

SUDERINTA

KTU Metrologijos instituto
Direktorius



R. Žilinskas

TVIRTINU

Valstybinės Metrologijos tarnybos
Direktorius



O. Staugaitis

MANOMETRINIAI TERMOMETRAI

BENDROJI PATIKROS METODIKA

BPM 887/1101-23:2000

PARENGĖ: VĮ Šiaulių metrologijos centras

Vyresnysis inžinierius metrologas E. Bružas

1. ĮVADAS

1.1. Ši patikros metodika skirta manometriniais termometrams ir numato metodus bei priemones, naudojamas, vykdant jų pirminę ir periodinę patikrą.

Manometriniai termometrai naudojami garų, neagresyvių dujų ir skysčių temperatūros matavimui.

1.2 Manometrinuose termometruose temperatūros jutikliu tarnauja termobalionas, užpildytas dujomis, skysčiu arba kondensatu.

1.3. Manometriniai termometrai skirstomi į:

- rodančiuosius;
- registruojančiuosius;
- kombinuotus (rodančius ir registruojančius).

Manometrinuose termometruose gali būti panaudotas mechaninis arba elektromechaninis registruojantis įrenginys. Elektromechaninio registruojančio įrenginio maitinimas gali būti:

- kintama (50 Hz) 40 V arba 220 V įtampa;
- nuolatinė 24 V arba 40 V įtampa.

Rodantieji manometriniai termometrai gali turėti signalinį įtaisą, t.y. įtaisą kuris komutuoja elektros grandinę. Komutuojamos grandinės įtampa gali būti:

- kintama (50 Hz) - 24; 27; 40; 110; 220; 380 V;
- nuolatinė - 24; 27; 40; 60; 110; 220 V.

1.4. Manometrinis termometras patikrai turi būti pateiktas su techniniais dokumentais, kuriuose nurodyti tipo metrologiniai parametrai (jei to reikalauja patikrą atliekanti laboratorija).

2. KONTROLIUOJAMI METROLOGINIAI PARAMETRAI IR JŲ NORMOS

2.1. Patikros metu kontroliuojami metrologiniai parametrai nurodyti 1 lentelėje.

1 lentelė

Parametro pavadinimas	Parametro reikšmė	Leidžiamas parametro nuokrypis
Temperatūros matavimo (registravimo) diapazonas	Pagal tipo techninius dokumentus	-
Temperatūros matavimo (registravimo) paklaida	-	Pagal tipo techninius dokumentus
Signalinio įtaiso suveikimo paklaida	-	Pagal tipo techninius dokumentus
Registruojančio įrenginio eigos paklaida: mechaninio elektromechaninio	-	$\pm 3 \text{ min./24val.}$ $\pm 5 \text{ min./24val.}$

2.2. Temperatūros matavimo (registravimo) paklaida gali būti nurodyta (manometrinio termometro tipo techniniuose dokumentuose) santykinės sutartinės arba absoliutinės paklaidos forma.

Temperatūros matavimo (registravimo) paklaida, išreikšta santykinės sutartinės paklaidos forma, apskaičiuojama pagal formulę:

$$\gamma = \frac{\Delta}{D} \cdot 100 \quad ; \quad (1)$$

čia Δ - absoliutinė temperatūros matavimo (registravimo) paklaida ;
 D - normuojantis dydis .

$$D = t_{\max} - t_{\min} \quad ; \quad (2)$$

čia $t_{\max}$ ir $t_{\min}$ - temperatūros matavimo (registravimo) diapazono ribos (įvertinant ženklus) .

3. PATIKROS VEIKSMAI

3.1. Veiksmai, atliekami patikros metu, nurodyti 2 lentelėje .

2 lentelė

Veiksmo pavadinimas	Metodikos punkto numeris	Pirminė patikra	Periodinė patikra
Regimoji kontrolė	8.1.	Taip	Taip
Išbandymas	8.2.1.	Taip	Taip
Izoliacijos elektrinės atsparos tikrinimas	8.2.2.	Taip	Ne
Temperatūros matavimo (registravimo) diapazono ir paklaidos įvertinimas	8.3.	Taip	Taip
Signalinio įtaiso suveikimo paklaidos įvertinimas (jei signalinis įtaisas yra)	8.4.	Taip	Taip
Registruojančio įrenginio eigos paklaidos įvertinimas (jei registruojantis įrenginys yra)	8.5.	Taip	Taip

3.2. Pirminės patikros metu manometriniai termometrai plombuojami ir pažymimi patikros žymeniu. Manometriniai termometrai plombuojami jų konstrukcijoje numatytose vietose. Jei manometrinio termometro konstrukcijoje nenumatyta plombavimo vieta, tai jis plombuojamas taip, kad, nepažeidus plombos, nebūtų galima pakeisti manometrinio termometro charakteristikų. Periodinės patikros metu manometriniai termometrai pažymimi patikros žymeniu .

4. PATIKROS PRIEMONĖS

4.1. Etaloninės matavimo priemonės, naudojamos patikros metu, nurodytos 3 lentelėje .

3 lentelė

Matavimo priemonė	Matavimo priemonės charakteristikos		Rekomen- duojamas tipas	Pastabos
	Matavimo ribos	Paklaida		
Etaloniniai stikliniai gyvsidabrio termometrai	-30 ÷ +600 °C	(0,1 ÷ 0,25) °C	TL-4	
Platininis varžinis termometras Varžinis tiltas	-200 ÷ +40 °C	± 0,1 °C	670/25,5 ASL F 700B	
Jūrinis chronometras	56 val.	0,1 s	6MCH	

PASTABOS:

1. Gali būti naudojamos kitų tipų etaloninės matavimo priemonės, jei jų charakteristikos tenkina 4 lentelėje nurodytus reikalavimus .

2. Etaloninės matavimo priemonės turi būti kalibruotos. Etaloninių matavimo priemonių paklaidos, paskaičiuotos, remiantis jų kalibravimo duomenimis, neturi viršyti 4 lentelėje nurodytų reikšmių .

4.2. Pagalbinės priemonės, naudojamos patikros metu, nurodytos 4 lentelėje .

4 lentelė

Pagalbinė priemonė	Pagalbinės priemonės charakteristikos		Rekomen- duojamas tipas	Pastabos
	Pavadinimas	Paklaida		
Žemų temperatūrų termostatas	Temperatūra	(-65 ÷ +40) °C	915 LW	
Aukštų temperatūrų termostatas	Temperatūra	(40 ÷ 300) °C	915 H	
Termostatas	Temperatūra	(35 ÷ 600) °C	9122	
Barometras	Slėgio matavimo ribos	(98 ÷ 104) kPa	IR	Paklaida ± 50Pa
Teleskopinė lupa	Didinimas	24 kartus	LPŠ-474	
Dažnimatis	Dažnio matavimo ribos	(45 ÷ 55) Hz	-	Paklaida ± 0,1 Hz
Izoliacijos elektrinės atsparos bandymo įrenginys	Įtampa	(0 ÷ 10) kV	UPU-10	

PASTABOS:

1. Gali būti naudojamos kitų tipų pagalbinės priemonės, jei jų charakteristikos tenkina 4 lentelėje nurodytus reikalavimus.

2. Pagalbinės priemonės (išskyrus teleskopinę lupą) turi būti kalibruotos arba joms turi būti atlikta patikra.

5. LEIDŽIAMAI IŠORINIAI POVEIKIAI

5.1. Patikra turi būti vykdoma, esant šioms sąlygoms :

- aplinkos temperatūra $(20 \pm 2) ^\circ\text{C}$;
- santykinė oro drėgmė $(30 \div 80) \%$;
- atmosferinis slėgis $(100 \pm 3,3) \text{ kPa}$;
- maitinimo įtampos nuokrypis nuo vardinės reikšmės neturi viršyti $\pm 2 \%$;
- kintamos maitinimo įtampos dažnis $(50 \pm 0,5) \text{ Hz}$.

6. DARBŲ SAUGOS REIKALAVIMAI

6.1. Atliekant patikrą, turi būti vykdomi darbų saugos reikalavimai, nurodyti :

- norminių aktų rinkinyje “Žmonių sauga darbe”, Vilnius 1995 ;
- dokumente “Saugos taisyklės, eksploatuojant elektros įrenginius”, Vilnius 1999 .

6.2. Alyvos temperatūra termostate turi būti mažesnė už alyvos savaiminio užsidegimo temperatūrą, ne mažiau kaip $10 ^\circ\text{C}$.

7. PASIRUOŠIMAS PATIKRAI

7.1. Prieš patikrą būtina:

7.1.1 Susipažinti su tikrinamojo matavimo prietaiso ir etaloninių matavimo priemonių eksploatacine dokumentacija. Susipažinti su šia metodika.

7.1.2. Parinkti etalonines matavimo priemones: etaloninių matavimo priemonių paklaida turi būti keturis kartus mažesnė už tikrinamojo termometro leidžiamą paklaidą.

7.1.3. Tikrinamąjį termometrą išlaikyti 24 val aplinkos temperatūroje, nurodytoje 5.1. punkte.

7.1.4. Įsitikinti, kad etaloninių matavimo priemonių charakteristikos atitinka jų kalibravimo duomenis.

7.1.5. Įsitikinti, kad aplinkos sąlygos atitinka leidžiamas išorinių poveikių atžvilgiu.

7.1.6. Įsitikinti, kad pagalbinės priemonės atitinka 4.2. punkto reikalavimus.

8. PATIKROS VYKDYMO TVARKA

8.1. Regimoji kontrolė .

8.1.1. Termometras turi būti graduotas $^{\circ}\text{C}$ (arba $^{\circ}\text{K}$) .

8.1.2. Neturi būti išorinių defektų: rudžių, užteršimų, korpuso įtrūkimų, rodyklės ir skalės pažeidimų .

8.1.3. Dangtelio stiklas turi būti be defektų, trukdančių nuskaityti rodmenis .

8.1.4. Jei termobalionas nepatalpintas termometro korpuse, tai termobaliono prijungimo kapiliaras turi būti apsauginiame apvalkale .

PASTABA .

Plieniniai kapiliarai, kurių sienelės storis ne mažesnis kaip 1 mm , gali būti be apsauginių apvalkalų.

8.1.5. Prietaiso viduje neturi būti pašalinių daiktų ir laisvai judančių detalių .

8.2. Išbandymas .

8.2.1. Registruojantiems ir kombinuotiems manometriniais termometrams:

- Išjunkite registruojančio įrenginio eigos mechanizmą .
- Ranka lėtai pasukite diagramos diską arba perstumkite diagramos juostą - registruojančio įrenginio plunksna diagramoje turi nubrėžti pastovaus slėgio liniją .

Nubrėžta pastovaus slėgio linija neturi būti storesnė nei 0,4 mm .

8.2.2. Manometriniais termometrams, turintiems elektros grandines, patikrinkite izoliacijos elektrinę atsparą. Bandomoji įtampa yra nurodyta termometrų techninėje dokumentacijoje arba parenkama pagal 6 lentelę .

6 lentelė

Elektrinių grandinių vardinė įtampa U_V , V	Bandomoji įtampa, kV
nuo 42 iki 100	0,50
nuo 100 iki 130	1,00
nuo 130 iki 250	1,50
nuo 250 iki 650	2,00

PASTABA .

Jei elektrinės grandinės vardinė įtampa mažesnė kaip 42 V , tai bandomoji įtampa turi būti ne mažesnė kaip $3 \cdot U_V$.

8.2.2.1. Prijunkite izoliacijos atsparos bandymo įrenginį prie:

- tarpusavyje sujungtų signalinio įtaiso (jei jis yra) išėjimo gnybtų ir korpuso ;
- tarpusavyje sujungtų maitinimo grandinės gnybtų ir korpuso .

8.2.2.2. Tolygiai didinkite bandomąją įtampą (50 Hz) . Įtampos augimo greitis turi būti ne mažesnis kaip 100 V/s . Pasiekus reikiamą reikšmę, įtampa išlaikoma 1min. , po to tolygiai mažinama iki 0 V .

8.2.2.3. Manometrinis termometras laikomas tinkamu, jei bandymo metu nebuvo izoliacijos pramušimo ar paviršinių iškrovų .

8.3. Temperatūros matavimo (registravimo) paklaidos įvertinimas.

8.3.2. Temperatūros matavimo paklaida turi būti įvertinta rodantiesiems ir kombinuotiems manometriniais termometrams .

Temperatūros registravimo paklaida turi būti įvertinta registruojantiesiems ir kombinuotiems manometriniais termometrams. Įvertinant temperatūros registravimo paklaidą, registravimo įrenginio eiga turi būti išjungta .

8.3.3. Temperatūros matavimo (registravimo) paklaida turi būti įvertinta temperatūros matavimo diapazono kraštiniuose taškuose ir tarpiniuose taškuose, didinant bei mažinant temperatūrą. Tarpinių kontrolinių taškų reikšmės rekomenduojama parinkti tolygiai išdėstytas temperatūros matavimo diapazone. Bendras kontrolinių taškų skaičius (įskaitant matavimo diapazono ribines reikšmes) turi būti :

- didinant temperatūrą – 5 ;
- mažinant temperatūrą – 3 .

8.3.4. Kontrolinių temperatūrų nustatymo seka turi būti tokia:

- $t_{\min}$,
- tarpiniai taškai ,
- $t_{\max}$,
- išlaikymas 5 min. ,
- $t_{\max}$,
- 1 tarpinis taškas ,
- $t_{\min}$.

PASTABOS :

1. *Temperatūrą mažinant, matavimai atliekami bet kuriame iš tarpinių kontrolinių taškų.*
2. *Leidžiama vienu metu termostate patalpinti kelis manometrinius termometrus ir vykdyti jų patikrą.*

8.3.5. Etaloninis ir tikrinamieji termometrai turi būti panardinti iki panardinimo gylio žymės .

8.3.6. Įvertinant temperatūros matavimo (registravimo) paklaidas, signalinio įtaiso (jei jis yra) rodyklės turi būti nustatytos į padėtį $t \geq t_{\max}$ (arba į padėtį $t \leq t_{\min}$).

8.3.7. Tikrinamųjų manometrinių termometrų (rodančiųjų ir kombinuotų) rodmenys turi būti nuskaityti 0,2 skalės padalos tikslumu. Kad išvengti paralakso efekto, rodmenys turi būti fiksuojami ties rodyklės smaigaliu, žiūrint statmenai į ciferblato paviršių. Jei rodyklė turi peilio formos smaigalį, žvilgsnis turi būti nukreiptas lygiagrečiai peilio plokštumai.

Registruojančio įrenginio (registruojančių ir kombinuotų manometrinių termometrų) rodmenis nuskaitykite tokiu būdu:

- Ranka lėtai pasukite diagramos diską arba perstumkite diagramos juostą - registruojančio įrenginio plunksna diagramoje turi nubrėžti pastovaus slėgio liniją.
 - Pagal diagramos padalų linijas bei diagramos mastelį fiksuokite slėgio rodmenį.
- Registruojančio įrenginio rodmuo turi būti nuskaitytas 0,2 diagramos padalos tikslumu.

8.3.8. Visuose kontroliniuose taškuose temperatūros matavimo paklaidą įvertinkite tokia tvarka:

8.3.8.1. Pagal termostato eksploatacijos instrukciją nustatykite termostate kontrolinio taško temperatūrinį režimą.

8.3.8.2. Po 3 min. fiksuokite:

- etaloninio termometro rodmenį (t_{E1}),
- tikrinamojo termometro (registruojančio įrenginio) rodmenį (t_m) arba paeiliui kelių tikrinamųjų termometrų rodmenis;
- etaloninio termometro rodmenį (t_{E2}).

PASTABA.

Prieš fiksuojant (nuskaitant) tikrinamojo termometro rodmenį, lengvai pabelskite per tikrinamąjį termometrą. Termometro rodmens pokytis (Δ) turi tenkinti sąlygą (3), jei leidžiama temperatūros matavimo paklaida nurodyta sutartinės santykinės paklaidos forma, arba sąlygą (4), jei leidžiama temperatūros matavimo paklaida nurodyta absoliutinės paklaidos forma.

$$\Delta \leq \frac{\gamma_{\ell} \cdot D}{200} \quad (3)$$

$$\Delta \leq \frac{\Delta_{\ell}}{2} \quad (4)$$

8.3.8.3. Apskaičiuokite absoliutinę temperatūros matavimo (registravimo) paklaidą:

$$\Delta t_m = t_m - \frac{t_{E1} + t_{E2}}{2} \quad (5)$$

8.3.8.4. Apskaičiuokite sutartinę santykinę temperatūros matavimo (registravimo) paklaidą, jei tikrinamajam termometrai leidžiama temperatūros matavimo (registravimo) paklaida nurodyta sutartinės santykinės paklaidos forma:

$$\gamma_m = \frac{\Delta t_m}{D} \cdot 100 \quad (6)$$

8.3.9. Kiekvienam kontroliniam taškui apskaičiuota temperatūros matavimo (registravimo) paklaida neturi viršyti termometro techniniuose dokumentuose nurodytos leidžiamos paklaidos .

8.3.10. Temperatūros matavimo diapazonas atitinka nustatytus reikalavimus, jei visuose kontroliniuose taškuose tenkinami 8.3.9. punkto reikalavimai .

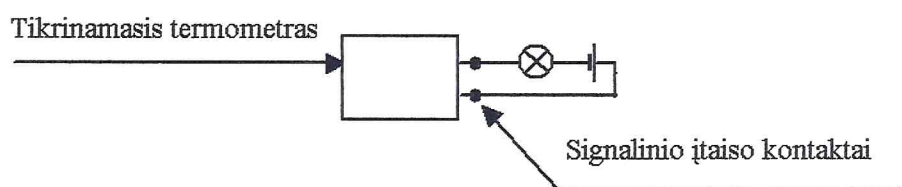
PASTABA .

Po matavimų termostate su alyva nuplaukite termometrus žibalu arba kitu skiedikliu .

8.4. Signalinio įtaiso suveikimo paklaidos įvertinimas (jei signalinis įtaisas yra).

8.4.1. Jei tikrinamajame manometriniam termometre yra dvi signalinės rodyklės, tai signalinio įtaiso suveikimo paklaida turi būti įvertinta atskirai kiekvienai rodyklei. Įvertinant signalinio įtaiso suveikimo paklaidą pagal vieną rodyklę, kita rodyklė turi būti nuvesta už matavimo diapazono ribų .

8.4.2. Signalinio įtaiso suveikimo paklaida turi būti įvertinta ne mažiau kaip trijuose kontroliniuose taškuose, tolygiai išdėstytuose temperatūros matavimo diapazone . Kraštinių kontrolinių taškų reikšmės leidžiama parinkti nesutampančias su tikrinamojo manometrinio termometro skalės ribinėmis reikšmėmis. Signalinio įtaiso suveikimo momento fiksavimui naudokite signalinę lemputę, prijungtą pagal schemą 1 pav.



1 pav.

8.4.3. Kiekvienam kontroliniam taškui signalinio įtaiso suveikimo paklaida gali būti įvertinta dviem būdais: keičiant termostato temperatūrą (8.4.4. punktas) arba keičiant signalinės rodyklės padėtį (8.4.5. punktas) .

8.4.4. Signalinio įtaiso suveikimo paklaidą termostato temperatūros keitimo būdu įvertinkite tokia tvarka:

- Nustatykite signalinio įtaiso rodyklę į padėtį, atitinkančią kontrolinės temperatūros reikšmę (T_{kt}).
- Termostate nustatykite temperatūrą

$$T \leq T_{kt} - 2 \cdot \Delta_L ; \quad (7)$$

čia Δ_L - leidžiama signalinio įtaiso suveikimo absoliutinė paklaida, nurodyta manometrinio termometro techniniuose dokumentuose .

- Tolygiai didinkite termostato temperatūrą iki signalinio įtaiso būklės pasikeitimo momento (lemputė gęsta arba užsidega) .
- Fiksuokite etaloninio termometro rodmenį (T_{E1}) .
- Termostate nustatykite temperatūrą

$$T \geq T_{kt} + 2 \cdot \Delta_L . \quad (8)$$

- Tolygiai mažinkite termostato temperatūrą iki signalinio įtaiso būklės pasikeitimo momento .
- Fiksuokite etaloninės temperatūros matavimo priemonės rodmenį (T_{E2}) .

8.4.5. Signalinio įtaiso suveikimo paklaidą signalinės rodyklės padėties keitimo būdu įvertinkite tokia tvarka:

- Nustatykite signalinio įtaiso rodyklę į padėtį

$$T \leq T_{kt} - 2 \cdot \Delta_L . \quad (9)$$

- Termostate nustatykite temperatūrą, atitinkančią kontrolinės temperatūros reikšmę (T_{kt}) .
- Rankiniu būdu lėtai keiskite signalinės rodyklės padėtį iki signalinio įtaiso būklės pasikeitimo momento (lemputė gęsta arba užsidega) .
- Fiksuokite signalinės rodyklės padėtį (T_{S1}) .
- Fiksuokite etaloninio termometro rodmenį (T_{E1}) .
- Nustatykite signalinio įtaiso rodyklę į padėtį

$$T \geq T_{kt} + 2 \cdot \Delta_L . \quad (10)$$

- Rankiniu būdu lėtai keiskite signalinės rodyklės padėtį iki signalinio įtaiso būklės pasikeitimo momento (lemputė gęsta arba užsidega) .
- Fiksuokite signalinės rodyklės padėtį (T_{S2}) .
- Fiksuokite etaloninio termometro rodmenį (T_{E2}) .

8.4.6. Kiekvienam kontroliniam taškui turi būti tenkinamos sąlygos :

- Jei tikrinama pagal 8.4.4. punktą

$$|T_{kt} - T_{E1}| \leq |\Delta_L| ; \quad (11)$$

$$|T_{kt} - T_{E2}| \leq |\Delta_L| . \quad (12)$$

- Jei tikrinama pagal 8.4.5. punktą

$$|T_{S1} - T_{E1}| \leq |\Delta_L| ; \quad (13)$$

$$|T_{S2} - T_{E2}| \leq |\Delta_L| . \quad (14)$$

8.5. Registruojančio įrenginio eigos paklaidos įvertinimas (registruojantiems ir kombinuotiems manometriniais termometrams) .

8.5.1. Registruojančio įrenginio eigos paklaida įvertinama, fiksuojant registruojančio įrenginio eigą per kontrolinį laiko intervalą (τ) . Kontrolinis laiko intervalas turi būti:

- mechaniniams įrenginiams

$$\tau \geq 96 \cdot \Delta \tau \quad [\text{min}] ; \quad (15)$$

- elektromechaniniams įrenginiams

$$\tau \geq 57,6 \cdot \Delta \tau \quad [\text{min}] ; \quad (16)$$

čia $\Delta \tau$ - diagramos laiko padalos vertė, išreikšta minutėmis .

8.5.2. Įjunkite registruojančio įrenginio eigą. Kai plunksnos ir laiko padalos linijos padėtys sutaps, diagramoje padarykite žymę (ranka pajudindami plunksną) ir tuo pačiu momentu paleiskite jūrinį chronometrą .

8.5.3. Po τ minučių sustabdykite jūrinį chronometrą ir tuo pačiu laiko momentu padarykite antrą žymę diagramoje .

PASTABA .

Tikrinant manometrinius termometrus su elektromechaniniais registruojančiais įrenginiais, turi būti matuojamas maitinančio tinklo dažnis. Tinklo dažnio rodmenys turi būti fiksuojami kontrolinio laiko intervalo metu kas 1 valandą.

8.5.4. Diagramoje pagal padarytas žymes nuskaitykite užfiksuotą laiko intervalą (τ_m) .

Apskaičiuokite registruojančio įrenginio eigos paklaidą (Δ_R) :

- mechaniniams įrenginiams

$$\Delta_R = 1440 \cdot \frac{\tau_m - \tau}{\tau} \quad [\text{min}] ; \quad (17)$$

- elektromechaniniams įrenginiams

$$\Delta_R = \frac{1440}{\tau} \cdot (\tau_m \cdot \frac{\bar{f}}{50} - \tau) \quad [\text{min}] ; \quad (18)$$

$$\bar{f} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n f_i \quad [\text{Hz}] ; \quad (19)$$

čia f_i - tinklo dažnio i-tojo matavimo rodmuo ;
n - tinklo dažnio matavimų skaičius .

8.5.5. Apskaičiuotoji registruojančio įrenginio eigos paklaida neturi viršyti 1 lentelėje nurodytos reikšmės .

9. PATIKROS REZULTATŲ ĮFORMINIMAS

9.1. Atlikus patikrą, įforminami šie dokumentai :

- patikros protokolas ;
- patikros liudijimas (užsakovui pageidaujant) ;
- pažyma apie neatitiktį, jei manometrinis termometras arba jo papildomi įrenginiai neatitinka šiame dokumente nustatytų reikalavimų .

9.2. Jei patikros rezultatai teigiami, manometrinis termometras pažymimas pagal šios metodikos 3.2. punkto reikalavimus .