



PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI S VYUŽITÍM INDUKČNÍCH VYÚSTÍ K DISTRIBUCI VZDUCHU

Ing. Karel Matějčík

Inženýrská činnost

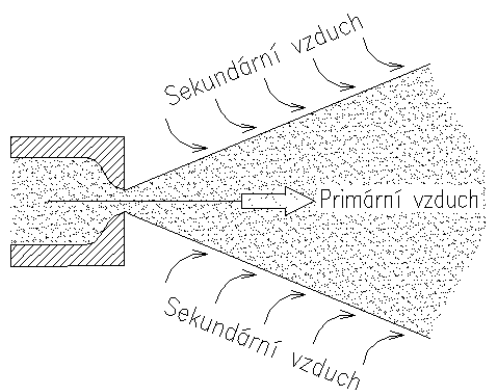
karel@ingmatejcek.cz

ANOTACE

Přednáška pojednává o praktických zkušenostech s využitím indukčních vyústí k distribuci vzduchu v místnostech. V první části jsou popsány zkušenosti s instalací indukčních jednotek v podokenních parapetech a vlivu umístění nasávacího místa sekundárního (indukovaného) vzduchu v čele parapetu na kvalitu vzduchu v prostoru. Ve druhé části jsou popsány atypické instalace polí z trysek/dýz v podhledech a zástěnách, s možností realizace kvantitativní regulace množství přívodního vzduchu dle teploty a obsahu CO₂ v prostoru. Tyto instalace jsou vhodné pro „bezprůvanový“ odvod větších tepelných zátěží rozptýlených v prostoru, které nejdou místně odsávat a jsou trvale obsluhovány.

ÚVOD

Vytéká-li z otvoru proud vzduchu (tekutina) do klidného okolí, nasává jeho rozvířený povrch vzduch z okolí, do něhož vtéká. Tomuto přisávání okolního (sekundárního) vzduchu do přívodního (primárního) vzduchu říkáme indukce, viz obr. 1.

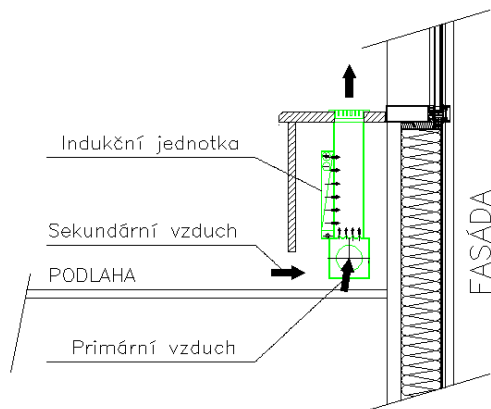


Obr. 1 Indukce - přisávání okolního (sekundárního) vzduchu do přívodního (primárního)

Této vlastnosti se hojně využívá u koncových distribučních elementů ve vzduchotechnice. Z poměru sekundárního k primárnímu vzduchu se určuje tzv. indukční poměr „i“, který bývá např. u indukčních jednotek (IJ) v rozmezí 2 až 6. Jeho velikost pro vzduch závisí hlavně na rozdílu tlaků, který určuje výdechovou rychlost, velikostí a tvarem otvorů, umístěním otvorů (u pevné stěny, ve volném prostoru, apod.). Toto vše je obecně známo a příslušné výrobky (např. IJ, dýza/tryska, ...), u kterých je tento indukční poměr využíván, byly na základě návodů a doporučení výrobců nesčíslněkrát instalovány. Přesto i zde je možné navrhnout, odzkoušet a zrealizovat využití stávajících výrobků atypickým způsobem s velmi pozitivním vlivem na kvalitu mikroklima prostředí. Zde uvedené příklady byly v budovách realizovány a ověřeny cca 10letým provozem.

PARAPETNÍ INDUKČNÍ JEDNOTKY (IJ)

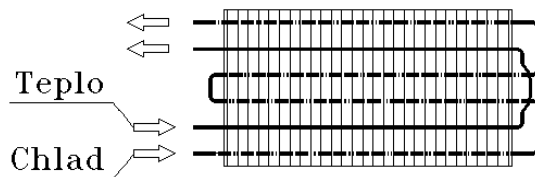
V 60-tých letech minulého století bylo v rámci vysokotlaké klimatizace (VTK) nainstalováno do nově stavěného výškového objektu o 11 patrech cca 400 indukčních jednotek. Byly to převážně jednotky s jedním výměníkem, osazeny 6-ti cestnou armaturou pro přepínání tepla a chladu z čtyřtrubkového rozvodu. Čtyřtrubkový rozvod (dvě trubky chlad a dvě trubky teplo) byl zapojen v každém patře jako souprůdný rozvod (Tichelmann). 6-ti cestná armatura přepínala teplo nebo chlad do jednotky nebo zpět do rozvodu. Vlivem opotřebení docházelo u těchto armatur k mísení topné a chladicí vody. Regulace 6-ti cestné armatury byla pneumatická. Instalace vlastní jednotky v parapetu byla klasická – nasávání sekundárního vzduchu u podlahy, výfuk pod okny. Viz obrázek 2.



Obr. 2 Instalace parapetní indukční jednotky - klasická

V roce 2001 bylo rozhodnuto provést kompletní rekonstrukci indukčních jednotek za plného provozu objektu. Měly být zachovány pouze pátevní rozvody tepla a chladu a hlavní vzduchotechnické rozvody, které se pouze vyčistily profouknutím vzduchem prudkým otevíráním a uzavíráním protipožárních klapek. Indukční jednotky a systém měření a regulace byly kompletně nahrazeny novými. Při této příležitosti se nám podařilo zrealizovat vylepšení, které podstatným způsobem zjednodušilo a zefektivnilo provoz celého systému VTK a podstatně zlepšilo mikroklima v místnostech.

- Tlakově oddělit rozvody tepla a chladu. Nainstalované indukční jednotky mají jeden výměník a v něm jsou dvě samostatné trubkovnice. Jedna pro připojení na rozvod chladicí vody a druhá na rozvod topné vody. Oba systémy jsou tak tlakově odděleny. Viz obr. 3

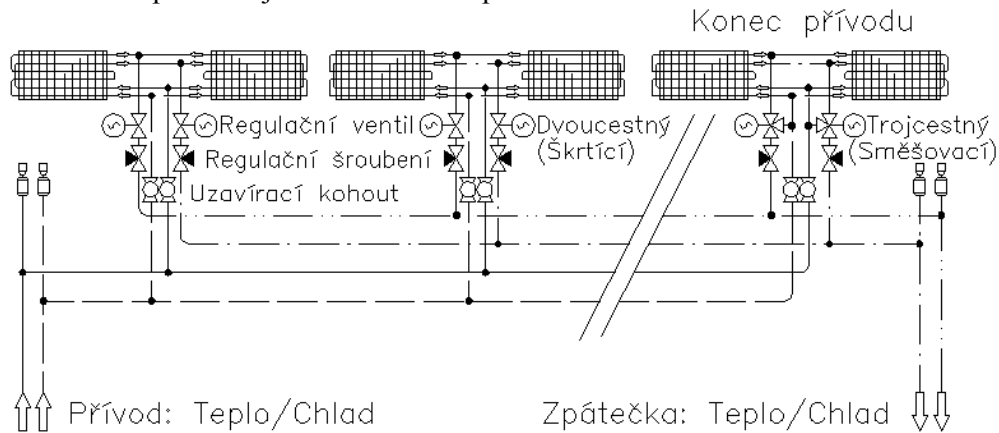


Obr. 3 Jeden výměník s dvěma samostatnými trubkovnicemi

- Omezit zavzdušňování jednotek. Přívod topné a chladicí vody do výměníku je realizován do spodní části výměníku, odvod v horní části výměníku. Hlavní odvzdušňovací místa jsou na koncích hlavních stoupaček. I když jsou rozvody topné a chladicí vody umístěny v podlaze pod úroveň výměníků, voda z okruhu je přiváděna do spodní části výměníku, čím před sebou vytlačuje veškerý vzduch do výstupu výměníku a postupně do hlavního rozvodu až do stoupačky (zpátečky). Po propláchnutí a naplnění

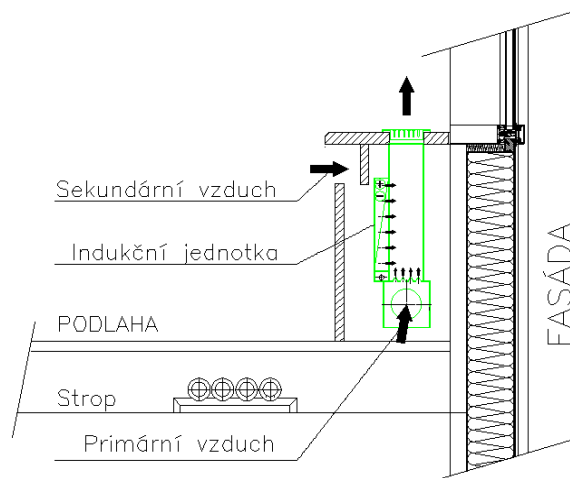
rozvodů vodou došlo k samovolnému odvzdušnění celého systému přes hlavní stoupačky a za celou dobu provozu se nestalo ani jednou, že by se některá jednotka zavzdušnila.

- Minimalizovat průtok okruhem. Mimo připojení poslední jednotky přívodní větve, jsou všechny ostatní jednotky připojeny na rozvod jednoho podlaží dvoucestnými regulačními ventily. Vždy jedním na rozvodech topné vody a jedním na rozvodech chladicí vody. Každá poslední jednotka na podlaží přívodu souprůdného rozvodu tepla a chladu, je osazena trojcestným regulačním ventilem. Během provozu tak dojde k zaplnění všech hlavních rozvodů médiem o požadované teplotě a čerpadla po většinu roku mohou pracovat jen s minimálním příkonem. Viz obr. 4



Obr. 4 Rozvod v jednom podlaží

- Zlepšit mikroklima přemístěním nasávání sekundárního vzduchu k parapetní desce. Oproti typovému zapojení doporučovaným výrobcem se nasávání sekundárního vzduchu nerealizovalo u podlahy, ale až těsně pod parapetem. Tento způsob provedení zákrytu vlastní jednotky má zásadní vliv na pocit diskomfortu lidí v místnostech. Když byly v provozu původní jednotky a došlo k poruše čehokoliv v prostoru pod parapetem a museli jsme si lehnout na zem s hlavou těsně u podlahy, byli jsme překvapení (ne)kvalitou vzduchu těsně u podlahy. Pachy, které byly cítit těsně u podlahy, nebyly cítit v cca 0,5 metrů nad podlahou. Proto jsme se rozhodli zjistit, zda je možné nenasávat u podlahy. V literatuře jsme takovou možnost nenašli. Proto jsme se rozhodli provést experiment. Před zadáním projektu jsme poptali dodavatele indukčních jednotek a od každého si jednu jednotku zapůjčili. Tyto jednotky jsme postupně nainstalovali do jednoho volného prostoru, připojili na rozvody a provedli měření výkonů, hluku a zjišťovali obrazy proudění vzduchu kouřovou zkouškou. Zjistili jsme, že na výkon jednotky nemá způsob přivedení sekundárního vzduchu vliv. Bylo rozhodnuto, všechny jednotky zabudovat s přívodem sekundárního vzduchu pod parapetem. Při provozu jednotek s nasáváním u podlahy mělo ke klimatizaci výhrady cca 3 až 5 lidí na patře, při provozu jednotek s nasáváním pod parapetem mají ke klimatizaci výhrady cca 1 až 2 lidé z celého objektu. Instalace viz obr. 5.

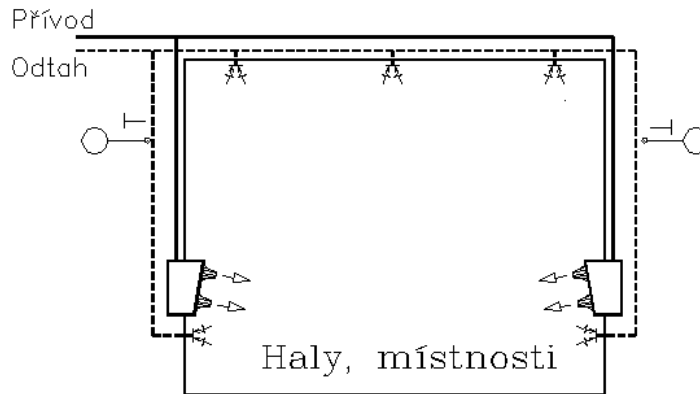


Obr. 5 Instalace parapetní indukční jednotky – atypická

- Pomocí elektronické regulace získat přehled a možnost dálkového ovládní. Pneumatická regulace byla nahrazena regulací elektronickou s řídicími podcentrálami na patrech. V každé místnosti je čidlo teploty a stavítko pro volbu žádané teploty. To vše je propojeno do centrálního řídicího systému na velín, kde jsou všechny hodnoty zobrazovány s možností zadávání parametrů obsluhou velínu. Je také možné zadat i střední hodnoty žádané teploty (zadáva se jiná na zimu a jiná na léto) a velikost pásma pro přestavování teploty na místě (např. $\pm 2K$). Tím je možné eliminovat „nevhodnou“ manipulaci s dálkovou volbou (zadá se např. $\pm 0,5K$).

DÝZA / TRYSKA – ATYPICKÉ POUŽITÍ

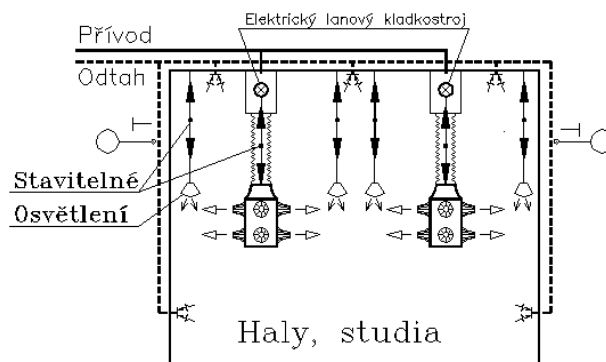
Jedním z koncových elementů, u kterých dochází k značné indukci vzduchu z prostoru do proudu přiváděného vzduchu, jsou speciální dýzy pro přívod vzduchu, event. z těchto dýz vytvořené tryskové pole. Existují také dýzy, které jsou uloženy v kulovém pouzdře. Tyto dýzy je možné libovolně natáčet a tím zajistit jiný sklon dýz v létě, kdy se chladí a v zimě, kdy je potřeba vzduchem vytápět. V provozu jsme používali i dýzy v akusticky náročném prostoru, s výdechovou rychlostí 6 až 7 m/s, teplotou přívodu 12 °C, do prostoru s teplotou 26 °C, hladinou akustického tlaku 0.5 m od tryskového pole pod 20 dB(A). Jedná-li se o větší prostory, je problém celý prostor řádně provětrat a určit místo pro čidlo teploty, dle kterého se řídí teplota přívodního vzduchu. Z tohoto důvodu se odtahové vyústky nedávají např. jen na strop, ale i na stěnu do zóny pobytu. U stropu se odtahuje cca 2/3 až 3/4 množství vzduchu, v zóně pobytu zbývající 1/3 (1/4) celkového odtahovaného vzduchu. Teplota odtahovaného vzduchu slouží jako řídicí pro systém M+R. Typická instalace dýz viz obr. 6.



Pro vytápění i chlazení

Obr. 6 Instalace dýz – typická

Pokud nejsou zdroje tepla trvale v konstantní výšce (např. scénické osvětlení), je nutno měnit i výšku přívodních vyústí s dýzami. Vyústka – pole dýz, se zavěsí na lano elektrického lanového kladkostroje a propojí se k odtahovému potrubí vzduchovodem ve formě skládací harmoniky. Když provoz přestaví výšku zdrojů tepla, vyústka – pole dýz se přestaví dálkovým ovládním tak, aby také bylo pod zdroji tepla. Viz obr. 7

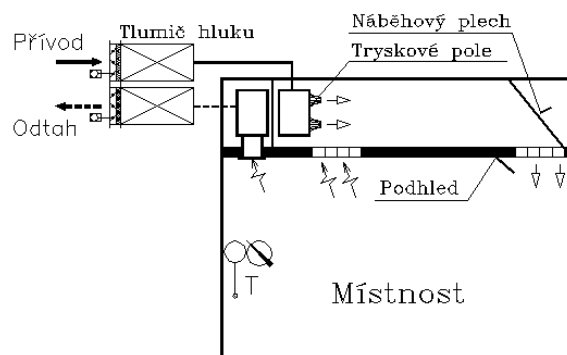


Pro chlazení

Obr. 7 Instalace pole dýz se stavitelnou výškou

Potřebujeme-li „bezprůvanový“ přívod vzduchu k odvodu větších tepelných zátěží rozptýlených v prostoru, které nejdou místně odsávat a jsou trvale obsluhovány, je možné využít podhled nebo zástěnu jako směšovací komoru pro indukci, do které umístíme tryskové pole. Získáme tak v podstatě dvojnásobnou délku prostoru na indukci vzduchu (přimíchání vnitřního vzduchu k proudu přiváděného vzduchu dýzou dochází v komoře) a do vlastního klimatizovaného prostoru vstupuje vzduch o malém teplotním rozdílu vůči teplotě prostoru a malou rychlostí. Navíc dochází k dokonalému „propláchnutí“ celého prostoru. U této instalace dýz zajistí vlastní uzavřený prostor podhledu nebo zástěny s nasávacími a výdechovými mřížkami, že nezávisle na množství přiváděného vzduchu tryskovým polem, bude obraz proudění trvale konstantní. Jen množství vzduchu v tomto proudu bude proměnlivé. Toto nám umožní regulovat množství přiváděného a odtahovaného vzduchu v závislosti na vnitřní teplotě dle velikosti tepelné zátěže. Pro ukázkou jsou uvedeny dva příklady nainstalovaných systémů. Na obr. 8 jsou zobrazeny klimatizované prostory s funkcí

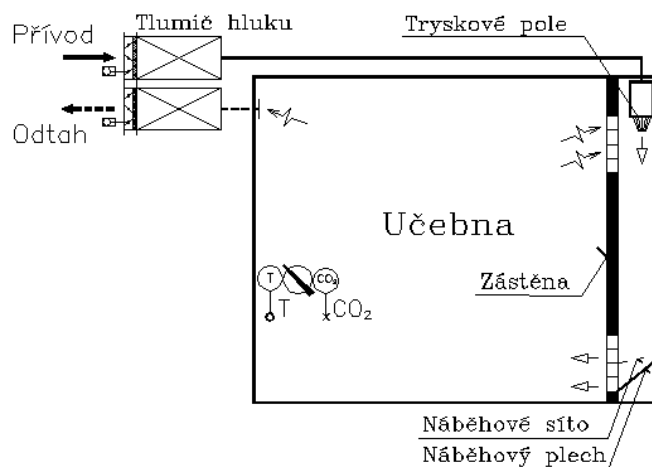
chlazení. Vytápění tohoto prostoru zajišťuje jiný systém (např. VTK nebo ÚT, s vazbou na toto chlazení. Dokud zařízení topí, chlazení je uzavřeno).



Pro chlazení

Obr. 8 Instalace dýz s tryskovým polem v podhledu

Není-li v místnosti podhled, je možné směšovací komoru vytvořit ze zástěny. Jako příklad na obr. 9 je uvedena místnost učebny. Množství vzduchu je regulováno dle obsahu CO_2 v prostoru.



Obr. 9 Instalace dýz s tryskovým polem v zástěně pro učebnu.

ZÁVĚR

Způsob distribuce vzduchu v prostoru je velmi důležitý. Rozhoduje o kvalitě mikroklima v prostoru, s dopadem na energetickou náročnost celého zařízení. Někdy stačí jen malá úprava systémového prvku (např. posunutí nasávacího otvoru pro indukci u IJ) nebo zapojení rozvodů (škrcení na místo přepouštění), jindy zase využití do té doby nevyužívaného prostoru pro VZT (prostor podhledu v místnosti) a zvýší se spokojenost s klimatizací jako celku a ušetří značné prostředky na energie např. je požadováno menší množství vody/vzduchu, které můžeme regulovat dle zátěží apod.