



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 / 612-22-21/22

Proizvod: ČELIČNI PANELNI RADIJATOR
/ Product / / STEEL PANEL RADIATOR /
Tip / Type /: SANICA 22
Model / Model /: SANICA 22-900x1000

Proizvođač: SANICA ISI SANAYI A.Ş.
/ Manufacturer / Kavaklı Mahallesi, Istanbul Caddesi, Beylikdüzü, 34520 İSTANBUL - TÜRKİYE

Naručilac: Etaž d.o.o.
/ Ordering party / Šumatovačka 2, Beograd - Vršin 11224, 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. /
Čelični panelni radijator tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000**, dostavio je naručilac 29.03.2022. godine.
/ Steel panel radiator, type **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000**, is delivered by the Ordering party on 29.03.2022. /
Dužina radijatora je 1000 mm, visina 900 mm, širina (debljina) 103 mm, rastojanje priključaka 845 mm.
/ Radiator length is 1000 mm, height 900 mm, width is 103 mm, difference between connections is 845 mm. /

Rezultati ispitivanja:	Nazivna toplotna snaga radijatora, Φ, za $\Delta t = 60^\circ\text{C}$	2805 W
<i>/ Results of examination /</i>	<i>/ Nominal heating capacity of the radiator, Φ, for $\Delta t = 60^\circ\text{C}$ /</i>	
	Nazivna toplotna snaga radijatora, Φ, za $\Delta t = 50^\circ\text{C}$	2216 W
	<i>/ Nominal heating capacity of the radiator, Φ, for $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ /</i>	
	Koeficijent toplotne snage radijatora, K_m	14,0998
	<i>/ Coefficient of radiator heating capacity, K_m /</i>	
	EkspONENT toplotne snage, n	1,2927
	<i>/ Exponent of heating capacity, n /</i>	
	Maksimalna temperatura vode	120 °C
	<i>/ Maximal water temperature /</i>	
	Maksimalni radni pritiska k	10 bar
	<i>/ Maximal working pressure /</i>	

Niš, 01.04.2022. god.

Rukovodilac ispitivanja
/ Examination Manager /

Dejan Mitrović

Prof. dr Dejan Mitrović



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

Živojin Stamenković

Prof. dr Živojin Stamenković

1. PREDMET ISPITIVANJA

Na osnovu zahteva Naručioca od 29.03.2022. godine izvršeno je ispitivanje čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000**, proizvođača "**SANICA ISI SANAYI A.Ş.**" – Turska.

2. NARUČILAC

ETRAŽ d.o.o., ul. Šumatovačka 2, Beograd - Vrčin 11224, Srbija, Srbija

3. NAMENA PROIZVODA

Grejno telo namenjeno 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 čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)**, dužine 1000 mm i na njemu su izvršena potrebna ispitivanja. Za ovaj radijator dostavljena je kompletna tehnička dokumentacija. Ispitivanje navedenog modela radijatora izvršeno je u laboratoriji Mašinskog fakulteta u Nišu.

5. TEHNIČKI KARAKTERISTIKE

Tehničke karakteristike čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-500x1000**, date su u tabeli 1.

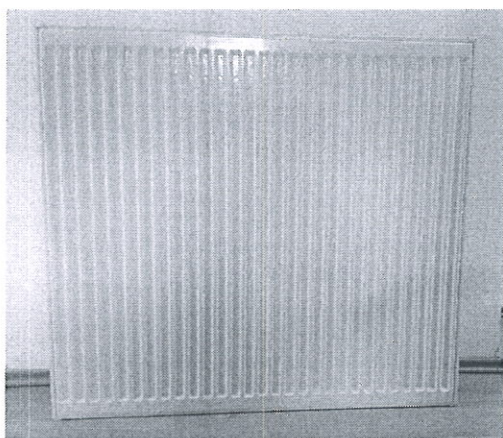
*Tabela 1. Tehničke karakteristike čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-500x1000***

Karakteristike	SANICA 22-900x1000
Dužina radijatora, mm	1000
Visina panelnog radijatora, A (mm)	900
Rastojanje priključaka, B (mm)	845
Širina (debljina) radijatora, C (mm)	103
Dimenzija priključaka	1/2"
Materijal	čelik

Na slici 1 dati je prikaz ispitivanog grejnog tela sa osnovnim dimenzijama, a na slici 2 fotografija tog grejnog tela. Ove slike omogućavaju uvid u konstrukciju grejnog tela.



*Sl. 1. Dimenzije čeličnog panelnog radijatora model **SANICA 22 (PKKP)***



Sl. 2. Čelični panelni radiator model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)**

6. KONTROLA KVALITETA

6.1. Provera mera

Pregledom ispitivanog čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)** utvrđeno je da su oblik i konstrukcija 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 13 bar. Maksimalni radni pritisak kod ovih grejnih tela je 10 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
- c_w - specifični toplotni kapacitet vode, kJ/kg°C
- 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 $(20 \pm 0,5)\text{ °C}$

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

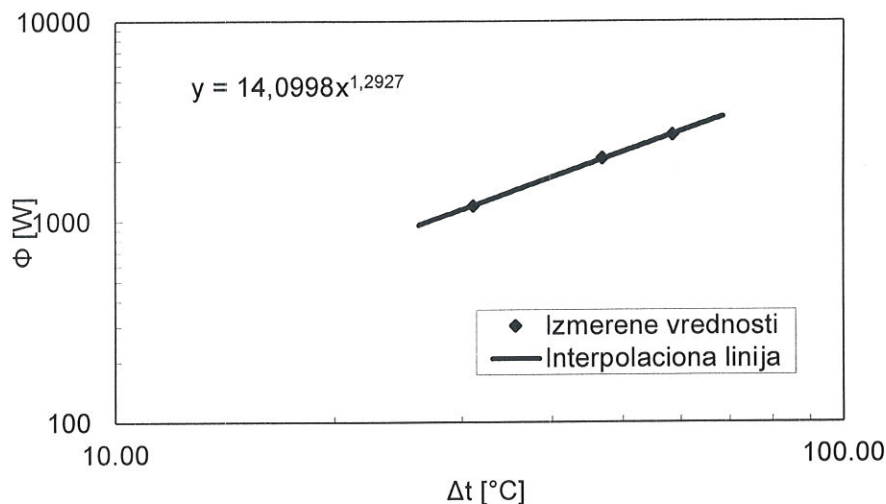
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)**

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	32,78	55,70	46,96	51,33	4,175	8,74	1.196	20,20	31,13
2	32,78	74,54	59,50	67,02	4,186	15,04	2.064	20,10	46,92
3	32,78	88,40	68,80	78,60	4,194	19,60	2.695	20,10	58,50

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 997 mbar, a relativna vlažnost vazduha 58%.

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 $90/70\text{ °C}$ i unutrašnju projektnu temperaturu 20 °C , što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 3. Zavisnost $Q = f(\Delta t)$ za čeličnog panelni radijatora model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)**

Tabela 3. Karakteristike čeličnog panelnog radijatora model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)**

Karakteristike	SANICA 22-900x1000 (PKKP)
Nazivna toplotna snaga radijatora dužine 1000 mm, za $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	2805
Nazivna toplotna snaga radijatora dužine 1000 mm, za $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	2216
Koeficijent toplotne snage radijatora, K_m	14,0998
Eksponent toplotne snage, n	1,2927
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$, kg/s	$33,43 \cdot 10^{-3}$
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$, kg/s	$52,93 \cdot 10^{-3}$
Masa vode u radijatoru, kg/m	8,20
Masa radijatora, kg/m	44,20

9. ZAKLJUČAK

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

- 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,
- grejno telo je ispitano na hladni vodeni pritisak od 13 bar i tom prilikom nisu primećene nikakve trajne deformacije,

Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da ispitivano grejno telo, čelični panelni radijator tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)** proizvođača "**SANICA ISI SANAYI A.Ş.**" – Turska, u svemu odgovara svojoj osnovnoj nameni, tako da se može koristiti kao uređaj za zagrevanja prostorija u instalacijama centralnog grejanja.

Niš, 01.04.2022.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:


dr Dejan Mitrović, red. prof.


dr Jelena Janevski, red. prof.

PRILOG 1

ODAVANJE TOPLOTE ČELIČNIH PANELNIH RADIJATORA,
tip SANICA 22, model SANICA 22-900x1000 (PKKP)
proizvođača "SANICA ISI SANAYI A.Ş." – Turska
ZA RAZLIČITE TEMPERATURNE RAŽIME

Odavanje toplote čeličnih panelnih radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)**, za dužine 400÷3000 mm i različite temperaturne režime dati su u tabeli 4.

*Tabela 4. Odavanje toplote čeličnih panelnih radijatora, tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)** za dužine 400÷3000 mm i različite temperaturne režime, (W)*

Dužina	90/70/20 °C, $\Delta t_n=60$ °C	75/65/20 °C, $\Delta t=50$ °C
L (mm)	Φ (W)	Φ (W)
400	1122	886
500	1403	1108
600	1683	1330
700	1964	1551
800	2244	1773
900	2525	1994
1000	2805	2216
1100	3086	2438
1200	3366	2659
1300	3647	2881
1400	3927	3102
1500	4208	3324
1600	4488	3546
1700	4769	3767
1800	5049	3989
1900	5330	4210
2000	5610	4432
2200	6171	4875
2400	6732	5318
2600	7293	5762
2800	7854	6205
3000	8415	6648

Napomena:

Vrednosti za koeficijent toplotne snage K_m , ($K_m=14,0998$) i eksponent toplotne snage n ($n=1,2927$) određene eksperimentalnim putem za čelični panelni radijator tip **SANICA 22-300x1000**, korišćene su i pri određivanju toplotne snage i za ostale dužine ovog tipa panelnog radijatora navedenih u tabeli 4. U tabeli 4 date su vrednosti za toplotnu snagu (odavanje toplote) za sve navedene dužine ovog tipa radijatora.

Toplotna snaga za uslove različite od nominalnih, tj. za režim 75/65/20 ($\Delta t=50$ °C), određivana je korišćenjem izraza:

$$\Phi = \Phi_n (\Delta t / \Delta t_n)^n$$

gde je:

Φ_n – nazivna toplotna snaga radijatora za nominalne uslove (temperatura vode 90/70 °C i temperatura u prostoriji 20 °C),

Φ – toplotna snaga radijatora za druge temperaturne uslove rada, različite od nominalnih,

Δt – srednja razlika temperature, koja se određuje na osnovu izraza:

$$\Delta t = (t_n + t_p) / 2 - t_u$$

t_n – temperatura vode na ulazu u radijator (napojne vode),

t_p – temperatura vode na izlazu iz radijatora (povratne vode),

t_u – unutrašnja projektna temperatura,

Δt_n – srednja razlika temperatura za nominalne uslove (u ovom slučaju je: $t_n=90$ °C, $t_p=70$ °C i $t_u=20$ °C) i iznosi $\Delta t_n=60$ °C,

Δt – srednja razlika temperatura za uslove koji su različiti od nominalnih,

PRILOG 2

ODAVANJE TOPLOTE ČELIČNIH PANELNIH RADIJATORA,

tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)**proizvođača "**SANICA ISI SANAYI A.Ş.**" – Turska

Odavanje toplote čeličnih panelnih radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900x1000 (PKKP)**, proizvođača "**SANICA ISI SANAYI A.Ş.**" – Turska, dužina 400÷3000 mm, za temperaturni režim 90/70 i različite unutrašnje temperature dato je u tabeli 5.

Tabela 5. Odavanje toplote radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-900 (PKKP)**, proizvođača "**SANICA ISI SANAYI A.Ş.**" – Turska, dužina 400÷3000 mm, za temperaturni režim 90/70 °C i različite unutrašnje temperature, (W)

Odavanje toplote radijatora SANICA - model 22-900, za temperaturni režim 90/70 °C, (W)					
Dužina	Unutrašnja projektna temperatura, t_u (°C)				
mm	15	18	20	22	24
400	1244	1171	1122	1074	1026
500	1555	1463	1403	1342	1283
600	1866	1756	1683	1611	1539
700	2178	2049	1964	1879	1796
800	2489	2341	2244	2148	2053
900	2800	2634	2525	2416	2309
1000	3111	2926	2805	2685	2566
1100	3422	3219	3086	2953	2822
1200	3733	3512	3366	3222	3079
1300	4044	3804	3647	3490	3335
1400	4355	4097	3927	3759	3592
1500	4666	4390	4208	4027	3848
1600	4977	4682	4488	4296	4105
1700	5288	4975	4769	4564	4362
1800	5599	5268	5049	4833	4618
1900	5910	5560	5330	5101	4875
2000	6222	5853	5610	5369	5131
2200	6844	6438	6171	5906	5644
2400	7466	7023	6732	6443	6158
2600	8088	7609	7293	6980	6671
2800	8710	8194	7854	7517	7184
3000	9332	8779	8415	8054	7697

Napomena:

Preračunavanje toplotne snage za temperaturne uslove različite od nominalnih vrši se na osnovu izraza

$$Q = Q_n (\Delta t / \Delta t_n)^n$$

gde je:

Q_n – nazivna toplotna snaga radijatora za temperaturu vode 90/70 °C i temperaturu u prostoriji 20 °C,

Q – toplotna snaga radijatora za druge temperaturne uslove rada,

Δt – srednja razlika temperature, a određuje se na osnovu izraza,

$$\Delta t = (t_n + t_p) / 2 - t_u$$

Δt_n – srednja razlika temperatura za nominalne uslove ($t_n=90$ °C, $t_p=70$ °C i $t_u=20$ °C) i iznosi $\Delta t_n=60$ °C,

n – eksponent toplotne snage radijatora,

t_n – temperatura vode na ulazu u radijator (napojne vode),

t_p – temperatura vode na izlazu iz radijatora (povratne vode),

t_u – unutrašnja projektna temperatura.