



# Přípustné povrchové teploty sálavých ploch na základě asymetrie radiační teploty

## Allowable Temperatures of Radiant Surfaces Based on Radiant Temperature Asymmetry

Recenzentka  
 MUDr. Ariana Lajčíková, CSc.

*Povrchová teplota sálavých povrchů ovlivňuje tepelný komfort osob ve vnitřním prostředí. Autor hodnotí různé situace lokálního diskomfortu, ke kterým dochází při vytápění či chlazení vlivem sálavé asymetrie okolních ploch – stropů, stěn a podlah. Navrhuje optimální řešení.*

**Klíčová slova:** tepelný komfort, radiační teplota, sálání

*The surface temperature of radiation surfaces affects the thermal comfort of persons at indoor environment. The author evaluates the various situations of local discomfort that take place at heating or cooling owing to radiation asymmetry of ambient surfaces – trees, walls and floors. He proposes an optimal solution.*

**Key words:** thermal comfort, radiant temperature, radiation

Výměna tepla sáláním mezi člověkem a okolními stěnami by měla být rovnoramenná. Nerovnoměrnost osálání vyjadřuje asymetrie radiační teploty (sálavá asymetrie), což je jeden z parametrů, jímž se hodnotí lokální tepelný komfort. V obytných budovách, kancelářích, restauracích apod., je lokální diskomfort vlivem sálavé asymetrie nejčastěji způsoben rozlehlymi okny (v zimním období), neizolovanými venkovními stěnami, nebo nesprávně navrženým, či špatně instalovaným stropním sálavým vytápěním. V průmyslu bývá sálavá asymetrie způsobena chladnými nebo teplými povrchy strojů, výrobků atp.

### PARAMETRY PROSTŘEDÍ PRO HODNOCENÍ OSÁLÁNÍ

#### Rovinná radiační teplota

Rovinná radiační teplota  $t_{pr}$  (radiační teplota protilehlých ploch) vyjadřuje účinek sálání v jednom směru a její hodnota závisí právě na daném směru. Lze ji definovat jako jednotnou teplotu uzavřeného prostoru, kde sálání na jedné straně malého rovinného elementu je stejně jako ve skutečném nehomogenném prostředí. Pro porovnání, střední radiační teplota  $t_r$  vyjadřuje teplo sdílené sáláním mezi povrchem těla a okolními stěnami, tedy v všech směrech.

#### Asymetrie radiační teploty

Nerovnoměrnost osálání popisuje asymetrie radiační teploty  $\Delta t_{pr}$ , která je definována jako rozdíl mezi rovinnými radiačními teplotami  $t_{pr1}$ ,  $t_{pr2}$  dvou protilehlých ploch malého rovinného prvku.

$$\Delta t_{pr} = t_{pr1} - t_{pr2} \quad [K] \quad (1)$$

Protože je asymetrie radiační teploty vztázena k malému rovinnému prvku, její hodnota závisí na jeho orientaci. Orientace může být v některých situacích určena např. asymetrie stropu a podlahy. Pokud však směr není specifikován, sálavá asymetrie by měla být vztázena k orientaci, která dává maximální hodnoty.

#### Analytické stanovení asymetrie radiační teploty

Stanovením asymetrie radiační teploty se podrobně zabývá norma [9]. Rovinná radiační teplota se stanovuje obdobně jako střední radiační teplota

$$T_{pr} = \sqrt[4]{T_1^4 F_{e-1} + T_2^4 F_{e-2} + \dots + T_n^4 F_{e-n}} \quad [K] \quad (2)$$

nebo, pokud se teploty okolních stěn  $t_1, t_2 \dots t_n$  vzájemně příliš neliší, lze vztah (2) zjednodušit na tvar

$$t_{pr} = t_1 F_{e-1} + t_2 F_{e-2} + \dots + t_n F_{e-n} \quad [°C] \quad (3)$$

s tím rozdílem, že poměr osálání je vztázen k malému rovinnému prvku. Pro rovinný prvek o ploše  $dA_1$  a obdélník v rovině kolmé na rovinu prvku (obr. 1a) se úhlový poměr vypočítá dle vztahu (4)

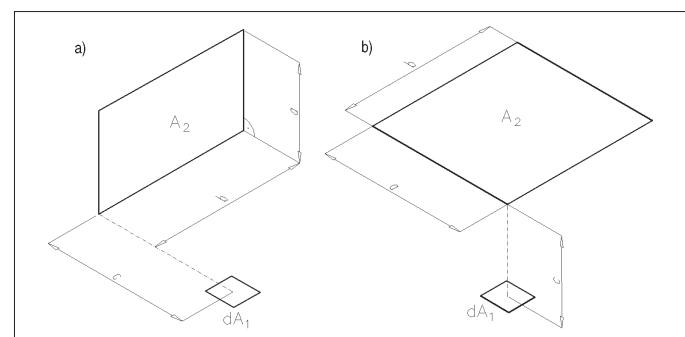
$$F_{1-2} = \frac{1}{2\pi} \left( \operatorname{arctg} \frac{1}{c/b} - \frac{c/b}{\sqrt{(a/b)^2 + (c/b)^2}} \operatorname{arctg} \frac{1}{\sqrt{(a/b)^2 + (c/b)^2}} \right)$$

Pro malý rovinný prvek o ploše  $dA_1$  rovnoběžný s pravoúhlou plochou (obr. 1b) se používá vztah

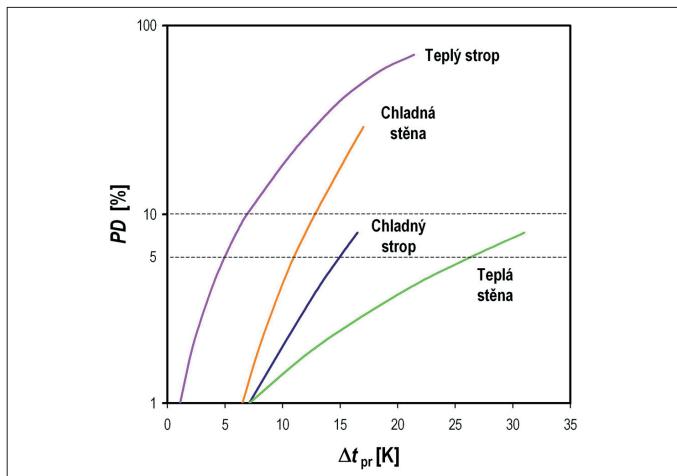
$$F_{1-2}^{(5)} = \frac{1}{2\pi} \left( \frac{\frac{a/c}{\sqrt{1+(a/c)^2}} \operatorname{arctg} \frac{b/c}{\sqrt{1+(a/c)^2}} +}{\frac{b/c}{\sqrt{1+(b/c)^2}} \operatorname{arctg} \frac{a/c}{\sqrt{1+(b/c)^2}}} \right)$$

### LOKÁLNÍ DISKOMFORT VLIVEM SÁLAVÉ ASYMETRIE

Jak již bylo popsáno v úvodu, sálavá asymetrie způsobuje lokální diskomfort. Na obr. 2 je znázorněna závislost počtu nespokojených osob  $PD$  (z anglicky „percentage of dissatisfied“) na asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr}$  [4]



Obr. 1 Schéma pro výpočet poměru osálání u malého rovinného prvku  
 a) kolmého k obdélníkové ploše, b) rovnoběžného s obdélníkovou plochou



Obr. 2 Závislost procenta nespokojených osob PD na asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr}$  pro různé druhy sálavých povrchů (upraveno podle [4])

pro různé druhy sálavých povrchů. Z uvedeného vyplývá, že nejvíce jsou lidé citliví na sálavou asymetrii způsobenou teplým povrchem stropu či chladnými stěnami (okna).

V tab. 1 jsou uvedeny doporučené hodnoty asymetrie radiační teploty na základě ČSN EN ISO 7730 [10], pro všechny tři kategorie tepelného komfortu (A, B, C) definované uvedenou normou. Mezní hodnoty asymetrie radiační teploty vyplývají z požadavku na přípustný počet nespokojených osob PD, který pro kategorii A a B má být menší než 5 % a pro kategorii C menší než 10 %.

Tab. 1 Doporučené hodnoty asymetrie radiační teploty podle ČSN EN ISO 7730

Sálavý povrch	$\Delta t_{pr}$ [K]	
	Kategorie A,B	Kategorie C
	$PD < 5\%$	$PD < 10\%$
Chladný strop	< 14	< 18
Chladné stěny	< 10	< 13
Teplý strop	< 5	< 7
Teplé stěny	< 23	< 35

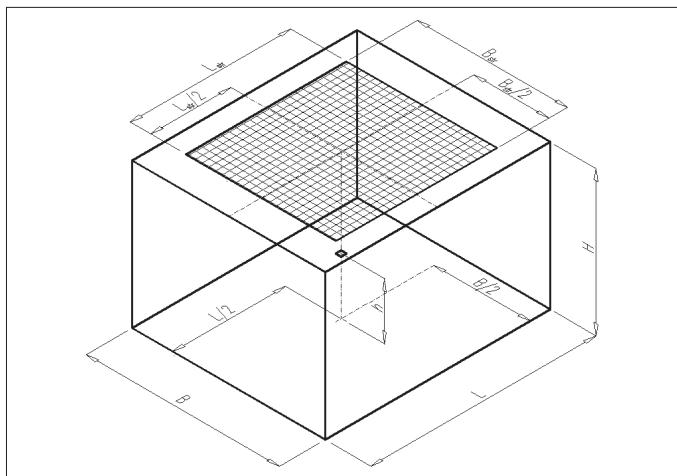
O asymetrii radiační teploty se zmiňuje i nařízení vlády č. 523/2002 Sb. [11]. V části A, odstavci 3. jsou zmíňovány mezní hodnoty pro „teplý strop a jiné vodorovné povrchy“ ( $\Delta t_{pr} < 5\text{ K}$ ) a pro „okna a jiné chladné svíslé povrchy“ ( $\Delta t_{pr} < 10\text{ K}$ ). Navíc je v předpisu uvedena poznámka: „intenzita osálaní hlav nesmí být větší než  $200\text{ W/m}^2$ “.

## POVRCHOVÉ TEPLITOY OTOPNÝCH A CHLADICÍCH SÁLAVÝCH SYSTÉMŮ

Na základě uvedených vztahů (1), (2), (4) a (5) byla provedena teoretická analýza přípustných povrchových teplot sálavých systémů z hlediska asymetrie radiační teploty.

Analýza byla zaměřena převážně na kancelářské prostory s výškou místnosti  $H = 2,7; 3,0 a  $3,4\text{ m}$ . V běžných kancelářských aplikacích je zejména důležitá poloha vsedě ( $h = 1,1\text{ m}$ ). Stojící osoba ( $h = 1,7\text{ m}$ ) nemá příliš vyrovnaný charakter, neboť člověk se ve stojí po kanceláři většinou pohybuje a není tak trvale vystaven stejnemu osálaní. Naopak v průmyslu je poloha vstoje naprostě běžná, většinou však výška stropu dosahuje vyšších hodnot než u kanceláří.$

Obecným problémem při návrhu sálavých systémů bývá určení teploty okolních stěn. Přesné řešení sdílení tepla sáláním mezi jednotlivými povrhy



Obr. 3 Schéma analyzované místnosti

v místnosti je poměrně složité a přenos tepla radiací v místnosti může být odlišný, než popisují teoretické rovnice. Pro zjednodušení analýz se předpokládá, že teplota okolních stěn se rovná teplotě vzduchu  $t_a$ , kterou při návrhu známe. Ve skutečnosti bude teplota okolních stěn poněkud vyšší.

### Otopné stropy

Nejnepravidelnější případ osálaní hlavy sálajícím stropem nastává tehdy, je-li člověk uprostřed místnosti resp. uprostřed pod sálavým stropem (obr. 3). Analýzy pro otopný nebo chladicí strop, uvedené v tomto článku, byly prováděny právě pro tento případ.

Obr. 4, 5 a 6 znázorňují výsledky analýzy přípustné povrchové teploty otopného stropu na základě doporučených hodnot asymetrie radiační teploty. Výsledky jsou platné pro kategorii tepelného prostředí A a B (obr. 4a, 5a a 6a) a kategorii C (obr. 4b, 5b a 6b).

Na obr. 4 je zobrazena závislost povrchové teploty stropu  $t_{str}$  na geometrických parametrech místnosti resp. na poměru šírky místnosti  $B$  ku vzdálenosti hlavy od stropu ( $H-h$ ) a poměru šírky ku délce místnosti  $B/L$ . Teplota okolních stěn byla uvažována  $t_s = 20\text{ °C}$ . Předpokládá se, že celá plocha stropu tvoří otopný strop  $S_{str} = S$ .

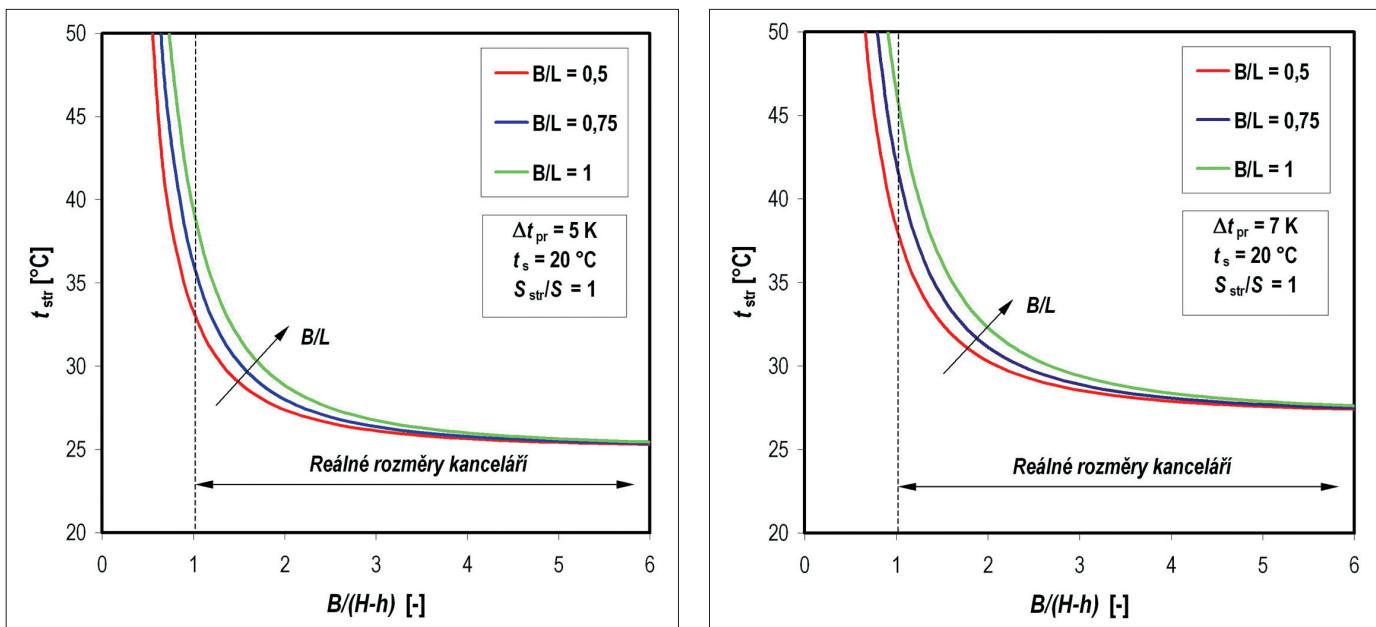
Z výsledků je zřejmé, že pro geometricky malé místnosti jako jsou např. buňkové kanceláře\*, pro které je poměr  $B/(H-h) = 1$  až 2, se povrchová teplota stropu může pohybovat v rozmezí  $30$  až  $45\text{ °C}$ , což koresponduje s hodnotami uvedenými v literatuře [2]. U rozlehlejších místností jakými mohou být velkoplošné kanceláře je situace poněkud odlišná a povrchová teplota stropu je z tohoto pohledu výrazně omezená.

Závislosti na obr. 5 jsou obdobného charakteru, s tím rozdílem, že platí pro daný poměr  $B/L = 1$  a pro různé teploty okolních stěn  $t_s = 20$  až  $24\text{ °C}$ . Opět se předpokládá, že otopný strop pokrývá celou plochu stropu  $S_{str} = S$ .

Z výsledků uvedených na obr. 5 je možné sledovat vliv teploty okolních stěn na přípustnou povrchovou teplotu otopného stropu. Z výsledků je sice zřejmé, že při zvýšení projektované teploty vzduchu  $t_a$  ( $\approx t_s$ ), vzroste přípustná povrchová teplota otopného stropu, ovšem otopný výkon, který závisí mj. na rozdílu povrchové teploty stropu a teploty vzduchu ( $t_{str} - t_a$ ) se tím nezmění.

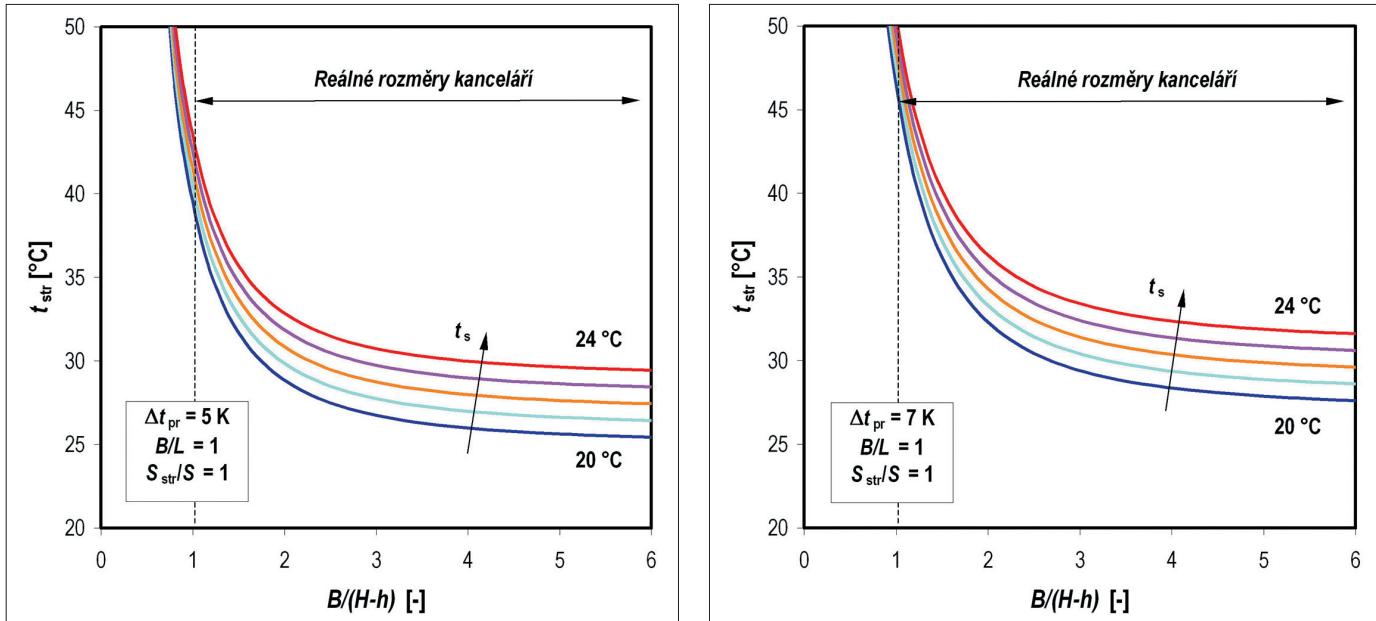
V praktických aplikacích nemusí sálavý strop pokrývat celou plochu stropu. Poměrné obložení  $S_{str}/S$  bývá většinou v rozmezí 0,5 až 0,7. Grafy na obr. 6 porovnávají výsledky analyzované pro různé poměrné

\* Kanceláře v moderní administrativní budově jakou je např. nové ústředí ČSOB v Praze Radlicích mají půdorysný rozměr  $2,6 \times 4\text{ m}$  a výšku  $3\text{ m}$ ; tj.  $B/(H-h) = 1,36$  a  $B/L = 0,65$ .



Obr. 4 Povrchová teplota otopného stropu v závislosti na rozměrech místnosti  
a) pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 5 \text{ K}$  a teplotu okolních stěn  $t_s = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$ ,

b) pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 7 \text{ K}$  a teplotu okolních stěn  $t_s = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$



Obr. 5 Povrchová teplota otopného stropu v závislosti na rozměrech místnosti a teplotě okolních stěn  
a) pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 5 \text{ K}$  a poměr  $B/L = 1$ ,

b) pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 7 \text{ K}$  a poměr  $B/L = 1$

obložení stropu  $S_{st}/S = 1; 0,7$  a  $0,5$ . Pro zjednodušení výpočtu se předpokládá symetrické umístění sálavé plochy v místnosti, tak jak je to zobrazeno na obr. 3.

Z grafů na obr. 6 vyplývá, že u místností s poměrem  $B/(H-h) > 4$ , nemá poměrné obložení stropu na dosažitelnou povrchovou teplotu otopného stropu výrazný vliv. Naopak u geometricky malých místností je možné, pro menší obložení stropu, udržovat výšší povrchovou teplotu.

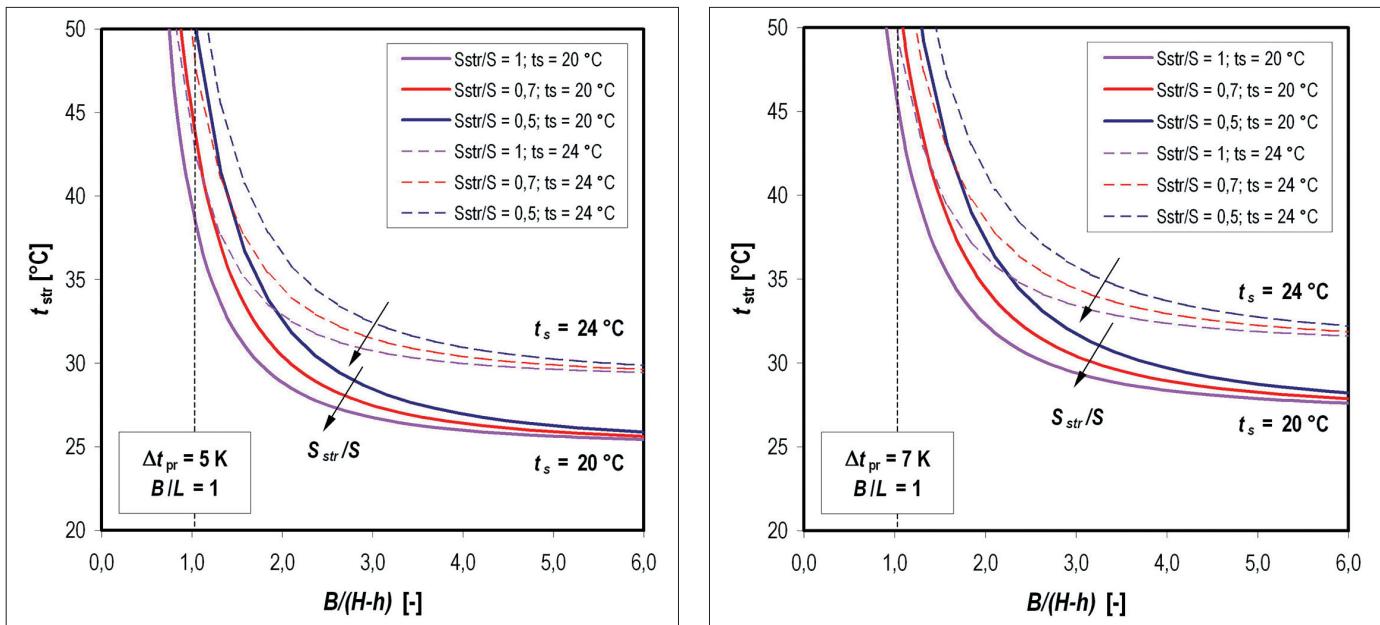
Z výsledků uvedených analýz je zřejmé, že při použití otopných stropů ve velkoplošných místnostech nemůže být zachována kategorie tepelného prostředí A nebo B. Pro kategorii tepelného prostředí C je situace z tohoto pohledu poněkud příznivější, avšak i zde je povrchová teplota omezená. Příliš nízká povrchová teplota otopného stropu má samozřejmě vliv i na otopný výkon stropu a v takovém případě je nutné zvážit vhodnost použitého systému.

### Porovnání výsledků

Problémem přípustné povrchové teploty otopných stropů se v minulosti zabývali např. Chrenko [5] nebo Kollmar [7]. První jmenovaný zjišťoval nejvyšší přípustnou povrchovou teplotu stropní otopné plochy, pro různé velikosti a různé výšky místnosti, při fyziologických pokusech. Výsledky těchto pokusů, pro dané okrajové podmínky (teplota vzduchu  $t_a$  a stěn  $t_s$ ), jsou vyjádřeny formou závislosti nejvyšší přípustné teploty otopného stropu  $t_{st}$  na poměru osálání  $F$  (pro sálající bod a obdélník) [4].

Obdobnou závislost, uvedenou v literatuře [2] získal i Kollmar, který analyzoval přípustnou povrchovou teplotu stropu z hlediska nadměrného osálání temene hlavy.

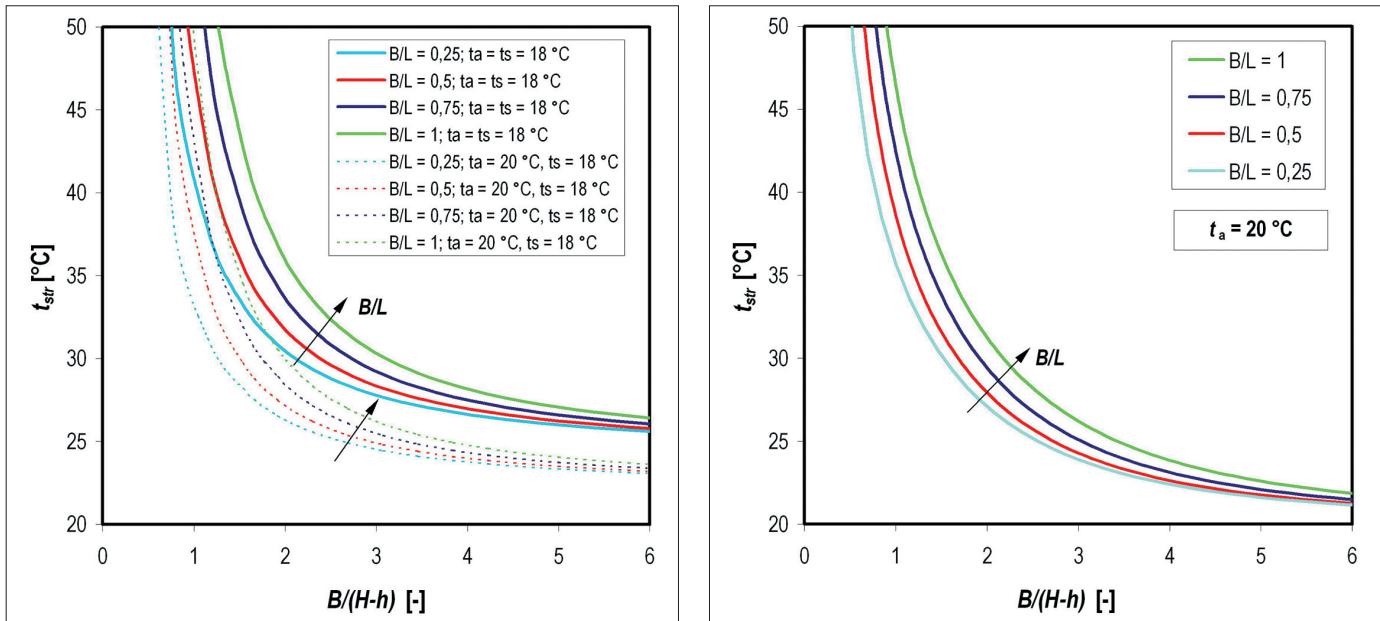
Pro možnost porovnání byly výsledky obou autorů vyneseny v závislosti na stejných geometrických poměrech místnosti. Pro dané okrajové podmínky jsou výsledky zobrazeny na obr. 7.



Obr. 6 Povrchová teplota otopného stropu v závislosti na ploše stropu a teplotě okolních stěn

a) pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 5 \text{ K}$  a poměr  $B/L = 1$ ,

b) pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 7 \text{ K}$  a poměr  $B/L = 1$



Obr. 7 Přípustné povrchové teploty otopného stropu podle

a) Chrenka

b) Kollmara

Na obr. 8 je porovnání výsledků přípustné povrchové teploty otopného stropu zjištěných Kollmarem a Chrenkem s výsledky obdrženými na základě doporučené asymetrie radiační teploty (označeno jako  $\Delta t_{pr}$ ) pro konkrétní případ poměru  $B/L = 0,75$ . Obdobně bude vypadat porovnání i pro ostatní poměry  $B/L$ .

I když jsou výsledky zobrazené na obr. 8 obdržené pro různé okrajové podmínky, je možné v nich vidět určitou shodu. Pro geometricky menší místnosti  $B/(H-h) < 2$  lze pozorovat, že zejména výsledky obdržené Kollmarem kopírují krivky zjištěné na základě asymetrie radiační teploty ( $\Delta t_{pr} = 7 \text{ K}$ ). Pro rozlehlejší místnosti je vidět značný rozptyl hodnot. Nejvyšší povrchovou teplotu otopného stropu pro rozlehlejší místo  $B/(H-h) > 3$  pak připočítá krivka zjištěná pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 7 \text{ K}$  ( $t_s = 20 \text{ °C}$ ).

### Chladicí stropy

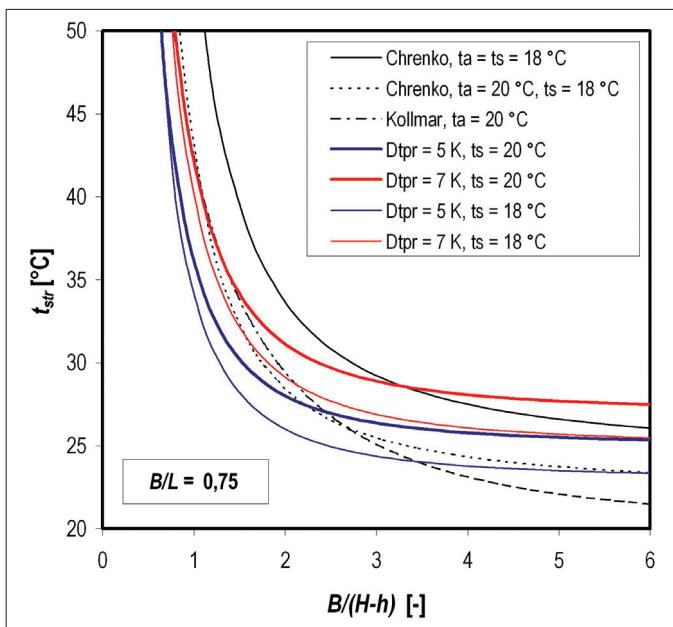
Z obr. 9 je zřejmé, že k lokálnímu diskomfortu lilem sálavé asymetrie u chladicích stropů může teoreticky dojít pokud je povrchová teplota nižší

než  $15 \text{ °C}$ . V praxi je však povrchová teplota chladicích panelů omezena rizikem kondenzace a bývá většinou vyšší než uvedená hodnota. V našich podmínkách se teplota přívodní vody  $t_{w1}$  volí  $\geq 16 \text{ °C}$ , proto není nutné se v takových případech asymetrii radiační teploty obávat.

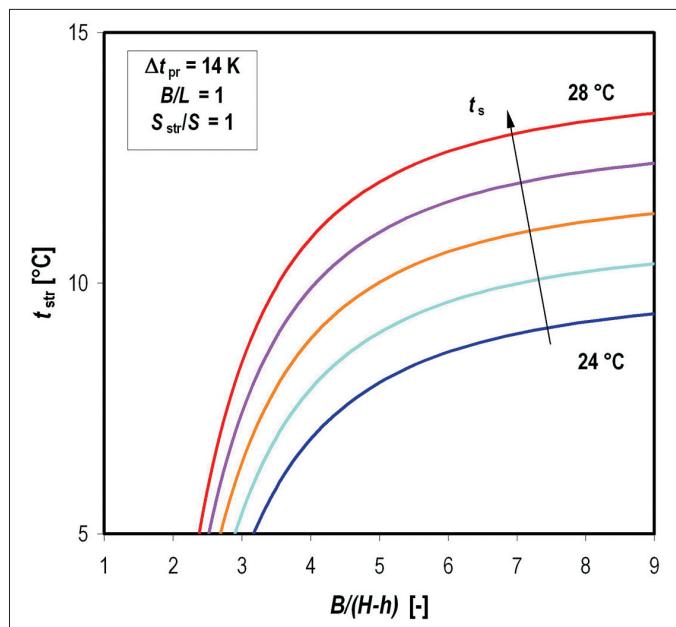
### Otopné (teplé) stěny

Jak je patrné z tab. 1, na sálání ve vodorovném směru je člověk poměrně málo citlivý. Povrchová teplota otopných stěn bývá běžně v rozmezí 50 až  $60 \text{ °C}$  [2]. Na obr. 10 je znázorněna závislost přípustné povrchové teploty otopné stěny (pro  $\Delta t_{pr} = 23 \text{ K}$ ) na výše místo  $H$  a vzdálenosti od otopné plochy  $b$ . V příkladu byla analyzována místo s jednou otopnou stěnou. Výsledky byly analyzovány pro stojící osobu  $h = 1,7 \text{ m}$  a teplotu okolních stěn  $20 \text{ °C}$  a pro vzdálenost od otopné stěny  $b = 1 \text{ a } 2 \text{ m}$ .

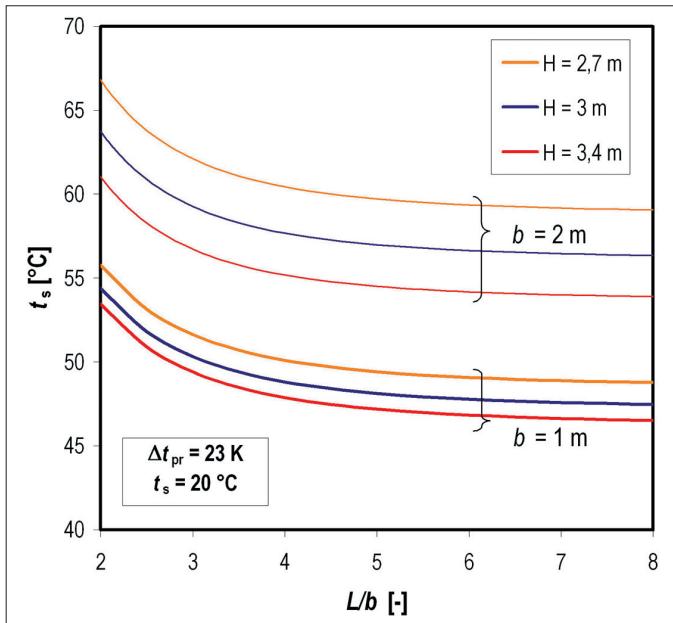
Z výsledků je zřejmé, že povrchové teploty otopných ploch mohou být skutečně poměrně vysoké, podle provedených analýz 46 až  $67 \text{ °C}$  v závislosti na rozdílu a vzdálenosti od daného povrchu.



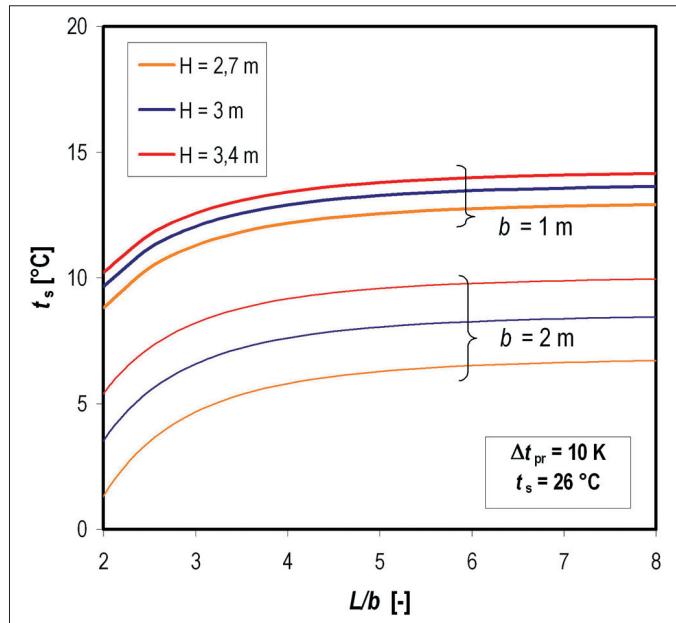
Obr. 8 Porovnání přípustné povrchové teploty otopného stropu na základě asymetrie radiační teploty  $\Delta t_{pr}$  s výsledky Kollmara a Chrenka



Obr. 9 Povrchová teplota chladicího stropu v závislosti na ploše stropu a teplotě okolních stěn pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 14\text{ K}$  a poměr  $B/L = 1$



Obr. 10 Povrchová teplota otopné steny v závislosti na výšce místnosti pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 23\text{ K}$  a teplotu okolních stěn  $t_s = 20\text{ °C}$



Obr. 11 Povrchová teplota chladné steny v závislosti na výšce místnosti pro asymetrii radiační teploty  $\Delta t_{pr} = 10\text{ K}$  a teplotu okolních stěn  $t_s = 26\text{ °C}$

## Chladné stěny

U chladicích stěn (např. kapilární rohože umístěné pod omítkou) je situace obdobná jako u chladicích stropů. Povrchová teplota je omezena rizikem kondenzace a lokálního diskomfortu vlivem sálavé asymetrie prakticky nemůže nastat (obr. 11). Problémy nastávají převážně v zimním období v administrativních budovách s plně prosklenými fasádami, kde rozlehle chladné povrchy oken mohou způsobovat lokální diskomfort.

## Podlahy

Povrchová teplota podlahy není omezena sálavou asymetrií, ale spíše z fyziologických důvodů z hlediska přímého kontaktu chodidla s podlahou. V tab. 2 jsou uvedeny rozsahy povrchové teploty podlahy tak, aby nebyl překročen příslušný počet nespokojených osob [9]. Pro běžnou obuv nemá materiál podlahy na tepelný pocit podstatný vliv [7] a rozhodující je její teplota. Podle [1] je optimální teplota podlahy 25 °C pro sedící osoby a 23 °C pro osoby stojící, nebo přecházející.

Tab. 2 Doporučené rozsahy povrchových teplot podlahy podle ČSN EN ISO 7730

Kategorie tepelného prostředí	Procento nespokojených	Teplota podlahy
	PD [%]	$t_{pd}$ [°C]
A	< 10	19 až 29
B	< 10	19 až 29
C	< 15	17 až 31

## ZÁVĚR

Z hlediska dosažení tepelného komfortu má asymetrie radiační teploty vliv na přípustnou povrchovou teplotu sálavých povrchů, kterou nelze omezit obecně, ale v závislosti na geometrických a teplotních podmínkách v daném prostoru.

Z hlediska systémů vytápění a chlazení, se lokální diskomfort vlivem sálové asymetrie může vyskytnout zejména u otopných stropů. V článku byly analyzovány nejnepříznivější případy uspořádání kancelářských prostor, tj. 100% pokrytí stropu a umístění člověka uprostřed pod stropem. Z provedených analýz je zřejmé, že velkoplošné otopné stropy nejsou příliš vhodné pro rozlehlé místnosti, kdy je povrchová teplota z hlediska sálavé asymetrie značně omezená. V takových případech je vhodnější rozdělit otopnou plochu do několika menších, nebo použít kazetový otopný strop.

Pro zjednodušení analýz byl vytvořen předpoklad, že teplota okolních stěn se rovná teplotě vzduchu. Ve skutečnosti však budou okolní stěny rovněž osálány a jejich teplota bude vyšší (pro teplé plochy), resp. nižší (pro chladné plochy) než je teplota vzduchu. Uvedená skutečnost působí pozitivně a umožňuje udržovat teploty otopných ploch ještě cca o 1–2 K vyšší.

### **SEZNAM VELIČIN**

$A$	plocha [ $m^2$ ]
$b$	vertikální vzdálenost od sálavé plochy [m]
$B$	šířka místnosti [m]
$B_{str}$	šířka otopného / chladicího stropu [m]
$F$	poměr osálání [-]
$H$	výška místnosti [m]
$h$	poloha hlavy nad podlahou [m]
$L$	délka místnosti [m]
$L_{str}$	délka otopného / chladicího stropu [m]
$PD$	procento nespokojených osob [%]
$S$	celková plocha stropu [ $m^2$ ]
$S_{str}$	plocha otopného / chladicího stropu [ $m^2$ ]
$t_{pd़l}$	teplota podlahy [ $^{\circ}C$ ]
$t_{pr1}$	radiační teplota v jednom směru [ $^{\circ}C$ ]
$t_{pr2}$	radiační teplota v druhém směru [ $^{\circ}C$ ]
$t_{str}$	teplota stropu [ $^{\circ}C$ ]
$t_s$	teplota okolních stěn [ $^{\circ}C$ ]
$\Delta t_{pr}$	asymetrie radiační teploty [K]
$S$	celková plocha stropu [ $m^2$ ]
$S_{str}$	plocha otopného / chladicího stropu [ $m^2$ ]

Příspěvek byl napsán s podporou výzkumného záměru MSM 6840770011 Technika životního prostředí.

Kontakt na autora: Vladimír.Zmrhal@fs.cvut.cz

### **Použité zdroje:**

- [1] ASHRAE Handbook 2005 Fundamentals. 2005, Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. ISBN – 1-931862-71-0
- [2] Bašta, J. Otopné plochy. 2001, Vydavatelství ČVUT, Praha 2001
- [3] Brož, K. Vytápění. 1998, Praha: Vydavatelství ČVUT. ISBN 80-01-01313-8
- [4] Cihelka, J., a kol. Vytápění a větrání. 1969, Praha: SNTL. ISBN 04-216-75
- [5] Chrenko, F.A. Heated ceiling and comfort., *Journal of the Inst. Of Heating and Ventilation*, 1953, vol. 20, č. 209, s. 375–396 a vol. 21, č. 215, s. 145–154.
- [6] Fanger, P.O. Thermal comfort – Analysis and applications in environmental engineering. 1972, Kingsport Press, Inc. ISBN 07-019915-9
- [7] Kollmar, A., Liese, W., Die Strahlungsheizung. Verlag R. Oldenbourg, München 1957
- [8] Olesen, B.W., Parsons, K.C. Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730, *Energy and Buildings*, 2002, č. 34, s. 537–548.
- [9] ČSN EN ISO 7726: 1998 Ergonomie tepelného prostření – Přístroje pro měření fyzikálních veličin, Český normalizační institut, Praha 1998
- [10] ČSN EN ISO 7730: 2005 Ergonomie tepelného prostření – Analytické stanovení a interpretace tepelného komfortu pomocí výpočtu ukazatelů PMV a PPD a kritéria místního tepelného komfortu. Český normalizační institut, Praha 2005
- [11] Nařízení vlády č. 523/2002 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci, Sbírka zákonů ČR, Ročník 2002.

