



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 / 612-22-38/19

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. /

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

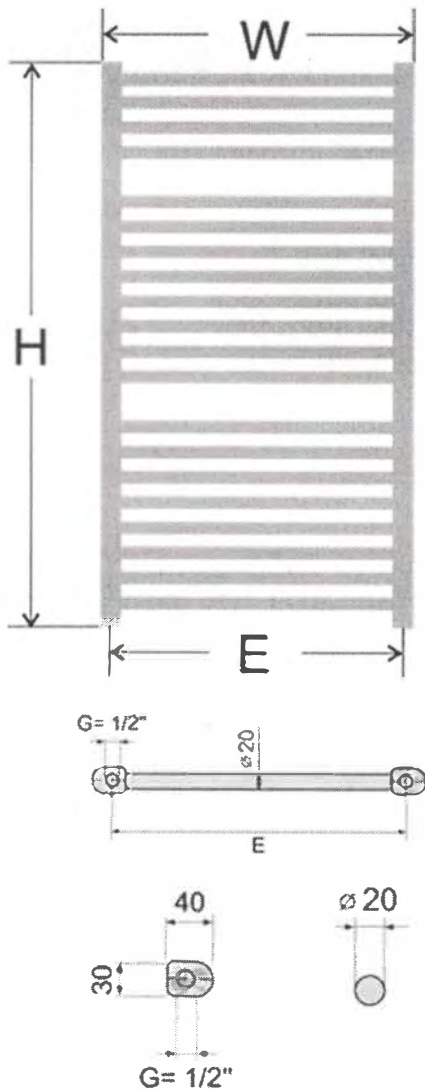
Za ispitivanje je dostavljen jedan uzorak cevnog grejnog tela tip **Cool**, model **Cool 1160x500** i na njemu su izvršena potrebna ispitivanja. Za sva cevna grejna tela je dostavljena kompletna tehnička dokumentacija. Ispitivanje navedenog grejnog tela izvršeno je u laboratoriji Mašinskog fakulteta 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
1160/500	1152	528	500	23	1/2
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.

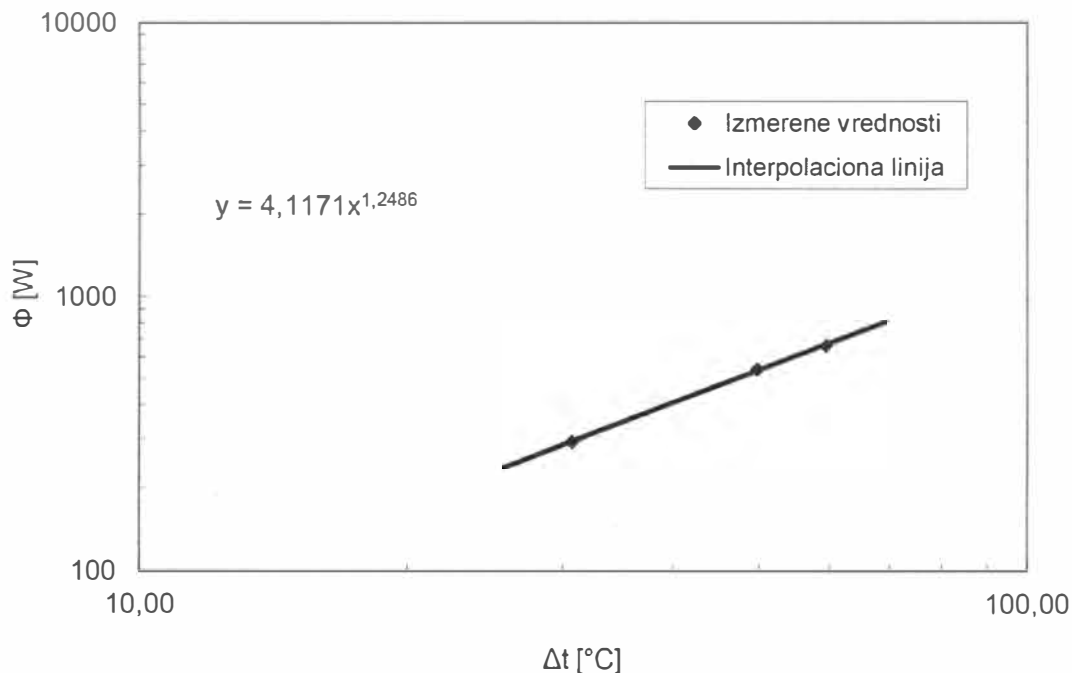
Kao primarni fluid korišćena je topla voda sistema 90/70 °C.

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

Δt - 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	$t_1 - t_2$	Φ	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
1160/500	1152	528	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,

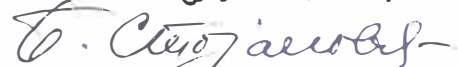
Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da grejna tela **tip Cool** navedenih modela, proizvođača **Fondital S.p.A. - Italija**, u svemu odgovaraju svojoj osnovnoj nameni, tako da se mogu koristiti kao uređaji za zagrevanja prostorija.

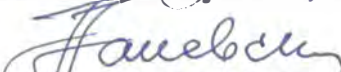
Navedena grejna tela mogu se koristiti za zagrevanje vazduha u prostorijama, u instalacijama centralnog toplovodnog grejanja, kako objekata koje imaju sopstveno centralno grejanje, tako i objekata priključenih na daljinsko grejanje.

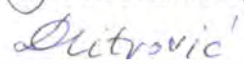
Niš, 20.03.2019.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:


dr Mladen M. Stojilković, red. prof.


dr Branislav Stojanović, red. prof.


dr Jelena Janevski, van. prof.


dr Dejan Mitrović, van. prof.