

Na osnovu člana 33. stav 1. Zakona o mernim jedinicama i merilima ("Službeni list SRJ", br. 80/94, 28/96 i 12/98), direktor Saveznog zavoda za mere i dragocene metale propisuje

**PRAVILNIK
o metrološkim uslovima
za merila toplotne energije**

Član 1.

Ovim pravilnikom propisuju se metrološki uslovi koje moraju ispunjavati merila toplotne energije (u daljem tekstu: merila).

Metrološki uslovi za merila iz stava 1. ovog člana označavaju se skraćeno oznakom MUS. 99MS0301 i MUS. 99MS0302.

Član 2.

Pod merilom, u smislu ovog pravilnika, podrazumeva se uređaj kojim se meri toplotna energija koju oslobodi ili apsorbuje tečnost - nosilac toplote u sistemu za izmenu toplote.

Član 3.

Merilo radi na osnovu:

- 1) merenja temperaturne razlike tečnosti u dolaznom i povratnom vodu;
- 2) merenja zapremine protekle tečnosti;
- 3) množenja temperaturne razlike sa zapreminom protekle tečnosti i toplotnim koeficijentom;
- 4) integrisanja po vremenu proizvoda iz tačke 3. ovog člana.

Član 4.

Merilo se upotrebljava za merenje toplotne energije:

- 1) proizvedene u toplanama;
- 2) utrošene pri grejanju toplom vodom;
- 3) utrošene pri korišćenju tople vode;
- 4) utrošene u industrijskim i poljoprivrednim sistemima;
- 5) pri izmeni toplote u rashladnim uređajima.

Član 5.

Pojedini izrazi, upotrebljeni u ovom pravilniku, imaju sledeća značenja:

- 1) gornja granica temperaturnog opsega merila (Θ_{\max}) jeste najviša temperatura tečnosti pri kojoj merilo meri u granicama dozvoljenih grešaka;
- 2) donja granica temperaturnog opsega merila (Θ_{\min}) jeste najniža temperatura tečnosti pri kojoj merilo meri u granicama dozvoljenih grešaka;

3) temperaturna razlika ($\Delta\Theta$) je apsolutna vrednost razlike između temperatura tečnosti u dolaznom i povratnom vodu;

4) gornja granica temperaturne razlike merila ($\Delta\Theta_{\max}$) jeste najviša razlika temperatura tečnosti u dolaznom i povratnom vodu, pri kojoj merilo meri u granicama dozvoljenih grešaka;

5) donja granica temperaturne razlike merila ($\Delta\Theta_{\min}$) jeste najniža razlika temperature tečnosti u dolaznom i povratnom vodu, pri kojoj merilo meri u granicama dozvoljenih grešaka;

6) gornja granica zapreminskog protoka merila ($l_{j\max}$) jeste najveći zapreminski protok tečnosti pri kome merilo može da radi ograničeno vreme

(< 1 čas/dan; < 200 čas/godina) u granicama dozvoljenih grešaka;

7) nazivni zapreminski protok merila (l_{jn}) jeste najveći zapreminski protok tečnosti pri kome merilo mora da bude u stanju da neprekidno funkcioniše ne prekoračujući najveće dozvoljene greške i ne prekoračujući pad pritiska;

8) donja granica zapreminskog protoka merila ($l_{j\min}$) jeste najmanji zapreminski protok tečnosti iznad koga merilo meri u granicama dozvoljenih grešaka;

9) maksimalni pad pritiska je pad pritiska tečnosti koja prolazi kroz senzor protoka kad radi na nominalnom protoku (l_{jn}). Ovaj pad pritiska ne sme da bude veći od 0,25 bar;

10) nazivni pritisak merila (PN) jeste unutrašnji pritisak koji odgovara najvećem radnom pritisku tečnosti kome može biti izložen senzor protoka tečnosti, i mora biti 10 bar ili viši;

11) nazivni prečnik merila (DN) jeste unutrašnji prečnik cevnog priključka senzora protoka;

12) gornja granica toplotne snage (P_{\max}) jeste najveća snaga pri kojoj merilo radi u granicama dozvoljenih grešaka;

13) konstanta senora protoka (K) je odnos između informativnog parametra impulsnog signala i protoka ili intenziteta analognog signala i protoka;

14) vreme odziva merila je vremenski interval koji protekne od trenutka kada se protok ili temperaturna razlika podvrgnu određenim naglim promenama do trenutka kada odziv dostigne 50% konačne vrednosti.

Član 6.

Toplotni koeficijent (k) merila toplotne energije, u smislu ovog pravilnika, izračunava se po sledećem obrascu:

$$k(P, \Theta_d, \Theta_p) = [1/(V(\Theta_i)(\Theta_d - \Theta_p))] \int_{\Theta_a}^{\Theta_p} C_p(\Theta) dT$$

gde je:

$i=d$ (dolazni vod) ili p (povratni vod);

C_p (J/kg K)-specifični toplotni kapacitet pri stalnom pritisku;

$V(\Theta_i)$ - specifična zapremina protekle tečnosti na odgovarajućoj temperaturi;

P (bar)-pritisak tečnosti.

Član 7.

Vrednost toplotne energije (LJ) u slučaju kada senzor protoka pokazuje masu umesto zapremine, u smislu ovog pravilnika, izračunava se po sledećem obrascu:

$$LJ = \int_{t_0}^{t_1} q_m \Delta h dt$$

gde je:

l_j - maseni protok tečnosti;

Δh - razlika specifičnih entalpija tečnosti koje odgovaraju temperaturama tečnosti u dolaznom i povratnom vodu;

t - vreme.

Član 8.

Vrednost toplotne energije (LJ) u slučaju kad senzor protoka određuje zapreminu tečnosti umesto mase, u smislu ovog pravilnika, izračunava se po sledećem obrascu:

$$LJ = \int_{V_0}^{V_1} k \Delta \Theta dV$$

gde je:

V - zapremina tečnosti;

k - toplotni koeficijent tečnosti.

Član 9.

Merila mogu biti konstruisana kao:

1) kompletni instrumenti - uređaji čiji su sastavni elementi: senzor protoka tečnosti, par temperaturnih senzora i računska jedinica, međusobno neodvojivi;

2) kombinovani instrumenti - uređaji čiji su sastavni elementi:

a) senzor protoka;

b) par temperaturnih senzora;

v) računska jedinica;

3) hibridni instrumenti (kompaktni instrumenti) - uređaji čiji se sastavni elementi mogu smatrati kao neodvojivi, osim za potrebe ispitivanja tipa i pregleda kada su posmatrani kao kombinovani instrumenti iz tačke 2. ovog člana.

Član 10.

Radni parametri merila određeni su graničnim vrednostima temperaturnog opsega, temperaturne razlike, toplotne snage i zapremine tečnosti, kao i graničnim vrednostima pritiska, ako pritisak tečnosti utiče na merenje.

Odnos gornje i donje granice temperaturne razlike merila mora biti veći ili jednak 10. Donja granica temperaturne razlike merila može biti 1 K, 2 K, 3 K, 5 K ili 10 K i mora biti utvrđena od strane proizvođača.

Donja granica temperaturnog opsega merila mora biti manja ili jednaka 30 °C.

Odnos nazivnog zapreminskog protoka i donje granice zapreminskog protoka tečnosti ($l_j/l_{j\min}$) može biti: 10; 25; 50; 100 ili 250.

Član 11.

Senzori protoka i kompletna merila toplotne energije mogu se podeliti na dve klase tačnosti, i to na klasu 2 i klasu 3.

Član 12.

Najveće dozvoljene greške merila toplotne energije, pozitivne ili negativne, u odnosu na dogovorenu pravu vrednost toplote, izražavaju se kao relativne greške u funkciji temperaturne razlike i zapreminskog protoka.

Najveće dozvoljene greške sastavnih elemenata merila toplotne energije, pozitivne ili negativne, računaju se iz temperaturne razlike - u slučaju računске jedinice i para temperaturnih senzora, a u slučaju senzora protoka- iz zapreminskog protoka.

Član 13.

Relativna greška (G) merila izračunava se prema sledećem obrascu:

$$G = ((V_s - V_e)/V_e)100 \%,$$

gde je:

V_s - vrednost fizičke veličine koju pokazuje merilo;

V_e - dogovorena prava vrednost fizičke veličine (vrednost koju pokazuje etalon).

Član 14.

Najveća dozvoljena relativna greška za kompletno merilo data je, u zavisnosti od klase tačnosti, sledećim jednačinama:

1) za merila klase 2: $G = \pm(3 + 4 \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta + 0,02 l_j/l_j)$;

2) za merila klase 3: $G = \pm(4 + 4 \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta + 0,02 l_j/l_j)$.

Najveće dozvoljene relativne greške za sastavne elemente merila, date su sledećim jednačinama:

1) za računsku jedinicu:

$G_R = \pm(0,5 + \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta)$, gde greška G_R povezuje vrednost pokazane toplote sa dogovorenom pravom vrednošću toplote;

2) za par temperaturnih senzora:

$G_t = \pm(0,5 + 3 \Delta\Theta_{\min}/\Delta\Theta)$, gde greška G_t povezuje pokazanu vrednost sa dogovorenom pravom vrednošću odnosa između izlaza sa para temperaturnih senzora i temperaturne razlike. Odnos između temperature i električne otpornosti svakog pojedinačnog senzora iz para senzora ne sme se razlikovati od vrednosti propisanih u Pravilniku o metrološkim uslovima za otporne termometre ("Službeni list SRJ", br. 34/96) za više od vrednosti koja je ekvivalentna 2 K;

3) za senzor protoka:

klasa 2: $G_p = \pm(2 + 0,02 l_n/l_j)$, ali ne viša od $\pm 5\%$;

klasa 3: $G_p = \pm(3 + 0,05 l_n/l_j)$, ali ne viša od $\pm 5\%$;

gde greška G_p povezuje pokazanu vrednost sa dogovorenom pravom vrednošću odnosa između izlaznog signala senzora protoka i mase ili zapremine.

Za kombinovano merilo u celini - najveća dozvoljena greška ne sme biti veća od aritmetičke sume najvećih dozvoljenih grešaka svakog njegovog sastavnog elementa iz člana 6. tačka 2. pojedinačno.

Član 15.

Merilo mora meriti u granicama dozvoljenih relativnih grešaka, ako su ispunjeni sledeći referentni uslovi:

- 1) temperatura vazduha od $+ 15\text{ }^\circ\text{C}$ do $+ 35\text{ }^\circ\text{C}$;
- 2) relativna vlažnost vazduha od 25% do 75% ;
- 3) atmosferski pritisak od 86 kPa do 106 kPa ;
- 4) ako se vrednost mrežnog napona napajanja merila promeni za $+ 10\%$, odnosno $- 15\%$ od nazivne vrednosti napona napajanja;
- 5) ako na merilo i priključne kablove deluje magnetno polje jačine 60 A/m pri učestanosti od 50 Hz ;
- 6) ako je učestanost naizmenične struje $50\text{ Hz} \pm 1\text{ Hz}$, pri napajanju merila iz mreže;
- 7) ako na merilo deluje elektromagnetno zračenje jačine električnog polja 10 V/m i učestanošću od 100 kHz do 160 kHz ;
- 8) ako na impulsni davač merila protoka deluje stalno magnetno polje jačine 100 kA/m .

Član 16.

Merilo mora imati pokazivač toplotne energije, a može imati i druge pokazivače.

Član 17.

Pokazivač toplotne energije mora prikazivati vrednost toplotne energije u yulima (J), vatčasovima (NJh) ili u decimalnim umnošcima tih jedinica.

Oznaka merne jedinice u kojoj je data vrednost toplotne energije mora biti prikazana uz brojke na displeju.

Član 18.

Pokazivač toplotne energije može biti mehanički, elektromehanički ili elektronski, bez pokretnih delova.

Elementi pokazivača toplotne energije iz stava 1. ovog člana mogu biti:

- 1) točkići sa nanesenim ciframa od 0 do 9;
- 2) skala sa nanesenim ciframa od 0 do 9 i pokretnim kazaljka;
- 3) numerički pokazivač sa točkićima, sa tečnim kristalom ili svetlećim diodama;
- 4) kombinacija elemenata iz tač. 1, 2. i 3. ovog člana.

Merila toplotne energije sa spoljašnjim napajanjem moraju biti tako konstruisana da u slučaju prekida napajanja

pokazivanje izmerene toplotne energije do vremena prekida ne bude izgubljeno, a informacija o pokazivanju toplotne energije u vreme prekida mora ostati dostupna najmanje jednu godinu od momenta prekida napajanja.

Član 19.

Kad je pokazivač sa točkićima, točkići sa ciframa moraju se obrtati odozdo na gore. Točkić sa ciframa koji pokazuje najmanju vrednost može da se obrće kontinuirano ili diskontinuirano, a svi ostali točkići pomeraju se, korak po korak, za jednu cifru napred tek kad točkić nižeg dekadnog mesta opiše poslednju desetinu svog punog obrta.

Kad je pokazivač sa skalom i kazaljka, kazaljke na skali sa ciframa moraju se obrtati u smeru kazaljke na satu. Pored svake skale mora biti napisan faktor koji označava dekadno mesto na koje se dotična skala odnosi (na primer X 1 000; X 100; X 10; X 1; X 0,1).

Član 20.

Visina cifre na pokazivaču toplotne energije ne sme biti manja od 4 mm.

Član 21.

Decimalni delovi merne jedinice na pokazivaču toplotne energije moraju biti odvojeni od celobrojnog dela na jedan od sledećih načina:

1) kod merila sa pokazivačem toplotne energije sa točkićima, decimalni delovi merne jedinice moraju biti odvojeni zarezom na čeonj ploči, ili se točkići decimalnih mesta moraju razlikovati od ostalih po boji ili po boji okvira u kome se pojavljuju cifre decimalnog dela registrovane toplotne energije;

2) kod merila sa numeričkim pokazivačem toplotne energije sa svetlećim diodama, decimalni delovi merne jedinice odvojeni su tačkom, ili su druge boje ili je okvir u kome se pojavljuju decimali drugačije boje od okvira celobrojnih vrednosti merne jedinice.

Član 22.

Pokazivač toplotne energije mora da registruje, bez prekoračenja, toplotnu energiju koja je jednaka prenosu energije koji odgovara neprekidnom radu tokom 3 000 časova pri gornjoj granici toplotne snage P_{max} merila toplotne energije.

Toplotna energija izmerena merilom kad radi na gornjoj granici toplotne snage, za jedan sat mora da odgovara bar jednoj cifri najmanje značajnosti pokazivača.

Član 23.

Skala na pokazivaču toplotne energije sa pokretnom kazaljkom koja se neprekidno kreće pokazuje najmanji deo jedinice mere kojom se meri toplotna energija.

Vrednost podele (faktor) na skali mora biti 10^n , gde je n jednako: nula, ceo pozitivan ili ceo negativan broj.

Član 24.

Merilo sa baterijskim napajanjem mora da ima uređaj za pokazivanje napona baterije koji jasno pokazuje graničnu vrednost napona baterije.

Član 25.

Merilo sa spoljašnjim izvorom napajanja iz mreže naponom $U_n = 230 \text{ V (+10\%, -15\%)}$, mora da bude konstruisano tako da bude zaštićeno od nepredviđenih prekida napajanja ili da omogući evidenciju o tome da se prekid dogodio. Računska jedinica može imati napravu koja pokazuje stvarni broj časova rada merila.

Član 26.

Merila mogu biti opremljena interfejsima koji omogućavaju spajanje sa dodatnim uređajima, a da pri tome ne utiču na metrološka svojstva merila toplotne energije.

Član 27.

Kućište merila mora da omogućava zaštitu unutrašnjih delova od ulaska vode i prašine u skladu sa **JUS IEC 60529:1995**.

Član 28.

Svi sastavni delovi merila toplotne energije moraju biti izrađeni od materijala čije promene mehaničkih, električnih i magnetnih osobina ne utiču na metrološka svojstva propisana ovim pravilnikom.

Delovi merila koji su pri radnim uslovima izloženi štetnom dejstvu korozije i habanja moraju biti izrađeni od materijala otpornog na dejstvo korozije i habanja, naročito onog koje izazivaju nečistoće u tečnosti -izmenjivaču toplote.

Ispravno instalirano merilo mora da izdrži normalne spoljašnje uticaje. Merilo mora, u svim okolnostima, da izdrži maksimalno dozvoljene pritiske i temperature za koje je konstruisano, bez oštećenja.

Član 29.

Merilo mora, prema mestu ugradnje, odgovarati jednoj ili više sledećih klasa okruženja, koje su date u sledećoj tabeli:

klasa A	klasa B	klasa C
u domaćinstvu (instalacije u kući)	u domaćinstvu (instalacije van kuće)	industrijske instalacije
temperatura okoline + 5 °C do + 55 °C	temperatura okoline - 25 °C do + 55 °C	temperatura okoline + 5 °C do + 55 °C
uslovi niske vlažnosti	uslovi normalne vlažnosti	uslovi normalne vlažnosti
normalni električni i elektromagnetni uslovi	normalni električni i elektromagnetni uslovi	visoki električni i elektromagnetni uslovi
-	mehanički uslovi niskog nivoa	mehanički uslovi niskog nivoa

Član 30.

Konstrukcijom merila moraju biti predviđena mesta za stavljanje žiga kojim se potvrđuje njihova metrološka ispravnost.

Član 31.

Za kompletno merilo moraju biti dati sledeći podaci, odnosno natpisi i oznake:

- 1) naziv ili znak proizvođača;
- 2) tip merila - fabrička oznaka proizvođača;
- 3) godina proizvodnje/serijski broj;
- 4) klasa tačnosti ;
- 5) klasa okruženja;
- 6) oznaka merne jedinice na pokazivaču (MJ; kNJh);
- 7) druge dodatne funkcije pored prikazivanja toplotne energije;
- 8) maksimalna vrednost toplotne snage (P_{max});
- 9) granične vrednosti protoka (l_{min} , l_n , l_{max});
- 10) maksimalni dozvoljen radni pritisak za senzor protoka;
- 11) maksimalni pad pritiska senzora protoka (pri l_n);
- 12) granice temperaturnog opsega (Θ_{min} , Θ_{max}) senzora protoka, odnosno para temperaturnih senzora;
- 13) granice temperaturne razlike ($\Delta\Theta_{min}$, $\Delta\Theta_{max}$);
- 14) zahtevi za ugradnju, uključujući dužine cevi;
- 15) ograničenje u pogledu orijentacije merila za ugradnju;
- 16) fizičke dimenzije (dužina, visina, širina, masa, navoj/prirubnica);
- 17) zahtevi mrežnog napajanja - napon, frekvencija;
- 18) zahtevi baterijskog napajanja - napon baterije, tip, vek trajanja;
- 19) izlazni signal pri normalnom radu (tip/nivoi);
- 20) izlazni signal na pokazivaču za test (tip/nivoi);
- 21) rad na protoku većem od l_{max} ;
- 22) vrsta tečnosti ako nije voda;
- 23) vreme odziva za par temperaturnih senzora;
- 24) da li merilo mora da se ugradi na visokom ili niskom temperaturnom nivou;
- 25) vreme odziva - za merila brzog odziva.

Član 32.

Za senzor protoka moraju biti dati sledeći podaci, odnosno natpisi i oznake:

- 1) naziv ili znak proizvođača;
- 2) tip merila - fabrička oznaka proizvođača;
- 3) godina proizvodnje /serijski broj;
- 4) klasa tačnosti;
- 5) granične vrednosti protoka (l_{min} , l_n , l_{max});
- 6) maksimalni dozvoljeni radni pritisak (PN);
- 7) maksimalni pad pritiska (pad pritiska na l_n);

- 8) granice temperaturnog opsega (Θ_{\min} , Θ_{\max});
- 9) vrednost konstante senzora protoka K (litara/impuls);
- 10) zahtevi za ugradnju, uključujući dužine cevi;
- 11) ograničenje u pogledu orijentacije merila za ugradnju;
- 12) fizičke dimenzije (dužina, visina, širina, masa, navoj/prirubnica);
- 13) izlazni signal za normalan rad (tip/nivoi);
- 14) izlazni signal za test (tip/nivoi);
- 15) rad pri protoku većem od $l_{j\max}$;
- 16) vrsta tečnosti ako nije voda;
- 17) vreme odziva - za merila brzog odziva;
- 18) zahtevi mrežnog napajanja - napon, frekvencija;
- 19) zahtevi baterijskog napajanja - napon baterije, tip, vek trajanja.

Član 33.

Za temperaturne senzore moraju biti dati sledeći podaci, odnosno natpisi i oznake:

- 1) naziv ili znak proizvođača;
- 2) tip temperaturnih senzora;
- 3) godina proizvodnje /serijski broj;
- 4) granice temperaturnog opsega (Θ_{\min} , Θ_{\max});
- 5) granice temperaturne razlike ($\Delta\Theta_{\min}$, $\Delta\Theta_{\max}$);
- 6) maksimalni dozvoljen radni pritisak za direktno montirane temperaturnih senzora;
- 7) broj priključnih vodova temperaturnih senzora (četvorožični ili dvožični);
- 8) princip rada;
- 9) maksimalna efektivna vrednost struje koja teče kroz temperaturne senzore;
- 10) fizičke dimenzije;
- 11) zahtevi za ugradnju (na primer ugradnja u zaštitnu košuljicu);
- 12) maksimalna brzina tečnosti za senzore iznad 200 mm dužine;
- 13) ukupna električna otpornost dvožičnog kabla;
- 14) minimalna dubina uronjavanja;
- 15) izlazni signal za radne uslove (tip/nivoi);
- 16) vreme odziva.

Član 34.

Za računsku jedinicu moraju biti dati sledeći podaci, odnosno natpisi i oznake:

- 1) naziv ili znak proizvođača;
- 2) tip merila - fabrička oznaka proizvođača;
- 3) godina proizvodnje/serijski broj;
- 4) klasa okruženja;
- 5) maksimalna vrednost toplotne snage (P_{\max});
- 6) granice temperaturnog opsega (Θ_{\min} , Θ_{\max});
- 7) granice temperaturne razlike ($\Delta\Theta_{\min}$, $\Delta\Theta_{\max}$);
- 8) oznaka merne jedinice na pokazivaču (MJ; kNJh);

- 9) dinamičko ponašanje;
- 10) druge funkcije pored prikazivanja toplotne energije;
- 11) dodatne funkcije pored prikazivanja toplotne energije;
- 12) zahtevi za ugradnju, uključujući broj provodnika za povezivanje temperaturnih senzora, označavanje da li je potrebno oklapanje ili ne i dr.;
- 13) fizičke dimenzije;
- 14) zahtevi mrežnog napajanja - napon, frekvencija;
- 15) zahtevi baterijskog napajanja - napon baterije, tip, vek trajanja;
- 16) zahtevani ulazni signal od senzora protoka i temperaturnih senzora;
- 17) efektivna vrednost struje temperaturnih senzora;
- 18) maksimalni dozvoljeni signal senzora protoka;
- 19) izlazni signal za normalni rad (tip/nivoi);
- 20) izlazni signal za testiranje (tip/nivoi);
- 21) vrsta tečnosti ako nije voda;
- 22) da li senzor protoka treba da radi na visokim ili niskim temperaturnim nivoima.

Član 35.

Danom stupanja na snagu ovog pravilnika prestaje da važi Pravilnik o metrološkim uslovima koje moraju ispunjavati merila toplotne energije ("Službeni list SFRJ", br. 56/88, 71/88 i 54/90).

Član 36.

Ovaj pravilnik stupa na snagu osmog dana od dana objavljivanja u "Službenom listu SRJ".

Broj 2/5-02/2/1
6. februara 2001. godine
Beograd

Direktor
Saveznog zavoda za mere
i dragocene metale,

Mr Dragan Milošević