

206

číslo 1

2025/ročník 57

# Klimatizace

první časopis českých vzduchotechniků

větrání | vytápění | chlazení | měření a regulace



## Protipožární klapky Lindab - spolehlivá volba

- zamezují šíření ohně a spalin
- certifikovaná a spolehlivá ochrana
- chrání životy a majetek

 **Lindab**<sup>®</sup>  
www.lindab.cz

Vzduchotechnika, které můžete věřit

**Rittal – The System.**

Faster – better – everywhere.

# Ventilátory s filtrem Blue e+

Vyšší výkon & účinnost  
pro chlazení vašich rozváděčů



ROZVÁDĚČE

ROZVOD PROUDU

KLIMATIZACE

IT INFRASTRUKTURA

SOFTWARE & SLUŽBY

FRIEDHELM LOH GROUP





# Klimatizace

první časopis českých vzduchotechniků

## Obsah

<b>Požární klapy Lindab jako spolehlivá volba pro komplexní řešení požární ochrany staveb</b>	
Renata Rusnáková .....	2
<b>Provozní bezpečnost rozvaděčů přináší nová generace ventilátorů s filtrem</b>	
Ing. Zbyněk Ledvinka .....	4
<b>Daikin systémy VRV 5 s technologií Shīrudo pro větší požární bezpečnost staveb</b>	
Radek Sukup .....	6
<b>TROX X-CUBE X2 Compact: Maximální výkon v kompaktním řešení</b>	
Ing. Michal Přikryl .....	8
<b>Klimatizace stvořená k vytápění</b>	
Igor Walter .....	9
<b>Vedle výhod přináší klimatizace také energetickou náročnost a její provoz stojí peníze</b>	
Michal Hoblík .....	10
<b>Proudění vzduchu v operačních sálech</b>	
Ing. P. A. Bossers .....	12
<b>Použití recirkulačních filtrů vzduchu</b>	
Vladislav Fišer .....	16

## Archiv časopisů Klimatizace

Je to právě 10 let, co vydavatel časopisu – společnost JANKA Radotín na svém webu začal budovat archiv časopisu Klimatizace. Jednotlivá čísla v PDF si můžete stáhnout k sobě do počítače nebo si je prohlížet na webu. Prohlížet, ale i v nich vyhledávat – a to je ta největší deviza souborů v PDF. V těchto souborech na svém počítači si můžete podtrhávat, dělat poznámky, "vystřihávat" články dle svého zájmu atd.

Neposlední výhodou (a velice významnou) je skutečnost, že PDF časopisu můžete číst dlouho před doručení papírového výtisku, který podstupuje dlouhou cestu z tiskárny, přes distribuční společnost, Českou poštu až do vašich schránek. Redakce se snaží všechny tyto kroky minimalizovat na co nejkratší dobu, ale u České pošty vždy byl a bude (žel) prostoj, který neumíme zvrátit. A nejnovější informace, že se budou zásilky Českou poštou doručovat pouze 1x týdně, v nás vyvolávají skutečné zděšení.

Na adrese <https://janka.cz/aktuality/casopis-klimatizace/> kromě archivu naleznete i možnost přihlášení se k odběru digitální podoby časopisu Klimatizace. Prosíme, využijte této možnosti.

Šéfredaktor: ing. Radek Petr  
Grafická úprava: redakce

Redakční rada: ing. Pavel Červinka, ing. Josef Dvořák (předseda), ing. Jaroslav Karel, ing. Radek Petr, dr. Stanislav Zeman  
Adresa redakce: časopis Klimatizace, Vrážská 143, 153 01 Praha 5, telefon: 603 787 118, e-mail: [redakce.klimatizace@gmail.com](mailto:redakce.klimatizace@gmail.com)  
Časopis vydává pod registrační značkou MK ČR 20730 JANKA Radotín, a.s.

Vychází 4x ročně.  
ISSN 1803-4969

Toto číslo vyšlo: březen 2025

# Požární klapky Lindab jako spolehlivá volba pro komplexní řešení požární ochrany staveb

Renata Rusnáková

Požární ochrana staveb je pojem s velmi širokým významem. Zahrnuje množství předpisů, norem a vyhlášek, a to napříč celkovým řešením požární ochrany. Je nutné brát ohled na charakter objektu, jeho dispozici, účel využití, definování stupně ochrany, stanovení únikových zón, certifikaci jednotlivých produktových částí a materiálů až po specifika montáže a kontrol při jejich provozu.

Požární klapky a uzávěry jsou klíčovou součástí téměř nekonečné škály produktů a materiálů, které se uplatňují při požární ochraně staveb.

Jejich použití je definováno v ČSN 730872. Osazení požární klapkou je vyžadováno u všech prostupů přes požárně dělící konstrukci o velikosti 400 cm<sup>2</sup> a více. U staveb, jako jsou nemocnice, domovy pro seniory a některé stavby se sociálním zaměřením, je potřeba ochránit i prostupy menší než tento rozměr.

Základní funkcí požární klapky je uzavřít vzduchovod v místě oddělení požárních úseků při zvýšení teploty a tím zabránit přenosu ohně a zplodin hoření z jednoho požárního úseku do druhého. Další možnost je uzavřít požární klapku na základě impulsu od EPS (elektrické požární signalizace), aniž by došlo k navýšení teploty. EPS je vyhrazené požární bezpečnostní zařízení, které pomocí hlásičů zajišťuje včas-

nou signalizaci požáru v budově. Pokud je v budově EPS, musí být požární klapky jejím prostřednictvím také ovládnutelné. Lze říci, že význam EPS je zásadní - v mnoha ohledech ovlivňuje reakci HZS a průběh zásahu při požáru.

## Provedení požárních klapek z hlediska ovládání

### Mechanické požární klapky (PK)

- Pouze s tepelnou pojistkou, případně doplněné o koncové spínače.
- S elektromagnetem (přidrzným nebo impulsním), případně doplněné o hlášení polohy listu.

### Motorické požární klapky (PK)

- Osazené servopohonem s havarijní funkcí. Součástí provedení je hlášení obou koncových poloh PK a dvě termoelektrické teplotní pojistky.

### Doplňkové možnosti

Některé typy lze dále vybavit hlásiči kouře nebo systémovým řízením PK.

## Provedení požárních klapek z hlediska jejich konstrukce

- Kruhové jednobližkové klapky
- Kruhové cartridgové klapky
- Čtyřhranné jednobližkové klapky
- Čtyřhranné lamelové klapky



Obr. 1 – Kruhová klapka WH25



Obr. 2 – Lamelová klapka WKP-O

### Lamelové požární klapky

Lamelová požární klapka umožňuje využití pro samovolné provětrávání mezi dvěma požárními úseky. Pro tento účel je vhodná zejména díky své malé zástavbové hloubce. Podmínkou tohoto použití je opatření klapky krycí mřížkou z obou stran. Tato mřížka zabraňuje znehybnění lamel a umožňuje jejich uzavření v případě požáru, aby klapka mohla splnit svou funkci. Klapku lze také použít v kombinaci s potrubím, a to z jedné nebo obou stran.

Společnost Lindab aktuálně zařazuje tento typ WKP-O do svého portfolia.

Požární odolnost každé z uvedených typů požárních klapek je nutné posuzovat jako systémové řešení. To znamená, že se hodnotí požární klapka, typ a tloušťka konstrukce, a také materiál, kterým se vyplní prostor mezi pláštěm klapky (PK) a konstrukcí. Požární odolnost systému je nutné vždy potvrdit fyzickou zkouškou ve zkušebně. Do roku 2000 se požární odolnost požární klapky řešila samostatně, bez ohledu na systém zapravení do konstrukce.

#### Víte že,

nemusíme dodržet některé normové požadavky za předpokladu fyzické zkoušky?

#### Příklad:

- Požadovaná normová hodnota 75 mm od svislých a stěnových konstrukcí.
- Požadavek na rozestup 200 mm mezi dvěma požárními klapkami (PK) v jedné požárně dělící konstrukci (PDK).  
Výše uvedené požadavky lze nahradit provedením fyzické zkoušky.
- Požární klapka těsně u svislé nebo stropní konstrukce: Toto řešení lze použít, pokud je fyzicky potvrzeno zkouškou.
- Dvě požární klapky těsně vedle sebe (tzv. PK sdružené nebo v baterii): Taková instalace dvou a více klapek

je při fyzickém ověření považována za jeden prostup přes PDK.

Poznámka: I v těchto případech je nutné dodržet technické podmínky výrobce, včetně systémového řešení.

#### Provozní podmínky a kontroly požárních klapek

Požární klapky jsou zařízení, která vyžadují pravidelnou kontrolu a servis, aby dobře a dlouhodobě fungovala. Pravidelný servis je klíčový pro eliminaci nefunkčnosti v případě požáru. Ze zákona je nutné provádět kontrolu minimálně jednou ročně, pokud výrobce neurčí kratší interval.

Za zmínku stojí skutečnost, že PK bývají někdy provozovány v podmínkách, kde by podle provozních předpisů vůbec neměly fungovat. Například pokud vzdušina obsahuje látky chemického nebo mechanického charakteru. Dlouhodobé působení zvýšené vlhkosti může také způsobit problémy s funkčností.

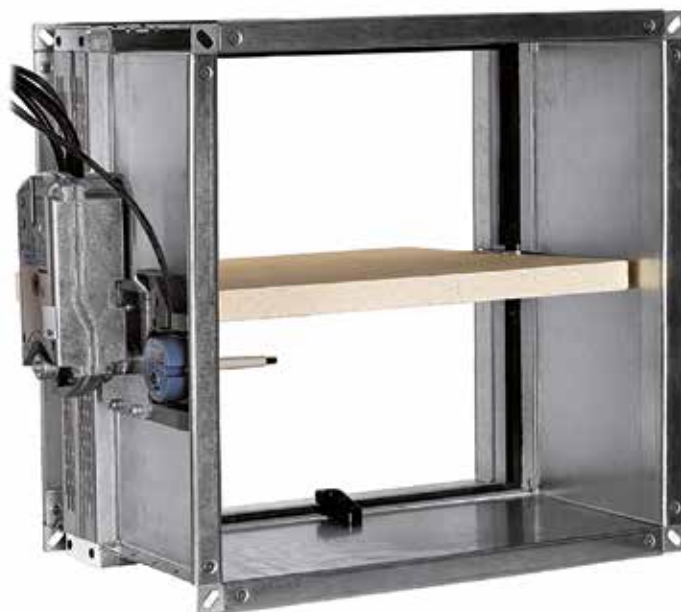
Požární klapky lze vyrobit z nerezového materiálu a jejich list může být opatřen speciálním nátěrem, který zvyšuje odolnost vůči vlhkosti a chemikáliím. Nicméně ani tato opatření nemusí zcela zabránit poškození některých částí PK. V těchto případech jsou častější kontroly o to důležitější.

Je třeba zdůraznit, že pokud je klapka provozována v nevhodujících podmínkách, nelze zaručit její bezvadnou funkci a její životnost se výrazně snižuje.

#### Potřebujete poradit?

Máte zájem o další informace, potřebujete pomoci s výběrem vhodných komponent požárních klapek, vyřešit technický detail, nebo požádat o cenovou nabídku? Neváhejte se obrátit na produktovou manažerku: [renata.rusnakova@lindab.com](mailto:renata.rusnakova@lindab.com)

Společnost Lindab – kontakt na 1. straně obálky. ■



Obr. 3 – Čtyřhranná klapka WK25

# Provozní bezpečnost rozvaděčů přináší nová generace ventilátorů s filtrem

Ing. Zbyněk Ledvinka

Teplu je v rozvaděči jen zřídka vítaným hostem. Proto je nezbytné nežádoucí teplo odstranit a zabránit dalšímu oteplování všude tam, kde je to možné, aby byl zajištěn bezproblémový provoz instalovaných komponent. Tento úkol je často řešen s pomocí ventilátoru s filtrem – způsobem chlazení, kterému byl přinejmenším v minulosti upřen zasloužený respekt a uznání. Společnost Rittal (**kontakt na 2. str. obálky**) nyní nabízí novou generaci ventilátorů s filtrem Blue e+ s funkcí nouzového chlazení a mnoha dalšími inovativními funkcemi zaměřenými na inteligentní ovládání klimatizace.

Ventilátory s filtrem jsou oblíbeným a nákladově efektivním řešením všude tam, kde lze k regulaci teploty v rozvaděči použít okolní vzduch. Jsou tedy také zdaleka nejčastější volbou pro řízení klimatu v rozvaděcích. Nová generace, která vystupuje ze stínu, upoutá pozornost jako chytrý pomocník s četnými chladicími funkcemi a bdělým okem před potenciálním nebezpečím: například díky funkci nouzového chlazení ventilátor Blue e+ aktivně reaguje, aby kompenzoval neočekávané zvýšení teploty. To chrání komponenty před přehřátím a v nejhorším případě se vyhne nákladům spojeným s odstavením systému.

## Manipulace bez náradí šetří čas

První výhody poznáte velmi brzy: poslední generace ventilátorů s filtrem již byla navržena pro montáž a údržbu bez použití náradí, ale příslušné mechanické součásti byly nyní zcela přepracovány. Zajišťovací háčky pro montáž ventilátoru a otevírací mechanismus pro výměnu filtru nyní fungují mnohem plynuleji. Osvědčené funkce, jako jednoduché obrácení směru proudění vzduchu a flexibilní umístění přípojky napájení, zůstaly zachovány. Další úpravy se týkají celkového designu Rittal, přičemž lamely mřížky jsou nyní uspořádány svisle. To vše bylo provedeno bez ovlivnění stupně krytí.

## Inteligence zabalená do minima prostoru

Ventilátory s filtrem Blue e+ jsou k dispozici v pěti velikostech, které pokrývají osm výkonových tříd od 20 m<sup>3</sup>/h do 1160 m<sup>3</sup>/h dodávaného vzduchu. Modely AC/DC splňují všechny základní požadavky, zatímco varianta EMC je k dispozici pro aplikace, které kladou zvláštní požadavky na elektromagnetické stínění rozvaděčů. EC technologie umožňuje řízení otáček a monitorování ventilátoru přes analogové



**Obr. 1** – Funkce nouzového chlazení nového ventilátoru s filtrem aktivně reaguje, aby kompenzovala neočekávaný nárůst teploty. To chrání komponenty před přehřátím a v nejhorším případě se vyhne nákladům spojeným s odstavením systému

rozhraní. Regulace teploty je přizpůsobena aktuálním podmínkám – chytrá funkce, která šetří energii a prodlužuje životnost. Nová generace přebírá toto prvenství a nabízí další výhody, jako je široký rozsah napájecího napětí (100–240 V) a rozhraní ModBus pro funkce monitorování, ovládání a alarmů.

#### Plná kontrola prostřednictvím rozhraní IoT

Ventilátory s filtrem integrované přes rozhraní IoT poskytují informace o stavu, využití kapacity, provozních hodinách a spotřebě energie. Pokud v blízkosti stojí několik skříní, je možné lokalizovat přesný zdroj kritického nahromadění tepla a určit příslušný ventilátor s filtrem. Obsluha je informována a funkce nouzového chlazení ventilátor je aktivována, jakmile teplota překročí prahovou hodnotu alarmu. Zvýšení otáček ventilátoru, a tím i množství dodávaného vzduchu, oddaluje možné přehřátí. Ventilátor se vrátí do normálního provozního režimu, jakmile teplota klesne zpět pod prahovou hodnotu.

Kromě provozní bezpečnosti poskytuje nová generace ještě delší životnost: funkce automatického čištění filtru vyfoukne prachové částice z filtru několikrát denně. Operátoři mohou také definovat virtuální provozní dobu jako základ pro zobrazení času zbývajících do další výměny filtru – podobně jako u palivoměru motorového vozidla. To usnadňuje plánování údržby na vyžádání, což šetří další čas a náklady.

Pokud jde o hlavní úkol ventilátoru s filtrem, totiž maximální zadržování částic při současném umožnění průchodu co největšího množství vzduchu, Rittal svými sériovými

skládanými filtry nastavuje nová měřítka. Díky plisování je povrch šestkrát větší, průtok vzduchu se zvyšuje o 40 % a intervaly údržby lze zdvojnásobit nebo dokonce ztrojnásobit v závislosti na aplikaci. Tyto vlastnosti nové generace ventilátorů s filtrem Blue e+ společně zvyšují tuto konvenční formu ovládání klimatizace rozvaděče na novou úroveň.

Přechod na novou generaci ventilátorů s filtrem Blue e+ znamená, že výroba řady TopTherm bude ukončena s účinností od 31. března 2025. Ventilátory s filtrem Blue e+ jsou již k dispozici skladem.

#### Důležité:

- Zavedené verze AC/DC, EC a EMC zůstávají v portfoliu, pouze řada TopTherm je nahrazena řadou Blue e+
- Montážní výřezy pro nové ventilátory s filtrem jsou stejné jako u předchozí řady TopTherm
- S novými ventilátory Blue e+ EC je kompatibilní pouze nový EC regulátor 3235.460

#### Potřebujete pomoc s přechodem na nové ventilátory s filtrem Blue e+?

Se všemi technickými dotazy týkajícími se našich produktů se můžete obrátit na tým technické podpory – tel.: 234 099 030, info@rittal.cz ■



**Obr. 2** – Ventilátory s filtrem integrované přes rozhraní Rittal IoT poskytují informace o stavu, využití kapacity, provozních hodinách a spotřebě energie

# Daikin systémy VRV 5 s technologií Shîrudo pro větší požární bezpečnost staveb

## Radek Sukup

Zatímco Zelená dohoda pro Evropu (Green Deal) tlačí na dekarbonizaci budov zejména zapojením obnovitelných zdrojů energie, tedy např. tepelných čerpadel, a zároveň využíváním chladiv s nižšími hodnotami GWP, české požárně-bezpečnostní předpisy tomu díky pomalé harmonizaci s evropskými normami brání. Daikin (**kontakt na str. 7**) však nabízí technologii Shîrudo, která platné normy splňuje a dokáže rizika požáru spojená s málo hořlavým chladivem A2L snížit na minimum.

Bezpečnostní předpisy pro chladiva tepelných čerpadel a chladících zařízení upravují tyto dvě evropské normy:

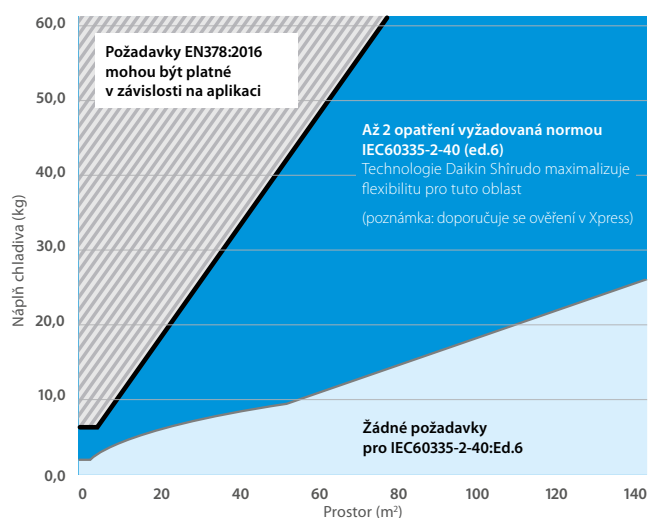
- Hořlavost (1, 2L, 2, 3): pokryta specifickou produktovou normou pro tepelná čerpadla IEC60335-2-40 (6. vydání)
- Toxicita (A nebo B): pokryta obecnou normou pro Chladící zařízení a tepelná čerpadla EN378 1-4:2016.

Omezení pro hořlavost chladiv A2L (jakým je i ekologičtější chladivo R-32) jsou přitom přísnější než omezení pro toxicitu, proto se společnost Daikin se svou technologií Shîrudo (v překladu štít) zaměřuje na plnění požadavků produktové normy IEC60335-2-40 (6. vydání).

Technologie Shîrudo integrovaná v systémech VRV 5 už z výroby obsahuje sadu opatření pro kontrolu chladiva: senzory úniku chladiva, uzavírací ventily a alarmy (interní – kabelové ovladače / externí), které jsou navíc certifikovány nezávislým notifikovaným orgánem (SGS CEBC) s certifikací CB.

## Jak technologie Shîrudo v systémech VRV 5 pracuje?

V každé vnitřní jednotce Daikin (a je jedno, zda zvolíte nejmodernější kazetovou jednotku s kruhovým výdechem nebo třeba běžnou nástěnnou klimatizační jednotku) je už z výroby integrován senzor, který dokáže detekovat i ten nejmenší únik chladiva a automaticky aktivuje uzavírací ventily i alarmy.



Obr. 2 – Využití technologie Shîrudo při splnění požadavků evropské normy na hořlavost

**Integrované snímače rozpoznají průsak**  
Detekce průsaku se aktivuje:

**1 Zvuková a vizuální výstraha**

- › Integrované v Madoka kabelovém dálkovém ovládní.
- › V případě, že je potřeba další zvuková výstraha pro supervizora, může být snadno integrována pomocí:
  - › Regulátor Madoka
  - › Výstup ze systému VRV

**2 Zachycení chladiva a uzavírací ventily**

- › Chladivo se automaticky zachycuje do venkovní jednotky.
- › Po zachycení se zavřou uzavírací ventily a chladivo je bezpečně uloženo.

Příklad pro řadu VRV 5 S

Obr. 1 – Funkce systému s technologií Shîrudo při detekci úniku chladiva



U systémů VRV 5 S je uzavírací ventil ve venkovní jednotce, kam se chladivo z okruhu automaticky stáhne a je zde bezpečně uloženo ve sběrači chladiva. U systémů VRV 5 se zpětným získáváním tepla jsou uzavírací ventily instalovány v řídicích BSSV boxech. Uzavře se dotčená větev chladivového okruhu a zbytek systému funguje normálně dál. Zároveň jsou vždy aktivovány alarmy – v ovladači Madoka, případně jiný zvolený alarm (třetích stran).



Obr. 3 – Venkovní jednotka Daikin VRV 5

#### Další výhody řešení Daikin

Minimální plocha místnosti pro typický systém R-32 VRV s 6,4 kg chladiva je dle požadavku normy 39 m<sup>2</sup>. S technologií Shīrudo lze pro splnění toxicity a hořlavosti instalovat vnitřní jednotky Daikin VRV 5 do místnosti běžného nadzemního podlaží už od 10 m<sup>2</sup>, pro místnost v nejnižším podzemním podlaží od 19 m<sup>2</sup> (při uvažované výšce místnosti 2,2 m) a to bez nutnosti provádět složité a časově náročné výpočty.

lovat vnitřní jednotky Daikin VRV 5 do místnosti běžného nadzemního podlaží už od 10 m<sup>2</sup>, pro místnost v nejnižším podzemním podlaží od 19 m<sup>2</sup> (při uvažované výšce místnosti 2,2 m) a to bez nutnosti provádět složité a časově náročné výpočty. ■



Staňte se naším montážním partnerem a využijte jedinečné velkoobchodní ceny!

Akce: set splitové klimatizace Daikin **od 9 990 Kč** v nákupu

#### Sensira – Vysoká kvalita za rozumnou cenu, kterou můžete nabídnout svým zákazníkům

- ✓ Celoroční účinnost chlazení až **A++**
- ✓ Automatické přepínání mezi **chlazením a vytápěním**
- ✓ **Elegantní design** pro každý interiér
- ✓ **Tichý provoz**
- ✓ Ovládání z mobilu přes aplikaci Onecta (volitelné)



Akce platí do konce dubna nebo do vyprodání zásob

#### Daikin – Váš spolehlivý partner

- ✓ **Světová jednička** na trhu klimatizací
- ✓ Více než **100 let zkušeností**
- ✓ Široký sortiment klimatizací a tepelných čerpadel pro **komerční i rezidenční využití**



\*Fuji Keizai Co., Ltd.  
„Globální trh domácích spotřebičů 2024“  
(Pořadí prodeje zařízení globálních výrobců klimatizací podle výsledků za rok 2022)



#### Využijte akční nabídku a oslovte nové zákazníky!

Kontaktujte svého **velkoobchodního dodavatele HVAC** nebo se obraťte přímo na **našeho obchodního zástupce:**

Martin Riedl, Key Account  
tel: 773 762 650, e-mail: riedl.m@daikin.cz

# TROX X-CUBE X2 Compact: Maximální výkon v kompaktním řešení

Ing. Michal Příkryl

Firma TROX Austria GmbH představuje novou kompaktní vzduchotechnickou jednotku X-CUBE X2 Compact, která nabízí vysokou flexibilitu díky snadné konfigurovatelnosti a přizpůsobení specifickým požadavkům každého projektu. Kompaktní design s minimálním půdorysem a možností vertikálního i horizontálního připojení s výběrem rotačního nebo deskového výměníku ZZT umožňuje instalaci i v prostorově omezených podmínkách. Díky konstrukci přizpůsobené pro průchod standardními dveřmi je jednotka snadno přepravitelná a manipulace s ní je bezproblémová. Samozřejmostí je splnění kritérií dle VDI 6022. S průtoky vzduchu od 600 do 15 000 m<sup>3</sup>/h je ideální volbou pro širokou škálu projektů.

#### Výhody TROX X-CUBE X2 Compact:

- kompaktní a štíhlý design,
- vysoká energetická účinnost,

- flexibilita instalace,
- integrovaná technologie řízení – šetří provozní náklady,
- intuitivní konfigurace a snadné uvedení do provozu,
- vysoký hygienický standard a jednoduchá údržba,
- možnost řízení Modbus TCP/IP nebo BACnet IP.

Intuitivní ovládání a snadná instalace činí z TROX X-CUBE X2 Compact ideální volbu pro každého, kdo hledá spolehlivé a efektivní řešení pro klimatizaci a větrání. Nechte se přesvědčit o výhodách této inovativní jednotky a posuňte své projekty na novou úroveň.

Objevte VZT jednotku X-CUBE X2 Compact – váš nový standard v oblasti vzduchotechniky. ■

## X-CUBE X2 compact

► Kvalitní    ► Efektivní    ► Kompaktní



**TROX<sup>®</sup> TECHNIK**  
The art of handling air

[www.trox.cz](http://www.trox.cz)

# Klimatizace stvořená k vytápění

Igor Walter

Na veletrhu Chillventa 2024 v německém Norimberku byla představena nová rezidenční klimatizace. Není náhoda, že ji uvádí právě teď – na začátku topné sezóny v celé řadě evropských zemí. Jednotka Power Heat Multi je totiž klimatizace, jejíž hlavní devizou není chlazení, ale špičkový topný výkon a účinnost i při venkovních mrazech  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ !

## Skvělá účinnost i v $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$

Power Heat Multi je nová řada rezidenčních klimatizací, která je navržena speciálně pro instalaci v chladném klimatu. Nabízí vysokou účinnost a bezproblémový provoz při venkovních teplotách až  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Jednotky (obr. 1–3) se vyznačují SCOP 4,6 a kompatibilitou s vnitřními jednotkami Etherea. Velkou výhodou je, že ty jsou mimořádně tiché – například hladina akustického tlaku u modelů Etherea Z dosahuje pouhých 19 dB(A). Pro srovnání, tak „hlučný“ je například tikot náramkových hodinek!

Navíc vestavěný Wi-Fi modul slouží k pokročilému ovládní vnitřních jednotek přes internet. Díky tomu je možné ovládní prostřednictvím nejpůvodnějších hlasových asistentů na trhu – Google Assistant a Amazon Alexa.

## Skvělý výkon při vytápění dvou i tří místností

Venkovní jednotka s vyhříváním vany kondenzátu je chráněna před zamrznutím, což zajišťuje spolehlivost fungování celého systému. Dokonce i při třesnutých mrazech do  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$  poskytuje jednotka skvělý výkon 3,9 kW pro vytápění dvou místností a 4,3 kW pro vytápění tří místností.

## Top účinnost i kvalita vzduchu v elegantním designu

Multisplit modely se mohou díky inverterové technologii pochlubit vysokou účinností s energetickou třídou A++. Ve



Obr. 1 – Špičkový topný výkon i při mrazu  $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$



Obr. 2 – Hlavní devizou není chlazení, ale špičkový topný výkon

spojení s již zmiňovanými vnitřními jednotkami Etherea kombinují výjimečnou účinnost s elegantním designem i různorodou barevností. Vnitřní jednotky jsou k dispozici ve třech různých odstínech – grafitově šedé, stříbrné i tradičtější matně bílé. Navíc vnitřní jednotky nabízejí i uživatelsky přívětivé funkce, hlavně technologii nanoe X. Ta využívá při čištění vzduchu miliardy takzvaných hydroxylových radikálů. Při reakci s jinými prvky, například vodíkem, omezují množství škodlivin v podobě bakterií, virů, plísní a pachů. Technologie nanoe X tak dokonale v domácnosti zajistí vysokou kvalitu vzduchu. To ocení všichni rodinní příslušníci, ale obzvláště ti, kteří trpí alergiemi nebo astmatem. ■



Obr. 3 – Vnitřní jednotku lze ovládat hlasovými asistenty

# Vedle výhod přináší klimatizace také energetickou náročnost a její provoz stojí peníze

Michal Hoblík

Používání klimatizací bylo ve většině českých domácnostech ještě před pár lety spíše výjimkou. Stále vyšší teploty v letních dnech ale rok co rok přesvědčují další a další domácnosti si klimatizaci pořídit. Jak ji dobře vybrat? S jakou spotřebou počítat a jak na provozu ušetřit?

## Jak velký je prostor?

Vždy je třeba vybírat takovou klimatizaci, která nabídne optimální výkon v poměru k velikosti místnosti. Pokud pro velkou místnost je zvolena klimatizace s příliš malým výkonem, dosáhne se tak spíše vyšší hlučnosti a spotřeby energie. Kýžené snížení teploty se ale nedočkáme.

Při výběru klimatizace je tak nutné sledovat výkon. Ten se nejčastěji uvádí v kilowattech (kW) nebo jednotkách zvaných BTU, britská tepelná jednotka – tradiční jednotka energie v angloamerické měrné soustavě. Platí, že 1 kW = 3500 BTU/hod. Výrobce tak uvádí, pro jak velké prostory je konkrétní klimatizace určena. Obecně se pracuje s informací, že na jeden metr krychlový prostoru je potřeba výkon 30 W. Záleží však i na dalších parametrech. Větší výkon bude potřeba v místnostech s nedostatečnou izolací nebo velkými okny, do kterých většinu dne svítí slunce.

V případě pořízení rozsáhlejšího a nákladnějšího řešení, nikoli jen menší přenosné klimatizace, je lepší se

určitě poradit s odborníkem, který vše pečlivě změří a spočítá.

## Typ klimatizace

V závislosti na velikosti prostoru a požadovaného výkonu je pak třeba vybrat správný typ klimatizace. Do menších místností mohou být dobrým řešením přenosné nebo ná-



Obr. 1 – Výběr klimatizace závisí na velikosti prostoru a výkonu

Tab. 1 – Srovnávací tabulka

Typ klimatizace	Spotřeba (příkon) za hodinu (v kW)	Provoz klimatizace (počet hodin denně)	Roční provoz klimatizace (počet dní v období od května do října)	Roční spotřeba (za pět měsíců provozu), uvedeno v kWh
Mobilní klimatizace do místnosti s výkonem 2,6 kW Pořizovací cena: cca 5000 Kč	1	8	150	1200
Mobilní klimatizace do místnosti s výkonem 4,7 kW Pořizovací cena: cca 14 000 Kč	2	8	150	2400
Nástěnná klimatizace bez venkovní jednotky s výkonem 1,8 kW Pořizovací cena: cca 35 000 Kč	0,7	8	150	840
Nástěnná klimatizace bez venkovní jednotky s výkonem 2,6 kW Pořizovací cena: cca 46 000 Kč	1	8	150	1200
Nástěnná klimatizace s jednou vnitřní a jednou venkovní jednotkou s výkonem 3,6 kW Pořizovací cena: cca 37 000 Kč	1,5	8	150	1800

stěnné klimatizace bez venkovní jednotky. Ty bývají levnější a mnohem jednodušší na instalaci. Často nejsou ale tak výkonné, z tohoto důvodu se moc nehodí do rozsáhlejších nebo členitějších prostor. Tam jsou výrazně vhodnější klimatizace s venkovní a vnitřní jednotkou. Jejich výhodou je, že k jedné venkovní jednotce lze mít hned několik samostatně ovládaných vnitřních jednotek. To se vyplatí v případě potřeby klimatizovat více místností.

### Spotřeba

Důležitým faktorem při výběru klimatizace je logicky i její spotřeba. Orientaci usnadní energetický štítek, který musí mít každý spotřebič. I když u některých kategorií spotřebičů prošly energetické štítky proměnou a týkají se jich jednoduché kategorie A až G, u klimatizací se zatím stále pracuje s původním dělením: nejúspornější modely nesou označení A+++; zatímco ty nejméně úsporné jen A.

Očekávanou spotřebu lze spočítat podle uvedeného příkonu a reálné doby provozu klimatizace. Vzorec pro výpo-



Obr. 2 – U každé klimatizace musí být energetický štítek

čet roční spotřeby vypadá následovně: příkon × počet hodin provozu klimatizace v jednom dni × počet dnů, během kterých klimatizace běží. Podrobnější informace přináší tabulka 1.

Výslednou roční spotřebu je pak třeba vynásobit sazbou za elektřinu. Průměrná cena za 1 kWh se třeba pohybuje kolem 8 Kč, existují ale i mnohem výhodnější ceníky. Změnou dodavatele a výběrem příznivější nabídky můžete na jedné kWh ušetřit víc než korunu. Možná se to nezdá jako hodně, ale pokud uvažujeme klimatizaci s roční spotřebou kolem 5 MWh, změnou dodavatele lze ušetřit přes 5000 Kč za rok.

Čím větší je roční spotřeba, tím víc můžete při výběru levnějšího dodavatele ušetřit. V některých případech se vám pak díky úspoře za pár let vrátí i pořizovací cena klimatizace, záleží ale samozřejmě na mnoha faktorech (tab. 2). Porovnání a výběr nejvýhodnější nabídky i následnou změnou dodavatele nabízí třeba Kalkulator.cz.

### Požizovací cena

Do výběru v poslední řadě promlouvá samozřejmě také pořizovací cena klimatizace. Mít klimatizaci s optimálním výkonem a nejnižší možnou spotřebou je samozřejmě ideální řešení. Ve výsledku ale může být taková klimatizace tak drahá, že se jí vůbec nevyplatí pořizovat. Je proto třeba hledat nejlepší poměr ceny a výkonu, a to na míru pro uvažované obytné prostory. S tím opět pomohou odborníci, kteří se instalacemi klimatizací zabývají. Nejlepší je informovat se u prodejců nebo v diskuzích a recenzích. ■

Tab. 2 – Předchozí tabulka 1 s dopočtenou cenou za spotřebu elektřiny

Typ klimatizace	Průměrná cena za kWh v roce 2024	Celková roční platba (za 5 měsíců provozu)	Výhodnější cena za kWh v roce 2024	Celková roční platba při výběru levnějšího dodavatele	Roční úspora při změně dodavatele
Mobilní klimatizace do místnosti s výkonem 2,6 kW Pořizovací cena: cca 5000 Kč	8 Kč	9600 Kč	6,80 Kč	8160 Kč	1440 Kč
Mobilní klimatizace do místnosti s výkonem 4,7 kW Pořizovací cena: cca 14 000 Kč	8 Kč	19 200 Kč	6,80 Kč	16320 Kč	2880 Kč
Nástěnná klimatizace bez venkovní jednotky s výkonem 1,8 kW Pořizovací cena: cca 35 000 Kč	8 Kč	6720 Kč	6,80 Kč	5712 Kč	1008 Kč
Nástěnná klimatizace bez venkovní jednotky s výkonem 2,6 kW Pořizovací cena: cca 46 000 Kč	8 Kč	9600 Kč	6,80 Kč	8160 Kč	1440 Kč
Nástěnná klimatizace s jednou vnitřní a jednou venkovní jednotkou s výkonem 3,6 kW Pořizovací cena: cca 37 000 Kč	8 Kč	14 400 Kč	6,80 Kč	12 240 Kč	2160 Kč

# Proudění vzduchu v operačních sálech

Ing. P. A. Bossers, Delft, Holandsko

Neustále se rozvíjející operační technika umožňuje provádět stále více komplikované operace. S tím souvisí též prodlužování vlastní operační doby, které opět klade vysoké požadavky na čistotu vzduchu a na pracovní prostředí chirurgů. Tyto požadavky musí splnit větrací a klimatizační systém, přičemž je velmi důležité proudění vzduchu v operačních sálech. Zde popisovaný systém proudění vzduchu slouží oběma účelům a splňuje současně různé teplotní požadavky osob zúčastněných na operaci.

## Různé formy proudění vzduchu

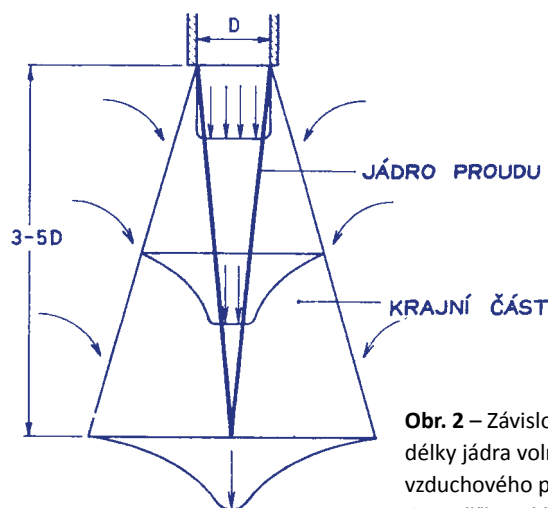
Do operačních sálů se přivádí venkovní vzduch, který je chlazen nebo ohříván, vlhčen a hlavně prostřednictvím filtrů zbaven všech zárodků. Zdroje bakterií nacházejí se výlučně ve vlastním operačním sále a jejich nositeli jsou pacienti nebo operační tým. Jen výjimečně je při špatně zvolených tlakových poměrech možné pronikání bakterií z přilehlých nemocničních prostorů. Tato poslední možnost není zde ale uvažována. V zásadě lze velmi lehce zabránit kontaminaci z pacientů nebo z operačního týmu. Účelem nuceného větracího systému je udržovat co nejnižší koncentraci znečištění, a to zvláště v blízkosti rány.

Je-li přiváděn zárodků prostý vzduch klasickou formou stropními nebo stěnovými vyústkami, je okolní více či méně znečištěný vzduch tímto proudem strháván a směřován se sterilním vzduchem. Vznikne tak nakonec jistá střední koncentrace, která je závislá na přiváděném množství, objemu sálu a produkci znečišťování. Koncentraci znečištění můžeme snížit zvýšením přiváděného množství vzduchu, tzn. zvýšenou výměnou vzduchu. Z obr. 1 ale plyne, že zvyšování výměny vzduchu při turbulentním proudění nad deseti či patnáctinásobek není již v souladu se snižováním hladiny

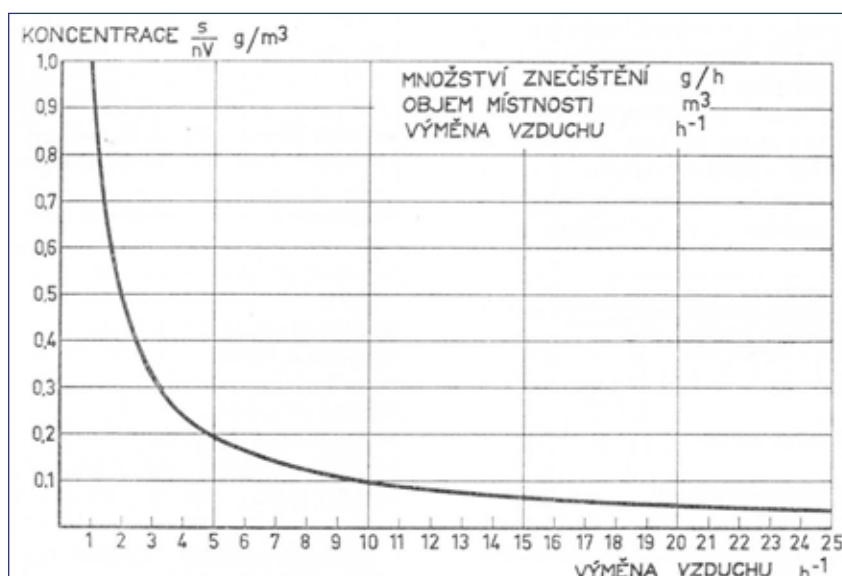
znečištění a má pochopitelně za následek neekonomický růst investičních nákladů.

Obraz proudění je v operačních sálech u těchto směšovacích systémů silně ovlivňován konvekcí od osob a přístrojů.

Osoby trusí nejvíce zárodků spodní částí svého těla. Tyto zárodky mohou být stoupavými konvekčními proudy zavedeny na stěny. Také v průmyslových zařízeních jsou obdobné těžkosti, které jsou většinou řešeny pomocí horizontálního nebo vertikálního laminárního proudění. Na základě dobrých zkušeností byl tento systém z průmyslu zaveden též do lékařské techniky. Protože velká množství vzduchu přinášejí s sebou zvýšené investiční náklady, jsou často k přívodu vzduchu používány pouze části stěn či stropů.



Obr. 2 – Závislost délky jádra volného vzduchového proudu na šířce výústky



Obr. 1 – Závislost koncentrace na výměně vzduchu v místnosti při turbulentním proudění



# JANKA

VYTVÁŘÍME PŘÍJEMNÉ PROSTŘEDÍ JIŽ OD ROKU 1872



1.



2.



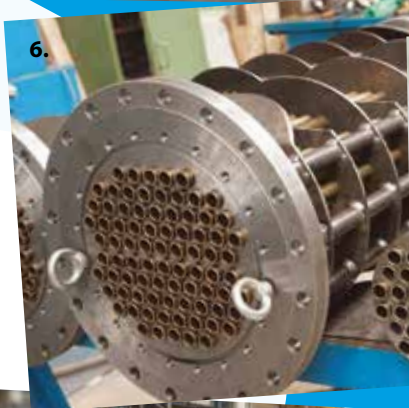
3.



4.



5.



6.



7.



8.



9.



10.



11.

#### Výrobní sortiment firmy JANKA Radotín:

1. Vzduchotechnická jednotka s rotačním výměníkem
2. Ventilátor pro průmyslovou halu
3. Parní ohřívač
4. Filtrační stanice pro jadernou elektrárnu
5. Ventilátory pro jaderné elektrárny

#### 6. Svazky pro trubkopláště

7. Elektrický ohřívač pro jadernou elektrárnu
8. Vzduchotechnické jednotky pro čisté prostory
9. Vzduchotechnické jednotky pro jadernou elektrárnu
10. Vzduchotechnické jednotky – venkovní provedení
11. Vzduchotechnické jednotky – vnitřní provedení

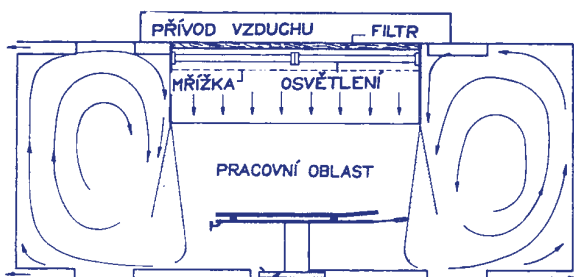
Aby bylo zamezeno směřování přiváděného sterilního vzduchu s přilehlými částicemi klidného vzduchu, jsou zaváděny rozličné metody. K zastínění operačního prostoru slouží závěsy z plastických hmot nebo vzduchové clony. Nevýhodou závěsů je, že značně omezují přístupnost operačního prostoru, což je odstraněno použitím vzduchových clon. Vzduchové clony naproti tomu mají zvýšený indukční účinek, což znamená, že je uváděn do pohybu okolní vzduch a potřebují pro provoz značné množství vzduchu. Je-li množství vzduchu omezeno na 3000 m<sup>3</sup>/h, po tom se do vnitřní zóny přivádí málo vzduchu, aby bylo možno dodržet požadovanou minimální rychlost vzduchu. Aby bylo zamezeno vlivům konvekce na obraz proudění je totiž potřebná minimální rychlost kolem 0,4 m/s. Vlivem těchto okolností je systém vzduchových clon velmi nejistý.

### Návrh větrání operačních sálů »TNO«

Při návrhu čisté zóny v operačním prostoru na základě principu »pádových proudů« (laminární proudění) vyšli jsme ve výzkumném ústavu pro hygienu prostředí TNO (Delft) z vlastností vzduchového proudu.

Volný vzduchový proud pozůstává z jádra proudu a krajní části. V jádru proudu si zachovává vzduch výstupní rychlost z vyústky a vlastnosti vzduchu jsou stejné jako u upraveného přiváděného vzduchu. V krajní části dochází k mísení čistého vzduchu z jádra proudu se strhovanými více či méně znečištěnými částicemi okolního vzduchu. Délka jádra proudu je v proporcionální závislosti k šířce vyústky (obr. 2). Určíme-li potřebnou plochu operačního pole včetně plochy potřebné pro operační tým, je možno v závislosti na výšce vyústky určit potřebnou velikost vyústky. Je snahou dosáhnout co nejmenšího výškového umístění vyústky, abychom vystačili s nejmenšími šířkami. U řešení zde popisovaného je proud vzduchu vytvářen obdélníkovou vyústí o rozměrech 1,8 × 3,0 m umístěnou ve výšce 2 m nad podlahou. Vzduch je veden ze stropu podél systému trubek až na tuto výšku. Tímto řešením se současně docílí odklonu sekundárního víru, který vzniká působením vzduchového proudu a má směr proudění kolmý ke vzduchovému proudu (obr. 3). Krajní část proudu je proto díky těmto trubkám značně menší.

Rychlost proudu vzduchu 0,45 m/s vyvolává velká množství vzduchu 9000 m<sup>3</sup>/h, což vedlo u vytvořeného modelu operačního sálu rozměrů 7 × 7 × 3 m (cca 150 m<sup>3</sup>) ke střední výměně vzduchu 60 krát za hodinu. Byly proto prováděny

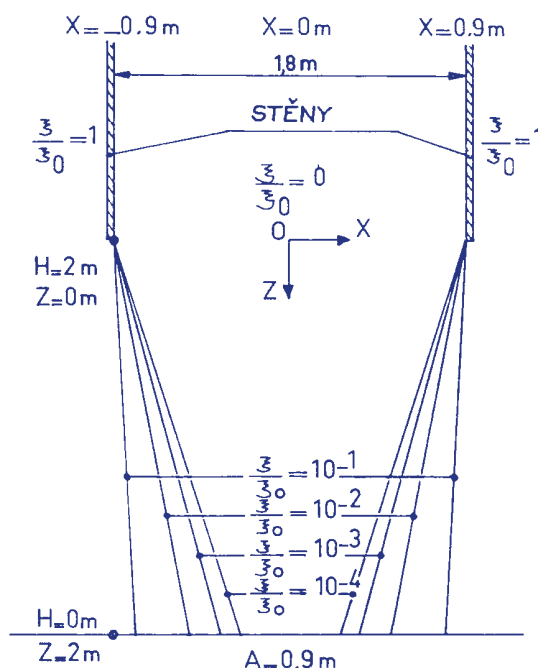


Obr. 3 – Větrání operačního sálu na základě principu pádových proudů

pokusy s menším proudem vzduchu. Cílem bylo zamezit pronikání znečišťování do jádra proudu turbulentní difúzí. Výpočet ukázal, že u obdélníkového vzduchového proudu je určujícím vždy rozměr menší strany. Při volbě tohoto rozměru 1,8 m bylo znečištění již tak nízké (obr. 4), že bylo přistoupeno k pokusům s kruhovým proudem vzduchu o průměru 1,8 m. Při stejné rychlosti proudu vzduchu jako u obdélníkové vyústky bylo možno snížit celkové množství vzduchu až na polovinu. Na rozdíl od obdélníkové vyústky je potřeba instalovat lékařské zařízení takovým způsobem, aby operační stůl byl posunovatelný. Je totiž třeba, aby ošetřovaná rána byla pokud možno ve středu kruhového proudu.

Výsledky měření prováděné stopovými prvky ve vodíku jako nosném plynu a také s bakteriemi byly velmi slibné. Jedna nemocnice v Holandsku bude vybavena operačními sály s obdélníkovým vzduchovým proudem. Klinické výsledky nejsou ještě k dispozici. Předchozí výsledky měření ale prokázaly, že je plně zamezeno proudění zárodků z okolí proudu a i zpod operačního stolu směrem k ráně.

Whyte prováděl v »London Hospital« šetření při operacích pod obdélníkovým vzduchovým proudem a dospěl ke stejným naměřeným hodnotám zárodků a prachových částic jako u dříve prováděných měření v prostoru s větráním na základě principu »pádových proudů«. Mimo to se mu podařilo snížit rychlost proudění na 0,3 m/s. V případě kruhového vzduchového proudu se sníží celkové množství vzduchu na 2750 m<sup>3</sup>/h. Prozatím prováděné šetření stopovými prvky v naší laboratoři při této rychlosti dávají dobré výsledky. U kruhového vzduchového proudu nebyly dosud prováděny pokusy s bakteriemi. Samozřejmě je možné, že mohou vniknout do rány nečistoty, které se dostávají do vzduchu nad pacientem z operační-



Obr. 4 – Model operačního prostoru s proudem vzduchu, zamezujícím znečišťování turbulentní difúzí





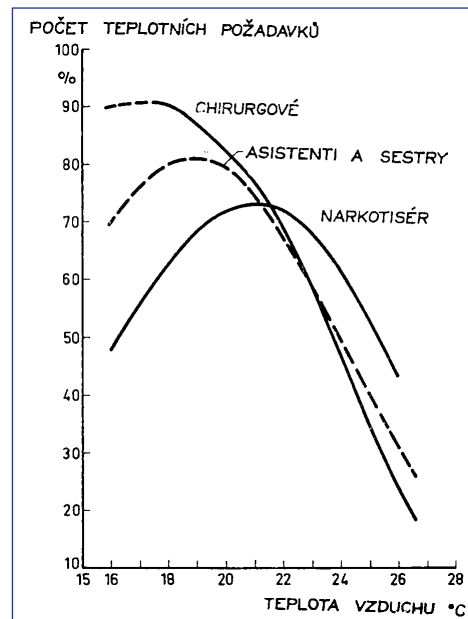
**Obr. 5** – Kouřová zkouška proudění v operačním prostoru znázorňuje čisté prostředí v proudu vzduchu

ho týmu. Toto nebezpečí možno ale značně zmírnit správným maskováním a oblečením. Mimořádně množství mikroorganismů, které pocházejí z horní části těla operačního týmu, představují velmi malou část ze znečištění, které se celkově nachází v operačním sále. Ukazuje se, že krajní část proudu, kde dochází k mísení, je díky usměrňovacímu vlivu trubek značně malá, jak je ostatně patrné z kouřové fotografie (obr. 5).

Zde popisovaný systém proudění vzduchu zamezuje nejen možnosti infekce, ale skutečně též slouží pro zajištění komfortu rozdílných skupin osob, které jsou činné v operačním sále. Při použití klasického přívodu vzduchu stropními nebo stěnovými výstřiky se směšovací účinkem dochází při koncentraci osob kolem operačního stolu vzhledem k jejich značnému výdaji tepla k vytváření stoupavého vzduchového proudu. Dochází tím k výraznému místnímu zvýšení teploty vzduchu oproti střední teplotě v sále. Vlastní měření prokázala, že toto zvýšení může dosáhnout až 4,8 K. Na základě šetření se ale zjistilo, že chirurgové požadují všeobecně nižší teploty vzduchu. Výsledky šetření jsou znázorněny na obr. 6.

### Závěr

Větrací systém s usměrněným proudem vzduchu má tyto výhody: rozložení operačního týmu je nezávislé na vzduchovém proudu, stěny operačního sálu zůstávají použitelné pro dveře a ostatní nutné pomoci a konvekční proudy nemají žádný vliv na obraz proudění. Vertikální proudění má však též své nevýhody. Tak např. může být proudění ovlivněno velikostí operačních světel. Ve shora popisovaném modelu operačního sálu je osvětlení, pozůstávající ze 40 zářivek po 60 W, umístěno ve vzduchovém proudu. Přesto, že toto řešení bylo dobré z hlediska proudění, obnášela intenzita osvětlení na operačním stole jen 3700 lux, takže bylo nutno instalovat další světlo. V současné době jsou ve vývoji nová operační světla s malým povrchem, která budou též méně narušovat proudění. Přestože je někdy zpochybňován význam laminárních systémů proudění vzhledem k jejich vysokým nákladům, věříme, že použití kruhového usměrněného proudu nabízí veliké výhody oproti klasickým větracím systémům.



**Obr. 6** – Výsledky šetření požadovaných teplot vzduchu pracovním týmem při operaci

Investiční a provozní náklady jsou jen o málo vyšší, protože potřebná množství vzduchu nejsou o mnoho větší. Na druhé straně dochází ke zlepšení pohody pracovního prostředí a výrazně se zmenšuje počet choroboplodných zárodků ve vzduchu v operační oblasti.

### Dodatek překladatele a recenzenta

Považuji článek p. Ing. Bosserse za zajímavý již z toho hlediska, že doplňuje dosavadní řešení čistých provozů.

Z hlediska uspořádání dělíme čisté prostory na:

- klasické čisté prostory (turbulentní proudění)
- laminární čisté prostory (horizontální nebo vertikální proudění)
- čistá pracovní místa
  - a) horizontální proudění
  - b) vertikální proudění
  - c) kombinované proudění
- čisté stěny.

Popisované řešení odpovídá svou koncepcí laminárním čistým prostorům s vertikálním prouděním s výhodou nižšího množství vzduchu čistých pracovních míst a umožňující pohyb ve sterilním prostředí jako čisté stěny. Použití navrhovaného systému kruhového usměrněného proudu je možné nejen v operačních sálech, ale prakticky jej lze výhodně uplatnit v mnoha rozličných prostorech, které mají charakter čistých prostorů.

Příspěvek uveřejněný ve sborníku přednášek konference s mezinárodní účastí »Klimatizace pro slaboproudou elektrotechniku« (pořadatel ČVTS - Komitét techniky pro prostředí, 16.-18. 10. 1974), který se souhlasem autora přeložil a recenzoval Ing. Milan Kopřiva.

Zdroj: Ing. P. A. Bossers, Delft, Holandsko - PROUDĚNÍ VZDUCHU V OPERAČNÍCH SÁLECH, Klimatisace 11, Praha, 1975, str. 11-14. ■

# Použití recirkulačních filtrů vzduchu

Vladislav Fišer

V úvodu je zdůvodněna účelnost, někdy i nutnost čištění vzduchu používaného k větrání uzavřených prostorů. S ohledem na rozměry tuhých částic příměsí jsou uvedeny požadavky na použitý filtr a to jak u centrálních filtroventilačních zařízení tak i u přenosných jednotlivých čističů vzduchu, jejichž vlastnosti a tím i jejich použití je podrobněji popsáno.

## Úvod

Prostředí v kterém člověk žije má nesporný vliv na jeho zdraví a pocit pohody a tím i na jeho výkonnost. Kromě základních atmosférických veličin (teplota, vlhkost a pohyb vzduchu), má velký vliv na zdraví člověka znečištění vzduchu a jeho elektrický stav. Znečištění vzduchu však i na jeho okolí (vegetaci, materiály) působí nepříznivě.

S rozvojem průmyslu a dopravy uniká do ovzduší stále větší množství různých nežádoucích příměsí ve formě tuhých, kapalných a plyných částic. Převážnou část znečištění vzduchu tvoří tuhé částice prachu a dýmu. Částice větší než 10 až 20  $\mu\text{m}$  z místa svého vzniku poměrně rychle sedimentují a mohou se udržet ve vzduchu jen působením vnějších sil např. zviřením větrem, koly vozidel a pod. U částic menších převažují molekulární síly nad gravitací, takže tyto částice zůstávají trvale rozptýleny ve vzduchu a tvoří jeho trvalé znečištění tzv. atmosférický prach.

Koncentraci částic atm. prachu – obvykle v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  – hodnotí se stupeň trvalého znečištění vzduchu. Za přijatelnou se považuje koncentrace menší než 0,1  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . V ovzduší velkých měst a v průmyslových oblastech je však tato koncentrace mnohonásobně překračována a dosahuje místy 0,5–3  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  i více.

Těž koncentrace plyných příměsí vyjádřena v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  nebo v ppm ( $\text{SO}_2$ , CO a pod.) překračuje často hodnoty doporučené hygienickými předpisy.

Atmosferický prach tvoří soubor částic velikosti (0,001) 0,01 až 2 (20)  $\mu\text{m}$ . Distribuce částic podle velikosti se místně poměrně málo liší a sleduje s dobrou shodou logaritmicko-normální rozdělení. Lze jej proto charakterizovat velikostí medianu počtu (povrchu, váhy) částic a standardní geometrickou odchylkou. Hodnoty naměřené ve VÚV světelným mikroskopem se mnoho neliší od hodnot naměřených stejným způsobem na cizích pracovištích a činí:

medián počtu částic .....	0,7 $\mu\text{m}$
median povrchu částic .....	1,6 $\mu\text{m}$
median váhy částic .....	2,13 $\mu\text{m}$
stand. geom. odchylka .....	1,9

Z této distribuce částic je zřejmé, že z celkového počtu je pouze asi 3 % částic větších než 2,13  $\mu\text{m}$ , přičemž tento podíl váží stejně jako zbývajících 97 % částic menších.

Světelným mikroskopem lze měřit částice do cca 0,5  $\mu\text{m}$ . Ve skutečnosti se v ovzduší měst a průmyslových oblastí nachází velký počet částic velikosti 0,005–0,5  $\mu\text{m}$  tzv. konden-

začních jader jejichž koncentrace dosahuje hodnot přes  $10^5$  částic v  $\text{cm}^3$ .

Velká část kondenzačních jader nese elektrický náboj (střední a velké ionty).

Znečištění ovzduší přírodní činností je nepatrné ve srovnání se znečištěním vyvolaným lidskou a průmyslovou činností. Hlavními zdroji příměsí jsou emise domovních a továrních komínů, prašnost vozovek a exhalace vozidel se spalovacími motory.

Na lidský organismus působí znečištěný vzduch převážně při jeho vdechování. Vědecky je dokázána souvislost mezi mírou znečištění vzduchu a vnímavostí na onemocnění dýchacích cest a poruch krevního oběhu, zvláště u starších lidí. Příčinou jsou částice různých materiálů, které při dýchání jsou zadrženy v různé hloubce dýchacího traktu, kde působí na okolní tkáň podle svého složení chemicky, mechanicky a nebo fibroplasticky. Maximální škodlivost mají částice zadržené v plicích, nebo které svým chemickým složením mohou reagovat s krví. Kromě plynů jsou to hlavně tuhé částice, které počínaje velikostí 5  $\mu\text{m}$  začínají pronikat do plic. Maximální záchyt (retenci) v plicích dosahují částice kolem 2  $\mu\text{m}$ . S ubývajícím rozměrem klesá i záchyt částic tak, že částice menší než asi 0,1–0,2  $\mu\text{m}$  se většinou vydechnou. To však neplatí pro střední a velké ionty, které se díky el. náboji – zadržují v plicích prakticky všechny. Vzhledem k velké koncentraci středních a velkých iontů v ovzduší velkých a průmyslových měst a vzhledem k tomu, že jejich materiálem bývají i látky prudce jedovaté nebo kancerogenní, je škodlivost těchto částic evidentní.

Škodlivé účinky znečištěného ovzduší na lidské zdraví se dostávají při trvalém překračování hodnot přípustných koncentrací příměsí. V ovzduší velkých a průmyslových měst na celém světě se přípustné koncentrace příměsí již dávno překročily a rok od roku rostou. O tom, že důsledky stoupajícího znečišťování ovzduší, spolu s ostatními negativními vlivy na životní prostředí mohou být pro lidstvo velmi vážné svědčí to, že problémem ochrany životního prostředí se zabývají nejvyšší místa ve všech zemích a že dochází k řadě mezinárodních dohod o opatřeních, která by tomuto nebezpečí čelila.

Je pochopitelné, že realizace zmíněných opatření bude nákladná a že si vyžádá dlouhé doby. Obyvatelé měst a průmyslových oblastí proto nemohou počítat s tím, že stav znečištění ovzduší se v nejbližší budoucnosti zlepší, naopak, s rostoucím průmyslem a s přibýváním motorových vozidel poroste dále koncentrace škodlivin a s ní i počet onemocnění.

Tato situace je důvodem, proč se věnuje stále větší pozornost čištění vzduchu používaného k větrání obytných a výrobních prostorů, kde obyvatelé měst tráví více než dvě třetiny svého života.

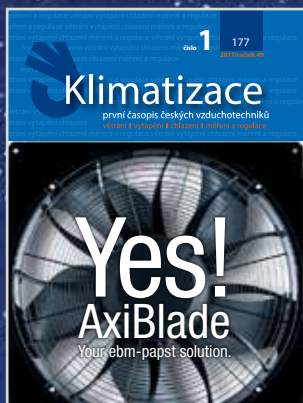
## Znečištění vzduchu v uzavřeném prostoru

Pobytem a činností lidí, případně technologickými procesy se vzduch v uzavřeném prostoru znečišťuje. Kromě  $\text{CO}_2$  vzni-

# První časopis českých vzduchotechniků

Vydavatel: JANKA Radotín, a.s.

## Více než půl století v mediálním prostoru



přes  
**55 let**  
s vámi

Archiv časopisu naleznete na [janka.cz/aktuality/casopis-klimatizace/](http://janka.cz/aktuality/casopis-klimatizace/)



kajícího při dýchání jsou do vzduchu rozptýlovány částice prachu z oděvů a textilií většinou ve formě vláken, částice cigaretového kouře, emise z výrobních zařízení, zvířený prach sedimentovaný na podlaze ap. Netěsností oken a dveří proniká (infiltruje) do prostoru venkovní vzduch a tím i příměsí v něm obsažené.

V uzavřeném prostoru, zvláště tam kde se shromažďuje více lidí, se musí počítat i s přítomností živých mikroorganismů, které zde mají lepší životní podmínky.

Mění se podstatně i elektrický stav vzduchu. Rychle ubývá kyslíkových iontů a roste koncentrace středních a velkých, většinou kladných iontů a malých kladných iontů  $\text{CO}_2$ . Vnitřními zdroji iontů jsou hlavně umělé hmoty, použité v různé formě v podlahových krytinách, v dekoračních textiliích, v nátěrových hmotách a pod. Silnými zdroji jsou otevřená el. topidla, plameny a především cigaretový kouř.

V neobsazené místnosti (bez vnitřních zdrojů škodlivin) se za určitou dobu vyrovná koncentrace příměsí uvnitř s koncentrací příměsí venkovního ovzduší. Klidný vzduch umožňuje sedimentaci částic větších než  $2\ \mu\text{m}$ , takže za delší dobu ustálí se váhová koncentrace tuhých částic na znatelně nižší hodnotě. Vzhledem na distribuci částic podle velikosti, snižuje se však koncentrace počtu částic jen nepatrně.

V obsazené místnosti koncentrace příměsí stoupá a složení příměsí je pestřejší. Podle intenzity vnitřních zdrojů dosahuje koncentrace tuhých částic několiknásobek hodnoty koncentrace venkovního ovzduší. Podstatně se zvyšuje koncentrace  $\text{CO}_2$ . Vyšší koncentrace příměsí a silná převaha kladných iontů má za následek výraznější negativní vliv na lidské zdraví. Dojde-li v uzavřeném prostoru ke kontaminaci prachu nebo kapének (přítomnost nemocného člověka) bakteriemi nebo viry, vzniká možnost přenosu nákazy vzdušnou cestou.

Při přechodném znečištění venkovního ovzduší větrem pronikají infiltrací, nebo při otevření oken do místnosti velké prachové částice (nad  $10\ \mu\text{m}$ ), které v relativně klidném vzduchu uvnitř sedimentují. Stejně tak sedimentují i velké prachové částice – většinou vlákna – vznikající uvnitř. Tyto velké částice nejsou lidskému zdraví nebezpečné, neboť při náhodném vdechnutí jsou zadrženy v nose. Jinak jsou však obtěžující.

Kromě vlivu znečištěného vzduchu na lidské zdraví způsobuje vysoká koncentrace malých tuhých a kapalných částic – zvláště soubor částic velikosti  $0,3\text{--}1,5\ \mu\text{m}$  rychlé černání stěn, textilií a pod., na kterých se vlivem termických a elektrických účinků usazují.

Přítomnost tuhých částic a živých mikroorganismů ve vnitřním vzduchu narušuje nebo i znemožňuje některé výrobní procesy.

K docílení příjemného, hygienicky nezávadného prostředí v obytných, pracovních a výrobních prostorách je třeba – kromě úpravy teploty a vlhkosti vzduchu – snížit koncentraci všech nežádoucích příměsí ve vzduchu na hodnotu přijatelnou pro daný druh činnosti. Např. pro obytné a pracovní místnosti považuje se za přijatelné snížit koncentraci tuhých příměsí ve vzduchu minimálně na  $0,1\ \text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a koncentraci  $\text{CO}_2$  minimálně na 5000 ppm. Jinde bude kritériem koncentrace zárodků a pod.

Potřebné snížení koncentrace příměsí ve vnitřním vzduchu nelze dosáhnout přirozeným větráním, je-li objekt v prostředí se silně znečištěným ovzduším.

Snížení koncentrace lze docílit umělým větráním místnosti čistěním vzduchem. Většinou se používá cirkulujícího vzduchu do kterého se přidává jen část venkovního vzduchu za účelem snížení koncentrace plyných příměsí např.  $\text{CO}_2$ . Větrací vzduch je centrálně čištění a obvykle i upravován a čistý vzduch je potrubím přiváděn do jednotlivých místností. Znečištěný vzduch je odsáván z místnosti zpět do směšovací komory a čistícího zařízení.

### Filtry na čištění vzduchu

Ze znalostí složení a škodlivosti příměsí ve vzduchu vyplývají požadavky na použitý filtr, který musí mít vysokou odlučivost jak na velké prachové částice (vlákna) tak i na soubor tuhých i kapalných částic velikosti asi od  $0,01$  do  $2\ \mu\text{m}$ , kterých je početně nejvíce a které mají největší škodlivost. Tento požadavek je v praxi často podceňován.

Běžné mechanické filtry s náplní hrubých vláken (např. Firon) mají sice vysokou odlučivost pro částice větší než  $3\ \mu\text{m}$ , avšak pro menší částice odlučivost rychle klesá tak, že částice menší  $1,5\ \mu\text{m}$  se již nezachytí. Použití těchto filtrů pro čištění vzduchu – zvláště nasávaného z venku – je z hlediska škodlivosti nevyhovující.

Filtry s náplní jemných skleněných nebo umělohmotných vláken (síly  $5\text{--}15\ \mu\text{m}$ ) a s nízkou čelní rychlostí ( $0,1\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) vyhovují výše uvedeným požadavkům, avšak jejich provozní náklady jsou velmi vysoké při vyšších vstupních koncentracích.

Pro čištění vzduchu dokonale vyhovují elektrofiltry (např. čl. výrobek ESA), které při nízké tlakové ztrátě ( $2\text{--}6\ \text{kp}\cdot\text{m}^{-2}$ ) a vysoké čelní rychlosti ( $1,5\text{--}2\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ) mají vysokou odlučivost i pro částice  $0,01\ \mu\text{m}$ . Elektrofiltry mají nízké provozní náklady, snadno se čistí a udržují. Koncentrace ozonu a kyslíčnicků dusíku, které při provozu vznikají, je hluboko pod přípustnou hodnotou.

Centrální čištění vzduchu lze většinou realizovat jen u nových objektů. Snížení koncentrace příměsí ve vnitřním vzduchu lze však docílit i v jedné místnosti (např. obývací pokoj, laboratoř, lékařská ordinace a čekárna, jesle, apod.) použitím jednotkového, obvykle přenosného čističe vzduchu. Toto zařízení čistí pouze cirkulující vzduch, takže nutné ředění  $\text{CO}_2$ , vznikajícího pobytem lidí, se děje infiltrovaným venkovním vzduchem, nebo při větším počtu přítomných osob, krátkým provětráním otevřeným oknem.

Připustí-li se koncentrace  $\text{CO}_2$  ve vnitřním vzduchu  $0,1\text{--}0,2$  obj. % (maximální je  $0,5$ ), pak pro jednu osobu, která produkuje asi  $20\ \text{l}\cdot\text{h}^{-1}$   $\text{CO}_2$  stačí přivádět  $15\text{--}30\ \text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$  venkovního vzduchu. Infiltrací vymění se obsah vzduchu v místnosti  $0,5$  až  $1$  krát za hodinu. To znamená že např. do místnosti  $5 \times 4 \times 3\ \text{m} = 60\ \text{m}^3$  infiltruje za hodinu  $30\text{--}60\ \text{m}^3$  venkovního vzduchu, což umožňuje normální pobyt dvěma osobám při trvale zavřených oknech.

Kromě  $\text{CO}_2$  mohou v místnosti vznikat i jiné plyné příměsí a pachy, které i v neškodné koncentraci působí nepříjemně. K odstranění těchto pachů bývá čistič vzduchu vybaven desodorizační vložkou a aktivním uhlím.

Vzhledem k požadavkům na vlastnosti filtrů, jsou přenosné čističe vzduchu vybaveny výhradně elektrofiltry. Používají se buď elektrofiltry v klasickém uspořádání (ionizátor – deskový kolektor), jako je např. typ ESA nebo dielektrické filtry s předřazeným ionizátorem, u kterých je deskový kolektor nahrazen polarizovanou vrstvou vhodného filtračního materiálu (skleněná nebo umělá vlákna apod.)

Přenosné čističe vzduchu se staví ve formě poměrně malých skříní, které se umístí kdekoli v místnosti, nebo se zavěsí na stěnu. Připojením přívodní šňůry do zásuvky (220 V 50 Hz) je čistič připraven k provozu.

Vzduch z místnosti vstupuje do skříně sacím otvorem, obvykle umístěným ve spodní části, prochází elektrofiltrem, kde se zachytí přes 90 % tuhých a kapalných příměsí, načež prochází desodorizační vložkou, která adsorbuje značnou část plyných příměsí (pachů). Čistý vzduch vystupuje zpět do místnosti výdechovým otvorem, umístěným v horní části skříně. Vzhledem k požadované nízké hladině hluku, kladou se na použitý ventilátor vysoké nároky. Z téhož důvodu se často používají ventilátory s 2 až 3 výkonovými stupni. Elektrofiltr se napájí ze zdroje usměrněného napětí (obvykle kladného) 5 až 10 kV.

Jednotliví výrobci dodávají přenosné čističe vzduchu s výkonem od 150 do 2400 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> v různém provedení. Malé typy s výkonem 150–300 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> jako např. HONEYWELL (USA), GALLOSAN (GB), FA-TRAN (ČSSR) jsou jednoduchého provedení (elektrofiltr–ventilátor) nemají desodorizační vložku, což je jejich nedostatek, neboť kromě různých pachů se neadsorbuje ozon, který při provozu elektrofiltru vzniká. Za určitých klimatických podmínek může totiž dojít ke kumulaci ozonu v místnosti. Koncentrace ozonu ve vnitřním vzduchu nemá přesáhnout 0,04 ppm. Sací a výdechové otvory u těchto typů jsou umístěny buď na zadní a čelní stěně nebo na stěnách postranních. Jednoduchá konstrukce umožňuje malé rozměry zařízení a nízkou prodejní cenu.

Střední a velké typy jako např. TRION (USA), WESTINGHOUSE (USA), GALLOSAN (GB), HITACHI (JAP), REON (ČSSR)

apod. mají všechny desodorizační vložky, umožňují vesměs regulaci výkonu ve 2 až 3 stupních a bývají vybaveny topnými tělesy, k přehřívání vzduchu.

Přenosný čistič vzduchu REON-3 (obr. 1, tab. 1) je určen k cirkulačnímu čištění vzduchu v uzavřeném prostoru do ca 100 m<sup>3</sup>. V ocelové skříní nachází se speciální elektrofiltr, desodorizační vložka, radiální ventilátor, el. topné těleso, zdroj usměrněného napětí a ovládací, jisticí a kontrolní prvky.

Nár. podnik LVZ Liberec obdržel na mezinárodní výstavě PRAGOTHERM 74 za přenosný recirkulační filtr REON-3 čestné uznání (viz článek Ing. Šika v Klimatizaci č. 9/1975).

Volba výkonu přenosného čističe vzduchu závisí jednak na obsahu místnosti resp. na plošné výměře se střední výškou cca 2,8 m a jednak na intenzitě vnitřních zdrojů příměsí. Příměsí bude vznikat relativně málo v obývacích a zdravotnických prostorech apod, více již v obchodech, kancelářích, laboratořích, dětských jeslích atd. Silné zdroje příměsí budou v restauracích, kavárnách, konferenčních místnostech, v dílnách jemné mechaniky apod.

Pro obytné, zdravotnické apod. prostory se vystačí s výkonem 150 až 300 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> pro výměru 18–36 m<sup>2</sup> podlahové plochy (50–100 m<sup>3</sup>).

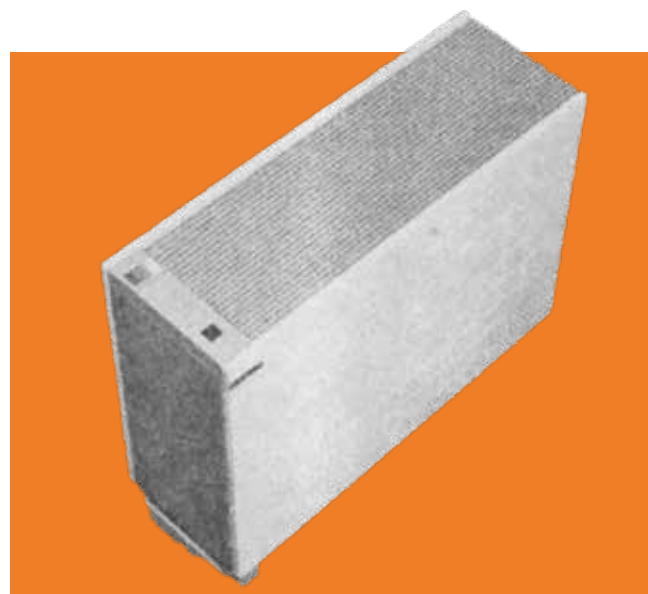
Pro lepší představu o účinnosti přenosných čističů vzduchu je dále uveden jednoduchý příklad:

Uvažujme místnost s rozměry 4 × 5 × 3 m = 60 m<sup>3</sup>, do které infiltruje netěsností oken 30 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> venkovního vzduchu, který má koncentraci atm. prachu 0,5 mg·m<sup>-3</sup> (t. j. velmi silné znečištění). V místnosti budou 2 osoby, jejichž pobytem a činností vzniká 30 mg příměsí za hodinu (t.j. např. váha kouře jedné cigarety). V místnosti se použije přenosný čistič vzduchu (např. REON) s výkonem 300 m<sup>3</sup>·h<sup>-1</sup> a s odlučivostí pro atm. prach 90 %, měřenou fotometricky.

Při vypnutém čističi ustálí se za určitou dobu koncentrace příměsí ve vnitřním vzduchu cca na hodnotě 1,5 mg·m<sup>-3</sup>. Po zapnutí čističe koncentrace rychle klesá tak, že za čtvrt hodiny činí 0,54 mg·m<sup>-3</sup>, za půl hodiny 0,26 mg·m<sup>-3</sup> a za hodi-

Tab. 1 – Parametry filtru REON-3

Přenosný čistič vzduchu REON-3	
<b>Objemový průtok vzduchu</b>	
1. stupeň	400 m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>
2. stupeň	250 m <sup>3</sup> ·h <sup>-1</sup>
Odlučivost elektrofiltru pro atm. prach měřená fotometricky	90 %
Příkon ventilátoru a filtru	100 W
Příkon topení	1000 W
Hladina hluku (při 2. stupni)	40 dB (A)
<b>Rozměry</b>	
šířka	920 mm
výška	765 mm
hloubka	320 mm
Hmotnost	60 kg
Cena	7500 Kčs



Obr. 1 – Přenosný čistič vzduchu REON-3, výrobce LVZ Liberec

nu dosáhne hodnoty  $0,15 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , na které přibližně setrvá. Koncentrace příměsí činností čističe klesla tudíž o 90 %, při čemž byly ze vzduchu odloučeny kromě velkých prachových částic i submikronové částice (částice kouře, střední a velké ionty, kondenzační jádra).

Nebude-li v místnosti vnitřních zdrojů příměsí (neobsazena místnost) nebo budou-li zanedbatelné (ložnice), vyrovná se (bez čističe) koncentrace uvnitř přibližně s koncentrací ve venkovním ovzduší. Při zapnutém čističi ustálí se na hodnotě ca  $0,05 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

V případě, že kritériem znečištění vzduchu jsou např. bakterie a připustí-li se jejich maximální koncentrace 800 zárodků v  $\text{m}^3$ , pak tato nebude při použití čističe překročena při vnitřní emisi max.  $24\cdot 10^4$  zárodků za hodinu. Bez čističe dosáhne koncentrace hodnoty 8000 zárodků v  $\text{m}^3$ .

Vliv stupně infiltrace na dosažené výsledky podle prvního příkladu: Zvětší-li se infiltrace venkovního vzduchu z 30 na  $60 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ , sníží se koncentrace atm. prachu z 1,5 na  $1,0 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  při vypnutém čističi. Koncentrace při zapnutém čističi se zvýší z 0,15 na  $0,18 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

U dalšího příkladu, kde nelze předpokládat, že s infiltrovaným vzduchem pronikají zárodky ve větší koncentraci dovnitř, sníží se při vypnutém čističi koncentrace z 8000 na 4000 zárodků v  $\text{m}^3$  a při zapnutém čističi z 800 na  $730 \text{ z}\cdot\text{m}^{-3}$ .

V místnosti s nízkou infiltrací dochází k hromadění ozonu vznikajícího v elektrofiltru. Podle konstrukce elektrofiltru a jeho funkce (přeskoky) vzniká koncentrace ozónu asi 0,02–0,005 ppm. Pro daný první příklad měla by za určitou dobu teoreticky vzniknout koncentrace ozónu ve vnitřním vzduchu 0,2–0,05 ppm. V prvním případě je to překročení povolené koncentrace 2×, v druhém případě se 5× překračuje hranice citění. Ve skutečnosti dochází normálně k rychlému rozpadu ozónu a skutečná koncentrace bude 0,1 až 0,01 koncentrace teoretické. V našem případě může být max. koncentrace ozónu v místnosti 0,02 až 0,002 ppm. Na rychlost rozpadu má nejdůležitější vliv vlhkost vzduchu. Při zvláště suchých dnech je rozpad nepatrný a koncentrace ozónu stoupá.

Překročí-li koncentrace ozónu v místnosti 0,01 ppm (t.j. hranice citění), projevuje se pach ozónu ne právě příjemně. Doporučuje se, aby nebyla překročena koncentrace 0,04 ppm.

Problém kumulace ozónu v místnosti nemají přenosné čističe vzduchu vybavené desodorizační vložkou. Podle měření je např. na výstupu čističe REON-3 koncentrace ozónu cca 0,0003 ppm, což znamená, že teoretická max. koncentrace v místnosti by činila 0,006 ppm a skutečná ještě méně.

Pro jednotlivé větší místnosti, kde dochází k silnému znečištění vzduchu z vnitřních zdrojů (např. restaurace, jídelny, bistra, společenské místnosti apod.) a to nejen prachem, dýmem a kouřem, ale i plynnými příměsí (pachy), používají se jednotkové čističe vzduchu, které se stabilně umísťují ve vedlejším prostoru, např. na chodbě apod. Tyto čističe jsou složeny ze stavebnicových dílců (ventilátor – desodorizační filtr – elektrofiltr – předfiltr) a s místností jsou spojeny krátkým potrubím tak, že sací mříž je umístěna poblíž stropu a výstupní je dole. K filtrům musí být přístup za účelem jejich čištění. S ohledem na větší zátěž plyny (pachy) je desodorizační filtr výkonnější než u přenosných čističů.

Toto zařízení, ve spojení s větracím ventilátorem k občasnému zředění plynných příměsí, které nezachytí desodorizační filtr ( $\text{CO}_2$ ), se velmi dobře osvědčuje. Kromě toho, že odstraňuje škodlivý a dráždivý vliv znečištěného vzduchu na lidský organismus, snižuje náklady na údržbu (malování, praní a čištění textilií) a na otop.

### Závěr

Vysoká koncentrace škodlivých příměsí v ovzduší velkých a průmyslových měst je jednou z příčin, proč nelze přirozeným větráním docílit v obytných a jiných prostorech hygienicky nezávadné životní podmínky. Toto znečištění je též příčinou rychlého černání stěn, textilií a dalších materiálů, čímž se zvyšují náklady na údržbu.

Jelikož je třeba počítat s tím, že znečištění ovzduší, enormně vysoké již dnes, se bude ještě dále zvyšovat, je účelné, někde i nutné používat umělého větrání vnitřních prostorů čistěním vzduchem. Má-li umělé větrání splnit svůj účel, musí být čističe vzduchu vybaveny filtry, které jsou schopny účinně zachytit též submikronové částice tuhých a kapalných příměsí a případně i různé pachy.

Kromě větrání většího počtu místností vzduchem čistěním centrálně, což je většinou realizovatelné jen u nových objektů, je možné podstatně snížit koncentraci většiny příměsí ve vnitřním vzduchu použitím přenosných jednotkových čističů. Jelikož tyto nevyžadují žádných stavebních úprav ani montáže a dociluje se s nimi velmi dobrých výsledků, nacházejí přenosné čističe vzduchu stále většího uplatnění. Jejich pořizovací cena je poměrně nízká, obsluha je jednoduchá a provozní náklady nepatrné.

Článek Vladislava Fišera, VÚV Praha, byl otištěn v časopise Klimatizace č. 11/1975. Upraveno redakcí. ■



**Obr. 2** – Čističky vzduchu dnes rozhodně nejsou pouze pro alergiky, ale pro všechny, kdo hledají čisté a zdravé prostředí

**26–29/3  
2025**

Výstaviště Brno

**STAVEBNÍ  
VELETRH  
BRNO**

**FESTIVAL  
ARCHITEKTURY  
BRNO**

**DŘEVOSTAVBY  
BRNO**

**MOBITEX**

BVV



Veletrhy  
Brno



A subsidiary of **VINCI**  
ENERGIES

ENERGY FOR  
NEW SOLUTIONS

# Výrobce ROTAČNÍCH VÝMĚNÍKŮ zpětného získávání tepla

a spolehlivý dodavatel  
vzduchotechnických  
a klimatizačních zařízení.



## NOVÁ GENERACE ROTORU

Nejvyšší možné množství vrácené energie.

**eco**

**H  
vlna**



**VÝROBA**



**SERVIS**



**REALIZACE**



**PROJEKCE**

**KASTT, spol. s r.o.**

Jižní 870

500 03 Hradec Králové

Česká republika

+420 495 404 010

info@kastt.cz

crmfamx

**www.kastt.cz**

