



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  
/ LABOARATORY 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 / 612-22-198/16

**Proizvod:** ALUMINIJUMSKI RADIJATOR  
*/ Product /* / ALUMINUM RADIATOR /  
**Tip / Type /:** ALETERNUM B4  
**Model / Model /:** ALETERNUM B4 600/100

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

**Naručilac:** FONDITAL S.p.A.,  
*/ Ordering party /* Via Cerreto 40, 25079 Vobarno (Brescia), 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 tip **ALETERNUM B4**, model **ALETERNUM B4 600/100**, dostavio je naručilac 26.10.2016. godine.  
*/ Aluminum radiator, type ALETERNUM B4, model ALETERNUM B4 600/100, is delivered by the Ordering party on 26.10.2016. /*  
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:**

<b>Nazivna toplotna snaga članka, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 60^{\circ}\text{C}</math></b> <i>/ Nominal heating capacity of the element, <math>\Phi</math>, for <math>\Delta t = 60^{\circ}\text{C}</math> /</i>	<b>185,2 W</b>
<b>Nazivna toplotna snaga članka, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 50^{\circ}\text{C}</math></b> <i>/ Nominal heating capacity of the element, <math>\Phi</math>, for <math>\Delta t = 50^{\circ}\text{C}</math> /</i>	<b>146,0 W</b>
<b>Nazivna toplotna snaga članka, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 30^{\circ}\text{C}</math></b> <i>/ Nominal heating capacity of the element, <math>\Phi</math>, for <math>\Delta t = 30^{\circ}\text{C}</math> /</i>	<b>75,0 W</b>
<b>Koeficijent toplotne snage članka, <math>K_m</math></b> <i>/ Coefficient of element heating capacity, <math>K_m</math> /</i>	<b>0,88614</b>
<b>EkspONENT toplotne snage, <math>n</math></b> <i>/ Exponent of heating capacity, <math>n</math> /</i>	<b>1,3048</b>
<b>Maksimalni radni pritisak</b> <i>/ Maximal operating pressure /</i>	<b>16 bara</b>

Niš, 04.11.2016. 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 21.10.2016. godine izvršeno je ispitivanje aluminijumskog radijatora tip **ALETERNUM B4**, model **ALETERNUM B4 600/100**, proizvođača "FONDITAL" – ITALIJA.

## 2. NARUČILAC

**FONDITAL S.p.A.**, Via Cerreto 40, 25079 Vobarno (Brescia), Italija

## 3. NAMENA PROIZVODA

Aluminijumski radijator tip **ALETERNUM B4**, model **ALETERNUM B4 600/100** namenjen je za zagrevanje vazduha u prostorijama. Kao grejni fluid koristi se topla voda, a predaja toplote vrši se konvekcijom i zračenjem.

## 4. UZORCI ZA ISPITIVANJE

Za ispitivanje je dostavljen jedan uzorak aluminijumski radijator tip **ALETERNUM B4**, model **ALETERNUM B4 600/100**, koji se sastojao od deset članaka i na njemu su izvršena potrebna ispitivanja. Za ovaj radijator dostavljena je kompletna tehnička dokumentacija. Ispitivanje navedenog tipa radijatora izvršeno je u laboratoriji Mašinskog fakulteta u Nišu.

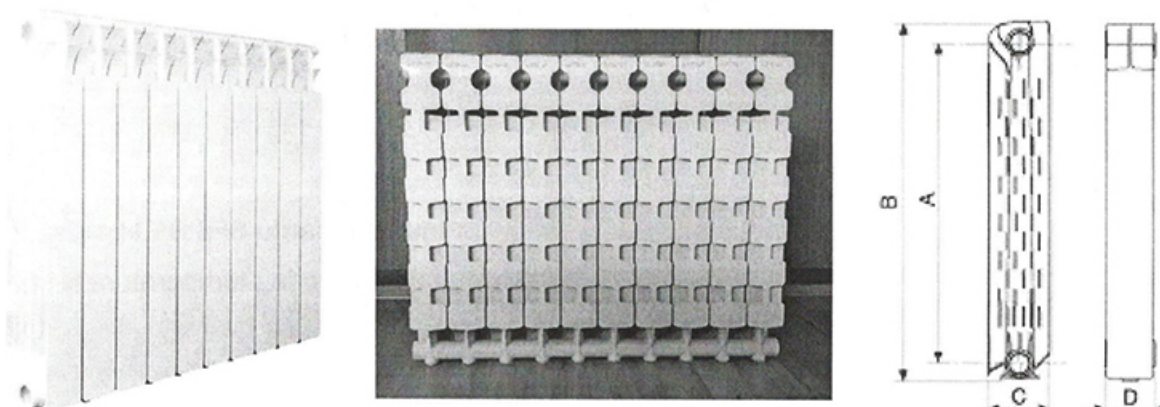
## 5. TEHNIČKI KARAKTERISTIKE

Tehničke karakteristike aluminijumskog radijatora tip **ALETERNUM B4**, model **ALETERNUM B4 600/100** date su u tabeli 1:

*Tabela 1. Tehničke karakteristike aluminijumskog radijatora tip **ALETERNUM B4**, model **ALETERNUM B4 600/100***

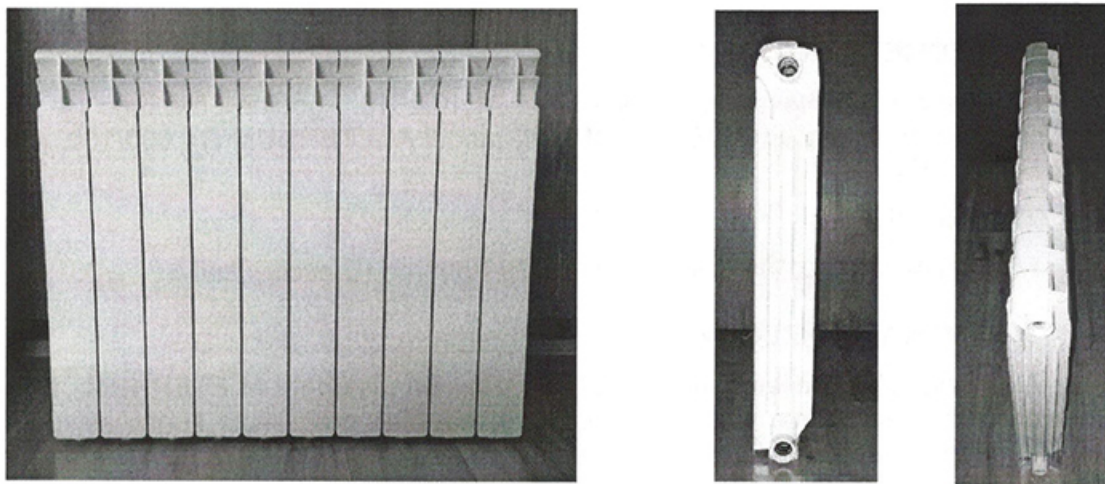
Karakteristike	<b>ALETERNUM B4 600/100</b>
Visina članka, B (mm)	657
Rastojanje priključaka, A (mm)	600
Širina članka, D (mm)	80
Debljina članka, C (mm)	97
Dimenzija priključaka (")	1
Materijal	aluminijum

Na slici 1 dati je izgled ispitivanog grejnog tela, a na slici 2 fotografija tog grejnog tela. Ove slike omogućavaju uvid u konstrukciju grejnog tela.



*Sl. 1. Izgled aluminijumskog radijatora model **ALETERNUM B4 600/100***





Sl. 2. Aluminijski radijatora model **ALETERNUM B4 600/100**

## 6. KONTROLA KVALITETA

### 6.1. Provera mera

Pregledom ispitivanog aluminijskog radijatora tip **ALETERNUM B4**, model **ALETERNUM B4 600/100** utvrđeno je da su oblik i konstrukcija svih članaka dostavljenog radijatora, kao i sve mere iz tabele 1 u saglasnosti sa priloženom tehničkom dokumentacijom.

### 6.2. Ispitivanje na vodeni pritisak

Ispitivanje na pritisak, izvršeno je statičkim pritiskom, vodom. Ispitni pritisak iznosio je 21 bar. Maksimalni radni pritisak kod ovih grejnih tela je 16 bar.

U toku ispitivanja, na grejnom telu nisu registrovane bilo kakve deformacije, niti curenja.

## 7. ODREĐIVANJE TOPLOTNE SNAGE GREJNOG TELA

Ispitivanje grejnog tela vrši se u zatvorenoj komori, prema standardu SRPS EN 442-2:2012, u stacionarnim uslovima.

Kao primarni fluid korišćena je topla voda sistema 90/70 °C.

Tokom ispitivanja vršena su merenja sledećih veličina:

- protok vode kroz grejno telo,
- temperatura vode na ulazu u grejno telo,
- temperatura vode na izlazu iz grejnog tela,
- temperatura vazduha u komori za ispitivanje grejnog tela, (referentna i ostale),
- barometarski pritisak,
- relativna vlažnost vazduha u zatvorenoj komori.

Tokom merenja korišćena je sledeća merna oprema:

- ultrazvučni merač količine toplote, proizvođača Kamstrup,
- termoparovi,
- termometri sa živom,
- barometar,
- higrometar.

Određivanje toplotne snage grejnog tela vrši se prema standardu SRPS EN 442-2:2012.

Toplotna snaga se određuje na osnovu izmerenog protoka vode i temperatura  $t_1$  i  $t_2$ :

$$\Phi = q_w (h_1 - h_2) = q_w c_w (t_1 - t_2) \quad (1)$$

gde je:

$q_w$  - protok vode, kg/s

$h_1$  - entalpija vode na ulazu u grejno telo, kJ/kg

$h_2$  - entalpija vode na izlazu iz grejnog tela, kJ/kg

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

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

Ispitivanje se vrši u najmanje tri tačke, pri stalnom protoku vode, određenim za standardne uslove ( $t_1=75\text{ °C}$ ,  $t_2=65\text{ °C}$ ,  $t_a=20\text{ °C}$ ,  $\Delta t=50\text{ °C}$ ), sa dozvoljenim odstupanjem  $\pm 0,5\%$ , pri sledećim temperaturnim razlikama:

$$\Delta t = 30 \pm 2,5\text{ °C}$$

$$\Delta t = 50 \pm 2,5\text{ °C}$$

$$\Delta t = 60 \pm 2,5\text{ °C}$$

Na osnovu obavljenih merenja, prema standardu SRPS EN 442-2:2012, određuje se karakteristična jednačina, (2), na osnovu koje se određuje toplotna snaga grejnog tela za bilo koje temperaturske uslove:

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

gde je:

$t_{sr}$  - srednja temperatura grejnog fluida, °C;

$$t_{sr} = 0,5 (t_1 + t_2) \quad (3)$$

$t_a$  - referentna temperatura vazduha u komori, °C, treba da iznosi  $(20 \pm 0,5)\text{ °C}$

$\Delta t$  - razlika temperatura, °C

$K_m$  - koeficijent toplotne snage, dobijen iz zavisnosti  $\log\Phi=f(\log(t_{sr}-t_a))=f(\log\Delta t)$ ,

$n$  - eksponent toplotne snage, dobijen iz zavisnosti  $\log\Phi=f(\log(t_{sr}-t_a))=f(\log\Delta t)$ .

## 8. REZULTATI MERENJA

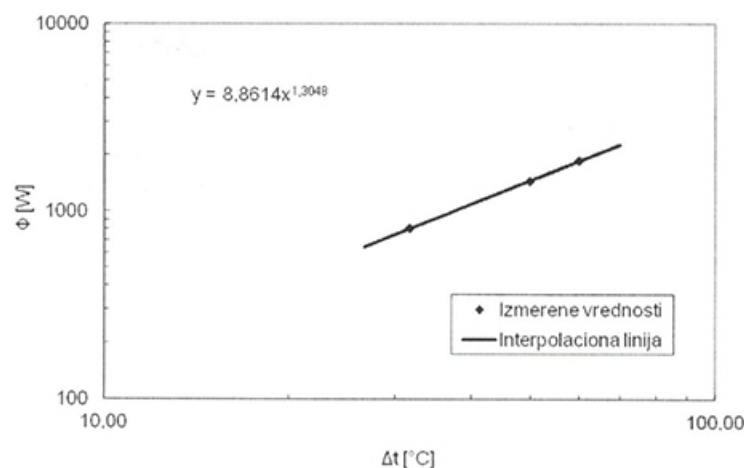
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem aluminijumskog radijatora model **ALETERNUM B4 600/100**

Režim	$q_w \cdot 10^3$	$t_1$	$t_2$	$t_{sr}$	$c_p$	$t_1 - t_2$	$\Phi$	$t_a$	$\Delta t = t_{sr} - t_a$
	kg/s	°C	°C	°C	J/kg°C	°C	W	°C	°C
1	35,02	54,49	48,98	51,74	4175	5,51	806	20,10	31,64
2	35,02	74,79	64,98	69,89	4187	9,81	1438	20,10	49,79
3	35,02	86,36	73,69	80,03	4195	12,67	1861	20,10	59,93

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 1020 mbar, a relativna vlažnost vazduha 75%.

Na osnovu rezultata merenja, prikazanih u tabeli 2, nacrtana je zavisnosti  $\Phi=f(\Delta t)$  u  $\log\Phi-\log\Delta t$  koordinatnom sistemu, slika 4. Na osnovu tih podataka određene su vrednosti koeficijenta  $K_m$  i eksponenta  $n$ , kao i nazivna toplotna snaga ispitivanog grejnog tela za toplovodni režim grejanja  $90/70\text{ °C}$  i unutrašnju projektanu temperaturu  $20\text{ °C}$ , što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 4. Zavisnost  $\Phi=f(\Delta t)$  za aluminijumski radijator model **ALETERNUM B4 600/100**

Tabela 3. Karakteristike aluminijumskog radijatora model **ALETERNUM B4 600/100**

Karakteristike	ALETERNUM B4 600/100
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=60$ °C, W	185,2
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=50$ °C, W	146,0
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=30$ °C, W	75,0
Koeficijent toplotne snage članka, $K_m$	0,88614
EkspONENT toplotne snage, $n$	1,3048
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=50$ °C, kg/s	$34,87 \cdot 10^{-3}$
Masa članka, kg	
Masa vode u članku, kg	

### 9. ZAKLJUČAK

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

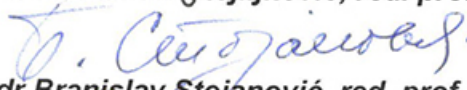
- konstrukcija grejnog tela je takva da u uslovima ispitivanja nigde nisu nastale trajne deformacije ili bilo kakava oštećenja pojedinih elemenata,
- svi elementi ispitivanog grejnog tela su tako spojeni da u toku ispitivanja nije došlo do deformacija,
- grejna tela su ispitana na hladni vodeni pritisak od 21 bar i tom prilikom nisu primećene nikakve trajne deformacije,

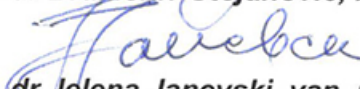
Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da ispitivano grejno telo model **ALETERNUM B4**, tip **ALETERNUM B4 600/100**, proizvođača "FONDITAL" – ITALIJA, u svemu odgovara svojoj osnovnoj nameni, tako da se može koristiti kao uređaj za zagrevanja prostorija.

Niš, 04.11.2016.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:

  
dr Mladen M. Stojiljković, red. prof.

  
dr Branislav Stojanović, red. prof.

  
dr Jelena Janevski, van. prof.

  
dr Dejan Mitrović, van. prof.