



Akcia: **PROTOKOL Z MERANÍ A PREVÁDZKY ELEKTRICKÝCH  
VYKUROVACÍCH ZARIADENÍ A=SÁLAVÝ PANEL, B=KONVEKTOR**

Objednávateľ: **QUANTUM ELECTRIC, 03039, м.Київ, ПРОСПЕКТ 40-РІЧЧЯ ЖОВТНЯ, будинок 6, офіс  
309 UKRAINA**

Dodávateľ: **Stavebná fakulta TU v Košiciach, Vysokoškolská č.4,  
040 01 Košice SLOVAKIA**

Dátum merania: **A vzorka 04.05.2015 – 05.05.2015 B vzorka 03.06.2015 – 04.06.2015**

Miesto merania: **Laboratóriá Stavebnej fakulty TU v Košiciach,  
Vysokoškolská č.4, Komora Indoor stand.**

Správa obsahuje: **spolu 10 strán**

Členenie práce :	1 časť	ÚVOD	str. 1
	2 časť	POPIS ZARIADENÍ	str. 2
	3 časť	POPIS MERANIA	str. 4
	4 časť	VYHODNOTENIE MERANIA	str. 7
	5 časť	GRAFICKÉ VÝSTUPY Z MERANÍ	str. 8
	6 časť	ZOZNAM GRAFICKÝCH A TEXTOVÝCH ČASTÍ	str. 12

## ÚVOD

Na základe požiadavky objednávateľa bolo vykonané meranie prevádzkových parametrov elektrických vykurovacích telies A=elektrický sálavý panel vyrobený objednávateľom, B=elektrický konvektor zakúpený v predajnej sieti za účelom porovnania so vzorkou A. Meranie sa uskutočnilo za účasti objednávateľa v priestoroch klimatizovanej komory na Stavebnej fakulte TU v Košiciach.

### A Dodané zariadenia objednávateľom:

a1	A = meraná vzorka <b>elektrický sálavý panel</b> (vyrobený objednávateľom)	1 kus
	B = porovnávacía vzorka <b>elektrický konvektor</b> (zakúpený v predajnej sieti)	1 kus
a2	elektromer na meranie parametrov elektrickej energie a spotrebovanej elektrickej energie. (PM300)	1 kus

### B Použité zariadenia dodávateľa:

b1	komora Indoor stand = miesto merania	1 kus
b2	meracia centrála s meracími snímačmi(ALMEMO 5690-2M)	1 kus
	a. teploměry vzduchu (termočlánky T190-0)	5 kus
	b. teploty povrchu konvektora (T190-0)	10 kus
	c. teplota + vlhkosť vzduchu (FHA646R)	1 kus
b3	počítač s radiacím programom	1 kus
b4	ventilátor	1 kus

**POPIS ZARIADENÍ**

**a1 A = ELEKTRICKÝ SÁLAVÝ PANEL (VYROBENÝ OBJEDNÁVATEĽOM)**

- A) elektrický sálavý panel je tvorený dvomi keramickými platňami. Medzi platňami sa nachádza odporový drôt ktorý sa pôsobením elektrickej energie nahrieva a odovzdáva teplo do keramických platní vedením (kondukciou). Nahriate keramické platne odovzdávajú teplo do priestoru prúdením (konvekciou) a žiarením (radiáciou).
- B) Rozmer keramického sálavého panela je 600 x 600 x 30 mm.
- C) Elektrický príkon po zapnutí sálavého panela = 350 W, 230 V, 1.5 A
- D) Povrchová teplota sa počas merania zvyšuje = výsledky merania



Obr.č.1A – elektrický sálavý panel = meraná vzorka 600x600x30 mm.

**B = ELEKTRICKÝ KONVEKTOR (ZAKÚPENÝ V BEŽNEJ PREDAJNEJ SIETI)**

- A) elektrický konvektor je tvorený odporovým drôtom a plechovým krytom. Odporový drôt je navinutý na keramickom nosnom jadre. Drôt sa pôsobením elektrickej energie nahrieva a odovzdáva teplo do priestoru prúdením (konvekciou).
- B) Rozmery konvektora sú je 102 x 295 x 250 mm.
- C) Elektrický príkon po zapnutí konvektora = 379 W, 230 V, 1.57 A
- D) Povrchová teplota sa počas merania zvyšuje = výsledky merania



Obr.č.1B – elektrický konvektor = porovnávacía vzorka 102x295x250 mm.

### a2 ELEKTROMER

Elektromer má za úlohu zaznamenávať hodnoty elektrickej energie počas merania

- A) napätie v elektrickej sieti (V)
- B) odoberaný prúd (A)
- C) odoberaný elektrický výkon (W)
- D) odobratá elektrická energia za jednotku času (kWh)
- E) čas merania (min)



Obr.č.2 – elektromer PM300 s možnosťou odpočtu a zmeny meracích veličín

### b1 KOMORA Indoor stand

Zariadenie (skúšobná komora) tvorené dvomi samostatnými komorami ktoré sú vzájomne spojené jednou spoločnou stenou. Každá časť je samostatne programovateľná a je schopná zabezpečiť v skúmanom priestore požadovanú teplotu a vlhkosť vzduchu. Rozsah teplôt je  $-30$  až  $+120^{\circ}\text{C}$ . Rozsah riadenej vlhkosti od 5% až po 85%. Okolie komory ktorá sa nachádza v interiéri laboratórnych priestorov bolo v čase merania  $18^{\circ}\text{C}$ . Vnútorne rozmery priestoru komory kde prebiehali merania sú:  $2,0 \times 3,5 \times 2,2$  m. Objem priestoru merania je rovný  $15,5$  m<sup>3</sup>.



Obr.č.3 – pohľad na komoru Indoor stand s meracou centrálou

**b2 MERACIA CENTRÁLA**

Meracia centrála (ALMEMO 5690-2M) je zariadenie na zber dát z pripojených snímačov. Typ pripojených snímačov určuje aj počet pripojovacích miest. V našom prípade boli pripojené snímače teplôt (termočlánky T190-0) v počte 15 kusov a snímač vlhkosti a teploty vzduchu (FHA646R).



Obr.č.4 – meracia centrála detail a pohľad na pripojenú centrálu v systéme merania s riadiacim počítačom so zápisom dát.



Obr.č.5 – termočlánok a snímač relatívnej vlhkosti a teploty

**POPIS MERANIA**

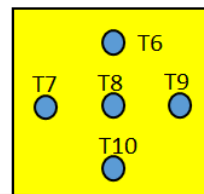
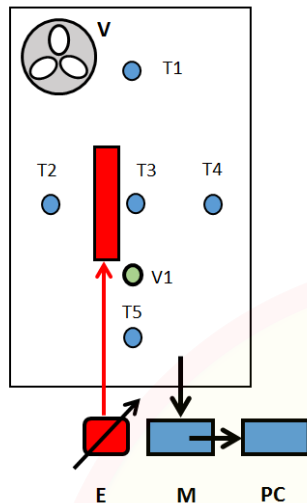
Meranie prebiehalo v nasledujúcich bodoch:

- 1 **Osadenie vzorky** do priestoru komory na podlahu vo vertikálnej polohe, osadenie ventilátora na premiešanie vzduchu v komore.
  - a. osadenie snímačov teploty vzduchu 5 kusov
  - b. osadenie snímača relatívnej vlhkosti vzduchu a teploty vzduchu
  - c. osadenie snímačov povrchovej teploty meranej vzorky 10 kusov
- 2 **Stabilizácia** komory Indoor stand na
  - a. teplotu vzduchu  $t_v=20^{\circ}\text{C}$ ,
  - b. relatívnu vlhkosť vzduchu  $\varphi=60\%$ .
  - c. Čas stabilizácie je rovný cca 2 hodiny.
  - d. Meraná vzorka (konvektor) je zapnutá po cca 1,0 hodiny od začiatku stabilizácie komory. Keď priemerná teplota povrchu vzorky A dosiahla  $55^{\circ}\text{C}$ , spustilo sa samotné meranie.
- 3 **Meranie - ohrev**
  - a. Vypnutie komory Indoor stand (ďalšie zmeny teploty a vlhkosti v komore sú spôsobené len činnosťou meranej vzorky a tepelných strát cez steny komory)
  - b. Spustenie zápisu meraných veličín (teploty, vlhkosť) v intervale 1 minúta = 17 veličín
  - c. Spustenie merania elektrickej energie
  - d. Meranie prebieha po dobu 3 hodín = 180 minút.
  - e. Počas merania sa ventilátorom homogenizoval vzduch v komore premiešaním. Zapnutie ventilátora bolo v minúte 70 a v minúte 140. Dĺžka činnosti ventilátora po zapnutí 30 sek.

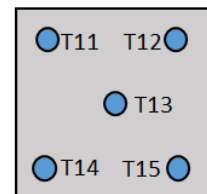


#### 4 Chladnutie

- a. Vypnutie meranej vzorky (konvektora) po uplynutí času merania 180 min. Nastáva chladnutie konvektora po dobu až sa teplota konvektora a teplota vzduchu v komore vyrovnajú. Chladnutie prebiehalo po dobu 90 min.



A - predná strana



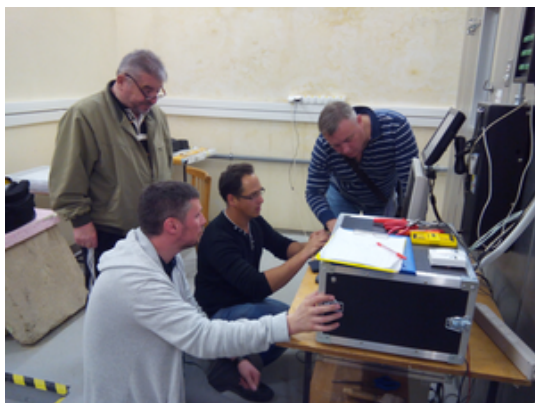
B - zadná strana

Obr.č.6 – schéma merania  
pôdorysný náčrt

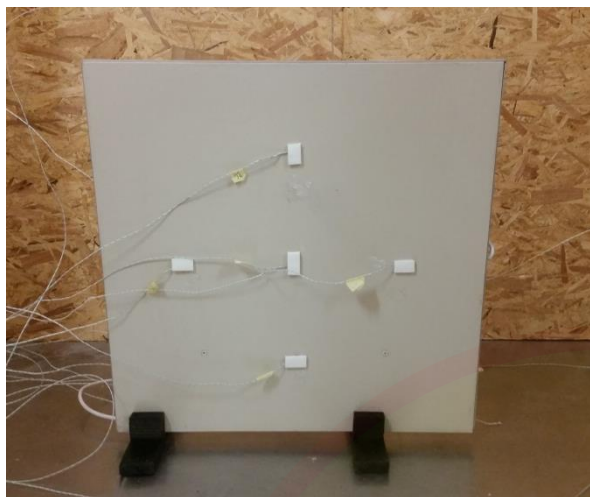
Obr.č.7 – poloha snímačov teploty na skúšobnej  
vzorke, A spredu, B zozadu

Popis značiek na obrázkoch č.6 a č.7

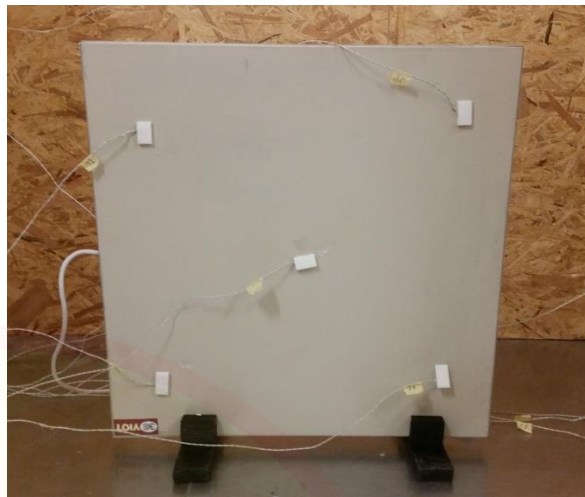
- T1 – T5 = snímače teploty vzduchu v komore
- T6 – T10 = snímače teploty povrchu panela na prednej strane
- T11 – T15 = snímače teploty panela na zadnej strane
- V1 = snímač teploty vzduchu a relatívnej vlhkosti v komore
- M = meracia centrála
- PC = počítač na zber dát a vyhodnotenie
- E = elektromer
- V = ventilátor



Obr.č.8,9 – obrázok z priebehu merania



Obr.č.10 – osadenie teplomerov  
predná strana



Obr.č.11 – osadenie teplomerov  
zadná strana





## VYHODNOTENIE MERANIA

### 1 NÁRAST TEPLoty NA POVRCHU KONVEKTORA

Teplota povrchu sáľavého panelu/konvektora je hodnota ktorá má vplyv na jeho výkon. Na povrch sáľavého panelu „A“ boli pripevnené snímače na čelnej strane 5 kusov (čísla snímačov T6 až T10) podľa obrázka č.7a, a obr.č.10. Na zadnej strane konvektora 5 kusov snímačov (čísla snímačov T11 až T15) podľa obrázka č.7b, a obr.č.11. Pribeh teplôt (hodnoty boli spriemerované) sú uvedené na obr.č.12 a v tabuľke č.1A. Štartovacia priemerná teplota konvektora po predchádzajúcej stabilizácii bola 52,8 °C. Maximálna priemerná teplota povrchov po 180 minútach dosiahla hodnotu 69,1 °C.

Na povrch konvektora „B“ boli pripevnené 3 kusy snímačov teploty. V tabuľke č.1B sú uvedené namerané hodnoty.

### 2 PRIEBEH TEPLoty V KOMORE

Sledovanou veličinou bola teplota vzduchu v priestore komory meraná snímačmi. Výška umiestnenia snímačov 1,2 m nad podlahou. Poloha snímačov je zobrazená na obrázku č.6. Počas merania je teplota vzduchu nehomogénna vzhľadom na pohyb vyvolaný prúdením nad konvektorom. Počas merania sa preto spúšťal ventilátor ktorý zabezpečil premiešanie vzduchu. Spínanie ventilátora bolo v čase 70 min a 140 minút od počiatku merania po dobu 30 sekúnd.

Výsledný pribeh teploty vzduchu je zobrazený na obr.č.12 a popísaný v tabuľke č.1A. a č.1B. Kvôli prehľadnosti sa do grafu vyniesla priemerná teplota z 5 meraných snímačov. Počiatočná priemerná teplota vzduchu bola 20,38 °C, koncová teplota vzduchu 28,6 °C.

### 3 PRIEBEH VLHKOSTI VZDUCHU V KOMORE

Ohrevom sa znížila relatívna vlhkosť vzduchu. Absolútna vlhkosť ostala konštantná. Vzduch v komore bol len cirkulovaný a ohrievaný. Nenastal žiadny prísun, alebo úbytok vlhkosti. Hodnota vlhkosti je potrebná pre výpočet entalpie vzduchu (energie ktorú vzduch pohltí počas ohrevu). Počiatočný stav vlhkosti bol  $\varphi=61,5\%$  po skončení ohrevu relatívna vlhkosť poklesla na  $\varphi=49,7\%$ . Pribeh vlhkosti je na obr.č.12 a v tabuľke č.1.A a č.1B.

### 4 SPOTREBOVANÁ ELEKTRICKÁ ENERGIA

Pre energetickú bilanciu je potrebné poznať dodané množstvo elektrickej energie. Meranie sa realizovalo elektromerom obr.č.2, kde boli merané veličiny Napätie (V), Prúd (A), Výkon (W), dodaná energia (Wh). Namerané údaje sú popísané v tabuľke č.1.A. a č.1B. Pre popis priebehu merania sú zaznamenávané úseky s intervalom 60 minút kde je rozhodujúca dodaná elektrická energia.

### 5 POROVNANIE S KONVEKTOROM KLASICKEJ KONŠTRUKCIE A ROVNAKÝM ELEKTRICKÝM PRÍKONOM

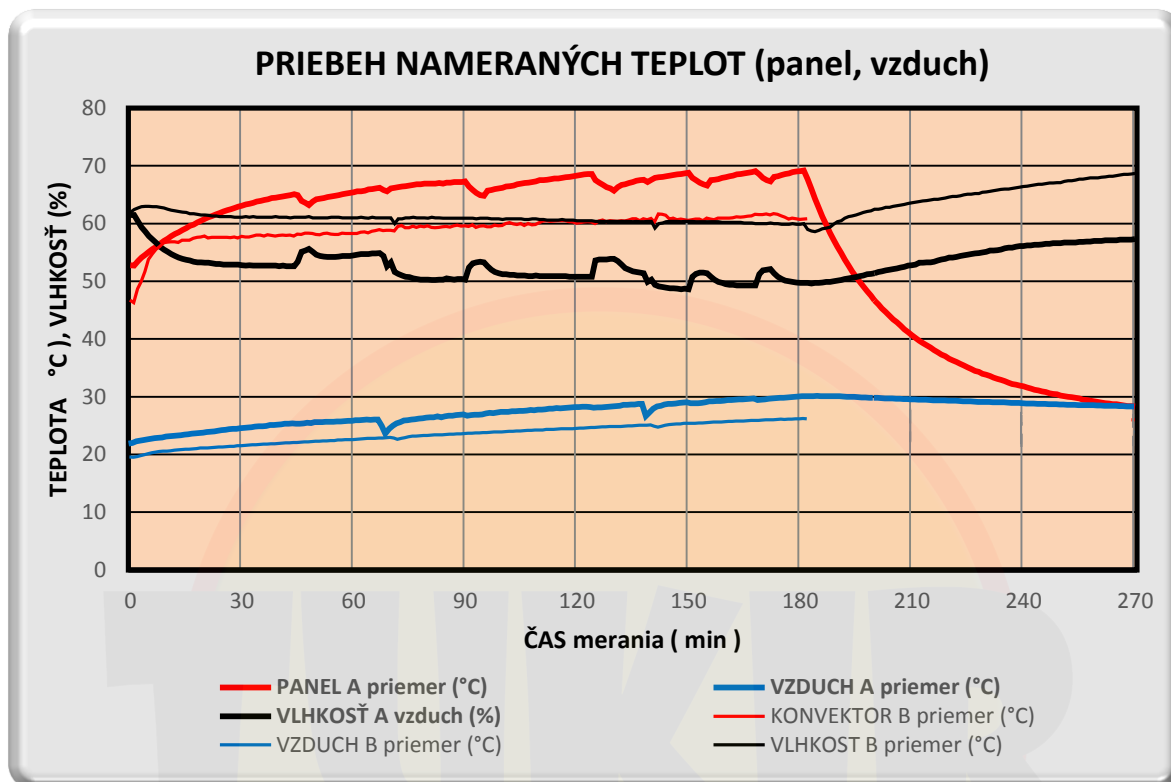
Meranie je experimentálne ktoré má dokázať účinok elektrického konvektora pri vykurovaní (premene elektrickej energie na teplo).

Meraná vzorka „A“ s príkonom 330 W spotrebovala energiu 990 Wh a teplotu v komore zvýšila na hodnotu = 28,56 °C.

Meraná vzorka „B“ s príkonom 379 W spotrebovala energiu 1090 Wh a teplotu v komore zvýšila na hodnotu = 27,2 °C.

Porovnaním nameraných hodnôt je možné deklarovať že dosiahnuté výsledky sú v prípade vzorky „A“ = sáľavý elektrický panel priaznivejšie ako v prípade vzorky „B“ = elektrický konvektor.

GRAFICKÉ VÝSTUPY Z MERANÍ



Obr.č.12 – priebeh nameraných hodnôt teploty a relatívnej vlhkosti (teploty sú priemerné)

Tab.č.1A – výsledky meraní A = SALAVY PANEL

**A = SALAVY PANEL**

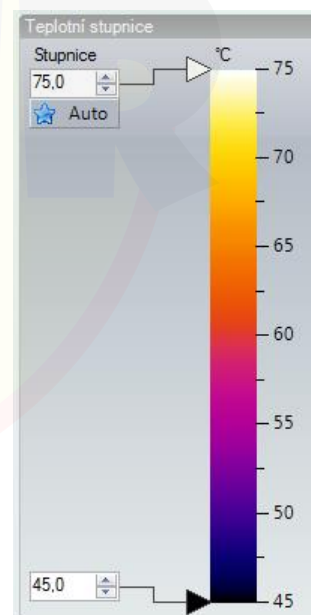
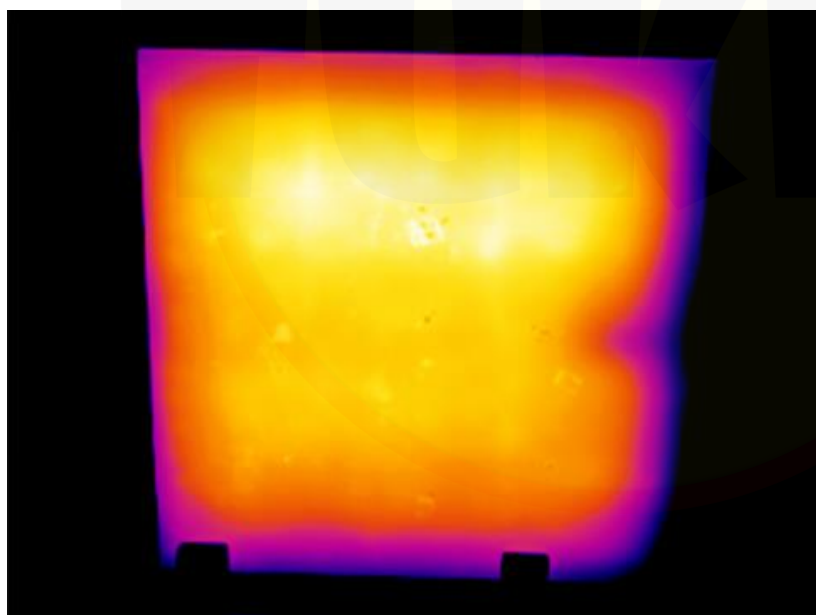
MERANÉ VELIČINY			STABILIZÁCIA		MERANIE				CHLADNUTIE		
			START	STOP	START		STOP		START	STOP	
	ČAS	min	-60	0	0	60	120	180	180	240	270
TEPLOTA	PANEL	(°C)	20	52,8	52,8	65,4	68,3	69,1	69,1	31,8	28,3
	VZDUCH	(°C)	20	20,38	20,38	24,34	26,7	28,56	28,56	27,36	26,8
VLHKOSŤ	VZDUCH	%	61,5	61,5	61,5	54,5	50,8	49,7	49,7	56,1	57,3
ELEKTRINA	NAPÄTIE	V	221	224	224	225	226	227	0	0	0
	PRÚD	A	1,45	1,45	1,45	1,46	1,46	1,48	0	0	0
	VÝKON	W	325	324	324	327	330	333	0	0	0
	ENERGIA	Wh	0	298	0	332	322	335	0	0	0
ENERGIA	0 - 60 min	Wh				332					
ENERGIA	0 - 120 min	Wh					654				
ENERGIA	0 - 180 min	Wh						990			



Tab.č.1B – výsledky meraní B = KONVEKTOR

**B = KONVEKTOR**

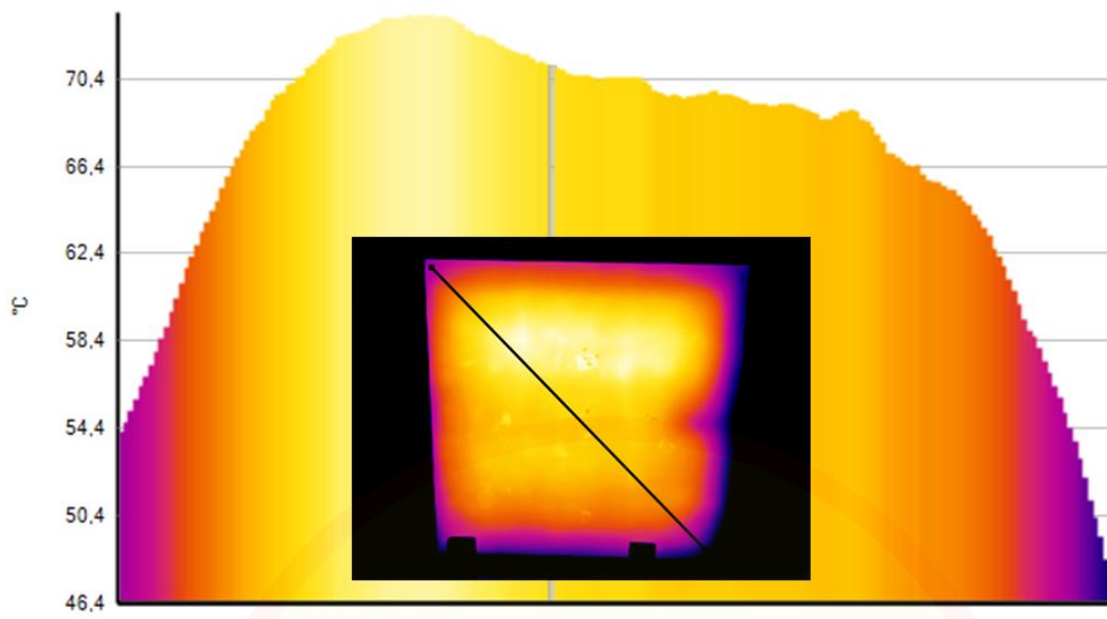
MERANÉ VELIČINY			STABILIZÁCIA		MERANIE				CHLADNUTIE		
			START	STOP	START		STOP		START	STOP	
ČAS	min		-60	0	0	60	120	180	180	240	270
TEPLOTA	PANEL	(°C)	20,4	45,1	45,1	56,7	58,4	59,1	59,1	24,6	24,4
	VZDUCH	(°C)	20,2	20,6	20,6	23,6	25,6	27,2	27,2	25,3	24,9
VLHKOSŤ	VZDUCH	%	62,9	61,9	61,9	61,0	60,5	59,9	59,9	66,4	68,7
ELEKTRINA	NAPÄTIE	V	225	224	225	224	224	224	0	0	0
	PRÚD	A	1,57	1,56	1,57	1,55	1,56	1,57	0	0	0
	VÝKON	W	379	375	379	363	363	379	0	0	0
	ENERGIA	Wh	0	372	0	363	365	362	0	0	0
ENERGIA	0 - 60 min	Wh			363						
ENERGIA	0 - 120 min	Wh					728				
ENERGIA	0 - 180 min	Wh							1090		



Obr.č.13 – termovízny snímok priebehu teplôt na povrchu panela po 60 minútach prevádzky a teplote okolia 20 °C. Vpravo je zobrazená teplotná stupnica v rozsahu 45 až 75°C.

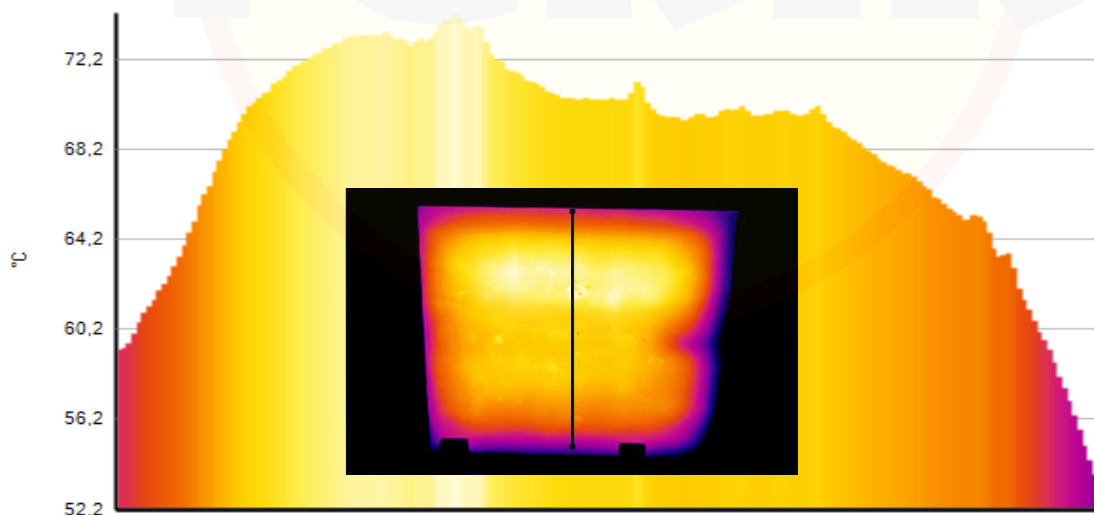
$$\begin{array}{l} \Delta = 1.58^{\circ}\text{C} > +25\% \\ \Delta W = 100\text{W} < +10\% \end{array} \quad \left| \quad +35\% \right.$$

Minimum: 46,5 °C Maximum: 73,4 °C Průměrná hodnota: 67,0 °C

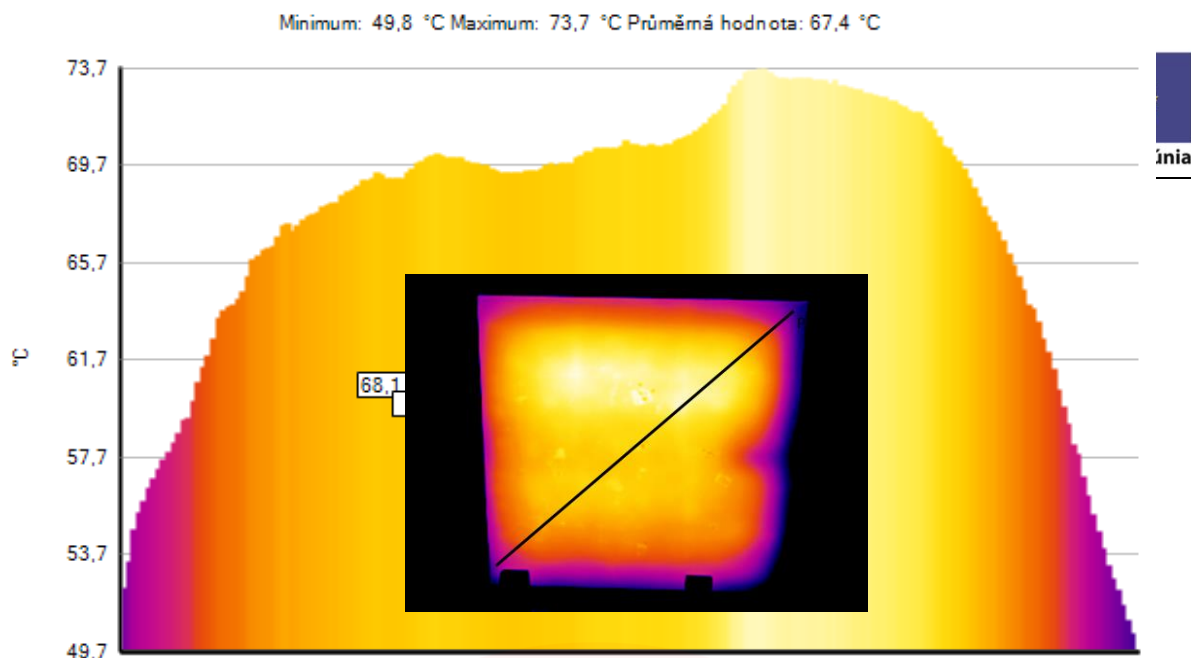


Obr.č.14 – termovízny snímok priebehu teplôt na povrchu panela po 60 minútach prevádzky a teplote okolia 20 °C. Teplotný profil panela po uhlopriečke zľava zhora smerom doprava dole. Minimálna teplota na okraji panela = 46,5°C, maximálna teplota = 73,4°C, priemerná teplota po zvolenej uhlopriečke = 67,0°C.

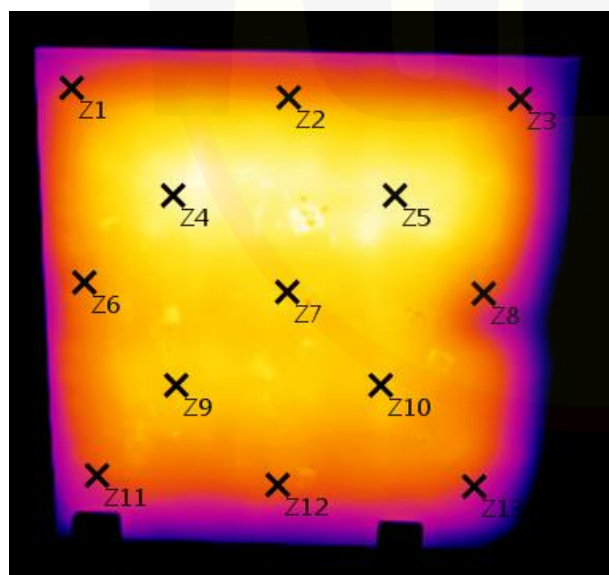
Minimum: 52,3 °C Maximum: 74,2 °C Průměrná hodnota: 68,2 °C



Obr.č.15 – termovízny snímok priebehu teplôt na povrchu panela po 60 minútach prevádzky a teplote okolia 20 °C. Teplotný profil panela po zvislej osi zhora smerom dole. Minimálna teplota na okraji panela = 52,3°C, maximálna teplota = 74,2°C, priemerná teplota po zvolenej osi = 68,2°C.



Obr.č.16 – termovízny snímok priebehu teplôt na povrchu panela po 60 minútach prevádzky a teplote okolia 20 °C. Teplotný profil panela po uhlopriečke zľava zdola smerom doprava hore. Minimálna teplota na okraji panela = 49,8°C, maximálna teplota = 73,7°C, priemerná teplota po zvolenej uhlopriečke = 67,4°C.



Č.	Teplota [°C]	Emisivita
Z1	60,3	0,93
Z2	65,8	0,93
Z3	59,0	0,93
Z4	73,2	0,93
Z5	73,1	0,93
Z6	64,6	0,93
Z7	70,5	0,93
Z8	61,9	0,93
Z9	69,2	0,93
Z10	69,0	0,93
Z11	60,1	0,93
Z12	62,8	0,93
Z13	58,7	0,93
<b>PRIEMER</b>	<b>65,2</b>	

Obr.č.17 – termovízny snímok rozloženia teplôt v charakteristických bodoch na povrchu panela po 60 minútach prevádzky a teplote okolia 20°C.



ZOZNAM GRAFICKÝCH A TEXTOVÝCH ČASTÍ

Počet obrázkov : 18

Počet tabuliek : 2

Počet strán textu : 12



V Košiciach 25.06.2015

Ing. František Vranay, PhD.  
Stavebná fakulta  
TECHNICKÁ UNIVERZITA v Košiciach  
SLOVAKIA

TUKIIR