



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 / 612-22-20/22

Proizvod: ČELIČNI PANELNI RADIJATOR
/ Product / / STEEL PANEL RADIATOR /
Tip / Type /: SANICA 22
Model / Model /: SANICA 22-500x1000

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 - Vrčin 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 22-500x1000**, dostavio je naručilac 29.03.2022. godine.
/ Steel panel radiator, type **SANICA 22**, model **SANICA 22-500x1000**, is delivered by the Ordering party on 29.03.2022. /
Dužina radijatora je 1000 mm, visina 500 mm, širina (debljina) 103 mm, rastojanje priključaka 445 mm.
/ Radiator length is 1000 mm, height 500 mm, width is 103 mm, difference between connections is 445 mm. /

Rezultati ispitivanja:	Nazivna toplotna snaga radijatora, Φ, za $\Delta t = 60^\circ\text{C}$	1716 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 $\Delta t = 50^\circ\text{C}$	1356 W
	<i>/ Nominal heating capacity of the radiator, Φ, for $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ /</i>	
	Koeficijent toplotne snage radijatora, K_m	8,6733
	<i>/ Coefficient of radiator heating capacity, K_m /</i>	
	EkspONENT toplotne snage, n	1,2914
	<i>/ Exponent of heating capacity, n /</i>	
	Maksimalna temperatura vode	120 °C
	<i>/ Maximal water temperature /</i>	
	Maksimalni radni pritiska	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 22-500x1000**, 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 22-500x1000 (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.

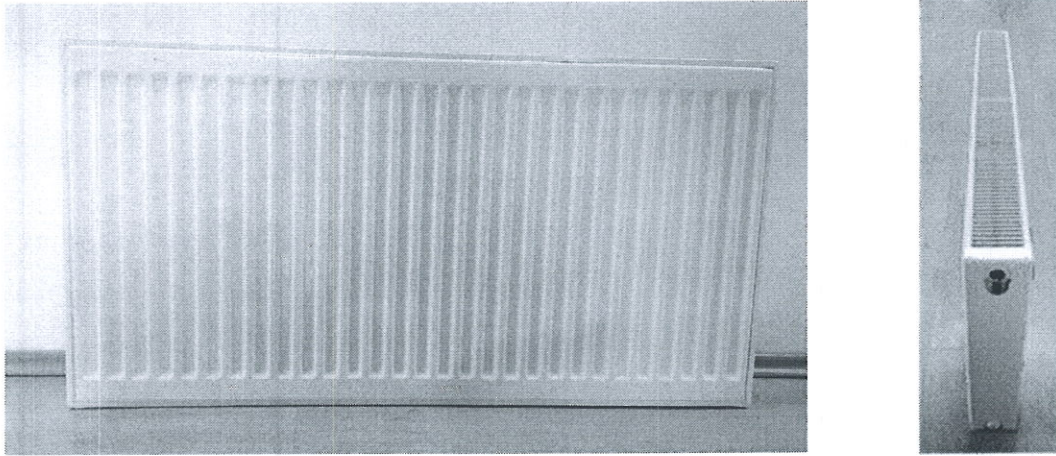
*Tabela 1. Tehničke karakteristike čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-500x1000***

Karakteristike	SANICA 22-500x1000
Dužina radijatora, mm	1000
Visina panelnog radijatora, A (mm)	500
Rastojanje priključaka, B (mm)	445
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 22-500x1000 (PKKP)**

6. KONTROLA KVALITETA

6.1. Provera mera

Pregledom ispitivanog čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-500x1000 (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 ($t_1=75\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_2=65\text{ }^{\circ}\text{C}$, $t_a=20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$), sa dozvoljenim odstupanjem $\pm 0,5\%$, pri sledećim temperaturnim razlikama:

$$\Delta t = 30 \pm 2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t = 50 \pm 2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t = 60 \pm 2,5\text{ }^{\circ}\text{C}$$

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, $^{\circ}\text{C}$;

$$t_{sr} = 0,5 (t_1 + t_2) \quad (3)$$

t_a - referentna temperatura vazduha u komori, $^{\circ}\text{C}$, treba da iznosi $(20 \pm 0,5)\text{ }^{\circ}\text{C}$

Δt - razlika temperatura, $^{\circ}\text{C}$

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

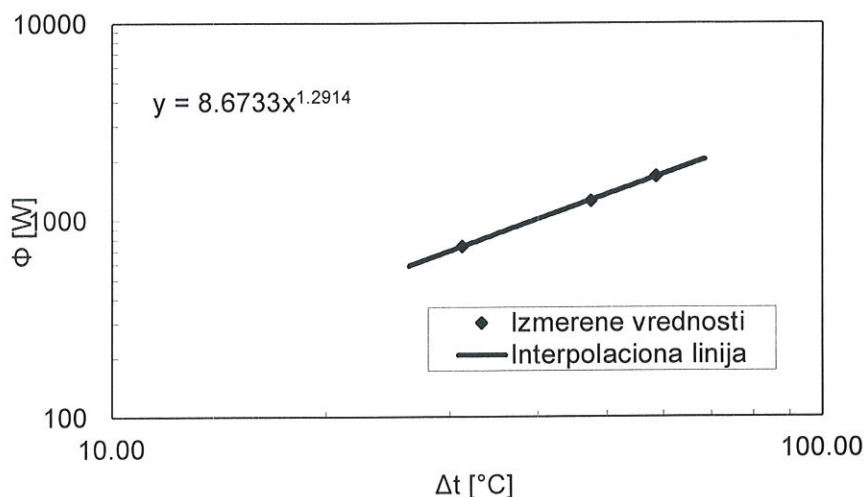
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-500x1000 (PKKP)**

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	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	J/kg $^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$	W	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{C}$
1	20,26	55,69	46,94	51,32	4,175	8,75	740	20,10	31,22
2	20,26	74,84	60,04	67,44	4,186	14,80	1.255	20,00	47,44
3	20,26	88,48	68,80	78,64	4,194	19,68	1.672	20,10	58,54

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



Sl. 3. Zavisnost $Q = f(\Delta t)$ za čeličnog panelnog radijatora model **SANICA 22-500x1000 (PKKP)**

Tabela 3. Karakteristike čeličnog panelnog radijatora model **SANICA 22-500x1000 (PKKP)**

Karakteristike	SANICA 22-500x1000 (PKKP)
Nazivna toplotna snaga radijatora dužine 1000 mm, za $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	1716
Nazivna toplotna snaga radijatora dužine 1000 mm, za $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	1356
Koeficijent toplotne snage radijatora, K_m	8,6733
EkspONENT toplotne snage, n	1,2914
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$, kg/s	$20,45 \cdot 10^{-3}$
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$, kg/s	$32,39 \cdot 10^{-3}$
Masa vode u radijatoru, kg/m	5,20
Masa radijatora, kg/m	24,50

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 22-500x1000 (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 22-500x1000 (PKKP)
proizvođača "SANICA ISI SANAYI A.Ş." – Turska
ZA RAZLIČITE TEMPERATURNE RAŽIME

Odavanje toplote čeličnih panelnih radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-500x1000 (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 22-500x1000 (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	686	542
500	858	678
600	1030	814
700	1201	949
800	1373	1085
900	1544	1220
1000	1716	1356
1100	1888	1492
1200	2059	1627
1300	2231	1763
1400	2402	1898
1500	2574	2034
1600	2746	2170
1700	2917	2305
1800	3089	2441
1900	3260	2576
2000	3432	2712
2200	3775	2983
2400	4118	3254
2600	4462	3526
2800	4805	3797
3000	5148	4068

Napomena:

Vrednosti za koeficijent toplotne snage K_m , ($K_m=8,6733$) i eksponent toplotne snage n ($n=1,2914$) 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 – temperature 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 22-500x1000 (PKKP)**proizvođača "**SANICA ISI SANAYI A.Ş.**" – Turska

Odavanje toplote čeličnih panelnih radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-500x1000 (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 22-500 (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 22-500, za temperaturni režim 90/70 °C, (W)					
Dužina	Unutrašnja projektna temperatura, t_u (°C)				
mm	15	18	20	22	24
400	761	716	686	657	628
500	951	895	858	821	785
600	1142	1074	1030	985	942
700	1332	1253	1201	1150	1099
800	1522	1432	1373	1314	1256
900	1713	1611	1544	1478	1413
1000	1903	1790	1716	1642	1570
1100	2093	1969	1888	1807	1727
1200	2283	2148	2059	1971	1884
1300	2474	2327	2231	2135	2041
1400	2664	2506	2402	2299	2198
1500	2854	2685	2574	2464	2355
1600	3045	2864	2746	2628	2512
1700	3235	3043	2917	2792	2669
1800	3425	3222	3089	2956	2825
1900	3615	3401	3260	3121	2982
2000	3806	3580	3432	3285	3139
2200	4186	3938	3775	3613	3453
2400	4567	4297	4118	3942	3767
2600	4947	4655	4462	4270	4081
2800	5328	5013	4805	4599	4395
3000	5709	5371	5148	4927	4709

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.