

Normă de Metrologie Legală
NML 1-XX:2025 „Stații totale geodezice. 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 stațiile totale geodezice (în continuare – stații totale) 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:

Stație totală geodezică - instrument topografic complex care combină funcțiile unui teodolit (pentru măsurarea unghiurilor orizontale și verticale) cu un telemetru (pentru măsurarea distanțelor).

IV. CERINȚE TEHNICE ȘI METROLOGICE

3. Stațiile totale 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):

- unghiuri: 1” sau 5”;

- distanțe: 1 mm.

5. Distanță minimă de focalizare a lunetei: $\leq 1,5$ m.

6. Puterea de mărire a lunetei: $\geq 30x$.

7. Tensiune nominală: 6–8V (Li-Ion sau NiMH).

8. Protecție minimă: IP54.

9. Axe și cercuri gradate: axe pe rulmenți sau în suspensie magnetică. Încapsulate pentru protecție la praf.

10. Nivelă sferică și sensibilă ($8'/2$ mm).
11. Emisie/recepție cu laser (clasa 1 sau 2).
12. Ocular și vizor laser: ocular reglabil cu ajustare dioptrii. Vizor laser pentru centrare ușoară.
13. Temperatura de funcționare, minim: de la 0 °C până la +40 °C.
14. Umiditate: funcționare la până la 90% umiditate relativă, fără condens intern.
15. Stația trebuie să funcționeze corect în condiții de lumină puternică sau directă (soare). Laserul trebuie să rămână vizibil până la distanțe declarate.
16. Carcasa trebuie să protejeze componentele interne la vibrații ușoare (transport, teren denivelat).
17. Erorile maxime tolerate la măsurarea distanței m_d a stațiilor totale: $a+b \cdot 10^{-6} \cdot D$, unde:
a și b - parametrii ce caracterizează eroarea de măsurare a distanței indicată de producător, specificată în descrierea de model a mijlocului de măsurare;
D – lungimea liniilor supuse măsurărilor, în mm.
18. Erorile maxime tolerate la măsurarea unghiului orizontal nu trebuie să depășească eroarea indicată în descrierea de model specifică mijlocului de măsurare.
19. Erorile maxime tolerate la măsurarea unghiului vertical nu trebuie să depășească eroarea indicată în descrierea de model specifică mijlocului de măsurare.
20. Fiecare stație totală trebuie să poarte o plăcuță sau o etichetă de identificare permanentă, netransferabilă și ușor de citit, care să ofere următoarele informații:
 - 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 ciclice medii pătratice	32	da	da	da	da

Determinarea erorii medii pătratice la măsurarea distanței	33	da	da	da	da
Determinarea erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor orizontale	34	da	da	da	da
Determinarea erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor verticale	35	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 stația totală nu corespund cel puțin, uneia din cerințele specificate în tabelul 1, verificarea metrologică se întrerupe și se consideră că acestea nu corespund 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
31, 32, 33	Baza liniară pentru verificarea stațiilor totale	Distanța minimă – 1500 m	-
31, 32, 33	Tahimetru electronic etalon	Incertitudinea de măsurare: $m\beta'' = \pm 5''$ $m\alpha'' = \pm 5''$ $mD'' = \pm 3 + 2\text{ppm}$	-
34, 35	Stand colimațional	-	-
31, 32, 33, 34, 35	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. Stațiile totale 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, stația totală este menținută în condiții ambientale pentru aclimatizare.

XI. EFECTUREA VERIFICĂRII

30. Verificarea aspectului exterior.

- 1) La verificarea aspectului exterior a stației totale se stabilește:
 - lizibilitatea inscripțiilor pe placa de marcă (tablă 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 stația totală, 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 stația totală corespunde cerințelor menționate la alin. 1) din prezentul punct.

31. Încercări la funcționalitate:

1) Stația totală care face obiectul verificării trebuie să fie complet instalat pe suportul adaptorului respectiv, corespunzător tipului și pregătit pentru funcționare. Înainte de a începe verificarea stației totale, 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;

5) Se verifică vizibilitatea și claritatea imaginii:

- se privește prin ocular, imaginea mirei trebuie să fie clară;

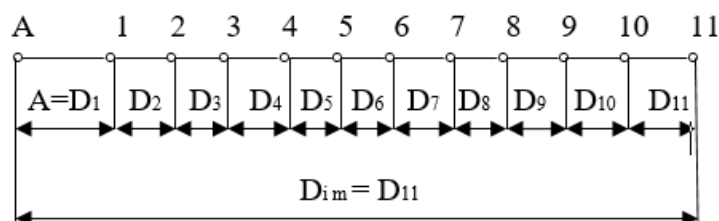
- se reglează ocularul la necesitate.

6) Rezultatele verificării se consideră corespunzătoare, dacă se adevărește funcționalitatea nivelmetrului conform pct. 1) ÷ 5) specificate mai sus.

32. Determinarea erorii ciclice medii pătratice

Pentru determinarea devierii medii pătratice a erorii ciclice se utilizează comparatorul de câmp (baza liniară pentru verificarea) sau de laborator, la care este prevăzută posibilitatea de a fixa reflectorul în unsprezece puncte. Toate unsprezece puncte ale reflectorului trebuie să fie aliniate atât pe orizontală, cât și pe verticală. Distanța de la aparat până la comparator: $A = 5 \div 25$ m. Comparatorul conține zece segmente (11 puncte).

1) Se efectuează câte un set de măsurări în toate 11 puncte ale comparatorului cu mijlocul de măsurare supus verificării. Un set include măsurări în sens direct (D_{dir}) și sens invers (D_{inv}).



2) Se calculează diferența dintre două măsurători efectuate într-un singur punct, Δ , conform formulei (1):

$$\Delta_i = D_{dir} - D_{inv} \quad (1)$$

3) Se calculează preciziei măsurărilor efectuate conform formulei (2):

$$m_{\Delta} = \sqrt{[\Delta_i \times \Delta_i] / 4n} \quad (2)$$

4) Se verifică ca valoarea m_{Δ} să nu fie mai mare de $0,2a^*$. În caz contrar măsurările se repetă.

* a – caracterizează eroarea de măsurare a distanței indicată de producător, specificată în descrierea de model a mijlocului de măsurare, în milimetri.

5) Se calculează distanța măsurată pentru fiecare punct D_{im} care este egală cu media dintre măsurătoarea directă și inversă, conform formulei (3):

$$D_{im} = (D_{i\ dir} + D_{i\ inv}) / 2 \quad (3)$$

6) Se efectuează câte un set de măsurări în toate 11 puncte ale comparatorului cu tahimetrul etalon, $D_{i\ et}$, cu o precizie nu mai mică de $0,2a$.

7) Se calculează diferența dintre valoarea etalon, $D_{i\ et}$, și distanța măsurată pentru fiecare punct D_{im} , Δ_c , conform formulei (4):

$$\Delta_c = D_{i\ et} - D_{im} \quad (4)$$

8) Se determină devierea medie pătratică a erorii ciclice conform formulei (5):

$$m_c = \sqrt{\Delta_c \times \Delta_c / n}, \text{ unde } n = 11 \quad (5)$$

9) Rezultatele determinării erorii ciclice medii pătratice a stației totale se consideră pozitive, dacă $m_c \leq 0,4a$.

33. Determinarea erorii medii pătratice la măsurarea distanței

Determinarea erorii medii pătratice la măsurarea distanței se execută pentru nu mai puțin de 6 linii-etalon uniform repartizate pe distanța nu mai mică de 1500 m.

1) Se instalează tahimetru etalon pe suportul adaptorului respectiv în punctul inițial al bazei liniare pentru verificarea;

2) Se efectuează comutarea tahimetru etalon în regim de măsurare a distanței;

3) Se efectuează, uniform, câte o măsurare pentru fiecare linie etalon, D_e ;

4) Se instalează stația totală pe suportul adaptorului respectiv în punctul inițial al bazei liniare pentru verificarea;

5) Se efectuează comutarea stației totale în regim de măsurare a distanței;

6) Se efectuează, uniform, câte 6 măsurări, pentru fiecare linie etalon, D_m ;

7) Se calculează diferența dintre rezultatul măsurătorii lungimii liniei și lungimea-etalon, Δ , conform formulei (6), pentru fiecare linie:

$$\Delta = D_m - D_e \quad (6)$$

8) Se calculează eroarea medie pătratică, s , la măsurarea distanței conform formulei (7), pentru fiecare linie:

$$s = \sqrt{\frac{\sum \Delta^2}{n}} \quad (7)$$

9) Rezultatele determinării erorii medii pătratice la măsurarea distanței a stației totale se consideră pozitive, dacă eroarea medie pătratică s , pentru fiecare linie etalon, nu depășește eroarea maximă tolerată, m_d , specificată la pct. 17.

34. 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;

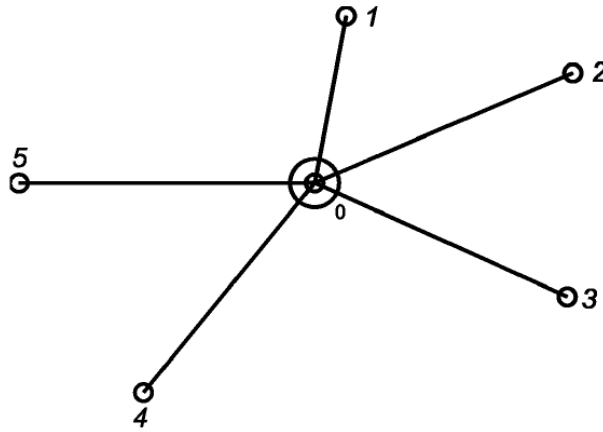


Figura 1. Configurație pentru măsurarea unghiurilor orizontale

- 2) Stația totală se instalează pe suportul standului colimațional și se pornește;
- 3) Stația totală 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 stațiilor totale electronice, partea inferioară a stației totale poate fi rotită cu aproximativ 120° (133 gon) pe un trepied.
- 6) Se determină valoare medie pentru fiecare țintă ale citirilor în cele două poziții I și II conform formulei (8):

$$x_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 180^\circ}{2} (= \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 200\text{gon}}{2}); \quad j = 1, 2, 3, \quad k = 1, \dots, 5. \quad (8)$$

- 7) Se scade unghiul de la prima țintă pentru toate valorile calculate în pct. 6), conform formulei (9):

$$x'_{j,k} = x_{j,k} - x_{j,1}; \quad j = 1, 2, 3. \quad k = 1, \dots, 5. \quad (9)$$

- 8) Se calculează valoarea medie a unghiurilor bazată pe $n = 3$ măsurători ale unghiului pentru țintele k , conform formulei (10):

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k = 1, \dots, 5. \quad (10)$$

- 9) Se determină $d_{j,k}$ conform formulei (11):

$$d_{j,k} = \bar{x}_k - x'_{j,k}; \quad j = 1, 2, 3. \quad (11)$$

- 10) Se determină valoarea medie aritmetică $\bar{d}_j$ pentru fiecare set de măsurări conform formulei (12):

$$\bar{d}_j = \frac{d_{j,1} + d_{j,2} + d_{j,3} + d_{j,4} + d_{j,5}}{5}; \quad j = 1, 2, 3; \quad (12)$$

- 11) Se calculează rezidurile $r_{j,k}$, conform formulei (13):

$$r_{j,k} = d_{j,k} - \bar{d}_j; \quad j = 1, 2, 3. \quad k = 1, \dots, 4. \quad (13)$$

- 12) Cu excepția erorilor de rotunjire, fiecare set de măsurare trebuie să îndeplinească următoarea condiție, conform formulei (14):

$$\sum_{k=1}^4 r_{j,k} = 0 \quad j = 1, 2, 3. \quad (14)$$

13) Se calculează suma pătratelor reziduurilor pentru fiecare serie de măsurări, conform formulei (15):

$$\sum r^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r^2_{j,k} \quad (15)$$

14) Se calculează numărul gradelor de libertate pentru $n = 3$ seturi și $t = 5$ ținte, conform formulei (16):

$$v = (3 - 1) \times (5 - 1) = 8 \quad (16)$$

15) Se calculează abaterea standard experimentală (medie pătratică) s a unghiului $\alpha_{j,k}$, determinat dintr-o serie de măsurări, din două poziții a lunetei, conform formulei (17):

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

16) Se calculează abaterea standard experimentală (medie pătratică) s a unghiului orizontal pentru toate seriile de măsurări $m = 4$, conform formulei (19), pentru gradele de libertate calculate conform formulei (18):

$$v = 4v_i = 32 \quad (18)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 s_i^2}{4}} \quad (19)$$

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

35. Determinarea erorii medii pătratice a măsurării unghiurilor verticale

- 1) Stația totală se instalează pe suportul standului colimațional și se pornește;
- 2) Stația totală 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.

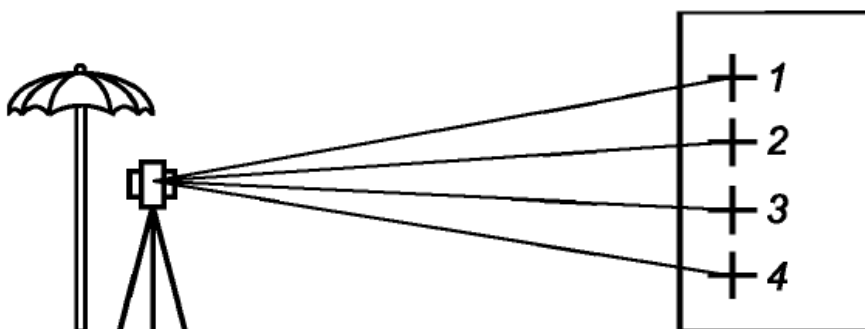


Figura 2. Configurație pentru măsurarea unghiurilor verticale

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 (20):

$$x'_{j,k} = \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 360^\circ}{2} (= \frac{x_{j,k,I} + x_{j,k,II} \pm 400\text{gon}}{2}) ; \quad j = 1, 2, 3, \quad k = 1, \dots, 4. \quad (20)$$

6) Se calculează valoarea medie a unghiurilor verticale bazată pe $n = 3$ măsurători ale unghiului pentru țintele k , conform formulei (21):

$$\bar{x}_k = \frac{x'_{1,k} + x'_{2,k} + x'_{3,k}}{3}; \quad k = 1, \dots, 4. \quad (21)$$

7) Se calculează rezidurile $r_{j,k}$, conform formulei (22):

$$r_{j,k} = x'_{j,k} - \bar{x}_k; \quad j = 1, 2, 3; k = 1, \dots, 4. \quad (22)$$

8) Cu excepția erorilor de rotunjire, fiecare set de măsurare trebuie să îndeplinească următoarea condiție, conform formulei (23):

$$\sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r_{j,k}^2 = 0 \quad (23)$$

9) Se calculează suma pătratelor reziduurilor pentru fiecare serie de măsurări, conform formulei (24):

$$\sum r_i^2 = \sum_{j=1}^3 \sum_{k=1}^4 r_{j,k}^2 \quad (24)$$

10) Se calculează numărul gradelor de libertate pentru $n = 3$ seturi și $t = 4$ ținte, conform formulei (25):

$$v = (3 - 1) \times 4 = 8 \quad (25)$$

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 (26):

$$s_i = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{v_i}} = \sqrt{\frac{\sum r_i^2}{8}} \quad (26)$$

12) Se calculează abaterea standard experimentală (medie pătratică) s a unghiului verticale pentru toate seriile de măsurări $m = 4$, conform formulei (28), pentru gradele de libertate calculate conform formulei (27):

$$v = 4v_i = 32 \quad (27)$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{v}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 \sum r_i^2}{32}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^4 s_i^2}{4}} \quad (28)$$

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

XII. ÎNTOCMIREA REZULTATELOR CONTROLULUI METROLOGIC LEGAL

36. 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 stației totale;
- 3) etaloanele utilizate;
- 4) condițiile de mediu;

- 5) valorile măsurate;
- 6) calculul erorilor;
- 7) erorile maxime tolerate;
- 8) concluzii asupra rezultatelor.

37. 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.

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