



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 / 612-22-172/16

Proizvod: ALUMINIJUMSKI RADIJATOR
/ Product /

Model / Model /: FERROLI H-600 PROTEO
Tip / Type /: FERROLI H-600 PROTEO 700HP

Proizvođač: FERROLI spa
/ Manufacturer / 37047 San Bonifacio (Verona) Italy → Via Ritonda 78/A

Naručilac: EXPONT d.o.o.,
/ Ordering party / Bulevar Kralja Aleksandra 654, 11000 BEOGRAD, Srbija

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 **FERROLI H-600 PROTEO**, tip **FERROLI H-600 PROTEO 700HP**, dostavio je naručilac 25.09.2016. godine.
/ Aluminum radiator, model FERROLI H-600 PROTEO, type FERROLI H-600 PROTEO 700HP, is delivered by the Ordering party on 25.09.2016. /
Broj članaka je 10, visina članka iznosi 681,5 mm, širina članka 80 mm, debljina članka 98 mm, rastojanje priključaka 600 mm.
/ Number of elements is 10, element height is 681,5 mm, element length is 80 mm, element depth is 98 mm, difference between connections is 600 mm. /

Rezultati ispitivanja:

Nazivna toplotna snaga članka, Φ, za $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$	183,0 W
<i>/ Nominal heating capacity of the element, Φ, for $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$ /</i>	
Nazivna toplotna snaga članka, Φ, za $\Delta t = 50^{\circ}\text{C}$	144,2 W
<i>/ Nominal heating capacity of the element, Φ, for $\Delta t = 50^{\circ}\text{C}$ /</i>	
Nazivna toplotna snaga članka, Φ, za $\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$	74,0 W
<i>/ Nominal heating capacity of the element, Φ, for $\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$ /</i>	
Koeficijent toplotne snage članka, K_m	0,87335
<i>/ Coefficient of element heating capacity, K_m /</i>	
Eksponent toplotne snage, n	1,3054
<i>/ Exponent of heating capacity, n /</i>	
Maksimalni radni pritisak	16 bara
<i>/ Maximal operating pressure /</i>	

Niš, 10.10.2016. god.

Rukovodilac ispitivanja
/ Examination Manager /

Prof. dr Mladen Stojiljković

Rukovodilac Zavoda za mašinsko inženjerstvo
/ Director of the Institute of Mechanical Engineering /

Prof. dr Predrag Janković

1. PREDMET ISPITIVANJA

Na osnovu zahteva Naručioca od 22.09.2016. godine izvršeno je ispitivanje aluminijumskog radijatora model **FERROLI H-600 PROTEO**, tip **FERROLI H-600 PROTEO 700HP**, proizvođača "**FERROLI**" – **ŠPANIJ**A. Za ispitivanje je dostavljen jedan uzorak navedenog tipa radijatora, koji se sastojao od deset članaka.

2. NARUČILAC

EXPONT d.o.o., Bulevar Kralja Aleksandra 654, 11000 BEOGRAD, Srbija

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 **FERROLI H-600 PROTEO**, tip **FERROLI H-600 PROTEO 700HP** date su u tabeli 1:

*Tabela 1. Tehničke karakteristike aluminijumskog radijatora, tip **FERROLI H-600 PROTEO 700HP***

Karakteristike	FERROLI H-600 PROTEO 700HP
Visina članka, mm	681,5
Rastojanje priključaka, mm	600
Širina članka, mm	80
Debljina članka, mm	98
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

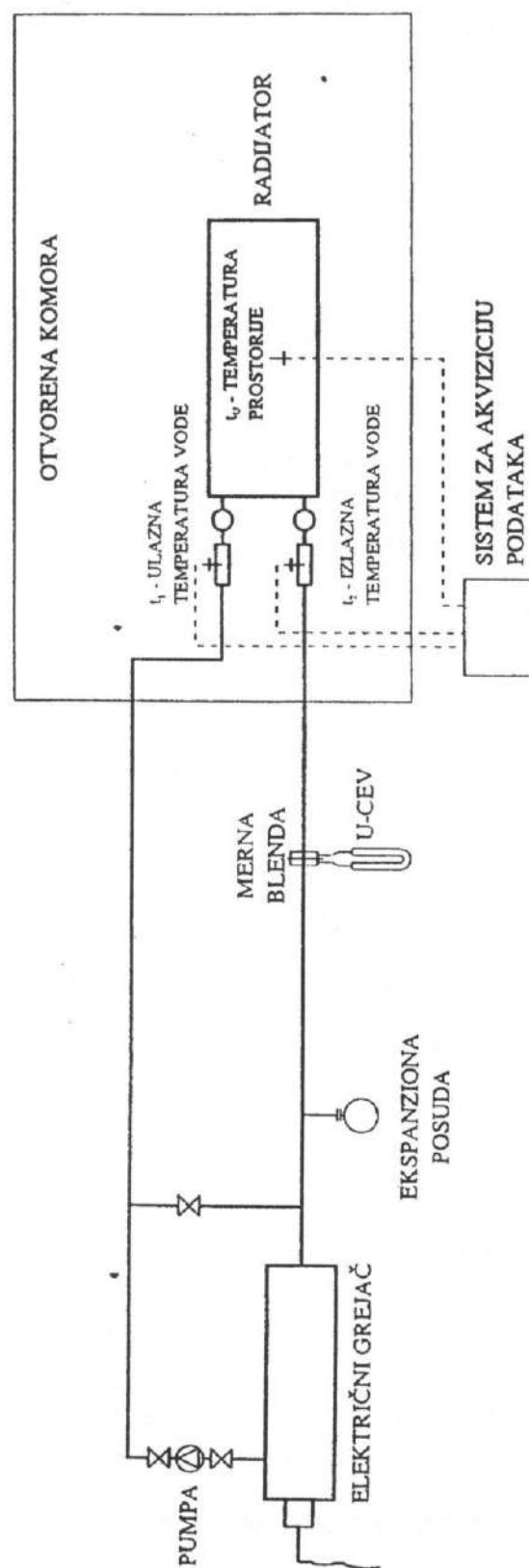
t_2 - temperatura vode na izlazu iz grejnog tela, °C

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 termoparovimna 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.



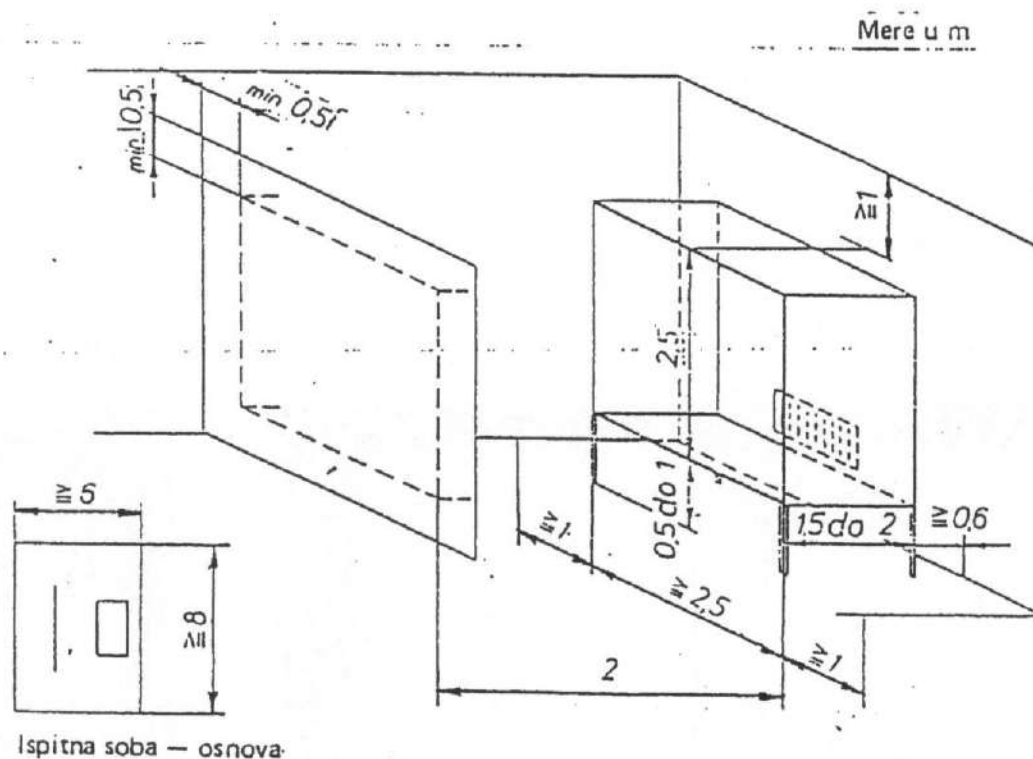
Sl.1. Šema eksperimentalne instalacije za ispitivanje grejnih tela

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.

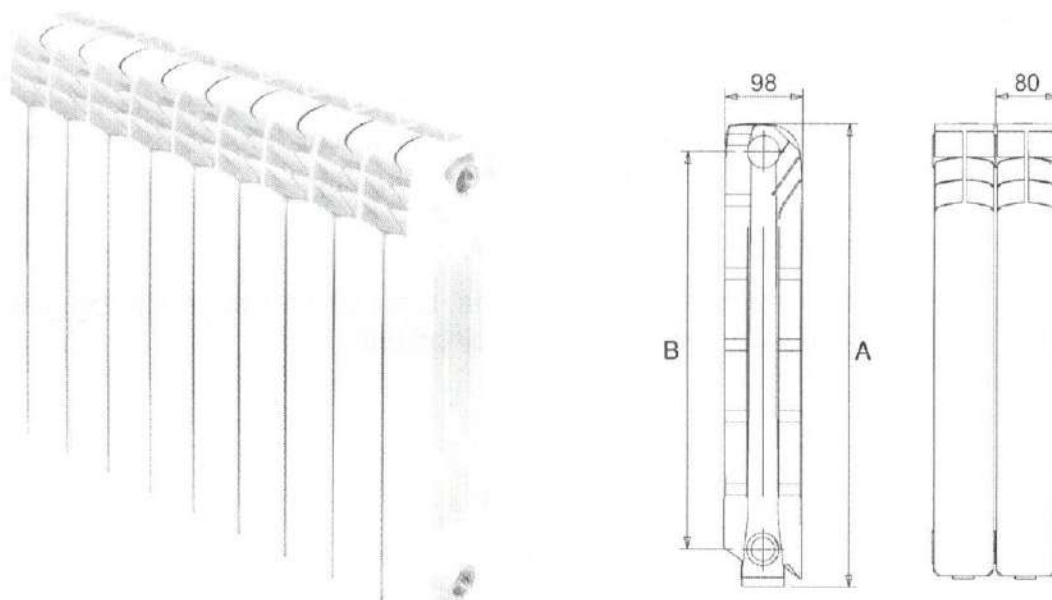
Komora za ispitivanje smeštena je u prostoriji čija je zapremina znatno veća od 200 m³ (dimenzija 20x10x6 m) i u kojoj se temperatura vazduha i zidova bitno ne menja pod uticajem odavanja toplote grejnog tela koje se ispituje.

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.

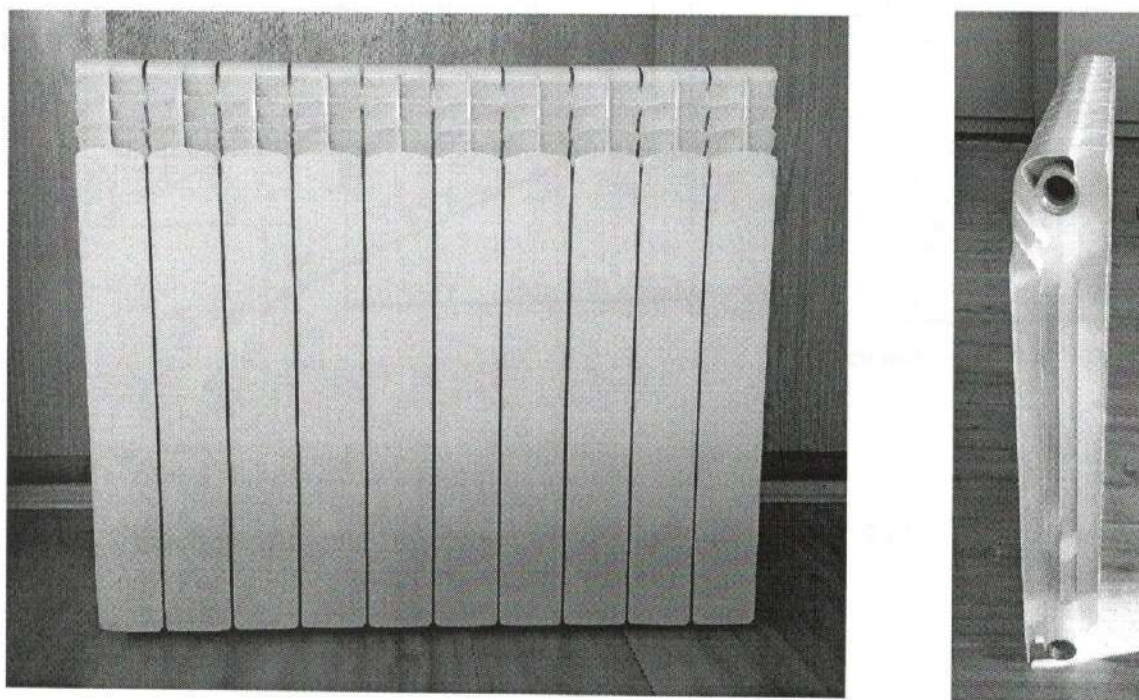


Sl.2. Šematski prikaz, mere i smeštaj otvorene komore za ispitivanje grejnih tela



	Visina članka A (mm)	Rastojanje priključaka B (mm)	Širina članka D (mm)	Debljina članka C (mm)	Dimenzija priključaka (")
FERROLI H-600 PROTEO 700HP	681,5	600	80	98	1

Sl. 3. Dimenzije aluminijumskog radijatora tip **FERROLI H-600 PROTEO 700HP**



Sl. 4. Aluminijumski radijator tip **FERROLI H-600 PROTEO 700HP**

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 leđne 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 ± 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:

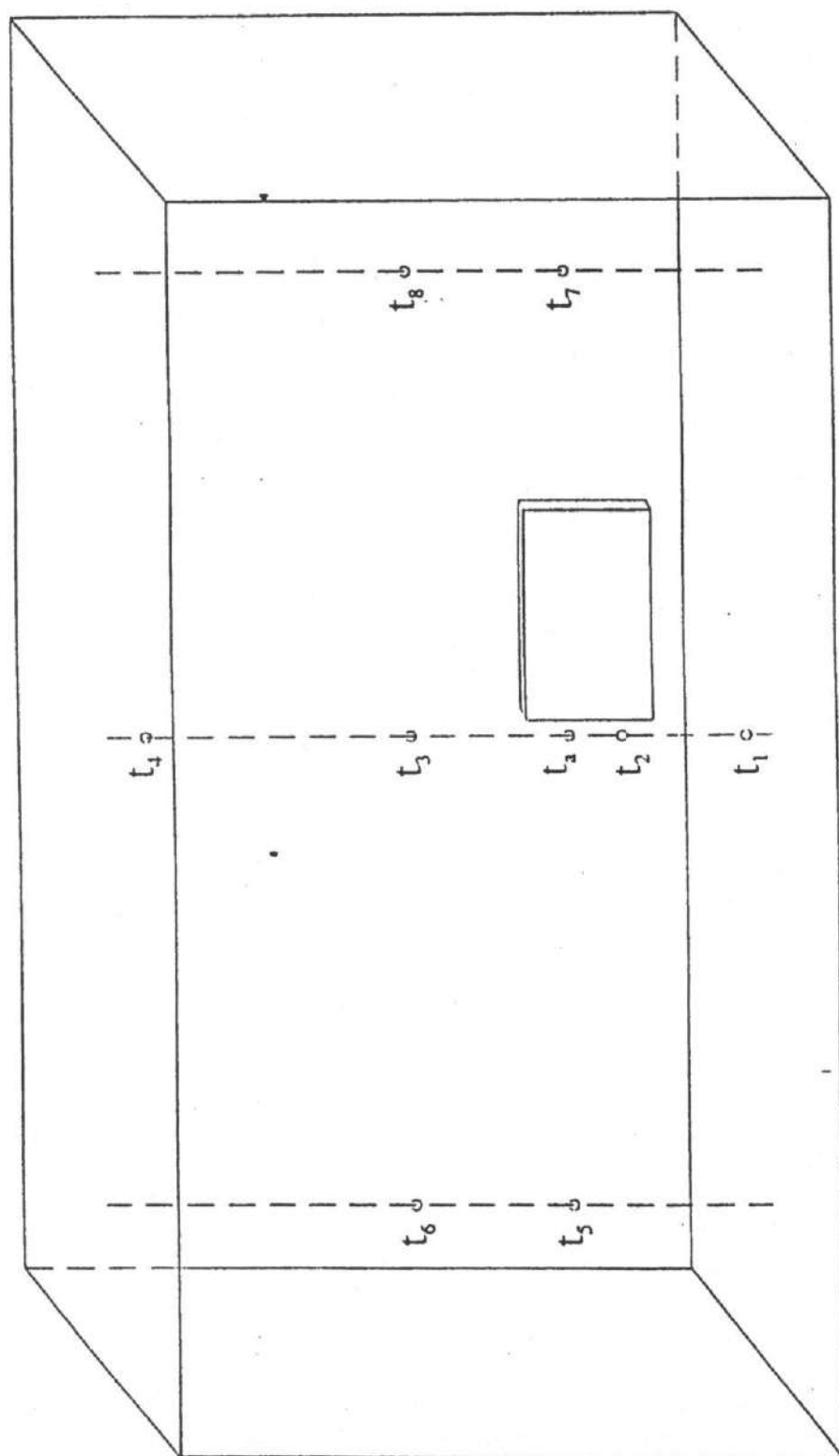
- pad pritiska u blendi,
- temperatura nosioca toplote na ulazu u grejno telo,
- temperatura nosioca toplote na izlazu iz grejnog tela,,
- temperature vazduha u komori za ispitivanje.

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 ± 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

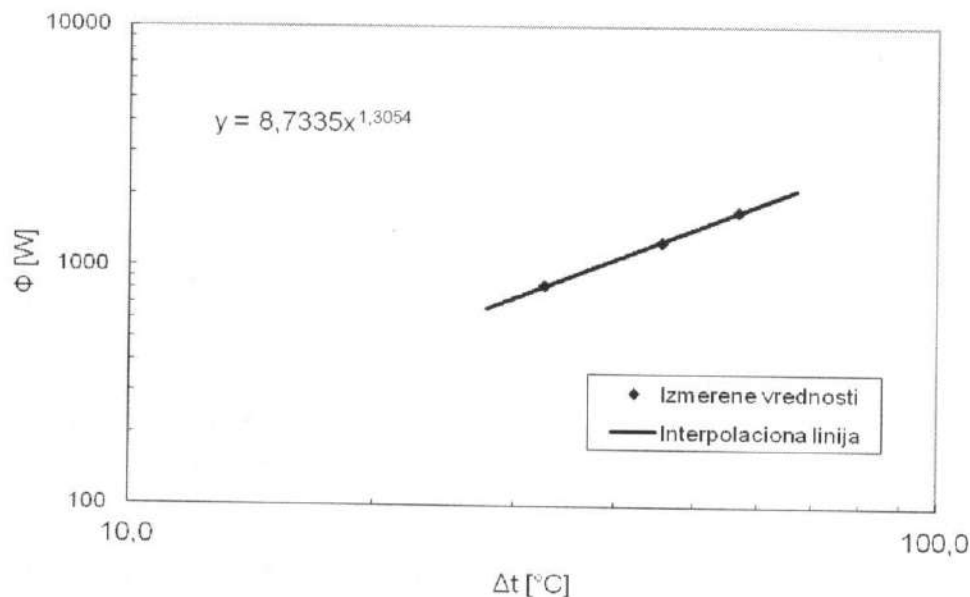
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem aluminijumskog radijatora tip FERROLI H-600 PROTEO 700HP

Režim	$m \cdot 10^3$	t_1	t_2	t_{sr}	c_p	$t_1 - t_2$	Φ	t_a	$t_{sr} - t_a$
	kg/s	°C	°C	°C	J/kg°C	°C	W	°C	°C
1	22,00	57,43	48,37	52,90	4175	9,06	832	20,20	32,70
2	22,00	72,65	58,88	65,77	4184	13,77	1268	20,10	45,67
3	22,00	86,18	67,56	76,87	4193	18,62	1718	20,00	56,87

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 1012 mbar, a relativna vlažnost vazduha 64%.

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 projektnu temperaturu 20°C, što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 6. Zavisnost $\Phi = f(\Delta t)$ za aluminijumski radijator tip FERROLI H-600 PROTEO 700HP

Tabela 3. Karakteristike aluminijumskih radijatora tip FERROLI H-600 PROTEO 700HP

Karakteristike	FERROLI H-600 PROTEO 700HP
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	183,0
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	144,2
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=30\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	74,0
Koeficijent toplotne snage članka, Km	0,87335
EkspONENT toplotne snage, n	1,3054
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$, kg/s	$21,81 \cdot 10^{-3}$
Masa članka, kg	

12. ZAKLJUČAK

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

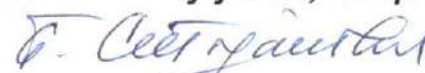
- konstrukcija grejnog tela je takva da u uslovima ispitivanja nigde nisu nastale trajne deformacije ili bilo kakava oštećenja pojedinih elemenata,
- svi elementi ispitivanih grejnih tela su tako spojeni da u toku ispitivanja nije došlo do deformacija,
- grejna tela su ispitana na hladni vodeni pritisak od 20 bar i tom prilikom nisu primećene nikakve trajne deformacije,

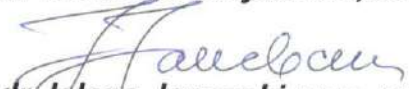
Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da ispitivano grejno telo model **FERROLI H-600 PROTEO**, tip **FERROLI H-600 PROTEO 700HP**, proizvođača "**FERROLI**" – ŠPANIJA, u svemu odgovara svojoj osnovnoj nameni, tako da se može koristiti kao uređaj za zagrevanja prostorija.

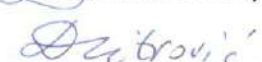
Niš, 10.10.2016.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:


dr Mladen M. Stojiljković, red. prof.


dr Branislav Stojanović, red. prof.


dr Jelena Janevski, van. prof.


dr Dejan Mitrović, van. prof