

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ
KATEDRA ELEKTROENERGETIKY**



Základy elektrotepelných procesů

Určování radiční účinnosti sálavých panelů

Vypracoval:

Martin Zlámal

Ostatní členové měřícího týmu:

Milan Flor

Filip Sauer

Cvičení

„út 11:10 – 12:50“

Datum měření

10. listopadu 2015

Datum vypracování

11. listopadu 2015

Školní rok

2015/16

Semestr

1.

Ročník

1.

Úkolem měření bylo stanovení sálavé účinnosti zadaných panelů. Měření bylo provedeno na dvou panelech FENIX (300 W) o rozměrech 50x70x12 mm. Oba panely jsou v lesklém skleněném provedení s tím, že vodorovný panel byl pokryt černým sklem, svislý potom sklem červeným. Druhou částí úkolu je určení vlnové délky záření v závislosti na povrchové teplotě panelu.

Naměřené a vypočtené hodnoty

Oteplovací charakteristika byla prvních 16 minut měřena každou minutu, následně pak každé dvě minuty.

Tabulka 1: Naměřené hodnoty teplot obou panelů [$^{\circ}\text{C}$ (K)]

Teploty vodorovného panelu	Teploty svislého panelu	Minuta měření [-]
22,3 (295,45)	22,6 (295,75)	0
25,2 (298,35)	25,5 (298,65)	1
27,3 (300,45)	28,1 (301,25)	2
29,4 (302,55)	29,5 (302,65)	3
31,2 (304,35)	31,9 (305,05)	4
33,4 (306,55)	33,7 (306,85)	5
36,0 (309,15)	36,0 (309,15)	6
37,5 (310,65)	38,3 (311,45)	7
39,8 (312,95)	40,0 (313,15)	8
41,8 (314,95)	42,0 (315,15)	9
44,0 (317,15)	43,7 (316,85)	10
45,7 (318,85)	45,7 (318,85)	11
48,0 (321,15)	47,8 (320,95)	12
49,5 (322,65)	49,5 (322,65)	13
51,3 (324,45)	51,1 (324,25)	14
53,1 (326,25)	52,7 (325,85)	15
55,2 (328,35)	54,3 (327,45)	16
57,7 (330,85)	57,6 (330,75)	18
61,2 (334,35)	60,2 (333,35)	20
63,8 (336,95)	62,5 (335,65)	22
66,4 (339,55)	65,5 (338,65)	24
68,6 (341,75)	67,1 (340,25)	26
71,1 (344,25)	69,4 (342,55)	28
72,9 (346,05)	70,8 (343,95)	30
75,5 (348,65)	73,0 (346,15)	32
76,6 (349,75)	74,4 (347,55)	34
78,4 (351,55)	75,6 (348,75)	36

80,2 (353,35)	77,2 (350,35)	38
81,6 (354,75)	78,1 (351,25)	40
83,0 (356,15)	78,8 (351,95)	42
84,6 (357,75)	81,0 (354,15)	44
85,8 (358,95)	81,6 (354,75)	46
87,5 (360,65)	82,5 (355,65)	48
88,0 (361,15)	83,5 (356,65)	50
89,0 (362,15)	84,0 (357,15)	52

Velikost vlnové délky pro každý panel určíme z Wienova posunovacího zákona, kde lambda je vlnová délka v milimetrech a theta nejvyšší teplota panelu v kelvinech. Pro vodorovný panel potom:

$$\lambda \theta = 2,898 \rightarrow \lambda = \frac{2,898}{\theta} = \frac{2,898}{362,15} \approx 0,008002 \text{ mm} = 8,002 \mu\text{m}$$

Pro svislý panel:

$$\lambda = \frac{2,898}{\theta} = \frac{2,898}{357,15} \approx 0,008114 \text{ mm} = 8,114 \mu\text{m}$$

Tepelné ztráty panelu prouděním stěnami určíme z ustáleného stavu pomocí Newtonova zákona a to pro každou stěnu zvlášť.

Tabulka 2: Naměřené teploty svislého panelu ze všech stran (zadní stěna) [°C]

<i>Levý bok</i>	39,2	42,7	40,3	<i>Pravý bok</i>
36,0	81,3 (48,2)	85,4 (51,0)	81,1 (46,3)	33,9
35,2	82,5 (51,1)	84,9 (53,1)	85,4 (48,8)	34,4
32,4	67,3 (44,2)	65,5 (47,1)	66,0 (42,6)	31,6
	30,8	31,4	29,9	

Hodnoty se vždy počítají z průměru teplot celé stěny:

$$P_{Z(\text{front})} = \alpha (v_1 - v_2) S = 1,55 (77,71 - 22,45)^{0,33} \cdot (77,71 - 22,45) \cdot (0,5 \cdot 0,7) = 112,67 \text{ W}$$

$$P_{Z(\text{back})} = 1,55 (48,04 - 22,45)^{0,33} \cdot (48,04 - 22,45) \cdot 0,35 = 40,47 \text{ W}$$

$$P_{Z(\text{top})} = 2 (40,73 - 22,45)^{0,33} \cdot (40,73 - 22,45) \cdot 0,084 = 8,01 \text{ W}$$

$$P_{Z(\text{bottom})} = 1,08 (30,7 - 22,45)^{0,33} \cdot (30,7 - 22,45) \cdot 0,084 = 1,50 \text{ W}$$

$$P_{Z(\text{left})} = 1,55 (34,53 - 22,45)^{0,33} \cdot (34,53 - 22,45) \cdot 0,06 = 2,56 \text{ W}$$

$$P_{Z(\text{right})} = 1,55 (33,3 - 22,45)^{0,33} \cdot (33,3 - 22,45) \cdot 0,06 = 2,22 \text{ W}$$

$$\sum P_Z = P_{Z(\text{front})} + P_{Z(\text{back})} + P_{Z(\text{top})} + P_{Z(\text{bottom})} + P_{Z(\text{left})} + P_{Z(\text{right})} = \\ = 112,67 + 40,47 + 8,01 + 1,50 + 2,56 + 2,22 = 167,43 \text{ W}$$

Z čehož lze jednoduše vypočítat sálavá účinnost panelu:

$$\eta = \left(\frac{P - \sum P_Z}{P} \right) \cdot 100 = \left(\frac{300 - 167,43}{300} \right) \cdot 100 = 44,19 \%$$

Podobná série výpočtu platí pro vodorovně položený panel:

Tabulka 3: Naměřené teploty vodorovného panelu ze všech stran (horní stěna) [°C]

U_{okna}	34,8	39,0	35,2	
36,2	68,9 (51,9)	72,4 (52,6)	72,9 (51,3)	35,7
39,5	87,2 (49,5)	91,1 (51,3)	88,1 (52,2)	39,9
34,4	79,8 (46,3)	83,3 (50,1)	78,2 (45,7)	35,6
	35,6	39,5	36,5	

$$P_{Z(front)} = 1,28 (80,21 - 22,45)^{0,33} \cdot (80,21 - 22,45) \cdot 0,35 = 98,68 \text{ W}$$

$$P_{Z(back)} = 2,0 (50,1 - 22,45)^{0,33} \cdot (50,1 - 22,45) \cdot 0,35 = 57,88 \text{ W}$$

$$P_{Z(top)} = 1,55 (36,33 - 22,45)^{0,33} \cdot (36,33 - 22,45) \cdot 0,084 = 4,31 \text{ W}$$

$$P_{Z(bottom)} = 1,55 (37,2 - 22,45)^{0,33} \cdot (37,2 - 22,45) \cdot 0,084 = 4,67 \text{ W}$$

$$P_{Z(left)} = 1,55 (36,7 - 22,45)^{0,33} \cdot (36,7 - 22,45) \cdot 0,06 = 3,19 \text{ W}$$

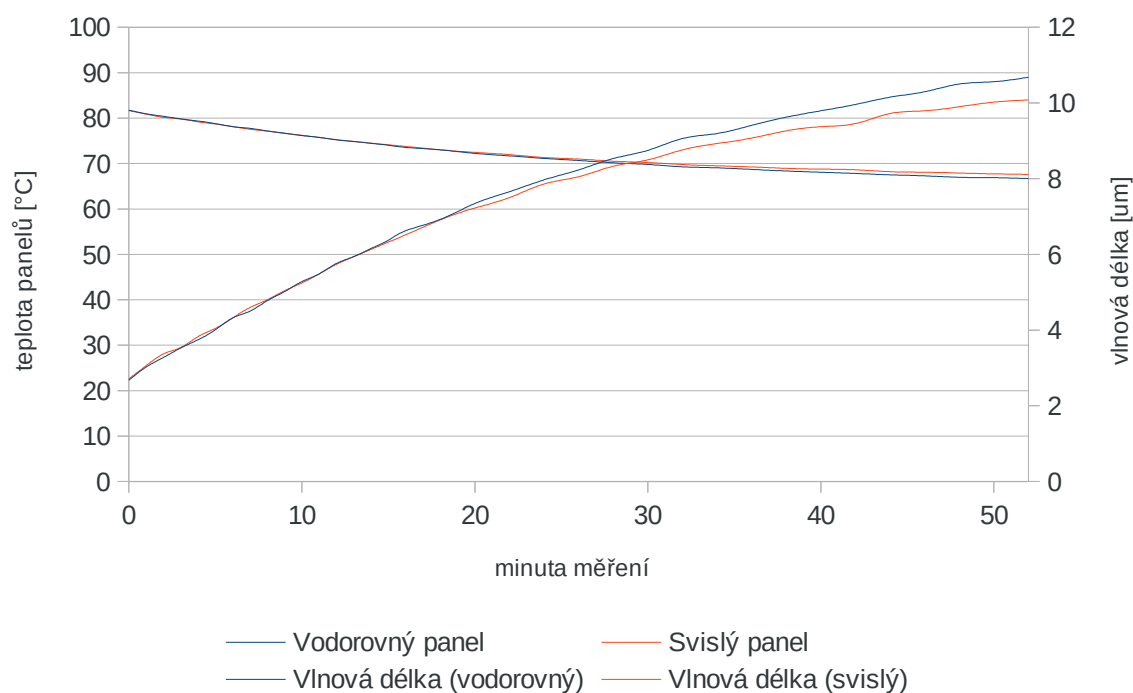
$$P_{Z(right)} = 1,55 (37,07 - 22,45)^{0,33} \cdot (37,07 - 22,45) \cdot 0,06 = 3,30 \text{ W}$$

$$\sum P_Z = P_{Z(front)} + P_{Z(back)} + P_{Z(top)} + P_{Z(bottom)} + P_{Z(left)} + P_{Z(right)} = \\ = 98,68 + 57,88 + 4,31 + 4,67 + 3,19 + 3,30 = 172,03 \text{ W}$$

$$\eta = \left(\frac{P - \sum P_Z}{P} \right) \cdot 100 = \left(\frac{300 - 172,03}{300} \right) \cdot 100 = 42,66 \%$$

Grafy

Oteplovací charakteristiky sálavých panelů



Použité přístroje

- Sálavý panel FENIX 300 W – 207727
- Sálavý panel FENIX 300 W – 207728
- Pyrometr OPTRIS (nastavená emisivita 0,95) – 193510

Závěr

Prvně je důležité přiznat, že ani jeden sálavý panel nebyl omylem připojen k wattmetru. Z toho důvodu je ve výpočtech uvažován příkon 300 W, ačkoliv skutečnost mohla být jiná. Podle vypočtených hodnot mají oba panely sálavou účinnost cca 43% (44,19% svislý a 42,66% vodorovný). Je nutné však zdůraznit, že se jedná o celkovou sálavou účinnost a neznedbatelná část energie je u této konstrukce panelů vyzářena boky a zadním krytem. To považuji za nežádoucí, protože se dá předpokládat, že chceme, aby panel zářil hlavně vyzařovací plochou (a ne do stěny). Z grafů je také patrná odchylka v oteplovacích charakteristikách, kdy se vodorovně položený panel zahříval rychleji. V neposlední řadě je z grafu vidět, že se vlnová délka záření se vzrůstající teplotou zmenšuje, což odpovídá Wienovu posunovacímu zákonu který říká, že čím je těleso teplejší, tím vyzařuje v kratších vlnových délkách.