



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 / 612-22-19/22

Proizvod: ČELIČNI PANELNI RADIJATOR
/ Product / / STEEL PANEL RADIATOR /
Tip / Type /: SANICA 22
Model / Model /: SANICA 22-300x1000

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 22-300x1000**, dostavio je naručilac 29.03.2022. godine.
/ Steel panel radiator, type **SANICA 22**, model **SANICA 22-300x1000**, is delivered by the Ordering party on 29.03.2022. /
Dužina radijatora je 1000 mm, visina 300 mm, širina (debljina) 103 mm, rastojanje priključaka 245 mm.
/ Radiator length is 1000 mm, height 300 mm, width is 103 mm, difference between connections is 245 mm. /

Rezultati ispitivanja:	Nazivna toplotna snaga radijatora, Φ, za $\Delta t = 60^\circ\text{C}$	1118 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 $\Delta t = 50^\circ\text{C}$	883 W
	<i>/ Nominal heating capacity of the radiator, Φ, for $\Delta t = 50^\circ\text{C}$ /</i>	
	Koeficijent toplotne snage radijatora, K_m	5,5881
	<i>/ Coefficient of radiator heating capacity, K_m /</i>	
	EkspONENT toplotne snage, n	1,2941
	<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 /

Prof. dr Dejan Mitrović

Prof. dr Dejan Mitrović



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

Prof. dr 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 22-300x1000**, 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 22-300x1000 (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 22-300x1000**, date su u tabeli 1.

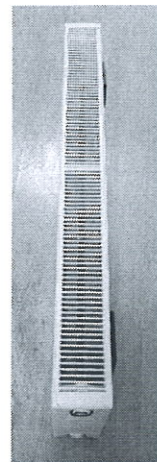
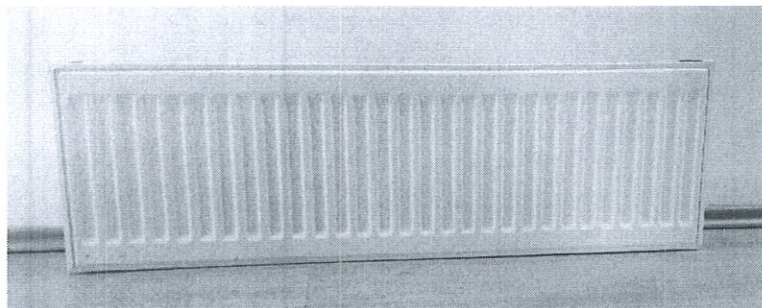
*Tabela 1. Tehničke karakteristike čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-300x1000***

Karakteristike	SANICA 22-300x1000
Dužina radijatora, mm	1000
Visina panelnog radijatora, A (mm)	300
Rastojanje priključaka, B (mm)	245
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 radijator model **SANICA 22-300x1000 (PKKP)**

6. KONTROLA KVALITETA

6.1. Provera mera

Pregledom ispitivanog čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-300x1000 (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, $^{\circ}\text{C}$;

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

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

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

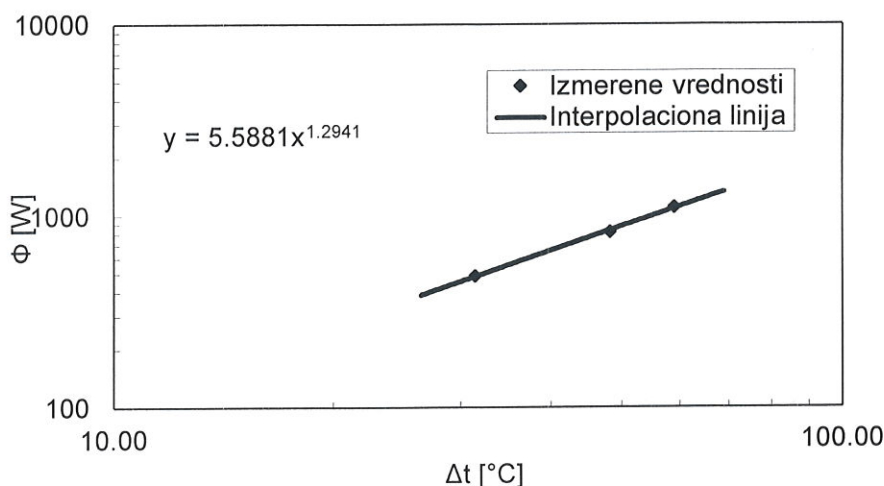
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem čeličnog panelnog radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-300x1000 (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	13,38	55,90	47,17	51,54	4,175	8,73	488	20,10	31,44
2	13,38	75,54	60,84	68,19	4,185	14,70	823	20,00	48,19
3	13,38	88,98	69,20	79,09	4,193	19,78	1.110	20,10	58,99

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 998 mbar, a relativna vlažnost vazduha 66%.

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 projektanu temperaturu 20 °C , što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 3. Zavisnost $Q = f(\Delta t)$ za čeličnog panelni radijatora model **SANICA 22-300x1000 (PKKP)**

Tabela 3. Karakteristike čeličnog panelnog radijatora model **SANICA 22-300x1000 (PKKP)**

Karakteristike	SANICA 22-300x1000 (PKKP)
Nazivna toplotna snaga radijatora dužine 1000 mm, za $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	1118
Nazivna toplotna snaga radijatora dužine 1000 mm, za $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$, W	883
Koeficijent toplotne snage radijatora, K_m	5,5881
Eksponent toplotne snage, n	1,2941
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=60\text{ }^{\circ}\text{C}$, kg/s	$13,33 \cdot 10^{-3}$
Nominalni protok vode kroz radijator za $\Delta t=50\text{ }^{\circ}\text{C}$, kg/s	$21,09 \cdot 10^{-3}$
Masa vode u radijatoru, kg/m	3,40
Masa radijatora, kg/m	14,80

9. ZAKLJUČAK

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

- 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 22-300x1000 (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 22-300x1000 (PKKP)
proizvođača "SANICA ISI SANAYI A.Ş." – Turska
ZA RAZLIČITE TEMPERATURNE RAŽIME

Odavanje toplote čeličnih panelnih radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-300x1000 (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 22-300x1000 (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	447	353
500	559	442
600	671	530
700	783	618
800	894	706
900	1006	795
1000	1118	883
1100	1230	971
1200	1342	1060
1300	1453	1148
1400	1565	1236
1500	1677	1325
1600	1789	1413
1700	1901	1501
1800	2012	1589
1900	2124	1678
2000	2236	1766
2200	2460	1943
2400	2683	2119
2600	2907	2296
2800	3130	2472
3000	3354	2649

Napomena:

Vrednosti za koeficijent toplotne snage K_m , ($K_m=5,5881$) i eksponent toplotne snage n ($n=1,2941$) 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 22-300x1000 (PKKP)**proizvođača "**SANICA ISI SANAYI A.Ş.**" – Turska

Odavanje toplote čeličnih panelnih radijatora tip **SANICA 22**, model **SANICA 22-300x1000 (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 22-300 (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 22-300, za temperaturni režim 90/70 °C, (W)					
Dužina	Unutrašnja projektna temperatura, t_u (°C)				
mm	15	18	20	22	24
400	496	467	447	428	409
500	620	583	559	535	511
600	744	700	671	642	614
700	868	817	783	749	716
800	992	933	894	856	818
900	1116	1050	1006	963	920
1000	1240	1166	1118	1070	1023
1100	1364	1283	1230	1177	1125
1200	1488	1400	1342	1284	1227
1300	1612	1516	1453	1391	1329
1400	1736	1633	1565	1498	1432
1500	1860	1750	1677	1605	1534
1600	1984	1866	1789	1712	1636
1700	2108	1983	1901	1819	1738
1800	2232	2100	2012	1926	1841
1900	2356	2216	2124	2033	1943
2000	2480	2333	2236	2140	2045
2200	2728	2566	2460	2354	2250
2400	2976	2800	2683	2568	2454
2600	3224	3033	2907	2782	2659
2800	3472	3266	3130	2996	2863
3000	3720	3499	3354	3210	3068

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.