



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 / 612-22-26/19

Proizvod: CEVNO GREJNO TELO - SUŠAČ PEŠKIRA
/ Product / / TOWEL DRYER /
Tip / Type /: BAULUX
Model / Model /: BAULUX 1340x500

Proizvođač: DOO "ENERGO SYSTEM",
/ Manufacturer / 21000 Novi Sad, Olge Petrov, 36, Srbija

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 **BAULUX**, model **BAULUX 1340x500**, dostavio je naručilac
04.03.2019. godine.
*/ Towel dryer, type BAULUX, model BAULUX 1340x500, is delivered by the
Ordering party on 04.03.2019. /*
Visina cevno grejnog tela je 1340 mm, širina 500 mm, broj cevi 23, prečnik cevi
20 mm.
*/ The height of the towel dryer is 1340 mm, width 500 mm, number of pipes 23,
diameter of each pipe 20 mm. /*

Rezultati ispitivanja: **Nazivna toplotna snaga cevnog grejnog tela, Φ , za $\Delta t = 60^\circ\text{C}$** **757 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 $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ **603 W**
/ Nominal heating capacity of the radiator, Φ , for $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ /
Nazivna toplotna snaga cevnog grejnog tela, Φ , za $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ **318 W**
/ Nominal heating capacity of the radiator, Φ , for $\Delta t = 30^\circ\text{C}$ /
Koeficijent toplotne snage radijatora, K_m **4,5379**
/ Coefficient of radiator heating capacity, K_m /
EkspONENT toplotne snage, n **1,2497**
/ Exponent of heating capacity, n /
Maksimalna temperatura vode **90 °C**
/ Maximal water temperature /

Niš, 19.03.2019. god.

Rukovodilac ispitivanja
/ Examination Manager /

Mitrović

Prof. dr Dejan Mitrović



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

Prof. dr Predrag Janković

1. PREDMET ISPITIVANJA

Na osnovu zahteva Naručioca od 01.03.2019. godine izvršeno je ispitivanje cevnog grejnog tela, tip **BAULUX**, model **BAULUX 1340x500**, proizvođača **DOO "ENERGO SYSTEM"**, Novi Sad.

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 **BAULUX**,

model: **BAULUX 740x400, 740x500, 740x600,**
BAULUX 1040x400, 1040x500, 1040x600,
BAULUX 1340x400, 1340x500, 1340x600,
BAULUX 1560x400, 1560x500, 1560x600,
BAULUX 1770x400, 1770x500, 1770x600.

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 **BAULUX**, model **BAULUX 1560x500** 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.

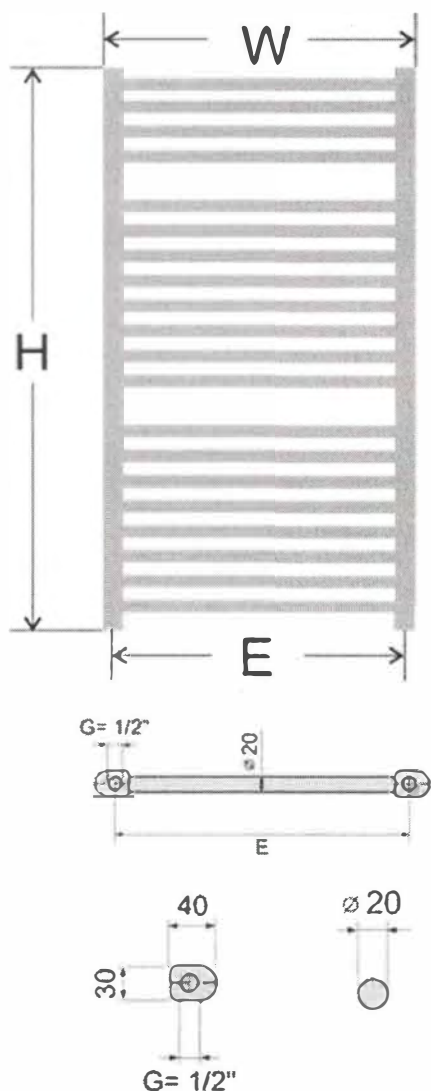
4. TEHNIČKE KARAKTERISTIKE

Izgled cevnog grejnog tela tip **BAULUX** 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 **BAULUX 1340x500**

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



H	W	E	n	G
mm	mm	mm		"
740	400	360	13	1/2
1040	400	360	18	1/2
1340	400	360	23	1/2
1560	400	360	26	1/2
1770	400	360	29	1/2
740	500	460	13	1/2
1040	500	460	18	1/2
1340	500	460	23	1/2
1560	500	460	26	1/2
1770	500	460	29	1/2
740	600	560	13	1/2
1040	600	560	18	1/2
1340	600	560	23	1/2
1560	600	560	26	1/2
1770	600	660	29	1/2

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

6. KONTROLA KVALITETA

6.1. Provera mera

Pregledom dostavljenih cevnih grejnih tela tip **BAULUX**, 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 **BAULUX**, model **BAULUX 1560x500** 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

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

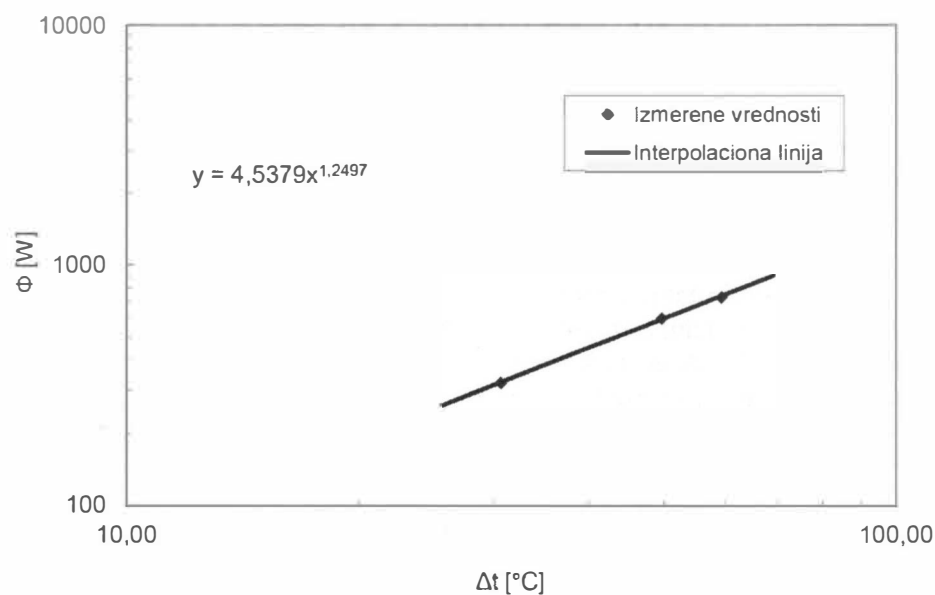
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem cevnog grejnog tela model **BAULUX 1340x500**

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	Φ W	t_a °C	$\Delta t = t_{sr} - t_a$ °C
1	9,38	54,98	46,64	50,81	4175	8,34	327	20,10	30,71
2	9,38	77,37	61,96	69,67	4187	15,41	605	20,00	49,67
3	9,38	88,85	70,05	79,45	4195	18,80	740	20,10	59,35

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 1006 mbar, a relativna vlažnost vazduha 72%.

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 **BAULUX 1340x500**

Tabela 3. Karakteristike cevnog grejnog tela tip **BAULUX**, model **BAULUX 1340x500**

Karakteristike	BAULUX 1340x500
Nazivna toplotna cevnog grejnog tela, za $\Delta t=60$ °C, W	757
Nazivna toplotna cevnog grejnog tela, za $\Delta t=50$ °C, W	603
Nazivna toplotna cevnog grejnog tela, za $\Delta t=30$ °C, W	318
Koeficijent toplotne snage, K_m	4,5379
Eksponent toplotne snage, n	1,2497
Nominalni protok vode kroz grejno telo za $\Delta t=60$ °C, kg/s	$9,38 \cdot 10^{-3}$
Masa grejnog tela, kg	
Masa vode u grejnog tela, kg	

Za ostala cevna grejna tela, na osnovu obavljenih merenja za navedeno cevno grejno telo, kao i preporuka iz literature, usvojeno je da je eksponent toplotne snage $n = 1,25$.

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

Tabela 4. Rezultati dobijeni proračunom za cevna grejna tela tip **BAULUX**, 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 oC		75/65/20 oC		55/45/20 oC	
Tip	Visina (H)	Širina (W)	Broj cevi	n	Km	$\Delta t=60$	$\Phi = K_m \Delta t^n$	$\Delta t=50$	$\Phi = K_m \Delta t^n$	$\Delta t=30$	$\Phi = K_m \Delta t^n$
	mm	mm	-			oC	W	oC	W	oC	W
740/400	740	400	13	1,2500	2,1448	60	358	50	285	30	151
740/500	740	500	13	1,2500	2,5408	60	424	50	338	30	178
740/600	740	600	13	1,2500	2,9368	60	490	50	390	30	206
1040/400	1040	400	18	1,2500	3,0990	60	518	50	412	30	218
1040/500	1040	500	18	1,2500	3,6676	60	612	50	488	30	258
1040/600	1040	600	18	1,2500	4,2363	60	707	50	563	30	297
1340/400	1340	400	23	1,2500	3,8319	60	640	50	509	30	269
1340/500	1340	500	23	1,2497	4,5379	60	757	50	603	30	318
1340/600	1340	600	23	1,2500	5,2332	60	874	50	696	30	367
1560/400	1560	400	26	1,2500	4,3866	60	733	50	583	30	308
1560/500	1560	500	26	1,2500	5,1786	60	865	50	689	30	364
1560/600	1560	600	26	1,2500	5,9706	60	997	50	794	30	419
1770/400	1770	400	29	1,2500	4,9291	60	823	50	655	30	346
1770/500	1770	500	29	1,2500	5,8125	60	971	50	773	30	408
1770/600	1770	600	29	1,2500	6,6959	60	1.118	50	890	30	470

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,

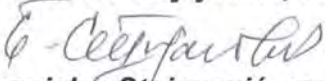
Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da grejna tela **tip BAULUX** navedenih modela, proizvođača **DOO "ENERGO SYSTEM"**, u svemu odgovaraju svojoj osnovnoj nameni, tako da se mogu koristiti kao uređaji za zagrevanja prostorija.

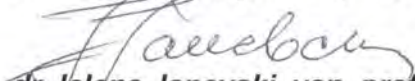
Navedena grejna tela mogu se koristiti za zagrevanje vazduha u prostorijama, u instalacijama centralnog toplovodnog grejanja, kako objekata koje imaju sopstveno centralno grejanje, tako i objekata priključenih na daljinsko grejanje.

Niš, 19.03.2019.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:


dr Mladen M. Stojiljković, red. prof.


dr Branislav Stojanović, red. prof.


dr Jelena Janevski, van. prof.


dr Dejan Mitrović, van. prof.