

Ing. Zdeněk PŘÍHODA¹,
Ing. Michal BUREŠ¹,
Ing. Pavel PREŠNAJDER²

¹Příhoda, s.r.o.

²Acare, s.r.o.

Rovnoměrné rozložení rychlosti proudění vzduchu v místnosti

Even Distribution of Air Flow Speed in the Room

Recenzent
prof. Ing. František Drkal, CSc.

Článek pojednává o distribuci vzduchu v místnosti s příčným průřezem 18 m², kde se požaduje rovnoměrný průtok nízkou rychlostí 0,1 až 0,2 m/s. Princip originálního řešení spočívá v rozptylování a odsávání vzduchu přes stěny zhotovené ze speciálních tkanin perforovaných otvory o průměru menším než 1 mm. Experimenty na díle – místnosti pro testování chladírenského nábytku – potvrdily splnění předpokladů návrhu.

Klíčová slova: rozptýlení vzduchu v místnosti, proudění vzduchu v místnosti, perforované tkaniny

The paper deals with air-distribution in the room with the cross-section of 18 m², where is required a steady flow with a low speed from 0,1 to 0,2 m/s. The principle of the novel solution lies in air dispersion and exhausting through the walls made from special textile perforated with holes with a diameter smaller than 1 mm. The experiments in the room for testing refrigeration furniture confirmed satisfying the design conditions.

Keywords: air distribution in the room, air-flow in the room, perforated textiles

ÚVOD

Požadavkem na řešení bylo, v souladu s ČSN EN ISO 23953-2 [1], dodržet rychlost proudění vzduchu v rozmezí 0,1 až 0,2 m/s v celém průřezu místnosti, prakticky v kterémkoliv bodě. Citovaná norma definuje rovněž teploty a vlhkosti vzduchu, článek se soustředí pouze na proudění vzduchu. Pro splnění přísného zadání byly použity principy, které jsou autorům dobře známé a o kterých bezpečně ví, jak se chovají. Autoři vycházejí pouze z vlastních zkušeností, podrobně nestudovali žádná podobná zařízení. Jedná se proto o originální koncept, odlišný od konstrukce na trhu dostupných laminárních boxů. Jiné principy by pro daný průřez místnosti byly neúměrně drahé.

PRINCIP ŘEŠENÍ

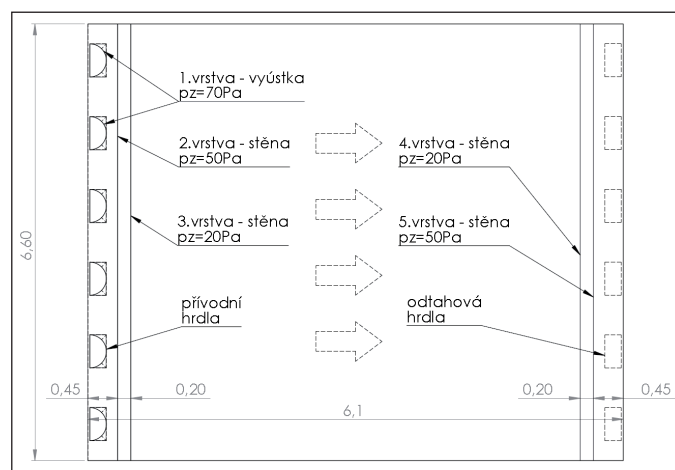
Vzduch do místnosti je přiváděn jednou vertikální stěnou a odváděn druhou protilehlou stěnou (obr. 1). K zrovnoměnění výstupního proudu byla použita metoda postupného zrovnoměnění proudu, kdy přiváděný vzduch prochází skrz 3 vrstvy tkaniny. V první vrstvě dochází k základnímu rozdělení průtoku. Tvoří ji šest svislých, na stěnu upevněných tkaninových výustek segmentového průřezu s velkou výstupní plochou (obr. 4). Druhá vrstva je již stěna s mikroperforací přes celou místnost a stejně tak vrstva třetí (obr. 2, obr. 6). Druhá stěna pracuje za přetlaku 50 Pa a používá otvory 0,4 mm. Třetí vrstva stabilizuje proud při přetlaku 20 Pa, s otvory 0,6 mm vypálenými v roztečích 2 x 2 mm. Zde již je dosaženo potřebné nízké rychlosti. Obdobně je konstruovaný i odvod vzduchu. Dvě perforované stěny „izolují“ prostor místnosti od vlivu nesy-metricky umístěného odvodního potrubí.

PRAKTICKÉ ZKUŠENOSTI

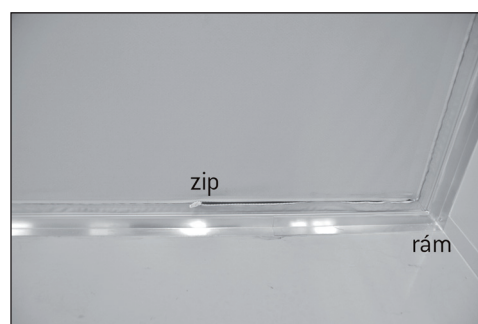
Při realizaci se projevilo několik slabších míst návrhu, která musela být operativně odstraněna.

Průhyb stěn

Bylo počítáno s tím, že se tkanina bude vlivem své přirozené pružnosti prohýbat. Obava byla, aby přílišné vyztužení stěn nenarušilo proudění. Byly proto připraveny rámy, které umožňovaly napínání v obou směrech, vodorovně i svisle. Samotná tkanina byla po obvodě navíc vybavena na-



Obr. 1 Půdorys místnosti se schematickým znázorněním stěn



Obr. 2 Tkanina je po obvodě vybavena zipy pro snadnější montáž i demontáž

pínacím zařízením používaným pro instalace textilních výustek do hliníkových profilů. Ukázalo se, že to nestačí. I při poměrně malých přetlácích síly působící na látku o tak velké ploše způsobují její neúměrné prohnutí. V důsledku toho se deformuje pro-

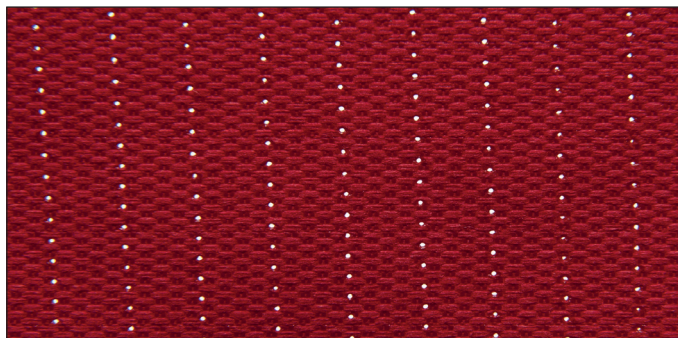
stor mezi vrstvami tkaniny a to narušuje proudění. Dodatečně byly proto podepřeny látkové stěny a prohnutí bylo omezeno na minimum. Použité výztuhy byly malých průměrů a neovlivnily proudění.

Nepropálené otvory

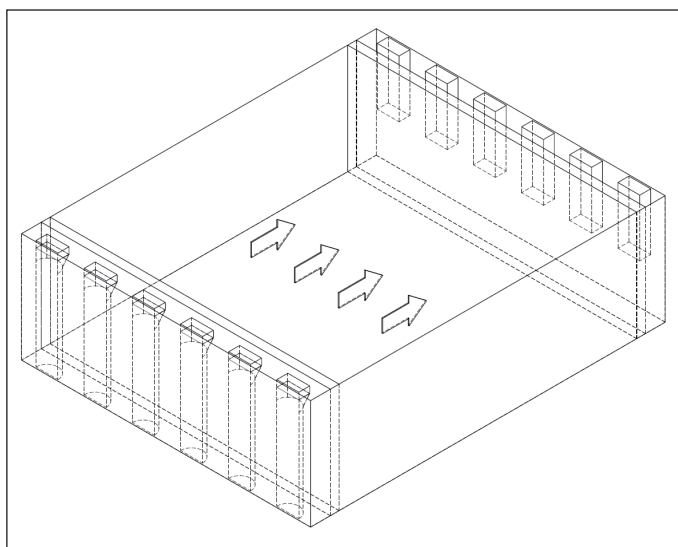
Jakkoliv se může zdát výroba plachet s otvory jednoduchá, tak i zde existuje řada úskalí. Především musí být otvory stejné velikosti a ales-

poň zhruba i tvaru. To je ale u tak malých průměrů velmi obtížný úkol. Tkaniny se propalují laserem a každý jednotlivý otvor se vlivem seškváření látky vytvaruje trochu jinak. Správného nastavení strojů bylo dosaženo po sérii testů. Kromě průtoku byl zkoušen i směr vystupujícího vzduchu. Všechny otvory musely mít rovnoběžné osy, kolmé ke tkanině. Byl použit 100% polyester upravený pro nulovou prodyšnost, s hmotností cca 220 g/m² o tloušťce 0,31 mm (obr. 3).

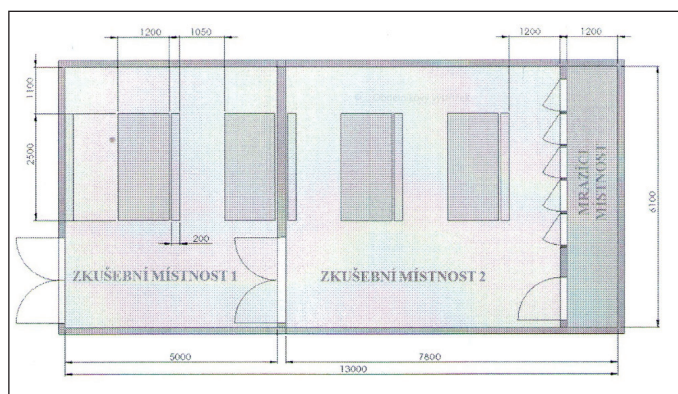
Při výrobě došlo k chybě a na plachtě se vyskytla oblast cca 100 x 100 mm, kde nebyly otvory dostatečně propáleny. Tato oblast představuje méně než jedno promile celkové plochy a u běžné zakázky by to nepředstavovalo žádný problém. U popisované aplikace byly ovšem nároky extrémní a měření zjistilo nižší rychlosti ještě 1 m za nedokonale propálenou oblastí. Improvizací na místě se podařilo otvory upravit.



Obr. 3 Detail mikroperforované tkaniny



Obr. 4 Prostorové schéma laboratoře



Obr. 5 Půdorys obou místností

Nerovnoměrný odvod vzduchu

Původní návrh předpokládal odvod vzduchu šesti otvory ve stropě prostoru za perforovanými stěnami; každý otvor byl vybaven regulační klapkou. Předpokladem bylo, že dvě mikroperforované stěny před odsávacími otvory samy o sobě zaručí rovnoměrnost. Měření nicméně ukázala nižší rychlosti u podlahy než pod stropem. Nejjednodušším řešením bylo prodloužení odsávacích nástavců (obr. 4). Sérií pokusů bylo dosaženo uspořádání (správné délky nástavců), při kterém byly rychlosti proudění v požadované toleranci.

PRŮBĚH A VÝSLEDKY MĚŘENÍ

Pro úpravu vzduchu v testované místnosti byla instalována vzduchotechnická jednotka s odpovídajícím průtokem vzduchu, která obsahovala díly pro ohřev, chlazení a parní zvlhčování. Jednotka byla provozována prakticky pouze s oběhovým vzduchem. V objektu byly dvě obdobné místnosti (obr. 5), řešené stejným principem. Při provozu budou využívány střídavě, vždy pouze jedna z nich. První má půdorys 6,1 x 5,0 m, druhá 6,1 x 6,42 m, výška je u obou 2,79 m. Série ověřovacích měření obsahovala statické měření vlhkosti a teploty a ve druhém sledu měření rychlosti proudění.



Obr. 6 Mikroperforované tkaninové stěny

Detaily měření

- s prázdnou komorou,
- na přívodní i odvodní straně 0,6 m od stěny,
- v rastru bodů 0,5 x 0,5 m,
- v ploše s výškou 2,8 m x šířkou 6,5 m pro místnost 2 (5 x 12 = 60 bodů),
- v ploše s výškou 2,8 m x šířkou 5,0 m pro místnost 1 (5 x 9 = 45 bodů).

Místnost bude sloužit k testování chladírenského nábytku. Je vybavena cca 250 přesnými teplotními čidly pro snímání povrchové teploty chladicího nábytku. Průtok vzduchu se upraví podle stupně zaplnění místnosti tak, aby rychlosti proudění v prostoru byly vždy v požadovaném intervalu (0,1 až 0,2 m/s).

Zajímavosti z měření

Laboratoř bylo nutné nejdříve teplotně stabilizovat. Stěny jsou z izolovaných panelů, ale podlaha je betonová, izolovaná zespodu. Stěny a podlaha mají tedy různé tepelné charakteristiky. Pokud nebyla podlaha dostatečně nahřátá, tak spodní čidlo ukazovalo jinou hodnotu než horní. Zjistili jsme také, že už samotné chladnutí odstavené laboratoře vyvolává měřitelné proudění. Někdy byly naměřeny nesmyslné hodnoty rychlosti vlivem vysrážení vlhkosti na čidlo při změnách režimu provozu - přechodech mezi klimatickými třídami (změnách teploty vzduchu v místnosti).

Naměřené hodnoty

Během několikadenního měření byly získány tisíce hodnot, jejichž rozsah je zcela mimo rámec tohoto textu. Podstatné je, že měření od začátku vykazovalo velmi dobrou shodu s požadavky normy [1]. Všechny nesrovnalosti se povedlo rychle odstranit. Následující tabulky udávají hodnoty z jediné série měření v každé místnosti. U místnosti 1 proběhlo uvedené měření 13. března 2014 v době od 14.42 do 15.56 a obsahovalo 37 odečtů hodnot. Druhá tabulka udává shrnutí měření místnosti 2 z 10. března 2014, od 17.52 do 19.20, které obsahovalo 45 odečtů. Je uveden vždy průměr a minimální a maximální hodnota. Jsou to pouze reprezentativní vzorky, ostatní série dopadly obdobně.

Tab. 1 Vzorek naměřených hodnot z místnosti 1

Hodnota	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Relativní vlhkost [%]
průměr	0,14	24,7	58,9
maximum	0,17	24,9	63,7
minimum	0,12	22,5	57,8

Tab. 2 Vzorek naměřených hodnot z místnosti 2

Hodnota	Rychlost [m/s]	Teplota [°C]	Relativní vlhkost [%]
průměr	0,14	23,1	58,9
maximum	0,20	24,0	66,0
minimum	0,12	22,0	52,6

ZÁVĚR

Validací zařízení byl pověřen Ing. Karel Doušek, CSc., jehož měření korespondovalo s výsledky autorů. Laboratoře jsou schválené k používání a dosahované výsledky patří k vůbec nejlepším pro obdobný typ provozu. Závěrem je nutné zmínit, že Ivi podíl na úspěšné realizaci má Ing. Prešnajder z firmy Acare. Díky jeho neúnavné a nadšené práci se povedlo odstranit všechny dílčí problémy.

Kontakt na autory: director@prihoda.com, development@prihoda.com, pavel.presnajder@acare.cz

Použitý zdroj:

[1] ČSN EN ISO 23953-2:2012. *Distribuční chlazený nábytek – část 2: Klasifikace, požadavky a zkušební podmínky.* ■

Certifikovaná automatika budov eu.bac System

Systém eu.bac je založen na DIN EN 15232 „Energetická účinnost budov. Vliv na automatiku a management budov“ a orientuje se na jejich škálu vyhodnocování (C je standard, kde EnEV 2014 v Německu je vzato jako minimum). Po rozšíření aktivit v roce 2014 z Německa, Francie a Velké Británie na státy Beneluxu, Skandinávie a Itálie předpokládá eu.bac System v roce 2015 rozšíření o Česko, Polsko, Slovensko, Španělsko a Portugalsko. Členové eu.bac System vystupují na trhu jako jedna osoba, a nikoliv samostatně. Registrovanými výrobci jsou např. Belimo, Honeywell, Kieback+Peter, Sauter, Schneider Electric a Siemens. Neregistrovanými nezávislými poradními institucemi jsou WSP AG München, Deutsche Institut für Angewandte Lichttechnik (DIAL) Lüdenscheid, které nabízí i trénink pro eu.bac auditory.

Pramen: CCI 13/2013

(AB)

Město s nulovými emisemi

V roce 2008 se rozhodl emirát Abú Dhabí vybudovat vzorové město přátelské k životnímu prostředí s nulovými emisemi Zero Emissions City – Masdar City pro 40 000 obyvatel. Od té doby ale bylo ticho. Dnes bydlí v srdci projektu v ústavu Masdar Institute pouze 120 vybraných studentů. Vybíjí technologie budoucnosti a zkouší inovace pro nový životní styl a věnují se výzkumu regenerativních energií.

Podle původních předpokladů měl být Masdar již v roce 2016 být funkčním městem s byty, pracovišti a udržitelnou infrastrukturou. Dnes se připravují firmy jako Siemens nebo General Electric k tomu, aby se z dnešního kampusu elitních škol vytvořilo město s nulovými emisemi. Siemens vytvoří ze své budovy příklad energeticky nejúčinnější budovy, která překročí americké standardy a spotřebuje o 65 % méně energie než průměrná budova v Abú Dhabí. Pro mezinárodní agenturu pro obnovitelné energie IRENA zde vznikne vzorové sídlo.

Pramen: CCI 13/2013

(AB)

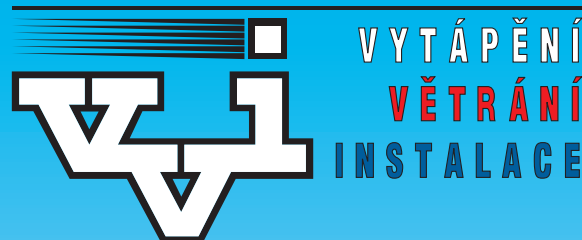
Klimatizace pro pobočku Louvru

Od prosince 2012 má pařížský Louvre pobočku v severofrancouzském Lens. Její rozsáhlá stavba se skládá z 5 vzájemně propojených budov. Na výstavní ploše o 6000 m² může ročně obdivovat kolem půl milionu návštěvníků až 800 uměleckých děl střídavě zapůjčovaných z mateřského domu.

V muzeu Louvre v Lens bylo realizováno klimatizační zařízení se stropními kazetami, ventilátorovými konvektory a teplovzdušným vytápěním. Ve výstavních prostorách a depozitářích se klade důraz na mikroklima. Přísné požadavky dovolují max. přípustné kolísání teploty ±1 K a relativní vlhkosti ±5 %. Jen ve výstavní oblasti Galerie du Temps se 3000 m² plochy dopravuje 6 ventilátorů 25 000 m³/h vzduchu. Další 4 ventilátory stejného výkonu obslouží 1800 m² velkou plochu krátkodobých výstav a skleněný pavilon s 1000 m². Aby se vyhovělo požadavku na správnou vlhkost je systém vybaven vysokotlakými zvlhčovači vzduchu. Nasazeno je celkem 60 vzduchotechnických zařízení s výkony 1000 až 25000 m³/h. Dodavatelem je francouzská firma Ciat S.A., Culoz.

Pramen: CCI 12/2013

(AB)



Webová prezentace časopisu VVI na stránkách www.stpcr.cz/vvi

- ☐ historie a současnost časopisu
- ☐ informace pro autory
- ☐ informace pro recenzenty
- ☐ soutěž o cenu prof. Pulkrábka
- ☐ obsahy všech čísel od r. 1958
- ☐ vyhledávací databáze
- ☐ plné verze vybraných článků
- ☐ dostupnost starších čísel