

GEODEZJA I KARTOGRAFIA	NORMA BRANŻOWA	BN-78 8770-07
	Instrumenty geodezyjne Teodolity, tachimetry, kierownice topograficzne, niwelatory Klasyfikacja	
	Grupa katalogowa XVI 40	

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest klasyfikacja teodolitów, tachimetrów, kierownic topograficznych i niwelatorów, zwanych dalej instrumentami geodezyjnymi – służących do optycznego pomiaru dla celów geodezyjno-kartograficznych kąta, odległości i różnicy wysokości.

1.2. Zakres stosowania normy. Norma ma zastosowanie w przypadkach:

- konstruowania i produkcji w kraju instrumentów geodezyjnych,
- importu instrumentów geodezyjnych,
- doboru właściwego instrumentu geodezyjnego do potrzeb pomiarów geodezyjnych.

2. KLASYFIKACJA

2.1. Podstawy klasyfikacji. Instrumenty geodezyjne klasyfikuje się według:

- rodzaju – w zależności od konstrukcji i przeznaczenia instrumentu, biorąc pod uwagę jego dominującą funkcję pomiarową w zakresie pomiaru kąta, odległości lub różnicy wysokości,
- klasy – w zależności od dokładności pomiaru kąta, odległości lub różnicy wysokości, przyjętych w niniejszej normie za podstawowe kryteria klasyfikacji instrumentów geodezyjnych.

2.2. Rodzaje. W zależności od konstrukcji i przeznaczenia instrumentu w normie rozróżnia się cztery rodzaje instrumentów geodezyjnych:

- teodolity – instrumenty przeznaczone głównie do pomiarów kątów, oznaczone wyróżnikiem T,
- tachimetry – instrumenty przeznaczone do optycznego pomiaru odległości i różnic wysokości a także do pomiaru kątów, oznaczone wyróżnikiem TT,
- kierownice topograficzne – instrumenty przeznaczone do optycznego pomiaru odległości i różnic wysokości a także do wyznaczania kierunków na stoliku topograficznym, oznaczone wyróżnikiem KT,

- niwelatory – instrumenty przeznaczone głównie do pomiaru różnic wysokości, oznaczone wyróżnikiem N.

2.3. Klasy

2.3.1. Ustalenie klasy instrumentów. Klasę instrumentu geodezyjnego określa się w zależności od dokładności pomiaru kąta, odległości i różnicy wysokości, przyjętych w niniejszej normie jako cechy klasyfikacyjne i oznacza je cyframi rzymskimi. Na skutek zużycia fizycznego może nastąpić obniżenie dokładności instrumentu a więc i konieczności obniżenia jego klasy.

Określenie dokładności instrumentu dla celów klasyfikacji nie zwalnia użytkownika do wyznaczania błędów instrumentalnych, niezbędnych dla ustalenia właściwej technologii pomiaru, oceny wyników i ich opracowania.

Ustalenie klasy instrumentu następuje na podstawie danych fabrycznych lub w wyniku badań laboratoryjnych albo polowych, dokonanych w warunkach i wg programu przewidzianego w rozdz. 3.

2.3.2. Klasy instrumentów geodezyjnych

2.3.2.1. Klasy teodolitów. Przyjmuje się 6 klas dokładności, zestawionych w tabl. 1, uwarunkowanych wielkością średniego błędu pomiaru kąta poziomego w jednym poczecie (m_α) i oznacza się je cyframi rzymskimi od I do VI.

2.3.2.2. Klasy tachimetrów. Przyjmuje się 3 klasy dokładności, zestawione w tabl. 1, uwarunkowane wielkościami:

- średniego błędu pomiaru kąta poziomego w jednym poczecie (m_α),
- średniego błędu pomiaru odległości, odniesionego do standardowej odległości 100 m ($m_L/100$ m),
- średniego błędu pomiaru różnicy wysokości, odniesionego do standardowej odległości 100 m ($m_{\Delta h}$), i oznacza się je cyframi rzymskimi od I do III.

2.3.2.3. Klasy kierownic topograficznych. Przyjmuje się 2 klasy dokładności, zestawione w tabl. 1, uwarunkowane wielkościami:

Zgłoszona przez Instytut Geodezji i Kartografii
 Ustanowiona przez Prezesa Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii dnia 27 lipca 1978 r.
 jako norma obowiązująca od dnia 1 kwietnia 1979 r.
 (Dz. Norm. i Miar nr 17/1978 poz. 77)

- średniego błędu pomiaru odległości, odniesionego do standardowej odległości 100 m ($m_L/100$ m),
 - średniego błędu pomiaru różnicy wysokości, odniesionego do standardowej odległości 100 m ($m_{\Delta h}$),
- i oznacza się je cyframi rzymskimi I i II.

średniego błędu pomiaru różnicy wysokości mierzonej w kierunku "tam" i "z powrotem", odniesionego do standardowej odległości 1000 m ($m_{\Delta h}$) i oznacza się je cyframi rzymskimi od I do IV.

2.3.2.4. Klasy niwelatorów. Przyjmuje się 4 klasy dokładności, zestawione w tabl. 1, uwarunkowane wielkością

2.3.3. Oznaczenia klas instrumentów geodezyjnych. Stosuje się oznaczenia klas podane w tabl. 1.

Tablica 1

Rodzaj	Klasa	Podstawowe cechy klasyfikacyjne instrumentów geodezyjnych			Oznaczenie klasyfikacyjne
		m_α	$m_L/100$ m	$m_{\Delta h}/100$ m (TT, KT) $m_{\Delta h}/1$ km (N)	
1	2	3	4	5	6
Teodolity					
T	I	$m_\alpha \leq \pm 0,5''$ $\pm 0,015^{cg}$	-	-	T - I
T	II	$\pm 0,5''$ $\pm 0,015^{cg} < m_\alpha \leq \pm 1,0''$ $\pm 0,03^{cg}$	-	-	T - II
T	III	$\pm 1,0''$ $\pm 0,03^{cg} < m_\alpha \leq \pm 2,0''$ $\pm 0,06^{cg}$	-	-	T - III
T	IV	$\pm 2,0''$ $\pm 0,06^{cg} < m_\alpha \leq \pm 5,0''$ $\pm 0,15^{cg}$	-	-	T - IV
T	V	$\pm 5,0''$ $\pm 0,15^{cg} < m_\alpha \leq \pm 20,0''$ $\pm 0,60^{cg}$	-	-	T - V
T	VI	$\pm 20,0''$ $\pm 0,60^{cg} < m_\alpha$	-	-	T - VI
Tachimetry					
TT	I	$m_\alpha \leq \pm 10,0''$ $\pm 0,30^{cg}$	$m_L \leq \pm 3$ cm	$m_{\Delta h} \leq \pm 1$ cm	TT-I
TT	II	$m_\alpha \leq \pm 30,0''$ $\pm 1,0^{cg}$	± 3 cm $< m_L \leq \pm 10$ cm	$\pm 1,0$ cm $< m_{\Delta h} \leq \pm 3$ cm	TT-II
TT	III	$m_\alpha \leq \pm 60,0''$ $\pm 2,0^{cg}$	± 10 cm $< m_L \leq \pm 20$ cm	± 3 cm $< m_{\Delta h} \leq \pm 8$ cm	TT-III
nie podlega klasyfikacji			± 20 cm $< m_L$	± 8 cm $< m_{\Delta h}$	
Kierownice topograficzne					
KT	I	-	$m_L \leq \pm 10$ cm	$m_{\Delta h} \leq \pm 3$ cm	KT-II
KT	II	-	± 10 cm $< m_L \leq \pm 20$ cm	± 3 cm $< m_{\Delta h} \leq \pm 8$ cm	KT-II
nie podlega klasyfikacji			± 20 cm $< m_L$	± 8 cm $< m_{\Delta h}$	
Niwelatory					
N	I	-	-	$m_{\Delta h} \leq \pm 0,5$ mm	N-I
N	II	-	-	$\pm 0,5$ mm $< m_{\Delta h} \leq \pm 2,0$ mm	N-II
N	III	-	-	$\pm 2,0$ mm $< m_{\Delta h} \leq \pm 4,0$ mm	N-III
N	IV	-	-	$\pm 4,0$ mm $< m_{\Delta h}$	N-IV

2.4. Oznaczenia klasyfikacyjne. Pełne oznaczenie klasyfikacyjne zawiera:

- wyróżnik rodzaju instrumentu geodezyjnego, podany w punkcie 2.2,
- wyróżnik klasy instrumentu geodezyjnego, podany dla poszczególnych rodzajów instrumentów w tabl. 1.

Oznaczenia powyższe obowiązują wytwórnice krajowe i powinny być umieszczane na widocznym miejscu zewnętrznej obudowy instrumentu.

Dopuszcza się możliwość uzupełnienia przez wytwórnice oznaczenia klasyfikacyjnego przez dodanie po wyróżniku rodzaju instrumentu geodezyjnego, cechy konstrukcyjnej o istotnym dla użytkownika znaczeniu. Cechą taką oznacza się małą literą alfabetu łacińskiego.

2.5. Terminy ustalania cechy klasyfikacyjnej lub okresowej kontroli tej cechy

2.5.1. Terminy. Cechę klasyfikacyjną instrumentów geodezyjnych ustala się w terminach:

- dla instrumentów fabrycznie nowych produkcji krajowej, z chwilą ich wyprodukowania,
- dla instrumentów fabrycznie nowych zamawianych z importu przy zakupie tych instrumentów,
- dla instrumentów używanych w terminach podanych w punkcie 2.5.2.

Jednostki organizacyjne zobowiązane lub upoważnione do ustalania cech klasyfikacyjnych instrumentów geodezyjnych określone zostały w p. 4.1 i 4.2.

2.5.2. Terminy okresowej kontroli cechy klasyfikacyjnej instrumentów geodezyjnych znajdujących się w użytkowaniu podano w tabl. 2.

Tablica 2

Klasa instrumentu	Rodzaj instrumentu			
	teodolit	tachimetr	kierownica topograficzna	niwelator
I	co 2 lata	co 6 lat	co 8 lat	co 2 lata
II	co 3 lata	co 10 lat	co 12 lat	co 3 lata
III	co 4 lata	co 14 lat	x	co 5 lat
IV	co 5 lat	x	x	co 10 lat
V	co 6 lat	x	x	x
VI	co 10 lat	x	x	x

Wcześniejsza kontrola cechy klasyfikacyjnej instrumentu geodezyjnego niż podano w tabl. 2 wymagana jest w przypadkach:

- instrumentów po naprawie, podczas której demontowano lub wymieniano zespoły optyczno-mechaniczne bądź

ich części, które mają zasadniczy wpływ na dokładność instrumentu geodezyjnego,

- zakupiu używanego instrumentu geodezyjnego.

Dalsze, kolejne badania kontrolne cechy klasyfikacyjnej przeprowadza się w okresach podanych w tabl. 2.

3. BADANIA KONTROLNE INSTRUMENTÓW GEODEZYJNYCH DLA ICH KLASYFIKACJI

3.1. Wyznaczenie średniego błędu pomiaru kąta

3.1.1. Warunki badania. Wyznaczenie średniego błędu m_α pomiaru kąta α przeprowadza się w warunkach laboratoryjnych.

Badany instrument oraz kolimatory wyznaczające punkty celu powinny być umieszczone:

- w przypadku określania klasy I - III teodolitów na słupach betonowych izolowanych od drgań,
- w przypadku określania klasy IV - VI teodolitów oraz klasy I - III tachimetrów na statywach geodezyjnych.

Kolimatory powinny być ustawione na takiej wysokości, aby przy pomiarze kąta nie zachodziła potrzeba zmiany kąta nachylenia osi celowej lunety. Same kolimatory powinny być dostosowane do konstrukcji i przypuszczalnej klasy badanego instrumentu geodezyjnego i powinny wyznaczać ze stanowiskiem instrumentu kąt, mieszczący się w granicach $45^\circ \div 90^\circ$, tj. $50^\circ \div 100^\circ$.

W pomieszczeniu laboratoryjnym powinna być wyrównana temperatura pokojowa, a system ogrzewania i wentylacyjny powinny zapewniać stały i równomierny obieg powietrza.

Wyznaczenie średniego błędu pomiaru kąta w celu określenia klasy instrumentu geodezyjnego może być przeprowadzane tylko w tych przypadkach, jeżeli badane instrumenty są w pełni sprawne i zrektyfikowane.

3.1.2. Program pomiaru kąta α , obowiązujący przy wyznaczaniu średniego błędu pomiaru kąta w jednym poczecie dla celów klasyfikacji instrumentu geodezyjnego podano dla poszczególnych rodzajów i klas w tabl. 3.

Program obejmuje dwie serie pomiaru kąta α . W pierwszej serii, rozpoczynającej się od pomiaru lewego kierunku w przybliżeniu na kresce 0° lub 0^g podziału kręgu poziomego, kolimatory powinny być zogniskowane w nieskończoność. W drugiej serii, mierzonej w położeniach kręgu poziomego przemieszczonych w stosunku do położenia tego kręgu przy serii pierwszej o kąt φ , jeden z kolimatorów pozostawia się zogniskowany na nieskończoność, drugi ogniskuje tak, aby obraz krzyża kresek kolimatora tworzył się w płaszczyźnie obrazowej lunety w przybliżeniu w połowie zakresu ogniskowania lunety badanego instrumentu geodezyjnego.

Kolejne poczety w każdej serii mierzone są na kręgu poziomym, obracającym po każdym poczecie o kąt 2φ .

Tablica 3

Rodzaj i klasa instrumentu geodezyjnego	Podłoże instrumentu i kolimatora	Liczba poczetów w serii	Liczba serii	Obrót kręgu między poczetami	Rodzaj oświetlenia
T-I	stół betonowy	10	2	9°, 10 ^g	elektryczne
T-II	jw.	8	2	11°25', 12 ^g 5'	jw.
T-III	jw.	6	2	15°, 16 ^g 67'	jw.
T-IV	statyw	5	2	18°, 20 ^g	elektryczne, dzienne
T-V TT-I	jw.	4	2	22°5', 25 ^g	jw.
T-VI TT-II	jw.	3	2	30°, 33 ^g 3'	jw.
TT-III	jw.	2	2	45°, 50 ^g	jw.

3.1.3. Średni błąd pomiaru kąta α w jednym poczecie oblicza się wg wzoru

$$m_{\alpha} = \pm \sqrt{\frac{(v_i \cdot v_i)}{n-1}}$$

w którym przez v_i oznaczono poprawki poszczególnych wielkości kąta zmierzonych w jednym poczecie

$$v_i = \alpha_{sr} - \alpha_i$$

a przez n łączną liczbę poczetów w obu seriach.

3.2. Wyznaczenie średniego błędu pomiaru odległości

3.2.1. Warunki badania. Wyznaczenie średniego błędu m_L pomiaru odległości L przeprowadza się w warunkach polowych.

Jeżeli badany tachimetr lub kierownica topograficzna pozwalają na pomiar odległości różnymi metodami, a więc są wyposażone w więcej niż jedno urządzenie dalmiercze, podstawą zaklasyfikowania wymienionych instrumentów geodezyjnych jest średni błąd pomiaru odległości, odniesiony do standardowej odległości 100 m, wyznaczony przy użyciu dalmierza podstawowego dla danego rodzaju instrumentu. Przykładowo w tachimetrze diagramowym będzie to diagram z krzywymi odległości, a w tachimetrze dwuobrazowym dalmierz dwuobrazowy.

Badany instrument, w zależności od jego rodzaju, powinien być ustawiany na statywie geodezyjnym lub stoliku topograficznym.

Łaty bazowe powinny być ustawiane przy użyciu pomocniczych urządzeń ustawczych, przewidzianych przez konstruktora.

Wyznaczenie średniego błędu pomiaru odległości w celu określenia klasy instrumentu geodezyjnego może być przeprowadzane tylko w tych przypadkach, jeżeli badane instrumenty są w pełni sprawne i zrektyfikowane, a łaty skomprowane.

Badania mogą być prowadzone podczas następujących wa-

runków zewnętrznych: dogodne warunki atmosferyczne, temperatura powietrza w granicach od +15°C do +20°C, słaba wibracja powietrza lekki wiatr o sile nie przekraczającej 4 m/s, widoczność dobra na około 1 km, dzień nie-słoneczny lub trasa nienasłoneczniona, jednolicie oświetlona, trasa pomiaru usytuowana w terenie płaskim lub nieznacznie falistym.

3.2.2. Program pomiaru odległości L dla poszczególnych rodzajów i klas instrumentów geodezyjnych podano w tabl. 4.

Program obejmuje n -krotny pomiar standardowej odległości L 100 m w warunkach podanych w 3.2.1.

Tablica 4

Rodzaj i klasa instrumentu	Odległość kontrolna L	Liczba pomiarów
TT - I	około 100 m	20
TT - II, KT - I	jw.	18
TT - III, KT - II	jw.	16

3.2.3. Średni błąd pojedynczego pomiaru odległości L oblicza się wg wzoru

$$m_L = \pm \sqrt{\frac{(v_i \cdot v_i)}{n-1}}$$

w którym przez v_i oznaczono poprawki poszczególnych wielkości L_i

$$v_i = L_{sr} - L_i$$

a przez n liczbę dokonanych pomiarów.

3.3. Wyznaczenie średniego błędu różnicy wysokości

3.3.1. Warunki badania. Wyznaczenie średniego błędu $m_{\Delta h}$ pomiaru różnicy wysokości przeprowadza się w warunkach polowych.

Jeżeli badany tachimetr lub kierownica topograficzna po-

zwalają na pomiar różnicy wysokości różnymi metodami, podstawą zaklasyfikowania wymienionych Instrumentów geodezyjnych jest średni błąd pomiaru różnicy wysokości, odniesiony do standardowej dla danego rodzaju Instrumentu odległości, tj. do 100 m dla tachimetrów i kierownic topograficznych oraz 1000 m dla niwelatorów, wyznaczony przy użyciu podstawowego dla danego rodzaju instrumentu urządzenia pomiarowego. Przykładowo w tachimetrze diagramowym będzie to diagram z krzywymi różnic wysokości.

Badany Instrument, w zależności od rodzaju, powinien być ustawiony na statywie geodezyjnym lub stoliku topograficznym.

Łaty niwelacyjne, tachimetryczne lub topograficzne powinny być ustawiane przy użyciu pomocniczych urządzeń ustawczych, przewidzianych przez konstruktora.

Wyznaczenie średniego błędu różnicy wysokości w celu określenia klasy instrumentu geodezyjnego może być przeprowadzone tylko w tych przypadkach, gdy badane Instrumenty są w pełni sprawne i zrektyfikowane, a łaty skomprowane.

Badania mogą być prowadzone podczas następujących warunków zewnętrznych: dogodne warunki atmosferyczne, temperatura powietrza w granicach od $+15^{\circ}\text{C}$ do $+25^{\circ}\text{C}$, dzień niesłoneczny lub trasa nienastępczona, słaba wibracja powietrza przy lekkim wietrze o sile nie przekraczającej 4 m/s , widoczność dobra na odległość około 1 km . Nie należy prowadzić badań kontrolnych przy pogodzie bezwietrznej i parnej. Trasa odcinka niwelowanego powinna być usytuowana w terenie płaskim lub nieznacznie falistym.

3.3.2. Program pomiaru różnicy wysokości Δh dla poszczególnych rodzajów i klas Instrumentów geodezyjnych podano w tabl. 5.

Program obejmuje n -krotny pomiar różnicy wysokości pomiędzy wybranymi punktami wysokościowymi:

- przy badaniu kontrolnym tachimetrów i kierownic topograficznych odległymi od siebie w przybliżeniu o 100 m , z zastosowaniem metody pomiaru "w przód",
- przy badaniu kontrolnym niwelatorów odległymi od siebie w przybliżeniu o 1000 m , z zastosowaniem metody pomiaru "ze środka"; przy tym n -krotny pomiar różnicy wysokości przeprowadza się w kierunku "tam" i "z powrotem".

3.3.3. Średni błąd pomiaru różnicy wysokości $m_{\Delta h}$ oblicza się:

a) przy badaniu tachimetrów i kierownic topograficznych wg wzoru

$$m_{\Delta h} = \pm \sqrt{\frac{(v_1 + v_2)}{n-1}} \quad \text{na } 100\text{ m}$$

w którym przez v_i oznaczono poprawki poszczególnych wielkości Δh_i

$$v_i = \Delta h_{sr} - \Delta h_i$$

a przez n liczbę dokonanych pomiarów wielkości Δh ;

b) przy badaniu niwelatorów wg wzoru

$$m_{\Delta h} = \pm \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{1}{n} \cdot \frac{(r_1 + r_2)}{L}} \quad \text{w mm/1 km}$$

w którym przez r_i oznaczono różnice pomiędzy wielkościami Δh mierzonymi w kierunku "tam", tj. Δh_i^1 i "z powrotem", tj. Δh_i^2

$$r_i = \Delta h_i^1 - \Delta h_i^2$$

a przez n liczbę dokonanych pomiarów wielkości Δh .

Tablica 5

Rodzaj i klasa instrumentu	Długość niwelowanego odcinka L m	Liczba stanowisk instrumentu	Długość celowej m	Liczba pomiarów n	Rodzaj łąt pomiarowych
TT-I	100	1	100	20	niwelacyjne zwykłe, tachimetryczne
TT-II	100	1	100	18	jw.
KT-I					topograficzna
TT-III	100	1	100	16	tachimetryczne
KT-II					topograficzne
N - I	1000	14	40	10	niwelacyjne inwarowe
N - II	1000	12	50	9	jw.
N - III	1000	10	60	8	niwelacyjne drewniane kreskowe
N - IV	1000	8	70	6	niwelacyjne zwykłe

4. POSTANOWIENIA KOŃCOWE

4.1. Określenie jednostki organizacyjnej, ustalającej klasy instrumentów geodezyjnych. Badania kontrolne instrumentów geodezyjnych dla ich klasyfikacji przeprowadza wg programu podanego w rozdz. 3:

- a) wytwórnia instrumentów geodezyjnych,
- b) w przypadku importu, odbiorca krajowy zamawiający instrumenty geodezyjne.

Klasę instrumentów geodezyjnych fabrycznie nowych ustala się na podstawie danych fabrycznych.

Klasę instrumentów geodezyjnych używanych przeprowadza w okresach podanych w 2.5.2 jednostka organizacyjna użytkująca te instrumenty.

4.2. Określenie jednostki organizacyjnej, badającej używane instrumenty geodezyjne dla ich sklasyfikowania.

Jeżeli wymienione w 4.1 jednostki organizacyjne nie mają

warunków do przeprowadzania badań kontrolnych instrumentów geodezyjnych dla celów ich klasyfikacji, czynności te mogą być zlecone do wykonania:

- geodezyjnym instytutem naukowo-badawczym,
- wyższym uczelnią techniczną, mającym Instytuty, zakłady lub katedry geodezyjne i prowadzącym w tym zakresie działalność gospodarczą,
- państwowym jednostkom wykonawstwa geodezyjno-kartograficznego, dysponującym odpowiednimi warunkami,
- zespołowi rzeczoznawców branżowego stowarzyszenia naukowo-technicznego.

4.3. Metryki instrumentów geodezyjnych. Ustalana klasa instrumentu geodezyjnego powinna być każdorazowo wpisana do metryki instrumentu, z podaniem:

- jednostki organizacyjnej, ustalającej klasę,
- jednostki organizacyjnej, która prowadziła badania kontrolne dla celów klasyfikacyjnych instrumentu,
- daty badania kontrolnego i ustalenia klasy.

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę - Instytut Geodezji i Kartografii, Warszawa.

Zespół Rzeczoznawców Stowarzyszenia Geodetów Polskich, Warszawa.

2. Autor projektu normy - mgr inż. Jerzy Szymoński,

3. Uwagi do wydania II. Wydanie bez zmian. Poprawiono jedynie oczywiste błędy.