

Ing. Stanislav TOMAN
Projektová kancelář ÚT+VZT

Projektování zařízení pro odvod kouře a tepla

Designing of the Heat and Smoke Removal Systems

Recenzent
prof. Ing. František Drkal, CSc.

Příspěvek je zaměřen na základní požadavky a principy, které se vztahují k projektování zařízení pro odvod kouře a tepla v budovách. Tato zařízení se realizují ve shromažďovacích prostorech typu divadla, kina, víceúčelové haly, diskotéky apod., dále v obchodech, pasážích, skladech, podzemních prostorech s větším počtem osob, atriích, hromadných garážích atd. O požadavku na instalaci zařízení pro odvod kouře a tepla rozhoduje projektant požární bezpečnosti staveb na základě normových vyhodnocovacích kritérií. Stanovení tohoto požadavku je základním podkladem pro projektanta, který zařízení pro odvod kouře a tepla navrhuje.

Klíčová slova: požární větrání, odvod kouře a tepla, požární bezpečnost staveb

The paper focuses on the basic requirements and principles that apply to the designing of the smoke and heat removal systems in buildings. These systems are regularly implemented in gathering spaces such as theaters, cinemas, multipurpose halls, disco clubs, etc. and also in shops, malls, warehouses, underground spaces with a greater number of people, atriums, collective garages, etc. The necessity of the smoke and heat system installation is decided by building fire-safety consultant according to the standardized evaluation criteria. Determination of this requirement is the main basis for the designer who designs the smoke and heat removal system.

Keywords: fire ventilation, smoke and heat removal, building fire-safety

ÚVOD

Zařízení pro odvod kouře a tepla je samostatnou profesní disciplínou. Jde o velmi specifický druh větrání, který se obecně označuje jako požární větrání. V tomto zařízení se významně prolínají dvě samostatné odbornosti – vzduchotechnika (VZT) a požární bezpečnost staveb (PBS). Jejich propojením vzniká zařízení, jehož hlavním smyslem je zajistit důležité složky požární bezpečnosti stavby (ochrana osob při evakuaci, ochrana stavby atd.), a to prostřednictvím větracích principů (s určitými specifiky). Z toho je evidentní, že projektant zařízení pro odvod kouře a tepla (dále jen ZOKT) musí ovládat jak obě odbornosti (VZT, PBS), tak musí jeho znalosti přesáhnout do dalších souvisejících profesí, jako je elektrická požární signalizace (EPS), stabilní hasicí zařízení (SHZ), zařízení dálkového přenosu (ZDP) k hasičům, požární vlastnosti stavebních konstrukcí atd.

Při navrhování zařízení ZOKT je důležité mít na paměti, že nejde o běžné větrací zařízení, ale o tzv. „vyhrazené požárně bezpečnostní zařízení“ ve smyslu právního předpisu [1]. Na tato zařízení se totiž vztahují zvláštní požadavky od projektování, přes montáž až po provoz, kontrolu, údržbu a opravy. Projektant se musí s těmito požadavky seznámit a postupovat v souladu s nimi.

Zařízení ZOKT je v současné době, v rámci projektové dokumentace staveb, začleněno mezi nevýrobní technologická zařízení [2], takže ve struktuře projektové dokumentace zaujímá jednoznačnou pozici, na rozdíl od dřívější právní úpravy, včetně předepsaného obsahu a rozsahu.

PRÁVNÍ, NORMATIVNÍ A DALŠÍ PŘEDPISY

Mezi základní právní předpisy patří stavební zákon [3], zákon o požární ochraně [4], autorizační zákon [5], vyhláška o technických požadavcích na stavby [6], vyhláška o požární prevenci [1] a vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb [7].

K hlavním normativním předpisům patří zejména rozsáhlý národní kodex technických norem požární bezpečnosti staveb řady ČSN 73 08xx. Při-

čemž mezi nejdůležitějšími jsou normy ČSN 73 0810 [8], ČSN 73 0802 [9] a ČSN 73 0804 [10].

Další nezbytnou skupinou technických norem jsou převzaté evropské normy. Tou základní je Eurokód 1 [11]. Klíčový je soubor norem ČSN EN 12101 (část 1 až část 10) [12], což je „balík“ harmonizovaných norem, včetně norem k funkčním doporučením, výpočetním metodám a instalačním požadavkům pro zařízení ZOKT. V neposlední řadě musí projektant pracovat se zkušebními normami [13] a klasifikačními normami [14], které jsou určeny pro komponenty zařízení pro odvod kouře a tepla.

Nesmírně cenným zdrojem nezbytných informací o funkci a navrhování systémů pro odvod kouře a tepla jsou rovněž další technické dokumenty, upravující podmínky požární ochrany staveb, jak to umožňuje i zákon o požární ochraně. Jde například o mezinárodní normy požárního inženýrství, normy americké (NFPA), britské (BS), německé (DIN), odborné publikace (např. [15]), články, národní a mezinárodní konference, protokoly o zkouškách zařízení, videozáznamy z reálných zkoušek jak ve zkušebnách, tak i na stavbách, osobní zkušenosti z dodávek, přejímek a funkčního vyzkoušení zařízení ZOKT apod.

SYSTÉMY ZOKT A FUNKČNÍ PRINCIPY

Zařízení ZOKT patří mezi aktivní nástroje pro ochranu osob a budov při požáru. Je navrhováno pro počáteční fázi požáru, kdy se teploty plynů v hořícím prostoru pohybují do hodnoty 500 až 600 °C. Tedy do okamžiku, než dojde k celkovému vzplanutí (flashover), po kterém se požár rozšíří po celé ploše prostoru. Jeho smyslem je zajistit řadu funkcí:

Cíle zařízení ZOKT

Mezi hlavní cíle patří:

- minimalizovat ohrožení osob v budově před projevem požáru (zejména vůči působení kouře a tepelného účinku),
- usměrnit a bránit šíření zplodin hoření a kouře ve stavbě a zajistit jejich odvod vně budovy,

- vytvářet nad podlahou vrstvu vzduchu bez kouře, umožňující bezpečnou evakuaci osob,
- přispívat k odvodu toxických zplodin hoření,
- snížit tepelné namáhání stavebních konstrukcí,
- chránit budovu, její zařízení a vybavení před účinky tepla a snižovat tak materiální ztráty,
- oddálit, případně zabránit celkovému vzplanutí (tzv. flashover), a tím plnému rozvoji požáru,
- snížit riziko přenosu požáru na sousední objekty,
- pomáhat hasičům při jejich zásahu (snadnější lokalizace ohniska požáru, vlastní zásah, viditelnost při zásahu, odkouření prostoru).

Systémové řešení

Při návrhu se musí respektovat základní fyzikální zákon vyjádřený *rovnicí kontinuity*, neboli zákon o zachování hmoty, který říká, že hmotnostní průtok odváděných zplodin hoření se rovná hmotnostnímu průtoku přiváděného vzduchu. Tato rovnovážná zákonitost platí pro stav ustáleného proudění stlačitelné tekutiny. V případě vznikajícího kouře a tepla a jeho odvodu zařízením ZOKT však nejde o ustálené proudění, nýbrž o dynamicky se měnící podmínky. Návrh zařízení ZOKT se tím komplikuje, neboť množství generovaného kouře a jeho teplota není konstantní, ale při rozvoji požáru se postupně mění a poměrně progresivně zvyšuje. Při požáru se tak postupně snižuje hustota kouře a roste hmotnostní (i objemový) průtok odváděného kouře. U přívodního vzduchu je jeho teplota přibližně konstantní, takže i jeho hustota je stálá a objemový (i hmotnostní) průtok by tedy měl být rovněž konstantní. Jenže není, protože v systému musí zůstat zachována hmotnostní rovnováha odvodu kouře a přívodu vzduchu. Projektant proto musí řešit vzájemnou variabilitu objemových průtoků odváděného kouře a přívodního vzduchu. Aby se dal návrh zařízení ZOKT uspokojivě vyřešit, je třeba přistoupit k správné volbě návrhových podmínek (návrhový scénář, návrhový požár) viz níže.

V běžné projektové praxi se navrhuje zařízení ZOKT na principu přirozeném, nuceném, nebo kombinovaném. Zpravidla se navrhuje následující dvě systémová řešení:

- přirozený odvod kouře a tepla a přirozený přívod vzduchu,
- nucený odvod kouře a tepla a přirozený přívod vzduchu.

U těchto řešení se variabilní hmotnostní rovnováha sama „přirozeně“ reguluje díky zvolenému systému. Musí však být správně navrženy přírodní a odtahové otvory (popř. ventilátory).

Pokud nelze v budově zajistit podmínky pro tyto systémové přístupy (zpravidla kvůli komplikovanému dispozičnímu řešení objektu, umístění v zástavbě apod.), je možné navrhnout systémové řešení založené na následující kombinaci:

- přirozený odvod kouře a tepla a nucený přívod vzduchu,
- nucený odvod kouře a tepla a nucený přívod vzduchu.

V těchto případech však musí být součástí projektového návrhu velmi důkladná analýza, která prokáže, že nuceným přívodem vzduchu nedojde k rozmísení kouře v odvětrávaném prostoru, že budou zajištěny takové celkové tlakové poměry v objektu, které zajistí nešíření kouře a tepla do jiných (požárem nezasažených) částí stavby, a které vybilancují hmotnostní rovnovážný stav v rámci rozmezí návrhových výkonových parametrů například řízenou regulací přívodního vzduchu.

Základní funkční principy

Zařízení ZOKT využívající *systém přirozeného odvodu kouře a tepla a přirozeného přívodu vzduchu* je založené na principu vzlaku horkých plynů, které vznikají při požáru a vytvářejí podmínky pro samočinné aerální (v tomto případě požární) větrání vycházející z komínového efektu. Rozdíl hustot odváděného kouře a přiváděného vzduchu (jakožto ná-

sledek jejich rozdílných teplot) a vzdálenost (výška) mezi otevřenými odváděcími a přiváděcími otvory vytváří přirozený vztlak, který zajišťuje vlastní pohyb kouře a vzduchu a větrání.

Tento systém je využitelný zejména pro jednopodlažní objekty (například haly, víceúčelové sály apod.) nebo pro poslední (nejvyšší) nadzemní podlaží. Při návrhu se musí posoudit také vliv větru, který se projevuje jak u odváděcích zařízení, tak u přiváděcích otvorů. Pokud je tento systém použit pro požární větrání zastřešených atrií, pasáží s přilehlými prodejny apod., musí se použít složitější výpočetní metodiky a důkladnějšího posouzení. Nejobvyklejší způsob aplikace tohoto systému jsou střešní klapky pro odvod kouře a tepla (odváděcí větrací otvory) a venkovní vchodové dveře, vrata či jiné otvory situované co nejnižší nad podlahou (přiváděcí větrací otvory).

Zařízení ZOKT využívající *systém nuceného odvodu kouře a tepla a přirozeného přívodu vzduchu* je založeno na principu vytváření mírného podtlaku v prostoru zasaženém požárem. Děje se tak prostřednictvím požárních ventilátorů, které odvádějí kouř a teplo mimo budovu. Přívod vzduchu opět zajišťují otvory typu dveře, vrata či jiné otvory, situované co nejnižší nad podlahou.

Tento systém je využitelný prakticky ve všech typech prostorů. Má výrazně vyšší spolehlivost a účinnost, než systém s přirozeným odvodem kouře a tepla.

Všechna zařízení ZOKT musí být uváděna do provozu automaticky prostřednictvím systému EPS. Jsou-li zařízení napájena elektrickou energií, musí být z důvodů provozní spolehlivosti zajištěno jejich napájení ze dvou na sobě nezávislých zdrojů (primárního a záložního).

Kouřové sekce

V rámci požárních úseků, kde je navrhován odvod kouře a tepla, se prostor může účelně rozčlenit do několika kouřových sekcí. Jde o základní prostorové (stavebně vymezené) jednotky, ze kterých se odvádí zplodiny hoření a zabraňuje se šíření kouře a tepla mimo kouřovou sekci, případně mimo požární úsek. Kouřové sekce jsou mezi sebou odděleny podstropními kouřovými zábranami, plnostěnnými vazníky, případně stavebními konstrukcemi příslušné požární odolnosti. Tyto oddělovací stavební konstrukce umožňují vytvářet pod stropem kouřové sekce tzv. akumulaci vrstvu horkých zplodin. Z akumulaci vrstvy se odvádí kouř mimo budovu. Přívod vzduchu do kouřové sekce se naopak navrhuje co nejlíže nad podlahou a pokud možno z více stran. Objem akumulaci vrstvy musí být takový, aby v návrhové době, pro kterou je zařízení ZOKT dimenzováno, nedošlo k ohrožení osob zplodinami hoření, tj. aby prostor nad podlahou zůstal do výšky 2,5 metru nezakouřený.

Optimální velikost kouřových sekcí a akumulaci vrstev se stanovuje podle dynamiky požáru, množství vznikajících zplodin hoření, a to ve vazbě na předpokládanou dobu evakuace z tohoto prostoru. Mezní rozměry kouřových sekcí jsou uvedeny v technických normách.

POŽÁRNÍ SCÉNÁŘE A NÁVRHOVÉ POŽÁRY

Jsou to dva nástroje, které slouží ke správnému návrhu požárního větrání.

Požární scénář je v běžné projektové praxi charakterizován jako normová rychlost rozvoje požáru určená evropskou normalizací [11]. Je to kvalitativní vyjádření průběhu požáru v čase. Konkrétně jde o matematickou závislost uvolňované tepelné energie při požáru na čase, která vyjadřuje dynamiku rozvoje požáru. Dále se zjišťuje průběh teploty (případně teplotního pole), hmotnost/objem vznikajícího kouře atd. Na národní úrovni pak vychází z požárního rizika, respektive z požárního

zatížení a charakteru hořlavých látek. Požární scénář ovlivňují další faktory, jako je geometrický tvar prostoru, chování osob, požárně bezpečnostní zařízení a jiné.

Návrhový požár je taková pravděpodobná varianta rozvoje a průběhu požáru v jeho počáteční fázi, při které dochází k nejzávažnějšímu ohrožení osob nebo majetku v řešeném prostoru, a na kterou je dimenzováno zařízení ZOKT. Pro návrh požárního větrání se uvažuje pouze konvekční složka uvolňovaného tepla, a to v rozmezí 5 až 15 minut v závislosti na velikosti návrhového požáru. Dále se analyzují podmínky evakuace osob, nastavení rychlosti aktivace zařízení ZOKT prostřednictvím elektrické požární signalizace a případná součinnost samočinného hasičího sprinklerového zařízení. Při návrhu se také zohledňuje pravděpodobné chování kouře při požáru v závislosti na jeho teplotě a stavebním řešení odvětrávaného prostoru.

V řešeném prostoru se analyzují všechny v úvahu připadající varianty požáru a nejneprůzračnější z nich se určí jako návrhový požár. Ten je pak v příslušném návrhovém čase vnímán jako *ustálený návrhový požár* a stává se základem pro návrh příslušného zařízení ZOKT v tomto prostoru.

VÝPOČETNÍ MODEL

V současné době se používají dva způsoby výpočtů, respektive výpočetních modelů. Oba vycházejí z evropské normy [11] a aplikují se v souladu s národními technickými normami a předpisy.

První výpočetní model, nejčastěji používaný v běžné projektové praxi, je založen na zjednodušeném dvouzónovém modelu požáru. V něm jsou definovány různé zóny (horní vrstva, spodní vrstva, požár a oblak plynů nad ním, vnější prostředí, stěny), přičemž v horní vrstvě se předpokládá rovnoměrná teplota zplodin hoření. S dostatečnou přesností je tento model řešitelný například v programu typu Excel. Algoritmus výpočtu lze sestavit na základě výpočtových vztahů, uvedených v níže citovaných technických normách a dalších předpisech.

Druhý výpočetní model je zdokonalený a vychází z podrobné analýzy řešené požární situace. Zohledňuje všechny podstatné parametry (požární, mechanické, prostorové, okrajové atd.) včetně účinků aktivních i pasivních protipožárních opatření. Jde o sofistikovanější návrhové postupy, které řeší problematiku proudění zplodin hoření a vzduchu v prostoru zasaženém požárem simulačními programy na bázi CFD (Computational Fluid Dynamics). Práce s těmito výpočetními programy je mnohonásobně složitější, nákladnější (vlastní software + výkonný počítač) a časově náročnější, než je tomu u prvního výpočtového postupu. Vyžaduje vysokou odbornou praxi nejen v požární problematice, ale také v používání vlastního výpočtového nástroje. Využívá se zejména ve složitějších, komplikovaných a atypických případech, kde se dají očekávat výrazně vyšší rizika pro bezpečnost osob i stavby, než je tomu u běžných budov.

Výpočetních výstupů z matematických modelů je, vzhledem k dynamickému chování požáru, celá řada. Pro vlastní dimenzování konkrétního zařízení ZOKT se vyberou tři hlavní veličiny, z nichž se stanoví jmenovitě výkonové parametry zařízení a jeho požární vlastnosti. Zmíněnými veličinami jsou: objemový průtok kouře, který se bude odvádět, objemový průtok přírodního vzduchu a návrhová teplota odváděných zplodin hoření.

ODVOD KOUŘE A TEPLA

Zplodiny hoření vznikající při požáru stoupají vzhůru ke stropu, indukují (nasávají) okolní vzduch ze všech stran, čímž výrazně roste množství

horké kouřové směsi, která se shromažďuje pod stropem. Kouř zde vytváří akumulární vrstvu, jež zaplňuje prostor od stropu směrem dolů, k podlaze. Pro ochranu osob se stanovuje maximální nárůst objemu kouřové vrstvy tak, že její spodní rovina musí být alespoň 2,5 m nad úrovní nejvyšší podlahy, po které se mohou pohybovat evakuované osoby (u hromadných garáží se připouští 1,9 m). K této spodní rovině kouřové vrstvy se vypočítá hmotnostní průtok kouřových plynů, které je nutné z prostoru odvést.

Odvod kouře a tepla je u systému s přirozeným odvodem zajištěn zpravidla střešními klapkami pro odvod kouře a tepla. U systému s nuceným odvodem buď přímo střešními požárními ventilátory, anebo nepřímo – potrubím pro odvod kouře a tepla umístěným co nejbližší u stropu a napojeným na požární ventilátor(y). Jednotlivá odváděcí zařízení (střešní klapky, střešní ventilátory, mřížky v odváděcím potrubí) musí být rozmístěna v kouřové akumulární vrstvě pod stropem rovnoměrně. Jejich počet musí být takový, aby zajistil rovnoměrné odvádění kouře z celého prostoru a přitom nedocházelo k nepřipustnému podsátí vzduchu vrstvou kouře (plugholing efekt) v odváděcím místě. To se ověřuje výpočtem kritického množství odváděného kouře jedním odváděcím místem. Vždy je vhodnější větší počet menších odvětrávacích míst (otvorů) než malý počet velkých otvorů.

Kouř a teplo se odvádí do venkovního prostředí, zpravidla nad střechem, v místě, kde nehrozí zpětné nasátí do budovy, v dostatečné vzdálenosti od požárně otevřených ploch (okna, dveře, světlíky apod.), stavebních konstrukcí z hořlavých hmot a od větracích zařízení chráněných únikových cest. Dále tam, kde nemůže dojít k ohrožení okolní zástavby a osob zde se nacházejících (chodníky apod.).

PŘÍVOD VZDUCHU

V rámci systémového řešení zařízení ZOKT musí být zajištěn dostatečný přívod čistého venkovního vzduchu do odvětrávaného prostoru, který nahrazuje množství odváděných zplodin hoření. Vstupující vzduch nesmí narušovat kouřovou vrstvu nebo strhávat kouř směrem dolů. Jeho vyústění je třeba umísťovat co nejnižší u podlahy, optimálně do úrovně 1,5 metru nad podlahou. Přívodní otvory musí být automaticky otevíratelné. Mohou to být dveře, okna, výústky, mřížky nebo jiné otvory určené pro tyto účely, pokud splní podmínku, že přívodní vzduch nerozruší akumulární vrstvu kouře (nízká vstupní rychlost proudu vzduchu, dostatečná vzdálenost od spodní roviny kouřové vrstvy, eliminace vlivu větru apod.). Pokud se v místě přívodu vzduchu mohou pohybovat lidé (například kterékoli dveře, únikové cesty apod.), nesmí rychlost přírodního vzduchu překročit 5 m/s. Umístění otvorů nebo výustí pro přívod vzduchu a jejich počet by měl být navržen tak, aby se zajistilo rovnoměrné proudění chladného vzduchu celou kouřovou sekci a zabránilo se vzniku stagnujících oblastí čistého vzduchu pod kouřovou vrstvou, kam by mohly pronikat lokální proudy kouře. Velikost přívodních otvorů musí být navržena s ohledem na jejich volnou aerodynamickou plochu ovlivněnou jejich výtokovým součinitelem. Nesmí se používat kombinace přirozeného a nuceného přívodu vzduchu v jedné kouřové sekci.

KOMPONENTY ZAŘÍZENÍ ZOKT

Zařízení ZOKT jako celek musí být schopno trvalého chodu při plném výkonu po celou návrhovou dobu a odolávat tepelnému působení požáru. Z toho důvodu musí být všechny rozhodující komponenty navrženy a vyrobeny v souladu s evropskými harmonizovanými normami řady ČSN EN 12101 [12]. Jde především o požární ventilátory, klapky pro přirozený odvod kouře a tepla, kouřové zábrany, potrubí pro odvod kouře a tepla, kouřové klapky v potrubí, tlumicí vložky u ventilátorů, zařízení

pro dodávku elektrické energie, tlumiče hluku, kompenzátory potrubí, mřížky, vyústky, podpěrné konstrukce apod.

Požární vlastnosti těchto komponentů jsou zkoušeny podle příslušných zkušebních norem [13] a jsou jim oprávněnou osobou (zkušebnou) vystaveny protokoly o klasifikaci podle normy [14]. V těchto protokolech je, kromě klasifikace výrobku a dalších předepsaných náležitostí, uvedena také oblast aplikace, pro kterou je výrobek určen. Výrobky musí být označeny certifikační značkou CE.

V projektové dokumentaci [2], která sestává z Technické zprávy, Výkresové části a Seznamu strojů a zařízení a technické specifikace, se uvedou všechny potřebné požadavky na komponenty jednotlivých prvků zařízení ZOKT.

ZÁVĚR

Příspěvek se pokusil poskytnout základní informace potřebné při projektování požárního větrání, respektive zařízení pro odvod kouře a tepla, jako velmi specifické profesní stavební disciplíny. Problematika tohoto vyhrazeného požárně bezpečnostního zařízení je poměrně rozsáhlá a komplikovaná. Vyžaduje značné znalosti a zkušenosti nejen z oblasti vzduchotechniky a požární bezpečnosti staveb, ale také ze souvisejících oborů, jako je elektrická požární signalizace, sprinklerová hasicí zařízení apod. Na limitované ploše článku proto nebylo možné postihnout toto téma podrobněji. Nechtě jsou laskavou odbornou veřejností uvedené informace vnímány jako prvotní vzhled, který by měl poskytnout primární povědomí o těchto systémech.

Kontakt na autora: sttoman@centrum.cz

Použité zdroje:

- [1] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).
- [2] Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky č. 62/2013 Sb.
- [3] Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů.
- [4] Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů.
- [5] Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů.
- [6] Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby ve znění vyhlášky č. 20/2012 Sb.
- [7] Vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění vyhlášky č. 268/2011 Sb.
- [8] ČSN 73 0810 *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení*. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [9] ČSN 73 0802 *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. Praha: ÚNMZ, 2009.
- [10] ČSN 73 0804 *Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty*. Praha: ÚNMZ, 2010.
- [11] ČSN EN1991-1-2 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru*. Praha: ČNI, 2004.
- [12] ČSN EN 12101 *Zařízení pro usměrňování pohybu kouře a tepla – Část 1 až Část 10*.
- [13] ČSN EN 1363 *Zkoušení požární odolnosti - Část 1 až Část 3, ČSN EN 1366 – Zkoušení požární odolnosti provozních instalací – Část 8, Část 9, Část 10*.
- [14] ČSN EN 13501 *Požární klasifikace stavebních výrobků a konstrukcí – Část 1, Část 4*.
- [15] KUČERA, P., KAISER, R., PAVLÍK, T., POKORNÝ, J. *Požární inženýrství. Dynamika požáru*. Ostrava: Edice SPBI Spektrum 65. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009, 152 s., ISBN 978-80-7385-074-6. ■

KS NICE AIR

...nic menšího, než čistý vzduch

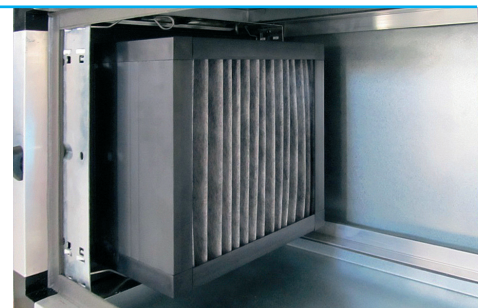


KS NICE AIR – malá kompaktní jednotka s jedním stupněm filtrace, která čistí vzduch od plynných škodlivin a zápachů. Hlavní použití k stávajícím rozvodům vzduchotechniky, pasivním domům a všude tam kde je třeba mít čistý vzduch.

Jedná se o zcela nový systém malé adsorpční jednotky pro záchyt jemných prachových částic, organiky, aromatických uhlovodíků, smogu, výfukových plynů, **tělesných, civilizačních, kosmetických a cigaretových** zápachů, mnoho dalších plynných nečistot. Kompaktní jednotka se řadí mezi **energeticky nenáročné filtry**.

Výhody a technické parametry

- vysoká adsorpční kapacita > 95 %
- nízké tlakové ztráty – úspora energetických nákladů, možnost dodatečné montáže
- filtrace prachových částic a odstranění zápachů v jedné fázi
- průtočné množství 100 m³/h až 1 000 m³/h
- jednotka je v provedení:
 - bez ventilátoru
 - s ventilátorem a regulátorem otáček
- možnost připojit ke stávajícímu vzduchotechnickému systému
- rozměrová řada jednotek podle požadavků
- provedení filtru v jednotce je v celoplastovém rámu



Oblasti nasazení

Záchyt prachu a zápachů ze vzduchu

v oblastech: rodinné domy, elektronický průmysl, letiště, hotely, restaurace, administrativní budovy, muzea, knihovny, nemocnice