

Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (XII) Vytápění osamělých pracovišť

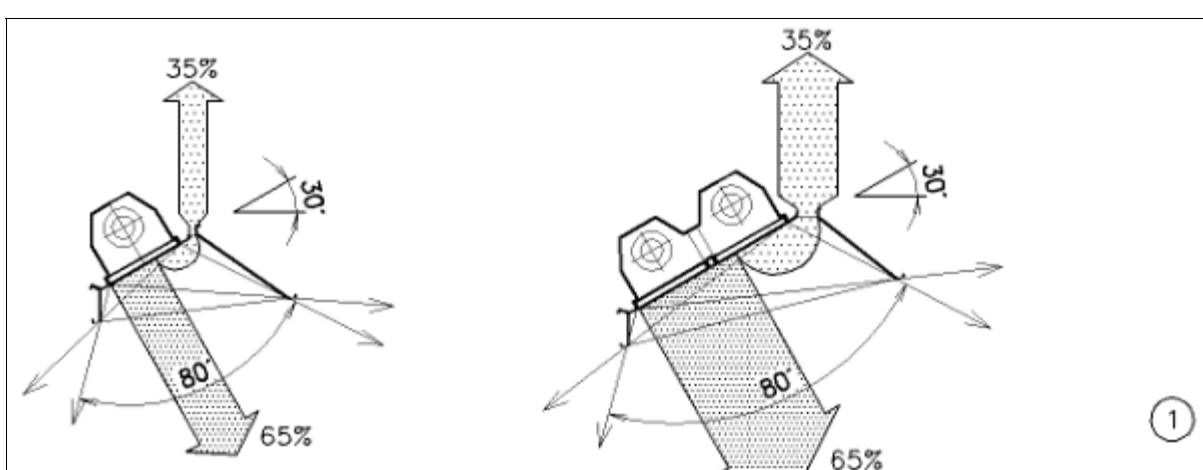
Datum: 15.1.2007
Autor: Ing. Miroslav Kotrbatý

Vytápění osamělých pracovišť v nevytápěných prostorách je jedno z nejsložitějších řešení v tepelné technice. Osazený výkon se podstatně liší od požadavků při celoplošném vytápění. Stanovení výkonu zářiče s výpočtovým postupem je uvedeno u dvou konkrétních příkladů zadání.

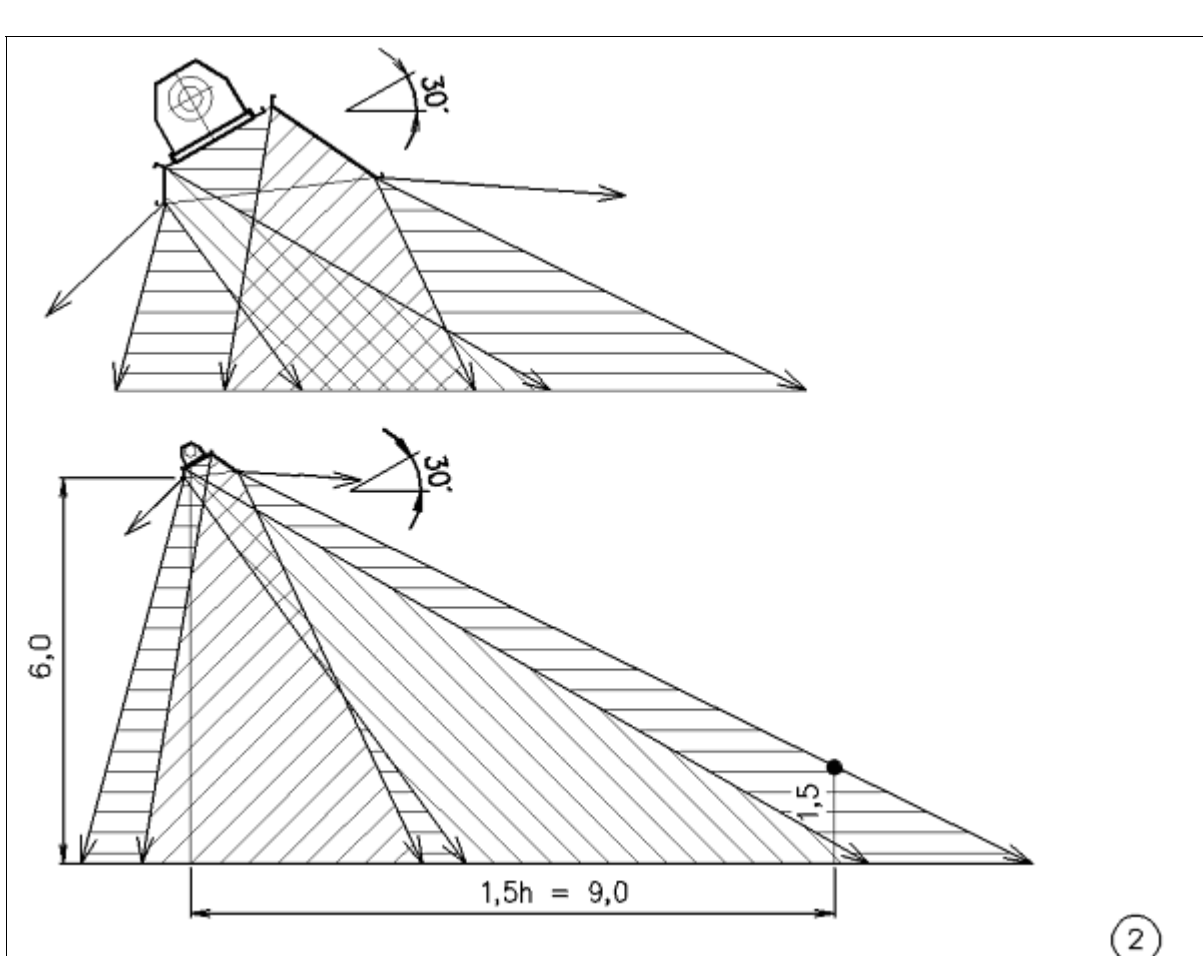
1.0 Úvod

Vytápění osamělých pracovišť v nevytápěných prostorách je jedno z nejsložitějších řešení v tepelné technice.

Vliv chladného okolního prostředí je zapotřebí eliminovat zvýšenou intenzitou sálání směrované na plochy, které je potřebné vytápět na teplotu odpovídající intenzitě práce. Pro tyto účely je nevhodnější používat světlé plynové infrazářiče se speciálně upravenými reflexními zářivkami s vysokým stupněm odrazivosti (obr. č. 1 - znázornění tepelného toku zářičů MKP 7, 11, 15, 18 kW a MKP 25, 36 a 43 kW). Zářivky mají za úkol koncentrovat tepelné záření do úzkého svazku, který zajistí dodávku tepla do daného omezeného prostoru (obr. č. 2 - znázornění rozptylu tepelného toku zářičů MKP). Naprosto nevhodné jsou zářiče tmavé, které mají velký úhel rozptylu (úhel jádrového sálání).

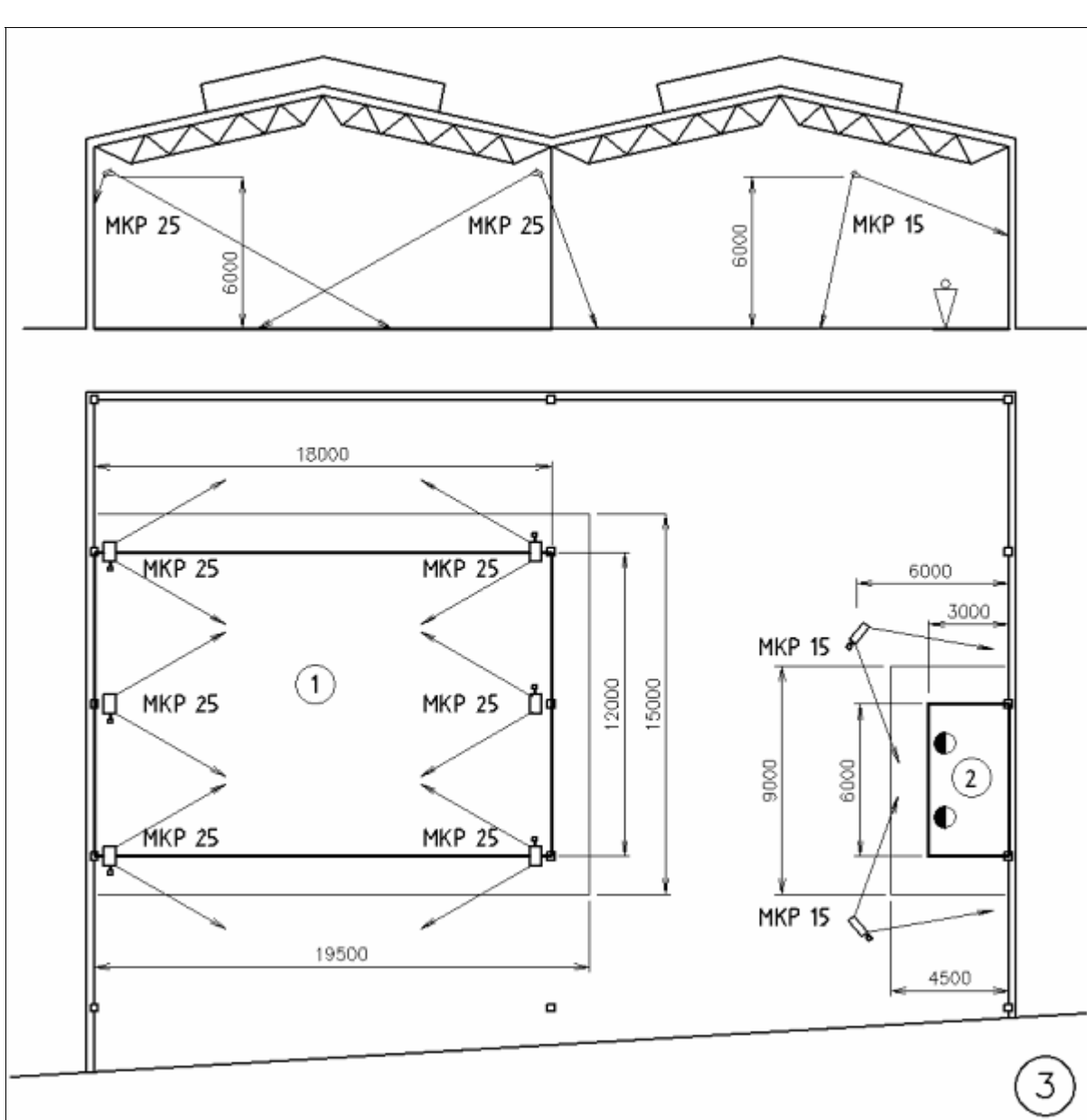


Obr. 1 - Světlé zářiče se speciálně upravenými reflexními zářivkami pro vytápění osamělých pracovišť



Obr. 2 - Světly zářič - koncentrování toku tepelné energie sáláním

Velice důležitou podmínkou je, aby bylo záření pokud možno směrováno šikmo na člověka - osálení po výšce těla. Jedná-li se o trvale jednostranný postoj pracovníka, pak je nevhodnější osálení zad. Z hlediska vnímání chladu jsou to právě záda, kde je tento pocit vnímán velice intenzivně. Jako absurdní se jeví vytápění pracovišť sklářů při pecích instalovaných v nevytápěném prostoru haly (obr. č. 3). Praxe ukázala potřebu řešit tento problém pomocí zářičů s dodávkou sálavého tepla na záda sklářů. Podstatně se tím snížila jejich nemocnost.



Obr. 3 - Vytápění osamělých pracovišť v nevytápěné hale
1 - plocha 12 x 18 m = jedno pole haly; 2 - pracoviště u okna 6 x 3 m

2.0 Stanovení výkonu zářičů

Stanovení výkonu počtu zářičů vychází z požadavku dosažení výsledné teploty (t_g) s ohledem na vliv teploty vzduchu v okolním prostředí (t_i).

Základní vztah pro určení požadovaného výkonu zářičů:

$$Q_{z\bar{a}} = \frac{I_s \cdot A \cdot f_1}{f_4 \cdot 1000} \quad [\text{kW}] \quad \text{instalovaný výkon} \quad \left(\begin{array}{l} 1 \\ \end{array} \right)$$

$$I_s = \frac{t_g - t_i}{0,0716} \quad [\text{W/m}^2] \quad \text{intenzita osálení} \quad \left(\begin{array}{l} 2 \\ \end{array} \right)$$

| | | |
|-----------------------|--|--------------|
| t_g [°C] | výsledná teplota | |
| t_i [°C] | teplota vzduchu v nevytápěném prostoru | |
| A [m ²] | osálaná plocha | |
| f_1 [-] | faktor zvýšení výkonu při větších vzdálenostech zářičů od pracovníků vlivem prašnosti v prostoru | |
| | při h = 7,5 m | $f_1 = 1,1$ |
| | při h = 9,0 m | $f_1 = 1,2$ |
| | při h = 12 m | $f_1 = 1,35$ |

$$f_4 = \eta_s \cdot \Phi \cdot A_s \quad [-] \quad \text{faktor závislosti na umístění zářiče} \quad \left(\begin{array}{l} 3 \\ \end{array} \right)$$

η_s [-] **sálavá účinnost zářiče:**
vodorovná poloha MKV $\eta_s = 0,75$
šikmá poloha MKP $\eta_s = 0,65$

Φ [-] **střední sálavý účinek závislý na poloze zářiče:**
vodorovně $\Phi = 0,4$
šikmo $\Phi = 0,7$

A_s [-] **součinitel absorpce okolních ploch, na které dopadá záření:**
 $A_s = 0,85$

Příklad 1 - obr.č.3 - varianta 1

Zadání: v nevytápěném prostoru ($t_i = +5$ °C) vytápět plochu 12 x 18 m na teplotu $t_g = 18$ °C. Jelikož je zapotřebí dosáhnout teploty t_g po celé ploše, volí se pro "dodávku tepla" plocha rozšířená o 1,5 m po celém obvodu, potom: $A = 15 \times 19,5 = 292,5 \text{ m}^2$

Požadovaný instalovaný výkon:

$$Q_{z\bar{a}} = \frac{I_s \cdot A \cdot f_1}{f_4 \cdot 1000} = \frac{(t_g - t_i) \cdot A \cdot f_1}{0,0716 \cdot \eta_s \cdot \Phi \cdot A_s \cdot 1000} = \frac{(18 - 5) \cdot 292,5 \cdot 1,0}{0,0716 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 1000} = \frac{3802,5}{28,96} = 137 \text{ kW}$$

Požadovaný výkon jednoho zářiče:

$$\frac{Q_{z\bar{a}}}{n} = \frac{137}{6} = 22,84 \text{ kW}$$

S ohledem na výšku zavěšení zářičů h = 6 m - šikmo, bude zapotřebí instalovat 6 ks zářičů MKP 25 o výkonu 25 kW/ks (nejbliže vyšší výkon zářiče) - na kratších stranách vytápěného pole, přičemž krajní se umísťují proti ohraničení plochy (obr. č. 3)

Instalovaný výkon:

$$Q_i = 6 \times 25 \text{ kW} = 150 \text{ kW}$$

Při vytápění osamělých pracovišť bývá problémem regulace. Vzniká proto, že je obtížné najít místo pro umístění čidla. Existuje-li možnost, je nevhodnější umístit ho někam do osálaného prostoru. Nelze-li takové řešení navrhnout, doporučuje se instalovat časový spínač. Na regulační skříňce se nastaví čas provozu 1/2 hod. - přechodné období (do $t_g = +3$ °C); 3/4 hod. - střední zimní období (mezi $t_g + 3$ °C + -5 °C), 1 hod. - zimní špička (pod $t_g = -5$ °C). Intervaly nejlépe ukáže praxe. Po tomto časovém intervalu se zářiče automaticky odstaví a obsluha je pak při zjištění pocitu chladu opět ručně uvádí do chodu.

Výpočtová teplota vzduchu v prostředí nevytápěného prostoru platí do rychlosti proudění vzduchu - $w_0 = 0,2 \text{ m/s}$; (označení - $t_i^{0,2}$)

Při větších rychlostech je zapotřebí snížit výpočtovou teplotu t_i :

$$t_i = (t_i^{0,2} - \Delta t_1) \text{ při } w_0 = 0,4 \text{ m/s} \quad - \quad \Delta t_1 = 2 \text{ K}$$

$$t_i = (t_i^{0,2} - \Delta t_1) \text{ při } w_0 = 0,6 \text{ m/s} \quad - \quad \Delta t_1 = 4 \text{ K}$$

$$t_i = (t_i^{0,2} - \Delta t_1) \text{ při } w_0 = 0,8 \text{ m/s} \quad - \quad \Delta t_1 = 6 \text{ K}$$

$$t_i = (t_i^{0,2} - \Delta t_1) \text{ při } w_0 = 1,0 \text{ m/s} \quad - \quad \Delta t_1 = 8 \text{ K}$$

Potom se např. změni při $w_0 = 0,8 \text{ m/s}$ požadovaný výkon následovně:

$$Q_{z\bar{a}} = \frac{(t_g - (t_i^{0,2} - \Delta t_1)) \cdot A \cdot f_1}{0,0716 \cdot \eta_s \cdot \Phi \cdot A_s \cdot 1000} = \frac{(18 - (5 - 6)) \cdot 292,5 \cdot 1}{0,0716 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 1000} = 200,7 \text{ kW}$$

Požadovaný výkon jednoho zářiče:

$$\frac{Q_{z\bar{a}}}{n} = \frac{200,7 \text{ kW}}{6} = 33,5 \text{ kW / ks}$$

Volí se 6 x MKP 36.

Jak je z výsledků zřejmé, má rychlost proudění vzduchu podstatný vliv na požadovaný výkon zářičů. Proto je zapotřebí dbát důsledně na ochranu osamělých pracovišť před průvanem - instalovat pokud možno **zastěny**, výšky cca 2 + 3 m - pracoviště 1 na obr. č. 3 **ohraničené silnou čarou**.

Dalším možným způsobem je postup výpočtu podle následujícího vztahu:

$$Q_i = \frac{q_0 \cdot \Delta t \cdot A \cdot f_1}{\eta_s \cdot 1000} \quad [\text{kW}] \quad \left(\begin{array}{l} 4 \\ \end{array} \right)$$

kde $q_0 = 25 \text{ W/K}$ - jednotkový výkon na 1 K teplotního rozdílu

Kontrola:

$$Q_i = \frac{25 \cdot (18 - 5) \cdot 292,5 \cdot 1}{0,65 \cdot 1000} = 146,2 \text{ kW}$$

Jak je z porovnání zřejmé, výsledky jsou téměř shodné (**137,0 kW x 146,2 kW**)

Příklad 2 - obr. č. 3 - varianta 2

Zadání - pracoviště u vnější stěny. Plocha pobytu pracovníků

$A_0 = 6 \times 3 \text{ m}$; rozšíření po obvodu 1,5 m. Potom $A = 9 \times 4,5 \text{ m} = 40,5 \text{ m}^2$
 $t_g = 18$ °C; $t_i = +3$ °C

$$Q_{z\bar{a}} = \frac{(t_g - t_i) \cdot A \cdot f_1}{0,0716 \cdot \eta_s \cdot \Phi \cdot A_s \cdot 1000} = \frac{(18 - 3) \cdot 40,5 \cdot 1,2}{0,0716 \cdot 0,65 \cdot 0,7 \cdot 0,85 \cdot 1000} = \frac{729}{28,97} = 26,3 \text{ kW}$$

Volí se dva zářiče MKP 15, tj. osazený výkon 2 x 15 kW = 30 kW - zavěšení do podstřešního prostoru šikmo ve výšce 7,5 m. Vzdálenost od pracovníků 9,0 m proto $f_1 = 1,2$.

Kontrolní výpočet dle metodiky z praxe:

$$Q_i = \frac{q_0 \cdot \Delta t \cdot A \cdot f_1}{\eta_s \cdot 1000} = \frac{25 \cdot 15 \cdot 40,5 \cdot 1,2}{0,65 \cdot 1000} = 28,0 \text{ kW}$$

Výsledek je téměř totožný.

Regulace výkonu je v tomto případě možná s čidlem umístěným na stěně objektu a týdenním programem.

Závěr

Jak je z příkladů zřejmé, osazený výkon pro vytápění osamělých pracovišť se podstatně liší od požadavků při celoplošném vytápění (2 + 4 větších výkon). Je rovněž nutné vzít v úvahu intenzitu vytápění (rychlost náběhu na plný výkon) a hlavně pak koncentraci tepelného toku na vytápěné plochy (nevytápí se okolí). Jednoznačně - světlé plynové zářiče se speciálně upravenými reflexními zářivkami. Nelze použít zářiče tmavé nebo dokonce teplovzdušné jednotky. Tuto metodiku a technické řešení lze také použít při návrhu vytápění vstupního pole (12 x 18 m) do vytápěného prostoru haly, kde se otvírají vrata.

Podle frekvence otírání se volí $t_i = (8 + 12$ °C). Regulace dle teploty vzduchu (t_i).



Obr. 4 - Příklad instalace