

Normă de Metrologie Legală

NML 1-XX:2025 „Teodolite. Cerințe tehnice și metrologice. Procedura de verificare metrologică”

I. OBIECT ȘI DOMENIU DE APLICARE

1. Prezenta normă de metrologie legală (în continuare – normă) stabilește cerințele tehnice și metrologice pentru teodolite (în continuare – teodolite) destinate măsurărilor în domeniul de interes public. Norma se utilizează la efectuarea încercărilor metrologice în scopul aprobării de model, verificării metrologice inițiale, periodice și după reparare în condițiile Hotărârii Guvernului nr. 1042/2016 cu privire la aprobarea Listei oficiale a mijloacelor de măsurare și măsurărilor supuse controlului metrologic legal.

II. REFERINȚE

Legea metrologiei nr.19/2016;

Hotărârea nr. 1042/2016 cu privire la aprobarea Listei oficiale a mijloacelor de măsurare și măsurărilor supuse controlului metrologic legal;

SM ISO/IEC Ghid 99:2017 Vocabular internațional de metrologie. Concepte fundamentale și generale și termeni asociați (VIM);

SM ISO 17123-1:2016 Optică și aparate optice. Metode de încercare pe teren a aparatelor geodezice și topografice. Partea 1: Teorie;

SM ISO 17123-3:2016 Optică și aparate optice. Metode de încercare pe teren a aparatelor geodezice și topografice. Partea 3: Teodolite.

III. TERMINOLOGIE ȘI ABREVIERI

2. Pentru interpretarea corectă a prezentei norme de metrologie legală se aplică termenii conform Legii metrologiei nr. 19/2016; SM SR Ghid ISO/CEI 99:2017, cu următoarele completări:

Teodolitul - este un mijloc de măsurare optico-mecanic sau optoelectronic utilizat pentru determinarea unghiurilor orizontale și verticale, alcătuit din sisteme de vizare, mecanisme de rotație pe două axe perpendiculare și un sistem de citire a unghiurilor.

IV. CERINȚE TEHNICE ȘI METROLOGICE

3. Teodolitul trebuie să corespundă cerințelor tehnice și metrologice stabilite în SM ISO 17123-1:2016, SM ISO 17123-3:2016, și prezenta normă.

4. Diviziunea de afișare (rezoluția):

- Teodolite precise: 0.1" – 1"
- Teodolite medii: 1" – 5"
- Teodolite tehnice: 5" – 20"
- La teodolitele optico-mecanice vechi: 20" – 60".

5. Tipul teodolitului: optic, electronic, digital;

6. Mărimile măsurate: unghi orizontal; unghi vertical;

7. Metoda de citire a unghiurilor: cercuri gravate optice, coduri digitale (ABS/INC);

8. Intervalul de măsurare a unghiului vertical: $\pm 90^\circ$ sau $0-360^\circ$;

9. Intervalul de măsurare a unghiului orizontal: $0-360^\circ$;

10. Distanță minimă de focalizare a lunetei: ≤ 2 m.
11. Puterea de mărire a lunetei:
 - 28× – 30× (teodolite precise)
 - 26× – 28× (teodolite medii)
 - 20× – 26× (tehnice / optico-mecanice).
12. Tensiune nominală: 3,7÷8V (Li-Ion sau NiMH).
13. Protecție minimă:
 - Modele moderne: IP55 – IP65
 - Modele de șantier robuste: IP66
 - Modele vechi optice: fără IP, doar etanșare mecanică.
14. Nivelă sferică:
 - 8' – 12' / 2 mm (standard)
 - 20" – 40" / 2 mm (teodolite medii)
 - 10" – 20" / 2 mm (teodolite precise).
15. Temperatura de funcționare, minim: de la 0 °C până la +40 °C.
16. Umiditate: funcționare la până la 90% umiditate relativă, fără condens intern.
17. Carcasa trebuie să protejeze componentele interne la vibrații ușoare (transport, teren denivelat).
18. Erorile maxime tolerate la măsurarea unghiului orizontal nu trebuie să depășească - 5".
19. Erorile maxime tolerate la măsurarea unghiului vertical nu trebuie să depășească - 5".
20. Fiecare teodolit trebuie să poarte o plăcuță sau o etichetă de identificare permanentă, netransferabilă și ușor de citit, care să ofere următoarele informație:
 - marca comercială/denumirea comercială a producătorului;
 - anul producerii;
 - tipul;
 - numărul de fabricație;
 - marcajul aprobării de model.

V. MODALITĂȚI DE CONTROL METROLOGIC LEGAL

21. Volumul și consecutivitatea efectuării operațiilor în cadrul procedurii de aprobare de model, verificărilor metrologice inițiale, periodice și după reparare trebuie să corespundă tabelului 1.

Programul de încercări în scopul aprobării de model se elaborează luând în considerație cerințele standardelor aplicabile și cerințele prezentei norme.

Tabelul 1

Denumirea operației	Operația/nr. punctului din capitolul XI) „Efectuarea verificării”	Modalități de control metrologic legal			
		aprobare de model	Verificarea metrologică		
			inițială	periodică	după reparare
Verificarea aspectului exterior	30	da	da	da	da
Încercări la funcționalitate	31	da	da	da	da
Determinarea erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor orizontale	32	da	da	da	da

Determinarea erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor verticale	33	da	da	da	da
---	----	----	----	----	----

22. Verificarea metrologică se efectuează de către laboratoarele acreditate și desemnate pentru domeniul respectiv, conform Legii metrologiei nr.19/2016.

23. În cazul în care teodolitul nu corespunde cel puțin, uneia din cerințele specificate în tabelul 1, verificarea metrologică se întrerupe și se consideră că aceasta nu corespunde cerințelor prezentei norme și nu pot fi utilizate în domeniile de interes public.

VI. ETALOANE ȘI ECHIPAMENTE

24. La efectuarea verificării metrologice se utilizeze etaloane de lucru specificate în tabelul 2.

Tabelul 2

Numărul punctului Din capitolul XI) „Efectuarea verificării”	Denumirea etalonului de lucru sau dispozitivului auxiliar de măsurare	Caracteristicile metrologice și tehnice de bază	Indicativul documentului, care reglementează cerințele tehnice
32, 33	Stand colimațional	- 5 repere de ochire (ținte), instalate aproximativ în același plan orizontal, la o distanță de 100 m până la 250 m una de cealaltă și amplasate, dacă este posibil, la intervale uniforme de-a lungul orizontului; - 4 repere de ochire (ținte), instalate aproximativ în același plan vertical astfel încât să acopere un interval cu un unghi vertical de aproximativ 30°.	-
31, 32, 33	Mijloace de monitorizare a condițiilor de mediu	Temperatura - (de la 0 până la plus 40) °C Umiditatea - (30÷70) % Presiunea atmosferică (806 ÷ 1060) hPa	-

25. Se admite utilizarea altor etaloane de lucru ale căror caracteristici sunt mai performante decât cele menționate în tabelul 2, care au fost supuse etalonării în modul stabilit.

VII. CERINȚE PRIVIND CALIFICAREA PERSONALULUI

26. La efectuarea controlului metrologic legal se admit persoane cu competența demonstrată pentru domeniul dat de măsurări.

VIII. CERINȚE PRIVIND SECURITATEA

27. La efectuarea verificării metrologice trebuie să se respecte regulile de securitate menționate de producător în documentația tehnică. Verificatorul metrolog se obligă să respecte cerințele de securitate în laborator.

IX. CONDIȚII DE VERIFICARE

28. În timpul efectuării verificării metrologice trebuie să se respecte următoarele condiții:

1) temperatura mediului ambiant, °C de la 0 până la plus 40;

Variația temperaturii pe parcursul verificării nu trebuie să depășească - $\pm 5^{\circ}\text{C}$.

2) umiditatea relativă a aerului, %, $30 \div 70$;

3) presiunea atmosferică, kPa, $80,6 \div 106,0$;

4) verificarea se efectuează în condiții de lipsă a precipitațiilor: ploaie, ceață, ninsoare, viscol.

5) dispozitivul nu trebuie expus la lumina directă a soarelui.

X. PREGĂTIREA PENTRU VERIFICARE

29. Mijloacele de măsurare vor fi pregătite pentru funcționare în conformitate cu documentația tehnică. Teodolitele și accesoriile sale trebuie ajustate în conformitate cu instrucțiunile producătorului. Pentru a menține influența refracției cât mai mică posibil, este necesar să se selecteze o zonă suficient de orizontală pentru testare. Înainte de efectuarea măsurărilor, teodolitul este menținut în condiții ambientale pentru aclimatizare.

XI. EFECTUREA VERIFICĂRII

30. Verificarea aspectului exterior.

1) La verificarea aspectului exterior a teodolitului se stabilește:

- lizibilitatea inscripțiilor pe placa de marcă (tăblița cu inscripționări), precum și a cifrelor și reperelor pe dispozitivele de afișare. Plăcuța cu inscripționări trebuie să dețină inscripțiile specificate la pct. 20;

- integritatea și funcționarea dispozitivelor de dirijare, setare, compensare și corecție;

- se verifică ca teodolitul, reflectoarele, cutiile de transportare și alte componente să nu fie defectate mecanic, sistemele optice trebuie să asigure imagini clare ale obiectelor supuse observării (vizării), suprafețele pieselor optice trebuie să fie curate, fără pete, zgârieturi, urme de clei și așchieri;

- se verifică ecranul, butoanele și bateria;

2) Rezultatele verificării aspectului exterior se consideră corespunzătoare, dacă teodolitul corespunde cerințelor menționate la alin. 1) din prezentul punct.

31. Încercări la funcționalitate:

1) Teodolitul care face obiectul verificării trebuie să fie complet instalat pe suportul adaptorului respectiv, corespunzător tipului și pregătit pentru funcționare. Înainte de a începe verificarea teodolitului, aceasta trebuie deconectată și conectată.

2) Se verifică șuruburile de fixare (nivelare, blocare) dacă sunt funcționale;

- 3) Se verifică și se reglează nivela sferică (sau cilindrică):
 - aduceți nivela în centrul cercului cu șuruburile nivelante;
 - rotește instrumentul la 180° , bula trebuie să rămână centrată;
- 4) Se verifică ca acumulatele (bateriile) să fie încărcate (dacă există);
- 5) Se verifică vizibilitatea și claritatea imaginii:
 - se privește prin ocular, imaginea mirei trebuie să fie clară;
 - se reglează ocularul la necesitate.
- 6) Rezultatele verificării se consideră corespunzătoare, dacă se adevărește funcționalitatea teodolitului conform pct. 1) ÷ 5) specificate mai sus.

32. Determinarea erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor orizontale

1) Se selectează 5 repere de ochire (ținte), instalate aproximativ în același plan orizontal, la o distanță de 100 m până la 250 m una de cealaltă și amplasate, dacă este posibil, la intervale uniforme de-a lungul orizontului, figura 1;

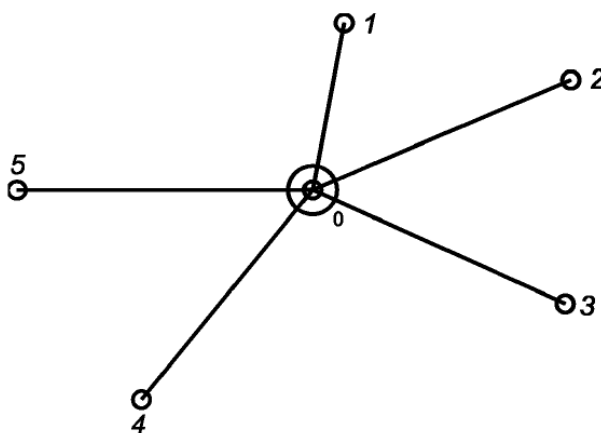


Figura 1. Configurație pentru măsurarea unghiurilor orizontale

- 2) Teodolitul se instalează pe suportul standului colimațional și se pornește;
- 3) Teodolitul se centrează conform instrucțiunii producătorului;
- 4) Se efectuează 4 serii de măsurări. Fiecare serie de măsurători constă din $n = 3$ seturi în (j) direcții și $t = 5$ ținte (k);
- 5) Reperele de ochire (țintele) ar trebui să fie vizibile în fiecare măsurare la poziția I a cadranului telescopului în sens orar și la poziția II a cadranului telescopului în sens invers. Cercul gradat trebuie rotit cu 60° (67 gon) după fiecare măsurare. Dacă rotirea fizică a cercului gradat nu este posibilă, cum ar fi în cazul teodolitelor electronice, partea inferioară a teodolitului poate fi rotită cu aproximativ 120° (133 gon) pe un trepid.
- 6) Se determină valoare medie pentru fiecare țintă ale citirilor în cele două poziții I și II conform formulei (1):

$$x_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 180^\circ}{2} \left(= \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 200\text{gon}}{2} \right); \quad j = 1, 2, 3, \quad k = 1, \dots, 5. \quad (1)$$

7) Se scade unghiul de la prima țintă pentru toate valorile calculate în pct. 6), conform formulei (2):

$$x'_{j,k} = x_{j,k} - x_{j,1}; \quad j = 1, 2, 3. \quad k = 1, \dots, 5. \quad (2)$$

8) Se calculează valoarea medie a unghiurilor bazată pe $n = 3$ măsurători ale unghiului pentru țintele k , conform formulei (3):

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k = 1, \dots, 5. \quad (3)$$

9) Se determină $d_{j,k}$ conform formulei (4):

$$d_{j,k} = \bar{x}_k - x'_{j,k}; \quad j = 1, 2, 3. \quad (4)$$

10) Se determină valoarea medie aritmetică $\bar{d}_j$ pentru fiecare set de măsurări conform formulei (5):

$$\bar{d}_j = \frac{d_{j,1} + d_{j,2} + d_{j,3} + d_{j,4} + d_{j,5}}{5}; \quad j = 1, 2, 3; \quad (5)$$

11) Se calculează reziduurile $r_{j,k}$, conform formulei (6):

$$r_{j,k} = d_{j,k} - \bar{d}_j; \quad j = 1, 2, 3. \quad k = 1, \dots, 4. \quad (6)$$

12) Cu excepția erorilor de rotunjire, fiecare set de măsurare trebuie să îndeplinească următoarea condiție, conform formulei (7):

$$\sum_{k=1}^4 r_{j,k} = 0 \quad j = 1, 2, 3. \quad (7)$$

13) Se calculează suma pătratelor reziduurilor pentru fiecare serie de măsurări, conform formulei (8):

$$\sum r^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r_{j,k}^2 \quad (8)$$

14) Se calculează numărul gradelor de libertate pentru $n = 3$ seturi și $t = 5$ ținte, conform formulei (9):

$$v = (3 - 1) \times (5 - 1) = 8 \quad (9)$$

15) Se calculează abaterea standard experimentală (medie pătratică) s a unghiului $x_{j,k}$, determinat dintr-o serie de măsurări, din două poziții a lunetei, conform formulei (10):

$$s = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}} \quad (10)$$

16) Se calculează abaterea standard experimentală (medie pătratică) s a unghiului orizontal pentru toate seriile de măsurări $m = 4$, conform formulei (12), pentru gradele de libertate calculate conform formulei (11):

$$v = 4v_i = 32 \quad (11)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 s_i^2}{4}} \quad (12)$$

17) Rezultatele determinării erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor orizontale a teodolitului se consideră pozitive, dacă eroarea medie pătratică s , nu depășește eroarea maximă tolerată, specificată la pct. 18.

33. Determinarea erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor verticale

1) Teodolitul se instalează pe suportul standului colimațional și se pornește;

2) Teodolitul se centrează conform instrucțiunii producătorului;

3) Se selectează 4 repere de ochire (ținte), instalate aproximativ în același plan vertical astfel încât să acopere un interval cu un unghi vertical de aproximativ 30° . Reperele de ochire (țintele) ar trebui să fie vizibile în fiecare măsurare la poziția I a cadranului telescopului de la ținta 1 până la ținta 4 și la poziția II a cadranului telescopului în sens invers.

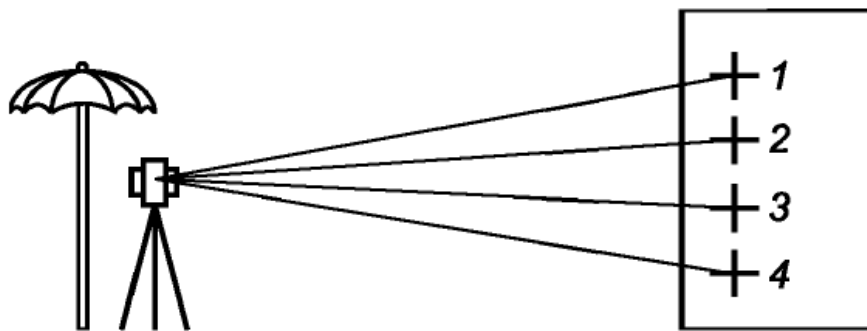


Figura 2. Configurație pentru măsurarea unghiurilor verticale

4) Se efectuează 4 serii de măsurări. Fiecare serie de măsurători constă din $n = 3$ seturi în (j) direcții și $t = 4$ ținte (k);

5) Se determină valoare medie pentru fiecare țintă ale citirilor în cele două poziții I și II conform formulei (13):

$$x'_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 360^\circ}{2} (= \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 400\text{gon}}{2}) ; \quad j = 1, 2, 3, \quad k = 1, \dots, 4. \quad (13)$$

6) Se calculează valoarea medie a unghiurilor verticale bazată pe $n = 3$ măsurători ale unghiului pentru țintele k, conform formulei (14):

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k = 1, \dots, 4. \quad (14)$$

7) Se calculează rezidurile $r_{j,k}$, conform formulei (15):

$$r_{j,k} = x'_{j,k} - \bar{x}_k; \quad j = 1, 2, 3; k = 1, \dots, 4. \quad (15)$$

8) Cu excepția erorilor de rotunjire, fiecare set de măsurare trebuie să îndeplinească următoarea condiție, conform formulei (16):

$$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r_{j,k}^2 = 0 \quad (16)$$

9) Se calculează suma pătratelor reziduurilor pentru fiecare serie de măsurări, conform formulei (17):

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r_{j,k}^2 \quad (17)$$

10) Se calculează numărul gradelor de libertate pentru $n = 3$ seturi și $t = 4$ ținte, conform formulei (18):

$$v = (3 - 1) \times 4 = 8 \quad (18)$$

11) Se calculează abaterea standard experimentală (medie pătratică) s_i a unghiului $x_{j,k}$, determinat dintr-o serie de măsurări, din două poziții a lunetei, conform formulei (19):

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}} \quad (19)$$

12) Se calculează abaterea standard experimentală (medie pătratică) s a unghiului verticale pentru toate seriile de măsurări $m = 4$, conform formulei (21), pentru gradele de libertate calculate conform formulei (20):

$$v = 4v_i = 32 \quad (20)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 s_i^2}{4}} \quad (21)$$

17) Rezultatele determinării erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor verticale a teodolitului se consideră pozitive, dacă eroarea medie pătratică s , nu depășește eroarea maximă tolerată, specificată la pct. 19.

XII. ÎNTOCMIREA REZULTATELOR CONTROLULUI METROLOGIC LEGAL

34. Rezultatele verificării metrologice se înregistrează în proces-verbal de verificare metrologică, care trebuie să conțină cel puțin următoarea informație:

- 1) solicitantul;
- 2) tipul, nr. de fabricație, producătorul teodolitului;
- 3) etaloanele utilizate;
- 4) condițiile de mediu;
- 5) valorile măsurate;
- 6) calculul erorilor;
- 7) erorile maxime tolerate;
- 8) concluzii asupra rezultatelor.

35. În cazul rezultatelor satisfăcătoare ale verificării metrologice se eliberează buletin de verificare metrologică conform Hotărârii Guvernului nr. 1042/2016, Anexa 2 și se aplică marcajul de verificare metrologica conform schemei stabilite în descrierea de model.

36. În cazul rezultatelor nesatisfăcătoare ale verificării metrologice se eliberează buletin de inutilizabilitate conform Hotărârea Guvernului nr. 1042/2016, Anexa 2.