



správa na vykonávanie meraní a na vyhodnotenie analýza vnútornej klímy zo dňa 21./22.4.2010 na IVG v Bonne

Účastníci:	Pán Sitler, IVG * Pán Bender, ARC Pán Winkler, SICC Pán Walczok, SICC * * dočasne
Postup merania:	Dr. Peter Marx, Berlín
Meracie predmety:	2 rovnaké kancelárske priestory, A a B Jeden z nich (A) bol potiahnutý interiérom ThermoShield, druhý (B) s normálnou farbou podlahy: tmavý koberec Predokenné rolety (ovládané v závislosti od svetla)
Priestorová geometria:	$D \times \check{S} \times V = 5,47 \times 4,01 \times 2,80 \text{ m}$, $V = 61,42 \text{ m}^3$
Merací prístroj:	Analýzátor vnútornej klímy MS 01A
Miesto merania:	Stred miestnosti, na statíve, vo výške 1,35 m
Program na meranie:	pozri tabuľku 1: Program merania z 21. a 22. apríla 2010
Nahrávanie:	Protokoly merania s vyhodnocovacími omogramami
Ad hoc pozorovanie:	<p>Farba ThermoShield spočiatku absorbuje menej vody v porovnaní s bežnou farbou. Výhoda: v miestnosti zostáva vyššia relatívna vlhkosť. Kancelárske priestory sú zvyčajne príliš teplé a príliš suché, najmä v zime. Nižšia vlhkosť stien zabraňuje tvorbe plesní. (porovnajte merania 2-A a 3-A vo štvrtok).</p> <p>Farba ThermoShield udrží teplo dlhšie v porovnaní s konvenčnou farbou. (porovnajte merania 5-A a 6-A).</p>
Hodnotenie:	Dr. Peter Marx, Berlín Dipl.-Ing. Matthias G. Bumann, DIMaGB

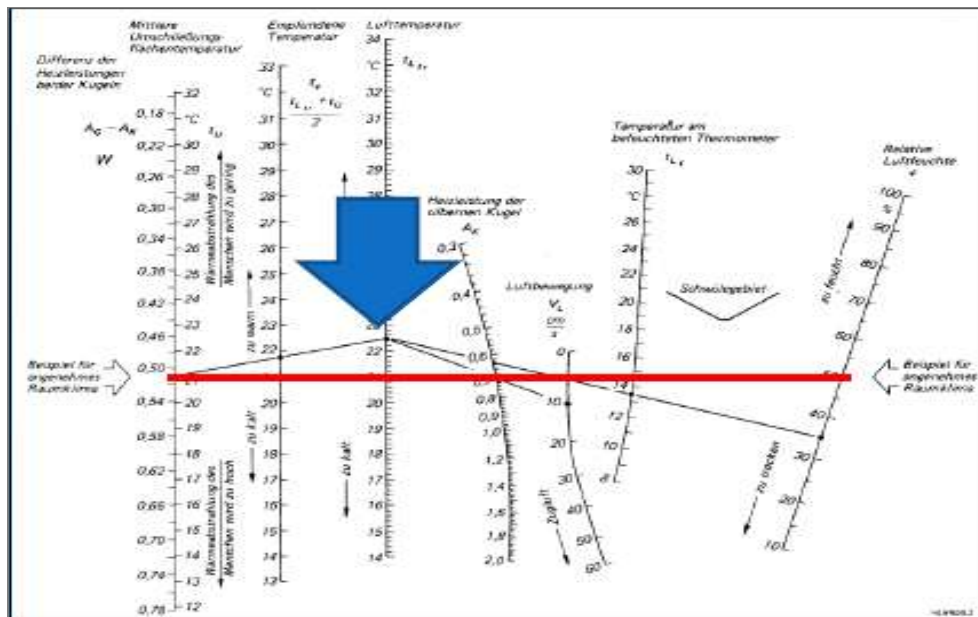
Obsah

<u>1.</u> Stručné vysvetlenie princípu merania	3
<u>2.</u> Popis experimentálneho postupu	4
<u>3.</u> Diskusia k výsledkom v prvý deň merania (21. apríla)	5
<u>4.</u> O zmene klímy cez noc	8
<u>5.</u> Vzhľadom na úroveň teploty v 2. deň merania (22. apríla)	9
<u>6.</u> Čo sa týka správania po zvlhčení vrátane priebehu času	11
<u>7.</u> O správaní po vetraní miestnosti	13
<u>8.</u> O správaní sa po zahriatí vrátane priebehu času	14
<u>9.</u> Zhrnutie	15

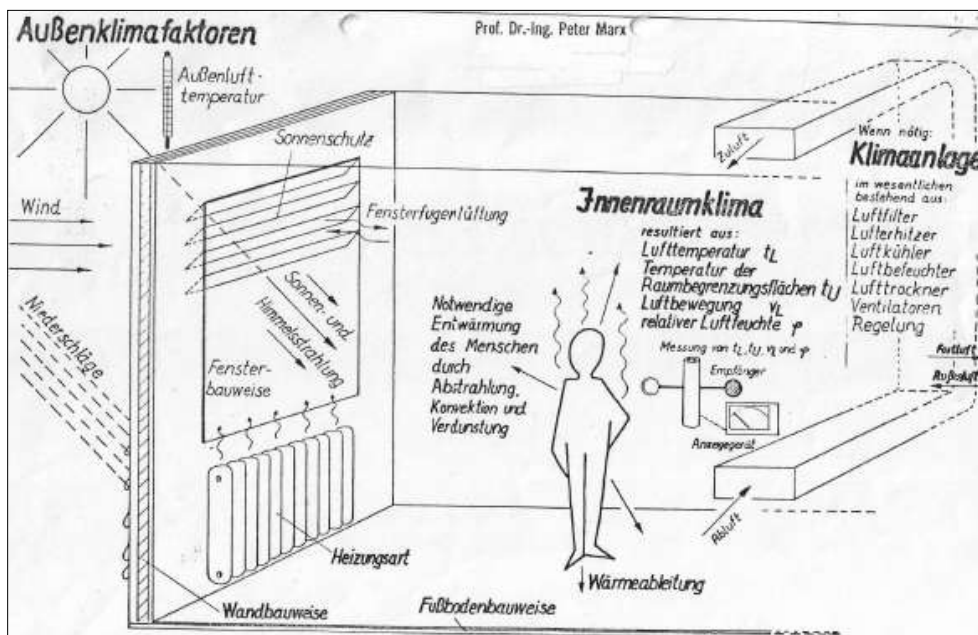
Zoznam ilustrácií

Obrázok 1: Vyhodnocovací omogram pre analyzátor izbovej klímy, červená je ideálna čiara, modrá šípka ukazuje namerané hodnoty - čiary by mali byť blízko červenej, aby sa priblížili k optimu....	3
Obrázok 2: Ľudia v tepelnej klíme uzavretého priestoru	3
Obrázok 3: Fotografická miestnosť A.....	5
Obrázok 4: Fotografická miestnosť B.....	5
Obrázok 5: Porovnávacie znázornenie východiskových hodnôt 21. apríla 2010	6
Obrázok 6: Vzťah počiatkových hodnôt ako predtým, jasné rozdiely pri t_{Lr} relatívne LF	6
Obrázok 7: Porovnávacie zobrazenie nameraných hodnôt po zahriatí	7
Obrázok 8: Znázornenie rozdielových hodnôt ukazuje: jasné zmeny v rel. LF a v L.....	7
Obrázok 9: Porovnávacie znázornenie nameraných hodnôt po prenocovaní...8	Obrázok
Obrázok 10: Zobrazenie rozdielových hodnôt ukazuje zmeny jasnejšie	8
Obrázok 11: Porovnanie nameraných hodnôt 6 meraní 22. apríla tu: t_{Ltr}	9
Obrázok 12: Porovnanie nameraných hodnôt 6 meraní 22. apríla tu: t_{Lf}	9
Obrázok 13: Porovnanie nameraných hodnôt 6 meraní 22. apríla tu: t_u	10
Obrázok 14: Porovnanie nameraných hodnôt 6 meraní 22. apríla tu: t_e	10
Obrázok 15: Zmeny nameraných hodnôt po zvlhčení vzduchu v miestnosti a o 45 minút neskôr.....	11
Obrázok 16:	11
Obrázok 17: Relatívny vzostup a pokles. Vlhkosť po zvlhčení.....	12
Obrázok 18: Sotva badateľné zmeny t_u a t_e	12
Obrázok 19: Objasnenie zmien v dôsledku väčšieho rozptylu.....	12
Obrázok 20: Pokles teplôt po vetraní, rôzne stupne.....	13
Obrázok 21: Zmeny nameraných hodnôt po ohreve 1,0 kWh	14
Obrázok 22: Zmeny nameraných hodnôt po čakacej dobe 1 hodiny po zahriatí.....	14

1. Stručné vysvetlenie princípu merania



Obrázok 1: Vyhodnocovací omogram pre analyzátor izbovej klímy, červená je ideálna čiara, modrá šípka ukazuje namerané hodnoty - čiaru by mali byť blízko červenej, aby sa priblížili k optimu



Obrázok 2: Ľudia v tepelnej klíme uzavretého priestoru

Vnútrotná klíma je príliš zložitá na to, aby sa dala opísať iba „izbovou teplotou“ a relatívnou vlhkosťou. Použitím analyzátoru priestorovej klímy možno pomocou meraní zistiť podmienky a objektivizovať klímu v miestnosti.

Pomocou elektronického analyzátora priestorovej klímy sa zaznamenávajú nasledujúce parametre:

t_{Ltr}	Teplota vzduchu v miestnosti, suchý
t_{Lf}	Teplota vzduchu v miestnosti, vlhký
-	Relatívna vlhkosť vzduchu v miestnosti
V_L	(rel LF) Rýchlosť vzduchu (prievan)
t_u	Teplota uzavretého povrchu (priemerná teplota žiarenia povrchu
t_e	obalu) Teplota snímania $t_e = (t_{Ltr} + t_u) : 2$

Ďalšie vysvetlenie princípu merania a pozadia tepelnej pohody ľudí v spoločných miestnostiach nájdete v odbornej literatúre.¹

2. Popis experimentálneho postupu

Dátum	Nie.	Izba	Čas	poznámku
21. apríla 2010	1	A	15:20 hod	Štart, kúrenie a vypnutie svetla po
21. apríla 2010	2	A	15:45 hod	zahriatí 0,33 hx 2 kW po 0,5 h
21. apríla 2010	3	A	17:00 hod	vetrania oknami
21. apríla 2010	1	b	15:30 hod	Štart, kúrenie a vypnutie svetla po
21. apríla 2010	2	b	16:10 hod	zahriatí 0,33 hx 2 kW po 0,5 h
21. apríla 2010	3	b	17:15 hod	vetrania oknami
22. apríla 2010	1	A	09:50	Štart, ohrev a svetlo z 0,5 + 0,4 l
22. apríla 2010	2	A	10:45	vody do vzduchu po 0,75
22. apríla 2010	3	A	11:30	hodinovej čakacej dobe
22. apríla 2010	4	A	12:20	po 0,25 h vetranie oknom po
22. apríla 2010	5	A	13:35 hod	vykurovaní s 0,5 hx 2 kW po 1,00
22. apríla 2010	6	A	14:35 hod	h čakacej dobe
22. apríla 2010	1	b	09:40	Štart, ohrev a svetlo z 0,5 + 0,4 l
22. apríla 2010	2	b	10:20	vody do vzduchu po 0,75
22. apríla 2010	3	b	11:05	hodinovej čakacej dobe
22. apríla 2010	4	b	11:55	po 0,25 h vetranie oknom po
22. apríla 2010	5	b	13:00 hod	vykurovaní s 0,5 hx 2 kW po 1,00
22. apríla 2010	6	b	14:00 hod	h čakacej dobe

Tabuľka 1: Program merania z 21. a 22. apríla 2010

¹ (naposlady: Peter Marx: Prima Klima, hodnotenie a meranie tepelnej vnútornej klímy v miestnostiach s umelým osvetlením pomocou elektronického analyzátora vnútornej klímy, publikované v LICHT 7-8/2007, str. 580 a násl.)

Izby boli prázdne už tri týždne, odkedy bola jedna miestnosť potiahnutá ThermoShield Interior. Kondicionovanie prebiehalo za rovnakých podmienok. V čase spustenia merania bolo kúrenie a svetlá vypnuté. Dvere do oboch miestností boli cez noc zatvorené.

Izby boli vykúrené 21. apríla 2010 elektrickým teplovzdušným ohrievačom. Množstvo energie bolo 20 minút (0,33 h) x 2,0 kW = 0,66 kWh. Množstvo energie zadané 22. apríla 2010 bolo 30 minút (0,50 h) x 2,0 kW = 1,00 kWh.

b	5.47 m		
T	4.01 m	F _{Wd}	53,09 m ²
H	2,80 m	F _{De}	21,93 m ²
F	21,93 m ²	F _{Fb}	21,93 m ²
U	18,96 m	v	96,96 m ³

Tabuľka 2: Výpočty pre priestorovú geometriu



Obrázok 3: Fotografická miestnosť A

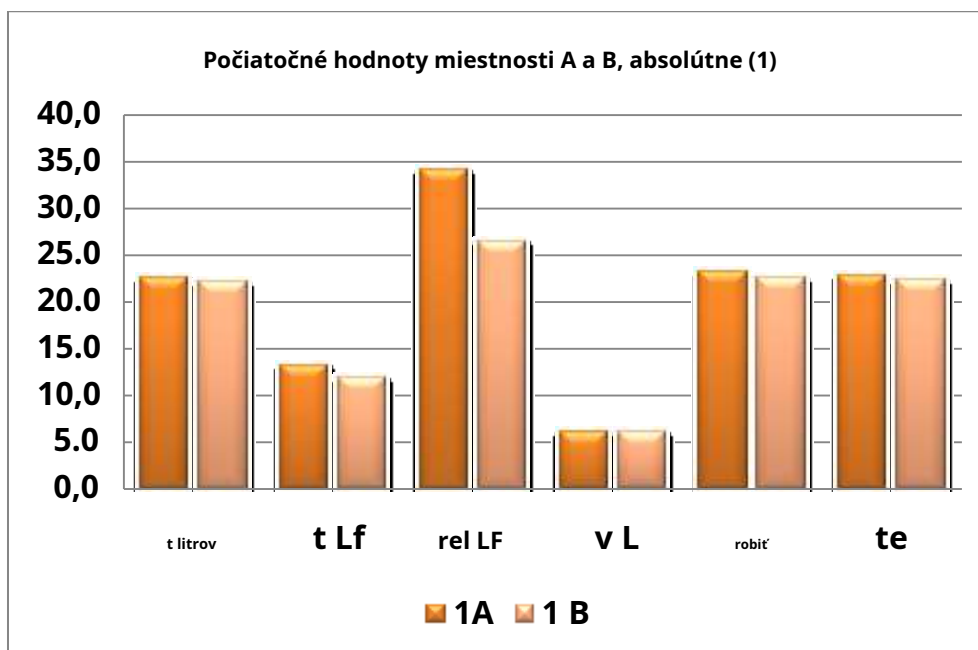


Obrázok 4: Fotografická miestnosť B

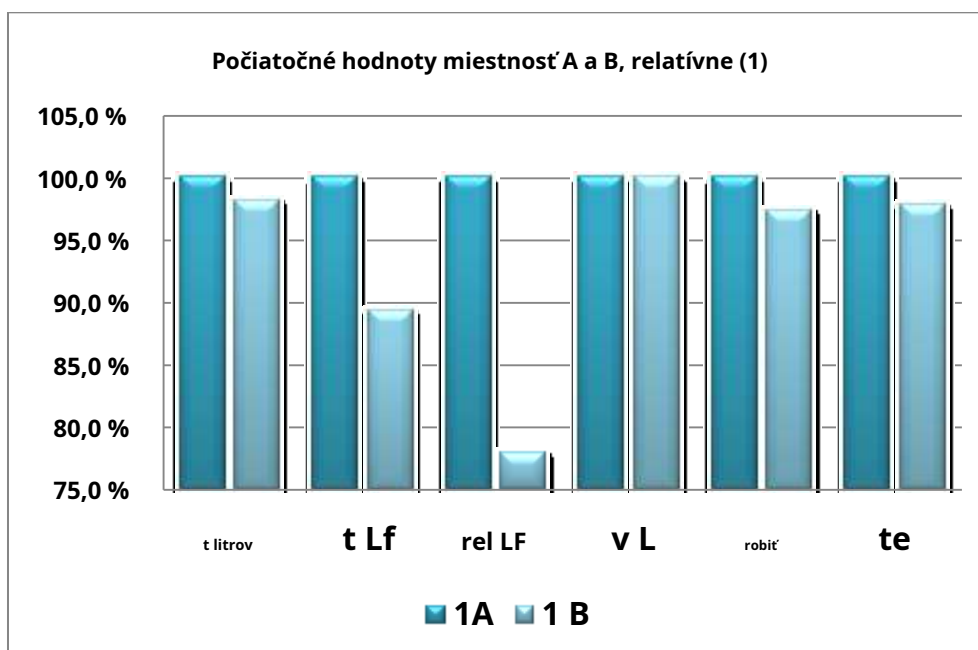
3. Diskusia k výsledkom v prvý deň merania (21. apríla)

Izby boli klimatizované bez akéhokoľvek vplyvu ľudí alebo udalostí. V tomto smere nie je prekvapujúce, že východiskové hodnoty oboch miestností sú si veľmi blízke.

Je zrejmé, že parametre vlhkosti vykazujú zreteľnejšie rozdiely ako hodnoty teploty. Hodnoty v miestnosti B s normálnou farbou sú nižšie. To ovplyvňuje teplotu vzduchu vlhkého a relatívneho. Vlhkosť (rel. LF).

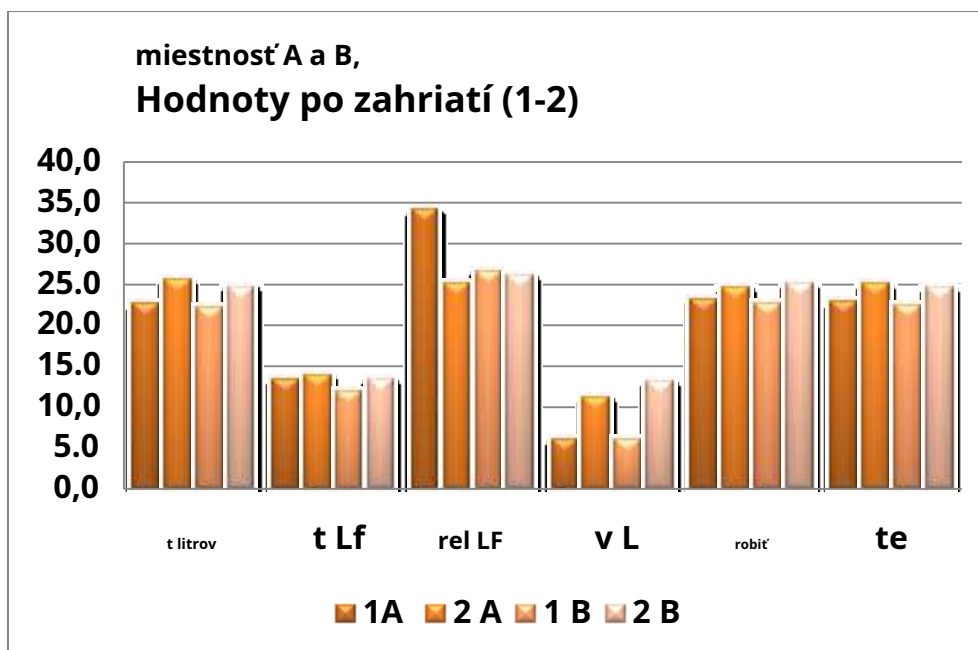


Obrázok 5: Porovnávacie zobrazenie východiskových hodnôt z 21. apríla 2010

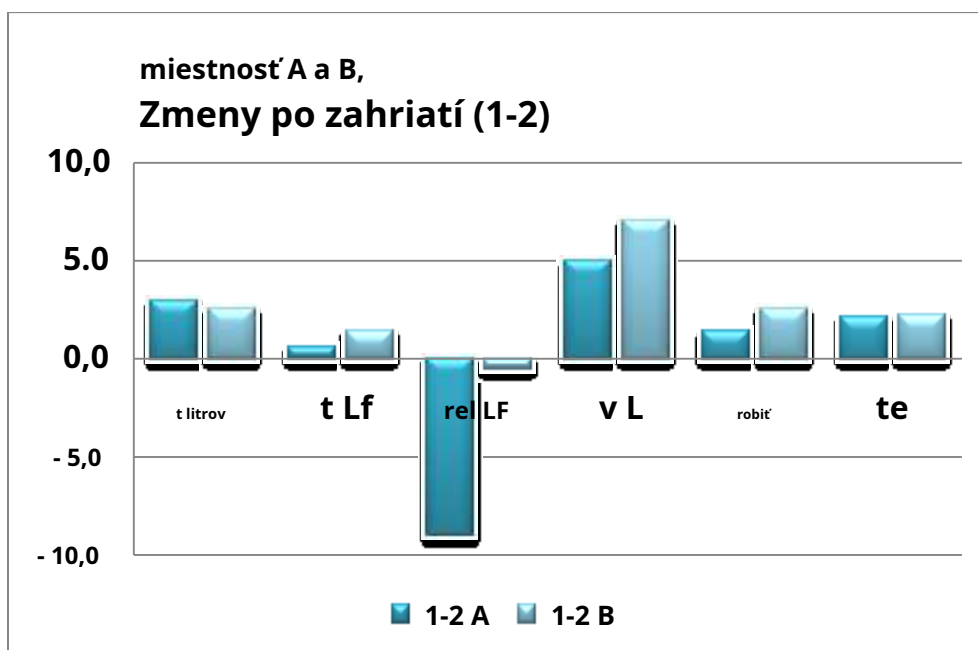


Obrázok 6: Vzťah počiatkových hodnôt ako predtým, jasné rozdiely pri t_{ua} relatívne LF

Väčšina počiatkových hodnôt je v oboch miestnostiach dosť blízko pri sebe. Obrázok 6 znázorňuje stav, pri ktorom sú hodnoty teploty vzduchu vlhké a relatívne. Percento vlhkosti vzduchu v miestnosti B je výrazne nižšie ako v miestnosti A. **ThermoShield reguluje vlhkosť vzduchu smerom k optimu. t_{ua} a t_e sú o 0,5 °C vyššie v miestnosti ThermoShield.**



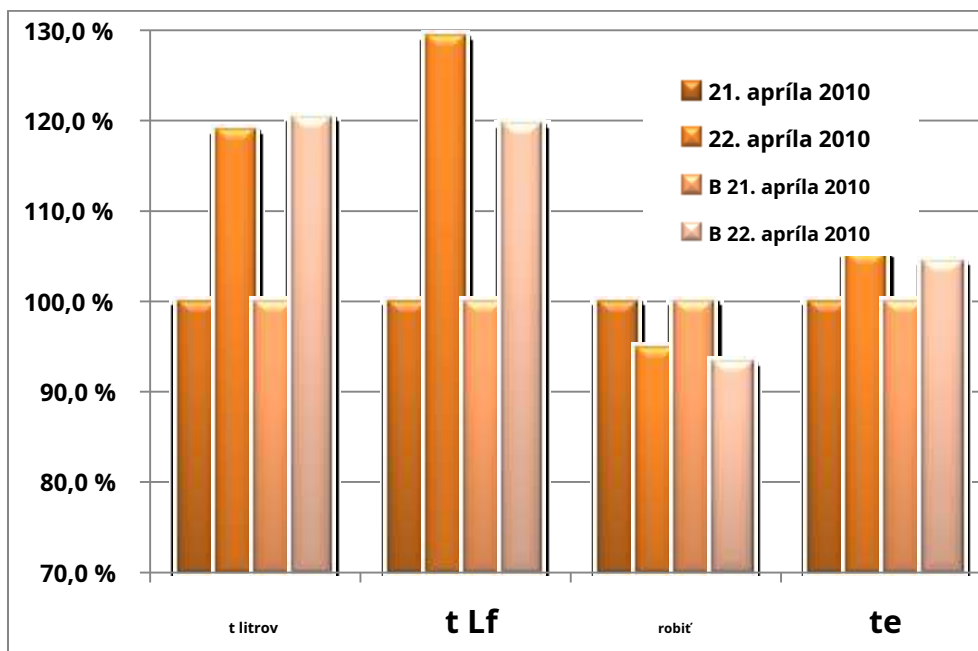
Obrázok 7: Porovnávacie znázornenie nameraných hodnôt po zahriatí



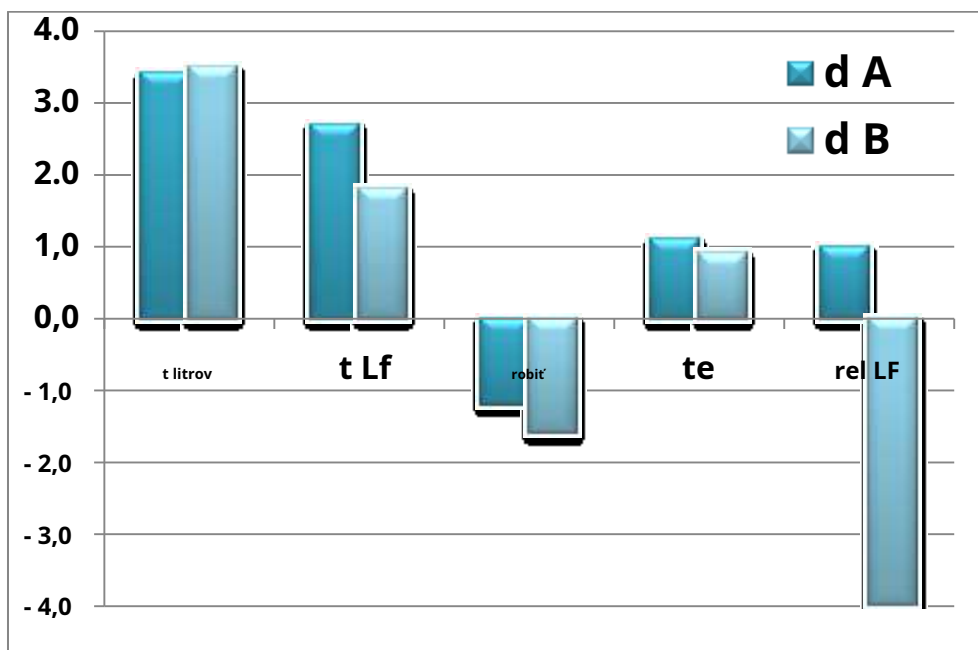
Obrázok 8: Znázornenie rozdielových hodnôt ukazuje: jasné zmeny v rel. LF a vL

Do akej miery selektívne pozorovanie bez časového priebehu po zahriatí a relatívne krátky čas ohrevu (alebo množstvo energie) iba 20 minút v tomto experimente poskytuje reprezentatívne výsledky, zostáva predmetom diskusie. Množstvo zadanej energie zmenilo vnímanú teplotu takmer v rovnakom rozsahu v oboch miestnostiach, s výraznými relatívnymi rozdielmi. LF a t_{sa} majú určiť.

4. O zmene klímy cez noc



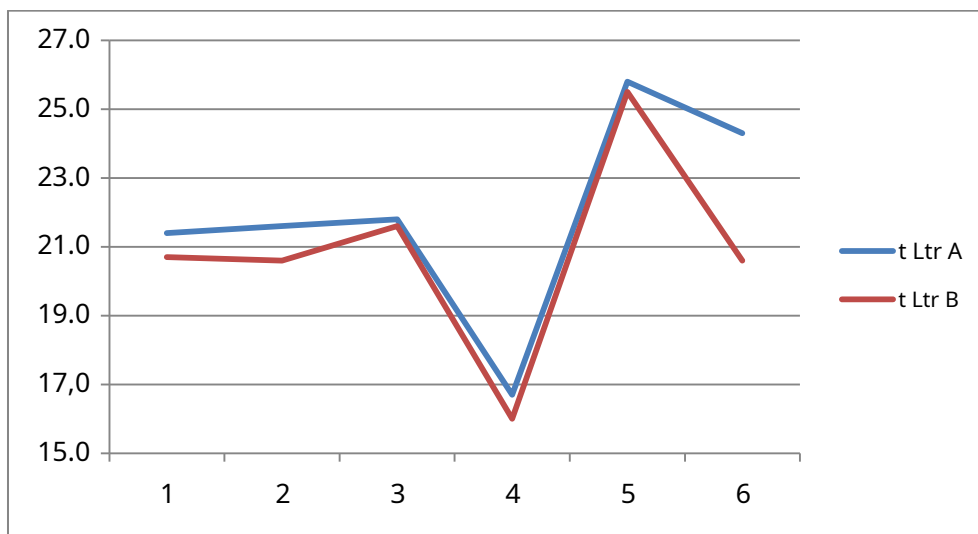
Obrázok 9: Porovnávacie znázornenie nameraných hodnôt po prenocoaní



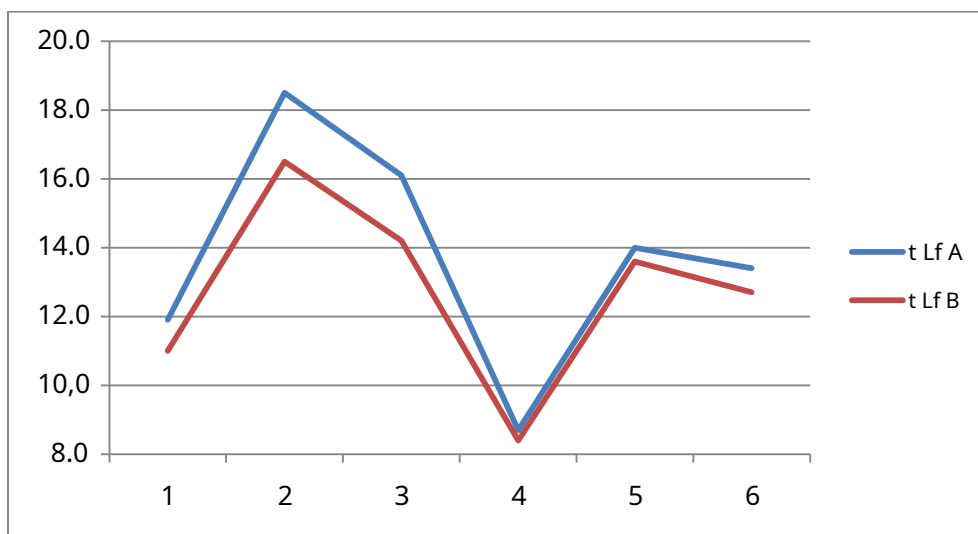
Obrázok 10: Znázornenie rozdielových hodnôt ukazuje zmeny jasnejšie

Vnímaná teplota sa cez noc zvýšila, o niečo viac v miestnosti A. V miestnosti B sa teplota povrchu obalu výraznejšie znížila, rel. LF sa tu potopil, v miestnosti A rel. LF sa mierne zvýšil. Kým t_{litrov} sa zvýšil takmer rovnako, je t_{Lf} sa výrazne zvýšil v miestnosti A. Najvplyvnejšie postupy boli: kúrenie a vetranie oknami.

5. O úrovni teploty v 2. deň merania (22. apríla)



Obrázok 11: Porovnanie nameraných hodnôt 6 meraní 22. apríla tu: t_{Ltr}

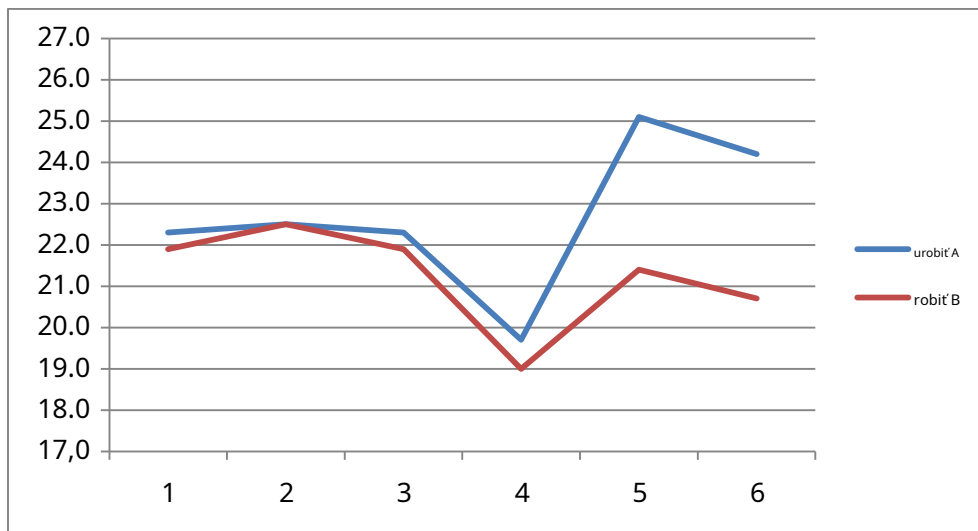


Obrázok 12: Porovnanie nameraných hodnôt 6 meraní 22. apríla tu: t_{Lf}

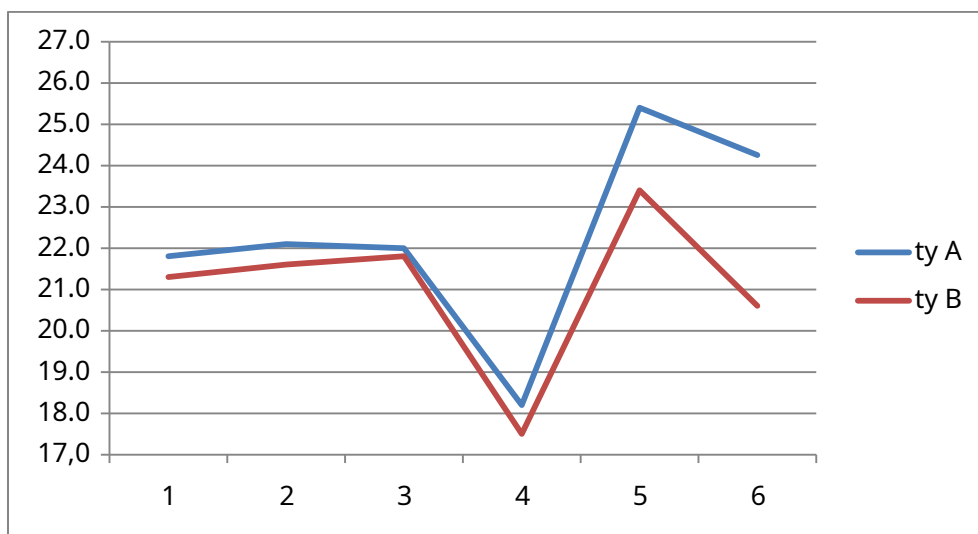
Grafika [Obrázok 11 až Obrázok 14] sú obrázky nameranej teploty. Meracie body 1 až 6 označujú merania v 2. deň merania od začiatku po zvlhčovanie, vetranie oknami a vykurovanie.

Zmeny hodnôt teploty sú zobrazené pre:

- t_{Ltr} Teplota vzduchu v miestnosti, suchý
- t_{Lf} Teplota vzduchu v miestnosti, vlhký
- Relatívna vlhkosť vzduchu v miestnosti
- v_L (rel LF) Rýchlosť vzduchu (prievan)
- t_u Teplota povrchu krytu (priemerná teplota žiarenia povrchu krytu)
- t_e Teplota snímania $t_e = (t_{Ltr} + t_u) : 2$



Obrázok 13: Porovnanie nameraných hodnôt 6 meraní 22. apríla tu: t_u



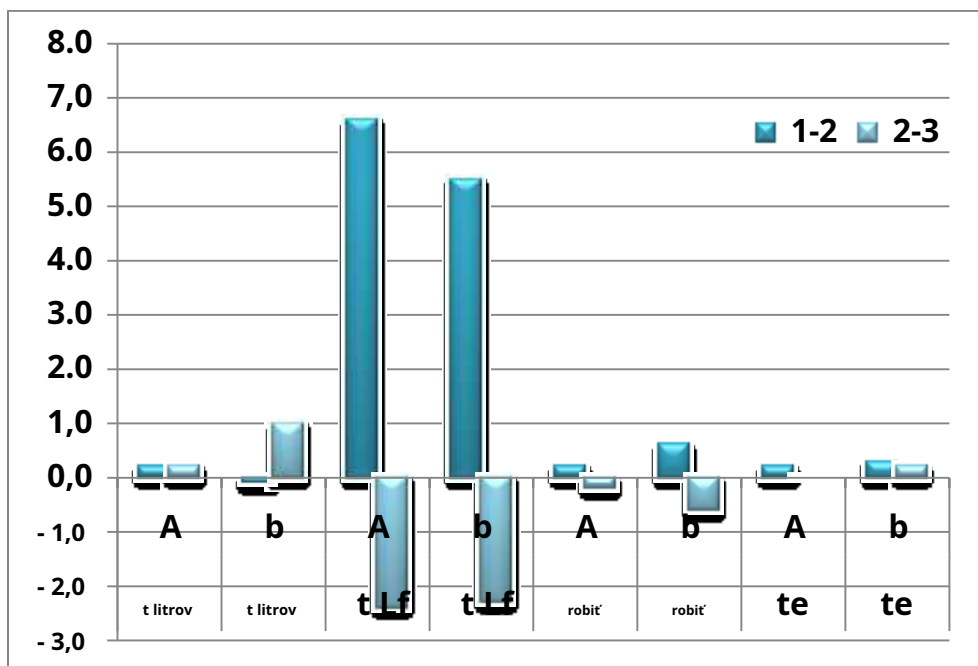
Obrázok 14: Porovnanie nameraných hodnôt 6 meraní 22. apríla tu: t_e

Meracie body 1 až 6 na obrázku sú 1

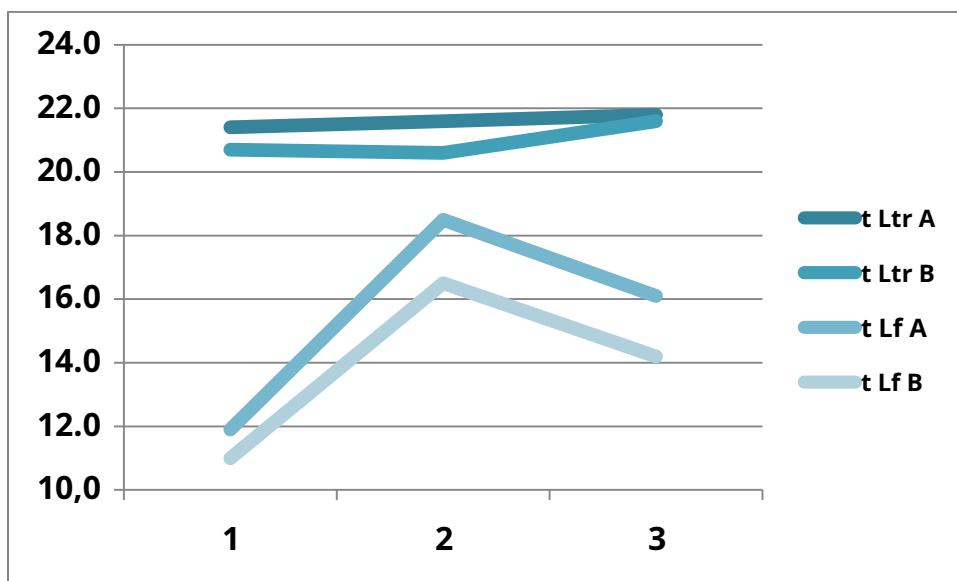
- | | | |
|---|---------------------------|----------------------------|
| | začať | |
| 2 | Zvlhčovanie | 3 = po 45 minútach čakania |
| 4 | 15-minútové vetranie okna | |
| 5 | zahriatie s 1,0 kWh | 6 = po 60 minútach čakania |

Všetky namerané hodnoty majú spoločné to, že tie v miestnosti A (ThermoShield, modré krivky) sú nad tými v miestnosti B (normálna farba, červená krivka). **To znamená, že ThermoShield vždy udržiava klímu v miestnosti na vyššej tepelnej úrovni**—bez ohľadu na to, akú formu má vplyv.

6. Správanie po zvlhčení vrátane priebehu času

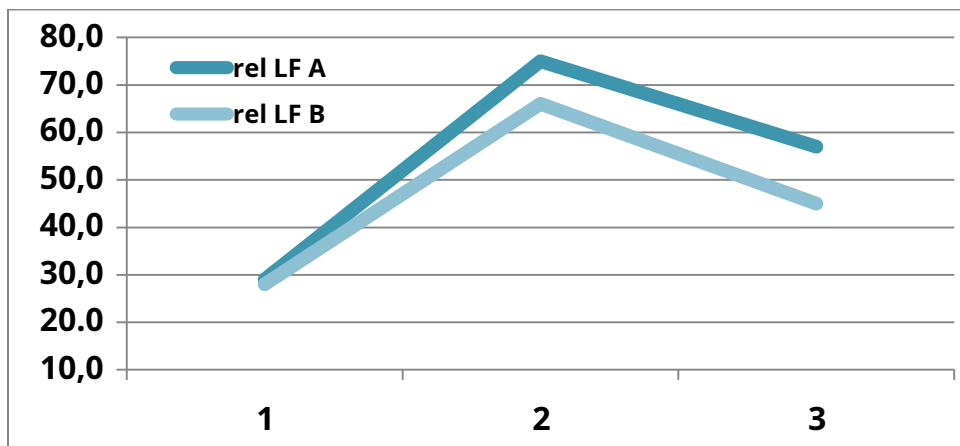


Obrázok 15: Zmeny nameraných hodnôt po zvlhčení vzduchu v miestnosti a po 45 minútach

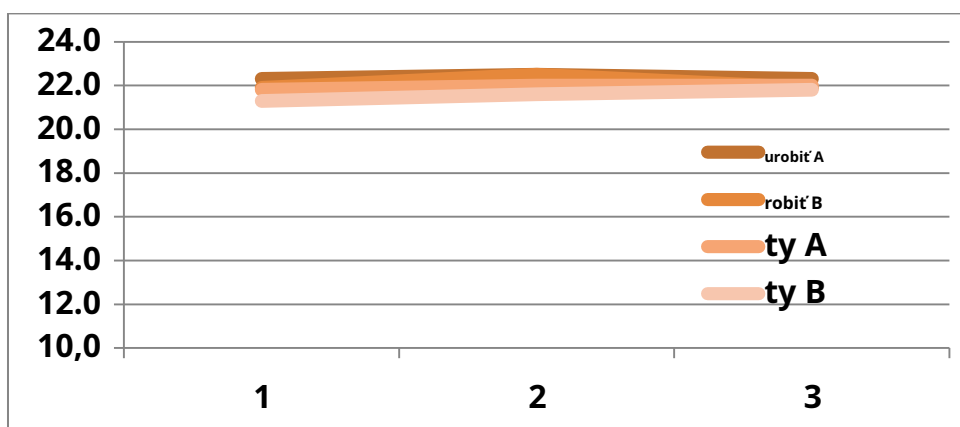


Obrázok 16:

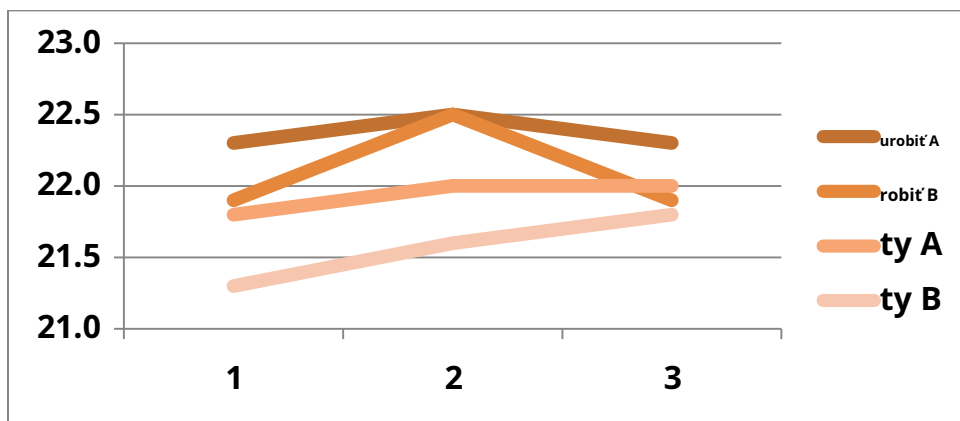
Vzduch v miestnosti sa zvlhčil odparením 0,5 l vody a dodatočným rozprašením 0,4 l vody rozprašovačom. Príkon vody je teda 900 g vody na 61,42 m³ vzduchu v miestnosti. Týchto 14,65 g/m³ zodpovedá 75 % hustoty nasýtenia vodnou parou pri 22 °C. Vzduch v miestnosti však zodpovedá povrchom obalov, ktoré adsorbujú, absorbujú a desorbujú vodu. Vzduch v miestnosti je obklopený asi 97 m² povrchov pláštá, z ktorých asi 75 % v miestnosti A je pokrytých vrstvou ThermoShield.



Obrázok 17: Relatívny vzostup a pokles. Vlhkosť po zvlhčení



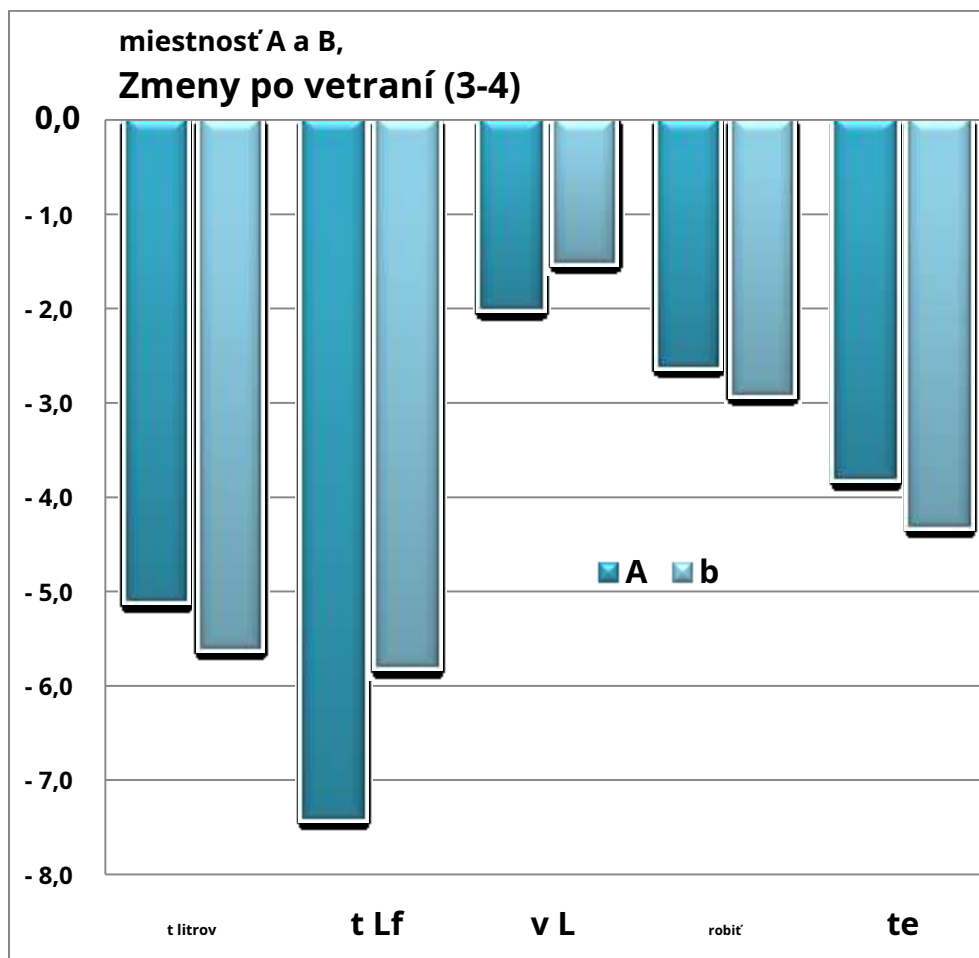
Obrázok 18: Sotva viditeľné zmeny v t_u a t_e



Obrázok 19: Objasnenie zmien v dôsledku väčšieho rozptylu

V miestnosti ThermoShield je spočiatku menej vody absorbované povrchmi obalov, čo je relatívne. LF sa zvyšuje viac. Postupom času je jasné, že v miestnosti B je príbuzný LF klesne pod optimum. V miestnosti ThermoShield sa vlhkosť vzduchu udržiava na príjemnejšej úrovni. Tiež t_{uA} t e zostať na mierne vyššej úrovni.

7. Správanie po vetraní miestnosti



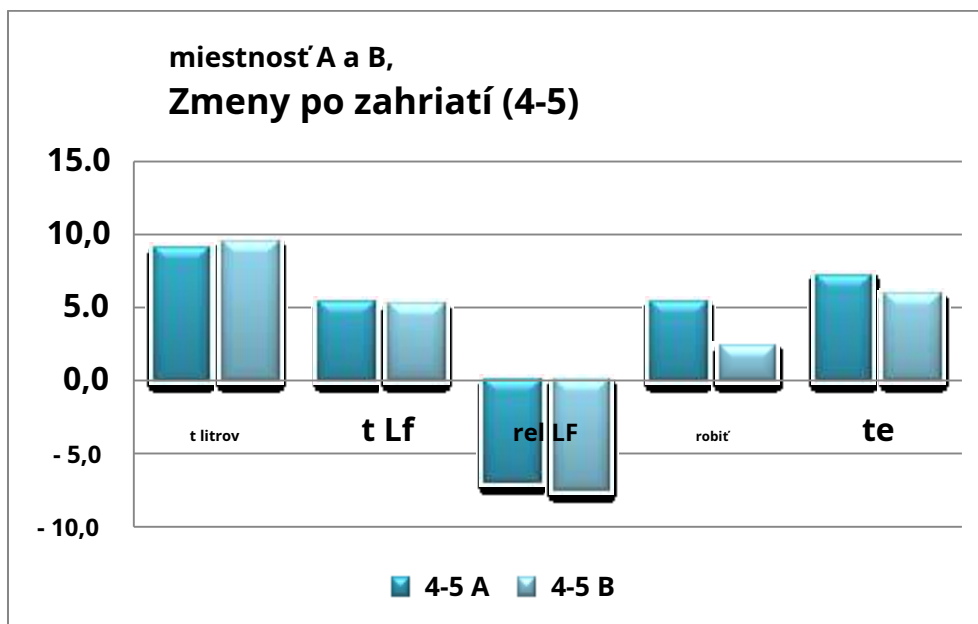
Obrázok 20: Pokles teplôt po vetraní, rôzne stupne

To, že teploty po vyvetraní mierne klesnú, nie je žiadnou novinkou. Počas tohto procesu sa zvyčajne vymieňa teplý, vlhký vzduch za studený, suchý. Miestnosť A: od 57 % do 32 %, Miestnosť B: od 45 % do 32 % (posledná hodnota musí byť rovnaká, keďže dovnútra prúdi rovnaký vzduch).

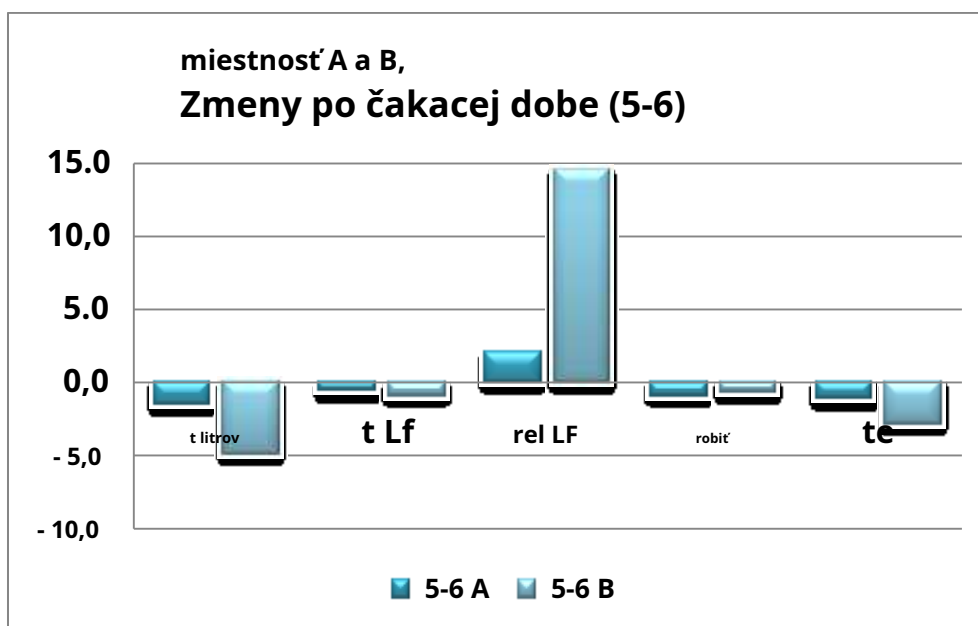
Musí však byť jasné, že táto výmena vzduchu odstráni iba vlhkosť, ktorá bola predtým vo vzduchu v miestnosti. Vlhkosť viazaná na povrchy obalov si môže nájsť cestu len vzduchom v miestnosti, ktorý je teraz opäť suchý, ktorého príbuzný V dôsledku toho sa LF zvyšuje.

Povrchová teplota povrchov obalov (tj ich priemer ako teplota žiarenia v priestorovom uhle) a vnímaná teplota klesajú výraznejšie v miestnosti B ako v miestnosti A. **ThermoShield znižuje ochladzovanie.**

8. Správanie po zahriatí vrátane priebehu času



Obrázok 21: Zmeny nameraných hodnôt po ohreve 1,0 kWh



Obrázok 22: Zmeny nameraných hodnôt po čakaní 1 hodinu po zahriatí

Nárast t_u a t_e vplyvom vykurovania je vyšší v miestnosti A ako v miestnosti B. To znamená buď **miestnosti ThermoShield sa ohrieva rýchlejšie** alebo naopak, že môžete dosiahnuť rovnakú tepelnú úroveň s použitím menšieho množstva energie. Odpad t_{ev} v miestnosti B je výraznejší. **Ochladzovanie miestnosti ThermoShield je pomalšie.**

9. Zusammenfassung, Rück- und Ausblick

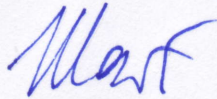
Im Mai 2008 stellte das Fraunhofer Institut ² fest: *"Neben den zahlreichen Einzeluntersuchungen existieren auch schon sehr gute Zusammenfassungen, die die wesentlichen physikalischen Mechanismen und Ergebnisse aus praxisnahen Untersuchungen benennen. Hier sind vor allem die schon recht frühe Darstellung von Prof. Siebel (#016) wie auch die Darstellung von Herrn Dipl.- Ing Bumann (#062) sehr zielführend. ... Angesichts dieser großen vorhandenen Datenfülle stellt sich die Frage, wo und ob überhaupt noch Bedarf an weiteren Untersuchungen besteht."*

Zudem ist dies nicht die erste Raumklimaanalyse, denn bereits im September 2005 in Bonn ³ und im Dezember 2009 in Stockholm ⁴ sind ähnliche Untersuchungen in Vergleichsräumen vorgenommen worden. Zudem sind nachgestellte Versuche von Wettbewerbern der SICC GmbH bekannt. ⁵ Signifikante Unterschiede zu handelsüblichen Farben sowohl in der Kurzzeitdynamik als auch in der Langzeitdynamik wurden bei ähnlichen Untersuchungen zur Bestimmung von Parametern für die dynamische Simulation festgestellt. ⁶

Insofern hat diese Messreihe nichts wesentlich Neues erbracht. In Nuancen sind neue Erkenntnisgewinne gegeben, die sich auf etwaige weitere Versuche auswirken sollen. Für die SICC GmbH ist die wiederholte messtechnische (!) Bestätigung der Eigenschaften und Wirkungen der ThermoShield Innen-Beschichtung dennoch positiv.

Fazit: ThermoShield Interieur trägt zur Verbesserung des Raumklimas und zur Energieeinsparung bei, weil

- das Aufheizen eines Raumes verkürzt wird
- das Auskühlen eines Raumes verzögert wird
- die Raumluftfeuchte in Richtung Optimum reguliert wird



Prof. Dr.-Ing. Peter Marx
Am Kleinen Wannsee 12 J
14109 Berlin
☎ 030 / 805 19 80



² „Bericht: Erarbeitung eines physikalisch-chemischen Bewertungsverfahrens für ThermoShield-Schichten – Phase I: Sichtung und Auswertung der vorhandenen Daten und Ergebnisse, für: SICC GmbH“, bearbeitet von: Dr. Christian Oehr und Dr. Michaela Müller, Fraunhofer IGB (Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik), Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart, 23. Mai 2008

³ Die Raumklima-Analyse vom 01. und 02.09.2005 bei der Deutschen Welle in Bonn, Prof. Dr.-Ing. Peter Marx i.A. der SICC GmbH

⁴ Die Raumklima-Analyse vom 05. und 06.12.2009 in der Bibliothek der Stadt Stockholm, Prof. Dr.-Ing. Peter Marx i.A. der ThermoGaia AB

⁵ Raumklimaanalyse am Institut für Umwelt und Gesundheit/ Fulda, 2006, i.A. der Fa. SOLAKLIM (PHN Klimafarbe)

⁶ „Expertise für Thermo-Shield Produkte der SICC GmbH, Berlin“ der Delzer Kybernetik GmbH, Lörrach vom 09.09.2003 und Versuchsbericht Thermo-Shield, Analyse, Versuchbeginn 2.8.2002, Abschlußbericht, 03.03.2004 S. Delzer, Delzer Kybernetik GmbH, Lörrach (dynamischer Materialtest); "Allein aufgrund der untersuchten Feuchtekenwerte sind Energieeinsparungen von mehr als 10% erreichbar."