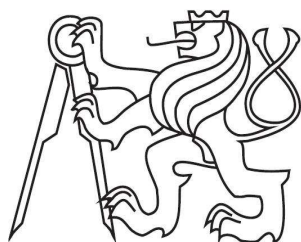


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební



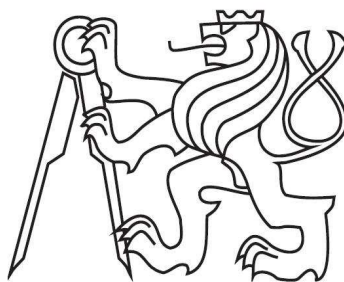
Bakalářská práce

2016

Kristián Filsak

Obash:

- Svazek I** **Požární ulice bytového domu, ulice Přemyslova - zadání**
- Svazek II** **Požárně bezpečnostní řešení stavby**
- Svazek III** **Rozšiřující tematická část – Požární hledisko hromadných garáží pro vozy
na plynná paliva**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Požární řešení bytového domu, ulice Přemyslova
Fire Safety Solution of the Residential building,
Přemyslova street

Bakalářská práce

(Svazek I/III)

NÁZEV STAVBY: Bytový dům v ulici Přemyslova v Praze 2 - Vyšehrad
MÍSTO STAVBY: ulice Přemyslova, parcela č. 159/1, 159/2, 159/3
PROJEKTANT STAVBY: Martin Maj

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Požární bezpečnost staveb
Vedoucí práce: Ing. arch. Petr Hejtmánek

Kristián Filsak

Praha 2016



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Filsak Jméno: Kristián Osobní číslo: 409825

Zadávající katedra: K124 - Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Požární řešení objektu bytového domu v Přemyslově ulici v Praze s rozšiřující tematickou částí

Název bakalářské práce anglicky: Fire Safety Solution of the Apartment House Přemyslova in Prague with Extending Teoretical Part

Pokyny pro vypracování:

Bakalářská práce má dvě části:

1. Požárně bezpečnostní řešení zadaného objektu ve stupni dokumentace pro stavební povolení dle Vyhl. 246/2001 Sb. v platném znění (cca 50 %).
2. Rozšiřující tematická část na téma "Požární hledisko hromadných garáží pro automobily na plynná paliva" (cca 50 %)

Seznam doporučené literatury:

kodeks požárních norem ČSN 73 08xx a ČSN 73 6058

JURENČÁK, Lukáš. Požární bezpečnost automobilů na plynná paliva [online]. Ostrava, 2010. Bakalářská práce.

Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava, Fakulta bezpečnostního inženýrství.

BERGHMANS, J. a M. VANIERSCHOT. Safety Aspects of CNG Cars. 2014. 2014 International Symposium on Safety Science and Technology.

BERNATÍK, A.: Plynná a kapalná paliva a jejich nebezpečné vlastnosti z pohledu prevence závažných havárií. 2014. SPBI. ISBN: 978-80-7385-150-7

Jméno vedoucího bakalářské práce: Petr Hejtmánek

Datum zadání bakalářské práce: 24.2.2016

Termín odevzdání bakalářské práce: 22.5.2016

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.

28.2.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



Prohlášení

Prohlašuji, že na této bakalářské práci jsem pracoval samostatně pod odborným vedením Ing. Arch. Petra Hejtmánka a informace jsem čerpal z uvedené literatury.

Výkresová předloha nebyla před započítím prací nikterak upravována, výkresy byly pouze adjustovány na jeden společný formát, kvůli celkovému vzhledu práce.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu § 60 Zákona č. 121/2000 Sb. O právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 20. května 2016

.....
Kristián Filsak



Poděkování

Rád bych poděkoval lidem, kteří mi s touto prací nejvíce pomohli. Zejména svým rodičům, poskytují mi skvělé podmínky ke studiu a hlavně morální podporu. Dále bych chtěl poděkovat svým spolužákům a kamarádům, kteří neváhali a pomohli, když bylo třeba. Zvláštní poděkování patří Ing. Arch. Petru Hejtmánkovi za skvělý přístup a přínosné konzultace po celou dobu trvání této práce a Ing. Marku Pokornému, Ph.D. za poskytnuté materiály. V neposlední řadě bych rád poděkoval studentovi Martinu Majovi za poskytnutí školního projektu, který stál této práci předlohou.



Abstrakt

Tato bakalářská práce se skládá ze tří základních částí. Část první obsahuje výkresovou dokumentaci, která posloužila jako podklad bakalářské práce. Ve druhé části je řešeno požárně bezpečnostní řešení zadaného stavebního projektu bytového domu v Přemyslově ulici. Tato část se skládá z písemné zprávy a výkresových příloh. Ve třetí rozšiřující tematické části se bakalářská práce zabývá požárním hlediskem hromadných garáží pro automobily na plynná paliva. Tato část řeší automobily na plynná paliva, paliva samotná a nakonec návrh účinného větrání garáží pro zmíněné automobily.

Klíčová slova

Požárně bezpečnostní řešení, bytový dům, podzemní hromadná garáž, větrání hromadných garáží

Abstract

This thesis contains of three basic parts. The first part deals with the drawings which served as the basis of the thesis. The second part is solving the fire safety solutions of the residential building in Přemyslova street. This part consists of a written report and drawing attachments. The third expanding part attends to fire aspects of collective garages for gas fuel cars. This section solves the gas fuel cars, the fuel itself and eventually the proposal of an effective garage ventilation for mentioned cars.

Key words

Fire safety solution, residential building, underground collective garage, collective garage ventilation



Podklady

Výkresová dokumentace bytového domu v Přemyslově ulici byla zpracována a následně poskytnuta studentem Martinem Majem. Za kvalitu a správnost podkladů neodpovídám. Příložené výkresy, které byly této práci předlohou, mnou nebyly nijak graficky upravovány, byly pouze adjustovány do společného formátu, kvůli celkovému vzhledu práce.

Seznam příložených výkresů

Příloha č. 1 - Výkres 2. podzemního podlaží

Příloha č. 2 - Výkres 1. podzemního podlaží

Příloha č. 3 - Výkres 1. nadzemního podlaží

Příloha č. 4 - Výkres 2. nadzemního podlaží

Příloha č. 5 - Výkres 3. nadzemního podlaží

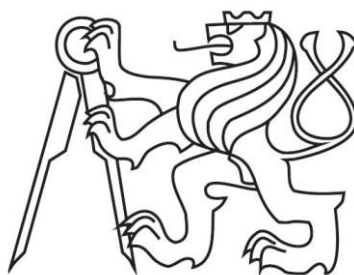
Příloha č. 6 - Výkres 4. nadzemního podlaží

Příloha č. 7 - Výkres 5. nadzemního podlaží

Příloha č. 8 - Výkres 6. nadzemního podlaží

Příloha č. 9 - Výkres situace

Příloha č. 10 – Pohled



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Požárně bezpečnostní řešení stavby

Bakalářská práce

(Svazek II/III)

NÁZEV STAVBY: Bytový dům v ulici Přemyslova v Praze 2 - Vyšehrad

MÍSTO STAVBY: ulice Přemyslova, parcela č. 159/1, 159/2, 159/3

PROJEKTANT STAVBY: Martin Maj

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. arch. Petr Hejtmánek

Kristián Filsak

Praha 2016



Obsah

A. PODKLADY A ZKRATKY	4
A.1 Podklady pro zpracování	4
A.2 Zkratky	4
B. STRUČNÝ POPIS STAVBY Z HLEDISKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ, VÝŠKY STAVBY, ÚČELU UŽITÍ, POPŘÍPADĚ POPISU A ZHODNOCENÍ TECHNOLOGIE A PROVOZU, UMÍSTĚNÍ STAVBY VE VZTAHU K OKOLNÍ ZÁSTAVBĚ	4
B.1 Stručná charakteristika objektu	4
B.2 Dispoziční řešení objektu	5
B.3 Konstrukční řešení	5
C. ROZDĚLENÍ STAVBY DO POŽÁRNÍCH ÚSEKŮ	6
D. STANOVENÍ POŽÁRNÍHO RIZIKA, POPŘÍPADĚ EKONOMICKÉHO RIZIKA, STANOVENÍ STUPNĚ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI A POSOUZENÍ VELIKOSTI PÚ	6
D.1 Hodnoty pro výpočet požárního zatížení p_v	6
D.2 Požární úseky	7
D.2.1 PÚ bez nutnosti výpočtu p_v	7
D.2.2 Výpočet p_v	7
D.2.3 Ověření rozměrů PÚ	8
D.2.4 Rekapitulace požárních úseků	10
E. ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A POŽÁRNÍCH UZÁVĚRŮ Z HLEDISKA JEJICH POŽÁRNÍ ODOLNOSTI	11
F. ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH STAVEBNÍCH HMOT (TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ, ODKAPÁVÁNÍ V PODMÍNKÁCH POŽÁRU, RYCHLOST ŠÍŘENÍ PLAMENE PO POVRCHU, TOXICITA ZPLODIN HOŘENÍ APOD.)	13
G. ZHODNOCENÍ MOŽNOSTI PROVEDENÍ POŽÁRNÍHO ZÁSAHU, EVAKUACE OSOB, ZVÍŘAT A MAJETKU A STANOVENÍ DRUHŮ A POČTU ÚNIKOVÝCH CEST, JEJICH KAPACITY, PROVEDENÍ A VYBAVENÍ	13
G.1 Obsazení objektu osobami a návrh ÚC	14
G.2 Únikové cesty	14
G.3 Mezní délka NÚC	15
G.4 Mezní délka CHÚC	15
G.5 Odvětrání CHÚC	16
G.6 Šířky únikových cest	16
G.7 Doba zakouření a evakuace	17
G.8 Osvětlení únikových cest	17
H. STANOVENÍ Odstupových, POPŘÍPADĚ BEZPEČNOSTNÍCH VZDÁLENOSTÍ A VYMEZENÍ POŽÁRNĚ NEBEZPEČNÉHO PROSTORU, ZHODNOCENÍ Odstupových, POPŘÍPADĚ BEZPEČNOSTNÍCH VZDÁLENOSTÍ VE VZTAHU K OKOLNÍ ZÁSTAVBĚ, SOUSEDNÍM POZEMKŮM A VOLNÝM SKLADŮM	17
H.1 Odstupy z hlediska sálání tepla od střešního pláště	17



H.2	Odstupy z hlediska sálání tepla od obvodových stěn.....	19
I.	URČENÍ ZPŮSOBU ZABEZPEČENÍ STAVBY POŽÁRNÍ VODOU VČETNĚ ROZMÍSTĚNÍ VNITŘNÍCH A VNĚJŠÍCH ODBĚRNÝCH MÍST, POPŘÍPADĚ ZPŮSOBU ZABEZPEČENÍ JINÝCH HASEBNÍCH PROSTŘEDKŮ U STAVEB, KDE NELZE POUŽÍT VODU JAKO HASEBNÍ LÁTKU.....	20
I.1	Vnitřní odběrná místa	20
I.2	Vnější odběrná místa	21
J.	VYMEZENÍ ZÁSAHOVÝCH CEST A JEJICH TECHNICKÉHO VYBAVENÍ, OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI OSOB PROVÁDĚJÍCÍCH HAŠENÍ POŽÁRU A ZÁCHRANNÉ PRÁCE, ZHODNOCENÍ PŘÍJEZDOVÝCH KOMUNIKACÍ, POPŘÍPADĚ NÁSTUPNÍCH PLOCH PRO POŽÁRNÍ TECHNIKU.....	21
J.1	Příjezdové komunikace + NAP.....	21
J.2	Zásahové cesty.....	22
K.	STANOVENÍ POČTU, DRUHŮ A ZPŮSOBU ROZMÍSTĚNÍ HASICÍCH PŘÍSTROJŮ, POPŘÍPADĚ DALŠÍCH VĚCNÝCH PROSTŘEDKŮ POŽÁRNÍ OCHRANY NEBO POŽÁRNÍ TECHNIKY	22
K.1	Přenosné hasicí přístroje	22
K.1.1	Návrh PHP	22
L.	ZHODNOCENÍ TECHNICKÝCH, POPŘÍPADĚ TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ STAVBY (ROZVODNÁ POTRUBÍ, VZDUCHOTECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ, VYTÁPĚNÍ APOD.) Z HLEDISKA POŽADAVKŮ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI.....	23
M.	STANOVENÍ ZVLÁŠTNÍCH POŽADAVKŮ NA ZVÝŠENÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ NEBO SNÍŽENÍ HOŘLAVOSTI STAVEBNÍCH HMOT	24
N.	POSOUZENÍ POŽADAVKŮ NA ZABEZPEČENÍ STAVBY POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍMI ZAŘÍZENÍMI, NÁSLEDNĚ STANOVENÍ PODMÍNEK A NÁVRH ZPŮSOBU JEJICH UMÍSTĚNÍ A INSTALACE DO STAVBY	25
N.1	Způsob a důvody vybavení stavby vyhrazenými požárně bezpečnostními zařízeními, určení jejich druhů, popřípadě vzájemných vazeb.....	25
N.2	Vymezení chráněných prostor	25
N.3	Určení technických a funkčních požadavků na provedení vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení, včetně náhradních zdrojů pro zajištění jejich provozuschopnosti	25
N.4	Stanovení druhů a způsobů rozmístění jednotlivých komponentů, umístění řídicích, ovládacích, informačních, signalizačních a jistících prvků, trasa, způsob ochrany elektrických, sdělovacích a dalších vedení, zajištění náhradních zdrojů apod.....	25
N.5	Výpočtová část.....	26
N.6	Stanovení požadavků na obsah podrobnější dokumentace.....	26
O.	ROZSAH A ZPŮSOB ROZMÍSTĚNÍ VÝSTRAŽNÝCH A BEZPEČNOSTNÍCH ZNAČEK A TABULEK, VČETNĚ VYHODNOCENÍ NUTNOSTI OZNAČENÍ MÍST, NA KTERÝCH SE NACHÁZÍ VĚCNÉ PROSTŘEDKY POŽÁRNÍ OCHRANY POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ZAŘÍZENÍ	26
P.	NAVRŽENÉ STAVEBNÍ ZMĚNY	26
Q.	PŘÍLOHY	27



A. PODKLADY A ZKRATKY

A.1 Podklady pro zpracování

Vyhláška MV č. 246/2001 Sb. (pozměněno vyhláškou č. 221/2014 Sb.)

Vyhláška č. 23/2008 Sb. (pozměněno vyhláškou č. 268/2011 Sb.)

- [1] ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty (2009), Z1 (2013), Z2 (2015)
- [2] ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty (2010), Z1 (2013), Z2 (2015)
- [3] ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování (2010), Z1 (2013)
- [4] ČSN 73 0818 Požární bezpečnost staveb - Obsazení objektu osobami (1997), Z1 (2002)
- [5] Hodnoty požárních odolností stavebních konstrukcí podle Eurokódu - Zoufal R. a kol.
- [6] ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb - Zásobování požární vodou (2003)
- [7] ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení (2009), Z1 (2012), Z2-3 (2013)

Technické příručky výrobců:

www.wienerberger.cz

www.knauf.cz

A.2 Zkratky

PBŘ	= požárně bezpečnostní řešení	PP	= podzemní podlaží
PBZ	= požárně bezpečnostní zařízení	NP	= nadzemní podlaží
PÚ	= požární úsek	CHÚC	= chráněná úniková cesta
SPB	= stupeň požární bezpečnosti	NÚC	= nechráněná úniková cesta
PO	= požární odolnost	ÚC	= úniková cesta
POP	= požárně otevřená plocha	PHP	= přenosný hasicí přístroj
PNP	= požárně nebezpečný prostor	ŽB	= železobeton
VP	= volné prostranství	NAP	= nástupní plocha

B. STRUČNÝ POPIS STAVBY Z HLEDISKA STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ, VÝŠKY STAVBY, ÚČELU UŽITÍ, POPŘÍPADĚ POPISU A ZHODNOCENÍ TECHNOLOGIE A PROVOZU, UMÍSTĚNÍ STAVBY VE VZTAHU K OKOLNÍ ZÁSTAVBĚ

B.1 Stručná charakteristika objektu

Jedná se o bytový dům s administrativními prostory v ulici Přemyslova v Praze 2-Vyšehrad a jeho investorem je Hlavní město Praha. Plocha všech pozemků dotčených stavbou (159/1, 159/2, 159/3) činí 3808 m², z toho zastavěná plocha 998,70 m². Stavební pozemek se svažuje od jihozápadu k severovýchodu a nachází se na něm nízká i vysoká zeleň. Vzhledem k tomu, že se v zadní části řešeného pozemku nachází osamocená parcela č. 160, je v západním cípu budovy umístěn průjezd, který ústí v komunikaci spojující odříznutou parcelu s ulicí Přemyslova. Do budovy se vchází skrz průchod, který je situován



uprostřed objektu. Objekt je opticky dělen na 3 odstupňované části, od severovýchodu k jihozápadu se budova zvedá vždy o jedno podlaží (kvůli dodržení výškových poměrů okolních budov v ulici). Nachází se v něm 6 nadzemních a 2 podzemní podlaží. První nadzemní podlaží slouží jako kanceláře a zbytek jako byty. Podzemní podlaží pak ukrývají hromadné garáže se stáním pro 23 automobilů, z toho jsou 2 stání vyhrazena pro tělesně postižené, dále 20 sklepních kójí a další prostory k pronájmu (kancelář).

Kvůli odstupňování má budova 3 požární výšky (13,40 m; 16,45 m; 19,50 m), ale pro potřeby PBR bude uvažována ta největší, tedy **19,5 m**.

B.2 Dispoziční řešení objektu

Objekt má 6 nadzemních a 2 podzemní podlaží. První nadzemní podlaží slouží jako kancelářský prostor k pronajmutí a je rozděleno do tří úseků. Vstupy do jednotlivých kancelářských prostor se nacházejí na zadní straně budovy, kam lze projít průjezdem v západním cípu budovy. Ve zbylých nadzemních podlažích se nachází celkem 23 bytů, ke kterým je přístup ze tří schodišť či výtahů přes hlavní vchod z průchodu na severozápadní straně budovy, nebo z hromadných garáží. V prvním podzemním podlaží se nachází hlavní vchody do budovy, dále je zde další kancelářský prostor, kotelna, kolárna a 20 sklepních kójí. Druhé podzemní podlaží obsahuje hromadné garáže s 23 stáními, z toho jsou 2 stání vyhrazena pro tělesně postižené. Vstup do garáží je možný ze schodišť, vjezd se nachází v severním cípu budovy.

B.3 Konstruktivní řešení

Hlavní nosná konstrukce je tvořena železobetonovým skeletem s lokálně podepřenou železobetonovou deskou. Nosnou funkci plní i železobetonové jádro (polouzavřené).

- | | |
|----------------------------|--|
| nosné stěny/sloupky | - železobetonové sloupky 300x300, 300x400, 400x400 a 400x500 mm
- železobetonové jádro s tloušťkou stěny 300 mm |
| suterénní stěny | - železobetonové monolitické, XPS tl. 100 mm (navrženy na odolávání aktivním zemním tlakům) – „černá vana“ |
| obvodové stěny | - zdivo Porotherm 30 P+D, kontaktní zateplovací systém z minerálních vláken tl. 150 mm |
| nenosné stěny | - mezibytové: zdivo Porotherm AKU 30
- příčky: zdivo Porotherm 14 P+D, 19 P+D |
| instalační šachty | - zdivo Porotherm 14 P+D |

Styky stropní konstrukce s příčkami bez požární odolnosti budou řádně ošetřeny izolační PUR pěnou. U příček s požární odolností bude použita izolace z minerálních nebo konopných vláken.

- | | |
|---------------------------|---|
| stropní konstrukce | - železobetonová deska tl. 300 mm (lokálně podepřená) |
| střešní konstrukce | - železobetonová deska tl. 300 mm, keramzitbeton - spádová vrstva (2-2,5%) tl. 30-150 mm, parotěsná izolace 1x Sarnavap 3000 M, separační fólie tl. 1 mm, tepelná izolace EPS 100 Z tl. 200 mm, geotextilie, hydroizolace Sanafil TG 66 tl. 3 mm, geotextilie, substrát pro výsadbu zeleně tl. 100 mm |



- schodiště** - řešeny jako třiramenná, jedno pravotočivé a dvě levotočivá
- od 2.PP do 2.NP konstrukční výška 3650 mm, dále již 3050 mm

C. ROZDĚLENÍ STAVBY DO POŽÁRNÍCH ÚSEKŮ

V budově se nachází 45 požárních úseků.

- **2. PP** - P02.04 (podzemní hromadná garáž)
- **1. PP** - P01.06 (kotelna), P01.07 (spol. místnost), P01.08 (kolárna+sklad odpadu), P01.09 (sklepní kóje), P01.10 (kanceláře), P01.11 (garáž)
- **1. NP** - N01.19, N01.20, N01.21 (kanceláře)
- **2. NP** - N02.22, N02.23, N02.24, N02.25, N02.26, N02.27, N02.28, N02.29 (byty)
- **3. NP** - N03.31, N03.32, N03.33, N03.34, N03.35, N03.36 (byty)
- **4. NP** - N04.37, N04.38, N04.39, N04.40, N04.41 (byty)
- **5. NP** - N05.42, N05.43, N05.44 (byty)
- **6. NP** - N06.45 (byt)
- **PÚ prostupující více podlaží (IŠ)** - Š-P01.05/N06, Š-N01.12/N06, Š-N01.13/N06, Š-N01.14/N05, Š-N01.15/N05, Š-N01.16/N05, Š-N01.17/N04, Š-N01.18/N04, Š-N02.30/N06
- **ÚC** - P02.01/N06, P02.02/N05, P02.03/N04 (CHÚC A)

Druhy PÚ:

- 1x podzemní hromadné garáže, kotelna, spol. místnost, kolárna+sklad odpadu, sklepní kóje, kanceláře menší, garáž
- 3x CHÚC A, kanceláře
- 9x instalační šachta
- 23x byt

D. STANOVENÍ POŽÁRNÍHO RIZIKA, POPŘÍPADĚ EKONOMICKÉHO RIZIKA, STANOVENÍ STUPNĚ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI A POSOUZENÍ VELIKOSTI PÚ

D.1 Hodnoty pro výpočet požárního zatížení p_v

nahodilé požární zatížení - p_n
- hodnoty dle ČSN [1]

stálé požární zatížení - p_s
- hodnoty dle ČSN [1; Tabulka 1]



- součinitelé**
- **a** - $a_n =$ hodnoty dle ČSN [1; Příloha A]
 - $a_s = 0,9$ dle ČSN [1]
 - $a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s}$
 - **b** - rozdílný výpočet pro přímo a nepřímo větrané PÚ
 - hodnoty dle ČSN [1; Příloha D+E]
 - **c** - $c = 1,0$ – bez vlivu PBZ, dle ČSN [1]
- SPB**
- dle ČSN [1; Tabulka 8]

D.2 Požární úseky

D.2.1 PÚ bez nutnosti výpočtu p_v

Tabulka 1 - PÚ bez nutnosti výpočtu p_v

PÚ	Účel	Výpočet požárního zatížení „ p_v “	SPB
P02.01/N06 P02.02/N05 P02.03/N04	CHÚC A	Netřeba ČSN [1; 9.3.2]	II.
P02.04	Hromadná garáž	$p_v = 15 \text{ kg/m}^2$ ČSN [1; Tabulka B.1]	II.
P01.08	Kolárna+sklad odpadu	$p_v = 45 \text{ kg/m}^2$ ČSN [3; 5.1.4]	III.
P01.09	Sklepní kóje	$p_v = 45 \text{ kg/m}^2$ ČSN [3; 5.1.4]	III.
P01.10 N01.19 - N01.21	Kanceláře	$p_v = 42 \text{ kg/m}^2$ ⁽¹⁾ ČSN [1; Tabulka B.1]	III.
P01.11	Garáž (1 stání)	$p_v = 35 \text{ kg/m}^2$ ČSN [1; Tabulka B.1]	III.
N02.22 - N02.29 N03.31 - N03.36 N04.37 - N04.41 N05.42 - N05.44 N06.45	Byty	$p_v = 45 \text{ kg/m}^2$ ČSN [3; 5.1.2]	III.
Š-P01.05/N06 Š-N01.12/N06 - Š-N01.19/N04 Š-N02.30/N06	Instalační šachty	Netřeba ČSN [1; 8.12.2]	II. ⁽²⁾

Pozn.: (1) Stálé požární zatížení $p_s = 5 \text{ kg/m}^2$ – uvažujeme podlahu z nehořlavých materiálů

(2) V instalačních šachtách byly uvažovány rozvody hořlavých látek o celkovém průřezu všech potrubí nejvýše 1000 mm^2 při výšce objektu h do $22,5 \text{ m}$

D.2.2 Výpočet p_v

P01.06 - Kotelna (plynné kotle)

- $S = 23,8 \text{ m}^2$
- $a_n = 1,1$; $p_n = 15 \text{ kg/m}^2$
- $a_s = 0,9$; $p_s = 2 \text{ kg/m}^2$ (dveře)
- $a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = \frac{15 \cdot 1,1 + 2 \cdot 0,9}{15 + 2} = 1,08$
- $b = \frac{S \cdot k}{S_0 \cdot \sqrt{h_0}} = \frac{23,8 \cdot 0,031}{0,765 \cdot \sqrt{3,2}} = 0,54$



- $S_0 = 0,765 \text{ m}^2$
- $h_0 = 0,900 \text{ m}$ (světlná výška otvoru)
- $k = 0,031$
- $c = 1,0$
- $p_v = (p_n + p_s) * a * b * c = (15 + 2) * 1,08 * 0,54 * 1,0 = 9,91 \text{ kg/m}^2$
- **II. SPB**

P01.07 - Společenská místnost

- $S = 24 \text{ m}^2$
- $a_n = 1,0$; $p_n = 40 \text{ kg/m}^2$
- $a_s = 0,9$; $p_s = 7 \text{ kg/m}^2$ (dveře+podlaha)
- $a = \frac{p_n * a_n + p_s * a_s}{p_n + p_s} = \frac{40 * 1,0 + 7 * 0,9}{40 + 7} = 0,99$
- $b = \frac{S * k}{S_0 * \sqrt{h_0}} = \frac{24 * 0,073}{0,760 * \sqrt{3,2}} = 1,29$
 - $S_0 = 1,740 \text{ m}^2$
 - $h_0 = 0,760 \text{ m}$ (světlná výška otvoru)
 - $k = 0,073$
- $c = 1,0$
- $p_v = (p_n + p_s) * a * b * c = (40 + 7) * 0,99 * 1,29 * 1,0 = 60,02 \text{ kg/m}^2$
- **IV. SPB**

D.2.3 Ověření rozměrů PÚ

P02.04 - Podzemní hromadná garáž

- $S = 865,0 \text{ m}^2$
- počet stání = 23
- garáž skupiny 1, hromadná garáž ČSN [2;I.2]
- uzavřený požární úsek - $x = 0,25$; $y = 1,0$; $z = 1,5$ ČSN [2; I.3.4]
- maximální počet stání = $135 * 0,25 * 1,0 * 1,0 = 33$
- ekvivalentní doba trvání požáru $\tau_e = 15 \text{ min}$ ČSN [2; Tabulka G.1]
- index pravděpodobnosti vzniku a šíření požáru P_1 ČSN [2; Tabulka E.1]
 - $P_1 = p_1 * c = 1,0 * 1,0 = 1,0$
- index pravděpodobnosti rozsahu škod způsobených požárem P_2 ČSN [2; 7.1.3]
 - $P_2 = p_2 * S * k_5 * k_6 * k_7 = 0,09 * 865,0 * 2,83 * 1,0 * 1,0 = 220,3$
- mezní hodnoty P_1 a P_2 ČSN [2; 7.1.4]
 - $P_1 \leq 0,1 + \frac{5 * 10^4}{P_2^{1,5}}$ - $P_2 \leq \left(\frac{5 * 10^4}{P_1 - 0,1}\right)^{2/3}$
 - $1,0 \leq 0,1 + \frac{5 * 10^4}{220,3^{1,5}} = 15,4$ - $220,3 \leq \left(\frac{5 * 10^4}{1,0 - 0,1}\right)^{2/3} = 1455,97$
- mezní půdorysná plocha
 - $S_{\max} = \frac{P_{2,\text{mezní}}}{p_2 * k_5 * k_6 * k_7} = \frac{1455,97}{0,09 * 2,83 * 1,0 * 1,0} = 5716,41 \text{ m}^2$



P01.06 - Kotelna

- a = 1,08
- mezní rozměry: 55 x 36
- skutečné rozměry: 4,92 x 4,42 [m]
- **VYHOVÍ**

P01.07 -Spol. místnost

- a = 0,99
- mezní rozměry: 62,5 x 40
- skutečné rozměry: 4,59 x 5,30 [m]
- **VYHOVÍ**

P01.08 - Kolárna+sklad odpadu

- a = 1,0
- mezní rozměry: 62,5 x 40 m
- skutečné rozměry: 4,75 x 5,15 [m]
- **VYHOVÍ**

P01.09 - Sklepní kóje

- a = 1,0
- mezní rozměry: 62,5 x 40 m
- skutečné rozměry: 23,19 x 11,50 [m]
- **VYHOVÍ**

P01.10 - Kancelář

- a = 1,0
- mezní rozměry: : 62,5 x 40 m
- skutečné rozměry: 14,98 x 12,33 [m]
- **VYHOVÍ**

P01.21 - Kancelář

- a = 1,0
- mezní rozměry: : 62,5 x 40 m
- skutečné rozměry: 14,98 x 13,10 [m]
- **VYHOVÍ**

Byl posuzován největší z kancelářských PÚ. Vzhledem k tomu, že vyhověl, není třeba posuzovat zbylé dva menší PÚ.

Ověření rozměrů se nestanovuje pro:

- obytné buňky
- CHÚC
- PÚ bez požárního rizika
- instalační šachty



D.2.4 Rekapitulace požárních úseků

Tabulka 2 - Rekapitulace požárních úseků

PÚ	Účel	Součinitelé [-]			P _v [kg/m ²]	SPB
		a	b	c		
P02.01/N06	CHÚC A	-	-	-	-	II.
P02.02/N05	CHÚC A	-	-	-	-	II.
P02.03/N04	CHÚC A	-	-	-	-	II.
P02.04	Hromadná garáž	-	-	1,0	15	II.
Š-P01.05/N06	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
P01.06	Kotelna	1,08	0,54	1,0	9,91	II.
P01.07	Společenská místnost	0,99	1,29	1,0	60,02	IV.
P01.08	Kolárna+sklad odpadu	1,0	-	1,0	45	III.
P01.09	Sklepní kóje	1,0	-	1,0	45	III.
P01.10	Kancelář	1,0	-	1,0	42	III.
P01.11	Garáž	-	-	1,0	35	III.
Š-N01.12/N06	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
Š-N01.13/N06	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
Š-N01.14/N05	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
Š-N01.15/N05	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
Š-N01.16/N05	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
Š-N01.17/N04	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
Š-N01.18/N04	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
N01.19	Kancelář	1,0	-	1,0	42	III.
N01.20	Kancelář	1,0	-	1,0	42	III.
N01.21	Kancelář	1,0	-	1,0	42	III.
N02.22	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N02.23	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N02.24	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N02.25	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N02.26	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N02.27	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N02.28	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N02.29	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
Š-N03.30/N06	Instalační šachta	-	-	-	-	II.
N03.31	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N03.32	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N03.33	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N03.34	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N03.35	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N03.36	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N04.37	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N04.38	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N04.39	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N04.40	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N04.41	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N05.42	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N05.43	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N05.44	Byt	1,0	-	1,0	45	III.
N06.45	Byt	1,0	-	1,0	45	III.



E. ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ A POŽÁRNÍCH UZÁVĚRŮ Z HLEDISKA JEJICH POŽÁRNÍ ODOLNOSTI

Bylo postupováno dle ČSN

[1; Tabulka 12]

Tabulka 3 - Posouzení požárních odolností stavebních konstrukcí

Položka	SPB	Požadovaná PO [min]	Skutečná PO [min]	Skladba konstrukce	Zdroj
1. Požární stěny					
1a	III.	REI 60 DP1	REI/REW 90 DP1	Železobetonová monolitická stěna tl. 300 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.3]
1a	III.	EI 60 DP1	REI/REW 180 DP1	Porotherm 30 AKU P D tl. 300 mm	[wienerberger.cz]
1a	IV.	EI 90 DP1	REI/REW 180 DP1	Porotherm 19 P D tl. 190 mm	[wienerberger.cz]
1b	III.	REI 45 DP1	REI/REW 90 DP1	Železobetonová monolitická stěna tl. 300 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.3]
1b	III.	REI 45 DP1	REI/REW 90 DP1	Železobetonové sloupy 400x500 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.3] ⁽¹⁾
1b	IV.	REI 60 DP1	REI/REW 90 DP1	Železobetonové sloupy 400x400 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.3] ⁽¹⁾
1b	III.	EI 45 DP1	EI 120 DP1	Mezibytová SDK stěna W115, 2x12,5 KNAUF Red	[knauf.cz]
1b	III.	EI 45 DP1	REI/REW 180 DP1	Porotherm 30 AKU P D tl. 300 mm	[wienerberger.cz]
1b	III.	REI 45 DP1	REI/REW 90 DP1	Železobetonové sloupy 300x300 a 300x400 mm a = 25 mm	[5; Tab 2.3] ⁽¹⁾
1c	III.	REI 30 DP1	REI/REW 90 DP1	Železobetonová monolitická stěna tl. 300 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.3]
1c	III.	REI 30 DP1	REI/REW 90 DP1	Železobetonové sloupy 300x300 a 300x400 mm a = 25 mm	[5; Tab 2.3] ⁽¹⁾
1. Požární stropy					
1a	II.	REI 45 DP1	REI 90 DP1	Železobetonová monolitická deska tl. 300 mm, a = 30 mm	[5; Tab 2.6]
1a	III.	REI 60 DP1	REI 90 DP1	Železobetonová monolitická deska tl. 300 mm, a = 30 mm	[5; Tab 2.6]
1a	IV.	REI 90 DP1	REI 90 DP1	Železobetonová monolitická deska tl. 300 mm, a = 30 mm	[5; Tab 2.6]
1b	III.	REI 45 DP1	REI 90 DP1	Železobetonová monolitická deska tl. 300 mm, a = 30 mm	[5; Tab 2.6]
1c	III.	REI 30 DP1	REI 90 DP1	Železobetonová monolitická deska tl. 300 mm, a = 30 mm	[5; Tab 2.6]
2. Požární uzávěry otvorů					
2a	II.	EI - C 30 DP1	EI - C 30 DP1	Dveře budou dodány v požadované PO	
2a	III.	EI - C 30 DP1	EI - C 30 DP1	Dveře budou dodány v požadované PO	

(pokračování)



Tabulka 3 - Dokončení

2. Požární uzávěry otvorů					
2a	IV.	EI - C 45 DP1	EI - C 45 DP1	Dveře budou dodány v požadované PO	
2b	III.	EI 30 DP3	EI 30 DP3	Dveře budou dodány v požadované PO	
2b	III.	EI - C 30 DP3	EI - C 30 DP3	Dveře budou dodány v požadované PO	
2c	III.	EI 15 DP3	EI 15 DP3	Dveře budou dodány v požadované PO	
3. Obvodové stěny					
3a 1	II.	REI/REW 45 DP1	REI/REW 90 DP1	Železobetonová monolitická Stěna tl. 300 mm, a = 30 mm	[5; Tab 2.3]
3b	III.	EI/EW 30 DP1	REI/REW 180 DP1	Porotherm 30 P D tl. 300 mm	[wienerberger.cz]
4. Nosné konstrukce střech					
4	III.	REI 30 DP1	REI 90 DP1	Železobetonová monolitická deska tl. 300 mm, a = 30 mm	[5; Tab 2.6]
5. Nosné konstrukce uvnitř PÚ zajišťující stabilitu objektu					
5a	II.	R 45 DP1	R 90 DP1	Železobetonové sloupy 400x400 a 400x500 mm a = 25 mm	[5; Tab 2.1]
5a	II.	R 45 DP1	R 90 DP1	Železobetonová monolitická stěna tl. 300 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.3]
5a	III.	R 60 DP1	R 90 DP1	Železobetonové sloupy 400x500 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.1]
5b	III.	R 45 DP1	R 90 DP1	Železobetonové sloupy 300x400 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.1]
5c	III.	R 30 DP1	R 90 DP1	Železobetonové sloupy 300x400 mm, a = 25 mm	[5; Tab 2.1]
6. Nosné konstrukce vně objektu zajišťující stabilitu objektu ⁽²⁾					
6	-	-	-	-	-
7. Nosné konstrukce uvnitř PÚ nezajišťující stabilitu objektu					
7	-	-	-	-	-
8. Nenosné konstrukce uvnitř PÚ					
8	IV.	DP3 ⁽³⁾	DP1 ⁽³⁾	Porotherm 19 P D tl. 190 mm	[wienerberger.cz]
9. Konstrukce schodišť uvnitř PÚ, které nejsou součástí CHÚC					
9	-	-	-	-	-
10. Výtahové a instalační šachty					
10b 1	III.	EI 30 DP1	REI/REW 180 DP1	Porotherm 14 P D tl. 140 mm	[wienerberger.cz]
10b 1	III.	EI 30 DP1	REI/REW 180 DP1	Porotherm 30 AKU P D tl. 300 mm	[wienerberger.cz]
10b 2	III.	EI 15 DP1	EI 15 DP1	Požární dvířka budou dodána v požadované PO	
11. Střešní pláště ⁽⁴⁾					
11	-	-	-	-	-

Pozn.: (1) Sloupy ve stěnách posuzovány jako krátké úseky stěn.
(2) Vnější sloupy v průjezdu nejsou zasaženy PNP, jsou tedy bez požadavku na PO.
(3) PO nenosných stavebních konstrukcí uvnitř PÚ, které nemají požárně dělící funkci, se nestanovuje. Stanovuje se pouze druh konstrukce.
(4) Střešní plášť je bez požadavků na PO, dle ČSN 73 0802 [8.15.1a]



F. ZHODNOCENÍ NAVRŽENÝCH STAVEBNÍCH HMOT (TŘÍDA REAKCE NA OHEŇ, ODKAPÁVÁNÍ V PODMÍNKÁCH POŽÁRU, RYCHLOST ŠÍŘENÍ PLAMENE PO POVVRCHU, TOXICITA ZPLODIN HOŘENÍ APOD.)

Konstrukční části objektu navržené v projektu jsou druhu DP1, otvory druhu DP3.

Objekt je zateplen certifikovaným vnějším zateplovacím systémem (ETICS) jako celek, s třídou reakce na oheň A1/A2. Index šíření plamene po povrchu musí být $i_s = 0,0$ mm/min. Jmenovitě se jedná o tepelnou izolaci z minerálních vláken ISOVER TF PROFI.

Vodorovné požární pásy

- na přední straně budovy jsou projektována francouzská okna, která nenechávají prostor pro vodorovné požární pásy dle platné normy ČSN [1; 8.4.9]
- z tohoto důvodu je navržena záměna okenních výplní otvorů, za okna s takovou výškou parapetu (300 mm), aby byl zajištěn dostatečný prostor pro zhotovení účinných požárních pásů bez nutnosti instalace SHZ
- ze zadní strany budovy budou vodorovné požární pásy nahrazeny, vždy u posledního NP, v každém ze tří segmentů budovy, ustoupením fasády
 - splněna podmínka na ustoupení líce obvodové stěny (terasa) min o 900 mm, dle ČSN [1; 8.4.9]

Svislé požární pásy

- v místech styku požární stěny s obvodovým pláštěm budou provedeny svislé požární pásy, vždy v rozsahu daného podlaží
- je dodržen minimální rozměr požárního pásu 900mm, daný normou ČSN [1; 8.4.8]

V administrativních prostorách, nacházejících se v 1. PP a 1. NP, bude provedena podlahová krytina z nehořlavých materiálů. Blíže se jedná o keramickou dlažbu s třídou reakce na oheň A1_{fl-s1}.

V CHÚC nesmí být žádné požární zatížení, kromě konstrukcí oken a dveří (jsou-li třídy reakce na oheň B až D), dle ČSN [1; 9.3.3]. Úpravy povrchů stavebních konstrukcí v CHÚC by tedy měly být z výrobků s třídou reakce na oheň A1 nebo A2.

Povrchy stěn a příček v objektu budou opatřeny sádrovou omítkou a nátěrem, stropy taktéž. Sádrokartonové podhledy budou s patřičnou PO.

G. ZHODNOCENÍ MOŽNOSTI PROVEDENÍ POŽÁRNÍHO ZÁSAHU, EVAKUACE OSOB, ZVÍŘAT A MAJETKU A STANOVENÍ DRUHŮ A POČTU ÚNIKOVÝCH CEST, JEJICH KAPACITY, PROVEDENÍ A VYBAVENÍ

Z bytových jednotek, z komerčních prostor v 1.NP i z podzemních garáží vede na volné prostranství schodiště sloužící jako CHÚC typu A.



G.1 Obsazení objektu osobami a návrh ÚC

Tabulka 4 - Obsazení objektu osobami

Údaje z projektové dokumentace				Údaje z ČSN 73 0818 - tabulka 1					
PÚ	Účel	Plocha [m ²]	Počet osob dle PD	[m ² /os]	Počet osob dle [m ² /os]	Součinitel	Počet osob dle součinitele	Rozhodující počet osob	Položka
P02.04	Hromadná garáž	865,00	23 stání	-	-	0,5	11,5	12	10.1
P01.06	Kotelna	23,80	-	-	-	-	-	0 ⁽¹⁾	-
P01.07	Spol. místnost	24,00	-	-	-	-	-	0 ⁽¹⁾	-
P01.08	Kolárna + sklad odpadu	23,60	-	-	-	-	-	0 ⁽²⁾	12.1
P01.09	Sklepní kóje	121,10	-	-	-	-	-	0 ⁽²⁾	12.1
P01.10	Kancelář	101,30	-	5,0	20,26	-	-	21	1.1.1
P01.11	Garáž	24,58	-	-	-	-	-	0 ⁽¹⁾	-
N01.19	Kancelář	86,40	-	5,0	17,28	-	-	18	1.1.1
N01.20	Kancelář	154,90	-	5,0	30,98	-	-	31	1.1.1
N01.21	Kancelář	157,00	-	5,0	31,40	-	-	32	1.1.1
N02.22	Byt	30,85	1	20,0	1,54	1,5	1,5	2	9.1
N02.25			1					2	
N02.28			1					2	
N02.23	Byt	60,37	2	20,0	3,02	1,5	3	3	9.1
N02.26			2					3	
N02.29			2					3	
N02.24	Byt	56,89	2	20,0	2,84	1,5	3	3	9.1
N02.27			2					3	
N03.31	Byt	103,90	2	20,0	5,20	1,5	3	6	9.1
N03.32	Byt	73,40	2	20,0	3,67	1,5	3	4	9.1
N03.34			2					4	
N04.38			2					4	
N03.33	Byt	71,40	2	20,0	3,57	1,5	3	4	9.1
N03.35	Byt	63,70	2	20,0	3,19	1,5	3	4	9.1
N04.39			2					4	
N03.36	Byt	70,40	2	20,0	3,52	1,5	3	4	9.1
N04.40			2					4	
N05.43			2					4	
N04.37	Byt	103,90	2	20,0	5,20	1,5	3	6	9.1
N04.41	Byt	124,17	2	20,0	6,21	1,5	3	7	9.1
N05.42	Byt	96,87	2	20,0	4,84	1,5	3	5	9.1
N05.44	Byt	108,29	2	20,0	5,41	1,5	3	6	9.1
N06.45	Byt	120,32	2	20,0	6,02	1,5	3	6	9.1
Obsazení objektu celkem								207	osob

Pozn.: (1) Osoby užívající tyto prostory jsou započítány v ostatních PÚ (nepočítá se zde se stálou přítomností osob)
(2) Do 50 m² bez obsazenosti osobami

G.2 Únikové cesty

CHÚC - objekt je konstrukčně rozdělen na tři přibližně stejné části

- pro každou tuto část je navrženo jedno schodiště sloužící jako CHÚC typu A



- celkem se v objektu nachází **3x CHÚC A** z 1.PP do vyšších podlaží ČSN[3; 5.3.4]
- NÚC** - v 2. PP úniková cesta tvořena hromadnou garáží vedoucí na schodiště tvořící NÚC, které se o podlaží výše napojuje na CHÚC A ČSN [1; 9.8.1]
- z ní je možný únik na volné prostranství
- v 1. PP několik únikových cest z požárního úseku P01.09 (sklepní kóje), nejdelší z nich bude posuzována na mezní délku
- požárních úseky P01.06, P01.07 a P01.08 ústí přímo CHÚC
- z požárních úseků P01.10 a P01.11 je možný únik přímo na volné prostranství
- byty ústí přímo do CHÚC, délka NÚC je tedy rovna nule

G.3 Mezní délka NÚC

P02.04-II. – Podzemní hromadná garáž

- L = 37,40m - nejvzdálenější místo v 2. PP přes schodiště v NÚC, ústí do CHÚC A
- L_{max} = 40,00m - mezní délka pro více únikových cest ČSN [1; 9.10; Tabulka 18]
- součinitel a = 1,0

P01.09-III. – Sklepní kóje

- L = 8,05m - nejvzdálenější místo v PÚ - levý horní roh, ústí do CHÚC A
- L_{max} = 25,00m - mezní délka pro jednu únikovou cestu ČSN [1; 9.10; Tabulka 18]
- součinitel a = 1,0

V tomto požárním úseku se nachází vícero ÚC, jsou však od sebe odděleny pevnými překážkami (nelze uvažovat z jednoho bodu několik možných cest k útěku). Byla posouzena největší vzdálenost.

N01.21-III. – Kancelář

- L = 15,68m - nejvzdálenější místo v PÚ - levý horní roh, ústí do CHÚC A
- L_{max} = 40,00m - mezní délka pro dvě únikové cesty ČSN [1; 9.10; Tabulka 18]
- součinitel a = 1,0

Přesto, že je možnost úniku z PÚ další cestou, tak po výstupu na volné prostranství vede jediná cesta kolem POP sousedních PÚ. Uvažují směr úniku do CHÚC typu A.

V 1. NP se nacházejí tři podobné kancelářské PÚ. Pro posouzení byl vybrán největší z nich, s nejvzdálenějším bodem od vstupu do CHÚC. Vzhledem k tomu, že tento PÚ vyhověl, není třeba posuzovat zbylé dva.

G.4 Mezní délka CHÚC

A-P02.01/N06-II. – CHÚC typu A

- L = 94,92m - délka CHÚC z 6. NP do 1. PP ústící na volné prostranství
- L_{max} = 120,00m - mezní délka pro CHÚC typu A ČSN [1; 9.10.5]
- měřen půdorysný průmět schodiště

Byla uvažována nejdelší ze tří CHÚC. Vzhledem k tomu, že vyhověla, není třeba posuzovat zbylé dvě.



G.5 Odvětrání CHÚC

CHÚC typu A je odvětrána nuceně, dle příslušné normy ČSN [1;9.4.2b]. V nejvyšším místě ÚC (schodiště) bude umístěna samotížná klapka pro odvod vzduchu, v nejnižším podlaží bude umístěn ventilátor, vhánící vzduch do CHÚC. Dodávka vzduchu musí být zajištěna (bez ohledu na místo vzniku požáru) alespoň po dobu 10 minut.

G.6 Šířky únikových cest

Jako postačující šířka pro CHÚC i NÚC u skupiny budov OB2, kam spadá i tento objekt, se považuje 1,1 m. Průchod dveřmi může být zúžen na 0,9 m, jde-li o dveře v NÚC, nebo do CHÚC (v podlaží max. 12 obytných buněk). ČSN [3; 5.3.6]

Posouzení ostatních prostor

N01.21-III. - Kancelář

- $u = \frac{E*s}{K} = \frac{32*1,0}{60} = 0,533 \gg 1x$ únikový pruh ČSN [1; 9.11.3]
- minimální šířka NÚC: $1,0 * 550 = 550\text{mm} < 800\text{mm}$
- **KM1** vyhovuje

N01.20-III. - Kancelář

- $u = \frac{E*s}{K} = \frac{31*1,0}{60} = 0,517 \gg 1x$ únikový pruh ČSN [1; 9.11.3]
- minimální šířka NÚC: $1,0 * 550 = 550\text{mm} < 800\text{mm}$
- **KM2** vyhovuje

A-P02.01/N06-II. – CHÚC typu A

- $u = \frac{E*s}{K} = \frac{58*1,0}{120} = 0,483 \gg 1,5x$ únikový pruh ČSN [1; 9.11.3]
- minimální šířka NÚC: $1,5 * 550 = 825\text{mm} < 1200\text{mm}$
- **KM3** vyhovuje (rameno CHÚC/schodiště)

A-P02.01/N06-II. – CHÚC typu A

- $u = \frac{E*s}{K} = \frac{62*1,0}{120} = 0,517 \gg 1,5x$ únikový pruh ČSN [1; 9.11.3]
- minimální šířka NÚC: $1,5 * 550 = 825\text{mm} < 900\text{mm}$
- **KM4** vyhovuje (část dvojkřídlých dveří do chodby v 1. PP)

A-P02.01/N06-II. – CHÚC typu A

- $u = \frac{E*s}{K} = \frac{123*1,0}{120} = 1,025 \gg 1,5x$ únikový pruh ČSN [1; 9.11.3]
- minimální šířka NÚC: $1,5 * 550 = 825\text{mm} < 900\text{mm}$
- **KM5** vyhovuje (část dvojkřídlých dveří, v 1. PP, na VP)
- nutná paniková klika



G.7 Doba zakouření a evakuace

P02.04-II. – Podzemní hromadná garáž

- doba zakouření akumulací vrstvy

$$- t_e = 1,25 * \sqrt{\frac{h_s}{p_1}} = 1,25 * \sqrt{\frac{3,2}{1,0}} = \mathbf{2,24 \text{ min}} \quad \text{ČSN [1; 9.1.2]}$$

- doba evakuace

$$- t_u = \frac{0,75 * l_u}{v_u} + \frac{E * s}{K_u * u} = \frac{0,75 * 24,52}{35} + \frac{12 * 1,0}{50 * 1,5} = \mathbf{0,15 \text{ min}} \quad \text{ČSN [1; 9.12.2]}$$

- $t_u = 0,15 < t_e = 2,24$ - PÚ jako NÚC vyhovuje, **není nutný návrh ZOKT**

G.8 Osvětlení únikových cest

Dle ČSN [1; 9.15.2] musí být nouzové osvětlení u CHÚC typu A funkční minimálně po dobu 60minut.

Nouzové osvětlení bude rozmístěno ve všech CHÚC, v hromadné garáži P02.04, dále v PÚ v 1. NP (N01.19, N01.20, N01.21) a v P01.09 (sklepní kóje). Světla budou v případě požáru napájena vlastními lokálními bateriovými zdroji (nutná revize).

Způsob rozmístění NO je orientačně uveden ve výkresových přílohách. Skutečné rozmístění bude vycházet z výpočtu osvětlení v dalším stupni projektové dokumentace.

H. STANOVENÍ Odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností a vymezení požárně nebezpečného prostoru, zhodnocení odstupových, popřípadě bezpečnostních vzdáleností ve vztahu k okolní zástavbě, sousedním pozemkům a volným skladům

H.1 Odstupy z hlediska sálání tepla od střešního pláště

Dle ČSN [7; Příloha A, Tabulka A.10] uvažujeme střešní pláště jako B_{ROOF} (t3), pokud jsou výrobky pro střešní krytiny během užívání plně zakryty anorganickými střešními materiály, jako jsou:

- prvky z umělého kamene	min 40 mm
- desky s minerálními vlákny	min 40 mm
- volně ložený šterk	min 50 mm (velikost zrn 4-32)
- pískocementový potěr	min 30 mm



- skladba střešního pláště S/01 – Pochozí střecha (nad podzemní garáží P02.04)

- zámková dlažba	40 mm
- podklad (lože z cementem stabilizovaného písku)	40 mm
- geotextílie	-
- hydroizolační fólie (Sarnafil TG 66)	2 mm
- geotextílie	-
- tepelná izolace (XPS Styrodur 3035 CS)	50 mm
- separační fólie	1 mm
- parotěsná zábrana (Sarnawap 3000 M)	-
- spádová vrstva z keramzitbetonu (spád 1,5 – 3,1 %)	30-150 mm
- železobetonová stropní deska	300 mm

- skladba střešního pláště S/02 – Pojezdná střecha (v průjezdu budovou)

- zámková dlažba	80 mm
- podklad (lože z cementem stabilizovaného písku)	70 mm
- betonová mazanina vyztužená KARI sítí 150/150/4	100 mm
- geotextílie	-
- hydroizolační fólie (Sarnafil TG 66)	2 mm
- geotextílie	-
- tepelná izolace (XPS Styrodur 3035 CS)	50 mm
- separační fólie	1 mm
- parotěsná zábrana (Sarnawap 3000 M)	-
- spádová vrstva z keramzitbetonu (spád 1 %)	30-40 mm
- železobetonová stropní deska	300 mm

Střešní pláště S/01 a S/02 splňují podmínky, lze je tedy uvažovat jako B_{ROOF}(t3).

- skladba střešního pláště S/05 – Zelená střecha

- substrát pro výsadbu zeleně (extenzivní)	100 mm
- geotextílie	-
- hydroizolační fólie (Sarnafil TG 66)	3 mm
- geotextílie	-
- tepelná izolace (EPS 100 Z)	200 mm
- separační fólie	1 mm
- parotěsná zábrana (Sarnavap 3000 M)	-
- spádová vrstva z keramzitbetonu (spád 2 - 2,5 %)	30-150 mm
- železobetonová stropní deska	300 mm

Střešní plášť S/05 lze uvažovat jako B_{ROOF}(t3) vzhledem k vrstvě substrátu pro výsadbu zeleně.



H.2 Odstupy z hlediska sálání tepla od obvodových stěn

Odstupové vzdálenosti od obvodových stěn jsou řešeny dle ČSN [1; 10.4.8; Příloha F].

Tabulka 5.1 - Odstupové vzdálenosti od obvodových stěn (tvar PNP dle normy ČSN 73 0802)

Specifikace PÚ a obvodové stěny	Rozměry POP [m]			S _{po} [m ²]	Rozměry stěny [m]		S _p [m ²]	p _o [%]	p _v ⁽¹⁾ [kg/m ²]	d [m]
	ks	b _{POP}	h _{POP}		h _u	l				
P01.06 - SZ stěna	1	0,85	0,90	0,77	0,90	0,85	0,77	100	9,91	0,83
P01.07 - SZ stěna	1	4,09	2,90	11,9	2,90	4,09	11,9	100	60,02	5,14
P01.08 - SZ stěna	1	4,15	2,90	12,0	2,90	4,15	12,0	100	45	4,68
P01.10 - SZ stěna	1	4,60	2,90	13,3	2,90	4,60	13,3	100	42	4,73
N01.19 - SZ stěna	1	4,17	2,90	12,1	2,90	4,17	12,1	100	42	4,58
N01.20 ⁽²⁾	1	1,00	2,90	7,25	2,90	3,80	11,0	65,8	42	3,36
SZ stěna levá	1	1,50	2,90							
N01.20 ⁽²⁾	1	1,00	2,90	6,67	2,90	3,60	10,4	64,1	42	3,30
SZ stěna pravá	1	1,30	2,90							
N02.22 ⁽³⁾	1	1,00	1,50	3,75	1,50	3,37	5,06	74,1	45	3,74
JV stěna	1	1,50	1,50							
N02.23 ⁽⁴⁾	2	1,00	2,10	4,20	2,10	3,17	6,66	63,1	45	3,36
SZ stěna	1	1,50	2,10							
N02.24 ⁽⁵⁾	1	1,50	2,10	5,25	2,10	3,80	7,98	65,9	45	3,46
SZ stěna	1	1,00	2,10							
N02.25 ⁽⁶⁾	2	1,50	1,50	4,50	1,50	3,87	5,81	77,5	45	3,86
JV stěna	1	1,50	1,50							
N02.26 ⁽⁷⁾	1	3,50	2,10	7,35	2,10	3,50	7,35	100	45	4,55
SZ stěna	1	1,50	2,10							
N03.33 ⁽⁸⁾	2	1,50	1,50	4,50	1,50	4,24	6,36	70,8	45	3,63
JV stěna	1	1,50	1,50							
N03.32 ⁽⁹⁾	3	1,50	1,50	6,75	1,50	6,55	9,83	68,7	45	4,05
JV stěna	1	1,50	1,50							
N05.44 ⁽¹⁰⁾	4	1,50	1,50	12,4	2,65	11,6	30,7	40,0	45	1,86
JV stěna	1	1,50	2,24							2,36

Pozn.: (1) Konstrukční systém je nehořlavý, proto se „p_v“ nenavýšuje.

(2) Stejně pro PÚ N01.21

(3) Odstupová vzdálenost d=3,74 m shodná pro otvory v JV stěně PÚ N02.23, N02.24, N02.26, N02.27

(4) Odstupová vzdálenost d=3,36 m shodná pro otvory v SZ stěně PÚ N04.38 a N05.43

(5) Odstupová vzdálenost d=3,46 m shodná pro otvory v SZ stěně PÚ N02.29, N03.31, N03.34-36, N04.37, N04.39-41, N05.44 a N06.45

(6) Odstupová vzdálenost d=3,86 m shodná pro otvor v JV stěně PÚ N02.28

(7) Odstupová vzdálenost d=4,55 m shodná pro otvory v SZ stěně PÚ N02.27, N03.32, N03.33, N04.41, N05.42, N05.44 a N06.45

(8) Odstupová vzdálenost d=3,63 m shodná pro otvory v JV stěně PÚ N03.35 a N04.39

(9) Odstupová vzdálenost d=4,05 m shodná pro otvory v JV stěně PÚ N03.34, N03.36, N04.38, N04.40, N05.43

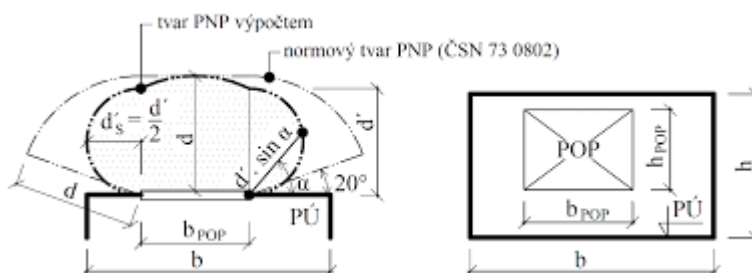
(10) Odstupová vzdálenost d=4,71 m shodná pro otvory v JV stěně PÚ N06.45

Tabulka 5.2 - Odstupové vzdálenosti od obvodových stěn (tvar PNP výpočtem)

Specifikace PÚ a obvodové stěny	Odstupové vzdálenosti vymežující PNP [m]		
	d	d'	d' _s
P01.10 - JV stěna	5,95	3,75	1,87
N01.19 - JV stěna	4,90	3,55	1,77
N01.20 - JV stěna	5,90	3,70	1,85
N02.29 - JV stěna	2,20	1,40	0,70
N03.31 - JV stěna ⁽¹⁾	2,30	1,35	0,67
N04.41 - JV stěna	2,95	1,20	0,60

Pozn.: (1) Odstupové vzdálenosti stejné pro PÚ N04.37 a N05.42
(2) Výstupní protokol z programu na výpočet odstupových vzdáleností viz Příloha č. 1

Obrázek 1 – Legenda tvarů PNP



I. URČENÍ ZPŮSOBU ZABEZPEČENÍ STAVBY POŽÁRNÍ VODOU VČETNĚ ROZMÍSTĚNÍ VNITŘNÍCH A VNĚJŠÍCH ODBĚRNÝCH MÍST, POPŘÍPADĚ ZPŮSOBU ZABEZPEČENÍ JINÝCH HASEBNÍCH PROSTŘEDKŮ U STAVEB, KDE NELZE POUŽÍT VODU JAKO HASEBNÍ LÁTKU

I.1 Vnitřní odběrná místa

V objektu budou osazené hadicové systémy, které musí být napojené na vnitřní vodovod a trvale pod tlakem, s plynulou dodávkou vody. ČSN [6; 6.1]

Bude uvažováno se současným užíváním nejvýše dvou hadicových systémů na jednom stoupačím potrubí. ČSN [6; 6.6]

Hadicové systémy budou umístěny na podestách v CHÚC, ve výšce 1,3m nad podlahou (měřeno od středu hydrantové skříňě). Bude se jednat o systémy s tvarově stálou hadicí (dosah 30m + 10m dostřik) o jmenovité světlosti 19mm. V podzemní garáži bude použit totožný hadicový systém, tentokrát však se jmenovitou světlostí hadice 25mm. ČSN [6; 6.5]

Nutno dodržet rozměry hydrantových skříňí:

- s tvarově stálou hadicí, D19, 30bm: 650 x 650 x 175
- s tvarově stálou hadicí, D25, 30bm: 650 x 650 x 275



N01.21 - Kancelář

- $p * S = 50 * 157,0 = 7850 \leq 9000$
 - kritérium vyhoví, není třeba instalovat hadicový systém
 - byl posuzován největší ze tří kancelářských úseků v 1.NP, vzhledem k tomu, že vyhověl, není třeba posuzovat ostatní

P01.09 - Sklepní kóje

- $p * S = 50 * 121,1 = 6055 \leq 9000$
 - kritérium vyhoví, není třeba instalovat hadicový systém

P02.04 - Hromadná garáž

- netřeba instalovat hadicový systém, dle ČSN [2; Příloha I.7.4]

I.2 Vnější odběrná místa

Podzemní hydrant se nachází na křižovatce ulic Přemyslova a Neklanova, je napojen na vodovodní řad a je vzdálen přibližně 67 m od hlavního vstupu do objektu. Dodržena podmínka největší vzdálenosti vnějších odběrných míst.

- nevýrobní objekt o ploše $S > 2000\text{m}^2 \gg L_{\text{max}} = 100\text{m}$ ČSN [6; 5.2; Tabulka 1]

Vodovodní řad musí splnit podmínky dle ČSN [6; 5.5, Tabulka 2]:

- minimální jmenovitá světlost: DN 150
- doporučený odběr pro výpočet potrubní sítě: $Q = 14 \text{ l/s}$
- nejmenší odběr z hydrantu pro připojení mobilní požární techniky: $Q = 25 \text{ l/s}$

J. VYMEZENÍ ZÁSAHOVÝCH CEST A JEJICH TECHNICKÉHO VYBAVENÍ, OPATŘENÍ K ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI OSOB PROVÁDĚJÍCÍCH HAŠENÍ POŽÁRU A ZÁCHRANNÉ PRÁCE, ZHODNOCENÍ PŘÍJEZDOVÝCH KOMUNIKACÍ, PO PŘÍPADĚ NÁSTUPNÍCH PLOCH PRO POŽÁRNÍ TECHNIKU

J.1 Příjezdové komunikace + NAP

Jako příjezdová komunikace k objektu slouží Přemyslova ulice, dlážděná komunikace s asfaltovými chodníky po stranách. Objekt se nachází v polovině komunikace, ve stávající zástavbě. Přístup do budovy je z přední (SZ) strany budovy, skrz průchod vedoucí k CHÚC.

NAP pro hasičskou techniku se nachází rovnoběžně před objektem, místo parkovacích stání u chodníku o rozměrech 4,35 x 10 m. V případě potřeby je možné zabrat i část ulice. Tato plocha je vybavena označením že se jedná o NAP pro hasičskou techniku a zákazem stání. NAP bude konzultována s Hasičským záchranným sborem zejména kvůli sklonu komunikace. ČSN [1; 12.4.2]



J.2 Zásahové cesty

V objektu neuvažujeme žádné vnitřní zásahové cesty (otvory v obvodových stěnách umožňují vést protipožární zásah). ČSN [1; 12.5.1]

Na střechu je umožněn výlez z posledního NP z CHÚC a po jejím povrchu nic nebrání ve výkonu protipožárního zásahu. V objektu tedy není třeba navrhovat vnější zásahové cesty. ČSN [1; 12.6]

V jihovýchodním rohu budovy je průjezd k rodinnému domu, jako jediná přístupová cesta. Tato cesta musí zůstat průjezdná pro případný průjezd požární techniky.

K. STANOVENÍ POČTU, DRUHŮ A ZPŮSOBU ROZMÍSTĚNÍ HASICÍCH PŘÍSTROJŮ, POPŘÍPADĚ DALŠÍCH VĚCNÝCH PROSTŘEDKŮ POŽÁRNÍ OCHRANY NEBO POŽÁRNÍ TECHNIKY

K.1 Přenosné hasicí přístroje

Počet PHP ve vybraných PÚ

- základní počet PHP

$$- n_r = 0,15 * \sqrt{S * a * c_3} \geq 1,0$$

ČSN [1; 12.8]

- S = celková půdorysná plocha PÚ [m²]

- a = součinitel odhořívání

- c = 1,0 (bez vlivu SHZ či DHZ)

- požadovaný počet hasicích jednotek

$$- n_{HJ} = 6 * n_r$$

- požadovaný počet PHP

ČSN [1; xx,xx]

$$- n_{PHP} = \frac{n_{HJ}}{HJ}$$

- HJ = počet hasicích jednotek PHP (21A = 6 HJ)

K.1.1 Návrh PHP

P01.06 a P01.07 - Kotelna a spol. místnost

$$- n_r = 0,15 * \sqrt{47,8 * 1,03 * 1,0} = 1,05$$

$$- n_{HJ} = 6 * 1,05 = 6,3$$

$$- n_{PHP} = \frac{6,3}{6} = 1,05 \gg 2 \text{ ks}$$

Návrh 2x 21A, 6 kg, práškový

P01.10 - Kancelář

$$- n_r = 0,15 * \sqrt{101,3 * 1,0 * 1,0} = 1,51$$

$$- n_{HJ} = 6 * 1,51 = 9,1$$

$$- n_{PHP} = \frac{9,1}{6} = 1,52 \gg 2 \text{ ks}$$

Návrh 2x 21A, 6 kg, práškový



N01.19, N01.20 a N01.21 - Kanceláře

- půdorysná plocha se nemění natolik, aby měla vliv na návrh PHP

Návrh 2x 21A, 6 kg, práškový (do každého PÚ)

P02.04 - Hromadná garáž (23 stání)

- v hromadných garážích musí být nainstalován pěnový či práškový hasicí přístroj s hasicí schopností 183B 1x pro 10 stání a 1x pro dalších započatých 20 stání ČSN [2; I.7.3]

Návrh 2x 34A, 10 kg, práškový (ekvivalent pro 183B)

P01.08 - Kolárna + sklad odpadu (23,6 m²)

- ve skladovacích prostorách musí být instalován jeden práškový hasicí přístroj s hasicí schopností 21A na každých započatých 100 m² ČSN [3; 5.4]

Návrh 1x 21A, 6 kg, práškový

P01.09 - Sklepní kóje (121,1m²)

- ve skladovacích prostorách musí být instalován jeden práškový hasicí přístroj s hasicí schopností 21A na každých započatých 100 m² ČSN [3; 5.4]

Návrh 2x 21A, 6 kg, práškový

P01.11 - Garáž

- v jednotlivých garážích musí být instalován jeden pěnový či práškový hasicí přístroj s hasicí schopností 183B ČSN [2; I.7.3]

Návrh 1x 34A, 10 kg, práškový (ekvivalent pro 183B)

Podle ČSN [3; 5.4] musí být v objektu instalovány PHP:

- 1x PHP práškový, 21A pro domovní rozvaděč el. energie **Návrh 1x 21A, 6kg, práškový**

- 1x PHP práškový, 21A na každých započatých 200 m² půdorysné plochy (bez plochy bytů)

Návrh 6x 21A, 6kg, práškový (pro všechna podlaží)

Celkem bylo do objektu navrženo:

- 20x PHP 21A, 6 kg, práškový

- 3x PHP 34A, 10 kg, práškový

L. ZHODNOCENÍ TECHNICKÝCH, POPŘÍPADĚ TECHNOLOGICKÝCH ZAŘÍZENÍ STAVBY (ROZVODNÁ POTRUBÍ, VZDUCHOTECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ, VYTÁPĚNÍ APOD.) Z HLEDISKA POŽADAVKŮ POŽÁRNÍ BEZPEČNOSTI

Skříň a dveře hlavního domovního rozvaděče musí vykazovat požární odolnost EI 15-S.

Prostupy rozvodů a instalací, či technických zařízení a elektrických kabelů, musí být navrženy, aby co nejméně prostupovaly požárně dělícími konstrukcemi. Pokud budou prostupy nutné, je třeba, aby konstrukce byla dotažena k vnějšímu povrchu prostupujícího zařízení, aby byla zajištěna celistvost



konstrukce a její požární odolnost. Za předpokladu že nedojde ke snížení PO, lze v dotahované části požárně dělící konstrukci zaměnit. ČSN [7; 6.2.1]

Jakékoliv prostupy rozvodů do CHÚC musí být utěsněny manžetami. ČSN [7; 6.2.2]

Prostupy vzduchotechnických odsávacích zařízení z kuchyní a sociálních zařízení, budou mít ve svém souhrnu plochu menší než (1/100) plochy požárně dělící konstrukce. Vzájemná vzdálenost prostupů bude minimálně 500 mm. ČSN [1; 11.1.3]

Administrativní prostory v 1.NP jsou odvětrávány vzduchotechnickým zařízením. Prostupy požárně dělícími konstrukcemi musí být opatřeny požárními klapkami.

Výtahy v objektu neslouží k evakuaci osob ani k vedení protipožárního zásahu. V případě požáru budou vypnuty. Výtahy musí být řádně označeny!

M. STANOVENÍ ZVLÁŠTNÍCH POŽADAVKŮ NA ZVÝŠENÍ POŽÁRNÍ ODOLNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ NEBO SNÍŽENÍ HOŘLAVOSTI STAVEBNÍCH HMOT

Vodorovné požární pásy tvořeny tloušťkou ŽB monolitické stropní desky a vyzdívkou z keramických tvárnic, obě části konstrukce jsou druhu DP1. Zateplení minerálními vlákny s třídou reakce na oheň A1. Ve vyšších NP jsou vodorovné pásy nahrazeny ustoupením podlaží dovnitř objektu, minimálně o 900 mm. Skladba takto vzniklých teras (S/03):

- zámková dlažba	40 mm
- podklad (lože z cementem stabilizovaného písku)	40 mm
- geotextílie	-
- hydroizolační fólie (Sarnafil TG 66)	2 mm
- geotextílie	-
- tepelná izolace (XPS Styrodur 3035 CS)	150 mm
- separační fólie	1 mm
- parotěsná zábrana (Sarnawap 3000 M)	-
- spádová vrstva z keramzitbetonu (spád 1 %)	20-30 mm
- železobetonová stropní deska	300 mm

Není potřeba výpočet uvolněného tepla, skladba vyhoví.

Svislé požární pásy tvořeny ŽB monolitickými sloupy a vyzdívkou z keramických tvárnic, obě části konstrukce jsou druhu DP1. Zateplení minerálními vlákny s třídou reakce na oheň A1, stejně jako u vodorovných požárních pásů.

Další zvýšení požární odolnosti stavebních konstrukcí není požadováno.



N. POSOUZENÍ POŽADAVKŮ NA ZABEZPEČENÍ STAVBY POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍMI ZAŘÍZENÍMI, NÁSLEDNĚ STANOVENÍ PODMÍNEK A NÁVRH ZPŮSOBU JEJICH UMÍSTĚNÍ A INSTALACE DO STAVBY

N.1 Způsob a důvody vybavení stavby vyhrazenými požárně bezpečnostními zařízeními, určení jejich druhů, popřípadě vzájemných vazeb

Všechny CHÚC v objektu jsou nuceně odvětrávané pomocí nasávání vzduchu v nejnižším místě ÚC a samotížné klapky v místě nejvyšším.

Z nevyhrazených požárně bezpečnostních zařízení bude instalováno:

- nouzové osvětlení (tak aby byly ÚC řádně osvětleny)
- nástěnné hydranty a PHP (umístění viz. výkresové přílohy)
- požární uzávěry otvorů
- požární klapky

N.2 Vymezení chráněných prostor

CHÚC jsou vymezeny požárně dělícími konstrukcemi s navrženou požární odolností.

V objektu se nachází 3 CHÚC typu A. V 1.PP jsou CHÚC stavebně odděleny od zbytku schodiště (z 2.PP do 1.PP vede pouze NÚC).

(viz. výkresové přílohy)

N.3 Určení technických a funkčních požadavků na provedení vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení, včetně náhradních zdrojů pro zajištění jejich provozuschopnosti

Odvětrání CHÚC typu A (v případě požáru) je realizováno dodávkou vzduchu v množství zaručujícím desetinasobnou výměnu objemu prostoru z hodinu, alespoň po dobu 10 minut (spolehlivě zajištěno ventilátorem). Vzduch je odváděn skrz samotížnou klapku v nejvyšším místě prostoru. Na podestách se budou nacházet kouřová čidla a tlačítkové hlásiče.

Všechny byty budou vybaveny zařízením autonomní detekce a signalizace požáru – kouřovým hlásičem s vlastním zdrojem energie (baterie). Hlásič bude umístěn vždy ve směru úniku osob z PÚ na stropní konstrukci.

N.4 Stanovení druhů a způsobů rozmístění jednotlivých komponentů, umístění řídicích, ovládacích, informačních, signalizačních a jisticích prvků, trasa, způsob ochrany elektrických, sdělovacích a dalších vedení, zajištění náhradních zdrojů apod.

Odvětrávání CHÚC bude napájeno z elektrické sítě. Během případného výpadku proudu bude zálohováno náhradním zdrojem elektrické energie (UPS). Tento zdroj bude umístěn vždy ve 2.PP v odděleném prostoru pod schodištěm. Je třeba zajistit pravidelné revize zařízení.



Kabely vedoucí od UPS k systémům požárního odvětrání budou s třídou reakce na oheň B2_{CA}, s1, d0. ČSN [1; 12.9.2]

Central stop - vypnutí el. zařízení v objektu, jejichž funkčnost není nutná při požáru
- musí být umístěn tak aby byl snadno přístupný v případě požáru - zádveří

Total stop - vypnutí všech el. zařízení v objektu
- musí být chráněn proti neoprávněnému či nechtěnému použití
- musí být umístěn tak aby byl snadno přístupný v případě požáru

Spínače pro Total a Central stop budou umístěny v 1.PP, za dveřmi v chodbě vedoucí z CHÚC typu A (P02.01/N06).

N.5 Výpočtová část

Není součástí této zprávy, musí být proveden doplňující výpočet.

N.6 Stanovení požadavků na obsah podrobnější dokumentace

Nejsou žádné speciální požadavky na obsah podrobnější dokumentace.

O. ROZSAH A ZPŮSOB ROZMÍSTĚNÍ VÝSTRAŽNÝCH A BEZPEČNOSTNÍCH ZNAČEK A TABULEK, VČETNĚ VYHODNOCENÍ NUTNOSTI OZNAČENÍ MÍST, NA KTERÝCH SE NACHÁZÍ VĚCNÉ PROSTŘEDKY POŽÁRNÍ OCHRANY POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍHO ZAŘÍZENÍ

Hlavní uzávěr vody a hlavní domovní rozvaděč budou řádně označeny. Umístění hlavního domovního rozvaděče není známo.

CHÚC budou vybaveny fotoluminiscenčními tabulkami, s vyznačeným směrem úniku, přibližně 1,7 m nad podlahou tak, aby bylo z jedné vidět na druhou, a výtah bude označen, že není evakuační ani požární a že během případného požáru bude vypnutý.

U vjezdu do hromadné garáže bude umístěn nápis „Zákaz vjezdu vozidel na LPG či CNG“.

- problematika povolení vjezdu vozidel na tzv. „alternativní paliva“ bude řešena v rozšiřující části bakalářské práce

P. NAVRŽENÉ STAVEBNÍ ZMĚNY

Během vypracovávání požárně bezpečnostního řešení objektu bylo nalezeno několik nedostatků v konstrukci, vyplývajících z požadavků technických norem pro požární bezpečnost. Tyto nedostatky byly „opraveny“ a jsou vyznačeny ve výkresových přílohách zelenou barvou.



Změny:

- aby bylo možné stavebně oddělit 2. PP, a vytvořit tak NÚC z hromadné garáže do 1.PP, bylo ve zmíněném 2. PP změněno schodiště
- přidání předsíněk do NÚC v podzemní hromadné garáži
- v NÚC, v 2.PP, oddělení prostoru pod schodištěm příčkou s dveřmi
- v 1.PP přidána příčka kvůli stavebnímu oddělení CHÚC a NÚC
- doplnění konstrukcí v místech pro svislé požární pásy (v celé výšce budovy)
- úprava rozměrů oken
- přidání dveří vedoucích do CHÚC z kanceláří v 1.NP (předpokládaný směr úniku)
- přetažení stěny v zadní části na severním konci budovy kvůli zásahu PNP na sousední objekt

Q. PŘÍLOHY

Příloha č. 1 - Výstupní protokol z programu na výpočet odstupových vzdáleností

Příloha č. 2 - Výkres PBR 2. podzemního podlaží

Příloha č. 3 - Výkres PBR 1. podzemního podlaží

Příloha č. 4 - Výkres PBR 1. nadzemního podlaží

Příloha č. 5 - Výkres PBR 2. nadzemního podlaží

Příloha č. 6 - Výkres PBR 3. nadzemního podlaží

Příloha č. 7 - Výkres PBR 4. nadzemního podlaží

Příloha č. 8 - Výkres PBR 5. nadzemního podlaží

Příloha č. 9 - Výkres PBR 6. nadzemního podlaží

Příloha č. 10 - Výkres PBR situace

Příloha č. 1

Výstupní protokol z programu na výpočet odstupových vzdáleností

Seznam příloh:

- 1 - P01.10 – JV stěna prosklená
- 2 - N01.19 – JV stěna prosklená
- 3 - N01.20 – JV stěna prosklená
- 4 - N02.29 – JV stěna, 2x okno 1500x1500
- 5 - N03.31 – JV stěna, 2x okno 1500x1500
- 6 - N04.37 – JV stěna, 2x okno 1500x1500
- 7 - N05.42 – JV stěna, 2x okno 1500x1500
- 8 - N04.41 – JV stěna, 4x okno 1500x1500 a 2x francouzské okno
1500x2240

VÝPOČET ODSUPOVÉ VZDÁLENOSTI Z HLEDISKA SÁLÁNÍ TEPLA

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)

2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

P01.10 - JV stěna prosklená

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

42 [kg/m^2]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m^2]

Procento POP ... $p_o =$

100,0 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálavé plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

9,910 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

2,900 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

892 [$^{\circ}\text{C}$]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

104,1 [kW/m^2]

Odstupové vzdálenosti vymežující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

5,95 [m]

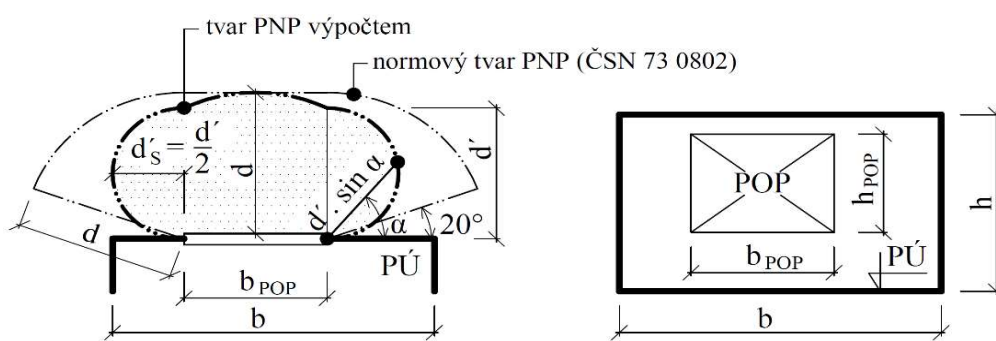
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

3,75 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

1,87 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

PÚ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.

VÝPOČET ODSUPOVÉ VZDÁLENOSTI Z HLEDISKA SÁLÁNÍ TEPLA

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)

2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

N01.19 - JV stěna prosklená

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

42 [kg/m^2]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m^2]

Procento POP ... $p_o =$

100,0 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálavé plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

6,020 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

2,900 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

892 [$^{\circ}\text{C}$]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

104,1 [kW/m^2]

Odstupové vzdálenosti vymežující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

4,90 [m]

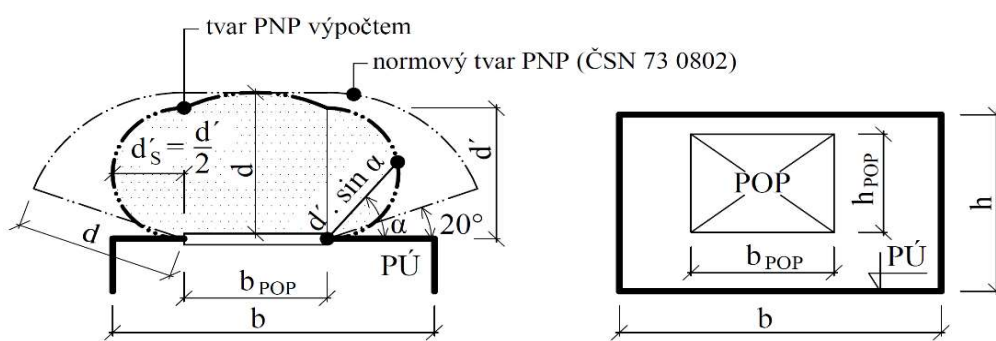
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

3,55 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

1,77 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

PŮ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.

VÝPOČET ODSUPOVÉ VZDÁLENOSTI Z HLEDISKA SÁLÁNÍ TEPLA

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)

2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

N01.20 - JV stěna prosklená

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

42 [kg/m^2]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m^2]

Procento POP ... $p_o =$

100,0 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálavé plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

9,700 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

2,900 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

892 [$^{\circ}\text{C}$]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

104,1 [kW/m^2]

Odstupové vzdálenosti vymežující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

5,90 [m]

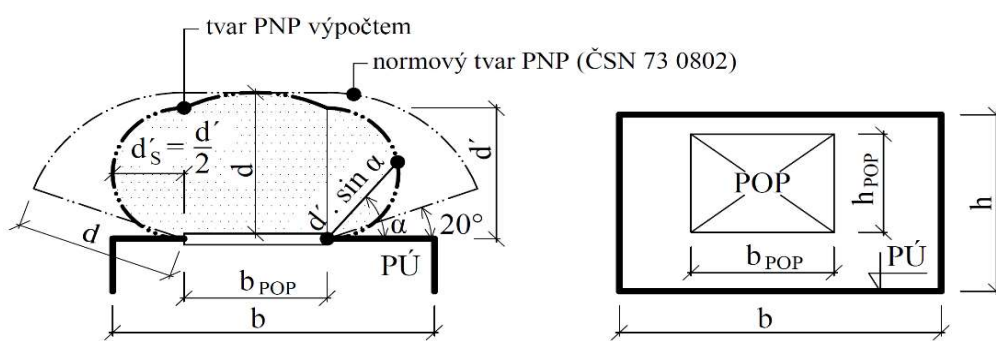
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

3,70 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

1,85 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

PÚ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.

VÝPOČET ODSUPOVÉ VZDÁLENOSTI Z HLEDISKA SÁLÁNÍ TEPLA

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)

2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

N02.29 - JV stěna, 2x okno 1500x1500

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

45 [kg/m^2]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m^2]

Procento POP ... $p_o =$

74,1 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálové plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

3,370 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

1,500 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

902 [$^{\circ}\text{C}$]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

79,9 [kW/m^2]

Odstupové vzdálenosti vymežující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

2,20 [m]

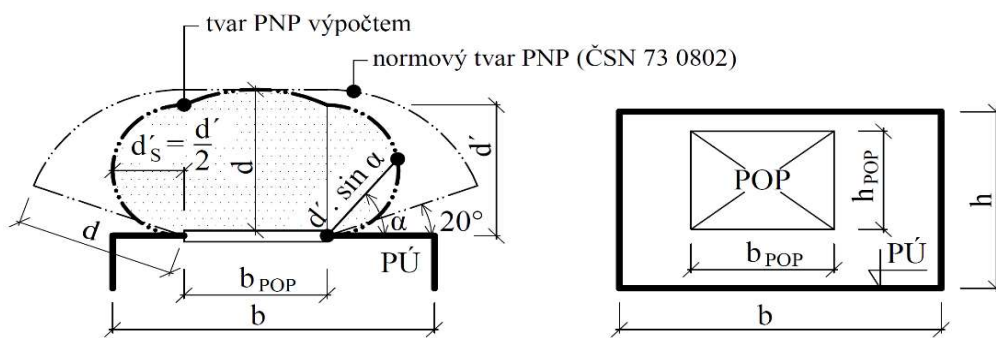
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

1,40 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

0,70 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

PÚ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.

VÝPOČET ODSUPOVÉ VZDÁLENOSTI Z HLEDISKA SÁLÁNÍ TEPLA

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)

2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

N03.31 - JV stěna, 2x okno 1500x1500

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

45 [kg/m^2]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m^2]

Procento POP ... $p_o =$

70,8 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálavé plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

4,240 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

1,500 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

902 [$^{\circ}\text{C}$]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

76,4 [kW/m^2]

Odstupové vzdálenosti vymežující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

2,30 [m]

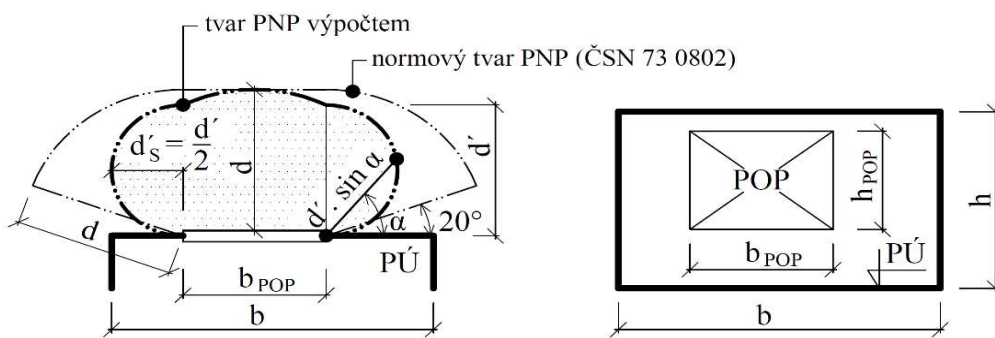
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

1,35 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

0,67 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

PÚ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.

VÝPOČET ODSUPOVÉ VZDÁLENOSTI Z HLEDISKA SÁLÁNÍ TEPLA

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)

2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

N04.37 - JV stěna, 2x okno 1500x1500

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

45 [kg/m^2]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m^2]

Procento POP ... $p_o =$

70,8 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálové plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

4,240 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

1,500 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

902 [$^{\circ}\text{C}$]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

76,4 [kW/m^2]

Odstupové vzdálenosti vymežující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

2,30 [m]

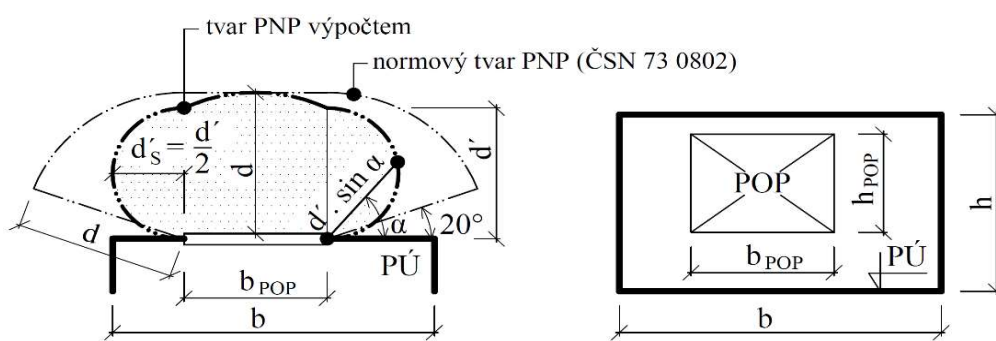
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

1,35 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

0,67 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

PÚ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.

VÝPOČET ODSUPOVÉ VZDÁLENOSTI Z HLEDISKA SÁLÁNÍ TEPLA

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)

2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

N05.42 - JV stěna, 2x okno 1500x1500

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

45 [kg/m²]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m²]

Procento POP ... $p_o =$

70,8 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálové plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

4,240 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

1,500 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

902 [°C]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

76,4 [kW/m²]

Odstupové vzdálenosti vymežující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

2,30 [m]

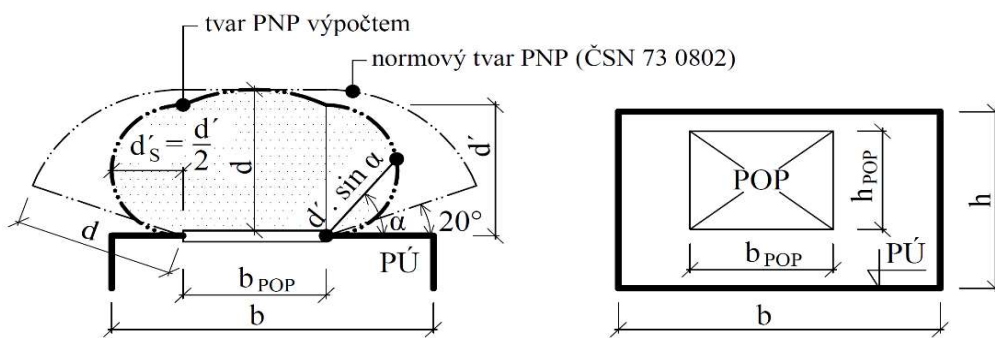
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

1,35 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

0,67 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

PÚ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.

VÝPOČET ODSUPOVÉ VZDÁLENOSTI Z HLEDISKA SÁLÁNÍ TEPLA

VERZE 02 (2016.01)

Okrajové podmínky výpočtu (dle ČSN 73 0802): 1) Průběh požáru dle ISO 834 (normová teplotní křivka)

2) $I_{o,cr} = 18,5 \text{ kW/m}^2$ (na hranici PNP)

Specifikace POP:

3) $\varepsilon = 1,0$ (emisivita požáru)

N04.41 - JV stěna, 4x okno 1500x1500 a 2x francouzské okno 1500x2240

VSTUPNÍ DATA

Výpočtové požární zatížení ... $p_v =$

45 [kg/m²]

Intervaly platnosti:

< 0; 180 >

Konstrukční systém objektu:

nehořlavý

Emisivita ... $\varepsilon =$

1,00 [-]

< 0,56; 1,00 >

Kritická hodnota tepelného toku ... $I_{o,cr} =$

18,5 [kW/m²]

Procento POP ... $p_o =$

50,0 [%]

< 40; 100 >

Rozměry sálavé plochy:

→ šířka ... $b_{POP} =$

14,050 [m]

< 0,01; 30 >

→ výška ... $h_{POP} =$

2,240 [m]

< 0,01; 15 >

VYPOČTENÉ HODNOTY

Předpokládaná teplota v PÚ ... $T =$

902 [°C]

Nejvyšší hustota tepelného toku ... $I_{max} =$

53,9 [kW/m²]

Odstupové vzdálenosti vymežující PNP:

→ v přímém směru uprostřed POP ... $d =$

2,95 [m]

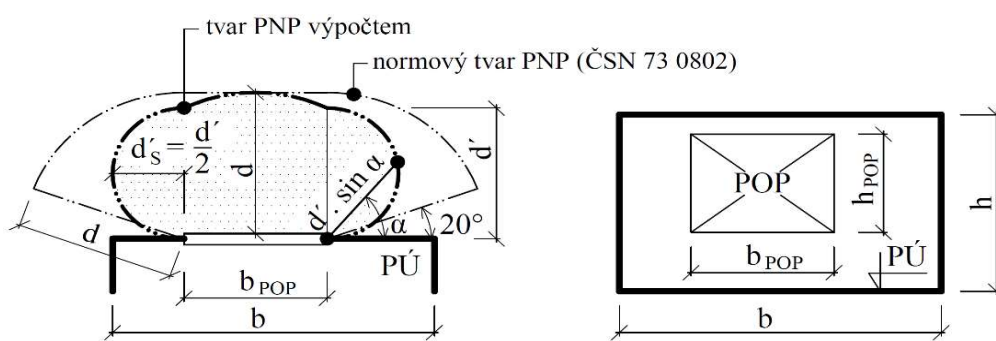
→ v přímém směru na okraji POP ... $d' =$

1,20 [m]

→ do stran na okraji POP ... $d'_s =$

0,60 [m]

PŮDORYS A ŘEZ POŽÁRNÍM ÚSEKEM



$$\text{procento POP} \dots p_o = \frac{b_{POP} \cdot h_{POP}}{b \cdot h} \cdot 100 \text{ [%]}$$

Legenda:

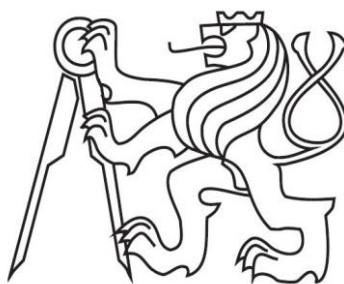
PŮ = požární úsek | PNP = požárně nebezpečný prostor | POP = požárně otevřená plocha



Ing. Marek Pokorný, Ph.D.

ČVUT v Praze | Fakulta stavební | Katedra konstrukcí pozemních staveb

Studijní pomůcka vznikla za podpory Fondu rozvoje vysokých škol pro rok 2010.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

Požární hledisko hromadných garáží pro automobily na plynná paliva

Bakalářská práce

(Svazek III/III)

NÁZEV STAVBY: Bytový dům v ulici Přemyslova v Praze 2 - Vyšehrad

MÍSTO STAVBY: ulice Přemyslova, parcela č. 159/1, 159/2, 159/3

PROJEKTANT STAVBY: Martin Maj

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. arch. Petr Hejtmánek

Kristián Filsak

Praha 2016



Abstrakt

Předmětem této části bakalářské práce je požární hledisko hromadných garáží pro automobily na plynná paliva, především půjde o zhodnocení stávajícího stavu legislativy, která se tématem zabývá a o návrh patřičných požárních opatření. V úvodu jsou vysvětleny motivační pohnutky, které vedly k výběru daného tématu a cíle, kterých si práce klade dosáhnout. Dále se práce zabývá okrajově vývojem automobilů na plynná paliva během staletí, jejich současným stavem a požárními zkouškami a jaký je přínos zmiňovaných vozů společnosti. Práce popisuje, jaké druhy plyných paliv jsou nebo byly používány jako pohonné hmoty a také nebezpečí spojená s jejich únikem do ovzduší. V neposlední řadě bakalářská práce shrnuje současný stav české legislativy, dotýkající se tématu a říká co v garáži pro vozidla na LPG či CNG nesmí chybět. V poslední části se práce bude zabývat návrhem podle platných postupů řešení pro podzemní hromadnou garáž, do které bude povolen vjezd automobilů na plynná paliva. Jako příklad poslouží garážové prostory v objektu řešeném v předchozí části bakalářské práce.

Klíčová slova

Plynná paliva, vývoj paliv, legislativa, LPG, CNG, LNG, garáž, hromadná garáž, požární větrání

Abstract

This part of the thesis deals with fire aspects of garages for gas fuel cars, primarily through the assessment of the current legislation state that solves the issue and a proposal of appropriate fire protection measures. The introduction explains the motivation that led to the choice of topic and presents the goals that the work should achieve. Furthermore, the work deals with the development gas fuels cars over the centuries, their current state, fire tests and the benefits which these cars gave to the society. Work describes what types of gas are or have been used as a fuel and also the dangers associated with their release into the atmosphere. Finally, the bachelor summarizes the current state of Czech legislation touching the subject and tells what the garage for vehicles on LPG or CNG cannot be missing. The last part of the work discusses the draft according to valid resolution procedures for underground collective garage, where gas fuel cars will be allowed to enter. As an example are serving the parking spaces in the residential building solutions in the previous parts of this thesis.

Key words

Gas fuel, development of fuels, legislation, LPG, CNG, LNG, garage, collective garage, fire safety ventilation



OBSAH

ABSTRAKT	II
OBSAH	III
1. ÚVOD	4
1.1 Motivace pro bakalářskou práci.....	4
1.2 Cíle.....	5
2. VÝVOJ AUTOMOBILŮ NA PLYNNÁ PALIVA	6
2.1 Vývoj.....	6
2.2 Současnost.....	8
2.2.1 Emisní norma Euro.....	8
2.3 Zkoušky.....	9
2.3.1 Ralsko, Česká republika, 1.-3.12.2014.....	9
2.3.2 Zkouška německého autoklubu ADAC, 10.12.2009.....	11
2.3.3 Vyhodnocení.....	12
2.4 Přínos vozidel na plynná paliva.....	13
3. PLYNNÁ PALIVA	14
3.1 LPG (Liquefied Petroleum Gas).....	14
3.2 CNG a LNG (Compressed/Liquefied Natural Gas).....	16
3.3 Vodík.....	17
3.4 Svítiplyn.....	18
3.5 Dřevoplyn.....	18
4. RIZIKA SPOJENÁ S PLYNNÝMI PALIVY	19
5. LEGISLATIVA PRO HROMADNÉ GARÁŽE	22
5.1 Současný stav.....	22
5.2 Důležité úkony.....	23
6. NUTNÁ OPATŘENÍ GARÁŽÍ	25
6.1 Provozní větrání.....	25
6.2 Požární větrání.....	25
6.3 Havarijní větrání.....	26
7. NÁVRH HROMADNÝCH GARÁŽÍ	30
7.1 Provozní větrání.....	31
7.2 Požární větrání.....	32
7.1.1 ZOKT.....	34
7.2.2 EPS.....	34
7.3 Havarijní větrání.....	36
7.4 Hlásiče a bezpečnostní označení.....	37
8. ZÁVĚR	38
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	39

1. ÚVOD

1.1 Motivace pro bakalářskou práci

Dnešní doba je doba všemožných regulací škodlivin vypouštěných v různých formách do našeho okolí. Jedním z mnoha odvětví, ve kterých lidé zareagovali na tento trend, je i automobilový průmysl. Trh byl obohacen o vozy na tzv. alternativní plynná paliva. Jak již napovídá název, tyto vozy nevyužívají jako pohonnou hmotu benzín či naftu, ale různé druhy spalitelných plynů získatelných v přírodě, např. CNG (stlačený zemní plyn), LNG (zkapalněný zemní plyn) či LPG (ropný plyn). [1], [2]

Popularita těchto vozů stoupá nejen kvůli atraktivnějším cenám pohonných hmot, nízké spotřební dani, která činí v letošním roce u LPG 2,15 Kč/l (pro srovnání, spotřební daň benzínu činí 12,84 Kč/l), ale také třeba kvůli problematickému odčerpávání paliva z nádrže, což ztěžuje práci zlodějům. V 86 zemích světa je evidováno jenom k roku 2014 více než 22 miliónů automobilů na CNG či LNG, v České republice statistika hovoří o 12 tisících vozech na CNG a o cca 200 tisících vozech na LPG v roce 2015. S rostoucím počtem těchto automobilů se nezvyšují pouze počty specializovaných plnicích stanic, ale také nároky na bezpečné uskladňování a odstavování vozů. [37], [39]

Oba plyny (LPG i CNG) jsou nedýchatelné a ve větší koncentraci životu nebezpečné a jsou také výbušné. Ropný plyn LPG je navíc těžší než vzduch, drží se u země, v montážních jamách a různých prohlubních. Proto při případném zamoření prostoru hromadných garáží hrozí udušení. Proto by se tato problematika rozhodně neměla opomínat. Vzhledem k tomu, že zmíněné vozy potřebují k dojezdu srovnatelným s vozem poháněným benzínem či naftou větší obsah nádrže, hrozí i větší rizika při náhodném úniku plynů do ovzduší. Proto byl těmto vozidlům dlouho zakazován vjezd do podzemních hromadných garáží, které nebyly pro jejich potřeby uzpůsobeny. [1], [2], [8]

Dříve pro tento stav věcí chyběla legislativa, nebyl žádný požadavek na umístění automobilů na plynná paliva do hromadných garáží. Provozovatelé těchto parkovacích prostor si tedy situaci ulehčovali a vjezd zmiňovaných vozidel zakazovali. V roce 2010 došlo ke změně. Byla uvedena v platnost norma ČSN 73 0833 [36], která říká, že u hotelů musí být hromadná garáž uzpůsobena pro plynná paliva. Následující rok (2011) byla novelizována vyhláška 23/2008 Sb.(268/2011), kde se v §17 hovoří o nutném vybavení hromadných garáží. A současně byla vydána norma ČSN 73 6058, kde je přímý požadavek na navrhování hromadných garáží i pro automobily na CNG či LPG (10% z počtu stání). Dnes u starších objektů zákaz vjezdu přetrvává, avšak u objektů nových, kde jsou podzemní hromadné garáže **speciálně upravené** (např. hotely, obchodní centra, sportovní haly, kulturní zařízení...) je vjezd těchto vozidel již povolen. Přesto je však výše zmíněná vyhláška 268/2011 Sb. spíše obecná. Je třeba se této problematice věnovat, pracovat na zpřesnění jejího řešení a i proto jsem si toto téma vybral. [1], [2]

Tato práce je pojata ze dvou pohledů. Jelikož jedno nemůže existovat bez druhého, první část je věnována plyným palivům (jejich vývoji, rozdělení a výhodám) a v části druhé se práce věnuje problematice legislativy, upravující parkování vozů na plynná paliva v uzavřených (podzemních) prostorách.



1.2 Cíle

Cílem této bakalářské práce je prohloubení dotčené problematiky. Stále totiž existuje určité zmatení, jaká zařízení se v prostorách hromadných garáží instalovat musí a jak mají fungovat. Vyhláška 268/2011 Sb. je obecná, stejně tak technická norma ČSN 73 6058 je bez konkrétních požadavků a návrh protipožárního opatření je víceméně „individuální volbou“ projekční kanceláře.

Práce seznamuje se současným stavem výše zmíněné legislativy a shrnuje, co o hromadných garážích říká. Dále pojednává o potřebných bezpečnostních prostředcích, jejich umístění, činnosti a také analyzuje zdravotní a bezpečnostní rizika při úniku plynu do prostoru hromadných garáží. Za hlavní cíl si klade navrhnout potřebné požárně bezpečnostní zařízení do hromadných garáží



2. VÝVOJ AUTOMOBILŮ NA PLYNNÁ PALIVA

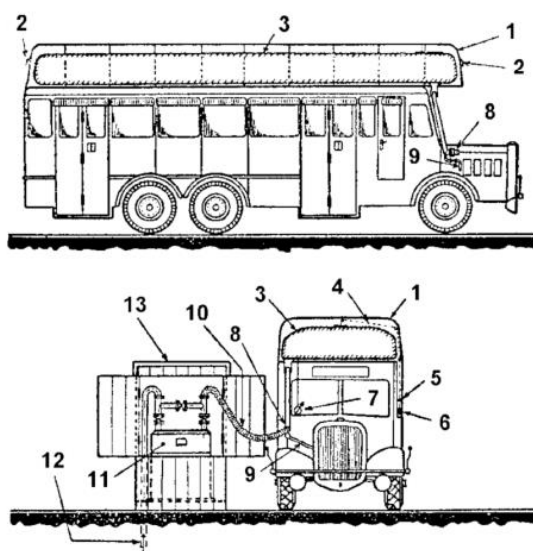
2.1 Vývoj

Není všeobecně známo, že první vozidla, která byla v počátcích sestrojována, byla poháněna právě plynem a ne naftou či benzinem. První patent získal roku 1807 Issac de Rivaz, švýcarský armádní veterán, pro své vozidlo poháněné výbušným motorem, který měl jeden válec. Vůz byl postaven a veřejně zkoušen a jako palivo byl použit svítiplyn. Za opravdu úspěšného tvůrce výbušných motorů lze však považovat až Jeana Josepha Etiennea Lenoira. Tento francouz s belgickým původem získal v roce 1859 patent na motor poháněný svítiplynem a o rok později již začal se stavbou vozu s plynovým motorem, kde byl stlačený plyn uskladněn v nádrže umístěné ve vozidle. V roce 1863 byl vůz odzkoušen na trati dlouhé 18 km s rychlostí 6 km/hod a vše nasvědčovalo tomu, že budoucnost bude patřit právě plynu. [3], [8]

Motory na plyn byly zdokonalovány dalšími vynálezci a průkopníky, v roce 1872 byl poprvé použit jako palivo zemní plyn (metan). V tomto období se však již začaly uplatňovat jako pohonné hmoty i hmoty kapalné, jako je petrolej (1863) a nafta (1873). Zejména v 20. století se pak staly v automobilovém průmyslu rozhodujícími.

V polovině 20. století se o návrat plynových vozidel zasloužily dva největší válečné konflikty, první a druhá světová válka, během kterých byl kapalných pohonných hmot nedostatek. A vzhledem k tomu, že některé státy disponovaly dostatečnými ložisky uhlí, byla nasnadě záměna benzínu za svítiplyn. Během používání tohoto plynu jako paliva byly zjištěny skvělé vlastnosti vyplývající z jeho užívání. I v mrazivém počasí motory lépe startovaly, plyn byl logicky levnější a již tehdy si lidé uvědomovali, že je ekologičtější. Jelikož se plyn používal nestlačený (používán především u autobusů, viz obr. č. 1), měly automobily velmi malý dojezd, a proto byl vývoj nemilosrdně postrčen cestou stlačených plynů. Zavádění užívání těchto plynů v dopravě se datuje do třicátých let. Kolem roku 1930 byly vyráběny kompresní tankovací stanice a tlakové lahve, přestavovaly se automobily a vůbec se stlačený plyn začal běžně používat, především ve Francii odkud se fenomén šířil dál. Jednalo se hlavně (stále) o svítiplyn, ale souběžně se experimentovalo s dalšími plyny, jako jsou metan a kalový plyn. [3], [8]

Obrázek č. 1: Autobus na pohon nestlačeným svítiplynem [17]



- 1 - ochranná konstrukce kolem balonu s plynem
- 2 - ventilace
- 3 - balon s plynem
- 4 - lanko
- 5 - ukazovatel
- 6 - protizávaží
- 7 - manometr
- 8 - plnicí ventil
- 9 - přívod k motoru
- 10 - plnicí hadice
- 11 - plynoměr
- 12 - k plynovodní síti
- 13 - tankovací stanice



Jedním z nejmladších plynných paliv je zkapalněný uhlovodíkový plyn, začal se v Evropě používat ve třicátých letech. Byl získáván jako vedlejší produkt při výrobě benzínu z uhlí a velké využití nalezl v tehdejší Německu, kde ho v roce 1937 spotřebovali 50 tisíc tun. [3]

V městské hromadné dopravě bylo použití plynu aplikováno nejdříve na tramvaje, jednalo se o stlačený svítiplyn v nádržkách o objemu 1 m³ a byl stlačen přetlakem 6 atmosfér. Takto upravených tramvajů bylo 6 a jezdily v Drážďanech již v roce 1893.

Na první autobusy na stlačený svítiplyn se dostalo až o cca 40 let později, kdy v Berlíně bylo upraveno 23 autobusů na tento pohon a v roce 1940 byly autobusy přestavovány na plyn také v Paříži. V Evropě se vyskytovaly stovky autobusů upravených na stlačený svítiplyn, ve 40. letech. Kvůli nedostatku kapalných pohonných hmot během druhé světové války, jezdily tedy v Evropě automobily všech druhů, nejen na svítiplyn či uhlovodíkové plyny, ale také dřevoplyn nacházel své uplatnění. Ten byl v Německu používán také pro pohon lokomotiv. Po druhé světové válce se však opět začalo vracet ke kapalným pohonným hmotám. [3]

Nový nástup plynných paliv přišel v 60. a 70. letech, v současných 90. letech docházelo k silnému přechodu na plyn. Od té doby se plynné pohonné látky stále více prosazují.

• České země

Benzínový spalovací motor se u nás objevil koncem 19. století ale využití plynu v dopravě začalo až v roce 1936. Opět se jednalo o svítiplyn, který ve své stlačené formě poháněl jak osobní automobily, tak autobusy a třeba i traktory. Roku 1937 došlo k přestavbě vozidel městské autobusové dopravy v Hradci Králové po dohodě s městskou plynárnou. Na stlačený svítiplyn začaly jezdit autobusy také v Praze a dalších městech. V Praze v Michli byla postavena kompresní tankovací stanice a jejich počet během války (1942) rostl. Roku 1944 byla zprovozněna i linka autobusů na nestlačený svítiplyn. Vzhledem k druhu paliva však byly vozy vhodné pouze pro kyvadlovou dopravu v blízkosti plynovodní sítě. Díky válce a s ní spojenému nedostatku pohonných hmot docházelo i k přestavbám na dřevoplyn, což doprovázel pohled dřevěných špalíků na střechách vozů. Po válce však užívání plynů upadá a opět se přechází na „klasická“ kapalná paliva. [3]

Obrázek č. 2: Plnicí stanice stlačeného svítiplynu v areálu Pražské obecní plynárny v Michli [3]



Od roku 1981 byla u nás provedena první přestavba vozidla na zemní plyn a do budoucna byly vytvořeny veliké plány, konkrétně roku 1985, kdy byla vypracována studie, která zamýšlela náhradu kapalných paliv zemním plynem. Po ČR se mělo postavit několik desítek plnicích stanic, přestaveny



měly být především autobusy a nákladní automobily (i když se počítalo i s přestavbou automobilů osobních). Bohužel se v praxi pracně jednotlivé přestavby vozů neosvědčily (tehdy jediný pro nás přijatelný způsob) a to vedlo ke zpomalení plánu až k jeho úplnému zastavení. Tím jsme přišli o celosvětové prvenství v plynofikaci dopravy. Dostaly se před nás země, které s ní začali později a neváhaly využít poznatků z jejich počátečních fází. [3]

2.2 Současnost

Těsně před přelomem tisíciletí se karta začala obracet. V roce 1999 se v ČR, v oblasti osobní automobilové dopravy, schválily hromadné přestavby vozů na zemní plyn. U autobusů byl ukončen vývoj plynového motoru výrobcem Škoda LIAZ, tento motor podle platného testu EHK splňuje emisní limit EURO 2 (viz tab. 1, kap. 2.2.1).

Pro osobní automobily je dnes na trhu ČR nejběžnější LPG. Je k dispozici dostatečně hustá distribuční síť (více než 650 čerpacích stanic), přestavba klasických spalovacích motorů je nabízena celou řadou specializovaných firem a v některých případech jsou takové vozy nabízeny přímo výrobcem automobilů. Prodej nových vozů rok od roku roste a roste také poptávka po tzv. hybridních vozech (vozidlo může fungovat jak na benzín tak na plyn), především kvůli příznivějším cenám oproti kapalným pohonným hmotám.

Další, u nás hojně rozšířená, látka je CNG, které se uplatňuje spíše autobusové dopravě, kde se počet takto upravených vozů za posledních 10 let téměř zčtyřnásobil. Co se týče osobních a nákladních automobilů poháněných palivem CNG, jejich počet vzrostl od roku 2005 na třicetnásobek tehdejšího počtu. A samozřejmě s více automobily na tento plyn musí zákonitě růst i počet čerpacích stanic, kde lze doplnit nádrž (do konce letošního roku má být v provozu 150 stanic).

V současné době je Ministerstvem životního prostředí, Ministerstvem průmyslu a obchodu a Ministerstvem dopravy připravován plán s názvem „Národní akční plán čisté mobility“, který by měl snížit zdravotně rizikové emise z dopravy (prachové mikročástice, polycyklické aromatické uhlovodíky, benzen, aldehydy,...). Zabývá se rozvojem infrastruktury pro alternativní paliva, elektromobilitou, palivy CNG, LNG a v jisté menší míře i vodíkovou technologií. Dále se zabývá rozvojem dobíjecích a plnicích stanic a cílem „Plánu“ je podpořit rozvoj alternativních paliv v dopravě. Plán je dlouhodobý pro období 2015-2018 s výhledem do roku 2030 a vychází z evropské směrnice 2014/94/EU o zavádění infrastruktury na alternativní paliva. [38]

2.2.1 Emisní norma Euro

Jedná se o závaznou emisní normu, platící v zemích Evropské unie, stanovující hraniční hodnoty škodlivin ve výfukových plynech. Hodnoty prvků se udávají v miligramech za kilometr, který automobil ujede. Norma však neřeší všechny škodlivé látky, které se ve výfukových plynech dostávají do ovzduší. Tyto emise se dají efektivně snížit například použitím právě zemního plynu (v souhrnu je může snížit cca o třetinu). [6]



První emisní norma, která řešila množství škodlivin ve výfukových plynech, vznikla v roce 1968 v Kalifornii, v Evropě vstoupila první emisní norma v platnost až v roce 1971. Avšak první „Euro“ norma spatřila světlo světa roku 1992 (každé cca 4 roky vychází nová). Od září 2014 vstoupila v platnost norma Euro 6.

Tabulka č. 1: Příklad požadavků na emise Evropské unie [17]

Typ (rok)	Regulovaná složka emisí				
	CO ⁽¹⁾	HC ⁽²⁾	NO _x ⁽³⁾	HC+NO _x	Pevné částice
EURO-I (1992)	4,5	1,1	8,0	-	0,36
EURO-II (1996)	4,0	1,1	7,0	-	0,15
EURO-III (2000)	2,0	0,6	5,0	-	0,10

Pozn.: (1) CO - oxid uhelnatý
(2) HC - uhlovodíky
(3) NO_x - oxid dusíku

2.3 Zkoušky

2.3.1 Ralsko, Česká republika, 1.-3.12.2014

V roce 2014 u nás došlo k několika zkušebním požárům osobních automobilů, které ve spolupráci s Policií České republiky a s automobilkou Škoda auto a.s., provedl Technický ústav požární ochrany (TÚPO). Tento ústav je veden jako organizační složka Ministerstva vnitra - Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky a jednou z jeho hlavních činností je zabezpečení, koordinace a provádění výzkumu a vývoje v požární ochraně. Místo konání zkoušek bylo v areálu Trhací jámy pyrotechnické služby Policie České republiky ve vojenském prostoru v Ralsku. [16]

• Účel zkoušek

Hlavním cílem zkoušek bylo popsat jak se požár šíří po povrchu nehořlavých materiálů, např. po karoserii, a na základě těchto zjištění definovat charakteristické a významné příznaky šíření požáru po takovýchto materiálech. Při pokusech se počítalo s možností ovlivnění či zkreslení průběhu šíření požáru zvoleným druhem paliva na zkoušeném vozidle. Dále se zjišťoval hmotnostní úbytek hořlavých materiálů způsobený požárem, pro pozdější potřeby matematického modelování zkoušek se měřily změny teplot v různých částech vozidel a ověřovalo se, zda jde pro podobné zkoušky matematické modelování použít.

Dále bylo třeba zjistit, jaké nebezpečí vzniká v důsledku odhořívání plynného paliva unikajícího během požáru z nádrže pomocí tavné pojistky (směr, účinky a vzdálenost plamene), dobu vyhoření plynu a celkovou dobu hoření vozidel. Pomocí teplotních čidel se měřily teploty na tlakových lahvích s plynem CNG a zjišťovalo se, jak se prohřejí ve spojitosti se zareagováním tavné pojistky a jak rychle tato bezpečnostní pojistka zareaguje.

Nakonec bylo potřeba popsat, jakou strukturu měly střepy skel před a po požáru, definovat rozdílnosti jejich lomů ve spojitosti s jejich zničením a chemicky je analyzovat. Hledal se možný podpurný prostředek hoření v závislosti na použitých provozních kapalinách a zkoumalo se, zda je pravděpodobné znečištění vraku automobilu palivem během likvidace požáru. [16]

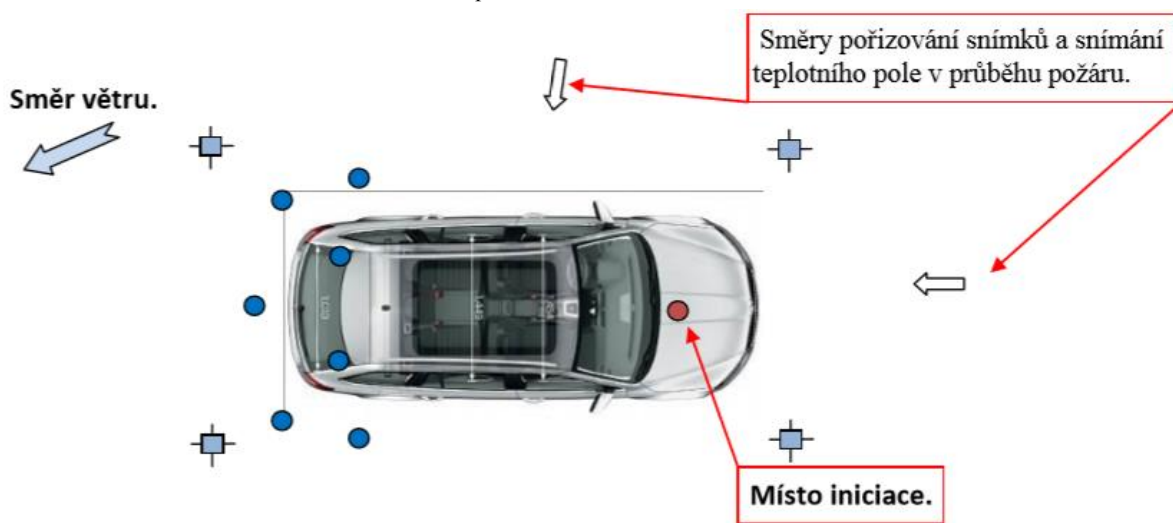


• Průběh zkoušek

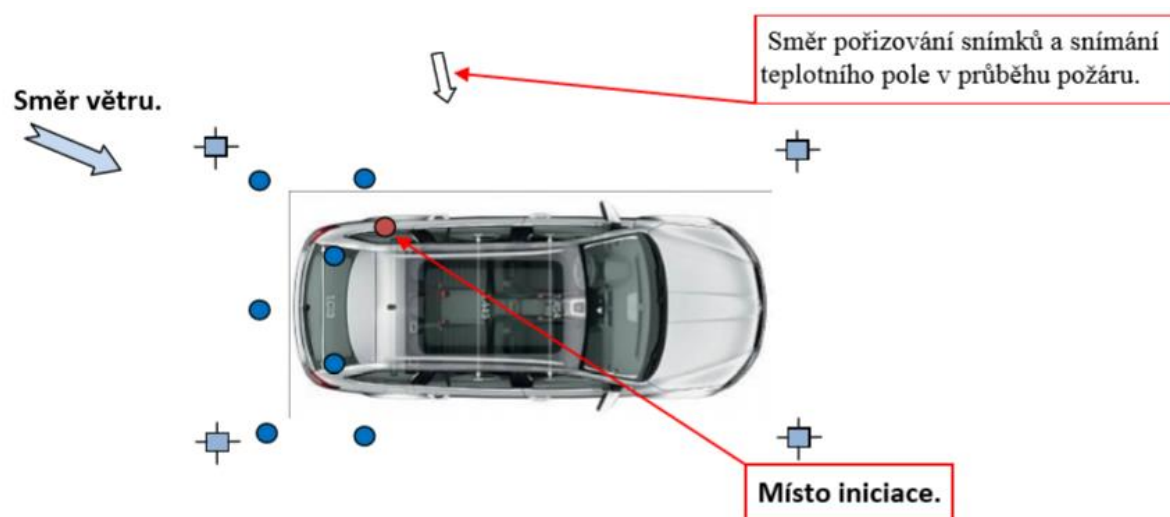
Zkoušky trvaly tři dny (od 1.12.2014 do 3.12.2014). Třetí den zkoušek byl věnován zkoušení automobilů s pohonem na CNG. Zkoušely se dva osobní automobily, každý s jiným ohniskem požáru. Jednou byl požár iniciován simulovanou technickou poruchou v motorovém prostoru, podruhé byla iniciace provedena úmyslným zapálením podběhu pomocí smotku kartonu (tedy bez akcelerantu).

V průběhu zkoušek bylo snímáno teplotní pole plechu přední kapoty v době jeho prohřívání, pomocí kamery s termovizí. Po určitém časovém intervalu, během kterého zuhelnatěl na plechu přední kapoty lak, se kamera s termovizí přesunula k boční straně automobilu, aby bylo možné sledovat teplotní změny na boku karoserie vozidla. U druhé zkoušky byl průběh požáru sledován pouze z boku vozidla. Směry snímání teplotního pole jsou vyznačeny na obrázku č.3 a 4. [16]

Obrázek č. 3: Umístění vozidla během zkušebního požáru [16]



Obrázek č. 4: Umístění vozidla během zkušebního požáru [16]



⊞ - čidlo měření tepelného toku

● - termočlánky



Čidlo měření tepelného toku bylo kolem vozidla umístěno čtyřikrát ve vzdálenosti 0,5m od karoserie vozu. Na každém stojanu byly umístěny ve výškách 1 a 1,5 metru nad povrchem termočlánky (v horizontální poloze). Další termočlánky, byly umístěny od zadní části karoserie ve vzdálenosti 0,8 metru a také termočlánky umístěné v blízkosti tavné pojistky plynových nádrží.

Po dohoření vozidla byl proveden odběr střeptů ze skla čelního a u dveří, bylo nafoceno šíření požáru po karoserii, v interiéru byla provedena jak fotodokumentace, tak videozáznam za účelem hledání ohniska vzniku požáru z kriminalistického hlediska. Dokumentace vnějších ploch automobilu byla provedena po třech hodinách jeho odstavení. [16]

Obrázek č. 5: Automobil po skončení zkoušky



Obrázek č. 6: Tlakové lahve na CNG ve spodní části vozu



Zdroj: fotoarchiv Ing. Marka Pokorného

2.3.2 Zkouška německého autoklubu ADAC, 10.12.2009

Zkoušku s automobilem (jmenovitě se jednalo o Opel Astra Caravan) přestavěným na plyn LPG prováděl německý autoklub ADAC. Vozidlo bylo nejdříve podrobeno nárazové zkoušce, kde bylo vystaveno zadnímu nárazu. Zkoušený automobil měl nádrž s plynem místo rezervního kola, takže první, co bylo po nárazu kontrolováno, bylo poškození zásobníku, jeho upevnění a plynotěsnost. Vše se ukázalo v pořádku, pouze zdeformované zadní dveře vozu znemožňovaly účinné ohledání. [7]

Následná požární zkouška probíhala následujícím způsobem: Nárazem poškozený kontrolovaný vůz byl zapálen pomocí několika nádob naplněných benzínem, umístěných pod zadní částí vozu (pod zásobníkem s plynem). Po prvních čtyřech minutách od zapálení benzínu, došlo ke kontrolovanému úniku plynu přetlakovým ventilem, díky čemuž se snižoval tlak v zásobníku. V průběhu zkouškového požáru unikalo palivo ventilem dále a cca po deseti minutách byl zásobník prázdný. Došlo tedy k úniku a vyhoření veškerého plynu, kdy plamen směřoval k zemi z důvodu bezpečnosti. Žár uvolňovaného plynu nebyl nikterak velký ani u vozidla ležícího na boku (nepředstavoval závažné nebezpečí). Po uhašení požáru došlo ke zjištění, že palivový zásobník na LPG byl neporušený, tedy nedošlo k jeho roztrhnutí uvnitř vznikajícími tlaky. Tomu zabránil pojistný přetlakový ventil, který zajistil postupný únik plynu. Nemohlo dojít k jeho prudkému úniku, nedošlo tedy ani k výbuchu. [7]

Ze zkoušky autoklubu ADAC vyplývá, že automobily opatřené přestavbou na plyn LPG jsou v případě autonehody bezpečné. Totéž platí i pro případ požáru. Tyto výsledky jsou však podmíněné tím, že během přestavby byly dodrženy všechny bezpečnostní předpisy a přestavba samotná byla provedena profesionály. [7]



2.3.3 Vyhodnocení

Při prosazování zemního plynu jako alternativního paliva pro automobily, bylo nutné provést několik zkoušek či experimentů, které by objasnily chování těchto vozidel v podmínkách požáru. V těchto zkouškách byly použity vozy na kapalná paliva, doplněná zařízeními a zásobníky na pohon CNG. Vozy byly provozuschopné, pojízdné a před zkouškou byl vůz vždy nastartován. [4]

Zkoušky nám přinesly následující výsledky a z nich vyplývající **doporučení a konstatování**:

- Montáž pohonného systému na zemní plyn musí provádět odborná a oprávněná firma.
- Používané díly pro montáž pohonného systému na CNG musí být výhradně originální, výrobcem přímo určené k montáži.
- Neodborná a provizorní řešení nejsou povolena.
- Každá nádrž je vybavena bezpečnostním přetlakovým ventilem aby se během požáru předešlo přílišnému natlakování zásobníku s plynem. Tímto ventilem po dosažení jeho tavicí teploty plyn uniká a hoří.
- Po dobu úniku hořícího plynu ze zásobníku se intenzita požáru zvýší, nejedná se však o mimořádný jev. Toto zvýšení lze přirovnat ke zvýšení intenzity požáru při rozlití kapalného paliva z nádrže. Projev zvýšeného hoření CNG je pozorován v místě tvorby plynovzdušné směsi, přibližně ve vzdálenosti 5 m od vozidla. Jako hasebná látka postačuje voda.
- Během zmíněného úniku kapalného paliva z nádrže automobilu může dojít k šíření požáru dál od jeho ohniska po podlaze či vozovce. K hasebným účelům je třeba použít pěnu.
- Po tom, co bezpečnostním ventilem unikne (a vyhoří) všechn plyn, hoří dále „pouze“ automobil, při úniku kapalného paliva toto palivo stále hoří v ploše rozlití a musí se hasit. [4]

Parkování v hromadných garážích však stále nese určitá rizika, proto ve většině parkovacích (uzavřených) prostorách převládá zákaz vjezdu takto upravených vozidel. Ale pokud osoba vlastní podobný vůz nebude mít kde zaparkovat, bude docházet k případům (v praxi těžko kontrolovatelným), kdy vozy stejně budou parkovány v nevyhovujících prostorách. Na to je třeba myslet a posouvat nároky na bezpečnost stále dál. [4]



2.4 Přínos vozidel na plynná paliva

Plynná paliva byla používána v podstatě „odjakživa“. Dnes jsou, dá se říct, znovu objevovány. Vozy s pohonem alternativním k pohonu benzínovému či naftovému jsou ekologičtější. Produkují méně škodlivin, a to nejen těch dnes sledovaných jako jsou oxid dusíku, oxid uhelnatý či karcinogenní látky. Z toho vyplývá, že jsou šetrnější k životnímu prostředí, jejich vliv na skleníkový efekt je menší a jsou méně hlučné. Díky čistotě plynných paliv se také prodlužuje životnost motoru a například i motorového oleje.

[8]

Rozšíření užívání těchto vozidel má ale i negativní stranu. Na přestavěné vozy jsou kladeny větší nároky na bezpečnost (častější návštěvy servisů) a i přes existenci technických norem upravujících problematiku hromadných garáží je většina z nich pro tyto vozy nepřístupná. Navíc s plynnými palivy jsou spojeny rizika s jejich únikem z palivové soustavy do ovzduší (blíže v kap. 4. Rizika spojená s plynnými palivy).

Obrázek č. 7: Fotografie testovacího požáru CNG v roce 2008 [22]





3. PLYNNÁ PALIVA

Vzhledem k tématu této práce by bylo nelogické pouštět se do detailního rozboru všech druhů plynných paliv. Proto se zde práce zaměřuje především na dnes více rozšířené plyny v autodopravě a jen tak okrajově na plyny používané v historii.

3.1 LPG (Liquefied Petroleum Gas)

Nejrozšířenějším plynným palivem v České republice jsou zkapalněné ropné plyny, LPG. Vzniká jako vedlejší produkt při těžbě zemního plynu a ropy, nebo při zpracování ropy v rafinériích. Do výsledné směsi je nutné přidat zápachovou složku, protože LPG je bez barvy a zápachu. Navzdory rozšířeným „pověrám“, tento plyn není jedovatý, ale nedýchatelný (neobsahuje kyslík). Jedná se o směs uhlovodíků, převážně propanu a butanu, a tyto látky jsou ve svém plynném skupenství těžší než vzduch.

Díky zkapalnění lze na jednom místě uchovávat velké množství tohoto plynu, jelikož na získání 1 litru kapalného plynu je potřeba cca 250 litrů propanu-butanu v plynném stádiu. Palivo je vysoce výhřevné (srovnatelné s běžnými kapalnými pohonnými hmotami), avšak oproti např. benzínu má mnohem lepší antidetonační vlastnosti. Objemová výhřevnost je o něco menší než u běžných paliv, což zvětšuje spotřebu LPG až o 30 % a to vede ke zvětšování nádrží, aby automobily s tímto pohonem mohly konkurovat běžným vozům.

Bohužel, LPG není tím pravým řešením v hledání alternativního paliva. Splňuje sice mnohé ekologické (a i ekonomické) požadavky, ale jeho výroba je svázána s těžbou surové ropy či zemního plynu. Jedná se tedy o fosilní, tudíž neobnovitelné palivo. [8]

Výhody:

- Nižší produkce emisí. Ačkoliv toto platí spíše pro vozidla starší výroby, i u vozů nových je rozdíl patrný (oproti kapalným palivům).
- Na území České republiky je vybudována vcelku rozsáhlá síť čerpacích stanic.
- Z oceli vyráběná tlaková nádrž pro LPG je bezpečnější než benzínová (plastová) nádrž.
- Z požárního hlediska je nutné zmínit, že LPG má zápalnou teplotu oproti benzínu daleko vyšší (cca 770 K).
- Z pohledu uživatele je nezanedbatelnou výhodou nižší pořizovací cena paliva (viz tab. č. 2)

Nevýhody:

- Při dodatečné montáži tlakových nádrží dochází ke zmenšení zavazadlového prostoru, kde bývají obvykle ukládané (pokud je nádrž místo rezervního kola, pak se musíme spoléhat pouze na lepicí sadu)
- Zvýšení spotřeby paliva oproti těm kapalným (10 - 20%)
- Nutné pravidelné (každoroční) prohlídky a revize.
- Nelze s tímto palivem parkovat ve většině podzemních (či uzavřených) garážích. [8]



Tabulka č. 2: Porovnání spotřeby paliv na 100 km [24]

Palivo	Benzín	LPG
Cena za litr paliva	29,90 Kč	12,20 Kč
Spotřeba paliva na 100 km	8 l/100 km	9,2 l/100 km ⁽¹⁾
Cena paliva na 100 km	239,20 Kč	112,24 Kč
Cena paliva na 1 km	2,39 Kč	1,12 Kč

Pozn.: (1) Spotřeba LPG je větší než u benzínu řádově o 10-20%. Bylo uvažováno 15% zvýšení spotřeby.

- Z tabulky je patrné, že na každých 100 km se jízdou na LPG ušetří přibližně 130 Kč.

Dnes již větší automobilky nabízí upravené vozy přímo z výroby, ale vzhledem k menšímu počtu vozů a větší pracnosti jsou takové vozy samozřejmě dražší. Řádově se však jedná cca o 30 000 Kč více. Co se týče návratnosti této částky, je zapotřebí znát několik faktorů:

- cena přestavby
- ročně ujeté km
- ceny a spotřeby paliva (uvažovány hodnoty z tab. č. 2)

Za předpokladu, že přestavba byla provedena za 30 000 Kč a vůz ročně urazí cca 10 000 km, jsou výsledky následující:

- cena benzínu za rok je 23 920 Kč a cena LPG za rok je 11 224 Kč
- za rok se jízdou na plyn ušetří 12 696 Kč
- návratnost peněz z přestavby se vrátí za 28 měsíců

[23]

Tabulka č. 3: Vybrané fyzikálně chemické vlastnosti zmiňovaných paliv v porovnání s benzínem [17]

Vlastnosti	Zemní plyn	Propan-Butan	Benzín
Meze zápalnosti (výbušnosti) - obj %	5,3 - 15,0	2,1 - 9,5	1,0-7,6
Minimální zápalná energie - mJ	0,29	0,27	0,24
Zápalná teplota - K	870	770	500-700
Bod vzplanutí - K	-	při všech teplotách nad bodem varu	230
Výhřevnost - MJ/m ³	34	93	44
Spalné teplo - MJ/m ³	38	101	46
Difuzní koeficient - cm ² /s	0,16	0,10	0,05
Hustota plynu (par) - kg/m ³	0,75	2,01	4,38
Relativní hustota	0,55	1,56	3,40
Tlak plynu (par) po uvolnění - Pa	1,01 x 10 ⁵	1,01 x 10 ⁵	7,0 x 10 ⁴
Nejvyšší přípustná koncentrace - mg/m ³	nedýchatelný	nedýchatelný	500
Maximální výbuchový tlak - MPa	0,7	0,9	0,9
Podmínky skladování při venkovní teplotě a tlaku	stl. plyn max. 20 MPa (25 MPa)	zkapalněný plyn max. 1,6 MPa	Kapalina
Skupina výbušnosti ČSN 33 0371)	II a	II a	II a

Pozn.: Uvedené vlastnosti zemního plynu jsou ve své podstatě vlastnosti metanu (tvoří hlavní složku).



3.2 CNG a LNG (Compressed/Liquefied Natural Gas)

V případě těchto dvou zkratk se jedná o jedno a to samé palivo, avšak o dva způsoby jeho uchovávání. Jedná se o zemní plyn a v současné době dochází k jeho velkému rozmachu v autodopravě a v městské hromadné dopravě. Používá se buď jako stlačený (CNG), kdy se uchovává v tlakových lahvích s plnicím tlakem 20 MPa, nebo jako zkapalněný (LNG). Ke zkapalnění zemního plynu dochází za velmi nízkých teplot, tedy jeho podchlazením a uchováváním v kryogenních nádržích při přetlaku 0,15 MPa. Je bezbarvý, nejedovatý, nemá chuť ani zápach, je výbušný a hořlavý.

Jedná se o fosilní palivo, nejedná se tedy o obnovitelný zdroj. Zásoby plynu jsou však již dnes odhadovány na dalších 150 let a je zde pravděpodobnost, že dojde k nálezům nových nalezišť. Při těžbě se pouze zbaví vlhkosti a pevných částic a již je připraven k distribuci. [8]

CNG

Momentálně ve světě převažující druh uchovávání zemního plynu. Je lehčí než vzduch, takže během úniku paliva nedochází ke znečištění podlahy garáže či půdy jak tomu bývá u paliv kapalných (benzín, nafta). Nehrozí ani nahromadění plynu v nižších výškách jako např. u LPG. [8]

Je skladován v tlakových lahvích s plnicím tlakem 20 MPa (200 barů), přičemž se zmenší objem plynu v poměru 200:1. Tyto nádrže jsou testovány na 30 MPa tlak, ale až do tlaku 45 - 50 MPa jsou odolné proti roztržení a jsou opatřeny elektronickým ventilem, dodávající palivo pouze během chodu vozu. Dodávka paliva může být přerušena speciálními mechanickými ventily v případě nehody a kvůli požáru jsou lahve vybaveny tavnou ochrannou pojistkou, která po překročení určité hranice (110°C) zaručí řízený únik paliva z nádrže takovým způsobem, aby plyn zbytečně nikoho neohrožoval. [8]

Výhody (CNG a LNG)

- Za zmínku stojí výrazné snížení emisí pevných částic, což je hlavní složka škodlivých emisí
- Úroveň hluku z motoru je výrazně nižší.
- Nedomáhá se znečištění půdy či podlahy v okolí automobilu
- Z fyzikálních vlastností zemního plynu vychází, že vozy na něj jezdící jsou bezpečnější (proti benzínu jsou teploty vznícení a vzplanutí mnohem vyšší a jeho mez výbušnosti ve směsi se vzduchem je příznivá).
- Odolnější palivové nádrže než u vozů s kapalnými palivy (jsou na ně kladeny vysoké nároky).
- Není možné zemní plyn z nádrže odcizit.
- Z pohledu uživatele je nezanedbatelnou výhodou nižší pořizovací cena paliva

Nevýhody (CNG a LNG)

- Menší počet plnicích stanic (nedostatečná infrastruktura).
- Složitější a dražší přestavba (cca 70 000 Kč, ale cena se může vyšplhat i přes 100 000 Kč).
- Kvůli montáži zásobníků s plynem dochází ke zmenšení úložného prostoru.
- Oproti kapalným palivům menší dojezd na srovnatelné množství kapalné pohonné hmoty (platí spíše pro CNG). [8]



LNG

Méně užívaná forma zemního plynu. Ke zkapalnění zemního plynu dochází za velmi nízkých teplot. Je zchlazen na -162 °C při atmosférickém tlaku a uchováván v dokonale izolovaných nádržích, tzv. kryogenních tancích, při přetlaku 0,15 MPa. Objem plynu se při tomto procesu zmenší až 600krát, při delší nečinnosti automobilu však dochází ke značným ztrátám odpařováním (je nutné odpouštět plyn při nárůstu tlaku v nádrži).

Je užíván spíše v loďní dopravě (tankery), ale své využití našel u chladírenských aut. Zde totiž neplní pouze funkci paliva, ale zároveň slouží jako dodavatel chladu (při odpařování). Ve světě na něj jezdí několik tisíc aut, je však předpokládán nárůst jeho využívání. [8]

Výhody LNG

- Oproti pohonu na CNG má vůz s LNG větší dojezd.
- Výhřevnost 1 kg LNG je 54,8 MJ a 1 litru 22,2 MJ.
- Jedná se o vysoce čisté palivo s minimem škodlivých látek.
- Výrazně vyšší zápalná teplota ve srovnání s benzínem.
- Oproti CNG potřebuje menší nádrž, zmenšení zavazadlového prostoru vozu není tak velké.

Obrázek č. 8: Kryogenní nádrž na LNG [40]



Nevýhody LNG

- Je nutné uchovávání za nízkých teplot (-160 až -170 °C).
- Při delším neuvedení vozu do chodu je způsoben odpar paliva z nádrže.
- Technologicky mnohem složitější oproti CNG.
- Nová rizika spojená s jinou technologií plnění vozidel. [8]

3.3 Vodík

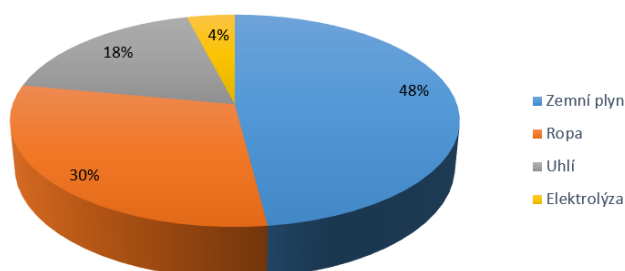
Vodík se v přírodě samostatně nevyskytuje, je potřeba ho vyrábět, a jelikož je většina jeho produkce svázána s fosilními palivy, nemůže být plnohodnotnou náhradou. Lze ho vyrábět i jinak, třeba s pomocí obnovitelných zdrojů energie, ale tento způsob výroby není příliš rozšířen.

Dříve se jevil jako jediná možná alternativa kapalných paliv, ale dnes se začínají projevovat nevýhody pohonu na vodík. Tyto nevýhody jsou spojeny zejména s výrobou vodíku a jeho následným skladováním ve vozidle.

[8]



Obrázek č. 9: Podíl zdrojů výroby vodíku [41]



Obrázek č. 10 ukazuje procentuální zdroje výroby vodíku. Ta by se zjednodušeně dala rozdělit na výrobu z fosilních paliv, elektrolýzy, alternativních zdrojů energie a biomasy. Dnes je možné získat vodík nejlevněji pomocí štěpení uhlovodíků (ropa, zemní plyn), naopak dražší způsob jeho získání je přímo z vody za použití rozkladu vody nebo vodní páry pomocí elektrolýzy, popř. přímým tepelným rozkladem. [41]

Vodíkový pohon je stále ještě ve fázi vývoje, ale v některých vozech ho lze již nalézt. Užívají se vozy jak na stlačený vodík, tak na vodík kapalný. U nás byla první čerpací stanice na vodík postavena v roce 2009 v Neratovicích (pro autobusovou linku Praha-Mělník). [8]

3.4 Svítiplyn

Jedná se o syntetický (uměle vyrobený) technický plyn a je známý také jako „Městský plyn“. Vzniká jako vedlejší produkt při zplynování uhlí v koksárnách. Sloužil jako palivo pro historicky první výbušný motor vůbec, ale především jím byla zásobována města, kde byl využíván pro osvětlení a vytápění (odtud název „Městský plyn“).

Při svém hoření vydává jasný plamen, který se stal symbolem pro tehdejší plynové osvětlení. V současné době se však již skoro nepoužívá. [12]

3.5 Dřevoplyn

Dřevoplyn byl v minulosti využíván jako zdroj tepla pro domácnosti, popř. jako pohon pro vozidla a plavidla. Vzniká nedokonalým spalováním zdrojů uhlíku (dřevo - odtud jeho název) za omezeného přístupu vzduchu.

Aby bylo docíleno patričného efektu, musel by být na voze nainstalovaný dřevoplynový generátor (v podstatě horem plněný kotel). Vzniklé plyny nejdříve musí být ochlazeny, ale poté se dají použít ke spalování. Dřevoplynné poháněné motory měly nestálý výkon, zanášely se dehtem a byly rychle opotřebené. [13]



4. RIZIKA SPOJENÁ S PLYNNÝMI PALIVY

Pokud je vozidlo necháno svému osudu a není podrobováno pravidelným kontrolám těsnosti, může docházet k únikům plynných pohonných hmot z rozvodů. Únik plynu může být velkým zdrojem nebezpečí, zvláště v garážích (uzavřených prostorech).

LPG

Vzhledem k vlastnostem LPG je možný únik potenciálně životu nebezpečný. Tato směs propanu a butanu není sice jedovatá, ale má slabé narkotizační účinky, neobsahuje kyslík a tudíž je nedýchatelná. Zejména tento problém se jeví jako stěžejní při garážování vozidel do uzavřených prostorů. Pokud totiž dojde k úniku LPG v nějakém uzavřeném prostoru (například hromadné podzemní garáži), může dojít k omámení osob nacházejících se v něm a jejich následnému udušení. V plynné fázi je LPG těžší než vzduch, drží se tedy v nižších polohách a může vyplnit různé montážní jámy či jiné nerovnosti v terénu či povrchu místnosti a to je potenciální riziko pro zaměstnance v servisech či autodílnách.

[17]

Podmínky a nebezpečí u vozidel poháněných LPG

- Při poruše plynového zařízení či úniku plynu musí být u tlakových nádob uzavřeny uzavírací ventily.
- Je zakázáno kouřit či manipulovat s otevřeným ohněm v kabině vozidla během plnění jeho tlakových nádrží, pokud je vozidlo vybaveno nezávislým topením, je ho třeba nejprve vypnout. - Pokud by byla potřeba obsah nádrží vypustit, je dovoleno tak činit pouze na volném prostranství, na kterém nehrozí vznícení plynu, nebo do nádob k tomu určených.
- Pokud není výslovně povolen vjezd pro automobily na plynná paliva, tak je vjezd zakázán do uzavřených prostorů (skladovacích, garážových či jiných jim podobných prostorů).
- A pokud vjíždí vozidlo do společných garáží, jejich odpovědný pracovník musí být informován o skutečnosti, že je vozidla s pohonem na plynné palivo. Taktéž musí být informována obsluha servisu či opravny.
- Nádrže je třeba chránit před vnějšími zdroji tepla a jejich působením. [17]

CNG/LNG

Při úniku zemního plynu do ovzduší dochází k rychlejšímu rozptýlu (rychlá difúze plynu) a tak lze očekávat, že se relativně rychle smísí se vzduchem a vytvoří zápalnou směs. Avšak ve volném prostoru bude doba akutního rizika velmi krátká (páry kapalných paliv jsou podstatně nebezpečnější a vytvářejí dlouhodobější a pravděpodobnější podmínky pro vznik primárních rizik). A proto je sice zemní plyn nebezpečný, ale při jeho úniku do volného prostoru je ve srovnání s kapalnými palivy bezpečnější. Co se týče uzavřených prostor, tak tam hodnocení bezpečnosti dopadne zcela opačně, vzhledem k rychlosti rozptýlu plynu (rychlý vznik zápalné směsi). [17]

Pro zjišťování úrovně nebezpečí je používáno několik postupů, těmi lze relativně přesně určit rizika spojená s plynnými (či kapalnými) palivy. Nejčastěji využívaný postup porovnává fyzikálně chemické vlastnosti paliv a zaměřuje se na vznik rizikových situací. Další postup je zaměřen na teoretické



hodnocení scénářů pravděpodobných nehod. Tato metoda umožňuje posoudit i možná rizika pro činnosti, se kterými nejsou praktické zkušenosti. Situace jsou vyhodnocovány skupinou expertů s různými specializacemi a pomocí matematických modelů je odhadován jejich pravděpodobný průběh.

Nakonec je možné také si ověřovat předpoklady na modelovaných situacích nebo vycházet u již provedených zkoušek z jejich výsledků. Výsledky z praxe jsou samozřejmě nejobjektivnější, pokud je k dispozici dostatek dat. [17]

Základní (primární) rizika vyplývají z fyzikálně chemických vlastností daného paliva a jsou to: [17]

- zranění
- výbuch
- požár

Tabulka č. 4: Vybraná sekundární rizika a vlastnosti paliva podílející se na jejich vzniku [17]

Sekundární riziko	Vlastnosti paliva
Rychlost úniku paliva	Viskozita, hustota a molekulová hmotnost
Disperze	Difúzní koeficient, hustota a vztlak
Hořlavost	Spodní mez zápalnosti, rozsah zápalnosti a spalovací rychlost
Vznícení	Energie vznícení a teplota vznícení

Scénáře nehod

[17]

Jedná se o teoretické scénáře zaměřené na případné možnosti úniku paliva v určitých situacích, sledovány jsou důsledky těchto úniků. Scénáře představují mechanické či lidské selhání, v praxi předcházející skutečným nehodám.

- Únik plynu v garáži

Požár se odehrává v menší garáži, nevytápěné a přirozeně větrané, jako zdroj je uvažována netěsnost palivového systému díky malé trhlině. Nepatrně vyšší riziko požáru a vyšší riziko výbuchu u plynu než u kapalných paliv. Ve výsledku z hlediska předpokládaného rizika se plynné palivo moc neliší od kapalného.

- Únik plynu při plnění plynu

Požár se odehrává v plnicí stanici a během plnění dojde k poškození plnicího potrubí. Riziko požáru a výbuchu je přibližně stejná u všech paliv, hrozí nebezpečí úrazu kryogenním popálením či vdechováním plynů.

- Únik plynu při dopravní nehodě (ve městě)

Došlo k nehodě dvou automobilů a následně k poruše celistvosti palivového systému. Po celou dobu jsou k dispozici zdroje vznícení. U plynných paliv je nejvýznamnější riziko požáru, u benzínu zase riziko exploze a úrazu.

- Únik plynu při dopravní nehodě (mimo město)

Došlo k nehodě dvou automobilů na dvoupruhové silnici a následně k porušení celistvosti palivového systému u převráceného vozu. Po celou dobu jsou k dispozici zdroje vznícení. Riziko vzniku požáru je vcelku vyrovnaná, exploze hrozí nejvíce při použití benzínu.



Mezi nejvýznamnější rizika patří porucha těsnosti palivového systému a lze ji očekávat při dopravních nehodách. Tím se dostáváme k úniku zemního plynu, který je klasifikován jako nejvyšší riziko vzhledem k jeho přetlaku v rozvodech. Ale díky vybavení tlakových nádrží bezpečnostní pojistkou zne-
možňující rychlý a náhlý úbytek plynného paliva, dojde pouze k malému úniku, plyn se rozptýlí a riziko netrvá dlouho. Převládá názor, že plynná paliva jsou bezpečná a ke snížení bezpečnosti nedojde. [17]

Co se týká LNG, největší rizika jsou spojena s nekvalitní kryogenní nádrží. V takovém případě může dojít k úniku paliva a vzhledem k jeho velmi nízké skladovací teplotě, může dojít při kontaktu s pokožkou k vážnému popálení. Také může dojít k odparu paliva při delší odstavce vozidla. [8]



5. LEGISLATIVA PRO HROMADNÉ GARÁŽE

5.1 Současný stav

Předpisy, které upravují řešení větrání garáží, je třeba z pohledu závažnosti vnímat v jisté posloupnosti. Nejprve jsou zákony, dále vyhlášky, technické normy a nakonec technická pravidla.

Zákony

[19]

Zákony poskytující alespoň základní náhled do řešení větrání garáží jsou zejména **zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, ve znění pozdějších předpisů a zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích.**

Vyhlášky

[19]

Ve vyhlášce č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby upravuje stavební požadavky a odkazuje na hodnoty z norem především § 47 Garáže. Vyhláška č. 268/2011 Sb., mění vyhlášku č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb (jedná se o prováděcí vyhlášku) již pojednává o možnosti garážování vozidel s pohonem na plynná paliva, což do současné doby bylo prakticky nemožné. Povinnosti spojené s výstavbou takových garáží jsou popsány v § 21 Stavba garáže, a pokud by se investor pro jejich výstavbu rozhodl, je povinen splnit všechny požadavky ukládané vyhláškou a normou ČSN 73 6058 (jedná-li se o novostavbu s více jak 27 parkovacími stáními, je nutné vyhradit 10% míst pro účely parkování automobilů na plynná paliva).

- „Vyhláška ve své obecnosti nediskriminuje žádné plynné palivo, což znamená, že kromě dnes běžných paliv LPG a CNG mohou být do budoucna navrženy garáže pro vozidla s libovolným druhem paliva.“

Ve vyhlášce č. 341/2002 Sb., o schvalování technické způsobilosti a o technických podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, se poté přímo popisuje provoz vozidel poháněných zkapalněným ropným plynem (LPG) nebo stlačeným zemním plynem (CNG) a ukládají se provozovatelům těchto vozidel povinnosti s nimi spojené § 19. Vyjmenovává závady, které by měly vést k okamžitému odstavení vozidla a jako nejzávažnější závadu uvádí „únik plynu z kterékoliv části plynového zařízení“

Technické normy

[19]

Problematika garáží je řešena podrobněji jak na evropské úrovni (ČSN EN) tak na úrovni národní (ČSN) a o jejich vydávání se stará Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.

Při návrhu nových garáží a rekonstrukcích stávajících staveb se používá **norma ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže (9/2011)**, jako hlavní technická norma zabývající se garážemi. Upravuje požadavky na uspořádání částí garáží, upravuje hledisko TZB a uvádí, že v hromadných garážích je možné instalovat až tři druhy vzduchotechnických systémů (provozní, havarijní a požární) a definuje nutné termíny. Z § 21 vyhlášky č. 268/2011 Sb. je patrné že **norma ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty (2/2010)**, je právně závazná pro návrh garáží a hned úvodní věta



říká, že *při návrhu jakékoli garáže se návrh řídí touto normou*. Pro potřeby návrhu garáží je vyhrazena Příloha I - Požární bezpečnost garáží.

Vyhláška č. 268/2011 Sb. cituje i další normy, ukládá povinnost posoudit garáž i pro vozidla s pohonem na plynná paliva a elektrickou instalací (riziko vzniku výbušné atmosféry). Jsou to:

ČSN EN 60079-10-1 Výbušné atmosféry (12/2009) + Oprava 1 (11/2011)

ČSN EN 60079-14 ed. 3 Výbušné atmosféry (4/2009) + Oprava 1 (5/2012)

Dále zde je skupina technických norem (určená pro elektrikáře), která udává jak zpracovat „Protokol o určení vnějších vlivů“ řešeného okolí pro garáž s vozidly na plynná paliva (jedná se o hlavní podklad pro elektroinstalaci).

ČSN 33 2000-1 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí (5/2009)

ČSN 33 2000-5-51 ed. 3 Elektrické instalace nízkého napětí (4/2010)

ČSN 33 2000-4-41 ed. 2 Elektrické instalace nízkého napětí (8/2007) + Změna 1 (4/2010)

Technická pravidla

[19]

Jedná se o normativní dokument, je vydáván Českým plynárenským svazem a pro návrh garáže pro automobily s pohonem na plynná paliva je stěžejní pravidlo **TPG 982 01 Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG (5/2013)**. Toto TPG upravuje vybavení garáží pro automobily s pohonem na plynná paliva (zde pohon CNG) a určuje podmínky pro projektování garáží a jejich vybavení požárně bezpečnostním zařízením. Obsahuje zpřesňující a doplňující nároky.

5.2 Důležité úkony

Na bezpečnost vozidel s pohonem na plynná paliva je kladen veliký důraz. Protože používání těchto paliv není pouze otázkou technickou, ale je nutné v první řadě dokázat, že bezpečnost vozidel nebyla jakkoliv snížena. Rizika spojená s palivy kapalnými byla přijata a mnohdy jsou i podceňována a díky tomu se otevírá prostor k neodůvodněnému přeceňování rizik spojených s palivy plynnými. To však neznamená, že jsou naprosto bezpečná. A jelikož prevencí je dobré předcházet nešťastným nehodám, je na bezpečnost dbáno již na samotném začátku.

[17]

LPG

Pro užívání vozidel s pohonem na LPG v dopravě jsou stanovena technická pravidla (tato pravidla se označují souhrnnou zkratkou TPG a zjednodušeně se jedná o normativní dokumenty plynářů), která upravují podmínky pro montáž, zkoušení, revizi a provoz plynového zařízení. Takže plynové zařízení lze instalovat pouze u vozidel, která splňují podmínky pro provoz vozidel na pozemních komunikacích. Při montáži musí být dodržen předepsaný postup pro dané plynové zařízení a všechny jeho části musí být chráněny vůči mechanickému poškození. Palivové nádrže, příslušenství, potrubí rozvádějící plyn do motoru a jeho spoje nesmí vyčnívat mimo vozidlo a musí být kompletně ochráněny před nárazem či přepravou nákladu, před slunečním zářením a přílišným teplem. Nádrž nesmí být v žádném případě umístěna v motorovém prostoru automobilu a ten musí být vůči kabině řidiče a posádky dokonale



utěsněn. Plynové zařízení musí být dobře přístupné a taky musí být kvalitně připevněno k vozidlu. Pokud bude umístěno pod vozidlem, je potřeba zajistit, aby při běžném provozu nedošlo k mechanickému poškození. [17]

Před uvedením vozidla do provozu se musí plynové zařízení nejprve podrobit zkoušce. Tlaková zkouška nádrže je prováděna hydraulicky, pomocí zkušebního přetlaku 3000 až 4500 kPa. Je třeba nádrž ponechat pod daným přetlakem dost dlouho na to, aby šlo zkontrolovat, zda-li je dostatečně těsná. Následně je provedeno ohledání, zda nádrž nevykazuje známky žádných trvalých vad a poruch. Každá nádrž, která nevyhoví, není bezpečná a je nutné ji vyřadit z používání.

Rozvody plynu se zkouší přetlakem 3000 kPa a měří se jeho pokles během prvních pěti minut. Celé zařízení se následně podrobí zkoušce těsnosti zkušebním přetlakem 50 kPa, pokud rozvody nevykazují žádné známky deformací. Po deseti minutách, kdy se ustálí teplota a po dalších deseti minutách, kdy není zjištěn žádný pokles přetlaku, je zařízení považováno za těsné. Všechna zjištění se evidují do Zkušebních protokolů a jsou porovnávány s platnými předpisy.

Nakonec je třeba vozidlo nechávat podrobovat pravidelným technickým kontrolám a odborným posouzením zařízení na plyn. Pro vyhodnocení posudku je potřeba doložit všechny provedené práce na plynovém zařízení, které je ve vozidle namontované. [17]



6. NUTNÁ OPATŘENÍ GARÁŽÍ

Vzhledem ke změnám v podmínkách větrání garáží, byl v roce 2011 sestaven tým specialistů z oborů, kterých se tyto změny dotýkají, a jeho cílem bylo navrhnout takové postupy, které by změnám vyhovely. Výstupní zpráva, bohužel není veřejnosti přístupná, ale poznatky z ní byly předány veřejnosti odborné.

Během řešení problematiky se řešitelský tým setkal s pojmem „účinné větrání“, který nebyl nikde blíže definován a proto opatřit garáž takovýmto větráním by mohlo být poněkud obtížné. Ve výsledku se členové týmu jednoznačně shodli na tom, že „účinné větrání“ v garážích vymezených pro vozidla s pohonem na plynná paliva musí být zajišťováno třemi větracími systémy, pokud se takový požadavek objeví v požárně bezpečnostním řešení stavby (zajišťují se tak jakékoliv předpokládané i nepředpokládané stavy, ke kterým může v garáži dojít). Tyto větrací systémy jsou následující:

[19], [20], [21]

6.1 Provozní větrání

Každá nová stavba, která má sloužit jako garáž, musí mít své **provozní větrání**, aby bylo dosaženo určitých požadavků v oblasti hygieny (osoby pobývající v prostoru garáží musí mít zajištěny pro tento pobyt kvalitní ovzduší). Toto větrání se stará o kvalitu vzduchu pro dvě skupiny osob:

- **majitelé vozů a jejich spolucestující**
 - jejich pobyt v garážích není uvažován jako dlouhodobý (max. 30 minut)
- **pracovníci garáží**
 - délku pobytu v garážích této skupiny osob, určuje délka jejich pracovní doby (max. 8 hodin)

Provozní větrání je možné navrhnout dvěma způsoby jako přirozené nebo nucené větrání. Přirozené větrání se navrhuje vzhledem k větracím otvorům na jedno stání (počítá s rozdílem teplot uvnitř budovy a venku) a lze ho navrhnout pro jednotlivé a řadové garáže, v případě hromadných garáží by tyto prostory musely být nadzemní. Nucené větrání je řešeno jako podtlakové, kde je větrací zařízení navrhováno na množství emisí CO a množství odváděného vzduchu musí být vždy větší (cca o 10 - 20%) než množství vzduchu přiváděného.

[19]

6.2 Požární větrání

Pro hromadné garáže se navrhuje také **požární větrání**, a to podle normy ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty [27]. Pro jednotlivé a řadové garáže se nepožaduje. Avšak v jeho definici nemá odborná veřejnost jasno. To často vede k chybným výkladům a není tedy jasné, kdy a jak se má navrhovat a používat a jakou má toto větrání funkci. To, že se navrhuje podle ČSN [26] je uvedeno v ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže [26].

[21]

Funkce, které by mělo požární větrání plnit především:

[21]

- v případě požáru automobilu odvést teplo a kouř (škodlivé látky z procesů hoření) mimo garáž - budovu



- napomoci bezpečné evakuaci osob a zvířat udržením „čisté“ vrstvy vzduchu nad podlahou po určitou dobu a udržování nezakouřených únikových cest
- pomoci ochránit části stavebních konstrukcí proti účinkům požáru
- snižovat ztráty na materiálu a vybavení
- zlepšit možnost lokalizace požáru (a i vlastní zásah) pro jednotky HZS

Požární větrání je založeno na odvodu vzduchu kontaminovaného zplodinami z procesů hoření a přívodu čerstvého vzduchu do spodní části nad podlahou (je třeba dát pozor na poměr mezi oběma průtoky vzduchu). Aby se kouř nešířil dále do objektu, musí být větrání navrženo jako podtlakové.

Nejobvyklejší systémová řešení požárního větrání jsou řešeny jako:

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

Oba tyto systémy mají díky přirozenému přívodu vzduchu zajištěný jeho ideální poměr výměny (za správného umístění a velikosti větracích otvorů). Pokud však není možno navrhnout ani jeden z nich, lze se uchýlit i ke komplikovanějším variantám:

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

Při použití těchto dvou systémů může dojít k narušení čisté nezakouřené vrstvy vzduchu u podlahy a také k narušení celkových tlakových poměrů v objektu. Proto jsou o tolik komplikovanější a je nutné před jejich použitím složitě dokazovat, že k těmto potížím nedojde. [21]

6.3 Havarijní větrání

Vůbec poprvé se v České republice objevil požadavek na **havarijní větrání** ve spojení s automobily s pohonem na plynná paliva v roce 2011 a vyhláška [27] dává šanci parkování takových automobilů v hromadných garážích, zároveň však ukládá povinnosti s tím spojené:

- v souladu s technickými normami ČSN [26] a ČSN [27] musí být v garáži rozmístěny účinné detektory zachycující únik plynu a také účinné větrání
- za určitých podmínek musí být účinné větrání a detektory úniku plynu nainstalovány i v prostorech vyhrazených pro vjezd a výjezd vozidel (pokud jsou obestavěny minimálně ze tří stran a jejich délka přesahuje 30 m)
- v souladu s technickými normami ČSN EN [28], ČSN EN [29] a ČSN EN [30] se musí vzhledem k riziku vzniku výbušné atmosféry provést posouzení garáže a jejího vybavení elektrickými zařízeními
- v souladu s technickou normou ČSN EN [31] musí být garáž se zakladačovým systémem (jako jeden požární úsek) vybavena stabilním (sprinklerovým) hasicím zařízením přinejmenším s jednoduchým zásobováním vodou, jestli nejsou splněny podmínky pro plnohodnotný zásah jednotek HZS



- v hromadných garážích (podzemních zejména) musí být nainstalován domovní rozhlas s nuceným poslechem [20]

Havarijní větrání se podle normy ČSN [26] instaluje především v řadových a hromadných garážích na místech, která jsou vyhrazena pro parkování automobilů s pohonem na plynná paliva kvůli jeho možnému úniku do ovzduší. Má zajistit, aby směs plynu a vzduchu nepřekročila svoji dolní mez výbušnosti tím, že hořlavé látky ředí. V České republice se může jednat především o LPG či CNG a přestože je při výrobě a montáži plynových soustav do vozů dbán zvýšený zřetel na bezpečnost, nelze únik ze soustavy zcela vyloučit.

- **Posouzení rizika vzniku výbušné atmosféry**

Ve spojení s hromadnými garážemi, kde mají možnost parkovat i automobily s pohonem na plynná paliva, ukládá vyhláška [25] povinnost posoudit takovou garáž a její elektrické zařízení na „riziko vzniku výbušné atmosféry“. Nejdůležitější je při takovém posuzování stanovit kolik plynu uniká z palivového systému vozu do ovzduší garáže a zda se jedná o únikovou rychlost nadzvukovou či podzvukovou. U dvou nejvíce používaných paliv v české republice (LPG a CNG) je uvažováno s rychlostí podzvukovou. Nikde však není uveden stěžejní parametr výpočtu posouzení a to velikost otvoru, kterým plyn z palivového systému může unikat. Tímto se celé posouzení komplikuje a v podstatě nelze provést výpočet přesně, ale jádro problému zůstává stejné (nesmí být dosažena spodní hranice meze výbušnosti směsi plynu a vzduchu). A proto lze garáž s místem vyhrazeným pro automobily s pohonem na plynná paliva považovat za „**zónu bez nebezpečí výbuchu**“, pokud:

- bude v prostoru garáže umístěna účinná detekce úniku plynu pro známé druhy plyných paliv
- bude v případě úniku plynu zajištěno jeho zředění havarijním větráním, tak aby jeho koncentrace nepřesáhla 20% spodní meze výbušnosti
- bude zabráněno lokálním vznikům výbušné atmosféry stavebním řešením prostoru (nahromadění plynu v nevětratelných místech jako jsou prohlubně, šachty, kanály,...)
- budou vypracovány bezpečnostní předpisy, kde bude popsáno jak se zachovat v případě úniku plyného paliva z automobilu (provozní řád, požární poplachová směrnice,...)

V situaci, kdy tyto podmínky nebudou splněny, bude prostor hromadné garáže klasifikován jako „**prostor s nebezpečím výbuchu BE3N2, Zóna 2**“. Není zde sice riziko vzniku výbušné atmosféry za běžného provozu, ale pokud by zde taková atmosféra vznikla, po krátký čas by přetrvávala. [20]

- **Protokol o určení vnějších vlivů**

Tento dokument slouží jako hlavní podklad pro elektroinstalaci (od samotného návrhu až revizím) a vzniká souběžně s posouzením o vzniku rizika výbušné atmosféry. Podle norem ČSN [32], ČSN [33] a ČSN [34] zpracovává protokol odborná komise a je součástí dokumentace, která musí být uschována po dobu životnosti zařízení.

Protokol klasifikuje prostředí z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem a také vyhodnocuje nebezpečí výbuchu. [20]



Pokud tedy dojde ke stavbě nové hromadné garáže, kde budou moci parkovat i automobily s pohonem na plynná paliva, je možné zbudovat blíže k vjezdu stavebně oddělený prostor určený pouze pro takto upravené automobily (havarijní větrání a detekce úniku plynů bude nainstalována pouze v tomto prostoru). Navíc garáž musí být stavebně upravená tak, aby se zabraňovalo hromadění uniklého CNG ve vyšších polohách a LPG u podlahy a aby bylo zajištěná plynotěsnost požárních ucpávek (nesmí se zde nacházet žádné „provětrávací mřížky“ do vedlejších prostorů). Tvar garáže je tedy vhodné volit co nejjednodušší. [20]

Případný únik plynu z automobilu musí zachycen plynovou detekcí, jejímž prostřednictvím bude automaticky uvedeno do provozu havarijní větrání (musí se brát ohled na hustotu plynů, v garáži povolených, paliv). Plynová detekce se musí navrhovat pro každé palivo zvlášť a jedná se o **vyhrazené požárně bezpečnostní zařízení**, může ho tedy navrhovat pouze autorizovaný projektant. Vjezdové a výjezdové prostory, které jsou delší než 30 m a jsou obehnané konstrukcemi ze tří stran, musí mít tyto detektory úniku plynu také. Rozeznáváme tři typy detekce unikajícího plynu:

- 10% dolní meze výbušnosti (aktivuje se nucené provozní větrání, pokud se v garáži nachází)
- 20% dolní meze výbušnosti (aktivuje se havarijní větrání)
- 50% dolní meze výbušnosti (je zakázán vjezd dalších vozidel a vyhláší se požární poplach)

Dnes se běžně vyrábí dvoustupňové detektory úniku plynu, kdy na prvním stupni je varováno při překročení 10% dolní meze výbušnosti a na druhém stupni při překročení 20% dolní meze výbušnosti. Vyhlášení požárního poplachu a zákaz vjezdu vozidel do garáže se v praxi dá uplatnit již na druhém stupni v rámci zvýšení bezpečnosti. [20]

Za situace, kdy bude do garáže povolen vjezd vozidlům s pohonem na LPG i CNG, se jako nejpříznivější varianta jeví celoprostorové větrání s odvodem a přívodem vzduchu u stropu i podlahy. Do rozvodů lze umístit přepínací klapky, které budou moci být regulovány podle typu uniklého paliva.

Pokud bude v návrhu uvažováno s povolením vjezdu pro automobily s pohonem na CNG, je třeba dodržet další podmínky uvedené v dokumentu **TPG 982 01 Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG (5/2013)**. Ukládá nám rozšiřující závazky a podmínky pro zvýšení bezpečnosti:

- při výpadku elektrického proudu musí být zajištěna funkčnost havarijního větrání z náhradního zdroje energie minimálně po dobu 60 minut
- v únikových cestách musí být umístěny ruční spouštěče havarijního větrání
- elektroinstalace musí být provedena na základě protokolu o určení vnějších vlivů
- bude zřízeno tzv. místo trvalého střežení (sem plynová detekce ohlašuje překročení 10% dolní meze výbušnosti)
- při druhém stupni (dosažení 20% dolní meze výbušnosti) detekce úniku plynu uvede do provozu nouzové osvětlení
- detekční čidla musí být zejména u stropu
- na viditelném a přístupném místě musí být vyvěšený dokumenty bezpečnostní provozní dokumentace (havarijní plán, požární poplachová směrnice,...), musí popisovat jak postupovat v případě úniku plynu z automobilu



- stálá obsluha musí být schopná provést prvotní zákrok a zamezit vstupu dalších osob do zasaženého prostoru
- požární poplach zajišťuje akustická a optická signalizace
- osoba, která zajišťovala montáž, musí provést funkční zkoušky havarijního větrání

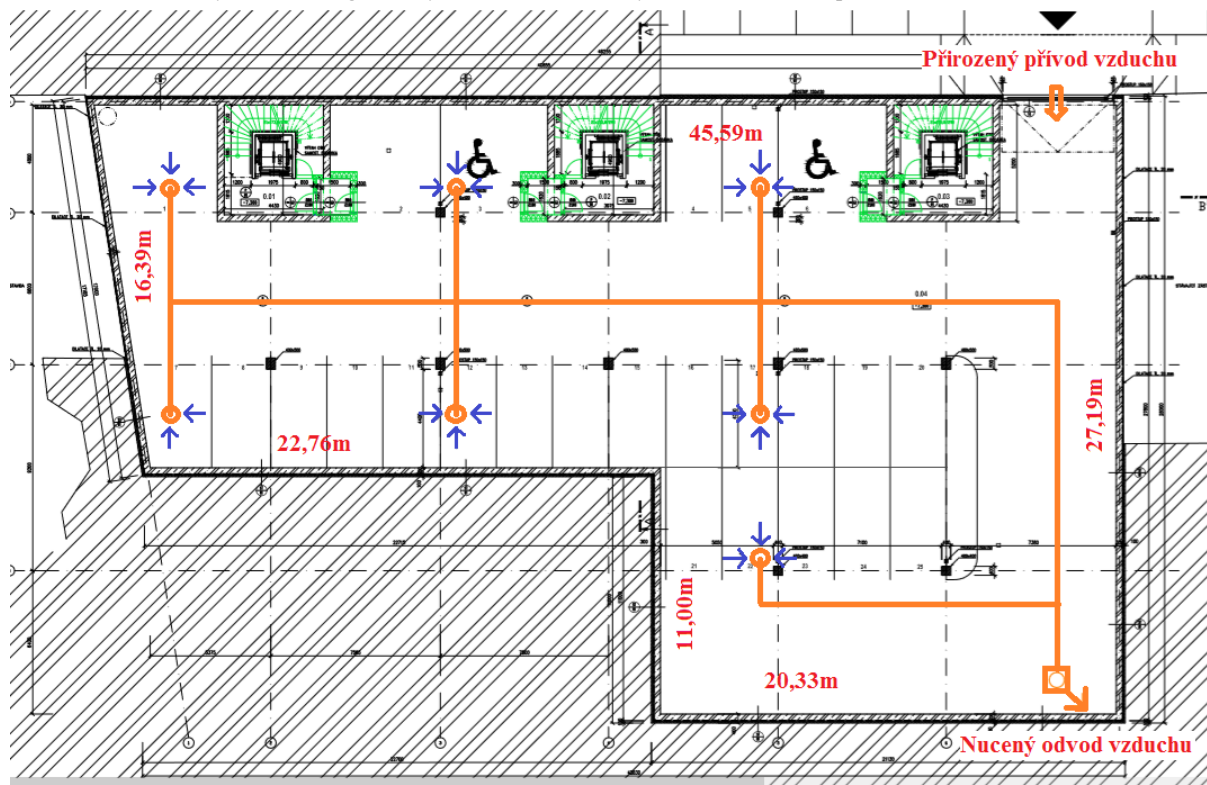
[35]



7. NÁVRH HROMADNÝCH GARÁŽÍ

V kapitole 6.3 Havarijní větrání práce popisuje, co vše musí hromadná garáž mít, aby mohla sloužit i pro automobily s pohonem na plynná paliva. V této kapitole bude všechno potřebné shrnuto a popsáno na určitém příkladu, budově bytového domu v Přemyslově ulici (budova řešená v Požárně bezpečnostním řešení – první části bakalářské práce).

Obrázek č. 11: Půdorys hromadné garáže bytového domu v Přemyslově ulici, schéma provozního větrání



Parametry garáže:

- základní rozměry viz obrázek
- plocha: 865,0 m²
- světlá výška: 3,2 m
- počet stání: 23 stání

Vjezd automobilům s pohonem na plynná paliva bude povolen do celé garáže a vzhledem k tomu, že v tomto případě je požadavek na vybavení garáže *účinným větráním*, bude prostor vybaven větráním provozním, požárním a i havarijním.



7.1 Provozní větrání

• Vstupní údaje

- a) počet úseků $i = 1$
- b) počet stání $P = 23$
- c) celkový počet stání $\Sigma P = 23$
- d) parkovací doba 1 vozu $\tau_p = 11\text{h}$
- e) frekvence výměny $f = \frac{1}{\tau_p} = 0,091$
- f) rychlost jízdy $w = 2,78\text{ m/s}$
- g) délka trasy 1 vozu $s = 69,162\text{ m}$
(průměr vzdáleností k nejvzdálenějšímu a nejbližšímu stání)
- h) doba volnoběhu 1 vozu t_v - při vjezdu 20 s
- při výjezdu 20 s
- při vjezdu na stání 10 s
- při vjezdu na stání 20 s
- i) doba jízdy 1 vozu trasou $t_{j\text{rov}} = \frac{s}{w} = 24,88\text{ s}$ (po rovině a klesání)
 $t_{j\text{st}} = \frac{s}{w} = 0,81\text{ s}$ (ve stoupání)
- j) počet vozů vjížd. do úseku $p = P * f = 2,093 \cong 3\text{ vozy}$
- k) doba chodu motorů za jízdy všech vozidel v úseku za 1 hodinu
 $t_{j\text{crov}} = p * t_{j\text{rov}} = 3 * 24,88 = 74,64\text{ s/h}$
 $t_{j\text{cst}} = p * t_{j\text{st}} = 3 * 0,81 = 2,43\text{ s/h}$
- l) doba volnoběhu všech vozidel v úseku za 1 hodinu
 $t_{vc} = p * t_v = 3 * 70 = 210\text{ s/h}$ [26]

• Postup výpočtu provozního větrání

- m) emise CO na 1 vůz $V_{COj\text{rov,voz}} = 5 * 10^{-5}\text{ m}^3/(\text{s} * \text{voz})$ - rovina/klesání
 $V_{COj\text{st,voz}} = 6,5 * 10^{-5}\text{ m}^3/(\text{s} * \text{voz})$ - stoupání (5%)
- n) emise CO na 1 vůz $V_{COv\text{voz}} = 2,2 * 10^{-5}\text{ m}^3/(\text{s} * \text{voz})$ - volnoběh
- o) emise CO všech vozů $V_{COj\text{rov}} = V_{COj\text{rov,voz}} * t_{j\text{crov}}$
 $V_{COj\text{rov}} = 5 * 10^{-5} * 74,64 = 37,32 * 10^{-4}\text{ m}^3/\text{h}$
 $V_{COj\text{st}} = V_{COj\text{st,voz}} * t_{j\text{cst}}$
 $V_{COj\text{st}} = 6,5 * 10^{-5} * 2,43 = 1,58 * 10^{-4}\text{ m}^3/\text{h}$
- p) objemové emise CO všech vozidel při volnoběhu
 $V_{COv} = V_{COv\text{voz}} * t_{vc}$
 $V_{COv} = 2,2 * 10^{-5} * 210 = 46,2 * 10^{-4}\text{ m}^3/\text{h}$
- q) celkové objemové emise CO v úseku
 $V_{CO} = V_{COj\text{rov}} + V_{COj\text{st}} + V_{COv}$
 $V_{CO} = 37,32 * 10^{-4} + 1,58 * 10^{-4} + 46,2 * 10^{-4}$
 $V_{CO} = 85,1 * 10^{-4}\text{ m}^3/\text{h}$ [26]



r) průtok vzduchu ze samoobslužné garáže

$$V = \frac{V_{CO}}{(c_p - c_e) \cdot 10^{-6}}$$

$$V = \frac{85,1 \cdot 10^{-4}}{(50 - 10) \cdot 10^{-6}} = 212,75 \text{ m}^3/\text{h}$$

c_p – nejvyšší přípustná výpočtová koncentrace CO všemi vozidly v garáži (50 ppm)

c_e – výpočtová koncentrace CO ve venkovním vzduchu (10 ppm – pro velkoměsta)

s) měrný průtok vzduchu vztažený na 1 stání

$$V_m = \frac{V}{P}$$

$$V_m = \frac{212,75}{23} = 9,25 \text{ m}^3/(\text{h} \cdot \text{stání})$$

t) intenzita větrání v úseku

$$l = \frac{V}{O}$$

$$l = \frac{212,75}{2768} = 0,077 \text{ h}^{-1}$$

- podle ČSN [26; A.4.7] nesmí být intenzita větrání v úseku nižší než $0,5 \text{ h}^{-1}$

- proto bude návrh intenzity větrání $l = 0,5 \text{ h}^{-1}$

[26]

7.2 Požární větrání

V rámci požárního větrání hromadné garáže bude v úseku zřízena elektrická požární signalizace (dále již jen jako EPS) jako detekční, monitorovací a signalizační systém požáru. V garáži proto budou umístěna citlivá kouřová a tepelná čidla a také čidla citlivá na únik plyných paliv z vozů s pohonem na plyná paliva.

[27]

Impulsem z EPS bude uvedeno do chodu samočinné odvětrací zařízení (dále již jen jako SOZ), čidla budou umístěna nad místy s nejvíce pravděpodobným rizikem vzniku požáru. Jeho funkčnost bude zajištěna napojením na náhradní zdroj elektrické energie (dále již jen jako UPS) a to nejméně po dobu evakuace osob nacházejících se v požárním úseku hromadné garáže, nebo do doby zásahu jednotek HZS (obvykle 15 minut). SOZ bude napojeno na ohlašovnu požáru, odkud lze navázat spojení s jednotkami požární ochrany.

[27]

Jedná se o vyhrazené požárně bezpečnostní zařízení a je zde tedy požadavek na návrh od autorizované osoby. Funkčnost se ověří zkouškami.

[21]

• Postup výpočtu požárního větrání

- a) konvekční teplo $Q_1 = 4,0 \text{ MW}$ (prostor bez SHZ)
- b) výška ohniska požáru $0,4 \text{ m}$ (výška interiéru vozidla)
- c) součinitel odhořívání $a_n = 0,9$ (dle ČSN 73 0802; příloha A.1)
- d) plocha návrhového požáru $A_f = Q_1 \cdot \frac{a_n}{350}$
- dle CEN/TR 12101-5:2005, Tab. 1 je $A_f = 10 \text{ m}^2$
- e) obvod návrhového požáru $P = 2 \cdot (A_f \cdot \pi)^{0,5}$
- dle CEN/TR 12101-5:2005, Tab. 1 je $P = 12 \text{ m}$



f) hmotnostní průtok kouře generovaného požárem

$$M_f = C_e * P * Y^{1,5}; \text{ pro běžné požáry s parametrem } Y \leq 10 * (A_f)^{0,5}$$

C_e – vztaženo na velikost kouřové sekce

$$C_e = \frac{0,9}{(A_v^{0,5} * h_s)^{0,3}} \quad - h_s \text{ je světlá výška kouřové sekce}$$

A_v – půdorysná plocha sekce se volí v rozmezí $(2h_v)^2$ až $(6h_v)^2$

– bude v rozmezí $[(2h_v)^2 = 25 \text{ m}^2; (6h_v)^2 = 225 \text{ m}^2]$ – $A_v = 200 \text{ m}^2$

h_v – je výška od podlahy k ose větracích klapek (uvažováno 2,5 m)

$$C_e = \frac{0,9}{(200^{0,5} * 3,2)^{0,3}} = 0,29; \text{ dodržen limit } 0,17 < c_e < 0,35$$

$$M_f = 0,29 * 12 * 2,5^{1,5} = 13,76 \text{ kg/s}$$

h_k – výška akumulární vrstvy kouře nad podlahou (uvažováno 1,9 m)

g) průměrná teplota v garáži $t_0 = 20 \text{ °C}$ (dle ČSN 73 0802, H.5)

h) měrné teplo c_p kouřové vrstvy je proměnná s teplotou

– od 1,005 kJ/(kg*K) při 0 °C po 1,068 kJ/(kg*K) při 400 °C

i) výpočet průměrné teploty kouřové vrstvy pod stropem t_g

$$t_g = \frac{Q_1}{(M_f * c_p) + t_0}$$

$$t_g = \frac{4000}{(13,76 * 1,068) + 20} = 115,29 \text{ °C}$$

j) průměrná hustota kouřové vrstvy pod stropem ρ_g

$$\rho_g = \frac{353}{(t_g + 273)}$$

$$\rho_g = \frac{353}{(115,29 + 273)} = 0,909 \text{ kg/m}^3$$

k) objemový průtok kouře generovaného požárem

$$V_f = \frac{M_f}{\rho_g}$$

$$V_f = \frac{13,76}{0,909} = 15,13 \text{ m}^3/\text{s}$$

l) stanovení objemového průtoku odváděného kouře V_{odv}

$$V_{odv} \geq V_f$$

- bude počítáno s $V_{odv} = 15,13 \text{ m}^3/\text{s}$ jako s minimálním potřebným průtokem

- je potřeba ventilátor, který odvětrá minimálně 15,13 m³/s

m) stanovení návrhové teploty odváděného kouře

$$t_{g,návrh} \geq t_g$$

- bude počítáno s $t_{g,návrh} = 115,29 \text{ °C}$

n) objemový průtok přiváděného venkovního vzduchu

$$V_{př} = \frac{M_{př}}{\rho_0}$$



- musí být splněna podmínka hmotnostních průtoků $M_{odv} = M_{př} (= M_f = 13,76 \text{ kg/s})$
- ρ_0 je hustota vzduchu při teplotě 22 °C

$$V_{př} = \frac{13,76}{0,991} = 13,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$V_{odv} = 15,13 \text{ m}^3/\text{s} > V_{př} = 13,88 \text{ m}^3/\text{s}$$

o) velikost přívodních otvorů, geometrická plocha

$$A_{gn} = \frac{V_{př}}{(n \cdot v_n \cdot c_n)}$$

v_n – max. rychlost vzduchu otvorem ve směru únikové cesty lidí (uvažováno $v_n = 4 \text{ m/s}$)

c_n – vtokový součinitel přívodních otvorů (obvykle 0,6)

$$A_{gn} = \frac{13,88}{(1 \cdot 4 \cdot 0,6)} = 5,78 \text{ m}^2$$

- velikost otvoru (garážová vrata) je 12 m², vyhovuje

7.1.1 ZOKT

Hlavním cílem bude odvod kouře, tepla a plynů z požárního úseku a toho bude dosaženo nuceným odvodem požárními ventilátory, které budou napojeny na odvodné potrubí pod stropem. Při odsávání škodlivin a kouře nesmí dojít k narušení vrstvy čistého vzduchu nad podlahou, tím by se značně zhoršil odvětrávací účinek. Pro zlepšení účinku odsávání je doporučený větší počet menších odsávacích otvorů, než menší počet otvorů větších. Přívod čerstvého vzduchu je lepší umístit blíže k podlaze, optimálně do výšky cca 1,5 m nad podlahu (nesmí však strhávat kouř). V místech přívodu vzduchu, kde se smí pohybovat lidé, nesmí rychlost přívodního vzduchu přesáhnout 5 m/s. [21]

7.2.2 EPS

a – stanovení požadavků na rozsah ochrany zařízení EPS

EPS bude umístěna v prostoru hromadné garáže v množství a rozsahu, jaký určí podrobný prováděcí projekt EPS dle ČSN 34 2710, kromě prostorů bez požárního rizika (WC, umývárny, apod.).

b – způsob detekce požáru

Čidla EPS budou optická kouřová, dle specifikace dodavatele.

c – stanovení požadavků na umístění tlačítkových hlásičů EPS

Tlačítkové hlásiče budou umístěny u východu na volné prostranství a u východů z hromadné garáže do únikových cest. Tlačítkový hlásič musí být umístěn na viditelném a přístupném místě ve výšce 1,2 – 1,5 m nad podlahou.

d – umístění hlavní ústředny EPS, případně vedlejších ústředí EPS s požadavky na propojení

Hlavní ústředna bude umístěna u vchodu, kterým se předpokládá vedení požárního zásahu (ve vchodu do chodby společně s CENTRAL STOP a TOTAL STOP). Hlavní ústředna EPS bude umístěna ve skříni s požární odolností EI 30 (dvířka EW 15), bude tvořit samostatný požární úsek a bude napojena na náhradní zdroj elektrické energie, aby byla zajištěna funkčnost systému. Skříňka EPS bude zabezpečena proti neoprávněné manipulaci. Není instalován signalizační panel EPS, v blízkosti ústředny EPS bude umístěn obslužný panel požární ochrany (OPPO), ve vchodu v 1.PP.

**e – stanovení časů T_1 a T_2 pro jednotlivé provozní režimy EPS**

Časy T_1 a T_2 se neřeší.

f – typy, způsob a čas ovládnání požárně bezpečnostních zařízení a dalších ovládaných zařízení, seznam popis a funkce ovládaných zařízení

Skrze EPS bude ovládáno:

Nouzové osvětlení bude rozsvíceno v celém objektu ihned po detekci kouře, v čase T_1 .

Zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOKT) bude spuštěno v čase T_1 od detekce kouře kouřovým čidlem, s možností uvést zařízení do chodu tlačítkovým spínačem.

Akustický poplach bude spuštěn v objektu v čase T_2 .

g – seznam monitorovaných zařízení s výpisem požadovaných monitorovaných stavů

EPS v prostoru hromadné garáže monitoruje svá kouřová čidla.

EPS také monitoruje detekční čidla úniku plynu. Jedná se o dvoustupňové detektory a rozeznávají stavy:

- 1. stupeň – 10 % dolní meze výbušnosti
- 2. stupeň – 20 % dolní meze výbušnosti

Tyto detektory budou pro LPG umístěny cca 0,5 m nad podlahou a pro CNG u podhledu.

h – stanovení druhu signalizace poplachu a požadavky na rozdělení objektu na detekční a poplachové zóny

Po zjištění požáru vyhlásí systém EPS všeobecný poplach pomocí akustických a optických hlásičů (sirény a výstražná světla). Poplach bude vyhlášen i po aktivaci tlačítkového hlásiče.

i – požadavek na způsob spojení obsluhy hlavní ústředny EPS s předurčenou jednotkou HZS nebo požadavek na ZDP

Ústředna EPS není uvažována s trvalou obsluhou, bude tedy instalováno zařízení dálkového přenosu (ZDP). Před jeho instalací je třeba změřit kvalitu signálu v budově a podle měření vybrat vhodné zařízení. ZDP bude na EPS napojeno prostřednictvím kabelů, které zajišťují přenos základních informací jako je poplach, porucha a místo vyhlášení poplachu. Instalace zařízení bude provedena kvalifikovaným pracovníkem.

j – požadavky na adresaci informací o požáru na hlavní ústředně EPS

Kouřová čidla budou pro výhodnost instalována v kruhové lince, pokud dojde k poruše jednoho čidla tak se okruh uzavře a z kruhové linky se stanou dvě linie. Linie jsou stále plně funkční a upozorňují na chybu.

Ústředna EPS vyhláší poruchu v případě přehoření či jinému přerušení kabelu, tvořícího kruhovou linku.

k – požadavky na vybavení zařízení EPS grafickou nadstavbou EPS, tiskárnou apd.

EPS je vybavena ZDP. Grafická nadstavba není vyžadována.

l – požadavky na kabely, kabelové trasy a napájení v souladu s příslušným právním předpisem

Kabely a vodiče, které zajišťují funkční integritu systému EPS zajistí certifikovaná firma, dle Vyhlášky č. 23/2008 Sb. (včetně Změny 268/2011 Sb.).

m – požadavky na zajištění a vybavení trvalé obsluhy a ústředny EPS

Stanoviště trvalé obsluhy není vytvořeno.



n – v případě návrhu ZDP musí být splněny podmínky místně příslušného HZS kraje a stanoveny požadavky na toto zařízení

Nutná konzultace s příslušným HZS.

o – požadavky na provedení koordinačních zkoušek, funkčních zkoušek, případně požadavek na provedení netoxických kouřových zkoušek

Detekční čidla úniku plynu musí být pravidelně kontrolována a kalibrována.

EPS musí být pravidelně kalibrována a revidována, její zkoušky musí proběhnout před uvedením garáže do provozu a poté ve stanovených a pravidelných intervalech.

V kolaudační den musí být k dispozici všechny doklady o montáži, o oprávnění osob k montáži, o kontrole provozuschopnosti, o provedené funkční zkoušce či kontrole.

p – v případě návrhu ZDP, resp. OPPO stanoví, zda některá zařízení budou vypínána samostatným tlačítkem panelu

Samostatným tlačítkem panelu bude vypínán akustický a optický hlásič. [42]

7.3 Havarijní větrání

Vzhledem k chybějící definici otvoru, kterým může z vozu s pohonem na plynná paliva plyn unikat, nelze přesně spočítat rychlost úniku plynu „ $M_{\text{plynu}} = \frac{dG}{dt}$ “ (hmotnostní průtok, kg/s), což je parametr důležitý pro následovný výpočet minimálního průtoku venkovního větracího vzduchu V_{min} .

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

S – průřez otvoru, přes který plyn uniká [m²]

M – molární hmotnost plynu [kg/kmol]

R – univerzální plynová konstanta [8314 J/(kmol*K)] [20]

Vzhledem k tomuto „neřešitelnému“ problému, by bylo nutné pro potřeby návrhu uvažovat určitý průřez, který by ale nemusel odpovídat skutečnosti. Proto lze hromadnou garáž zařadit do tóny bez nebezpečí výbuchu pouze tehdy, když vybavíme tento prostor velmi účinnou a citlivou detekcí na únik všech povolených plynných paliv (umístěna hlavně u stropu, kvůli úniku CNG). Havarijní větrání bude dostatečné do takové míry, aby bylo schopné odvětrat zkoncentrované uniklé plyny před dosažením 20% spodní meze výbušnosti. Prostor bude upraven, aby se předešlo vznikům nevětratelných koutů, prohlubní a kapes a aby nevznikalo lokální nebezpečí výbuchu. A na dobře viditelném, přístupném a patřičně označeném místě bude vyvěšena dokumentace popisující chování a postup v případě úniku zejména plynného paliva (požární řád garáže, požární poplachová směrnice, plán havarijních opatření). [20]

Havarijní větrání bude mít zajištěnou funkčnost nejméně po dobu 60 minut a bude napojeno na UPS a ve vstupech do nechráněných únikových cest budou umístěny ruční spouštěče. K vyhlášení poplachu bude sloužit akustická a optická signalizace.



V prostoru garáže budou umístěny dvoustupňové detektory úniku plynu:

- 1. stupeň – 10 % dolní meze výbušnosti (aktivace nuceného provozního větrání)
- 2. stupeň – 20 % dolní meze výbušnosti (aktivace havarijního větrání, vyhlášení požárního poplachu a zákaz vjezdu dalším vozidlům do garáže) [20]

V rámci zvýšení bezpečnosti bude vyhlášení požárního poplachu přiřazeno ke druhému stupni, přestože požadavek na něj je až u překročení 50% dolní meze výbušnosti směsi plynu a vzduchu. Při dosažení 2. stupně bude také uvedeno do provozu nouzové osvětlení. [20]

7.4 Hlásiče a bezpečnostní označení

Hromadná garáž bude vybavena akustickou a optickou signalizací pro případ požáru či úniku plynu. Budou spuštěny buď impulsem z elektrického požárního zařízení (EPS) nebo tlačítkovým hlásičem.

Hromadná garáž s povolením vjezdu pro automobily s pohonem na plynná paliva bude řádně označena nápisy „Vjezd povolen“, „Nevstupovat – NEBEZPEČÍ VÝBUCHU“ nebo „Opusťte prostor – NEBEZPEČÍ VÝBUCHU“. [21]



8. ZÁVĚR

Tato práce si kladla za cíl seznámit se současným stavem české legislativy, která se tématem hromadných garáží zabývá. Dále s bezpečnostními riziky hrozícími při úniku plynu do prostoru hromadných garáží, s potřebným vybavením těchto garáží pro potřeby automobilů s pohonem na plynná paliva a její hlavní cíl byl návrh bezpečnostních opatření, které by těmto vozům umožňovaly do zmíněných prostorů vjezd.

Automobily s pohonem na plynná paliva dříve dominovaly světu, jezdilo se pouze na plyn (ať už dřevoplyn nebo svítiplyn) a postupem času se lidstvo naučilo plyn stlačovat do zásobníků. Během let se spalitelné plyny střídaly s kapalnými hmotami v prvenství v pohánění automobilů, dnes jsou v popředí opět kapalné hmoty a plynná paliva (tzv. alternativní) „opět objevujeme“. Začínají se jim dostávat pozornosti, jsou čím dál více oblíbené a tím víc jich je v provozu.

Problematika hromadných garáží pro zmiňované automobily byla dlouhou dobu opomíjena. Chyběla legislativa dotýkající se tématu a šance na garážování těchto vozidel přišla až v roce 2011, kdy byla vydána **Vyhláška č. 268/2011 Sb., měnící vyhlášku č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb**. S touto vyhláškou začala existovat šance, že se zmiňované vozy budou moci do hromadných garáží odstavovat. Dnes je již známo, že pro tento účel musí být v těchto prostorech instalováno účinné větrání, skládající se z provozního, požárního a havarijního větrání. Každé z těchto tří aspektů účinného větrání musí být pravidelně kontrolován a revidován.

Řešený příklad hromadné garáže bytového domu v Přemyslově ulici ukazuje jak účinně navrhnout větrací systémy pro hromadnou garáž pro vozy s pohonem na plynná paliva. Provozní větrání je dnes požadováno v každé garáži, jak pro vozy na plynná paliva tak na paliva kapalná. Dále větrání požární, které je spouštěno elektrickou požární signalizací (EPS) je nezbytností. EPS v tomto případě totiž nezjišťuje pouze počátek požáru, ale i únik plynu z palivové soustavy pomocí dvoustupňových detektorů citlivých na únik plynných paliv. Havarijní větrání se v České republice nedá navrhnout početně, dá se však spolehlivě navrhnout s pomocí několika důležitých podmínek, které jsou pro účinný a správný chod důležité.

Příklad navrhuje nutné požárně bezpečnostní zařízení (PBZ) pro řešenou hromadnou garáž, není to však nejhorší možná varianta garážových prostorů. Existují garáže pro vozy na kapalná paliva, které musí mít taktéž stejné PBZ (s výjimkou havarijního větrání). Pro představu, jsou to například hromadné garáže v 2. PP a níže, hromadné garáže se zakladačovými systémy, bez stabilního hasicího zařízení (SHZ).

Automobily s pohonem na plynná paliva přinášejí mnoho výhod, jako nízká cena paliva, jsou ekologičtější než vozy na kapalná paliva a v mnoha případech jsou bezpečnější. Ale také i nevýhody, to jsou zejména vyšší pořizovací cena a větší nároky na bezpečnost. Tyto vozy tu ale byly, jsou ve stále větším a větším množství a ve větších množstvích tu budou i nadále. Proto je téma hromadných garáží stále tak aktuální a rozhodně by se nemělo opomínat.



SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Parkování a garážování vozidel s pohonem na LPG / CNG* [online]. [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://lpg-cng.ochranamotoru.cz/parkovani-garazovani-auta-na-plyn-lpg-cng.htm>
- [2] *Bezpečnost vozidel s plynovým pohonem LPG / CNG* [online]. [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://lpg-cng.ochranamotoru.cz/bezpecnost-aut-na-plyn-lpg-cng-ekologie-ochrana.htm>
- [3] *Z historie plynu v dopravě* [online]. [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/historie-130/>
- [4] KRATOCHVÍL, Václav. Zemní plyn jako palivo v dopravě. *Rescue Report* [online]. 2008 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/rok-2008-667/>
- [5] *V loňském roce nejvíce vzrostl prodej automobilů na LPG* [online]. 2014 [cit. 2016-04-30]. Dostupné z: <http://www.hybrid.cz/v-lonskem-roce-nejvice-vzrostl-prodej-automobilu-na-lpg>
- [6] SAJDL, Jan. *Emisní norma EURO: Emisní norma Euro platná v zemích Evropské unie stanovuje limitní hodnoty výfukových exhalací.* [online]. 2011 [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.autolexicon.net/cs/articles/emisni-norma-euro/>
- [7] *CRASH TEST OPEL ASTRA CARAVAN NA LPG (ADAC)* [online]. [cit. 2016-05-01]. Dostupné z: <http://www.lpg-obchod.cz/caste-dotazy-lpg-faq/crash-test-opel-astra-caravan-s-pohonem-na-lpg-adac/>
- [8] Speciální spalovací motory a alternativní pohony. HROMÁDKO, Jan. *Speciální spalovací motory a alternativní pohony: Komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol.* Praha: Grada, 2012, s. 101-128. ISBN 978-80-247-4455-1.
- [9] *LPG - plyné motorové palivo* [online]. [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.petro-leum.cz/vyrobky/lpg.aspx>
- [10] HRADECKÝ, Jindřich. *Přestavba auta na LPG: na kolik přijde a kdy se investice vrátí?* [online]. 2012 [cit. 2016-05-03]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/nakupy/230302-prestavba-auta-na-lpg-na-kolik-prijde-a-kdy-se-investice-vrati>
- [11] HRADECKÝ, Jindřich. *Autem levněji: s CNG se jezdí za korunu na kilometr* [online]. 2012 [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://www.penize.cz/nakupy/231342-autem-levneji-s-cng-se-jezdi-za-korunu-na-kilometr>
- [12] *Svítiplyn: Pohon na svítiplyn* [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://lpg-cng.ochranamotoru.cz/svitiplynovy-pohon-na-svitiplyn-karbonizace-mestsky-plyn.htm>
- [13] *Dřevoplyn: Pohon na dřevoplyn* [online]. [cit. 2016-05-04]. Dostupné z: <http://lpg-cng.ochranamotoru.cz/drevoplynova-vozidla-plavidla-pohon-drevoplyn-drevo-plyn.htm>
- [14] HRABICA, Pavel. *CNG už nebude odstrčené? Benzin, nafta a CNG u jednoho stojanu* [online]. 2013 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.autorevue.cz/cng-uz-nebude-odstrcene-benzin-nafta-a-cng-u-jednoho-stojanu>
- [15] JENÍKOVSKÝ, Petr. *Diagnostický rozbor vstříkovací soustavy vozidla pro plyné PHM* [online]. Plzeň, 2015 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/handle/11025/20260/BP-Petr_JENIKOVSKY.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta strojní. Vedoucí práce Doc. Ing. Josef FORMÁNEK, Ph.D.



- [16] TECHNICKÝ ÚSTAV POŽÁRNÍ OCHRANY. *Požáry osobních automobilů: Modelové zkoušky*. Praha, 2014, 17 s.
- [17] PLYNÁRENSKÁ PŘÍRUČKA. SVOBODA, Alexandr et al. *Plynárenská příručka: 150 let plynárenství v Čechách a na Moravě*. Praha: GAS, 1997, s. 883-933. ISBN 80-902339-6-1.
- [18] NOVOTNÝ, Tomáš. *CNG: Kolik stojí přestavba vozu? Vyplatí se?* [online]. 2012 [cit. 2016-05-08]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/technologie-1/lpg-a-cng/cng-kolik-stoji-prestavba-vozu-vyplati-se.aspx>
- [19] TOMAN, Stanislav. Větrání garáží (1. část). *TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2014 [cit. 2016-04-27]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/11896-vetrani-garazi-1-cast>
- [20] TOMAN, Stanislav. Větrání garáží (2. část). *TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2015 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/12258-vetrani-garazi-2-cast>
- [21] TOMAN, Stanislav. Větrání garáží (3. část). *TZB-info: stavebnictví, úspory energií, technická zařízení budov* [online]. 2015 [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://vetrani.tzb-info.cz/normy-a-pravni-predpisy-vetrani-klimatizace/12303-vetrani-garazi-3-cast>
- [22] Vlastnosti CNG: Stlačený zemní plyn (CNG) v osobní dopravě a jeho bezpečnost. *Vlastnosti CNG* [online]. [cit. 2016-05-09]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/vlastnosti/>
- [23] KALKULAČKA NÁVRATNOSTI PŘESTAVBY LPG. *LPG-obchod: přestavby na LPG* [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.lpg-obchod.cz/kalkulacka-navratnosti-prestavby-na-plyn-lpg-2/>
- [24] Časté dotazy (FAQ): KOLIK UŠETŘÍM JÍZDOU NA LPG ? *LPG-obchod: přestavby na LPG* [online]. [cit. 2016-05-11]. Dostupné z: <http://www.lpg-obchod.cz/caste-dotazy-lpg-faq/kolik-usetrim-jizdou-na-plyn-lpg/>
- [25] Vyhláška č. 268/2011 Sb., kterou se mění vyhláška č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb
- [26] ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže, ÚNMZ, 2011
- [27] ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb - Výrobní objekty, ÚNMZ, 2010
- [28] ČSN EN 60079-10-1 Výbušné atmosféry - Část 10-1: Určování nebezpečných prostorů - Výbušné plynné atmosféry
- [29] ČSN EN 60079-14 ed.3 Výbušné atmosféry - Část 14: Návrh, výběr a zřizování elektrických instalací
- [30] ČSN EN 60079-14 ed.2 Elektrická zařízení pro výbušnou plynovou atmosféru - Část 14: Elektrické instalace v nebezpečných prostorech (jiných než důlních)
- [31] ČSN EN 12845 + A2 Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení - Navrhování, instalace a údržba
- [32] ČSN 33 2000-5-51 ed.3 Elektrické napětí - Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení - Všeobecné předpisy (duben 2010)
- [33] ČSN 33 2000-1 ed.2 Elektrické instalace nízkého napětí - Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice (květen 2009)
- [34] 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



-
- [35] TPG 982 01 Vybavení garáží a jiných prostorů pro motorová vozidla s pohonným systémem CNG, Technická pravidla, Český plynárenský svaz, 2013
- [36] ČSN 73 0833 Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování, ÚNMZ, 2010
- [37] *Statistiky* [online]. 2016 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.eng4you.cz/eng-info/statistiky.html>
- [38] Čistá mobilita. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2015 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/cista_mobilita_seminar
- [39] GOLA, Petr. *Spotřební daň u benzínu a nafty v EU* [online]. 2012 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.finance.cz/zpravy/finance/365970-spotrebni-dan-u-benzinu-a-nafty-v-eu/>
- [40] Zkapalněný zemní plyn - LNG. CNG [online]. [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: <http://www.cng.cz/cs/alternativni-pohonne-hmoty-126/>
- [41] JANÍK, Luděk. Jak se vyrábí palivo budoucnosti. Vodík pro auta i elektroniku. *Technet: Věda a vesmír* [online]. 2008 [cit. 2016-05-17]. Dostupné z: http://technet.idnes.cz/jak-se-vyrabi-palivo-budoucnosti-vodik-pro-auta-i-elektroniku-p6d-/tec_technika.aspx?c=A080127_234744_tec_technika_vse
- [42] Vyhláška č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).