



UNIVERZITET U NIŠU
MAŠINSKI FAKULTET U NIŠU
ZAVOD ZA MAŠINSKO INŽENJERSTVO
LABORATORIJA ZA TERMOTEHNIKU,
TERMOENERGETIKU I PROCESNU TEHNIKU

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
Br. 612-22-143/13

Proizvod: HROMIRANI SUŠAČ PEŠKIRA
Model: SANICA
Tip: SANICA 500x1000

Proizvođač: SANICA
Kavakli Mahallesi, Istanbul Caddesi, No: 8/16 Beylikduzu/ Istanbul, TURSKA

Naručilac: ETAZ d.o.o.,
Šumatovačka 2, 11224 BEOGRAD – VRČIN, SRBIJA

Metod ispitivanja: Izvršeno je ispitivanje toplotne snage hromiranog sušača peškira. Ispitivanja su izvršena u skladu sa standardom SRPS EN 442-2:2012. Hromirani sušač peškira model **SANICA**, tip **SANICA 500x1000**, dostavio je naručilac 28.10.2013. godine. Visina hromiranog sušača peškira je 1000 mm, širina 500 mm, broj horizontalnih cevi je 20, prečnika \varnothing 22 mm, kolektori su "D" profil 30x40 mm.

| | | |
|-------------------------------|--|----------------|
| Rezultati ispitivanja: | Nazivna toplotna snaga sušača peškira, Φ, za $\Delta t = 60^{\circ}\text{C}$ | 374 W |
| | Nazivna toplotna snaga sušača peškira, Φ, za $\Delta t = 50^{\circ}\text{C}$ | 298 W |
| | Koeficijent toplotne snage, Km | 2,238 |
| | Eksponent toplotne snage, n | 1,2503 |
| | Maksimalni radni pritisak | 10 bara |

Niš, 14.11.2013. god.

Rukovodilac ispitivanja

Prof. dr Mladen Stojiljković

Rukovodilac
Zavoda za mašinsko inženjerstvo

Prof. dr Dragan Milčić

1. PREDMET ISPITIVANJA

Na osnovu zahteva Naručioca od 19.09.2013. godine izvršeno je ispitivanje hromiranog sušača peškira model **SANICA**, tip **SANICA 500x1000**, proizvođača "**SANICA**" – **Istanbul, TURSKA**. Za ispitivanje je dostavljen jedan uzorak ovog tipa sušača peškira.

2. NARUČILAC

ETAZ d.o.o., Šumatovačka 2, 11224 BEOGRAD – VRČIN, SRBIJA.

3. NAMENA PROIZVODA

Ovo 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. TEHNIČKI PODACI

Tehničke karakteristike hromiranog sušača peškira model **SANICA**, tip **SANICA 500x1000** date su u tabeli 1:

Tabela 1. Tehničke karakteristike hromiranog sušača peškira **SANICA 500x1000**

| Karakteristike | SANICA 500x1000 |
|------------------------------|------------------------|
| Širina sušača peškira | 500 mm |
| Visina sušača peškira | 1000 mm |
| Dimenzije horizontalnih cevi | Ø 22 mm |
| Broj horizontalnih cevi | 20 |
| Dimenzije kolektora | "D" profil 30x40 mm |
| Dimenzija priključaka | ½ " |
| Materijal | čelik |

5. ODREĐIVANJE TOPLOTNE SNAGE GREJNOG TELA

Određivanje toplotne snage grejnog tela vršeno je prema standardima SRPS EN 442-2:2012, a šema instalacije prikazana je na slici 1.

Toplotna snaga određuje se na osnovu izraza:

$$\Phi = m_w c_w (t_1 - t_2) \quad (1)$$

gde je:

m_w - protok vode, kg/s

t_1 - temperatura vode na ulazu u grejno telo, °C

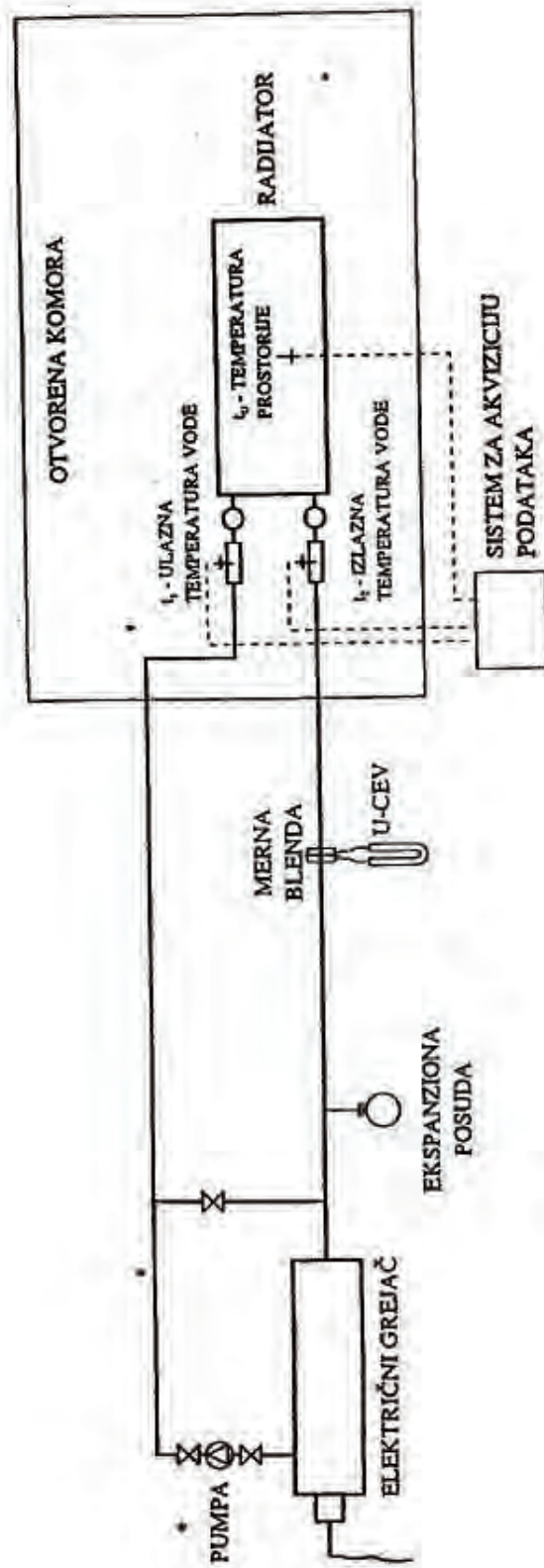
t_2 - temperatura vode na izlazu iz grejnog tela, °C

Maseni protok vode određivan je standardnom mernom blendom prema DIN 1952. Pad pritiska u blendi meren je pomoću U-cevi sa živom. Protok vode određivan je sa tačnošću ± 0,5%.

Temperatura vode na ulazu i izlazu iz grejnog tela merena je termoparovima hromel-alumel prečnika 0,2 mm. Temperature su merene sa tačnošću ± 0,1°C.

6. OPIS I DIMENZIJE KOMORE ZA ISPITIVANJE GREJNOG TELA

Ispitivanje grejnog tela vrši se u otvorenoj komori, prema standardima SRPS EN 442-2:2012. Šematski prikaz otvorene komore za ispitivanje dat je na slici 2. Unutrašnje dimenzije otvorene komore iznose: dužina 2,5 m, širina 1,5 m i visina 2,5 m.



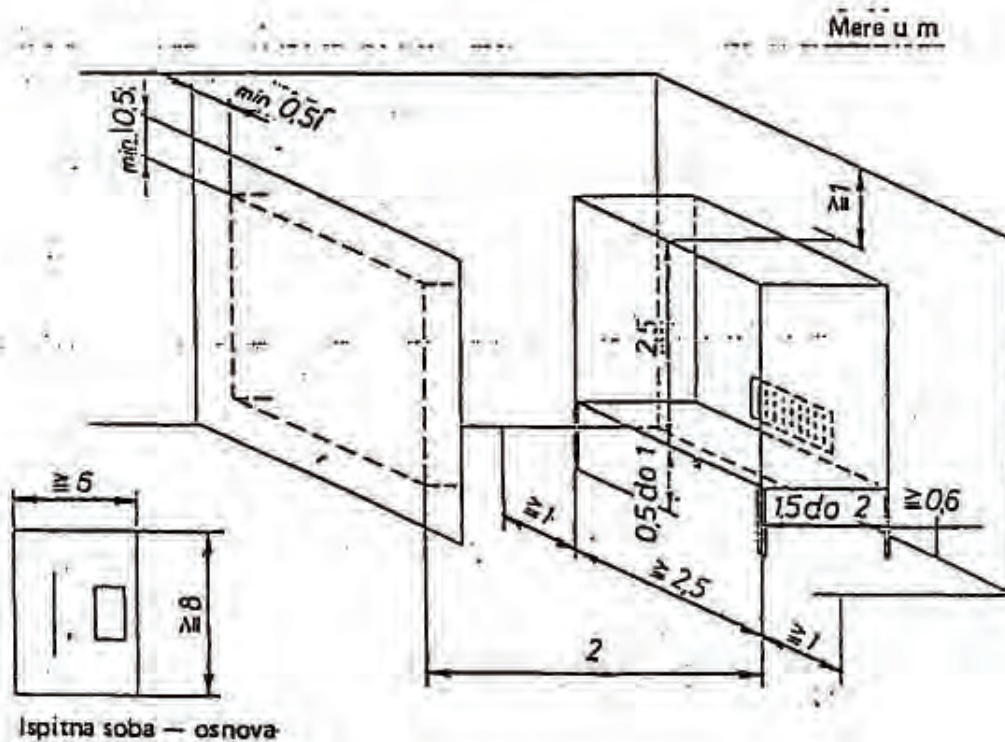
Sl.1. Šema eksperimentalne instalacije za ispitivanje grejnih tela

Komora je podignuta za 0,5 m iznad poda i udaljena od tavanice više od 1 m, a od bočnih zidova prostorije znatno više od 1 m. Nasuprot otvorenoj strani komore nalazi se unutrašnji zid prostorije. Konstrukcija i materijal od koga su napravljeni zidovi komore u potpunosti odgovaraju zahtevima koji su dati u SRPS M.E6.083.

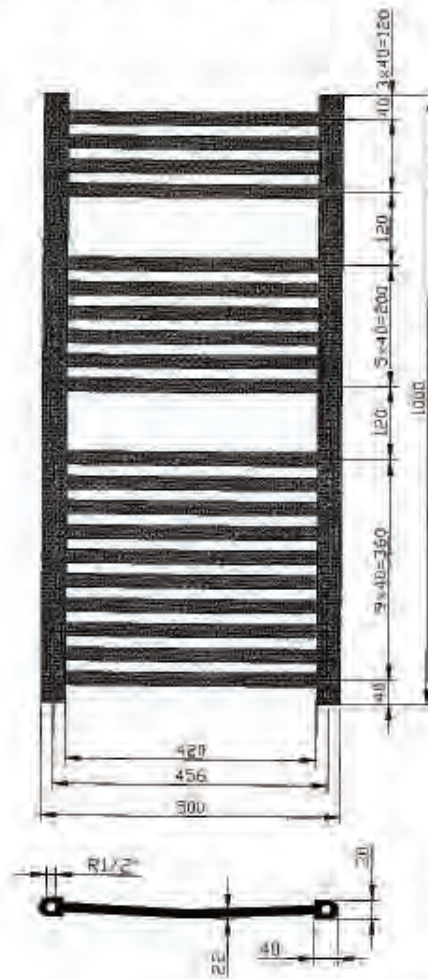
Komora za ispitivanje smeštena je u prostoriji čija je zapremina znatno veća od 200 m³ (dimenzija 20x10x6 m) i u kojoj se temperatura vazduha i zidova bitno ne menja pod uticajem odavanja toplote grejnog tela koje se ispituje.

7. OPIS I DIMENZIJE GREJNOG TELA

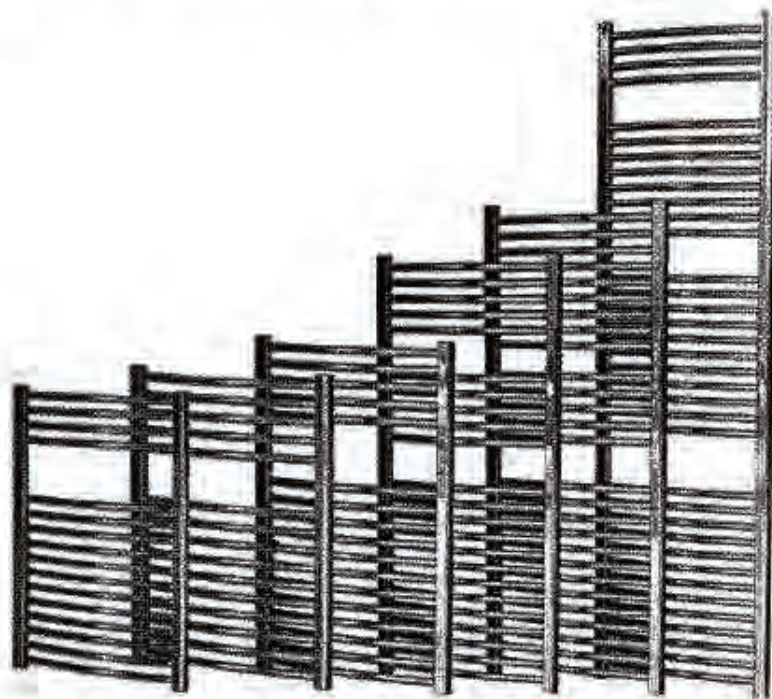
Na slici 3 date su dimenzije grejnog tela, a na slici 4 fotografija tog grejnog tela. Ove slike omogućavaju uvid u konstrukciju grejnog tela.



Sl.2. Šematski prikaz, mere i smeštaj otvorene komore za ispitivanje grejnih tela



Sl. 3. Dimenzije hromiranog sušača peškira SANICA 500x1000



Sl. 4. Hromirani sušači peškira SANICA

8. POSTAVLJANJE GREJNOG TELA U KOMORI ZA ISPITIVANJE

Grejno telo se u komori za ispitivanje (SRPS M.E6.081) postavlja paralelno jednom zidu u ravni njegove vertikalne simetrije u unutrašnjosti komore za ispitivanje. Slobodan prostor između leđne površine grejnog tela, koja odaje toplotu, i susednog zida komore za ispitivanje iznosi $0,05 \pm 0,005$ m. Slobodan prostor između grejnog tela i poda komore za ispitivanje iznosi 0,10-0,12 m. Povezivanje sa dovodnim i odvodnim cevima vodovima izvedeno je onako kako konstrukcija grejnog tela zahteva. Grejna tela se oslanjaju i učvršćuju pomoću elemenata koje normalno isporučuje proizvođač, pri čemu su ispunjeni svi navedeni uslovi. Grejno telo koje je ispitivano obojeno je belom bojom.

9. MERENJA U KOMORI ZA ISPITIVANJE

Prilikom ispitivanja vršena su merenja sledećih veličina (SRPS M.E6.081):

1. Merenje temperature vazduha u unutrašnjosti komore i to u referentnoj tački sa tačnošću od $\pm 0,1^{\circ}\text{C}$, a u drugim tačkama sa tačnošću $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. Merenja temperature vršena su termoparovima hromel-alumel prečnika 0,2 mm, kao i baždarenim živinim termometrima čije je pokazivanje $0,1^{\circ}\text{C}$ ili $0,2^{\circ}\text{C}$.

Temperatura vazduha u komori za ispitivanje merena je:

1.1 na centralnoj vertikali unutrašnje komore i to:

a) u referentnoj tački na 0,75 m od poda,

b) u četiri tačke : - na 0,05 m od poda,

- na 0,50 m od poda,

- na 1,50 m od poda,

- na 0,05 m od plafona,

1.2 na dve vertikale na 1 m rastojanja od dva susedna zida u četiri tačke (dve na svakoj vertikali):

- na 0,75 m od poda

- na 1,50 m od poda

Na slici 5 prikazan je odgovarajući raspored tačaka merenja temperatura (u perspektivi) utvrđenih u standardima SRPS M.E6.080 i SRPS M.E6.081.

2. Relativna vlažnost vazduha u unutrašnjoj komori

3. Barometarski pritisak, sa tačnošću ± 1 mbar.

Za prikupljanje i obradu podataka korišćen je sistem za akviziciju Hewlett-Packard.

10. DOVOĐENJE U STACIONARNO STANJE

Ispitivanje grejnog tela vršeno je toplom vodom prema standardima SRPS M.E6.080 i SRPS M.E6.081 u stacionarnim uslovima. Grejno telo se postepeno zagreva i dovodi u stacionarno stanje. Pri svakom ispitivanju, nakon uspostavljanju stacionarnog stanja, čije je trajanje bilo najmanje 1 čas, u jednakim vremenskim razmacima od najviše 10 min vršeno je registrovanje svih potrebnih veličina:

- pad pritiska u blendi,

- temperatura nosioca toplote na ulazu u grejno telo,

- temperatura nosioca toplote na izlazu iz grejnog tela,,

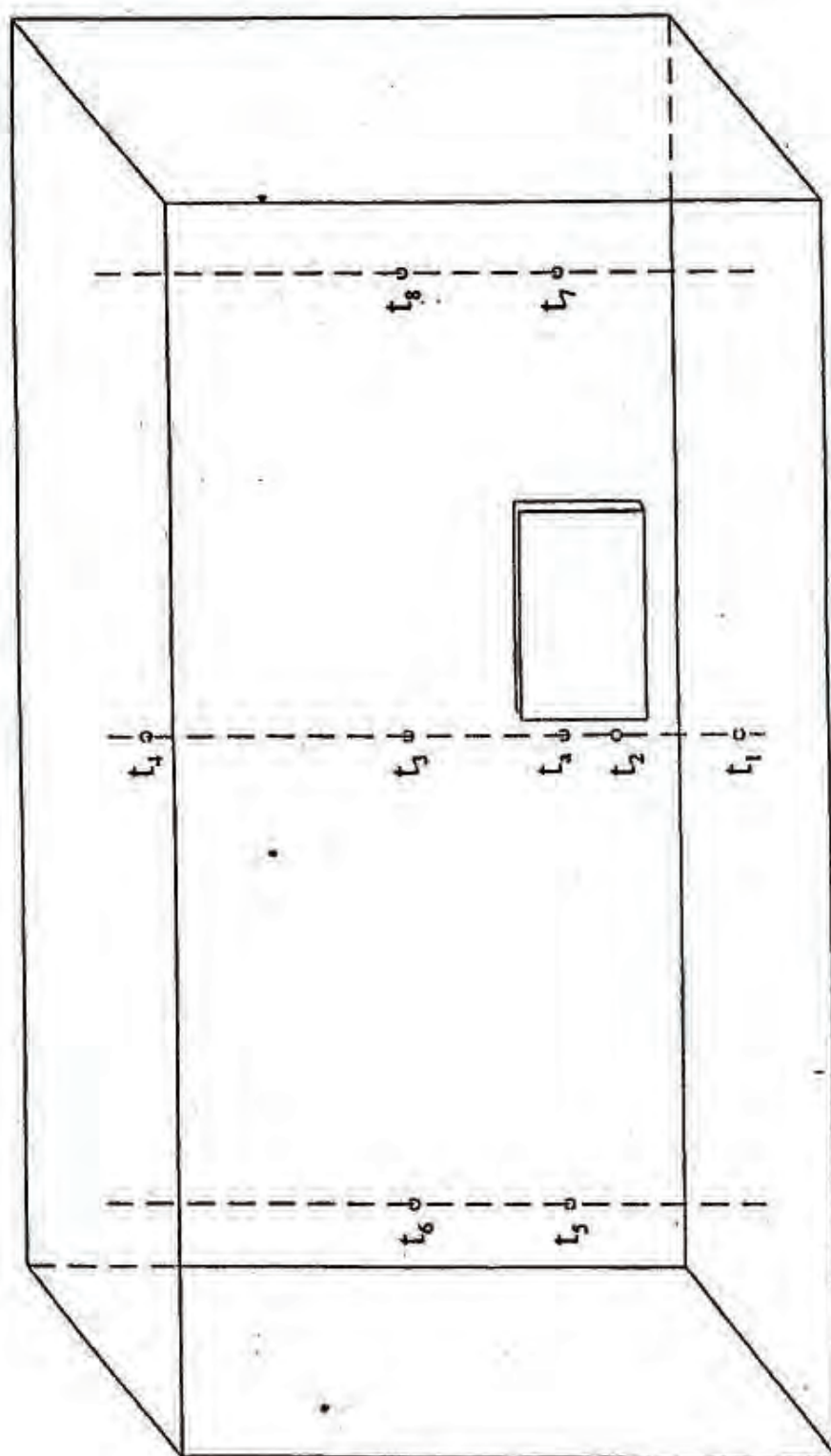
- temperature vazduha u komori za ispitivanje.

Izvršena su po 3 ispitivanja za sledeće srednje temperature grejnog fluida u grejnom telu:

$50 \pm 5^{\circ}\text{C}$

$65 \pm 5^{\circ}\text{C}$

$80 \pm 3^{\circ}\text{C}$



Sl.5. Raspored tačaka merenja temperature u komori

Ispitivanja su vršena pri stalnom protoku sa dozvoljenim odstupanjima $\pm 2\%$, a protok je biran na takav način da je pad temperature u grejnom telu 20 ± 2 °C kada se ispitivanje vrši na 80 °C.

Rezultati merenja dati su u tabeli 2.

Toplotna snaga merena u najmanje tri tačke (za tri različita temperaturna režima) izražava se prema standardu SRPS EN 442-2:2012 u obliku:

$$\Phi = K_m (t_{sr} - t_a)^n = K_m \Delta t^n \quad (2)$$

gde je:

t_{sr} - srednja temperatura grejnog fluida, °C; $t_{sr} = 0,5 (t_1 + t_2)$

t_a - referentna temperatura vazduha u komori, °C

K_m i n - koeficijenti dobijeni iz zavisnosti $\log\Phi=f(\log(t_{sr}-t_a))=f(\log\Delta t)$.

11. REZULTATI MERENJA

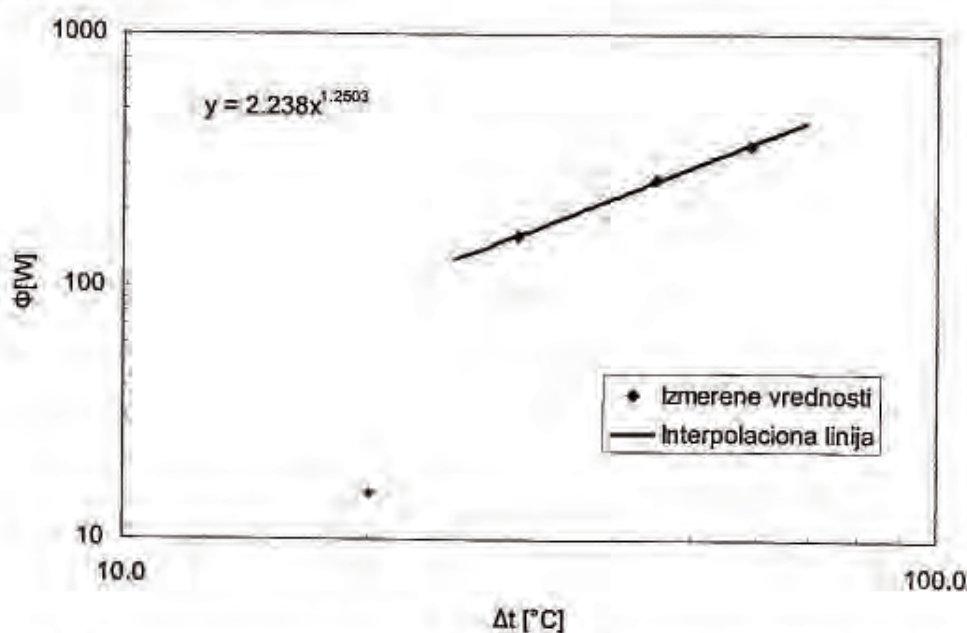
Rezultati merenja prikazani su u tabeli 2.

Tabela 2. Srednje vrednosti dobijene ispitivanjem hromiranog sušača peškira SANICA 500x1000

| Režim | $m \cdot 10^3$ | t_1 | t_2 | t_{sr} | c_p | $t_1 - t_2$ | Φ | t_a | $t_{sr} - t_a$ |
|-------|----------------|-------|-------|----------|--------|-------------|--------|-------|----------------|
| | kg/s | °C | °C | °C | J/kg°C | °C | W | °C | °C |
| 1. | 4,69 | 88,24 | 69,80 | 79,02 | 4,194 | 18,44 | 363 | 20,10 | 58,92 |
| 2. | 4,69 | 72,20 | 58,59 | 65,40 | 4,183 | 13,61 | 267 | 20,10 | 45,30 |
| 3. | 4,69 | 54,86 | 46,68 | 50,77 | 4,174 | 8,18 | 160 | 20,20 | 30,57 |

U toku merenja barometarski pritisak iznosio je 994 mbar, a relativna vlažnost vazduha 62%.

Na osnovu rezultata merenja, prikazanih u tabeli 2, nacrtana je zavisnosti $\Phi=f(\Delta t)$ u $\log\Phi-\log\Delta t$ koordinatnom sistemu, slika 6. Na osnovu tih podataka određene su vrednosti koeficijentata K_m i n , kao i nazivna toplotna snaga ispitivanog grejnog tela za toplovodni režim grejanja 90/70 °C i unutrašnju projektanu temperaturu 20°C, što je prikazano u tabeli 3.



Sl. 6. Zavisnost $\Phi=f(\Delta t)$ za hromirani sušač peškira SANICA 500x1000

Tabela 3. Karakteristike hromiranog sušača peškira SANICA 500x1000

| Karakteristike | SANICA 500x1000 |
|---|-----------------|
| Nazivna toplotna snaga sušača peškira, za $\Delta t=60$ °C, W | 374 |
| Nazivna toplotna snaga sušača peškira, za $\Delta t=50$ °C, W | 298 |
| Koeficijent toplotne snage, Km | 2,238 |
| EkspONENT toplotne snage, n | 1,2503 |

12. ZAKLJUČAK

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

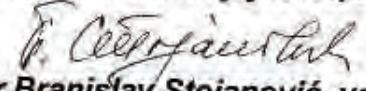
- konstrukcija grejnog tela je takva da u uslovima ispitivanja nigde nisu nastale trajne deformacije ili bilo kakava oštećenja pojedinih elemenata,
- svi elementi ispitivanih grejnih tela su tako spojeni da u toku ispitivanja nije došlo do deformacija,
- grejna tela su ispitana na hladni vodeni pritisak od 16 bar i tom prilikom nisu primećene nikakve trajne deformacije,

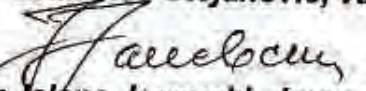
Na osnovu svega napred izloženog može se zaključiti da ispitivano grejno telo model **SANICA**, tip **SANICA 500x1000**, proizvođača "**SANICA**" – **Istanbul, TURSKA**, u svemu odgovara svojoj osnovnoj nameni, tako da se može koristiti kao uređaj za zagrevanja prostorija.

14.11.2013.

ISPITIVANJE IZVRŠILI:


dr Mladen M. Stojilković, red. prof.


dr Branislav Stojanović, van. prof.


dr Jelena Janevski, docent


dr Dejan Mitrović, docent

PRILOG 1

KARAKTERISTIKE I ODAVANJE TOPLOTE HROMIRANIH SUŠAČA PEŠKIRA
model SANICA

Karakteristike i odavanje toplote hromiranih sušača peškira model SANICA, za različite temperaturne režime dati su u tabeli 4.

Tabela 4. Karakteristike i odavanje toplote hromiranih sušača peškira model SANICA, za različite temperaturne režime, (W)

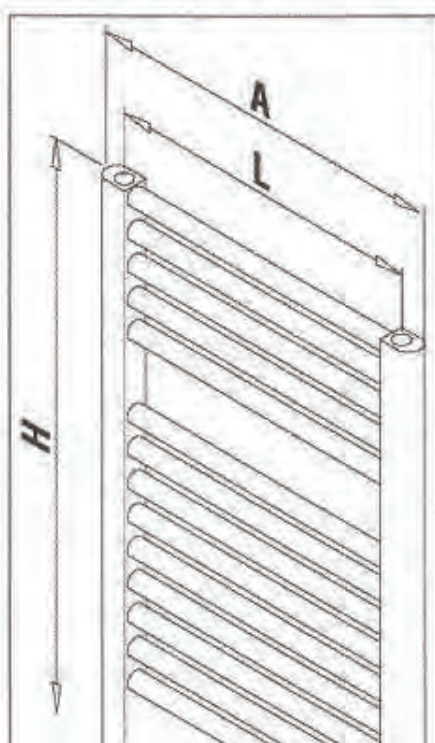
| Širina sušača peškira | Visina sušača peškira | Oсно rastojanje | Broj horiz. cevi | Odavanje toplote $\Delta T=50$ K (tu=20 °C) | Odavanje toplote $\Delta T=60$ K (tu=20 °C) |
|-----------------------|-----------------------|-----------------|------------------|---|---|
| A (mm) | H (mm) | L (mm) | | Φ (W) | Φ (W) |
| 400 | 700 | 356 | 15 | 184 | 231 |
| 400 | 800 | 356 | 17 | 209 | 263 |
| 400 | 1000 | 356 | 20 | 251 | 316 |
| 400 | 1100 | 356 | 23 | 285 | 357 |
| 400 | 1200 | 356 | 25 | 310 | 389 |
| 400 | 1600 | 356 | 33 | 410 | 515 |
| 400 | 1800 | 356 | 38 | 469 | 588 |
| 500 | 700 | 456 | 15 | 219 | 275 |
| 500 | 800 | 456 | 17 | 248 | 312 |
| 500 | 1000 | 456 | 20 | 298 | 374 |
| 500 | 1100 | 456 | 23 | 338 | 424 |
| 500 | 1200 | 456 | 25 | 367 | 461 |
| 500 | 1600 | 456 | 33 | 486 | 611 |
| 500 | 1800 | 456 | 38 | 556 | 699 |
| 600 | 700 | 556 | 15 | 256 | 322 |
| 600 | 800 | 556 | 17 | 291 | 366 |
| 600 | 1000 | 556 | 20 | 348 | 437 |
| 600 | 1100 | 556 | 23 | 396 | 497 |
| 600 | 1200 | 556 | 25 | 430 | 541 |
| 600 | 1600 | 556 | 33 | 570 | 715 |
| 600 | 1800 | 556 | 38 | 652 | 819 |

Napomena:

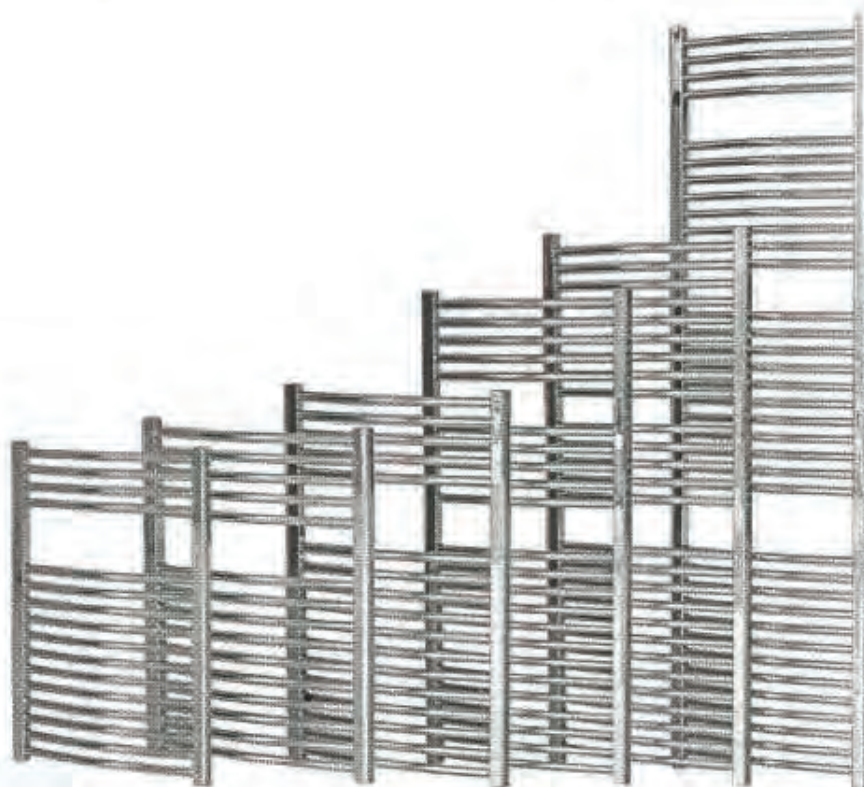
Vrednosti za **koeficijent toplotne snage, Km i eksponent toplotne snage, n** određeni su eksperimentalnim putem, prema standardu SRPS EN 442-2:2012, za hromirani sušač peškira tip 500x1000.

Vrednost dobijena za **eksponent toplotne snage** za ovaj tip sušača $n=1,2503$ usvojena je i za ostale tipove sušača peškira navedenih u tabeli 4 i sa njom su sprovedeni svi dalji proračuni određivanja toplotne snage sušača peškira navedenih u tabeli 4.

Usvojena vrednost **eksponenta toplotne snage** je u skladu sa podacima koji se mogu naći u literaturi za cevna grejna tela.



Sl. 7. Osnovne mere hromiranih sušača peškira SANICA



Sl. 4. Hromirani sušači peškira SANICA

PRILOG 2

ODAVANJE TOPLOTE HROMIRANIH SUŠAČA PEŠKIRA model SANICA

Odavanje toplote hromiranih sušača peškira model SANICA, navedenih tipova, za temperaturni režim 90/70 dato je u tabeli 4.

Tabela 4. Odavanje toplote hromiranih sušača peškira model SANICA, za temperaturni režim 90/70 °C, (W)

| Odavanje toplote hromiranih sušača peškira model SANICA za temperaturni režim 90/70 °C (W) | | | | | |
|--|--|-----|-----|-----|-----|
| Tip | Unutrašnja projektna temperatura, t_u (°C) | | | | |
| | 15 | 18 | 20 | 22 | 24 |
| 400x700 | 255 | 241 | 231 | 221 | 212 |
| 400x800 | 290 | 274 | 263 | 252 | 241 |
| 400x1000 | 349 | 329 | 316 | 303 | 290 |
| 400x1100 | 395 | 372 | 357 | 343 | 328 |
| 400x1200 | 430 | 405 | 389 | 373 | 357 |
| 400x1600 | 570 | 537 | 515 | 494 | 473 |
| 400x1800 | 650 | 613 | 588 | 564 | 540 |
| 500x700 | 303 | 286 | 275 | 263 | 252 |
| 500x800 | 345 | 325 | 312 | 299 | 286 |
| 500x1000 | 413 | 389 | 374 | 358 | 343 |
| 500x1100 | 469 | 442 | 424 | 406 | 389 |
| 500x1200 | 510 | 481 | 461 | 442 | 423 |
| 500x1600 | 675 | 636 | 611 | 585 | 560 |
| 500x1800 | 772 | 728 | 699 | 670 | 641 |
| 600x700 | 356 | 336 | 322 | 309 | 295 |
| 600x800 | 404 | 381 | 366 | 351 | 336 |
| 600x1000 | 483 | 455 | 437 | 419 | 401 |
| 600x1100 | 549 | 518 | 497 | 476 | 456 |
| 600x1200 | 597 | 563 | 541 | 518 | 496 |
| 600x1600 | 791 | 745 | 715 | 686 | 656 |
| 600x1800 | 905 | 853 | 819 | 785 | 751 |

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, (uzet da iznosi $n=1,2503$)

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

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

t_u – unutrašnja projektna temperatura.