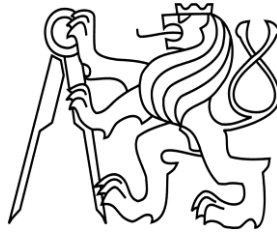


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra Technického zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrální bezpečnost staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

ZADÁNÍ

SVAZEK I

Bc. Tereza Havrdová

vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

2017

Obsah

Zadání	.....	3
Abstrakt	.....	4
Abstract	.....	4
Prohlášení	.....	5
Poděkování	.....	6

Abstrakt

Zadáním této diplomové práce je projekt stabilního hasicího zařízení, aplikovaný na administrativní budovu ve stupni projektové dokumentace na úrovni stavebního povolení. Byla zde zpracována teoretická část popisující jak sprinklerové systémy po všeobecné stránce, tak i se zaměřením na administrativní budovy. Následně byl na daný model aplikován návrh sprinklerových systému na úrovni předběžného výpočtu, řízeného podle normy ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerové systémy – Navrhování, instalace a údržba.

Dále v této práci byla provedena počítačová simulace v programu FDS, při nichž byly zkoumány tři parametry. Při první simulaci byla měřena výška kouřové vrstvy a v následujících dvou bylo provedeno porovnání stropní a stranové sprinklerové hlavice.

Klíčová slova

Stabilní hasicí zařízení, administrativní budovy, sprinklerový systém, požár, sprinkler, sprinklerová hlavice

Abstract

By submitting this diploma thesis is a project of a stationary fire-extinguishing system applied to an administrative building at the level of the project documentation at the level of the building permit. There was a theoretical part describing both sprinkler systems in general and with a focus on administrative buildings. Subsequently, the design of the sprinkler system at the pre-calculation level, controlled according to ČSN EN 12845, has been applied to the model. Stable Fire Extinguishing Systems - Sprinkler Systems - Design, Installation and Maintenance.

Further, in this work a computer simulation was performed in the FDS program, where three parameters were examined. At the first simulation, the height of the smoke layer was measured, and in the next two a comparison of the ceiling and side sprinkler heads was made.

Keywords

Fixed firefighting system, office building, automatic sprinkler, fire, sprinkler, Sprinkler head

Prohlášení

Prohlašuji, že na této bakalářské práci jsem pracovala samostatně pod odborným vedením Ing. Ilony Koubkové, Ph.D. a informace jsem čerpala z uvedené 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 7. 1. 2018

Bc. Tereza Havrdová

Poděkování

Chtěla bych poděkovat své vedoucí bakalářské práce paní Ing. Iloně Koubkové, Ph.D., za odborné vedení, pomoc a rady při zpracování této bakalářské práce. V neposlední řadě patří velké poděkování mé rodině, za podporu, trpělivost a povzbuzování po dobu mého studia.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Havrdová	Jméno: Tereza	Osobní číslo: 409817
Zadávací katedra: K-125 Technické zařízení budov		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Stabilní hasicí zařízení s využitím sprinklerových systémů v administrativních budovách

Název diplomové práce anglicky: Fixed firefighting system using automatic sprinkler systems in office buildings

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zpracování projektojevtové dokumentace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zadané výkresy 1:50- 1:100, situace 1:400-1:500, výpočty DN sprinklerových systémů, technická zpráva
- 2) Rešerše: Stabilní hasicí zařízení s využitím sprinklerových systémů v administrativních budovách

Seznam doporučené literatury: POŽÁRNĚ BEZPEČNOSTNÍ ZAŘÍZENÍ VE STAUBACH, VACLAV KRATOCHVIL, SARKA NAVAROVA, MICHAL KRATOCHVIL
CSN EN 12845

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1. 2018
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

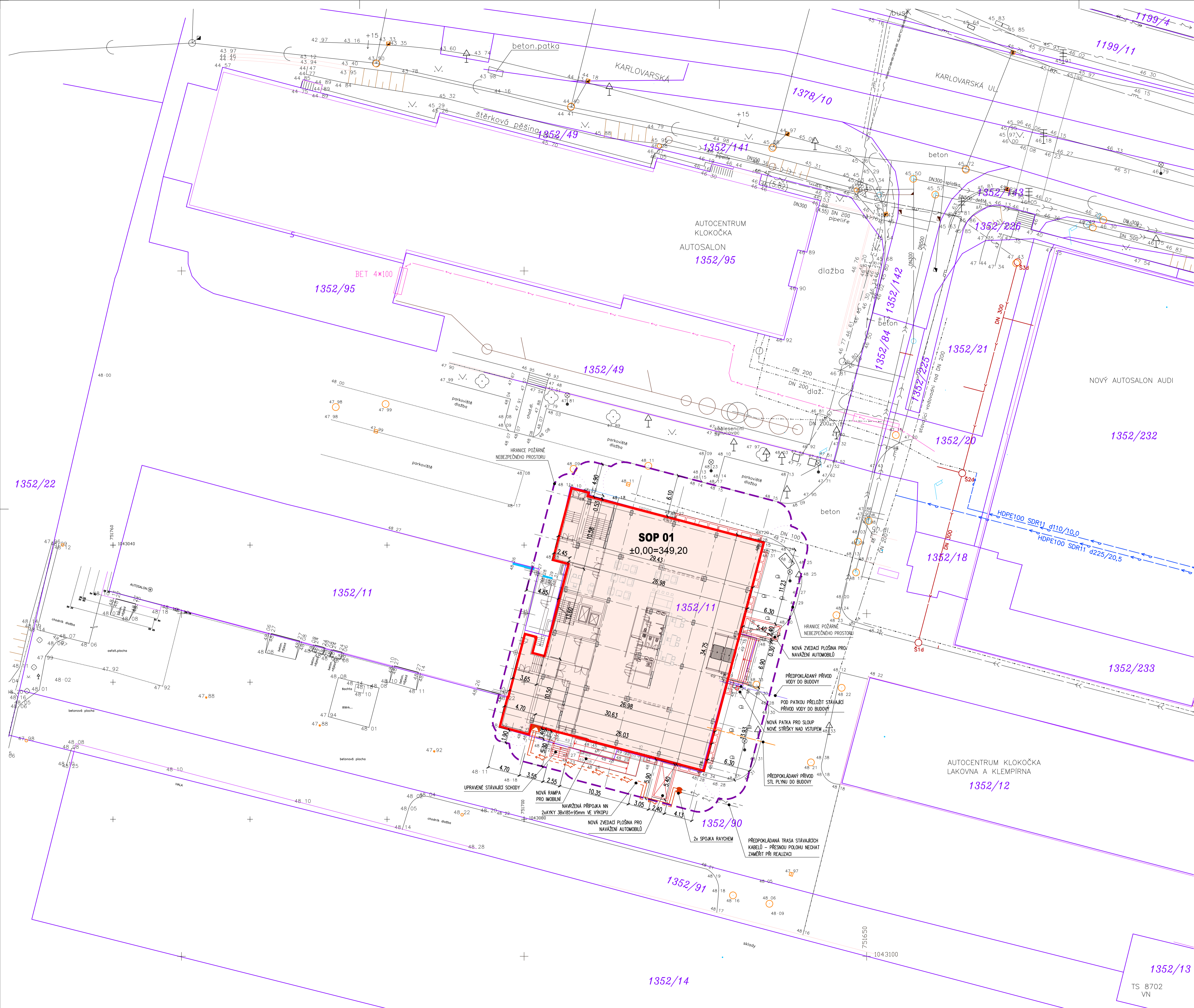
III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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“.

4. 10. 2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



- LEGENDA OBJEKTŮ**
SOP 01 ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA
- LEGENDA SÍTÍ**
STÁVAJÍCÍ SÍTĚ
 — SILNOPROUDÉ ROZVODY VN
 — SILNOPROUDÉ ROZVODY NN
 — VODOVOD
 — PLYNOVOD STL
 — PŘÍPOJKA STL PLYNU
 — KANALIZACE
 — SĎĚLOVACÍ VEDENÍ
- NAVRŽENÉ SÍTĚ**
 - - - - - NAVRŽENÁ ÚPRAVA PŘÍPOJKY NN BUDOVY
- LEGENDA ZNAČENÍ**
 [Red outline] rekonstruovaný objekt
 [Purple dashed line] hranice požární nebezpečného prostoru
 [Blue dashed line] vlastnické hranice KN
 [Red triangle] NOVÁ POJISTKOVÁ PŘÍPOJKOVÁ SKŘÍŇ
 [Red circle] KABELOVÁ SPOJKA RAYCHEM DO 4x120

STAVEBNÍK
 AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.
 Karlovarská 660, Praha 6 - Poupět

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA
 - OPRAVA A REKONSTRUKCE

OKUMENTACE PRO STAVEBNÍ ŘÍZENÍ

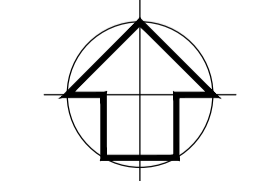
C SITUACE STAVBY

CELKOVÁ A KOORDINAČNÍ SITUACE 1:250

ZHOTOVITEL:
 DANĚK DESIGN, s.r.o.
 ARCHITECTONICKÁ KANCELÁŘ
 HRNČIŘSKÁ 4, 602 00 BRNO

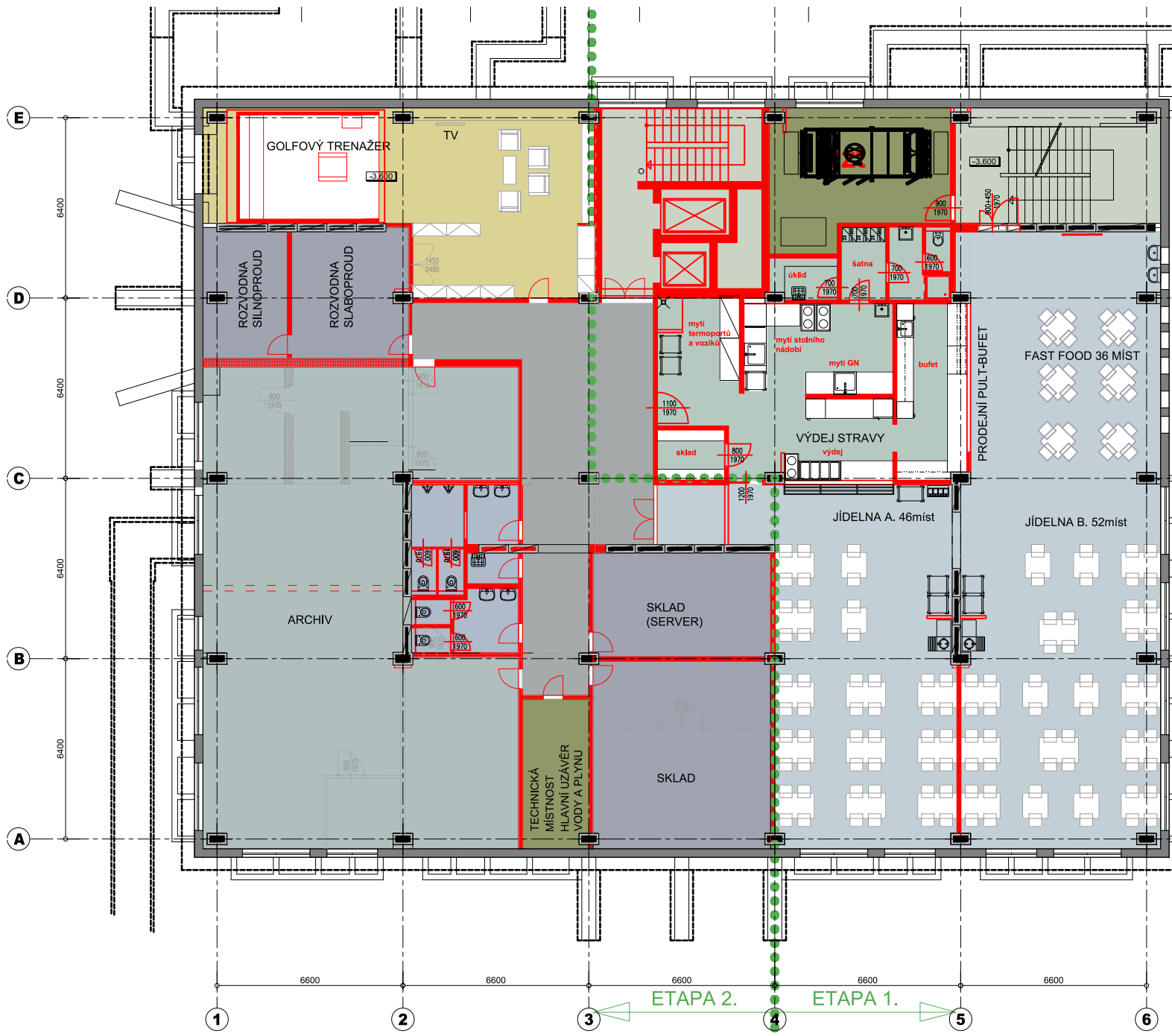
AP-atelier, s.r.o.
 ARCHITECTURA, PROJEKCE
 KABAŤHOVA 2, 602 00 BRNO

07.2012 090 12.0C2 0



±0,00=349,20 (BpV)

TS 8702
 VN



INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE - ANALÝZA

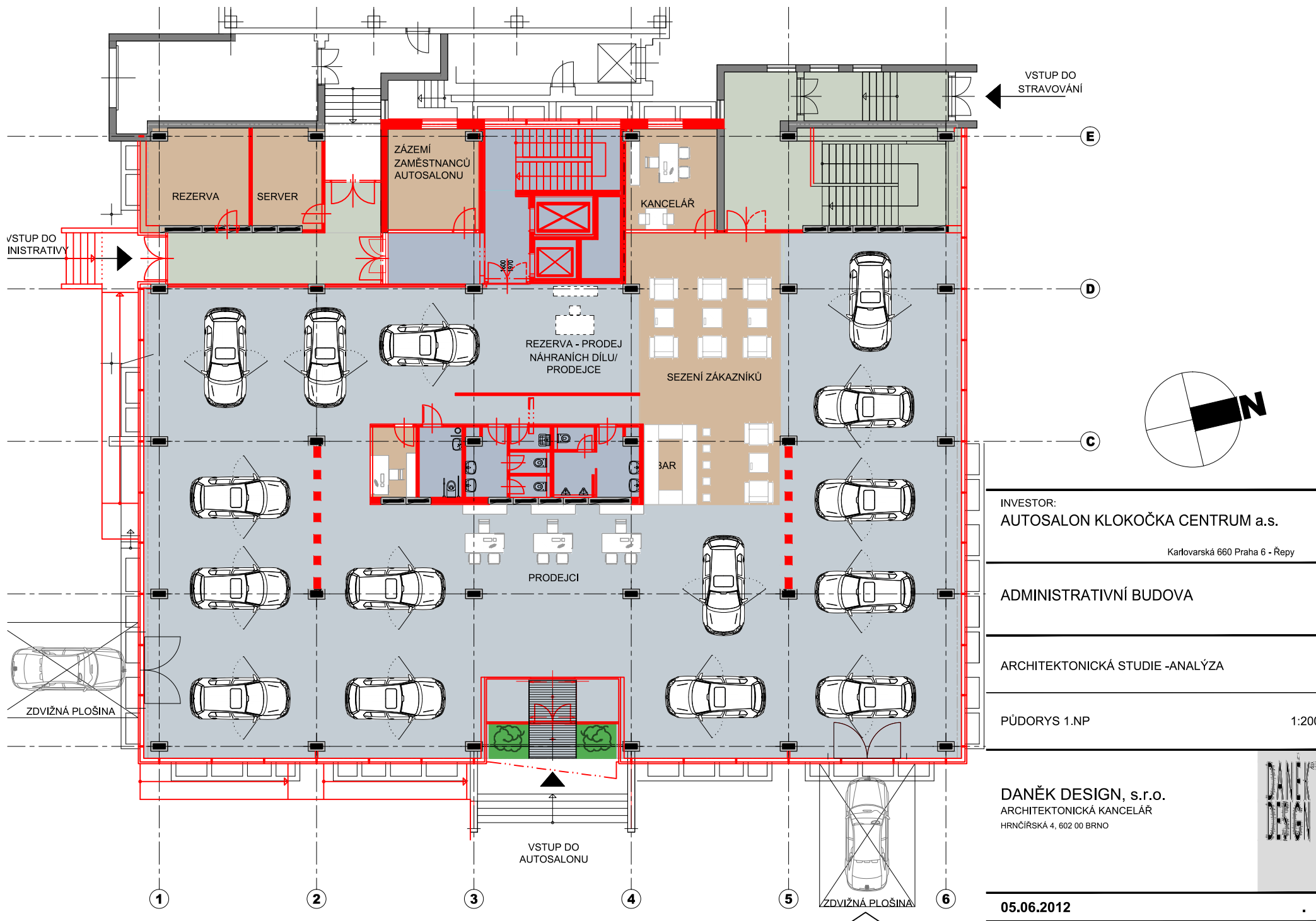
PŮDORYS 1.PP

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06.2012



INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

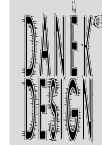
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE -ANALÝZA

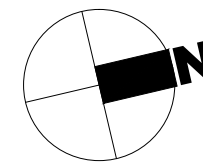
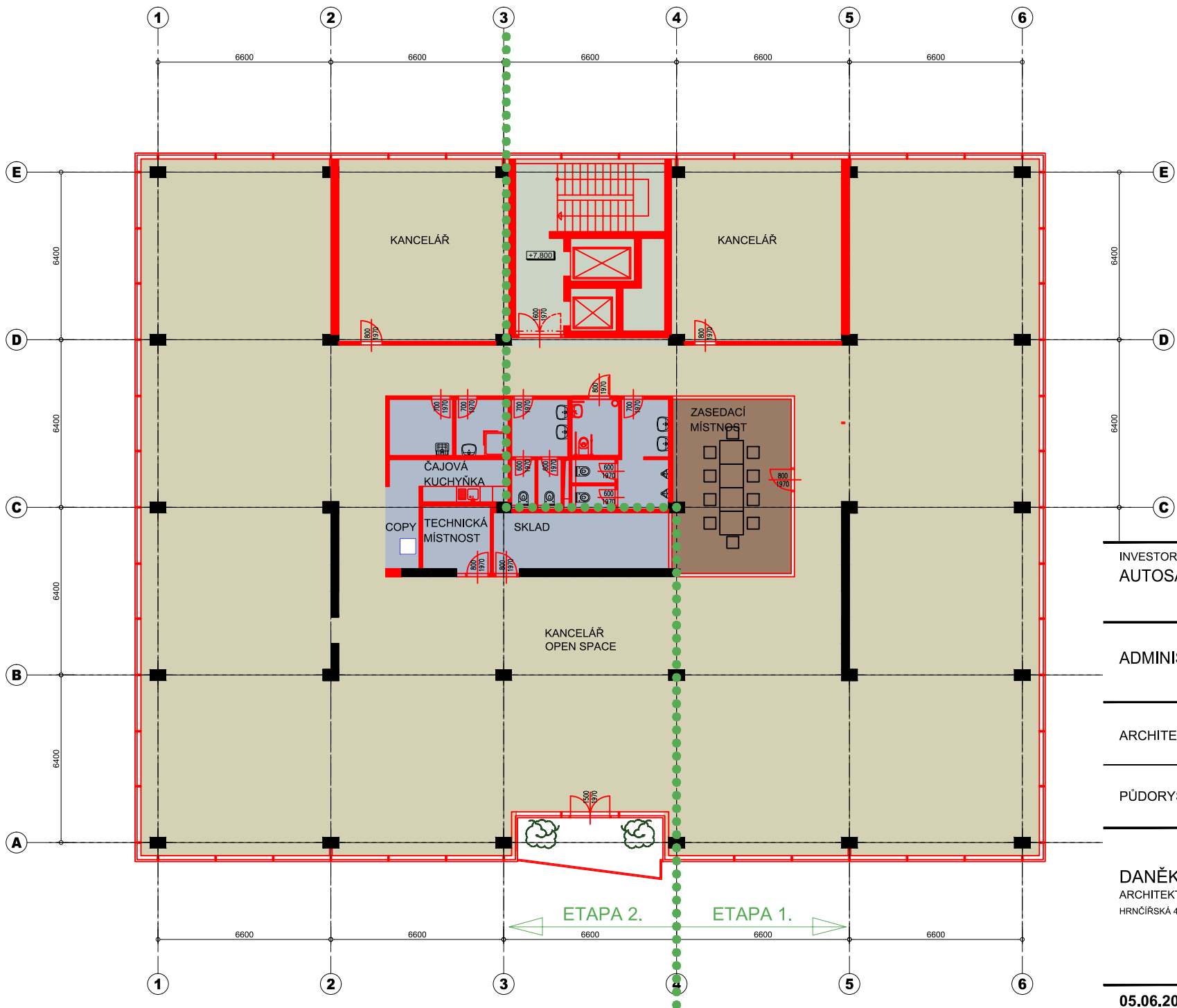
PŮDORYS 1.NP

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍRSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06.2012



INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE -ANALÝZA

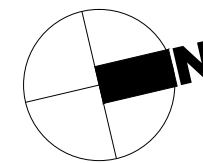
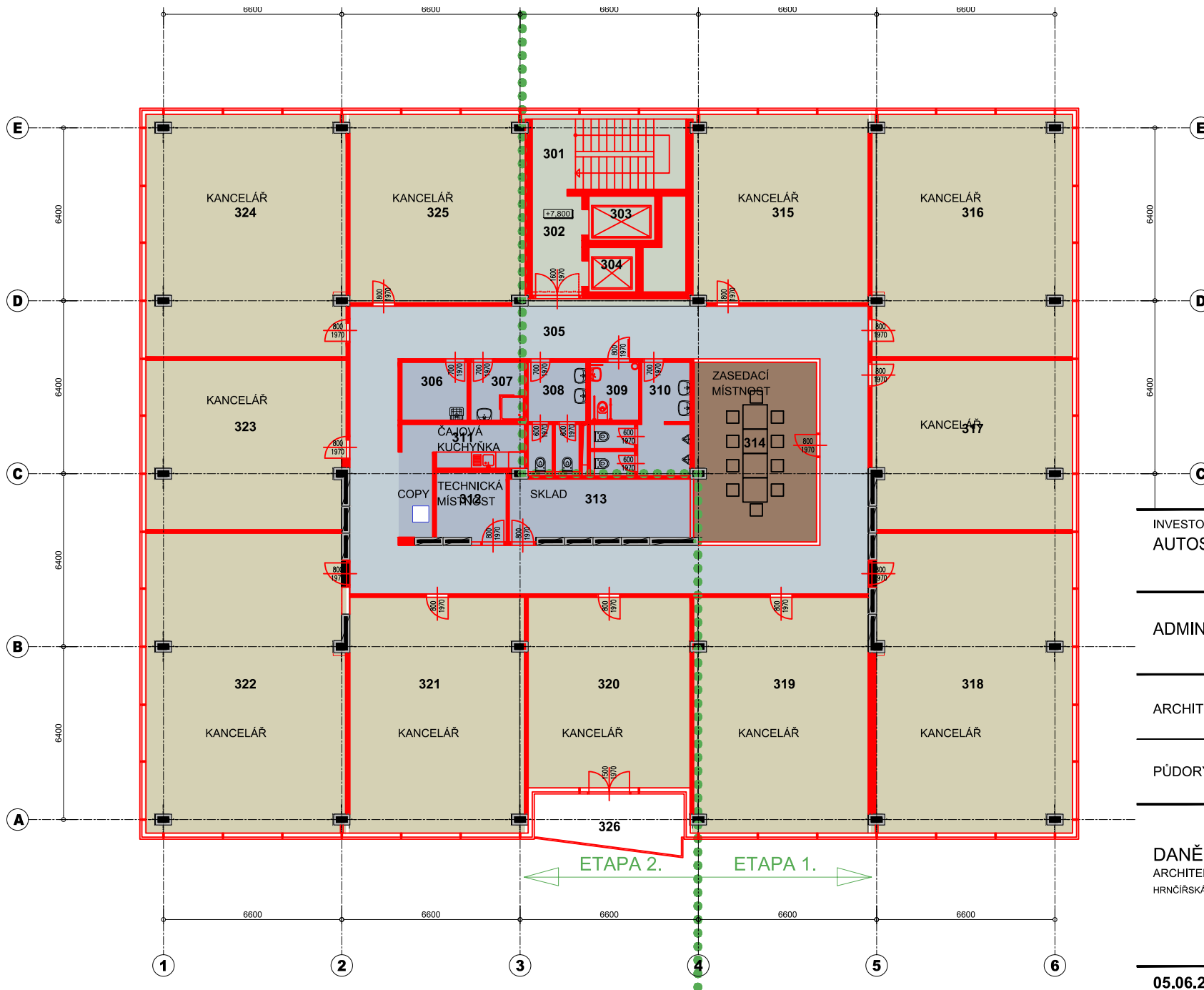
PŮDORYS 2.NP

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06.2012



INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE -ANALÝZA

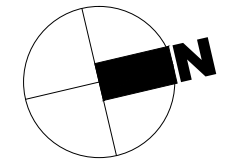
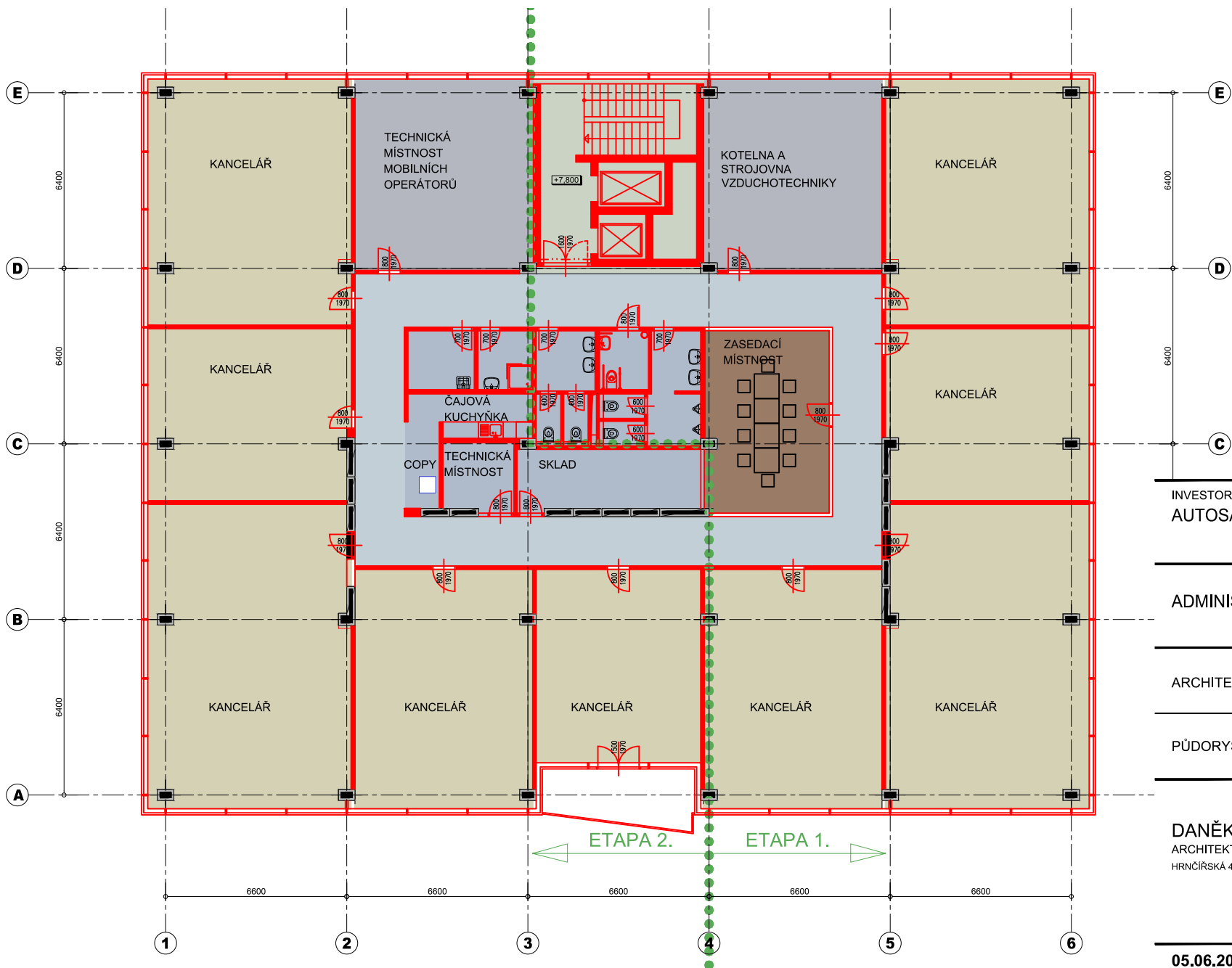
PŮDORYS 3,4.NP

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06.2012



INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.
 Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

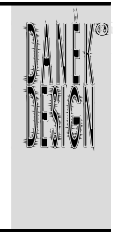
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

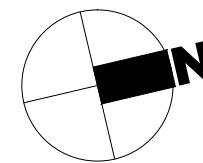
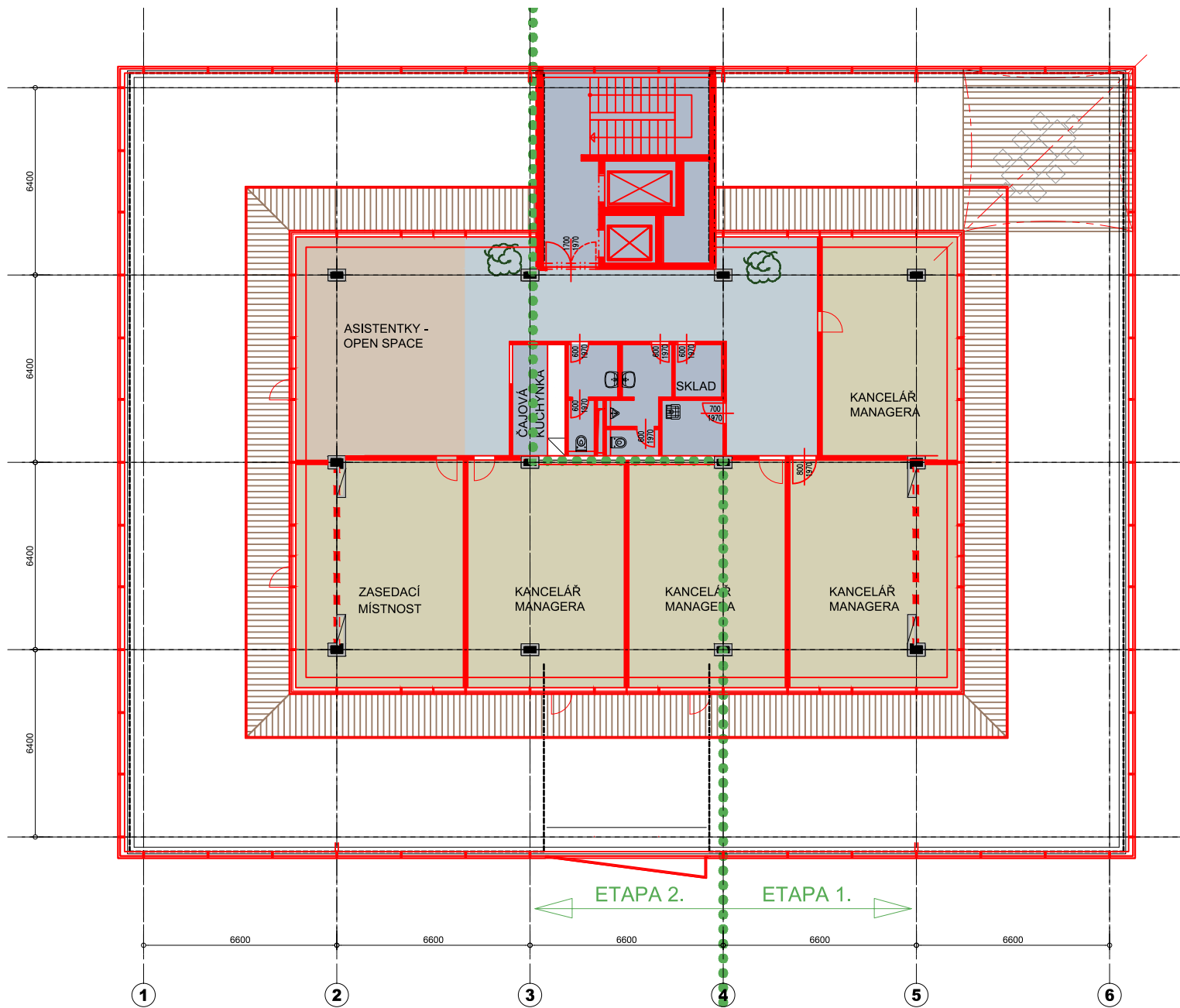
ARCHITEKTONICKÁ STUDIE -ANALÝZA

PŮDORYS 5.NP 1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
 ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
 HRNČÍRSKÁ 4, 602 00 BRNO

05.06.2012





INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE -ANALÝZA

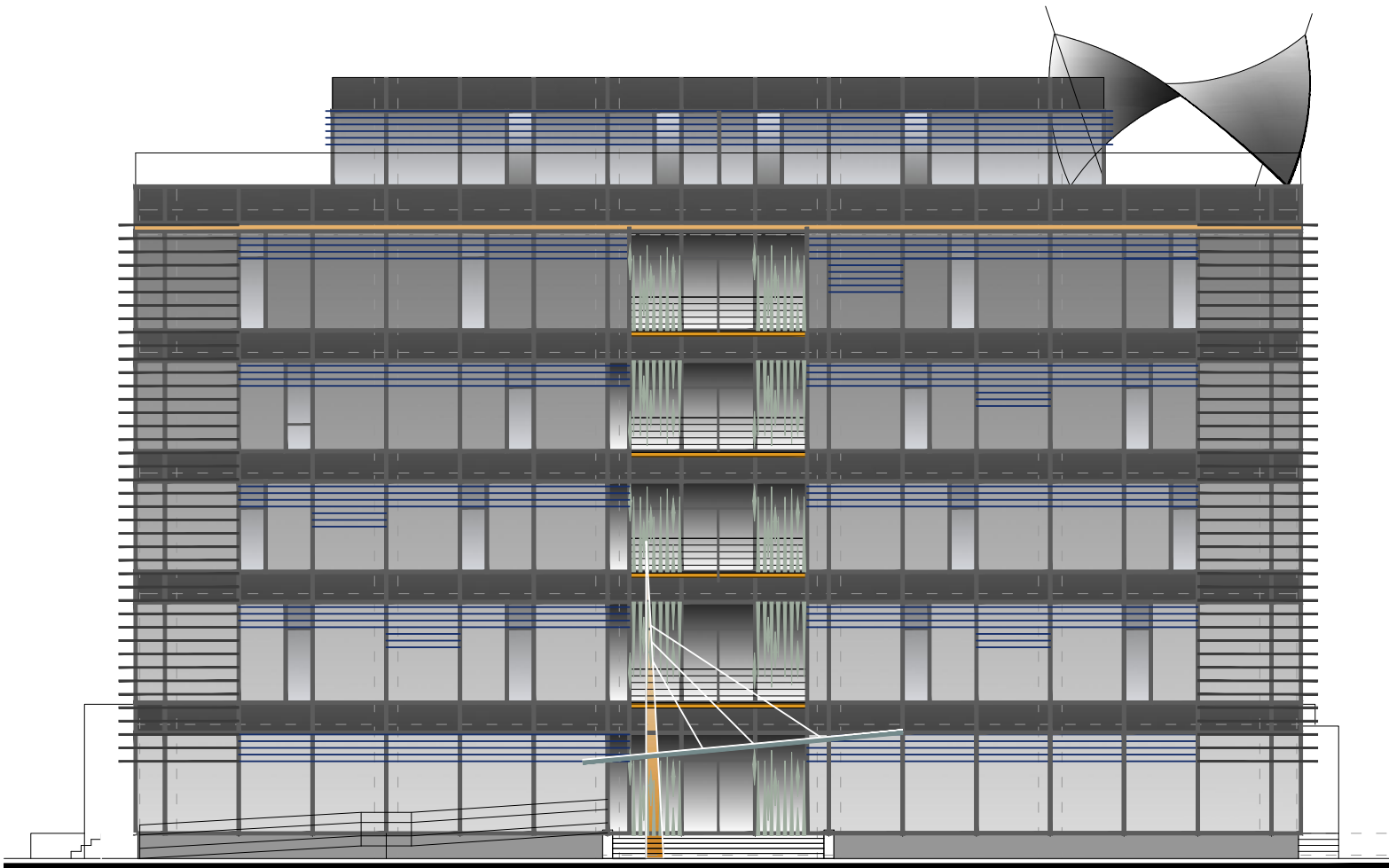
PŮDORYS 6.NP

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06.2012



POHLED VÝCHODNÍ

INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE -ANALÝZA

POHLED VÝCHODNÍ

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06.2012



POHLED SEVERNÍ

INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE -ANALÝZA

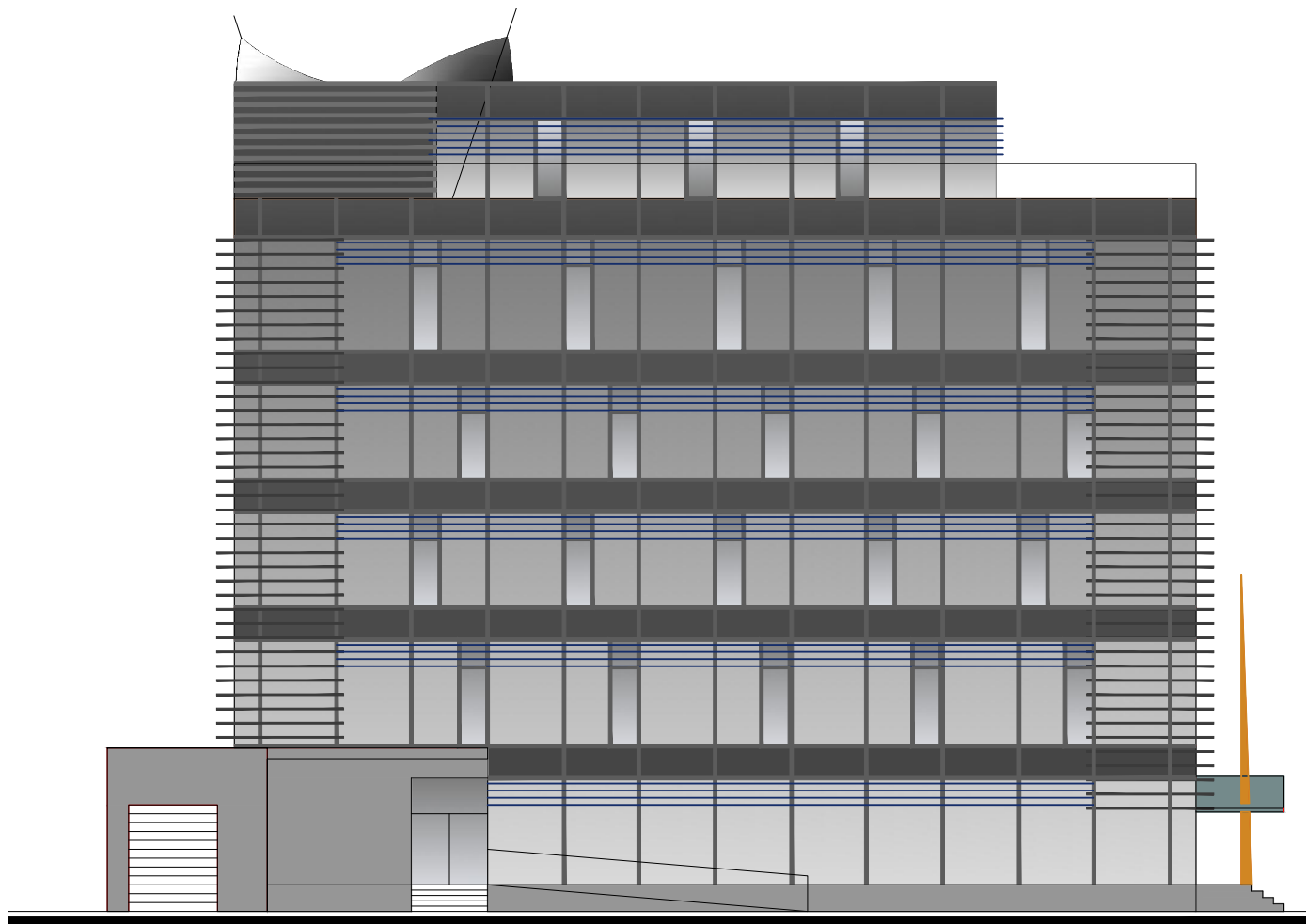
POHLED SEVERNÍ

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06.2012



POHLED JIŽNÍ

INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE - ANALÝZA

POHLED JIŽNÍ

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06.2012



POHLED ZÁPADNÍ

INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE - ANALÝZA

POHLED ZÁPADNÍ

1:200

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO

05.06.2012



VIZUALIZACE



STÁVAJÍCÍ STAV

INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

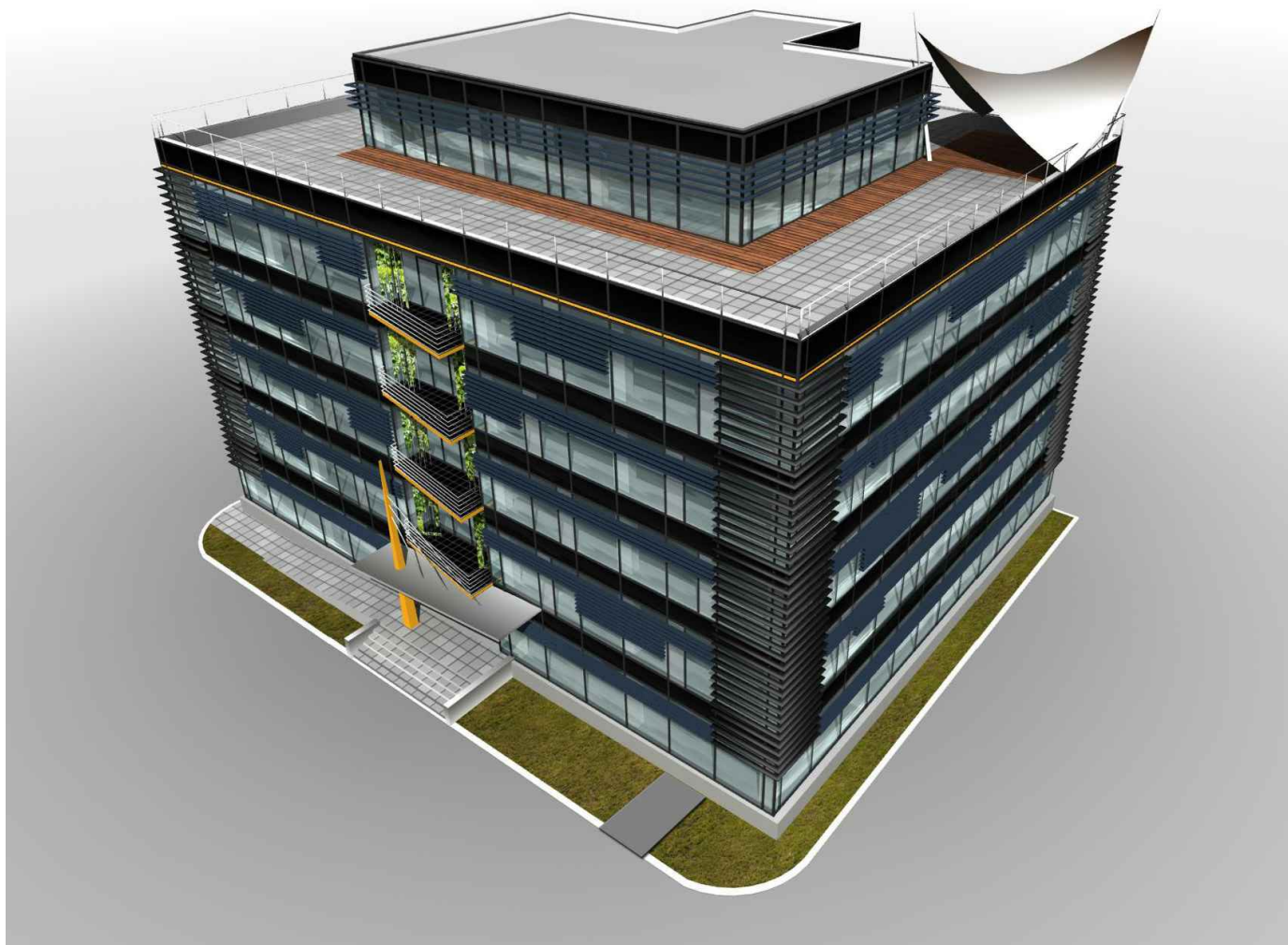
ARCHITEKTONICKÁ STUDIE - ANALÝZA

VIZUALIZACE - ZÁKRES DO FOTOGRAFIE

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO



05.06..2012



INVESTOR:
AUTOSALON KLOKOČKA CENTRUM a.s.

Karlovarská 660 Praha 6 - Řepy

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA

ARCHITEKTONICKÁ STUDIE - ANALÝZA

VIZUALIZACE - NADHLED

DANĚK DESIGN, s.r.o.
ARCHITEKTONICKÁ KANCELÁŘ
HRNČÍŘSKÁ 4, 602 00 BRNO

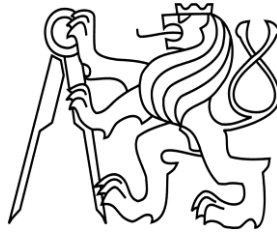
DANĚK
DESIGN

05.06.2012

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra Technického zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**REŠERŠE: STABILNÍ HASICÍ ZAŘÍZENÍ S VYUŽITÍM
SPRINKLEROVÝCH SYSTÉMŮ V ADMINISTRATIVNÍCH
BUDOVÁCH**

**FIXED FIREFIGHTING SYSTEM USING AUTOMATIC SPRINKLER
SYSTEMS IN OFFICE BUILDINGS**

SVAZEK II

Bc. Tereza Havrdová

vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

2017

Obsah

Abstrakt II

Abstract II

Seznam použitých symbolů a zkratekIII

1 Úvod 1

2 Stabilní hasicí zařízení 2

2.1 Hasicí schopnost a provozuschopnost SHZ 4

2.1.1 Hasicí schopnost..... 4

2.1.2 Provozuschopnost..... 4

3 Vodní stabilní hasicí zařízení 6

3.1 Hadicové systémy 6

3.2 Sprejová zařízení 6

3.3 Mlhová zařízení 7

3.4 Parní systémy 7

3.5 Zařízení s lafetovými proudnicemi 7

4 Sprinklerové systém 8

4.1 Historie sprinklerových systémů 9

4.2 Sprinklerové soustavy 10

4.3 Druhy sprinklerových systémů 11

4.4 Sprinklerová zařízení podle úrovně ochrany 13

4.5 Hlavní komponenty nezbytné pro sprinklerová zařízení 13

4.5.1 Vodní zdroje 13

4.5.2 Zásobování vodou 14

4.5.3 Čerpadla 14

4.5.4 Ventilové stanice řídicí ventily 16

4.5.5 Potrubní rozvody 16

4.5.6 Sprinklerové hlavice 18

4.5.7 Poplachové zařízení 22

4.6 Návrhové parametry pro sprinklerová zařízení 23

4.7 Hydraulický výpočet 26

4.8 Rozmístění a umístění sprinklerů 28

4.9 Stabilní hasicí zařízení v administrativních budovách 29

4.9.1 Návrh sprinklerových systémů v administrativních budovách 29

4.9.2 Porovnání sprinklerového systému při použití v garážích a kancelářích 29

4.9.3 Možné typy sprinklerů pro kancelářské prostory 30

5 Závěr 32

Literatura 34

Abstrakt

V tomto svazku diplomové práce je uvedeno seznámení, se stabilními protipožárními systémy v administrativních budovách. Jsou zde popsány základní informace o pevných hasičských systémech, kdy a proč jsou používány, jejich označování a rozdělení. Dále je zde uvedeno porovnání mezi administrativní částí budovy a garáží, které jsou většinou nedílnou součástí těchto budov

Klíčová slova

Stabilní hasicí zařízení, administrativní budovy, sprinklerový systém, požár, sprinkler, sprinklerová hlavice

Abstract

In this volume of the diploma thesis is familiar with stable fire protection systems in administrative buildings. Basic information on solid fire fighting systems, when and why they are used, their labeling and their distribution are described. Furthermore, there is a comparison between the administrative part of the building and the garages, which are mostly an integral part of these buildings

Keywords

Fixed firefighting system, office building, automatic sprinkler, fire, sprinkler, Sprinkler head

Seznam použitých symbolů a zkratek

Latinské symboly

Q	Průtok	l/min
K	Faktor výstřiku	
P	Tlak	bar

Řecké symboly

τ	doba činnosti	min
--------	---------------	-----

Zkratky

MV	Ministerstvo vnitra
SHZ	Stabilní hasicí zařízení
EPS	Elektrická požární signalizace
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
SSHZ	Samočinné stabilní hasicí zařízení
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení stavby
LH	Lehké požární nebezpečí
OH	Střední požární nebezpečí
HHS	Vysoké požární nebezpečí
HHR	Vysoké požární nebezpečí
PO	Požární odolnost

1 Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na návrh sprinklerových systémů v administrativních budovách. V současnosti při projektování stále větších budov dochází k nárůstu větších požadavků na požární bezpečnost. Právě do těchto požadavků spadá i vhodný návrh SHZ, který je důležitý pro zajištění protipožární bezpečnosti, ochrany osob a majetku. Tyto zařízení patří do skupiny aktivních protipožárních prostředků, u kterých dochází nejen k signalizaci požáru, ale i k likvidaci v jeho počátečních fázích bez potřeby lidského faktoru.

Už z názvu této práce vyplývá, že se jedná o pevně zabudované rozvody upevněné ke stavebním konstrukcím, na kterých jsou instalovány sprinklerové hlavice, které umožňují správný rozstřík hasebního média. Dále je nedílnou součástí ventilová stanice a vodní zdroj.

Navrhování sprinklerových systémů vychází z normy ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba. Správný návrh musí obsahovat, jak projektovou dokumentaci, tak i hydraulický výpočet, který nám stanoví velikost nádrže na vodu, dimenze potrubních rozvodů a velikost čerpadel potřebných pro zajištění správné dodávky vody a celkové provozuschopnosti sprinklerového zařízení. Jelikož se jedná o zařízení, které je používáno pro zajištění požární bezpečnosti, ať už z hlediska ochrany majetku či osob, musí být tyto zařízení podrobovány pravidelných kontrolám provozuschopnosti.

2 Stabilní hasicí zařízení

Stabilní hasicí zařízení zkráceně označováno zkratkou „SHZ“ (dále jen SHZ) patří do skupiny aktivních prostředků požární ochrany (1). Tato zařízení se řadí dle vyhlášky MV 246/2001 do vyhrazených druhů požární bezpečnosti. Slouží k detekci a hašení vznikajícího požáru v jeho počátečních fázích rozvoje požáru, případně alespoň dochází ke snížení rozvoje požáru, omezení vývoje kouře a tepla a udržení požáru pod kontrolou. Jedná se o zařízení, která jsou pevně zabudována v konstrukci případně na technologii a ve většině případů slouží jako samočinné zařízení. Obvykle se stávají ze zdroje vody a z jedné nebo více sprinklerových soustav, kdy každá ta soustava se skládá z ventilových stanic a potrubního rozvodu opatřeného sprinklery. (2)

SHZ se navrhuje na konkrétní požární scénáře případně požární nebezpečí, které v tom daném úseku může vzniknout. Tento návrh především ovlivňují provozní podmínky jako je vlhkost, množství prachu ale především teplota. Při instalaci stabilního hasicího zařízení musí být vždy také instalováno zařízení elektrické požární signalizace, která přijímá signál o aktivaci SHZ s následnými stupni poplachu bez nulových časů. Toto neplatí při instalaci samočinného stabilního hasicího zařízení, kde postačuje instalace dálkového přenosu signálu do místa se stálou obsluhou. (3) Z toho vyplývá že SHZ hasí požár za příznivějších podmínek než jednotky PO, neboť nejprve začínající požár musí být oznámen dané jednotce, další doba je potřeba k výjezdu, dojezdu na místo zásahu a zahájení hašení. V této době je požár v podstatně rozvinutějším stavu než v případě, že SHZ zahájí hašení krátce po vzniku požáru a to obvykle do 1 – 5 minut od jeho vzniku. (1)

V praxi jsou tato zařízení navrhována přesně na daný typ provozu a možnosti vzniku požáru. Právě proto se dělí SHZ do různých kategorií, která jsou uvedena níže.

Mezi základní dělení patří rozdělení podle druhu hasiva a to na SHZ (1):

- Vodní
- Pěnové
- Plynové
- Práškové
- Aerosolové

Dle staré normy ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení (2010) byly jednotlivé druhy hasiva označovány příslušnou zkratkou. Jejich označení lze vidět v Tab. 1. (1)

Tab. 1- Označení jednotlivých druhů hasiva dle ČSN 73 0810:2010

DRUHY SHZ	OZNAČENÍ PODLE ČSN 73 0810:2010
Sprinklerové	SHZ
Sprejové	RHZ
Mlhové	MHZ
Pěnové	WHZ
Plynové	GHZ
Práškové	WHZ
Aerosolové	AHZ

Dle způsobu ovládání:

- ruční ovládání
- ovládání samočinně
 - signálem od EPS
 - autonomní spouštěcí mechanismus

Dle možnosti využití:

- možnost uhašení požáru
- možnost potlačení požáru
- možnost uvedení pod kontrolu

Dle rozsahu ochrany:

- objemovou (aplikace hasební látky je v celém objemu místnosti)
- lokální (hasební látka je aplikována pouze v místě předpokládaného vzniku požáru)
- zónová (hasební látka je aplikována do jednotlivých navržených zón)

Nejen vybrání správného druhu hasiva či způsobu ovládání nám zajistí správnou funkčnost SHZ ale jde především o zajištění správné tzv. systémové integrity s ostatními požárně bezpečnostními zařízeními, jinými zařízeními a organizačními či provozními podmínkami. (3)

2.1 Hasicí schopnost a provozuschopnost SHZ

Pro úplnou likvidaci požáru, případně pro zajištění minimalizace škod způsobené právě požárem a zajištění dostatečné a požadované ochrany osob je nedílnou součástí právě zajištění správné hasicí schopnosti a provozuschopnosti SHZ.

2.1.1 Hasicí schopnost

Hasicí schopnost ovlivňuje především kvalitní a kvalifikovaný návrh, který je založený především na normativních požadavcích vyplívající z jednotlivých normativních dokumentů. Projektování se provádí prostřednictvím osoby způsobilé pro tuto činnost, která získala oprávnění k projektové činnosti podle zvláštního přepisu. (4)

Hlavní role v kvalitním návrhu hraje vysoká odborná způsobilost a praxe projektantů. Důkazem že je SHZ navržené v souladu s požadavky lze prokázat pomocí inspekční prohlídky provedené oprávněnou kontrolou. Tato kontrola sleduje nejen provedení a instalaci SHZ ale i samostatnou projektovou dokumentaci kdy u této dokumentace musí být přiložen i hydraulický výpočet.

Na hasicí schopnost má nezanedbatelný vliv i kvalita montáže. Kdy při montáži PBZ musí být dodrženy podmínky vyplívající z ověřené projektové dokumentace, popřípadě prováděcí dokumentace a postupy stanovené v průvodní dokumentaci výrobce a osoba, která provedla montáž PBZ, potvrzuje splnění požadavků písemně. (4)

2.1.2 Provozuschopnost

Nežli se dané zařízení uvede do funkčního stavu, musí být provedeny funkční zkoušky, kterými se prověřuje, zda je provedení PBZ zhotoveno podle projekčních a technických požadavků. Při uvedení SHZ do provozu rozhoduje o jeho provozuschopnosti provozovatel, případně osoba, která je pověřena zajišťováním údržby, kontrol a oprav instalovaných SHZ. Provozovatel SHZ je povinen určit osobu, odpovědnou za provoz SHZ s definovanou odpovědností za provoz SHZ, která po prokazatelném zaškolení u dodavatele SHZ zajišťuje provedení kontroly, údržby a opravy instalovaných SHZ v předepsaném rozsahu a na odpovídající úrovni, jakož i školení dalších dotčených osob. (1)

Kontrola provozuschopnosti PBZ se provádí v rozsahu stanoveném právními předpisy, normativními požadavky a průvodní dokumentací jeho výrobce nejméně jednou za rok, pokud výrobce, ověřená projektová nebo prováděcí dokumentace anebo posouzení požárního nebezpečí nestanoví lhůtu kratší. (4). U sprinklerového systému je to dle normy ČSN EN 12845 stanoveno jednou ročně. Každé zařízení se musí dokazovat dokladem o jeho provozuschopnosti. Zejména se jedná o doklad o montáži, funkční

zkoušce, kontrole provozuschopnosti a údržbě a opravách. Tento doklad musí obsahovat (4):

- Údaj o firmě (jméno, název, sídlo, provozovatel atd.),
- Adresu objektu,
- Umístění, druh, označení výrobce, typové označení,
- Výsledky kontroly provozuschopnosti,
- Datum provedení a termín příští kontroly,
- Písemné potvrzení o provedení kontroly provozuschopnosti.

Vzhledem k tomu, že každá věc, systém či technologie má svoji životnost, jsou tyto kontroly důležité zejména pak při nějaké havárii, kdy dojde k poškození majetku, a jsou žádány peněžní prostředky od pojišťovny. V tomto smyslu jsou velmi důležité kontroly volného výstřiku z hlavic. U všech těchto zařízení by měl být zajištěn volný výstřik bez překážek. Zvláště je to důležité u vodních SHZ v důsledku nedokonalého zajištění správných požadavků na hašení požáru. Tuto vadu může způsobit např. zanesení trysek prachem, textilním materiálem či barvou nebo zanesení potrubních systému např. rzi. Možné poruchy SHZ lze vidět na Obr. 1.



Obr. 1: Zanesené uzavírací šoupátko od rzi a sprinklerová hlavice zanesená vlákny (1)

3 Vodní stabilní hasicí zařízení

Vodní stabilní zařízení sprinklerového typu je nejrozšířenějším zařízením tohoto druhu. Důvodem je vysoká ochlazovací schopnost vody, její snadná dostupnost, relativně nízká cena a ekologická nezávadnost. Voda se od nepaměti používá k hašení požáru a ani do budoucna nebude žádným jiným hasivem plnohodnotně nahrazena. V některých případech jsou SHZ uzpůsobena i pro hašení pěnou. Tím se zvýší hasicí schopnost a účinnost při hašení plastů, kabelů, syntetických tkanin nebo nádob s hořlavými kapalinami.

Vodu lze aplikovat hned několika způsoby. Liší se to především ve velikosti kapek a způsobu aplikace, kdy se výstřikové koncovky uvádí do činnosti postupně nebo současně. Do skupiny vodních SHZ patří (1):

- Hadicové systémy
- Sprejová zařízení
- Mlhová zařízení
- Parní zařízení
- Zařízení s lafetovými proudnicemi
- Sprinklerová zařízení

3.1 Hadicové systémy

Tyto systémy představují jednoduché, velmi účinné a okamžitě dosažitelné prostředky pro hašení požáru. Hasivem obvykle bývá voda nebo pěna. Mají snadnou obsluhu a rychle provedení do činnosti. Včasným použitím mohou podstatně snížit škody požárem a ohrožení osob. (1)

3.2 Sprejová zařízení

Sprejová zařízení slouží k aplikaci vody ve formě sprchového proudu otevřenými výstřikovými koncovkami. Hašení je možné vodou nebo pro zvýšenou účinnost pěnou. Tyto zařízení jsou modifikací sprinklerových zařízení. Oproti sprinklerovým zařízením, kde se otevírají teplem postupně, následuje u sprejových zařízení okamžitý výstřik ze všech hlavic najednou. Hlavní hasicí účinek je chladicí, při hašení pěnou izolační. (1)

3.3 Mlhová zařízení

Jak už z názvu vyplývá, tyto systémy využívají k hašení vodní mlhu. Za tu považuje výstřikový proud vody, v němž je 90 % kapek s průměrem menším než 1mm. Každé mlhové zařízení je samostatný systém navržený na konkrétní podmínky. (1)

3.4 Parní systémy

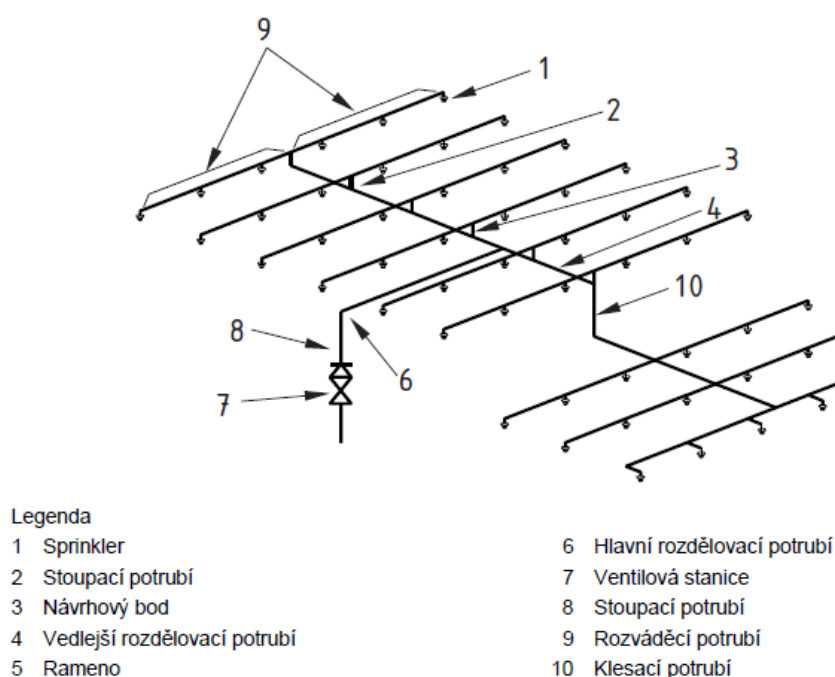
Jedná se o typické technologické zařízení využívající páru jako hasivo. Používají se tam, kde jsou k dispozici rozvody technologické páry. Pára vykazuje vysokou hasicí účinnost, založenou na vytěsňování kyslíku ze zóny plamenného hoření což vyvolává intenzivní dusivý účinek. S parními hasicími SHZ se lze setkat v petrochemickém průmyslu, kde se používají pro ochranu kolon nebo v textilním průmyslu k ochraně technologií pro pogumování textilií. (1)

3.5 Zařízení s lafetovými proudnicemi

Může se jednat o samostatné potrubní soustavy s lafetovými proudnicemi nebo o soustavy, které jsou součástí pěnového nebo pěno vodního SHZ. Charakteristickým komponentem jsou u těchto hasicích zařízení stabilní lafetové proudnice. K jejich zásobování vodou, pěnotvorným roztokem nebo práškem, slouží zařízení pro zásobování hasivem navržené podle příslušného návrhového dokumentu pro vodní, pěnová nebo prášková SHZ. Lafetové proudnice ve stabilním provedení se používají k hašení hangárů, heliportů, hořlavých kapalin nebo stáčecích stanovišť železničních cisteren na zkapalněné plyny. Využívají se i k ochlazování ocelových konstrukcí technologických zařízení a plášťů skladovacích nádrží hořlavých kapalin. Nejsou vhodné pro hašení hořlavých kapalin mísitelných s vodou. (1)

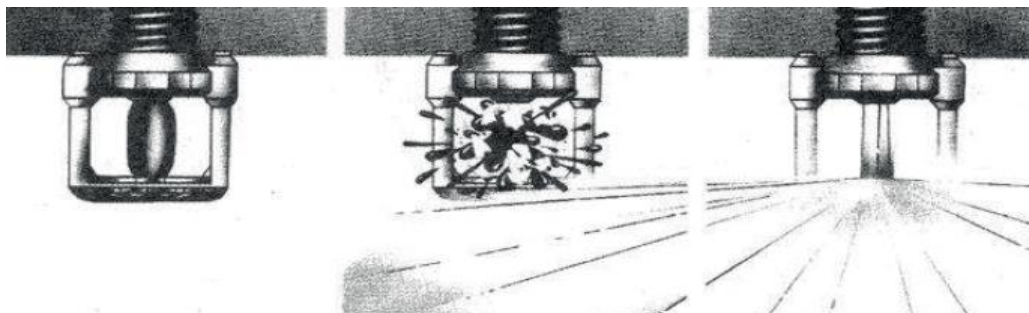
4 Sprinklerové systém

Sprinklerová zařízení se řadí mezi neúčinnější aktivní protipožární prostředky ochrany osob a majetku před požáry. Požár hasí ve formě sprchového proudu aplikovaného výstřikovými koncovkami označovanými jako sprinklery. Velikost kapek ve sprinklerovém výstřikovém proudu se udává 1 mm – 3 mm. Do činnosti se uvádějí sprinklery samočinně, teplem z požáru (1). Sprinklerová zařízení jsou navrhována pro detekci a uhašení požáru v jeho počátečních fázích nebo pro udržení požáru pod kontrolou, aby jeho uhašení mohlo být zdoláno jinými prostředky (3). Mezi hlavní komponenty sprinklerových zařízení patří, zdroj vody případně lze využít pěnотvorný roztok a dále jsou to sprinklerové soustavy, které se nadále skládají z ventilových stanic a potrubních rozvodů. Důležitou součástí je také poplachové a monitorovací zařízení, které průběžně sleduje hladinu v nádržích, tlak vody či vzduchu a polohu uzavíracích armatur. Jednotlivá zařízení lze vidět na Obr. 2.



Obr. 2: Hlavní komponenty sprinklerové soustavy (5)

Ke spuštění těchto zařízení dochází samočinně. Při vzniku požáru dojde k zahřátí tepelné či tavné pojistky na otevírací teplotu, což vede k porušení té pojistky a následnému otevření sprinkleru viz Obr. 3. To způsobí pokles tlaku v přívodním potrubí, otevření přívodního ventilu ventilové stanice a uvedení do činnosti zařízení pro zásobování vodou. Současně se uvádí do provozu poplachový zvon a na místě se stálou obsluhou se signalizuje otevření ventilové stanice. (6)



Obr. 3: Samočinné otevření sprinklerové hlavice (1)

Do činnosti se uvedou pouze sprinklery v blízkosti požáru, tj. otevřou se ty, které se dostatečně zahřejí na požadovanou teplotu. Nelze předpokládat, že by sprinklerové zařízení nahradilo zcela potřebu jiných protipožárních prostředků, proto je důležité požární opatření posoudit jako celek. (3)

4.1 Historie sprinklerových systémů

První instalace sprinklerových zařízení se řadí do druhé poloviny 70. let 19. století a proběhla v Anglii a Americe. Systém spočíval v tom, že na střeše byla umístěna nádrž a gravitační tok odpovídal výškovému umístění nádrže. Z nádrže vedlo potrubí k ventilové stanici ve skoro obdobné podobě jako dnes a u této stanice byl poplachový zvon, který byl rozhýbán právě protékající vodou a vydával tak varovný signál. Čerpadla byla poháněna nejdříve parou a následně přešla na elektrické řešení. Na českém území byla nalezena zmínka o první instalaci na přelomu 19 a 20. století nejčastěji v textilních provozech případně mlýnech.

V současné době má sprinklerová ochrana celosvětově vzestupný trend rozvoje. Důvody jsou zřejmé: (6)

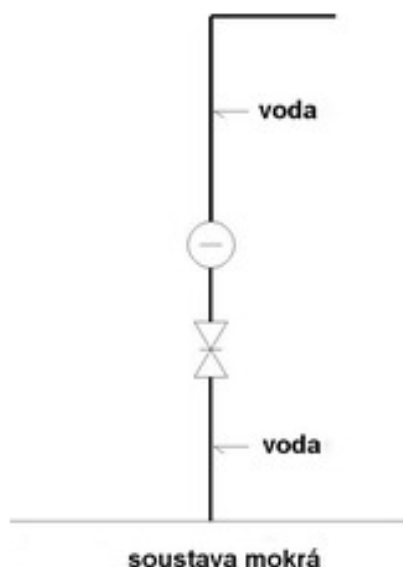
- Počet usmrcených vztažených na 100 obyvatel je u sprinklerových budov o 83 % nižší než u sprinklerových budov,
- Materiální škod jsou u sprinklerových budov s mokrou soustavou o 34 % až 77% nižší než u sprinklerových budov,
- Sprinklerová SHZ jsou jedním z mála účinných opatření proti zhářství,
- Jsou šetrná k vodním zdrojům, přispívají ke snížení CO₂ a vytváří podmínky pro bezpečné a účinné nasazení jednotek PO.

4.2 Sprinklerové soustavy

Vzhledem k tomu, že se sprinklery umísťují do různých typů prostor, lze u nich měnit jejich soustavy v závislosti na teplotě ovzduší v chráněném prostoru. Sprinklerovou soustavou se rozumí ta část sprinklerového zařízení zahrnující ventilovou stanici a k ní připojené potrubí se sprinklery a dalšími armaturami.

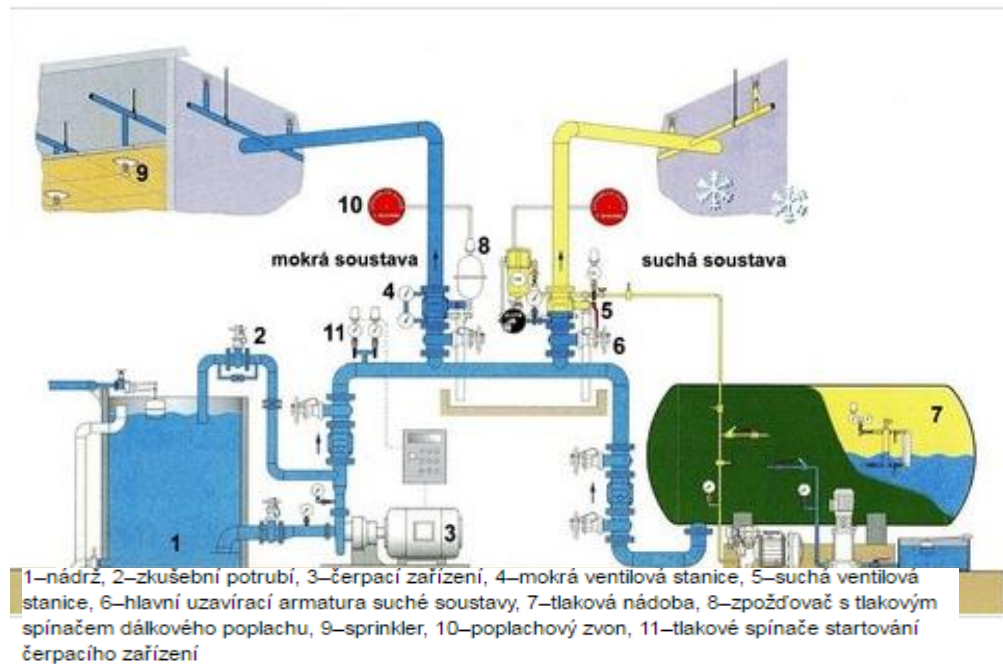
Dle provedení lze sprinklerové zařízení dělit na soustavu:

- Mokrou
 - Tato soustava patří mezi nejjednodušší a nejspolehlivější uspořádání, kdy potrubí spojující ventilovou stanici s hlavicemi je naplněno tlakovou vodou. Nevýhodou tohoto řešení je, že ho lze navrhovat pouze v místech, kde nám teplota neklesne pod bod mrazu a to z důvodu zamrznutí potrubní soustavy. Na Obr. 4 lze vidět schéma provedení této soustavy. (7)



Obr. 4: Schéma mokré soustavy (6)

- Suchou
 - U této soustavy je zařízení naplněno tlakovým vzduchem, v přívodním potrubí mezi vodním zdrojem a ventilovou stanicí je tlaková voda. Tato soustava se navrhuje tam, kde není zaručeno, že nám teplota neklesne pod bod mrazu. Jedná se ve většině případů o nevytápěné prostory případně o jištění dvou podlaží ve výškových budovách. Základní funkci hasičského zařízení zajišťuje suchý řídicí ventil, oddělující suchou a mokrou soustavu. Na Obr. 5 lze vidět porovnání mezi suchou a mokrou soustavou SHZ. (7)



Obr. 5: Porovnání suché a mokré soustavy (6)

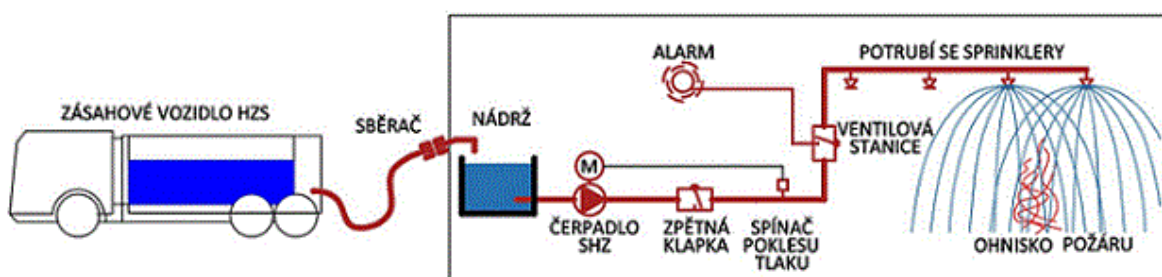
- Smíšenou
 - U této soustavy je součástí řídicí ventil, kterým lze měnit soustavu z mokré na suchou či opačně. Toto je výhodou při změnách ročního období (6).
- S předstihovým řízením
 - Jedná se o soustavu, která spojuje suchou soustavu s elektrickou požární signalizací. Při signalizaci EPS dojde k otevření řídicího ventilu a následkem toho k naplnění suché soustavy vodou ještě než se otevře první sprinklerová hlavice, což umožní okamžitý zásah
- S opakovanou funkcí
 - Tato soustava je opatřena řídicím ventilem, který se samočinně zavírá a otevírá na základě signálu EPS (6).
- Speciální
 - Do této soustavy spadá například nucené otevírání sprinklerů nebo podřízených sekčních ventilů rozbuškou na základě signálu EPS (6).

4.3 Druhy sprinklerových systémů

- Stabilní hasicí zařízení
 - Samostatné zařízení s vlastním zdrojem vody. Při požáru se otevrou sprinklerové hlavice nad zdrojem tepla a vytékající voda hasí požár. Poklesem tlaku v potrubní soustavě se aktivuje zásobování vodou. SHZ je nejčastěji používané sprinklerové zařízení. (8)

– Doplnkové hasicí zařízení

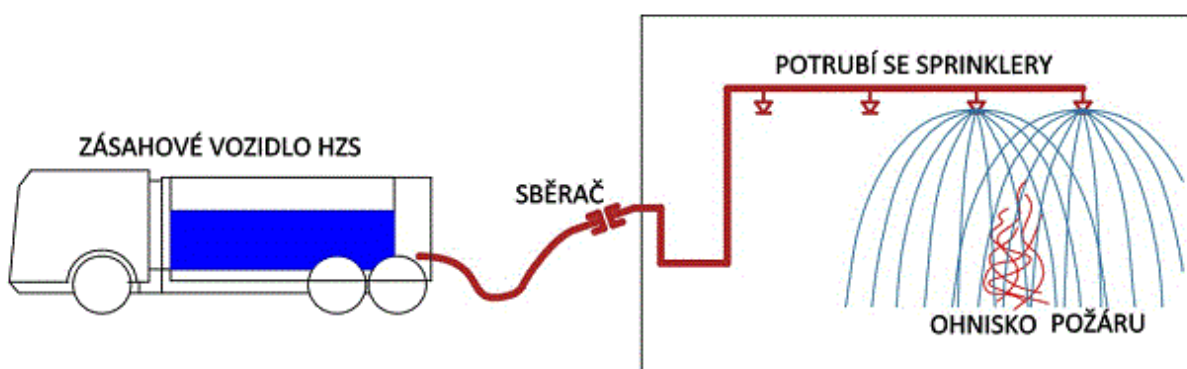
- Zařízení napojené na veřejný vodovod nebo je vybavené nádrží. Je však nutný zásah hasičů a napojení zásahových vozidel na zařízení viz Obr. 6. Při požáru se otevřou hlavice nad zdrojem tepla. Voda je dodávána z vodovodní sítě nebo v druhém případě ze zásobní nádrže, která však nemá plný objem. Rozhodnutí, zda je možno instalovat jen DHZ je na zpracovateli PBŘ. (8) (3)



Obr. 6: Schéma doplnkového hasicího zařízení (8)

– Polostabilní hasicí zařízení

- Zařízení závislé na dodávce vody, či jiného hasiva ze zásahových vozidel (mobilní techniky) viz Obr. 7. Při požáru se postupně otvírají hlavice nad zdrojem tepla. Zásahující jednotka hasičů může použít potrubní soustavu k snadnějšímu hašení přímo v místě ohniska požáru. Pro vyhlášení požáru musí být instalována EPS. Polostabilní hasicí zařízení je navrhováno většinou pro malé sklady hořlavých kapalin a podzemní garáže. (8)



Obr. 7: Schéma polostabilního hasicího zařízení

Všechna tato zařízení mimo jiné snižují nároky na množství sil a prostředků jednotky požární ochrany při zásahu u požáru. Podle kategorie hasicího zařízení se přiměřeně ve výpočtech snižuje požární riziko. (3)

4.4 Sprinklerová zařízení podle úrovně ochrany

- Úplná ochrana
 - Provedení těchto zařízení splňuje požadavky ČSN EN 12845 nebo jiných relevantních návrhových dokumentů jako je např. VdS CEA 4001 či NFPA 13. (6)
- Částečnou ochrana
 - Jde o sprinklerová zařízení, která mají nižší úroveň zásobování, jakou jsou sprinklerová doplňková zařízení, nebo je zásobování vodou zajištěno z cisternových automobilových stříkaček, což se týká sprinklerových polostabilních zařízení. (6)

4.5 Hlavní komponenty nezbytné pro sprinklerová zařízení

Pro zajištění správné funkčnosti těchto zařízení je nedílnou součástí zdroj vody, čerpací zařízení, místnost pro umístění technického vybavení pro tyto zařízení, uzavírací armatury, poplachový zvon, potrubí a sprinklerové hlavice.

4.5.1 Vodní zdroje

Nejdůležitější složkou pro zajištění funkčnosti sprinklerových systémů, je zajištění dodávky vody. Kdy tyto zařízení mohou být napájeny ze dvou základních zdrojů. (9)

Veřejná vodovodní síť

Při použití tohoto zdroje je důležité brát ohled na provozní čas, průtok a tlak vody. V případě nedostatečného tlaku lze využít i čerpadlo.

Zásobní nádrž

Podle umístění rozlišujeme podzemní či nadzemní. Podzemní jsou obvykle betonové nebo plastové. Nádrže se opatřují plnicím zařízením s dvěma plovákovými uzávěry a přepadovým potrubím. Nadzemní venkovní nádrže musejí být chráněny proti zamrznutí vody a to např. ohřevem vody topnými tělesy, cirkulací ohřáté vody nebo mají tepelnou izolaci. (6) Pro použití zásobních nádrží musejí být splněny požadavky jako je dodržení velikosti nádrže, s tím souvisí i objem nádrže, vypouštění a ochrana proti zamrznutí. (5) Přesné požadavky jsou uvedeny v normě ČSN EN 12845 – Stabilní hasicí zařízení – Navrhování, instalace a údržba.

Nádrže lze rozdělit podle objemu na:

- Nádrž s plným objemem,
- Nádrž s redukováným objemem.

Nevyčerpatelné zdroje

Mezi tyto zdroje řadíme přirozené i umělé zdroje vody jako je např. řeky, přehrady, jezera, která jsou prakticky nevyčerpatelná. Pro sání jsou předepsány přesné usazovací komory, které musejí splňovat řadu dalších požadavků, a jejich řešení je prováděno individuálně. Jednotlivé kombinace zdrojů vody je důležité dohodnout s oprávněnou sprinklerovou firmou, která má s danými zařízeními zkušenosti. (9)

4.5.2 Zásobování vodou

Zásobování vodou má zásadní vliv na účinné nasazení sprinklerových zařízení. Musí zajistit alespoň požadované podmínky na průtok a tlak v zařízení. Čas zásobování je daný podle tříd nebezpečí a to pro (9):

- Pro třídu nebezpečí LH 30 min,
- Pro třídu nebezpečí OH 60 min,
- Pro třídu nebezpečí HH 90 min.

Dodávku vody lze rozdělit na následné zásobování (3):

Jednoduché zásobování vodou

Jako jednoduché zásobování vodou jsou akceptovány tyto možnosti:

- Veřejná vodovodní síť,
- Veřejná vodovodní síť s jedním nebo více posilovacími čerpadly,
- Tlaková nádrž (pouze pro třídu nebezpečí LH a OH),
- Spádová nádrž,
- Zásobní nádrž s jedním nebo více čerpadly,
- Nevyčerpatelný zdroj s jedním nebo více čerpadly.

Zdvojená zásobování vodou

Zdvojená zásobování vodou se skládají ze dvou jednoduchých zásobování vodou, kde každé zásobování je na druhém nezávislé. Každé ze zásobování tvořících část zdvojeného zásobování musí mít tlaky a průtoky podle normových požadavků. Lze použít všechny kombinace jednoduchých zásobování vodou s následujícími omezeními (3):

- U nebezpečí OH se nesmí použít více jak jedna tlaková nádrž,
- Smí se použít jenom jedna zásobní nádrž na vodu s redukováným objemem.

Kombinovaná zásobování vodou

Kombinovaná zásobování vodou musí být jednoduchá zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí nebo zdvojená zásobování vodou navržená k zásobování více než jednoho stabilního zařízení, např. když jde o kombinaci hydrantů, hadicových systémů a sprinklerových soustav. (3)

4.5.3 Čerpadla

Ve sprinklerových zařízeních se používají požární odstředivá čerpadla, která musí splňovat vyšší požadavky na použité materiály než čerpadla standartní. Pohon sprinklerových čerpadel je proveden elektromotorem viz Obr. 8 nebo diesel motorem. Čerpací zařízení s elektromotorem je relativně jednoduché, což vytváří předpoklad vyšší spolehlivosti. Ta je závislá především na zásobování elektrickou energií. Pohon diesel motorem je cenově nákladnější a složitější. Pro případ neúspěšného automatického nastartování musí být k dispozici nouzové manuální startovací zařízení. Za správných podmínek se čerpací zařízení zastavuje ručně po prokazatelném uhašení požáru. Spuštění

těchto zařízení se využívají tlakové spínače a čerpadlo se musí spustit při poklesu tlaku v přívodním potrubí o 20% proti tlaku při uzavřeném řídicím ventilu soustavu (6). Pro sprinklerová zařízení se smějí používat jen čerpadla, která jsou určena a schválena pro tyto zařízení. Z důvodu zvýšení spolehlivosti lze použít i několik čerpadel za předpokladu:

- Dvou čerpadel, z nichž každé musí mít vypočtený plný výkon,
- Tří čerpadel, z nichž každé z nich musí mít alespoň 50 % z vypočteného plného výkonu.

Pokud je použito více, jak jedno čerpadlo smí mít pouze jedno pohon s elektromotorem (9).

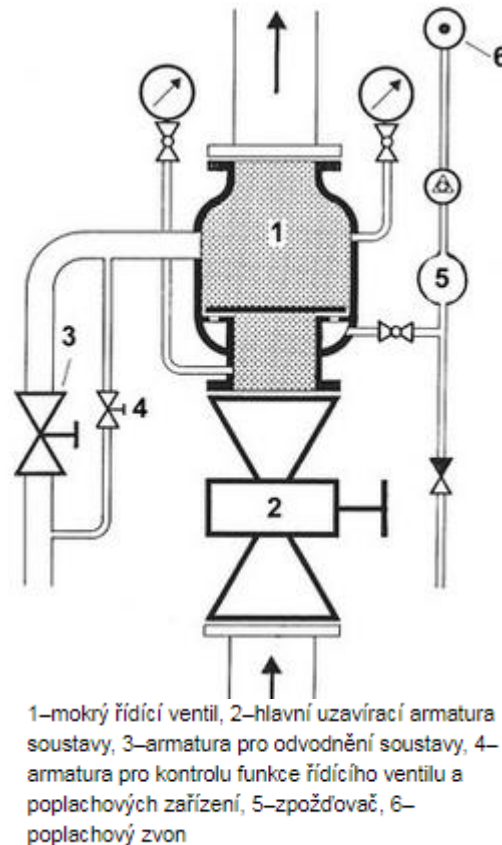


Obr. 8: Čerpací zařízení s pohonem elektromotorem

Umístění čerpacího zařízení musí být v místnosti, tvořící samostatný požární úsek s požární odolností 60 min, která se používá pouze pro účely požární ochrany. Může to být např. samostatná budova, budova sousedící s chráněnou budovou a s přímým přístupem z venku či místnost uvnitř budovy chráněné sprinklery s přímým přístupem z venku. (5) V čerpací stanici musí být udržována teplota a to pro elektrická čerpadla +4°C a pro dieselová +15°C.

4.5.4 Ventilové stanice řídicí ventily

Slouží k řízení dodávky vody do sprinklerové soustavy. Musí umožnit kontrolu tlaků a vyhlášení místního a vzdáleného požárního poplachu. Hlavní součástí každé ventilové stanice, je řídicí ventil viz Obr. 9. (6)



Obr. 9: Mokrý ventilová stanice (6)

Mokrý soustava je opatřena mokrým řídicím ventilem. Jeho hlavní funkcí je vyhlášení požárního poplachu po jeho otevření. Z tohoto důvodu se často označuje jako poplachový ventil. Podle potřeby se opatřuje zpoždovačem, jehož účelem je zamezit plané poplachy způsobené kolísáním tlaku v potrubí.

U suché soustavy se jedná o složitější provedení, kdy řídicí ventil odděluje přívodní zavodněné potrubí od potrubí soustavy zaplněné tlakovým vzduchem nebo dusíkem. Nevýhodou suchých soustav je delší doba potřebná k výstřiku vody ze sprinkleru. To má za následek hašení požáru v pokročilejším stádiu rozvoje, což se projevuje ve větším počtu otevřených sprinklerů. (6)

4.5.5 Potrubní rozvody

Ve většině případů se využívá nadzemní potrubí, které za řídicími ventily bývá zhotoveno z ocelových či plastových trubek, kdy tento materiál se využívá pro ochranu budov případně z měděného materiálu s využitím pro rodinné domy. Umístění těchto rozvodů musí být namontováno tak, aby bylo snadno přístupné při opravách a výměnách. Nesmí být zabudováno do betonových podlah či stropů. Nesmí u něho dojít k mechanickému poškození. Kotvení se provádí přímo ke konstrukci a musí obepínat celé potrubí. Musí sloužit pouze k uchycení sprinklerových potrubních soustav. Kotvení musí

být zhotoveno z nehořlavých materiálů a musí být navrženo podle požadavků normy ČSN EN 12845 – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba na závěsy potrubí viz Tab. 2.

Tab. 2 - Návrhové požadavky na závěsy potrubí (5)

Jmenovitý průměr potrubí (<i>d</i>) mm	Minimální nosnost při 20 °C ¹⁾ kg	Minimální průřez ²⁾ mm ²	Minimální délka kotevního šroubu ³⁾ mm
$d \leq 50$	200	30 (M8)	30
$50 < d \leq 100$	350	50 (M10)	40
$100 < d \leq 150$	500	70 (M12)	40
$150 < d \leq 200$	850	125 (M16)	50

POZNÁMKA 1) Při zahřátí materiálu na 200 °C nesmí nosnost klesnout o více než 25 %.

POZNÁMKA 2) Jmenovitý průřez závitových tyčí se musí zvýšit tak, aby byl dodržen minimální průřez.

POZNÁMKA 3) Délka kotevních šroubů závisí na použitém typu, kvalitě a druhu materiálu do něž se upevní. Uvedené hodnoty platí pro beton.

Ve výše zmiňované normě jsou stanoveny i požadavky na minimální průměry potrubí. Tyto hodnoty lze vidět v následující Tab. 3 Minimální průměry potrubí.

Tab. 3 - Minimální průměry potrubí (5)

Třída nebezpečí	Průměr [mm]
LH	20
OH a HH vodorovné a stojaté potrubí pro jeden sprinkler s K-Faktorem menším než 80	20
Všechny ostatní	25

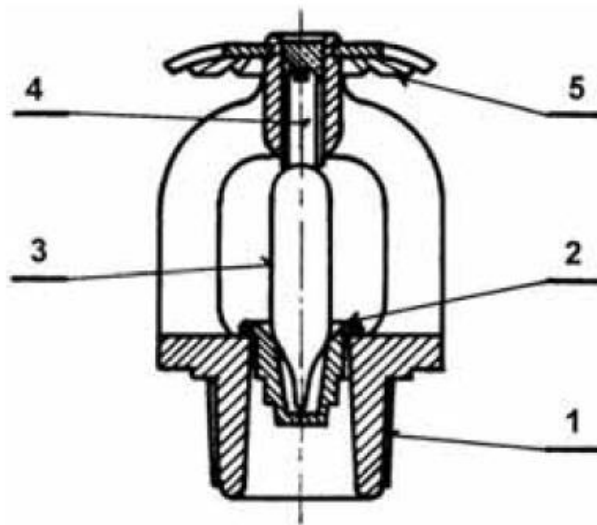
Odvodnění se provádí pomocí odvodňovací armatury na ventilové stanici, v případě kdy se jedná o suchou, smíšenou či předstihovou soustavu, musí mít rozváděcí potrubí sklon směrem k rozdělovacímu potrubí min. 0,4 % a rozdělovací potrubí min. sklon 0,2 % směrem k příslušné odvodňovací armatuře. Velikost jednotlivých potrubí se dá stanovit dvěma způsoby a to:

- Pro předem vypočtená zařízení, kde průměry jsou stanoveny částečně z tabulek a částečně vypočítané,
- Pro úplně vypočítané zařízení, kde jsou všechny průměry stanoveny hydraulickým výpočtem.

Projektant si může vybrat mezi oběma způsoby, kromě toho kdy se jedná o uspořádání s regálovými HHS sprinklery případně síťové nebo okruhové uspořádání.
(5)

4.5.6 Sprinklerové hlavice

Sprinkler je samočinný ventil, sloužící pro přívod hasicí vody do chráněného prostoru. Otevření sprinkleru je impulzem pro spuštění systému (9). Jeho funkce je založena na principu porušení tavné pojistky, která je dimenzována na tzv. otevírací teplotu. Při tomto porušení dojde k poklesu tlaku v potrubí, otevření ventilu a následně ke spuštění sprinkleru ve formě sprchového proudu o daných vlastnostech. K tomu slouží tříštič, což se jedná o kulatý plíšek na konci hlavice, do kterého podtlakem stéká voda, a následně nám tříští vodu po chráněném prostoru viz Obr. 10.



Legenda: 1- těleso sprinkleru, 2 – těsnicí kuželka, 3 – tepelná pojistka, 4 – seřizovací šroub a u tepelné pojistky držák tříštiče, 5 – tříštič, 6 – ramena tepelné pojistky

Obr. 10: Provedení sprinkleru s tepelnou pojistkou (1)

Účel sprinkleru je zajistit rovnoměrnou dodávku vody na chráněnou plochu o stanovené intenzitě. Intenzita je vyjádřena průtokem vody na jednotku plochy obvykle v $l/min.m^2$ nebo v $mm.min^{-1}$. Sprinklery jsou opatřeny skleněnou či tavnou pojistkou. U standartního použití sprinklerů je běžná otevírací teplota okolo $68^{\circ}C$. Aby bylo možné rozeznat, o jakou otevírací teplotu jde, je každé toto zařízení rozlišeno barevně. V tomto konkrétním případě jde o červenou kapalinu ve skleněné baňce. Ostatní teploty a barevné rozlišení je možné vidět v následující Tab. 4. (1)

Tab. 4 - Otevírací teploty a jejich použití

SKLENĚNÁ POJISTKA	°C	TAVNÁ POJISTKA	°C
Oranžová	57	-	-
Červená	68	Bez barevného označení	68/74
Žlutá	79	-	-

<i>Zelená</i>	<i>93</i>	<i>bílá</i>	<i>93/100</i>
<i>Modrá</i>	<i>141</i>	<i>modrá</i>	<i>141</i>
<i>Světle fialová</i>	<i>182</i>	<i>žlutá</i>	<i>182</i>
<i>černá</i>	<i>204/260</i>	<i>červená</i>	<i>227</i>

Nejenom že sprinklery jsou rozlišovány barevně, ale dají dělit i podle indexu reakční doby RTI (Response Time Index) a rozpoznávají se podle velikosti baňky. Jednotlivé tepelné odezvy a průměry můžeme najít v následující Tab. 5.

Tab. 5- Tepelné odezvy a průměry baňky

<i>S rychlou odezvou</i>	<i>RTI < 50</i>	<i>Ø 3mm</i>
<i>Speciální</i>	<i>RTI 50-80</i>	<i>Ø 4mm</i>
<i>Standartní A</i>	<i>RTI 80-200</i>	<i>Ø 5mm</i>
<i>Standartní B</i>	<i>RTI 200-400 (350)</i>	<i>Ø 8mm</i>

Na Obr. 11 můžeme vidět příklad sprinkleru s tavnou pojistkou při otevírací teplotě 68° C a různou tepelnou odezvou, z čehož můžeme vidět i jednotlivé průměry baněk.



Obr. 11: Sprinklery s tavnou pojistkou na 68° C a různou tepelnou odezvou (1)

Podle výstřikového tvaru a provedení je celá řada různých druhů sprinklerových hlavice:

- Stojaté
 - Jedná se o nejrozšířenější typ, suché a mokré soustavy. Montují se směrem nahoru viz Obr. 12. (9)



Obr. 12: Stojatá hlavice (9)

- Zavěšené
 - Tyto sprinklery se nejčastěji umisťují do podhledu tj. vždy směrem dolů a nesmí se používat do suchých systémů (kondenzuje tam voda a dochází k zamrzání) viz Obr. 13. (9)



Obr. 13: Zavěšená hlavice (9)

– Horizontální

- Zavěšují se na stěnu dle podmínek výrobce viz Obr. 14. (9)



Obr. 14: Horizontální hlavice (9)

– Suché zavěšené

- Umisťují se do prostor, kde hrozí nebezpečí zamrznutí. Jsou instalovány na mokrý systém nad těmito prostory viz Obr. 15. Jedná se o suchou trubku uzavřenou na jednom konci hlavicí a na druhém ventilu. Uvnitř je vzduch, který po roztavení tepelné pojistky unikne a dojde k uvolnění ventilu a tím průtoku vody. (9)



Obr. 15: Suchá zavěšená hlavice (9)

– Hlavice ESFR

- Jedná se o speciální druh sprinkleru vyvinutý v USA pro použití v regálových skladech, závěsné provedení, jednou hlavici protéká až 600 l vody za minutu. Instalace těchto hlavice je tedy značně omezena mnoha podmínkami, které jsou někdy nesplnitelné. (9) Její tvar lze vidět na Obr. 16.



Obr. 16: Hlavice ESFR (9)

Doba otevření sprinkleru v reálné instalaci závisí na výšce místnosti, vzdálenosti sprinkleru od stropu, konstrukci sprinkleru, druhu tepelné pojistky, rychlosti uvolňování tepla a provedení stropu. Pro představu, běžně se sprinkler otevře do 5 min. (6)

4.5.7 Poplachové zařízení

Dle požadavků normy ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba musí být každá ventilová stanice opatřena vlastním poplachovým zvonem a zařízením pro dálkovou indikaci poplachu. Musejí se umísťovat co nejbližší k řídicímu ventilu. Každý poplachový zvon musí být číselně označen číslem soustavy. Poplachové zařízení spouští proud vody, který vytváří ventilová stanice. Potrubí musí být z pozinkované oceli nebo z nezelezného materiálu s min. průměru 20mm. Poplachové spínače se používají u mokré soustavy, u suché musí být instalován nízkotlaký vzduchový/plynový tlakový spínač k vyvolání akustického poplachu. Poplachové zařízení lze vidět na Obr. 17. (5).



Obr. 17: Poplachové zvony (1)

4.6 Návrhové parametry pro sprinklerová zařízení

Výchozím dokumentem pro navrhování sprinklerových soustav, pokud není stanoveno jinak je ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba. Základní faktorem při návrzích je rozdělení podle evropské klasifikace do tříd nebezpečí (5):

- Malé (LH)
- Střední (OH), které se dále dělí do podskupin:
 - OH1- střední nebezpečí skupiny 1
 - OH2- střední nebezpečí skupiny 2
 - OH3- střední nebezpečí skupiny 3
 - OH4- střední nebezpečí skupiny 4
- Vysoké nebezpečí, výroba (HHP), které se dále dělí do podskupin:
 - HHP1- vysoké nebezpečí, výroba skupiny 1
 - HHP2- vysoké nebezpečí, výroba skupiny 2
 - HHP3- vysoké nebezpečí, výroba skupiny 3
 - HHP4- vysoké nebezpečí, výroba skupiny 4

- Vysoká nebezpečí skupiny, skladování (HHS), které se dále dělí do podskupin:
 - HHS1- vysoké nebezpečí, skladování skupiny 1
 - HHS2- vysoké nebezpečí, skladování skupiny 2
 - HHS3- vysoké nebezpečí, skladování skupiny 3
 - HHS4- vysoké nebezpečí, skladování skupiny 4

Jednotlivé proozy pro zařazení jsou uvedeny v již zmiňované normě ČSN EN 12845 v příloze A. (5) Na základě tohoto zařazení se určí intenzita dodávky vody, účinná plocha a doba činnosti.

Návrhová intenzita dodávky vody je množství vody na jednotku plochy za minutu.

Vyjadřuje se v $l/min.m^2$. Její určení je patrné z Tab. 6.

Účinná plocha - je max. plocha, na které se předpokládá, že budou všechny sprinklery uvedeny do činnosti. Určuje se v závislosti na třídě nebezpečí a druhu soustavy. (10)

Tab. 6 - Návrhová intenzita dodávky vody a účinná plocha pro LH, OH a HHP (5)

Třída nebezpečí	Návrhová intenzita dodávky mm/min	Účinná plocha m ²	
		Mokrý nebo předstihová soustava	Suchá nebo smíšená soustava
LH	2,25	84	nepovoluje se, použije se OH1
OH1	5,0	72	90
OH2	5,0	144	180
OH3	5,0	216	270
OH4	5,0	360	nepovoluje se, použije se HHP1
HHP1	7,5	260	325
HHP2	10,0	260	325
HHP3	12,5	260	325
HHP4	zaplavovací (viz Poznámka)		
POZNÁMKA Vyžaduje zvláštní pozornost. Zaplavovací zařízení nejsou předmětem této normy.			

Doba činnosti je doba, po kterou musí mít sprinklerové zařízení zajištěnou trvalou dodávku vody o požadované intenzitě dodávky. Pro jednotlivé třídy nebezpečí je doba činnosti stanovena takto:

- U nebezpečí LH 30 min,
- U nebezpečí OH 60 min,
- U nebezpečí HHP a HHS 90 min.

Důležitou roli v návrhu hraje i tzv. K faktor, který slouží pro výpočet rychlosti vypouštění trysky, kdy tato hodnota závisí na nebezpečí, intenzitě dodávky a typu sprinkleru. Viz Tab. 7 Typy sprinklerů a K- faktory pro různé třídy nebezpečí.

Tab. 7- Typy sprinklerů a K- faktory pro různé třídy nebezpečí (5)

Třída nebezpečí	Intenzita dodávky mm/min	Typ sprinkleru	K- faktor
LH	2,25	normální, sprejový, zapuštěný, sprejový s plochým výstřikem, polozapuštěný, zakrytý a stranový	57
OH	5,0	normální, sprejový, zapuštěný, sprejový s plochým výstřikem, polozapuštěný, zakrytý a stranový	80
HHP a HHS stropní nebo střešní sprinklery	≤ 10	normální, sprejový	80 nebo 115
	> 10	normální, sprejový	115
HHS regálové sprinklery u vysokých skladů		normální, sprejový a sprejový s plochým výstřikem	80 nebo 115

Dále mezi hlavní návrhové parametry patří minimální tlak před sprinklerem, který je založen na základě třídy nebezpečí: (5)

- 0,70 bar u LH,
- 0,35 bar u OH,
- 0,50 bar u HHP a HHS, kromě regálových sprinklerů,
- 2,00 bar u regálových sprinklerů.

Na třídě nebezpečí je založena i maximální plocha zjištěna jedním sprinklerem. Tyto hodnoty lze vidět v Tab. 8 Maximální plochy jištěné jedním sprinklerem.

Tab. 8 - Maximální plochy jištěné jedním sprinklerem (5)

Třída nebezpečí	Max. plocha chráněná jedním sprinklerem pro jiné než stranové sprinklery [m ²]	Max. plocha chráněná jedním sprinklerem stranové sprinklery [m ²]
LH	21	17
OH	12	9
HHP a HHS	9	-

Také je třeba dbát na výškové rozdělení. Maximální výška sprinklerové soustavy je max. 45m a maximální výška chráněného úseku je 12m. (10) (5)

4.7 Hydraulický výpočet

Hydraulický výpočet nám stanovuje rozměry potrubí, velikost nádrže na vodu, a velikost čerpadel. V současné době se tento výpočet provádí v programech na počítačích.

Z ekonomických důvodů se používají okružové nebo síťové potrubní rozvody, jejichž návrh již nelze ručním výpočtem zvládnout. Provádí se pro dvě hydraulicky kritické účinné plochy:

- Nejvýhodnější- tato účinná plocha se nachází ve sprinklerové síti v místě, ve kterém je průtok vody na ventilové stanici maximální pro dosažení stanovené intenzity dodávky.
- Nejnevýhodnější- tato účinná plocha se nachází v místě, ve kterém je tlak zásobování vodou, měřený na ventilové stanici, maximální pro dosažení stanovené intenzity dodávky vody. U větveného systému jde obvykle o plochu nejvzdálenější od ventilové stanice. (10)

Průtok sprinkleru se stanovuje podle následující rovnice (5):

$$Q = K \times \sqrt{P}$$

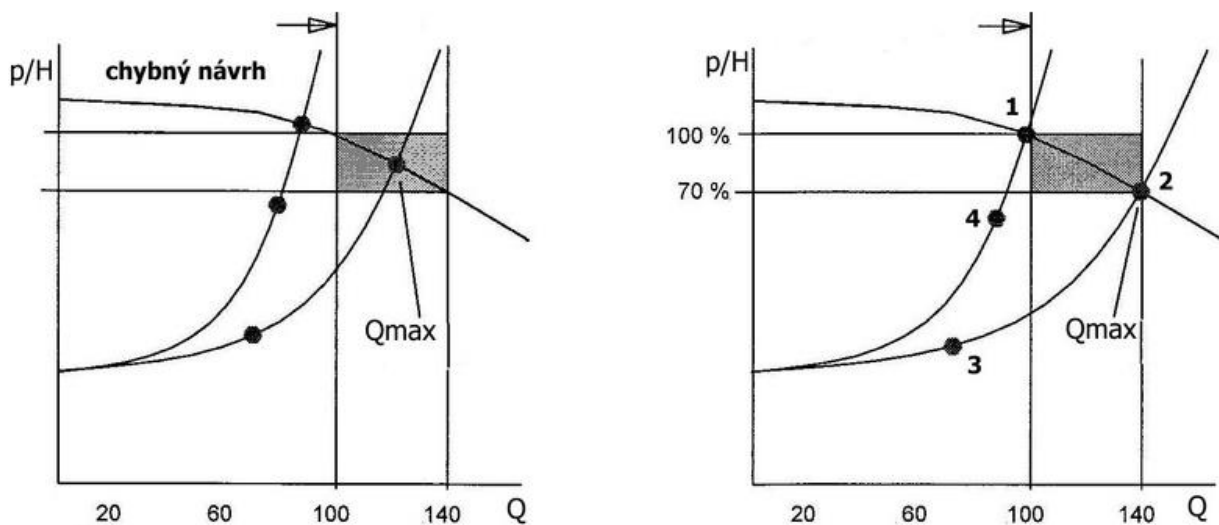
kde:

Q...je průtok v l/min

K...faktor výstřiku

P... tlak v bar.

Výsledkem hydraulického výpočtu je graf Q/H(p)- průtok/ výtlačná výška (tlak). Obsahuje křivku Q/H čerpadla a charakteristiku Q/H soustavy pro hydraulicky nejvýhodnější a nejnevýhodnější účinnou plochu. Z tohoto dokumentu jsou na první pohled zřejmé provozní body výpočtové a skutečné. Skutečné provozní body jsou v průsečíku křivky Q/H čerpadla s charakteristikami soustavy. Musí ležet v poli vymezeném tlakem na čerpadla 70 % až 100 % a průtokem 100 % až 140 % - viz obr. 18.



Obr. 10 Křivka Q/H (p)

1—výpočtový bod pro nejvýhodnější účinnou plochu, 2—provozní bod pro hydraulicky nejvýhodnější účinnou plochu, 3—provozní bod pro hydraulicky nejvýhodnější účinnou plochu, 4—výpočtový bod pro nejvýhodnější účinnou plochu

Obr. 18: křivka Q/H (p) (9)

Pro výpočet velikosti zásobní nádrže lze využít již stanovených hodnot v příslušné normě ČSN EN 12845, kde závisí na druhu nebezpečí a výšce nevyšší umístěného sprinkleru nad nejnižším umístěným sprinklerem nebo pomocí vzorce:

$$V = Q_{\max} \times \tau$$

kde:

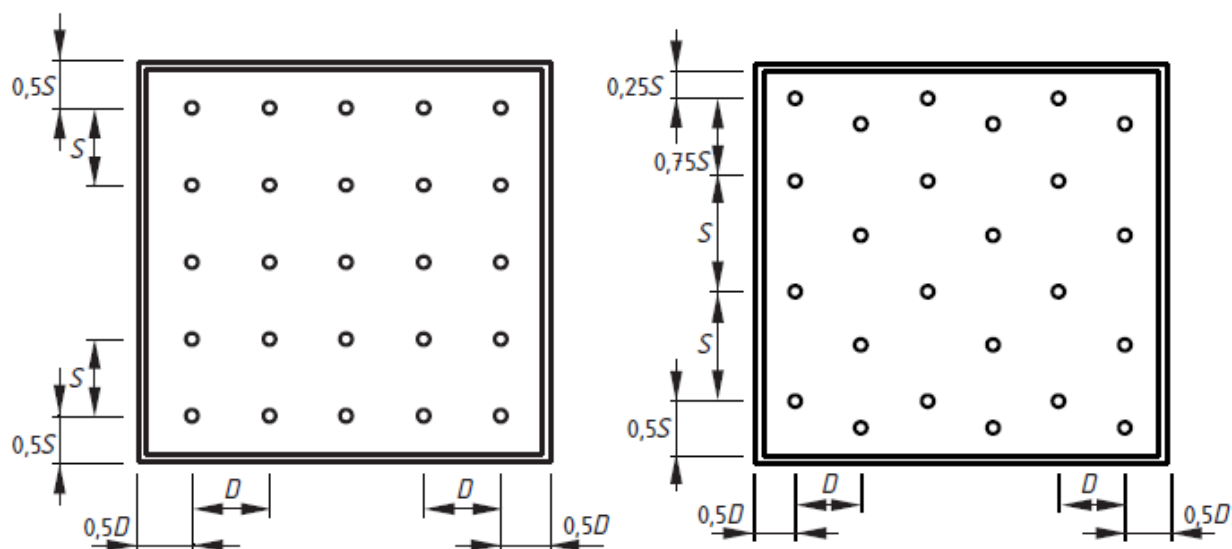
Q_{\max} ... průtok daný průřezem Q/H (p) křivky čerpadla s charakteristikou soustavy pro nevhodnější účinnou plochu [l/min]

τ ... doba činnosti [min]

Právě nádrž, či jiný způsob zásobování vodou (veřejná vodovodní síť či přírodní zdroj) hraje důležitou roli při funkci sprinklerového systému. Nádrže se navrhují na plný objem nebo redukovány. Nejnižší požadavky stanovuje již zmíněná norma ČSN EN 12845. Dále je třeba věnovat pozornost i zásobování elektrickou energií. Tyto zařízení, které napájí sprinklerové systémy, musejí být oddělená od všech ostatních. Upřednostňuje se zásobování rozvaděče čerpadla ze vstupní strany hlavního rozvaděče. Elektrický rozvaděč musí být při požáru plně funkční. Umísťují se do samostatných požárních úseků. Každé čerpadlo musí být opatřeno samostatným rozvaděčem. Ten musí umožnit samočinné a manuální spuštění elektromotoru a jeho ruční zastavení. Kabelové trasy musejí zůstat funkční po stanovenou dobu požáru, a musejí být chráněny proti požáru a mechanickému poškození. Požadavky na ně stanovují příslušné právní a technické dokumenty. (10) (5)

4.8 Rozmístění a umístění sprinklerů

Požadavky na rozmístění jsou stanovené v příslušné normě ČSN 12845 Stabilní hasicí zařízení- Sprinklerová zařízení- Navrhování, instalace, a údržba. Sprinklery se musí umisťovat tak, aby nedošlo k narušení výstřikového proudu. Pod tříštičem se musí udržovat volný prostor a to podle třídy nebezpečí a to v rozmezí od 0,3 m – 1 m. Minimální vzdálenost mezi sprinklery je 2m kromě sprinklerů v regálových úrovních či eskalátorech a schodišťové šachty. Rozmístění v půdorysech může být buď standartní či šachovnicové viz Obr. 19.



Legenda

S vzdálenost mezi sprinklery

D vzdálenost mezi sprinklery

Obr. 19: Standartní a šachovnicové rozmístění sprinklerů (5)

Maximální hodnoty mezi sebou či stavebními konstrukcemi jsou stanoveny ve výše zmiňované normě a záleží na třídě nebezpečí a také na tom o jaký typ sprinkleru se jedná. Jsou stanoveny i minimální vzdálenosti od stavebních konstrukcí a to:

- 2,0 m pro standartní uspořádání,
- 2,3 m pro šachovnicové uspořádání,
- 1,5 m u střech nebo stropů s odkrytými nosíky nebo krovovou konstrukcí vystavenou požáru,
- 1,5 m od líce budov bez celistvého vnějšího pláště,
- 1,5 m tam, kde vnější stěny jsou z hořlavých materiálů,
- 1,5 m tam, kde jsou vnější stěny z krovu s hořlavými obklady nebo z hořlavých obkladů nebo izolačních materiálů.

Sprinklery se musejí montovat podle toho, jak je stanoveno výrobcem. (5)

4.9 Stabilní hasicí zařízení v administrativních budovách

Jelikož se jedná o budovy, které se neustále projektují se stále zajímavější architektonickými úpravami, je důležité zabezpečit právě ochranu majetku a zdraví osob nacházející se v těchto prostorách. S rostoucí výškou nám narůstá zvýšené riziko rychlosti šíření požáru ve vertikálním směru díky komínovému efektu. To je jeden z důvodů proč se právě věnovat v administrativních budovách SSHZ.

Ve většině těchto staveb se též projektují garáže minimálně o jednom či více nadzemním případně podzemním podlaží. V těchto prostorách vzniká velké riziko vzniku požáru proto je v řadě zemí mnoho právních a normativní předpisů stanovující požadavky právě na instalaci a návrh SHZ.

4.9.1 Návrh sprinklerových systémů v administrativních budovách

Projektování tedy i návrh sprinklerových systému patří mezi rozsáhlejší výpočty, kdy každý ten návrh je jedinečný pro každou stavbu. Při těchto návrzích je nedílnou součástí projektová dokumentace a hydraulický výpočet. Výchozím dokumentem pro návrh je ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení- Sprinklerová zařízení- Navrhování, instalace, a údržba. Jak jsem již zmiňovala, ve většině administrativních budov se nacházejí jak kanceláře, kde mezi prioritní bude patřit ochrana osob a včasná evakuace, případně kdyby se jednalo ochranu majetku z důvodu např. ochrany písemností či jiných hodnotných předmětů, tak i garáže kde je velké riziko vzniku požáru. Tam se především bude dbát na ochranu majetku, a aby nedocházelo k rozšíření požáru po budově. Při těchto návrzích se počítá se součinností s jednotkou požární ochrany, která dokončí uhašení požáru, pokud tedy nebyl uhašen již sprinklerových zařízení před jejich příjezdem. Potřeba vybavení stavby právě sprinklerovým zařízením vyplývá z požárně bezpečnostního řešení stavby, požadavků majitele nebo provozovatele v případech, kde sprinklerová zařízení nepodmiňuje požární bezpečnost stavby nebo jiného zařízení a doporučení pojišťovnou. (10). Pro administrativní budovy nejsou v normě ČSN 73 0802- výrobní objekty stanoveny žádné požadavky pro instalaci SSHZ, pouze v případě, že by se jednalo o výškovou budovu, byl by požadavek na aplikaci tohoto zařízení. U garáží je už požadavek stanoven právě v normě ČSN 73 0804- výrobní objekty v příloze I, kde jsou stanoveny přesné kritéria pro jaké druhy garáží je nutné toho zařízení použít.

4.9.2 Porovnání sprinklerového systému při použití v garážích a kancelářích

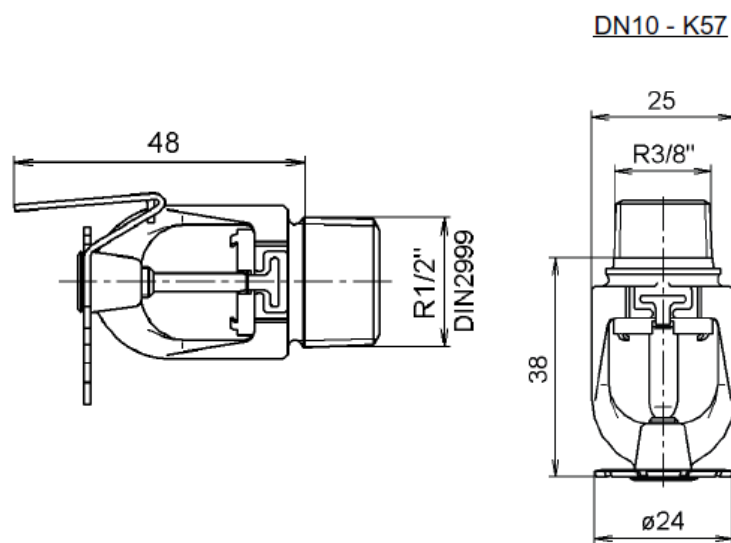
Toto porovnání bylo provedeno na základě požadavků normy ČSN EN 12845. Byly uvažovány hromadné garáže, kde požadavky na umístění a instalaci sprinklerového systému byly stanoveny na základě doporučení pojišťovny a kanceláře se nacházely ve výškové budově. Z toho důvodu byl zvýšen jejich požadavek na třídu nebezpečí z LH na OH3. Porovnání jednotlivých druhů můžeme vidět v tabulce 3. (5)

Tab. 9 Srovnání provozu

		HROMADNÉ GARÁŽE	KANCELÁČE
<i>Požární zatřídění</i>	<i>[-]</i>	<i>OH2</i>	<i>LH/OH</i>
<i>Systém</i>	<i>[-]</i>	<i>suchý/mokrý</i>	<i>mokrý</i>
<i>Intenzita dodávky vody</i>	<i>[mm/min]</i>	<i>5</i>	<i>2,25/5</i>
<i>Účinná plocha</i>	<i>[m²]</i>	<i>180</i>	<i>84/216</i>
<i>Plocha jištěná jedním sprinklerem</i>	<i>[m²]</i>	<i>12</i>	<i>9/12</i>
<i>Doba činnosti</i>	<i>[min]</i>	<i>60</i>	<i>30/60</i>
<i>Min. objem zavodňovací nádrže</i>	<i>[l]</i>	<i>500</i>	<i>100/500</i>
<i>K-faktor</i>	<i>[-]</i>	<i>80</i>	<i>57/80</i>
<i>Min. tlak před sprinklerem</i>	<i>[bar]</i>	<i>0,35</i>	<i>0,7/0,35</i>

4.9.3 Možné typy sprinklerů pro kancelářské prostory

Při dnešních možnostech existuje celá řada různých typů sprinklerů. O vhodnosti jednotlivých typů rozhoduje především technik specializovaný na danou problematiku. Mezi často používané sprinklery patří klasický stěnový sprinkler a je možné vidět i aplikaci stěnového neboli postranního sprinkleru. Tyto dva typy sprinklerů se liší především v umístění a jejich požadavcích na aplikaci do prostor a jejich možné hasicí účinky. Na obrázku č. 9, můžeme vidět rozdílnost v jednotlivých typech sprinklerových hlavic, kdy se jedná tedy o stropní sprinklerovou hlavici a stěnovou.



Obr. 20: Typy sprinklerových hlavíc (11)

Každý typ sprinklerové hlavice má rozdílné požadavky na aplikaci a prostor, do kterých jsou aplikovány. Tyto požadavky uvádějí výrobci a zároveň stanovení normy ČSN EN 12 845- Stabilní hasicí zařízení- Navrhování, instalace a údržba. Porovnání těchto dvou typů můžeme vidět v následující tabulce č.4. (11)

Tab. 10 - Srovnání sprinklerových hlavíc (10) (8)

		STROPNÍ HLAVICE	STĚNOVÁ HLAVICE
<i>Tepelná odezva RTI</i>	<i>[-]</i>	<i>Standartní 200-400</i>	<i>Rychlá <50</i>
<i>Min. tlak na sprinleru</i>	<i>[bar]</i>	<i>0,7</i>	<i>2,5</i>
<i>K-faktor</i>	<i>[-]</i>	<i>57, 80, 115</i>	<i>80</i>
<i>Plocha jištěná 1. sprinkler</i>	<i>[m²]</i>	<i>21 (LH)</i>	<i>17 (LH)</i>
<i>Výškové omezení místnosti</i>	<i>[m]</i>	<i>Bez požadavků</i>	<i>Max. 4,1m</i>
<i>Možnost využití pro jednotlivé třídy nebezpečí</i>	<i>[-]</i>	<i>LH, OH, HHP</i>	<i>LH, OH1</i>

5 Závěr

Záměrem této práce bylo shrnout informace o sprinklerových systémech a to nejdříve po všeobecné stránce a pak následně se zaměřením na administrativní budovy. Instalace sprinklerových systému je vždy založena na podrobném výpočtu a záleží na mnoha faktorech. Je vždy nutné se řídit především technickými dokumenty jednotlivých výrobců, které uvádějí konkrétní požadavky na instalaci a jednotlivé technické parametry pro hydraulický výpočet či předběžný návrh. Zároveň se také lze řídit podle normy ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, údržba a instalace. Jednotlivé zařízení se vždy navrhuje na konkrétní případ. Právě podle zmiňované normy se jednotlivé prostory zařazují do jednotlivých tříd nebezpečí, podle kterých se pak následně volí způsob ochrany a další potřebné komponenty pro návrh. V dnešní době existuje stále více prostředků a možností k ochraně osob a majetku, přesto ale stabilní hasicí zařízení patří k neúčinnějším zařízením pro potlačení požáru a zabránění ztrátám na životech a větším škodám na majetku.

Seznam obrázků

<i>Obr. 1: Zanešené uzavírací šoupátko od rzi a sprinklerová hlavice zanešená vláknem bavlny (1)</i>	5
<i>Obr. 2: Hlavní komponenty sprinklerové soustavy (5)</i>	8
<i>Obr. 3: Samočinné otevření sprinklerové hlavice (1)</i>	9
<i>Obr. 4: Schéma mokré soustavy (6)</i>	10
<i>Obr. 5: Porovnání suché a mokré soustavy (6)</i>	11
<i>Obr. 6: Schéma doplňkového hasicího zařízení (8)</i>	12
<i>Obr. 7: Schéma polostabilního hasicího zařízení</i>	12
<i>Obr. 8: Čerpací zařízení s pohonem elektromotorem</i>	15
<i>Obr. 9: Mokrý ventilová stanice (6)</i>	16
<i>Obr. 10: Provedení sprinkleru s tepelnou pojistkou (1)</i>	18
<i>Obr. 11: Sprinklery s tavnou pojistkou na 68°C a různou tepelnou odezvou (1)</i>	19
<i>Obr. 12: Stojatá hlavice (9)</i>	20
<i>Obr. 13: Zavěšená hlavice (9)</i>	20
<i>Obr. 14: Horizontální hlavice (9)</i>	21
<i>Obr. 15: Suchá zavěšená hlavice (9)</i>	21
<i>Obr. 16: Hlavice ESFR (9)</i>	22
<i>Obr. 17: Poplachové zvony (1)</i>	23
<i>Obr. 18: křivka $Q/H(p)$ (9)</i>	27
<i>Obr. 19: Standardní a šachovnicové rozmístění sprinklerů (5)</i>	28
<i>Obr. 20: Typy sprinklerových hlavice (11)</i>	31

Seznam tabulek

<i>Tab. 1 - Označení jednotlivých druhů hasiva dle ČSN 73 0810:2010</i>	3
<i>Tab. 2 - Návrhové požadavky na závěsy potrubí (5)</i>	17
<i>Tab. 3 - Minimální průměry potrubí (5)</i>	17
<i>Tab. 4 - Otevírací teploty a jejich použití</i>	18
<i>Tab. 5 - Tepelné odezvy a průměry baňky</i>	19
<i>Tab. 6 - Návrhová intenzita dodávky vody a účinná plocha pro LH, OH a HHP (5)</i>	24
<i>Tab. 7 - Typy sprinklerů a K- faktory pro různé třídy nebezpečí (5)</i>	25
<i>Tab. 8 - Maximální plochy jištěné jedním sprinklerem (5)</i>	25
<i>Tab. 9 Srovnání provozu</i>	30
<i>Tab. 10 - Srovnání sprinklerových hlavice (10) (8)</i>	31

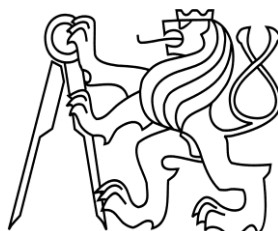
Literatura

1. **Rybář, Pavel.** *Příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně majetku a technologii.* Praha : Ministerstvo vnitra- generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2014.
2. ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení.* Praha : ÚNMZ, 2016.
3. **KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL.** *Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách: stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost.* V Ostravě : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. 978-80-7385-103-3.
4. Vyhláška č. 246/2001 Sb. *o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního dozoru.* Praha : Ministerstvo vnitra, 2001.
5. ČSN EN 12845. *Stabilní hasicí zařízení- Sprinklerová zařízení- Navrhování, instalace a údržba.* Praha : ÚNMZ, 2015.
6. **Rybář, Pavel.** Sprinklerová stabilní hasicí zařízení-I. díl. *TZB-info.* [Online] Ministerstvo vnitra, 28. 3 2016. <http://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13971-sprinklerova-zarizeni-i-dil>.
7. **Pokorný, Marek a Šimmer, Daniel.** *Stabilní hasicí zařízení.* Praha : Marek Pokorný, Daniel Šimmer, 2006.
8. **Sprinkplan.** <http://www.sprinkplan.cz>. [Online] [Citace: 11. 5 2017.] <http://www.sprinkplan.cz/sprinkler/>.
9. **Ing. Ilona Koubková, Ph.D.** *Stabilní hasicí zařízení.* Praha : autor neznámý, 2017.
10. **Rybář, Pavel.** Sprinklerové stabilní hasicí zařízení-II.díl. *TZB-info.* [Online] Ministerstvo vnitra, 4. 4 2016. <http://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13996-sprinklerova-zarizeni-ii-dil>.
11. **Minimax.** Katalog produktů. *Technical data sheet.* místo neznámé : Minimax.
12. **Rybář, Pavel.** Sprinklerové stabilní hasicí zařízení-III.díl. *TZB-info.* [Online] Ministerstvo vnitra, 4. 11 2016. <http://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/14023-sprinklerova-zarizeni-iii-dil>.
13. **Wald, František, a další, a další.** *Modelování dynamiky požáru v budovách.* Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2017.
14. ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb- Nevýrobní objekty.* Praha : ÚNMZ, 2009.
15. **Rybář, Pavel.** *Stabilní hasicí zařízení.* Praha : autor neznámý, 2007.

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra Technického zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

TECHNICKÁ ZPRÁVA

SWAZEK III

Bc. Tereza Havrdová

vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

2017

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratk	3
1 Úvod 4	
1.1 Popis řešeného objektu	4
1.2 Účel návrhu.....	4
1.3 Výchozí podklady.....	5
1.4 Popis zařízení.....	5
2 Technické řešení	5
3 Rozsah ochrany a návrhová kritéria chráněných prostorů	6
4 Zásobování vodou	7
4.1 Požární nádrž	7
4.2 Strojovna SHZ	8
4.3 Čerpadla.....	8
4.4 Sprinklerové soustavy.....	9
5 Armatury	9
6 Potrubní rozvody	10
6.1 Upevnění potrubí	10
7 Signalizace chodu SHZ	10
8 Zkušební provoz	11
9 Uvedení do provozu	11
10 Podmínky montáže	12
Příloha 1 – Elektrické čerpadlo od firmy SIGMET	13
Literatura	14

Seznam použitých symbolů a zkratk

Latinské symboly

Q	Průtok	l/min
K	Faktor výstřiku	
P	Tlak	bar
K	Faktor výstřiku	

Zkratky

SHZ	Stabilní hasicí zařízení
EPS	Elektrická požární signalizace
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení stavby
LH	Lehké nebezpečí
OH	Střední nebezpečí
DN	Dimenze potrubí

1 Úvod

Předmětem této projektové dokumentace je návrh sprinklerového stabilního zařízení do prostor administrativní budovy nacházející v ulici Karlovarská 814 na Praze 6. Konkrétně se jedná o budovu autosalonu Klokočka. Sprinklerové systémy budou aplikovány na základě požadavků příslušných orgánů a investora (pojišťovny). Jejich cílem je ochrana majetku a především osob vyskytujících se v prostorech administrativní budovy.

1.1 Popis řešeného objektu

Jak již bylo zmíněno, jedná se o administrativní budovu, která zároveň slouží i jako autosalon. Budova má celkem 6 nadzemních podlaží a jedno podzemní. V 1. PP se nachází z velké části jídelna s bufetem a z té menší části archiv. V přízemí byl zřízen autosalon. Do budovy, je možno vstoupit čtyřmi vstupy viz půdorys 1.NP. V následujícím podlaží se nachází kanceláře a otevřené kanceláře v podobě open space. Ve 3-5. NP jsou zřízeny uzavřené kanceláře. 6. NP je navrženo jako ustupující od všech hran objektu a slouží jako kanceláře pro manažery dané firmy.

Z konstrukčního hlediska se jedná o budovu, která je postavena na skeletovém systému o modulové síti 6,6 x 6,4 m. Hlavní nosné sloupky jsou navrženy o rozměrech 400 x 700 mm. Ztužující stěny jsou navrženy ze železobetonu o tl. 200mm. Konstrukce podporující schodiště jsou též navrženy ze železobetonu o stejné tloušťce. Nosné stěny jsou navrženy ze železobetonu o tl. 150mm. Uprostřed objektu je navrženo ztužující jádro, ve kterém jsou umístěny toalety, místnosti pro úklid, sklady, kuchyně a zasedací místnosti. Nenosné stěny jsou, navrženy z lehčeného betonu od firmy Ytong jejich tloušťky se pohybují od 100 mm do 150 mm. Obvodový plášť je navržen ze zavěšeného skleněného pláště s kovovou konstrukcí. Stropní nosná konstrukce je zhotovena z železobetonu o tl. 300mm. Celková konstrukční výška podlaží je 3,6m.

1.2 Účel návrhu

Tato projektová dokumentace byla zpracována na úrovni dokumentace pro stavební povolení, na základě materiálů zveřejněných na stránkách Stavby roku, byl poskytnut soubor velmi okrajové studie a situace ve formátu PDF. Tento návrh nebude sloužit, jako návrh pro instalaci těchto systémů ale pouze poslouží pro studijní účely této diplomové práce.

1.3 Výchozí podklady

Pro zpracování tohoto návrhu byly použity tyto podklady:

- ČSN EN 12845 - Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, údržba a instalace
- Architektonická studie ve formátu PDF

1.4 Popis zařízení

Sprinklerové hasicí zařízení je samočinné hasicí zařízení využívající jako jedno z možností hasicí medium vodu. Využití vody má několik výhod, jako je výparné teplo, velká měrná tepelná kapacita, dostupnost, nízká cena a především chemická neutralita. Hašení vodou je založené na intenzivním ochlazovacím účinku, kterým se snižuje teplota hašené látky pod bod vznícení. To předpokládá, aby kapky měly dostatečnou kinetickou energii a pronikly proudem plynných zplodin hoření až na povrch hašeného objektu. Voda vystřikuje sprinklerovými hlavicemi ve formě sprchového proudu o dané intenzitě. Tento proud také ovlivňuje, velikost a rychlost kapek a tvaru výstřikového tvaru. Tyto faktory ovlivňuje především tlak na hlavici a provedení tříštiče sprchové hlavice. Vysoká účinnost sprinklerového stabilního hasicího zařízení je dána tím, že požár je likvidován v jeho počáteční fázi požáru. Aktivováním systému se automaticky spouští poplachové zařízení – poplachový zvon.

2 Technické řešení

SHZ je sestaveno z potrubní sítě, která je trvale upevněna ke stavebním konstrukcím, sprinklerových hlavic, které jsou upevněné k potrubním rozvodům, ventilové stanici a vodního zdroje.

Toto zařízení, jelikož pracuje automaticky, nepotřebuje trvalou obsluhu. Bude pravidelně kontrolováno a bude podrobena pravidelným zkouškám. V této administrativní budově bude navržena mokrá sprinklerová soustava, což znamená, že potrubní síť bude trvale zavodněná a teplota v těchto prostorech neklesne pod 4°C.

Ventilová stanice se nachází v 1. PP v samostatném požárním úseku. Vodní zdroj je řešen v podobě podzemní betonové nádrže o rozměrech 6,2 x 9,08 x 3,4 m. Hydraulický výpočet nebude v této diplomové práci proveden a jednotlivé dimenze potrubí a ostatních prvků budou převzaty z již navržených hodnot podle normy ČSN EN 12845 - Stabilní hasicí zařízení – sprinklerové systémy – navrhování, instalace a

údržba. Plocha, která je chráněná jednou ventilovou stanicí, je dle ČSN EN 12845 11.1.3 stanovena na 12 000 m². Tomu odpovídá počet ventilových stanic.

Ve všech chráněných prostorech budou instalované stropní sprinklerové hlavice. Pokud budou prostory vybaveny neprůtočnými podhledy (průtočnost min 70%) s dutinou více jak 800mm nebo větší kabelovou zátěží tak bude muset být provedena ještě jedna úroveň sprinklerů. Strojovna SHZ se nachází v 1.NP a tvoří samostatný požární úsek s požadovanou odolností min. 60 minut dle požadavků normy (1) čl. 10.3.1. Je do ní umožněn samostatný vstup z venku viz výkres 1.NP . Tato místnost má zajištěnou ochranu sprinklery.

3 Rozsah ochrany a návrhová kritéria chráněných prostorů

V této administrativní budově bude navrženo jištění do všech prostorů s výjimkou prostorů daných dle normy ČSN EN 12845 a prostorů, kde to nepožaduje PBŘ. Jedná se o prostory hygienického zařízení, jako jsou umývárny a záchody z nehořlavých materiálů, v níž nejsou skladovány hořlavé látky. Dále nebude jištěno schodiště, které je navrženo jako uzavřené a uzavřené vertikální šachty bez hořlavých látek, které jsou požárně oddělené, též nebudou jištěny prostory, které vyžadují jiné jištění než sprinklerové jako je server, rozvodna pro silnoproud a slaboproud.

ADMINISTRATIVNÍ PROSTORY

System	Mokrá
Typ ochrany	Stropní jištění
Třída nebezpečí	LH (malé nebezpečí)
Intenzita [mm/m ²]	2,25
Účinná plocha[m ²]	84
K-faktor	57
Doba funkčnosti [min]	30
Plocha jištěna jedním sprinklerem[m ²]	21

Přesto, že norma (1) v příloze A uvádí, že kancelářské prostory spadají do kategorie třídy nebezpečí LH, v praxi se toto zařídění pro tyto prostory nepoužívá neboť, by toto jištění bylo nedostatečné a to z toho důvodu, že v objektu se vyskytuje větší počet osob a ve většině případů, se vyskytují i různé příruční sklady. Proto se v praxi zařídí tyto prostory do kategorie OH2 (střední nebezpečí skupiny 2). Tudiž budou brány tyto hodnoty pro tento provoz:

ADMINISTRATIVNÍ PROSTORY

System	Mokrá
Typ ochrany	Stropní jištění
Třída nebezpečí	OH2 (střední nebezpečí)

Intenzita [mm/m ²]	5
Účinná plocha[m ²]	144
K-faktor	80
Doba funkčnosti [min]	60
Plocha jištěna jedním sprinklerem[m ²]	12

PODZEMNÍ PROSTORY S JÍDELNOU A BUFETEM

Systém	Mokrá
Typ ochrany	Stropní jištění
Třída nebezpečí	OH1 (střední nebezpečí)
Intenzita [mm/m ²]	5,0
Účinná plocha[m ²]	72
K-faktor	80
Doba funkčnosti [min]	60
Plocha jištěna jedním sprinklerem[m ²]	12

VÝSTAVNÍ PROSTOR AUTOSALÓNU

Systém	Mokrá
Typ ochrany	Stropní jištění
Třída nebezpečí	OH4 (střední nebezpečí)
Intenzita [mm/m ²]	5,0
Účinná plocha [m ²]	360
K-faktor	80
Doba funkčnosti [min]	60
Plocha jištěna jedním sprinklerem[m ²]	12

V normě ČSN EN 12845 v kapitole 5.1.1 jsou uvedené výjimky, které uvádějí, že umývárny a záchody, uzavřená schodiště, vertikální šachty, které jsou z nehořlavých materiálů a odděleny nemusí být chráněny sprinklerovým systémem

4 Zásobování vodou

4.1 Požární nádrž

Jako vhodný zdroj pro zásobování vodou, je navržena betonová zásobní nádrž s elektrickým čerpadlem, umístěným v samostatné místnosti tvořící požární úsek s přímým přístupem z venku. Objem vody je navržen dle normy ČSN EN 12845 tab. 9, která nám říká, že pro daný objekt musí být navržena nádrž, která splňuje minimální objem 185 m³. Tato hodnota byla stanovena na nejvyšší zatřídění objektu a to na OH4. Nádrž se nachází v 1. PP a má rozměry 6,2 x 6,08.

Celkový objem nádrže je:

$$6,8 \cdot 9,08 \cdot 3,4 = 209,9 \text{ m}^3 \geq 185 \text{ m}^3 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Nádrž SHZ musí být vybavena samostatným doplňováním vody z vodovodní přípojky – připojovací místo bude umístěno ve strojovně SHZ. Výkon vodovodní přípojky musí zajistit opětovné naplnění požárních nádrží do 36 hodin.

Bude navržena také tak aby splňovala podmínky stanovené normou ČSN EN 12845 9.6.2. b.

4.2 Strojovna SHZ

Tato místnost tvoří samostatný požární úsek a je ohraničena konstrukcemi splňující požadovanou požární odolnost. Bude v ní umístěno požární čerpadlo a ostatní zařízení zajišťující správnou funkci SHZ. Tato místnost nesmí sloužit krom požadavků pro zajištění požární ochrany ke skladování žádných jiných hořlavých materiálů.

4.3 Čerpadla

Čerpadla jsou umístěna v samostatné místnosti tvořící požární úsek a je tam umožněn přímý vstup z venku. Tato místnost se nachází v 1.NP. Tyto čerpadla jsou navržena jako elektrická. V této místnosti bude udržovaná teplota, která neklesne pod 4°C. U každého čerpadla musí být instalováno zavodňovací čerpadlo, které splňuje podmínky v normě ČSN EN 12845 10.6.2.4. Objem této nádrže bude splňovat minimální hodnotu a to 500 l a rozměr zavodňovacího potrubí o rozměrech 50 mm. Bude použito čerpadlo od firmy SIGMET spol. s.r.o. Jelikož nebylo možné umístit čerpadla v nátokové dispozici podle podmínek normy (1) čl. 10.6.1 lze použít čerpadla v podtlakové dispozici případně využít vertikální odstředivá čerpadla. Jedná se o vertikální odstředivé čerpadlo typu VDS přímo pro sprinklerová zařízení. V příloze 1 je vyznačeno použité čerpadlo s jeho charakteristikami a grafem, který vyznačuje charakteristiku čerpadla.

Dle normy ČSN EN 12845 tab. 16 pro OH4, budou splněny tyto požadavky viz Obr. 1 v rozmezí výšky $15 < h < 30$ m.

Třída nebezpečí	Výška sprinklerů h nad ventilovou stanicí (stanicemi) m	Jmenovité údaje		Charakteristika			
		Tlak bar	Průtok l/min	Tlak bar	Průtok l/min	Tlak bar	Průtok l/min
OH3 Suchá nebo smíšená	$h \leq 15$	1,9	2 650	3,0	2 100	3,5	1 800
	$15 < h \leq 30$	2,4	3 050	4,5	2 100	5,0	1 800
OH4 Mokrá nebo předstihová	$30 < h \leq 45$	3,0	3 350	6,0	2 100	6,5	1 800

Obr. 1: minimální charakteristika čerpadla pro nebezpečí LH a OH (předem vypočítaná zařízení) (1)

Zajištění zásobování elektrickou energií bude zajištěno vždy a to i v případě výpadku proudu a to pomocí záložní baterie. Požadavky na zásobování elektrickou energií budou splněny dle požadavků normy ČSN EN 12845 10.8.2

4.4 Sprinklerové soustavy

V objektu je navržena mokrá soustava, což se jedná o soustavu, která je trvale zaplněna vodou. Pro celou administrativní budovu je navržena vzhledem k její velikosti jedna sprinklerová soustava neboť celková chráněná plocha jištěná touto soustavou je 5400 m², tudíž to splňuje podmínku danou v normě ČSN EN 12845 tab. 17, která říká, že maximální chráněná plocha jednou ventilovou stanicí může být 12000m². Přesná poloha ventilové stanice je zřejmá z výkresové dokumentace.

5 Armatury

Do armatur spadá i ventilová stanice, kterou musí být opatřena každá sprinklerová soustava, jak je zmíněno v kapitolách výše je zde instalována jedna ventilová stanice. Uzavíracími armaturami se může uzavřít dodávka vody ke sprinklerům a musí se uzavírat ve směru hodinových ručiček. Také musí být jednoznačně viditelné, zda je armatura otevřená či uzavřená. Tato armatura je usazena před řídicími ventily. Odvodňovací armatury jsou umístěny dle požadavků normy (1) čl. 15.4 a to:

- Za ventilovou stanicí
- Za každým podřízeným řídicím ventilem
- Za každou podřízenou uzavírací armaturou
- Mezi suchým potrubím nebo podřízenou ventilovou stanicí a kteroukoliv podřízenou uzavírací armaturou instalovanými pro zkušební účely
- Jakákoliv potrubím, které nemůže být odvodněno jinou odvodňovací armaturou, s výjimkou klesaček k jednotlivým sprinklerům v mokré soustavě

Velikost odvodňovacích armatur bude splněno dle normy (1) tab. 39.

Zkušební armatury slouží pro zkoušku poplachu a zkoušku spouštění čerpadla a jsou umístěny v hydraulicky nejvzdálenějším místě a jsou zabezpečeny proti neoprávněné manipulaci.

Dále je důležité umístění tlakoměrů, které budou umístěny dle požadavků normy (1) čl. 15.7

6 Potrubní rozvody

Rozvodné potrubí bude provedeno z ocelových trubek závitových DN 15 - DN 50 a ocelových hladkých svařovaných pro potrubí DN 65 – DN 100. Potrubí DN15 až DN50 bude spojeno závity nebo drážkovým spojem, potrubí DN65 až DN100 bude spojeno pomocí drážkových spojů nebo svářením. Všechna tato potrubí musí být opatřena antikoročním nátěrem. Potrubní rozvody je nutné ukládat viditelně, či tak aby byl k nim snadný přístup. Hlavní rozvodné stropní potrubí bude vyspádováno směrem ke stoupacímu potrubí, a od stoupacího potrubí směrem k ventilové stanici, kde je hlavní odvodnění soustavy. Rozvody budou v nejvyšších místech odzdušněné a v nejnižších místech odvodněné pomocí ventilů. Všechny tyto ventily musí být snadno přístupné, a pokud jsou zakryté podhledovým systémem, musí být toto místo označené a odnímatelné.

Vstup potrubí do strojovny a všechny prostupy zdmi musí být provedeny tak, aby nemohlo dojít k přenosu tlaku stavebních konstrukcí na potrubí a bylo zabráněno případnému prosakování vody kolem potrubí. Při průchodu potrubí z jednoho požárního úseku do druhého musí být vstup potrubí protipožárně utěsněn.

6.1 Upevnění potrubí

Závěsy potrubí se musí upevnit přímo k budově, nebo pokud je to nezbytné ke strojům, skladovým regálům či jiným konstrukcím. Závěsy budou zcela obepínat potrubí a nebudou přivařované k potrubí. Závěsy budou navrženy z nehořlavých materiálů. Rozdělovací potrubí a stoupací bude mít dostatečný počet pevných bodů pro uchycení axiálních sil. Jejich rozmístění bude dle normy (1) čl. 17.2.2 po max. 4 m. Pro potrubí větší jak 50mm mohou být tyto vzdálenosti zvětšeny o 50% za předpokladu splnění podmínek zmiňovaných právě v čl. 17.2.2. Na závěsech potrubí SHZ a na potrubí SHZ nesmí být uchycené a zavěšené žádné jiné zařízení

7 Signalizace chodu SHZ

Průtokem vody otevřenou hlavicí dochází od ventilové stanice k impulsu mechanické signalizace poplachovým zvonem. Poplachový zvon bude umístěn co nejbližší k řídicímu ventilu a bude označen zřetelně číslem soustavy.

Vybrané informace o stavu SHZ, jsou přejímány do ústředny EPS, která je umístěna v místě stále obsluhy. EPS musí signalizovat tyto signály:

- separátní signál typu „HOŘÍ“ pro každou ventilovou stanici zvlášť

- sdružený signál typu „SDUŽENÁ PORUCHA“
- signál „HLAVNÍ ČERPADLO CHOD“
- signál „HLAVNÍ ČERPADLO PORUCHA“

Pro ventilovou stanici bude umístěn podružný kontrolní panel SHZ, který přejímá a vyhodnocuje informace od kontrolních prvků. Měl by signalizovat:

- Stav hladiny vody v požární nádrži.
- Stav paliva v palivové nádrži požárního čerpadla.
- Tlak vody v přívodním a rozvodném potrubí.
- Výpadek elektrického proudu ze sítě, vypnutý rozvaděč, poruchu v ovládání náhradních zdrojů

Signalizace by měla nastat za těchto případů:

- U všech uzavíracích armatur, které jsou v pohotovostním stavu otevřeny již při přivření armatury o 20% délky uzavírací dráhy.
- U uzavíracích armatur, které jsou v pohotovostním stavu uzavřeny před průtokem vody.
- U uzavíracích armatur před tlakovými spínači, poplachovými zařízeními apod. při kterékoliv jiné než pohotovostní poloze.
- U nádrže s vodou při snížení jmenovitého množství o více než 10%.
- U nádrže a palivem při snížení jmenovitého množství o více než 10%.

Z hlediska označování jednotlivých prvků pomocí tabulek, oznámení a informací bude vše navrženo dle normy ČSN EN 12845 kap. 18

8 Zkušební provoz

Jelikož se jedná o zařízení, které se spouští na základě změn teploty, nelze provádět komplexní zkoušky tohoto zařízení. Lze pouze provést zkoušky strojovny a signalizace chodu.

Přejímací, schvalovací zkoušky a údržba musí být v souladu s normou ČSN EN 12845 odstavce 19 a 20.

9 Uvedení do provozu

Před komplexním vyzkoušením je nutno rozvody SHZ propláchnout vodou. Potřebná doba proplachování je závislá na vnitřní čistotě potrubí a na čistotě použité vody.

Před uvedením SHZ do trvalého provozu musí být rozvody SHZ tlakově odzkoušeny zkušebním tlakem 1,5 MPa. Při tlakové zkoušce nesmí v potrubním rozvodu po dobu 2 hod poklesnout tlak. Dodavatel SHZ vystaví potvrzení o provedené tlakové zkoušce potrubí pro každou soustavu zvlášť.

10 Podmínky montáže

Při výrobě jednotlivých dílů potrubí a při montáži spojek potrubí je třeba dodržet předpisy výrobce.

Montáž SHZ musí být provedena výrobcem tohoto zařízení nebo organizací, která má k této činnosti oprávnění a platnou certifikaci.

Při montáži SHZ je bezpodmínečně nutno dodržovat všechny příslušné bezpečnostní předpisy a ustanovení.

Příloha 1 – Elektrické čerpadlo od firmy SIGMET

Seznam obrázků

Obr. 1: minimální charakteristika čerpadla pro nebezpečí LH a OH (předem vypočítaná zařízení) (1) 8

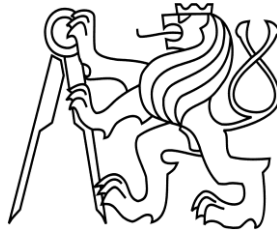
Literatura

1. ČSN EN 12845. *Stabilní hasicí zařízení- Sprinklerová zařízení- Navrhování, instalace a údržba*. Praha : ÚNMZ, 201

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra Technického zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**POČÍTAČOVÁ MODELACE ZAMĚŘUJÍCÍ NA MĚŘENÍ VÝŠKY
KOUŘOVÉ VRSTVY A APLIKACI DVOU TYPŮ
SPRINKLEROVÝCH HLAVIC V KANCELÁŘSKÉM PROSTORU**

**COMPUTER MODELING TO MEASURE THE HEIGHT OF THE
SMOKE LAYER AND APPLICATION OF TWO TYPES OF SPRINKLER
HEADS IN THE OFFICE SPACE**

SVAZEK IV

Bc. Tereza Havrdová

vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

2017

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratek	3
1 Úvod 5	
1.1 Popis zkoumaného objektu	5
1.2 Popis modelové místnosti.....	6
2 Výška kouřové vrstvy.....	10
3 Simulace stropní sprinklerové hlavice v kancelářském prostoru.....	16
4 Simulace stěnové (stranové) sprinklerové hlavice.....	19
5 Porovnání stropní a stranové sprinklerové hlavice v kancelářském prostoru	22
6 Závěr	24
Příloha 1 – Zdrojové kódy jednotlivých simulací	25
Výška kouřové vrstvy	25
Výška kouřové vrstvy s větracím otvorem	29
Aplikace stropní sprinklerové hlavice.....	33
Aplikace stěnové sprinklerové hlavice	37
Seznam obrázků	42
Literatura	43

Seznam použitých symbolů a zkratek

Latinské symboly

Q	Průtok	l/min
K	Faktor výstřiku	
P	Tlak	bar
K	Faktor výstřiku	
h_s	Světlá výška posuzovaného prostoru	m
a	součinitel rychlosti odhořívání	
p_n	Nahodilé požární zatížení	kg/m ²
p_s	Stálé požární zatížení	kg/m ²
a_n	součinitel odhořívání pro nahodilé požární zatížení	kg/m ²
a_s	součinitel odhořívání pro stálé požární zatížení	kg/m ²
l_u	Délka únikové cesty	m
v_u	Rychlost pohybu osob	m/s
k_u	Jednotková rychlost	
E	Počet evakuovaných osob	
s	Součinitel podmínek evakuace	
u	počet únikových pruhů	
HRRPUA	výkon vztažený na plochu	kW/m ²
HRR	rychlost uvolňování tepla	kW
S	plocha	m ²

Řecké symboly

τ	doba činnosti	min
--------	---------------	-----

Zkratky

FDS	Fire Dynamics Simulator (software)
MV	Ministerstvo vnitra
SHZ	Stabilní hasicí zařízení
EPS	Elektrická požární signalizace

PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
SSHZ	Samočinné stabilní hasicí zařízení
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení stavby
NÚC	Nechráněná úniková cesta
HRR	Heat Rate Reserve

1 Úvod

Cílem této modelace bylo co nejvíce se přiblížit reálným hodnotám skutečného požáru vzniklého v kancelářském prostoru. Pro tuto modelaci byl využit program PyroSim a FDS, kdy tyto programy lze mezi sebou navzájem při modelaci kombinovat. Jsou zde popsány 3 vzniklé situace. V první fázi je posuzovaná výška kouřové vrstvy, kdy do místnosti byly usazeny čidla pro její měření. V druhé a třetí části jsou do místnosti dle návrhu umístěny sprinklerové hlavice a to stěnové (postranní) a běžné stropní. Jím byl zkoumán ochlazovací účinek v daném prostoru a časové spuštění jednotlivých sprinklerů.

1.1 Popis zkoumaného objektu

Jedná se o administrativní budovu, která zároveň slouží i jako autosalon. Budova má celkem 6 nadzemních podlaží a jedno podzemní. V 1. PP se nachází z velké části jídelna s bufetem a z té menší části archiv. V přízemí byl zřízen autosalon. Do budovy, je možno vstoupit čtyřmi vstupy viz půdorys 1.NP. V následujícím podlaží se nachází kanceláře a otevřené kanceláře v podobě open space. Ve 3-5. NP jsou zřízeny uzavřené kanceláře. 6. NP je navrženo jako ustupující od všech hran objektu a slouží jako kanceláře pro manažery dané firmy.

Z konstrukčního hlediska se jedná o budovu, která je postavena na skeletovém systému o modulové síti 6,6 x 6,4 m. Hlavní nosné sloupy jsou navrženy o rozměrech 400 x 700 mm. Ztužující stěny jsou navrženy ze železobetonu o tl. 200mm. Konstrukce podporující schodiště jsou též navrženy ze železobetonu o stejné tloušťce. Nosné stěny jsou navrženy ze železobetonu o tl. 150mm. Uprostřed objektu je navrženo ztužující jádro, ve kterém jsou umístěny toalety, místnosti pro úklid, sklady, kuchyně a zasedací místnosti. Nenosné stěny jsou, navrženy z lehčeného betonu od firmy Ytong jejich tloušťky se pohybují od 100 mm do 150 mm. Obvodový plášť je navržen ze zavěšeného skleněného pláště s kovovou konstrukcí. Stropní nosná konstrukce je zhotovena z železobetonu o tl. 300mm. Celková konstrukční výška podlaží je 3,6m.

Z hlediska klasifikačních tříd nebezpečí pro umístování sprinklerových hlavice, bylo 1. PP zařazeno do třídy OH1, 1.NP do kategorie OH4 (výstavní prostor) a ostatní podlaží, kde se nacházejí kancelářské prostory, které byly zařazeny do třídy OH2. Jako modelový prostor byla vybrána kancelářská místnost nacházející se ve 3.NP o rozměrech 6,8x8,9m.

1.2 Popis modelové místnosti

Jak bylo zmíněno v předchozí kapitole, jedná se o kancelářský prostor o rozměrech 6,8x8,9 m. K vytvoření prostoru byl využit program PyroSim. Nejprve byly zhotoveny nosné konstrukce, jako jsou stěny sloupy a podlahy. Pro tyto konstrukce byl zvolen jednotný materiál v podobě železobetonu. Pro definici toho materiálu byla zadána objemová hmotnost, měrná tepelná kapacita a součinitel tepelné vodivosti. Jejich hodnoty lze dohledat v příloze 1 pod názvem &MATL ID='CONCRETE'. Pro dokončení celistvosti místnosti byl vytvořen obvodový plášť složený z ocelové a skleněné konstrukce. Pro definici těchto materiálu byl zvolen stejný postup jako u železobetonu. Zvolené hodnoty lze opět dohledat v příloze 1 pod názvem &MATL ID='STEEL' a &MATL ID='SKLO'. Následovalo nadefinování vnitřního zařízení, a to stolů, židlí a skříní. Byl použit jednotný materiál a to dřevo. Opět jeho definování proběhlo stejným způsobem jako u předchozích materiálů a lze to dohledat pod názvem &MATL ID='DREVO' v příloze 1. U tohoto materiálu byl už i nadefinován proces pyrolýzy pomocí rychlosti uvolňování tepla. Byla využita data poskytnuta katedrou K-124, která vydala učebnici Modelování dynamiky požáru v budovách, kde přílohou bylo CD s určitými materiály a objekty, které byly zkoumány z hlediska hořlavosti materiálu, a je vždy u nich křivka rychlosti uvolňování tepla závislá na čase. Pro správný výkon musely být tyto hodnoty přepočítány dle následujícího vztahu: (1)

$$HRRPUA = \frac{HRR}{S} \quad [kW/m^2]$$

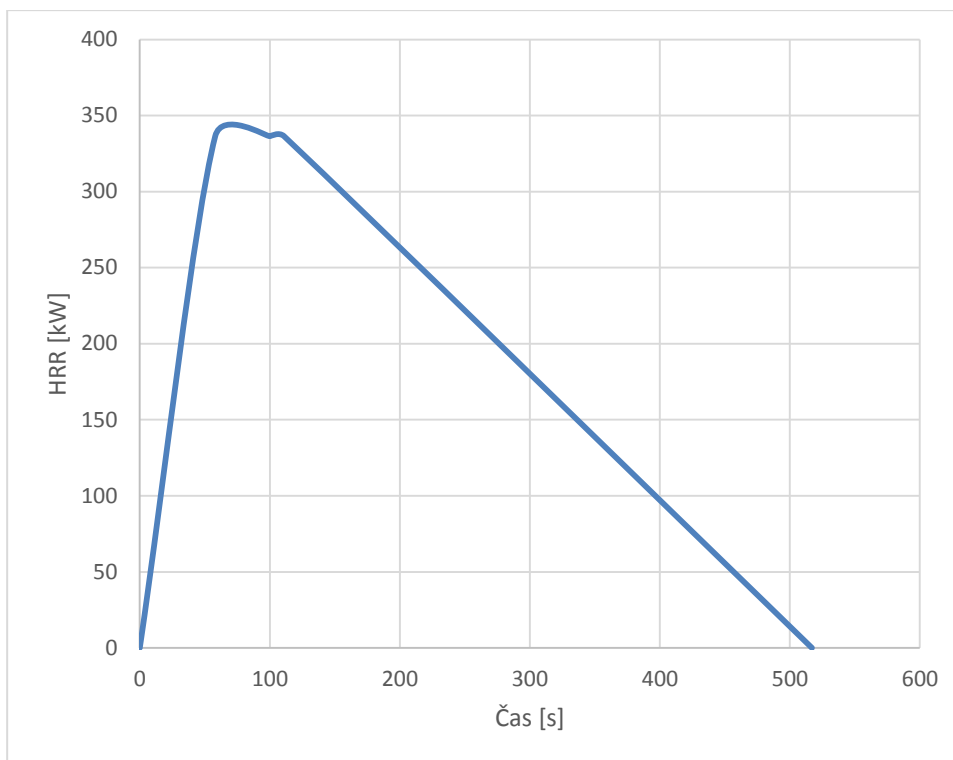
Kde:

HRRPUA...výkon vztažený na plochu [kW/m²]

HRR...rychlost uvolňování tepla [kW]

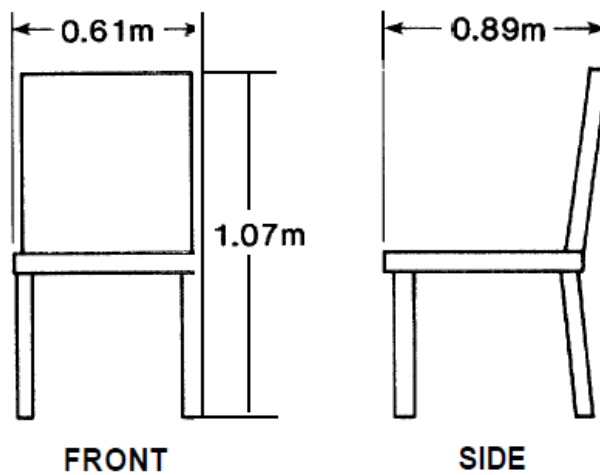
S...plocha [m²]

Jako zdroj hoření byl zvolen odpadkový koš se třemi kusy sáčku na odpad s papírem. Maximální naměřená hodnota rychlosti uvolňování tepla byla 336,4 kW. Průběh hoření lze vidět na následujícím obrázku.



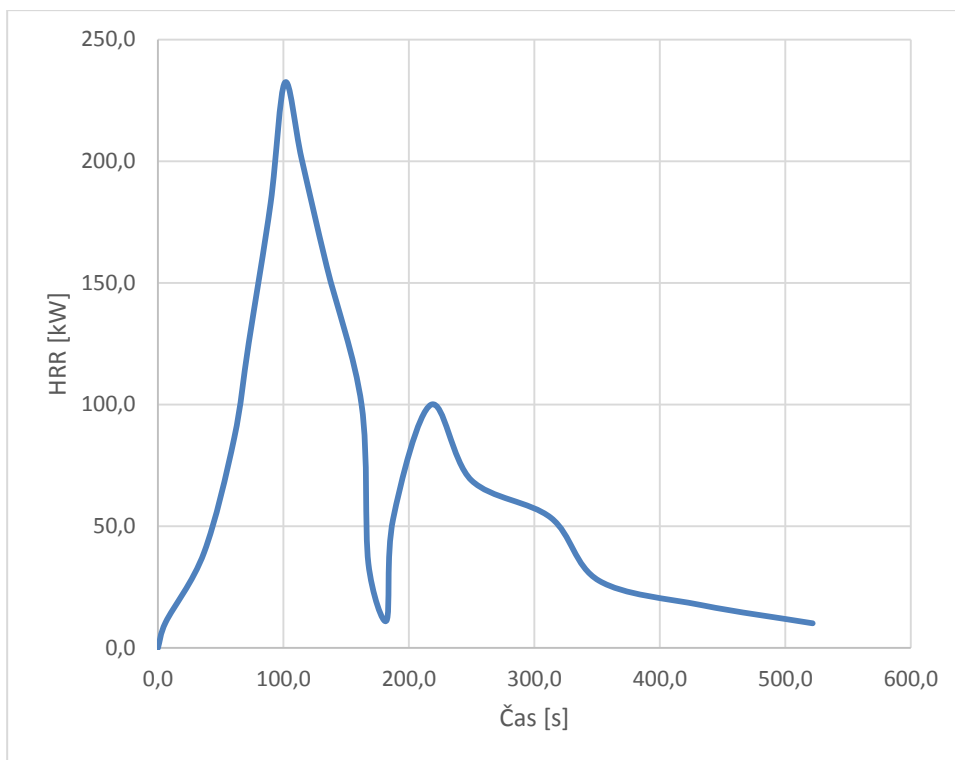
Obr. 1: Graf rychlosti uvolňování tepla pro odpadkový koš (1)

Dále byly do modelového prostoru vloženy židle. Jejich tvar a rozměry lze vidět na Obr. 2.



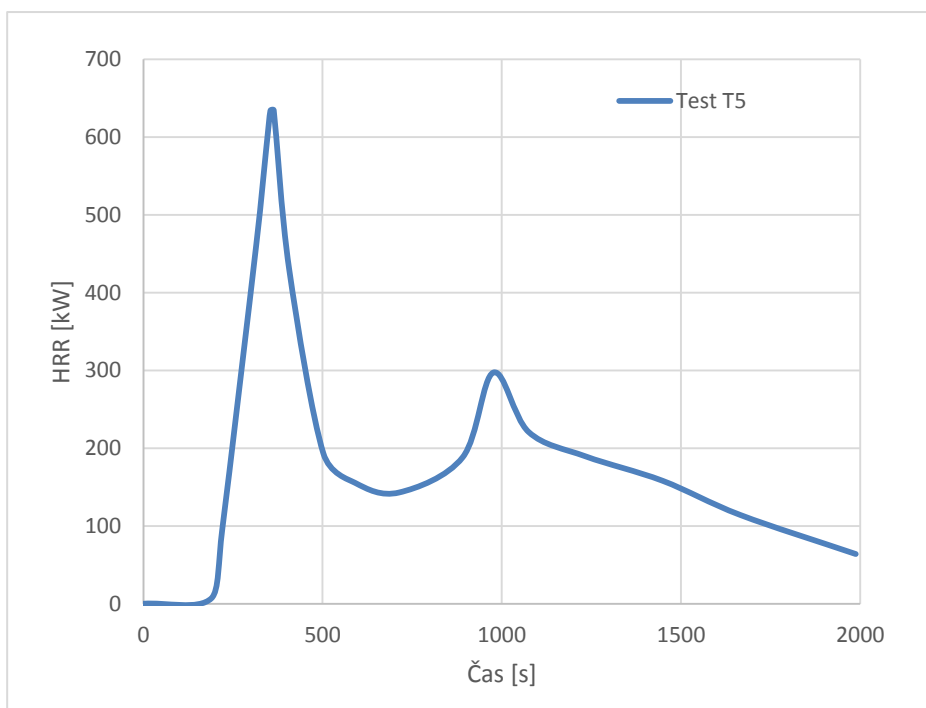
Obr. 2: Tvar a rozměry použité židle (1)

Maximální naměřená hodnota rychlosti uvolňování tepla byla 232kw a celý průběh hoření lze vidět na Obr.3.



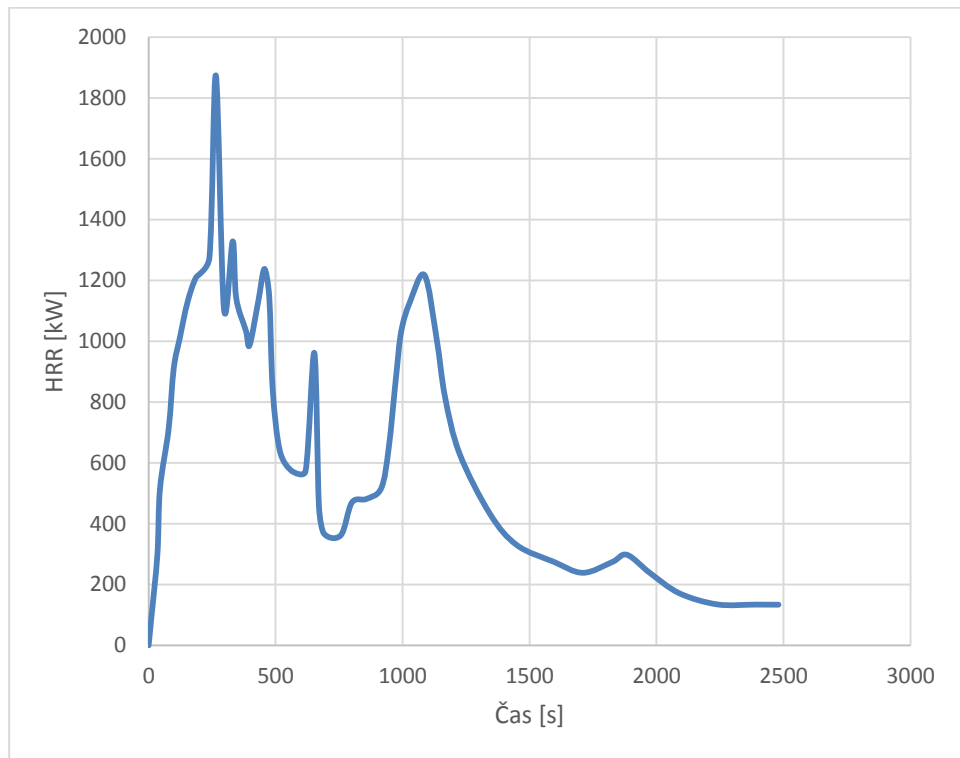
Obr. 3: Graf rychlosti uvolňování tepla pro židli (1)

Dále byly namodelovány kancelářské stoly, u kterých byla naměřena maximální hodnota rychlosti uvolňování tepla a to 640 kW. Celý průběh lze vidět na Obr. 4.



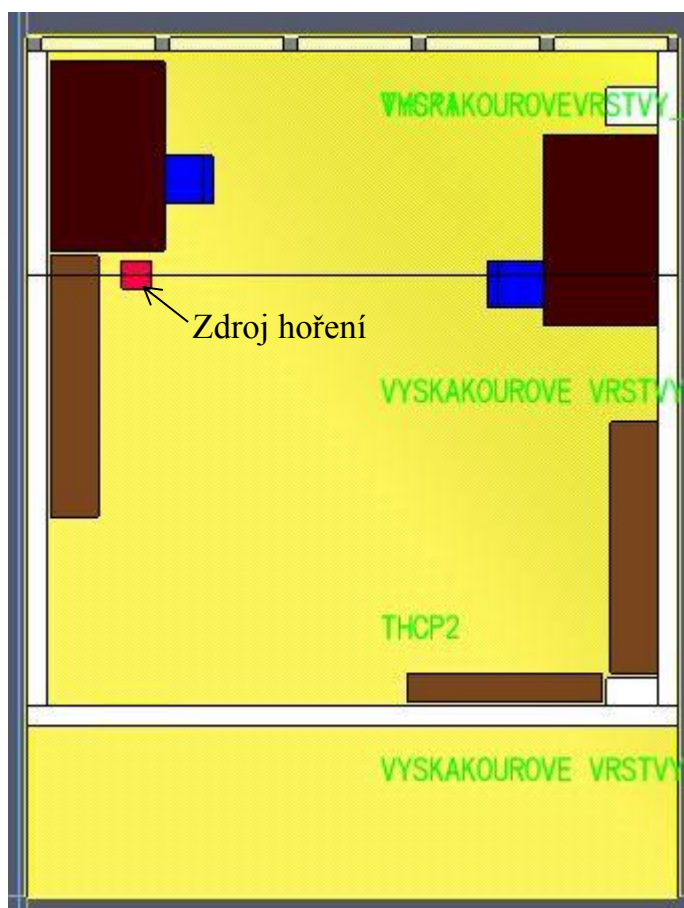
Obr. 4: Graf rychlosti uvolňování tepla pro dřevěný stůl (1)

Poslední nábytek, který byl vložen do modelového prostoru, byly dřevěné skříně. U nich byla naměřena maximální hodnota rychlosti uvolňování tepla 1873 kW a celý průběh je vidět na Obr. 5.



Obr. 5: Graf rychlosti uvolňování tepla pro dřevěnou skřín

Aby se daná modelace podobala, co nejvíce reálné situaci bylo nutné daným předmětům nadefinovat hodnoty, aby vše nemělo konstantní výkon. To bylo vytvořeno pomocí příkazu `RAMP_Q`, tak aby byl výkon časově závislý. Hodnoty lze dohledat v příloze 1. Celý vytvořený model s rozmístěním nábytku lze vidět na následujícím obrázku č. 6



Obr. 6: Schéma modelového prostoru vytvořeného v PyroSimu

2 Výška kouřové vrstvy

Jako první zkoumaná fáze, bylo měření výšky kouřové vrstvy. Jelikož se jedná o administrativní budovu, je toto kritérium velmi důležité, neboť jde o včasnou a účinnou evakuaci osob a až pak následně o ochranu majetku. Tato simulace probíhala v prostoru, který byl vymodelován v programu PyroSim a tento prostor lze vidět na Obr. 6. Do tohoto prostoru byly umístěny do výšky 3,2m nad podlahou 3 čidla pro měření právě dané výšky kouřové vrstvy. Dvě z těchto čidel jsou umístěny právě v kancelářském prostoru a jedno na únikové cestě. Jejich polohu lze opět vidět na Obr. 6. Celkový čas simulace byl stanoven na 300 s.

Jak již bylo zmíněno, bude zde prioritní evakuace osob, která bude probíhat po NÚC. Na základě tohoto předpokladu lze v normě ČSN 730802 - Nevýrobní objekty dohledat v položce 9.1.2 ohrožení osob zplodinami hoření a kouře, které se posuzuje podle těchto zásad, tak že evakuaci osob po NÚC je možné pokládat za bezpečnou, pokud unikající osob jsou evakuovány z hořícího prostoru či požárního úseku v časovém limitu, kdy zplodiny hoření a kouř nezaplní prostor do úrovně 2,5 m nad podlahou.

Tento časový limit lze vyjádřit pomocí empirického vzorce, který nám vyjadřuje čas, kdy dojde k poklesu zplodin hoření pod tu zvolenou hranici 2,5m. Na základě tohoto požadavku byl tento časový limit vypočten pro tento konkrétní případ. (2)

$$t_e = \frac{1,25\sqrt{hs}}{a} = \frac{1,25\sqrt{2,75}}{0,99} = 2,09min$$

Kde:

hs...Světlá výška posuzovaného prostoru [m]

a...součinitel rychlosti odhořívání, který se stanoví podle normy ČSN 73 0802 pol.6.4

$$a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = \frac{1 \cdot 40 + 5 \cdot 0,9}{40 + 5} = 0,99$$

Kde:

p_n...nahodilé požární zatížení – hodnoty dle ČSN [1] příloha A

p_s...stálé požární zatížení ČSN [1] 6.3.4 tab.1

-plocha místnosti $\leq 500m^2$

→ p_{s oken}- 3 kg.m⁻²

→ p_{s dveří}- 2 kg.m⁻²

→ p_{s podlah}- 5 kg.m⁻²

a...součinitel vyjadřující rychlost odhořívání

$$a = \frac{(p_n \cdot a_n) + (p_s \cdot a_s)}{p_s + p_n}$$

a_n...nahodilé požární zatížení ČSN [1] příloha A

a_s...stálé požární zatížení dle ČSN [1] 6.4.1 je hodnota a_s=0,9

Pro bezpečnou a včasnou evakuaci musí platit podmínka, která nám vyjadřuje, že čas evakuace osob musí být menší než doba zakouření. Kdy čas evakuace lze vyjádřit taktéž empiricky dle normy ČSN 73 0802 dle položky 6 a 10.9.1

$$t_u = \frac{0,75 \cdot l_u}{v_u} + \frac{E \cdot s}{k_u \cdot u} = \frac{0,75 \cdot 20}{30} + \frac{15 \cdot 1}{40 \cdot 1,5} = 0,68min$$

Kde:

l_u... 20m (nejvzdálenější místo)

v_u...rychlost pohybu osob (ČSN [6, tab. 17])

k_u ... jednotková rychlost (ČSN [6, tab. 17])

E ... počet evakuovaných osob dle normy ČSN 73 0818

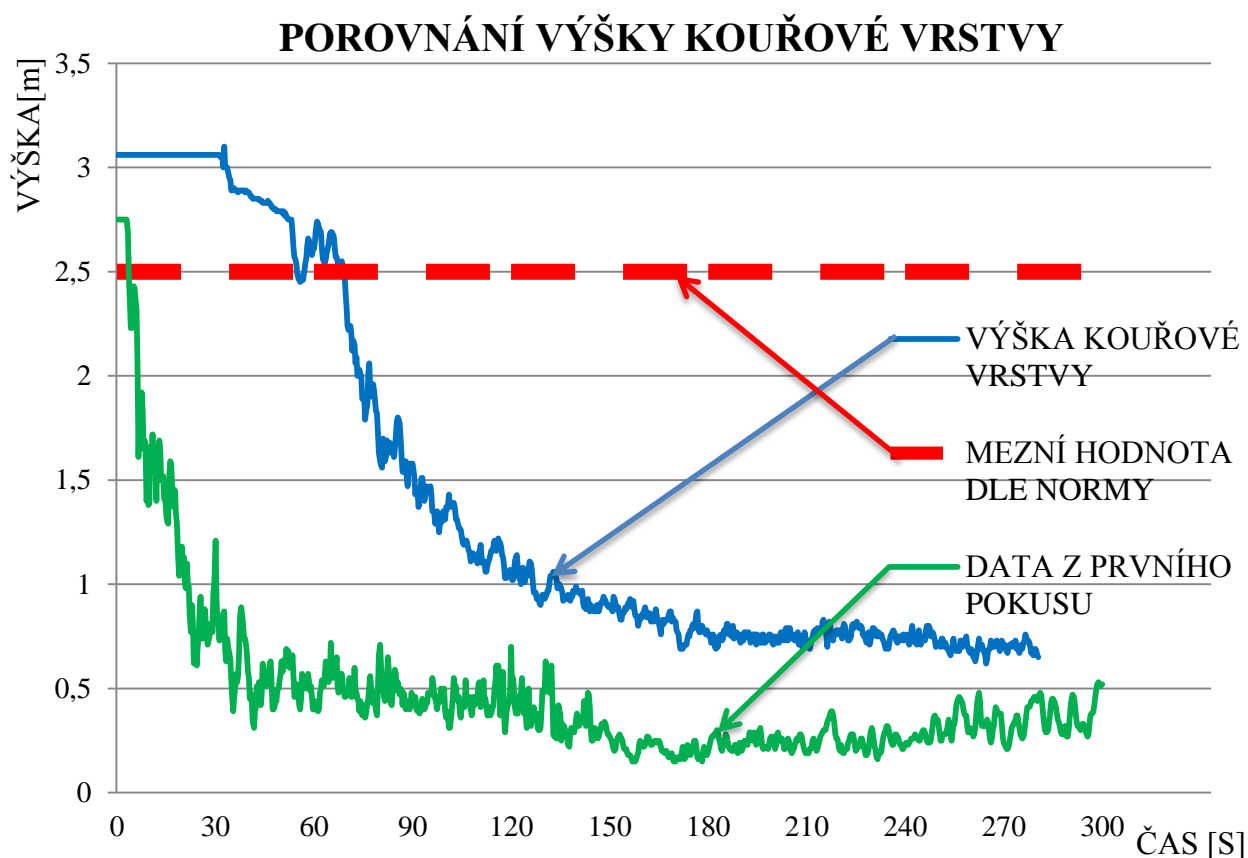
s ...součinitel podmínek evakuace (ČSN [6, tab. 18])

u ...započítatelný počet únikových pruhů (ČSN [6])

V tomto případě byla splněna podmínka pro bezpečnou a včasnou evakuaci a to:

$$t_u \leq t_e \rightarrow 0,68 \leq 2,09 \text{ min} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Na základě zjištění těchto požadavků nadále probíhalo porovnání výsledků vypočtených z empirického výpočtu a pro zjištění zda modelová simulace byla nadefinována aspoň trochu podle reálných podmínek, byl nalezen článek, ve kterém je velmi podobná místnost, kde se taktéž porovnávala simulace měření výšky kouřové vrstvy jak v programu FDS tak i při požární zkoušce. Jedná se o článek, který byl vydán v časopise Fire Safety Journal pod názvem Determinations of the fire smoke layer height in a naturally ventilated room a na jeho sepsání se podíleli páni Chi-ming Lai, Chien-JungChen, Ming-JuTsai, Meng-HanTsai, Ta-HuiLin. Nejprve bych porovнала empirické zjištění hodnot z normy, které je vypočteno výše.



Obr. 7: Výška kouřové vrstvy v posuzovaném prostoru

Jedná se o graf, který nám vyjadřuje výšku závislou na čase. Lze v tomto grafu vidět tři křivky. Červená čárkovaná křivka nám vyjadřuje právě podmínku stanovenou normou ČSN 73 0802, která byla vysvětlena výše. Zelená křivka je dána jen pro ukázkou, jak vycházeli předchozí modelace, kdy prostor byl daleko menší a nebyl odvětráván. Modrá křivka nám už ukazuje mojí modelaci. Lze pozorovat oproti předchozím modelacím značné zlepšení výsledků, ale přesto nesplňuje limit daný normou, kdy výška by neměla klesnout pod 2,5m po dobu 2 minut. Pokud ale by se bral v úvahu čas bezpečné evakuace osob, který byl vypočten na 0,68 minut lze předpokládat, že by se dané osoby dostaly bezpečně z budovy ohrožené požárem. Při zamyšlení proč, mi nelze namodelovat právě podmínky stanovené normou, jsem došla k závěru, že stále v místnosti není namodelováno dostatečné odvětrávání a jsou tam navržené materiály, které mají definovanou nějakou kouřivost.

Při porovnání mých výsledků s nalezeným článkem jsem došla ještě k závěru, že by bylo vhodné příklad namodelovat tak, aby byl odvětráván a podobal se aspoň z malé části nalezenému článku. Proto bylo do místnosti vloženo okno o rozměrech 600 x 500mm, které bylo uvažováno jako trvale otevřené. Pro měření výsledků bylo zde umístěné čidlo pro měření výšky kouřové vrstvy. Jeho polohu lze vidět na Obr. 8.

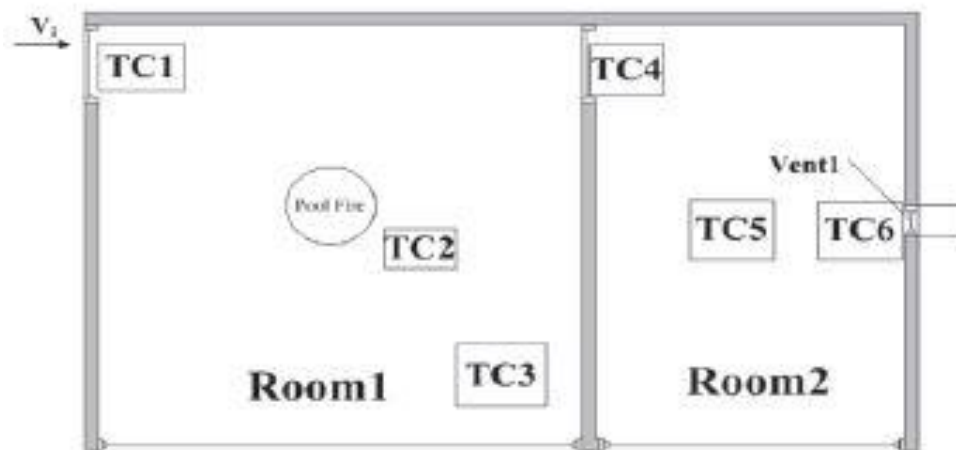


Obr. 8: Modelový prostor s vytvořeným otvorem

Přesto nelze pokládat nalezený článek za zcela shodný. Liší se zejména v těchto případech:

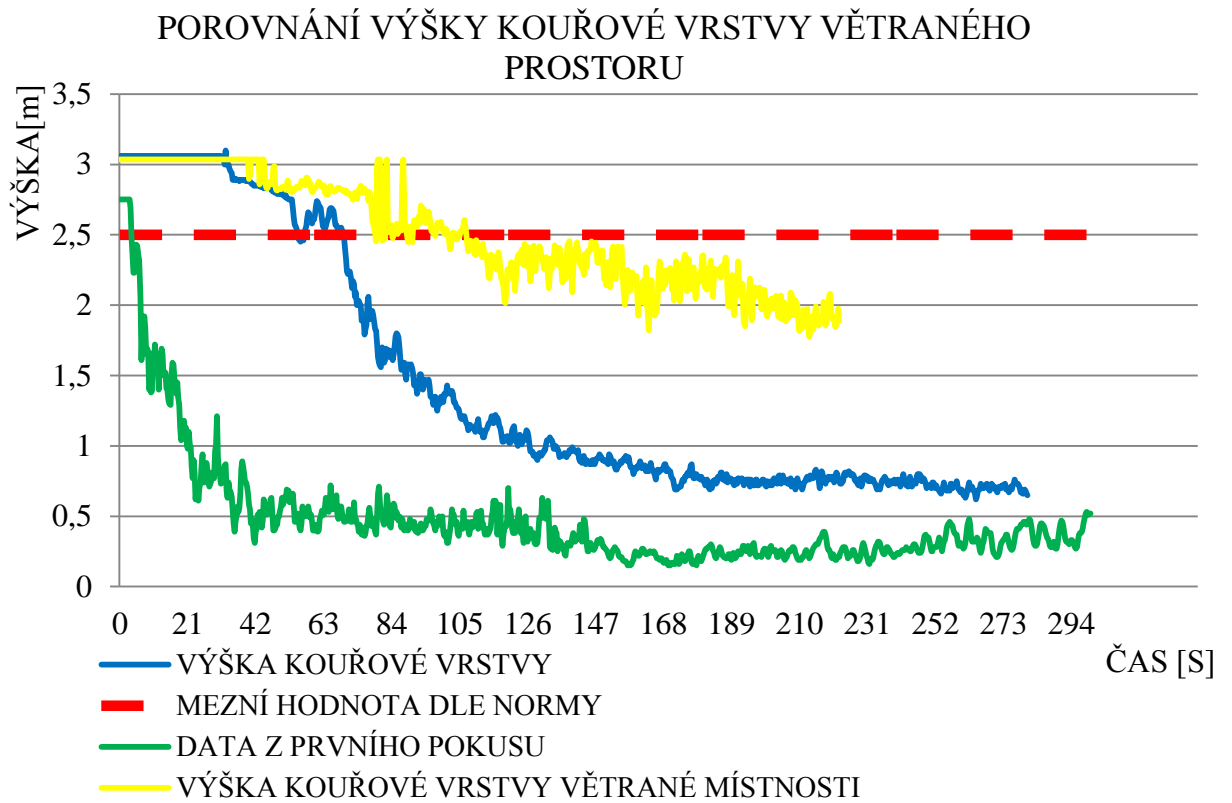
- Místnost nemá shodné rozměry,
- Výška místnosti je nepatrně odlišná,
- Velikost otvorů je jiná

Hlavním rozdílem se liší především v tom, že jak v modelaci tak ani při požární zkoušce není do prostoru umístěn žádný nábytek, tudíž nejsou v něm objekty, který nám zvyšují emisivitu a přispívají k vývoji kouře. Také jsou instalovány v prostoru dva ventilátory, který simulují přirozené větrání. Jako zdroj hoření byl zvolen benzín o ploše 0,2 x 0,2 m. Simulace probíhala po dobu 600 s. Nás bude především zajímat porovnání experimentu a jejich modelace FDS na termočlánek označeném jako TC3, jelikož se nejvíce podobá umístění mých termočláneků v kancelářském prostoru. Rozmístění jejich termočláneků a schéma modelového prostoru lze vidět na Obr. 9.



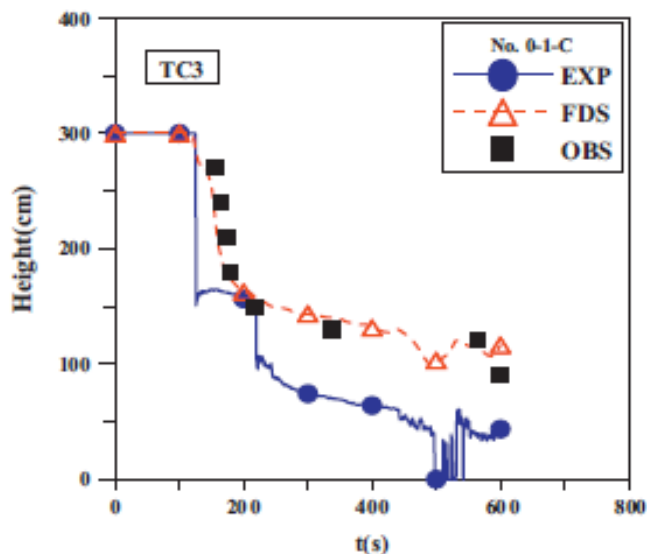
Obr. 9: Schéma porovnávaného modelového prostoru a rozmístění termočláneků (3)

Po dokončení simulace byl zhotoven graf, který lze vidět na Obr. 10



Obr. 10: Graf výšky kouřové vrstvy ve větrané místnosti

Je zde možné pozorovat značné zlepšení, kdy výška nám klesne pod 2,5 m nad podlahou v přesném čase 107,1 s v přepočtu na minuty, se jedná o čas 1,785 min, což se už velmi podobá vypočtenému času normou. V porovnání s článkem lze konstatovat, že aspoň z části se přibližují podobným změřeným hodnotám. Jejich graf lze vidět na Obr. 11.

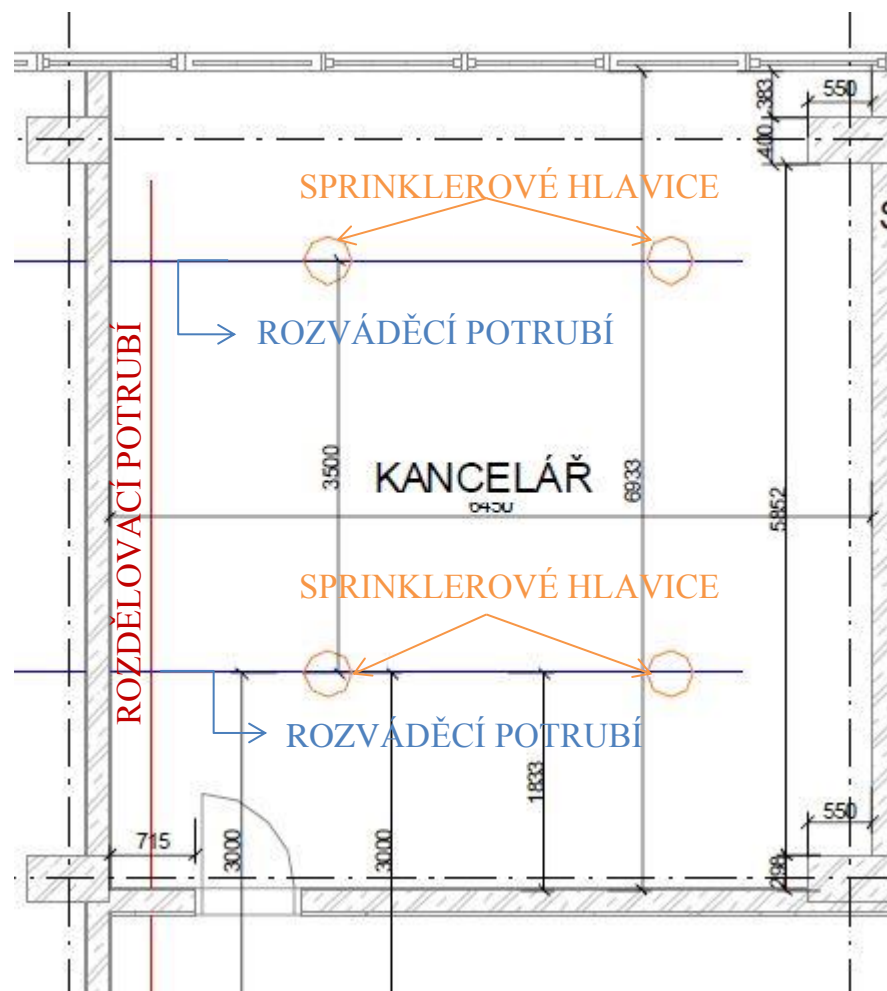


Obr. 11: Graf výšky kouřové vrstvy z porovnávaného článku (3)

V jejich případě klesne výška pod 2,5 m nad podlahou v čase okolo 150 s. Na základě tohoto zjištění lze tuto simulaci s větráním považovat za nejpříznivější modelovou situaci. Pro zlepšení ještě přesnějších hodnot, by bylo možné zvětšit otvor pro větrání či navrhnout vzduchotechniku používanou pro kancelářské prostory.

3 Simulace stropní sprinklerové hlavice v kancelářském prostoru

Při této simulaci byly do kancelářského prostoru nainstalovány 4 stropní sprinklerové hlavice. Byl vybrán kancelářský prostor nacházející se ve třetím patře mé posuzované administrativní budovy. Rozměry této místnosti a umístění jednotlivých sprinklerových hlavic lze vidět na Obr. 12 a celková plocha místnosti je 44,69 m².



Obr. 12: Rozmístění sprinklerových hlavic v kancelářském prostoru

Rozmístění sprinklerových hlavic bylo stanoveno podle požadavků normy ČSN EN 12845 – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba. Jelikož se jedná o

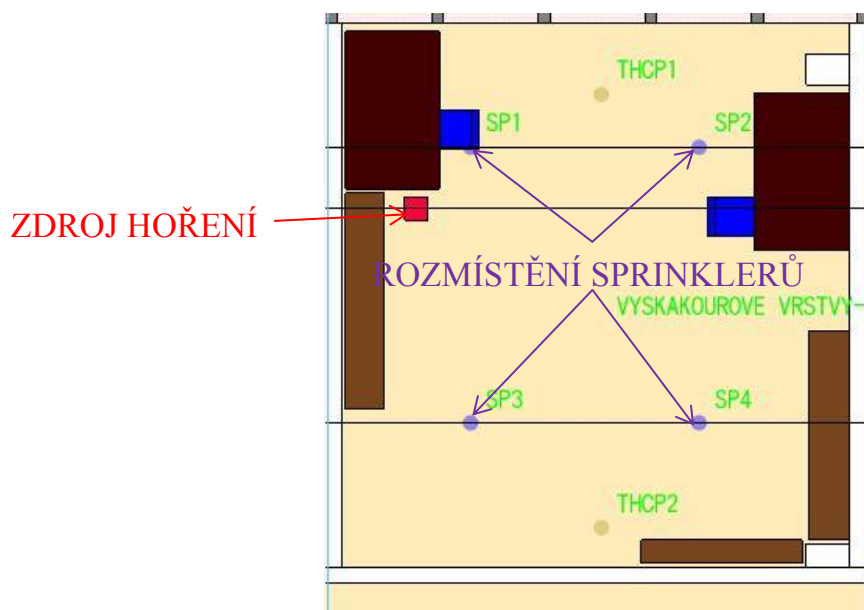
místnost, která je zaříděna do třídy středního nebezpečí skupiny 2, je dán požadavek normou že (4):

- Maximální chráněná plocha jedním sprinklerem je 12 m^2 ,
- Jelikož se jedná, o stropní standartní uspořádání vzdálenost mezi jednotlivými sprinklery může být až 4,0 m,
- Rozmístění od stěn a příček může být maximálně 2 m,
- Vzdálenost od vnější stěny z hořlavých materiálů 1,5 m.

Tyto požadavky jsou akceptovány i právě v daném modelovém prostoru. Dále byly brány v potaz i hodnoty stanovené výrobcem. Stropní sprinklerové hlavice byly vzaty od firmy VIKING a byly pro danou modelaci použity tyto hodnoty:

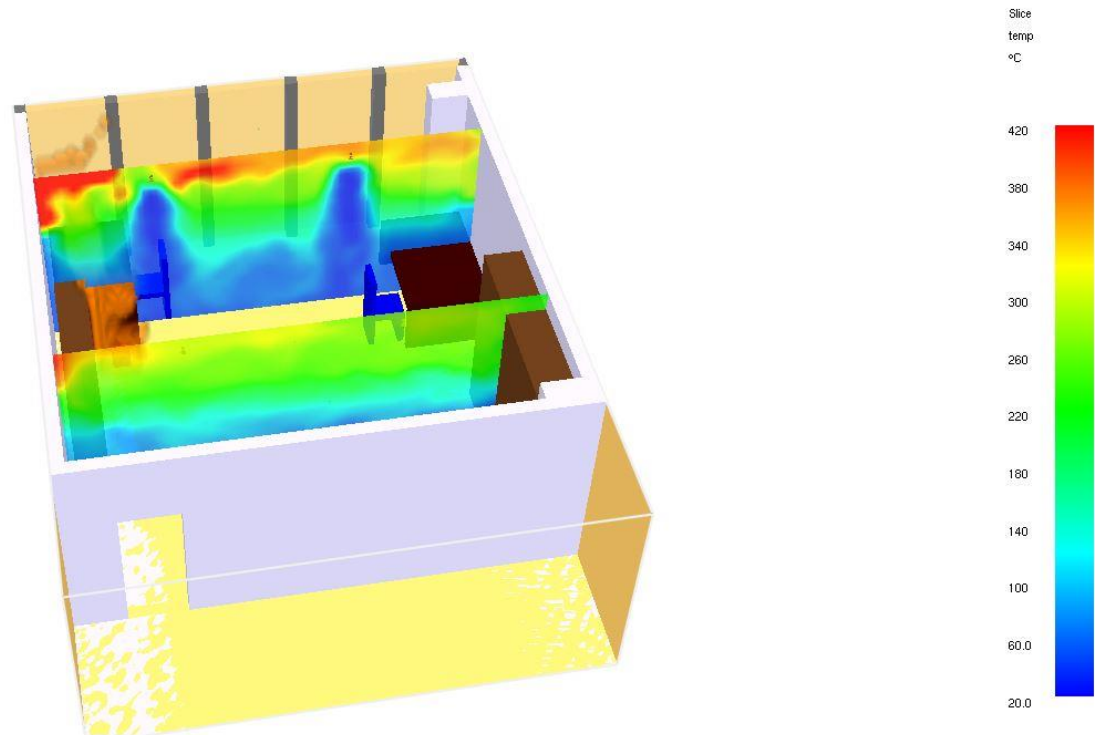
- Otevírací teplota: 68C° ,
- K- faktor- 80,
- Teplená odezva RTI : standartní 400,
- Minimální tlak na spinkleru: 0,7 bar.

Jak již bylo zmíněno, byly do modelového prostoru umístěny čtyři sprinklerové hlavice a bylo nutné použít právě výše vypsané hodnoty. Zápis těchto sprinklerů lze dohledat v příloze 1, kde je to zapsáno formou zdrojového kódu. Umístění sprinklerů v modelovém prostoru v programu Pyrosim lze vidět na Obr. 13 pod označením SP1, SP2, SP3, SP4.



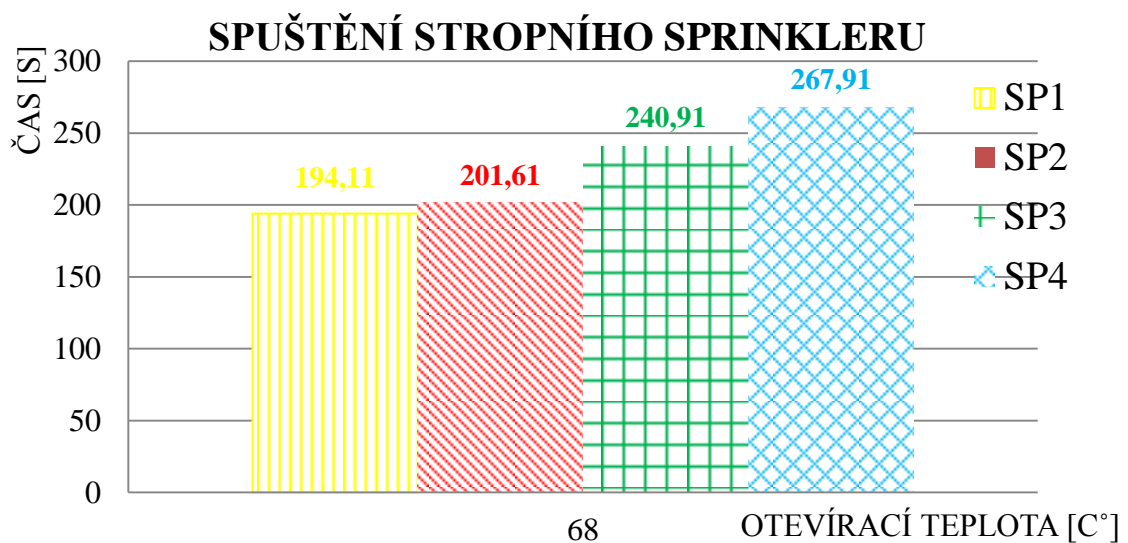
Obr. 13: Schéma modelového prostoru a rozmístění sprinklerových hlavice v programu PyroSim

Simulace probíhala po dobu 5 minut a byla zkoumána doba, při které spustí sprinklery v daném prostoru a účinné snižování teploty právě danými sprinklery. V modelovém prostoru bylo dosaženo maximální teploty 420°C. Jako první došlo ke spuštění sprinkleru označeného jako SP1 a pak následně sprinkleru SP2. To lze vidět na Obr. 14.



Obr. 14: Spuštění jedné řady sprinklerů

O nějakých 30 s později došlo i ke spuštění zbylých dvou sprinklerů. Časové porovnání lze vidět na Obr. 11.



Obr. 15: Časové údaje o spuštění stropních sprinklerů

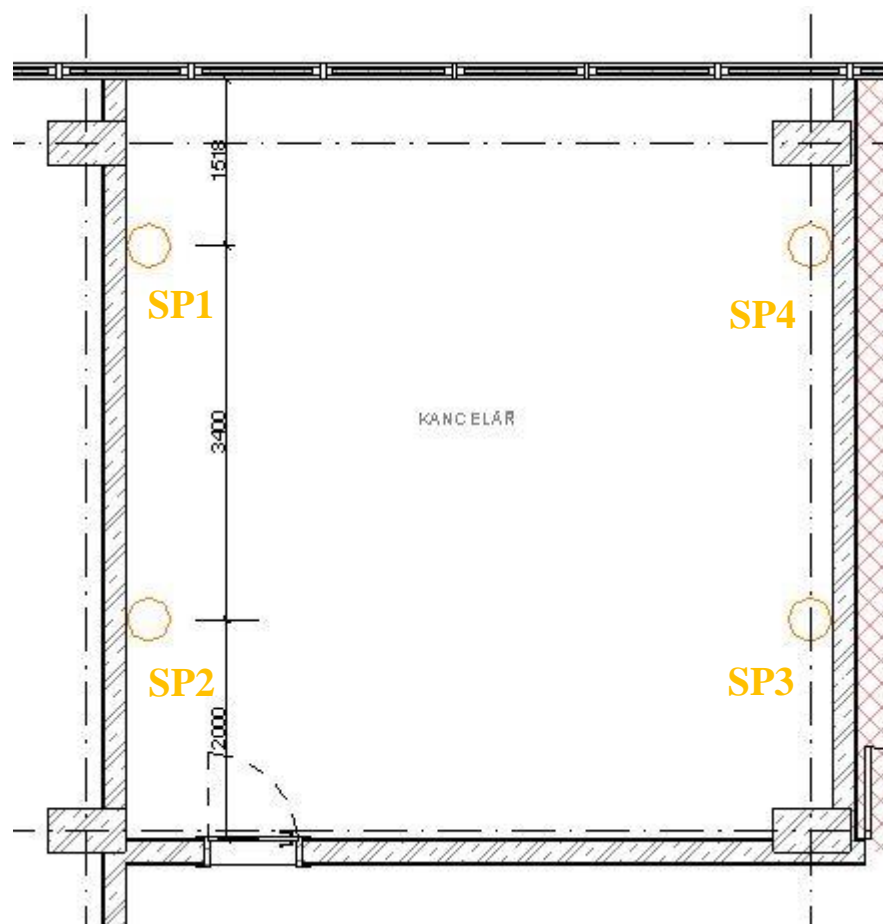
Právě na Obr. 15 lze vidět přesné časové údaje, o spuštění jednotlivých sprinklerových hlavice. Jak již bylo zmíněno, jako první se spustil sprinkler s označením SP1 a to v 194s. Tato doba je dána především otevírací teplotou, která byla nadefinována na 68°C a hlavně tepelnou odezvou, která zde byla zvolena jako standartní.

4 Simulace stěnové (stranové) sprinklerové hlavice

Jako poslední simulace byla aplikace stranové sprinklerové hlavice do stejného modelového prostoru jako předchozí dvě simulace. Do prostoru byly umístěny 4 sprinklerové hlavice, jejich rozmístění bylo bráno dle požadavků normy (4) tab. 20. Jak můžeme vidět na Obr. 16, sprinklery jsou umístěny 2,0m od vnitřní hrany stěny a 1,5m od exteriérového vnějšího pláště a to ve výšce 3,15 m nad podlahou dle požadavků výrobce. Hlavice jsou rozmístěny ve dvou řadách a to z toho požadavku, že se jedná o místnost širší jak 3,7m. Tento požadavek byl akceptován díky doporučení již zmiňované normy. Plocha chráněná jedním sprinklerem je 17m² a byly použity parametry od firmy Minimax.

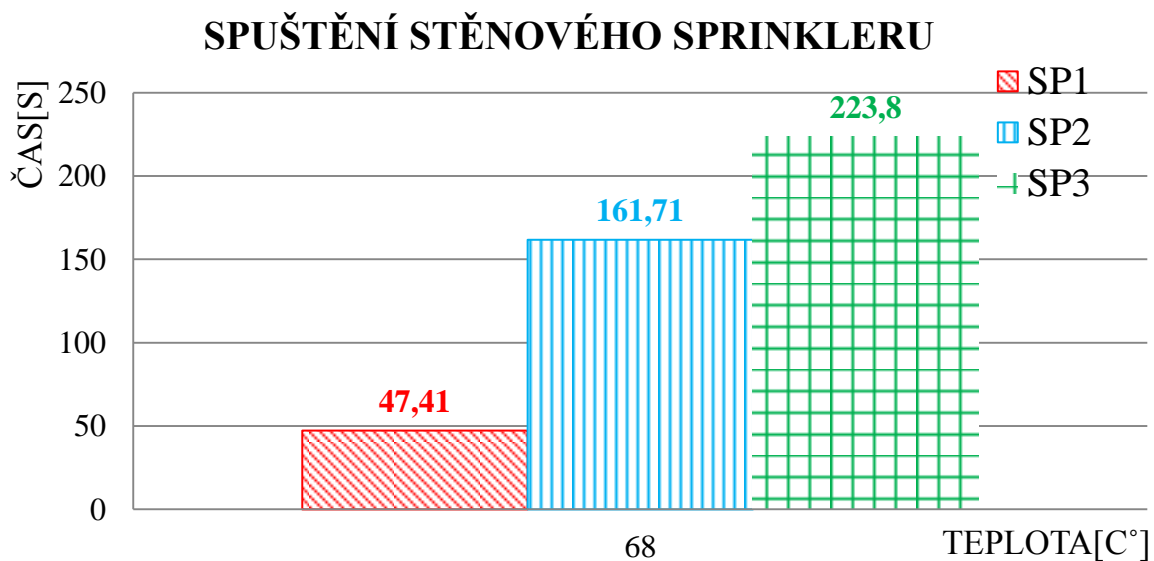
Jako vstupní parametry pro definici sprinklerové hlavice byly užity tyto údaje:

- Otevírací teplota: 68C°,
- K-faktor: 80,
- Teplená odezva RTI : rychlá < 50,
- Minimální tlak na sprinkleru: 2,5 bar.



Obr. 16: Rozmístění stranových sprinklerových hlavíc v kancelářském prostoru

Oproti předchozím parametrům lze vidět, že byla zvolena jiná tepelná odezva, která měla také vliv na časové spuštění jednotlivých hlavíc, které lze vidět na Obr. 17.

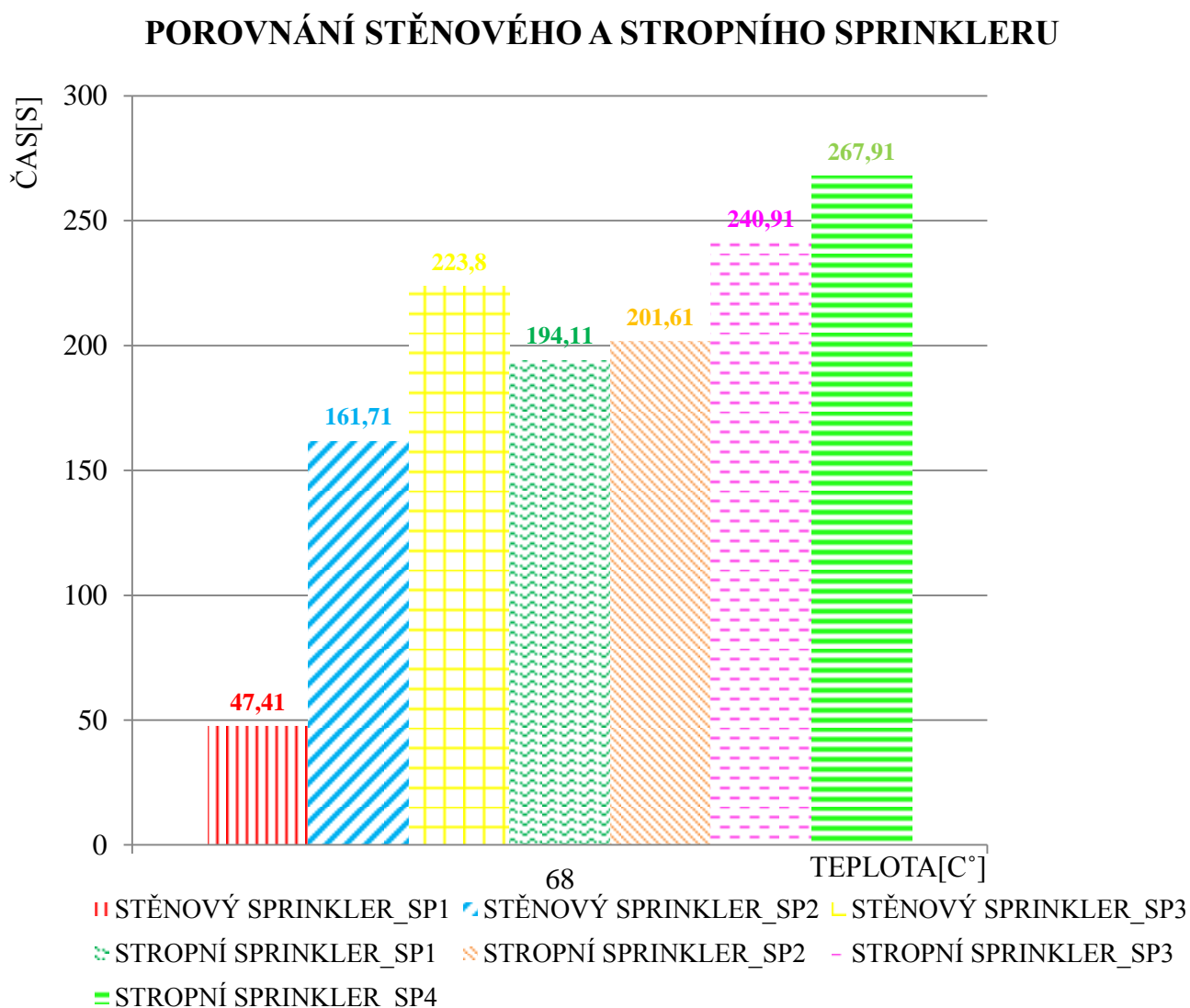


Obr. 17: Časové spuštění stranových sprinklerových hlavíc

Jako první se spustila sprinklerová hlavice označená jako SP1 a to už v necelých 48 vteřinách, takto rychlé spuštění je zapříčiněné tím, že tato hlavice byla umístěna těsně nad zdrojem, tudíž bylo rychle dosaženo teploty 68°C. Spuštění také urychlila zvolená rychlá tepelná odezva. Jak lze také pozorovat, až skoro po nějakých 120 vteřinách došlo ke spuštění druhé sprinklerové hlavice, toto spuštění už bylo ovlivněno i tím, že docházelo k snižování teploty právě první spuštěnou sprinklerovou hlavici. Aktivace těchto dvou stranových hlavic zapříčinila i to, že na protější straně došlo pouze k aktivaci jedné sprinklerové hlavice a to 234 vteřině. Poslední sprinklerová hlavice a to SP4 nebyla aktivována a to z důvodu nedosažení požadované otevírací teploty ve stanoveném čase modelace.

5 Porovnání stropní a stranové sprinklerové hlavice v kancelářském prostoru

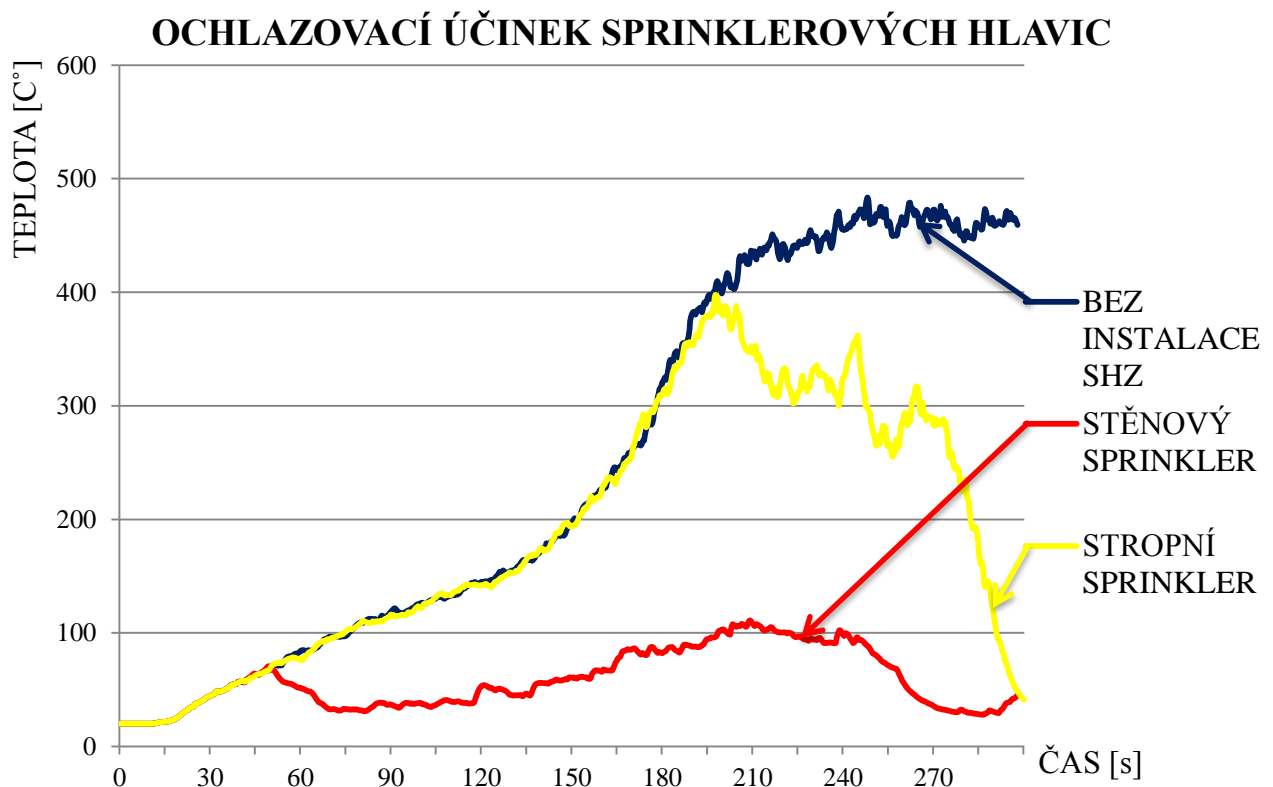
Při porovnávání posledních dvou scénářů, kde se jednalo o aplikaci stěnové a stropní sprinklerové hlavice do navržené kanceláře, se vycházelo ze stejné otevírací teploty, která byla zvolena na teplotu 68°C, ale rozdílné tepelné odezvy. Stropní sprinkler byl navržen se standartní tepelnou odezvou a stěnový na základě požadavků normy a výrobce s rychlou tepelnou odezvou. To značně ovlivnilo časy, při kterých došlo k otevření jednotlivých sprinklerových hlavice. Toto porovnání lze vidět na Obr. 18.



Obr. 18: Časové porovnání sprinklerových hlavice

Jak lze vidět, z toho grafu vyplívá, že stěnové sprinklery díky rychlé tepelné odezvě se spouštějí značně rychleji než klasický stropní sprinkler se standartní odezvou. Velký rozdíl je viděn zejména při spuštění prvních sprinklerových hlavice, kdy u stranové

sprinklerové hlavice označené jako STĚNOVÝ SRINKLER_SP1 došlo ke spuštění už v necelé 50 s a u první stropní hlavice označené jako STROPNÍ SPRINKLER_SP1 až v necelé 200 s to vše je právě zapříčiněno rychlou tepelnou odezvou a také umístěním sprinklerových hlavice. Vzhledem k požadavku na ochranu osob, vycházejí stěnové sprinklery výhodněji než klasické stropní, ale při zohlednění účinnosti ochlazování teploty v místnosti a zabránění dalšímu vzplanutí majetku, lze oba typy těchto sprinklerových hlavice považovat za vhodné, jak již můžeme vidět na Obr. 19, který nám vyjadřuje závislost času na teplotě, kde do místnosti byl umístěn termočlánek a byly zde zkoumány teploty vzniklé právě od zdroje hoření.



Obr. 19: Ovlivňování teploty při ochlazování místnosti sprinklerovými hlavicemi

Jak můžeme vidět, oběma typům se podařilo snižovat teplotu v prostoru vyvolanou zdrojem hoření. Vzhledem k tomu, že stěnový sprinkler, byl nadefinován s rychlou tepelnou odezvou, nestihlo dojít k nárůstu tak vysoké teploty oproti stropní sprinklerové hlavici. Maximální teplota v místnosti bez sprinklerových hlavice dosáhla hodnoty necelých 500 °C. Prioritní v těchto budovách je hlavně ochrana osob, takže při porovnání ochlazovacího účinku vychází značně lépe stěnová sprinklerová hlavice, neboť při její aktivaci teplota v místnosti nedosáhne ani 130 °C. Tudíž jsou lepší podmínky pro evakuaci osob z objektu a možnost účinného zásahu hasičských jednotek.

6 Závěr

Je třeba podotknout, že jednoznačně nelze na sprinklerové systémy pohlížet z obecného hlediska jako na lepší či horší, ale zohlednit jejich veškeré vstupní parametry, které značně ovlivňují jejich vlastnosti.

O tomto jsem se přesvědčila při modelaci mého řešeného příkladu, který je ukázkou, právě jak zvolené parametry mohou značně ovlivnit vliv faktorů na uhašení požáru. Proto pro optimální navržení SHZ, je nutné provést podrobnější návrh dané místnosti a sprinklerových systémů a zohlednit veškeré parametry ovlivňující uhašení vzniklého požáre.

Příloha 1 – Zdrojové kódy jednotlivých simulací

Výška kouřové vrstvy

```
&HEAD CHID='DIPLOMOVAPRACE1'/
&TIME T_END=300.0/
&DUMP RENDER_FILE='DIPLOMOVAPRACE1.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE.,
DT_RESTART=300.0/
&MESH ID='Mesh01', COLOR='GRAY 94', IJK=76,100,32, XB=0.0,6.85,0.0,9.05,0.24,3.3/
&PART ID='SMOKE',
    MASSLESS=.TRUE.,
    MONODISPERSE=.TRUE.,
    AGE=300.0,
    SAMPLING_FACTOR=10/
&REAC ID='Reaction1',
    FUEL='PROPANE'/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVE VRSTVY->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,5.0,5.0,0.25,3.3/
&DEVC ID='THCP1', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=3.5,8.0,3.2/
&DEVC ID='THCP2', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=3.5,2.5,3.2/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVE VRSTVY_1->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,1.0,1.0,0.25,3.3/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVEVRSTVY_3', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,8.0,8.0,0.25,3.3/
&MATL ID='CONCRETE',
    FYI='NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation',
    SPECIFIC_HEAT=1.04,
    CONDUCTIVITY=1.8,
    DENSITY=2280.0/
&MATL ID='DREVO',
    SPECIFIC_HEAT=1.11,
    CONDUCTIVITY=0.1,
    DENSITY=450.0/
&MATL ID='KOBBEREC-PP',
    SPECIFIC_HEAT=1.9,
    CONDUCTIVITY=0.24,
    DENSITY=940.0,
    HEAT_OF_COMBUSTION=37.0/
&MATL ID='STEEL',
    FYI='Drysdale, Intro to Fire Dynamics - ATF NIST Multi-Floor Validation',
    SPECIFIC_HEAT=0.46,
    CONDUCTIVITY=45.8,
    DENSITY=7850.0,
    EMISSIVITY=0.95/
&MATL ID='SKLO',
    SPECIFIC_HEAT=0.84,
    CONDUCTIVITY=0.76,
    DENSITY=2700.0/
&SURF ID='ZB stena',
    RGB=208.0,205.0,238.0,
    BACKING='VOID',
    MATL_ID(1,1)='CONCRETE',
```

```

MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.2/
&SURF ID='HORAK',
COLOR='RED',
HRRPUA=1111.11,
RAMP_Q='HORAK_RAMP_Q',
PART_ID='SMOKE'/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=12.0, F=0.05/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=40.0, F=0.4/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=82.0, F=0.6/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=120.0, F=0.7/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=180.0, F=1.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=196.0, F=0.9/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=280.0, F=0.6/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=300.0, F=0.2/
&SURF ID='SKRIN',
RGB=132.0,47.0,68.0,
HRRPUA=2870.0,
RAMP_Q='SKRIN_RAMP_Q',
IGNITION_TEMPERATURE=360.0,
BURN_AWAY=.TRUE.,
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='DREVO',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=1.0/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=19.4, F=0.006/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=56.3, F=0.034/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=79.4, F=0.203/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=106.6, F=0.4/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=114.0, F=0.54/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=120.0, F=0.73/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=127.4, F=0.877/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=132.7, F=1.0/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=143.9, F=0.802/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=152.5, F=0.543/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=199.6, F=0.1047/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=264.7, F=0.064/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=300.0, F=0.057/
&SURF ID='DREVENY_STUL',
RGB=82.0,56.0,26.0,
HRRPUA=380.952,
RAMP_Q='DREVENY_STUL_RAMP_Q',
IGNITION_TEMPERATURE=330.0,
BURN_AWAY=.TRUE.,
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='DREVO',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=189.9, F=0.0109/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=220.4, F=0.151/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=315.0, F=0.721/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=342.4, F=0.911/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=354.6, F=1.0/

```

```

&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=406.9, F=0.671/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=591.0, F=0.242/
&SURF ID='ZIDLE',
  RGB=146.0,170.0,248.0,
  HRRPUA=150.649,
  RAMP_Q='ZIDLE_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=270.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='DREVO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.05/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=6.1, F=0.045/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=36.8, F=0.169/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=60.8, F=0.371/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=72.4, F=0.54/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=89.8, F=0.7875/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=101.1, F=1.0/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=114.5, F=0.866/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=217.7, F=0.43/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=521.8, F=0.0435/
&SURF ID='KOBEREC',
  HRRPUA=141.72,
  RAMP_Q='KOBEREC_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=186.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='KOBEREC-PP',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.1/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=47.4, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=56.3, F=0.43/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=62.7, F=1.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=68.0, F=0.111/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=72.3, F=0.037/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=89.1, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=285.0, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=300.0, F=0.0/
&SURF ID='OCELOVY_SLOUPEK',
  COLOR='GRAY 40',
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='STEEL',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.15/
&SURF ID='SKLENENA_STENA',
  RGB=203.0,203.0,255.0,
  TRANSPARENCY=0.203922,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='SKLO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.15/
&OBST ID='PODLAHA', XB=0.0,6.85,0.0,9.05,0.0,0.24, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='STENA_VNITRNI', XB=0.0,6.85,1.8,2.0,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/

```

&OBST ID='HORAK', XB=1.0,1.3,6.4,6.7,0.25,0.45, RGB=255.0,0.0,51.0, SURF_ID='HORAK'/
&OBST ID='SKRIN_7', XB=0.25,0.75,4.0,6.75,0.25,1.75, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&OBST ID='DESKASTOLU_2', XB=0.25,1.45,6.8,8.8,1.0,1.1, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_2A', XB=0.25,1.45,6.8,6.9,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_2B', XB=0.25,1.45,8.7,8.8,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='SEADLO_4', XB=1.35,1.85,7.3,7.8,0.7,0.8, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_4C', XB=1.35,1.45,7.3,7.8,0.25,0.7, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='OPERADLO_4', XB=1.85,1.95,7.3,7.8,0.25,1.5, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='SKRIN_1', XB=6.14,6.64,2.35,5.0,0.2,3.0, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&OBST ID='KOBBEREC', XB=0.0,6.85,0.0,8.9,0.24,0.25, SURF_ID='KOBBEREC'/
&OBST ID='STENA_1', XB=0.0,0.2,2.0,8.9,0.25,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='STENA_2', XB=6.65,6.85,2.0,8.9,0.25,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='ZB_SLOUP', XB=6.1,6.65,2.0,2.3,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='ZB_SLOUP2', XB=6.1,6.65,8.12,8.52,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='VERT_SLOUP1', XB=0.0,0.15,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP2', XB=1.35,1.5,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP3', XB=2.7,2.85,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP4', XB=4.05,4.2,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP5', XB=5.4,5.55,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP6', XB=6.75,6.85,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA1', XB=0.15,1.35,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA2', XB=1.5,2.7,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA3', XB=2.85,4.05,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA4', XB=4.2,5.4,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA5', XB=5.55,6.75,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='DESKASTOLU_1', XB=5.44,6.64,6.02,8.02,1.0,1.1, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_1A', XB=5.44,6.64,6.02,6.12,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_1B', XB=5.44,6.64,7.92,8.02,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='SEADLO_1', XB=4.95,5.45,6.2,6.7,0.7,0.8, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_1A', XB=4.85,4.95,6.2,6.7,0.25,1.5, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_1B', XB=5.35,5.45,6.2,6.7,0.25,0.7, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='SKRIN_2', XB=4.0,6.05,2.05,2.35,0.25,1.75, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&HOLE ID='DVERE', XB=0.7,1.5,1.8,2.0,0.230437,2.25/
&VENT ID='ZDROJ', SURF_ID='HORAK', XB=1.0,1.3,6.4,6.7,0.45,0.45/
&BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/
&BNDF QUANTITY='GAUGE HEAT FLUX'/
&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=550.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=0.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=6.85/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=8.9/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBZ=0.25/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=6.55/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', PBY=6.55/
&TAIL /

Výška kouřové vrstvy s větracím otvorem

```
&HEAD CHID='VYSKA_KOUROVE_VRSTVY_VETRANI'/
&TIME T_END=300.0/
&DUMP RENDER_FILE='VYSKA_KOUROVE_VRSTVY_VETRANI.ge1',
COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE., DT_RESTART=300.0/
&MESH ID='SIT1', FYI='SIT_1', COLOR='GRAY 94', IJK=104,273,50, XB=0.0,6.85,0.0,18.0,0.0,3.3/
&PART ID='SMOKE',
  MASSLESS=.TRUE.,
  MONODISPERSE=.TRUE.,
  AGE=300.0,
  SAMPLING_FACTOR=10/
&REAC ID='Reaction1',
  FUEL='PROPANE'/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVE VRSTVY->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,5.0,5.0,0.25,3.3/
&DEVC ID='THCP1', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=3.5,8.0,3.2/
&DEVC ID='THCP2', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=3.5,2.5,3.2/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVE VRSTVY_1->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,11.0,11.0,0.25,3.3/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVEVRSTVY_3', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,8.0,8.0,0.25,3.3/
&MATL ID='CONCRETE',
  FYI='NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation',
  SPECIFIC_HEAT=1.04,
  CONDUCTIVITY=1.8,
  DENSITY=2280.0/
&MATL ID='DREVO',
  SPECIFIC_HEAT=1.11,
  CONDUCTIVITY=0.1,
  DENSITY=450.0/
&MATL ID='KOBBEREC-PP',
  SPECIFIC_HEAT=1.9,
  CONDUCTIVITY=0.24,
  DENSITY=940.0,
  HEAT_OF_COMBUSTION=37.0/
&MATL ID='STEEL',
  FYI='Drysdale, Intro to Fire Dynamics - ATF NIST Multi-Floor Validation',
  SPECIFIC_HEAT=0.46,
  CONDUCTIVITY=45.8,
  DENSITY=7850.0,
  EMISSIVITY=0.95/
&MATL ID='SKLO',
  SPECIFIC_HEAT=0.84,
  CONDUCTIVITY=0.76,
  DENSITY=2700.0/
&SURF ID='ZB stena',
  RGB=208.0,205.0,238.0,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='CONCRETE',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.2/
&SURF ID='HORAK',
  COLOR='RED',
```

```

HRRPUA=1111.11,
RAMP_Q='HORAK_RAMP_Q',
PART_ID='SMOKE'/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=12.0, F=0.05/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=40.0, F=0.4/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=82.0, F=0.6/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=120.0, F=0.7/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=180.0, F=1.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=196.0, F=0.9/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=280.0, F=0.6/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=300.0, F=0.2/
&SURF ID='SKRIN',
  RGB=132.0,47.0,68.0,
  HRRPUA=2870.0,
  RAMP_Q='SKRIN_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=360.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='DREVO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=1.0/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=19.4, F=0.006/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=56.3, F=0.034/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=79.4, F=0.203/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=106.6, F=0.4/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=114.0, F=0.54/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=120.0, F=0.73/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=127.4, F=0.877/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=132.7, F=1.0/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=143.9, F=0.802/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=152.5, F=0.543/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=199.6, F=0.1047/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=264.7, F=0.064/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=300.0, F=0.057/
&SURF ID='DREVENY_STUL',
  RGB=82.0,56.0,26.0,
  HRRPUA=380.952,
  RAMP_Q='DREVENY_STUL_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=330.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='DREVO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.1/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=189.9, F=0.0109/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=220.4, F=0.151/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=315.0, F=0.721/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=342.4, F=0.911/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=354.6, F=1.0/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=406.9, F=0.671/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=591.0, F=0.242/
&SURF ID='ZIDLE',
  RGB=146.0,170.0,248.0,

```

```

HRRPUA=150.649,
RAMP_Q='ZIDLE_RAMP_Q',
IGNITION_TEMPERATURE=270.0,
BURN_AWAY=.TRUE.,
BACKING='VOID',
MATL_ID(1,1)='DREVO',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.05/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=6.1, F=0.045/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=36.8, F=0.169/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=60.8, F=0.371/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=72.4, F=0.54/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=89.8, F=0.7875/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=101.1, F=1.0/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=114.5, F=0.866/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=217.7, F=0.43/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=521.8, F=0.0435/
&SURF ID='KOBEREC',
  HRRPUA=141.72,
  RAMP_Q='KOBEREC_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=186.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='KOBEREC-PP',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.1/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=47.4, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=56.3, F=0.43/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=62.7, F=1.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=68.0, F=0.111/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=72.3, F=0.037/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=89.1, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=285.0, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=300.0, F=0.0/
&SURF ID='OCELOVY_SLOUPEK',
  COLOR='GRAY 40',
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='STEEL',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.15/
&SURF ID='SKLENENA_STENA',
  RGB=203.0,203.0,255.0,
  TRANSPARENCY=0.203922,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='SKLO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.15/
&OBST ID='PODLAHA', XB=0.0,6.85,0.0,9.05,0.0,0.24, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='STENA_VNITRNI', XB=0.0,6.85,1.8,2.0,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='HORAK', XB=1.0,1.3,6.4,6.7,0.25,0.45, RGB=255.0,0.0,51.0, SURF_ID='HORAK'/
&OBST ID='SKRIN_7', XB=0.25,0.75,4.0,6.75,0.25,1.75, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&OBST ID='DESKASTOLU_2', XB=0.25,1.45,6.8,8.8,1.0,1.1, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/

```

&OBST ID='NOHASTUL_2A', XB=0.25,1.45,6.8,6.9,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_2B', XB=0.25,1.45,8.7,8.8,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='SEDADLO_4', XB=1.35,1.85,7.3,7.8,0.7,0.8, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_4C', XB=1.35,1.45,7.3,7.8,0.25,0.7, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='OPERADLO_4', XB=1.85,1.95,7.3,7.8,0.25,1.5, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='SKRIN_1', XB=6.14,6.64,2.35,5.0,0.2,3.0, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&OBST ID='KOBEREC', XB=0.0,6.85,0.0,8.9,0.24,0.25, SURF_ID='KOBEREC'/
&OBST ID='STENA_1', XB=0.0,0.2,2.0,8.9,0.25,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='STENA_2', XB=6.65,6.85,2.0,8.9,0.25,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='ZB_SLOUP', XB=6.1,6.65,2.0,2.3,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='ZB_SLOUP2', XB=6.1,6.65,8.12,8.52,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='VERT_SLOUP1', XB=0.0,0.15,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP2', XB=1.35,1.5,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP3', XB=2.7,2.85,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP4', XB=4.05,4.2,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP5', XB=5.4,5.55,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP6', XB=6.75,6.85,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA1', XB=0.15,1.35,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA2', XB=1.5,2.7,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA3', XB=2.85,4.05,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA4', XB=4.2,5.4,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA5', XB=5.55,6.75,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='DESKASTOLU_1', XB=5.44,6.64,6.02,8.02,1.0,1.1, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_1A', XB=5.44,6.64,6.02,6.12,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_1B', XB=5.44,6.64,7.92,8.02,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='SEDADLO_1', XB=4.95,5.45,6.2,6.7,0.7,0.8, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_1A', XB=4.85,4.95,6.2,6.7,0.25,1.5, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_1B', XB=5.35,5.45,6.2,6.7,0.25,0.7, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='SKRIN_2', XB=4.0,6.05,2.05,2.35,0.25,1.75, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&HOLE ID='DVERE', XB=0.7,1.5,1.8,2.0,0.230437,2.25/
&HOLE ID='OKNO', XB=3.03,3.636,8.9,9.05,2.3,2.8/
&VENT ID='ZDROJ', SURF_ID='HORAK', XB=1.0,1.3,6.4,6.7,0.45,0.45/
&BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/
&BNDF QUANTITY='GAUGE HEAT FLUX'/
&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=550.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=0.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=6.85/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=8.9/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBZ=0.25/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=6.55/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', PBY=6.55/
&TAIL /

Aplikace stropní sprinklerové hlavice

```
&HEAD CHID='DIPLOMOVAPRACE1'/
&TIME T_END=300.0/
&DUMP RENDER_FILE='DIPLOMOVAPRACE1.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE.,
DT_RESTART=300.0/
```

```
&MESH ID='Mesh01', COLOR='GRAY 94', IJK=76,100,32, XB=0.0,6.85,0.0,9.05,0.24,3.3/
```

```
&PART ID='SMOKE',
  MASSLESS=.TRUE.,
  MONODISPERSE=.TRUE.,
  AGE=300.0,
  SAMPLING_FACTOR=10/
```

```
&REAC ID='Reaction1',
  FUEL='PROPANE'/
```

```
&DEVC ID='VYSKAKOUROVE VRSTVY->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,5.0,5.0,0.25,3.3/
```

```
&DEVC ID='THCP1', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=3.5,8.0,3.2/
```

```
&DEVC ID='THCP2', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=3.5,2.5,3.2/
```

```
&MATL ID='CONCRETE',
  FYI='NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation',
  SPECIFIC_HEAT=1.04,
  CONDUCTIVITY=1.8,
  DENSITY=2280.0/
```

```
&MATL ID='DREVO',
  SPECIFIC_HEAT=1.11,
  CONDUCTIVITY=0.1,
  DENSITY=450.0/
```

```
&MATL ID='KOBBEREC-PP',
  SPECIFIC_HEAT=1.9,
  CONDUCTIVITY=0.24,
  DENSITY=940.0,
  HEAT_OF_COMBUSTION=37.0/
```

```
&MATL ID='STEEL',
  FYI='Drysdale, Intro to Fire Dynamics - ATF NIST Multi-Floor Validation',
  SPECIFIC_HEAT=0.46,
  CONDUCTIVITY=45.8,
  DENSITY=7850.0,
  EMISSIVITY=0.95/
```

```
&MATL ID='SKLO',
  SPECIFIC_HEAT=0.84,
  CONDUCTIVITY=0.76,
  DENSITY=2700.0/
```

```
&SURF ID='ZB stena',
  RGB=208.0,205.0,238.0,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='CONCRETE',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
```

```

THICKNESS(1)=0.2/
&SURF ID='HORAK',
  COLOR='RED',
  HRRPUA=1111.11,
  RAMP_Q='HORAK_RAMP_Q',
  PART_ID='SMOKE'/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=12.0, F=0.05/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=40.0, F=0.4/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=82.0, F=0.6/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=120.0, F=0.7/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=180.0, F=1.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=196.0, F=0.9/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=280.0, F=0.6/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=300.0, F=0.2/
&SURF ID='SKRIN',
  RGB=132.0,47.0,68.0,
  HRRPUA=2870.0,
  RAMP_Q='SKRIN_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=360.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='DREVO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=1.0/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=19.4, F=0.006/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=56.3, F=0.034/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=79.4, F=0.203/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=106.6, F=0.4/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=114.0, F=0.54/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=120.0, F=0.73/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=127.4, F=0.877/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=132.7, F=1.0/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=143.9, F=0.802/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=152.5, F=0.543/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=199.6, F=0.1047/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=264.7, F=0.064/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=300.0, F=0.057/
&SURF ID='DREVENY_STUL',
  RGB=82.0,56.0,26.0,
  HRRPUA=380.952,
  RAMP_Q='DREVENY_STUL_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=330.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='DREVO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.1/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=189.9, F=0.0109/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=220.4, F=0.151/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=315.0, F=0.721/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=342.4, F=0.911/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=354.6, F=1.0/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=406.9, F=0.671/

```

```

&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=591.0, F=0.242/
&SURF ID='ZIDLE',
  RGB=146.0,170.0,248.0,
  HRRPUA=150.649,
  RAMP_Q='ZIDLE_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=270.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='DREVO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.05/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=6.1, F=0.045/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=36.8, F=0.169/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=60.8, F=0.371/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=72.4, F=0.54/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=89.8, F=0.7875/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=101.1, F=1.0/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=114.5, F=0.866/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=217.7, F=0.43/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=521.8, F=0.0435/
&SURF ID='KOBEREC',
  HRRPUA=141.72,
  RAMP_Q='KOBEREC_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=186.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='KOBEREC-PP',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.1/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=47.4, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=56.3, F=0.43/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=62.7, F=1.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=68.0, F=0.111/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=72.3, F=0.037/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=89.1, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=285.0, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=300.0, F=0.0/
&SURF ID='OCELOVY_SLOUPEK',
  COLOR='GRAY 40',
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='STEEL',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.15/
&SURF ID='SKLENENA_STENA',
  RGB=203.0,203.0,255.0,
  TRANSPARENCY=0.203922,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='SKLO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.15/
&OBST ID='PODLAHA', XB=0.0,6.85,0.0,9.05,0.0,0.24, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='STENA_VNITRNI', XB=0.0,6.85,1.8,2.0,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='HORAK', XB=1.0,1.3,6.4,6.7,0.25,0.45, RGB=255.0,0.0,51.0, SURF_ID='HORAK'/

```

```

&OBST ID='SKRIN_7', XB=0.25,0.75,4.0,6.75,0.25,1.75, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&OBST ID='DESKASTOLU_2', XB=0.25,1.45,6.8,8.8,1.0,1.1, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_2A', XB=0.25,1.45,6.8,6.9,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_2B', XB=0.25,1.45,8.7,8.8,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='SEADLO_4', XB=1.35,1.85,7.3,7.8,0.7,0.8, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_4C', XB=1.35,1.45,7.3,7.8,0.25,0.7, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='OPERADLO_4', XB=1.85,1.95,7.3,7.8,0.25,1.5, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='SKRIN_1', XB=6.14,6.64,2.35,5.0,0.2,3.0, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&OBST ID='KOBREC', XB=0.0,6.85,0.0,8.9,0.24,0.25, SURF_ID='KOBREC'/
&OBST ID='STENA_1', XB=0.0,0.2,2.0,8.9,0.25,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='STENA_2', XB=6.65,6.85,2.0,8.9,0.25,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='ZB_SLOUP', XB=6.1,6.65,2.0,2.3,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='ZB_SLOUP2', XB=6.1,6.65,8.12,8.52,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
&OBST ID='VERT_SLOUP1', XB=0.0,0.15,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP2', XB=1.35,1.5,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP3', XB=2.7,2.85,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP4', XB=4.05,4.2,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP5', XB=5.4,5.55,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='VERT_SLOUP6', XB=6.75,6.85,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA1', XB=0.15,1.35,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA2', XB=1.5,2.7,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA3', XB=2.85,4.05,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA4', XB=4.2,5.4,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='SKLEN_DESKA5', XB=5.55,6.75,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
&OBST ID='DESKASTOLU_1', XB=5.44,6.64,6.02,8.02,1.0,1.1, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_1A', XB=5.44,6.64,6.02,6.12,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='NOHASTUL_1B', XB=5.44,6.64,7.92,8.02,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
SURF_ID='DREVENY_STUL'/
&OBST ID='SEADLO_1', XB=4.95,5.45,6.2,6.7,0.7,0.8, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_1A', XB=4.85,4.95,6.2,6.7,0.25,1.5, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='NOHA_1B', XB=5.35,5.45,6.2,6.7,0.25,0.7, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
&OBST ID='SKRIN_2', XB=4.0,6.05,2.05,2.35,0.25,1.75, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
&HOLE ID='DVERE', XB=0.7,1.5,1.8,2.0,0.230437,2.25/
&VENT ID='ZDROJ', SURF_ID='HORAK', XB=1.0,1.3,6.4,6.7,0.45,0.45/
&BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/
&BNDF QUANTITY='GAUGE HEAT FLUX'/
&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=550.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=0.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=6.85/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=8.9/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=2.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBZ=0.25/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=6.55/
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', PBY=6.55/
&SPEC ID='WATER VAPOR'/
&PART ID='Water drops',
  SPEC_ID='WATER VAPOR',
  DIAMETER=200.0,
  QUANTITIES='PARTICLE DIAMETER','PARTICLE TEMPERATURE','PARTICLE AGE',

```

```

    SAMPLING_FACTOR=1/
&PROP ID='K-11',
    QUANTITY='SPRINKLER LINK TEMPERATURE',
    ACTIVATION_TEMPERATURE=68.0,
    RTI=400.0,
    PART_ID='Water drops',
    OFFSET=0.2,
    FLOW_RATE=189.3,
    FLOW_TAU=1.0,
    PARTICLE_VELOCITY=5.0,
    SPRAY_ANGLE=0.0,60.0/
&DEVC ID='SP1', PROP_ID='K-11', XYZ=1.84,7.33,3.07/
&DEVC ID='SP2', PROP_ID='K-11', XYZ=4.74,7.33,3.07/
&DEVC ID='SP3', PROP_ID='K-11', XYZ=1.84,3.83,3.07/
&DEVC ID='SP4', PROP_ID='K-11', XYZ=4.74,3.83,3.07/
&TAIL /

```

Aplikace stěnové sprinklerové hlavice

```

&HEAD CHID='DIPLOMOVAPRACE1'/
&TIME T_END=300.0/
&DUMP RENDER_FILE='DIPLOMOVAPRACE1.ge1', COLUMN_DUMP_LIMIT=.TRUE.,
DT_RESTART=300.0/
&MESH ID='Mesh01', COLOR='GRAY 94', IJK=76,100,32, XB=0.0,6.85,0.0,9.05,0.24,3.3/
&REAC ID='Reaction1',
    FUEL='PROPANE'/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVE VRSTVY->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,5.0,5.0,0.25,3.3/
&DEVC ID='THCP1', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=3.5,8.0,3.2/
&DEVC ID='THCP2', QUANTITY='THERMOCOUPLE', XYZ=3.5,2.5,3.2/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVE VRSTVY_1->HEIGHT', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,1.0,1.0,0.25,3.3/
&DEVC ID='VYSKAKOUROVEVRSTVY_3', QUANTITY='LAYER HEIGHT',
XB=3.5,3.5,8.0,8.0,0.25,3.3/
&MATL ID='CONCRETE',
    FYI='NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation',
    SPECIFIC_HEAT=1.04,
    CONDUCTIVITY=1.8,
    DENSITY=2280.0/
&MATL ID='DREVO',
    SPECIFIC_HEAT=1.11,
    CONDUCTIVITY=0.1,
    DENSITY=450.0/
&MATL ID='KOBBEREC-PP',
    SPECIFIC_HEAT=1.9,
    CONDUCTIVITY=0.24,
    DENSITY=940.0,
    HEAT_OF_COMBUSTION=37.0/
&MATL ID='STEEL',
    FYI='Drysdale, Intro to Fire Dynamics - ATF NIST Multi-Floor Validation',
    SPECIFIC_HEAT=0.46,
    CONDUCTIVITY=45.8,
    DENSITY=7850.0,
    EMISSIVITY=0.95/

```

```

&MATL ID='SKLO',
  SPECIFIC_HEAT=0.84,
  CONDUCTIVITY=0.76,
  DENSITY=2700.0/
&SURF ID='ZB stena',
  RGB=208.0,205.0,238.0,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='CONCRETE',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.2/
&SURF ID='HORAK',
  COLOR='RED',
  HRRPUA=1111.11,
  RAMP_Q='HORAK_RAMP_Q',
  PART_ID='SMOKE'/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=12.0, F=0.05/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=40.0, F=0.4/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=82.0, F=0.6/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=120.0, F=0.7/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=180.0, F=1.0/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=196.0, F=0.9/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=280.0, F=0.6/
&RAMP ID='HORAK_RAMP_Q', T=300.0, F=0.2/
&SURF ID='SKRIN',
  RGB=132.0,47.0,68.0,
  HRRPUA=2870.0,
  RAMP_Q='SKRIN_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=360.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='DREVO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=1.0/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=19.4, F=0.006/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=56.3, F=0.034/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=79.4, F=0.203/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=106.6, F=0.4/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=114.0, F=0.54/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=120.0, F=0.73/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=127.4, F=0.877/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=132.7, F=1.0/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=143.9, F=0.802/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=152.5, F=0.543/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=199.6, F=0.1047/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=264.7, F=0.064/
&RAMP ID='SKRIN_RAMP_Q', T=300.0, F=0.057/
&SURF ID='DREVENY_STUL',
  RGB=82.0,56.0,26.0,
  HRRPUA=380.952,
  RAMP_Q='DREVENY_STUL_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=330.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',

```

```

MATL_ID(1,1)='DREVO',
MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
THICKNESS(1)=0.1/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=189.9, F=0.0109/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=220.4, F=0.151/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=315.0, F=0.721/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=342.4, F=0.911/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=354.6, F=1.0/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=406.9, F=0.671/
&RAMP ID='DREVENY_STUL_RAMP_Q', T=591.0, F=0.242/
&SURF ID='ZIDLE',
  RGB=146.0,170.0,248.0,
  HRRPUA=150.649,
  RAMP_Q='ZIDLE_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=270.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='DREVO',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.05/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=6.1, F=0.045/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=36.8, F=0.169/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=60.8, F=0.371/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=72.4, F=0.54/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=89.8, F=0.7875/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=101.1, F=1.0/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=114.5, F=0.866/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=217.7, F=0.43/
&RAMP ID='ZIDLE_RAMP_Q', T=521.8, F=0.0435/
&SURF ID='KOBEREC',
  HRRPUA=141.72,
  RAMP_Q='KOBEREC_RAMP_Q',
  IGNITION_TEMPERATURE=186.0,
  BURN_AWAY=.TRUE.,
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='KOBEREC-PP',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.1/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=0.0, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=47.4, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=56.3, F=0.43/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=62.7, F=1.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=68.0, F=0.111/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=72.3, F=0.037/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=89.1, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=285.0, F=0.0/
&RAMP ID='KOBEREC_RAMP_Q', T=300.0, F=0.0/
&SURF ID='OCELOVY_SLOUPEK',
  COLOR='GRAY 40',
  BACKING='VOID',
  MATL_ID(1,1)='STEEL',
  MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
  THICKNESS(1)=0.15/
&SURF ID='SKLENENA_STENA',

```

RGB=203.0,203.0,255.0,
 TRANSPARENCY=0.203922,
 BACKING='VOID',
 MATL_ID(1,1)='SKLO',
 MATL_MASS_FRACTION(1,1)=1.0,
 THICKNESS(1)=0.15/
 &OBST ID='PODLAHA', XB=0.0,6.85,0.0,9.05,0.0,0.24, SURF_ID='ZB stena'/
 &OBST ID='STENA_VNITRNI', XB=0.0,6.85,1.8,2.0,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
 &OBST ID='HORAK', XB=1.0,1.3,6.4,6.7,0.25,0.45, RGB=255.0,0.0,51.0, SURF_ID='HORAK'/
 &OBST ID='SKRIN_7', XB=0.25,0.75,4.0,6.75,0.25,1.75, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
 &OBST ID='DESKASTOLU_2', XB=0.25,1.45,6.8,8.8,1.0,1.1, RGB=51.0,0.0,0.0,
 SURF_ID='DREVENY_STUL'/
 &OBST ID='NOHASTUL_2A', XB=0.25,1.45,6.8,6.9,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
 SURF_ID='DREVENY_STUL'/
 &OBST ID='NOHASTUL_2B', XB=0.25,1.45,8.7,8.8,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
 SURF_ID='DREVENY_STUL'/
 &OBST ID='SEADLO_4', XB=1.35,1.85,7.3,7.8,0.7,0.8, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
 &OBST ID='NOHA_4C', XB=1.35,1.45,7.3,7.8,0.25,0.7, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
 &OBST ID='OPERADLO_4', XB=1.85,1.95,7.3,7.8,0.25,1.5, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
 &OBST ID='SKRIN_1', XB=6.14,6.64,2.35,5.0,0.2,3.0, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
 &OBST ID='KOBBEREC', XB=0.0,6.85,0.0,8.9,0.24,0.25, SURF_ID='KOBBEREC'/
 &OBST ID='STENA_1', XB=0.0,0.2,2.0,8.9,0.25,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
 &OBST ID='STENA_2', XB=6.65,6.85,2.0,8.9,0.25,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
 &OBST ID='ZB_SLOUP', XB=6.1,6.65,2.0,2.3,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
 &OBST ID='ZB_SLOUP2', XB=6.1,6.65,8.12,8.52,0.0,3.3, SURF_ID='ZB stena'/
 &OBST ID='VERT_SLOUP1', XB=0.0,0.15,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
 &OBST ID='VERT_SLOUP2', XB=1.35,1.5,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
 &OBST ID='VERT_SLOUP3', XB=2.7,2.85,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
 &OBST ID='VERT_SLOUP4', XB=4.05,4.2,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
 &OBST ID='VERT_SLOUP5', XB=5.4,5.55,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
 &OBST ID='VERT_SLOUP6', XB=6.75,6.85,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='OCELOVY_SLOUPEK'/
 &OBST ID='SKLEN_DESKA1', XB=0.15,1.35,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
 &OBST ID='SKLEN_DESKA2', XB=1.5,2.7,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
 &OBST ID='SKLEN_DESKA3', XB=2.85,4.05,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
 &OBST ID='SKLEN_DESKA4', XB=4.2,5.4,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
 &OBST ID='SKLEN_DESKA5', XB=5.55,6.75,8.9,9.05,0.24,3.3, SURF_ID='SKLENENA_STENA'/
 &OBST ID='DESKASTOLU_1', XB=5.44,6.64,6.02,8.02,1.0,1.1, RGB=51.0,0.0,0.0,
 SURF_ID='DREVENY_STUL'/
 &OBST ID='NOHASTUL_1A', XB=5.44,6.64,6.02,6.12,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
 SURF_ID='DREVENY_STUL'/
 &OBST ID='NOHASTUL_1B', XB=5.44,6.64,7.92,8.02,0.25,1.0, RGB=51.0,0.0,0.0,
 SURF_ID='DREVENY_STUL'/
 &OBST ID='SEADLO_1', XB=4.95,5.45,6.2,6.7,0.7,0.8, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
 &OBST ID='NOHA_1A', XB=4.85,4.95,6.2,6.7,0.25,1.5, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
 &OBST ID='NOHA_1B', XB=5.35,5.45,6.2,6.7,0.25,0.7, RGB=0.0,0.0,204.0, SURF_ID='ZIDLE'/
 &OBST ID='SKRIN_2', XB=4.0,6.05,2.05,2.35,0.25,1.75, RGB=95.0,54.0,23.0, SURF_ID='SKRIN'/
 &HOLE ID='DVERE', XB=0.7,1.5,1.8,2.0,0.230437,2.25/
 &VENT ID='ZDROJ', SURF_ID='HORAK', XB=1.0,1.3,6.4,6.7,0.45,0.45/
 &BNDF QUANTITY='WALL TEMPERATURE'/
 &BNDF QUANTITY='GAUGE HEAT FLUX'/
 &ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=550.0/
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=0.0/
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=6.85/
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=8.9/

```
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBX=2.0/  
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBZ=0.25/  
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', VECTOR=.TRUE., PBY=6.55/  
&SLCF QUANTITY='VELOCITY', PBY=6.55/  
&SPEC ID='WATER VAPOR'/  
&PART ID='Water drops',  
  SPEC_ID='WATER VAPOR',  
  DIAMETER=200.0,  
  QUANTITIES='PARTICLE DIAMETER','PARTICLE TEMPERATURE','PARTICLE AGE',  
  SAMPLING_FACTOR=1/  
&DEVC ID='SP1', PROP_ID='K-11', XYZ=7.7,2.8,2.85, ORIENTATION=0.0,1.0,0.0,  
ROTATION=60.0/  
&DEVC ID='SP2', PROP_ID='K-11', XYZ=7.7,9.9,2.85, ORIENTATION=0.0,-1.0,0.0,  
ROTATION=60.0/  
&PROP ID='K-11',  
  QUANTITY='SPRINKLER LINK TEMPERATURE',  
  ACTIVATION_TEMPERATURE=68.0,  
  RTI=40.0,  
  PART_ID='Water drops',  
  OFFSET=0.5,  
  PARTICLES_PER_SECOND=2000,  
  K_FACTOR=80.0,  
  OPERATING_PRESSURE=2.5,  
  FLOW_TAU=-1.0,  
  PARTICLE_VELOCITY=4.0,  
  SPRAY_ANGLE(1,1:2)=5.0,5.0,  
  SPRAY_ANGLE(2,1:2)=40.0,80.0/  
&TAIL /
```

Seznam obrázků

<i>Obr. 1: Graf rychlosti uvolňování tepla pro odpadkový koš (1)</i>	<i>7</i>
<i>Obr. 2: Tvar a rozměry použité židle (1)</i>	<i>7</i>
<i>Obr. 3: Graf rychlosti uvolňování tepla pro židli (1)</i>	<i>8</i>
<i>Obr. 4: Graf rychlosti uvolňování tepla pro dřevěný stůl (1)</i>	<i>8</i>
<i>Obr. 5: Graf rychlosti uvolňování tepla pro dřevěnou skříň.....</i>	<i>9</i>
<i>Obr. 6: Schéma modelového prostoru vytvořeného v PyroSimu.....</i>	<i>10</i>
<i>Obr. 7: Výška kouřové vrstvy v posuzovaném prostoru</i>	<i>12</i>
<i>Obr. 8: Modelový prostor s vytvořeným otvorem.....</i>	<i>13</i>
<i>Obr. 9: Schéma porovnávaného modelového prostoru a rozmístění termočlánků (3). 14</i>	
<i>Obr. 10: Graf výšky kouřové vrstvy ve větrané místnosti.....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 11: Graf výšky kouřové vrstvy z porovnávaného článku (3).....</i>	<i>15</i>
<i>Obr. 12: Rozmístění sprinklerových hlavic v kancelářském prostoru.....</i>	<i>16</i>
<i>Obr. 13: Schéma modelového prostoru a rozmístění sprinklerových hlavic v programu PyroSim.....</i>	<i>17</i>
<i>Obr. 14: Spuštění jedné řady sprinklerů.....</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 15: Časové údaje o spuštění stropních sprinklerů</i>	<i>18</i>
<i>Obr. 16: Rozmístění stranových sprinklerových hlavic v kancelářském prostoru</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 17: Časové spuštění stranových sprinklerových hlavic</i>	<i>20</i>
<i>Obr. 18: Časové porovnání sprinklerových hlavic.....</i>	<i>22</i>
<i>Obr. 19: Ovlivňování teploty při ochlazování místnosti sprinklerovými hlavicemi</i>	<i>23</i>

Literatura

1. **Wald, František, a další, a další.** *Modelování dynamiky požáru v budovách.* Praha : České vysoké učení technické v Praze, 2017.
2. ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb- Nevýrobní objekty.* Praha : ÚNMZ, 2009.
3. **Chi-ming Lai, a další, a další.** *Determinations of the fire smoke layer height naturally ventilated room.* 2013.
4. ČSN EN 12845. *Stabilní hasicí zařízení- Sprinklerová zařízení- Navrhování, instalace a údržba.* Praha : ÚNMZ, 2015.
5. ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení.* Praha : ÚNMZ, 2016.