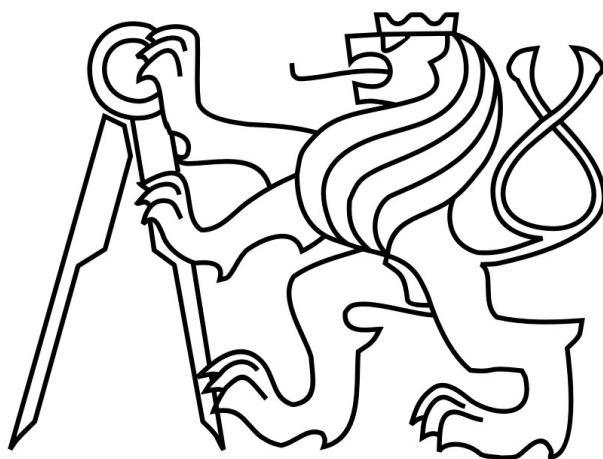


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ



DIPLOMOVÁ PRÁCE

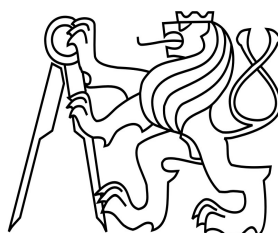
2020

BC. KUZNETSOV PAVEL

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

NASÁVACÍ HLÁSIČE POŽÁRU

ASPIRATING SMOKE DETECTORS

Bc. Pavel Kuznetsov

vedoucí práce: Ing. Pavla Pechová, Ph.D.

2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Kuznetsov Jméno: Pavel Osobní číslo: 440806

Zadávací katedra: Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrální bezpečnost staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Nasávací hlásiče požáru

Název diplomové práce anglicky: Aspirating smoke detectors

Pokyny pro vypracování:

V rámci teoretické části práce zpracujte rešerši zaměřenou na nasávací hlásiče, především na jejich konstrukci, funkčnost a vhodnost použití pro různé druhy střežených prostorů. Uvedte požadavky na tento druh hlásičů z hlediska českých a ruských norem. V praktické části vytvořte zjednodušený model požáru v prostoru, který je střežen nasávacím hlásičem požáru. Pro model využijte program FDS (Fire Dynamics Simulator).

Seznam doporučené literatury:


Dudáček, A. Automatická detekce požáru. 2. vydání, 2008. Kučera, P. a Z. Pezdová. Základy matematického modelování požáru. 1. vydání. 2010. Drysdale, D. An Introduction to Fire Dynamics, 3rd Edition, 2011. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th Edition, 2015. Report on Fire in Atrium Buildings Problems and Control, 1992. ČSN 34 27 10, Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba, v platném znění. ČSN EN 54-1 až 25, v platném znění, především část 20: Elektrická požární signalizace - Nasávací hlásiče. SP 5.13130.2013 - Systems of fire protection. Automatic fire-extinguishing and alarm systems, Designing and regulations rules, 2013. vyd. FGBU VNIPO EMERCOM of Russia. GOST P 53325 – Fire Automatic Equipment. General specifications, Testing methods. 2009. vyd. FGBU VNIPO EMERCOM of Russia. McGrattan, K. B. a G. P. Forney. Fire dynamics simulator - User's guide, NIST, 2018.

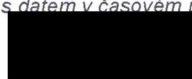
Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Pavla Pechová, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 2.10.2019

Termín odevzdání diplomové práce: 5.1.2020

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

2.10.2019

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Pavel Kuznetsov

Název diplomové práce: Nasávací hlásiče požáru

Základní část: Nasávací hlásiče požáru podíl: 100 %

Formulace úkolů:

V teoretické části práce se zaměřte na nasávací hlásiče požáru jako na celek. Dále se podrobněji zaměřte na princip funkce těchto systémů. Porovnejte požadavky na tyto hlásiče z pohledu českých technických norem (ČSN) a ruských státních norem (GOST). Pokud existují odlišnosti v požadavcích, uveďte je. Dále se zaměřte na serverovny, a co je nejčastější příčinou požárů v těchto prostorech. V praktické části vytvořte model požáru v serverovně pomocí programu FDS (Fire Dynamics Simulator). Porovnejte 2 varianty, v prvním případě uvažujte, že prostor serverovny bude střežen nasávacím hlásičem kouře, v druhém případě ionizačním hlásičem. Pro vytvoření počítačového modelu uvažujte data relevantní pro serverovny (datacentra). V případě těžko dostupných dat z odborné literatury k požárům serverů, spolupracujte s požární zkušebnou, případně dle možností proveďte požární zkoušku serveru.

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 23.10.2019

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

3. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

4. Část: _____ podíl: _____ %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení Ing. Pavly Pechové, Ph.D. Všechny použité prameny a literatura jsou uvedené v seznamu citované literatury.

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 5.1.2019

.....
Bc. Kuznetsov Pavel

Poděkování

Velice rád bych poděkoval paní Ing. Pavle Pechové, Ph.D. za vedení mé práce, odborné konzultace, vstřícný přístup, ochotu a cenné rady při zpracovávání diplomové práce.

Tato diplomová práce vznikla ve spolupráci s požární laboratoří Univerzitého Centra Energeticky Efektivních Budov. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Markovi Pokornému, Ph.D. a panu Ing. arch. Bc. Petrovi Hejtmánkovi, Ph.D. za vstřícnost při provedení požární zkoušky.

Dále bych rád poděkoval panu Ing. Roubíčkoví – vedoucímu oddělení Fire Products společnosti Siemens za věnovaný čas a poskytnuté podklady.

Rád bych poděkoval také své rodině a všem přátelům, kteří mě při vytváření této práce podpořili, a bez jejichž pomoci by nebylo možné práci dokončit.

Obsah

Anotace	3
Abstract	3
Seznam použitých symbolů a zkratk	4
1 Úvod	6
1.1 Motivace	6
1.2 Stanovení výzkumné otázky	6
1.3 Cíle práce	6
2 Současný stav poznání	7
2.1 Instalace EPS	7
2.2 Projektování EPS:	8
2.3 Typy hlásičů EPS	9
2.4 Historie	10
2.5 Nasávací hlásiče požáru a ČSN EN 54-20	11
2.6 Princip funkce a prvky nasávacího systému	13
2.7 Výhody a nevýhody nasávacího systému a vývoj	17
2.8 Použití	19
2.9 Výrobky	19
2.10 Příklady umístění a rozmístění samočinných a tlačítkových hlásičů	20
3 Porovnání zkušebních norem	22
3.1 Co to je GOST	22
3.2 Stanovení výrazných rozdílů ve zkoušení výrobků podle ČSN EN 54-20 a GOST P 53325	22
3.3 Zkoušky dle ČSN, které GOST neobsahuje	28
3.4 Zkouška dle GOST, kterou ČSN neobsahuje	29
3.5 Shrnutí porovnání ČSN a GOST	30
4 Požáry serveroven, výpočetních center	32
4.1 Významné příklady požárů elektrozařízení ze světa	32
4.2 Významné příklady požárů elektrozařízení z ČR	33
4.3 Příčiny požáru ve výpočetních centrech, serverovnách a datacentrech	34
5 Velkorozměrová zkouška požáru serveru	37
5.1 Požární zkušebna	37
5.2 Impuls pro provedení požární zkoušky	39
5.3 Příprava zkoušky	40
5.4 Výsledky požární zkoušky	47
5.5 Software FDS	50
5.6 Vytvoření dílčího modelu pro validaci vstupních hodnot	51
6 Řešený příklad	55
6.1 Model č.1 - porovnání jednoho otvoru nasávacího hlásiče s jedním ionizačním hlásičem kouře	55
6.2 Model č.2 - porovnání deseti otvorů nasávacího hlásiče se dvěma ionizačními hlásiči kouře	57

7	Závěr	59
	Příloha 1 – Zdrojový kód pro modelování laboratoře v FDS	60
	Příloha 2 – Zdrojový kód pro modelování serverovny v FDS	68
	Příloha 3 – Výstup ze softwaru Asyst (F-FXS2056) – Model č. 1	71
	Příloha 4 – Výstup ze softwaru Asyst (F-FXS2056) – Model č.2	73
	Seznam obrázků	76
	Seznam tabulek	78
	Literatura	79

Anotace

Tato diplomová práce je zaměřena na detekci požáru pomocí nasávacích hlásičů kouře. První část se zabývá povinností instalace EPS a typy hlásičů. Dále se podrobněji zaměřuje na nasávací hlásiče kouře: normy, třídy hlásičů, princip funkčnosti, prvky nasávacího systému, výhody, nevýhody a nejvhodnější umístění hlásičů. V další části se porovnávají ruské normy (GOST) s českými normami (ČSN EN) a popisují se rozdíly v projektování a zkoušení výrobku. Druhá část diplomové práce je věnovaná serverovnám. V této části jsou popisované škodné události, příčiny požárů a okolnosti s nimi spojené. Pro použití přesnějších hodnot do modelování byla provedena požární zkouška serveru. Po zkoušce je popisovaná validace modelu a modelování nasávacích kouřových hlásičů a ionizačních hlásičů pro místnost serverovny v programu FDS a porovnání výsledků.

Klíčová slova

Nasávací hlásiče kouře; požár; FDS; serverovna; EPS; GOST

Abstract

This thesis is focused on the detection of fire with the help of aspirating smoke detectors. The first part is dedicated to the obligation of installation EPS and types of detectors. Further, it's focusing more in detail on aspirating smoke detectors: norms, detector categories, functional principle, elements of an aspirating system, advantages, disadvantages and best places for usage. The other part is comparing Russian norms (GOST) with ČSN EN and describing the difference between projecting and testing of the product. The second part of the thesis is dedicated to server rooms. This part is describing harmful incidents, fire causes, and circumstances associated with it. To use more accurate values in modelling, a fire test of the server was performed. After the test, model validation and modelling of aspirating smoke detectors and ionization detectors for the server room in the FDS program and comparison of results are described.

Keywords

ASD; FDS; fire; server room; EPS; GOST

Seznam použitých symbolů a zkratk

Řecké symboly

ρ	Objemová hmotnost	kg/m^3
h_p	Požární výška stavby	m
u, v, w	složky rychlosti	m/s
p	tlak	N/m^2
ρ	hustota	kg/m^3
ν	kinematická viskozita	m^2/s
f, x, y, z	složky vnější objemové síly (gravitační, odstředivé)	N/m^2

Zkratky

APO	Analysis and Policy Observatory
ASD	Nasávací hlásič (aspirating smoke detector)
AWA	Amalgamated Wireless Australasia
CEN	Evropský výbor pro normalizaci
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization
ČSN	Česká technická norma
EASC	Euroasijská rada pro normalizaci, metrologii a certifikaci
EMBL	European Molecular Biology Laboratory
EMC	Elektromagnetická kompatibilita
EPS	Elektrická požární signalizace
FDS	Fire Dynamics Simulator (software)
FM200	Chemické hasivo
GOST	Statní certifikační standardy (ruské normy)
HDD	Pevný disk
HRR	Rychlost uvolňování tepla (Heat Release Rate)
IR	Infračervené záření (také IR, z anglického infrared)
IT	Informační technologie
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení
RCT	Room Corner Test

SPR	Smoke Production Rate
TC	Technický sekretariát
UCEEB	Univerzitní centrum energeticky efektivních budov ČVUT

1 Úvod

1.1 Motivace

Požáry v budovách po celém světě způsobují velké ztráty. Pro zabránění ztrát vlivem požáru, stavby dělíme na požární úseky pomocí konstrukcí s odpovídající požární odolností, abychom lokalizovali požár a ochránili lidské životy a zdraví lidí. Dalším důvodem k dělení na požární úseky jsou ekonomické ztráty. Podstatné jsou také nenahraditelná data, historicky významná díla a technologická zařízení, která jsou součástí požárních úseků. V těchto případech je nutno včas detekovat požár. V současnosti existuje velké množství zařízení k detekci požáru. Jsou mezi nimi jak levnější a jednodušší systémy, tak i ty dražší. Nejčastější využití shledávají zařízení s nízkými pořizovacími náklady a zároveň nenáročnými na údržbu během provozu. Dražší zařízení nehledě na spoustu výhod jsou používána zřídka a jsou mezi nimi i nasávací hlásiče požáru.

1.2 Stanovení výzkumné otázky

Jeden z často se vyskytujících provozů, kde jsou instalované nasávací hlásiče požáru jsou místnosti serveroven. Jsou k tomu dva podstatné důvody: instalace drahých zařízení a nenahraditelná data. Výzkumnou otázkou této práce je stanovení rozdílu v době reakce mezi ionizačním hlásičem a nasávacím hlásičem požáru v serverovně středních rozměrů pomocí programu Fire Dynamics Simulator (FDS).

1.3 Cíle práce

Hlavní cíle práce jsou:

1. Stanovení provozu a staveb u kterých vzniká povinnost na instalaci EPS
2. Popsat princip funkčnosti nasávacích hlásičů a nejvhodnější umístění hlásičů k jejich použití
3. Porovnání ruských norem a ČSN EN z hlediska nasávacích hlásičů kouře
4. Provedení požární zkoušky serveru.
5. Zpracování modelu serverovny středních rozměrů v programu FDS včetně nasávacího a ionizačního hlásiče kouře a porovnání výsledků

2 Současný stav poznání

2.1 Instalace EPS

Hned na začátku bych se chtěl zaměřit na instalaci EPS jako takové, kdy a za jakých podmínek povinnost vzniká. Tuto povinnost nařizují České Technické Normy a vyhlášky sbírky zákonu.

Instalace EPS je vyžadovaná v těchto případech:

- nevýrobní objekty s výškou $h > 22,5$ m, pokud v části objektu s $h_p > 22,5$ m je více než 300 osob podle ČSN 73 0818; [1]
- nevýrobní objekty s výškou $h > 45$ m, kromě budov pro bydlení skupiny OB 2 podle ČSN 73 0833:1996 [1]
- památkově chráněné stavby [2]
- movité kulturní památky [2]
- požární úsek s celkovou plochou „S“ přesahuje plochu $S > 0,5S_{max}$ ve výrobních požárních úsecích 5. až 7 skupiny výrobních a skladových provozů a zároveň hodnota nahodilého požárního zatížení je vyšší než 50 kg/m^2
- v požárních úsecích výrobního i nevýrobního charakteru [3]:
 - kde podle jiných norem požadavek na instalaci samočinného stabilního hasícího zařízení
 - s obsazením osobami podle ČSN 73 0818 nad 50 osob a s výškovou polohou $h_p > 30$ m (kromě objektů OB2 podle ČSN 73 0833) za předpokladu, že plocha těchto požárních úseku je větší než $0,3S_{max}$ a současně nahodilé požární zatížení je větší než 15 kg/m^2
 - s plochou $S > 0,3S_{max}$, které jsou umístěné ve 3. a nižším podzemním podlaží, s počtem osob podle ČSN 73 0818 > 50 , pokud parametr odvětrání (podle ČSN 73 0804) v požárním úseku je $F_0 < 0,035 \text{ m}^2$
 - bez konkrétního způsobu využití, pokud plocha požárního úseku je větší $0,3S_{max}$.

Instalované mohou být pouze schválené druhy nebo typy EPS, volba kterých je ovlivněná rozhodujícími kritérii: [4]:

- funkční účelnost a spolehlivost
- náklady ve vztahu k chráněným hodnotám a požárnímu riziku
- hospodárnost provozu

Rozsah střeženého objektu je také jedna z rozhodujících charakteristik při volbě systému nebo zařízení EPS. Norma charakterizuje tyto možnosti: úplná, zónová, lokální a zvýšená lokální ochrana objektu; ochrana únikových cest nebo manuální systém.

2.2 Projektování EPS:

V této části diplomová práce se věnuje zásadám projektování podle ČSN 34 2710.

Rozdělení objektu na detekční a poplachové zóny musí odpovídat požadavkům strategie odezvy na požární poplach a musí být provedeno s ohledem na požárně technické charakteristiky převažujících hořlavých materiálů a je nedílnou součástí PBR. Stejně tak je stanovení rozsahu střežení objektu.

Objekt se dělí na detekční zóny pro lepší identifikaci z indikačního zařízení. Detekční zóny nemusí být vždy totožné s požárními úseky. Více se přihlíží k posouzení následujících parametrů:

- dispoziční uspořádání s provozními podmínkami objektu
- evakuační podmínky
- správné stanovení poplachových zón
- existence zvláštního rizika

Objekty chráněné systémem EPS se samočinnými hlásiči požáru musí být rozdělené na detekční zóny podle těchto kritérií:

- plocha podlahy jediné detekční zóny může být nejvýše 1500 m².
- zahrnuje-li detekční zóna více než 5 místností, musí být informace o střežené místnosti, ve které hlásič signalizuje požár identifikovaná na systém EPS nebo paralelní signalizaci
- Detekční zóna s neadresovatelnými hlásiči požáru musí být shodná s požárním úsekem
- Každé patro musí tvořit detekční zónu (je-li to technicky proveditelné), kromě těchto případů:
 - o Detekční zóny tvoří schodišťové šachty, osvětlovací šachty, výtahové šachty nebo prostory přesahující jedno podlaží
 - o Celková plocha detekční zóny nepřesahuje 250 m²

Při návrhu je třeba zaměřit pozornost zejména na přehlednost detekční zóny, přístupové a únikové možnosti uvnitř detekční zóny, dispoziční řešení a způsob užívání místností či prostor uvnitř detekční zóny.

Rozdělení objektu na poplachové zóny není nutné pokud celý objekt tvoří poplachovou zónu a je možné vyhlásit všeobecný poplach.

Pokud je rozdělení nutné musí být provedeno v závislosti na evakuačních podmínkách a předpokládaném druhu požárního poplachu v souladu s PBŘ a z technické dokumentace a návodů výrobců technologie (tyká se technologických celků).

Poplachová zóna musí obsahovat minimálně jednu detekční zónu.

2.3 Typy hlásičů EPS

Projektování EPS v České republice zastřešuje norma ČSN 34 2710 - Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba. V normě jsou uvedené hlavní faktory ovlivňující volbu hlásičů požáru [4]:

- a) požadavky právních a normativních předpisů a technických podmínek výrobců;
- b) množství, požárně technické vlastnosti, způsob hoření a uložení reprezentativních hořlavých látek a materiálů ve střeženém prostoru;
- c) prostorové dispozice (zejména výška stropu a plocha chráněného prostoru);
- d) vliv ventilace a vytápění;
- e) okolní podmínky (v přilehlých prostorách);
- f) možnosti vzniku planých poplachů;
- g) charakteristika prostředí chráněného prostoru (např. bez nebezpečí výbuchu, s nebezpečím výbuchu apod.).

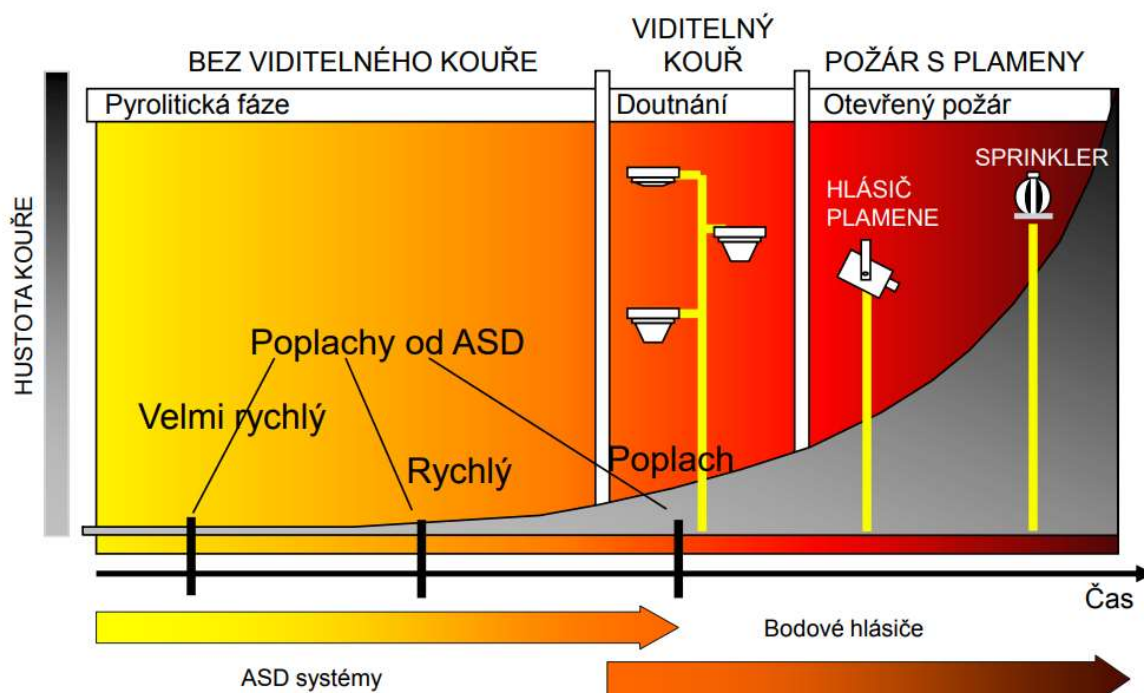
Norma rozděluje samočinné hlásiče na kouřové, teplotní, plamenné, plynové a multisenzorové

V této normě jsou kouřové hlásiče členěné na:

- hlásiče kouře ionizační
- hlásiče kouře optické
- hlásiče kouře nasávací
- hlásiče kouře lineární využívající optický paprsek

Každá střežená místnost musí obsahovat alespoň jeden samočinný hlásič.

Reakce jednotlivých hlásičů a ostatních požárně bezpečnostních zařízení je uvedena v obr. 1. Reakce je vztažena ke kvadratické křivce rozhořívání.



Obrázek 1 - rychlost reakce hlásičů kouře a PBZ [5]

2.4 Historie

V roce 1970 CSIRO (Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization) v Austrálii používaly nephelometry k výzkumu lesních požárů. Následně Australská pošta zapojila CSIRO ke zkoumání technologií, které by mohly předejít přerušení provozu podniku v důsledku vzniklého požáru. Pošta poskytla místnost pro zkoušení různých zařízení. Pro srovnání těchto zařízení se používal nephelometr.[6]

V závěru několika týdenního testování se zjistilo, že na trhu neexistuje žádný hlásič kouře vhodný k detekci požáru v počátečním stádiu. Nejlépe k těmto účelům vyhovoval samotný nephelometr. [7]

V dílnách APO (Analysis and Policy Observatory) došlo k zpracování prototypu s dvojitou komorou pro kompenzaci citlivosti proudění s možností vyhlášení poplachu v několika stupních. Dále Australská pošta oslovila největšího výrobce elektrických zařízení AWA (Amalgamated Wireless Australasia) Ltd s prosbou o výrobu hlásiče ke komerčnímu použití. Po 3 letech vývoje detektoru nebyl představen očekávaný výrobek. [7]

Z toho důvodu došlo k vyhlášení veřejné zakázky do které se přihlásilo 5 účastníků. Výherci soutěže dodali 60 požadovaných zařízení. Bohužel byli o půlrok předstiženi jednou malou firmou, která představila podobný výrobek za polovinu ceny. [7]

V roce 1979 společnost Xtralis vyrobila nasávací a vyhodnocovací zařízení VESDA. Za tři roky bylo představené vylepšené spolehlivé zařízení o menších rozměrech s menšími náklady na výrobu. Od této doby ASD začala nabírat na popularitě a objevovat se v různých provozech. [8]

2.5 Nasávací hlásiče požáru a ČSN EN 54-20

Hlásiče nasávací (aspirační) se instalují podle pokynů výrobce. Jejich provedení musí odpovídat ČSN EN 54-20. Umístění nasávacích hlásičů se provádí v závislosti na stanovené třídě citlivosti (A, B nebo C). Vzorkovací trubky a armatury musí mít potřebnou mechanickou pevnost a tepelnou odolnost podle ČSN EN 61386-1 ed. 2 nejméně ve třídě 1131 [1]. Toto označení pro deklarovanou odolnost trubkového systému v sobě nese informaci o čtyřech parametrech resp. o čtyřech deklarovaných třídách: 1. číslice - odolnost proti stlačení, 2. číslice – odolnost proti nárazu, 3. číslice – rozsah nízkých teplot a 4. číslice – rozsah vysokých teplot.

Samotná ČSN EN 54-20 je česká verze evropské normy EN 54-20, která byla zpracována Technickou komisí CEN/TC 72 “Elektrická požární signalizace“. Schválená byla 18. května 2006 a má status české technické normy. Následně členem CEN v lednu 2007 byla představená česká verze a má stejný status jako oficiální norma.

Definice nasávacího hlásiče kouře je uvedena v normě „ČSN EN 54-1 Elektrická požární signalizace – Část 1: Úvod“ a zní takto: Nasávací hlásič je kouřový hlásič, do kterého je přes vzorkovací zařízení přiváděn vzduch a aerosoly k jednomu nebo několika elementům citlivým na kouř pomocí zabudovaného nasávacího přístroje (např. sacího ventilátoru nebo vývěvy) [9].

V normě jsou stanovené požadavky, které hlásič musí splnit. Níže jsou uvedené některé z nich:

- Hlásič musí být opatřen zabudovaným červeným optickým indikátorem
- Připojené pomocné zařízení nesmí ovlivnit v případě poruchy funkčnost hlásiče
- Pokud existuje možnost nastavení citlivosti musí být pomocí speciálního kódu nebo nástrojů. Pokud některé z možných nastavení nesplňuje normové požadavky musí být na hlásičích nebo v údajích jasně uvedené
- Opatřen čidlem vůči „kompenzaci driftu“
- Veškeré komponenty (filtr, senzor, ventil, krabice) musí být popsány v dokumentaci

Dále norma rozlišuje 3 klasifikační třídy [10]:

- A – Nasávací hlásič s velmi vysokou citlivostí – velmi časná detekce, aplikován nejčastěji pro detekci velmi zředěného kouře, například vstupujícího do klimatizačních kanálů, pro detekci extrémně zředěných koncentrací kouře
- B – Nasávací hlásič se zvýšenou citlivostí – časná detekce, například detekce speciálního požáru uvnitř nebo v blízkosti zvláště hodnotných, napadnutelných nebo kritických objektů, jako jsou skříně počítačů nebo elektronických zařízení

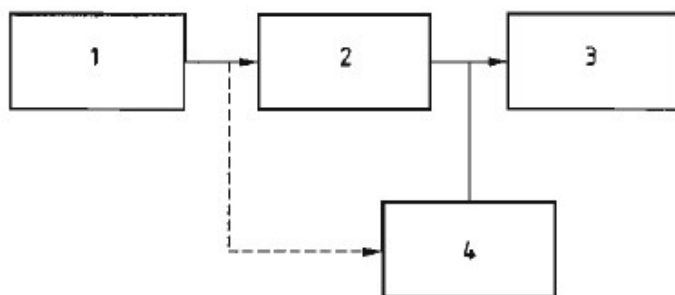
- C – Nasávací hlásič s normální citlivostí – standartní detekce, obecná detekce požárů v normálních místnostech nebo prostorách, poskytující například alespoň rovnocennou úroveň detekce jako systém bodového nebo lineárního typu hlásiče kouře.

Nedílnou částí normy jsou zkoušky, díky kterým dochází k certifikaci klasifikační třídy zkoušeného výrobku. Celkem je výrobek podroben 14-ti zkouškám: opakovatelnost, reprodukovatelnost, kolísání napájecích parametrů, suché teplo, chlad, vlhké teplo – konstantní (provozní zkouška a zkouška odolnosti), koroze oxidem siřičitým, ráz, úder, vibrace sinusové (provozní zkouška a zkouška odolnosti), elektromagnetická kompatibilita - zkoušky odolnosti, požární citlivost [10].

Pro měření citlivosti se používá termín práh reakce. Z důvodu, že je k dispozici řada různých typů přístrojů, které fungují na různých principech je možné použít různé postupy měření. Cílem každého zvoleného postupu musí být stanovené hodnoty té koncentrace, která když projde hlásičem způsobí vyhlášení poplachu.

Měřicí aparatura pro měření hodnoty prahu reakce je popsána v příloze A ČSN EN 54-20. Příloha A představuje tři příklady měřicí aparatury pro zkoušení hlásičů a slouží jako návod pro zkušebny. Všechny tři příklady se skládají ze čtyř hlavních funkčních bloků [10]:

1. generátor aerosolu
2. ředění aerosolu
3. zkoušený hlásič
4. měření aerosolu



Obrázek 2 - - Funkční blokové schéma [10, Příloha A]

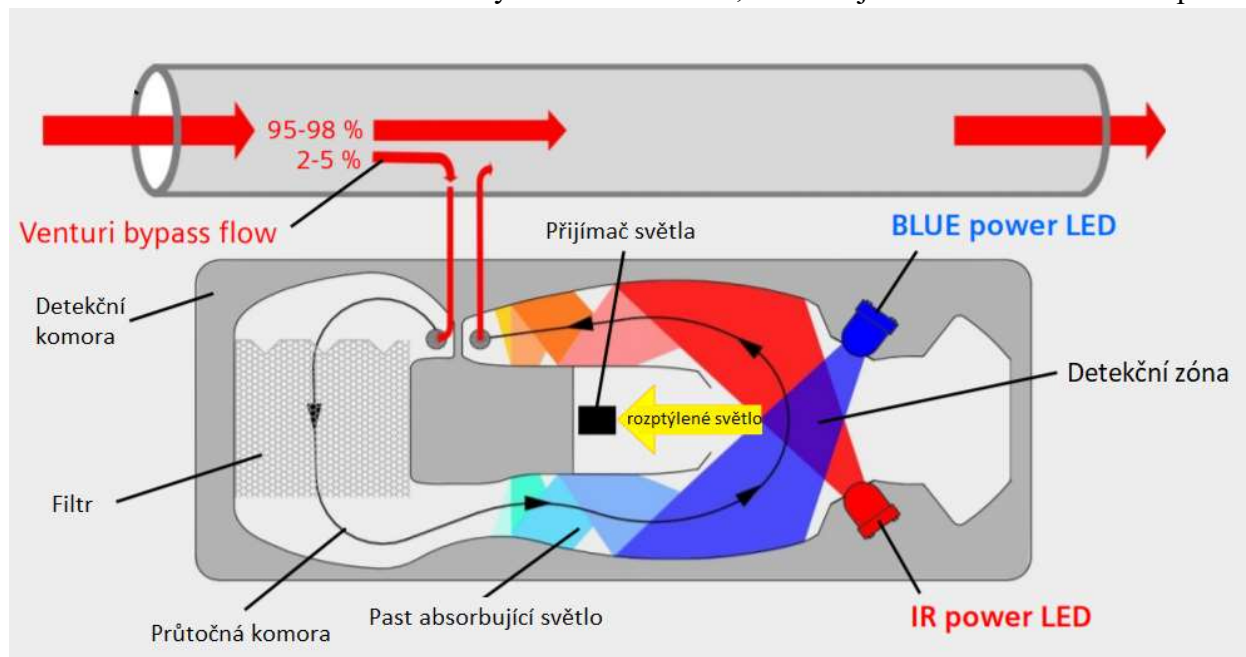
Jeden z těchto příkladů je kouřový tunel popsáný v normě ČSN EN 54 – 7 v příloze A.

Důležité parametry, které by měl tunel splňovat [11]:

- Musí být zajištěno vytvoření laminárního proudění vzduchu při požadovaných rychlostech (tj. $(0,2 \pm 0,04)$ m/s nebo $(1,0 \pm 0,2)$ m/s) v pracovním prostoru
- Jako zkušební aerosol se používá polydispersní aerosol. Rozložení velikosti jeho částic musí být převážně v rozmezí $0,5 \mu\text{m}$ až $1 \mu\text{m}$ s indexem lomu aerosolových částic přibližně 1,4.

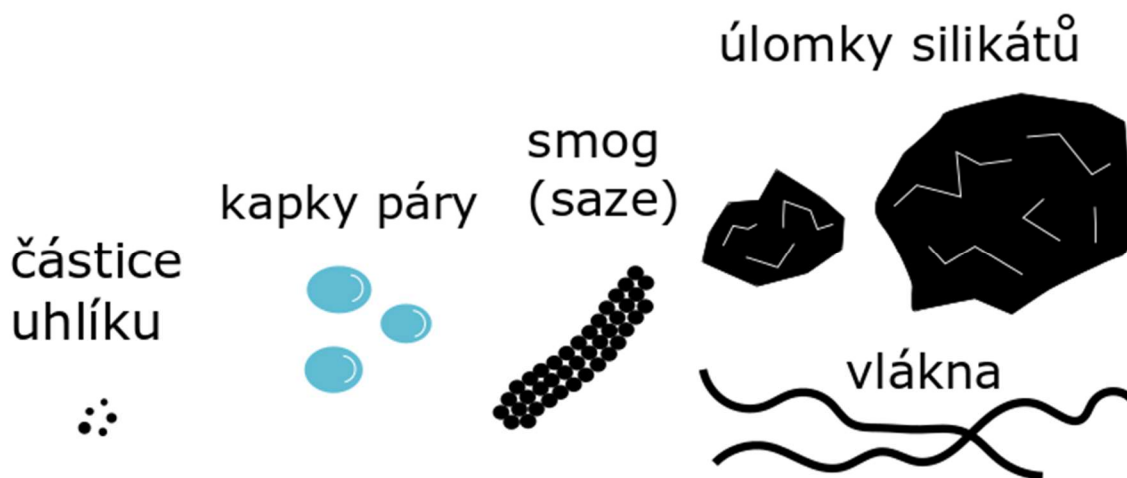
2.6 Princip funkce a prvky nasávacího systému

ASD provádí nepřetržitě nucený odběr vzorku vzduchu ze sledovaného prostoru a následně je kontroluje na obsah kouřových částic. Vyhodnocování vzorku probíhá pomocí optické metody v detekční zóně při použití světla o dvou vlnových délkách (modrého a infračerveného). Dále rozptýlené světlo pokračuje k přijímači světla a následuje vyhodnocení obsahu šumu v přijatém světle (viz. Obr. 3). Hlásiče jsou schopny s vysokou přesností určit rozměry částic i jejich koncentraci ve vzduchu a díky tomu rozlišit, zda jde o kouř nebo prach.

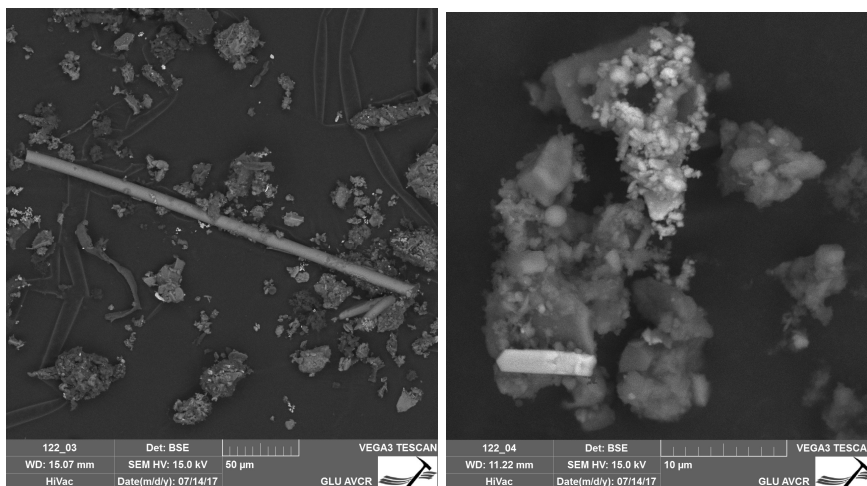


Obrázek 3 - Schéma vyhodnocovací jednotky[12]

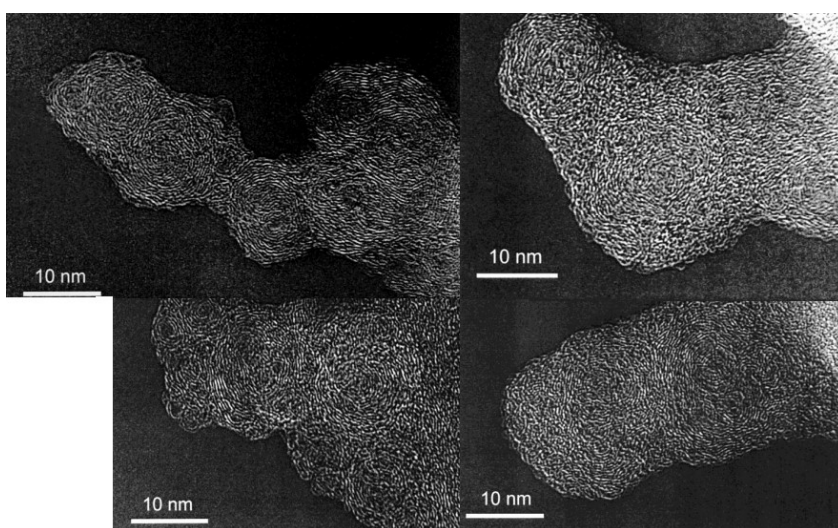
Odlišit kouř a prach je možné díky různým velikostem těchto částic. Na obrázku 4 je vidět rozdíl ve velikosti různých částic, které může obsahovat vzduch. Obrázky 5 a 6 znázorňují tvar a velikost částic pomocí laserového mikroskopu.



Obrázek 4 – Porovnání několika typů částic dle velikosti

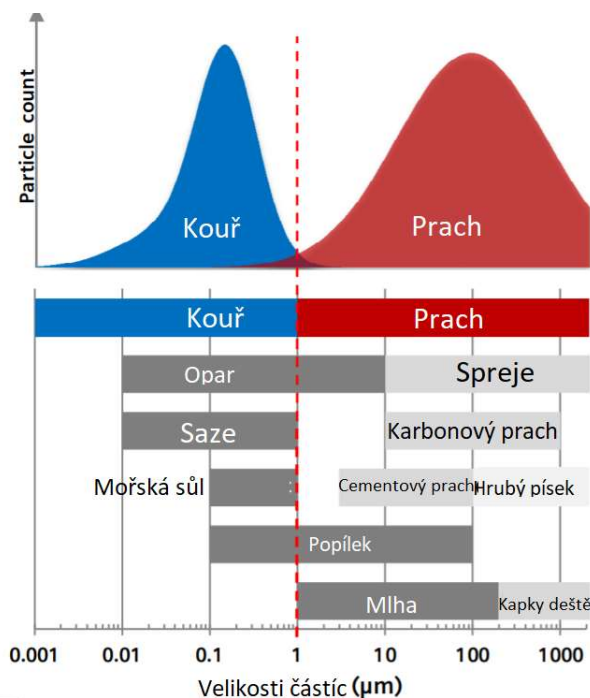


Obrázek 5 - Prachové částice mají velikost ~1-100 mikrometrů [13]



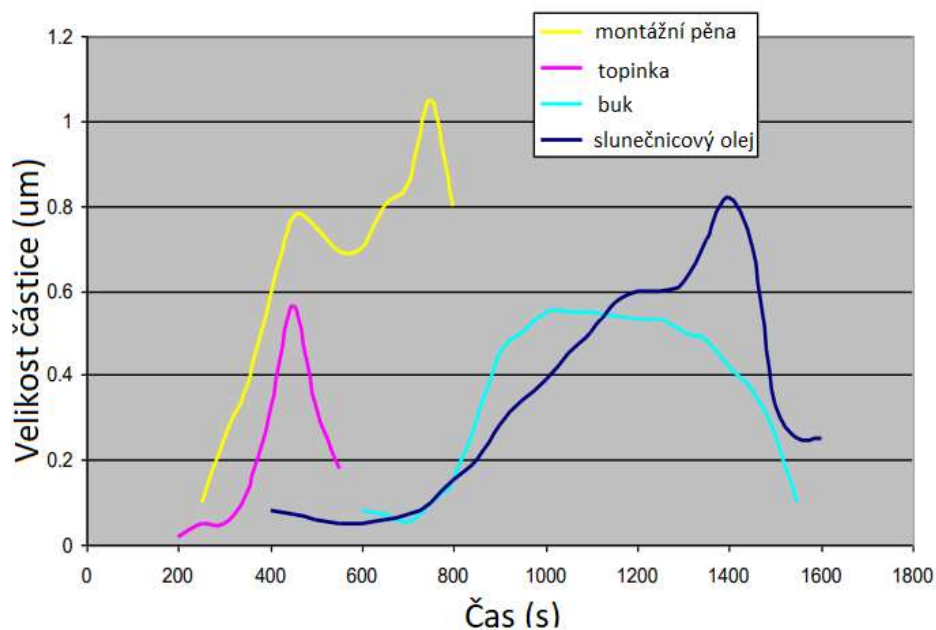
Obrázek 6 – Částice kouře mají velikost ~0,1-1 mikrometrů [5]

Rozdíly ve velikostech kouře a prachu jsou v řádech stovek násobku, proto je malá pravděpodobnost, že částice prachu a kouře budou stejného rozměru 1 mikrometr (průmět rozsahu).



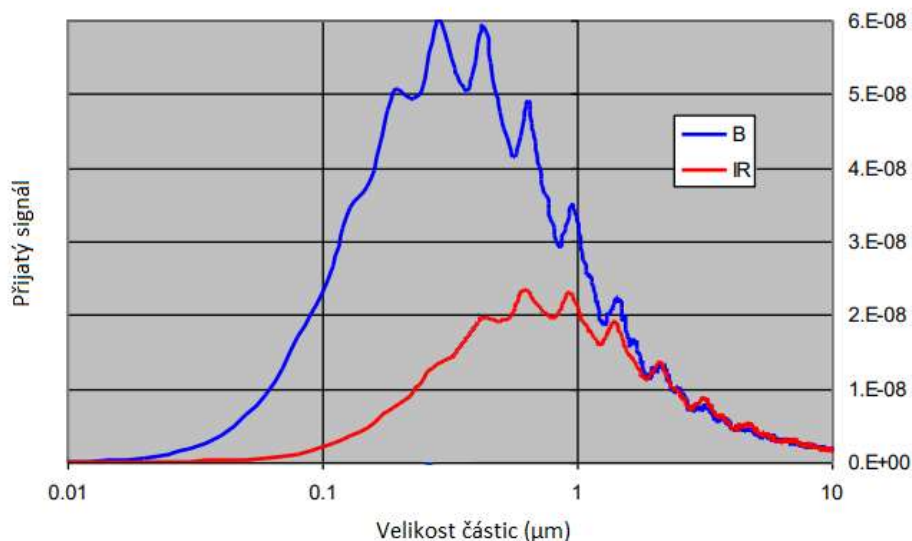
Obrázek 7 – křivka částic kouře a prachu [přeloženo z 12]

Vyhodnocovací jednotka pracuje na principu rozptylu světelného paprsku, kdy po nárazu do částice kouře nebo prachu dojde k odrazu části světla do všech směrů. V tu chvíli přijímač světla zaregistruje částečnou hodnotu vysílaného paprsku. Podle hořlavého materiálu a fázi požáru dochází ke změně velikosti kouřových částic: čím vyšší teplota, tím jsou větší částice kouře (viz. Obrázek 8).



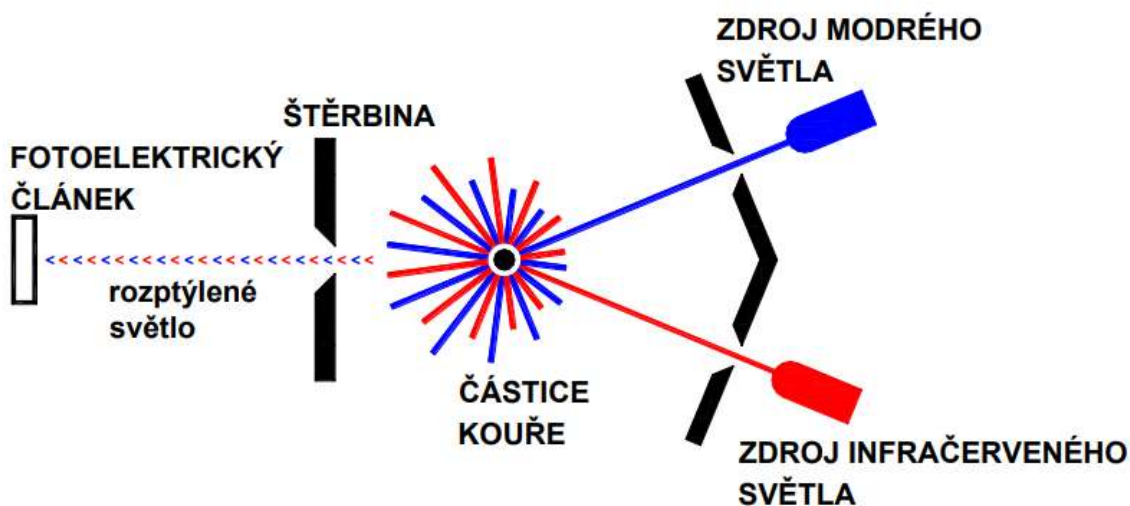
Obrázek 8 - Velikost částic kouře v závislosti na čase hoření [přeloženo z 12]

Pro detekci i těch nejmenších částic kouře se využívají světla o různých vlnových délkách: infračerveného (940 nm) a modrého (470 nm). Využití modrého světla umožňuje detekovat částice, které infračervené světlo není schopné zaznamenat (viz. Obrázek 9.). Modré světlo má kratší vlnovou délku, takže vidí celý rozsah velikostí částic. Infračervené světlo má dlouhou vlnovou délku, takže nezachytí malé částice.



Obrázek 9 – Relativní citlivost dvou zdrojů světla: IR (infračervené) a B (modré) [12]

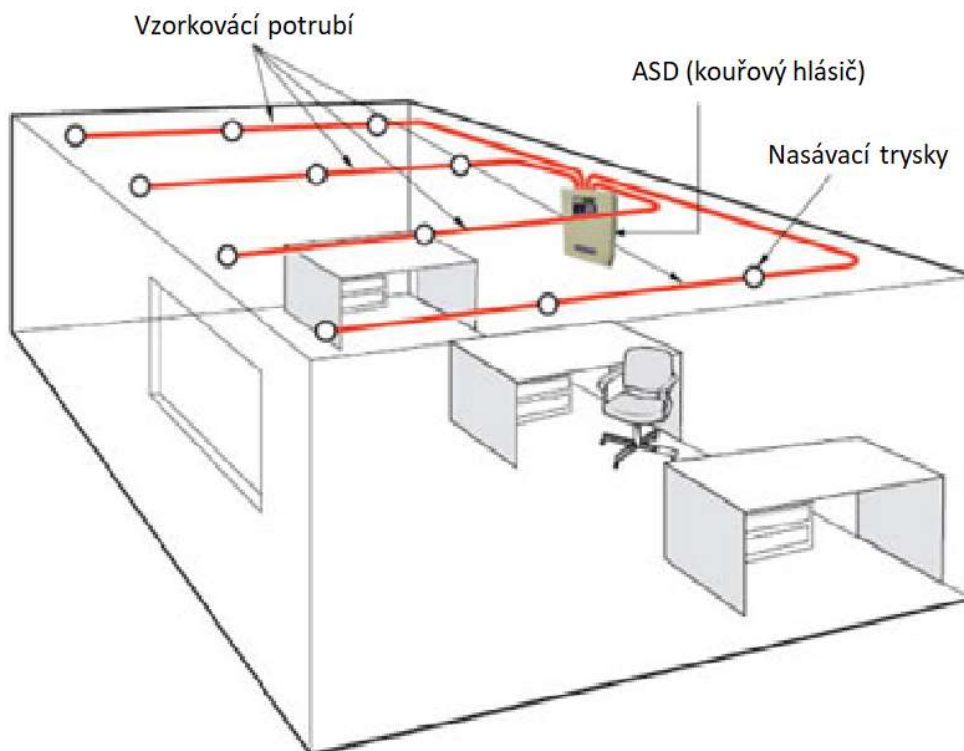
Kombinaci těchto dvou světel využívá detekční komora výrobce Siemens, kde zdroje světla střídavě blikají a fotoelektrický článek získává hodnoty od různých zdrojů světla (viz. obrázek 10). Díky tomu je vyhodnocovací jednotka schopna spolehlivě odlišit prach od kouře.



Obrázek 10 – Schéma detekční komory [5]

Pro správnou detekci jsou důležité i ostatní prvky nasávacího systému ze kterých se skládá:

- Nasávací trysky – odběr vzorku vzduchu
- Transportní potrubí – doprava vzorku k vyhodnocovací jednotce
- ASD – nasávací kouřový hlásič - vyhodnocování nasátých vzorků



Obrázek 11 - Schéma prvku nasávacího kouřového hlásiče [14]

Pro získání stejné citlivosti nasávacího otvoru je nutné docílit stejné rychlosti a tlaku nasávaného vzduchu v otvoru. Proto většinou dochází k projektování otvorů různých průměrů. Například nejvzdálenější otvor od vyhodnocovací jednotky bude mít největší průměr otvoru, nejbližší naopak nejmenší.

Vyhodnocovací jednotka může být různě umístěna: buď ve střeženém prostoru nebo jinde. V případě, kdy se nachází mimo střežený prostor, musí se odebrané vzorky vzduchu vrátit do střežené místnosti. Další možností je transportace těchto vzorků mimo prostor. ASD jednotka je přímo napojena na ústřednu EPS.

2.7 Výhody a nevýhody nasávacího systému a vývoj

Jak již bylo zmíněno v předchozím odstavci, modernější špičková zařízení dnes využívají detekci světla o dvou vlnových délkách (modré a červené světlo) pro vyhodnocování nasátého vzorku. Díky tomu zařízení má své výhody a nevýhody [5]:

Výhody:

- Rozlišuje od malých až po velké částice (rychlejší detekce počátku hoření)
- Rozlišuje prach a páru od produktů hoření
- Nenáročná údržba filtrů (předpokládaná životnost filtru hmyzu v normálním prostředí >10 let)
- Vylepšené monitorování proudění vzduchu

Nevýhody:

- Vysoká pořizovací cena
- Omezenost v navrhování (délky potrubí v rámci více-potrubního systému by měly být stejné)

Vzhledem k tomu, že se jedná o moderní technologii je její cena v současnosti vyšší než u starších technologiích, níže jsou uvedeni předchůdci této technologie [5]:

- **Xenon Projector.** Používá širokospektrální zdroj světla od UV po IR. Systém dostává nasávací systémy kouře do povědomí odborné veřejnosti. Technologie byla vyvinuta v roce 1983.

Výhody:

- Rozpoznává malé i velké částice
- Kalibrace pomocí FM200
- Vysoká citlivost
- Snadné naprogramování
- Hlídní proudění vzduchu umístěné v měřící komoře hlásiče

Nevýhody:

- Náročná údržba
- Nutnost pravidelné výměny Xenon trubice (repase hlásiče)
- Každé 2 roky nutnost vyměnit filtry (snižování citlivosti hlásiče)
- Cena
- **Laser technologie** – technologie, která začala využívat infračervené světlo k vyhodnocování vzorku. Přišla na svět v roce 1996 [5].

Výhody:

- Jednodušší údržba
- Bez nutnosti dělat repase
- Levnější
- Širší rozsah citlivosti
- Menší rozměry

Nevýhody:

- Omezená detekce malých částic
- Nemožno kalibrovat FM200

- Stále nutnost měnit po 2 letech filtry (v normálním prostředí)
- Monitorování proudění vzduchu umístěno ve vnitřním přívodním potrubí hlásiče, hůře dokázalo zjistit změny proudění vzduchu uvnitř hlásiče

2.8 Použití

Hlásiče jsou převážně instalované v místnostech, kde rychlost reakce hraje nezastupitelnou roli. Jedná se o typy staveb nebo místností:

- Nenahraditelné památky (muzea, kostely a galerie)
- Technologické zařízení (laboratoře, výpočetní centra, elektrárny, strojoyny, výroby, operační sály)
- Stěžejní podmínky evakuace (věznice, nemocnice)
- Nenahraditelná data (serverovny, archivy)
- Nedostupná místa pro lidi (šachty, rozvodny)

2.9 Výrobky

V současnosti je na trhu tento systém zabezpečení zastoupen několika výrobci: Siemens a Honeywell (původně Vesda a Xtralis). Níže uvedu konkrétní výrobky a některé parametry:

- VESDA VLF 250 – ochrana malých a středních prostor (do 250 m²), maximální délka potrubí 1x25 m (maximálně 12 nasávacích otvorů), 2x15 m (6 otvorů na jednu větev)
- VESDA LaserPlus – ochrana velkých prostor (do 2000 m²), maximální délka potrubí 200 metru, počet větví 2-4, maximální délka jedné větve 100 metrů
- Xtralis VLC-500RO – ochrana větších prostor (do 800 m²), maximální délka potrubí 80 metrů a 40 nasávacích otvorů
- Siemens FDA221 - ochrana větších prostor (do 500 m²), maximální délka potrubí 1x30 m (max. 12 otvorů), 2x25 metrů (max. 24 otvorů)
- Siemens FDA241 - ochrana větších prostor (do 800 m²), maximální délka potrubí 1x60 m (max. 16 otvorů), 2x60 metrů (max. 34 otvorů), 4x30 metrů (max. 34 otvorů)

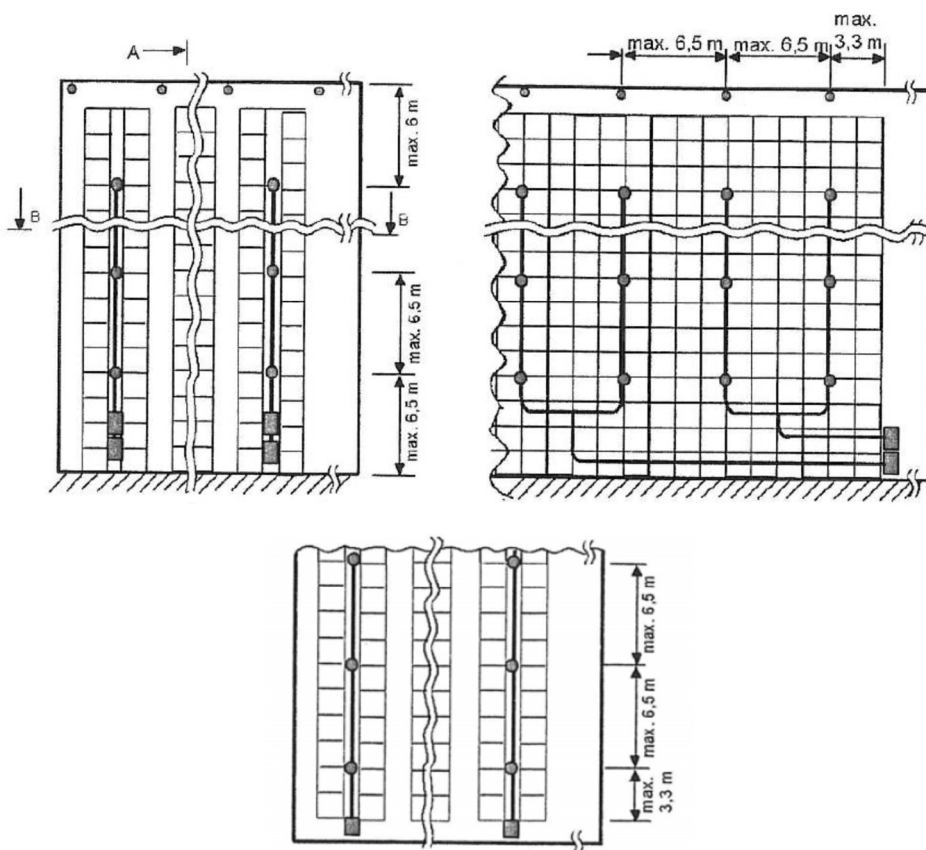
2.10 Příklady umístění a rozmístění samočinných a tlačítkových hlásičů

Dle přílohy I.3 ČSN 34 2710 pokud nasávací hlásiče kouře slouží k všeobecnému zabezpečení střežené oblasti, musí být každý sací bod považovaný za bodový hlásič kouře. Příklady umístění těchto hlásičů jsou zmiňované v příloze I.1. Jsou řešeny případy umístění, kdy střežená místnost má:

- Prostředí s ventilací a pohybem vzduchu: přívod a odvod vzduchu (otvory ve stropě, ve stěnách) a redukce mezních rozměrů v závislosti na výměně vzduchu za hodinu
- Zavěšené podhledy a zdvojené podlahy (rozhodující je výška a rychlost proudění vzduchu)
- Klimatizační nebo chladicí zařízení

Zvláštní nároky se kladou v případě umístění hlásičů do vzduchotechnického potrubí.

V případě, že se jedná o sklad s vysokými regály (výška skladování přesahuje 7,5 metru) příloha K normy ČSN 34 2710 nařizuje speciální uspořádání. Norma stanovuje povinnost detekce kouře ve více úrovních. Nasávací otvor by měl být nad uzavřenou plochou o poloměru minimálně 0,5 m. Nasávací hlásič kouře by neměl být níže než 6 metrů od spodní hrany stropní konstrukce, jinak se prostor uliček a regálů musí sledovat samostatně. Příklad uspořádání nasávacích potrubí je znázorněn na obr. 12.



Obrázek 12 - Uspořádání nasávacího potrubí hlásiče kouře ve skladech s vysokými regály (dvojitý regál se střední uličkou) [5, Příloha K]

Podle typu konstrukce skladu, jeho použití jsou předurčené pozice nasávacích otvorů. Horizontální a vertikální rozestupy mezi otvory nesmí překračovat hodnotu 6,5 m. První a poslední řada nasávacích otvorů nesmí být vzdálená víc než 3,3 m od přední strany regálu. Nasávací potrubí v uličkách je třeba navrhovat s ohledem na manipulační prostor a zabránit poškození potrubí během provozu. Norma doporučuje navrhovat potrubí s lepší mechanickou odolností.

Nasávací hlásiče kouře uvnitř regálu musí mít samostatnou signalizaci poplachu umístěnou na dobře viditelném místě. Je nutné dodržovat údaje uváděné výrobcem.

V případě umístění vysoko regálového zařízení je nutné prostory členit na detekční zóny, které jsou pro zrychlené určení místa požáru rozděleny kolmo a vedeny uličkami.

Horizontální rozloha oblasti hlásičů pro monitorování regálů je omezená na 26 m. Při tom nesmí horizontální skupiny hlásičů překročit 13 m.

Nasávací hlásiče kouře pro monitorování stropu jsou zahrnuty do vlastních skupin hlásičů (≤ 20 sacích otvorů).

3 Porovnání zkušebních norem

3.1 Co to je GOST

GOST (ГОСТ, původně z ruského государственный стандарт – „státní standard“) je soubor norem obhospodařovaných nadnárodní Euroasijskou radou pro normalizaci, metrologii a certifikaci (EASC), což je standardizační organizace fungující v rámci Společenství nezávislých států; původně se jednalo o normy Sovětského svazu.

V roce 1925 byl v Sovětském svazu založen vládní úřad pověřený normalizací, později pojmenovaný Gosstandart (Госстандарт); po druhé světové válce byl sovětský standardizační proces zásadně reformován. První standard GOST (GOST 1 – Státní systém standardizace) byl vydán v roce 1968.

Po rozpadu SSSR se z GOST staly nadnárodní standardy používané v zemích Společenství nezávislých států; používají je Rusko, Bělorusko, Ukrajina, Moldavsko, Kazachstán, Ázerbájdžán, Arménie, Kyrgyzstán, Uzbekistán, Tádžikistán, Gruzie a Turkmenistán. Mezinárodní organizace pro standardizaci uznává GOST jako regionální standardy [Přeloženo z 14].

3.2 Stanovení výrazných rozdílů ve zkoušení výrobků podle ČSN EN 54-20 a GOST P 53325

V Rusku se projektování hlásičů kouře zmiňuje ve sbírce pravidel „SP 5.13130.2009 - Systems of fire protection. Automatic fire-extinguishing and alarm systems. Designing and regulations rules.“ Podstatným rozdílem jsou podmínky přímo omezující projektanta [12]:

- Maximální vzdálenost mezi nasávací otvory je 9 metrů.
- Maximální vzdálenost od nasávacích otvorů k svislé konstrukci je 4,5 metru

V případě umístění nasávacích otvorů do místnosti o šířce menší než 3 metry, pod podlahou, nad podhledem, nebo v místnostech se světlou výškou do 1,7 m, výše zmíněné mezní vzdálenosti můžeme vynásobit dvěma.

Maximální délka nasávacího potrubí a mezní počet nasávacích otvorů stanovuje výrobce nasávacího hlásiče.

Klasifikační zkoušky výrobku v Rusku jsou řízené GOST P 53325 z roku 2012.

V ČSN i GOST je uveden jmenovitý program zkoušek, kterým musí být nasávací hlásič kouře vystaven. Pro snadnější orientaci v obou předpisech je u každé zkoušky uvedeno pořadové číslo, které je dané zkoušce přiřazeno daným předpisem.

Porovnání programu zkoušek (dle ČSN počet vzorků ke zkoušení - 8, dle GOST – 3) [9]

Opakovatelnost – prokázání stálé citlivosti hlásiče po několika poplachových stavech

Dle ČSN se hodnota prahu reakce měří šestkrát u jednoho vzorku číslo 1. minimální (N_{\min}) a maximální hodnota (N_{\max}). Vzorek zkoušku splnil v případě, že $N_{\max}/N_{\min} < 1,6$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 1)

Dle GOST také dochází k šesti zkouškám vzorku číslo 1 a také se stanoví maximální hodnota (N_{\max}) a minimální (N_{\min}). Podmínky pro splnění zkoušky jsou stejné jako u ČSN EN 54-20 (dle programu zkoušek jedná se o zkoušku číslo 3).

Reprodukovatelnost – prokázání malých rozdílů v citlivosti mezi vzorky hlásičů

Dle ČSN EN 54-20 dochází ke zkoušce všech 8 vzorků. Ze získaných hodnot stanovíme minimální (N_{\min}), střední ($N_{\text{střed}}$) a maximální hodnoty (N_{\max}). Vzorky vyhovují v případě splnění těchto podmínek:

- $N_{\max}/N_{\text{střed}} < 1,33$
- $N_{\text{střed}}/N_{\min} < 1,5$

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 2)

Dle GOST dochází ke zkoušce všech 3 vzorků. Jako u zkoušky číslo jedna se stanoví N_{\min} a N_{\max} . Vzorky vyhovují při splnění poměru $N_{\max}/N_{\min} < 1,6$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 2)

Kolísání napájecích parametrů – prokázání nezávislosti citlivosti hlásiče na určených rozmezích parametrů napájení vč. napětí.

Dle ČSN se zkouší vzorek číslo 1. Měří se práh reakce ve jmenovitých a mezních stavech napájení. Stanovíme N_{\min} a N_{\max} . Vzorek vyhovuje za podmínky $N_{\max}/N_{\min} < 1,6$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 3)

Dle GOST se také zkouší vzorek číslo 1. Zkouší se na minimální a maximální hodnotu stanovenou v technické dokumentaci. V případě, že v dokumentaci není uvedena, zkouší se na 75% a 115% od nominální hodnoty. Stanovíme N_{\min} a N_{\max} . Vzorek vyhovuje za podmínky $N_{\max}/N_{\min} < 1,3$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 5)

Suché teplo (provozní zkouška) – schopnost hlásiče fungovat za vysokých okolních teplot.

Dle ČSN se zkouší hlásič číslo 1. Již před expozicí musí být změřené hodnoty prahu reakce. Zkouška je prováděna za teplot $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ po dobu 16 hodin. Během poslední hodiny musí být zkontrolována činnost monitorovacího zařízení – získáme další hodnoty prahu reakce. Hodinu po expozici provedeme další kontrolu monitorovacího zařízení. Ze stanovených hodnot vybereme N_{\min} a N_{\max} . Vzorek vyhovuje za podmínky $N_{\max}/N_{\min} < 1,6$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 4)

Dle GOST se zkouší hlásič číslo 3. Zkouška musí být provedena na hodnotu stanovenou v technické dokumentaci výrobce, však nejméně 55°C po dobu nejméně 2 hodin. Těsně před koncem

zkoušky se provádí test funkčnosti, kdy se zapálí bavlněný knot, cigareta nebo speciální aerosol. Poté musí být hlásič 2 hodiny v normálních podmínkách. Dále následují zkoušky v kouřovém tunelu za normálních podmínek a stanoví se hodnoty prahu reakce. Ze stanovených hodnot vybereme N_{\min} a N_{\max} . Vzorek vyhovuje za podmínky $N_{\max}/N_{\min}<1,3$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 6)

Chlad (provozní zkouška) – schopnost hlásiče fungovat za nízkých okolních teplot.

Dle ČSN se zkouší hlásič číslo 1. Postup průběhu zkoušky a vyhodnocování je shodné se zkouškou „suché teplo“. Provozní teplota během zkoušky: $-10^{\circ}\text{C}\pm 3^{\circ}\text{C}$ po dobu 16 hodin. Jestli hlásič nefunguje při teplotách nižších než 0°C za splnění několika podmínek je možné zkoušku provést za teplot $+5\pm 3^{\circ}\text{C}$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 5)

Dle GOST se zkouší hlásič číslo 3. Postup a vyhodnocení zkoušky je stejný jako v případě zkoušky „suché teplo“. Provozní teplota zkoušky musí být uvedena v technické dokumentaci výrobce, však nejvýše -10°C . (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 7)

Vlhké teplo – konstantní (provozní zkouška) – prokázat schopnost hlásiče správně fungovat při vysoké relativní vlhkosti (bez kondenzace)

Dle ČSN se zkouší hlásič číslo 1. Na začátku se udělá měření za normálních podmínek, kdy se stanoví práh reakce. Zkouška je prováděna za podmínek: teplota $40\pm 3^{\circ}\text{C}$, relativní vlhkost $93\pm 3\%$ po dobu 4 dnů. Po celou dobu je vzorek monitorován na detekci poplachu a poruchových signálů. Během poslední hodiny zkoušky dochází ke kontrole prahu reakce. Po uplynutí doby aklimatizace (min. 1 hodina) musí být zkontrolována funkce monitorovacího zařízení. Stanoví se N_{\min} a N_{\max} . Vzorek vyhovuje za podmínky $N_{\max}/N_{\min}<1,6$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 6)

Dle GOST se zkouší hlásič číslo 1. Zkouška je prováděna za podobných podmínek: teplota $40\pm 2^{\circ}\text{C}$, relativní vlhkost $93\pm 2-3\%$ po dobu nejméně 48 hodin. Během poslední hodiny zkoušky se provádí kontrola funkčnosti a následuje doba aklimatizace (2 hodiny). Poté pomocí kouřového tunelu zjistíme práh reakce a stanoví se N_{\min} a N_{\max} . Vzorek vyhovuje za podmínky $N_{\max}/N_{\min}<1,3$. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 8)

Úder (provozní zkouška) – prokázat odolnost hlásiče proti mechanickým úderům na jeho povrch, které mohou nastat v normálním provozním prostředí o kterých se předpokládá, že by jím měl odolat

Dle ČSN se zkouší vzorek číslo 4. Zkušební postup a zařízení dle ČSN EN 60068-2-75 Ed.2 (zkouška Ehb). Před expozicí musí dojít k měření hodnoty prahu reakce postupem dle zkoušky „opakovatelnost“ v kouřovém tunelu. Dále je vzorek umístěn na pevnou podložku a musí být připojen k monitorovacímu zařízení. Údery musí být vedeny na všechny přístupné plochy vzorku do bodu, kde se předpokládá poškození, které ovlivní funkci. Na jedno místo připadají 3 údery o energii úderu $(0,5\pm 0,04)$ J. Během úderu je vzorek sledován na případnou signalizaci poplachu, či poruchy. Po expozici se vzorek zkontroluje v kouřovém tunelu a stanoví se N_{\max} a N_{\min} . Vzorek zkoušku splnil v případě, že $N_{\max}/N_{\min}<1,6$.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 10)

Dle GOST se zkouší vzorek číslo 3. Postup je shodný s ČSN až na měření prahu reakce před expozicí, které v ruských normách probíhá v rámci zkoušky. Další zásadní rozdíl je v tom, že v rámci zkoušky proběhne pouze jeden úder o energii $(1,9 \pm 0,1)$ J, což je čtyřnásobná hodnota vůči parametrům ČSN. Parametr navíc, který se klade v ruské normě na zkoušku je rychlost pohybu kladiva při nárazu $(1,5 \pm 0,125)$ m/s. Pro vedení zkoušky je monitorované zařízení na signalizaci poplachu a chyby. Po nárazu proběhne ověření prahu reakce v kouřovém tunelu. Stanoví se N_{\max} a N_{\min} . Vzorek zkoušku splnil v případě, že $N_{\max}/N_{\min} < 1,3$ a nedošlo k mechanickému poškození vzorku a vyslání chybného signálu.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 9)

Vibrace sinusové (provozní zkouška) – prokázat odolnost hlásiče proti vibracím na úrovních, které se považují za odpovídající očekávanému provoznímu prostředí

Dle ČSN se zkouší vzorek číslo 5. Zkušební zařízení a postup je shodný s ČSN EN 60068-2-6 Ed.2. Před expozicí je nutné stanovit práh reakce v kouřovém tunelu. Vzorek se namontuje na pevnou podložku a musí být monitorován po celou dobu zkoušky. Musí být použita následující expozice [10]:

- Frekvenční rozsah: (10-150) Hz,
- Amplituda zrychlení: 5 m/s^2 ($\approx 0,5 g_n$),
- Počet os: 3,
- Rychlost rozmítání: 1 oktáva min^{-1}
- Počet rozmítaných cyklů: 1 na každou osu

Po expozici se vzorek zkontroluje v kouřovém tunelu a stanoví se N_{\max} a N_{\min} . Vzorek zkoušku splnil v případě, že $N_{\max}/N_{\min} < 1,6$. Vzorek také nesmí během zkoušky vyslat chybu nebo falešný poplach.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 11)

Dle GOST se zkouší vzorek číslo 2. Zkouška je úplně shodná se zkouškou dle ČSN. Jediný rozdíl je, že měření prahu reakce před expozicí není součástí této zkoušky, ale je prováděn v rámci zkoušky „reprodukovatelnost“. Další odlišnosti jsou v podmínkách pro splnění zkoušky. Vzorek zkoušku splnil v případě, že $N_{\max}/N_{\min} < 1,3$ a nedošlo k mechanickému poškození vzorku a vyslání chybného signálu.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 10)

Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Zkoušky odolnosti

Dle ČSN se zkouší vzorky číslo 6 a 7. Zkoušky odolnosti EMC probíhají podle popisu v ČSN EN 50130-4 Ed.2. Tato norma podmiňuje provedení následnicí zkoušky [10]:

- Kolísání síťového napájecího napětí – pokud nasávací hlásič obsahuje síťový zdroj,
- Poklesy síťového napájecího napětí a krátkodobá přerušování – pokud nasávací hlásič obsahuje síťový zdroj
- Elektrostatický výboj
- Vysokofrekvenční elektromagnetické pole
- Rušení indukované vysokofrekvenčními poli
- Rychlé přechodové děje
- Rázový impuls

Funkční zkouška pro měření prahu reakce proběhne před expozicí. Po expozici dojde ke kontrolní zkoušce prahu reakce. Vzorek zkoušku splnil v případě, že hodnoty zkoušek $N_{max}/N_{min} < 1,6$ a nedošlo k vyslání falešného signálu, případně chyby.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 13)

Dle GOST se zkouší vzorek číslo 3. Zkoušky, které je zapotřebí provést ke zkoušení jsou stejné jako v případě ČSN. Rozdíl je pouze ve vyhodnocení prahu reakcí, kde v případě ruské normy je poměr hodnot menší: $N_{max}/N_{min} < 1,3$.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušky číslo 11 - elektromagnetická kompatibilita, 12 - zkoušky odolnosti a 13 – požární bezpečnost)

Požární citlivost – prokázat, že hlásič má přiměřenou citlivost na široké spektrum typů kouře, jak je požadováno pro všeobecné aplikace u systémů požární signalizace pro budovy a pro ostatní aplikace použitelné pro třídu hlásiče

Dle ČSN se zkouší vzorek číslo 8 (nejméně citlivý podle zkoušky reprodukovatelnosti). Hlásič se vystaví působení série zkušebních požárů se vzorkovacím zařízením vhodným pro ochranu místností, které má „nejméně příznivý případ“ uspořádaní pokud jde o ředění a přenosové doby, vše v souladu s doporučením výrobce. Vzorkovací místa (nasávací otvory) mimo zkušební místnost musí nasávat čistý vzduch. Zkušební místnost by měla být pravoúhlého tvaru s vodorovným stropem a následujícími rozměry:

- Délka 9-11 m
- Šířka 6-8 m
- Výška 3,8-4,2 m

Zkušební místnost musí být vybavená následujícími měřicími přístroji:

- Měřicí ionizační komora
- Měřič optického útlumu

Vzorky se vystavují zkušební požárům podle přílohy B až H ČSN EN 54-20 podle tabulky 1.

Tabulka 1 - Požadavky požárních testů pro více-třídové hlásiče [10]

Třída hlásiče	Kombinace konfigurací	Musí se použít konfigurace	Musí se použít zkušební požáry (viz přílohy B až H)
Pouze A	Konfig A	Konfig A	TF2A, TF3A, TF4, TF5A
Pouze B	Konfig B	Konfig B	TF2B, TF3B, TF4, TF5B
Pouze C	Konfig C	Konfig C	TF2, TF3, TF4, TF5
B a C	Konfig B = Konfig C	Konfig B/C	TF2B, TF3B, TF4, TF5B
B a C	Konfig B \neq Konfig C	Konfig B	TF2B, TF3B, TF5B
		Konfig C	TF2, TF3, TF4, TF5
A, B a C	Konfig A = Konfig B = Konfig C	Konfig A/B/C	TF2A, TF3A, TF4, TF5A
A, B a C	Konfig A = Konfig B \neq Konfig C	Konfig A/B	TF2A, TF3A, TF4, TF5A
		Konfig C	TF2, TF3, TF4, TF5
A, B a C	Konfig A \neq Konfig B = Konfig C	Konfig A	TF2A, TF3A, TF5A
		Konfig B/C	TF2B, TF3B, TF4, TF5B
A, B a C	Konfig A \neq Konfig B \neq Konfig C	Konfig A	TF2A, TF3A, TF5A
		Konfig B	TF2B, TF3B, TF5B
		Konfig C	TF2, TF3, TF4, TF5

POZNÁMKA
 „Konfig A“ znamená nejméně příznivý případ konfigurace pro zkoušení třídy A;
 „Konfig B“ znamená nejméně příznivý případ konfigurace pro zkoušení třídy B;
 „Konfig C“ znamená nejméně příznivý případ konfigurace pro zkoušení třídy C;
 „=“ znamená, že konfigurace jsou stejné (např. Konfig A = Konfig B znamená, že pro zkoušení třídy A je použita stejná konfigurace jako pro zkoušení třídy B);
 „ \neq “ znamená, že konfigurace jsou rozdílné (např. Konfig B \neq Konfig C znamená, že pro zkoušení třídy B je použita jiná konfigurace než pro zkoušení třídy C).

Počáteční podmínky pro zkušební místnost, které musí být splněné před zahájením zkoušky:

- Teplota vzduchu: (20-28)°C
- Pohyb vzduchu: Zanedbatelný nebo stabilní pokud je v provozu recirkulační ventilátor
- Koncentrace kouře (ionizace): $y \leq 0,05$
- Koncentrace kouře (optická): $m \leq 0,02$ dB/m

Dle GOST se zkouší vzorek číslo 1. Podmínky na tvar zkušební místnosti, ve které se zkouší vzorek jsou stejné jako v případě ČSN. Zkušební místnost dle GOST by měla být vybavená navíc přístrojem pro sledování teploty. Po porovnávání jednotlivých požárních testů, které jsou popsány v tabulce X, bylo zjištěno, že v ruských normách jsou používány stejné postupy pro zkoušení jednotlivých konfigurací zkušebních vzorků. Jediný rozdíl je, že GOST neumožňuje zkoušet více-třídové hlásiče v rámci jedné zkoušky a požaduje zkoušky podle podmínek pro všechny třídy.

Dalším rozdílem jsou počáteční podmínky před zahájením zkoušky [16]:

- Teplota vzduchu: (18-28)°C
- Relativní vlhkost: 30-80%

- Atmosférický tlak: 98-104 kPa

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 1)

3.3 Zkoušky dle ČSN, které GOST neobsahuje

V předchozí části byly popisované a porovnávány shodné zkoušky. V této části jsou zmíněné další zkoušky, které se neprovádí v rámci certifikace výrobku dle normy GOST:

Vlhké teplo – konstantní (zkouška odolnosti) – prokázat schopnost hlásiče odolávat dlouhodobým vlivům vlhkosti

Dle ČSN se zkouší hlásič číslo 2. Zkouška je stejná jako zkouška: Vlhké teplo – konstantní (provozní zkouška). Jediný rozdíl je v době zkoušky, která je v tomto případě nastavená na 21 dnů. (dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 7)

Koroze oxidem siřičitým SO₂ (zkouška odolnosti) – prokázat schopnost hlásiče odolávat korozivním účinkům oxidu siřičitého obsaženého ve znečištěné atmosféře

Dle ČSN se zkouší hlásič číslo 3. Zkušební zařízení a postup se shoduje s ČSN EN 60068-2-42 s tím, že jsou použité následující parametry expozice:

- Teplota: (25±2)°C
- Relativní vlhkost: (93±3) % (bez koncentrace)
- Koncentrace SO₂: (25±5) ppm (objemová)
- Doba: 21 dnů

Vzorek nesmí být napojen v průběhu expozice, ale musí mít připojené měděné vodiče umožňující provedení závěrečného měření bez dalšího připojování ke vzorku. Okamžitě po expozici musí být vzorek po dobu 16 hod vysoušen při teplotě (40±2)°C, relativní vlhkosti ≤ 50 %, poté aklimatizace v laboratorních podmínkách po dobu nejméně 1 hod. Poté následuje zkoušení prahu rekce stejným postupem jakou u zkoušky „opakovatelnost“. Vzorek zkoušku splnil v případě, že $N_{\max}/N_{\min} < 1,6$.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 8)

Ráz (provozní zkouška) – prokázat odolnost hlásiče proti mechanickým rázům, které se mohou vyskytnout, i když ne příliš často v předpokládaném provozním prostředí

Dle ČSN se zkouší vzorek číslo 4. Zkušební zařízení a postup se používá dle ČSN EN 60068-2-27 (zkouška Ea). Před zkouškou musí být změřen práh reakce vzorku pro ověření funkčnosti vzorku před expozicí. Následně je vzorek umístěn na pevnou podložku a musí být připojen k monitorovacímu zařízení. Tato zkouška nemusí být prováděna pro vzorky s hmotností větší než 4,75 kg. Pro ostatní musí být použita následující expozice [10]:

- Typ rázového pulsu: púlsinusový
- Doba pulsu: 6 ms

- Maximální zrychlení: 10 x (100-20 M) m/s²;
- Počet směrů: 6
- Pulsu v každém směru: 3

Během úderu je vzorek sledován na případnou signalizaci poplachu, či poruchy. Po expozici se vzorek zkontroluje v kouřovém tunelu a stanoví se N_{\max} a N_{\min} . Vzorek zkoušku splnil v případě, že $N_{\max}/N_{\min} < 1,6$.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 9)

Vibrace sinusové (zkouška odolnosti) – prokázat schopnost hlásiče odolávat dlouhodobým účinkům vibrace na úrovni odpovídající očekávanému provoznímu prostředí

Dle ČSN se zkouší vzorek číslo 5. Postup a zařízení jsou shodné se zkouškou – vibrace sinusové (provozní zkouška). Rozdíl je v použitých parametrech expozice. Zkouška odolnosti stanovuje následující parametry expozice [10]:

- Frekvenční rozsah: (10-150) Hz,
- Amplituda zrychlení: 10 m/s² ($\approx 1,0 g_n$),
- Počet os: 3,
- Rychlost rozmítání: 1 oktáva min⁻¹
- Počet rozmítaných cyklů: 20 na každou osu

Podmínky pro splnění zkoušky jsou shodné s provozní zkouškou (11).

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 12)

3.4 Zkouška dle GOST, kterou ČSN neobsahuje

Ruská norma GOST na rozdíl od ČSN obsahuje další zkoušku, která je součástí certifikace výrobku:

Zkouška celistvosti systému nasávání vzduchu – prokázat schopnost hlásiče sledovat rychlost proudění vzduchu pro zjištění ztrát nebo ucpaní systému.

Zkouška probíhá následujícím postupem:

Vyhodnocovací jednotka je před zkouškou zapnuta v pohotovostním režimu po dobu minimálně 15 minut. Poté se ve vzorkovacím potrubí ucpává minimálně 50 procent vzorkovacích otvorů. Vyhodnocovací jednotka by měla na změnu podmínek zareagovat vysláním signálu poruchy. Dále se potrubí vrací do původního stavu a jednotka by znovu měla fungovat v pohotovostním režimu bez poruchových signálů minimálně 15 minut. Poté je nutné provést zlom potrubí. Zlom by měl být proveden, co nejdál od vyhodnocovací jednotky. Vyhodnocovací jednotka by měla na zlom upozornit. Pro splnění této zkoušky je nutné, aby vzorek na poškození nebo ucpaní potrubí upozornil do 300 sekund.

(dle programu zkoušek se jedná o zkoušku číslo 4)

3.5 Shrnutí porovnání ČSN a GOST

V této kapitole jsou shrnuty všechny rozdíly stanovené v rámci předchozích kapitol.

Pro zpřehlednění jsou zajímavé parametry uvedené v tabulce 2.

Tabulka 2 – Shrnutí porovnání ČSN a GOST

Název zkoušky	Číslo zkoušky dle programu zkoušek		Číslo vzorku		Rozdíl
	ČSN	GOST	ČSN	GOST	
Opakovatelnost	1	3	1	3	1*
Reprodukovatelnost	2	2	1-8	1-3	Vyhodnocení zkoušek: - $N_{\max}/N_{\text{střed}} < 1,33$ a zároveň $N_{\text{střed}}/N_{\min} < 1,5$ (ČSN) - $N_{\max}/N_{\min} < 1,6$ (GOST)
Kolísání napájecích parametrů	3	5	1	1	Expozice: - Je umožněno zkoušku provést bez uvádění jmenovitých a mezních stavů napájení dle technické dokumentace. V tomto případě se zkouší na 75% a 115% od nominální hodnoty. (GOST) 1*
Suché teplo (provozní zkouška)	4	6	1	3	Expozice: - Zkouška je prováděna za teplot $55^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ po dobu 16 hodin (ČSN) - Zkouška je prováděna za teplot stanovených výrobcem, však nejméně 55°C po dobu 2 hodin (GOST) Podmínky: před zkoušením prahu reakce po expozici je nutná 2 hodinová pauza 1*
Chlad (provozní zkouška)	5	7	1	3	Expozice: - Zkouška je prováděna za teplot $-10^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$ po dobu 16 hodin (ČSN) - Zkouška je prováděna za teplot stanovených výrobcem, však nejvýše -10°C po dobu 2 hodin (GOST) 1*
Vlhké teplo – konstantní (provozní zkouška)	6	8	1	1	Expozice: - Zkouška je prováděna za teplot $40 \pm 3^{\circ}\text{C}$, relativní vlhkost $93 \pm 3\%$ po dobu 4 dnů (ČSN) - Zkouška je prováděna za teplot $40 \pm 2^{\circ}\text{C}$, relativní vlhkost $93 \pm 2-3\%$ po dobu nejméně 48 hodin (GOST) Aklimatizace: - min. 1 hodinu (ČSN) - 2 hodiny (GOST) 1*

Vlhké teplo – konstantní (zkouška odolnosti)	7	-			
Koroze oxidem siřičitým SO ₂ (zkouška odolnosti)	8	-			
Ráz (provozní zkouška)	9	-			
Úder (provozní zkouška)	10	9	4	3	Expozice: - údery se nanáší na všechny plochy - 3 údery o energii úderu (0,5±0,04) J na každé místo (ČSN) - Pouze jeden úder o energii (1,9±0,1) J, ale je podmíněno dodržet rychlost pohybu kladiva při nárazu (1,5 ±0,125) m/s (GOST) 1*
Vibrace sinusové (provozní zkouška)	11	10	5	2	1*
Vibrace sinusové (zkouška odolnosti)	12	-			
Elektromagnetická kompatibilita (EMC), Zkoušky odolnosti	13	11,12,13	6 a 7	3	1*
Požární citlivost	14	1	8	1	Měřicí zařízení: - obsahuje navíc přístroj měřící teplotu (GOST) Počáteční podmínky pro zkušební místnost (ČSN): - Teplota vzduchu: (20-28)°C - Pohyb vzduchu: Zanedbatelný nebo stabilní pokud je v provozu recirkulační ventilátor - Koncentrace kouře (ionizace): $y \leq 0,05$ - Koncentrace kouře (optická): $m \leq 0,02$ dB/m Počáteční podmínky pro zkušební místnost (GOST): - Teplota vzduchu: (18-28)°C - Relativní vlhkost: 30-80% - Atmosférický tlak: 98-104 kPa GOST neumožňuje provést certifikaci několika tříd zařízení v rámci jedné zkoušky (vždy samostatně).
Zkouška celistvosti systému nasávání vzduchu	-	4			
1* - znamená, že zkoušky mají stejný rozdíl, kterým je vyhodnocení zkoušek: $N_{max}/N_{min} < 1,6$ (ČSN) vs. $N_{max}/N_{min} < 1,3$ (GOST)					

Jako závěr v rámci této části je nutné podotknout přísné hodnocení výsledku zkoušek ruskou normou GOST a odlišné počáteční podmínky v rámci stejných zkoušek.

4 Požáry serveroven, výpočetních center

Tato část diplomové práce je věnována serverovnám a výpočetním centrům, které jsou nejvhodnější pro instalaci nasávacích hlásičů požáru. Jak již bylo zmíněné na začátku této práce ochrana dat a drahých zařízení by měla být na vyšší úrovni než ochrana prostor k běžným účelům. V této části jsou popisované příklady požárů, kvůli kterým došlo k lokálnímu nebo i globálnímu výpadku sítě.

4.1 Významné příklady požárů elektrozařízení ze světa

5.11.2010 – Požár výpočetního centra pojišťovny ERGO v Dusseldorfu (Německo) - 28 zraněných, kteří se nadýchali zplodin hoření a byli hospitalizováni [17].

6.07.2012 – Vzplanutí ve výpočetním centru Microsoft v Seatlu (USA). Požár způsobil výpadek vyhledávacího systému Bing [17].

21.04.2014 – Požár ve výpočetním centru Samsung v Gwacheonu (Jižní Korea). Incident způsobil celosvětový výpadek pro všechny uživatele zařízení výše uvedeného výrobce – televize, mobilní telefony a tablety. Výpadek trval po dobu několika hodin. Jeden pracovník utrpěl lehké poranění [18].



Obrázek 13 - Požár ve výpočetním centru Samsung v Gwacheonu (Jižní Korea) [18]

6.09.2014 – Požár ve výpočetním centru banky Raiffeisen Landesbank Tirol v rakouském městě Innsbruck (Rakousko). Únik kyseliny z akumulátoru způsobil výbuch, následně se vyskytl požár. Naštěstí nikdo nebyl zraněn, zaměstnanci včas opustili budovu. Kvůli incidentu byly vyřazeny veškeré bankomaty. Kromě této skutečnosti došlo k majetkové škodě vyčíslené na několik milionů eur. Provoz internetového bankovníctví nebyl omezen [19].



Obrázek 14 - Požár ve výpočetním centru banky [19]

17.12.2015 – Vzplanutí ve serverovně EMBL (European Molecular Biology Laboratory) ve městě Heidelberg (Německo). Kvůli požáru bylo evakuováno 1300 zaměstnanců [17].

31.01.2016 – Požár zlikvidoval počítače v budově radnice města Wurselen (Německo). Incident zcela zastavil provoz radničních odborů [17].

4.2 Významné příklady požárů elektrozařízení z ČR

30.11.2014 – požár serverovny v administrativní budově ve městě Opava. Incident byl způsoben závadou klimatizačního zařízení. Předběžná výše škody byla 900 tis. Kč [20].



Obrázek 15 - požár serverovny v administrativní budově ve městě Opava [21]

12.5.2018 – Požár datového centra České Pošty v Praze. Incident způsobil výpadek webových stránek a online služeb. Také došlo k dočasnému omezení poskytovaných služeb, ke kterým je potřebné připojení. Škoda na majetku byla stanovená na 300 tis. Kč. Událost si nevyžádala újmy na zdraví [22].

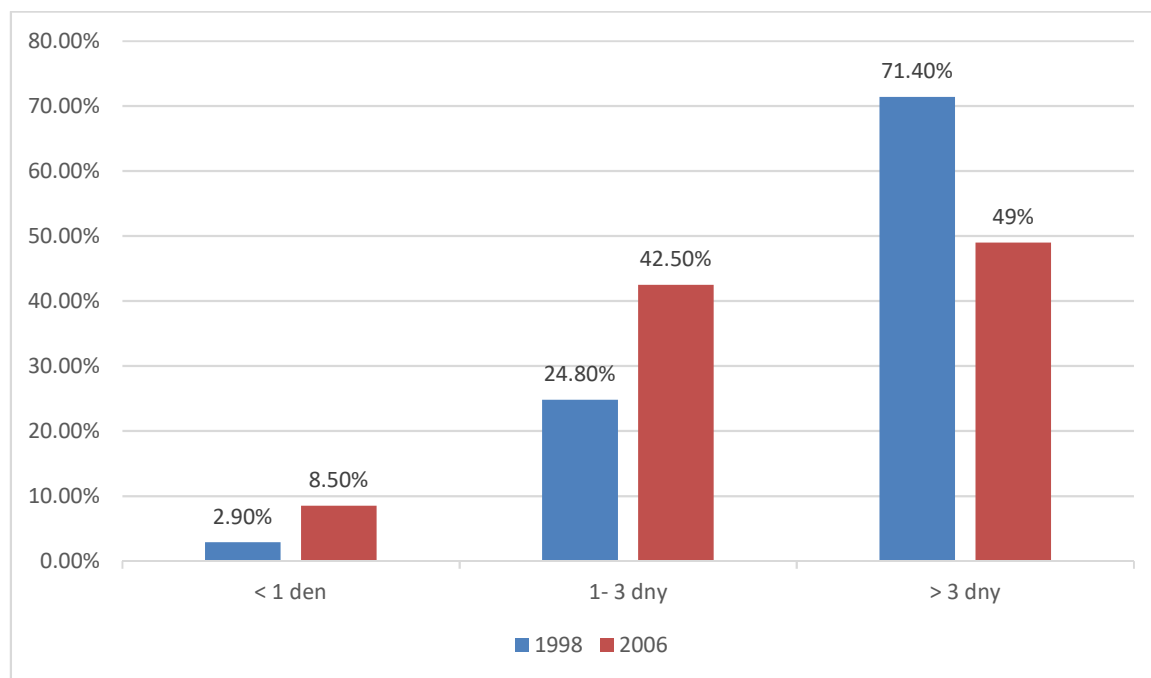


Obrázek 16 -- Požár datového centra České Pošty v Praze [22]

4.3 Příčiny požáru ve výpočetních centrech, serverovnách a datacentrech

Dle statistik Christoph Kainze se doba posunula a dnes je chod firem závislý na výpočetních centrech, serverovnách – zkratka neustálé funkčnosti výpočetní techniky. Na konferenci "Data Center Design and Engineering", která se konala v dubnu roku 2016 v Rusku, byla prezentována data související s pojistnými událostmi v serverovnách.

Byly zde zveřejněny údaje ohledně pravděpodobnosti krachu firem v závislosti na výpadku IT infrastruktury a časovém období výpadku. Dle obrázku 17 je vidět, jak se tento údaj změnil od roku 1998, a dá se pouze předpokládat, jaká je pravděpodobnost dnes.



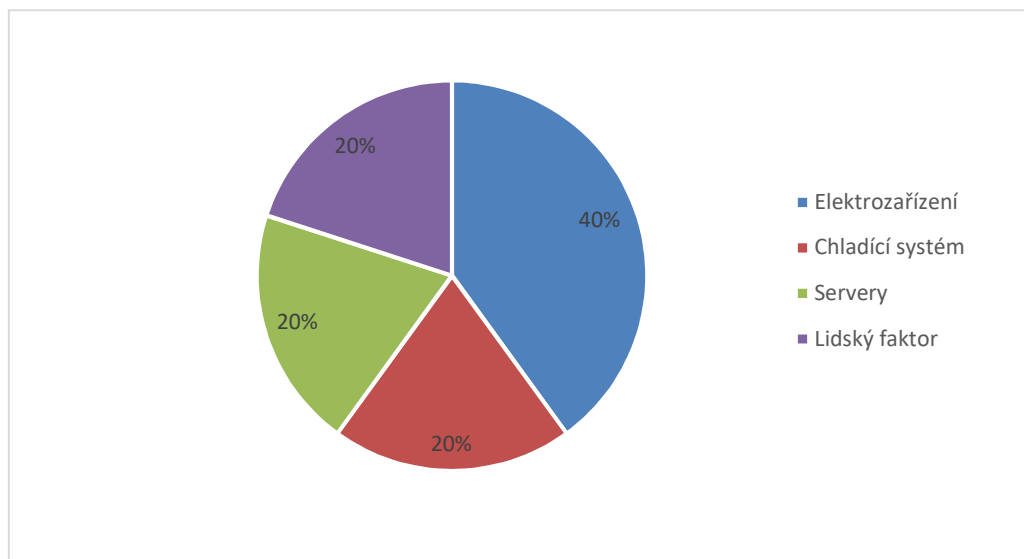
Obrázek 17 - Pravděpodobnost krachu firmy v návaznosti na výpadek IT infrastruktury, období výpadku a porovnání roku 1998 a 2006 [17]

Dle prezentace příčina leží z 80 % událostí mimo místnosti s výpočetními zařízeními. Většinou se kouř dostane do serveroven z jiné přilehlé místnosti, například kvůli:

- Špatné volbě dělení objektu na IT místnosti a sousední místnosti.
- Špatné volbě nebo absence systému EPS pro střežení sousedních místností
- Vysokému požárnímu zatížení a vysoké pravděpodobnosti výskytu požáru v přilehlých místnostech.

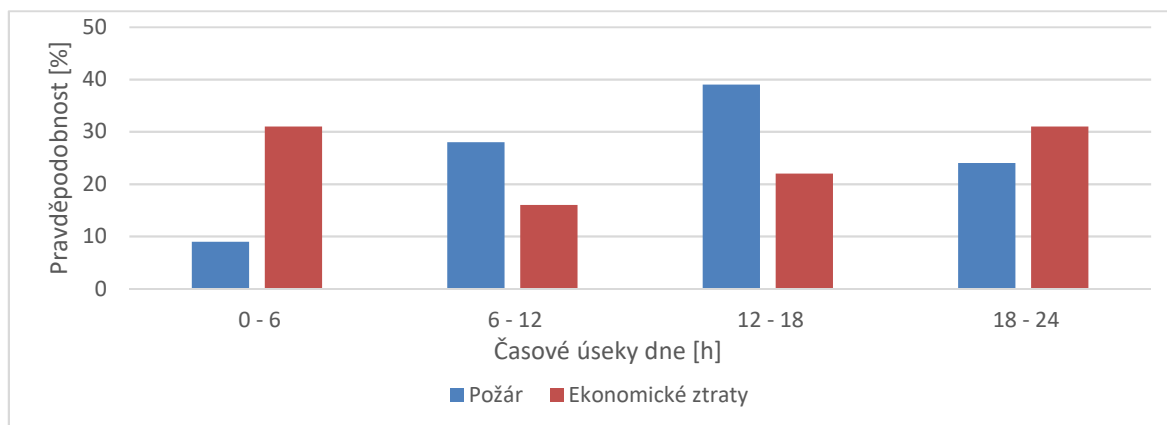
Dle statistiky pojišťovny Tela Versicherung[17], která provedla analýzu na příčiny pojistných událostí a použila k tomu údaje z celkem 13 tisíc událostí v serverovnách se zjistilo, že v IT centrech pouze v 6,5 procentech je oheň příčinou pojistné události. V ostatních případech je zdrojem nedbalost, vysoké zatížení elektro sítí, voda, loupež a zvýšené zatížení elektrozařízení.

Dále dle informace pojišťovny [12] zdrojem vzniku požáru jsou pouze z 20% servery (viz. obrázek 18).



Obrázek 18 - Zdroj požáru ve výpočetních centrech [17]

Také díky vypracované analýze byla stanovena pravděpodobnost vztažená s časovými úseky běžného dne vzniklé události a výše škody s ní spojené (viz. obrázek 19)



Obrázek 19 - pravděpodobnost výskytu požáru a výše ekonomických ztrát v závislosti na časovém úseku dne [17]

Díličí částí této studie bylo také zjišťování příčin požárů podle zdroje [17]:

- Zdvojená podlaha nebo elektrorozváděč (poškození kabelu, přehřátí kabelu, špatné kontakty kabelů, poškozené nebo vadné komponenty)
- Chladicí systém (špinavé filtry, zaklíněné ventilátory, vadné komponenty)
- Server (vysoká koncentrace energie v racku, špatný odvod tepla z racku, vadné komponenty, studené spoje na základových deskách)
- Lidský faktor (nedbalost při provádění nebezpečných prací, chyby techniků, vandalismus)

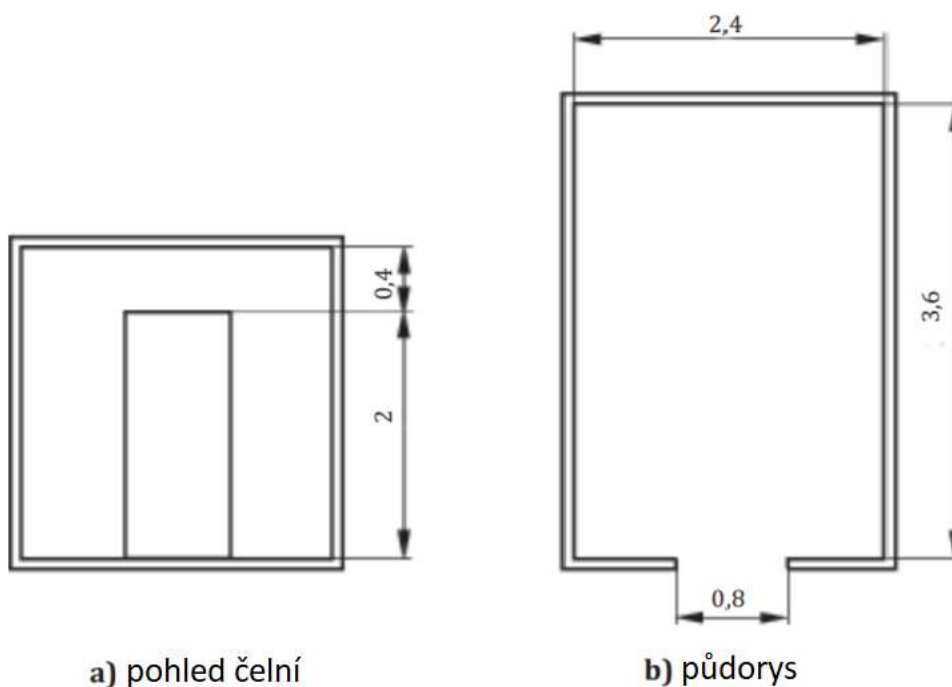
5 Velkorozměrová zkouška požáru serveru

5.1 Požární zkušebna

Požární zkušebna je vytvořena pro provádění velkorozměrových zkoušek - Room corner test (RCT). Zkouška byla standardizována v ISO 9705. Test má velký zápalný zdroj a je zajištěn proti vnějším vlivům. Prvních deset minut je místnost vystavena 100 kW a následujících 10 min je tepelný tok navýšen na 300 kW. Testují se stěny nebo strop místnosti, na které jsou pro účel zkoušky namontovány obložení a další testované vzorky. Měřicí technologie je stejná jako u kónického kalorimetru.

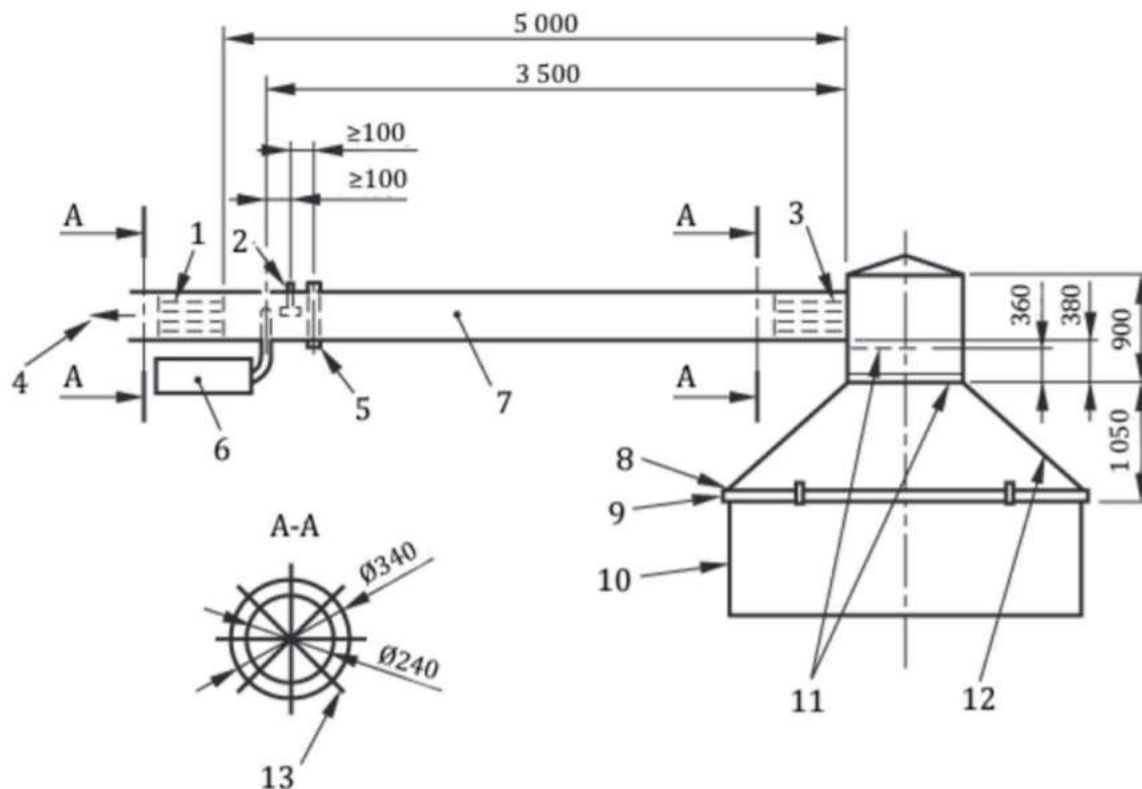
Tato zkušební metoda se zabývá požárním scénářem, který začíná za dobře větraných podmínek v rohu dané místnosti s jedním otevřeným vstupem. Zkouška RCT vyhodnocuje reakce výrobků upevněných ke stěnám anebo stropu místnosti při požáru, a je prováděna v souladu s ISO 9705. Tato metoda není určena k hodnocení podlahových krytin, sendvičových panelů, izolací potrubí a fasád.

Zkušební místnost na obr. 20 je postavena z nehořlavých materiálů a je 3,6 m dlouhá, 2,4 m široká a 2,4 m vysoká. V přední stěně je umístěn otvor o velikosti 2,0 m ± 0,01 m x 0,8 m ± 0,01 m [23].



Obrázek 20 - zkušební místnost RCT (UCEEB)[23]

Před zkušební místností je instalována digestoř – odsávací zvon. Tento prvek zajišťuje transport produktu hoření mimo místnost. Digestoř svým provozem nesmí ovlivnit průběh požáru.



Obrázek 21 - Digestoř a odvodní potrubí: (1) vodící lopatky; (2) Pitotova trubice; (3) vodící lopatky; (4) čistič odpadních plynů; (5) lampa, světelná clona; (6) analyzátor plynu; (7) spalínové potrubí; (8) otvory 3000×3000 mm; (9) rám z ocelového profilu 50×100×3,2 mm; (10) ocelové plechy 1000×3000 mm; (11) ocelové desky 2×500×900 mm; (12) digestoř z ocelových desek tl. 2 mm; (13) průřez spalínovým potrubím ze 4 ocelových desek [převzato z 17]

Vzorky plynů se odeberou do výfukového potrubí v místě, kde jsou produkty spalování rovnoměrně smíšené. Vzorkovací potrubí musí být vyrobeno z inertního materiálu, který neovlivní koncentrace analyzovaných druhů plynu.

Analyzátor O_2 je paramagnetického typu a je schopný měření rozsahu kyslíku v množství 0 - 21 %. Odchylka měření nesmí být $> 0,1 \%$ O_2 . Stabilita analyzátoru musí být v mezích 0,01 % O_2 po dobu 30 minut. Výstup z analyzátoru a také systém sběru dat musí mít citlivost minimálně 0,01% O_2 .

Analyzátor CO_2 je typu IR a je schopen měřit rozsah oxidu uhličitého v rozsahu od 0 % do %. Nejistota měření musí být $\leq 0,1 \%$ CO_2 až 5% CO_2 a $\leq 0,2\%$ CO_2 od 5 do 10% CO_2 . Linearita analyzátoru musí být 1% v plném měřítku nebo lepší. Výstup z analyzátoru a rovněž ze systému sběru dat musí mít rozlišení 0,01 % CO_2 nebo lepší.

5.2 Impuls pro provedení požární zkoušky

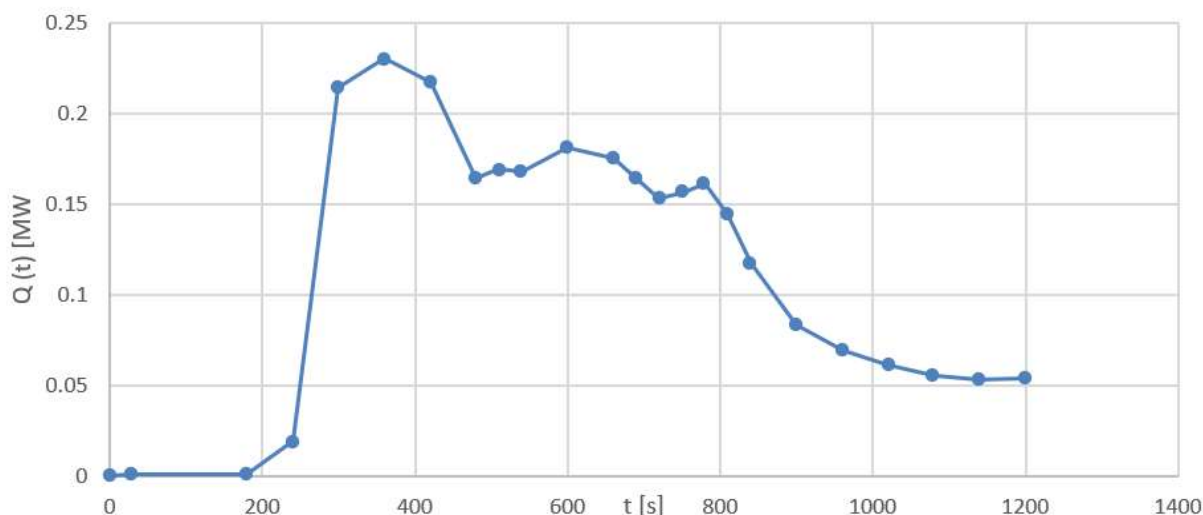
Důvodem k provedení požární zkoušky posloužilo to, že nebyl dohledán průběh hoření serveru v žádné literatuře. Jeden ze zdrojů ve kterém se popisují křivky hoření různých materiálů a přístrojů je „Initial fires - RHR, Smoke Production and CO Generation from Single Items and Room Fire Tests“ z roku 1993. Autorem těchto údajů byl Särndqvist Stefan. Jedná se o velkou sbírku užitečných materiálů k modelování. Bohužel zkouška serveru mezi nimi není. Mohli bychom se spokojit s podobným elektronickým zařízením typu TV set nebo výpočetní technika, ale technologie se za 26 let posunuly a počítače dnes již nejsou tak masivní. Dalším důvodem nevhodnosti těchto údajů jsou nepodrobné údaje spojené s počáteční fází požáru – rozhořívání (viz. obr. 22). Minimální hodnota, která je zaznamenávána je 1 kW, což není málo, když se jedná o reakci na kouř.

Tabulka 3 - Hodnoty výkonu požáru TV setu v závislosti na čase [24]

t [s]	0	30	180	240	300	360	420	480	510	540	600	660
Q (t) [KW]	0	1	1	19	214	230	217	164	169	168	181	175

t [s]	690	720	750	780	810	840	900	960	1020	1080	1140	1200
Q (t) [KW]	164	153	156	161	144	118	83	69	61	55	53	54

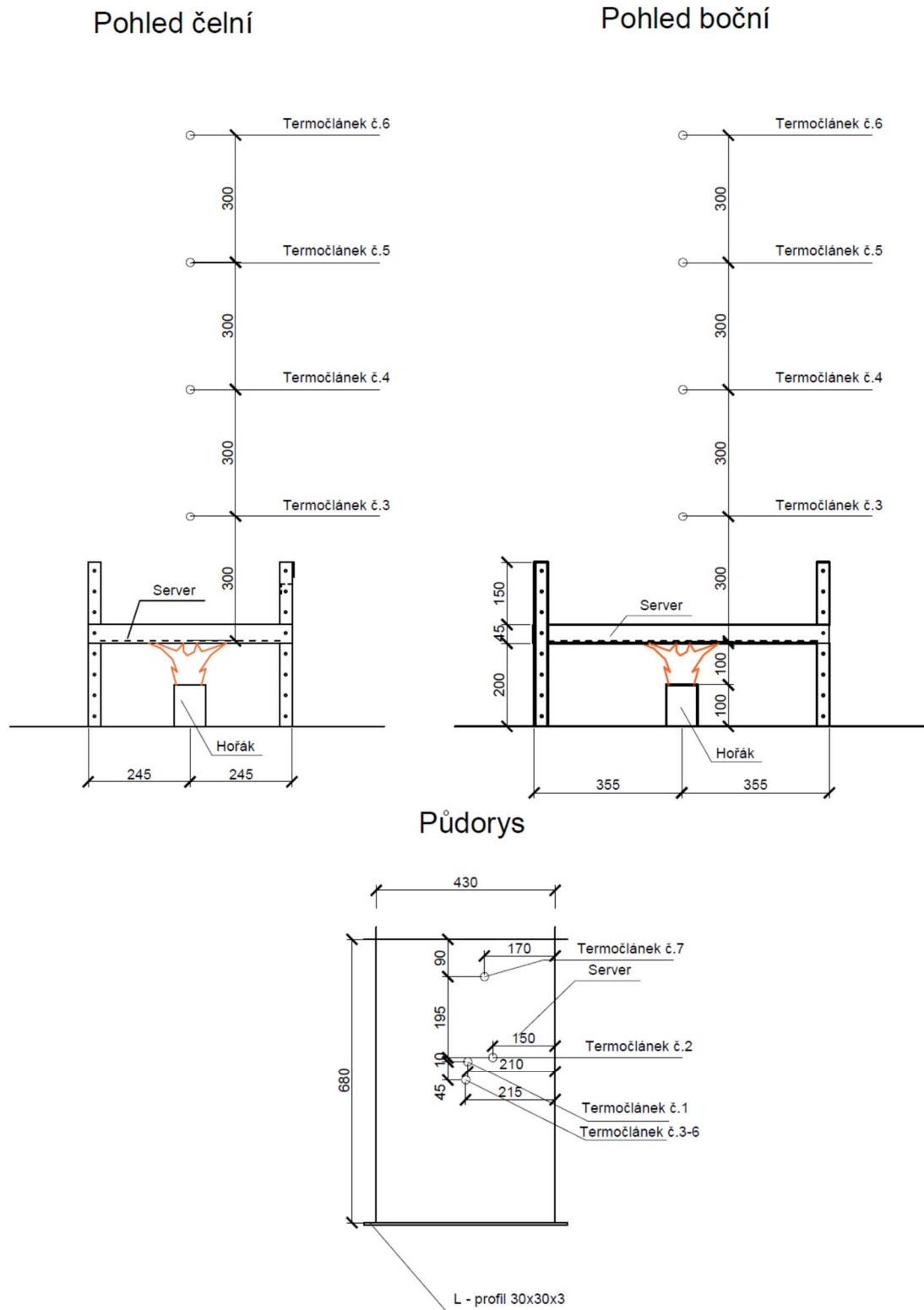
Křivka požáru



Obrázek 22 - křivka požáru: TV set [24]

Dalším důvodem k provedení zkoušky posloužil program FDS ve kterém je nutné zadat hodnotu vytvářející kouř (SOOT_YELD). Pro modelování tento údaj chyběl a mohli bychom ho pouze odhadovat.

5.3 Příprava zkoušky



Obrázek 23 - výkres umístění termočládku a hořáku

Konkrétní účinky zahoření serveru byly zjišťovány pomocí velkorozměrové požární zkoušky v nábytkovém kalorimetru, který využíval přístrojové vybavení Požární laboratoře Univerzitého centra energeticky efektivních budov ČVUT v Praze. Zkouška proběhla 27. listopadu 2019. Cílem provedení experimentu bylo zjistit hodnoty počátečního stádia hoření. Hlavními zjišťovanými parametry byly rychlost uvolňování tepla (HRR, z anglického Heat Release Rate), jakožto klíčová požárně technická charakteristika při predikci a hodnocení rozvoje a šíření požáru, rychlost vývinu kouře (SPR, z anglického Smoke Production Rate) a dále teploty.

Server byl umístěn na váhy do prostoru pod odsávací zvon určený pro zkoušku Room Corner Test dle ISO 9705, respektive ČSN EN 14390. Zvon o rozměrech 3,0 × 3,0 m byl napojen na vodorovné potrubí s usměrňovači proudění a analyzátory pro zjišťování požárně technických charakteristik. Odsávání zajišťoval ventilátor o výkonu až 3,5 m³/s. Zkouška Room Corner Test využívala pro zjišťování HRR principu kyslíkové kalorimetrie se zpřesňujícími algoritmy analýzy CO a CO₂. Pro měření teploty byly použity termočlánky typu K, umístění čidel viz obr. 23. Přístroje použité k měření jsou uvedené v tab. 4.

Tabulka 4 - Přístroje požární laboratoře UCEEB

Měřená veličina	Typ měřidla
Koncentrace O ₂	Servomex 011540000 (paramagnetický analyzátor, do 25 % obj. O ₂)
Koncentrace CO	Servomex Ir 1522 (infračervený analyzátor, do 5 %% obj. CO)
Koncentrace CO ₂	Servomex Ir 1520 (infračervený analyzátor, do 10 %% obj. CO ₂)
Teplota	Termočlánek č.1 s terčíkem pro měření povrchové teploty) Termočlánky č. 3-6 - MAVIS typu K plášťované s vnějším průměrem 3 mm Termočlánky č. 2,7 - MAVIS typu K plášťované s vnějším průměrem 1 mm
Úbytek hmotnosti	Váhy KERN DE 300K 5DL (do 300 kg s rozlišovací schopností 0,1 g)
Intenzita osvětlení	Luxmetr DLM-536

Měřená veličina	Typ měřidla
Termokamera	Fluke TI - 40



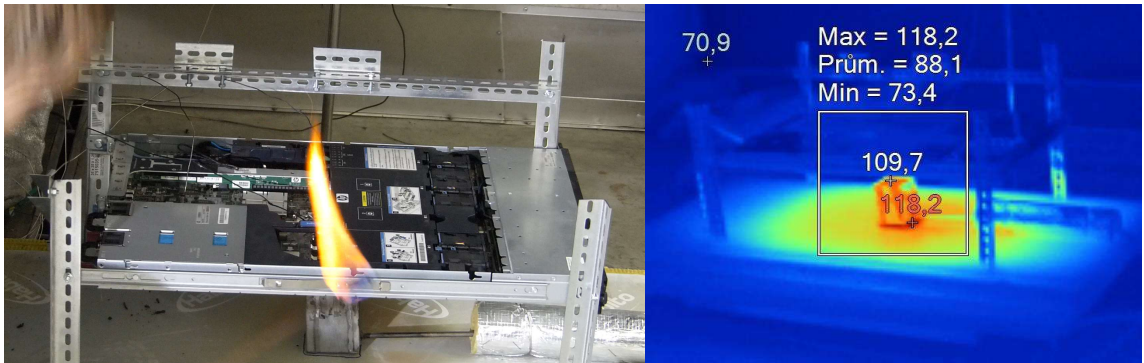
Obrázek 24 - Server HP ProLiant DL360 G7 579237-B21

Pro zkoušku byl použit server o modulových rozměrech 680 x 430 mm. Jednalo se o model HP ProLiant DL360 G7 579237-B21. Nosnou konstrukci serveru tvoří kovové výztuhy a hliníkové opláštění. Čelní část tvoří panel z tvrdého plastu (PVC) a její součásti byly konektory pro ovládnání, zapojení monitoru a o sloty pro HDD disky. Server byl instalován do ocelových L-profilů, které simulovaly umístění serveru v racku. Počáteční hmotnost celé konstrukce byla 14,980 kg (14,5 kg server, 0,480 kg konstrukce). Zdrojem zahoření byl plynový hořák umístěný pod středovým bodem serveru.

Zdrojem zapálení je hořák s propanovým plynem, o rozměrech 75 × 75 mm s horní povrchovou vrstvou z porézního inertního materiálu (písku o minimální tloušťce 45 mm tak, aby bylo dosaženo rovnoměrného proudu plynu po celé ploše hoření. Hořák je vyroben z ocelových plechů o minimální tloušťce 2 mm a je naplněn šterkem velikosti 4 – 8 mm. Šterk je srovnán pomocí ocelových sítěk. Hořák může být zapalován dálkově ovládaným zapalovacím zařízením, například řídicím hořákem nebo zapalovací jiskrou a je vybaven ovládacími prvky pro uzavření přívodu plynu, pokud dojde k výbuchu nebo k úniku plynu. Hořák je umístěn pod středem serveru. Pro test je používán čistý propan. Průtok plynu hořákem se měří po celou dobu zkoušky a reguluje se tepelný výkon. Čistý tepelný výkon je v prvních 10 minutách 1 kW a poté se postupně navyšuje. Požární scénář (časový průběh zkoušky) je sepsán v tab. 5.

Tabulka 5 - Časový průběh požární zkoušky

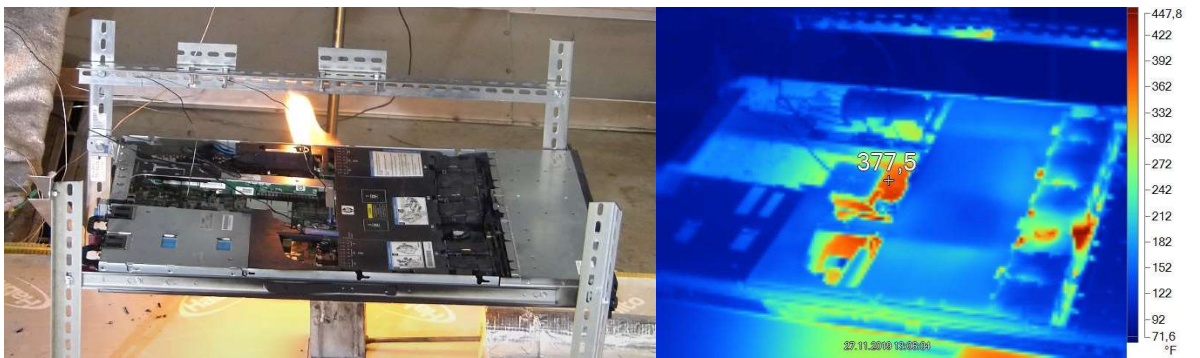
Relativní čas [mm:ss]	Popis události
-01:00	Zahájení zkoušky, výkon odsávání 30% - 1,05 m ³ /s
00:00	Zapálení hořáku na 1 kW
10:00	Zvýšení výkonu hořáku na 3 kW
20:00	Zvýšení výkonu hořáku na 5 kW
21:30	Explodoval kondenzátor
24:59	Explodoval další kondenzátor
25:00	Zvýšení výkonu hořáku na 10 kW
30:00	Zvýšení výkonu hořáku na 15 kW
31:40	Objevil se plamen
36:09	Kvůli hustému dýmu je výkon odsávání zvýšen na 50% - 1,75 m ³ /s
40:00	Plynový hořák byl vypnut – 0 kW
47:55	Plamen zhasl – ukončení zkoušky



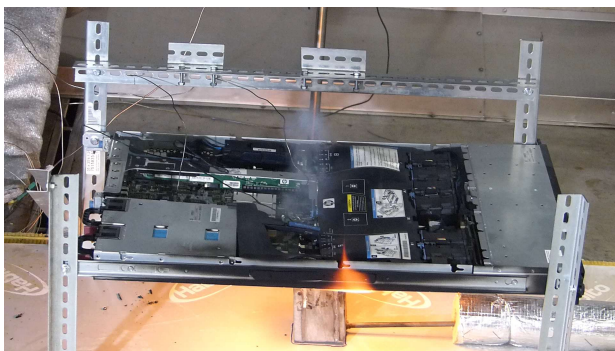
Obrázek 25 - 0:00 Zapálení hořáku



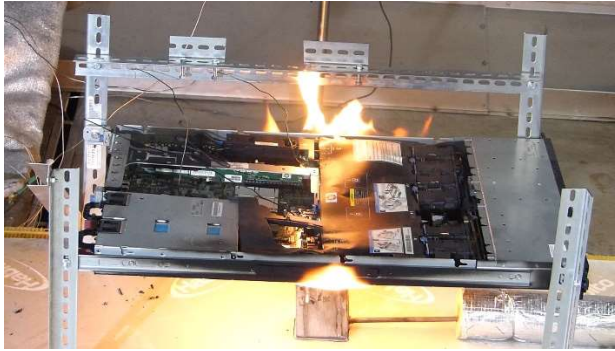
Obrázek 26 - 10:00 Zvýšení výkonu hořáku na 3 Kw



Obrázek 27 - 20:00 Zvýšení výkonu hořáku na 5 Kw



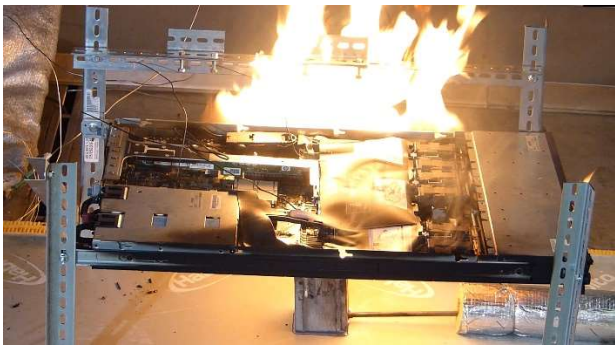
Obrázek 28 - 24:59 Explodoval další kondenzátor



Obrázek 29 - 25:00 Zvýšení výkonu hořáku na 10 Kw



Obrázek 30 – 30:00 Zvýšení výkonu hořáku na 15 Kw



Obrázek 31 - 31:40 Objevil se plamen



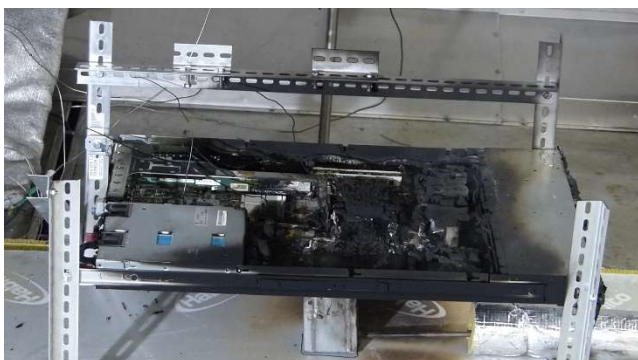
Obrázek 32 – 36:09 Kvůli hustému dýmu je výkon odsávání zvýšen na 50% - 1,75 m3/s



Obrázek 33 – 40:00 Plynový hořák byl vypnut – 0 Kw



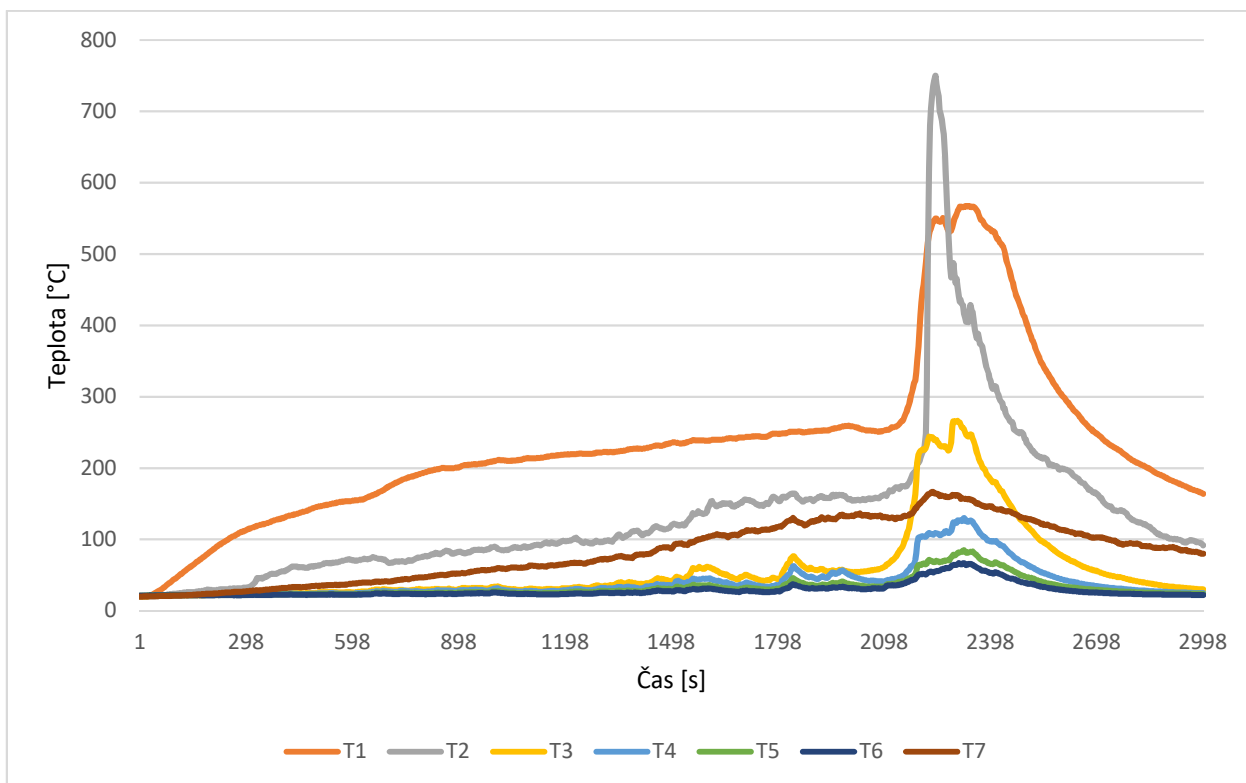
Obrázek 34 – 45:00



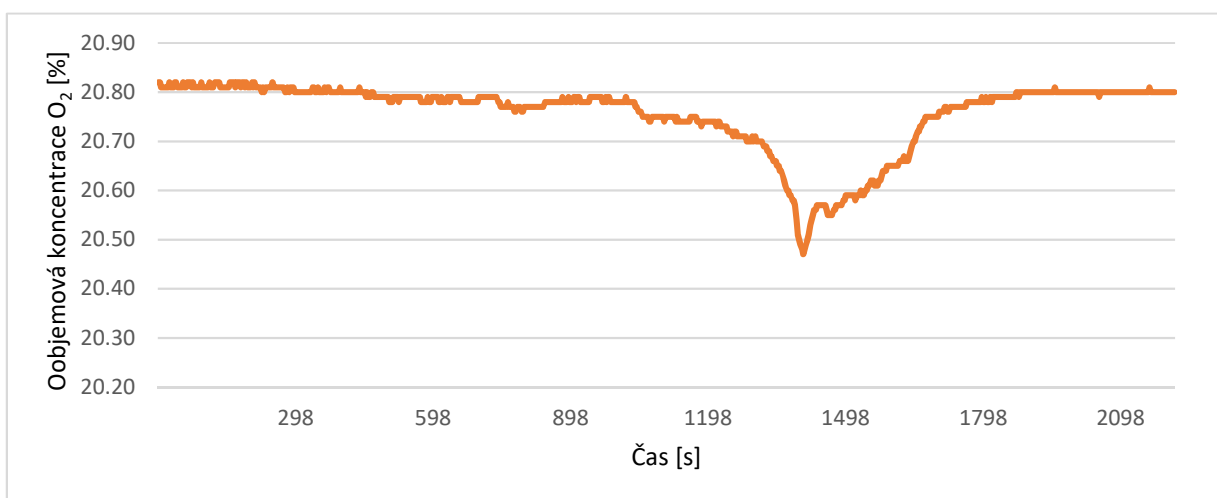
Obrázek 35 – 47:55 Plamen zhasl, ukončení zkoušky

5.4 Výsledky požární zkoušky

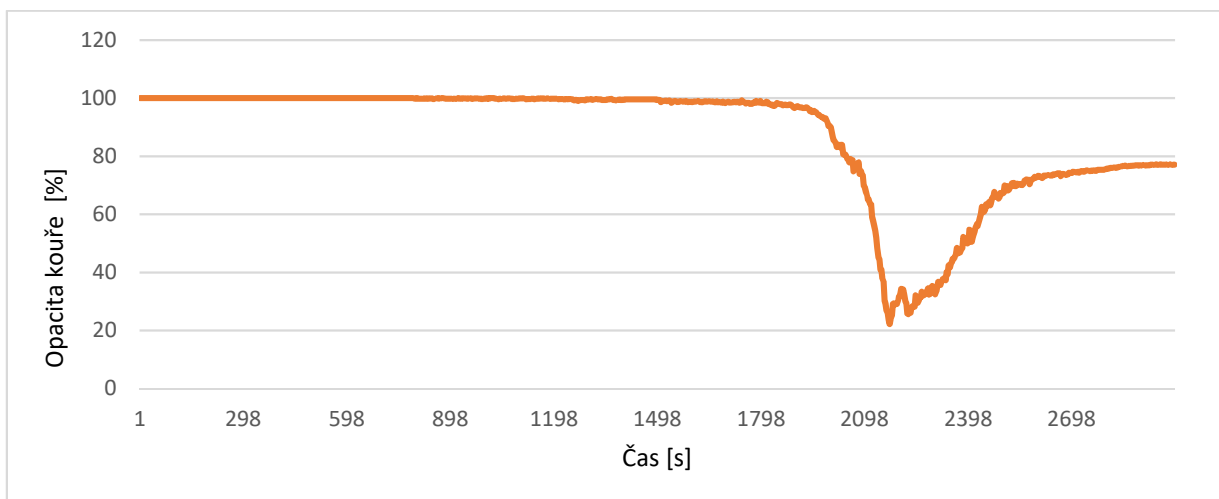
V této části diplomové práce můžete spatřit grafy s naměřenými výsledky zkoušky. Dle obrázku 42 je patrné, že došlo k chybě měřicího zařízení a v čase 1600-2000 sekund, kdy přestal zaznamenávat měřené hodnoty. Nicméně naměřené hodnoty byly použité v další části diplomové práce, protože primárně byly sledované hodnoty spojené s iniciací a rozhoříváním a pro modelování jsou dostačující.



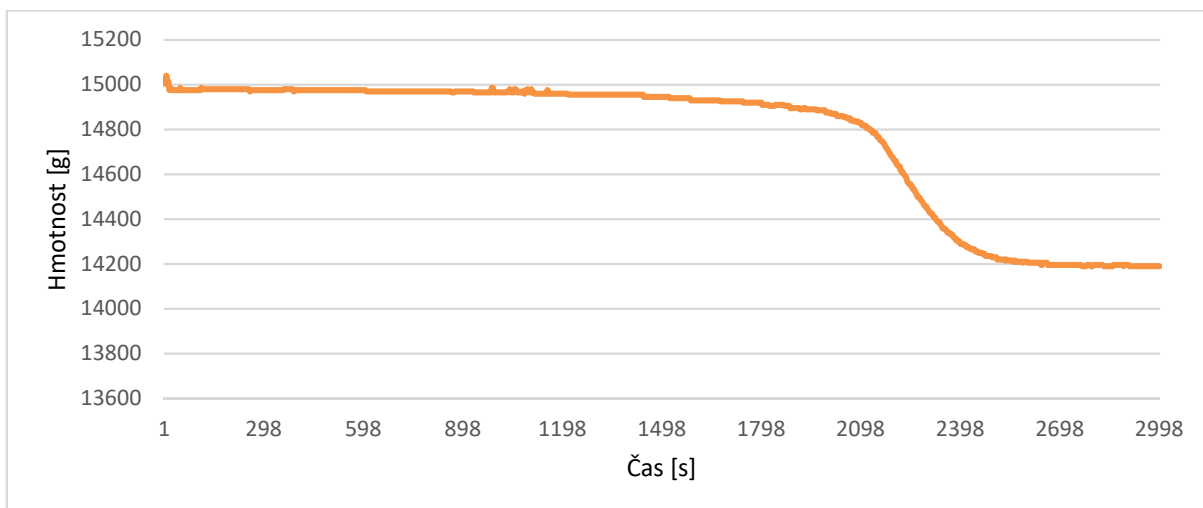
Obrázek 36 - Průběh teplot na termočláncích T1-T7



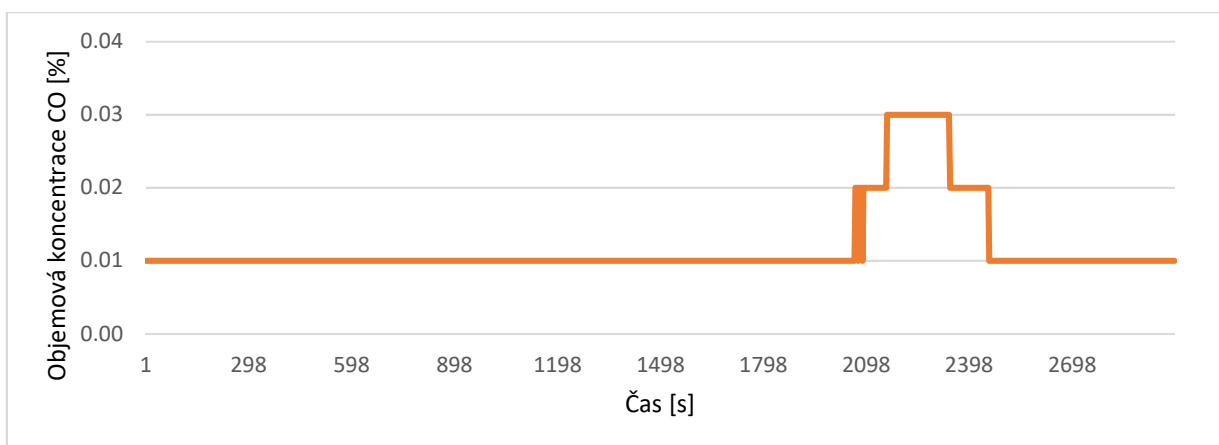
Obrázek 37 - Průběh objemové koncentrace O₂



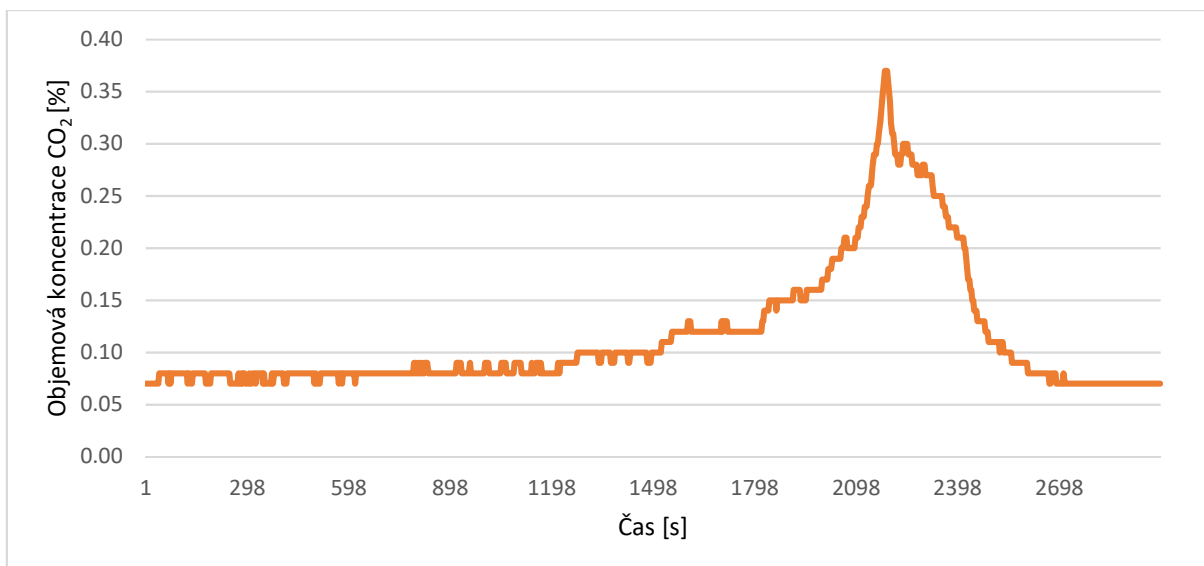
Obrázek 38 – Průběh opacit kouře (zařízení luxmetr)



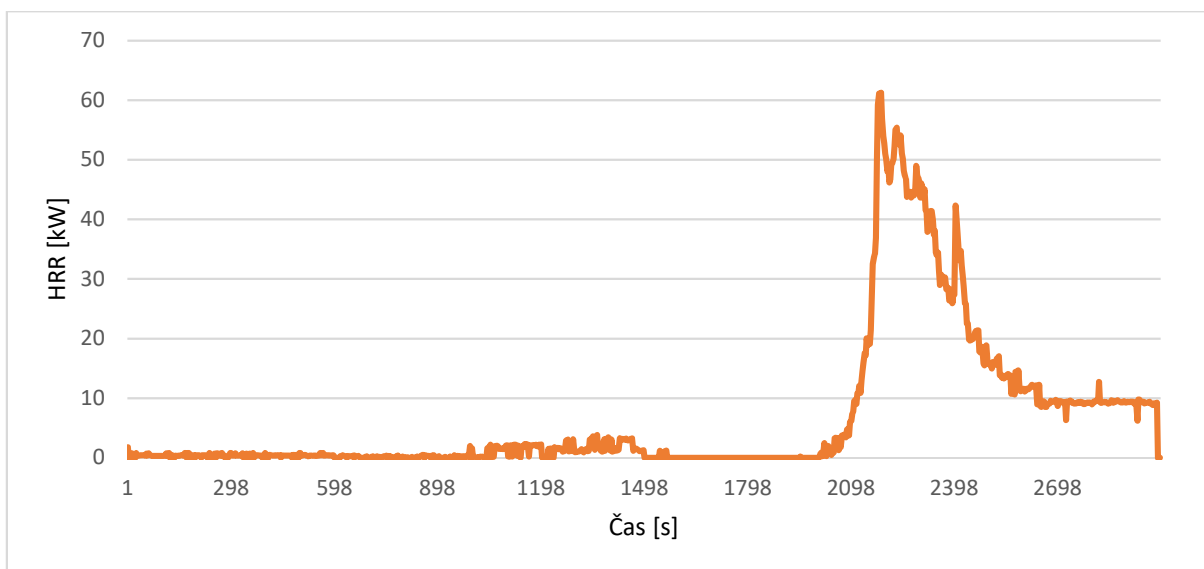
Obrázek 39 – Průběh změny hmotnosti vzorku



Obrázek 40 - Průběh objemové koncentrace CO



Obrázek 41 - Průběh objemové koncentrace CO₂



Obrázek 42 - Rychlost uvolňování tepla (HRR) - mířící zařízení přestalo fungovat v čase od 1600 s do 2000 s.

5.5 Software FDS

Princip CFD (Computer Fluid Dynamics) se postupem času stává používanější v oborech jako aerodynamika, dynamika tekutin, automotive atd. V rámci požárního inženýrství matematické modelování dynamiky požáru hraje klíčovou roli. V posledních letech je počítačová simulace požáru používána jako ekonomicky nejméně nákladná metoda pro modelování požáru a návrh požárně bezpečnostních zařízení. Jedním z programů, který je používán pro tyto účely je FDS (Fire Dynamics Simulator). Bezspornou výhodou tohoto programu je bezplatná dostupnost na webu. Obdivuhodná je i stálá aktualizace programu.

Za pomocí FDS lze modelovat [25]:

- Transport tepla a kouře prouděním a sáláním
- Přestup tepla mezi vzduchem a pevnými povrchy
- Transport tepla (jednorozměrným) vedením uvnitř pevných povrchů
- Pyrolýza pevné či kapalné fáze a proces hoření plynných produktů
- Šíření plamene a rozvoj požáru
- Aktivace tepelných a kouřových detektorů
- Sprinklerové skrápění a hašení vodou (vodní mlhou) atd.

První verze FDS byla zveřejněna v roce 2000. Ke dnešnímu dni asi polovina vytvořených modelů slouží k návrhu požárního větrání a samočinného odvětrávacího systému a modelování aktivace sprinklerových systémů. Druhá polovina se zabývá modelováním požáru v obytných a průmyslových stavbách. Postupem času byl vývoj programu přizpůsoben k řešení praktických úloh v požární ochraně a slouží jako nástroj ke studiu základní dynamiky a spalování. Program využívá následující modely [přeloženo z 26]:

- Hydrodynamický model - FDS pro tvorbu tohoto modelu používá Navier-Stokesové rovnice (proudění nestlačitelné newtonovské tekutiny). Základním algoritmem je explicitní metoda prediktor-korektor s přesností v prostoru a čase. Turbulence je řešena primárně pomocí metody velkých vírů (Large Eddy Simulation – LES). Pro případ velmi jemné výpočetní sítě je možné provést přímou numerickou simulaci (Direct Numerical Simulation –DNS)

Rovnice 1 - Navier-Stokesové pohybové rovnice, kde u, v, w jsou složky rychlosti [$m \cdot s^{-1}$], p je tlak [$N \cdot m^{-2}$], ρ je hustota [$kg \cdot m^{-3}$], ν je kinematická viskozita [$m^2 \cdot s^{-1}$] a f_x, y, z jsou složky vnější objemové síly (gravitační, odstředivé) [$N \cdot m^{-2}$][26].

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial(uu)}{\partial x} + \frac{\partial(uv)}{\partial y} + \frac{\partial(uw)}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \nu \left(\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \right) + f_x \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \frac{\partial(vu)}{\partial x} + \frac{\partial(vv)}{\partial y} + \frac{\partial(vw)}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} + \nu \left(\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \right) + f_y \\ \frac{\partial w}{\partial t} + \frac{\partial(wu)}{\partial x} + \frac{\partial(wv)}{\partial y} + \frac{\partial(ww)}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial z} + \nu \left(\frac{\partial^2 w}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 w}{\partial z^2} \right) + f_z \end{aligned}$$

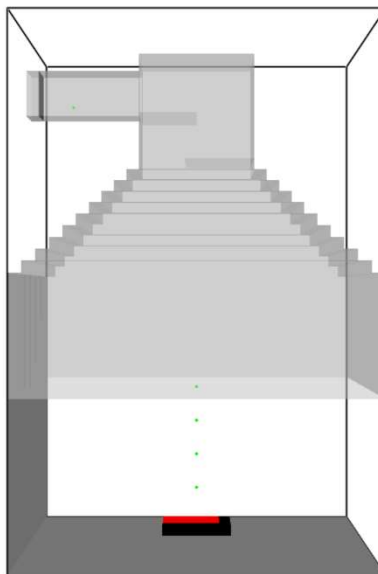
- Model spalování – pro většinu výpočtu FDS používá řízenou chemickou reakci založenou na hlavních prvcích trojúhelníku hoření (hořlavá látka, oxidační činidlo, iniciační zdroj).
- Model sdílení tepla – Sdílení energií může probíhat pomocí těchto mechanismů: vedení, proudění a záření. Vedení a proudění jsou z hlediska numerického výpočtu nenáročné. Pro výpočet je zapotřebí znalost základních charakteristik (hustota, měrná tepelná kapacita a vodivost). Radiace je z hlediska výpočtu mnohem náročnější. Hraje zde roli velké množství parametrů. Z tohoto důvodu tento mechanismus sdílení tepla není počítán v každém kroku.

5.6 Vytvoření dílčího modelu pro validaci vstupních hodnot

Pro použití získaných hodnot z požární zkoušky v řešeném příkladu, je potřeba nejdříve správně definovat a validovat. Validace hodnot se provádí vymodelováním prostoru části požární laboratoře v programu FDS a porovnáním výsledných hodnot modelu s hodnotami zkoušky. Pro analýzu hodnot jsou důležité převážně následující parametry:

- Rychlost uvolňování tepla (HRR)
- Optická hustota kouře
- Analýza zplodin hoření (CO_2)

Prostor laboratoře je modelován s rozměry výpočetních buněk 100/100/100 mm. Vzorek je modelován bez opěrné konstrukce. Toto zjednodušení nemá vliv na průběh výsledku. Půdorysné rozměry serveru jsou modelované jako 0,5 x 0,4 m a na výšku 0,1 m. Hořící plocha byla zadána pro 80% horní části serveru a byla definovaná podle rychlosti uvolňování tepla. Další 20% horní části serveru tvoří plocha vytvářející kouř, která byla definovaná podle hodnot získaných z luxmetru. Tato část je modelovaná jako otvor přivádějící vzduch s určenou hodnotou sazí. Hodnoty opticity kouře byly převedené na opticitu vzduchu (doplňek do 100% hodnoty opticity kouře).



Obrázek 43 - Model odtahové digestoře

Pro modelování byl zvolen časový úsek, kdy luxmetr začal reagovat na vyvinutý kouř. Jako konečnou hodnotu považujeme tu, kdy zařízení přestalo měřit rychlost uvolňování tepla. Získáváme časový úsek v délce 12 minut (od 780 s. do 1500 s. požární zkoušky).

Ladění modelu probíhá metodou „pokus-omyl“ tak, že je upravována hodnota rychlosti proudění vzduchu (Volume_Flow) pro co nejvíce podobný průběh optické hustoty kouře. Dále je upravován obsah sazí v přivedeném vzduchu (Mass_fraction). Nejedná se o hoření prvku, ale pouze o model jehož výsledky nejlépe odpovídají reálné zkoušce.

Hodnoty získané z modelu FDS jsou počítané ve stejných jednotkách jako zařízení použité během požární zkoušky. Vyjimkou je hodnota optické hustoty kouře. Z tohoto důvodu získanou opticitu kouře převedeme na optickou hodnotu kouře díky tomuto vztahu [13, s. 17]:

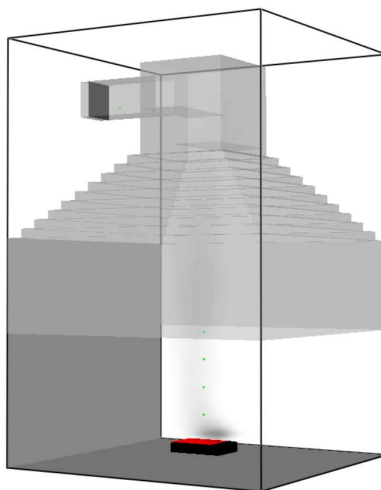
$$D=(1/L)*\log_{10}(I/T), \text{ kde:}$$

L – šířka potrubí [m]

I/T – opticitu kouře [-]

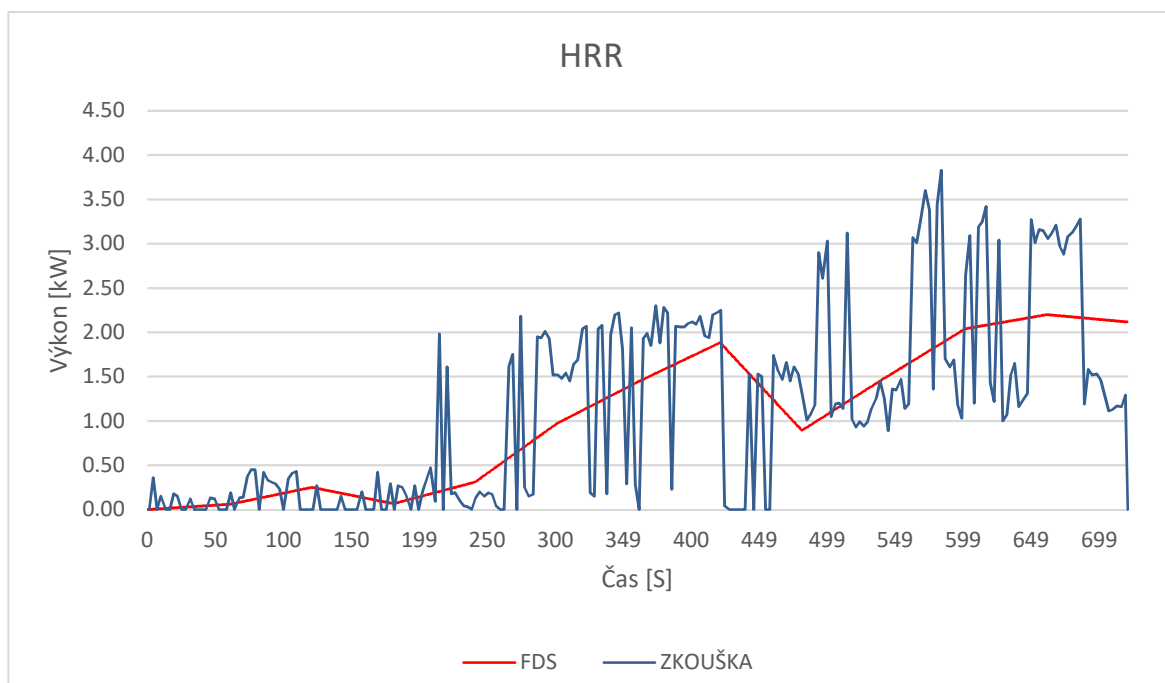
Dle ISO 9705 průměr potrubí pro odtah spalin je stanoven na 0,4 m. L=0,4 m

Hodnotu I/T je použita z výsledku zkoušky (1-opticita kouře).

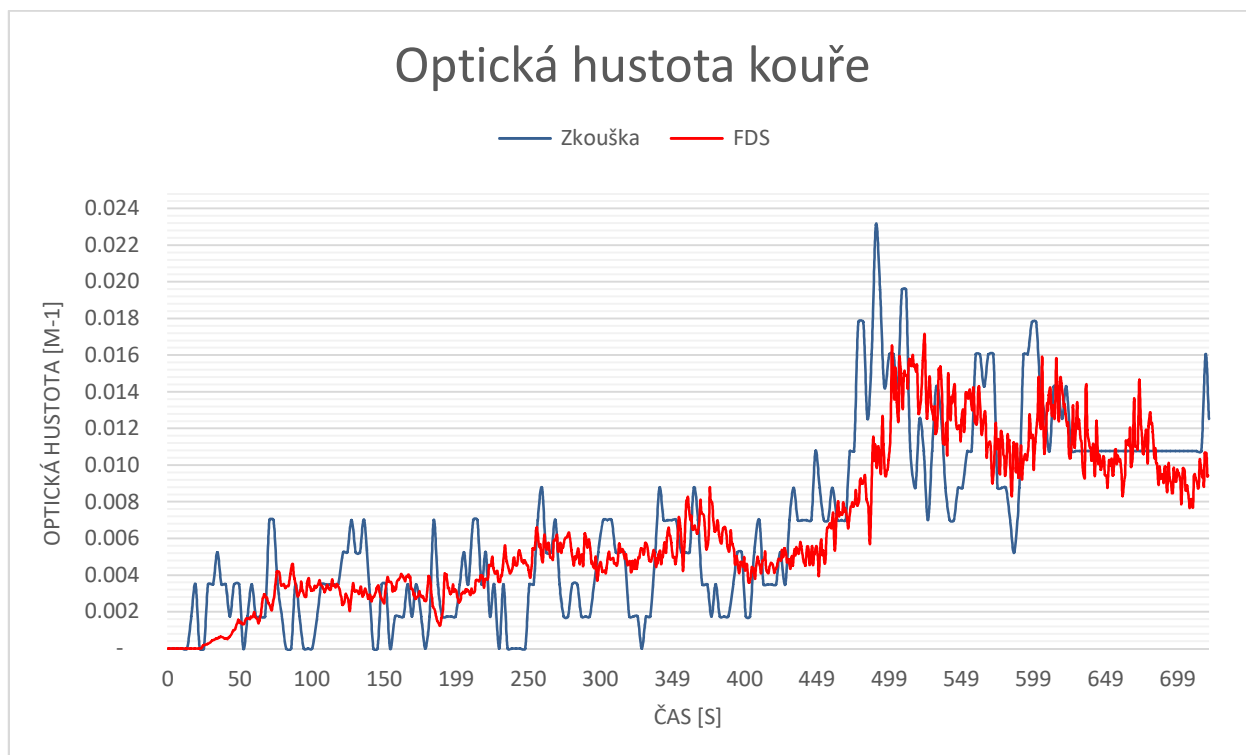


Obrázek 44 – Pohled na validovaný model

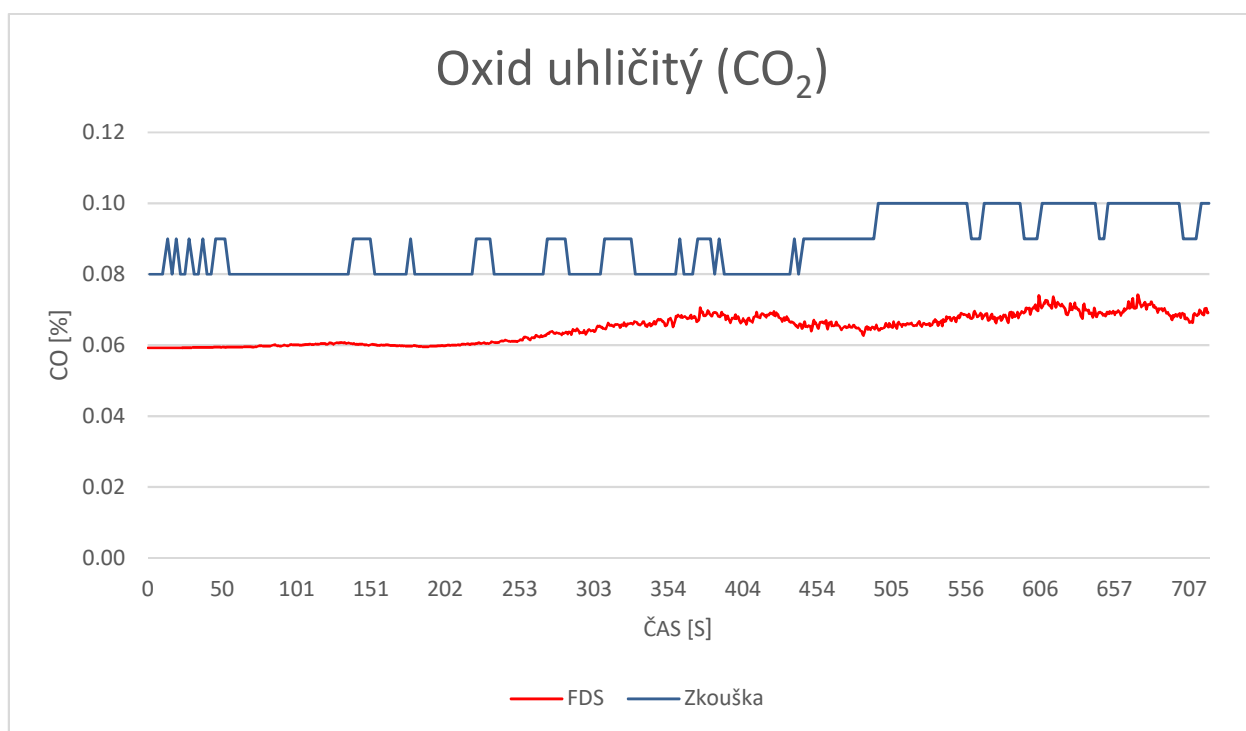
Po několika pokusech modelování bylo dosaženo následujících výsledků:



Obrázek 45 - Průběh rychlosti uvolňování tepla



Obrázek 46 - Průběh optické hustoty kouře



Obrázek 47 - Průběh oxidu uhličitého

6 Řešený příklad

Řešený příklad je zaměřený na projektování nasávacího hlásiče požáru a porovnání času vyhlášení poplachu s ionizačním hlásičem kouře. Pro praktickou část byla zvolena místnost serverovny. Příklad je modelován v programu FDS (procesor), Smokeview a Microsoft Office Excel (post-processor). Cílem řešeného příkladu je zjistit rozdíl v čase reakce na kouř různých typů hlásičů: nasávací a ionizační. Rozměry místnosti jsou 4x6x2,5 m. Jednotlivé skříňe-racky jsou rozmístěné do dvou řad a vytváří mezi sebou teplou uličku. V každé řadě je 5 racků. Rozměry jednoho racku jsou 0,6 x 0,5 x 2,0 m.

Pro modelování nasávacích hlásičů je podstatné použití skutečných hodnot, což je rychlost proudění a čas potřebný na transport vzorku k vyhodnocovací jednotce. Z tohoto důvodu byl zvolen reálný výrobek Siemens FDA221 s nastavením pro klasifikační třídu B. Výrobce poskytl program Asyst (F-FXS2056), díky kterému byly potřebné hodnoty spočtené. Dle technické dokumentace [12] výrobce byla pro vyhlášení poplachu zvolena hodnota zakouření 0,2 %/m. Nastavení ionizačního hlásiče kouře je dle výchozích hodnot z uživatelské příručky programu FDS – k vyhlášení poplachu dojde po překročení hodnoty zakouření 3,24 %/m [26].

Jako požární scénář volím požár serveru. Průběh požáru serveru použít dle dílčího modelu požární zkoušky serveru. Zdroj požáru je umístěn v levém krajním racku ve výšce 0,34 m (označen šipkou – Obr. 49). Poloha zdroje byla zvolena co nejnižší a zároveň s nejdelším časem pro transport vzorku k vyhodnocovací jednotce nasávacího hlásiče požáru.

Pro aplikaci získaných hodnot rychlosti proudění vzduchu je nutné provést převod jednotek z l/min do kg/s. Vzhledem k nepodstatným tlakům v potrubí (max. 5 Pa – viz. Příloha č. 2 a 3) jsou v převodu jednotek zanedbané. Pro výpočet je použita hodnota pro objemovou hmotnost vzduchu $\rho=1,25 \text{ kg/m}^3$.

Příklad převodu jednotek:

$$5,7 \text{ l/min} = 5,7 * 1,25 / (1000 * 60) = 0,00011875 \text{ kg/s}$$

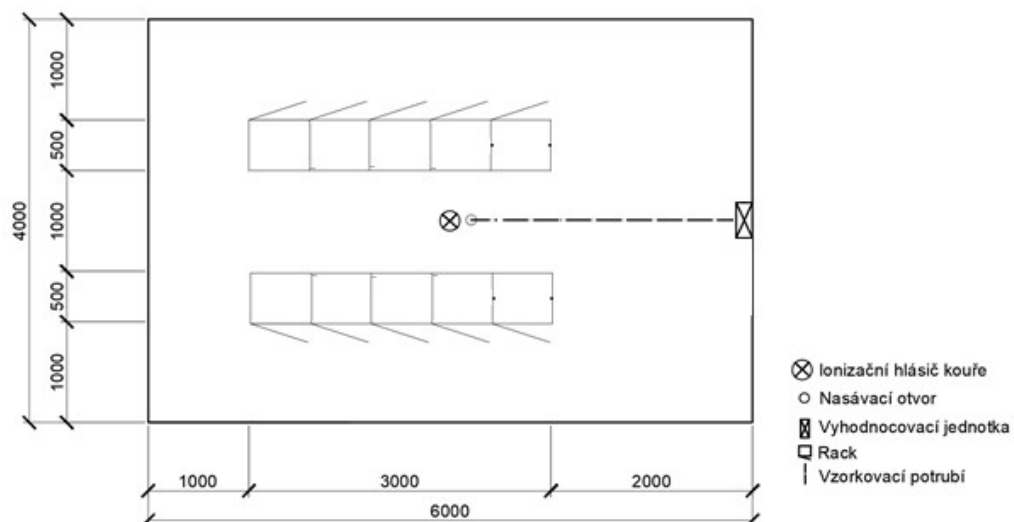
6.1 Model č.1 - porovnání jednoho otvoru nasávacího hlásiče s jedním ionizačním hlásičem kouře

V tomto modelu jsou hlásiče umístěné takto (viz. obr. 48):

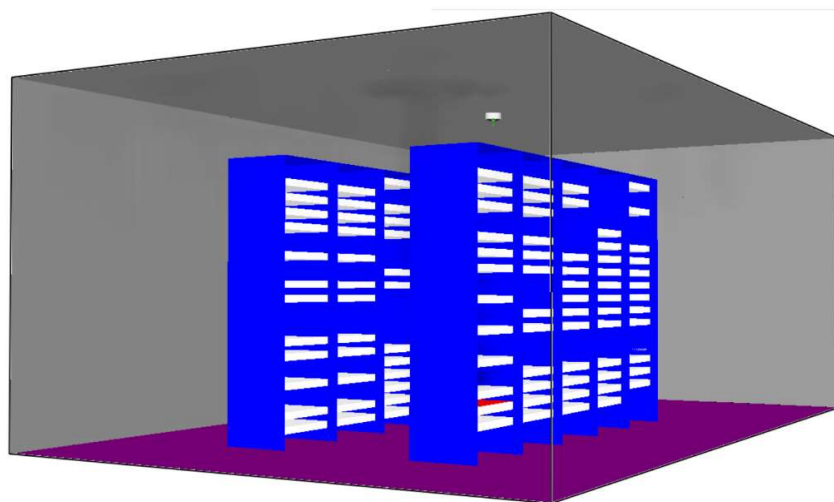
- ionizační hlásič je umístěn uprostřed místnosti na stropní konstrukci.
- otvor nasávacího hlásiče kouře je umístěn uprostřed místnosti 5 cm pod stropní konstrukcí

Byl zvolen takový počet jednotlivých hlásičů aby se daly spravedlivě porovnat jejich reakce nehledě na pořizovací náklady. Tento návrh je v souladu s příslušnými normami.

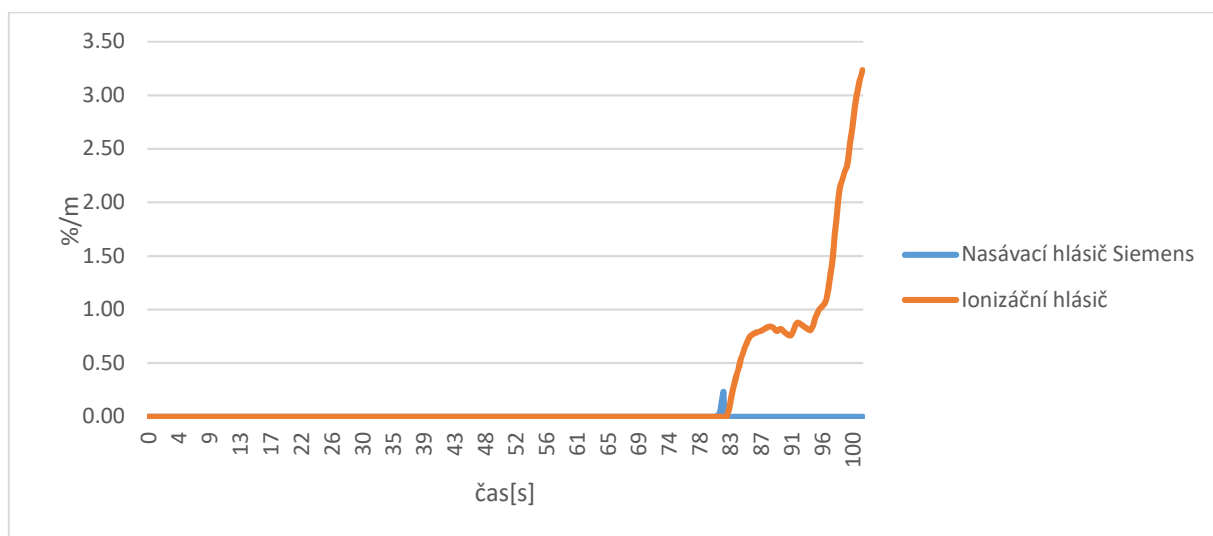
Čas pro transport vzorku k vyhodnocovací jednotce nasávacího hlásiče požáru je v tomto případě 11,3 sekundy. Hodnota byla stanovena pomocí programu Asyst (F-FXS2056) (viz. Příloha č. 3).



Obrázek 48 - Půdorys řešené místnosti – serverovny (model č.1)



Obrázek 49 - Ukázka modelovaného prostoru (FDS)



Obrázek 50 - Graf reakce hlásičů

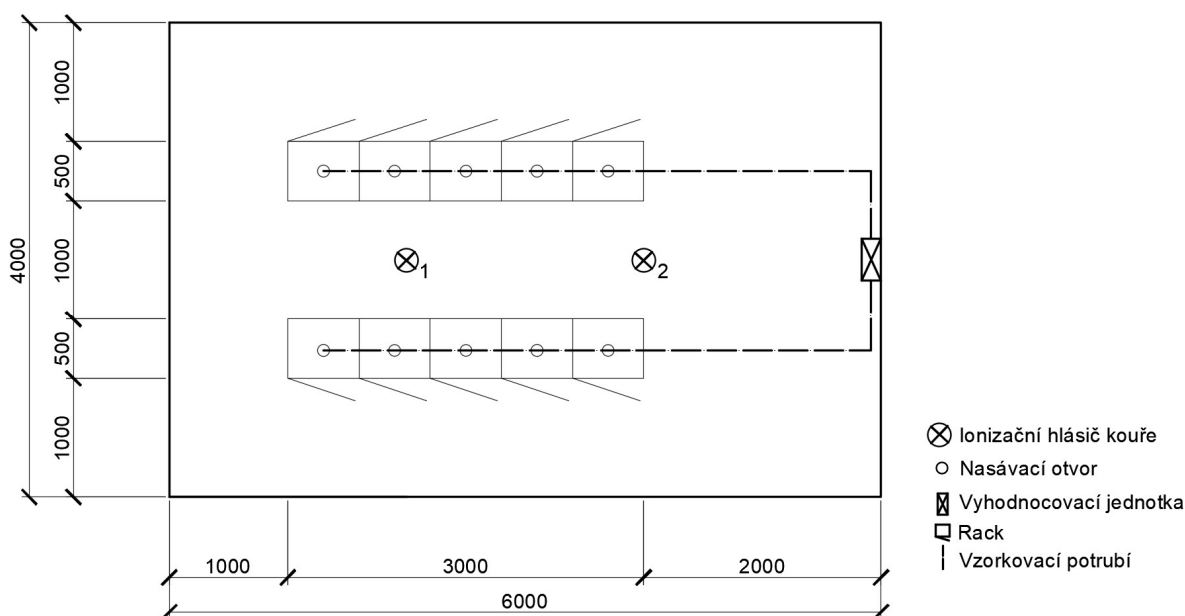
Výsledky modelování jsou vidět v grafu níže (obr. 50). Nasávací hlásič požáru vyhláší poplach v čase 81 sekund, kdy hodnota kouře překročí 0,2 %/m. Ionizační hlásič vyhláší poplach o 20 sekund později – v čase 101 sekund.

6.2 Model č.2 - porovnání deseti otvorů nasávacího hlásiče se dvěma ionizačními hlásiči kouře

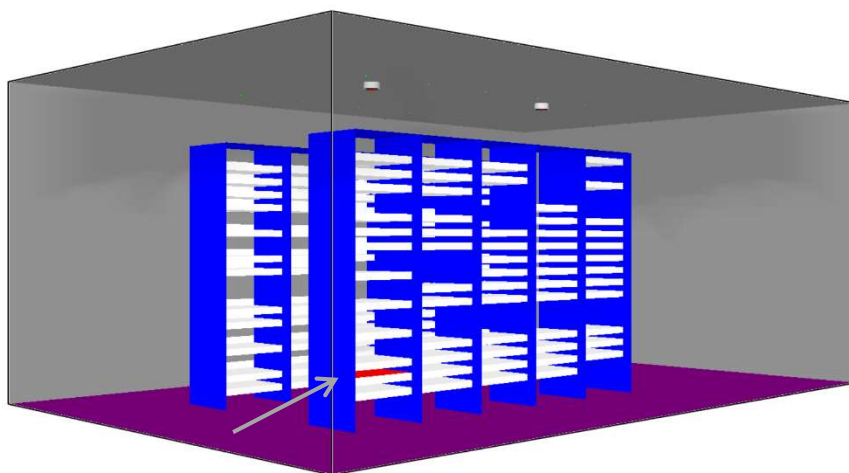
V rámci tohoto modelu jsou hlásiče umístěny takto (viz. obr. 51):

- V polovině šířky místnosti a ve třetinách délky jsou umístěny bodové ionizační kouřové hlásiče. Celkem jsou hlásiče 2.
- Nad každým rackem je 5 cm pod stropem umístěn otvor nasávacího hlásiče kouře. Celkem je nasávací systém vybaven 10 otvory.

Takové porovnání je zvoleno z ekonomického hlediska. Celková délka navrhovaného potrubí nasávacího hlásiče požáru nepatrně ovlivňuje pořizovací náklady na tento systém. V případě ionizačního hlásiče kouře je počet zdvojnásoben pro zajištění lepší bezpečnosti prostoru serverovny. Tento návrh si můžeme představit jako případný požadavek investora.



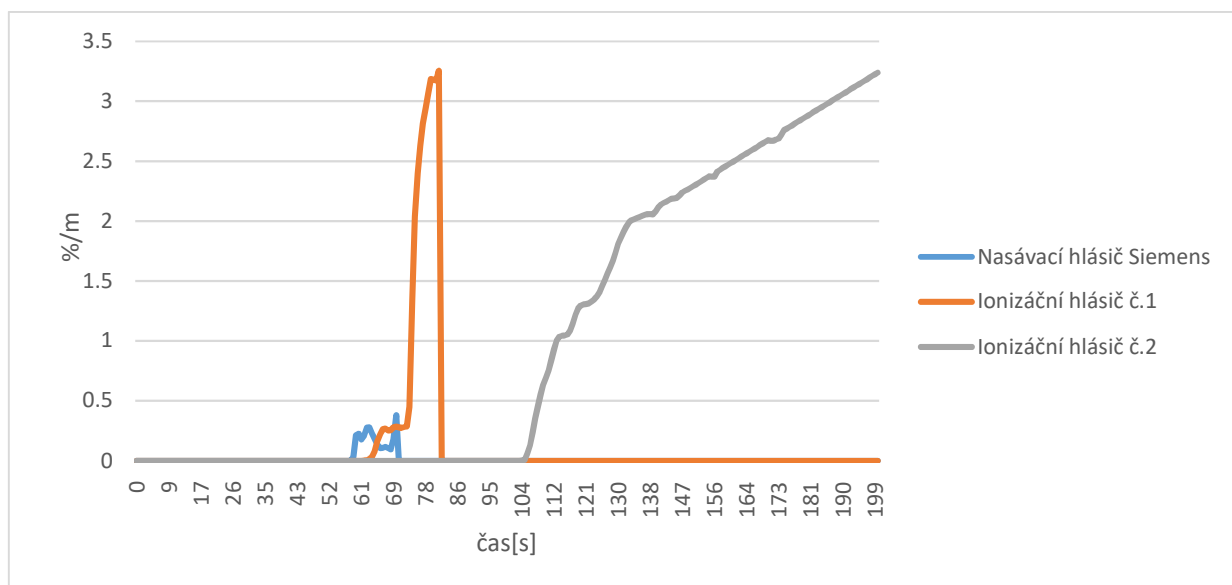
Obrázek 51 - Půdorys řešené místnosti – serverovny (model č.2)



Obrázek 52 - Ukázka modelovaného prostoru (FDS)

Nejdelší čas pro transport vzorku k vyhodnocovací jednotce nasávacího hlásiče požáru je v našem případě 9,3 sekundy. Hodnota byla stanovena pomocí programu Asyst (F-FXS2056) (viz. Příloha č. 4).

Výsledky modelování jsou vidět v grafu níže (Obr. 53). Nasávací hlásič požáru vyhláší poplach v čase 59 sekund, kdy hodnota kouře překročí 0,2 %/m. Ionizační hlásič č. 1 vyhláší poplach o 22 sekund později – v čase 81 sekund. Ionizační hlásič č. 2 zareaguje ve 199 sekundě.



Obrázek 53 - Graf reakce hlásičů

7 Závěr

V diplomové práci byl představen systém nasávacího hlásiče požáru s důrazem na jeho funkci. Dále zde byly rozebrány zkušební normy těchto systémů z pohledu českých technických norem (ČSN) a ruských státních norem (GOST) a uvedeny jednotlivá specifika a odlišnosti.

Dále zde byla prezentována požární zkouška serveru, která byla provedena pro získání podrobnějších údajů o průběhu počáteční fáze požáru (rozhořívání) serveru. Získané hodnoty byly validované a použité k modelování požárního scénáře (požár serveru) v programu FDS.

V diplomové práci byly představené 2 počítačové modely s odlišnou konfigurací detekce požáru. V případě, kdy porovnáváme základní zabezpečení prostoru, které prezentuje umístění pouze jednoho ionizačního hlásiče a jednoho otvoru nasávacího hlásiče v modelu č.1, a pokročilé zabezpečení nasávacím hlásičem o deseti nasávacích otvorech a 2 ionizačními hlásiči v modelu č. 2, je v modelu č. 2 vyhlášení poplachu více než o 20 sekund rychlejší, což je pravděpodobně z části ovlivněno i vzájemnou polohou ohniska požáru a otvorů nasávacího hlásiče kouře. Oba modelové příklady ale ukazují, že detekce nasávacím hlásičem je rychlejší než ionizačním hlásičem. U modelu č. 1 je detekce nasávacím hlásičem kouře o 20 s rychlejší než detekce ionizačním hlásičem. U modelu č. 2 je detekce nasávacím hlásičem kouře dokonce o 22 s rychlejší.

Ze získaných hodnot počítačového modelu je vidět dominující rychlost vyhlášení poplachu nasávacího hlásiče kouře vůči ionizačnímu hlásiči. V řešeném příkladu byl očekáván větší časový rozdíl v reakci mezi použitými hlásiči. Důvodem k získání prezentovaných výsledků mohly být nedostatečně citlivá data získaná z požární zkoušky, která byla provedena v požární zkušebně se zařízením, které je primárně určené pro jiné účely. Dalším důvodem pro pomalejší reakci ASD hlásiče mohlo být to, že v FDS modelu byla pro detekci požáru u obou typů hlásičů použita pouze limitní hodnota zakouření (% obs/m), ale pokročilé nasávací hlásiče jsou navíc doplněny o výpočetní algoritmus, který započítává i např. fluktuaci požáru (výkyv homogenity odebraného vzorku), což rychlost detekce ještě zvýší.

Pro dosažení ještě přesnějších výsledků by bylo dobré provést požární zkoušku a použít citlivějších zařízení, než byl luxmetr instalovaný v požární zkušebně. Nejpřínosnější by bylo použít nasávací hlásič kouře přímo během požární zkoušky serveru.

Příloha 1 – Zdrojový kód pro modelování laboratoře v FDS

```
&HEAD CHID='RCTSERVER',
TITLE='Room corner test - SERVER - FireLAB - UCEEB CVUT/'
```

```
Výpočetní čas
&TIME T_END=720.0/
```

```
Výpočetní oblast
&MESH ID='LAB', IJK=30,30,45, XB=3.8,6.8, -0.3,2.7, 0.0,4.5/
```

```
&PART ID= 'SMOKE', MASSLESS= .TRUE., MONODISPERSE= .TRUE., COLOR=
'BLACK'/
&REAC ID = 'REAKCE', FUEL = 'PROPANE', SOOT_YIELD=0.0/
```

```
&MATL ID= 'OCEL', SPECIFIC_HEAT= 0.46, CONDUCTIVITY= 50.0, DENSITY= 7850.0/
&MATL ID= 'POROBETON', SPECIFIC_HEAT= 1.0, CONDUCTIVITY= 0.12, DENSITY=
500.0/
&SURF ID= 'STENA', COLOR= 'GRAY',DEFAULT= .TRUE., BACKING= 'VOID',
MATL_ID(1,1)= 'POROBETON', MATL_MASS_FRACTION(1,1)= 1.0, THICKNESS= 0.3/
&SURF ID= 'OCEL', COLOR= 'GRAY', MATL_ID(1,1)= 'OCEL',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)= 1.0, BACKING = 'EXPOSED' THICKNESS(1)= 0.01/
```

```
Termočlánky
&DEVC ID='T_horak_1,4m', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=5.3,1.2,1.4,
ORIENTATION=0.0,0.0,1.0/T6
&DEVC ID='T_stred_1,1m', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=5.3,1.2,1.1,
ORIENTATION=0.0,0.0,1.0/T5
&DEVC ID='T_stred_0,8m', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=5.3,1.2,0.8,
ORIENTATION=0.0,0.0,1.0/T4
&DEVC ID='T_stred_0,5m', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=5.3,1.2,0.5,
ORIENTATION=0.0,0.0,1.0/T3
```

```
Hmotnostní podíl CO2
&DEVC ID='CO2_odvod', QUANTITY='MASS FRACTION', SPEC_ID='CARBON
DIOXIDE', XYZ=4.2,1.2,3.9, ORIENTATION=0.0,0.0,-1.0/
```

```
Hořák
&SURF ID= 'BURNER', COLOR= 'RED', HRRPUA= 1.0, RAMP_Q= 'BURNER_RAMP_Q',
PART_ID= 'SMOKE'/
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=60.0, F=0.3/
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=120.0, F=1.25/
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=180.0, F=0.33/
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=240.0, F=1.55/
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=300.0, F=4.85/
```



```
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=360.0, F=7.22/  
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=420.0, F=9.42/  
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=480.0, F=4.46/  
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=540.0, F=7.38/  
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=600.0, F=10.2/  
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=660.0, F=11.0/  
&RAMP ID='BURNER_RAMP_Q', T=720.0, F=10.58/
```

Kouř

```
&DEVC ID='OPT_odvod', QUANTITY='OPTICAL DENSITY', XYZ=4.2,1.2,3.9,  
ORIENTATION=0.0,0.0,-1.0/ optická hustota
```

Ventilátor

```
&SURF ID='Ventilator', COLOR='BLACK',RAMP_V='VEN_RAMP_V',  
VOLUME_FLOW=3.5/  
&RAMP ID='VEN_RAMP_V', T=0.0, F=0.30/  
&RAMP ID='VEN_RAMP_V', T=1389.0, F=0.30/  
&RAMP ID='VEN_RAMP_V', T=1390.0, F=0.50/  
&RAMP ID='VEN_RAMP_V', T=2218.0, F=0.50/  
&RAMP ID='VEN_RAMP_V', T=2219.0, F=0.0/
```

```
&SPEC ID='SOOT', MW=29.0, MASS_EXTINCTION_COEFFICIENT=8700.0/  
&SURF ID='SOOT',  
COLOR='BLACK',  
VOLUME_FLOW=-0.5,  
RAMP_V='SOOT_RAMP_V',  
MASS_FRACTION=0.001,  
SPEC_ID='SOOT'/
```

```
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=00.0, F=0.00000/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=30.0, F=0.00035/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=60.0, F=0.00119/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=90.0, F=0.00112/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=120.0, F=0.00084/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=150.0, F=0.00168/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=180.0, F=0.00077/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=210.0, F=0.00126/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=240.0, F=0.00126/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=270.0, F=0.00161/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=300.0, F=0.00112/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=330.0, F=0.00168/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=360.0, F=0.00224/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=390.0, F=0.00154/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=420.0, F=0.00161/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=450.0, F=0.00267/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=480.0, F=0.00367/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=510.0, F=0.00675/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=540.0, F=0.00462/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=570.0, F=0.00461/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=600.0, F=0.00452/  
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=630.0, F=0.00528/
```

```

&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=660.0, F=0.0043/
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=690.0, F=0.0043/
&RAMP ID='SOOT_RAMP_V', T=720.0, F=0.00451/

&VENT ID = 'Vent', SURF_ID = 'SOOT', XB = 5.5, 5.6,1.0, 1.4,0.20, 0.20/

&OBST XB=0.1,0.3, 2.1,2.3, 0.0,0.2, COLOR='BLACK', SURF_ID='STENA'/ horak
&OBST XB=4.8,5.8, 0.7,1.7, 4.3,4.3, PERMIT_HOLE=.FALSE., SURF_ID='OCEL',
TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/
Zvon_lryt
&OBST XB=3.8,4.8, 1.0,1.0, 3.8,4.2, PERMIT_HOLE=.FALSE., SURF_ID='OCEL',
TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/
odvod1
&OBST XB=3.8,4.8, 1.4,1.4, 3.8,4.2, PERMIT_HOLE=.FALSE., SURF_ID='OCEL',
TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/
odvod2
&OBST XB=3.8,4.8, 1.0,1.4, 3.8,3.8, PERMIT_HOLE=.FALSE., SURF_ID='OCEL',
TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/
odvod3
&OBST XB=3.8,4.8, 1.0,1.4, 4.2,4.2, PERMIT_HOLE=.FALSE., SURF_ID='OCEL',
TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/
odvod4
&OBST XB=3.8,3.9, 1.0,1.4, 3.8,4.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ odvod
&OBST XB=5.0,5.6, 1.0,1.4, 0.1,0.2, COLOR='BLACK', SURF_ID='STENA'/ horak
&OBST XB=4.8,5.3, 0.7,1.7, 3.8,3.8, PERMIT_HOLE=.FALSE., SURF_ID='OCEL',
TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/
zvon_bariera
&OBST XB=5.2,5.8, 0.7,1.7, 3.4,3.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ zvon_bariera2
&OBST XB=3.8,5.3, -0.3,-0.3, 1.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0V
&OBST XB=3.8,5.3, 2.7,2.7, 1.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0V
&OBST XB=3.8,3.8, -0.3,2.7, 1.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0V
&OBST XB=5.3,6.8, -0.3,-0.3, 1.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0V
&OBST XB=5.3,6.8, 2.7,2.7, 1.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0V
&OBST XB=6.8,6.8, -0.3,2.7, 1.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0V
&OBST XB=3.8,3.9, -0.2,2.6, 2.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0H
&OBST XB=3.8,5.3, -0.3,-0.2, 2.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0H
&OBST XB=3.8,5.3, 2.6,2.7, 2.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0H
&OBST XB=5.3,6.8, -0.3,-0.2, 2.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0H

```

&OBST XB=5.3,6.8, 2.6,2.7, 2.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0H
&OBST XB=6.7,6.8, -0.2,2.6, 2.4,2.4, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon0H
&OBST XB=3.9,5.3, -0.2,-0.2, 2.4,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1V
&OBST XB=3.9,5.3, 2.6,2.6, 2.4,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1V
&OBST XB=3.9,3.9, -0.2,2.6, 2.4,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1V
&OBST XB=5.3,6.7, -0.2,-0.2, 2.4,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1V
&OBST XB=5.3,6.7, 2.6,2.6, 2.4,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1V
&OBST XB=6.7,6.7, -0.2,2.6, 2.4,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1V
&OBST XB=3.9,4.0, -0.1,2.5, 2.5,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1H
&OBST XB=3.9,5.3, -0.2,-0.1, 2.5,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1H
&OBST XB=3.9,5.3, 2.5,2.6, 2.5,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1H
&OBST XB=5.3,6.7, -0.2,-0.1, 2.5,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1H
&OBST XB=5.3,6.7, 2.5,2.6, 2.5,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1H
&OBST XB=6.6,6.7, -0.1,2.5, 2.5,2.5, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon1H
&OBST XB=4.0,5.3, -0.1,-0.1, 2.5,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2V
&OBST XB=4.0,5.3, 2.5,2.5, 2.5,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2V
&OBST XB=4.0,4.0, -0.1,2.5, 2.5,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2V
&OBST XB=5.3,6.6, -0.1,-0.1, 2.5,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2V
&OBST XB=5.3,6.6, 2.5,2.5, 2.5,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2V
&OBST XB=6.6,6.6, -0.1,2.5, 2.5,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2V
&OBST XB=4.0,4.1, 0.0,2.4, 2.6,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2H
&OBST XB=4.0,5.3, -0.1,0.0, 2.6,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2H
&OBST XB=4.0,5.3, 2.4,2.5, 2.6,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2H
&OBST XB=5.3,6.6, -0.1,0.0, 2.6,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2H
&OBST XB=5.3,6.6, 2.4,2.5, 2.6,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2H

&OBST XB=6.5,6.6, 0.0,2.4, 2.6,2.6, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon2H
&OBST XB=4.1,5.3, 0.0,0.0, 2.6,2.7,SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3V
&OBST XB=4.1,5.3, 2.4,2.4, 2.6,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3V
&OBST XB=4.1,4.1, 0.0,2.4, 2.6,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3V
&OBST XB=5.3,6.5, 0.0,0.0, 2.6,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3V
&OBST XB=5.3,6.5, 2.4,2.4, 2.6,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3V
&OBST XB=6.5,6.5, 0.0,2.4, 2.6,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3V
&OBST XB=4.1,4.2, 0.1,2.3, 2.7,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3H
&OBST XB=4.1,5.3, 0.0,0.1, 2.7,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3H
&OBST XB=4.1,5.3, 2.3,2.4, 2.7,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3H
&OBST XB=5.3,6.5, 0.0,0.1, 2.7,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3H
&OBST XB=5.3,6.5, 2.3,2.4, 2.7,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3H
&OBST XB=6.4,6.5, 0.1,2.3, 2.7,2.7, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon3H
&OBST XB=4.2,5.3, 0.1,0.1, 2.7,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4V
&OBST XB=4.2,5.3, 2.3,2.3, 2.7,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4V
&OBST XB=4.2,4.2, 0.1,2.3, 2.7,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4V
&OBST XB=5.3,6.4, 0.1,0.1, 2.7,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4V
&OBST XB=5.3,6.4, 2.3,2.3, 2.7,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4V
&OBST XB=6.4,6.4, 0.1,2.3, 2.7,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4V
&OBST XB=4.2,4.3, 0.2,2.2, 2.8,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4H
&OBST XB=4.2,5.3, 0.1,0.2, 2.8,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4H
&OBST XB=4.2,5.3, 2.2,2.3, 2.8,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4H
&OBST XB=5.3,6.4, 0.1,0.2, 2.8,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4H
&OBST XB=5.3,6.4, 2.2,2.3, 2.8,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4H
&OBST XB=6.3,6.4, 0.2,2.2, 2.8,2.8, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon4H

&OBST XB=4.3,5.3, 0.2,0.2, 2.8,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5V
&OBST XB=4.3,5.3, 2.2,2.2, 2.8,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5V
&OBST XB=4.3,4.3, 0.2,2.2, 2.8,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5V
&OBST XB=5.3,6.3, 0.2,0.2, 2.8,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5V
&OBST XB=5.3,6.3, 2.2,2.2, 2.8,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5V
&OBST XB=6.3,6.3, 0.2,2.2, 2.8,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5V
&OBST XB=4.3,4.4, 0.3,2.1, 2.9,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5H
&OBST XB=4.3,5.3, 0.2,0.3, 2.9,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5H
&OBST XB=4.3,5.3, 2.1,2.2, 2.9,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5H
&OBST XB=5.3,6.3, 0.2,0.3, 2.9,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5H
&OBST XB=5.3,6.3, 2.1,2.2, 2.9,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5H
&OBST XB=6.2,6.3, 0.3,2.1, 2.9,2.9, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon5H
&OBST XB=4.4,5.3, 0.3,0.3, 2.9,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6V
&OBST XB=4.4,5.3, 2.1,2.1, 2.9,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6V
&OBST XB=4.4,4.4, 0.3,2.1, 2.9,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6V
&OBST XB=5.3,6.2, 0.3,0.3, 2.9,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6V
&OBST XB=5.3,6.2, 2.1,2.1, 2.9,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6V
&OBST XB=6.2,6.2, 0.3,2.1, 2.9,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6V
&OBST XB=4.4,4.5, 0.4,2.0, 3.0,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6H
&OBST XB=4.4,5.3, 0.3,0.4, 3.0,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6H
&OBST XB=4.4,5.3, 2.0,2.1, 3.0,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6H
&OBST XB=5.3,6.2, 0.3,0.4, 3.0,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6H
&OBST XB=5.3,6.2, 2.0,2.1, 3.0,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6H
&OBST XB=6.1,6.2, 0.4,2.0, 3.0,3.0, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon6H
&OBST XB=4.8,5.3, 0.7,0.7, 3.3,4.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon_komin

&OBST XB=4.8,5.3, 1.7,1.7, 3.3,4.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon_komin
&OBST XB=4.8,4.8, 0.7,1.7, 3.3,4.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon_komin
&OBST XB=5.3,5.8, 0.7,0.7, 3.3,4.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon_komin
&OBST XB=5.3,5.8, 1.7,1.7, 3.3,4.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon_komin
&OBST XB=5.8,5.8, 0.7,1.7, 3.3,4.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon_komin
&OBST XB=4.5,5.3, 0.4,0.4, 3.0,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7V
&OBST XB=4.5,5.3, 2.0,2.0, 3.0,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7V
&OBST XB=4.5,4.5, 0.4,2.0, 3.0,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7V
&OBST XB=5.3,6.1, 0.4,0.4, 3.0,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7V
&OBST XB=5.3,6.1, 2.0,2.0, 3.0,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7V
&OBST XB=6.1,6.1, 0.4,2.0, 3.0,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7V
&OBST XB=4.5,4.6, 0.5,1.9, 3.1,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7H
&OBST XB=4.5,5.3, 0.4,0.5, 3.1,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7H
&OBST XB=4.5,5.3, 1.9,2.0, 3.1,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7H
&OBST XB=5.3,6.1, 0.4,0.5, 3.1,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7H
&OBST XB=5.3,6.1, 1.9,2.0, 3.1,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7H
&OBST XB=6.0,6.1, 0.5,1.9, 3.1,3.1, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon7H
&OBST XB=4.6,5.3, 0.5,0.5, 3.1,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8V
&OBST XB=4.6,5.3, 1.9,1.9, 3.1,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8V
&OBST XB=4.6,4.6, 0.5,1.9, 3.1,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8V
&OBST XB=5.3,6.0, 0.5,0.5, 3.1,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8V
&OBST XB=5.3,6.0, 1.9,1.9, 3.1,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8V
&OBST XB=6.0,6.0, 0.5,1.9, 3.1,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8V
&OBST XB=4.6,4.7, 0.6,1.8, 3.2,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8H
&OBST XB=4.6,5.3, 0.5,0.6, 3.2,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8H

```

&OBST XB=4.6,5.3, 1.8,1.9, 3.2,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8H
&OBST XB=5.3,6.0, 0.5,0.6, 3.2,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8H
&OBST XB=5.3,6.0, 1.8,1.9, 3.2,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8H
&OBST XB=5.9,6.0, 0.6,1.8, 3.2,3.2, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon8H
&OBST XB=4.7,5.3, 0.6,0.6, 3.2,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9V
&OBST XB=4.7,5.3, 1.8,1.8, 3.2,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9V
&OBST XB=4.7,4.7, 0.6,1.8, 3.2,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9V
&OBST XB=5.3,5.9, 0.6,0.6, 3.2,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9V
&OBST XB=5.3,5.9, 1.8,1.8, 3.2,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9V
&OBST XB=5.9,5.9, 0.6,1.8, 3.2,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9
&OBST XB=4.7,4.8, 0.7,1.7, 3.3,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9H
&OBST XB=4.7,5.3, 0.6,0.7, 3.3,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9H
&OBST XB=4.7,5.3, 1.7,1.8, 3.3,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,,TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9H
&OBST XB=5.3,5.9, 0.6,0.7, 3.3,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,,TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9H
&OBST XB=5.3,5.9, 1.7,1.8, 3.3,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9H
&OBST XB=5.8,5.9, 0.7,1.7, 3.3,3.3, SURF_ID='OCEL', TRANSPARENCY=0.5,
RGB=150,150,150,, TRANSPARENCY=0.5, RGB=150,150,150,/ Zvon9H

```

...Otvory...

```

&HOLE XB=4.7,4.9, 1.0,1.4, 3.8,4.2/
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=3.8,6.8, -0.3,-0.3, 0.0,4.5/ Exterier_bok1
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=3.8,6.8, 2.7,2.7, 0.0,4.5/ exterier_bok2
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=3.8,3.8, -0.3,2.7, 2.4,4.5/ exterier_nad dvermi
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=6.8,6.8, -0.3,2.7, 0.0,4.5/ exterier_predek
&VENT SURF_ID='OPEN', XB=3.8,6.8, -0.3,2.7, 4.5,4.5/ exterier_horni cast
&VENT SURF_ID='Ventilator', XB=3.9,3.9, 1.0,1.4, 3.8,4.2, COLOR='BLACK'/ Ventilator
&VENT SURF_ID='BURNER', XB=5.0,5.5, 1.0,1.4, 0.2,0.2/ horak
&TAIL /

```

Příloha 2 – Zdrojový kód pro modelování serverovny v FDS

```
&HEAD      CHID = 'DISE', TITLE = 'SERVEROVNA' /

&TIME      T_END = 180 /

&MISC      SURF_DEFAULT = 'STENA' /

&REAC      FUEL = 'PROPANE', SOOT_YIELD=0.025/

&MESH      ID='sit_1', IJK=30,10,25, XB=1.0,4.0,0.0,1.0,0.0,2.5/ 15000bunek
&MESH      ID='sit_2', IJK=60,10,50, XB=1.0,4.0,1.0,1.5,0.0,2.5/ 30000bunek
&MESH      ID='sit_3', IJK=60,10,50, XB=1.0,4.0,1.5,2.5,0.0,2.5/ 30000bunek
&MESH      ID='sit_4', IJK=60,10,50, XB=1.0,4.0,2.5,3.0,0.0,2.5/ 30000bunek
&MESH      ID='sit_5', IJK=30,10,25, XB=1.0,4.0,3.0,4.0,0.0,2.5/ 15000bunek
&MESH      ID='sit_6', IJK=20,40,25, XB=4.0,6.0,0.0,4.0,0.0,2.5/ 20000bunek
&MESH      ID='sit_1', IJK=10,40,25, XB=0.0,1.0,0.0,4.0,0.0,2.5/ 10000bunek

&MATL      ID='POROBETON'
            DENSITY = 500.
            CONDUCTIVITY = 0.137
            SPECIFIC_HEAT = 1.0 /

&MATL      ID='POLYVINYLCHLORID'
            DENSITY = 1400.
            CONDUCTIVITY = 0.16
            SPECIFIC_HEAT = 1.05 /

&MATL      ID='OCEL'
            DENSITY=7850.0
            CONDUCTIVITY=35.
            SPECIFIC_HEAT=1.0 /

&MATL      ID='BETON'
            DENSITY=2400.0
            CONDUCTIVITY=1.4
            SPECIFIC_HEAT=1.00 /

&SURF      ID='STENA',
            COLOR='GRAY',
            MATL_ID='POROBETON',
            THICKNESS=0.3 /

&SURF      ID='STROP',
            COLOR='GRAY',
            MATL_ID='BETON',
            THICKNESS=0.2 /
```



```
&SURF      ID='RACK',
          COLOR='BLUE',
          MATL_ID='OCEL',
          THICKNESS=0.005 /

&SURF      ID='SERVER',
          COLOR='WHITE',
          MATL_ID(1,1)='OCEL', MATL_ID(2,1)='POLYVINYLCHLORID',
MATL_ID(3,1)='OCEL'
          THICKNESS(1:3)=0.005,0.04,0.005/

&SURF      ID='PODLAHA',
          COLOR='PURPLE',
          MATL_ID='BETON',
          THICKNESS=0.2 /

&SURF      ID='HORAK',
          COLOR='RED',
          HRRPUA=5.0,
          RAMP_Q='HORAK_RAMP_Q', /

&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=30.0, F=1.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=60.0, F=1.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=180.0, F=1.0/

&VENT SURF_ID='STROP', XB=0.0,6.0,0.0,4.0,2.5,2.5/ strop
&VENT SURF_ID='PODLAHA', XB=0.0,6.0,0.0,4.0,0.0,0.0/ podlaha

&VENT SURF_ID='HORAK', XB=1.05,1.55,1.05,1.45,0.34,0.34/ hořák

&OBST XB=1.0,1.0,1.0,1.5,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 1
&OBST XB=1.6,1.6,1.0,1.5,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 2
&OBST XB=2.2,2.2,1.0,1.5,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 3
&OBST XB=2.8,2.8,1.0,1.5,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 4
&OBST XB=3.4,3.4,1.0,1.5,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 5
&OBST XB=4.0,4.0,1.0,1.5,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 6
&OBST XB=1.0,1.0,2.5,3.0,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 7
&OBST XB=1.6,1.6,2.5,3.0,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 8
&OBST XB=2.2,2.2,2.5,3.0,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 9
&OBST XB=2.8,2.8,2.5,3.0,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 10
&OBST XB=3.4,3.4,2.5,3.0,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 11
&OBST XB=4.0,4.0,2.5,3.0,0.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack stena 12
&OBST XB=1.0,4.0,1.0,1.5,2.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack strop 1
&OBST XB=1.0,4.0,2.5,3.0,2.0,2.0, SURF_ID='RACK'/ Rack strop 2

&OBST XB=1.05,1.55,1.05,1.45,0.3,0.35, SURF_ID='SERVER'/ SERVER1-1
&OBST XB=1.05,1.55,1.05,1.45,0.2,0.25, SURF_ID='SERVER'/ SERVER2-1
&OBST XB...
```

```
&DEVC XYZ=1.3,1.25,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot1',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.000115, DELAY=9.3 /rack1
&DEVC XYZ=1.9,1.25,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot2',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.000075, DELAY=7.4 /rack2
&DEVC XYZ=2.5,1.25,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot3',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.000085, DELAY=6.2 /rack3
&DEVC XYZ=3.1,1.25,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot4',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.000092, DELAY=5.4 /rack4
&DEVC XYZ=3.7,1.25,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot5',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.00012, DELAY=4.8 /rack5
&DEVC XYZ=1.3,2.75,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot6',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.000115, DELAY=9.3 /rack6
&DEVC XYZ=1.9,2.75,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot7',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.000075, DELAY=7.4 /rack7
&DEVC XYZ=2.5,2.75,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot8',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.000085, DELAY=6.2 /rack8
&DEVC XYZ=3.1,2.75,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot9',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.000092, DELAY=5.4 /rack9
&DEVC XYZ=3.7,2.75,2.4, QUANTITY='DENSITY', SPEC_ID='SOOT', ID='soot10',
DEVC_ID='asp1',
FLOWRATE=0.00012, DELAY=4.8 /rack10
&DEVC XYZ=5.95,1.5,2.0, QUANTITY='ASPIRATION', ID='asp1',
BYPASS_FLOWRATE=0.000973,
SETPOINT=2.0 /

&DEVC ID='SD_28', PROP_ID='Acme Smoke Detector', XYZ=2.0,2.0,2.45 /
&PROP ID='Acme Smoke Detector', QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',
ALPHA_E=2.5, BETA_E=-0.7, ALPHA_C=0.8, BETA_C=-0.9,
ACTIVATION_OBSCURATION=3.24 /

&DEVC ID='SD_29', PROP_ID='Acme Smoke Detector', XYZ=4.0,2.0,2.45 /
&PROP ID='Acme Smoke Detector', QUANTITY='CHAMBER OBSCURATION',
ALPHA_E=2.5, BETA_E=-0.7, ALPHA_C=0.8, BETA_C=-0.9,
ACTIVATION_OBSCURATION=3.24 /

&END /
```

Příloha 3 – Výstup ze softwaru Asyst (F-FXS2056) – Model č. 1

New configuration	SIEMENS
Device report	
04 Jan 2020 00:52:31	

This report confirms that the following project planning fulfills all requirements of the defined fire standard.

1. Configuration information:

File name:	New configuration
Configuration name:	New configuration
Customer name:	
Street:	
City:	
State:	
Post code:	
Country:	
Zone:	
Floor:	
Drawing reference:	
Installer name:	
Designer name:	
Last modification date:	04 Jan 2020 00:44:02
Installation notes:	

1.1. Device information:

Device type:	FDA221
Fire standard:	EN54 class B
Number of pipes:	1
Altitude:	400.00 m
Temperature:	20.0 ° C
Crosswind:	0 m/s
Relative pressure:	0 Pa
Custom maximal transport time:	0.0 s
Custom maximal sensitivity:	0.00 %/m

1.1.1. Calculation results:

Aspirator speed:	LOW
Parameter set:	6
Detection mode:	Automatic discrimination
System airflow:	15.4 l/min
System pressure:	32 Pa

1.1.2. Pipe segment result:

1.1.2.1. Overview:

New configuration



Device report
04 Jan 2020 00:52:31



1.1.2.2.1. Pipe segment 1

Element	Customer text	Distance from predecessor (m)	Distance from device (m)	Diameter (mm)	Transport time (s)	Airflow (l/min)	Sensitivity (%/m)	Pressure (Pa)
Bend		1.50	1.50					
Hole		3.00	4.50	8.0	11.3	15.4	0.20	28
End-cap		0.50	5.00					

1.1.3. Sector results:

Sector ID	Hole share (%)	Hole balance (%)	Max. transport time (s)	Airflow (l/min)
1/1/1	100	100	11.3	15.4

Příloha 4 – Výstup ze softwaru Asyst (F-FXS2056) – Model č.2

New configuration



Device report

28 Apr 2019 23:30:31

This report confirms that the following project planning fulfills all requirements of the defined fire standard.

1. Configuration information:

File name:	FDA241.apc
Configuration name:	New configuration
Customer name:	DISE
Street:	
City:	Praha
State:	Praha
Post code:	10000
Country:	ČR
Zone:	
Floor:	1
Drawing reference:	
Installer name:	
Designer name:	
Last modification date:	28 Apr 2019 23:29:57
Installation notes:	

1.1. Device information:

Device type:	FDA221
Fire standard:	EN54 class B
Number of pipes:	2
Altitude:	400.00 m
Temperature:	20.0 °C
Crosswind:	0 m/s
Relative pressure:	0 Pa
Custom maximal transport time:	0.0 s
Custom maximal sensitivity:	0.00 %/m

1.1.1. Calculation results:

Aspirator speed:	LOW
Parameter set:	6
Detection mode:	Automatic discrimination
System airflow:	46.7 l/min
System pressure:	11 Pa

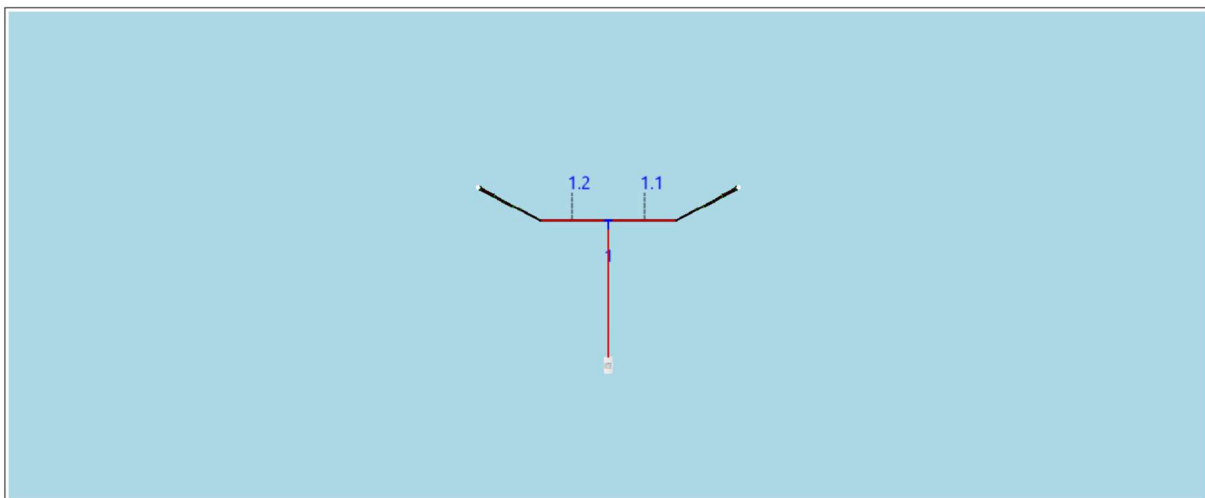
1.1.2. Pipe segment result:

1.1.2.1. Overview:

New configuration



Device report
28 Apr 2019 23:30:31



1.1.2.2.1. Pipe segment 1

Element	Customer text	Distance from predecessor (m)	Distance from device (m)	Diameter	Transport time	Airflow	Sensitivity	Pressure
T-Branch		1.50	1.50					

1.1.2.2.2. Pipe segment 1.1

Element	Customer text	Distance from predecessor (m)	Distance from device (m)	Diameter (mm)	Transport time (s)	Airflow (l/min)	Sensitivity (%/m)	Pressure (Pa)
Bend		0.75	2.25					
Hole		2.30	4.55	6.5	4.8	5.7	1.63	5
Hole		0.60	5.15	6.5	5.4	4.4	2.11	4
Hole		0.60	5.75	7.0	6.2	4.1	2.27	3
Hole		0.60	6.35	7.0	7.4	3.6	2.62	3
Hole		0.60	6.95	8.5	9.3	5.5	1.70	3
End-cap		0.05	7.00					

1.1.2.2.3. Pipe segment 1.2

Element	Customer text	Distance from predecessor (m)	Distance from device (m)	Diameter (mm)	Transport time (s)	Airflow (l/min)	Sensitivity (%/m)	Pressure (Pa)
Bend		0.75	2.25					
Hole		2.30	4.55	6.5	4.8	5.7	1.63	5
Hole		0.60	5.15	6.5	5.4	4.4	2.11	4
Hole		0.60	5.75	7.0	6.2	4.1	2.27	3
Hole		0.60	6.35	7.0	7.4	3.6	2.62	3
Hole		0.60	6.95	8.5	9.3	5.5	1.70	3
End-cap		0.05	7.00					

1.1.3. Sector results:

Sector ID	Hole share (%)	Hole balance (%)	Max. transport time (s)	Airflow (l/min)
1/2/1/1/1.1	76	80	9.3	23.4

New configuration



Device report
28 Apr 2019 23:30:31

Sector ID	Hole share (%)	Hole balance (%)	Max. transport time (s)	Airflow (l/min)
1/2/1/1/1.2	76	80	9.3	23.4

Seznam obrázků

Obrázek 1 - rychlost reakce hlásičů kouře a PBZ [5]	10
Obrázek 2 - - Funkční blokové schéma [10, Příloha A]	12
Obrázek 3 - Schéma vyhodnocovací jednotky[12]	13
Obrázek 4 – Porovnání několika typu částic dle velikosti	13
Obrázek 5 - Prachové částice mají velikost ~1-100 mikrometrů [13]	14
Obrázek 6 – Částice kouře mají velikost ~0,1-1 mikrometrů [5]	14
Obrázek 7 – křivka částic kouře a prachu [přeloženo z 12].....	15
Obrázek 8 - Velikost částic kouře v závislosti na čase hoření [přeloženo z 12].....	15
Obrázek 9 – Relativní citlivost dvou zdrojů světla: IR (infračervené) a B (modré) [12]	16
Obrázek 10 – Schéma detekční komory [5].....	16
Obrázek 11 - Schéma prvku nasávacího kouřového hlásiče [14]	17
Obrázek 12 - Uspořádání nasávacího potrubí hlásiče kouře ve skladech s vysokými regály (dvojitý regál se střední uličkou) [5, Příloha K]	20
Obrázek 13 - Požár ve výpočetním centru Samsung v Gwacheonu (Jižní Korea) [18].....	32
Obrázek 14 - Požár ve výpočetním centru banky [19].....	33
Obrázek 15 - požár serverovny v administrativní budově ve městě Opava [21].....	33
Obrázek 16 - – Požár datového centra České Pošty v Praze [22]	34
Obrázek 17 - Pravděpodobnost krachu firmy v návaznosti na výpadek IT infrastruktury, období výpadku a porovnání roku 1998 a 2006 [17].....	34
Obrázek 18 - Zdroj požáru ve výpočetních centrech [17].....	35
Obrázek 19 - pravděpodobnost výskytu požáru a výše ekonomických ztrát v závislosti na časovém úseku dne [17].....	35
Obrázek 20 - zkušební místnost RCT (UCEEB)[23].....	37
Obrázek 21 - Digestoř a odvodní potrubí: (1) vodící lopatky; (2) Pitotova trubice; (3) vodící lopatky; (4) čistič odpadních plynů; (5) lampa, světelná clona; (6) analyzátor plynu; (7) spalínové potrubí; (8) otvory 3000×3000 mm; (9) rám z ocelového profilu 50×100×3,2 mm; (10) ocelové plechy 1000×3000 mm; (11) ocelové desky 2×500×900 mm; (12) digestoř z ocelových desek tl. 2 mm; (13) průřez spalínovým potrubím ze 4 ocelových desek [převzato a přeloženo z 17].....	38
Obrázek 22 - křivka požáru: TV set [24]	39
Obrázek 23 - výkres umístění termočlánku a hořáku.....	40
Obrázek 24 - Server HP Proliant DL360 G7 579237-B21	42
Obrázek 25 - 0:00 Zapálení hořáku.....	44
Obrázek 26 - 10:00 Zvýšení výkonu hořáku na 3 Kw	44

Obrázek 27 - 20:00 Zvýšení výkonu hořáku na 5 Kw	44
Obrázek 28 - 24:59 Explodoval další kondenzátor	44
Obrázek 29 - 25:00 Zvýšení výkonu hořáku na 10 Kw	45
Obrázek 30 – 30:00 Zvýšení výkonu hořáku na 15 Kw.....	45
Obrázek 31 - 31:40 Objevil se plamen.....	45
Obrázek 32 – 36:09 Kvůli hustému dýmu je výkon odsávání zvýšen na 50% - 1,75 m ³ /s.....	45
Obrázek 33 – 40:00 Plynový hořák byl vypnut – 0 Kw.....	46
Obrázek 34 – 45:00	46
Obrázek 35 – 47:55 Plamen zhasl, ukončení zkoušky.....	46
Obrázek 36 - Průběh teplot na termočláncích T1-T7.....	47
Obrázek 37 - Průběh objemové koncentrace O ₂	47
Obrázek 38 – Průběh opacity kouře (zařízení luxmetr)	48
Obrázek 39 – Průběh změny hmotnosti vzorku	48
Obrázek 40 - Průběh objemové koncentrace CO	48
Obrázek 41 - Průběh objemové koncentrace CO ₂	49
Obrázek 42 - Rychlost uvolňování tepla (HRR) - mířící zařízení přestalo fungovat v čase od 1600 s do 2000 s.....	49
Obrázek 43 - Model odtahové digestoře	52
Obrázek 44 – Pohled na validovaný model.....	53
Obrázek 45 - Průběh rychlosti uvolňování tepla.....	53
Obrázek 46 - Průběh optické hustoty kouře.....	54
Obrázek 47 - Průběh oxidu uhličitého	54
Obrázek 48 - Půdorys řešené místnosti – serverovny (model č.1).....	56
Obrázek 49 - Ukázka modelovaného prostoru (FDS).....	56
Obrázek 50 - Graf reakce hlásičů.....	56
Obrázek 51 - Půdorys řešené místnosti – serverovny (model č.2).....	57
Obrázek 52 - Ukázka modelovaného prostoru (FDS).....	58
Obrázek 53 - Graf reakce hlásičů.....	58

Seznam tabulek

Tabulka 1 - Požadavky požárních testů pro více-třídové hlásiče [10].....	27
Tabulka 2 - Shrnutí porovnání ČSN a GOST	30
Tabulka 3 - Hodnoty výkonu požáru TV setu v závislosti na čase [24]	39
Tabulka 4 - Přístroje požární laboratoře UCEEB	41
Tabulka 5 - Časový průběh požární zkoušky.....	43

Literatura

- [1] ČSN 73 0802 *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. B.m.: Praha: ÚNMZ, 2008.
- [2] *Vyhláška č. 23/2008 Sb.- Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb*
- [3] ČSN 73 0875 - *Požární bezpečnost staveb - Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení* B.m.: Praha: ÚNMZ, 2011
- [4] ČSN 34 2710 - *Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba*. B.m.: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, 2011
- [5] BT ACADEMY INTERNATIONAL. ASD Siemens. In: . Building Technologies / Control Products and Systems. B.m. březen 2013.
- [6] Journal of Applied Fire Science, Volume 2. *Baywood Publishing Company*. nedatováno, 1993.
- [7] The HISTORY of VESDA and MONITAIR. *Cole Innovation & Design*. nedatováno, 2008.
- [8] WEADOCK, Megan. Security Products. *Security Products*. 2009.
- [9] ČSN EN 54-1. *Elektrická požární signalizace - Část 1: Úvod*. B.m.: Praha: ÚNMZ. 2011
- [10] ČSN EN 54-20. *Elektrická požární signalizace - Část 20: Nasávací hlásiče, O1 (2009)*. 2007. vyd. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, nedatováno.
- [11] ČSN EN 54-7 *Elektrická požární signalizace – Část 7: Hlásiče kouře – Hlásiče bodové využívající rozptýleného světla, vysílaného světla nebo ionizace*. B.m.: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT. 2001
- [12] SIEMENS SCHWEIZ AG. Aspirating Smoke Detection. *White paper, ASD technology*. 2015.
- [13] Atlas of Dust Particles. In: [online]. 14. červenec 2017. Dostupné z: <http://dustparticleatlas.gli.cas.cz/gallery.php>
- [14] *Dnp Systems Solutions Security Airport Energy Smart IoT*,. B.m.: Copyright Dnp Systems. 2010
- [15] Oficiální webová stránka GOST -. In: *Rosstandart* [online]. Dostupné z: <https://www.gost.ru/portal/gost//home/about/subjectactivity>
- [16] *GOST R 53325-2012 Fire techniques. Means of fire automatics. The general technical requirements. Test methods*. B.m.: Federal Agency on Technical Regulating and Metrology. 2012
- [17] KAINZ, Christoph. Nebezpečí vzniku a škody kvůli požáru ve výpočetních centrech. In: *Mezinárodní konference „DATA CENTER DESIGN & ENGINEERING“*. 2016.
- [18] RICH MILLER. Data Center Fire Leads to Outage for Samsung Devices | Data Center Knowledge. In: *datacenterknowledge.com* [online]. 20. duben 2014. Dostupné

- z: <https://www.datacenterknowledge.com/archives/2014/04/20/data-center-fire-leads-outage-samsung-devices>
- [19] GANZ ÖSTERREICH. Säureaustritt löste Explosion aus | tirol.ORF.at. In: *tirol.ORF.at* [online]. 8. září 2014. Dostupné z: <https://tirol.orf.at/v2/news/stories/2667040/>
- [20] KPT. ING. PETR HOLUB. V Opavě hořela místnost serverovny ve třetím nadzemním podlaží administrativ-ní budovy | POŽÁRY.CZ - ohnisko žhavých zprav | hasiči aktuálně. In: *pozary.cz* [online]. 30. listopad 2014. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/100056-v-opave-horela-mistnost-serverovny-ve-tretim-nadzemnim-podlazi-administrativni-budovy/>
- [21] PETER SOÓS & HZS MSK. V Opavě hořela místnost serverovny ve třetím nadzemním podlaží administrativ-ní budovy | POŽÁRY.CZ - ohnisko žhavých zprav | hasiči aktuálně. In: *pozary.cz* [online]. 30. listopad 2014. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/100056-v-opave-horela-mistnost-serverovny-ve-tretim-nadzemnim-podlazi-administrativni-budovy/>
- [22] ČTK, IDNES.CZ. Kvůli požáru serverovny nefungují web a online služby České pošty - iDNES.cz. In: [online]. 12. květen 2018. Dostupné z: https://www.idnes.cz/zpravy/domaci/pozar-serverovny-ceske-poste-nefunguje-online-sluzby-a-web.A180512_163535_domaci_lre
- [23] *ISO 9705 -1 Reaction to fire tests — Room corner test for wall and ceiling lining products — Part 1: Test method for a small room configuration*. B.m.: ISO/TC 92/SC 1. 15. únor 2016
- [24] SÄRDQVIST, Stefan. Television sets Y1/20-21. In: *Initial fires - RHR, Smoke Production and CO Generation from Single Items and Room Fire Tests*. B.m.: Swedish Fire Research Board (BRANDFORSK), 1993.
- [25] WALD, František, Marek POKORNÝ, Kamila HOROVÁ, Petr HEJTMÁNEK, Hana NAJMANOVÁ, Martin BENÝŠEK, Marta KUREJKOVÁ, Ivo SCHWARZ, ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE a STAVEBNÍ FAKULTA. *Modelování dynamiky požáru v budovách*. 2017. ISBN 978-80-01-05633-2.
- [26] MCGRATTAN, Kevin, Simo HOSTIKKA, Randall MCDERMOTT, Jason FLOYD, Craig WEINSCHENK a Kristopher OVERHOLT. *Fire Dynamics Simulator User's Guide*. NIST Special Publication., 288.
- [27] ČSN EN 60695-6-1, *Zkoušení požárního nebezpečí - Část 6-1: Ztemnění kouřem - Všeobecný návod*. 2006. vyd. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT
- [28] SP 5.13130.2009 - *Systems of fire protection. Automatic fire-extinguishing and alarm systems. Designing and regulations rules*. vyd. FGBU VNIPO EMERCOM of Russia, 2009
- [29] ČSN EN 60068-2-75 ED.2 - *Zkoušení vlivů prostředí - Část 2-75: Zkoušky - Zkouška Eh: Zkoušky kladivem*. 2015. vyd. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT
- [30] ČSN EN 60068-2-6 ED.2 - *Zkoušení vlivů prostředí - Část 2-6: Zkoušky - Zkouška Fc: Vibrace (sinusové)*. 2008. vyd. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT
- [31] ČSN EN 50130-4 ED.2 - *Poplachové systémy - Část 4: Elektromagnetická kompatibilita - Norma skupiny výrobků: Požadavky na odolnost komponentů požárních systémů*,

-
- poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů a systémů CCTV, kontroly vstupu a přivolání pomoci.* 2012. vyd. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT
- [32] ČSN EN 60068-2-42 - Zkoušení vlivů prostředí - Část 2-42: Zkoušky - Zkouška Kc: Zkouška oxidem siřičitým pro kontakty a spoje. 2004. vyd. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT
- [33] ČSN EN 60068-2-27 ED.2 - Zkoušení vlivů prostředí - Část 2-27: Zkoušky - Zkouška Ea a návod: Rázy. 2010. vyd. Praha: ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT