

Ing. Stanislav TOMAN
Projektová kancelář ÚT+VZT
Praha

Větrání garáží (2. část)

Garage Ventilation (2nd part)

Recenzent
prof. Ing. František Drkal, CSc.

Publikovaný článek shrnuje podstatné informace k aktuální tematice - větrání garáží v České republice. Pro rozsáhlost problematiky je příspěvek rozdělen do tří částí. První část [14] pojednávála všeobecně o předpisech a metodice návrhu provozního větrání. Tato druhá část se věnuje havarijnímu větrání. Všechny tři články vycházejí z právních a normativních předpisů, které pro větrání garáží platí. Zabývají se také novou situací ohledně možnosti parkování vozidel na plynná paliva. Jsou popsány návrhové zásady všech větracích systémů, které se mohou v garážích vyskytovat, včetně jejich ovládání, provozních režimů, detekce a monitoringu škodlivin. Rovněž je zmíněna analýza rizika vzniku výbušné atmosféry v případě parkování vozidel na plynná paliva a protokol o určení vnějších vlivů. Příspěvek je určen nejen projektantům vzduchotechniky, ale směřuje rovněž k architektům a projektantům všech souvisejících stavebních oborů. Cenné informace zde naleznou také zástupci dalších zájmových skupin, jako jsou investoři, developéři, dodavatelé, provozovatelé, stavební úřady, dotčené orgány státní správy, apod.

Klíčová slova: větrání garáží, provozní větrání, havarijní větrání, požární větrání, škodliviny

The published paper summarizes the crucial information about the actual topic – garage ventilation in the Czech Republic. The contribution is divided into three parts, due to the broad scope of the matters. The first part [14] discussed regulations and methodology of service ventilation design. This second part concerns emergency ventilation. All the three papers are based on the legal and normative enactments related to the issue. They deal among the others with the new situation of parking possibilities of natural gas powered vehicles. The design principles of every ventilation system to be found in garage are discussed, including regulation, operating regimes, detection and monitoring of pollutants. The contribution also mentions explosive atmosphere risk assessment in the case of parking of natural gas powered vehicles and protocol determining external influences. The contribution is aimed not only to HVAC designers, but also to architects and designers of all related construction fields. Valuable information can be found also by the other interested groups such as investors, developers, suppliers, operators, building authorities, involved state administration bodies, etc.

Key words: garage ventilation, service ventilation, emergency ventilation, fire ventilation, pollutants

HAVARIJNÍ VĚTRÁNÍ GARÁŽÍ

Požadavek na instalaci havarijního větrání v garážích se v ČR historicky poprvé objevil v souvislosti s vozidly na plynná paliva a s novými předpisy [3] a [4] platnými od září 2011. Vyhláška [3], která umožňuje parkování vozidel s pohonem na plynná paliva v garáži současně předepisuje i následující povinnosti, které musí být splněny, aby byla zajištěna jejich bezpečnost:

- ❑ garáž musí být vybavena *detektory úniku plynu* a *účinným větráním* v souladu s technickými normami ČSN [4] a [5],
- ❑ příjezdové a výjezdové prostory hromadné garáže (pokud jsou delší než 30 m a jsou obestavěny stavebními konstrukcemi alespoň ze tří stran) musí být vybaveny detektory úniku plynu a účinným větráním,
- ❑ posouzení garáže a jejího vybavení elektrickým zařízením z hlediska rizika vzniku výbušné atmosféry musí být provedeno v souladu s technickými normami ČSN [6], [7], [8],
- ❑ požární úsek garáže se zakladačovým systémem (pokud nesplňuje podmínky pro rychlý a účinný zásah jednotky požární ochrany) musí být vybaven stabilním hasicím zařízením alespoň s jednoduchým zásobováním vodou podle ČSN [9],
- ❑ hromadné podzemní garáže určené pro veřejnost musí být vybaveny domácím rozhlasem s nuceným poslechem.

Povinnost vybavit garáž účinným větráním je z hlediska vzduchotechniky mlhavým požadavkem. Pojem *účinné větrání* totiž není v právním předpisu blíže definován. Jde o obecnou právní formulaci, nikoli o technické zadání. To může přinášet (a také přináší) v praxi problémy. Proto řešitelský tým odborníků (viz [14]) analyzoval problematiku účinného větrání. Dospěl k následujícímu jednoznačnému závěru: účinné větrání

v garáži, kde parkují i vozidla na plynná paliva, se zajišťuje prostřednictvím všech tří systémů větrání, tj. provozního, havarijního i požárního větrání (pokud je požadováno projektem požárně bezpečnostního řešení), protože se tak zajišťují všechny předpokládané provozní i rizikové stavy, které mohou v garáži nastat (běžný provoz, únik plynného paliva z vozidla, požár vozidla). Toto technické zdůvodnění by mělo obstát i při právním sporu (obsah pojmu *účinné větrání* může vyložit, jak je všeobecně známo, pouze soud).

Havarijní větrání garáží jako technický pojem je uvedeno v normě ČSN 73 60 58 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže [4]. Není zde sice přímo definováno (jak by mělo být obvyklé u nových pojmů) v kapitole termínů a definic, avšak z dikce příslušných článků normy vyplývá jeho smysl. Používá se v řadových a hromadných garážích v prostorech vyhrazených pro parkování vozidel na plynná paliva přičemž „*zajišťuje ředění hořlavých látek s nebezpečím výbuchu v garážích tak, aby nebylo dosaženo jejich dolní meze výbušnosti*“.

Havarijní větrání garáží pro vozidla na plynná paliva se navrhuje z důvodu možného *úniku paliva* do prostoru garáže a následného nebezpečí vzniku výbušné atmosféry. V tuzemských podmínkách jde především o plynná paliva LPG (zkapalněný ropný plyn, propan-butan) a CNG (stlačený zemní plyn). K úniku může docházet netěsnostmi v palivovém okruhu. I když je při výrobě a montáži kladen zvýšený důraz na těsnost a celistvost jednotlivých elementů palivového okruhu, nelze únik plynu zcela vyloučit.

Posouzení rizika vzniku výbušné atmosféry

Havarijní větrání garáží úzce souvisí s vyhodnocením rizika vzniku výbušné atmosféry. V právním předpisu [3] je v § 21, odstavec 2 uvedeno: „*Posouzení garáže sloužící i pro parkování vozidel s pohonem na plynná*

paliva a jejího vybavení elektrickým zařízením z hlediska rizika vzniku výbušné atmosféry musí být provedeno v souladu s českými technickými normami uvedenými v příloze č. 1 části 16 bodech 2 až 4. "Touto větou je vlastně stanovena povinnost posoudit v garáži, která slouží i pro parkování vozidel na plynná paliva, riziko vzniku výbušné atmosféry podle uvedených technických norem [6] až [8]. Protože není stanoveno, kdo má tuto povinnost zajistit, lze v obecné rovině dovodit tuto povinnost pro projektanta garáže, míněno hlavního projektanta (podle § 113 stavebního zákona), kterého stavebník pověřil koordinací projektové dokumentace stavby zpracovávané více projektanty. V praxi je pro takového projektanta používán termín HIP (hlavní inženýr projektu). HIP by tedy měl zajistit příslušné odborníky, aby posoudili garáž z hlediska rizika vzniku výbušné atmosféry. Určitě to však není činnost, kterou by měl zajišťovat projektant vzduchotechniky.

Řešitelský tým (viz [14]), vědom si složitosti této problematiky, oslovil příslušné odborníky na analýzu rizik výbušné atmosféry, a požádal je o spolupráci. Výsledek spolupráce je podrobněji prezentován v [1]. Metodika hodnocení rizik se řídí příslušnými specifickými postupy. Vycházelo se z fyzikálních vlastností dvou nejčastějších plyných paliv LPG a CNG. Jejich nejdůležitější vlastnosti jsou uvedeny v tabulce 1.

Tab. 1 Vybrané vlastnosti plyných paliv

Druh plyného paliva	LPG	CNG
molární hmotnost M (kg/kmol)	44,09	16,04
dolní mez výbušnosti LEL_v (% obj.)	1,5	4,4
hustota v plynném stavu při 20 °C (kg/m ³)	1,810	0,659
pracovní tlak v palivové soustavě p (MPa)	0,6	20

Klíčovým úkolem při posouzení rizika vzniku výbušné atmosféry je stanovení množství unikajícího plynu z palivové soustavy vozidla do prostoru garáže. Mezi potenciální místa možného úniku lze uvést například plnicí hrdlo, pryžové hadice, spoje hadic, palivovou nádrž apod. Nejprve je nutno podle [6] určit, zda jde o podzvukovou nebo nadzvukovou rychlost úniku plynu. Palivový okruh motorů na plynná paliva pracuje se zcela odlišnými (vyššími) pracovními tlaky, než je tomu u konvenčně vyráběných motorů (benzín, nafta). Ve vysokotlaké části palivové soustavy osobních vozidel je u paliva CNG plnicí tlak 20 MPa (200 bar), pro palivo LPG je obvyklý plnicí tlak do 0,6 MPa (6 bar). Vyhodnocovacím kritériem pro určení rychlosti úniku plynu je kritický tlak při adiabatické expanzi ideálního plynu. V případě paliv CNG i LPG bylo exaktně vypočítáno, že

$$p_c > p \quad (1)$$

kde

p_c je kritický tlak [Pa],

p tlak uvnitř palivové soustavy [Pa],

což znamená, že jde o tzv. neomezaný únik plynu subsonickou (podzvukovou) rychlostí, přičemž kritický tlak se vypočítá ze vztahu

$$p_c = p_0 \left(\frac{\gamma + 1}{2} \right)^{\gamma / (\gamma - 1)} \quad (2)$$

kde je

p_0 tlak vně palivové soustavy [Pa],

γ polytropický index adiabatické expanze [-].

Pro neomezanou rychlost plynu platí podle [6], že rychlost úniku dG/dt (hmotnostní průtok unikajícího plynu v kg/s) se vypočítá z rovnice

$$M_{\text{plynu}} = \frac{dG}{dt} = S \cdot p \cdot \sqrt{\gamma \cdot \frac{M}{R \cdot T} \cdot \frac{2\gamma}{\gamma - 1} \cdot \left[1 - \left(\frac{p_0}{p} \right)^{(\gamma - 1)/\gamma} \right] \left(\frac{p_0}{p} \right)^{1/\gamma}} \quad (3)$$

kde je

S

průřez otvoru, přes který plyn uniká [m²],

M

molární hmotnost plynu [kg/kmol],

R

univerzální plynová konstanta = 8314 [J/kmol.K].

Minimální průtok venkovního větracího vzduchu, kterým by se zajistilo udržení koncentrace uniklého plynu na hodnotě 20 % spodní meze výbušnosti (normová hranice pro aktivaci havarijního větrání [4]), se určí podle rovnice

$$V_{\text{min}} = \left(\frac{dV}{dt} \right)_{\text{min}} = \frac{M_{\text{plynu, max}}}{k \cdot LEL_m} \cdot \frac{T}{293} \quad (4)$$

kde je

$M_{\text{plynu, max}}$ maximální rychlost úniku plynu (hmotnostní průtok) z palivové soustavy [kg/s],

k bezpečnostní koeficient použitý pro LEL_m [-], zde $k = 0,2$,

LEL_m dolní mez výbušnosti [kg/m³],

T absolutní teplota v prostoru garáže [K].

Pokud se postupuje podle norem předepsaných vyhláškou [3], narazíme u rovnice (3) na neřešitelný problém, a tím je velikost otvoru, kterým plyn uniká. Žádná námi oslovená instituce (výrobci vozidel, státní správa, zkušebny, atd.) nám nebyla schopna tento údaj sdělit. Odborný odhad nebyli ochotni stanovit ani specialisté, kteří se věnují analýze rizik vzniku výbušné atmosféry. Svůj postoj odůvodnili tím, že požadované rozboru jsou vždy realizovány podle konkrétního zadání objednatele a každý případ je jiný.

Objednatelem je v našem případě stát, respektive ministerstvo vnitra, které vydalo příslušnou vyhlášku (nikoli však potřebný parametr, který by posouzení umožnil).

Přestože existuje tato bariéra, provedli jsme výpočty podle hodnoty jediné velikosti netěsnosti, kterou se nám podařilo získat (studie rakouského odborníka na výbušné látky z roku 2007). Záměrně však velikost otvoru (netěsnosti) neuvádím, aby nedocházelo k nepodloženým interpretacím a také proto, že jde o údaj, který nelze zatím ověřit ani potvrdit jiným věrohodným zdrojem. Výsledky výpočtů jsme aplikovali na příkladu jednoduché garáže pro 20 vozidel o rozměrech 25 x 16,8 x 2,5 m podle tří návrhových scénářů:

1. plyn uniká ze všech vozidel,
2. plyn uniká z jednoho konkrétního vozidla na konkrétním stání,
3. plyn může unikat z libovolného vozidla, jehož poloha není známa.

První scénář je nepravděpodobný, výsledkem jsou nesmyslně vysoké průtoky větracího vzduchu pro vozidla na CNG (intenzita výměny venkovního vzduchu zvoleného příkladu $I = 36 \text{ h}^{-1}$). Druhý scénář je prakticky nerealizovatelný, protože by muselo být zajištěno intenzivní samostatné větrání každého jednoho parkovacího stání o značném větracím výkonu. Pouze třetí scénář se jeví jako reálná varianta za předpokladu, že je aplikována normová hodnota výměny vzduchu, tj. nejméně šestinásobná výměna venkovního vzduchu za hodinu [4]. Podrobnosti viz [1].

Z výše uvedeného lze konstatovat, že posouzení rizika vzniku výbušné atmosféry v garáži, která slouží i pro parkování vozidel na plynná paliva, nelze výpočtově provést přesně podle postupu předepsaného vyhláškou [3], protože v ČR není stanoven důležitý výpočtový parametr – průřez

otvoru (netěsnosti), kterým by plyn mohl unikat. Základním předpokladem je však to, že nesmí vzniknout výbušná atmosféra. Analýza rizika vzniku výbušné atmosféry byla proto provedena alternativním hodnocením, což norma [6] připouští. Po rozboru všech souvisejících okolností, vlivů a podmínek byl rizikovými specialisty prostor garáže vyhrazený i pro parkování vozidel s pohonem na plynná paliva stanoven jako **zóna bez nebezpečí výbuchu**. Pouze však za předpokladu následujících podmínek:

- ❑ Prostor garáže bude vybaven velmi účinnou plynovou detekcí pro všechny druhy plynných paliv.
- ❑ V garáži bude zajištěno dostatečné havarijní větrání, které v případě úniku plynu zabezpečí, aby koncentrace plynu nepřesáhla 20 % spodní meze výbušnosti, přičemž systém větrání a detekce musí být navržen a ohledem na hustotu plynu.
- ❑ Stavební provedení garáže bude eliminovat hromadění uniklého plynu v nevětraných koutech, v jímkách, v prohlubních, kanálech apod. (zejména při úniku LPG), kde by mohlo lokálně vzniknout nebezpečí tvorby výbušné atmosféry.
- ❑ Garáž bude mít vypracovanou provozní dokumentaci, jejíž součástí budou bezpečnostní předpisy (místní provozní řád garáže, plán havarijních opatření, požární poplachové směrnice apod.), ve kterých budou pokyny pro všechny provozní i havarijní stavy, zejména pro případ úniku plynného paliva.

Pokud tyto předpoklady nebudou splněny, bude prostor garáže zařazen jako **prostor s nebezpečím výbuchu BE3N2** (nebezpečí výbuchu hořlavých plynů a par), **Zóna 2**. Tato zóna 2 je definována jako prostor, ve kterém není vznik výbušné plynné atmosféry pravděpodobný za normálního provozu, avšak pokud tato atmosféra vznikne, bude přetrvávat pouze po krátké časové období. Tomuto prostředí by pak muselo odpovídat vybavení garáže elektrickým zařízením se všemi souvisejícími důsledky.

Protokol o určení vnějších vlivů

Paralelně s analýzou rizika vzniku výbušné atmosféry v garáži se musí řešit *protokol o určení vnějších vlivů*. Jde o významný dokument, který je základním podkladem pro návrh (projekt), zhotovení (instalaci) a revizi elektroinstalace v garáži. Protokol zpracovává odborná komise podle norem [10], [11], [12]. Komisi svolává, na podnět projektanta elektrických rozvodů, zpravidla hlavní inženýr projektu. Komisi tvoří především projektanti a specialisté v oboru vzduchotechnika, požární bezpečnost, analýza rizik výbuchu, bezpečnost práce, plyn, elektrických rozvodů, měření a regulace, technologie vozidel na plynná paliva, stavby, atd. Protokol stanoví klasifikaci prostředí a slouží pro výběr, volbu, zřizování a instalaci elektrických zařízení v souladu s opatřeními k ochraně z hlediska bezpečnosti, s požadavky na řádnou funkci a s požadavky na přiměřenou odolnost proti předpokládaným vnějším vlivům, jimž může být elektrické zařízení v prostředí vystaveno. Protokol je součástí dokladové části dokumentace, která musí být po dobu životnosti zařízení, provozu či objektu archivována. V případě garáží s vozidly na plynná paliva jde především o to, aby bylo provedeno hodnocení prostoru z hlediska nebezpečí elektrického úrazu (podle [12]) a dále hodnocení prostoru z hlediska nebezpečí výbuchu (podle [6]).

Koncepce havarijního větrání

Správná koncepce havarijního větrání garáží musí vycházet z technické normy [4]. V případě, že garáž bude koncipována i pro jezd vozidel na CNG, bude využito rovněž technické pravidlo [13]. Je evidentní, že musí být také přihlédnuto k závěrům, které byly učiněny v rámci *posouzení rizika vzniku výbušné atmosféry* a v rámci zpracování *protokolu o určení vnějších vlivů*.

Pokud se stavebník (investor) rozhodne vybudovat novou hromadnou garáž s více než 27 parkovacími stáními, která bude sloužit rovněž pro parkování vozidel s pohonem na plynná paliva, pak musí splnit normový požadavek [4], který stanovuje, aby nejméně 10 % parkovacích stání

bylo navrženo tak, aby umožňovala parkování vozidel na plynná paliva. Možným a vhodným řešením je vyhrazený a stavebně oddělený prostor pro tato stání, v němž bude osazena plynová detekce a havarijní větrání bude dimenzované pouze na tento vyhrazený prostor. Přirozené je nejvhodnější situovat tento prostor co nejbližší k vjezdu garáže. Stavebníkovi však nic nebrání v tom postavit garáž, kde vozidla na plynná paliva budou moci neomezeně parkovat v kterékoli části garáže. Pak však musí realizovat plynovou detekci a havarijní větrání v celém prostoru garáže.

Systém havarijního větrání musí být vždy nucený a navržený tak, aby zajistil nejméně šestinásobnou výměnu venkovního vzduchu za hodinu ve vyhrazeném prostoru nebo v celé garáži. Uvedení havarijního větrání do chodu musí být automatické prostřednictvím plynové detekce. Rozhodně se při návrhu musí zohlednit hustota plynných paliv (LPG, CNG). Je známo, že uniklý plyn LPG je těžší než vzduch a drží se při podlaze, zatímco CNG je lehčí než vzduch a má tendenci stoupat ke stropu. Pokud budou v garáži povolena obě plynná paliva, provětrání prostoru musí být jak u podlahy, tak u stropu, což přináší prostorové nároky na rozmístění potrubních rozvodů. Optimálním řešením je rovnoměrné příčné nebo podélné celoprostorové provětrání s odvodem vzduchu u stropu (při úniku CNG) i u podlahy (při úniku LPG). Je možné také navrhnout kombinovaný odvod s „přepínacími“ klapkami, které budou otevřeny/zavřeny podle druhu uniklého plynu.

Detektory úniku plynu jsou povinným vybavením všech garáží, které slouží i pro parkování vozidel na plynná paliva. Plynová detekce se navrhuje pro každé plynné palivo samostatně. Jde o *vyhrazené požární bezpečnostní zařízení*, které může projektovat pouze autorizovaná osoba v příslušné specializaci s osvědčením od výrobce detektorových systémů. Rozmístění detektorů (půdorysné i výškové) musí respektovat požadavky výrobců. Detektory plynu musí mít i příjezdové a odjezdové prostory, pokud jsou delší než 30 m a jsou obestavěny stavebními konstrukcemi alespoň ze tří stran. Pro kontrolu koncentrace plynů v provozu musí obsluha garáže (uživatel) disponovat ručními kontrolními přístroji (např. s detekčními trubičkami). Rovněž je nutné zajistit pravidelnou kalibraci jednotlivých detektorů podle dispozic výrobců a to nejméně 1x za rok. Plynová detekce slouží k detekci a signalizaci výskytu plynu, k aktivaci větracího zařízení a k bezpečnostním provozním úkonům. Norma pro garáže [4] hovoří o trojím způsobu detekce:

- ❑ 10 % dolní meze výbušnosti (aktivuje nucené provozní větrání, pokud je v garáži instalováno),
- ❑ 20 % dolní meze výbušnosti (aktivuje havarijní větrání),
- ❑ 50 % dolní meze výbušnosti (vyhlášení požárního poplachu, zákaz vjezdu dalších vozidel).

Běžně vyráběné detektory úniku plynu jsou dvoustupňové (1. stupeň – 10 % dolní meze výbušnosti, 2. stupeň – 20 % dolní meze výbušnosti). Domníváme se, že normový požadavek na vyhlášení požárního poplachu a zákaz vjezdu vozidel požadovaný při detekci 50 % dolní meze výbušnosti lze aplikovat již pro 2. stupeň, neboť je takové opatření na straně zvýšené bezpečnosti v garáži.

Stavební provedení garáže s vozidly na plynná paliva musí eliminovat vznik nevětratelných „mrtvých koutů“. V podlaze nesmí být jímky, prohlubně, kanály apod., kde by se mohl koncentrovat uniklý LPG. Stěny a stropy by měly být hladké a rovné tak, aby nevznikaly „kapsy“, kde by se mohl hromadit uniklý CNG. Rovněž nelze připustit žádné netěsněné prostupy instalací nebo mřížky do přilehlých prostorů apod. To předpokládá pokud možno jednoduchý obdélníkový tvar prostoru stání vozidel, který umožní návrh účinného havarijního větrání.

Při návrhu garáže, kde budou parkovat vozidla s pohonným systémem CNG, je třeba dodržovat také technická pravidla [13], ve kterých jsou uvedeny další, rozšiřující podmínky a požadavky na vybavení garáží. Je třeba upozornit na některé důležité, zde uvedené, technické a provozní

záležitosti. Havarijní větrání musí mít zajištěnou funkci po dobu nejméně 60 minut i při výpadku dodávky elektrické energie z distribuční sítě. V hromadných garážích musí být únikové cesty vybaveny ručním spouštěním havarijního větrání. Před uvedením havarijního větrání do provozu zajistí osoba, která provedla montáž, také funkční zkoušky. Funkčnost se ověřuje měřením návrhových parametrů včetně větracího výkonu. Elektroinstalace a zařízení pro větrání musí být provedeno podle protokolu o určení vnějších vlivů. Předpokládá se zřízení *místa trvalého střežení*, do kterého plynová detekce automaticky *ohlašuje* dosažení 10 % koncentrace dolní meze výbušnosti. Plynová detekce při dosažení 2. stupně signalizace zapne také nouzové osvětlení. Čidla plynové detekce musí být osazena zejména u stropu. Vyhlášení požárního poplachu zajišťuje optická a akustická signalizace. V uzavřených hromadných garážích umístěných ve vybraných shromažďovacích a zdravotnických objektech se musí zajistit předepsané výfukové plochy. Akcentováno je vypracování bezpečnostní provozní dokumentace, což je například místní provozní řád, požární poplachové směrnice s pokyny pro vozidla s pohonným systémem CNG a havarijní plán. Tyto dokumenty musí být trvale vyvěšeny na přístupném, viditelném místě a musí být s nimi seznámeni všichni řidiči, kteří v garáži parkují vozidla, například prostřednictvím piktogramů. Dokumenty musí zřetelně popisovat podmínky pohybu a parkování motorových vozidel, které používají systém CNG v garážích. Dále musí přesně přikazovat a popisovat další postup v případě úniku plynu. Pokud je v prostorách garáží trvalá obsluha, musí být proškoleni, aby byla schopna samostatně zajistit prvotní zásah a zamezit v případě úniku plynu vstup a výstup osob do a také z objektu v souladu s místním provozním plánem a požárními poplachovými směrnicemi.

Kontakt na autora: sttoman@centrum.cz

Konec 2. části. Článek bude dokončen v dalším čísle časopisu.

Použité zdroje:

- [1] Větrání garáží podle nových předpisů. *Sborník přednášek* [online]. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2013. Dostupné z: <http://www.stpcr.cz>
- [2] Výpočet provozního větrání garáží podle ČSN 73 6058. *Výpočetní program* [software]. Dostupné z: <http://www.stpcr.cz/?page=cz,os1>
- [3] Vyhláška č. 268/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č.23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- [4] ČSN 73 6058. *Jednotlivé, řadové a hromadné garáže*. ÚNMZ, 2011.
- [5] ČSN 73 0804. *Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty*. ÚNMZ, 2010.
- [6] ČSN EN 60079-10-1. *Výbušné atmosféry – Část 10-1: Určování nebezpečných prostorů – Výbušné plyné atmosféry*.
- [7] ČSN EN 60079-14 ed. 3. *Výbušné atmosféry – Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací*.
- [8] ČSN EN 60079-14 ed. 2. *Elektrická zařízení pro výbušnou plynovou atmosféru – Část 14: Elektrické instalace v nebezpečných prostorech (jiných než důlních)*.
- [9] ČSN EN 12845 + A2. *Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba*
- [10] ČSN 33 2000-5-51 ed. 3. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy (duben 2010)*
- [11] ČSN 33 2000-1 ed. 2. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice (květen 2009)*
- [12] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 + Z1. *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem*
- [13] TPG 982 01. *Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG*. Technická pravidla: Český plynárenský svaz, 2013.
- [14] TOMAN, S. Větrání garáží (1. část). *Vytápění, větrání, instalace*. 2014, č. 3. ■



BETA 9/8

průmyslové větrání s rekuperací tepla
s účinností **75 %** SFP 4



- větrací a vytápěcí jednotka s nastavitelným vzduchovým výkonem do 8000 m³h⁻¹
- volná oběžná kola s EC motory umožňujícími dvoustupňovou regulaci vzduchového výkonu
- automatické řízení a regulace jednotek s možností připojení k síti ETHERNET a k PC
- protiproudý deskový rekuperační výměník s účinností 75 %
- distribuce čerstvého vzduchu dálkově ovládanou tryskovou vyústkou

