0	-4	-5	-3	..
6	100 146	-6	0	+4	+3	+4	+3	+3	-1	-5	-7	..
7	100 080	0	+5	+6	+3	+1	0	-3	-3	-4	-5	..
8	100 139	-4	-2	0	+3	+5	+2	-1	+1	-1	-3	..
9	100 471	0	0	-6	-16	-1	+12	+9	+4	+1	-3	..
10	100 469	+1	+1	+2	+3	+1	-3	-5	-2	+1	+1	..
11	100 464	0	+1	+4	-7	-2	0	+3	+4	+3	+2	..
12	100 479	+5	+4	+4	+2	-1	-4	-5	-4	-1	0	..
13	100 472	+1	+2	-1	-3	-3	-2	+2	0	+1	+1	..
14	100 492	-4	-7	-8	-8	+3	+11	+7	+6	+3	-4	..
15	100 697	-2	-3	-2	-5	-1	+6	+5	+2	+1	-1	..
16	200 094	0	-1	0	0	0	-1	0	+1	+1	0	..
17	200 031	+2	+1	-1	-2	-3	-1	+6	0	+2	0	..
18	200 056	+1	+1	+2	0	-1	-1	0	0	-1	-1	..
19	200 075	0	+2	+2	-2	0	+1	0	0	-1	-2	..
20	200 099	+3	+2	-1	-3	+2	+2	-1	-2	-1	-1	..

K_G — poprawka cykliczna wyrażona w [mm]

niu z wartością nominalną przekracza $2 \cdot 10^{-6}$. Według naszych doświadczeń, regulacja powinna być wykonana po przekroczeniu rozbieżności $0,5 \cdot 10^{-6}$ z częstotliwością nominalną.

Badania fazomierzy wykonywano metodą geodezyjną, mierząc zmiany interwałów odległości w zakresie końcówki mierzonej odległości od 0 do 2/1. Badania takie wykonuje się w Instytucie dla wszystkich typów dalmierzy, ponieważ mogą występować nieproporcjonalności wskazań, spowodowane wadliwą justacją lub szkodliwym wpływem przesłuchów i szumów.

Podstawę badania fazomierzy stanowi 40-metrowy wzorec długości, znajdujący się w Laboratorium Metrologicznym IGiK. Nieproporcjonalność wskazań fazomierzy zwykle ma charakter cykliczny i geometrycznie jest zbliżona do krzywej drugiego stopnia, na przykład sinusoidal. Z naszych doświadczeń wynika jednak, że wykonywanie aproksymacji określoną krzywą może wprowadzić dodatkowe niepożądane błędy do pomiarów.

Wyniki przeprowadzonych badań fazomierzy zestawiono w tablicy 3. Otrzymał je na podstawie wielokrotnych pomiarów zmian odległości co 1 metr w zakresie końcówki wskazań fazomierza.

Dla 13 dalmierzy EOT 2000 amplitudy poprawek cyklicznych są mniejsze od 5 mm, dla 8 egzemplarzy są większe i powinny być wprowadzone do wyników pomiaru odległości.

Geodezyjne badania polowe miały na celu określenie stopnia powtarzalności wyników, wyznaczenie stałych poprawek instrumentów i doświadczalne sprawdzenie zasięgu pomiarowego.

Stopień powtarzalności pomiarów sprawdzono, wykonując wielokrotnie odczyty tych samych długości. Sprawdzenie to wykonano dla odległości 288 m i 768 m. Pozwoliło ono ustalić minimalną liczbę serii pomiarowych, stanowiącą pełny pomiar. Z uwagi na fluktuacje odczytów występujące w niektórych egzemplarzach dalmierzy EOT 2000, ustalono, że na pełny pomiar musi składać się 6 serii, to znaczy 6 odczytów odległości.

Fluktuacje odczytów w dużej mierze są spowodowane niejednorodnością celowania. Instrukcje fabryczne, zależnie od okresu wydania, zalecają różne metody celowania, a więc proponują celowanie na maksimum wskazania przyrządu kontrolnego, a następnie zalecają tylko celowanie optyczne na środek reflektorów zwrotnych.

W prawidłowo wyjustowanym dalmierzu, w którym występuje równoległość osi optycznej i elektronicznej, celowanie jest dwuetapowe. Optycznie celuje się na środek pryzmatów zwrotnych, a następnie wprowadza drobną korektę przez ustawienie maksimum wskazania przyrządu kontrolnego. Wtedy dopiero powinna być wykonana regulacja mocy sygnału szarym klinem do wartości optymalnej, która zwykle jest zaznaczona określonym kolorem na przyrządzie kontrolnym (w dalmierzach EOT 2000 optymalny zakres pomiarowy oznaczono kolorem zielonym). Zgodność tych dwu sposobów warunkuje jednoznaczność celowania na ten sam cel przy pomiarze kątów i długości, dobrą powtarzalność wyników oraz nie wprowadza ograniczenia w zasięgu pomiarowym instrumentu.

W badanych nowych egzemplarzach EOT 2000 zaobserwowano niejednakowy stopień jednoznaczności celowania. Dla ilustracji w tablicy 4 przedstawiono wyniki porównania stałych K trzech dalmierzy przy celowaniu optycznym i elektronicznym. Stałe te obliczono na różnych bokach wzorcowych podczas pomiarów kilkudniowych.

Dla dalmierza nr 200 099 można zauważyć większą zgodność wyników i mniejszy średni błąd pojedynczego pomiaru przy celowaniu elektronicznym, chociaż średnia poprawka K jest podczas obu celowań jednakowa. W dalmierzu nr 200 075 otrzymano podobne wyniki w obu sposobach celowania. Natomiast w dalmierzu nr 100 483 zaznacza się wyraźna różnica w średniej stałej K dla dwu sposobów celowania, a przy celowaniu optycznym zasięg instrumentu spada do 1 km. Ten nowy dalmierz ma być justowany ponownie przez firmę Zeiss.

W celu wyznaczenia stałych dalmierzy oraz dla określenia średnich błędów pomiarów wykonano wielokrotne porównania z odcinkami wzorcowymi Krajowego Wzorca Długości w Skrzeszewie. Wzorzec ten składa się z następujących odcinków: 96 m, 192 m, 288 m, 384 m, 479 m, 574 m, 671 m, 767 m; był on pomierzony aparatem Väisälä i jest dobrą podstawą do badania dalmierzy elektrooptycznych. Opierając się na wielokrotnych pomiarach w ciągu kilku dni tych samych odcinków wzorcowych, obliczono stałe dalmierzy K, sprawdzając jednocześnie prawidłowość określenia tak zwanej poprawki cyklicznej.

Rezultaty pomiarów przedstawiono w tablicach 1 i 2. Zestawiono w odrębnych trzech grupach dalmierze podobnych serii produkcyjnych, to znaczy:

- w I grupie 9 dalmierzy — od numeru 100 021 do 100 139;
- w II grupie 7 dalmierzy — od numeru 100 471 do 100 492 i 100 692;
- w III grupie 5 dalmierzy — od numeru 200 094 do 200 099.

Można zauważyć zbliżone cechy dokładnościowe występujące w tych grupach. Najmniej pewne pomiary wystąpiły w II grupie.

Bezwzględne wartości wyznaczonych stałych dodawania K są zróżnicowane, ale nie stanowi to żadnej wady, o ile tylko okaże się, że będą one względnie stabilne w czasie.

Standardowy błąd pomiaru odległości M_s , podawany przez firmę Zeiss, powinien zawierać się w granicach od $\pm 0,5$ cm do $\pm 1,0$ cm. W uzupełnieniu instrukcji obsługi podaje się błąd $M_s = \pm 1$ cm z zastrzeżeniem, że podczas pomiarów w gorszych warunkach atmosferycznych można oczekiwać podwójnego zwiększenia błędu standardowego.

Zestawione w tablicy 2 średnie błędy pojedynczych pomiarów obliczone dla badanych dalmierzy EOT 2000 są zawarte w granicach błędu M_s podanego przez producenta dla 17 instrumentów, dla 3 otrzymano wyniki gorsze o 30%, a dla 1 egzemplarza wynik gorszy o 100%. Należy tu dodać, że wszystkie pomiary były wykonywane w optymalnie korzystnych warunkach atmosferycznych.

Bardzo różnie kształtują się dla poszczególnych egzemplarzy występujące podczas pomiarów błędy maksymalne (tabl. 2). Występują one bez uzasadnionej przyczyny zewnętrznej, a ich źródłem może być tylko instrument.

Tablica 4. Porównanie stałych dalmierzy przy celowaniu optycznym i elektronicznym

Nr 200 099		Nr 200 075		Nr 100 483	
K _O	K _E	K _O	K _E	K _E	K _E
w [mm]					
-16	-13	-11	-16	-18	-29
-2	-8	-18	-21	-6	-17
-14	-14	-3	-5	-22	-34
-9	-14	-22	-20	-5	-17
-17	-15	-7	-8	-22	-32
-3	-6	-11	-18	-23	-21
-14	-12	-2	-4	-30	-36
-14	-10	-20	-23	-22	-30
+1	-3	-4	-9	-6	-10
-10	-8	-1	-5	-14	-22
-3	-6	-19	-17	-10	-15
K ₀ sr = -10	K _E sr = -10	K ₀ sr = -12	K _E sr = -14	K ₀ sr = -15	K ₀ sr = -24
m ₀ = ±0,90	m ₀ = ±0,60	m ₀ = ±1,10	m ₀ = ±1,40	m ₀ = ±1,10	m ₀ = ±1,20
M _d = ±8,4	M _d = ±4,6	M _d = ±9,5	M _d = ±9,5	M _d = ±8,4	M _d = ±12,0

K — stała poprawka instrumentu
m₀ — średni błąd wyznaczenia K
M_d — średni błąd pojedynczego pomiaru

Jak wynika z przeprowadzonych badań kompleksowych, dalmierze EOT 2000 nie stanowią jednakowej pod względem dokładności grupy instrumentów. Prócz egzemplarzy dobrej jakości, dających pewne wyniki pomiaru, zdarzają się dalmierze o gorszych, zmiennych parametrach dokładnościowych. Utrudnia to ocenę typu na podstawie dotychczas zbadanych dalmierzy i preferuje konieczność indywidualnej oceny każdego instrumentu przed wykorzystaniem w geodezyjnych pracach produkcyjnych.

Przy założonej niższej niż standardowa dokładności pomiaru odległości (1 : 25 000 — 1 : 10 000) wykonano w NRD doświadczenia produkcyjne w sieci kątowno-liniowej mierzonej metodą biegunową. Opisano je w pracy [4], dając pozytywną ocenę instrumentom zarówno pod względem technicznym, jak i ekonomicznym. Ocena ta wynika przede wszystkim z dobrej jakości teodolitu Theo 010 A. Obszernie omówiono i przedstawiono analizę dokładnościową niwelacji trygonometrycznej w pracy [5], wykonanej tachimetrem EOT 2000. Otrzymane dobre wyniki podkreślają wysoką jakość teodolitu Theo 010 A, sprzężonego z dalmierzem. Oceny pomiarów odległości w pracy nie przeprowadzono.

Na zakończenie warto wyrazić nadzieję, że producent dalmierzy EOT 2000, biorąc pod uwagę opinie użytkowników i wyniki badań własnych, będzie dążył do doskonalenia tych dalmierzy, tak aby zyskały równie dobrą opinię, jak ostatnie serie EOK 2000.

LITERATURA

- [1] Elektrooptisches Tachymeter EOT 2000. Gebrauchsanleitung. Carl Zeiss — Jena
- [2] Endosure — Instruction Manual of EOT 2000 (10-G 221 a-1) Carl Zeiss — Jena 1979
- [3] Majdanowa Z., Wąsik A., Wasilewski J.: Bewertung der Nutzparameter von elektrooptischen Entfernungsmessgeräten EOT 2000 des VEB Carl Zeiss Jena im Lichte der im Institut für Geodäsie und Kartographie durchgeführten Untersuchungen. Referat na Międzynarodowe Sympozjum Grupy 6.7. KAPG, Warszawa 1979
- [4] Lang H.: Der Einsatz des EOT 2000 des VEB Carl Zeiss JENA für die Bestimmung von Punkten des Baulagenetzes und für Absteckungen. Referat na Międzynarodowe Sympozjum Grupy 6.7. KAPG, Warszawa 1979
- [5] Milew G., Cenkow C.: Issledowanie tocznosti vysokotocznego trigonometriczeskogo niwelirowanija i koefficienta refrakcii w rajonie goroda Bałczika. Referat na Międzynarodowe Sympozjum Grupy 6.7. KAPG, Warszawa 1979