



Analýza vnútornej klímy v kancelárii

Stockholms Stadsbibliotek

decembra 2009

Profesor Dr.-Ing. Peter Marx

Berlín, Nemecko

Obsah

- 1. Úvod**
- 2. Analýza klímy**
- 3. Testovacie objekty**
- 4. Metóda analýzy**
- 5. Výsledky merania**
- 6. Zhrnutie**

prílohy

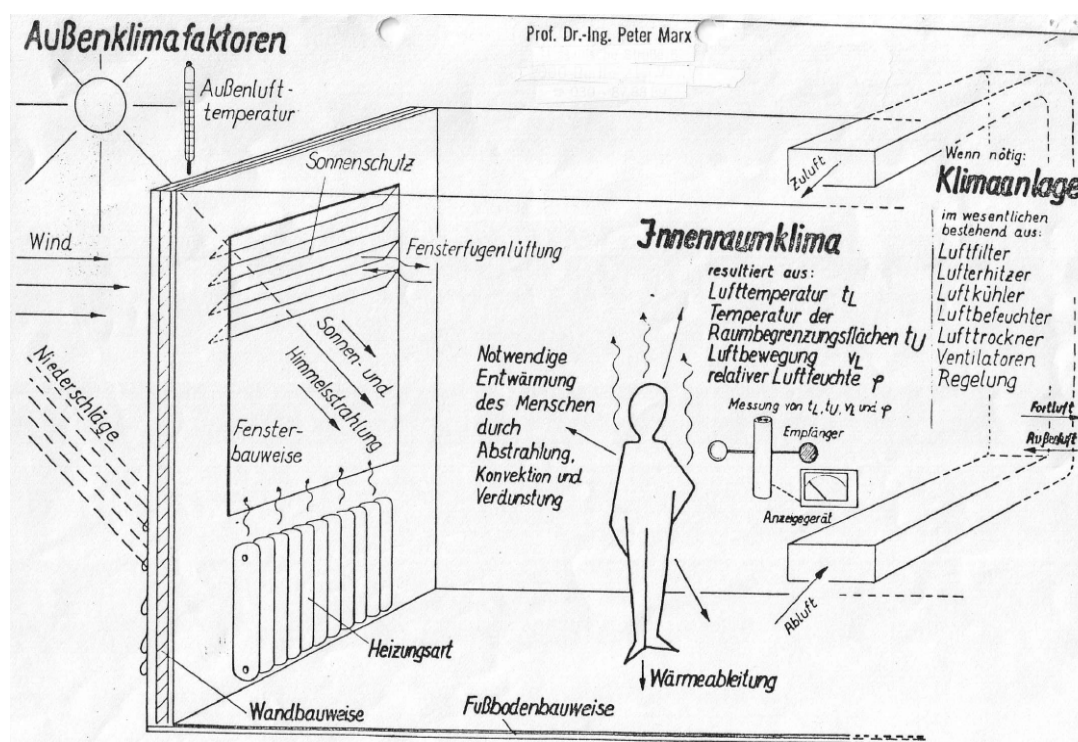
- I. Nomogram & Test Protocols**
- II. Raumklima analyzátor**
- III. Výsledky klimateckej analýzy Deutsche Welle**

1. Úvod

V mene Stockholms Stad (mesto Štokholm) som bol prostredníctvom švédskej spoločnosti ThermoGaia AB poverený vykonaním analýzy klímy v hlavnej knižnici v Štokholme. Analýza bola vykonaná s cieľom pochopiť, ako sú dve rôzne miestnosti ovplyvnené v závislosti od náteru pomocou nezávislej metódy merania. Test sa uskutočnil 5. a 6. decembra 2009.

2. Analýza klímy

Účelom merania klimatickej analýzy je identifikovať a merať rôzne faktory, ktoré ovplyvňujú ľudské telo podľa úrovne komfortu klímy v miestnosti.



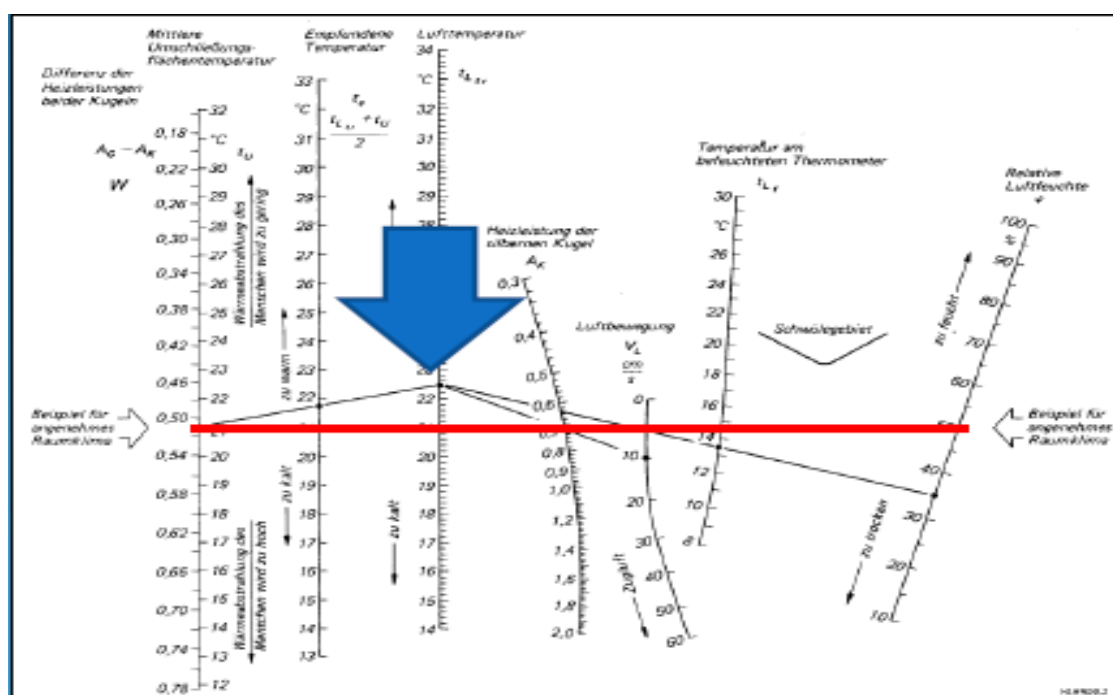
Vnímaná vnútorná klíma závisí od kombinácie niekoľkých rôznych faktorov. Na meranie „thermische behaglichkeit“ (tepelnej pohody) boli definované a možno merať tieto faktory:

- teplota vlhkého vzduchu
- teplota suchého vzduchu
- relatívnej vlhkosti
- teplota infračerveného žiarenia (priemerná teplota priestorov obklopujúcich miestnosť)

- pohyb vzduchu
- vnímaná teplota (objektívna fyzikálna hodnota, ktorá je kombináciou všetkých vyššie uvedených meraní a nie subjektívna hodnota)

Nižšie uvedený nomogram je spôsob, ako opísať rôzne parametre a ukázať, ako spolu súvisia. Táto metóda je uznávaná a používa sa od roku 1980 na vedeckejšie a presnejšie meranie podmienok klímy v miestnosti.

Túto metódu je možné použiť aj na zobrazenie rozdielov medzi ThermoShield a tradičnými maľovanými miestnosťami.



Červená čiara predstavuje ideálnu komfortnú vnútornú klímu pre ľudské telo.

3. Testovacie objekty

Testovacím objektom, ktorý bol vybraný, boli dve podobné miestnosti na hornom poschodí v juhovýchodnej časti knižnice. Miestnosti slúžili na tradičnú kancelársku prácu. Izby boli rovnako veľké, každá mala rozlohu 17,4 metrov štvorcových. Nábytok bol maximálne podobný v bežnom kancelárskom prostredí. Izby obsahovali rovnaký typ radiátorov a nachádzali sa v rovnakej časti budovy vedľa seba.

- **Izba 615** bola 17. októbra natretá náterom ThermoShield Interior na strope aj na všetkých jeho stenách. Oranžová farba v diagramoch.
- **Izba 613** bol natretý tradičnou farbou. Modrá farba.



Izba 613



Izba 615

4. Metóda klimateckej analýzy

Vybavenie

- Meracie zariadenie na analýzu klímy
- Stôl v strede miestnosti na umiestnenie prístroja a jeho napájania. Elektrický ohrievač: tj 2 kW počas doby ohrevu 0,5 h = 1 kWh príkonu energie. Stopky a/alebo časový spínač.



Prístroj na meranie



Senzorové zariadenie

Čo merať

- teplota vlhkého vzduchu
- teplota suchého vzduchu
- relatívnej vlhkosti
- teplota infračerveného žiarenia (priemerná teplota priestorov obklopujúcich priestor)
- pohyb vzduchu
- vnímaná teplota (objektívna fyzikálna hodnota, ktorá je kombináciou všetkých vyššie uvedených meraní a nie subjektívna hodnota)

Prezentácia výsledkov

Cieľom je zmerať vykurovací výkon, správanie sa klímy po otvorení okna, správanie sa miestnosti pri pridávaní vlhkosti. Správa bude obsahovať informácie o metóde, vyplnené nomogramy ako aj krátke vyhodnotenie výsledkov.

Program merania

Zatvorte obe miestnosti deň vopred a zabezpečte rovnakú úroveň na radiátoroch.

1. deň

M1 – je potrebné porovnanie počiatočnej klímy v miestnosti ako počiatočných hodnôt.

M2 – zmení po otvorení okna. Otvorte okno presne na 15 minút.

Zmerajte zmenené hodnoty v oboch miestnostiach.

M3 – zmeny po Zahriatí ventilátorom, rovnaký čas a rovnaký výkon. Teda $2 \text{ kW} \times 0,5 \text{ h} = 1 \text{ kWh}$ Zmerajte zmenené hodnoty v oboch miestnostiach.

M4 – zmerajte teplotu po 160 minútach. Zmerajte zmenené hodnoty v oboch izby.

Zatvorte termostaty radiátorov. Otvorte dvere na chodbu a začnite 2. deň s rovnakou teplotou v dvoch miestnostiach.

2. deň

M5 – je potrebné porovnanie počiatočnej klímy v miestnosti ako počiatočná hodnota. Zmerajte dané hodnoty.

M6 – zopakujte skúšku vykurovania v miestnostiach. Zahrejte pomocou tepelného ventilátora súčasne a rovnaký výkon. T. j. $2 \text{ kW} \times 0,5 \text{ h} = 1 \text{ kWh}$. Zmerajte zmenené hodnoty v oboch miestnostiach.

M7 – vplyv vlhkosti. Použite zariadenie, ktoré vytvára vodnú vlhkosť (tj „parná kačica“, rovnaké množstvo v oboch miestnostiach 400 ml. Zmerajte zmenené hodnoty v oboch miestnostiach.

M8 – počkajte 15 minút a zopakujte postup merania. Zmerajte zmenené hodnoty v oboch miestnostiach.

M9 – otvorte okno presne na 10 minút. Zmerajte zmenené hodnoty v oboch izby.

5. Výsledky merania

Definície

t_u – teplota infračerveného žiarenia

t_e – vnímaná teplota

$t_{L\ tr}$ – teplota suchého vzduchu

$t_{L\ f}$ – teplota vlhkého vzduchu

ϕ – relatívna vlhkosť

VL – konvekcia

M1 -porovnanie počiatocnej izbovej teploty pri meraní ukázalo, že miestnosť pokrytá ThermoShieldom bola o 1,4 °C teplejšia ako maľovaná miestnosť.

M2 -proces ochladzovania pri otvorení okna ukazuje, že rýchlejší proces chladenia v miestnosti s náterom ThermoShield má väčší rozdiel ako v miestnosti s náterom.

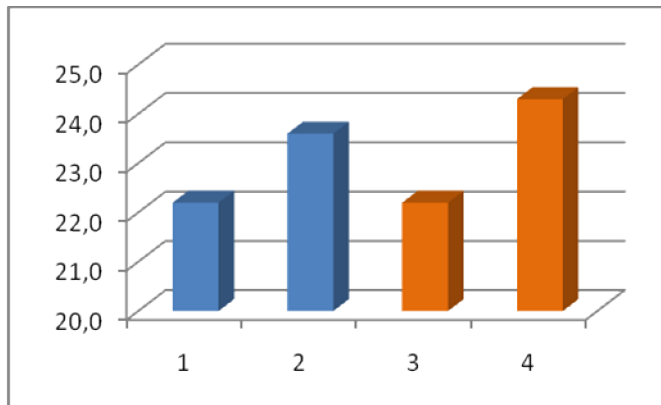
M3 -Proces zahrievania je rýchlejší v 615 ako v 613.

M5 -Vnímaná teplota bola takmer rovnaká v kabínkach a relatívna vlhkosť vzduchu v miestnosti 615 bola 1 percento sušiacieho vzduchu. Dobrý východiskový bod pre porovnanie.

M6 -M6, vlhkosť vzduchu sa znížila z 34,5 na 29 % a teplota žiarenia je rovnaká v miestnosti 613. V miestnosti 615 sa vlhkosť znížila z 33,5 na 31,0 a teplota žiarenia sa zvýšila z 23,2 až 24,5 stupňov.

Nárast teploty je o 50 % vyšší v miestnosti 615 v porovnaní s miestnosťou 613.

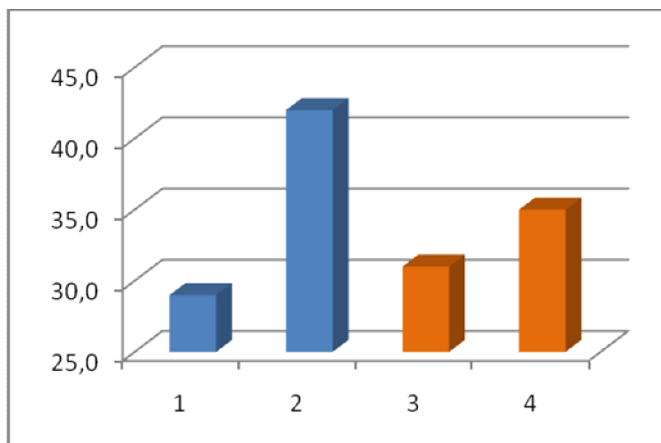
M6Po Zahriatí ventilátorom 1 kWh



1	M5 - 613	22,2 °C
2	M6 - 613	23,6 °C
3	M5 - 615	22,2 °C
4	M6 - 615	24,3 °C

Zmena te po ohreve s 1 kW/h efektovým príkonom.

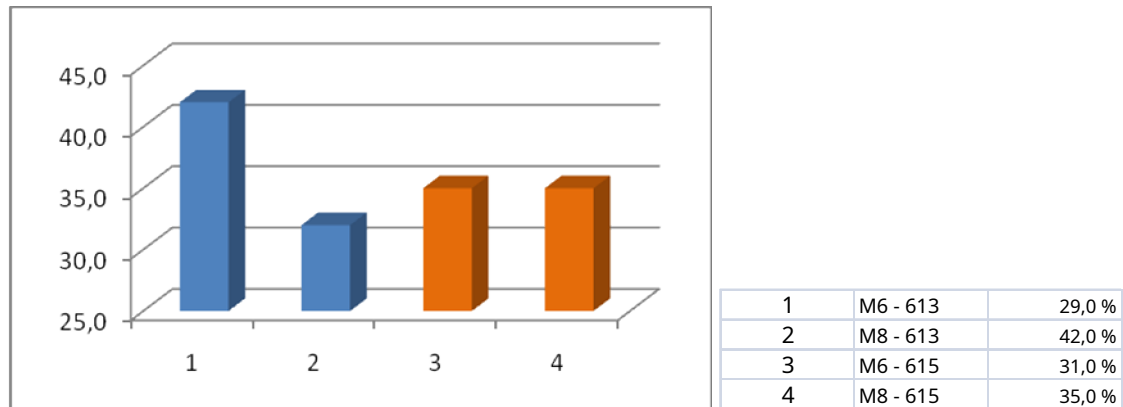
M8 -Po 400 ml vody v pare do oboch miestností. Úroveň vlhkosti sa v miestnosti 615 v porovnaní s miestnosťou 613 mení menej.



1	M6 - 613	29,0 %
2	M8 - 613	42,0 %
3	M6 - 615	31,0 %
4	M8 - 615	35,0 %

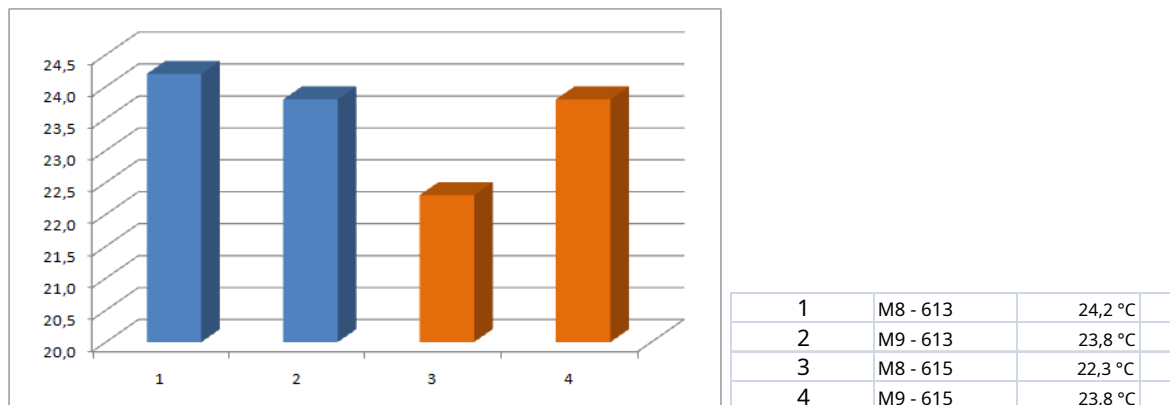
Zmena vlhkosti vzduchu po 400 ml naparenej vody

M9 –Pri otvorení okna zostáva vlhkosť v miestnosti 615 rovnaká a vlhkosť v miestnosti 613 klesá zo 42 % na 32 %.



Zmena vlhkosti vzduchu po otvorení okna

M9 – t_{u} v miestnosti 613 po otvorení okna mierne klesá, ale v miestnosti 615 tu rastie.



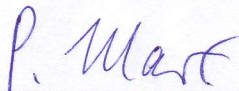
Zmena t_{u} po otvorení okna

6. Summary

Conclusions are as follows:

- Day one
 - Room 615 was 9,1% warmer than room 613. In order to gain the same temperature both room were cooled.
 - The cooling down process when opening the window shows a faster cooling process in the room 615 and has a larger difference than in room 613.
- Day two
 - Temperature increase is 50 % higher in room 615 compared to room 613.
 - When adding humidity to the rooms and measuring the relative humidity in the rooms. The measurement M6, M8 and M9 shows less humidity changing in room 615 as in room 613.
- Overall
 - Both rooms are too warm and too dry. This is also applicable for the main library environment.

Berlin, 13th of January 2010



.....
Professor Dr. – Ing. Peter Marx