



UNIVERZITET U NIŠU / UNIVERSITY OF NIŠ /  
MAŠINSKI FAKULTET U NIŠU  
/ FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING NIŠ /  
ZAVOD ZA MAŠINSKO INŽENJERSTVO  
/ INSTITUTE FOR MECHANICAL ENGINEERING /  
LABORATORIJA ZA TERMOTEHNIKU, TERMOENERGETIKU I  
PROCESNU TEHNIKU  
/ LABORATORY FOR THERMAL AND PROCESS ENGINEERING /  
18000 Niš, ul. A. Medvedeva br. 14  
tel/faks 018/588-199, 500-699, 500-701, e-mail: zavod@masfak.ni.ac.rs



## IZVEŠTAJ O ISPITIVANJU / REPORT ON EXAMINATION / Br. / No / 612-30-30/13

**Proizvod:** ALUMINIJUMSKI RADIJATOR  
*/ Product /* / ALUMINUM RADIATOR /  
**Model / Model /:** Calidor SUPER  
**Tip / Type /:** Calidor SUPER 600/100

**Proizvođač:** FONDITAL S.p.A.,  
*/ Manufacturer /* Via Cerreto 40, 25079 Vobarno (BS), ITALY

**Naručilac:** FONDITAL S.p.A.,  
*/ Ordering party /* Via Cerreto 40, 25079 Vobarno (BS), ITALY

**Metod ispitivanja:** Izvršeno je ispitivanje toplotne snage radijatora.  
*/ Results of examination /* / Examination of radiator heating capacity is performed. /  
Ispitivanja su izvršena u skladu sa standardom SRPS EN 442-2:2012.  
*/ Examinations are performed according to the standard SRPS EN 442-2:2012. /*  
Aluminijumski radijator model Calidor SUPER, tip Calidor SUPER 600/100, dostavio je naručilac 15.05.2013. godine.  
*/ Aluminum radiator, model Calidor SUPER, type Calidor SUPER 600/100, is delivered by the Ordering party on 15.05.2013. /*  
Broj članaka je 10, visina članka iznosi 657 mm, širina članka 80 mm, debljina članka 97 mm, rastojanje priključaka 600 mm.  
*/ Number of elements is 10, element height is 657 mm, element length is 80 mm, element depth is 97 mm, difference between connections is 600 mm. /*

**Rezultati ispitivanja:**

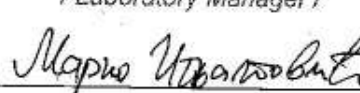
<i>/ Results of examination /</i>	<b>Nazivna toplotna snaga članka, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 60^{\circ}\text{C}</math></b>	<b>185,0 W</b>
	<i>/ Nominal heating capacity of the element, <math>\Phi</math>, for <math>\Delta t = 60^{\circ}\text{C}</math> /</i>	
	<b>Nazivna toplotna snaga članka, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 50^{\circ}\text{C}</math></b>	<b>145,1 W</b>
	<i>/ Nominal heating capacity of the element, <math>\Phi</math>, for <math>\Delta t = 50^{\circ}\text{C}</math> /</i>	
	<b>Nazivna toplotna snaga članka, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 30^{\circ}\text{C}</math></b>	<b>73,5 W</b>
	<i>/ Nominal heating capacity of the element, <math>\Phi</math>, for <math>\Delta t = 30^{\circ}\text{C}</math> /</i>	
	<b>Koeficijent toplotne snage članka, <math>K_m</math></b>	<b>0,79416</b>
	<i>/ Coefficient of element heating capacity, <math>K_m</math> /</i>	
	<b>Eksponent toplotne snage, <math>n</math></b>	<b>1,3313</b>
	<i>/ Exponent of heating capacity, <math>n</math> /</i>	
	<b>Maksimalni radni pritisak</b>	<b>16 bara</b>
	<i>/ Maximal operating pressure /</i>	


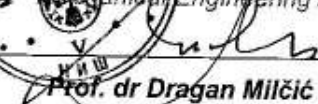
Niš, 20.05.2013. god.

Rukovodilac ispitivanja  
*/ Examination Manager /*

  
Prof. dr Mladen Stojiljković

Za Rukovodilac laboratorije  
*/ Laboratory Manager /*

  
dr Predrag Živković, docent

  
Rukovodilac  
Zavoda za mašinsko inženjerstvo  
*/ Director of the Institute of Mechanical Engineering /*  
  
Prof. dr Dragan Milčić

## PRILOG 1

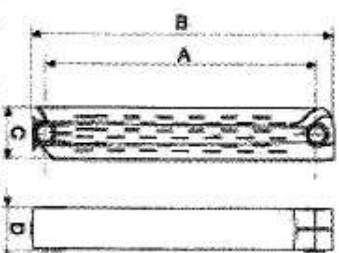
**KARAKTERISTIKE I ODAVANJE TOPLOTE ALUMINIJUMSKIH RADIJATORA  
model Calidor SUPER, tip Calidor SUPER 350/100, 500/100 i 800/100, proizvođača "FONDITAL" – ITALIJA**

Karakteristike i odavanje toplote aluminijskih radijatora model Calidor SUPER, tip Calidor SUPER 350/100, 500/100 i 800/100, proizvođača "FONDITAL" – ITALIJA, za različite temperaturne režime dati su u tabeli 4.

*Tabela 4. Karakteristike i odavanje toplote aluminijskih radijatora model Calidor SUPER, tip Calidor SUPER 350/100, 500/100 i 800/100, proizvođača "FONDITAL" – ITALIJA, za različite temperaturne režime, (W)*

Karakteristike i odavanje toplote aluminijskih radijatora, model Calidor SUPER, tip Calidor SUPER 350/100, 500/100, 800/100, proizvođača "FONDITAL" – ITALIJA, za različite temperaturne režime, (W)

Model	Visina članka B (mm)	Rastojanje priključaka A (mm)	Širina članka D (mm)	Debljina članka C (mm)	Dimenzija priključaka ("")	Odavanje toplote $\Phi$ (W/°C) $\Delta T=30$ K	Odavanje toplote $\Phi$ (W/°C) $\Delta T=50$ K	Odavanje toplote $\Phi$ (W/°C) $\Delta T=60$ K	EkspONENT n	Koeficijent $K_{m}$
Calidor SUPER 350/100	407	350	80	97	1	48,0	93,4	118,4	1,3008	0,5757
Calidor SUPER 500/100	557	500	80	97	1	62,9	123,9	157,8	1,3268	0,6899
Calidor SUPER 800/100	857	800	80	97	1	87,8	174,1	222,3	1,3393	0,9236



Sl. 7. Dimenzije aluminijskih radijatora, model Calidor SUPER

## 1. PREDMET ISPITIVANJA

Na osnovu zahteva Naručioca od 30.04.2013. godine izvršeno je ispitivanje aluminijumskog radijatora model **Calidor SUPER**, tip **Calidor SUPER 600/100**, proizvođača "**FONDITAL**" – **ITALIJA**. Za ispitivanje je dostavljen jedan uzorak navedenog tipa radijatora, koji se sastojao od deset članaka.

## 2. NARUČILAC

**FONDITAL S.p.A.**, Via Cerreto 40, 25079 Vobarno (BS), ITALY

## 3. NAMENA PROIZVODA

Ovo grejno telo namenjeno je za zagrevanje vazduha u prostorijama. Kao grejni fluid koristi se topla voda, a predaja toplote vrši se konvekcijom i zračenjem.

## 4. TEHNIČKI PODACI

Tehničke karakteristike aluminijumskog radijatora model **Calidor SUPER**, tip **Calidor SUPER 500/100** date su u tabeli 1:

*Tabela 1. Tehničke karakteristike aluminijumskog radijatora model **Calidor SUPER***

Karakteristike	<b>Calidor SUPER 600/100</b>
Visina članka, mm	657
Rastojanje priključaka, mm	600
Širina članka, mm	80
Debljina članka, mm	97
Dimenzija priključaka	1"
Materijal	aluminijum

## 5. ODREĐIVANJE TOPLOTNE SNAGE GREJNOG TELA

Određivanje toplotne snage grejnog tela vršeno je prema standardima SRPS EN 442-2:2012 i SRPS M.E5.100, a šema instalacije prikazana je na slici 1.

Toplotna snaga prema SRPS M.E5.100 određuje se na osnovu izraza:

$$\Phi = m_w c_w (t_1 - t_2) \quad (1)$$

gde je:

$m_w$  - protok vode, kg/s

$t_1$  - temperatura vode na ulazu u grejno telo, °C

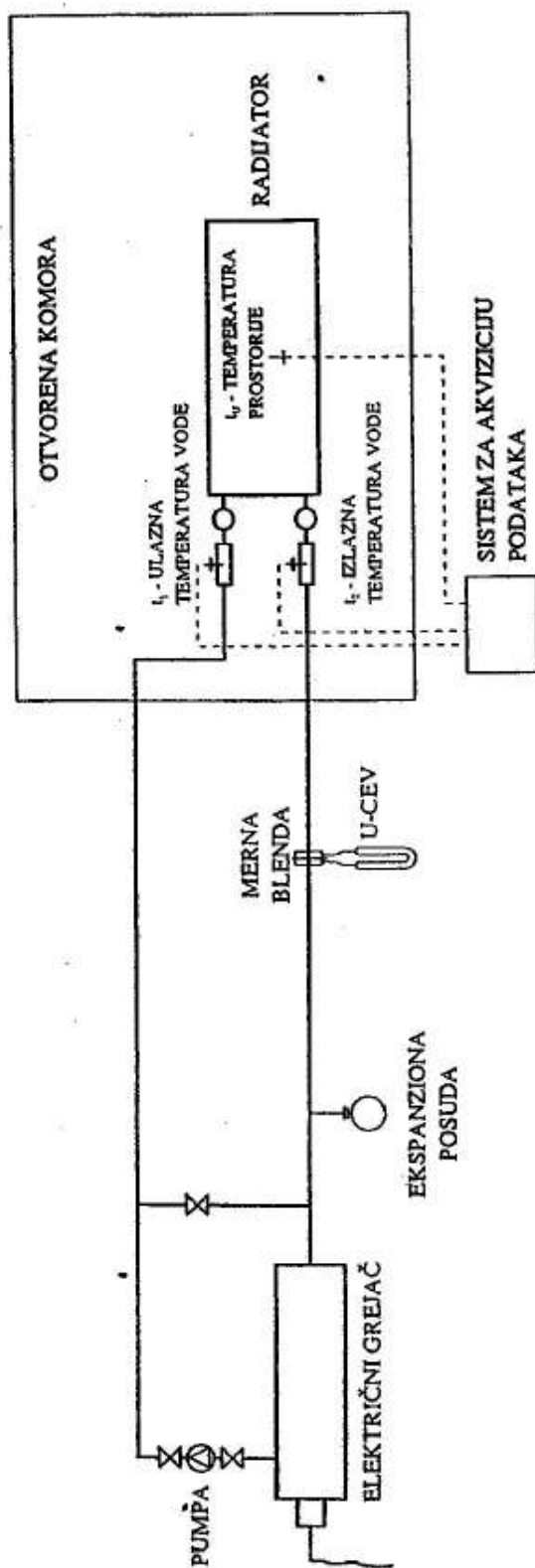
$t_2$  - temperatura vode na izlazu iz grejnog tela, °C

Maseni protok vode određivan je standardnom mernom blendom prema DIN 1952. Pad pritiska u blendi meren je pomoću U-cevi sa živom. Protok vode određivan je sa tačnošću  $\pm 0,5\%$ .

Temperatura vode na ulazu i izlazu iz grejnog tela merena je termoparovima hromel-alumel prečnika 0,2 mm. Temperature su merene sa tačnošću  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ .

## 6. OPIS I DIMENZIJE KOMORE ZA ISPITIVANJE GREJNOG TELA

Ispitivanje grejnog tela vrši se u otvorenoj komori, prema standardima SRPS EN 442-2:2012 i SRPS M.E6.083. Šematski prikaz otvorene komore za ispitivanje dat je na slici 2. Unutrašnje dimenzije otvorene komore iznose: dužina 2,5 m, širina 1,5 m i visina 2,5 m.



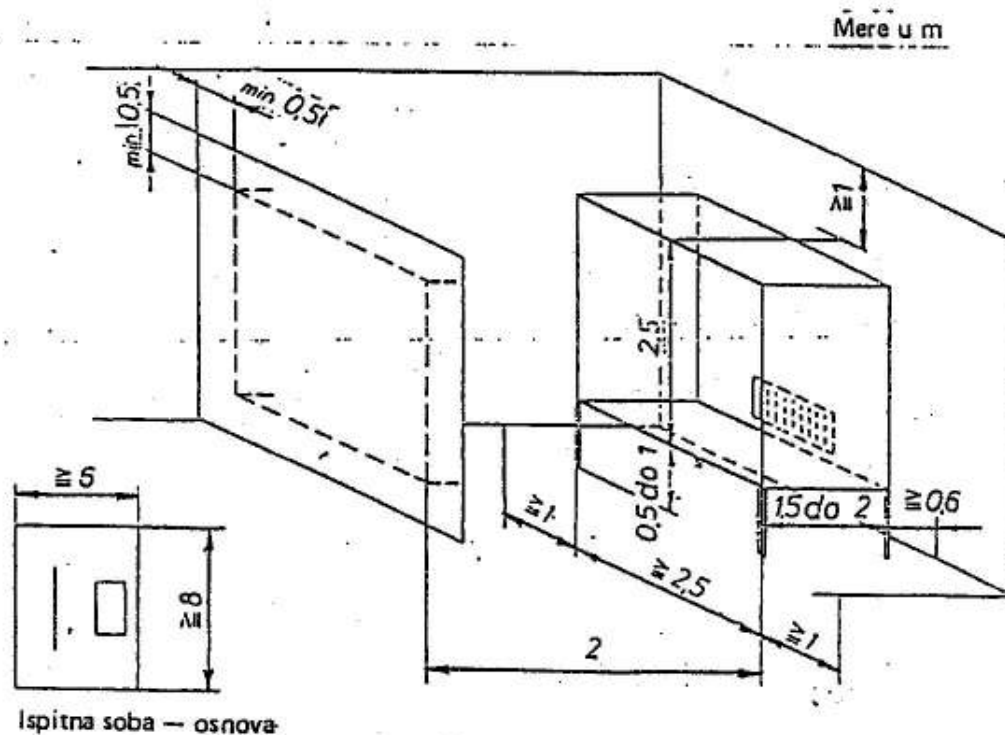
Sl.1. Šema eksperimentalne instalacije za ispitivanje grejnih tela

Komora je podignuta za 0,5 m iznad poda i udaljena od tavanice više od 1 m, a od bočnih zidova prostorije znatno više od 1 m. Nasuprot otvorenoj strani komore nalazi se unutrašnji zid prostorije. Konstrukcija i materijal od koga su napravljeni zidovi komore u potpunosti odgovaraju zahtevima koji su dati u SRPS M.E6.083.

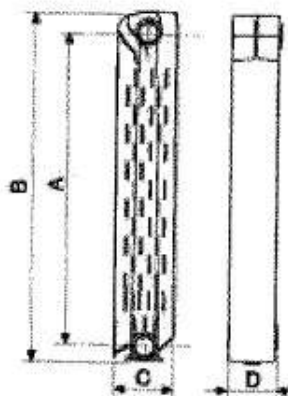
Komora za ispitivanje smeštena je u prostoriji čija je zapremina znatno veća od  $200 \text{ m}^3$  (dimenzija  $20 \times 10 \times 6 \text{ m}$ ) i u kojoj se temperatura vazduha i zidova bitno ne menja pod uticajem odavanja toplote grejnog tela koje se ispituje.

## 7. OPIS I DIMENZIJE GREJNOG TELA

Na slici 3 date su dimenzije grejnog tela, a na slici 4 fotografija tog grejnog tela. Ove slike omogućavaju uvid u konstrukciju grejnog tela.

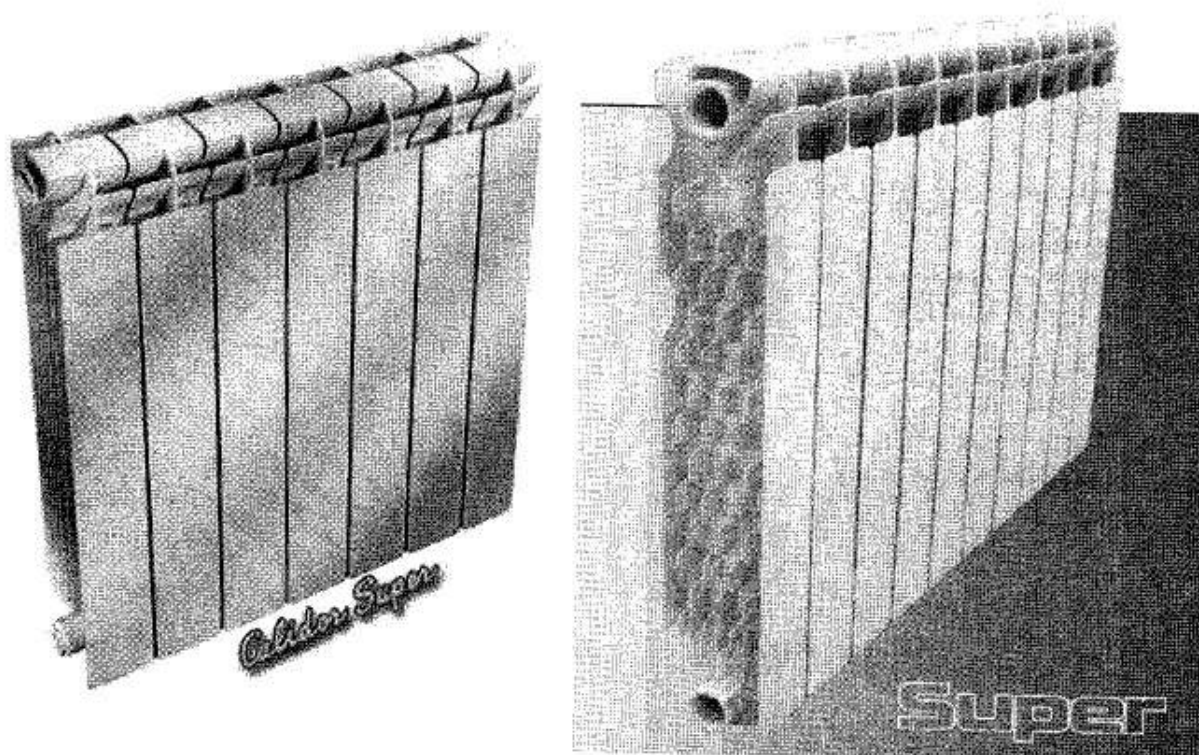


Sl.2. Šematski prikaz, mere i smeštaj otvorene komore za ispitivanje grejnih tela



	Visina članka B (mm)	Rastojanje priključaka A (mm)	Širina članka D (mm)	Debljina članka C (mm)	Dimenzija priključaka (")
<b>Calidor SUPER 600/100</b>	657	600	80	97	1

Sl. 3. Dimenzije aluminijumskog radijatora Calidor SUPER 600/100



Sl. 4. Aluminijumski radijator Calidor SUPER 600/100

## 8. POSTAVLJANJE GREJNOG TELA U KOMORI ZA ISPITIVANJE

Grejno telo se u komori za ispitivanje (SRPS M.E6.081) postavlja paralelno jednom zidu u ravni njegove vertikalne simetrije u unutrašnjosti komore za ispitivanje. Slobodan prostor između ledne površine grejnog tela, koja odaje toplotu, i susednog zida komore za ispitivanje iznosi  $0,05 \pm 0,005$  m. Slobodan prostor između grejnog tela i poda komore za ispitivanje iznosi 0,10-0,12 m. Povezivanje sa dovodnim i odvodnim cevima vodovima izvedeno je onako kako konstrukcija grejnog tela zahteva. Grejna tela se oslanjaju i učvršćuju pomoću elemenata koje normalno isporučuje proizvođač, pri čemu su ispunjeni svi navedeni uslovi. Grejno telo koje je ispitivano obojeno je belom bojom.

## 9. MERENJA U KOMORI ZA ISPITIVANJE

Prilikom ispitivanja vršena su merenja sledećih veličina (SRPS M.E6.081):

1. Merenje temperature vazduha u unutrašnjosti komore i to u referentnoj tački sa tačnošću od  $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ , a u drugim tačkama sa tačnošću  $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ . Merenja temperature vršena su termoparovima hromel-alumel prečnika 0,2 mm, kao i baždarenim živinim termometrima čije je pokazivanje  $0,1^{\circ}\text{C}$  ili  $0,2^{\circ}\text{C}$ .

Temperatura vazduha u komori za ispitivanje merena je:

1.1 na centralnoj vertikali unutrašnje komore i to:

- a) u referentnoj tački na 0,75 m od poda,
- b) u četiri tačke :
  - na 0,05 m od poda,
  - na 0,50 m od poda,
  - na 1,50 m od poda,
  - na 0,05 m od plafona,

1.2 na dve vertikale na 1 m rastojanja od dva susedna zida u četiri tačke (dve na svakoj vertikali):

- na 0,75 m od poda
- na 1,50 m od poda

Na slici 5 prikazan je odgovarajući raspored tačaka merenja temperatura (u perspektivi) utvrđenih u standardima SRPS M.E6.080 i SRPS M.E6.081.

2. Relativna vlažnost vazduha u unutrašnjoj komori

3. Barometarski pritisak, sa tačnošću  $\pm 1$  mbar.

Za prikupljanje i obradu podataka korišćen je sistem za akviziciju Hewlett-Packard.

## 10. DOVOĐENJE U STACIONARNO STANJE

Ispitivanje grejnog tela vršeno je toplom vodom prema standardima SRPS M.E6.080 i SRPS M.E6.081 u stacionarnim uslovima. Grejno telo se postepeno zagreva i dovodi u stacionarno stanje. Pri svakom ispitivanju, nakon uspostavljanju stacionarnog stanja, čije je trajanje bilo najmanje 1 čas, u jednakim vremenskim razmacima od najviše 10 min vršeno je registrovanje svih potrebnih veličina:

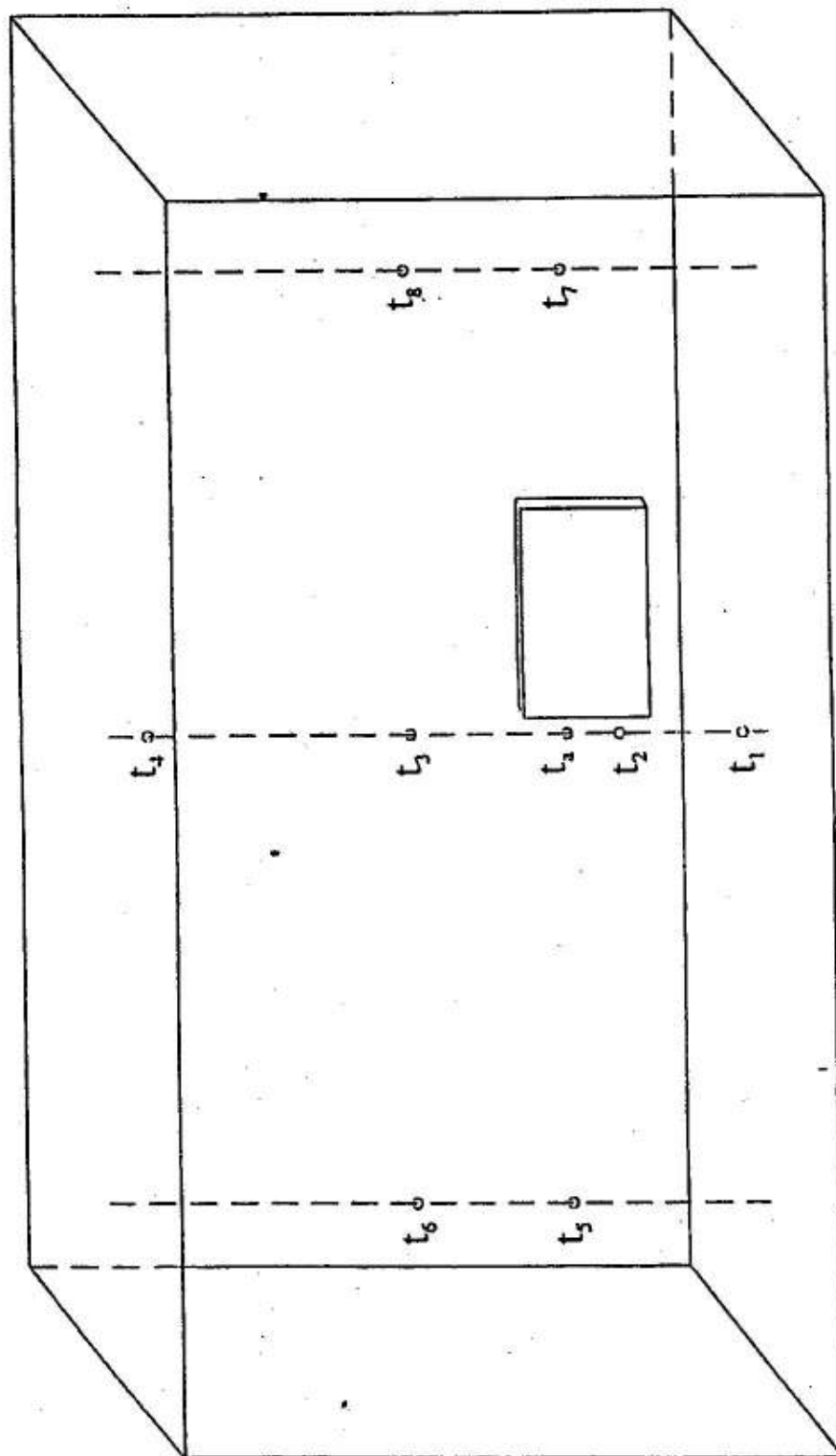
- pad pritiska u blendi,
- temperatura nosioca toplote na ulazu u grejno telo,
- temperatura nosioca toplote na izlazu iz grejnog tela,,
- temperature vazduha u komori za ispitivanje.

Izvršena su po 3 ispitivanja za sledeće srednje temperature grejnog fluida u grejnom telu:

$50 \pm 5^{\circ}\text{C}$

$65 \pm 5^{\circ}\text{C}$

$80 \pm 3^{\circ}\text{C}$



Sl.5. Raspored tačaka merenja temperature u komori



Ispitivanja su vršena pri stalnom protoku sa dozvoljenim odstupanjima  $\pm 2\%$ , a protok je biran na takav način da je pad temperature u grejnom telu  $20 \pm 2$  °C kada se ispitivanje vrši na 80 °C.

Rezultati merenja dati su u tabeli 2.

Toplotna snaga merena u najmanje tri tačke (za tri različita temperaturna režima) izražava se prema standardima SRPS EN 442-2:2012 i SRPS M.E6.082 u obliku:

$$\Phi = K_m (t_{sr} - t_a)^n = K_m \Delta t^n \quad (2)$$

gde je:

$t_{sr}$  - srednja temperatura grejnog fluida, °C;  $t_{sr} = 0,5 (t_1 + t_2)$

$t_a$  - referentna temperatura vazduha u komori, °C

$K_m$  i  $n$  - koeficijenti dobijeni iz zavisnosti  $\log\Phi = f(\log(t_{sr} - t_a)) = f(\log\Delta t)$ .

## 11. REZULTATI MERENJA

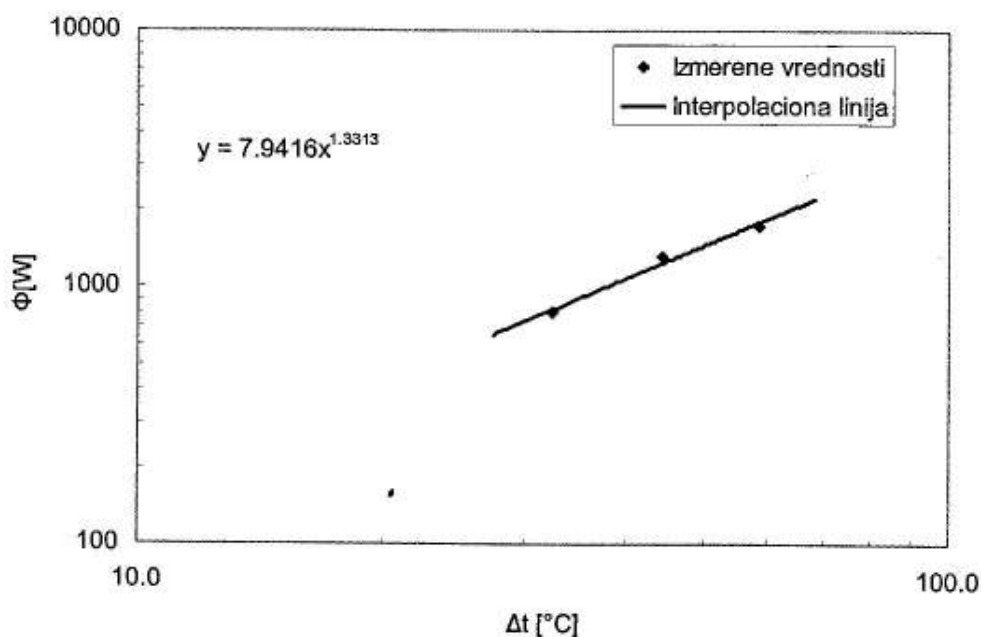
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem aluminijumskog radijatora Calidor SUPER 600/100

Režim	$m \cdot 10^3$	$t_1$	$t_2$	$t_{sr}$	$c_p$	$t_1 - t_2$	$\Phi$	$t_a$	$t_{sr} - t_a$
	kg/s	°C	°C	°C	J/kg°C	°C	W	°C	°C
1	21,78	87,96	69,05	78,51	4.193	18,91	1.727	20,10	58,41
2	21,78	71,76	57,28	64,52	4,183	14,48	1,319	20,10	44,42
3	21,78	56,97	48,26	52,62	4.175	8,71	792	20,20	32,42

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 1002 mbar, a relativna vlažnost vazduha 72%.

Na osnovu rezultata merenja, prikazanih u tabeli 2, nacrtana je zavisnosti  $\Phi = f(\Delta t)$  u  $\log\Phi - \log\Delta t$  koordinatnom sistemu, slika 6. Na osnovu tih podataka određene su vrednosti koeficijenata B i n, kao i nazivna toplotna snaga ispitivanog grejnog tela za toplovodni režim grejanja 90/70 °C i unutrašnju projektanu temperaturu 20°C, što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 6. Zavisnost  $\Phi = f(\Delta t)$  za aluminijumski radijator Calidor SUPER 600/100

Tabela 3. Karakteristike aluminijumskih radiatora Calidor SUPER 600/100

Karakteristike	Calidor SUPER 600/100
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=60$ °C, W	185,0
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=50$ °C, W	145,1
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=30$ °C, W	73,5
Koeficijent toplotne snage članka, Km	0,79416
EkspONENT toplotne snage, n	1,3313

## 12. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenog pregleda i obavljenih merenja došlo se do sledećih zaključaka:

- konstrukcija grejnog tela je takva da u uslovima ispitivanja nigde nisu nastale trajne deformacije ili bilo kakava oštećenja pojedinih elemenata,
- svi elementi ispitivanih grejnih tela su tako spojeni da u toku ispitivanja nije došlo do deformacija,
- grejna tela su ispitana na hladni vodeni pritisak od 16 bar i tom prilikom nisu primećene nikakve trajne deformacije,

Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da ispitivano grejno telo model **Calidor SUPER**, tip **Calidor SUPER 600/100**, proizvođača "**FONDITAL**" – **ITALIJA**, u svemu odgovara svojoj osnovnoj nameni, tako da se može koristiti kao uređaj za zagrevanja prostorija.

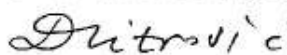
Niš, 20.05.2013.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:

  
dr Mladen M. Stojiljković, red. prof.

  
dr Branislav Stojanović, van. prof.

  
dr Jelena Janevski, docent

  
dr Dejan Mitrović, docent