

## **Analýza vnútornej klímy 2. a 3. marca 2015 v Amersfoorte, Holandsko Testovacie miestnosti a meracia zostava**

### **Umiestnenie a skúšobné miestnosti**

Išlo o bytové jednotky v domove dôchodcov na Diamantweg v Amersfoorte. Jednotky pozostávajú z 2 izieb, chodby a kúpeľne/WC. Sú rovnako veľké a rovnako zariadené: Okná, dvere, obklady, obloženie, príslušenstvo - všetko rovnaké; rozmerové odchýlky v rozsahu milimetrov. Testovacia miestnosť bola menšia miestnosť zo susedných jednotiek G20 a G22 na 6. poschodí. To znamená, že naľavo a napravo od skúšobných miestností na neobsadenom poschodí bola prázdna miestnosť. Nad OG6 sa nachádza okrajové podlažie plochej šikmej strechy (plazivka). Vzhľadom na spôsob výstavby je totožná aj orientácia skúšobných miestností a ich obvodových plôch. V oboch skúšobných miestnostiach sa zatiahnutými závesmi znížil vplyv zriedkavo prenikajúceho slnka na skúšobné miestnosti orientované na východ. Pozri prílohu 1 Geometria miestnosti.

V protokoloch znamená:

MR1 Meracia miestnosť 1 G22 Disperzná  
farba MR2 meracia miestnosť 2 G20  
ThermoShield

### **Východiskové hodnoty a okolité podmienky**

Počasie bolo v obidva dni rovnaké: počiatkový slnečný svit od 9.30 hod. zatienila narastajúca oblačnosť a začali padať prehánky rôznej intenzity. Vonkajšia teplota dňa 02.03.2015 okolo 9.15 hod. bola 10,7 °C a 3. marca 2015 okolo 9:15 hod. 6,9 °C (cez noc min. 2,9 °C). Vplyv vonkajších podmienok na obe testovacie miestnosti bol teda takmer rovnaký, závesy boli v oboch prípadoch zatiahnuté.

Série meraní sa vždy začínajú nulovým meraním, ktoré určuje počiatkové hodnoty príslušného meracieho priestoru. Podrobnosti nájdete v prílohe 2 Časový záznam.

### **Meracie zariadenia**

- Analyzátor vnútornej klímy MS 01A od Prof. Dr.-Ing. Marx pozri prílohu 3 Analyzátor vnútornej klímy
- Termokamera Fluke TiR 105  
nastavené pomocou c 0,95 a teplotou pozadia 18 °C  
<http://www.fluke.com/fluke/dede/Warmebildkamera/TiR105.htm?PfD=74967>
- Voltcraft Energy Check 3000  
na meranie absorpcie energie IR panelov
- Teploměr BT20 od spoločnosti Trotec

### **Účinkujúci**

Prof. Dr. Peter Marx, MX Elektronik / Beuth University of Applied Sciences Berlin Dipl.-Ing. Matthias G. Bumann, DIMaGB, Berlín

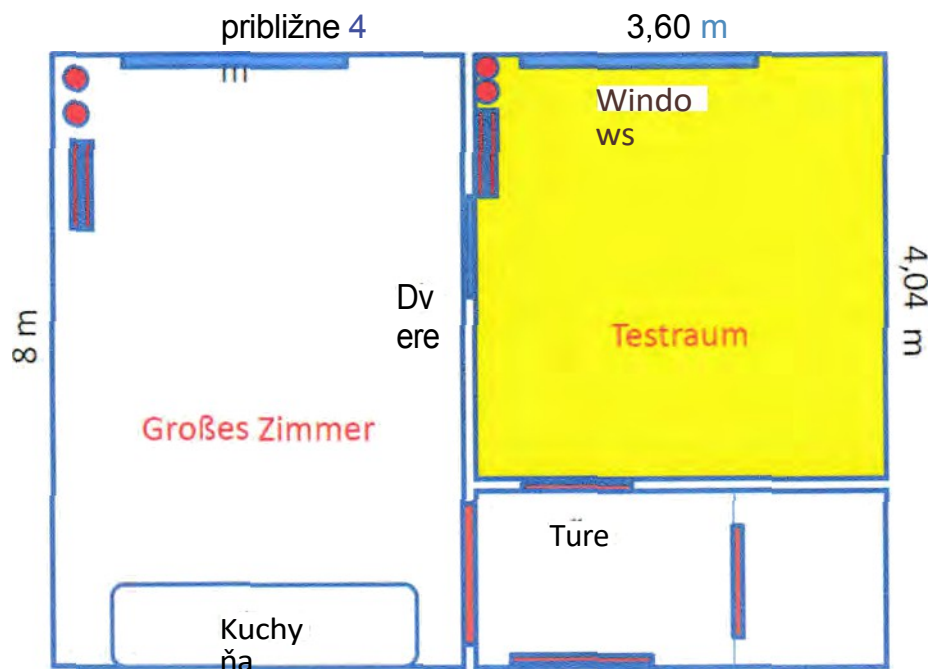
### **Analýzy**

Analýza klímy v miestnosti 150303 Vykurovanie HL RK (ventilátorový ohrievač, klíma v miestnosti) Analýza klímy v miestnosti 150303 Vykurovanie IR RK (infračervený ohrievač, klíma v miestnosti) Analýza klímy v miestnosti 150303 Vykurovanie IR WOT (infračervený ohrievač, povrchová teplota steny) Analýza klímy v miestnosti 150303 Vlhkosť 500 a 150 ml (reakcia na vodnú hmlu)

  
Prof. Dr. P. Marx

  
Dipl.-Ing.  
Matthias G. Bumann  
1604

## Dodatok 1: Geometria miestnosti



Náčrt obytnej jednotky so skúšobnou miestnosťou a susednými miestnosťami (b.d.)  
 Ľahké priečky sú vyrobené zo sadrokartónu, inak sú pevné.

Šírka miestnosti	3,60 m
Hĺbka miestnosti	4,04 m
Výška miestnosti	2,60 m
Rozsah pôsobnosti	15,28 m
Podlahová plocha	14,54 m*
Hrubá plocha steny	39,73 m <sup>2</sup>
Hrubá plocha obálky	68,82 m*
Windows	2,40 2,60 6,24 m'
Posuvné dvere	1,10 2,22
Otáčavé dvere	1,10 2,16 2,38 m <sup>2</sup>
Stropný panel	0,60 1,20 0,72 m*
Radiátory	0,46 0,91 0,42 m <sup>2</sup>
Odvodňovacia plocha - 12	,20 m <sup>2</sup>
Efektívna plocha	42,08 m <sup>2</sup>
Čistá plocha steny	28,25 m'
Čistá plocha stropu	13,82 m*
F W+D net	42,08 m <sup>2</sup>
Vzťah	61,14 P
Objem miestnosti	37,81 m <sup>3</sup>

Výpočtová tabuľka pre geometriu miestnosti

## Príloha 2: Časový záznam

02.03.2015	09:10			Začiatok merania deň 1	
02.03.2015	09:50	MR1	Farba	Nulové meranie	
02.03.2015	11:27	MR1	Farba	Správanie pri vykurovaní	HL 3kW 15 min.
02.03.2015	15:11	MR1	Farba	Nulové meranie	
02.03.2015	15:12	MR1	Farba	Reakcia na vlhkosť	0,5 l v rozprašovači
02.03.2015	10:55	MR2	TS-I	Nulové meranie	
02.03.2015	11:27	MR2	TS-I	Správanie pri vykurovaní	HL 3kW 15 min.
02.03.2015	15:40	MR2	TS-I	Nulové meranie	
02.03.2015	15:55	MR2	TS-I	Reakcia na vlhkosť	0,5 l v rozprašovači
02.03.2015	16:15			Koniec dňa merania 1	
OZ.ŘE.1015	08:50			Začiatok	
03/03/2015				merania deň 2	
	MR1 09:38	MR1	Farba	Nulové meranie	
03.03.2015	10:00	MR1	Farba	Správanie pri vykurovaní	IR 15 min. M-f
03.03.2015	10:15	MR1	Farba	Správanie pri vykurovaní	IR 30 min. M-f
03.03.2015	10:48	MR2	TS-I	Nulové meranie	
03.03.2015	11:10	MR2	TS-I	Správanie pri vykurovaní	IR 15 min. M-f
03.03.2015	11:25	MR2	TS-I	Správanie pri vykurovaní	IR 30 min. M-f
03.03.2015	12:35	MR1	Farba	Nulové meranie	
03.03.2015	12:55	MR1	Farba	Správanie pri vykurovaní	IR 15 min. M-a
03.03.2015	13:10	MR1	Farba	Správanie pri vykurovaní	IR 30 min. M-a
03.03.2015	13:58	MR2	TS-I	Nulové meranie	
03.03.2015	14:20	MR2	TS-I	Správanie pri vykurovaní	IR 15 min. M-a
03.03.2015	14:35	MR2	TS-I	Správanie pri vykurovaní	IR 30 min. M-a
03.03.2015	15:05	MR1	Colour	Nulové meranie MR1, farba MR2, TS-I HL 0,5 l v rozprašovači IR M-f M-a Fluke	
03.03.2015	15:30	MR2	TS-I		
03.03.2015	16:15	MR1	Colour		
03.03.2015	16:22	MR1	Colour		
03.03.2015	16:29	MR2	TS-I		
03.03.2015	16:38	MR2	TS-I		
03.03.2015	17:05				

Legende:

T  
e  
p  
l  
o  
t  
a

vrchu steny IR 20 min.  
Reakcia na vlhkosť 0,15 l  
rozprašované Nulové meranie  
Vlhkostná reakcia 0,15 l  
rozprašované Koniec dňa  
merania 2

p  
o  
v  
r  
c  
h  
u  
  
s  
t  
e  
n  
y

Určenie východiskových  
hodnôt Meracia miestnosť 1,  
disperzná farba  
Meracia miestnosť 2, vnútorný ventilátorový  
ohrievač ThermoShield, elektrický  
Objem vody s rozprašovačom  
IR stropný panel  
Meracia hlava voľne stojaca  
Meracia hlava tienená  
Vfötmekbildkamera Fluke

I  
R

2  
0

m  
i  
n  
.

F  
l  
u  
k  
e

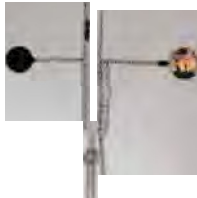
T  
e  
p  
l  
o  
t  
a

p  
o

### Príloha 3: Analyzátor klímy v miestnosti

Použil sa analyzátor priestorovej klímy MS 01A, o ktorom sa už písalo v odbornom časopise "Heizung - Lüftung - Haustechnik" 26 (1975) N. 9, s. 317-321 [1].

Prístroj rýchlo a presne meria zložky vnútornej klímy dôležité na posúdenie tepelnej klímy v interiéri - teplotu vzduchu, relatívnu vlhkosť, teplotu infračerveného žiarenia (priemerná teplota povrchov v okolí miestnosti), pohyb vzduchu a vnímanú teplotu - v priebehu niekoľkých minút a prehľadne ich zobrazuje a dokumentuje pomocou špeciálneho nomogramu. Analyzátor vnútornej klímy MS 01A bol vyvinutý v spolupráci so Spolkovým úradom pre zdravie v Berlíne.



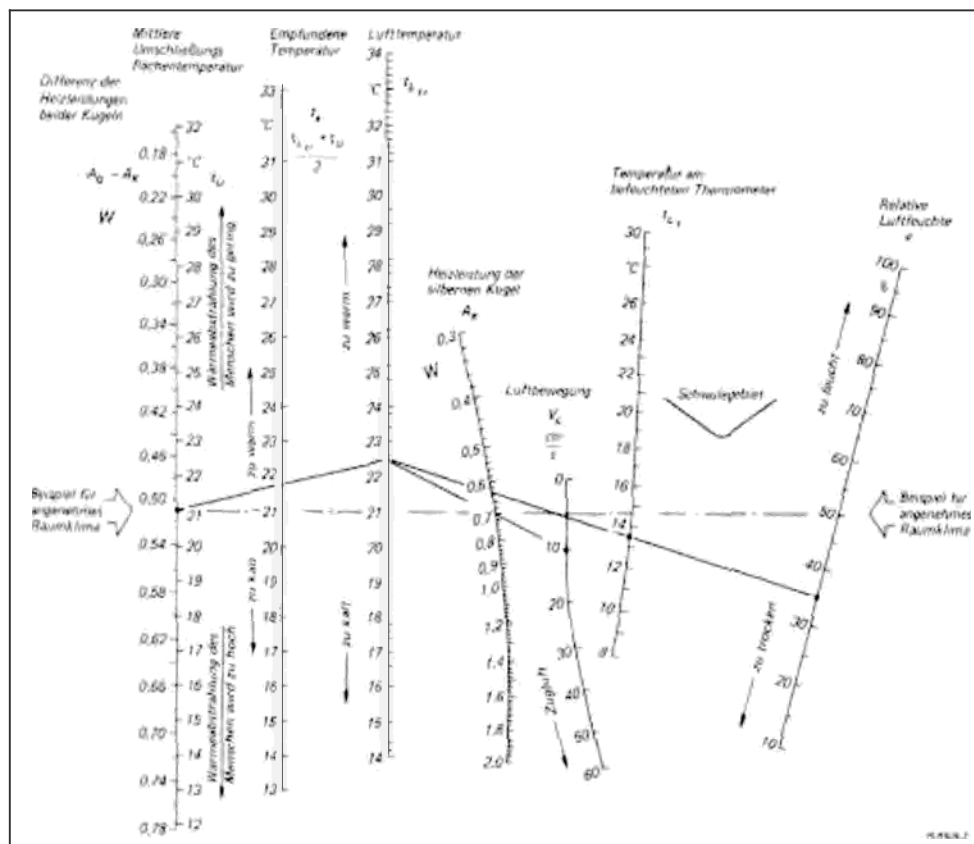
Meracia hlava sa skladá z dvoch termistorových snímačov na meranie teploty vzduchu (suchého a vlhkého) a dvoch meracích guľôčok na zisťovanie ochladzovania konvekciou a tepelným žiarením. Meracia a riadiaca elektronika zahŕňa meracie a riadiace zosilňovače, zobrazovací prístroj triedy 0,5 a elektronicky riadený napájací zdroj.



Relatívna vlhkosť sa určuje pomocou psychrometrického rozdielu. Priemerná teplota povrchov krytu miestnosti sa určuje súčasným meraním ochladzovania pomocou

konvekcia (pozlátená meracia guľa) a chladenie konvekciou a žiarením (čierna meracia guľa}. Pohyb vzduchu je výsledkom konvekčného ochladzovania pozlátenej gule a teploty vzduchu.

Analyzátor vnútornej klímy MS 01A sa používa od polovice 70. rokov 20. storočia na vykonávanie analýz vnútornej klímy s cieľom spoľahlivo posúdiť a optimálne vyriešiť problémy v oblasti energetiky, hygieny práce a bývania. Prístroj si zakúpili a používajú mnohé vládne inštitúcie a ústavy.



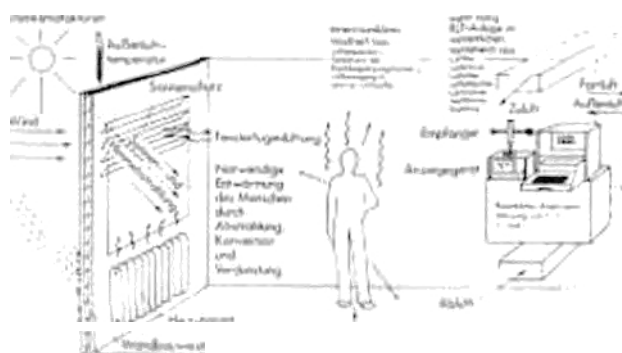
Obrázok 1: Nomogram pre meranie z [1]

Vedecky uznávaná metóda merania a hodnotenia znázornená nomogramom zaznamenáva ovplyvňujúce premenné konvekcie a vlhkosti, pričom v centre analýzy sú ľudia. V konečnom dôsledku nejde len o to, aby sa budova v zime ochladzovala. teplé" a "chladné" v lete, ale cieľom by malo byť zachovanie komfortu počas celého roka.

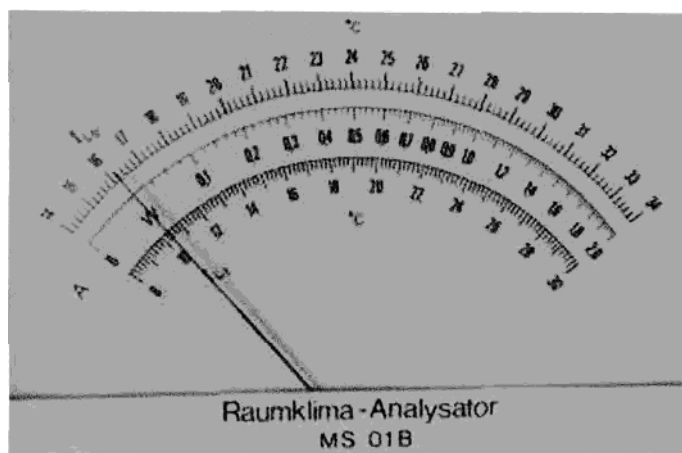
$\frac{1}{f} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2} + \dots$

→

Bloková schéma analyzátoru klímy v miestnosti



Človek v klíme uzavretého priestoru



Zobrazovacia jednotka analyzátoru klímy v miestnosti

#### Príloha 4: Dokumentácia, protokoly



Boli vypracované protokoly o procese a vyhotovená fotodokumentácia.

Faksimile správy o meraní a príslušného nomogramu.

# **Analýza vnútornej klímy dňa 02.03.2015 v Amersfoort, NL** **Porovnanie správania sa pri vykurovaní pomocou ventilátorov v rovnakých miestnostiach** **Porovnanie zmeny hodnôt klímy v miestnosti**

Meranie sa uskutočnilo v rovnakých miestnostiach (pozri prílohu Miestnosti na meranie). Rozdiel bol v povrchovej úprave stien a stropu: emulzná farba vs, ThermoShield Interior, zmena klimatických parametrov miestnosti sa merala analyzátorom priestorovej klímy po procese vykurovania.

Experimentálne usporiadanie:

Príkon ohrievača s ventilátorom bol 2,88 kW (menovitá hodnota 3 kW). Pri plnom výkone bol v prevádzke vždy 15 minút. To znamená, že do meracej miestnosti sa zakaždým dodalo 0,72 kWh tepelnej energie.

Výsledok:

Teplota suchého a vlhkého vzduchu sa v miestnosti ThermoShield zvyšuje viac.

Teplota obklopujúceho povrchu a senzorická teplota sa v miestnosti ThermoShield zvyšuje viac.

Relatívna vlhkosť sa v miestnosti ThermoShield znižuje o 5 % viac.

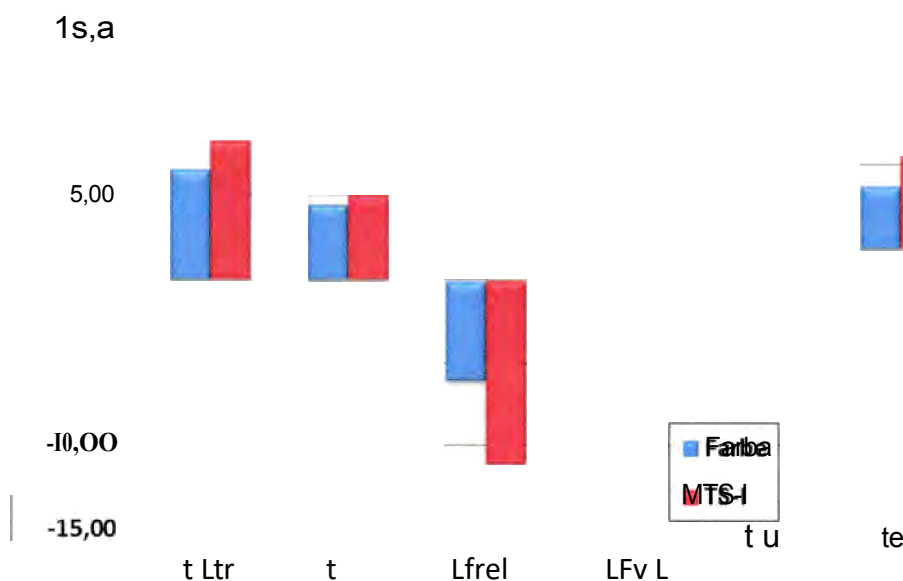
Pohyb vzduchu sa zvyšuje vo farebnej miestnosti a mierne sa znižuje v miestnosti ThermoShield.

Záver: Tepelná pohoda sa v miestnosti ThermoShield dosahuje rýchlejšie.

Naopak, porovnateľná úroveň komfortu sa v miestnosti ThermoShield dosahuje s menším príkonom energie, pretože vykurovanie je lepšie.

	pred	po	A	pred	po	A		pred	po	A
	Farba	Farba	Farba	TS-I	TS-I	TS-I		Farba	TS-I	
t Ltr	16,80	23,40	6,60	16,30	24,60	8,30	A t Ltr	6,60	8,30	
t Lf	11,10	15,60	4,50	11,20	16,20	5,IXI	A t Lf	4,50	5,00	
§	∞		-6,00	54,IXI	43,iXi		A rel LF	-6,IXI	-11,00	
vL	∞	25,fXI	11,00	21,£CI	19, LCI	-2,00	A vL		-2,00	
tu	16,60		1,00	16,60	19,30	2,70	Atu	1,00	2,70	
te	16,70	20,50	3,80	16,45	22,IXI	5,55	Ate	3,80	5,55	

Tabuľky s údajmi o nameraných hodnotách a rozdielových hodnotách




  
 Prof. Dr. P. Marx



Diagram "Rozdielové hodnoty"



**Analýza vnútornej klímy dňa 03.03.2015 v Amersfoorte, NL**  
**Porovnanie správania sa vykurovania v identických miestnostiach s IR stropnými panelmi**  
**Porovnanie nárastu povrchovej teploty vnútornej steny**

Meranie sa uskutočnilo v rovnakých miestnostiach (pozri prílohu Miestnosti na meranie). Rozdiel bol v povrchovej úprave stien a stropu. Emulzná farba vs. ThermoSh Id Interiér. Zmena povrchovej teploty stien ochladzovanej miestnosti sa merala v priebehu 20 minút pomocou termokamery Fluke TiR 105.

**Experimentálne usporiadanie:**

Termokamera je umiestnená na stole a zabezpečená proti prevráteniu. Osoba 1 sedí vedľa stola a drží kameru, aby odčítala hodnoty a urobila infračervené snímky. Osoba 2 vedie záznam o časovej lište s nameranými údajmi. Hodnoty sa zaznamenávajú každú pol minútu a infračervené snímky sa robia každú minútu. Mal by sa vybrať nápadný bod, aby sa zabezpečilo čo najlepšie zarovnanie s povrchom steny; v tomto prípade to bola elektrická zásuvka, ktorú možno rozpoznať na IR snímkach. Spotreba energie IR stropných panelov sa meria pomocou prístroja VOLTcraft Energy Check 3000 alebo podobného zariadenia na meranie energetických nákladov.

Odčítané hodnoty sa vzťahujú na hodnotu stredového bodu IR okna. Zafarbenie (zelené a modré) viditeľné na obrázku dátových súborov je spôsobené automatickým škálovaním. Kvôli porovnateľnosti sa musí každý obrázok škálovať rovnakým spôsobom pomocou analytického softvéru. Na začiatku stačí zaznamenať hodnoty teploty stredu meracieho poľa.

V meracej miestnosti 1 (farba) sa teplota zvýšila z 13,1 °C na 13,7 °C v priebehu 20 minút. V meracej miestnosti 2 (ThermoShield) sa teplota zvýšila z 12,7 °C na 13,4 °C v priebehu 20 minút. Rozdiel je 0,6 °C a 0,7 °C v porovnaní s počiatočnou hodnotou.

Tento výsledok však nemá význam. Kvantitatívne posúdenie alebo porovnateľnosť je možné len vtedy, keď sa zahrnú údaje o výkone stropných panelov IR. Ilustrujú to hodnoty na konci tabuľky s údajmi v prílohe 1. Napriek identickej konštrukcii vykurovací panel v meracej miestnosti 2 (ThermoShield) absorboval len 82 % elektrického výkonu panelu v meracej miestnosti 1, a teda ho aj vyžaroval (predpokladá sa, že vyžarovanie tepla do stropu ako podkladu sa líši len minimálne, rozdielna absorpcia a emisia energie sa prejavuje v rozdielnych povrchových teplotách).

Ako miera porovnateľnosti slúži vykurovací výkon  $v$ , ktorý sa udáva v K/kWh. Množstvo energie dodanej do miestnosti, v ktorej sa elektrický prúd mení na teplo, je známe. Časový úsek je rovnaký a hodnoty teploty sa odčítajú a zaznamenávajú. V tomto teste sa napríklad zistilo, že miera ohrevu v meracej miestnosti 2 (ThermoShield) je približne o 42 % vyššia.

Na základe tu zdokumentovaných výsledkov je neprípustné vyvodzovať záver, že vnútorný náter s technológiou ThermoShield šetrí 20 alebo 40 % energie v dôsledku lepšieho správania sa pri vykurovaní v porovnaní s emulznou farbou. Vzájomné vzťahy týkajúce sa vnútornej klímy a komfortu sú na to príliš zložité.

Vnútorná povrchová úprava stropu a stien s technológiou ThermoShield Interior výrazne zlepšuje vykurovacie vlastnosti a prispieva tak k úsporám energie. Miestnosť sa buď rýchlejšie zohreje, alebo je potrebné menej energie na dosiahnutie porovnateľného nárastu teploty & obalových plôch.

  
Prof. Dr. P. Marx

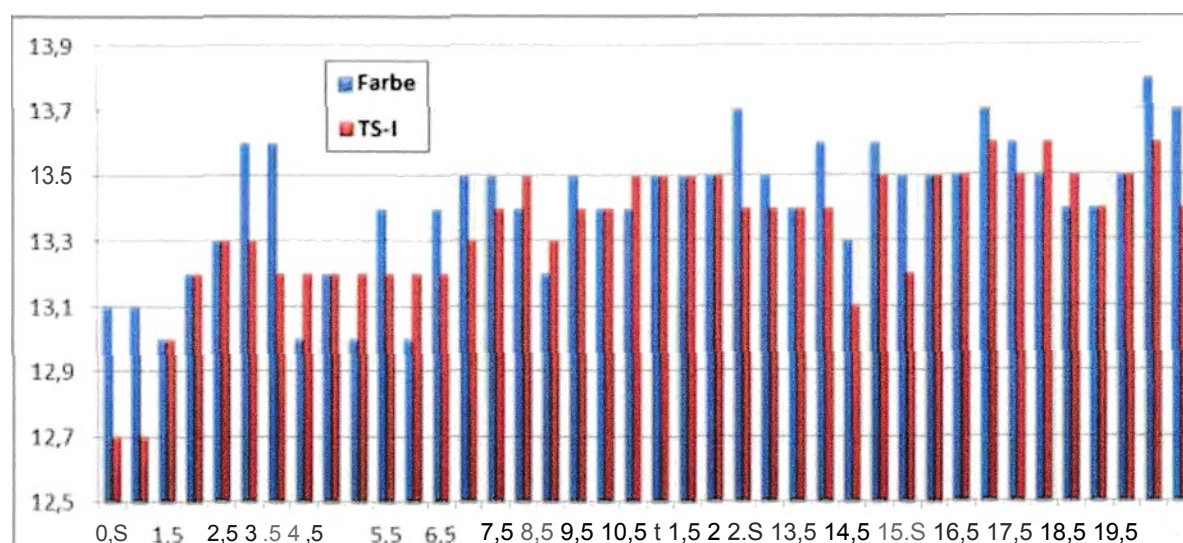


Príloha 1: údaje z meraní, nespracované a prepočítané

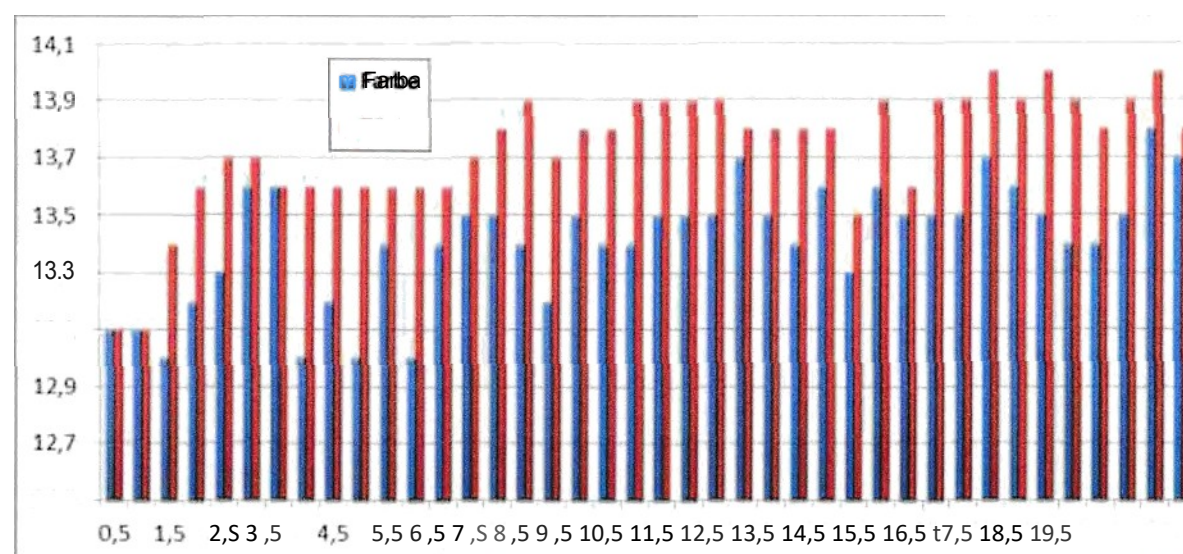
Min.	Farba	TS-I	Min.	Farba	TS-I
05	13,1	12,7	0,5	13,1	13,1
1,0	13,1	12,7	1,0	13,1	13,1
1,5	13,0	13,0	1,5	13,0	13,4
2,0	13,2	13,2	2,0	13,2	13,6
2,5	13,3	13,3	2,5	13,3	13,7
3,0	13,6	13,3	3,0	13,6	13,7
3,5	13,6	13,2	3,5	13,6	13,6
4,0	13,0	13,2	4,0	13,0	13,6
4,5	13,2	13,2	4,5	13,2	13,6
5,0	13,0	13,2	5,0	13,0	13,6
5,5	13,4	13,2	6,0	13,4	13,6
6,0	13,0	13,2	6,0	13,0	13,6
6,5	13,4	13,2	6,5	13,4	13,6
7,0	13,5	13,3	7,0	13,5	13,7
7,5	13,5	13,4	7,5	13,5	13,8
8,0	13,4	13,5	8,0	13,4	13,9
8,5	13,2	13,3	8,5	13,2	13,7
9,0	13,5	13,4	9,0	13,5	13,8
9,5	13,4	13,4	9,5	13,4	13,8
10,0	13,4	13,5	10,0	13,4	13,9
10,5	13,5	13,5	10,5	13,5	13,9
11,0	13,5	13,5	11,0	13,5	13,9
11,5	13,5	13,5	11,5	13,5	13,9
12,0	13,7	13,4	12,0	13,7	13,8
12,5	13,5	13,4	12,5	13,5	13,8
13,0	13,4	13,4	13,0	13,4	13,8
13,5	13,6	13,4	13,5	13,6	13,8
14,0	13,3	13,1	14,0	13,3	13,5
14,5	13,6	13,2	14,5	13,6	13,9
15,0	13,5	13,2	15,0	13,5	13,6
15,5	13,5	13,5	15,5	13,5	13,9
16,0	13,5	13,5	16,0	13,5	13,9
16,5	13,7	13,6	16,5	13,7	14,0
17,0	13,6	13,5	17,0	13,6	13,9
17,5	13,5	13,6	17,5	13,5	14,0
18,0	13,4	13,5	18,0	13,4	13,9
18,5	13,4	13,4	18,5	13,4	13,8
19,0	13,5	13,5	19,0	13,5	13,9
19,5	13,8	13,6	19,5	13,8	14,0
20,0	13,7	13,4	20,0	13,7	13,8
AT[KI	0,6	0,7	0,6	0,7	
Q[kWh]	0,413	0,340	0,413	0,340	
v [K/kWh]"	100,8	82,3	100,8	82,3	
	141,7	141,7	141,7	141,7	

Tabuľka údajov, vľavo: nespracované údaje pre miestnosť 1 (ľavý stĺpec: MR1 = farba) a miestnosť 2 (pravý stĺpec: MR2 = ThermoShield), časová os je zobrazená v polminútach; vpravo: rovnaké údaje, ale prepočítané na rovnakú počiatočnú hodnotu (pre MR2 ThermoShield)

## Príloha 2: Grafická realizácia vzťahov údajov



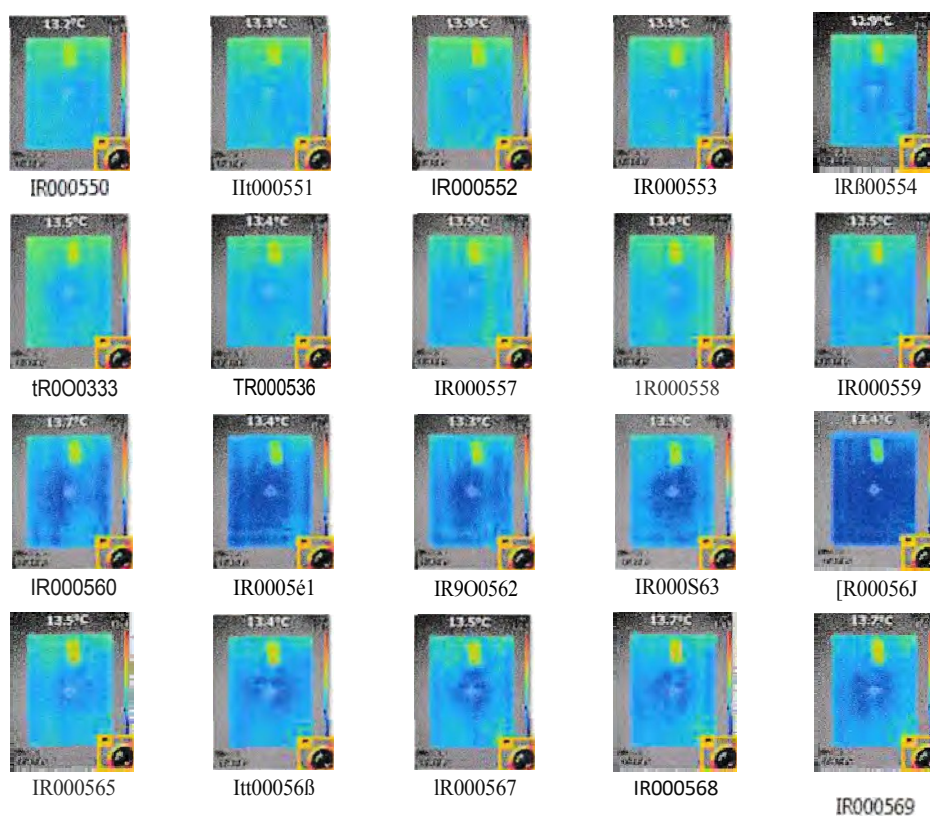
Obrázok 1: Grafické znázornenie nespracovaných údajov z dvoch meraní, meracie spektrum MR1 (farba) a MR2 (TS-I) počas 20 minút



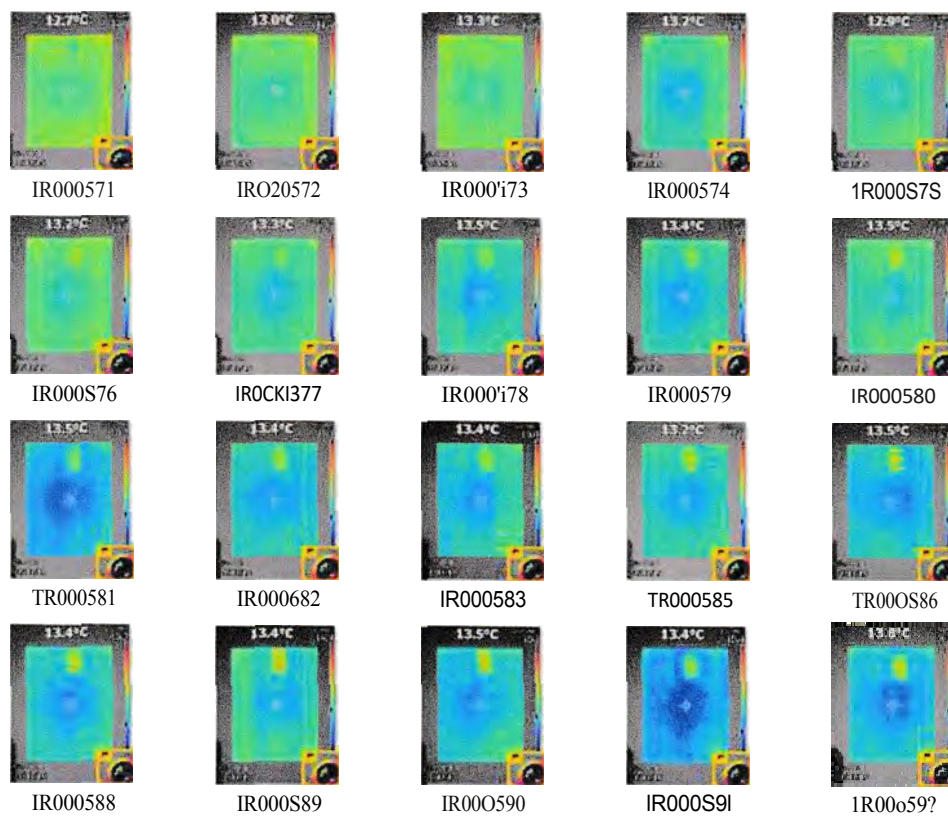
Obrázok 2: Grafické znázornenie údajov z dvoch meraní prepočítaných na rovnaké počiatočné hodnoty, rozsah merania MR1 (farba) a MR2 (TS-I) počas 20 minút; v prípade MR2 sa namerané hodnoty zvýšili vždy o 0,4 °C, aby sa dosiahli rovnaké počiatočné hodnoty 13,1 °C.



Dodatok 3: Dokumentácia so súbormi IR



Obrázok 3: Snímka z priečinka so súbormi IR pre MR1

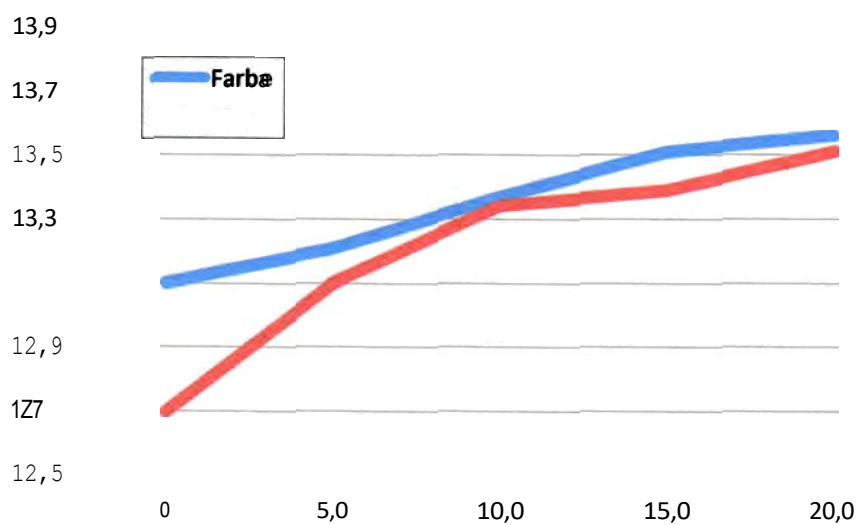


Obrázok 4: Snímka z priečinka so súbormi IR pre MR2

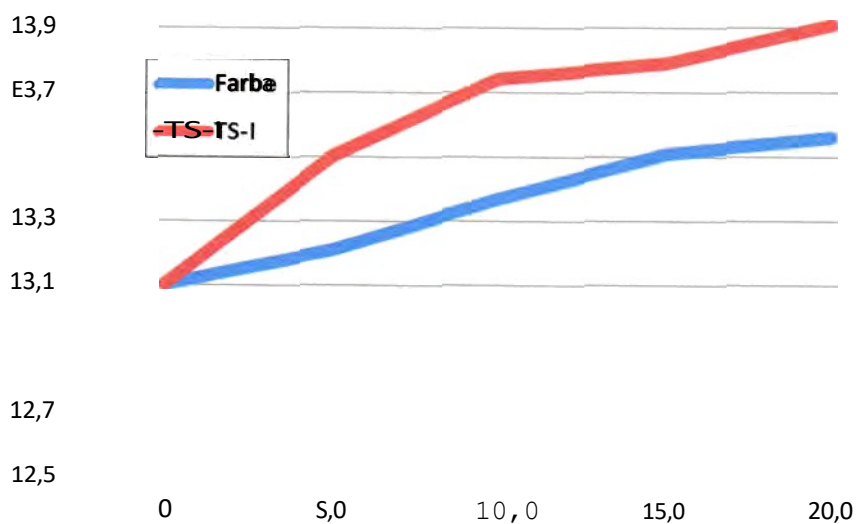
#### Dodatok 4: Rozdelenie výsledkov

Min.	Farba	TS-I	Min.	Farba	TS-I
0	13,1	12,7	0	13,1	13,1
5,0	13,2	13,1	5,0	13,2	13,5
10,0	13,4	13,3	10,0	13,4	13,7
15,0	13,5	13,4	15,0	13,5	13,8
20,0	13,6	13,5	20,0	13,6	13,9

Obrázok 5: Tabuľky údajov 5-minútových priemerov z tabuľky v prílohe 1



Obrázok 6: Teplotný profil povrchu steny (nespracované údaje)



Obrázok 7: Teplotný profil povrchu steny (vyrovnané počiatočné hodnoty)

# Analýza vnútornej klímy dňa 03.03.2015 v Amersfoort, NL Porovnanie správania sa vykurovania s IR stropným panelom v identických miestnostiach Porovnanie zmeny hodnôt klímy v miestnosti

Meranie sa uskutočnilo v rovnakých miestnostiach (pozri prílohu Miestnosti na meranie). Rozdiel bol v povrchovej úprave stien a stropu: emulzná farba vs. ThermoShield Interior. Zmena klimatických parametrov miestnosti sa merala pomocou analyzátora priestorovej klímy po ukončení procesu vykurovania.

Experimentálne usporiadanie:

Analyzátor klímy v miestnosti bol umiestnený v strede miestnosti, t. j. meracia hlava na statíve. IR stropné panely boli v prevádzke vždy 30 minút. Merania sa vykonali po 15 a 30 minútach. Keďže čas vykurovania bol rovnaký pre plne zapnuté radiátory, merala sa príslušná spotreba energie, aby sa zistila porovnateľnosť.

Výsledok:

V žiadnej z týchto miestností nedošlo k zmene pohybu vzduchu.

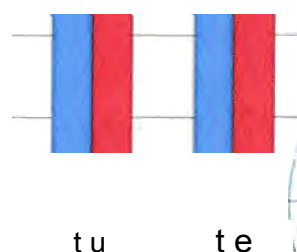
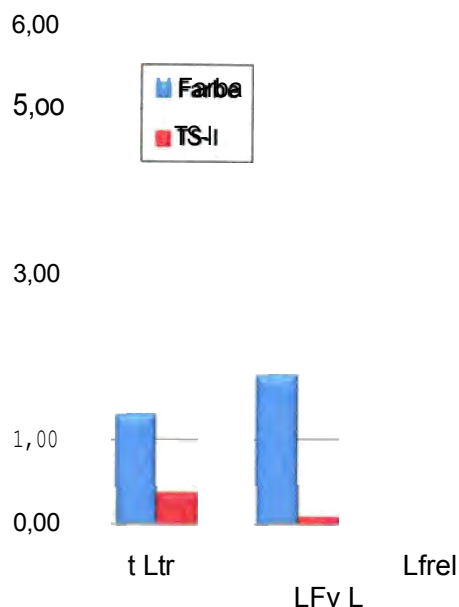
Relatívna vlhkosť vzduchu sa v miestnosti ThermoShield zvýšila menej ako v miestnosti s farbami. Teplota vzduchu sa v miestnosti ThermoShield zvýšila menej ako v miestnosti s farbami.

Teplota obálky sa zvýšila viac v miestnosti ThermoShield ako vo farebnej miestnosti. V dôsledku toho sa senzorická teplota zvýšila viac v miestnosti ThermoShield.

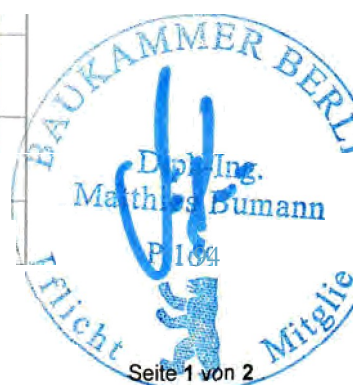
Spotreba káblov IR panelu v miestnosti ThermoShield bola približne o 10 % nižšia. Na účely porovnania boli vypočítané rýchlosti ohreву.

	Farba	Farba	Farba	TS-I	TS-I	TS-I		Porovnanie		
	°	°	°	°	°	°				
	(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)				
	0	+15	+30	0	+15	+30		Farba	TS-I	TS-I
t Ltr		14,95	15,35	∞	15,10	15,40	A t Ltr	1,35	0,40	
t Lf	10,40	10,80	10,80	10,70	10,40	10,80	A t Lf	1,80	0,10	
§	52,IXI	56,Lo	55,Co	57,0LI	55,IXI	58,Co	A rel LF			
v L	10,50	10,50	10,50				A v L	1,00	3,00	
t u	15,40	20,00	19,70	13,00	13,00	19,40	A t u	4,30	5,70	6,29
te		17,48	17,53	14,35	19,35	17,40	A t e	2,83	3,05	3,37

Tabuľky s údajmi o nameraných hodnotách a rozdielových hodnotách; TS-I \*: hodnoty sú prepočítané na kWh (0,598:0,542) v pomere dodaných množstiev energie

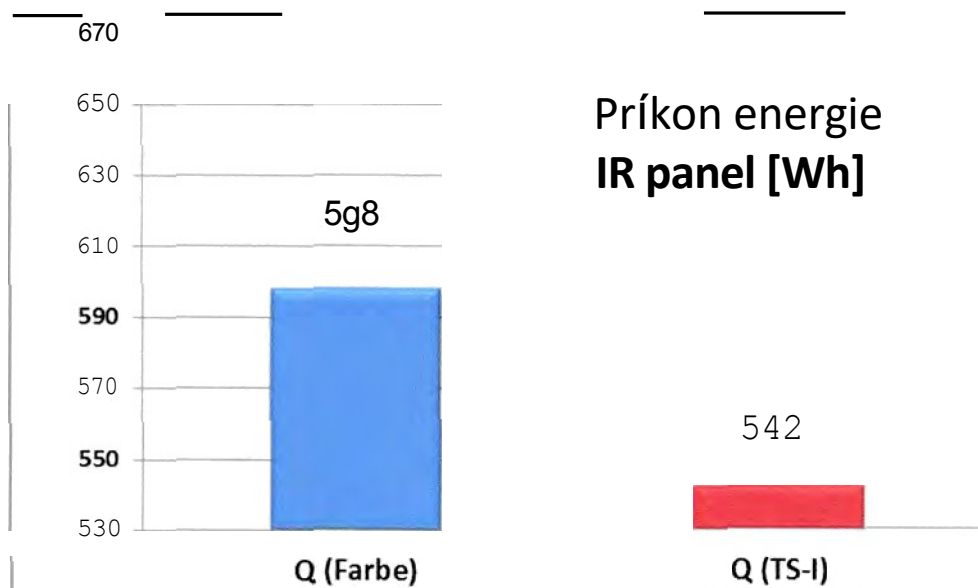


*Matthias Bumann*  
P rof. dr. / . Mü/X



Q(farba)	598	Wh	1CCI,0°/"
Q(IS-I)	542	Wh	90,69d

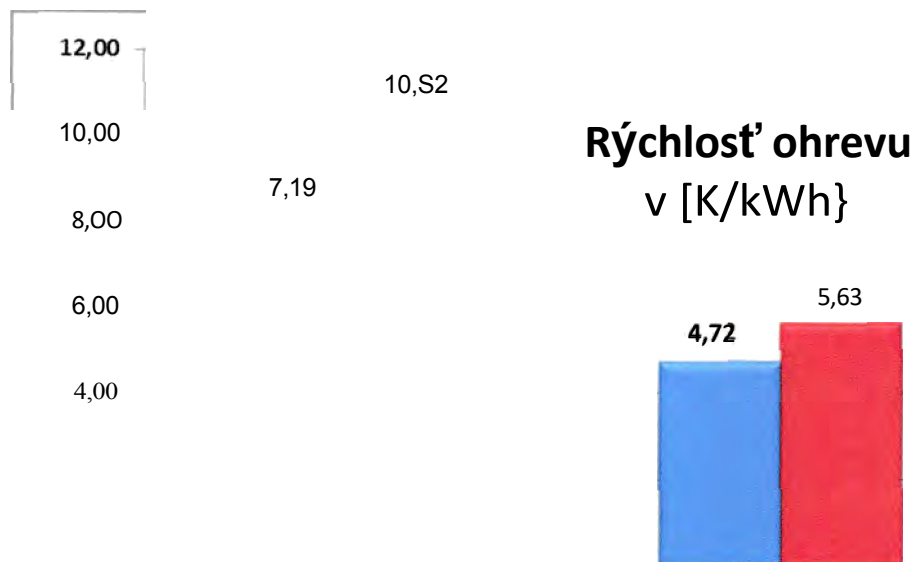
Tabuľka údajov o spotrebe energie stropného IR panelu



Porovnanie spotreby energie IR stropných panelov

	Farba	TS-I
v(t u)	7,19	10,52
v(t e)	4,72	5,63

Tabuľka s údajmi o rýchlostiach ohrevu



Porovnanie rýchlosti ohrevu pre tu a te

Záver: Tepelná pohoda sa v miestnosti ThermoShield dosahuje rýchlejšie. Naopak, porovnateľná úroveň komfortu sa v miestnosti ThermoShield dosahuje pri nižšom príkone energie, pretože vykurovanie vozidla je lepšie. Tepelný komfort je lepší v porovnaní s používaním ohrievača s ventilátorom.

**Analýza vnútornej klímy 02. a 03. marca 2015 v Amersfoorte, Holandsko**  
**Porovnanie reakcie na zvýšenie vlhkosti v rovnakých miestnostiach**  
**Porovnanie zmeny hodnôt vnútornej klímy**

Meranie sa uskutočnilo v rovnakých miestnostiach (pozri prílohu Miestnosti na meranie). Rozdiel bol v povrchovej úprave stien a stropu: emulzná farba vs. ThermoShield Interior. Zmena klimatických parametrov miestnosti sa merala pomocou analyzátora priestorovej klímy po zavedení vlhkosti studeným zahmlieváním vodou.

Pri prvom teste 2. marca 2015 sa rozprašovalo 500 ml vody.  
V tomto experimente sa akceptovalo, že vnútorná klíma utrpí šok, pretože je v ňom veľké množstvo vlhkosti.

Pri druhom pokuse dňa 3.3.2015 bolo rozprašovaných 150 ml vody. Tento experiment bol založený na nasledujúcich úvahách.  
Objem miestnosti je približne 38 metrov kubických.  
Pri teplote 17 °C a relatívnej vlhkosti 55 %  
zodpovedá: 8,0 g/m<sup>3</sup> HBO. Pri teplote 17 °C  
zodpovedá 80 % relatívnej vlhkosti: 11,6 ginn° H2  
Pri teplote 17 °C je teda rozdiel 3,6 ginn°. Pri 38 m3 to znamená približne 137 ml vody.  
Tieto hodnoty sa zaokrúhľujú na 150 ml, aby sa dali odmerať v odmerke.

Výsledky:

Merania sa uskutočnili bezprostredne po skončení zahmlievania. Ide o okamžité hodnoty bez následného časového radu.

Durchgang dňa 02.03.2015 s 500 ml vody

Relatívna vlhkosť vo farebnej miestnosti sa zvýši z 54 % na 90 %.  
Relatívna vlhkosť v miestnosti ThermoShield sa zvýši zo 60 % na 90 %. Relatívna vlhkosť vzduchu v miestnosti ThermoShield sa zvyšuje o niečo menej. Relatívna relatívna vlhkosť vzduchu sa nezvýši nad 90 % v žiadnej z miestností.

Teplota suchého vzduchu klesne o 2,6 a 2,0 °C.  
Mierne sa zvýši aj teplota vlhkého vzduchu. Chladiaci účinok (tu, te) je v miestnosti ThermoShield silnejší.

Beh 03.03.2015 so 150 ml vody

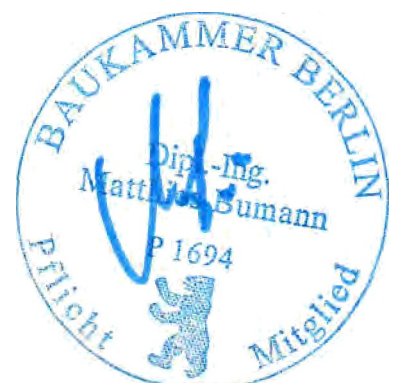
Relatívna vlhkosť vo farebnej miestnosti sa zvýši z 57 % na 67,5 %.  
Relatívny LF v miestnosti ThermoShield sa zvyšuje zo 48 % na 67,5 %, Relatívny LF v miestnosti ThermoShield sa mierne zvyšuje höher an.  
Relatívna vlhkosť v žiadnej z miestností neprekročí 67,5 %.

Ponožky s teplotou vzduchu sa takmer nemenia (farba) / nemenia sa (TS-I).  
Mierne sa zvyšuje aj teplota vlhkého vzduchu.  
Teplota vlhkého vzduchu sa zvyšuje pri 150 ml vodnej hmly rovnako ako pri 500 ml vodnej hmly.

Chladiaci účinok (tu, te) je v miestnosti ThermoShield výrazne silnejší.  
Chladiaci účinok (tu, te) je výraznejší v miestnosti ThermoShield so 150 ml vodnej hmly ako s 500 ml vodnej hmly.

Test ukázal, že pri nadmernom množstve vlhkosti sa membrána ThermoShield "zablokuje", t. j. absorbuje len obmedzené množstvo vlhkosti z vodnej hmly.  
Ak je množstvo vlhkosti v normálnom

p  
o  
m  
e  
r  
e  
,  
a  
b  
s  
o  
r  
b  
u  
j  
e  
s  
a  
r  
ý  
c  
h  
l  
e  
j  
š  
i  
e  
.



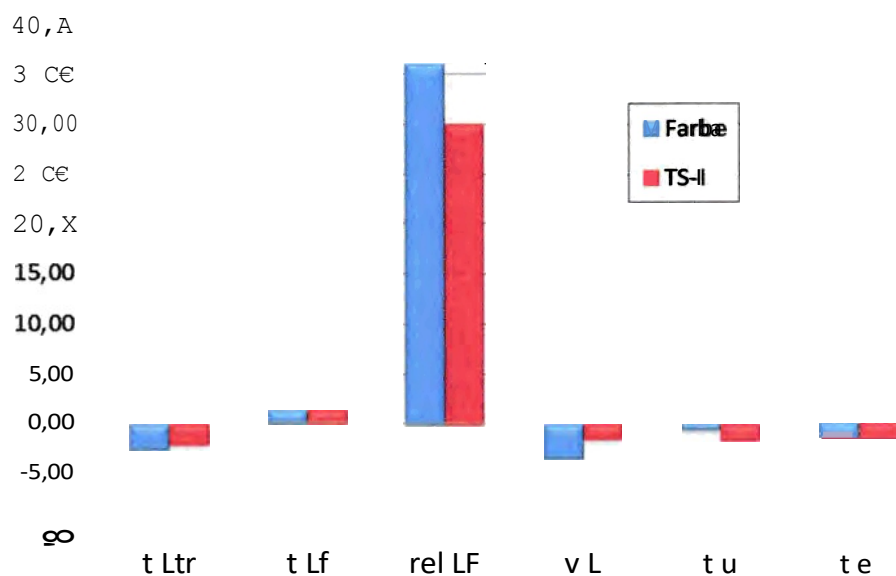


Prof. D. P. Marx

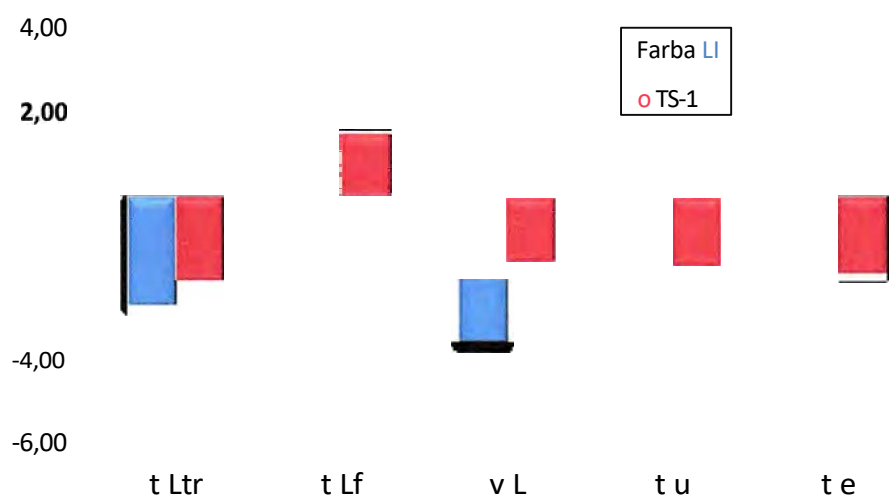
A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Marx', written in a cursive style.

	pred	po	A	pred	po	A
	Farba	Farba	Farba	TS-I	TS-I	TS-I
t Ltr	16,60		-2,60	16,00	14,00	-2,00
t Lf	11,50	13,00	1,50	11,70	13,20	1,50
\$	54,DD		36,0D	60,00	90,00	
vL	9,50	6,00	-3,50	7,50	6,00	-1,50
tu	16,30	15,70	-0,60	17,30	15,70	-1,60
te	16,45	14,80	-1,65	16,60	14,80	-1,80

Tabuľka údajov o reakcii na 500 ml vodnej hmly



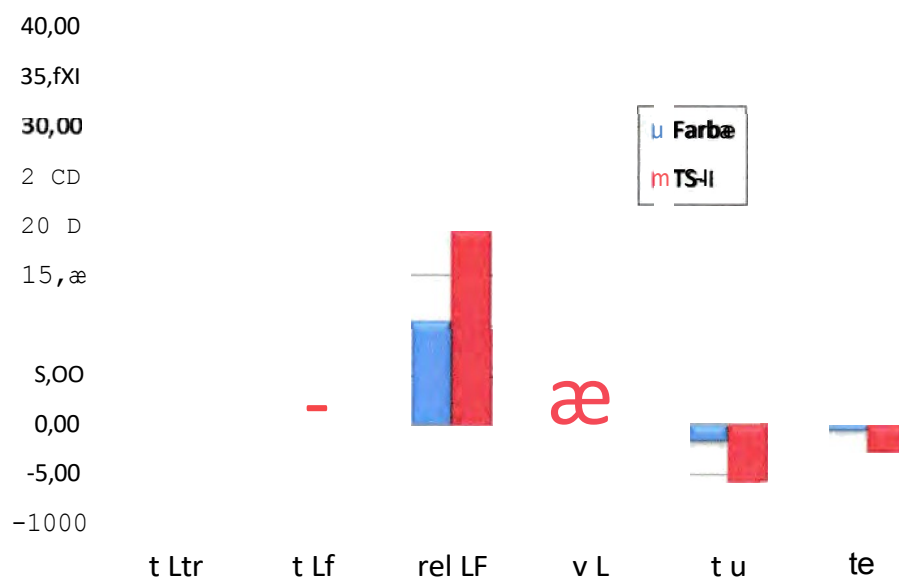
Graf rozdielov hodnôt parametrov vnútornej klímy (500 ml vodnej hmly)



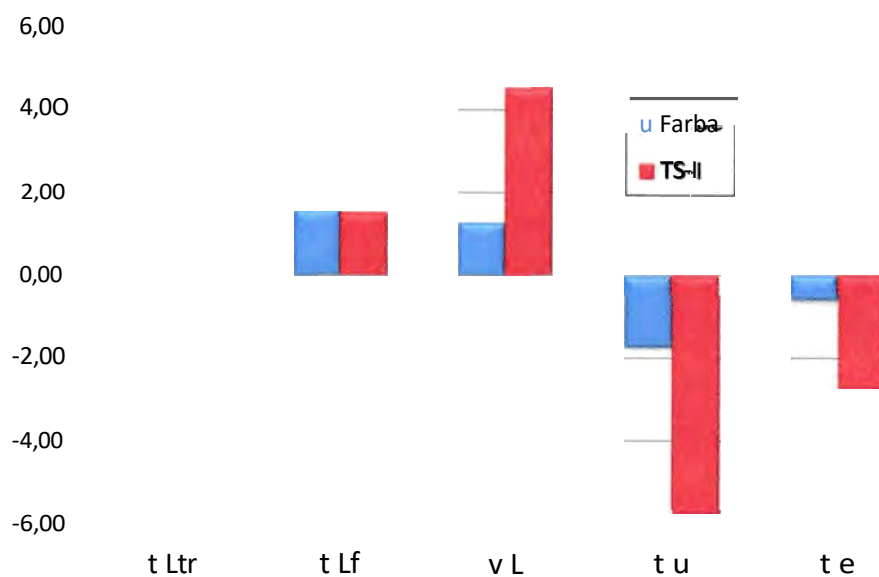
Grafické znázornenie ako predtým, ale bez vlhkosti vzduchu (500 ml vodnej hmly)

	pred	po	A	pred	po	A
	Farba	Farba	Farba	TS-I	TS-I	TS-I
t Ltr		16,40	0,40		16,30	0,00
tLf	11,40	13,00	1,60	11,50	13,00	1,50
§	57,00	67,50	10,50	48,00	67,50	19,50
vL	14,30	14,30	1,30	11,50	16,90	4,50
tu	18,30	16,60	-1,70	18,30	12,60	-5,70
More	17,10	16,50	-0,60	17,20	14,50	-2,70

Tabuľka údajov o reakcii na 150 ml vodnej hmly



Graf rozdielov hodnôt parametrov vnútornej klímy (150 ml vodnej hmly)



Grafika ako predtým, ale bez vlhkosti vzduchu (150 ml vodnej hmly)