

# Regulace infrazáříčových soustav

Ondřej Hojer – Ivana Schůrková

**Autoři v článku rozebírají možnosti regulace záříčových soustav se světlými a tmavými záříči. Upozorňují na problematiku zónování, reakčního chování různých typů záříčů a na záludnosti regulace záříčů v místě u otvíravých venkovních vrat včetně zón objektu výrazně ovlivňovaných proměnnými venkovními podmínkami. V závěru článek přináší cenné praktické rady pro projektanty i provozovatele.**

Recenzent: Jiří Bašta

## 1. Úvod

Vytápěcí soustavy, využívající jako zdroj tepla světlé nebo tmavé plynové záříče, jsou jednou z provozně nejlevnějších alternativ celoplošného průmyslového vytápění. Přesto i tyto soustavy lze provozovat hospodárně nebo nehospodárně. Tento aspekt nejvíce ovlivňuje způsob regulace. Největší výhodou takové soustavy je decentralizace jednotlivých zdrojů, tedy možnost jednoduše vypínat a zapínat jednotlivé zdroje a přizpůsobovat dodávku tepla aktuální potřebě a provozu. Způsob regulace a rozdělení soustavy na provozní skupiny, regulační sekce, je třeba brát v úvahu od prvních kroků návrhu. Souvisí totiž s celou řadou dalších aspektů, jako je například návrh rozvodu plynu nebo návrh rozmístění odsávacích ventilátorů. Při náběhu celé regulační sekce najednou je třeba zajistit, aby v plynovém potrubí byl pro takovou nárazovou potřebu dostatečný tlak a sekundárně i množství plynu.

Většina plynových záříčů je v současné době provozována s regulací zapnuto/vypnuto, podle signálu, který záříči posílá regulátor. Jednotlivé záříče mohou být zapojovány do regulačních sekcí a ty pak spouštěny podle signálu teplotního čidla příslušejícího dané sekci. Na trhu sice existují i záříče, které nabízejí regulaci třípolohovou, ovšem většinou se u třetí polohy vyskytuje problém s regulací přívodu spalovacího vzduchu. Spalování je méně efektivní a nedokonalé. Proto je i výhoda třípolohové regulace diskutabilní.

Z hlediska komunikace mezi regulátorem a záříčem, jsou v zásadě dva možné způsoby řešení. Buď je ke každému záříči přiveden od regulační skříně samostatný komunikační kabel, nebo je každý záříč vybaven přijímačem a je řízen bezdrátově. Bezdrátový systém se začíná vyplácet (díky úspoře na kabelových rozvodech) cca od 20 záříčů v jedné sekci (závisí na rozlehlosti vytápěného objektu).

Každá regulační sekce musí mít jeden referenční záříč, který je vždy v chodu, pokud je v chodu příslušná sekce. Ostatní záříče ze sekce mohou být vypnuté. U světlých záříčů je navíc na provoz referenčního záříče navázán provoz odtahového ventilátoru. Ventilátor musí být v chodu, pokud je v chodu referenční záříč.

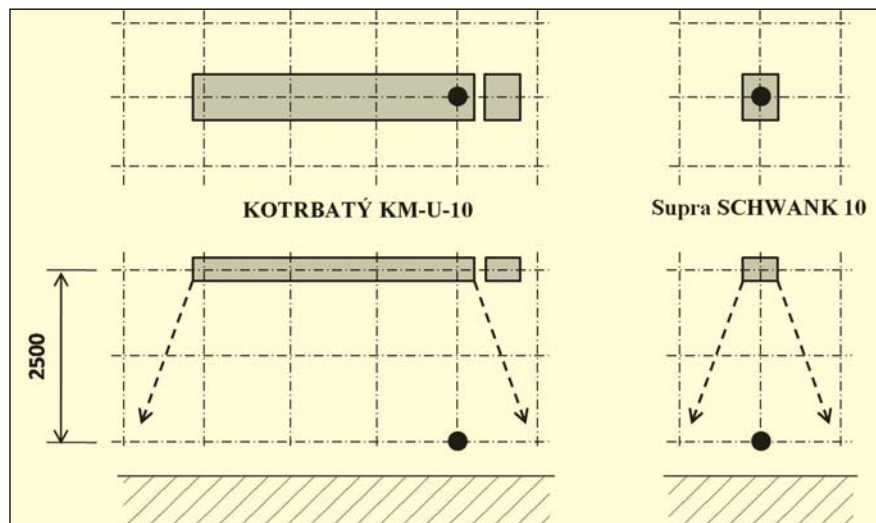
## 2. Provozní charakteristiky plynových záříčů

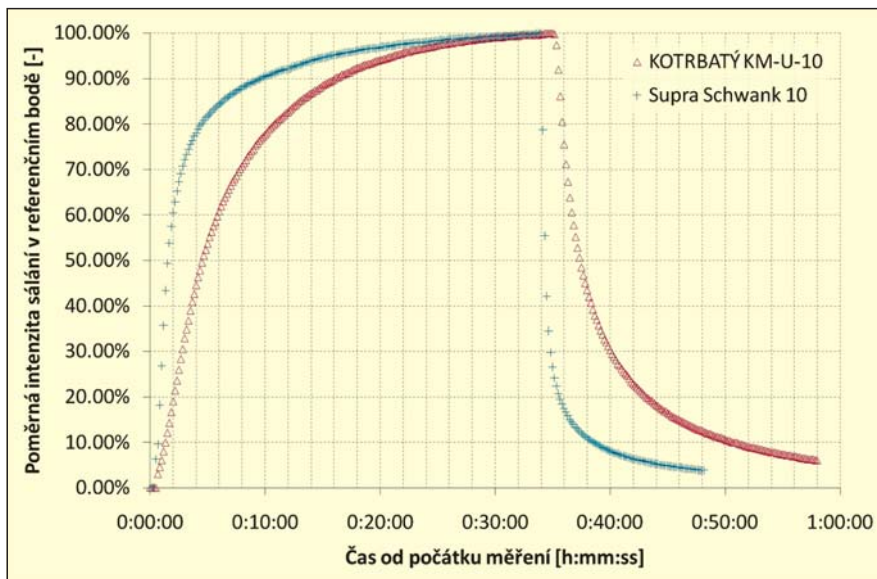
Pro volbu záříče jsou nejdůležitější provozní vlastnosti jednotlivých typů. Plynové záříče je možné podle střední povrchové teploty rozdělit do tří hlavních skupin: světlé (800 až 900 °C); tmavé vysokoteplotní (300 až 350 °C); tmavé nízkoteplotní – kompaktní (150 až 250 °C). Z provozního hlediska se tyto skupiny nejvíce odlišují způsobem, jakým vytvářejí primární otopnou plochu a jakým způsobem se tato plocha ohřívá. U světlých záříčů jsou primární otopnou plochou porézní keramické destičky. Na povrch keramických destiček je přiváděna směs zemního plynu se vzduchem a zde je následně spalována za vzniku tepla. Jedná se o otevřenou di-

fuzní spalování s tzv. nepřímým odvodem spalin (spaliny jsou odváděny až po smísení s okolním vzduchem z nejvyššího bodu vytápěného prostoru). Většinou se používají axiální ventilátory v čelech haly. Tmavé vysokoteplotní a nízkoteplotní záříče vytvářejí otopnou plochu stejným způsobem. Uvnitř hořákové trubky záříče dochází k „uzavřenému“ spalování směsi spalovaného plynu (zemního plynu, propan butanu) se vzduchem. Hořáková a ventilátorová trubka záříče se zahřívají a vytvářejí otopnou plochu. Spaliny jsou odváděny do komína. Rozdíl mezi vysokoteplotními a nízkoteplotními je kromě povrchové teploty hlavně ve velikosti otopné plochy (délce otopných trubek). Navíc se vysokoteplotní záříče vyrábí maximálně do výkonu 50 kW, zatímco nízkoteplotní mohou vytvářet otopné plochy téměř libovolných výkonů (závisí na velikosti hořáku, popř. hořáků a spalínového ventilátoru). V obou případech ovšem musí být nejprve spalinami ohřátá otopná trubka a teprve od ní je teplo sdíleno do okolí.

Prakticky se rozdíly mezi jednotlivými typy záříčů projeví na provozních charakteristikách jednotlivých skupin, tj. době náběhu, respektive chladnutí. Ty byly stanovovány na základě měření intenzity sálání v jednom bodě. K měření byla využita laboratoř Ústavu techniky prostředí, Fakulty strojní, ČVUT v Praze. Intenzita sálání byla měřena ústřednou Datahog 2 a čidlem Laboratory thermopile CA2 od firmy Kipp & Zonen. Toto čidlo pracuje s dobou setrvačnosti cca 15 s. Byl měřen jednak světlý záříč Supra SCHWANK 10 a jednak vysokoteplotní tmavý záříč KOTRBATÝ KM-U-10. Oba záříče mají přibližně stejný jmenovitý výkon. Bod, ve kterém bylo prováděno měření, byl zvolen tak, aby u obou záříčů co nejlépe charakterizoval způsob přenosu tepla do vytápěného prostoru. Přesné umístění bodu měření je patrné z obr. 1.

Obr. 1 Umístění měřícího bodu při stanovování náběhu plynových záříčů





**Obr. 2** Rozdíl mezi náběhem a chladnutím světlého zářiče Supra SCHWANK 10 a tmavého vysoko-teplotního zářiče KOTRBATÝ KM-U-10

Naměřené hodnoty byly vyneseny do grafu (viz obr. 2). Z grafu je patrné, že zatímco světlý zářič najede na 80 % svého nominálního výkonu za 4 minuty, tmavý zářič potřebuje až 11 minut. To je dáno právě konstrukcí obou zářičů a způsobem sdílení tepla, jak již bylo zmíněno výše. U chladnutí se vliv akumulčních vlastností materiálu projeví obdobně. Zatímco u světlého zářiče téměř okamžitě po vypnutí (do 2 minut) klesne intenzita sálání na cca 18 %, u tmavého zářiče je po stejné době intenzita sálání cca na 53 % své maximální hodnoty (graf je trochu zkreslený, protože k vypnutí zářičů nedošlo po stejném časovém období po zapnutí). Graf 2 potvrzuje obecně známou skutečnost, že náběh světlých zářičů je mnohem rychlejší, než náběh zářičů tmavých. Rychleji reagují na regulační zásah. Navíc měření světlý zářič patří ke skupině zářičů, které mají oproti jiným díky své konstrukci stále relativně velkou akumulční hmotnost, takže je možné konstatovat, že ostatní světlé zářiče budou mít průběhy náběhu a chladnutí ještě strmější.

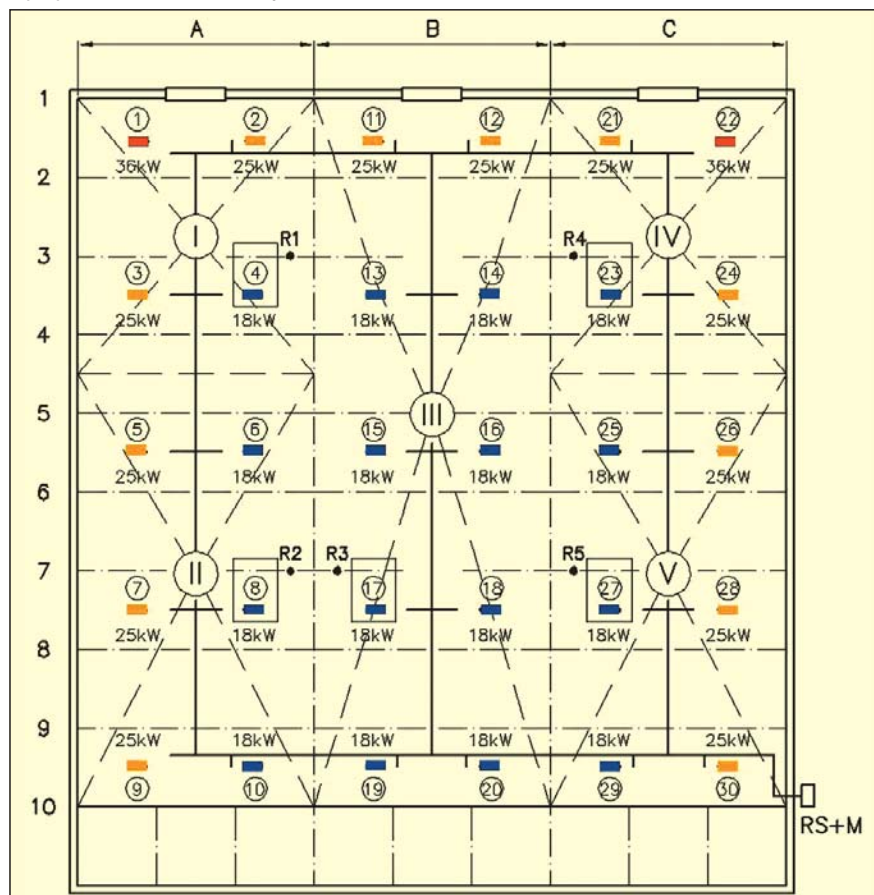
Tento poznatek je velice důležitý při návrhu vytápění prostoru, který je blízko často otevíraných vrat. Takový prostor je velice specifický právě potřebou rychle reagovat na skokovou změnu regulované veličiny a následně regulační zásah, a proto je vhodnější do těchto prostorů navrhovat spíše zářiče s rychlejší reakcí, tedy zářiče světlé. Ze stejného důvodu by se do tohoto prostoru mělo raději volit čidlo teploty vzduchu než čidlo výsledné teploty, které se umísťuje u sálavých systémů standardně. Tímto opatřením se opět zkracuje reakční doba, která by v místě u otevíraných venkovních vrat měla být co nejkratší. Více bylo o této problematice uvedeno například v [1].

### 3. Zónování

První krok v návrhu regulace lze nazvat rozdělení objektu na zóny jak podle po-

Zóna (I) A – (1 až 4)	1 × MK36 + 2 × MK25 + 1 × MK 18	Regulátor R1
Zóna (II) A – (5 až 10)	3 × MK25 + 3 × MK18	Regulátor R2
Zóna (III) B – (11 až 20)	2 × MK25 + 8 × MK18	Regulátor R3
Zóna (IV) C – (21 až 24)	1 × MK36 + 2 × MK25 + 1 × MK 18	Regulátor R4
Zóna (V) D – (25 až 30)	3 × MK25 + 3 × MK 18	Regulátor R5

**Obr. 3** Rozdělení vytápěného objektu na zóny při respektování rozdílných venkovních podmínek a při požadavku na měření v jednom bodě



žadovaných podmínek v pracovní oblasti, tak podle vnějších vlivů. Pod pojmem „vnější vlivy“ se rozumí vliv venkovních ochlazovaných ploch (stěn, oken, vrat), včetně četnosti otevírání vrat. Neméně důležité jsou podmínky provozní, jako je směnnost a požadavek na měření spotřeby plynu v jednotlivých částech objektu.

### 3.1 Pásma s vnějšími odlišnými vlivy

Jako příklad je na obrázku 3 v hale o rozměrech (3 × 18 m) × (9 × 6 m) znázorněno rozmístění světlých zářičů včetně jejich výkonů. Při takovém rozmístění a provozu zářičů jako celku (jedna regulační sekce) by došlo k rovnoměrnému vytápění po celé ploše haly. To však platí pouze za předpokladu, že se vnější vlivy nemění. V reálném provozu se musí počítat se změnami jako je změna směru větru ovlivňující infiltraci nebo otevírání vrat. Aby byly tyto aspekty respektovány, je třeba vytvořit následující provozní zóny:

### 3.2 Rozvody plynu

Velmi důležitým aspektem, který také ovlivňuje rozdělení na regulační sekce, je požadavek na měření spotřeby jednotlivých provozních celků. V obr. 3 je znázorněno optimální zapojení rozvodu plynu i s umístěním plynové regulační stanice (RS) a plynoměru (M) v případě, že by celá hala byla provozována jedním provozovatelem a měření by se provádělo pouze na patě objektu. Výhoda tohoto návrhu spočívá v propojení větvi v jednotlivých lodích do „rámu“. Propojení je velmi výhodné, neboť v případě, že z regulace přijde požadavek na zapnutí celé regulační zóny (např. zóny III), může si tato zóna v případě nedostatku plynu v jedné části plynovodu, potřebné množství vzít odjinud (z části I nebo IV).

Naproti tomu, v případě, že by každou loď haly provozoval jiný provozovatel, je nutné vzhledem k měření spotřeby plynu zachovat větve oddělené. Požadavek na větší množství plynu v jeden okamžik se řeší mírným předimenzováním přípojky od manometru. Podrobněji je tato problematika rozebrána v [2].

### 4. Závěr

Způsob regulace může z teoreticky velmi úsporné soustavy nevhodnými zá-

sahy vytvořit soustavu ve výsledku velmi nevhodnou. Proto je třeba již od začátku návrhu dbát na některá základní pravidla. První je získat pokud možno co nejvíce informací o budoucím provozu celé soustavy. Rozdělení na sekce by mělo na jedné straně respektovat požadavky na provoz, ale na straně druhé i rozdílné vlivy ochlazovacích konstrukcí v různých částech haly. Správné rozdělení na regulační sekce je proto klíčové.

Dalším aspektem, který může výrazně ovlivnit chování celé soustavy, jsou jednotlivé prvky soustavy, tedy zářiče zvolené do jednotlivých prostorů. Různé typy zářičů reagují na regulační zásah rozdílně, proto je nutné i provozní chování brát při návrhu v úvahu. To se nejvíce projevuje u často otevřených vrat, kde je právě díky rychlejší reakci na regulační zásah vhodnější volit zářiče světlé. Ze stejných důvodů je vhodnější tuto regulační zónu vybavit raději čidlem teploty vzduchu než čidlem výsledné teploty, které se osazuje standardně, ovšem jehož odezva by byla pomalejší.

### 5. Diskuze

Otázkou a zároveň námětem pro další zkoumání může být sledování provozu jednotlivých zářičových soustav po delší časové období (delší než jeden re-

gulační cyklus). Zejména by bylo zajímavé sledovat provozní chování a spotřebu plynu jednotlivých typů zářičů při nastavené stejné hodnotě výsledné teploty na regulátoru.

### Poděkování

Článek byl podpořen z výzkumného zá-  
měru VZ MŠMT 684 077 0011

### Literatura

- [1] Kotrbatý, M.; Schůrková, I.: *Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů XI – 2. část. Kombinované infrazářičové soustavy II. portál Tzb-info*. Publikováno 6. 12. 2006
- [2] Hojer, O.; Kotrbatý, M.; Schůrková, I.: *Vytápění průmyslových a velkoprostorových objektů (XIV). Infrazářiče a rozvody plynu*. Tzb-info. Publikováno 16. 4. 2007

Autoři: **Ing. Ondřej Hojer, Ph.D.,  
Ústav techniky prostředí,  
Fakulta strojní, ČVUT v Praze**

**Ing. Ivana Schůrková,  
KOTRBATÝ D.I.Z. s.r.o., Praha**

Recenzent: **doc. Ing. Jiří Bašta, Ph.D.,  
Ústav techniky prostředí,  
Fakulta strojní, ČVUT v Praze**

**Obr. 4** Rozdělení vytápěného objektu na zóny při respektování rozdílných venkovních podmínek a požadavku na měření každé provozní lodi zvlášť

