



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 / 612-22-173/19

**Proizvod:** ALUMINIJUMSKI RADIJATOR  
*/ Product /* / ALUMINUM RADIATOR /  
**Tip / Type /:** EXCLUSIVO D3  
**Model / Model /:** EXCLUSIVO D3 600/100

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

**Naručilac:** ETAŽ d.o.o.  
*/ Ordering party /* 11244 Vrčin - Beograd, Šumatovačka 2, 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 tip **EXCLUSIVO D3**, model **EXCLUSIVO D3 600/100**, dostavio je naručilac 03.12.2019. godine.  
*/ Aluminum radiator, type EXCLUSIVO D3, model EXCLUSIVO D3 600/100, is delivered by the Ordering party on 03.12.2019. /*  
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:** Nazivna toplotna snaga članka,  $\Phi$ , za  $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$  169,1 W  
*/ Results of examination /* / Nominal heating capacity of the element,  $\Phi$ , for  $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$  /  
Nazivna toplotna snaga članka,  $\Phi$ , za  $\Delta t = 50^{\circ}\text{C}$  133,5 W  
*/ Nominal heating capacity of the element,  $\Phi$ , for  $\Delta t = 50^{\circ}\text{C}$  /*  
Nazivna toplotna snaga članka,  $\Phi$ , za  $\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$  68,9 W  
*/ Nominal heating capacity of the element,  $\Phi$ , for  $\Delta t = 30^{\circ}\text{C}$  /*  
Koeficijent toplotne snage članka,  $K_m$  0,84116  
*/ Coefficient of element heating capacity,  $K_m$  /*  
EkspONENT toplotne snage,  $n$  1,2953  
*/ Exponent of heating capacity,  $n$  /*  
Maksimalni radni pritisak 16 bara  
*/ Maximal operating pressure /*

Niš, 06.12.2019. 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



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 / 612-22-174/19

**Proizvod:** ALUMINIJUMSKI RADIJATOR  
*/ Product /* / ALUMINUM RADIATOR /  
**Tip / Type /:** EXCLUSIVO D3  
**Model / Model /:** EXCLUSIVO D3 500/100

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

**Naručilac:** ETAŽ d.o.o.  
*/ Ordering party /* 11244 Vrčin - Beograd, Šumatovačka 2, 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 tip **EXCLUSIVO D3**, model **EXCLUSIVO D3 500/100**,  
dostavio je naručilac 03.12.2019. godine.  
*/ Aluminum radiator, type EXCLUSIVO D3, model EXCLUSIVO D3 500/100, is delivered by the Ordering party on 03.12.2019. /*  
Broj članaka je 10, visina članka iznosi 556 mm, širina članka 80 mm, debljina članka 97 mm, rastojanje priključaka 500 mm.  
*/ Number of elements is 10, element height is 556 mm, element length is 80 mm, element depth is 97 mm, difference between connections is 500 mm. /*

**Rezultati ispitivanja:** Nazivna toplotna snaga članka,  $\Phi$ , za  $\Delta t = 60^\circ\text{C}$  144,6 W  
*/ Results of examination /* / Nominal heating capacity of the element,  $\Phi$ , for  $\Delta t = 60^\circ\text{C}$  /  
Nazivna toplotna snaga članka,  $\Phi$ , za  $\Delta t = 50^\circ\text{C}$  114,5 W  
*/ Nominal heating capacity of the element,  $\Phi$ , for  $\Delta t = 50^\circ\text{C}$  /*  
Nazivna toplotna snaga članka,  $\Phi$ , za  $\Delta t = 30^\circ\text{C}$  59,5 W  
*/ Nominal heating capacity of the element,  $\Phi$ , for  $\Delta t = 30^\circ\text{C}$  /*  
**Koeficijent toplotne snage članka,  $K_m$**  0,7588  
*/ Coefficient of element heating capacity,  $K_m$  /*  
**EkspONENT toplotne snage,  $n$**  1,2823  
*/ Exponent of heating capacity,  $n$  /*  
**Maksimalni radni pritisak** 16 bara  
*/ Maximal operating pressure /*

Niš, 06.12.2019. 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 30.11.2019. godine izvršeno je određivanje toplotne snage aluminijumskih radijatora tip **EXCLUSIVO D3**, modeli **EXCLUSIVO D3 600/100** i **EXCLUSIVO D3 500/100**, proizvođača "FONDITAL" – ITALIJA. Za ispitivanje je dostavljen po jedan uzorak svakog od navedenih modela, koji se sastojao od deset članaka.

Ispitivanje je izvršeno na radijatoru tip **EXCLUSIVO D3**, model **EXCLUSIVO D3 600/100**, dok su za drugi model ovog tipa radijatora **EXCLUSIVO D3 500/100** rezultati dobijeni proračunom, na osnovu obavljenih merenja na navedenom modelu aluminijumskog radijatora, kao i podataka koje je dostavio proizvođač za navedeni model radijatora.

## 2. NARUČILAC

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

## 3. NAMENA PROIZVODA

Aluminijumski radijatori tip **EXCLUSIVO D3**, modeli **EXCLUSIVO D3 600/100** i **EXCLUSIVO D3 500/100**, namenjeni su za zagrevanje vazduha u prostorijama. Kao grejni fluid koristi se topla voda, a predaja toplote vrši se konvekcijom i zračenjem.

## 4. UZORCI ZA ISPITIVANJE

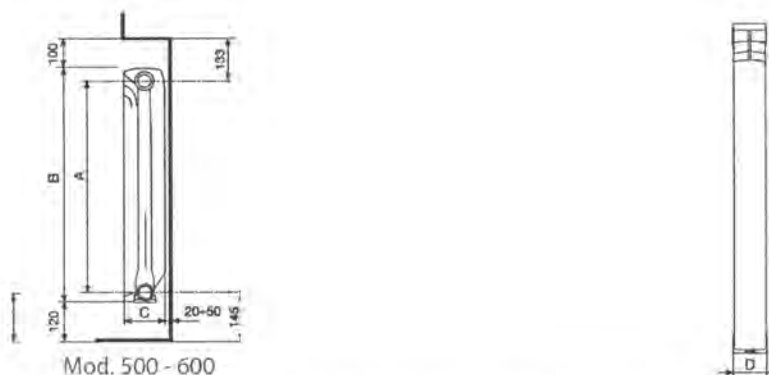
Za ispitivanje je dostavljen po jedan uzorak aluminijumskih radijatora tip **EXCLUSIVO D3**, modeli **EXCLUSIVO D3 600/100** i **EXCLUSIVO D3 500/100**, koji se sastoje od po deset članaka. Za sve navedene modele radijatora dostavljena je kompletna tehnička dokumentacija. Ispitivanje toplotne snage je izvršeno na radijatoru tip **EXCLUSIVO D3**, modeli **EXCLUSIVO D3 600/100**. Ispitivanje navedenog modela radijatora izvršeno je u laboratoriji Mašinskog fakulteta u Nišu.

## 5. TEHNIČKI KARAKTERISTIKE

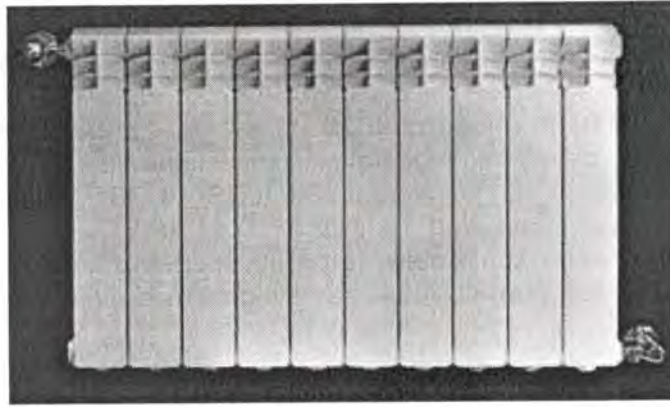
Tehničke karakteristike aluminijumskih radijatora tip **EXCLUSIVO D3**, modeli **EXCLUSIVO D3 500/100** i **EXCLUSIVO D3 600/100** date su u tabeli 1, a na slici 1 označene su njihove osnovne mere. Na slici 2 dat je izgled aluminijumskog radijatora tip **EXCLUSIVO D3**, a na slici 3 su date fotografije ovog tipa radijatora. Ove slike omogućavaju uvid u konstrukciju grejnih tela.

Tabela 1. Tehničke karakteristike aluminijumskih radijatora tip **EXCLUSIVO D3**, modeli **EXCLUSIVO D3 500/100** i **600/100**

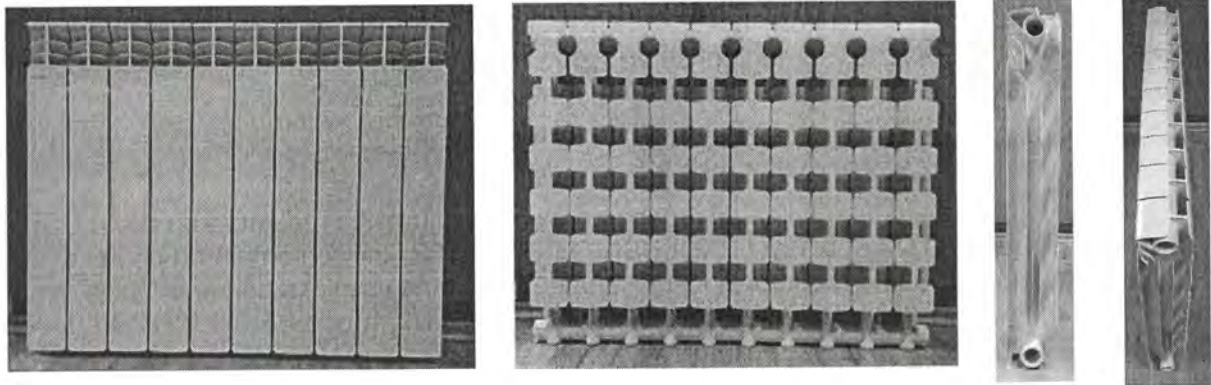
Karakteristike	EXCLUSIVO D3 500/100	EXCLUSIVO D3 600/100
Visina članka, B (mm)	556	657
Rastojanje priključaka, A (mm)	500	600
Širina članka, D (mm)	80	80
Debljina članka, C (mm)	97	97
Dimenzija priključaka ( " )	1	1
Materijal	aluminijum	aluminijum



Sl. 1. Osnovne mere aluminijumskog radijatora tip **EXCLUSIVO D3**



Sl. 2. Izgled aluminijumskog radijatora tipa **EXCLUSIVO D3**



Sl. 3. Fotografije aluminijumskog radijatora tip **EXCLUSIVO D3**

## 6. KONTROLA KVALITETA

### 6.1. Provera mera

Pregledom ispitivanih aluminijumskih radijatora tip **EXCLUSIVO D3**, modeli **EXCLUSIVO D3 500/100**, **600/100**, utvrđeno je da su oblik i konstrukcija svih članaka dostavljenih 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 grejnim telima nisu registrovane bilo kakve deformacije, niti curenja.

## 7. ODREĐIVANJE TOPLOTNE SNAGE GREJNOG TELA

Ispitivanje grejnog tela tip **EXCLUSIVO D3**, model **EXCLUSIVO D3 600/100** vršeno je 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 ( $t_1=75$  °C,  $t_2=65$  °C,  $t_a=20$ °C,  $\Delta t=50$  °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  $(20 \pm 0,5)$  °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.

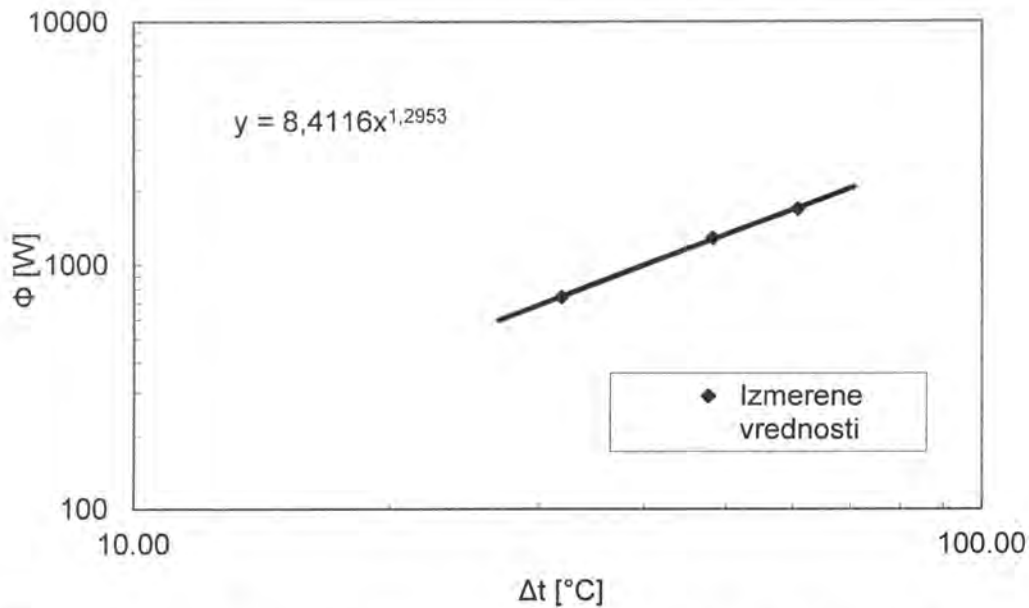
Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem aluminijumskog radijatora model **EXCLUSIVO D3 600/100**

Režim	$q_w \cdot 10^3$ kg/s	$t_1$ °C	$t_2$ °C	$t_{sr}$ °C	$c_p$ J/kg°C	$t_1 - t_2$ °C	$\Phi$ W	$t_a$ °C	$\Delta t = t_{sr} - t_a$ °C
1	32,49	86,97	74,48	80,73	4196	12,49	1703	20,00	60,73
2	32,49	73,20	63,70	68,45	4186	9,50	1292	20,20	48,25
3	32,49	54,77	42,29	52,03	4175	5,48	743	20,10	31,93

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 1018 mbar, a relativna vlažnost vazduha 80%.

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 toplovodne režime grejanja 90/70/20°C ( $\Delta t=60$  °C), 75/65/20°C ( $\Delta t=50$  °C) i 55/45/20°C ( $\Delta t=30$  °C), što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 4. Zavisnost  $\Phi=f(\Delta t)$  za aluminijumski radiator model **EXCLUSIVO D3 600/100**Tabela 3. Karakteristike aluminijumskog radijatora model **EXCLUSIVO D3 600/100**

Karakteristike	<b>EXCLUSIVO D3 600/100</b>
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=60$ °C, W	169,1
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=50$ °C, W	133,5
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=30$ °C, W	68,9
Koeficijent toplotne snage članka, $K_m$	1,2953
EkspONENT toplotne snage, $n$	0,84116
Nominalni protok vode kroz radiator za $\Delta t=50$ °C, kg/s	$31,88 \cdot 10^{-3}$
Masa članka, kg	
Masa vode u članku, kg/čl	0,29

Za radiator tip **EXCLUSIVO D3**, model **EXCLUSIVO D3 500/100**, rezultati za toplotnu snagu su dobijeni proračunom, na osnovu obavljenih merenja na aluminijumskom radijatoru tip **EXCLUSIVO D3**, model **EXCLUSIVO D3 600/100**, kao i podataka koje je dostavio proizvođač. Rezultati proračuna dati su tabeli 4

Tabela 4. Karakteristike aluminijumskog radijatora model **EXCLUSIVO D3 500/100**

Karakteristike	<b>EXCLUSIVO D3 500/100</b>
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=60$ °C, W	144,6
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=50$ °C, W	114,5
Nazivna toplotna snaga članka, za $\Delta t=30$ °C, W	59,5
Koeficijent toplotne snage članka, $K_m$	1,2823
EkspONENT toplotne snage, $n$	0,7588
Nominalni protok vode kroz radiator za $\Delta t=50$ °C, kg/s	$27,35 \cdot 10^{-3}$
Masa članka, kg	
Masa vode u članku, kg/čl	0,26

## 9. ZAKLJUČAK

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

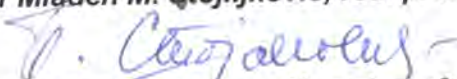
- konstrukcija grejnih tela je takva da u uslovima ispitivanja nigde nisu nastale trajne deformacije ili bilo kakava oštećenja pojedinih elemenata,
- svi elementi ispitivanih grejnih tela su tako spojeni da u toku ispitivanja nije došlo do deformacija,
- grejna tela su ispitana na hladni vodeni pritisak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

Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da grejna tela tip **EXCLUSIVO D3**, model **EXCLUSIVO D3 500/100 i 600/100**, proizvođača "**FONDITAL**" – **ITALIJA**, u svemu odgovara svojoj osnovnoj nameni, tako da se mogu koristiti kao uređaji za zagrevanja prostorija.


Niš, 06.12.2019.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:

  
dr Mladen M. Stojilković, red. prof.

  
dr Branislav Stojanović, red. prof.

  
dr Jelena Janevski, van. prof.

  
dr Dejan Mitrović, van. prof.