



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 / 612-22-38/19

**Proizvod:** CEVNO GREJNO TELO - SUŠAČ PEŠKIRA  
 / Product / TOWEL DRYER /  
**Tip / Type /:** Cool  
**Model / Model /:** Cool 1160x500

**Proizvođač:** Fondital S.p.A.  
 / Manufacturer / 25079 VOBARNO (Brescia) Italy - Via Cerreto, 40

**Naručilac:** ETAŽ d.o.o.  
 / Ordering party / 11244 Vrčin - Beograd, Šumatovačka 2, Srbija

**Metod ispitivanja:** Izvršeno je ispitivanje toplotne cevnog grejnog tela.  
 / Results of examination / Examination of the towel dryer 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. /  
 Cevno grejno telo tip **Cool**, model **Cool 1160x500**, dostavio je naručilac  
 04.03.2019. godine.  
 / Towel dryer, type **Cool**, model **Cool 1160x500**, is delivered by the ordering party  
 on 04.03.2019. /  
 Visina cevno grejnog tela je 1152 mm, širina 528 mm, broj cevi 23, prečnik cevi  
 20 mm.  
 / The height of the towel dryer is 1152 mm, width 528 mm, number of pipes 23,  
 diameter of each pipe 20 mm. /

<b>Rezultati ispitivanja:</b>	<b>Nazivna toplotna snaga cevnog grejnog tela, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 60^\circ\text{C}</math></b>	<b>684 W</b>
/ Results of examination /	/ Nominal heating capacity of the radiator, $\Phi$ , for $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ /	
	<b>Nazivna toplotna snaga cevnog grejnog tela, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 50^\circ\text{C}</math></b>	<b>544 W</b>
	/ Nominal heating capacity of the radiator, $\Phi$ , for $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ /	
	<b>Nazivna toplotna snaga cevnog grejnog tela, <math>\Phi</math>, za <math>\Delta t = 30^\circ\text{C}</math></b>	<b>288 W</b>
	/ Nominal heating capacity of the radiator, $\Phi$ , for $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ /	
	<b>Koeficijent toplotne snage radijatora, Km</b>	<b>4,1171</b>
	/ Coefficient of radiator heating capacity, Km /	
	<b>EkspONENT toplotne snage, n</b>	<b>1,2486</b>
	/ Exponent of heating capacity, n /	
	<b>Maksimalna temperatura vode</b>	<b>90 °C</b>
	/ Maximal water temperature /	

Niš, 20.03.20198. god.

Rukovodilac ispitivanja  
 / Examination Manager /

*Dejan Mitrović*

Prof. dr Dejan Mitrović

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



*Predrag Janković*  
 Prof. dr Predrag Janković

## 1. PREDMET ISPITIVANJA

Na osnovu zahteva Naručioca od 01.03.2019. godine izvršeno je ispitivanje cevnog grejnog tela, tip **Cool**, model **Cool 1160x500**, proizvođača **Fondital S.p.A., 25079 VOBARNO (Brescia) Italy**.

Na osnovu ispitivanja ovog grejnog tela izvršen je i proračun toplotne snage i ostalih grejnih tela koje je Naručilac naveo u svom zahtevu i to:

tip **Cool**,

model: **Cool 860x400, 860x450, 860x500, 860x550, 860x600**

**Cool 1160x400, 1160x450, 1160x500, 1160x550, 1160x600,**

**Cool 1490x400, 1490x450, 1490x500, 1490x550, 1490x600**

**Cool 1740x400, 1740x450, 1740x500, 1740x550, 1740x600**

## 2. NARUČILAC

**ETAŽ d.o.o., 11244 Vrčin - Beograd, Šumatovačka 2, SRBIJA**

## 3. NAMENA PROIZVODA

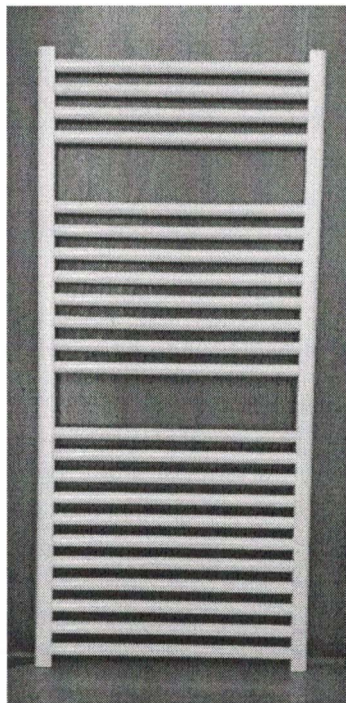
Grejna tela su namenjena za zagrevanje vazduha u prostorijama. Kao grejni fluid koristi se topla voda, a predaja toplote vrši se konvekcijom i zračenjem.

## 4. UZORCI ZA ISPITIVANJE

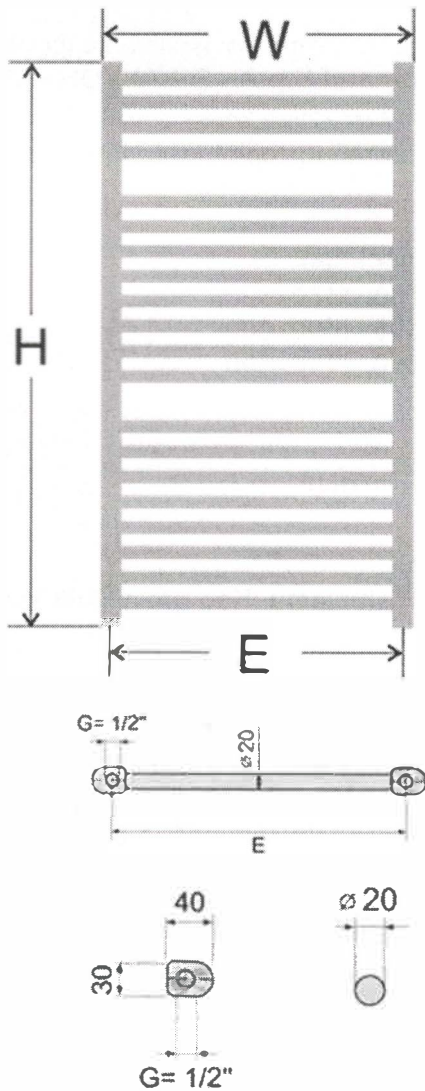
Za ispitivanje je dostavljen jedan uzorak cevnog grejnog tela tip **Cool**, model **Cool 1160x500** i na njemu su izvršena potrebna ispitivanja. Za sva cevna grejna tela je dostavljena kompletna tehnička dokumentacija. Ispitivanje navedenog grejnog tela izvršeno je u laboratoriji Mašinskog fakulteta u Nišu, a za ostale modele rezultati su dobijeni proračunom.

## 4. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Izgled cevnog grejnog tela tip **Cool** prikazan je na slici 1, a osnovne mere prikazane su na slici 2 i date u tabeli 1.



Sl. 1. Izgled cevnog grejnog tela, model **Cool 1160x500**

Tabela 1. Osnovne mere cevnih grejnih tela tip **Cool**

Model	H mm	W mm	E mm	n	G "
860/400	858	428	400	16	1/2
860/450	858	478	450	16	1/2
860/500	858	528	500	16	1/2
860/450	858	578	550	16	1/2
860/600	858	628	600	16	1/2
1160/400	1152	428	400	23	1/2
1160/450	1152	478	450	23	1/2
<b>1160/500</b>	<b>1152</b>	<b>528</b>	<b>500</b>	<b>23</b>	<b>1/2</b>
1160/450	1152	578	550	23	1/2
1160/600	1152	628	600	23	1/2
1490/400	1488	428	400	29	1/2
1490/450	1488	478	450	29	1/2
1490/500	1488	528	500	29	1/2
1490/450	1488	578	550	29	1/2
1490/600	1488	628	600	29	1/2
1740/400	1740	428	400	35	1/2
1740/450	1740	478	450	35	1/2
1740/500	1740	528	500	35	1/2
1740/450	1740	578	550	35	1/2
1740/600	1740	628	600	35	1/2

Sl. 2. Osnovne mere cevnih grejnih tela tip **Cool**

## 6. KONTROLA KVALITETA

### 6.1. Provera mera

Pregledom dostavljenih cevnih grejnih tela tip **Cool**, utvrđeno je da su oblik i konstrukcija grejnih tela, 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 tip **Cool**, model **Cool 1160x500** vršeno je u zatvorenoj komori, prema standardu SRPS EN 442-2:2012, u stacionarnim uslovima.

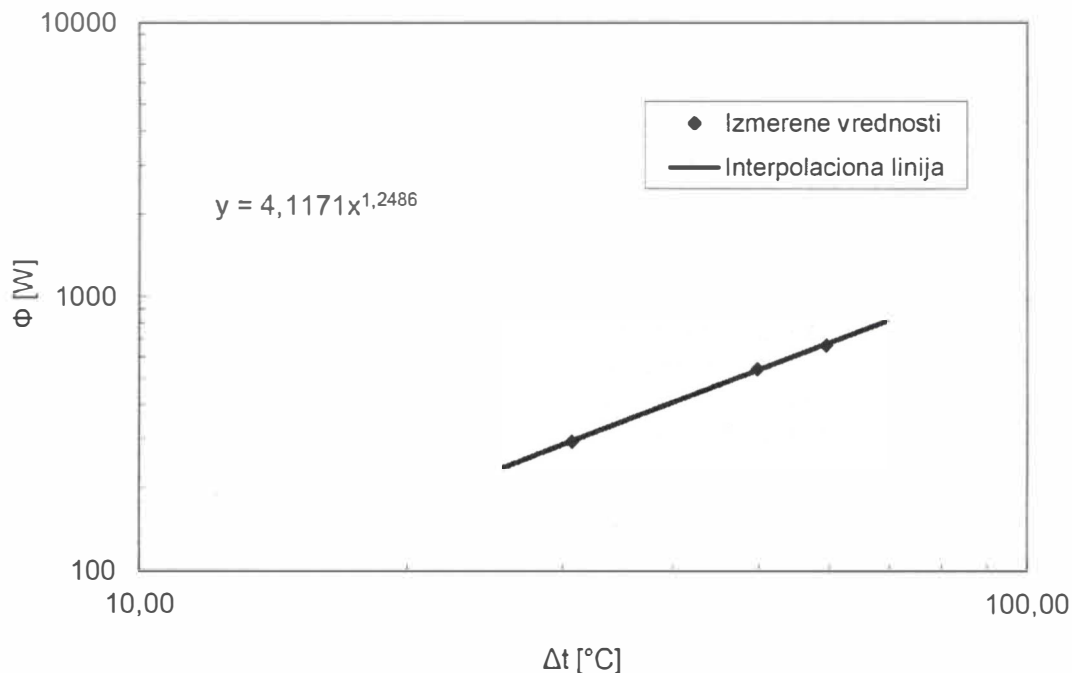
Kao primarni fluid korišćena je topla voda sistema 90/70 °C.

Tokom ispitivanja vršena su merenja sledećih veličina:

- protok vode kroz grejno telo,
- temperatura vode na ulazu u grejno telo,

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 1004 mbar, a relativna vlažnost vazduha 50 %.

Na osnovu rezultata merenja, prikazanih u tabeli 2, nacrtana je zavisnosti  $\Phi=f(\Delta t)$  u  $\log\Phi$ - $\log\Delta t$  koordinatnom sistemu, slika 3. 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 projektnu temperaturu 20°C, što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 3. Zavisnost  $\Phi=f(\Delta t)$  za cevno grejno telo model **Cool 1160x500**

Tabela 3. Karakteristike cevnog grejnog tela tip **Cool**, model **Cool 1160x500**

Karakteristike	Cool 1160x500
Nazivna toplotna cevnog grejnog tela, za $\Delta t=60$ °C, W	684
Nazivna toplotna cevnog grejnog tela, za $\Delta t=50$ °C, W	544
Nazivna toplotna cevnog grejnog tela, za $\Delta t=30$ °C, W	288
Koeficijent toplotne snage, $K_m$	4,1171
Eksponent toplotne snage, $n$	1,2486
Nominalni protok vode kroz grejno telo za $\Delta t=60$ °C, kg/s	$8,47 \cdot 10^{-3}$
Masa grejnog tela, kg	4,7
Masa vode u grejnom telu, lit	4,1

Rezultati za toplotnu snagu dobijeni proračunom za cevna grejna tela tipa **Cool**, za tri temperaturna režima 90/70/20 ( $\Delta t = 60$  °C), 75/65/20 ( $\Delta t = 50$  °C), 55/45/20 ( $\Delta t = 30$  °C), prikazani su u tabeli 4.

- 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 cevnog grejnog tela model **Cool 1160x500**

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	8,47	54,99	46,64	50,82	4175	8,35	295	20,10	30,72
2	8.47	77,37	61,96	69,67	4187	15,41	546	20,00	49,67
3	8.47	88,86	70,05	79,46	4195	18,81	668	20,10	59,36

Tabela 4. Rezultati dobijeni proračunom za cevna grejna tela tip *Cool*, za temperaturne režime  $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $\Delta t=30\text{ }^{\circ}\text{C}$ 

Karakteristike cevnih grejnih tela						90/70/20 °C		75/65/20 °C		55/45/20 °C	
Model	Visina (H)	Širina (W)	Broj cevi	n	$K_m$	$\Delta t=60$	$\Phi = K_m \Delta t^n$	$\Delta t=50$	$\Phi = K_m \Delta t^n$	$\Delta t=30$	$\Phi = K_m \Delta t^n$
	mm	mm	-			°C	W	°C	W	°C	W
860/400	858	428	16	1,2015	3,1596	60	433	50	347	30	188
860/450	858	478	16	1,2443	2,8430	60	464	50	370	30	196
860/500	858	528	16	1,2468	3,0374	60	501	50	399	30	211
860/550	858	578	16	1,2492	3,2277	60	537	50	428	30	226
860/600	858	628	16	1,2517	3,4143	60	574	50	457	30	241
1160/400	1152	428	23	1,2029	4,1431	60	571	50	458	30	248
1160/450	1152	478	23	1,2479	3,8033	60	630	50	502	30	265
<b>1160/500</b>	<b>1152</b>	<b>528</b>	23	1,2486	4,1171	60	684	50	544	30	288
1160/550	1152	578	23	1,2495	4,4259	60	738	50	587	30	310
1160/600	1152	628	23	1,2502	4,7339	60	791	50	630	30	333
1490/400	1488	428	29	1,2045	5,3470	60	741	50	595	30	322
1490/450	1488	478	29	1,2520	4,9057	60	826	50	657	30	347
1490/500	1488	528	29	1,2509	5,3720	60	900	50	717	30	378
1490/550	1488	578	29	1,2497	5,8423	60	974	50	776	30	410
1490/600	1488	628	29	1,2486	6,3166	60	1049	50	835	30	441
1740/400	1740	428	35	1,2182	6,0193	60	882	50	707	30	379
1740/450	1740	478	35	1,2406	6,0741	60	976	50	778	30	413
1740/500	1740	528	35	1,2408	6,6300	60	1066	50	850	30	451
1740/550	1740	578	35	1,2410	7,1851	60	1156	50	922	30	489
1740/600	1740	628	35	1,2412	7,7391	60	1247	50	994	30	527

## 9. ZAKLJUČAK

Na osnovu izvršenog pregleda, 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,

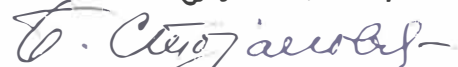
Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da grejna tela **tip Cool** navedenih modela, proizvođača **Fondital S.p.A. - Italija**, u svemu odgovaraju svojoj osnovnoj nameni, tako da se mogu koristiti kao uređaji za zagrevanja prostorija.

Navedena grejna tela mogu se koristiti za zagrevanje vazduha u prostorijama, u instalacijama centralnog toplovodnog grejanja, kako objekata koje imaju sopstveno centralno grejanje, tako i objekata priključenih na daljinsko grejanje.

Niš, 20.03.2019.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:

  
**dr Mladen M. Stojilković, red. prof.**

  
**dr Branislav Stojanović, red. prof.**

  
**dr Jelena Janevski, van. prof.**

  
**dr Dejan Mitrović, van. prof.**