

GEODEZJA I KARTOGRAFIA	NORMA BRANŻOWA	BN-69 8782-03
	Osnowy geodezyjne Pomiar długości taśmą podwieszoną	
	4.1 Grupa katalogowa XVI 73	

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest metoda pomiaru długości taśmą podwieszoną.

1.2. Zakres stosowania metody pomiaru długości taśmą podwieszoną jest ograniczony względnym błędem pomiaru długości wynoszącym 1:15 000.

Metoda ta może być stosowana w szczególności do pomiaru:

- boków poligonizacji precyzyjnej II klasy,
- boków poligonizacji technicznej wszystkich klas,
- siatek w pomiarach realizacyjnych,
- baz dla przeniesienia współrzędnych,
- baz dla określenia długości odcinków niedostępnych,
- baz do zdjęcia punktów niedostępnych,
- długości w innych pracach geodezyjnych, gdzie wymagana jest dokładność pomiaru 1:15 000.

Zaleca się stosowanie tej metody w terenach trudnych, nierównych, pagórkowatych, górzystych i zaśnieżonych lub zakrytych.

1.3. Określenia

1.3.1. Przesło - długość ciężkiw całego zakresu pomiarowego taśmy swobodnie podwieszanej, przy obciążeniu pomiarowym, odłożona i zaznaczona w terenie odpowiednimi kreskami sąsiednich wskaźników.

1.3.2. Przesło niepełne - długość ciężkiw części zakresu pomiarowego taśmy swobodnie podwieszanej, przy obciążeniu pomiarowym, odłożona i zaznaczona w terenie odpowiednimi kreskami sąsiednich wskaźników.

1.3.3. Komparator terenowy - trwale zastabilizowany w terenie płaskim odcinek prostej o długości co najmniej równej 4-krotnej długości ciężkiw taśmy i wyznaczony z błędem względnym nie większym od 1:50 000.

1.4. Normy i dokumenty związane

- PN-70/N-02120 Zasady zaokrąglania i zapisywania liczb
 PN-72/N-99313 Sprzęt geodezyjny. Stalowe pryzmaty wstęgowe. Taśmy
 PN-69/N-99320 Sprzęt geodezyjny. Piony

BN-65/8771-10 Sprzęt geodezyjny. Szkicowniki polowe

BN-72/8771-11 Sprzęt geodezyjny. Statywy do teodolitów i niwelatorów

BN-66/8771-12 Sprzęt geodezyjny. Kostur do taśmy geodezyjnej

BN-72/8871-15 Sprzęt geodezyjny. Stojaki do ty-czek

Instrukcja B-III Poligonizacja techniczna wraz z Wzorami i przykładami GUGiK 1968 r.

Tymczasowa instrukcja o wykonaniu poligonizacji precyzyjnej I i II klasy. GUGiK 1958 r.

2. METODA POMIARU

2.1. Pomiar długości metodą taśmy podwieszanej polega na zastosowaniu 50-metrowego pryzmatu wstęgowego typu lekkiego (L), podwieszanego na kosturach, przy określonym naciągu oraz odkładaniu ciężkiw tego pryzmatu i zaznaczaniu ich za pomocą podwyższonych wskaźników. Wykonanie pomiaru tą metodą wymaga następujących czynności podstawowych:

- a) scentrowania pierwszego wskaźnika nad punktem początkowym,
- b) odkładania kolejnych przesł na mierzonym odcinku,
- c) naciągania taśmy dynamometrem,
- d) trygonometrycznego niwelowania wskaźników,
- e) odczytania długości przesła końcowego,
- f) pomiaru temperatury,
- g) obliczenia mierzonej długości.

W zależności od założonej dokładności pomiaru powyższe czynności powinny odpowiednio spełniać wymagania wg instrukcji GUGiK.

2.2. Sprzęt i formularze

2.2.1. Taśma typu lekkiego - wg PN-72/N-99313, zalegalizowana przez CUIJM lub upoważnione państwowe jednostki organizacyjne. Zaleca się stosowanie taśmy 50-metrowej przy obciążeniu pomiarowym 20 kg (196 N).

Dopuszcza się stosowanie pryzmatów wstęgowych o parametrach zbliżonych do taśmy typu lekkiego.

Nakład wznowiony, uwzględnia zmiany i poprawki wprowadzone do dnia 31.II.1974 r. (Wyd. II)

10,-

WYDAWNICTWA NORMALIZACYJNE

Instytut Geodezji i Kartografii
 Ustanowiona przez Prezesa Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii dnia 22 grudnia 1969 r.
 jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 kwietnia 1970 r.
 (Mon. Pol. nr 6/1970 poz. 62)

2.2.2. Sprzet pomocniczy

- Dwa wakażniki (konstrukcja wakażnika podana przykładowo na rys. 1).
- Dwa stojaki do wakażników - wg BN-72/8771-15 lub wg rys. 2 (konstrukcja stojaka przykładowa).
- Dynamometr do obciążenia pomiarowego-klasy II do 25 kg, z niedokładnością wskazań 2% i wartością działki elementarnej 1 kg.
- Dwa kostury długości 1,6 m - wg BN-66/8771-12.
- Teodolit umożliwiający pomiar kąta pionowego z niedokładnością $\pm 1^\circ$.
- Statyw do teodolitu - wg BN-72/8771-11.
- Termometr z działką elementarną 1°C .
- Pion geodezyjny zwykły 0,25 kg - wg PN-69/N-99320.

- Dwa szklowniki polowe - wg BN-65/8771-10.

2.2.3. Formularze. Do zapisów wyników i obliczenia długości odcinków stosuje się druk: dziennik pomiaru długości i dziennik pomiaru kątów pionowych wg Wzorów 1 i przykładów do Instrukcji B-III.

2.3. Przygotowanie i sprawdzanie sprzętu

2.3.1. Sprawdzenie kompletu sprzętu pomiarowego na komparatorze terenowym odbywa się przed rozpoczęciem i po zakończeniu pomiaru na obiekcie po każdym miesięcznym okresie ciągłej pracy sprzętu oraz po każdej naprawie zerwanej taśmy. Sprawdzenie ma na celu wyznaczenie długości cięciwy zakresu pomiarowego taśmy przy użyciu danego kompletu sprzętu oraz okresowe badanie niezmienności długości cięciwy taśmy w danych warunkach terenowych.

2.3.2. Komparacja terenowa polega na wyznaczeniu długości cięciwy na podstawie co najmniej 4-krotnego pomiaru długości komparatora terenowego.

2.3.3. Analityczne wyznaczenia długości cięciwy wykonuje się w oparciu o świadectwa legalizacji wg wzorów

$$L_c = L - \frac{qL^3}{24P^2} + \frac{P - P_0}{WE} L \quad (1)$$

$$L_c = L - \frac{8f^2}{3L} + \frac{P - P_0}{WE} L \quad (2)$$

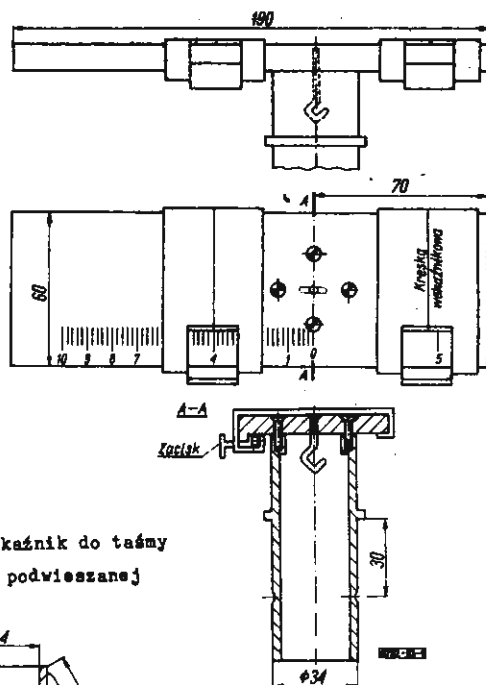
w których:

- L_c - długość cięciwy całego zakresu taśmy podwieszanej w poziomie, m,
- L - długość całego zakresu taśmy komparowanej w pozycji leżącej wg świadectwa CUJIM, m,
- q - masa 1 m długości taśmy, kg/m ($\text{N}\cdot\text{m}^{-1}$),
- P - obciążenie przy komparacji terenowej kg (N),
- P_0 - obciążenie przy komparacji legalizacyjnej, kg (N),
- f - strzałka zwisu pełnego przęsla taśmy przy obciążeniu pomiarowym, cm (m),
- W - powierzchnia przekroju poprzecznego taśmy, cm^2 (m^2),
- E - współczynnik sprężystości materiału wstęgi, kg/cm^2 ($\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$).

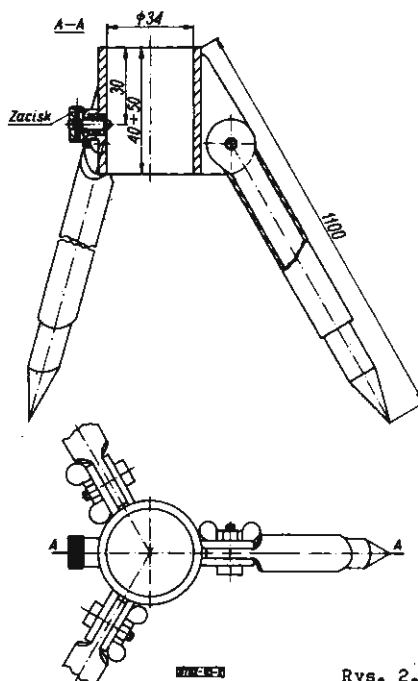
Długości cięciwy L_c obliczone z obu wzorów (1) i (2) nie powinny przekraczać wartości podanych w tabl. 2 lp. 7.

2.4. Wykonanie pomiaru odcinka

2.4.1. Rozstawienie sprzętu powinno odbywać się w następujący sposób:



Rys. 1. Wskaźnik do taśmy podwieszanej



Rys. 2. Stojak do wakażnika

- wskaźnik I ustawia się stabilnie na punkcie początkowym, kreskę zerową wskaźnika pionuje się nad punktem, pierwszą ruchomą kreskę wskaźnika ustawia się na jego kresce zerowej, a drugą przesuwają w kierunku pomiaru o 5 cm;
- taśmę rozwija się od zera numerami wzrastającymi w kierunku pomiaru;
- dynamometr mocuje się na końcu taśmy;
- drugi uchwyt dynamometru oraz zerowy uchwyt taśmy przytwierdza się do kosturów przy pomocy złącz;
- wskaźnik II przygotowuje się do ustawienia w linii na końcu taśmy;
- termometr zawieszają się pod wskaźnikiem lub przy instrumencie; można stosować termometry specjalne przystosowane do umocowania na taśmie;
- teodolit ustawia się w poziomie nad punktem końcowym mierzonego odcinka (bez dokładnego centrowania).

2.4.2. Odkładanie przesła należy wykonywać wg następującego sposobu i w kolejności:

a) kostury ustawia się na kierunku mierzonej linii zgodnie z wymaganiami podanymi w tabl. 2 lp.8,

b) wskaźnik II ustawia się stabilnie pod końcowym znakiem zakresu taśmy,

c) na komendę "uwaga" naciąga się stopniowo kosturami taśmę do momentu wskazania przez dynamometr pełnego obciążenia mierniczego,

d) równocześnie kreską zerową taśmy doprowadza się do koincydencji z kreską zerową wskaźnika I i podaje się odzew "gotów",

e) na ten odzew podsuwa się pierwszą ruchomą kreską wskaźnika II pod końcową kreską podziałową taśmy i odpowiada się "druga" (pierwsze odłożenie cięciwy na I przesła zakończone),

f) po tej odpowiedzi i zwolnieniu naciągu przesuwają się taśmę do przodu przez odpowiednie pochylenie kosturów tak, aby kreska zerowa taśmy zrównała się z drugą kreską ruchomą, przesuniętą o 5 cm na wskaźniku I,

g) na ponowne hasło "uwaga" i odzew "gotów" przesuwają się drugą kreską ruchomą wskaźnika II pod znak końcowy zakresu pomiarowego taśmy (drugie odłożenie cięciwy na I przesła przesuniętym o 5 cm zakończone),

h) na następnym i dalszych przesłach taśmę odkłada się w sposób jak w b) + g),

i) przy obu tych przyłożeniach taśmy dynamometr musi wskazywać pełne obciążenie pomiarowe,

j) odłożone przesła odnotowuje się w dzienniku pomiaru długości,

k) naciąg taśmy przy odkładaniu przesła bez komendy jest niedozwolony i powinien trwać możliwie krótko,

l) na kręgu pionowym teodolitu odczytuje się kąt nachylenia na każdy kolejny wskaźnik i notuje w dzienniku pomiaru kątów pionowych,

ł) przesła niepełne i końcowe nie powinno być krótsze od 5 m. Aby ten warunek dla przesła końcowego był spełniony, należy skrócić odpowiednio przesła przedostatnie.

2.4.3. Zakończenie pomiaru odcinka polega na wykonaniu następujących kolejnych czynności:

a) dla kontroli pomiaru odczytuje się dopełnienia wszystkich niepełnych przesła; dopełnienia te wpisuje się w dzienniku pomiaru długości w kolumnie Uwagi;

b) po scentrowaniu wskaźnika II nad punktem końcowym odkłada się końcowe przesła jak w 2.4.2 e) + g), przy czym kreski na wskaźniku II podstawią się pod najbliższy (ostatni przed punktem) decymetrowy znak podziałowy taśmy i dokonuje się odczytów taśmy i wskaźnika;

c) do dziennika pomiaru długości zapisuje się: dopełnienie z taśmy ostatniego przesła w centymetrach, długość ostatniego przesła (metry i decymetry z taśmy, centymetry i milimetry ze wskaźnika), wysokość końcowego wskaźnika w stosunku do osi poziomej instrumentu z niedokładnością ± 1 cm, temperaturę z niedokładnością $\pm 1^{\circ}\text{C}$, stosowane w

czasie pomiaru obciążenie pomiarowe oraz pomierzone na wskaźniki kąty pionowe;

d) w przypadku gdy punkt końcowy odcinka jest początkowym punktem następnego mierzonego odcinka, centrowany nad nim wskaźnik należy obrócić w kierunku nowego odcinka.

2.4.4. Trygonometryczna niwelacja wskaźników dokonywana jest równocześnie z pomiarem długości i polega na odczytywaniu na kręgu pionowym i notowaniu w formularzu do zapisu kątów pionowych, w zależności od początku podziału kręgu: odległości zenitalnej z lub kąta pionowego α na każdy wskaźnik. Celowanie na wskaźnik powinno odbywać się w chwili przenoszenia taśmy do przodu. W przypadku braku widoczności wskaźnika należy celować na punkt podwyższony o ściśle określony odcinek zaznaczony na kosturze z błędem ± 1 cm i zanotowany w dzienniku pomiaru.

W przypadkach uzasadnionych dopuszcza się stosowanie innych metod, np.:

- wykonanie niwelacji zamiast z punktu końcowego z punktu początkowego, a nawet dowolnego innego,

- wykonanie niwelacji instrumentem Dahlta lub pochylnikiem.

Stosowanie innych metod jest dopuszczalne pod warunkiem zachowania dokładności wg instrukcji GUGiK. W każdym przypadku wyniki niwelacji powinny być przeniesione do dziennika pomiaru przy zakończeniu pomiaru odcinka i zaopatrzone odpowiednią uwagą.

2.4.5. Kontrola pomiaru odcinka polega na:

- sprawdzeniu zgodności liczby zapisanych przesła i pomierzonych kątów pionowych;

- podsumowaniu długości przesła I i II przesuniętego o 5 cm przyłożenia; różnice długości I i II przyłożenia taśmy nie powinny przekraczać wielkości podanych w tabl. 2 lp. 11;

- sprawdzeniu zgodności pomierzonej długości z odczytanym dopełnieniem (2.4.3 a).

2.5. Opracowanie wyników

2.5.1. Obliczenie wysokości wskaźnika na punkcie i w zależności od pomierzonych wielkości wykonuje się wg wzorów

$$h_i = d_i \cos z_i \quad (3)$$

lub

$$h_i = d_i \sin \alpha_i \quad (4)$$

w których:

h_i - wysokość wskaźnika w stosunku do horyzontu instrumentu,

d_i - odległość wskaźnika od instrumentu (pochyła),

z_i - odległość zenitalna wskaźnika,

α_i - kąt pionowy na wskaźnik.

Do obliczeń można używać: 4-cyfrowych tablic funkcji naturalnych i arytmometru lub nomogramu trygonometrycznego Dobrzyńskiego dla odległości zenitalnych w granicach $97 + 103^{\circ}$.

Obliczenie należy prowadzić z niedokładnością ± 1 cm.

2.5.2. Redukcja przesła do poziomu powinna być obliczana wg wzoru

$$\Delta L_h = -\frac{\Delta h^2}{2L_c} - \frac{\Delta h^4}{8L_c^3} \quad (5)$$

w którym:

ΔL_h - poprawka redukcyjna dla przesła,

Δh - różnica wysokości wskaźników przesła,

przy czym

$$\Delta h = h_{i+1} - h_i$$

Obliczenia należy wykonywać w milimetrach przy pomocy arytmetru i tablic lub przy pomocy nomogramu. Drugi wyraz poprawki, jeżeli okaże się mniejszy od 1 mm, należy odrzucać orientując się wg tabl. 1.

Tablica 1. Różnice wysokości przesła, przy których pierwszy i drugi wyraz wzoru (5) wynoszą 1 mm

L długość przesła m	h - różnice wysokości końców przesła, m	
	$\frac{\Delta h^2}{2L_c} = 1 \text{ mm}$	$\frac{\Delta h^4}{8L_c^3} = 1 \text{ mm}$
5	0,10	1,0
10	0,14	1,7
15	0,17	2,3
20	0,20	2,8
25	0,22	3,3
30	0,24	3,8
35	0,26	4,3
40	0,28	4,7
45	0,30	5,1
50	0,32	5,5

Sumy poprawek ΔL_h obliczone dla poszczególnych przeseł należy dodać do średniej długości odcinka, uzyskanej z pomiaru.

Tablica 2. Dopuszczalne błędy dla pomiaru długości 50-metrową taśmą stalową typu lekkiego (wg PN-72/N-99313)

Lp.	Rodzaj błędu	Parametry	Założony błąd względny		
			1:20 000	1:10 000	1:5 000
1	Błąd wskazań dynamometru (obciążenia mierniczego)	20 kg (196 N)	±1 kg (±9,8 N)	±2 kg (±19,6 N)	±3 kg (±28,4 N)
2	Błąd długości ciężki przy obciążeniu mierniczym	50 m	±0,001 m	±0,002 m	±0,003 m
3	Błąd określenia ciężaru 1 m taśmy	0,03 kg (0,28 N)	±0,0002 kg (±0,002 N)	±0,0002 kg (±0,002 N)	±0,0002 kg (±0,002 N)
4	Błąd powierzchni przekroju taśmy	$4 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$	$\pm 1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$	$\pm 1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$	$\pm 1 \cdot 10^{-8} \text{ m}^2$
5	Błąd modułu sprężystości stali taśmy	$21 \cdot 10^{-9} \text{ kgm}^{-2}$ ($209 \cdot 10^{-9} \text{ Nm}^{-2}$)	$\pm 1 \cdot 10^{-9} \text{ kgm}^{-2}$ ($\pm 9,8 \cdot 10^{-9} \text{ Nm}^{-2}$)		
6	Błąd strzałki zwisu taśmy	0,50 m	±0,01 m	±0,02 m	±0,03 m
7	Różnica dwukrotnego obliczenia długości ciężki	50 m	±0,001 m	±0,002 m	±0,003 m
8	Błąd wtyczenia wskaźnika na kierunek odcinka	50 m	±0,1 m	±0,2 m	±0,3 m
9	Błąd zaznaczenia początku i końca przesła	50 m	±0,0025 m	±0,003 m	±0,004 m
10	Błąd pomiaru wysokości wskaźników dla różnic wysokości do 5 m na przesła	-	±0,022 m	±0,041 m	±0,092 m
11	Różnica I i II odłożenia odcinka	-	±0,015 m	±0,025 m	±0,035 m
12	Błąd określenia temperatury taśmy	-	±2°C (K)	±4°C (K)	±8°C (K)
13	Błąd pomiaru kąta pionowego dla różnic wysokości do 5 m na przesła	-	±80°	±1°50'	±5°40'
14	Błąd pomiaru podwyższenia celu	-	±0,01 m	±0,01 m	±0,01 m
15	Błąd obliczenia wysokości wskaźników po zaokrągleniu	-	±0,005 m	±0,005 m	±0,05 m
16	Błąd obliczenia poszczególnych poprawek redukcyjnych po zaokrągleniu	-	±0,0005 m	±0,0005 m	±0,0005 m

2.5.3. Redukcja na temperaturę i komparację powinna być wykonana wg wzoru

$$\Delta L_{tk} = [K + \lambda(t - t_0)]D \quad (6)$$

w którym $K = \frac{L_c - L_n}{L_n}$

przy czym:

L_n - nominalna długość taśmy, m,

K - poprawka komparacyjna na 1 m,

λ - współczynnik rozszerzalności termicznej materiału taśmy $\frac{1}{1^\circ\text{C}}$ (K^{-1}),

t - temperatura pomiaru, °C (K),

t_0 - temperatura komparacji, °C (K),

D - długość zredukowanego odcinka, m.

Poprawkę ΔL_{tk} dla danej taśmy można przedstawić w postaci tablicy.

2.5.4. Poprawka za zwis przeseł końcowych i niepełnych powinna być obliczana wg wzoru

$$\Delta L_z = \frac{q^2(L_c^2 l - l^3)}{24p^2} \quad (7)$$

gdzie l - długość przesła niepełnego lub końcowego.

Poprawki ΔL_z można nie uwzględniać, jeśli założony błąd względny pomiaru jest większy od 1:10 000.

2.5.5. Poprawki redukcyjne należy obliczać w dzienniku pomiaru w mm, stosując zasadę zaokrąglania wyników wg PN-70/N-02120.

2.5.6. Ostateczne długości odcinków otrzymuje się przez dodanie sumy poprawek wg 2.5.1 + 2.5.4, do średniej wyniku pomiaru.