

Ing. Ondřej HOJER
 ČVUT v Praze, Fakulta strojní,
 Ústav techniky prostředí

Metodika návrhu plynových zářičů

Methodology of Gas Radiator Design

Recenzent
 doc. Ing. Jiří Bašta, Ph.D.

Článek se věnuje metodice návrhu světlých a tmavých plynových zářičů. Metodika je objasněna na příkladu instalace a podložena teoretickou zjednodušenou simulací vytvořenou v simulačním softwaru Fluent 6.1.

Klíčová slova: vytápění, zářič, návrh, Fluent

The article is devoted to design methodology of light and dark gas radiators. The methodology is explained by means of an example of installation, and is substantiated by a theoretical simplified simulation generated by Fluent 6.1 software.

Key words: heating, radiator, design, Fluent Program

Obvyklá metoda navrhování zářičů spočívá v tom, že se v místnosti (vytápěném prostoru) podělí vypočítaná celková tepelná ztráta (dle ČSN 06 0210) uvažovaným počtem zářičů a dostaneme „ideální“ zářič pro konkrétní místnost viz. obr. 1. Počet zářičů vyplývá z konstrukce haly (možnosti zavěšení zářičů) a samozřejmě také z jejich geometrie sálání (resp. úhlu jadrového sálání).

Vezmeme si konkrétní příklad: Krajní loď haly je 60 m dlouhá, 18 m široká a 10,5 m vysoká (pod vazník). Má dvě stěny ochlazované (v kratší stěně vrata, v delší okna) a dvě stěny neochlazované (vnitřní). Ve středu loď se nachází sedlový světlík. Vzhledem k vyšší výšce haly volíme vytápění světlými zářiči. Po spočtení tepelných ztrát pro celý prostor (rovnoměrné rozvržení) dostáváme zářiče o instalovaném výkonu 25 kW (obr. 1).

Tato metoda však vykazuje vyhovující výsledky pouze v případě, kdy je celý vytápěný prostor rovnoměrně ochlazován ze všech stran. Tam, kde jsou ochlazované pouze některé stěny a ostatní stěny jsou vnitřní, vznikne situace, kdy je v oblasti u vnitřní stěny buď přetápěno (referenční čidlo umístěno na venkovní stěně – R1) nebo naopak u stěny venkovní nedotápěno (referenční čidlo umístěno na vnitřní stěně – R2). Takové zjištění logicky vede k úpravě celé metodiky návrhu a to takovým způsobem, že je nutné přerozdělit celkový instalovaný tepelný výkon. Změna by měla respektovat vliv ochlazování jednotlivých částí prostoru. Proto je třeba rozdělit celý vytápěný prostor na části stejným způsobem ochlazované, pro ně určit dílčí tepelnou ztrátu a poté pro každou část zvlášť osadit zářiče.

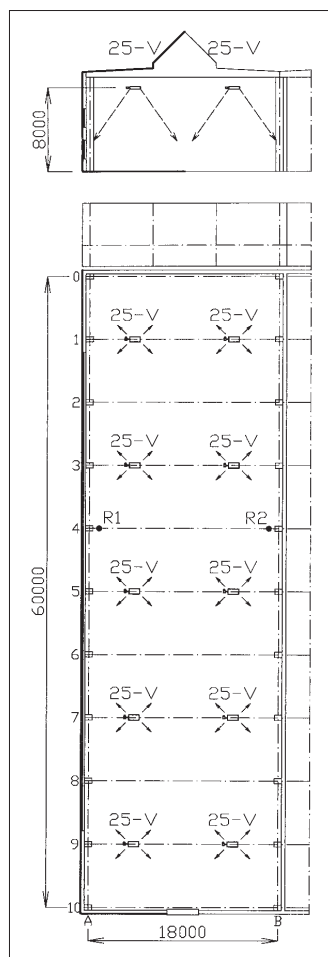
Výsledek návrhu vede k efektivní dodávce tepla. Větší koncentrace je soustředěna u vnější ochlazované stěny viz obr. 2. Pokud dodržíme tento postup, není již problém s instalací referenčního čidla, jelikož vliv ochlazované stěny je respektován již v návrhu vytápění a rozmístění zářičů. Podobného výsledku bychom dosáhli, při rovnoměrném osazení a rozdělení instalovaných zářičů na vytápěcí sekce. Každé této sekci přiřadíme jedno referenční čidlo. Každá sekce bude regulována samostatně a nezávisle na sekci druhé. Abychom však vyhověli požadavkům na tepelnou pohodu v celém prostoru bylo by nutné zařízení předimenzovat.

V tomto konkrétním případě (obr. 2) rozdělíme objekt na dvě sekce a to dělicí rovinou vedenou středem haly. Do sekce k „vnějším“ zářičům přiřadíme ještě zářič umístěný u vrat (dolní část půdorysu na obr. 2). Pokud budeme postupovat podle výše popsané metodiky, dostáváme pro každou sekci jiný typ zářiče (36 kW-V (= vodorovný) a 18 kW-V.) U vnější stěny tak vychází zářiče vyššího výkonu. Referenční čidlo pak můžeme umístit buď k vnější nebo k venkovní stěně.

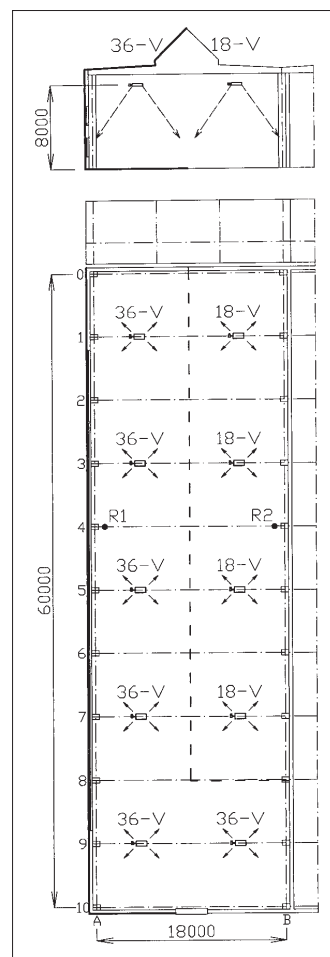
V případě nižších hal se od světlých zářičů ustupuje z důvodu jejich vysoké povrchové teploty a instalují se zde zářiče tmavé. Tmavé zářiče mají oproti světlým jednu nevýhodu. Tou je pomalejší náběh. Zatímco u světlých zářičů je teplo odváděno přímo z povrchu keramických destiček, u tmavých zářičů je nejprve třeba ohřát trubku. V té proudí horké spaliny a teprve sekundárně je od ní teplo předáváno do okolí. Z důvodu této pomalejší reakce je vhodné doplňovat vytápění nižších hal světlými zářiči. Vhodné je to zejména pro prostor často otevíraných dveří nebo pro jiná vysoce exponovaná místa. Problém s vyšší teplotou těchto zářičů se řeší buď výrazným snížením výkonu, nebo šikmým umístěním zářičů. Příklad takové instalace je uveden v obr. 3.

U tmavých zářičů roste se stoupajícím výkonem i průměr sálající trubky čímž se mění i úhel jadrového sálání. V praxi máme k dispozici širokou škálu prvků, které je třeba co nejlépe kombinovat. Povšimněme si tedy i rozdílných úhlů jadrového sálání v jednotlivých lodích haly.

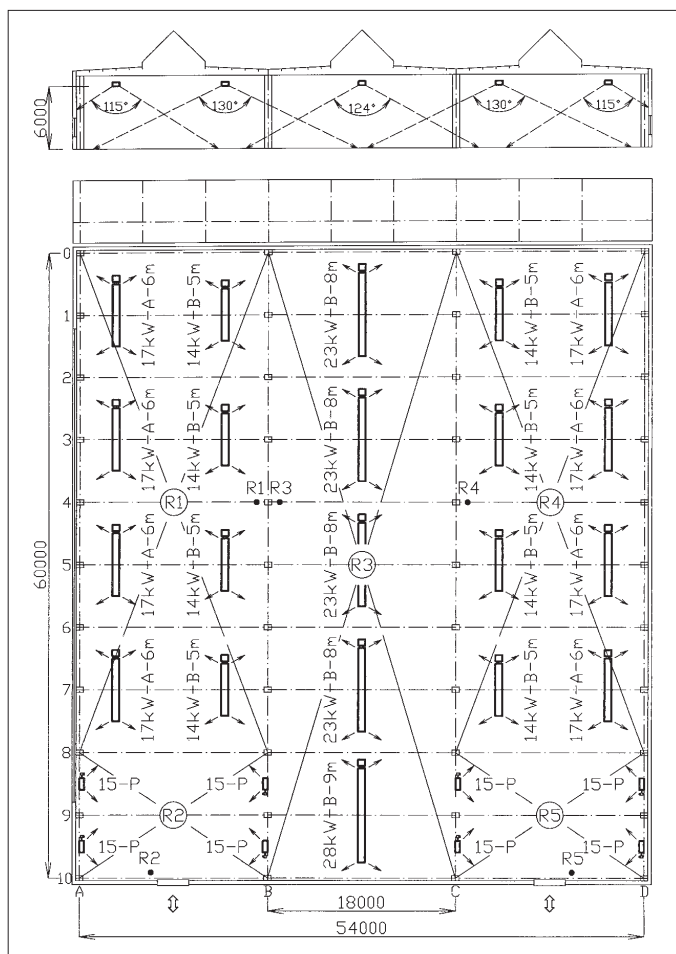
K potvrzení uvedené teorie byla zpracována zjednodušená simulace v programu Fluent 6.1 u podobné lodě haly jako je na obr. 2. Zářiče, v tomto případě světlé, jsou instalovány ve výšce 8 m. Celý problém byl řešen nadvakrát. Nejříve bylo simulováno se všemi zářiči stejného výkonu (25 kW) a v druhém případě se zářiči vyššího výkonu (36 kW) u vnější stěny. Zaměříme-li se na výsledná schémata je zajímavé sledovat zobrazení teploty vzduchu a také schéma vektorů rychlosti proudění (obr. 4 a 5).



Obr. 1 Půdorys a řez objektu vytápěného světlými infrazářiči, krajní loď – zářiče stejného výkonu



Obr. 2 Půdorys a řez objektu vytápěného světlými infrazářiči, krajní loď – u venkovních stěn zářiče vyššího výkonu



Obr. 3 Rozmístění tmavých infračervených zářičů v hale 60 x 54 x 8 m, exponovaná místa u vrat – světlé zářiče

Na obrázku 4a) je patrný výrazný vliv chladného konvekčního proudu vznikajícího u vnější ochlazované stěny v případě rovnoměrné instalace. Tento chladný proud ovlivňuje teplotu vzduchu do zhruba 1/3 šířky haly. Na obrázku s druhou variantou je na první pohled patrné, že vliv chladného proudu od vnější stěny je téměř eliminován. Můžeme si také všimnout, že teplota vzduchu po celé šířce lodi je velmi vyrovnaná. Dále je obr. 4b) použitelný pro vytvoření představy o celkovém teplotním poli v hale. Teplota vzduchu od podlahy nejprve klesá, poté se její trend obrací a začíná růst až do oblasti pod střešním pláštěm. Zde můžeme pozorovat dva směry dalšího vývoje. První, v oblasti pod dobře izolovanou střechou teplota nadále roste a druhý, v oblasti světlíku teplota klesá. Tento obraz potvrzuje představu o teoretickém rozložení teplot vzduchu při sálavém vytápění v řezu halou.

Další zajímavé výsledky dostáváme ze zobrazení vektorů rychlostí. Zde je patrné výrazné ovlivnění celého obrazu proudění instalováním zářičů vyššího výkonu k ochlazované stěně (5b). V obr. 5a) i 5b) uprostřed se nachází výrazný chladný konvekční proud klesající k podlaze lodi. Dělí se na dva dílčí proudy a stáčí se podél podlahy ke stranám. V případě 5b) je tento proud výrazně ovlivněn konvekčním (teplým) proudem vznikajícím u zářiče 36 kW a celý se odklání k vnitřní stěně.

Simulaci, respektive její výsledky můžeme použít také v případě, že potřebujeme pro halu navrhnout větrání (přívod čerstvého vzduchu). Pokud se podíváme na obrázky 5a) nebo 5b), vidíme, že nejlepší místo pro instalaci přívaděčů výustky se nachází právě v oblasti mezi oběma zářiči, zhruba v jejich výšce zavěšení. Toto místo je ideální, neboť podle obrazu proudění v lodi je přívadě

ěný vzduch rovnoměrně rozveden do celé oblasti pracovní zóny. Tento vzduch je třeba přivádět o stejné nebo mírně nižší teplotě, než je teplota vzduchu v okolí přívaděčů výustky, abychom nenarušili celkový obraz proudění a tím i jeho distribuci. Možné řešení nabízí například instalování rekuperační jednotky na střechu objektu, která by požadovanou teplotu vzduchu byla schopna zajistit. V případě, že by byl přiváděn vzduch teplejší než vzduch v okolí výustky, začal by se tento vzduch (v závislosti na jeho rychlosti) obracet a stoupat vzhůru a do pracovní oblasti by se vůbec nemusel dostat.

Abychom byli schopni zajistit tepelnou pohodu i pro pracovníky pracující u venkovní ochlazované stěny je třeba již od začátku návrhu počítat tepelné ztráty zvlášť. A to pro každou část, která je ochlazována stejným způsobem. Pro každou takovou část vyjde jeden typ zářiče. Dostaneme tak přívod tepla, který bude přesně respektovat chování celého objektu a bude tak zajišťovat tepelnou pohodu v každém místě pracovní zóny.

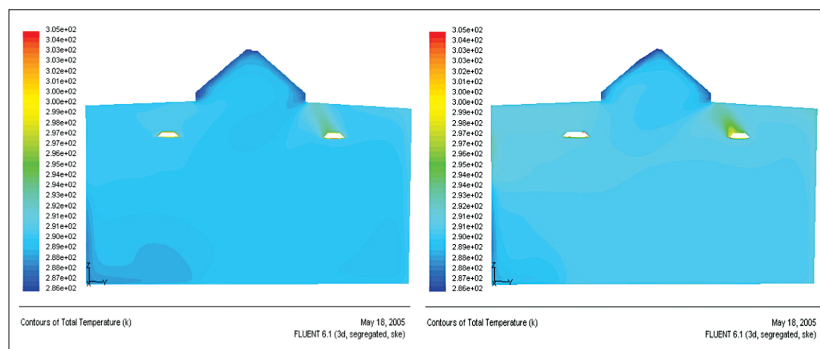
Pro instalování tmavých zářičů platí stejná pravidla jako pro zářiče světlé, ale zároveň je třeba dbát na provozní charakter prostorů v objektu a eventuálně vhodné tmavé zářiče doplňovat světlými. Tímto způsobem zkrátíme reakční dobu na skokovou změnu, vzniklou například otevřením vrat, a zlepšíme pracovní podmínky v okolí exponovaného místa.

Rozbory i simulace potvrzují, že při navrhování infrazářivových soustav je zapotřebí přizpůsobit rozmístění a výkony jednotlivých zářičů vnějším vlivům působícím na jednotlivé části objektu.

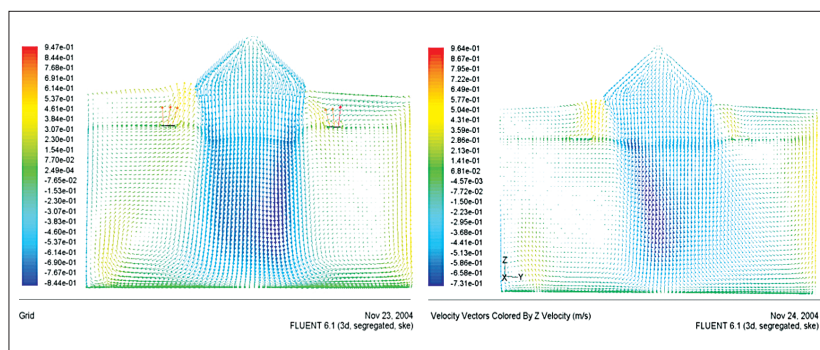
Téma bylo předneseno na Konferenci vytápění Třeboň 2005.

Použité zdroje:

- [1] Hojer, O.: Geometrie sálání světelných zářičů. Praha 2004. Diplomová práce na Ú 12116, 61 str. ČVUT v Praze, Fakulta strojní.
- [2] Kotrbatý, M.; Seidl, J.: Průmyslové otopné soustavy. STP, Praha 2005, 66 s., ISBN 80-02-01693-9.
- [3] Glück, B.: Strahlungsheizung-Theorie und Praxis. Verlag für Bauwesen, Berlin 1981, 507 s.
- [4] Bašta, J.: Otopné plochy. Vydavatelství ČVUT. Praha 2001, 328 str., ISBN 80-01-02365-6.



Obr. 4 Schéma rozložení teplot vzduchu
a) všechny zářiče 25 kW, b) zářiče u vnější stěny 36 kW



Obr. 5 Schéma rozložení vektorů rychlostí
a) všechny zářiče 25 kW, b) zářiče u vnější stěny 36 kW