



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 / 612-22-208/16

<b>Proizvod:</b> <i>/ Product /</i>	<b>ALUMINIJUMSKI RADIJATOR</b> <i>/ ALUMINUM RADIATOR /</i>												
	<b>Tip / Type /:</b> AKLIMAT M												
	<b>Model / Model /:</b> AKLIMAT M 600												
<b>Proizvođač:</b> <i>/ Manufacturer /</i>	<b>KIBERPLAST PE AKLIMAT</b> Puhova ulica 27, 2250, SLOVENIJA												
<b>Naručilac:</b> <i>/ Ordering party /</i>	<b>KIBERPLAST PE AKLIMAT</b> Puhova ulica 27, 2250, SLOVENIJA												
<b>Metod ispitivanja:</b> <i>/ Results of examination /</i>	<p>Izvršeno je ispitivanje toplotne snage radijatora. <i>/ Examination of radiator heating capacity is performed. /</i></p> <p>Ispitivanja su izvršena u skladu sa standardom SRPS EN 442-2:2012. <i>/ Examinations are performed according to the standard SRPS EN 442-2:2012. /</i></p> <p>Aluminijumski radijator tip <b>AKLIMAT M 600</b>, model <b>AKLIMAT M 600</b>, dostavio je naručilac 01.11.2016. godine. <i>/ Aluminum radiator, type AKLIMAT M 600, model AKLIMAT M 600, is delivered by the Ordering party on 01.11.2016. /</i></p> <p>Broj članaka je 10, visina članka iznosi 641 mm, širina članka 82 mm, debljina članka 96 mm, rastojanje priključaka 600 mm. <i>/ Number of elements is 10, element height is 641 mm, element length is 82 mm, element depth is 96 mm, difference between connections is 600 mm. /</i></p>												
<b>Rezultati ispitivanja:</b> <i>/ Results of examination /</i>	<table><tr><td><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></td><td><b>178,0 W</b></td></tr><tr><td><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></td><td><b>139,3 W</b></td></tr><tr><td><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></td><td><b>70,0 W</b></td></tr><tr><td><b>Koeficijent toplotne snage članka, <math>K_m</math></b> <i>/ Coefficient of element heating capacity, <math>K_m /</math></i></td><td><b>0,71926</b></td></tr><tr><td><b>Eksponent toplotne snage, <math>n</math></b> <i>/ Exponent of heating capacity, <math>n /</math></i></td><td><b>1,3461</b></td></tr><tr><td><b>Maksimalni radni pritisak</b> <i>/ Maximal operating pressure /</i></td><td><b>16 bara</b></td></tr></table>	<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>178,0 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>139,3 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>70,0 W</b>	<b>Koeficijent toplotne snage članka, <math>K_m</math></b> <i>/ Coefficient of element heating capacity, <math>K_m /</math></i>	<b>0,71926</b>	<b>Eksponent toplotne snage, <math>n</math></b> <i>/ Exponent of heating capacity, <math>n /</math></i>	<b>1,3461</b>	<b>Maksimalni radni pritisak</b> <i>/ Maximal operating pressure /</i>	<b>16 bara</b>
<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>178,0 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>139,3 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>70,0 W</b>												
<b>Koeficijent toplotne snage članka, <math>K_m</math></b> <i>/ Coefficient of element heating capacity, <math>K_m /</math></i>	<b>0,71926</b>												
<b>Eksponent toplotne snage, <math>n</math></b> <i>/ Exponent of heating capacity, <math>n /</math></i>	<b>1,3461</b>												
<b>Maksimalni radni pritisak</b> <i>/ Maximal operating pressure /</i>	<b>16 bara</b>												

Niš, 15.11.2016. god.

Rukovodilac ispitivanja  
*/ Examination Manager /*

*W Stojilković*

Prof. dr Wladen Stojilković

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 **AKLIMAT M**, model **AKLIMAT M 600**, proizvođača "**KIBERPLAST PE AKLIMAT**" – Slovenija.

## 2. NARUČILAC

**KIBERPLAST PE AKLIMAT**, Puhova ulica 27, 2250, Slovenija

## 3. NAMENA PROIZVODA

Aluminijumski radijator tip **AKLIMAT M**, model **AKLIMAT M 600** 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 **AKLIMAT M**, model **AKLIMAT M 600**, 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.

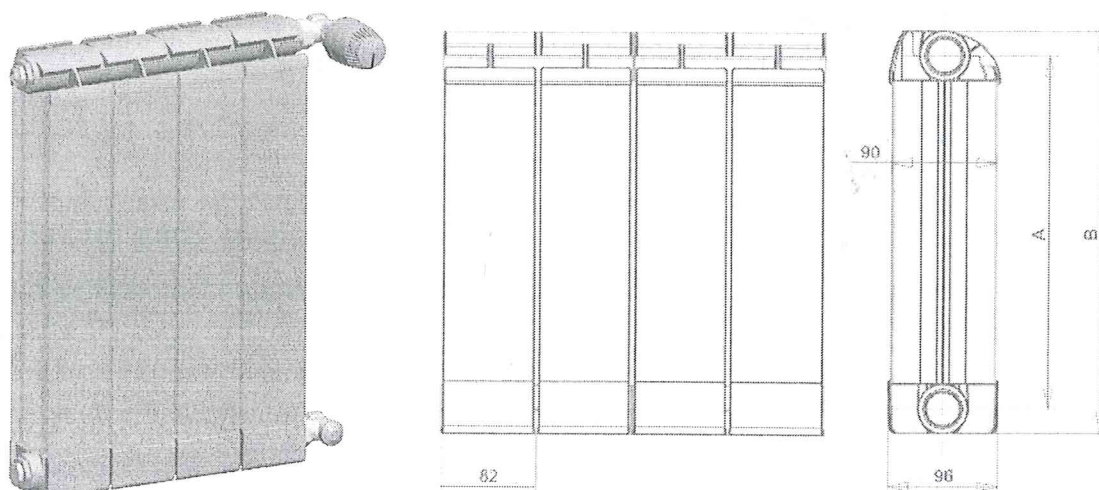
## 5. TEHNIČKI KARAKTERISTIKE

Tehničke karakteristike aluminijumskog radijatora tip **AKLIMAT M**, model **AKLIMAT M 600** date su u tabeli 1:

*Tabela 1. Tehničke karakteristike aluminijumskog radijatora tip tip **AKLIMAT M**, model **AKLIMAT M 600***

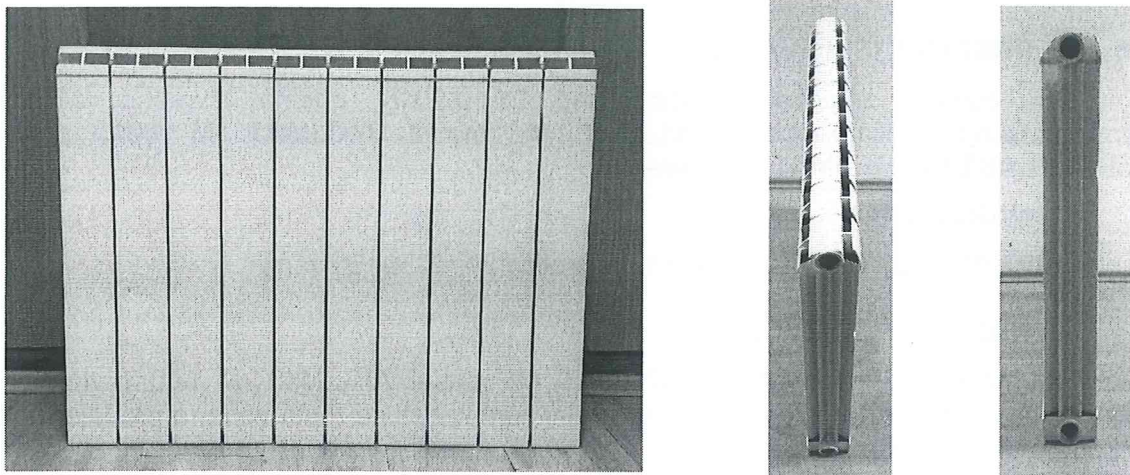
Karakteristike	<b>AKLIMAT M 600</b>
Visina članka, B (mm)	641
Rastojanje priključaka, A (mm)	600
Širina članka, D (mm)	82
Debljina članka, C (mm)	96
Dimenzija priključaka ( " )	1
Materijal	aluminijum

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 **AKLIMAT M 600**





Sl. 2. Aluminijumski radiatora model **AKLIMAT M 600**

## 6. KONTROLA KVALITETA

### 6.1. Provera mera

Pregledom ispitivanog aluminijumskog radijatora tip **AKLIMAT M**, model **AKLIMAT M 600** 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

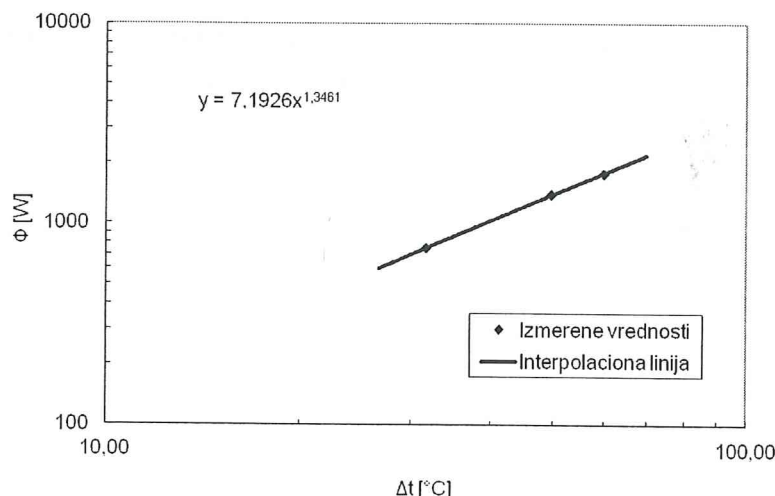
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem aluminijumskog radijatora model **AKLIMAT M 600**

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	33,28	54,41	49,01	51,71	4175	5,40	750	20,10	31,61
2	33,28	74,76	64,80	69,78	4187	9,96	1388	20,10	49,68
3	33,28	86,38	73,69	80,04	4195	12,69	1772	20,10	59,94

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 1012 mbar, a relativna vlažnost vazduha 87%.

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 °C i unutrašnju projekttnu temperaturu 20°C, što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 4. Zavisnost  $\Phi=f(\Delta t)$  za aluminijumski radijator model **AKLIMAT M 600**

Tabela 3. Karakteristike aluminijumskog radijatora model **AKLIMAT M 600**

Karakteristike	AKLIMAT M 600
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=60$ °C, W	178,0
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=50$ °C, W	139,3
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=30$ °C, W	70,0
Koeficijent toplotne snage članka, $K_m$	0,71926
Eksponent toplotne snage, $n$	1,3461
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=50$ °C, kg/s	$33,27 \cdot 10^{-3}$
Masa članka, kg	1,21
Masa vode u članku, l	0,28

### 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 tip **AKLIMAT M**, model **AKLIMAT M 600**, proizvođača "**KIBERPLAST PE AKLIMAT**" – Slovenija, u svemu odgovara svojoj osnovnoj nameni, tako da se može koristiti kao uređaj za zagrevanja prostorija.

Niš, 15.11.2016.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:

  
dr Mladen M. Stojiljković, red. prof.

  
dr Branislav Stojanović, red. prof.

  
dr Jelena Janevski, van. prof.

  
dr Dejan Mitrović, van. prof.