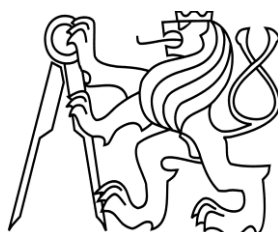


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

Diplomová práce

**SROVNÁNÍ STABILNÍHO HASICÍHO ZAŘÍZENÍ
MLHOVÉHO A SPRINKLEROVÉHO**

**THE DIFFERENCES BETWEEN MIST FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS
AND SPRINKLER FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS**

Bc. Lukáš Hrdý

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

2020/2021

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Hrdý Jméno: Lukáš Osobní číslo: 458622Zadávající katedra: K125 - Katedra technických zařízení budovStudijní program: SI - Stavební inženýrstvíStudijní obor: Q - Integrovaná bezpečnost staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Srovnání stabilního hasicího zařízení mlhového a sprinklerovéhoNázev diplomové práce anglicky: The differences between mist fire extinguishing systems and sprinkler fire extinguishing systems

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zpracujte projektovou dokumentaci sprinklerového SHZ zadaného administrativního objektu na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zadané půdorysy v měřítku 1:50 - 1:100, situace 1:400 - 1:500, zadané výpočty, technická zpráva.
- 2) Rešerše - Srovnání SHZ mlhového a sprinklerového
- 3) Modelový příklad v programu FDS

Seznam doporučené literatury:

- [1] ČSN EN 12845. Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení: Navrhování, instalace a údržba. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [2] 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. ISBN 978-80-7385-103-3.
- [3] WALD, F. a kol. Modelování dynamiky požáru při návrhu konstrukcí – Příručka k programu FDS. Praha: ČVUT v Praze – Fakulta stavební, 2015. ISBN 978-80-01-05633-2.

Jméno vedoucího diplomové práce: Ing. Ilona Koubková, Ph.D.Datum zadání diplomové práce: 25.9.2020Termín odevzdání diplomové práce: 3.1.2021*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“.

25.9.2020
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Lukáš Hrdý

Název diplomové práce: Srovnání stabilního hasicího zařízení mlhového a sprinklerového

Základní část: Technická zařízení budov podíl: 100 %

Formulace úkolů: 1) Projektová dokumentace sprinklerového SHZ

2) Rešerše

3) Modelový příklad v programu FDS

Podpis vedoucího DP: Datum:

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

2. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra):

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: Datum:

Poznámka:

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

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ilony Koubkové, Ph.D. Veškerá použitá literatura a zdroje jsou beze zbytku uvedeny v seznamu použitých podkladů. 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 03. 01. 2021

Bc. Lukáš Hrdý

Poděkování:

Děkuji vedoucí diplomové práce, paní Ing. Iloně Koubkové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při vypracování diplomové práce.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá sprinklerovým stabilním hasicím zařízením a mlhovým stabilním hasicím zařízením. Jako podklad k diplomové práci je využit projekt mlhového SHZ k danému objektu. Tato práce je rozdělena primárně na dvě části. V první části je řešen projekt administrativní budovy. Pro srovnání k projektovému řešení mlhového SHZ z dostupného podkladu je vypracován i projekt sprinklerového SHZ. Projektová dokumentace je zhotovena na základě normy ČSN EN 12845 a norem souvisejících. V druhé části práce je zpracována rešerše na základě současného stavu poznatků pro oba řešené systémy SHZ. Práce je zaměřena hlavně na složení, dělení a navrhování sprinklerového a mlhového SHZ, kde je možné vidět rozdíly mezi těmito dvěma aktivními hasicími zařízeními. Dále jsou zde popsány výhody a nevýhody řešených SHZ. Součástí rešerše jsou také dva konkrétní modely v programu FDS. První model simuluje účinnost sprinklerového a mlhového SHZ na požárním úseku studovny z řešeného projektu. Druhý model se zabývá srovnáním těchto systémů na příkladu hotelového pokoje.

Klíčová slova

Požární ochrana; aktivní požární ochrana; stabilní hasicí zařízení; vodní mlha; sprinkler; hlavice; aktivace; navrhování; FDS

Abstract

This diploma thesis deals with a sprinkler fixed fire extinguishing system and water mist fixed fire extinguishing system. The project of the water mist FFES for the given object is used as a basis for the diploma thesis. This work is divided primarily into two parts. The first part of this work deals with the project of an administrative building. A project of sprinkler FFES is also prepared as a comparison to the solution which use water mist FFES. The project documentation is made on the basis of the ČSN EN 12845 standard and it is related standards. The main idea of second part of the work is about current state of knowledge for both FFES systems. The work is mainly focused on the composition, division and design of sprinkler and water mist FFES, where it is possible to see the differences between these two active fire extinguishers. Furthermore, the advantages and disadvantages of the solved FFES are described here. This work also includes two specific models in the FDS program. The first model simulates the efficiency of sprinkler and water mist FFES in the fire zone of the study room from the solved project. The second model deals with the comparison of these systems on the example of a hotel room.

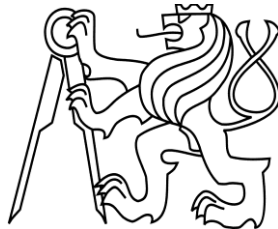
Keywords

Fire safety; active fire protection; fixed fire extinguishing system; water mist, sprinkler; heads; activation; design; FDS

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

**Podklady
k diplomové práci**

Bc. Lukáš Hrdý

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

2020/2021

Podklady

Podklady byly poskytnuty se souhlasem generálního stavitele ve formě výkresové dokumentace. Vzhledem k přání hlavního stavitele jsem smazal identifikační údaje v rozpisce. Obsah výkresové dokumentace jsem nijak neupravoval a za jejich kvalitu a správnost nezodpovídám.

Seznam příložených výkresů mlhového SHZ:

02 – Půdorys 1.PP

03 – Půdorys 1.NP

04 – Půdorys 2.NP

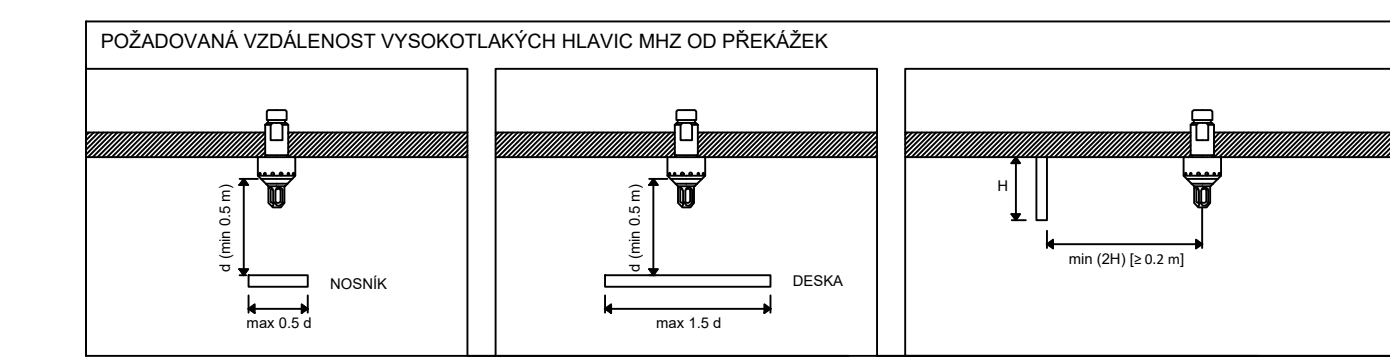
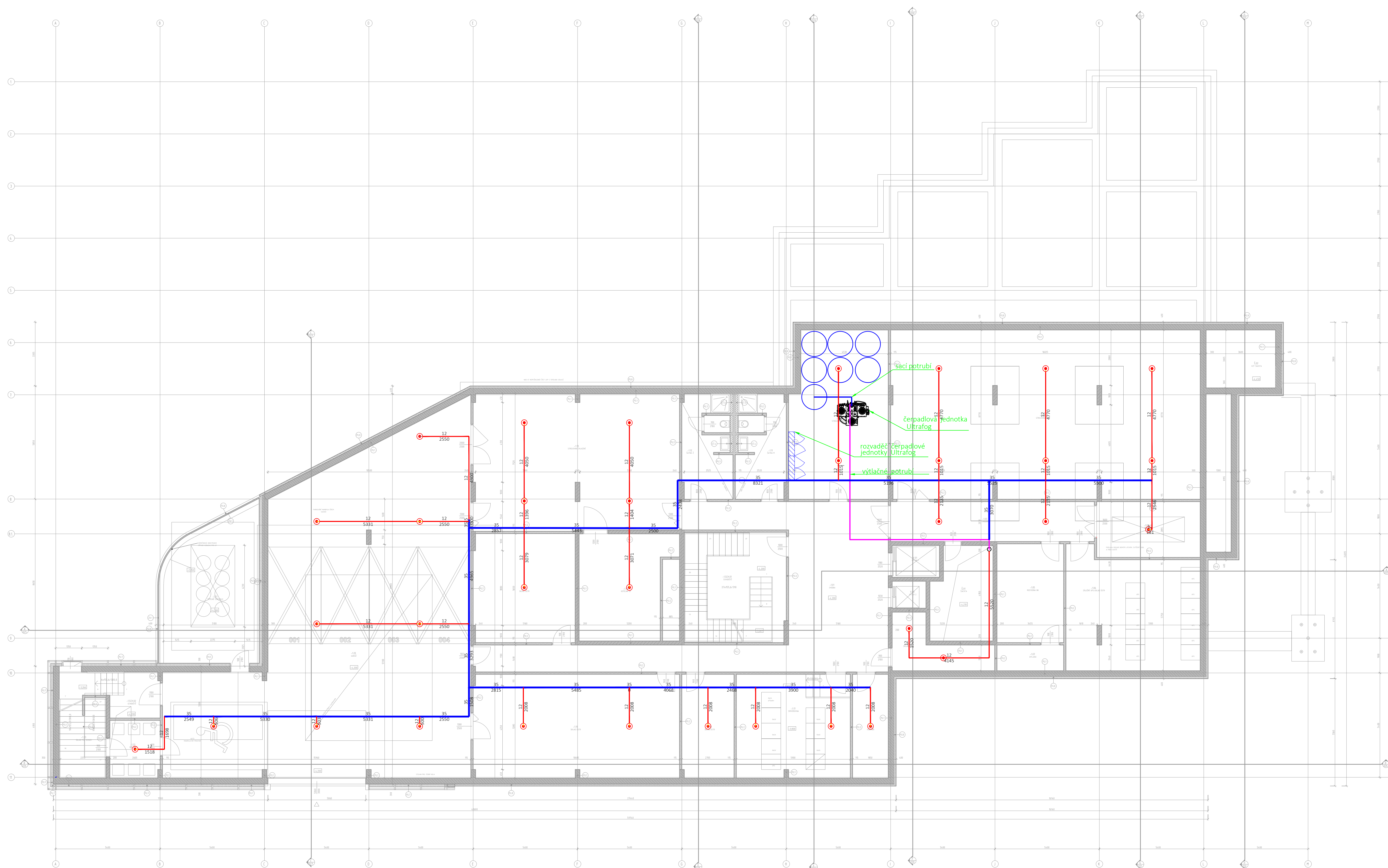
05 – Půdorys 3.NP

06 – Půdorys 4.NP

07 – Půdorys 5.NP

08 – Půdorys 6.NP

09 – Půdorys 7.NP



Značka Trysky	Třída nebezpečí	Použitý vysokotlaký sprinkler MHZ / návrhové parametry	Druh provozu
●	OH3	K = 4,2 ; p = 100 bar t = 60 min, A = 216 m ²	Archiv

POŽADOVANÁ VZDÁLENOST UCHYCENÍ POTRUBÍ		
Potrubí průměr (mm)	Doporučená vzdálenost (mm)	Maximální vzdálenost (mm)
6 - 10	500 - 750	1000
12 - 20	700 - 1000	1500
22 - 25	1000 - 1200	1750
25 - 38	1200 - 1500	2000
38 - 60	1500 - 1900	2500

Legenda značení MHZ	
	Předpokládané umístění ventiliové sestavy MHZ
	Předpokládané umístění stoupacího potrubí MHZ
	Páteňní potrubní rozvod MHZ Vnější průměr potrubí 42 mm
	Potrubní rozvod k tryskám MHZ Vnější průměr potrubí 12 mm

REVIZE	DATA	OBŠAH

REVIZE	DATA	OBŠAH

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

STAVĚNÍK

PROJEKT
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PRAZE

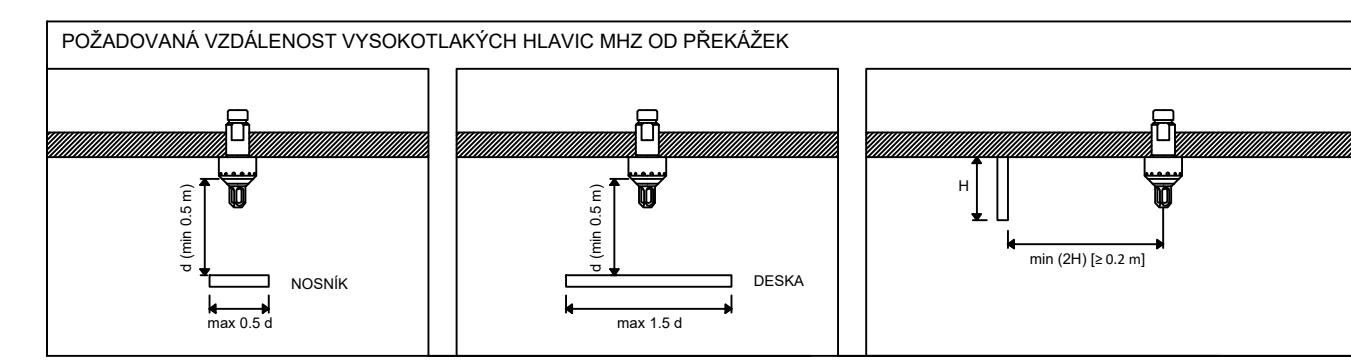
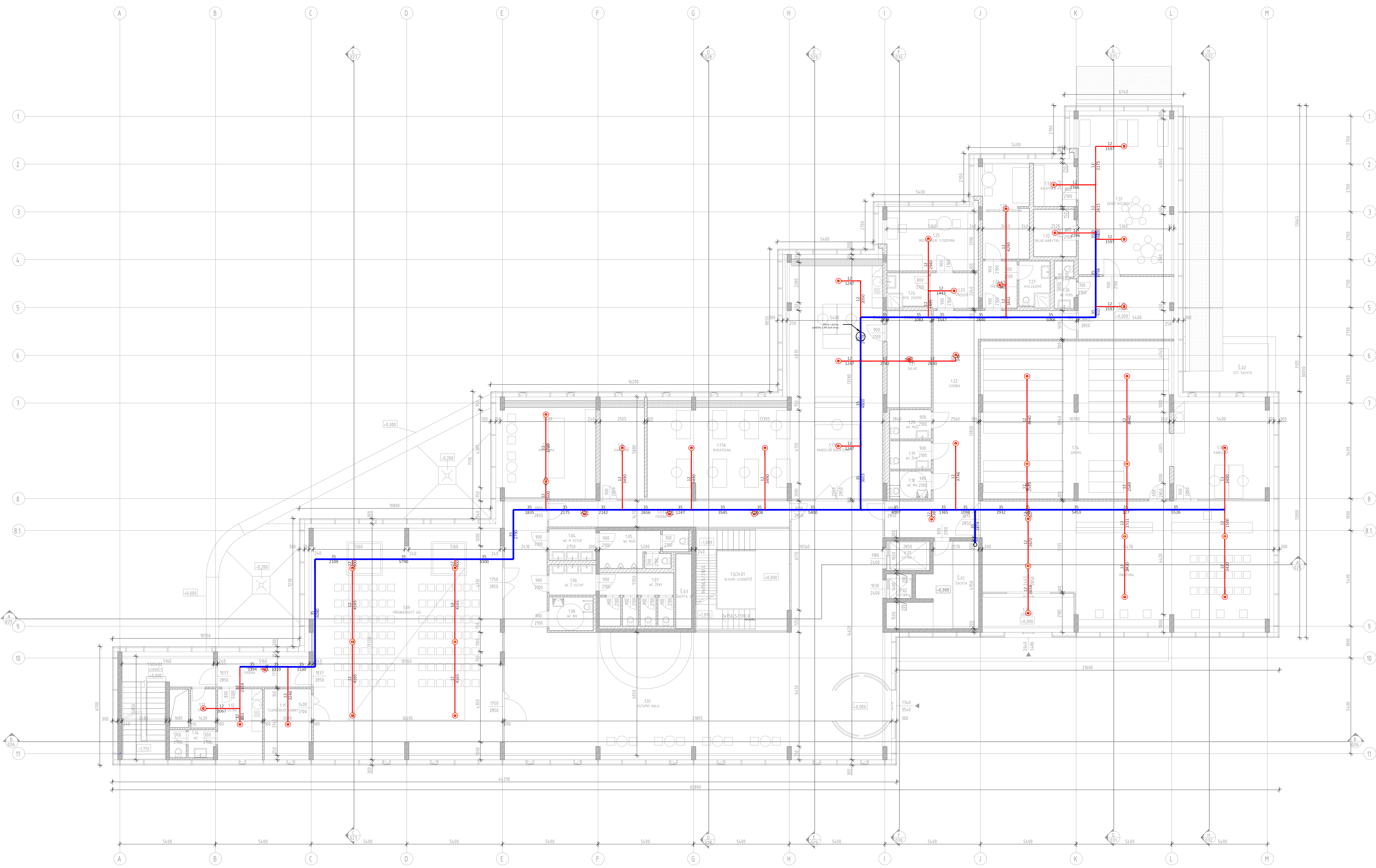
ARCHITEKT GENERÁLNÍ PROJEKTANT ZPRACOVATEL ČÁSTI

HP ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT VYPRACOVYVAL AUTORIZACE

PROFESÍ
D 14. MLHOVÉ STABILNÍ HASÍČÍ ZAŘÍZENÍ

OBŠAH
02 PŮDORYS 1PP

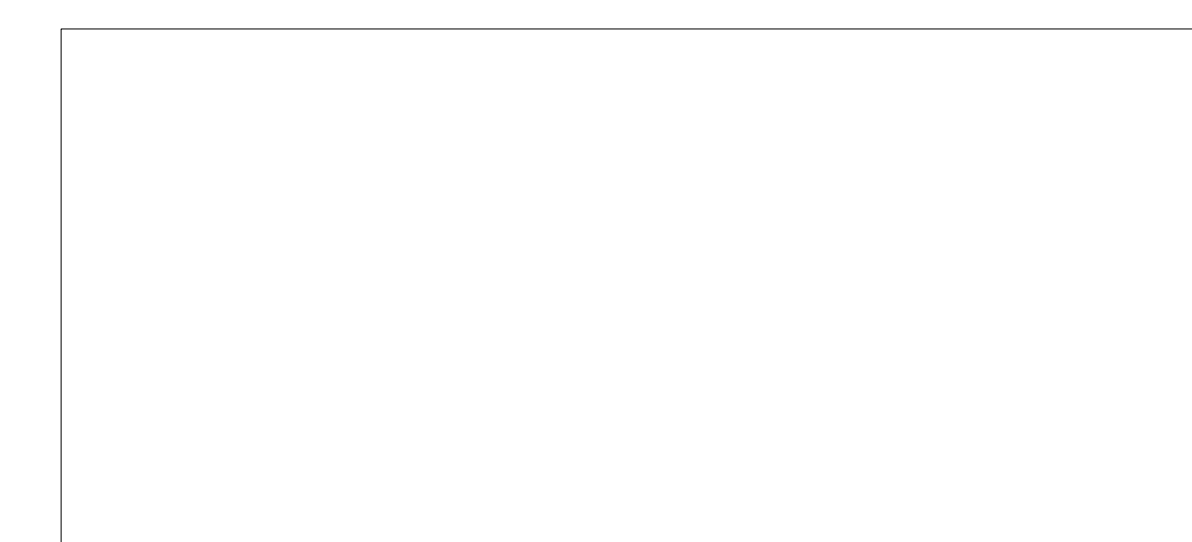
STUPEŇ	ČÁST	SO	DATA	HEŘÍTKO	PARÉ
DPS	D.14.	SO 01	04/2020	1 : 100	



Značka Trysky	Třída nebezpečí	Použitý vysokotlaký sprinkler MHZ / návrhové parametry	Druh provozu
	OH3	K = 4,2 ; p = 100 bar t = 60 min, A = 216 m ²	Archiv

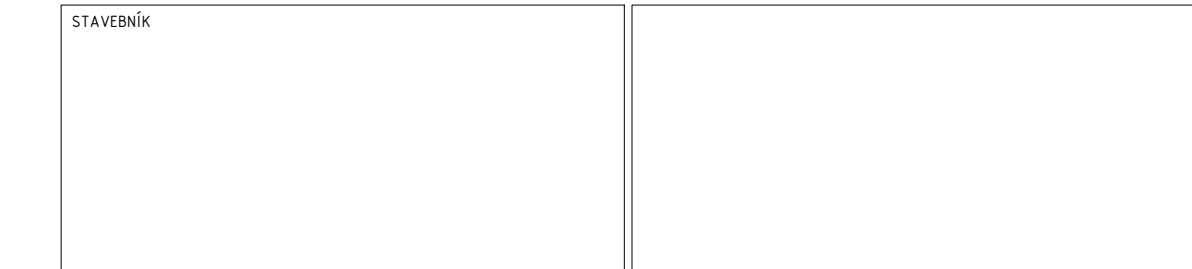
POŽADOVANÁ VZDÁLENOST UCHYCENÍ POTRUBÍ		
Potrubi průměr (mm)	Doporučená vzdálenost (mm)	Maximální vzdálenost (mm)
6 - 10	500 - 750	1000
12 - 20	700 - 1000	1500
22 - 25	1000 - 1200	1750
25 - 38	1200 - 1500	2000
38 - 60	1500 - 1900	2500

Legenda značení MHZ	
	Předpokládané umístění ventiliové sestavy MHZ
	Předpokládané umístění stoupacího potrubí MHZ
	Páteňní potrubní rozvod MHZ Vnější průměr potrubí 42 mm
	Potrubi rozvod k tryskám MHZ Vnější průměr potrubí 12 mm



REVIZE	DATAUM	OBRAH

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)



STAVEBNÍK

PROJEKT

ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PRAZE

ARCHTEKT	GENERÁLNÍ PROJEKTANT	ZPRACOVATEL ČÁSTI

HP	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	VYPRACOVAL	AUTORIZACE

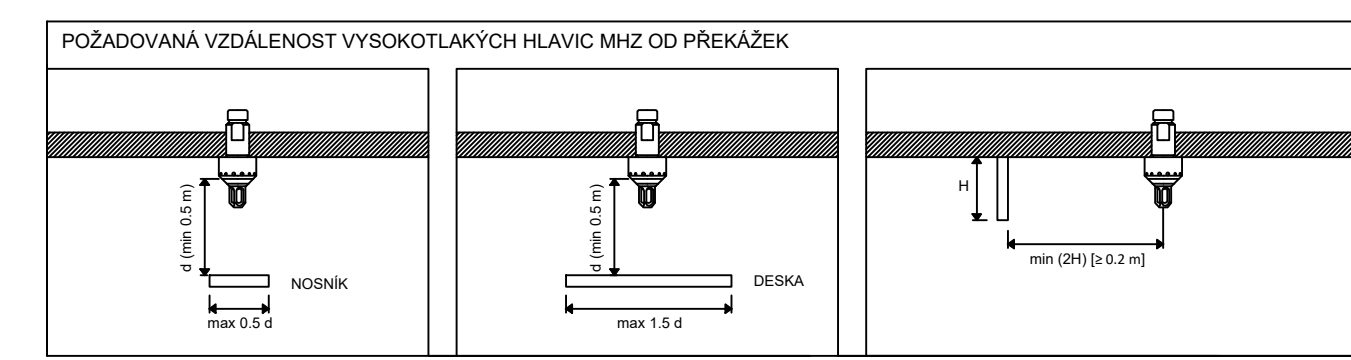
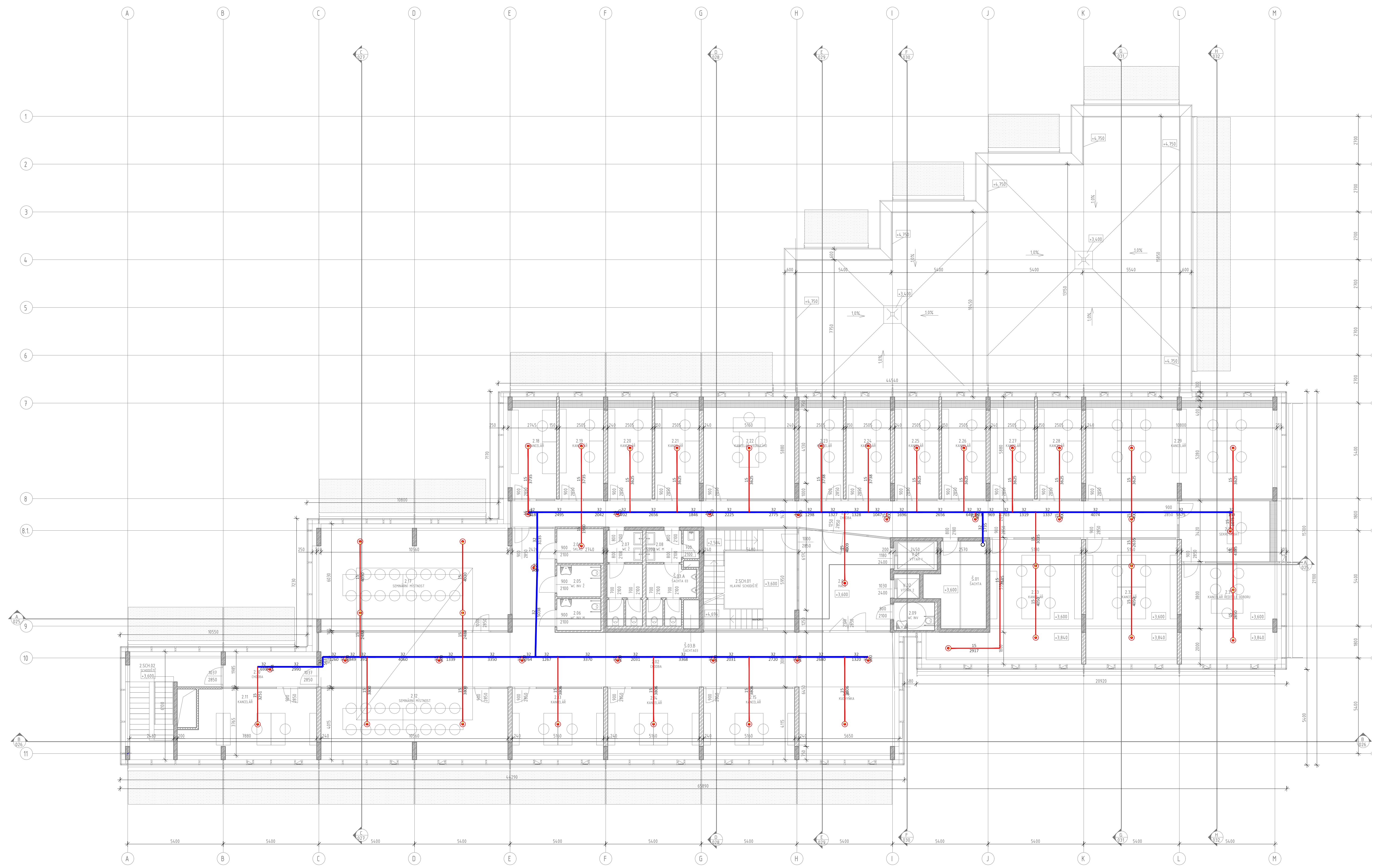
PROFESE

D 14. MLHOVÉ STABILNÍ HASIČÍ ZAŘÍZENÍ

OBRAH

03 PŮDORYS 1NP

STUPĚŇ	ČÁST	SO	DATAUM	HEŘITKO	PAŘE
DPS	D.14.	SO 01	04/2020	1 : 100	



Značka Trysky	Třída nebezpečí	Použitý vysokotlaký sprinkler MHZ / návrhové parametry	Druh provozu
	OH3	K = 4,2 ; p = 100 bar t = 60 min, A = 216 m ²	Archiv

POŽADOVANÁ VZDÁLENOST UCHYCENÍ POTRUBÍ		
Potrubní průměr (mm)	Doporučená vzdálenost (mm)	Maximální vzdálenost (mm)
6 - 10	500 - 750	1000
12 - 20	700 - 1000	1500
22 - 25	1000 - 1200	1750
25 - 38	1200 - 1500	2000
38 - 60	1500 - 1900	2500

Legenda značení MHZ	
	Předpokládané umístění ventiliové sestavy MHZ
	Předpokládané umístění stoupacího potrubí MHZ
	Páteňní potrubní rozvod MHZ Vnější průměr potrubí 42 mm
	Potrubní rozvod k tryskám MHZ Vnější průměr potrubí 12 mm

REVIZE	DATA	OPIS

REVIZE	DATA	OPIS

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

STAVĚNÍK

PROJEKT
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PRAZE

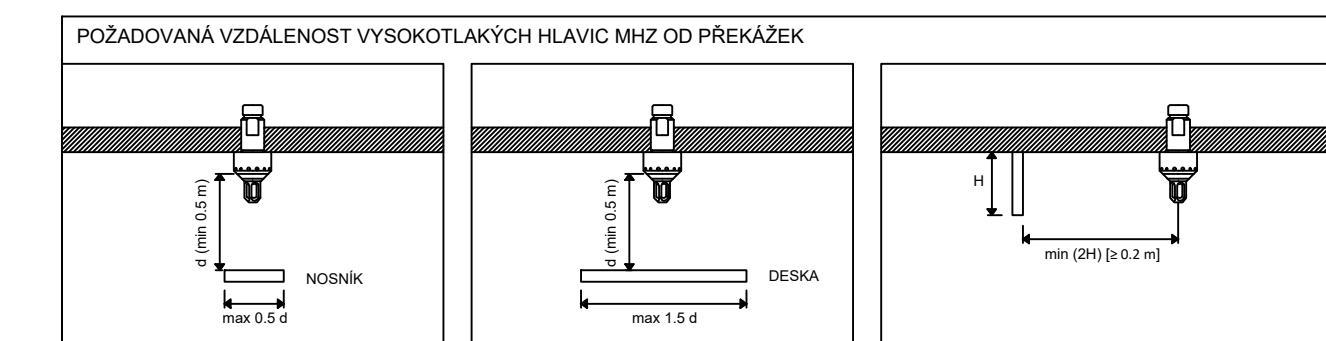
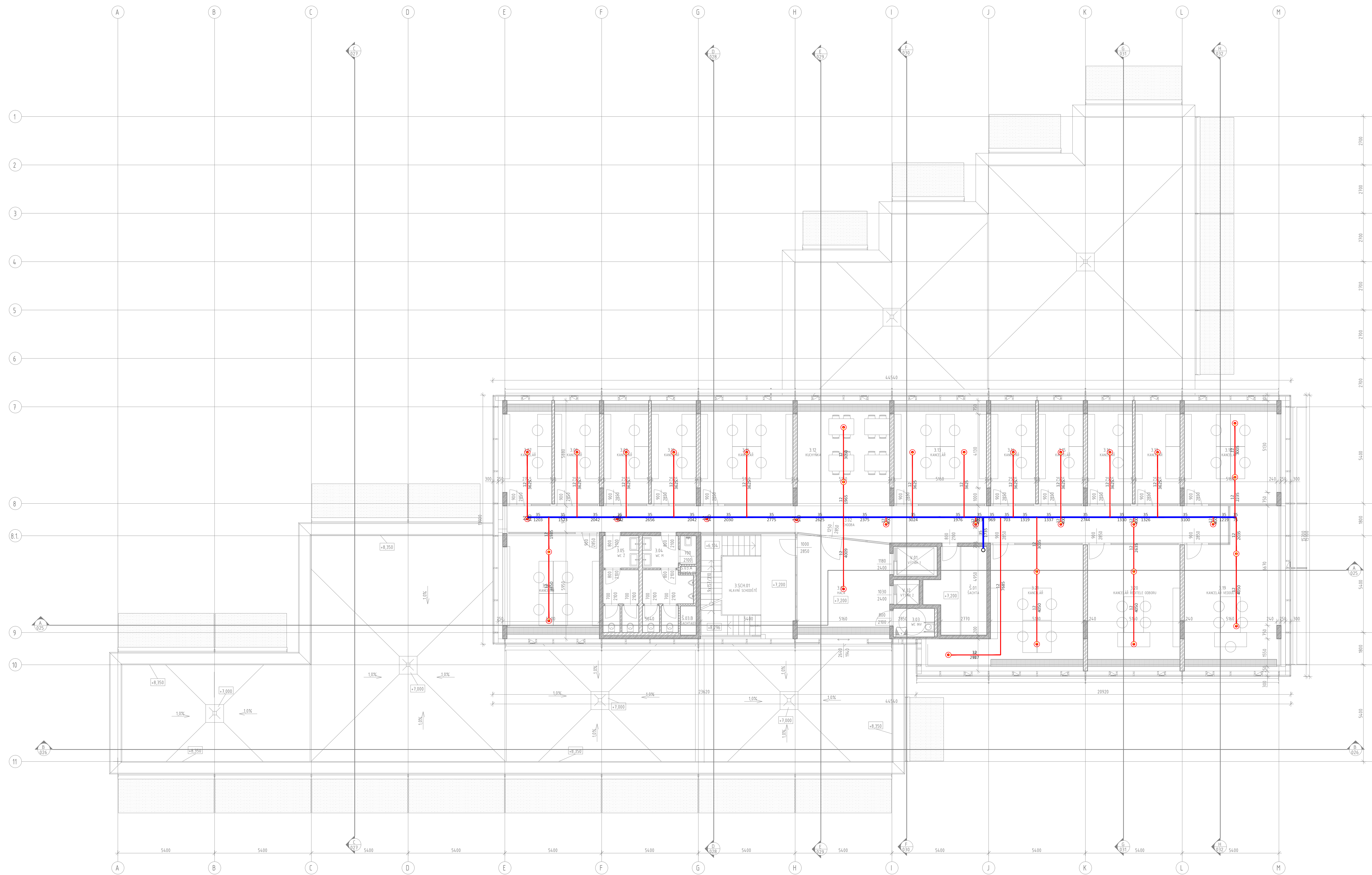
ARCHTEKT GENERALNÍ PROJEKTANT ZPRACOVATEL ČÁSTI

HP ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT VYPRACOVAL AUTORIZACE

PROFESE
D 14. Míhové stabilní hasicí zařízení

OBSAH
04 PŮDORYS MHZ 2NP

STUPĚŇ	ČÁST	SO	DATA	HEŘITKO	PARÉ
DPS	D.14.	SO 01	04/2020	1 : 100	



Značka Trysky	Třída nebezpečí	Použitý vysokotlaký sprinkler MHZ / návrhové parametry	Druh provozu
	OH3	K = 4,2 ; p = 100 bar t = 60 min, A = 216 m ²	Archiv

POŽADOVANÁ VZDÁLENOST UCHYCENÍ POTRUBÍ		
Potrubní průměr (mm)	Doporučená vzdálenost (mm)	Maximální vzdálenost (mm)
6 - 10	500 - 750	1000
12 - 20	700 - 1000	1500
22 - 25	1000 - 1200	1750
25 - 38	1200 - 1500	2000
38 - 60	1500 - 1900	2500

Legenda značení MHZ	
	Předpokládané umístění ventiliové sestavy MHZ
	Předpokládané umístění stoupacího potrubí MHZ
	Páteňní potrubní rozvod MHZ Vnější průměr potrubí 42 mm
	Potrubní rozvod k tryskám MHZ Vnější průměr potrubí 12 mm

REVIZE	DATA	OBŠAH

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

STAVĚNÍK

PROJEKT
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PRAZE

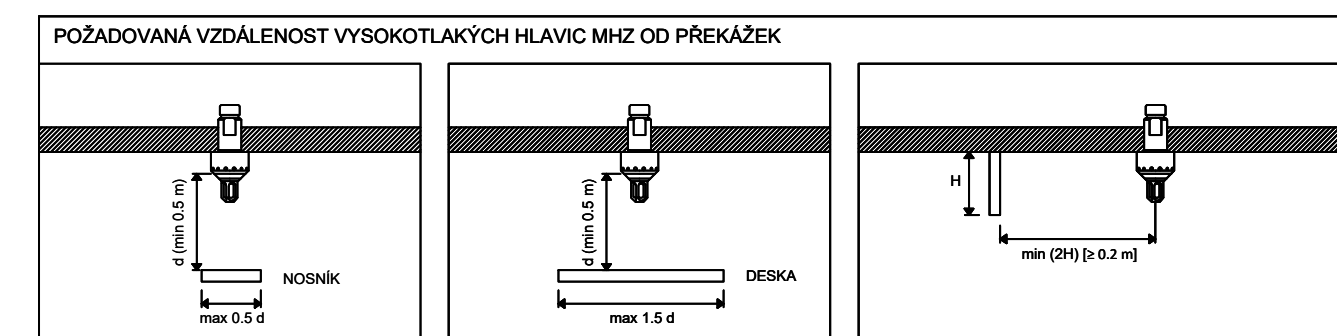
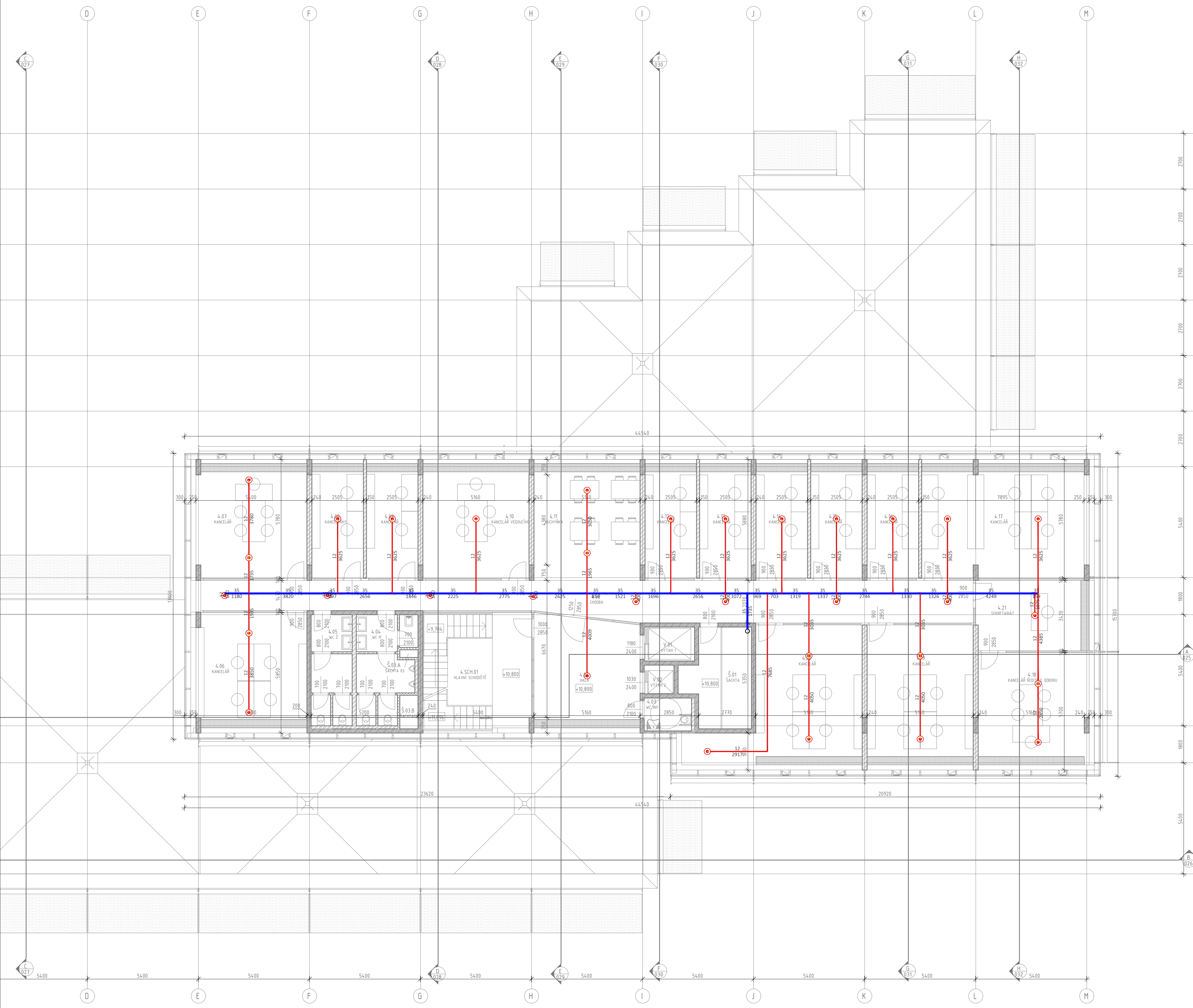
ARCHTEKT GENERÁLNÍ PROJEKTANT ZPRACOVATEL ČÁSTI

HP ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT VYPRACOVAL AUTORIZACE

PROFESE
D 14. MLHOVÉ STABILNÍ HASIČÍ ZAŘÍZENÍ

OBŠAH
05 PŮDORYS 3NP

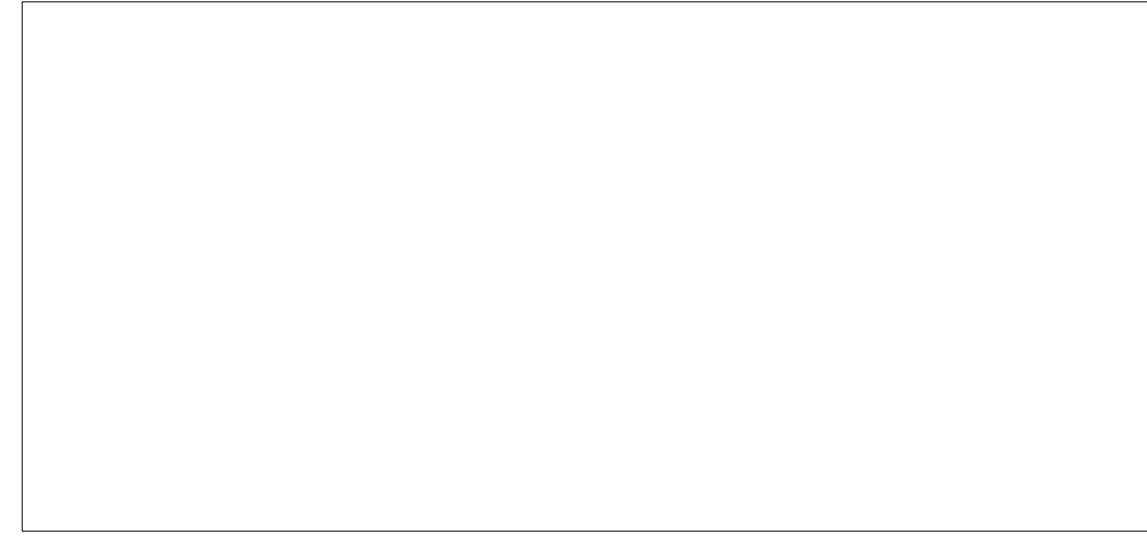
STUPĚŇ	ČÁST	SO	DATUM	HEŘTIKOVÝ	PARÉ
DPS	D.14.	SO 01	04/2020	1 : 100	



Značka Trysky	Třída nebezpečí	Použitý vysokotlaký sprinkler MHZ / návrhové parametry	Druh provozu
	OH3	$K = 4,2 ; p = 100 \text{ bar}$ $t = 60 \text{ min}, A = 216 \text{ m}^2$	Archiv

POŽADOVANÁ VZDÁLENOST UCHYCENÍ POTRUBÍ		
Potrubi průměr (mm)	Doporučená vzdálenost (mm)	Maximální vzdálenost (mm)
6 - 10	500 - 750	1000
12 - 20	700 - 1000	1500
22 - 25	1000 - 1200	1750
25 - 38	1200 - 1500	2000
38 - 60	1500 - 1900	2500

Legenda značení MHZ	
	Předpokládané umístění ventilové sestavy MHZ
	Předpokládané umístění stoupacího potrubí MHZ
	Páteřní potrubní rozvod MHZ Vnější průměr potrubí 42 mm
	Potrubi rozvod k tryskám MHZ Vnější průměr potrubí 12 mm



REVIZE	DATUM	OBSAH

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

STAVEBNÍK

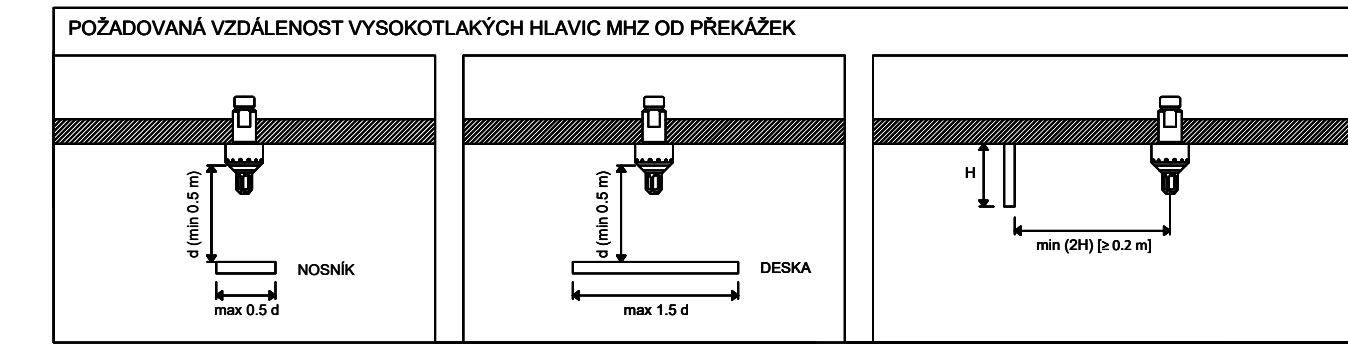
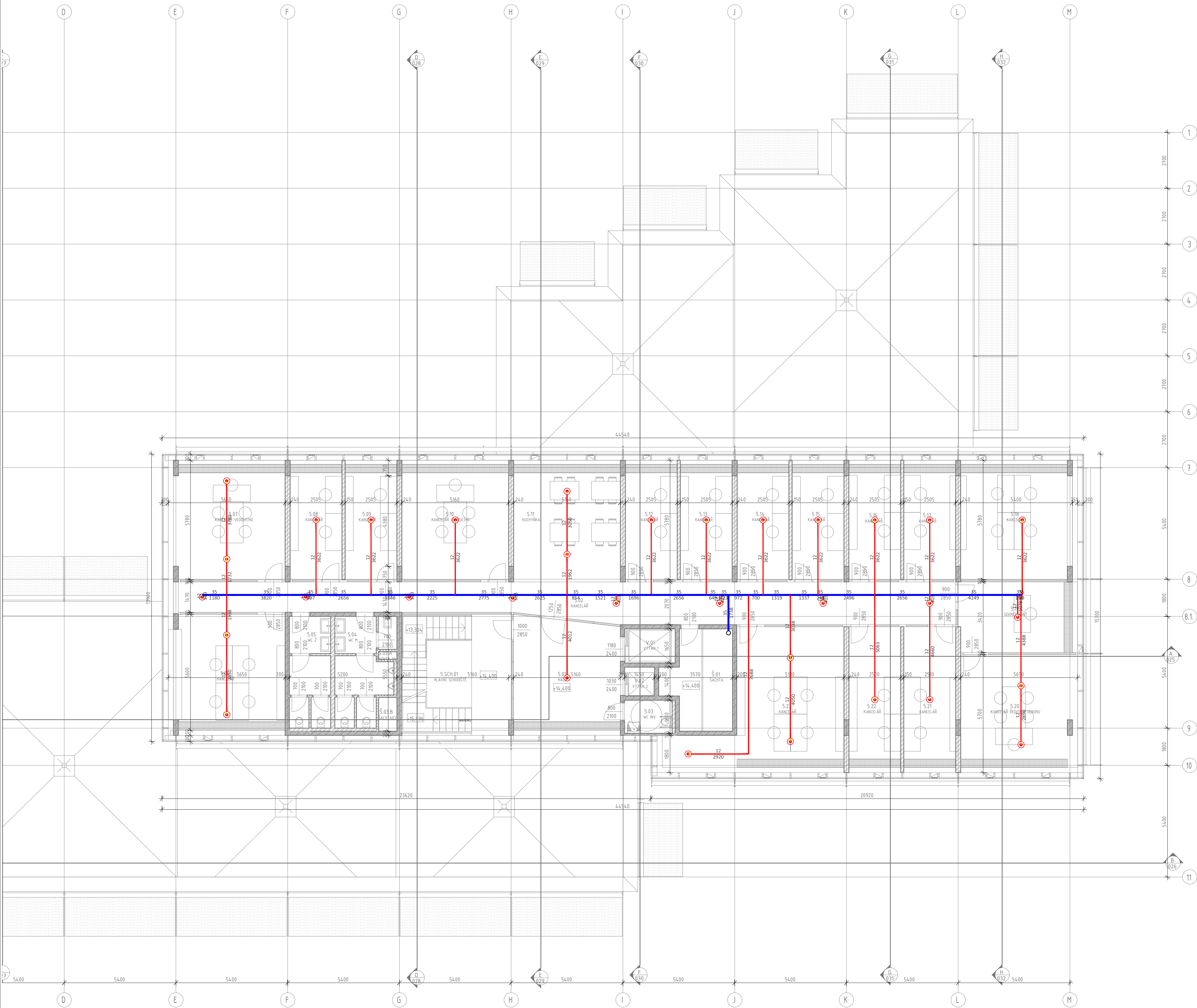
PROJEKT
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PRAZE

ARCHTEKT: _____
 GENERÁLNÍ PROJEKTANT: _____
 ZPRACOVATEL ČÁSTI: _____

HP: _____ ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT: _____ VYPRACOVAL: _____ AUTORIZACE: _____
 PROFESE: D 14. MHLUVÉ STABILNÍ HASÍCÍ ZAŘÍZENÍ

OBSAH: **06 PŮDORYS 4NP**

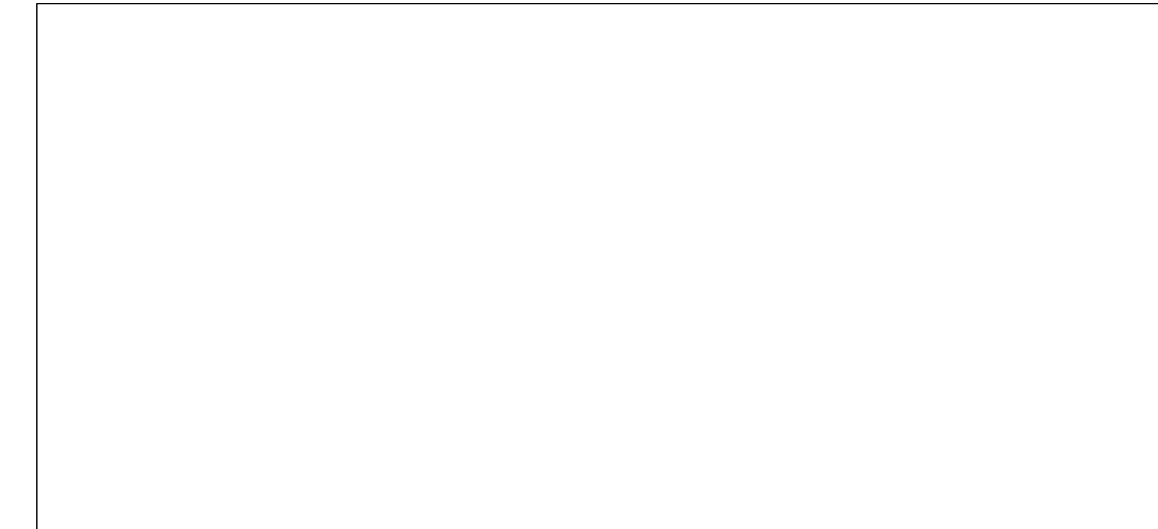
STUPEŇ	ČÁST	SO	DATUM	NĚŘITKO	PARÉ
DPS	D.14.	SO 01	04/2020	1:100	



Značka Trysky	Třída nebezpečí	Použitý vysokotlaký sprinkler MHZ / návrhové parametry	Druh provozu
	OH3	K = 4,2 ; p = 100 bar t = 60 min, A = 216 m ²	Archiv

POŽADOVANÁ VZDÁLENOST UCHYCENÍ POTRUBÍ		
Potrubí průměr (mm)	Doporučená vzdálenost (mm)	Maximální vzdálenost (mm)
6 - 10	500 - 750	1000
12 - 20	700 - 1000	1500
22 - 25	1000 - 1200	1750
25 - 38	1200 - 1500	2000
38 - 60	1500 - 1900	2500

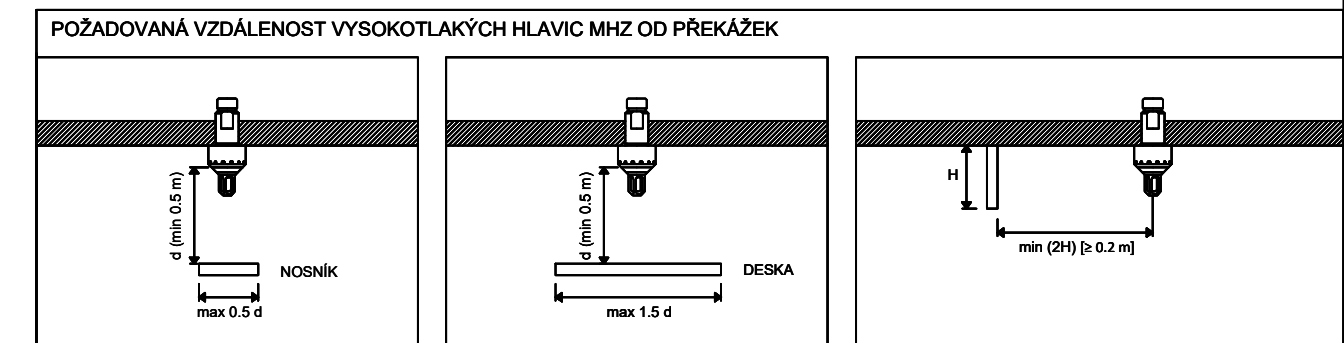
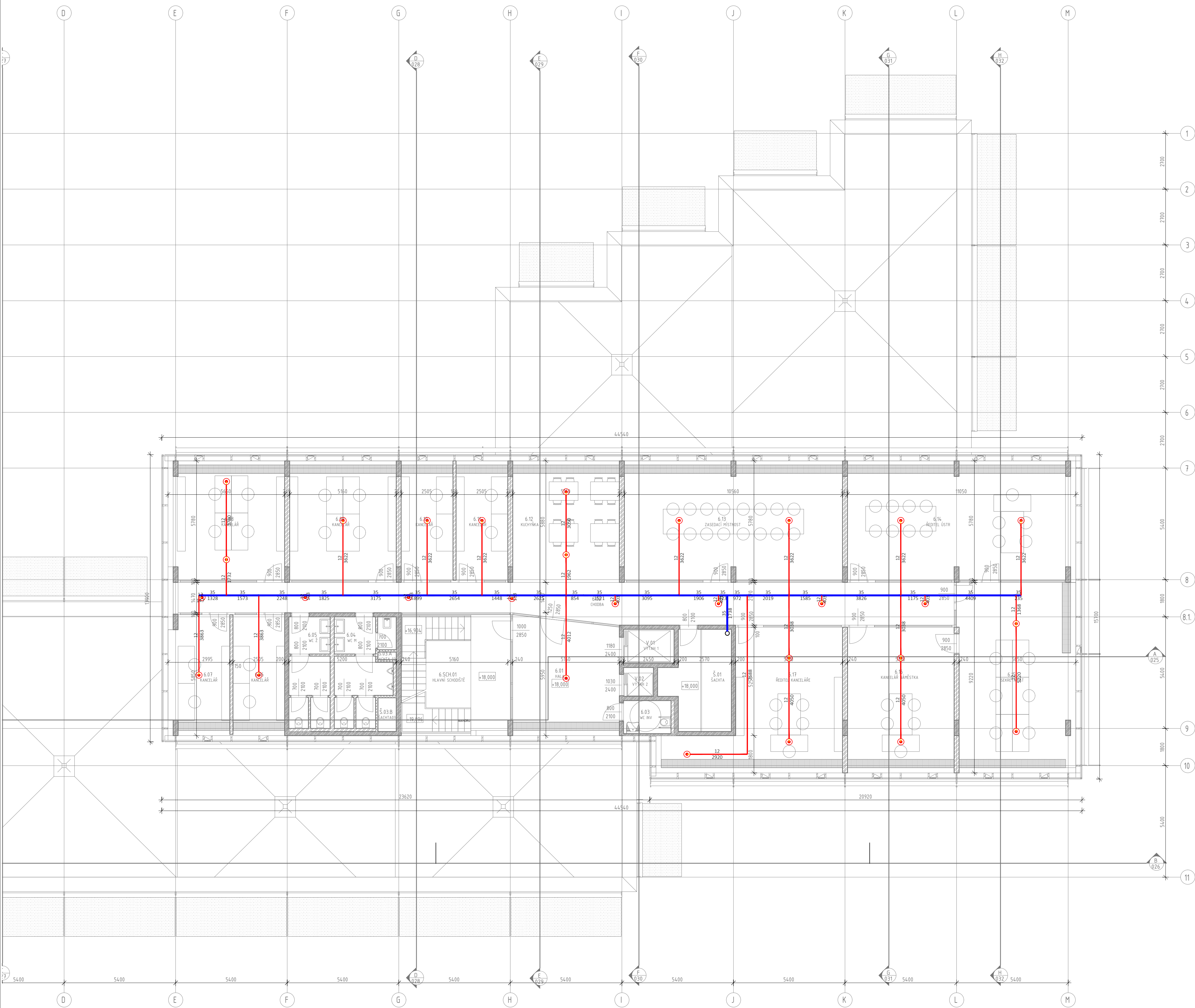
Legenda značení MHZ	
	Předpokládané umístění ventilové sestavy MHZ
	Předpokládané umístění stoupacího potrubí MHZ
	Pátevní potrubní rozvod MHZ Vnější průměr potrubí 42 mm
	Potrubní rozvod k tryskám MHZ Vnější průměr potrubí 12 mm



REVIZE	DATUM	OBSAH

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

STAVEBNÍK			
PROJEKT ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PRAZE			
ARCHITEKT	GENERÁLNÍ PROJEKTANT	ZPRACOVATEL ČÁSTI	
HP	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	VYPRACOVAL	AUTORIZACE
PROFESE D 14. MLHOVÉ STABILNÍ HASIČÍ ZAŘÍZENÍ			
OBSAH 07 PŮDORYS SNP			
STUPNĚŘ	ČÁST	SO	DATUM
DPS	D.14.	SO 01	04/2020



Značka Trysky	Třída nebezpečí	Použitý vysokotlaký sprinkler MHZ / návrhové parametry	Druh provozu
	OH3	K = 4,2 ; p = 100 bar t = 60 min, A = 216 m ²	Archiv

POŽADOVANÁ VZDÁLENOST UCHYCENÍ POTRUBÍ		
Potrubi průměr (mm)	Doporučená vzdálenost (mm)	Maximální vzdálenost (mm)
6 - 10	500 - 750	1000
12 - 20	700 - 1000	1500
22 - 25	1000 - 1200	1750
25 - 38	1200 - 1500	2000
38 - 60	1500 - 1900	2500

Legenda značení MHZ	
	Předpokládané umístění ventilové sestavy MHZ
	Předpokládané umístění stoupacího potrubí MHZ
	Pátevní potrubní rozvod MHZ Vnější průměr potrubí 42 mm
	Potrubi rozvod k tryskám MHZ Vnější průměr potrubí 12 mm

REVIZE	DATAUM	OBDAH

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

STAVEBNÍK	
-----------	--

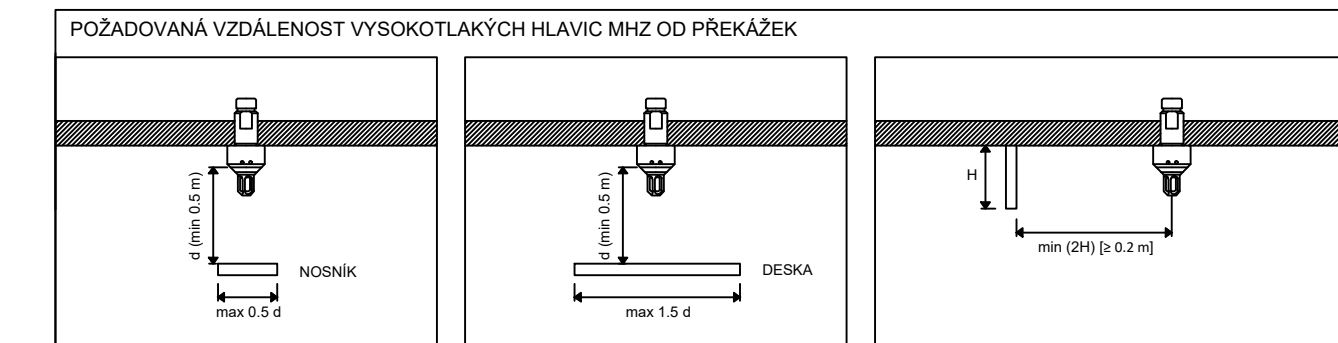
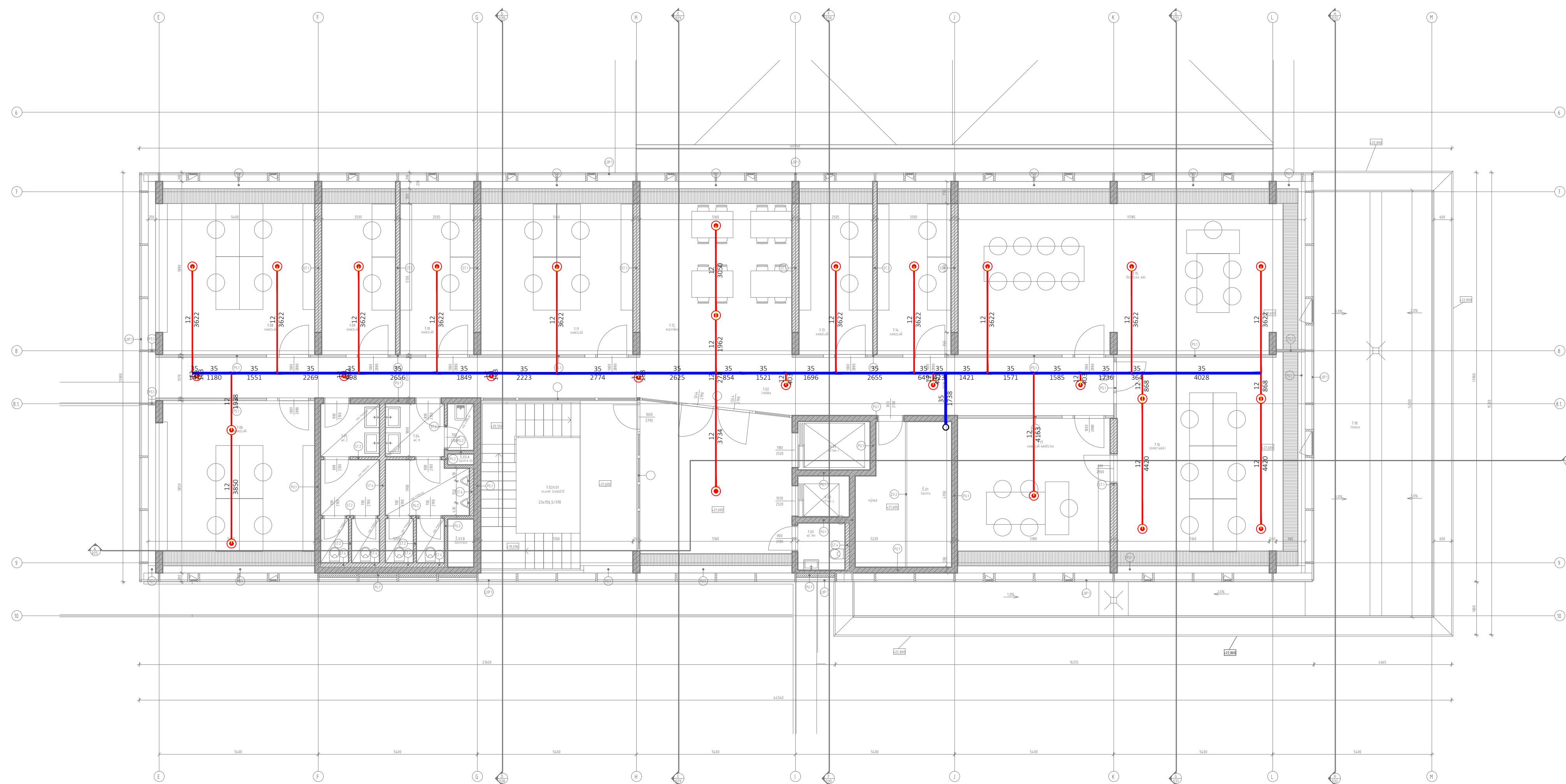
PROJEKT		
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PRAZE		
ARCHITEKT	GENÉRALNÍ PROJEKTANT	ZPRACOVATEL ČÁSTI

HP	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	VYPRACOVAL	AUTORIZACE
----	-----------------------	------------	------------

PROFESSE	D 14. STABILNÍ MLHOVÉ HASÍCÍ ZAŘÍZENÍ		
----------	---------------------------------------	--	--

OBDAH	08 PŮDORYS 8NP		
-------	-----------------------	--	--

STUPĚŇ	ČÁST	SO	DATAUM	MĚŘÍTKO	PAPĚR
DPS	D.14.	SO 01	04/2020	1 : 100	



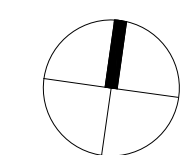
Značka Trysky	Třída nebezpečí	Použitý vysokotlaký sprinkler MHZ / návrhové parametry	Druh provozu
	OH3	K = 4,2 ; p = 100 bar t = 60 min, A = 216 m ²	Archiv

POŽADOVANÁ VZDÁLENOST UCHYCENÍ POTRUBÍ		
Potrubí průměr (mm)	Doporučená vzdálenost (mm)	Maximální vzdálenost (mm)
6 - 10	500 - 750	1000
12 - 20	700 - 1000	1500
22 - 25	1000 - 1200	1750
25 - 38	1200 - 1500	2000
38 - 60	1500 - 1900	2500

Legenda značení MHZ	
	Předpokládané umístění ventillové sestavy MHZ
	Předpokládané umístění stoupacího potrubí MHZ
	Pátevní potrubní rozvod MHZ Vnější průměr potrubí 42 mm
	Potrubní rozvod k tryskám MHZ Vnější průměr potrubí 12 mm

REVIZE	DATUM	OBSAH

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)



STAVENÍK	
----------	--

PROJEKT		
ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA V PRAZE		

ARCHITEKT	GENERÁLNÍ PROJEKTANT	ZPRACOVATEL ČÁSTI

HP	ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	VYPRACOVAL	AUTORIZACE
PROFESE	D 14. STABILNÍ MLHOVÉ HASIČÍ ZAŘÍZENÍ		

OBSAH	09 PŮDORYS 7NP			
-------	-----------------------	--	--	--

STUPĚŇ	ČÁST	SO	DATUM	MĚŘÍTKO	PAPÉR
DPS	D.14.	SO 01	04/2020	1 : 100	

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

Diplomová práce

**PROJEKT SPRINKLEROVÉHO SHZ
V ADMINISTRATIVNÍ BUDOVĚ**

Bc. Lukáš Hrdý

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

2020/2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

Diplomová práce

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Bc. Lukáš Hrdý

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

01/2021

Obsah

1	Seznam použitých podkladů	3
1.1	Právní předpisy.....	3
1.2	Technické normy	3
1.3	Projektové podklady	3
2	Identifikace stavby	4
2.1	Stupeň dokumentace	4
2.2	Architektonicko-stavební řešení	4
2.2.1	Základní popis objektu.....	4
2.3	Požárně bezpečnostní řešení stavby.....	4
2.4	Popis řešení	5
3	Rozsah jištění a umístění sprinklerových hlavice	5
3.1	Klasifikace provozů a požárního nebezpečí	5
3.1.1	Specifikace jištěných prostor	5
3.1.2	Charakteristika prostor jištěných SHZ.....	6
3.1.3	Navrhované typy hlavice	6
3.1.4	Skladování.....	6
3.2	Povolené a nezbytné výjimky v budovách	6
3.3	Vzdálenost sprinkleru od spodní hrany stropu	7
3.4	Ochrana zakrytých prostorů	7
4	Potrubní systém.....	7
4.1	Instalované druhy sprinklerových soustav.....	7
4.2	Materiál potrubních rozvodů a povrchová úprava	7
4.3	Závěsy potrubí.....	8
4.3.1	Rozmístění a umístění.....	8
5	Nádrž, strojovna a ventilové stanice.....	9
5.1	Čerpadla	9
5.2	Náhradní díly	9
5.3	Ventilové stanice.....	9
5.4	Vybavení strojovny a nádrže	9
5.4.1	Strojovna	9
5.4.2	Nádrž.....	10
5.5	Hlášené signály.....	10
6	Nádrž	10
7	Armatury	11
7.1	Vypouštění a odtok	11
7.2	Testování.....	11
7.3	Uzavírání.....	11
8	Požadavky na ostatní profese.....	11
9	Zkoušky a kontroly	13

10	Tabulky, oznámení a informace	13
10.1	Celkový plán	13
10.2	Tabulky a oznámení	13
11	Závěr	14
12	Přílohy	15
13	Obsah výkresové dokumentace.....	15

1 Seznam použitých podkladů

1.1 Právní předpisy

- Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (Stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška MMR ČR č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška MV ČR č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci), ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška MV ČR č. 23/2008 Sb., o technických podmínkách požární ochrany staveb, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů
- Nařízení vlády č. 375/2017 Sb., kterým se stanoví vzhled a umístění bezpečnostních značek a zavedení signálů, ve znění pozdějších předpisů

1.2 Technické normy

- ČSN EN 12845– Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba
- ČSN EN 12 259 – Stabilní hasicí zařízení – Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení
- ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení

1.3 Projektové podklady

- Stavební výkresy v elektronické verzi
- Požárně bezpečnostní řešení
- Mlhové stabilní hasicí zařízení

Veškeré projekční podklady poskytnuty se souhlasem hlavního stavitele řešeného objektu.

2 Identifikace stavby

Druh stavby: Administrativní budova

Místo stavby: Praha

Hlavní stavitel si nepřál zveřejnit údaje investora, název stavby ani konkrétní místo stavby.

2.1 Stupeň dokumentace

Tato projektová dokumentace je ve stupni pro rozšířené stavební povolení na rekonstrukci administrativní budovy, podle rozsahu zadání diplomové práce. Dokumentace obsahuje hlavní koncepci řešení, hydraulické výpočty a výkresovou dokumentaci.

2.2 Architektonicko-stavební řešení

2.2.1 Základní popis objektu

- Objekt má 1.PP a 7.NP.
- Hlavní vstupy do objektu jsou přístupné z úrovně 1.NP a 1.PP.
- Vjezd do podzemního podlaží garáže je přístupný z ulice ze západní strany objektu v 1.PP.
- V podzemním podlaží se nachází garáž, sklady a technické zázemí objektu.
- V 1.NP je umístěna vstupní hala, knihovna, archiv, konferenční sál a kanceláře.
- Ve 2.-7.NP jsou prostory kancelářského charakteru a sklady.

2.3 Požárně bezpečnostní řešení stavby

Předmětem požárně bezpečnostního řešení je rekonstrukce administrativní budovy v Praze.

Vstupní podlaží je dle architektonicko-stavební dokumentace 1.NP a je shodné se zařazením vstupního podlaží dle požárního hlediska.

V 1.PP se nachází garáže. Garáže jsou řešeny dle ČSN 73 0804 Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty, Příloha I v platném znění. Parkovací prostory v podzemním podlaží, využity jako garáže, tvoří požární úseky pro vozidla skupiny 1. Ostatní prostory v 1.PP jsou řešeny dle ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty.

V 1.NP se nachází vstupní hala, archivy a kanceláře. V ostatních podlažích jsou administrativní provozy s menšími sklady.

Na základě konstrukčního řešení se administrativní objekt zařazuje jako objekt s nehořlavým konstrukčním systémem, a to podle druhů konstrukčních částí, použitých v požárně dělicích

a nosných konstrukcích, zajišťujících stabilitu objektu nebo jeho části, a v souladu s ustanovením ČSN 73 0802 čl. 7.2.8 a čl. 7.2.12 b),

Požární výška objektu je $h = 21,6$ m.

2.4 Popis řešení

Samočinné stabilní hasicí zařízení vodního typu je určeno pro detekci požáru a jeho likvidaci či udržení pod kontrolou do příjezdu HZS. Celý systém SHZ v objektu se skládá z vodní nádrže, čerpacího zařízení, rozvodů v požadovaných místnostech dle PBŘ a koncových prvků – hlavice. Dále jsou v systému různé armatury, rozepsané níže v této technické zprávě. Aktivace celého systému je pomocí tepelného účinku požáru na stropní hlavice, které se otevrou a pokles tlaku v potrubí je detekován ve strojovně SHZ a na ventilových stanicích. V objektu se používá mokrá soustava. Typ systému, doba zásahu a množství vody je závislé na třídě provozu objektu. Rozdělení prostor do těchto tříd je uvedeno v kapitole 3.1.1. Nádrž je vestavěna a umístěna v 1.PP vedle strojovny SHZ. Přístup k nádrži je přes strojovnu. Veškeré použité materiály a postupy odpovídají právním předpisům a normám platným v České republice.

3 Rozsah jištění a umístění sprinklerových hlavice

V rámci této dokumentace se dle PBŘ jistí tyto prostory:

- V 1.PP: Garáže, sklady, technické místnosti
- V 1.NP: Archivy, kanceláře
- Ve 2.NP – 7.NP: Kanceláře, menší sklady

3.1 Klasifikace provozů a požárního nebezpečí

Rozmístění sprinklerových hlavice ve všech podlažích je v souladu s poskytnutým PBŘ.

3.1.1 Specifikace jištěných prostor

<i>Jištěný prostor</i>	<i>Třída nebezpečí</i>	<i>Typ soustavy</i>	<i>Poznámka</i>
<i>Kanceláře</i>	<i>OH 1</i>	<i>Mokrý</i>	<i>1.NP až 7.NP</i>
<i>Garáže</i>	<i>OH 2</i>	<i>Mokrý</i>	<i>1.PP</i>
<i>Archivy a sklady</i>	<i>OH 3</i>	<i>Mokrý</i>	<i>1.PP až 7.NP</i>

3.1.2 Charakteristika prostor jištěných SHZ

<i>Jištěný prostor</i>	<i>Návrhová intenzita</i>	<i>Účinná plocha</i>	<i>Max. plocha na hlavici</i>	<i>Provozní doba</i>	<i>K-faktor sprinkleru</i>
	<i>mm / min</i>	<i>m²</i>	<i>m²</i>	<i>minuty</i>	<i>l.min⁻¹/bar^{-0.5}</i>
<i>OH1</i>	5	72	12	60	80
<i>OH2</i>	5	144	12	60	80
<i>OH3</i>	5	216	12	60	80

3.1.3 Navrhované typy hlavic

<i>Typ hlavice</i>	<i>Citlivost</i>	<i>Typ pojistky</i>	<i>K-faktor</i>	<i>Orientace</i>	<i>Povrchová úprava</i>
<i>Sprejová</i>	<i>Rychlá</i>	<i>Skleněná 3 mm</i>	80	<i>Visící</i>	<i>Mosaz</i>

3.1.4 Skladování

Materiály (výrobky) se smí skladovat v prostorech klasifikovaných do OH3 při dodržení maximálních skladovacích výšek dle níže uvedené tabulky. Zároveň skladovací plocha nesmí přesáhnout 50 m² pro jeden skladovací blok s volným prostorem kolem bloku minimálně 2,4 m.

<i>Kategorie skladování (typ skladovaného materiálu)</i>	<i>Maximální výška skladování</i>	
	<i>Volné stohové nebo blokové skladování</i>	<i>Všechny ostatní typy skladování</i>
<i>Kategorie I</i>	4,0 m	3,5 m
<i>Kategorie II</i>	3,0 m	2,6 m
<i>Kategorie III</i>	2,1 m	1,7 m
<i>Kategorie IV</i>	1,2 m	1,2 m

Kategorie skladovaného materiálu viz. ČSN EN 12845, Příloha C.

3.2 Povolené a nezbytné výjimky v budovách

Podle článku 5.1.2 a 5.1.3 ČSN EN 12845 je povoleno vynechat jištění SHZ v těchto případech:

- Umývárny a záchody (ale nikoliv šatny) z nehořlavých materiálů, v nichž nejsou skladovány hořlavé látky
- Uzavřená schodiště a uzavřené vertikální šachty bez hořlavých látek, které jsou požárně odděleny
- Mokrý výrobní provoz
- V prostorech, místnostech nebo místech, kde by voda vytékající ze sprinklerů mohla představovat nebezpečí

3.3 Vzdálenost sprinkleru od spodní hrany stropu

- Nehořlavé stropy – max. 450 mm
- Hořlavé stropy – max. 300 mm

Pokud je to možné, musí se sprinklery umístit tak, aby jejich tříštič byl ve vzdálenosti 0,075 m až 0,15 m pod stropem nebo střešou, s výjimkou případu, kdy jsou použity stropní sprinklery, sprinklery s plochým výstřikem nebo polozapuštěné sprinklery. Pokud je nevyhnutelné použít maximální vzdálenosti 0,3 m až 0,45 m, musí být chráněná plocha co nejmenší.

3.4 Ochrana zakrytých prostorů

Jestliže je výška zakrytých prostorů u střešy a podlahy vyšší než 0,8 m, měřeno mezi spodní stranou střešy a vrchní stranou zavěšeného stropu nebo mezi podlahou a spodní stranou zvýšené podlahy, musí být tyto prostory chráněny sprinklery.

Jestliže není výška zakrytých prostorů u střešy a podlahy vyšší než 0,8 m, tyto prostory musí být chráněny sprinklery tehdy, pokud obsahují hořlavé materiály nebo jejich konstrukce obsahuje hořlavé materiály. Jsou dovoleny jednofázové elektrické kabely s napětím nižším než 250 V a s maximálním počtem 15 kabelů na lávce.

4 Potrubní systém

4.1 Instalované druhy sprinklerových soustav

V řešeném objektu je použita mokrá soustava. Jedná se o potrubní systém trvale naplněný vodou pod tlakem. V případě prasknutí tepelné pojistky nastane okamžité zkrápění vodou. Potrubí mokrých soustav může být ocelové, s odpovídající ochranou proti korozi, nebo plastové.

Mokrá soustava se může použít pouze v prostorách, kde je zaručena minimální teplota +5°C. Pokud tato teplota není garantována, musí se rozvody chránit před zamrznutím, např. glykolovou náplní nebo vytápěnou izolací.

4.2 Materiál potrubních rozvodů a povrchová úprava

Mokré soustavy mohou být vyhotoveny z ocelových trubek spojovaných spojkami, případně, při světlostech potrubí do DN 50, závitovými spoji. Prefabrikovaná část potrubního systému (v případě, že zhotovitel bude potrubí prefabrikovat) je vyhotovena z dílensky vyráběných svařovaných prvků (páteřní potrubí s navařenými odbočkami).

Všechna ocelová potrubí, jakož i potrubí v prostorách strojovny, jsou opatřena základním nátěrem v jedné vrstvě. Po dokonalém proschnutí základního nátěru, v časovém intervalu doporučeném výrobcem, byl nanesen, ve dvou vrstvách, vrchní syntetický nátěr s emailováním.

4.3 Závěsy potrubí

Závěsy potrubí jsou připevněny přímo ke stavebním konstrukcím budovy. Závěsy páteřních potrubí jsou ukotveny do nosných sloupů, stropních nosníků, nosných stěn, závěsy pro větve do nosníků a stropních konstrukcí.

Návrhové požadavky na závěsy potrubí podle ČSN EN 12845 tabulky 40:

Jmenovitý průměr potrubí (d)	Minimální nosnost při 20 °C *	Minimální průřez **	Minimální délka kotevního šroubu ***
(mm)	(kg)	(mm)	(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	1250 (M16)	50

* Při zahřátí materiálu na 200 °C nesmí nosnost klesnout o více než 20 %.

** Jmenovitý průřez závitových tyčí se musí zvýšit tak, aby byl dodržen minimální průřez

*** Délka kotevních šroubů závisí na použitém typu, kvalitě a druhu materiálu do nějž se upevní. Uvedené hodnoty platí pro beton.

4.3.1 Rozmístění a umístění

Závěsy ocelového potrubí musí mít rozteč maximálně 4 m. U průměru větším než 50 mm může být tato vzdálenost zvýšena až na 6 m za předpokladu splnění min. jedné z následujících podmínek:

- dva nezávislé závěsy se připevní přímo ke konstrukci budovy
- použije se závěs schopný unést zatížení o 50 % větší, než je uvedeno výše v tabulce

Při použití mechanické spojky:

- do 1 m od každého spoje musí být alespoň jeden závěs
- na každé sekci potrubí musí být alespoň jeden závěs

Vzdálenost od kteréhokoliv koncového sprinkleru k závěsu nesmí být vyšší než:

- 0,9 m u potrubí o průměru 25 mm
- 1,2 m u potrubí o průměru větším než 25 mm

Vzdálenost stojatého sprinkleru k závěsu musí být větší než 0,15 m. Svislá potrubí musí mít v následujících případech doplňkové závěsy:

- potrubí delší než 2 m
- potrubí určená k přívodu vody k jednotlivým sprinklerům delší než 1 m

5 Nádrž, strojovna a ventilové stanice

5.1 Čerpadla

V objektu se nachází dvě čerpadla, hlavní a doplňovací.

Na potrubí, vedoucím od hlavního čerpadla, jsou instalovány dva spínače pro měření tlaku. Hlavní čerpadlo se spustí, když v potrubním systému dojde ke snížení provozního tlaku na hodnotu 0,8 p. Oba spínače jsou připojeny tak, aby mohl každý z nich spustit čerpadlo. Čerpací zařízení musí mít zabezpečený přívod energie na 60 min. Čerpadlo se musí po aktivaci zastavit výhradně ručně, a to na pokyn velitele jednotky PO.

Doplňovací čerpadlo je instalováno k udržování tlaku nad ventilovými stanicemi, aby se zabránilo zbytečnému startování hlavního čerpadla. Doplňovací čerpadlo musí být tak silné, aby nebylo schopné zajistit dostatečný tlak a průtok pro jeden otevřený sprinkler a tím nebránilo spuštění hlavního čerpadla.

5.2 Náhradní díly

V objektu musí být uložena zásoba 24 náhradních sprinklerů pro výměnu již otevřených nebo poškozených sprinklerů. Náhradní sprinklery, spolu se sprinklerovými klíči dodanými výrobcem, se uloží ve skříni nebo skříních umístěných na nepřehlédnutelném snadno přístupném místě, kde není okolní teplota vyšší než 27 °C. Po použití náhradních dílů musí být jejich zásoba bez prodlení doplněna.

5.3 Ventilové stanice

Ve strojovně SHZ v 1.PP je prostor pro ventilové stanice. Místnost není přístupná pro neoprávněné osoby. V tomto prostoru se nachází rozdělovač a na něm je osazeno:

- 1x přívodní potrubí z nádrže
- 2x mokrá ventilová stanice

Pod rozdělovačem je umístěna montovaná vana. Přesné umístění ventilových stanic – viz výkresová dokumentace.

5.4 Vybavení strojovny a nádrže

5.4.1 Strojovna

- Sprinklerová ústředna
- Zkoušecí potrubí

- Armatura pro připojení mobilní techniky
- Rozdělovač DN 200
- Mechanické požární zvony
- Monitorování teploty a zaplavení
- Rozvaděč el. energie
- Náhradní díly (viz výše)

5.4.2 Nádrž

- Ponorné motorové čerpadlo
- Plovákové ventily

5.5 Hlášené signály

Sprinklerová ústředna bude monitorovat a hlásit tyto signály:

A) POŽÁR – Tento signál bude vyhlášen při aktivaci tlakových spínačů na některé ventilové stanici, nebo když se dá čerpadlo do chodu.

B) PORUCHA – Tento signál bude monitorovat tyto stavy (jeden signál pro všechny):

- Částečně uzavřené uzavírací armatury
- Hladiny kapalin
- Nízký tlak
- Porucha zásobování elektrickou energií
- Nízká teplota v místnosti ventilových stanic a čerpadla
- Porucha nastartování hlavního čerpadla

Veškeré signály budou svedeny z ústředny SHZ na ústřednu EPS.

6 Nádrž

Jako vodní zdroj slouží vestavěná nádrž v 1.PP v místnosti vedle strojovny SHZ.

Výpočet potřebného objemu je stanoven na základě podrobného hydraulického výpočtu nejvýhodnější plochy (viz. Příloha 02), kde se dosahuje největšího průtoku vody.

Průtok vody: $Q = 1\,661,17 \text{ l/min}$

Doba účinnosti SHZ: $t = 60 \text{ min}$

Minimální objem nádrže $V = 1\,632,48 \cdot 60 = 99,67 \text{ m}^3$

Po odčerpání vody z nádrže musí být doplněna do 36 hodin. Voda použita pro požární účely musí být čistá, povolený obsah nečistot je 0,5 % objemu, s průměrem částic do 0,5 mm. Toto je zajištěno filtrem osazeným na vodní přípojce. Voda nesmí mít příměsi, které by zabraňovaly mrznutí.

7 Armatury

7.1 Vypouštění a odtok

Celou potrubní síť je možné vypustit pomocí vypouštěcích ventilů, osazených na nejnižších místech soustavy (ventilové stanice, testovací armatura, konce hlavních potrubí). Voda z těchto míst je hadicemi odvedena do nejbližší kanalizace na patře, například v sociálním zařízení.

Odtok požární vody, při aktivování systému SHZ, se předpokládá do venkovního prostoru či do podlahových vpustí v objektu.

7.2 Testování

Testovacím potrubím je opatřena každá ventilová stanice. Je umístěno na hydraulicky nejméně výhodném místě a je opatřeno uzavírací armaturou a manometrem. Využívá se pro ověření správné funkčnosti systému. Armatura bude zajištěna proti neodborné manipulaci.

7.3 Uzavírání

Pro účely údržby a oprav systému je zajištěna možnost uzavření každé jednotlivé části i celého systému. Na každém důležitém místě (uzavírací armatura, ventilové stanice) je instalován uzávěr. Stav každého uzávěru bude monitorován.

8 Požadavky na ostatní profese

STAVBA

- Strojovna SHZ bude samostatný požární úsek
- Přístup do strojovny bude z vnitřní zásahové cesty
- Zajistit sací jímku v nádrži SHZ (Parametry viz. Příloha 05)
 - hloubka min. 715 mm s antivortexovým plechem
 - hloubka min. 915 mm bez antivortexového plechu
- Vystavět betonovou nebo montovanou vanu pod rozdělovač SHZ
- Zajistit revizní vstup do nádrže SHZ, umožňující instalaci ponorných čerpadel

- Zajistit žebřík pro vstup do nádrže SHZ
- Zajistit prostupy do nádrže SHZ
- Požárně utěsnit prostupy SHZ přes požárně dělicí konstrukce

ZDRAVOTNÍ TECHNIKA

- Zajistit přívod vody do strojovny SHZ pro plnění nádrže do 36 hodin
- Zajistit odvodnění místnosti strojovny SHZ
- Zajistit odvodnění záchytné vany
- Zajistit přepad nádrže SHZ

ELEKTROINSTALACE

- Zajistit přívod elektřiny do strojovny s funkční integritou 60 min
- Zajistit připojení na objektový dieselagregát
- Zajistit přívod elektřiny do strojovny bez požadavku na funkční integritu, příkon 10 kW pro zařízení SHZ
- Zřídit ve strojovně zásuvky 2 x 230V/16A a 1x 400V/16A
- Zajistit připojení zemnicího pásku na zemnicí systém strojovny

VYTÁPĚNÍ

- Zajistit osazení el. přímotopu do strojovny SHZ
- Zajistit min. teplotu +5 °C ve všech prostorách, kde bude instalována mokrá soustava

VĚTRÁNÍ

- Zajistit přívod vzduchu do strojovny pro funkci – běžná technická místnost
- Zajistit větrání nádrže SHZ

ELEKTRONICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE

- Napojení ústředny EPS na ústřednu SHZ, rozhraní dodávek je ústředna ve strojovně SHZ
- Osadit čidly EPS prostory bez jištění SHZ, dle dokumentace PBŘ
- Zajistit přenos signálů na ústřednu EPS viz výpis výše

9 Zkoušky a kontroly

Po dokončení montáže je třeba celý systém vyčistit od nečistot a částic, které by mohly ovlivnit průtok vody sprinklerovými hlaviciemi. Poté bude systém podroben následujícím zkouškám:

POTRUBNÍ ROZVOD

- Proplach a hydrostatická tlaková zkouška. Tato zkouška musí trvat alespoň 2 hodiny, a musí se použít tlak 15 bar nebo 1,5 násobek provozního tlaku, podle toho, co je vyšší. Veškeré zjištěné závady, praskliny, deformace, netěsnosti je třeba opravit a zkoušku opakovat. Tuto zkoušku musí doložit montážní firma, za přítomnosti provozovatele a zástupců příslušného HZS. O zkoušce bude vystaven protokol.

ZAŘÍZENÍ VE STROJOVNĚ

- Musí proběhnout zkouška startu zařízení jak startovacím tlakem, tak tlačítkem.
- Musí se zkontrolovat správné hlášení poruchových signálů na ústředně SHZ a správné nastavení plovákových ventilů.
- Musí se ověřit funkčnost hlavního čerpadla, a to měřicí clonou na zkušebním potrubí. Musí se vyzkoušet maximální průtok soustavy.

Další zkoušky se musejí provádět v souladu s technickými požadavky instalovaných zařízení, s normou ČSN EN 12845 a v souladu s vyhláškou č. 246/2001 Sb., o požární prevenci, ve znění pozdějších předpisů. V souladu s touto vyhláškou je systém SHZ vyhrazeným požárním bezpečnostním zařízením.

10 Tabulky, oznámení a informace

10.1 Celkový plán

Celkový plán objektu se musí umístit blízko hlavního vchodu nebo kdekoliv, kde může být snadno zpozorovatelný jednotkou požární ochrany nebo jinými osobami reagujícími na poplach.

10.2 Tabulky a oznámení

V souladu s článkem 18.2 ČSN EN 12845 je nutné označit všechny důležité armatury a součásti systému SHZ. Budou označeny uzavírací armatury, ventilové stanice, výtlaky ventilových stanic, napojení mobilní techniky a v pravidelných rozestupech je označen směr proudění vody v potrubí.

Na vnitřní straně dveří strojovny SHZ je nápis s textem „Zamykejte dveře“.

11 Závěr

System SHZ je stavební výrobek podléhající podmínkám zákona č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky, ve znění pozdějších předpisů a nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů. Výrobce musí vlastnit certifikát opravňující ho pro montáž SHZ a je povinen doložit doklad prokazující shodu vlastností použitých výrobků s požadavky podle těchto předpisů – prohlášení o shodě.

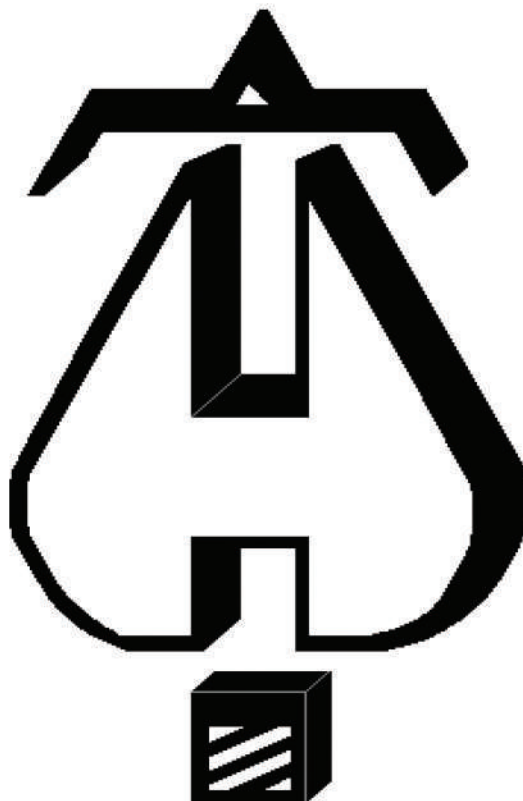
Při zpracování této technické zprávy bylo postupováno v souladu se závaznými právními předpisy platnými v ČR a byly dodrženy požadavky dotčených technických norem.

12 Přílohy

- 01 – Hydraulický výpočet nejvýhodnější účinné plochy
- 02 – Hydraulický výpočet nejvýhodnější účinné plochy – Největší požadavek na průtok vody
- 03 – Hydraulický výpočet nejnevýhodnější účinné plochy
- 04 – Charakteristiky čerpadla
- 05 – Rozměry sací jímky pro čerpadlo

13 Obsah výkresové dokumentace

- 01 – PŮDORYS 1.PP
- 02 – PŮDORYS 1.NP
- 03 – PŮDORYS 2.NP
- 04 – PŮDORYS 3.NP
- 05 – PŮDORYS 4.NP
- 06 – PŮDORYS 5.NP
- 07 – PŮDORYS 6.NP
- 08 – PŮDORYS 7.NP
- 09 – ŘEZ A-A
- 10 – STROJOVNA – PŮDORYS, ŘEZ
- 11 – SCHÉMA SPRINKLEROVÉHO SHZ
- 12 – POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 1.PP
- 13 – POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 1.NP
- 14 – POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 2.NP
- 15 – POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 3.NP
- 16 – POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 4.NP
- 17 – POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 5.NP
- 18 – POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 6.NP
- 19 – POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 7.NP
- 20 – SITUACE
- 21 – SCHÉMA – HYDRAULICKY NEJVÝHODNĚJŠÍ ÚČINNÁ PLOCHA
- 21 – SCHÉMA – HYDRAULICKY NEJNEVÝHODNĚJŠÍ ÚČINNÁ PLOCHA



... Fire Protection by Computer Design

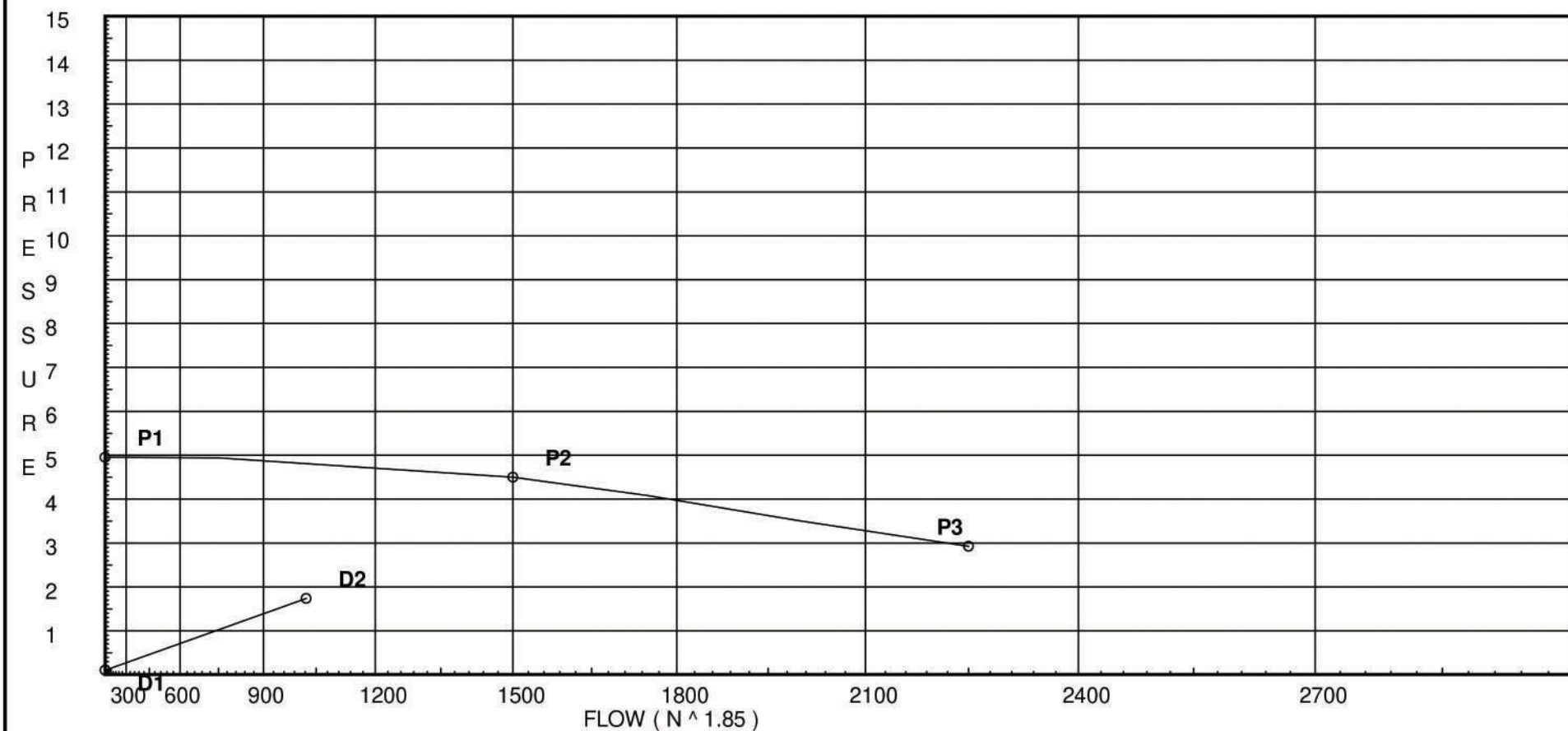
01 – Hydraulický výpočet nejvýhodnější účinné plochy

Pump Data:

P1 - Pump Churn Pressure : 4.95
 P2 - Pump Rated Pressure : 4.5
 P2 - Pump Rated Flow : 1500
 P3 - Pump Pressure @ Max Flow : 2.93
 P3 - Pump Max Flow : 2250

Demand:

D1 - Elevation : 0.105
 D2 - System Flow : 1023.21
 D2 - System Pressure : 1.733
 Hose (Demand) :
 D3 - System Demand : 1023.21
 Safety Margin : 3.076



Fittings Used Summary

Fitting Legend		15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	24	
Abbrev.	Name																					
E	NFPA 13 90' Standard Elbow	0	0.61	0.61	0.91	1.22	1.52	1.83	2.13	2.44	3.05	3.66	4.27	5.49	6.71	8.23	0	0	0	0	0	0
T	NFPA 13 90' Flow thru Tee	0	0.91	1.52	1.83	2.44	3.05	3.66	4.57	5.18	6.1	7.62	9.14	10.67	15.24	18.29	0	0	0	0	0	0

Units Summary

Diameter Units	Millimeters
Length Units	Meters
Flow Units	Liters per Minute
Pressure Units	Bars

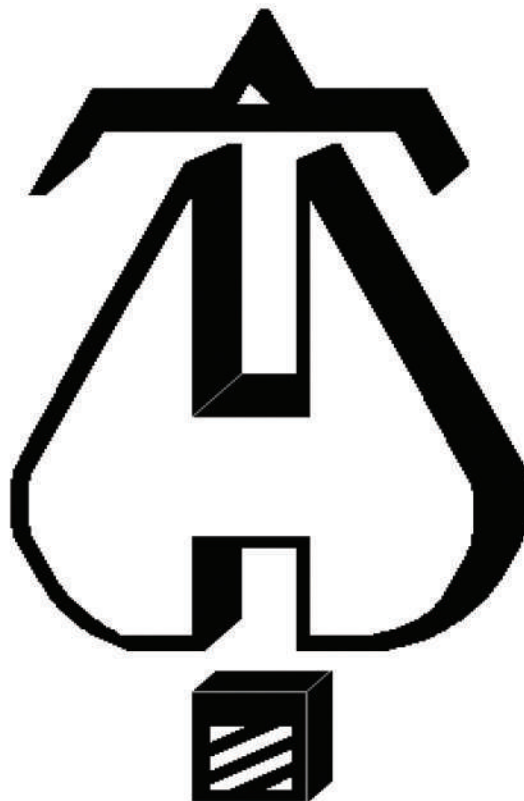
Note: Fitting Legend provides equivalent pipe lengths for fittings types of various diameters. Equivalent lengths shown are standard for actual diameters of Sched 40 pipe and CFactors of 120 except as noted with *. The fittings marked with a * show equivalent lengths values supplied by manufacturers based on specific pipe diameters and CFactors and they require no adjustment. All values for fittings not marked with a * will be adjusted in the calculation for CFactors of other than 120 and diameters other than Sched 40 per NFPA.

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
DP02	0.77	80	0.56	na	60.0	5.0	12	0.35
EQ02	1.07		0.57	na				
DP01	0.77	80	0.56	na	60.0	5.0	12	0.35
EQ01	1.07		0.55	na				
1	1.07	K = K @ EQ01	0.55	na	60.0			
2	1.07	K = K @ EQ02	0.62	na	62.47			
3	1.07	K = K @ EQ02	0.86	na	73.8			
4	1.07		1.02	na				
5	1.07		1.03	na				
6	1.07		1.05	na				
7	-1.53		1.87	na				
PUMP	0.0		1.73	na				
8	1.07	K = K @ EQ01	0.56	na	60.25			
9	1.07	K = K @ EQ02	0.62	na	62.72			
10	1.07	K = K @ EQ02	0.87	na	74.1			
11	1.07	K = K @ EQ01	0.56	na	60.69			
12	1.07	K = K @ EQ02	0.63	na	63.19			
13	1.07	K = K @ EQ02	0.88	na	74.63			
14	1.07	K = K @ EQ01	0.57	na	61.23			
15	1.07	K = K @ EQ02	0.64	na	63.74			
16	1.07	K = K @ EQ02	0.89	na	75.27			
17	1.07		1.02	na				
18	1.07	K = K @ EQ01	0.85	na	74.36			
19	1.07	K = K @ EQ02	0.94	na	77.28			
20	1.07		1.04	na				
21	1.07	K = K @ EQ01	0.97	na	79.48			
22	1.07		1.04	na				

The maximum velocity is 3.74 and it occurs in the pipe between nodes 15 and 16

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv. Ln.	Pipe Ftnng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
DP02 to EQ02	60.00 60.0	26.645 120.0 0.0192	T 0.0	1.52 0.0	0.300 1.520 1.820	0.562 -0.029 0.035		K Factor = 80.00 Vel = 1.79	
	0.0 60.00					0.568		K Factor = 79.61	
DP01 to EQ01	60.00 60.0	26.645 120.0 0.0198	E 0.0	0.61 0.0	0.300 0.610 0.910	0.562 -0.029 0.018		K Factor = 80.00 Vel = 1.79	
	0.0 60.00					0.551		K Factor = 80.83	
1 to 2	60.00 60.0	26.645 120.0 0.0191		0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.551 0.0 0.065		K Factor @ node EQ01 Vel = 1.79	
2 to 3	62.47 122.47	26.645 120.0 0.0715		0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.616 0.0 0.243		K Factor @ node EQ02 Vel = 3.66	
3 to 4	73.80 196.27	35.052 120.0 0.0452	T 0.0	1.83 0.0	1.800 1.830 3.630	0.859 0.0 0.164		K Factor @ node EQ02 Vel = 3.39	
4 to 5	200.25 396.52	82.804 120.0 0.0025		0.0 0.0	3.200 0.0 3.200	1.023 0.0 0.008		Vel = 1.23	
5 to 6	197.06 593.58	82.804 120.0 0.0054		0.0 0.0	2.800 0.0 2.800	1.031 0.0 0.015		Vel = 1.84	
6 to 7	429.63 1023.21	82.804 120.0 0.0145	T 3E	6.142 8.588 0.0	24.700 14.730 39.430	1.046 0.255 0.573		Vel = 3.17	
7 to PUMP	0.0 1023.21	209.52 120.0 0.0002	6E	38.684 0.0 0.0	15.280 38.684 53.964	1.874 -0.150 0.009		Vel = 0.49	
	0.0 1023.21					1.733		K Factor = 777.26	
System Demand Pressure						1.733			
Safety Margin						3.076			
Continuation Pressure						4.809			
8 to 9	60.25 60.25	26.645 120.0 0.0194		0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.555 0.0 0.066		K Factor @ node EQ01 Vel = 1.80	
9 to 10	62.72 122.97	26.645 120.0 0.0721		0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.621 0.0 0.245		K Factor @ node EQ02 Vel = 3.68	
10 to 5	74.09 197.06	35.052 120.0 0.0455	T 0.0	1.83 0.0	1.800 1.830 3.630	0.866 0.0 0.165		K Factor @ node EQ02 Vel = 3.40	
	0.0 197.06					1.031		K Factor = 194.07	
11 to 12	60.70 60.7	26.645 120.0 0.0197		0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.563 0.0 0.067		K Factor @ node EQ01 Vel = 1.81	

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
12 to 13	63.18 123.88	26.645 120.0 0.0732		0.0 0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.630 0.0 0.249			K Factor @ node EQ02 Vel = 3.70	
13 to 6	74.63 198.51	35.052 120.0 0.0460	T	1.83 0.0 0.0	1.800 1.830 3.630	0.879 0.0 0.167			K Factor @ node EQ02 Vel = 3.43	
	0.0 198.51					1.046			K Factor = 194.10	
14 to 15	61.23 61.23	26.645 120.0 0.0200		0.0 0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.573 0.0 0.068			K Factor @ node EQ01 Vel = 1.83	
15 to 16	63.74 124.97	26.645 120.0 0.0744		0.0 0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.641 0.0 0.253			K Factor @ node EQ02 Vel = 3.74	
16 to 17	75.27 200.24	35.052 120.0 0.0469	E	0.91 0.0 0.0	1.800 0.910 2.710	0.894 0.0 0.127			K Factor @ node EQ02 Vel = 3.46	
17 to 4	0.0 200.24	82.804 120.0 0.0006		0.0 0.0 0.0	3.200 0.0 3.200	1.021 0.0 0.002			Vel = 0.62	
	0.0 200.24					1.023			K Factor = 197.98	
18 to 19	74.36 74.36	26.645 120.0 0.0285		0.0 0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	0.845 0.0 0.097			K Factor @ node EQ01 Vel = 2.22	
19 to 20	77.28 151.64	35.052 120.0 0.0281	T	1.83 0.0 0.0	1.800 1.830 3.630	0.942 0.0 0.102			K Factor @ node EQ02 Vel = 2.62	
20 to 6	79.48 231.12	82.804 120.0 0.0009		0.0 0.0 0.0	2.300 0.0 2.300	1.044 0.0 0.002			Vel = 0.72	
	0.0 231.12					1.046			K Factor = 225.98	
21 to 22	79.48 79.48	26.645 120.0 0.0324	E	0.61 0.0 0.0	1.800 0.610 2.410	0.966 0.0 0.078			K Factor @ node EQ01 Vel = 2.38	
22 to 20	0.0 79.48	82.804 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.000 0.0 2.000	1.044 0.0 0.0			Vel = 0.25	
	0.0 79.48					1.044			K Factor = 77.79	



... Fire Protection by Computer Design

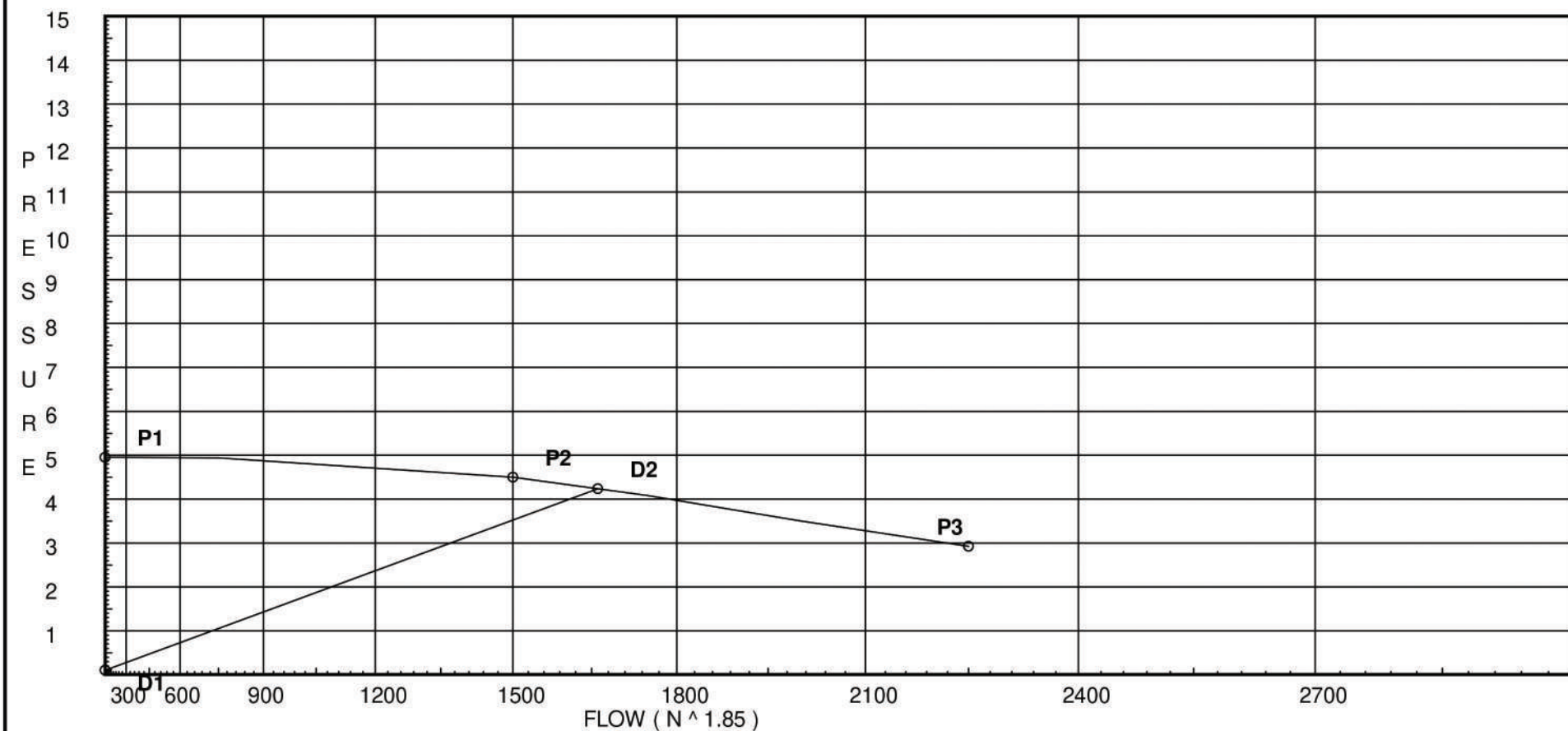
02 – Hydraulický výpočet
nejvýhodnější účinné plochy
Největší požadavek na průtok vody

Pump Data:

P1 - Pump Churn Pressure : 4.95
 P2 - Pump Rated Pressure : 4.5
 P2 - Pump Rated Flow : 1500
 P3 - Pump Pressure @ Max Flow : 2.93
 P3 - Pump Max Flow : 2250

Demand:

D1 - Elevation : 0.105
 D2 - System Flow : 1661.17
 D2 - System Pressure : 4.233
 Hose (Demand) : _____
 D3 - System Demand : 1661.17
 Safety Margin : 0.002



Fittings Used Summary

Fitting Legend		15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	24	
Abbrev.	Name																					
E	NFPA 13 90' Standard Elbow	0	0.61	0.61	0.91	1.22	1.52	1.83	2.13	2.44	3.05	3.66	4.27	5.49	6.71	8.23	0	0	0	0	0	0
T	NFPA 13 90' Flow thru Tee	0	0.91	1.52	1.83	2.44	3.05	3.66	4.57	5.18	6.1	7.62	9.14	10.67	15.24	18.29	0	0	0	0	0	0

Units Summary

Diameter Units	Millimeters
Length Units	Meters
Flow Units	Liters per Minute
Pressure Units	Bars

Note: Fitting Legend provides equivalent pipe lengths for fittings types of various diameters. Equivalent lengths shown are standard for actual diameters of Sched 40 pipe and CFactors of 120 except as noted with *. The fittings marked with a * show equivalent lengths values supplied by manufacturers based on specific pipe diameters and CFactors and they require no adjustment. All values for fittings not marked with a * will be adjusted in the calculation for CFactors of other than 120 and diameters other than Sched 40 per NFPA.

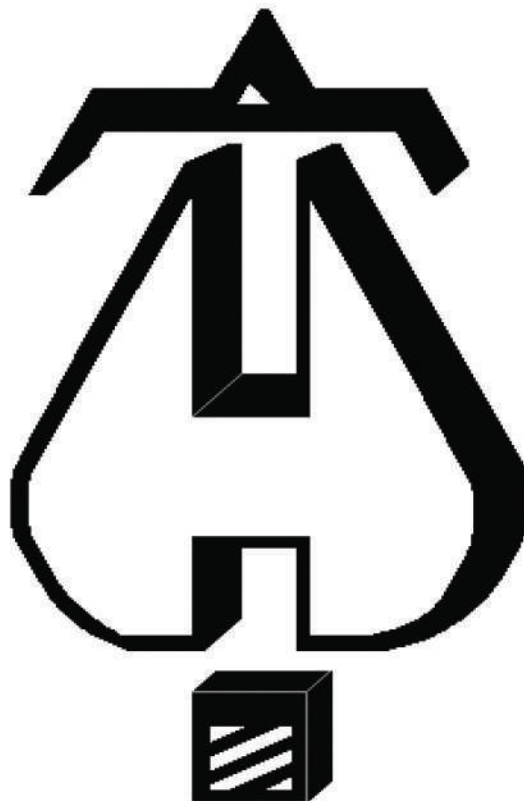
Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
DP02	0.77	80	0.56	na	60.0	5.0	12	0.35
EQ02	1.07		0.57	na				
DP01	0.77	80	0.56	na	60.0	5.0	12	0.35
EQ01	1.07		0.55	na				
1	1.07	K = K @ EQ01	1.48	na	98.23			
2	1.07	K = K @ EQ02	1.64	na	101.89			
3	1.07	K = K @ EQ02	2.24	na	119.22			
4	1.07		2.65	na				
5	1.07		2.67	na				
6	1.07		2.7	na				
7	-1.53		4.36	na				
PUMP	0.0		4.23	na				
8	1.07	K = K @ EQ01	1.49	na	98.61			
9	1.07	K = K @ EQ02	1.65	na	102.28			
10	1.07	K = K @ EQ02	2.26	na	119.67			
11	1.07	K = K @ EQ01	1.51	na	99.31			
12	1.07	K = K @ EQ02	1.67	na	103.0			
13	1.07	K = K @ EQ02	2.29	na	120.49			
14	1.07	K = K @ EQ01	1.53	na	100.14			
15	1.07	K = K @ EQ02	1.7	na	103.85			
16	1.07	K = K @ EQ02	2.33	na	121.47			
17	1.07		2.64	na				
18	1.07	K = K @ EQ01	2.21	na	120.32			
19	1.07	K = K @ EQ02	2.45	na	124.61			
20	1.07		2.7	na				
21	1.07	K = K @ EQ01	2.51	na	128.07			
22	1.07		2.7	na				

The maximum velocity is 6.1 and it occurs in the pipe between nodes 15 and 16

The maximum density the remote head is capable of is 8.18603 and it occurs at node 1

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv. Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
DP02 to EQ02	60.00 60.0 0.0 60.00	26.645 120.0 0.0192	T 1.52 0.0 0.0	0.300 1.520 1.820	0.562 -0.029 0.035			K Factor = 80.00 Vel = 1.79	
						0.568		K Factor = 79.61	
DP01 to EQ01	60.00 60.0 0.0 60.00	26.645 120.0 0.0198	E 0.61 0.0 0.0	0.300 0.610 0.910	0.562 -0.029 0.018			K Factor = 80.00 Vel = 1.79	
						0.551		K Factor = 80.83	
1 to 2	98.23 98.23	26.645 120.0 0.0476		0.0 0.0 3.400	1.476 0.0 0.162			K Factor @ node EQ01 Vel = 2.94	
2 to 3	101.89 200.12	26.645 120.0 0.1776		0.0 0.0 3.400	1.638 0.0 0.604			K Factor @ node EQ02 Vel = 5.98	
3 to 4	119.21 319.33	35.052 120.0 0.1110	T 1.83 0.0 0.0	1.800 1.830 3.630	2.242 0.0 0.403			K Factor @ node EQ02 Vel = 5.52	
4 to 5	325.48 644.81	82.804 120.0 0.0062		0.0 0.0 3.200	2.645 0.0 0.020			Vel = 2.00	
5 to 6	320.56 965.37	82.804 120.0 0.0132		0.0 0.0 2.800	2.665 0.0 0.037			Vel = 2.99	
6 to 7	695.80 1661.17	82.804 120.0 0.0356	T 3E 6.142 8.588 0.0	24.700 14.730 39.430	2.702 0.255 1.405			Vel = 5.14	
7 to PUMP	0.0 1661.17	209.52 120.0 0.0004	6E 38.684 0.0 0.0	15.280 38.684 53.964	4.362 -0.150 0.021			Vel = 0.80	
						4.233		K Factor = 807.40	
System Demand Pressure					4.233				
Safety Margin					0.002				
Continuation Pressure					4.235				
8 to 9	98.61 98.61	26.645 120.0 0.0479		0.0 0.0 3.400	1.487 0.0 0.163			K Factor @ node EQ01 Vel = 2.95	
9 to 10	102.28 200.89	26.645 120.0 0.1791		0.0 0.0 3.400	1.650 0.0 0.609			K Factor @ node EQ02 Vel = 6.01	
10 to 5	119.67 320.56	35.052 120.0 0.1118	T 1.83 0.0 0.0	1.800 1.830 3.630	2.259 0.0 0.406			K Factor @ node EQ02 Vel = 5.54	
						2.665		K Factor = 196.36	
11 to 12	99.31 99.31	26.645 120.0 0.0488		0.0 0.0 3.400	1.508 0.0 0.166			K Factor @ node EQ01 Vel = 2.97	

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
12 to 13	103.00 202.31	26.645 120.0 0.1812		0.0 0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	1.674 0.0 0.616			K Factor @ node EQ02 Vel = 6.05	
13 to 6	120.49 322.8	35.052 120.0 0.1135	T	1.83 0.0 0.0	1.800 1.830 3.630	2.290 0.0 0.412			K Factor @ node EQ02 Vel = 5.58	
	0.0 322.80					2.702			K Factor = 196.38	
14 to 15	100.14 100.14	26.645 120.0 0.0494		0.0 0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	1.534 0.0 0.168			K Factor @ node EQ01 Vel = 2.99	
15 to 16	103.86 204.0	26.645 120.0 0.1841		0.0 0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	1.702 0.0 0.626			K Factor @ node EQ02 Vel = 6.10	
16 to 17	121.47 325.47	35.052 120.0 0.1151	E	0.91 0.0 0.0	1.800 0.910 2.710	2.328 0.0 0.312			K Factor @ node EQ02 Vel = 5.62	
17 to 4	0.0 325.47	82.804 120.0 0.0016		0.0 0.0 0.0	3.200 0.0 3.200	2.640 0.0 0.005			Vel = 1.01	
	0.0 325.47					2.645			K Factor = 200.12	
18 to 19	120.32 120.32	26.645 120.0 0.0694		0.0 0.0 0.0	3.400 0.0 3.400	2.214 0.0 0.236			K Factor @ node EQ01 Vel = 3.60	
19 to 20	124.61 244.93	35.052 120.0 0.0678	T	1.83 0.0 0.0	1.800 1.830 3.630	2.450 0.0 0.246			K Factor @ node EQ02 Vel = 4.23	
20 to 6	128.07 373.0	82.804 120.0 0.0026		0.0 0.0 0.0	2.300 0.0 2.300	2.696 0.0 0.006			Vel = 1.15	
	0.0 373.00					2.702			K Factor = 226.92	
21 to 22	128.07 128.07	26.645 120.0 0.0780	E	0.61 0.0 0.0	1.800 0.610 2.410	2.508 0.0 0.188			K Factor @ node EQ01 Vel = 3.83	
22 to 20	0.0 128.07	82.804 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.000 0.0 2.000	2.696 0.0 0.0			Vel = 0.40	
	0.0 128.07					2.696			K Factor = 78.00	



... Fire Protection by Computer Design

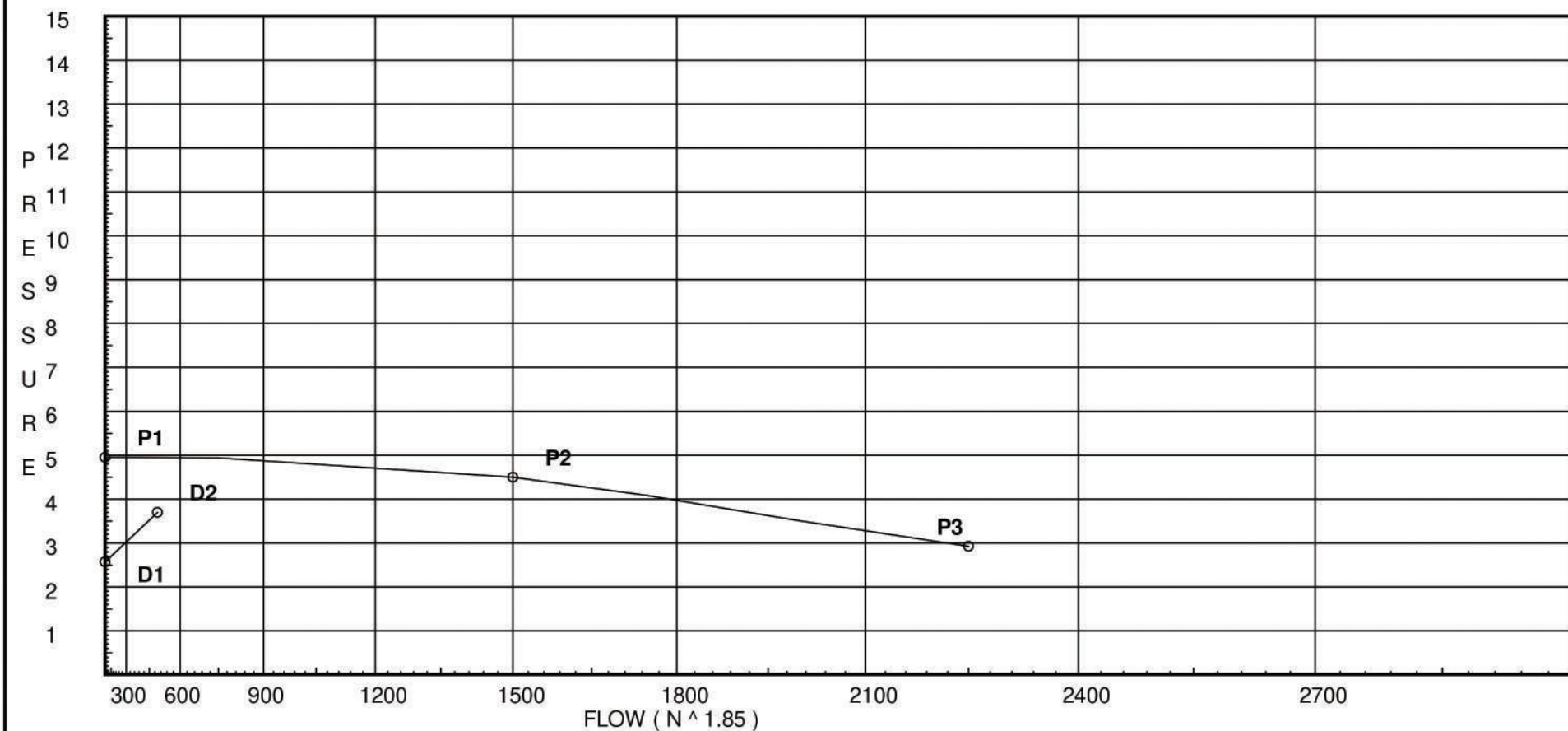
03 – Hydraulický výpočet nejnevýhodnější účinné plochy

Pump Data:

P1 - Pump Churn Pressure : 4.95
 P2 - Pump Rated Pressure : 4.5
 P2 - Pump Rated Flow : 1500
 P3 - Pump Pressure @ Max Flow : 2.93
 P3 - Pump Max Flow : 2250

Demand:

D1 - Elevation : 2.574
 D2 - System Flow : 493.361
 D2 - System Pressure : 3.694
 Hose (Demand) : _____
 D3 - System Demand : 493.361
 Safety Margin : 1.252



Fittings Used Summary

Fitting Legend		15	20	25	32	40	50	65	80	90	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500	24	
Abbrev.	Name																					
E	NFPA 13 90° Standard Elbow	0	0.61	0.61	0.91	1.22	1.52	1.83	2.13	2.44	3.05	3.66	4.27	5.49	6.71	8.23	0	0	0	0	0	0
T	NFPA 13 90° Flow thru Tee	0	0.91	1.52	1.83	2.44	3.05	3.66	4.57	5.18	6.1	7.62	9.14	10.67	15.24	18.29	0	0	0	0	0	0

Units Summary

Diameter Units	Millimeters
Length Units	Meters
Flow Units	Liters per Minute
Pressure Units	Bars

Note: Fitting Legend provides equivalent pipe lengths for fittings types of various diameters. Equivalent lengths shown are standard for actual diameters of Sched 40 pipe and CFactors of 120 except as noted with *. The fittings marked with a * show equivalent lengths values supplied by manufacturers based on specific pipe diameters and CFactors and they require no adjustment. All values for fittings not marked with a * will be adjusted in the calculation for CFactors of other than 120 and diameters other than Sched 40 per NFPA.

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
DP02	25.97	80	0.56	na	60.0	5.0	12	0.35
EQ02	26.27		0.57	na				
DP01	25.97	80	0.56	na	60.0	5.0	12	0.35
EQ01	26.27		0.55	na				
1	26.27	K = K @ EQ01	0.55	na	60.0			
2	26.27	K = K @ EQ02	0.6	na	61.88			
3	26.27		0.85	na				
4	26.27		0.86	na				
5	26.27		0.86	na				
6	-1.53		3.84	na				
PUMP	0.0		3.69	na				
7	26.27	K = K @ EQ01	0.55	na	60.11			
8	26.27	K = K @ EQ02	0.61	na	62.0			
9	26.27	K = K @ EQ01	0.56	na	60.34			
10	26.27	K = K @ EQ02	0.61	na	62.23			
11	26.27	K = K @ EQ01	0.6	na	62.43			
12	26.27	K = K @ EQ02	0.65	na	64.38			
13	26.27		0.85	na				

The maximum velocity is 3.79 and it occurs in the pipe between nodes 12 and 13

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv. Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
DP02 to EQ02	60.00 60.0 0.0 60.00	26.645 120.0 0.0192	T 0.0 0.0	1.52 0.0 0.0	0.300 1.520 1.820	0.562 -0.029 0.035		K Factor = 80.00 Vel = 1.79	
						0.568		K Factor = 79.61	
DP01 to EQ01	60.00 60.0 0.0 60.00	26.645 120.0 0.0198	E 0.0 0.0	0.61 0.0 0.0	0.300 0.610 0.910	0.562 -0.029 0.018		K Factor = 80.00 Vel = 1.79	
						0.551		K Factor = 80.83	
1 to 2	60.00 60.0	26.645 120.0 0.0189		0.0 0.0 0.0	2.800 0.0 2.800	0.551 0.0 0.053		K Factor @ node EQ01 Vel = 1.79	
2 to 3	61.88 121.88	26.645 120.0 0.0710	T 0.0 0.0	1.52 0.0 0.0	2.000 1.520 3.520	0.604 0.0 0.250		K Factor @ node EQ02 Vel = 3.64	
3 to 4	126.81 248.69	82.804 120.0 0.0010		0.0 0.0 0.0	2.900 0.0 2.900	0.854 0.0 0.003		Vel = 0.77	
4 to 5	122.11 370.8	82.804 120.0 0.0025		0.0 0.0 0.0	2.800 0.0 2.800	0.857 0.0 0.007		Vel = 1.15	
5 to 6	122.56 493.36	82.804 120.0 0.0038	7E 0.0 0.0	20.039 0.0 0.0	47.300 20.039 67.339	0.864 2.724 0.253		Vel = 1.53	
6 to PUMP	0.0 493.36	209.52 120.0 0.0001	6E 0.0 0.0	38.684 0.0 0.0	13.880 38.684 52.564	3.841 -0.150 0.003		Vel = 0.24	
						3.694		K Factor = 256.69	
System Demand Pressure						3.694			
Safety Margin						1.252			
Continuation Pressure						4.946			
7 to 8	60.11 60.11	26.645 120.0 0.0189		0.0 0.0 0.0	2.800 0.0 2.800	0.553 0.0 0.053		K Factor @ node EQ01 Vel = 1.80	
8 to 4	62.00 122.11	26.645 120.0 0.0713	T 0.0 0.0	1.52 0.0 0.0	2.000 1.520 3.520	0.606 0.0 0.251		K Factor @ node EQ02 Vel = 3.65	
						0.857		K Factor = 131.90	
9 to 10	60.34 60.34	26.645 120.0 0.0193		0.0 0.0 0.0	2.800 0.0 2.800	0.557 0.0 0.054		K Factor @ node EQ01 Vel = 1.80	
10 to 5	62.22 122.56	26.645 120.0 0.0719	T 0.0 0.0	1.52 0.0 0.0	2.000 1.520 3.520	0.611 0.0 0.253		K Factor @ node EQ02 Vel = 3.66	
	0.0								

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv. Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
	122.56					0.864		K Factor = 131.85	
11 to 12	62.43	26.645 120.0	0.0 0.0	2.800 0.0	0.596 0.0			K Factor @ node EQ01	
12 to 13	62.43	0.0207	0.0	2.800	0.058			Vel = 1.87	
12 to 13	64.38	26.645 120.0	E 0.61 0.0	2.000 0.610	0.654 0.0			K Factor @ node EQ02	
13 to 3	126.81	0.0762	0.0	2.610	0.199			Vel = 3.79	
13 to 3	0.0	82.804 120.0	0.0 0.0	2.800 0.0	0.853 0.0				
	126.81	0.0004	0.0	2.800	0.001			Vel = 0.39	
	0.0								
	126.81					0.854		K Factor = 137.22	

04 – Charakteristiky čerpadla

Projekt:
Číslo projektu:

Vystaveno dne: 20.11.2020
Vystavil:



Technická data Čerpadlo Stupně Motor
ponorné motorové čerpadlo Sprinkler K 87 2a NU 611T-2/22

definice provozních údajů						
čerpané médium	Voda		Jmenovitý průtok	l/min		
Pevné částice	druh		Jmenovitý výtlačk	m		
	Hmotnost %		geodetická výška	m		
Pracovní teplota t A	25	°C	NPSH-hodnota zařízení	m		
Hodnota pH při tA			vstupní tlak	MPa		
Hustota při tA	997,1	kg/m ³	nadmožská výška instalace	m		
Kin. viskozita při t A	0,8865	mm ² /s	Způsob instalace	Horizontální instalace		
Tlak páry při tA		MPa	Studna Ø	mm		
Napětí		V	Hodnoty provozního bodu			
kmitočet	50	Hz	objemový průtok	l/min		
čerpadlo			dopravní výška	m		
výrobce	WILO		výkon na hřídeli	P ₂	kW	
typ čerpadla	Sprinkler K 87		Účinnost čerpadla	%		
konstrukční velikost	8" (Ø192 - Ø205)		příkon	P ₁	kW	
smysl otáčení	Proti směru hodinových ručiček		NPSH-hodnota čerpadla	m		
max. provozní tlak	0,6	MPa	otáčky	2900	1/min	
výtlačné hrdlo	stupeň jmen.tlaku	PN 16	motor			
	Jmenovitá světlost	DN 100	Výrobce / typ	NU 611T-2/22		
	norma	EN 1092-2	provedení	NU (plněno pitnou vodou)		
rychlostní stupeň	2		výkon	19	kW	
typ oběžného kola	diagonální kolo		elektrické napětí	400 ~3 Y/D	V	
konstrukce oběžného kola			kmitočet	50	Hz	
Oběžné kolo Ø	max.	143	mm	Příkon u vyměřovacího výkonu	22,7	kW
	Dimenzováno	143	mm	Příkon proudu u vyměřovacího výkonu	42,5	A
	min.	143	mm	počet pólů	2	
dopravní proud	Jmenovitý	2150	l/min	Vyměřovací otáčky	2866	1/min
	Max.-	2500	l/min	Kapacita	125 / 100 / 75 / 50 / 25 %	
	Min-	0	l/min	Cos Phi	0,81/0,78/0,72/0,61/0,41	
dopravní výška	Jmenovitý	35,1	m	Cos Phi při rozběhu	0,68	
	Max.-	58	m	Účinnost	83,7/83,8/81,2/76,2/66,8	
	Min-	30,6	m	Provozní režim (VDE 0530)	S1	ponoženo
nulová dopravní výška	58	m	max. teplota kapaliny	25	°C	
Max. výkon hřídele	16,7	kW	Min. rychlost proudění	0	m/s	
Hmotnost agregátu	125,5	kg	Rozběhový proud, přímý start/YΔ	245 / 81,7	A	
Materiály čerpadel - druh materiálu A			Rozběhový točivý moment	Nm		
Sací díl	EN-GJL-250		Moment setrvačnosti	0,0407	kg m ²	
Stupňové/rozvodové těleso	EN-GJL-250		max. četnost spouštění za hodinu	20		
Výtlačné hrdlo PN 10-16	EN-GJL-250		krytí	IP 68		
Výtlačné hrdlo PN 25-40	EN-GJL-250		Hmotnost motoru	83	kg	
oběžné kolo	G-Cu Sn10		Napájecí kabel motoru	4G6 + 4G6 S07BB		
Spárový kroužek	1.4580		Maximálně možný napájecí kabel motoru	-	mm ²	
hřídel čerpadla	1.4021					
Pouzdro hřídele	1.4021		Materiály motoru			
Koncové ložisko čerpadla	Mosaz + NBR		Druh materiálu:	B	D	
Šrouby/upínací pás	A 2 - 80, A 2.3		Utěsnění hřídele:	Mechanická ucpávka	Mechanická ucpávka	
Matice	A 2 - 80, A 2.3		Hřídel:	1.4301	1.4462	
			Pouzdro:	1.4301	1.4571	
			Plášť motoru:	1.4306	1.4541	
			Radiální ložisko:	Ocel/uhlík	Ocel/uhlík	
			Axiální ložisko:	Ocel/uhlík	Ocel/uhlík	
			Šrouby a matice:	1.4301	1.4401	
Poznámky:						
Garance dle IEC 34/VDE 530 + ISO 9906/2						

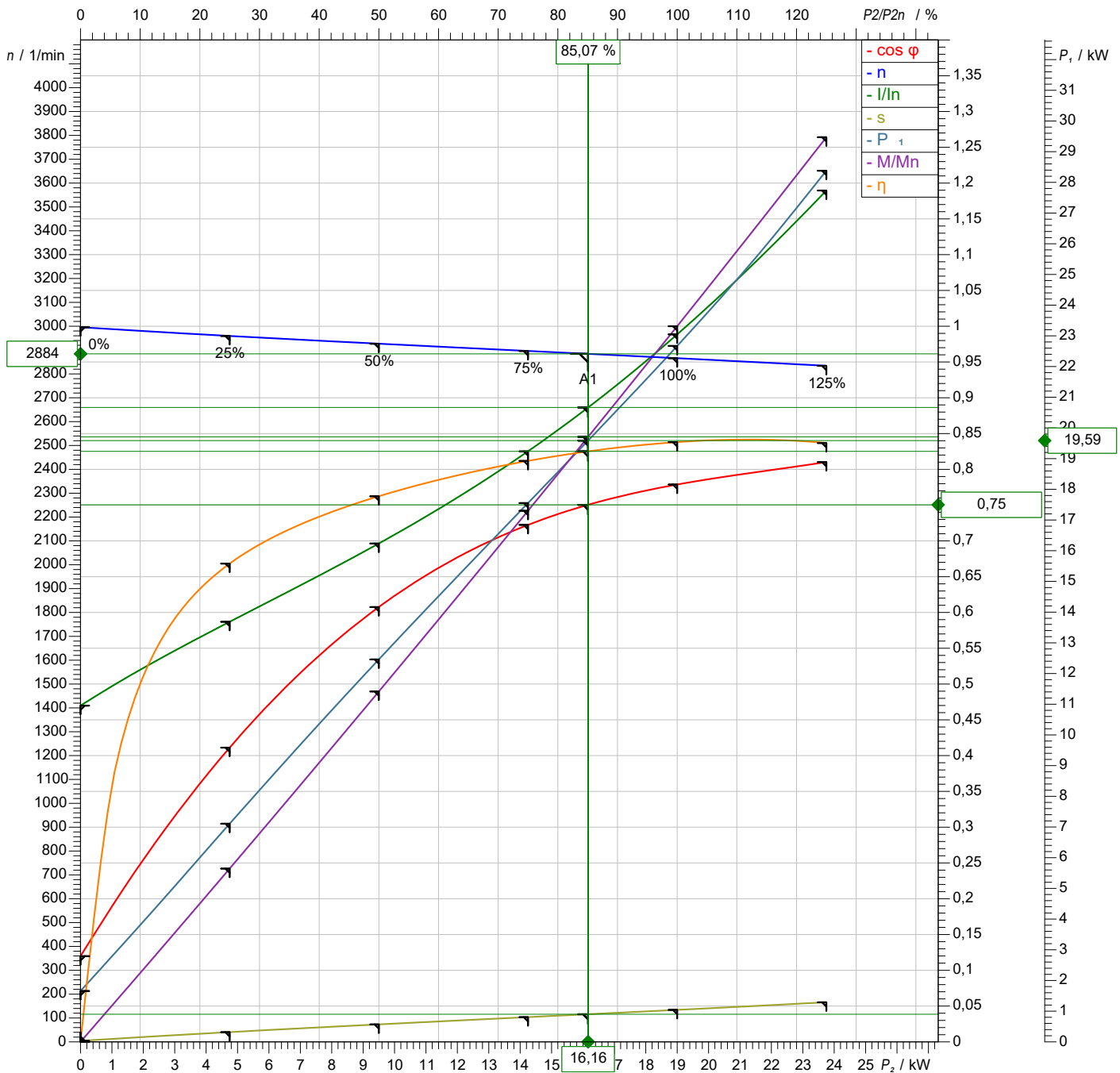
Parametry motoru

NU 611T-2/22-19

19 kW

400 V 50 Hz

3~



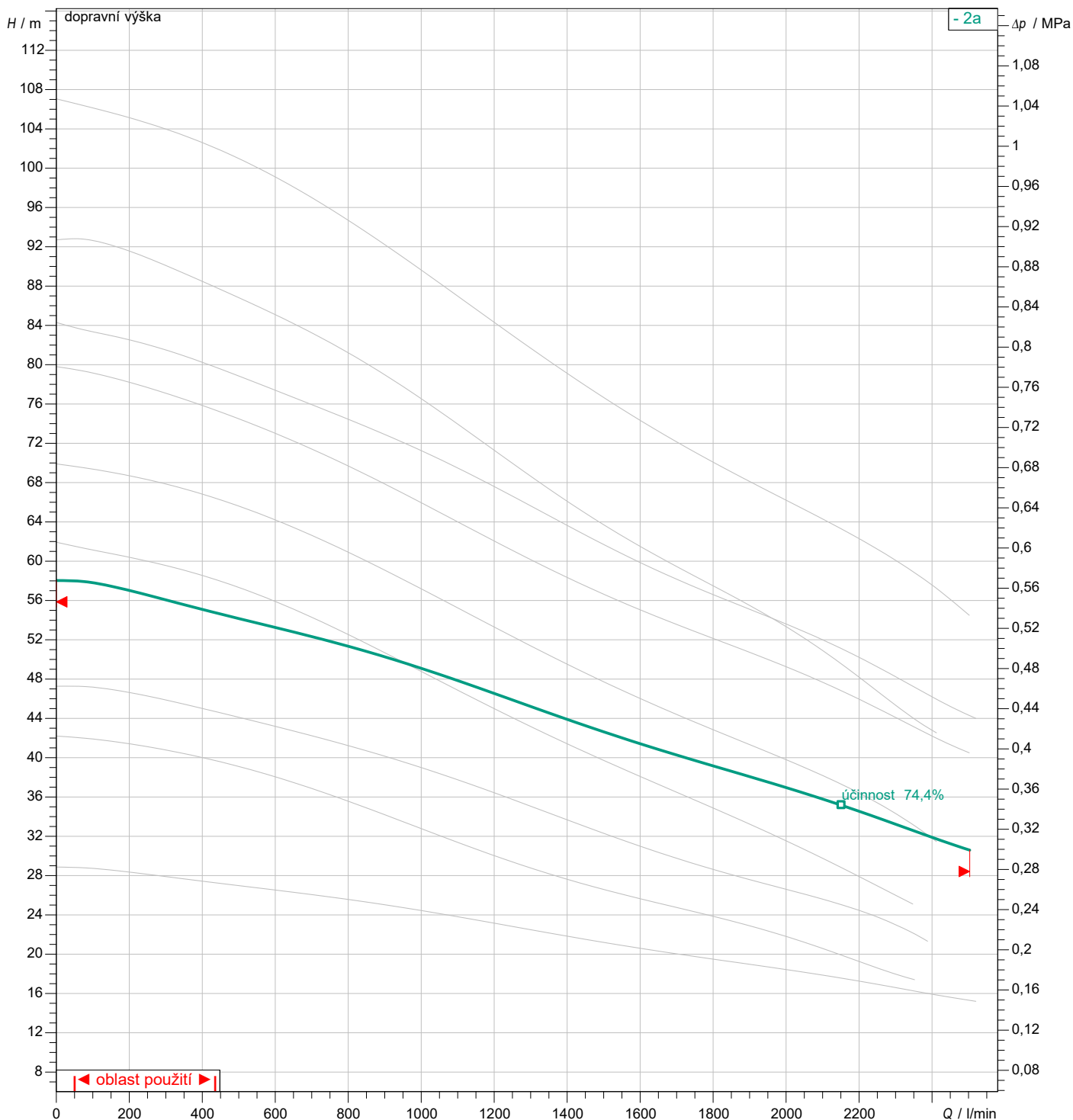
Parametry použítí		Parametry motoru	
Provozní režim ponořený	S1	Příkon u vyměřovacího výkonu	22,7 kW
Provozní režim, suché prostředí	-	Vyměřovací výkon	19 kW
Faktor údržby	1	Vyměřovací otáčky	2866 1/min
max. teplota kapaliny	25 °C	Příkon proudu u vyměřovacího výkonu	42,5 A
Protiexplozní ochrana		max. četnost spouštění za hodinu	20
vyb.ochrana do výbuš.prost.		Hmotnost motoru	83 kg
Protiexplozní č.	ATEX=- / FM=- / CSA=-	Účinnost u vyměřovacího výkonu	83,7 %
Protiexplozní označení	ATEX=- / FM=- / CSA=-	Cos Phi u vyměřovacího výkonu	0,78
Napájecí kabel motoru		náběhový proud, přímý start	245 A
Napájecí kabel motoru pro přímý rozběh	4G6 + 4G6 S07BB	Cos Phi při rozběhu	0,68
Napájecí kabel motoru pro hvězdu-trojúhelník		Rozběhový točivý moment	Nm
Maximálně možný napájecí kabel motoru	- mm ²	Moment setrvačnosti	0,0407 kg m ²

Charakteristiky
ponorné motorové čerpadlo

Čerpadlo
Sprinkler K 87

Stupně
2a

Motor
NU 611T-2/22



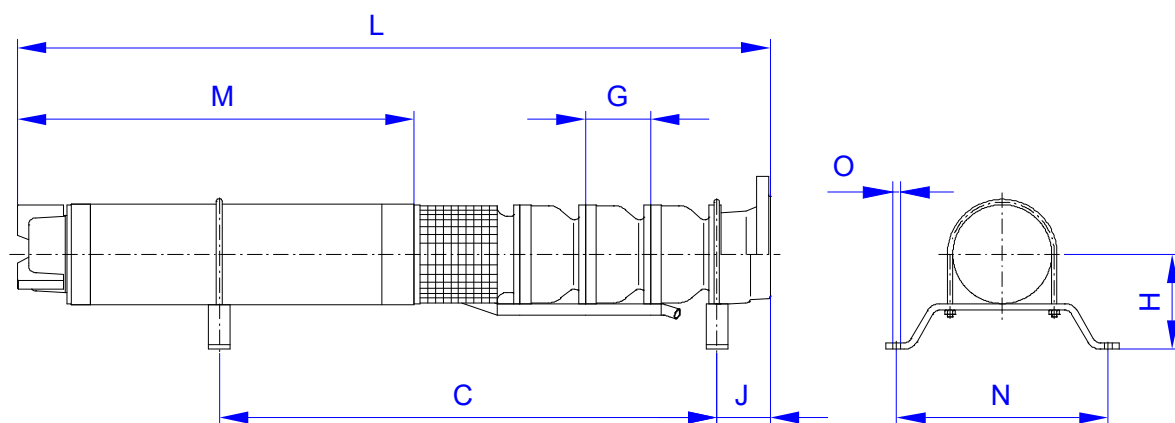
Čerpadlo		Hodnoty provozního bodu		
rychlostní stupeň	2			
Oběžné kolo Ø	Dimenzováno 143	mm	objemový průtok	l/min
Jmenovité otáčky	2900	1/min	dopravní výška	m
kmitočet	50	Hz	výkon na hřídeli	P_2 kW
typ oběžného kola	diagonální kolo		Účinnost čerpadla	%
Motor			příkon	P_1 kW
Vyměřovací výkon	19	kW	NPSH-hodnota čerpadla	m
vyb.ochrana do výbuš.prost.			otáčky	2884 1/min

Technická data
ponorné motorové čerpadlo

Čerpadlo
Sprinkler K 87

Stupně
2

Motor
NU 611T-2/22



Dimensions in mm				Přípojky	
L	1614			Hrdlo výtlaku	Hrdlo nátoku
J	98			DN 100	
N	390			PN 16	
H	175				
O	14				
M	1079				
G	120				

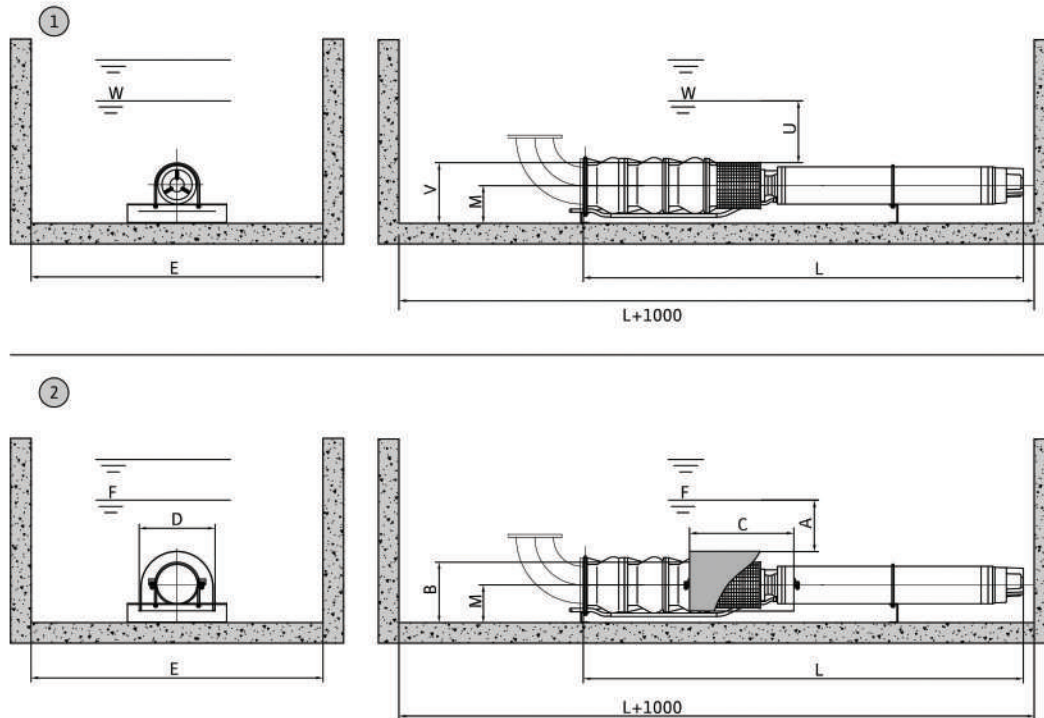
05 – Rozměry sací jímky pro čerpadlo

Fire fighting

Sprinkler pumps with VdS approval

wilo

Submersion in water

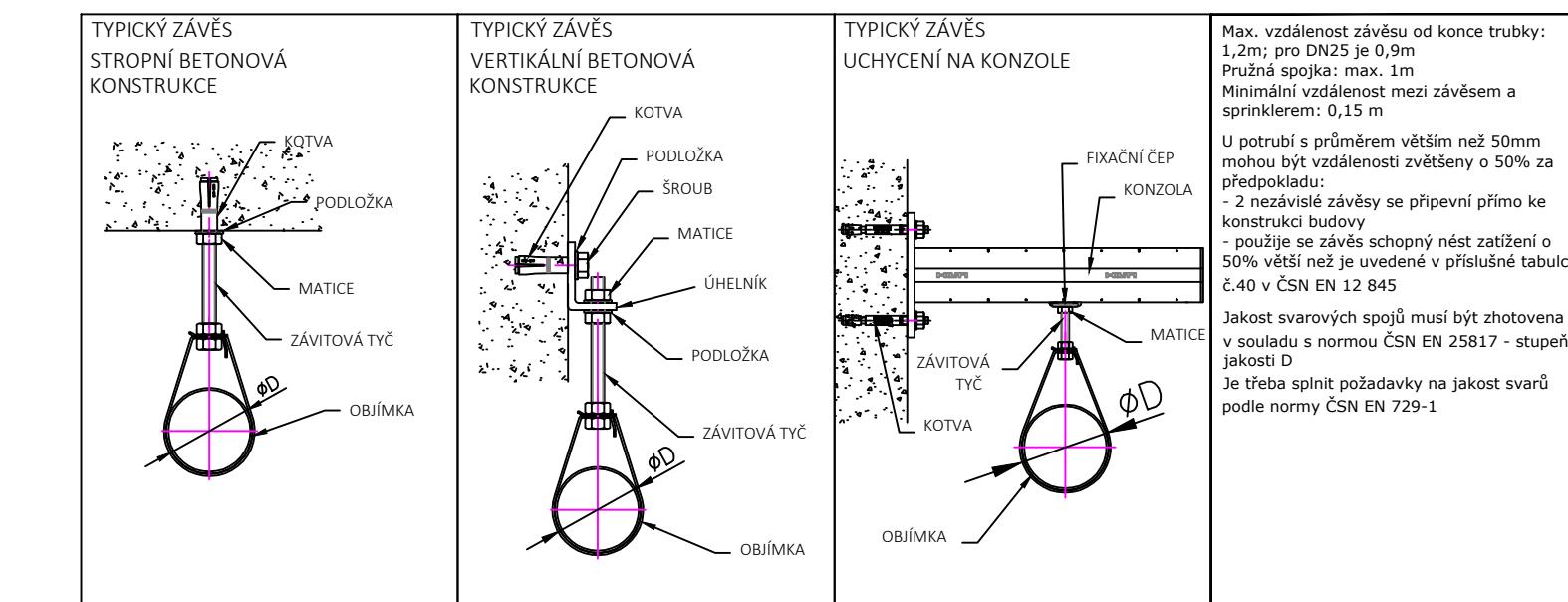


1. - Minimum water submersion without anti-vortex plate
2. - Minimum water submersion with anti-vortex plate

Dimensions, weights

Wilo-EMU...	Type of motor	Dimensions									
		A	B	C	D	E	F	M	U	V	W
mm											
K 86...	NU 611	150	325	300	370	1000	475	175	400	265	665
	NU 801	150	350	400	416	1000	500	175	400	265	665
K 87...	NU 611	390	325	300	370	1000	715	175	650	265	915
	NU 801	390	350	400	416	1000	740	175	650	265	915
KM 350...	NU 801	490	410	500	416	1200	900	230	800	345	1145
	NU 911	490	410	600	416	1200	900	230	800	345	1145
KM 750...	NU 801	560	450	500	436	1200	1010	259	900	375	1275
	NU 911	560	450	600	436	1200	1010	259	900	375	1275
KM 1300...	NU 801	560	480	600	572	1500	1040	259	1250	395	1645
	NU 911	560	480	800	572	1500	1040	259	1250	395	1645
D 500...	NU 121	1100	545	1000	620	1600	1645	277.5	1300	445	1745
	NU 160	1100	560	1000	620	1600	1660	277.5	1300	445	1745
	NU 801	1100	545	700	620	1600	1645	277.5	1300	445	1745
	NU 911	1100	545	1000	620	1600	1645	277.5	1300	445	1745

The minimum water level depends on the tank design and on the incoming water!
 "L" is the length of the unit. See corresponding dimension drawing.

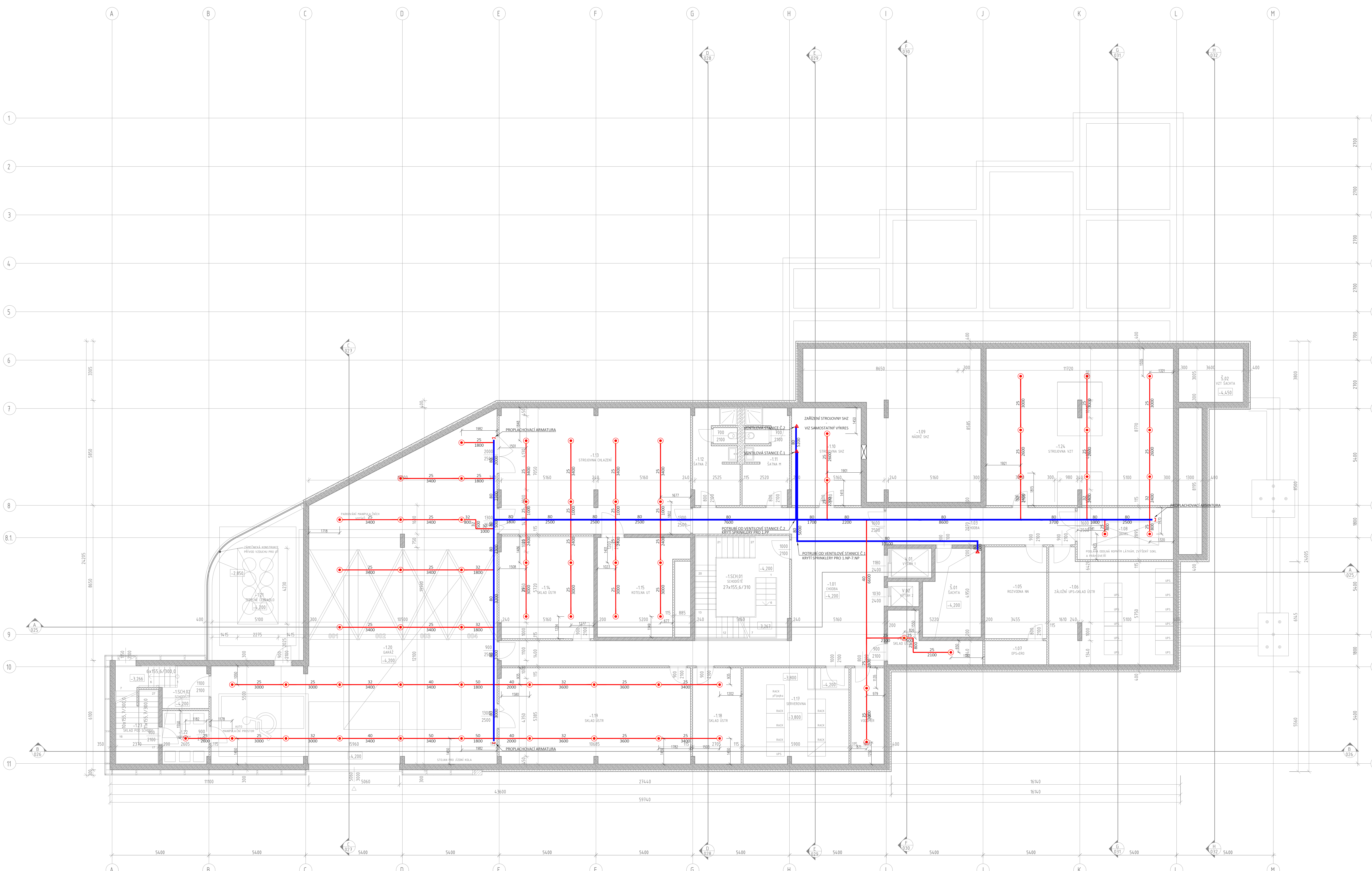


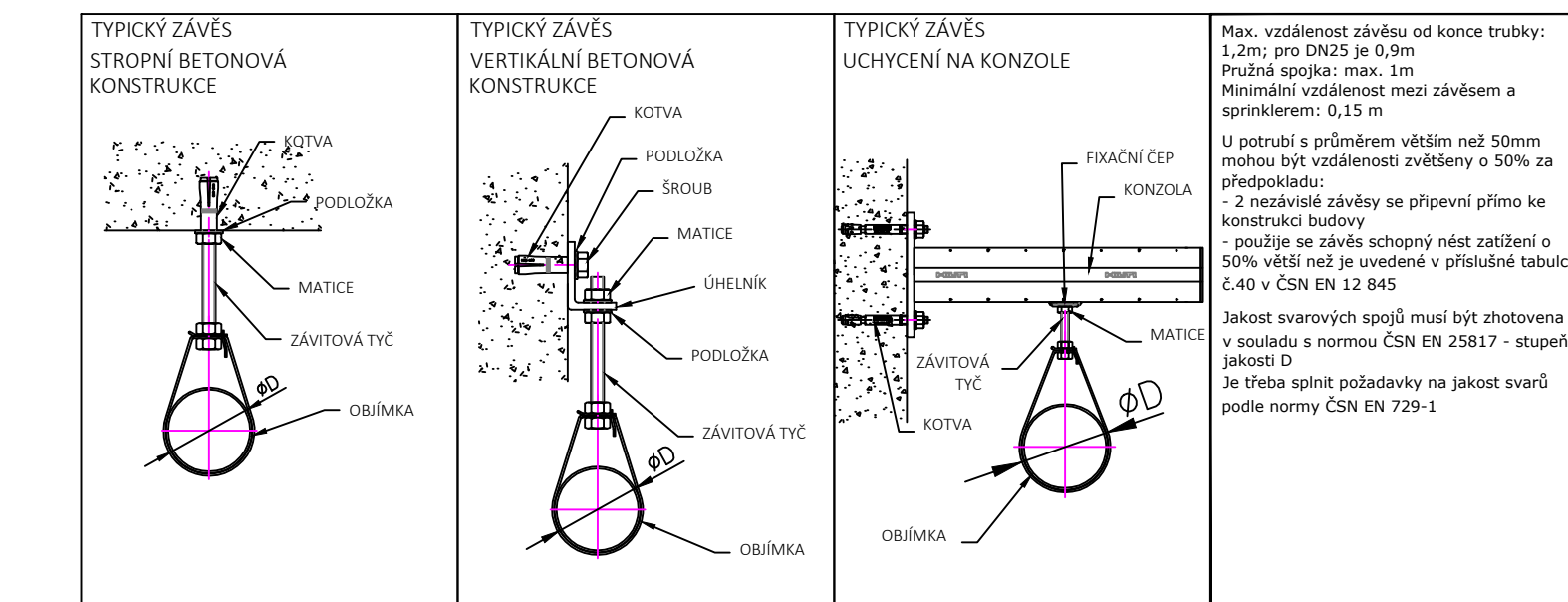
LEGENDA SPRINKLERŮ		Typické ukázkové potrubí s propojovací armaturou	
ZNAČKA	OBRÁZ	POPIS	
80		HLAVNÍ KROVICOVÉ POTRUBÍ	
3000		ROZVÁŽECÍ POTRUBÍ	
25		STROJNĚ UPL. KLEMAČÍ (OK) POTRUBÍ	
2000		PRŮBĚH V OBLASTI ZDVIHU	
		STOUPACÍ POTRUBÍ	

PATROVÁ UZÁVÍRACÍ ARMATURA		Tabulka potrubí:				
	UZÁVÍRACÍ ARMATURA	Trubic: [mm]	Vnější Ø: [mm]	Hmotnost: [kg/m]	Závitová tyč: [mm]	Vzdálenost zářivky: [m]
	HLAČEK PŘI PŘÍKLU	25	34	2,8	M8	4,00
	TEST	32	42	3,0	M8	4,00
	ROZVODY NA PAVILÁNE	40	46	4,7	M8	4,00
	VYPLOUŠTĚNÍ	50	60	6,9	M8	4,00
		65	76	8,0	M10	4,00
		80	89	12,2	M10	4,00
		100	114	18,0	M10	4,00
		125	139	27,1	M12	4,00
		150	168	38,2	M12	4,00
		200	219	65,0	M16	4,00
		250	273	95,0	M16	4,00

LEGENDA SPRINKLERŮ					
Symbol	Počet	Průměr	K-Factor	Popis	Pozn.
	67	15mm	80	SPRINKLER VSIČI, MOSAZNÝ, T=68°C	

Volume of System		
Diameter (mm)	Volume (l)	Approx. Len (m)
25	70,4	126,7
32	22,6	26,7
40	28,7	17,4
50	14,4	7,0
80	388,9	74,0
Total	525,00	



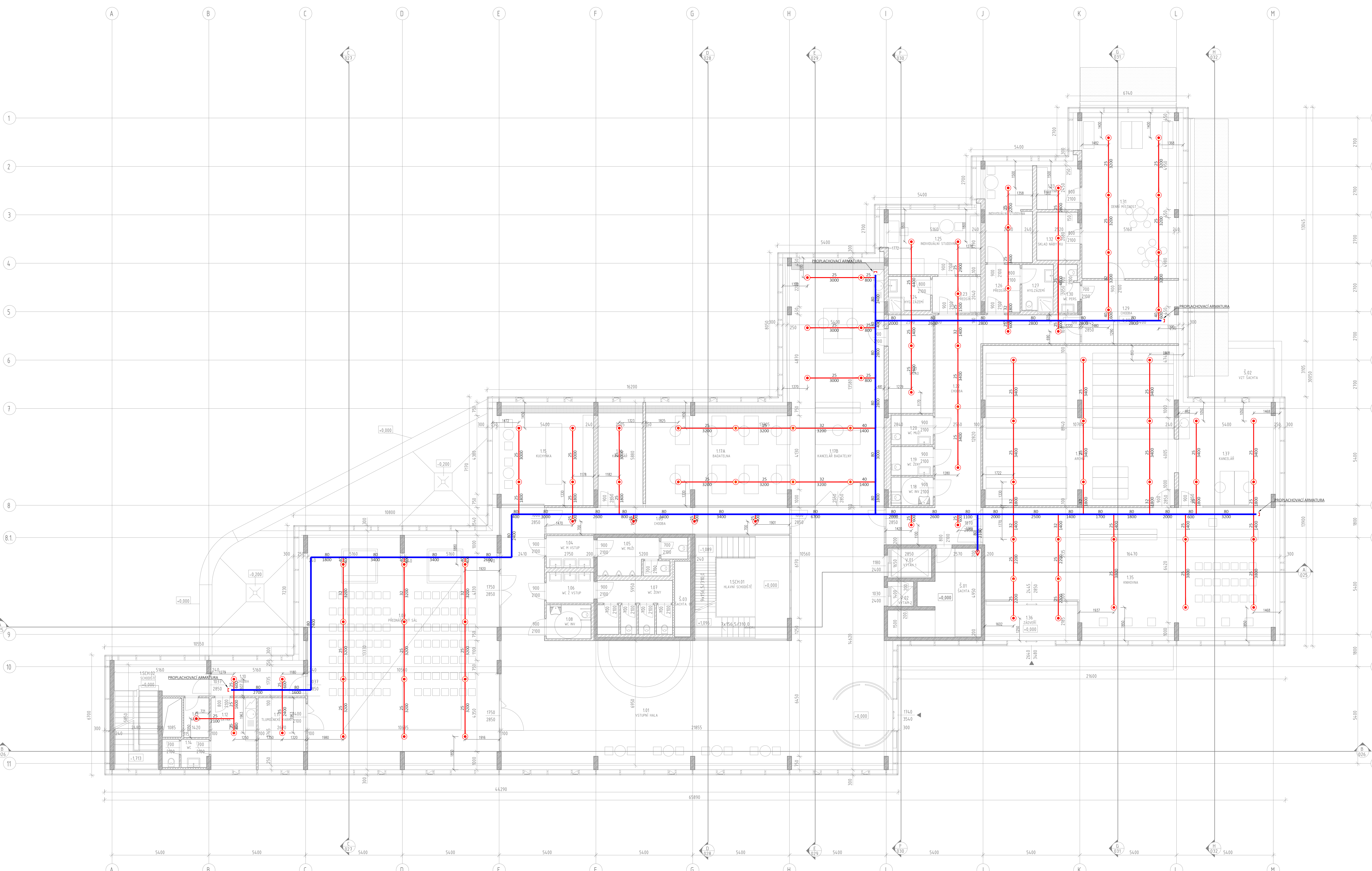


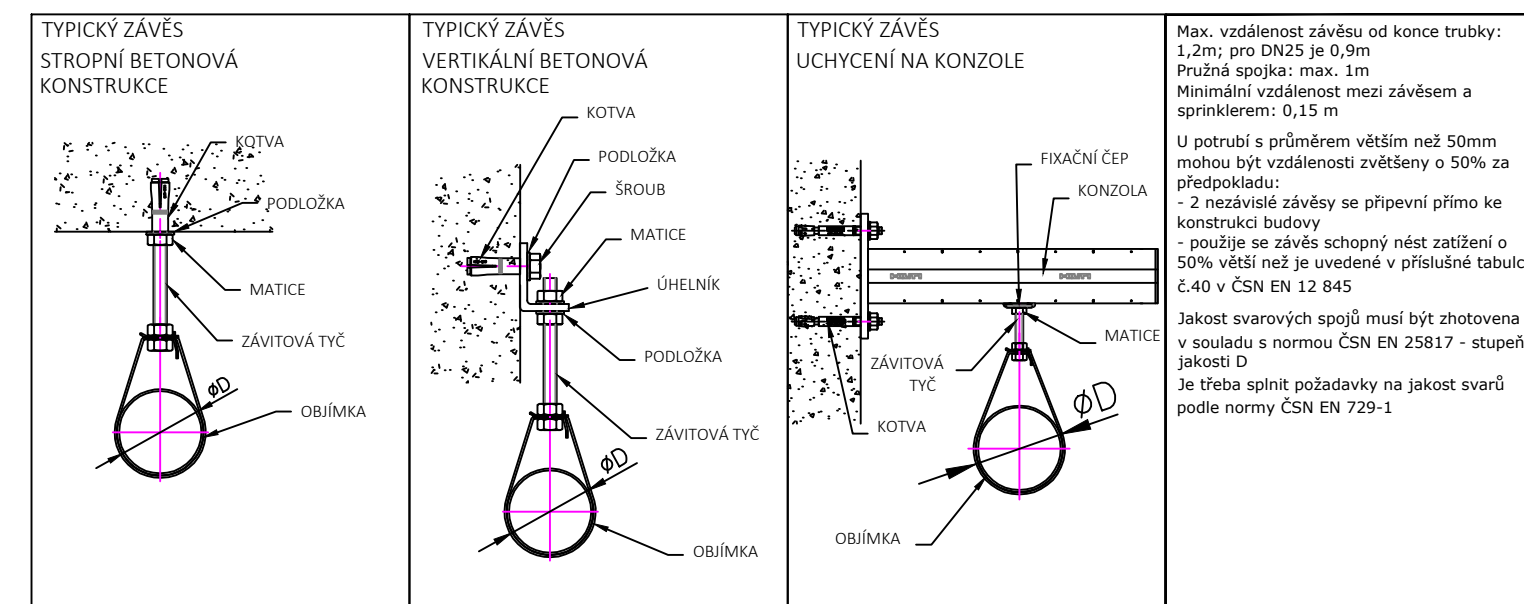
LEGENDA SPRINKLERŮ	POPSIS	Typické ukázkové hlavní potrubí s propíchnutými armaturami
80 3000 2000	HLAVNÍ KRUŽOVÉ POTRUBÍ ROZVÁDĚČÍ POTRUBÍ	
SPR 80	STUPNACÍ (DPL, KLASICKÝ) POTRUBÍ VÝŠKĚ v OBLASTI ZDVIHU STUPNACÍ POTRUBÍ	

PATROVÁ UZÁVÍRACÍ ARMATURA	Tabulka potrubí																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Trubka [mm]</th> <th>Vnější Ø [mm]</th> <th>Hmotnost [kg/m]</th> <th>Závitová tyč [mm]</th> <th>Výškovost závitů [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>25</td><td>34</td><td>2,8</td><td>M8</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>32</td><td>42</td><td>3,9</td><td>M8</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>40</td><td>48</td><td>4,7</td><td>M8</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>50</td><td>60</td><td>6,8</td><td>M8</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>65</td><td>76</td><td>8,0</td><td>M10</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>80</td><td>89</td><td>12,2</td><td>M10</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>100</td><td>114</td><td>18,9</td><td>M12</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>125</td><td>138</td><td>27,1</td><td>M12</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>150</td><td>168</td><td>38,2</td><td>M12</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>200</td><td>219</td><td>65,0</td><td>M16</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>250</td><td>273</td><td>95,0</td><td>M16</td><td>4,00</td></tr> </tbody> </table>	Trubka [mm]	Vnější Ø [mm]	Hmotnost [kg/m]	Závitová tyč [mm]	Výškovost závitů [mm]	25	34	2,8	M8	4,00	32	42	3,9	M8	4,00	40	48	4,7	M8	4,00	50	60	6,8	M8	4,00	65	76	8,0	M10	4,00	80	89	12,2	M10	4,00	100	114	18,9	M12	4,00	125	138	27,1	M12	4,00	150	168	38,2	M12	4,00	200	219	65,0	M16	4,00	250	273	95,0	M16	4,00
Trubka [mm]	Vnější Ø [mm]	Hmotnost [kg/m]	Závitová tyč [mm]	Výškovost závitů [mm]																																																									
25	34	2,8	M8	4,00																																																									
32	42	3,9	M8	4,00																																																									
40	48	4,7	M8	4,00																																																									
50	60	6,8	M8	4,00																																																									
65	76	8,0	M10	4,00																																																									
80	89	12,2	M10	4,00																																																									
100	114	18,9	M12	4,00																																																									
125	138	27,1	M12	4,00																																																									
150	168	38,2	M12	4,00																																																									
200	219	65,0	M16	4,00																																																									
250	273	95,0	M16	4,00																																																									

LEGENDA SPRINKLERŮ					
Symbol	Počet	Průměr	K-Factor	Popis	Pozn.
	89	15mm	80	SPRINKLER VSIČI, MOSAZNÝ, T=68°C	

Volume of System		
Diameter (mm)	Volume (l)	Approx. Len (m)
25	90,4	162,7
32	28,6	33,8
40	8,6	5,2
80	512,9	97,6
Total	640,50	



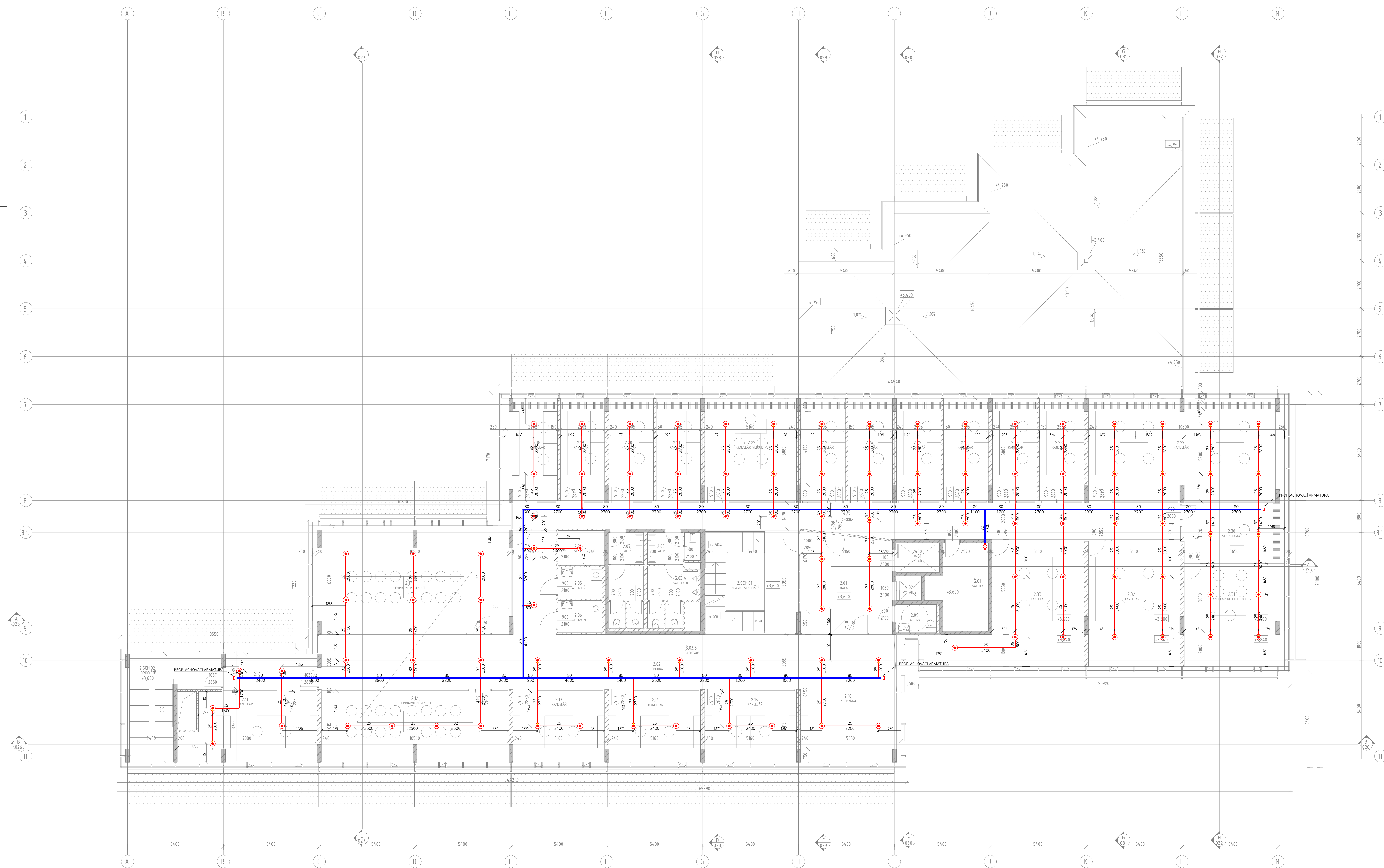


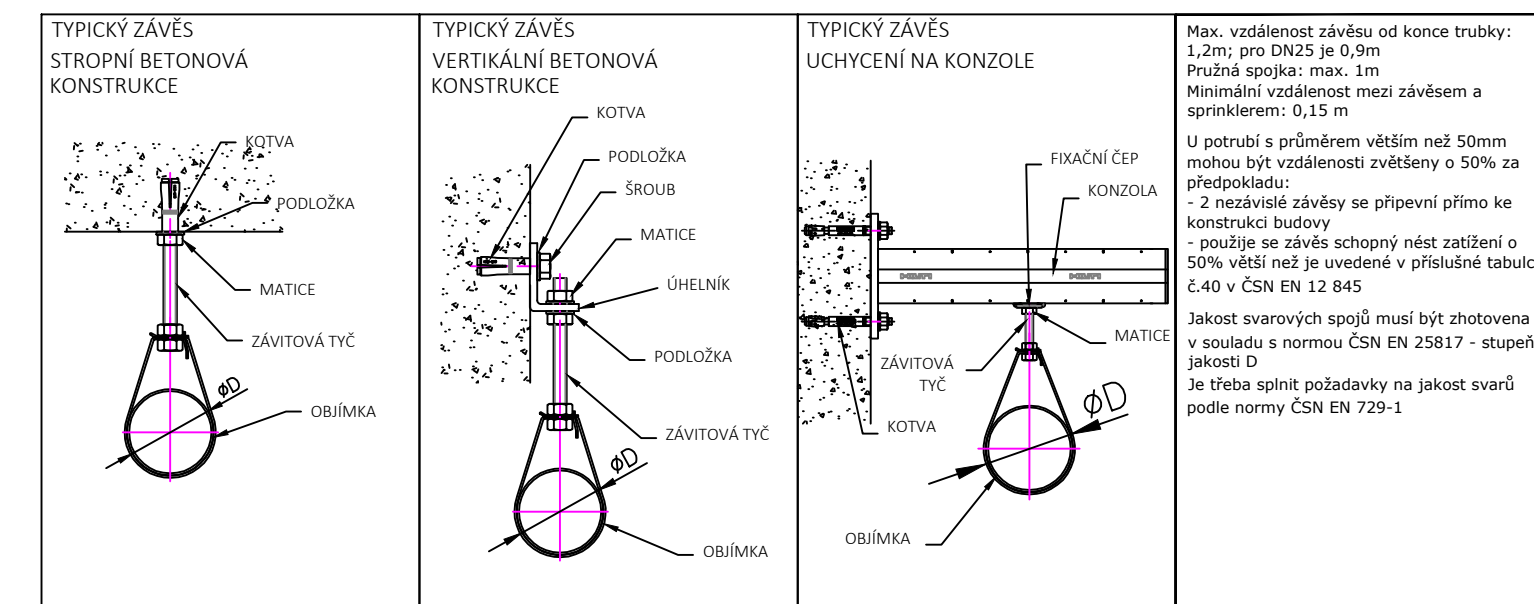
LEGENDA SPRINKLERŮ	POPIS	Typické ukázkové řešení potrubí s propojovací armaturou
80	HLAVNÍ KÓDOVÉ POTRUBÍ	
25	ROZVODNÉ POTRUBÍ	
2000	STUPNACÍ (UPL, KLESAK) DRUŽÍ	
2000	PRŮBĚH V OBLASTI ZDVIHU	
STUPNACÍ POTRUBÍ		

PATROVÁ UZÁVÍRACÍ ARMATURA	TABULKA POTRUBÍ				
		Trubka [mm]	Vnější Ø [mm]	Hmotnost [kg/m]	Závitová tyč [mm]
	25	34	2,8	M8	4,00
	32	42	3,0	M8	4,00
	40	48	4,7	M8	4,00
	50	60	6,9	M8	4,00
	65	76	8,0	M10	4,00
	80	89	12,2	M10	4,00
	100	114	18,0	M10	4,00
	125	139	27,1	M12	4,00
	150	168	38,2	M12	4,00
	200	219	65,0	M16	4,00
	250	273	95,0	M18	4,00

LEGENDA SPRINKLERŮ					
Symbol	Počet	Průměr	K-Factor	Popis	Pozn.
	100	15mm	80	SPRINKLER VSIČI, MOSAZNÝ, T=68°C	

Volume of System		
Diameter (mm)	Volume (l)	Approx. Len (m)
25	106,5	191,7
32	11,6	13,7
40	5,8	3,5
80	457,7	87,1
Total	581,60	



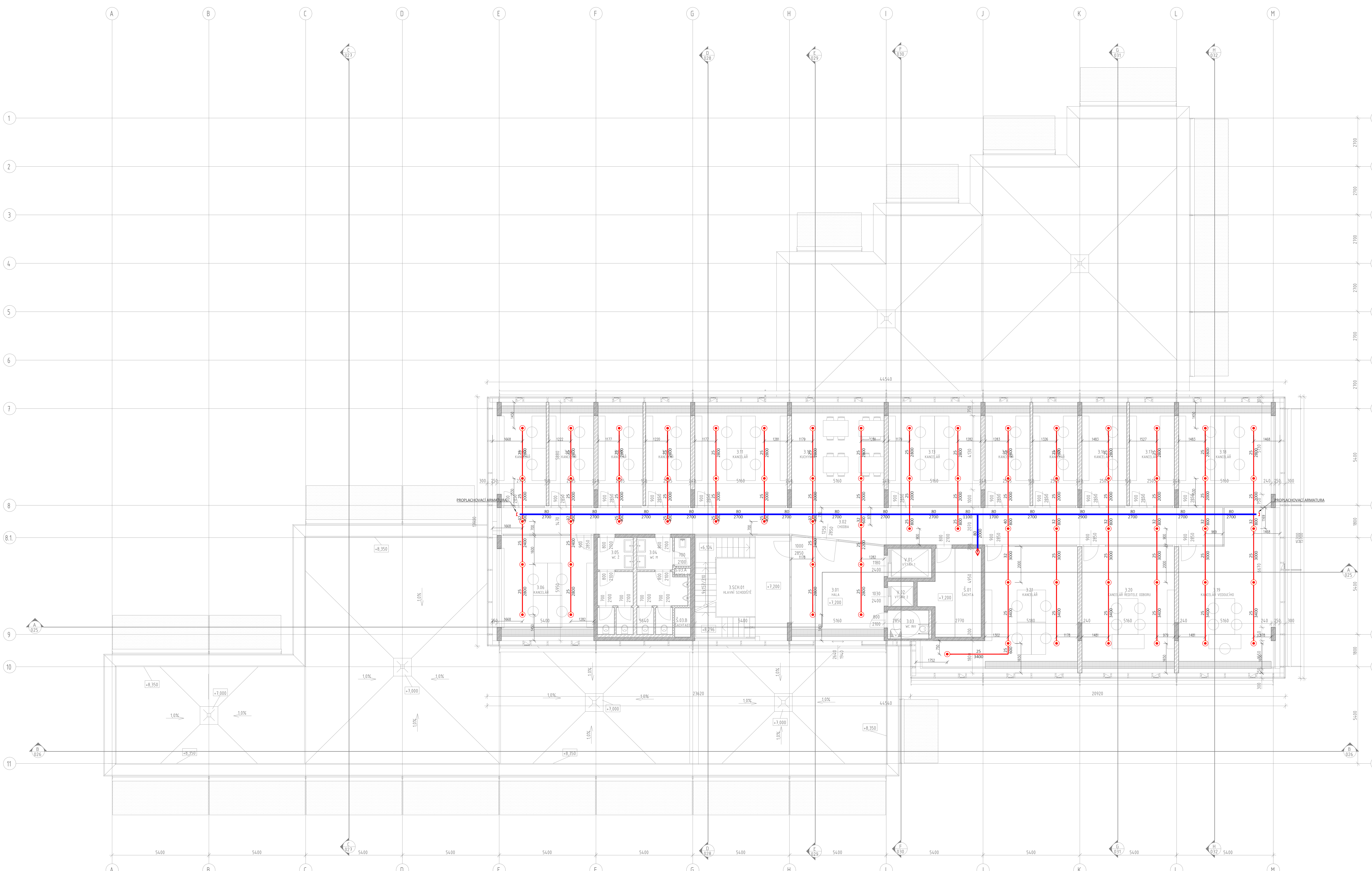


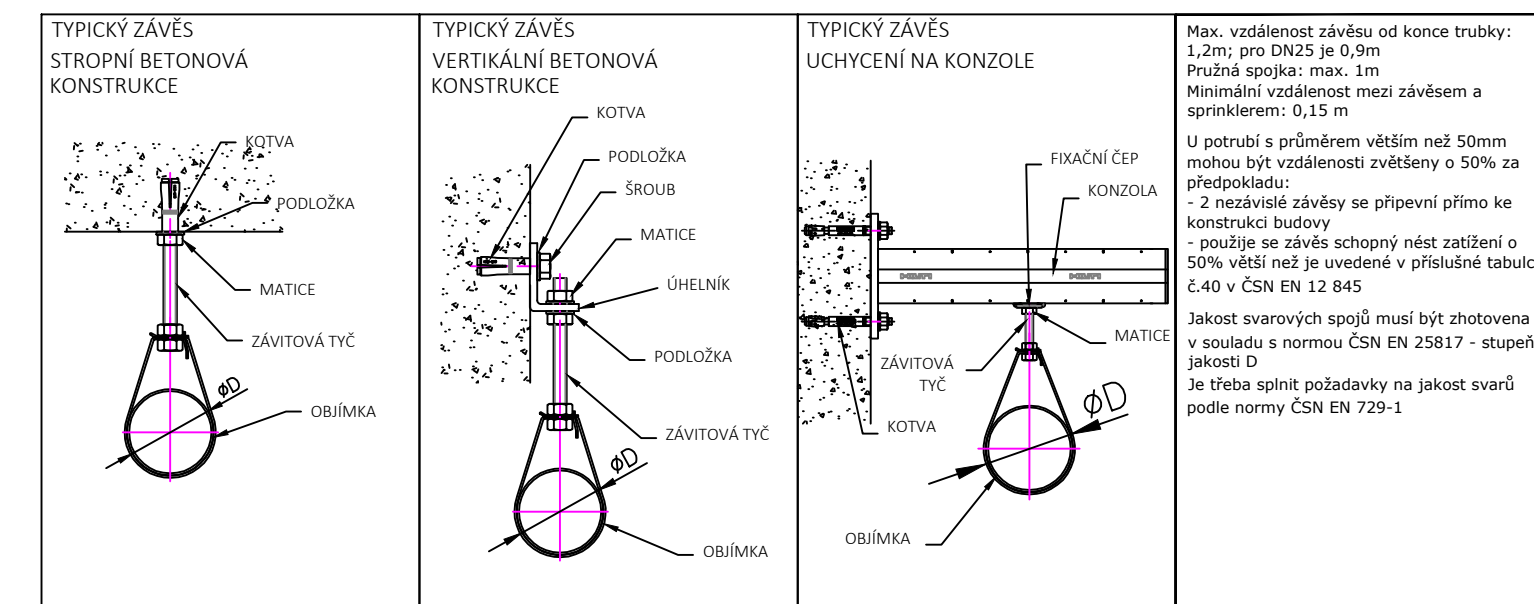
LEGENDA SPRINKLERŮ		Popis		Typické ukázkové řešení potrubí s propojovací armaturou
80	HLAVNÍ KROVICOVÉ POTRUBÍ			
25	ROZVÁŽECÍ POTRUBÍ			
2000	STOUPACÍ (PPL, KLASICKÝ OKO) POTRUBÍ			
1500	STOUPACÍ POTRUBÍ			

PATROVÁ UZÁVÍRAČÍ ARMATURA		Tabulka potrubí:			
Tržba: [mm]	Vnější Ø: [mm]	Hmotnost: [kg/m]	Závitová tyč: [mm]	Vzdálenost zářezů: [m]	
25	34	2,8	M8	4,00	
32	42	3,0	M8	4,00	
40	46	4,7	M8	4,00	
50	60	6,9	M8	4,00	
65	76	8,0	M10	4,00	
80	89	12,2	M10	4,00	
100	114	18,0	M12	4,00	
125	139	27,1	M12	4,00	
150	168	38,2	M12	4,00	
200	219	65,0	M16	4,00	
250	273	95,0	M16	4,00	

LEGENDA SPRINKLERŮ					
Symbol	Počet	Průměr	K-Factor	Popis	Pozn.
	69	15mm	80	SPRINKLER VSIČI, MOSAZNÝ, T=68°C	

Volume of System		
Diameter (mm)	Volume (l)	Approx. Len (m)
25	77,8	140,0
32	7,4	8,8
40	1,3	0,8
80	224,9	42,8
Total	311,40	



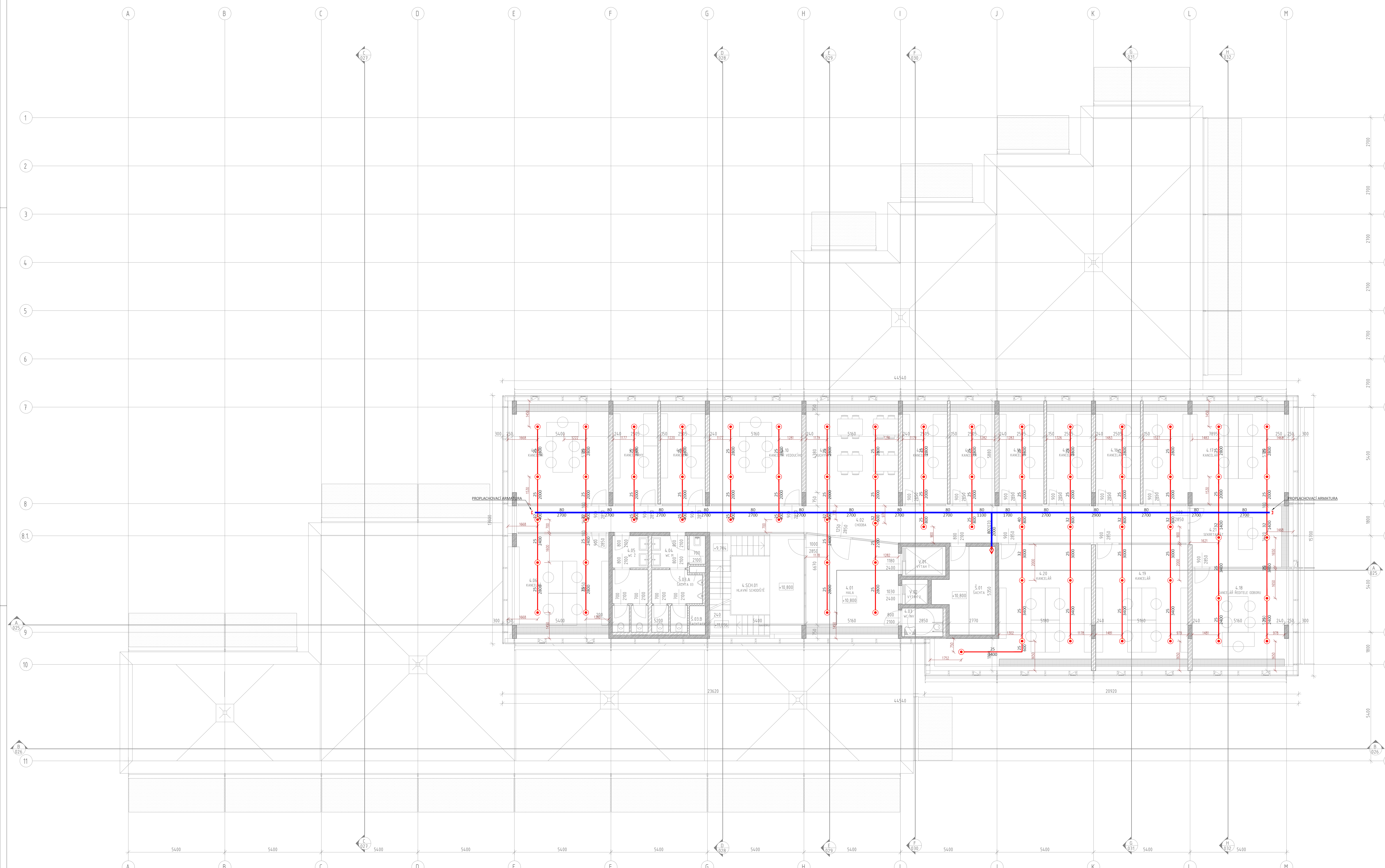


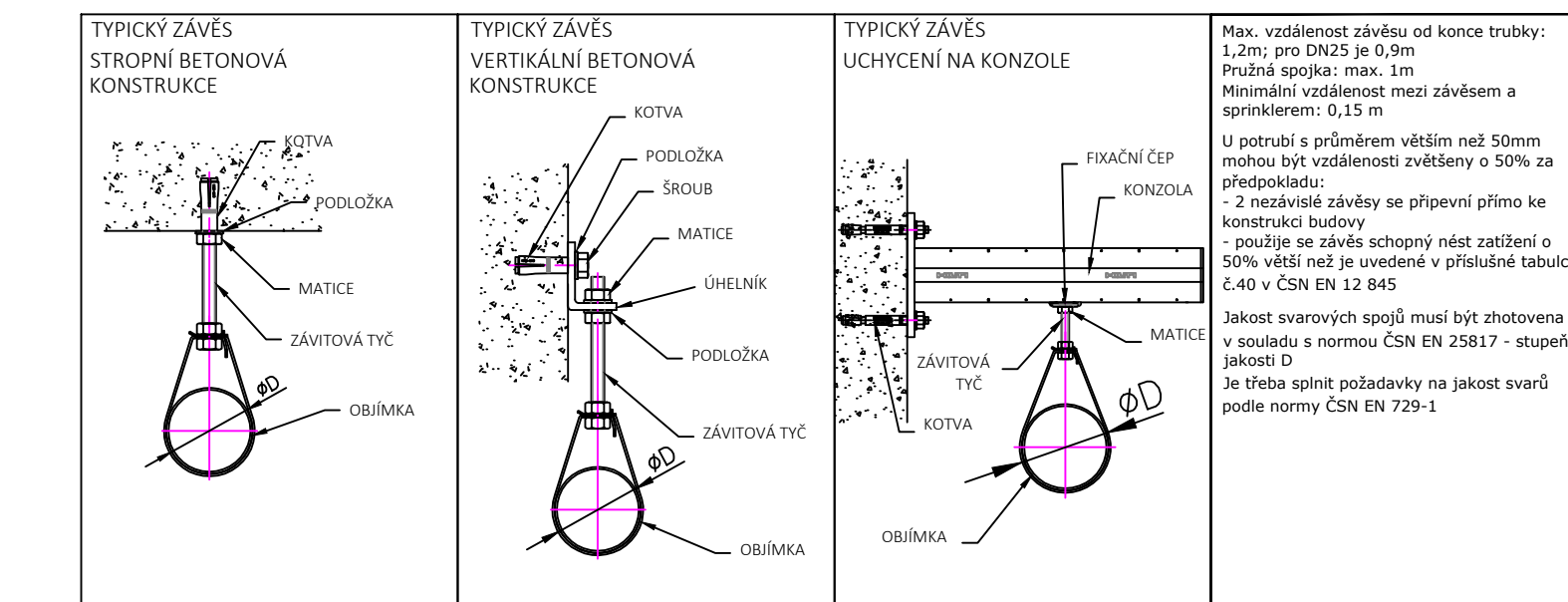
LEGENDA SPRINKLERŮ	POPIS	Typické ukázkové potrubí s propojovací armaturou
80 3000 25 2000	HLAVNÍ KROVICOVÉ POTRUBÍ ROZVÁŽECÍ POTRUBÍ	
SPRINKLÉR 80	STOUPACÍ (UPL, KLASICKÝ) POTRUBÍ VÝŠKĚ V OBLASTI ZDVIHU STOUPACÍ POTRUBÍ	

PATROVÁ UZÁVÍRAČÍ ARMATURA	Tabulka potrubí:																																																												
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tržba [mm]</th> <th>Vnější Ø [mm]</th> <th>Hmotnost [kg/m]</th> <th>Závitová tyč [mm]</th> <th>Vzdálenost závitů [mm]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>25</td><td>34</td><td>2,8</td><td>M8</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>32</td><td>42</td><td>3,9</td><td>M8</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>40</td><td>48</td><td>4,7</td><td>M8</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>50</td><td>60</td><td>6,9</td><td>M8</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>65</td><td>76</td><td>8,0</td><td>M10</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>80</td><td>89</td><td>12,2</td><td>M10</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>100</td><td>114</td><td>18,9</td><td>M12</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>125</td><td>139</td><td>27,1</td><td>M12</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>150</td><td>168</td><td>38,2</td><td>M12</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>200</td><td>219</td><td>65,0</td><td>M16</td><td>4,00</td></tr> <tr><td>250</td><td>273</td><td>95,0</td><td>M16</td><td>4,00</td></tr> </tbody> </table>	Tržba [mm]	Vnější Ø [mm]	Hmotnost [kg/m]	Závitová tyč [mm]	Vzdálenost závitů [mm]	25	34	2,8	M8	4,00	32	42	3,9	M8	4,00	40	48	4,7	M8	4,00	50	60	6,9	M8	4,00	65	76	8,0	M10	4,00	80	89	12,2	M10	4,00	100	114	18,9	M12	4,00	125	139	27,1	M12	4,00	150	168	38,2	M12	4,00	200	219	65,0	M16	4,00	250	273	95,0	M16	4,00
Tržba [mm]	Vnější Ø [mm]	Hmotnost [kg/m]	Závitová tyč [mm]	Vzdálenost závitů [mm]																																																									
25	34	2,8	M8	4,00																																																									
32	42	3,9	M8	4,00																																																									
40	48	4,7	M8	4,00																																																									
50	60	6,9	M8	4,00																																																									
65	76	8,0	M10	4,00																																																									
80	89	12,2	M10	4,00																																																									
100	114	18,9	M12	4,00																																																									
125	139	27,1	M12	4,00																																																									
150	168	38,2	M12	4,00																																																									
200	219	65,0	M16	4,00																																																									
250	273	95,0	M16	4,00																																																									

LEGENDA SPRINKLERŮ					
Symbol	Počet	Průměr	K-Factor	Popis	Pozn.
	69	15mm	80	SPRINKLER VSGI, MOSAZNÝ, T=68°C	

Volume of System		
Diameter (mm)	Volume (l)	Approx. Len (m)
25	77,8	140,0
32	7,4	8,8
40	1,3	0,8
80	224,9	42,8
Total	311,40	



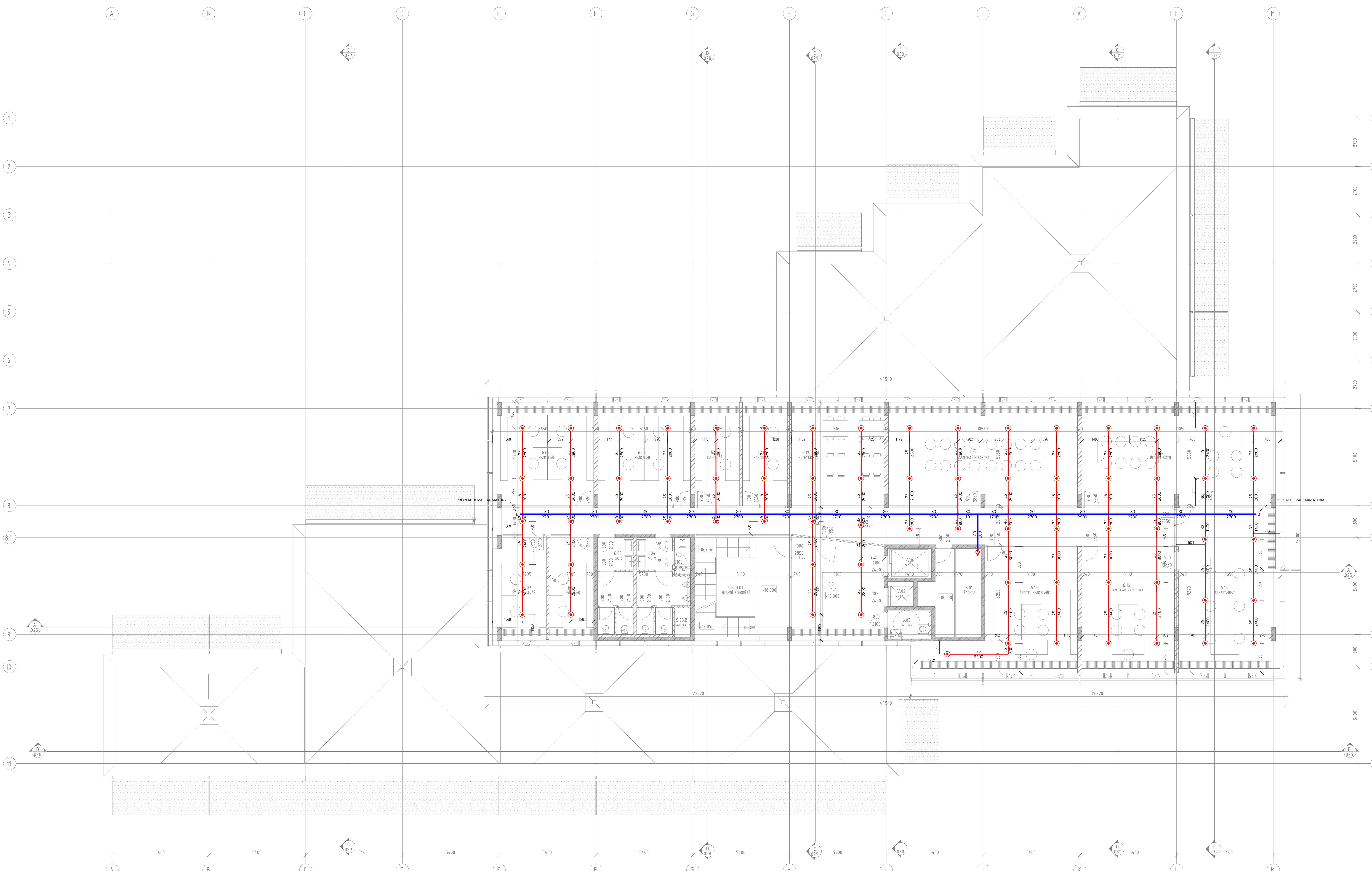


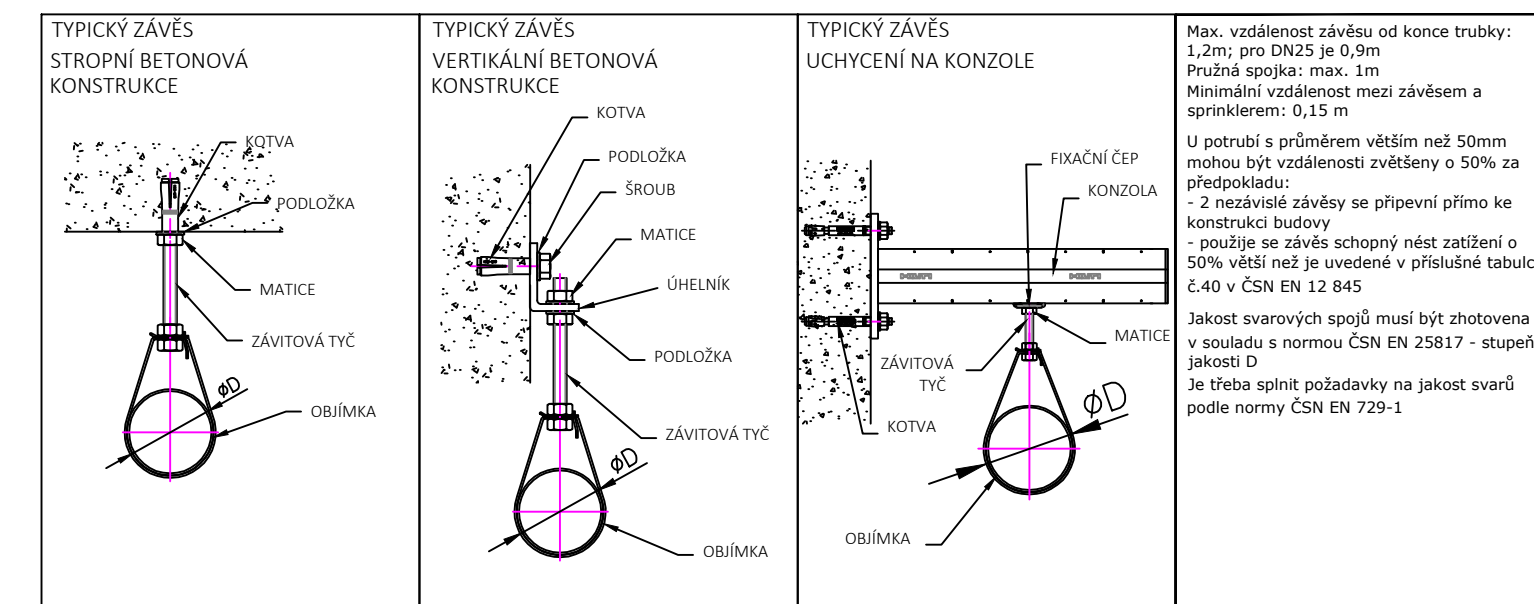
LEGENDA SPRINKLERŮ	OBRAZ	POPIS	Typické ukázkové hlavního potrubí s propojovací armaturou
80 3000 25 2000		HLAVNÍ KROVICOVÉ POTRUBÍ ROZVÁŽECÍ POTRUBÍ STUPNACÍ (DPL, KLASICKÝ) POTRUBÍ VÝŠKĚ V OBLASTI ZDVIHU STUPNACÍ POTRUBÍ	

PATROVÁ UZÁVÍRAČÍ ARMATURA	Tabulka potrubí:			
	Trubka [mm]	Vnější Ø [mm]	Hmotnost [kg/m]	Vzdálenost závěs [m]
25	34	2,8	M8	4,00
32	42	3,9	M8	4,00
40	48	4,7	M8	4,00
50	60	6,9	M8	4,00
65	76	8,0	M10	4,00
80	89	12,2	M10	4,00
100	114	18,9	M10	4,00
125	139	27,1	M12	4,00
150	168	38,2	M12	4,00
200	219	65,0	M16	4,00
250	273	95,0	M16	4,00

LEGENDA SPRINKLERŮ					
Symbol	Počet	Průměr	K-Factor	Popis	Pozn.
	69	15mm	80	SPRINKLER VSIČI, MOSAZNÝ, T=68°C	

Volume of System		
Diameter (mm)	Volume (l)	Approx. Len (m)
25	77,8	140,0
32	7,4	8,8
40	1,3	0,8
80	224,9	42,8
Total	311,40	



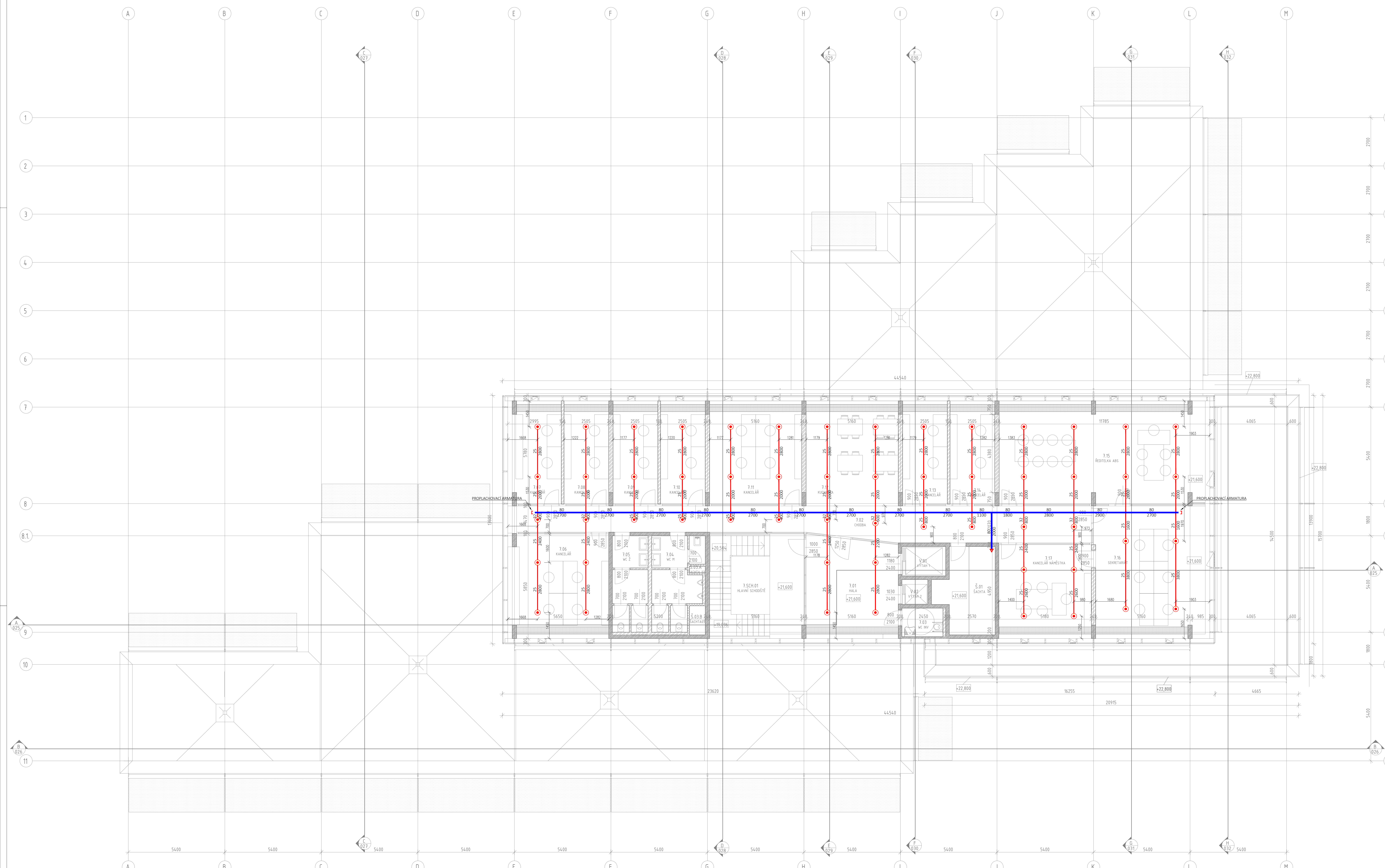


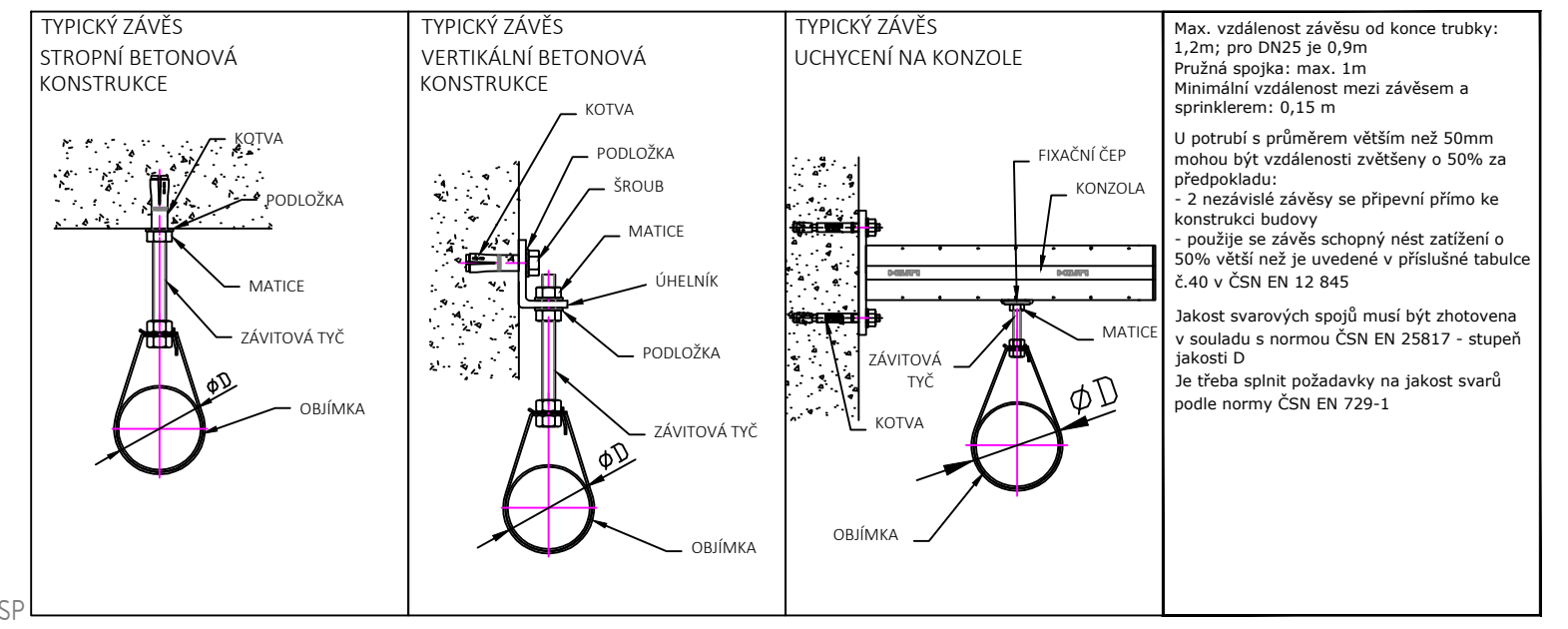
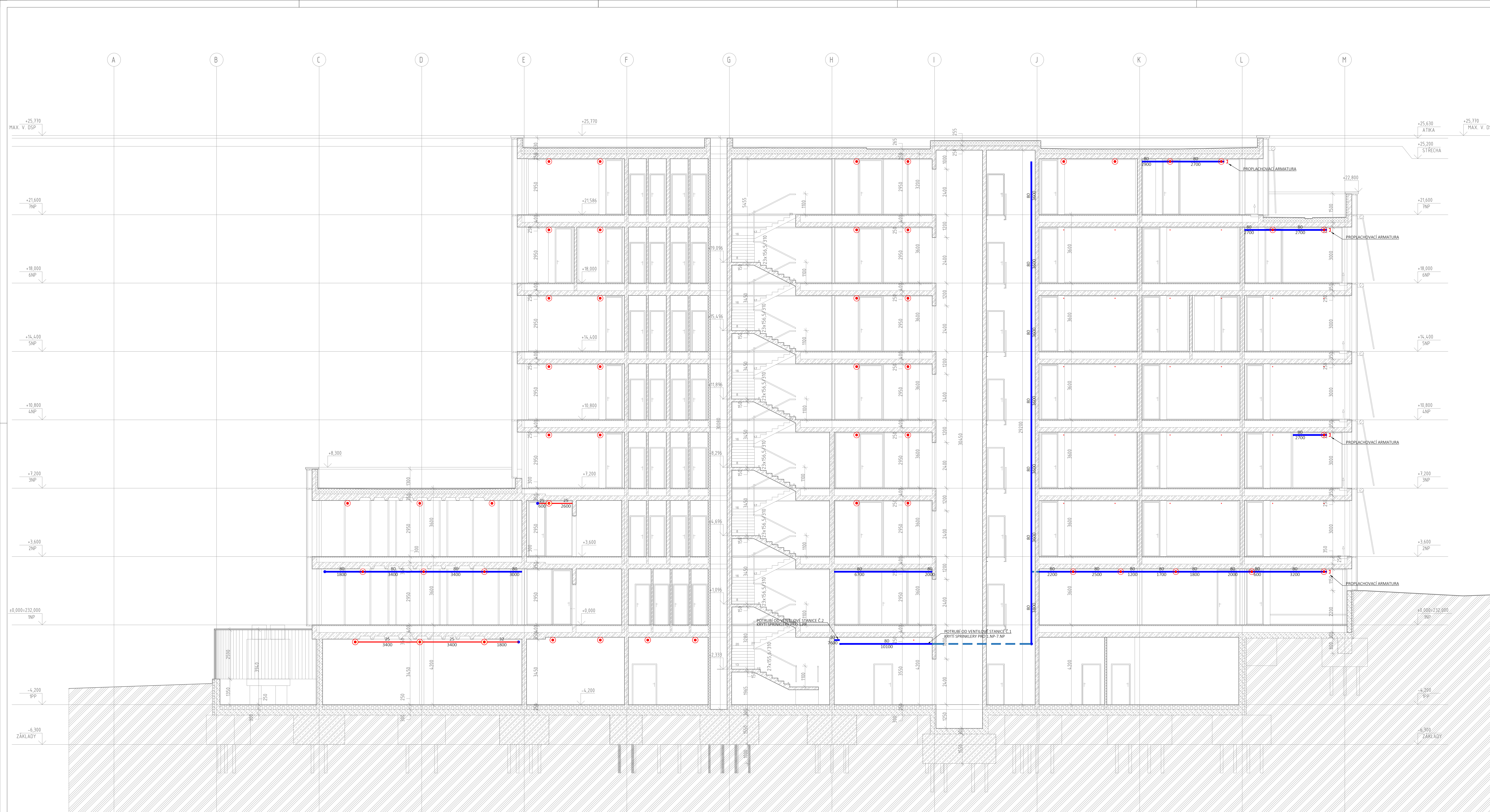
LEGENDA SPRINKLERŮ		Popis		Typické ukázkové řešení potrubí s propagačností armatury
80	SEZNENÉ POTRUBÍ	HLAVNÍ KROVICOVÉ POTRUBÍ		
25	SEZNENÉ POTRUBÍ	ROZVÁŽECÍ POTRUBÍ		
2000	SEZNENÉ POTRUBÍ	STOUPACÍ (DPL, KLASICKÝ) POTRUBÍ		
IPRO = 500		PRŮBĚH V OBLASTI ZDVIHU		
		STOUPACÍ POTRUBÍ		

PATROVÁ UZÁVÍRAČÍ ARMATURA		Tabulka potrubí:			
	Tržba:	Vnější Ø:	Hmotnost:	Závitová tyč:	Vzdálenost závitů:
	[mm]	[mm]	[kg/m]	[mm]	[mm]
	25	34	2,8	M8	4,00
	32	42	3,0	M8	4,00
	40	46	4,7	M8	4,00
	50	60	6,9	M8	4,00
	65	76	8,0	M10	4,00
	80	89	12,2	M10	4,00
	100	114	18,0	M12	4,00
	125	139	27,1	M12	4,00
150	168	38,2	M12	4,00	
200	219	65,0	M16	4,00	
250	273	95,0	M16	4,00	

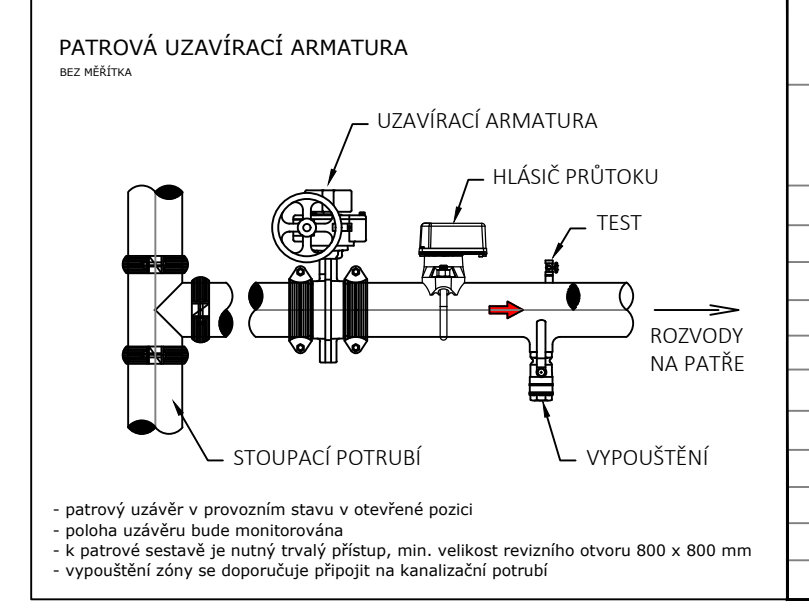
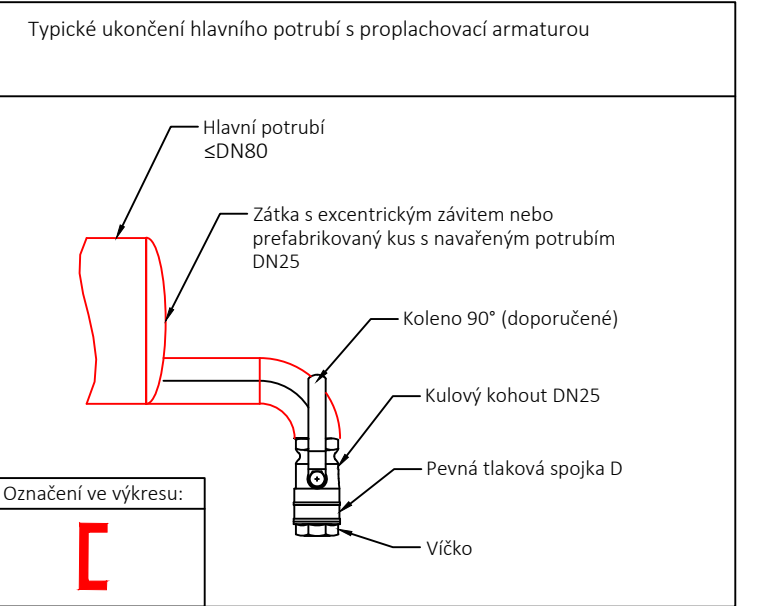
LEGENDA SPRINKLERŮ					
Symbol	Počet	Průměr	K-Factor	Popis	Pozn.
	69	15mm	80	SPRINKLER VSGI, MOSAZNÝ, T=68°C	

Volume of System		
Diameter (mm)	Volume (l)	Approx. Len (m)
25	62,1	111,8
32	2,9	3,4
80	198,1	37,7
Total	263,10	





LEGENDA SPRINKLERŮ	OBRAZ	POPIS
80 3000		HLAVNÍ ROZVOJOVÉ POTRUBÍ
25 2000		ROZVOJÍCÍ POTRUBÍ
		KOLENO 90° (doporučené)
		KULOVÝ KOHOUT DN25
		STOUPACÍ POTRUBÍ
		PRŮNĚR V DÉLKA ZDVIHU
		STOUPACÍ POTRUBÍ



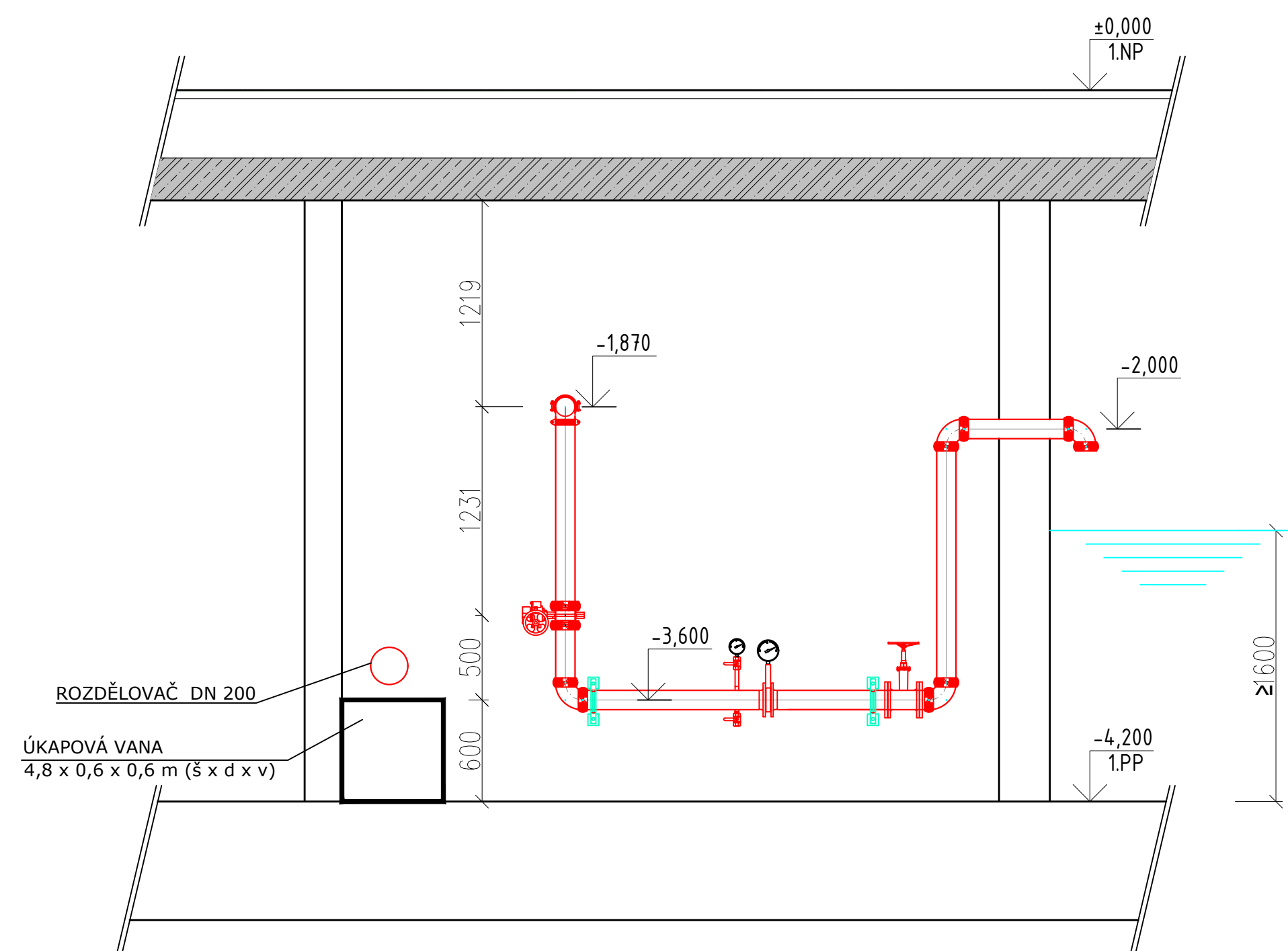
Trubka: [mm]	Vnější Ø: [mm]	Hmotnost: [kg/m]	Závitová tyč: [mm]	Vzdálenost závitů: [m]
25	34	2,8	M8	4,00
32	42	3,9	M8	4,00
40	48	4,7	M8	4,00
50	60	6,9	M8	4,00
65	76	8,0	M10	4,00
80	89	12,2	M10	4,00
100	114	18,9	M10	4,00
125	139	27,1	M12	4,00
150	168	38,2	M12	4,00
200	219	65,0	M16	4,00
250	273	95,0	M16	4,00

Symbol	Průměr	K-Factor	Popis	Pozn.
	15mm	80	SPRINKLER VISITČI, MSAZNÝ, T=68°C	

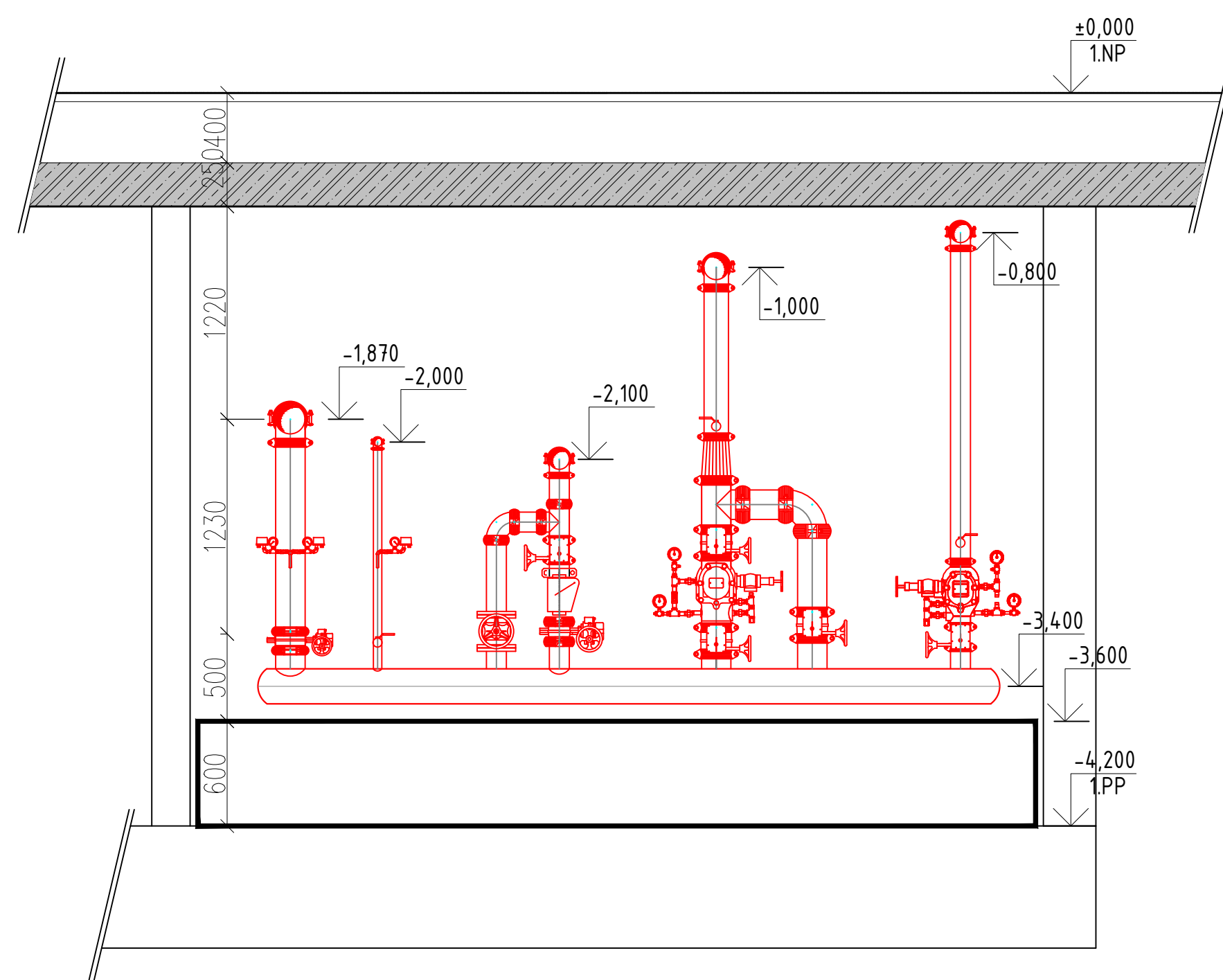
OBOR	VEDOUČÍ PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT v Praze
ROČNÍK	6.		FORMÁT 12x44
Předmět:	DIPLOMOVÁ PRÁCE		MÉRITKO 1:75
Výkres:	ŘEZ A-A		DATUM 01/2021
			Č. VÝKR. 09

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

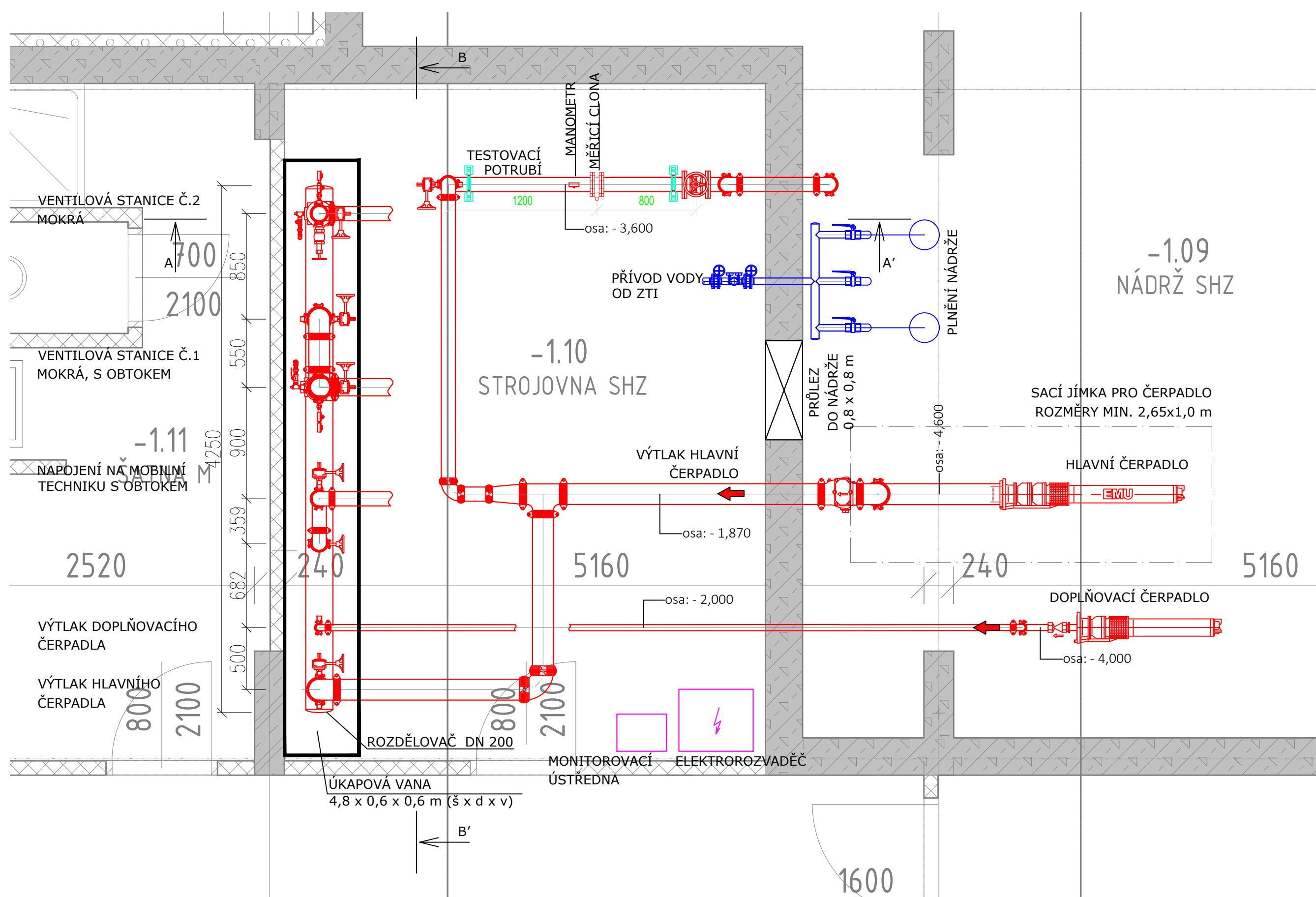
ŘEZ A-A'



ŘEZ B-B'

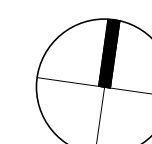


PŮDORYS

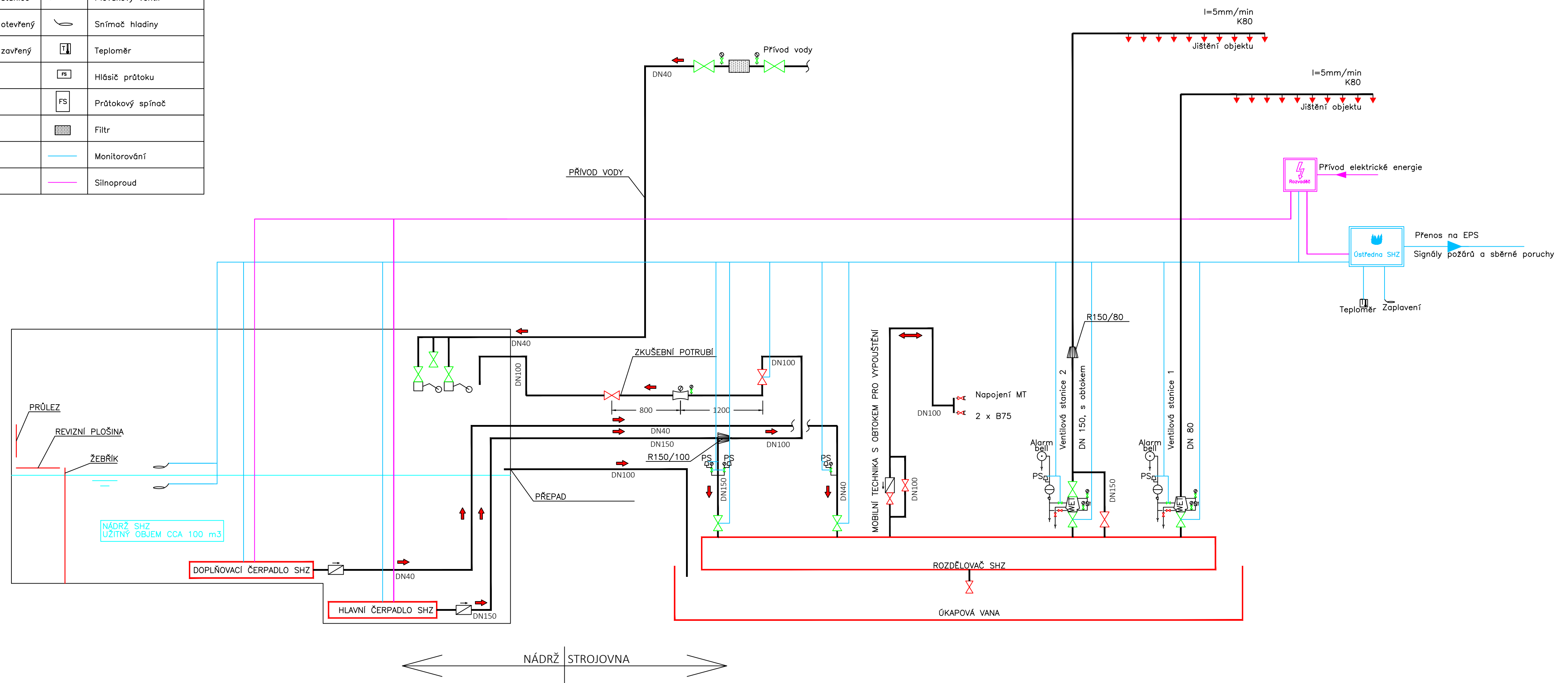


± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	6x44
Předmět:	DIPLOMOVÁ PRÁCE		MĚŘITKO	1:30
Výkres:	PŮDORYS A ŘEZ STROJOVNY		DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	10

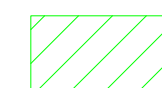
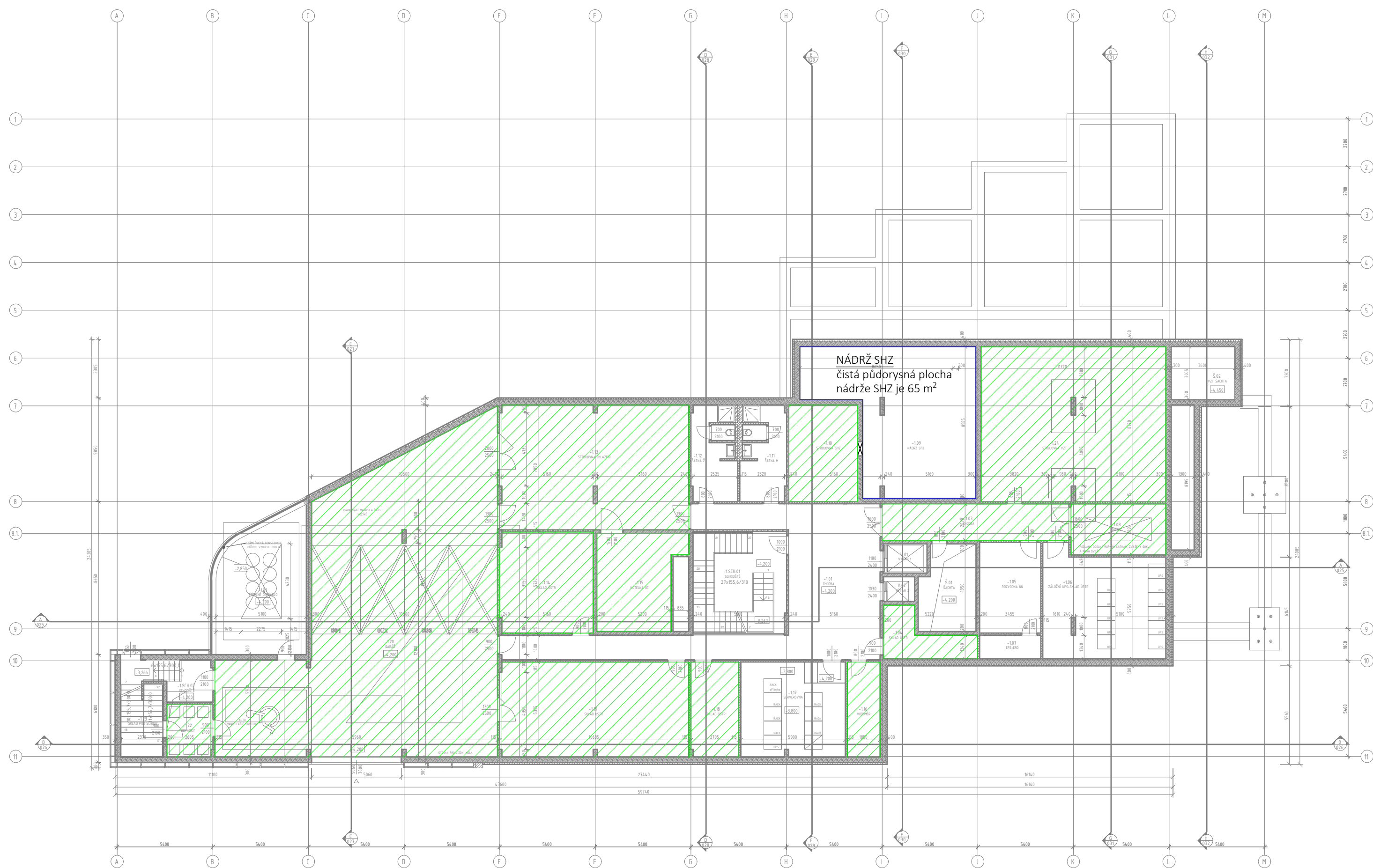


Legenda:			
	Mokrá ventilová stanice		Plovákový ventil
	Uzavírací ventil otevřený		Snímač hladiny
	Uzavírací ventil zavřený		Teploměr
	Poplachový zvon		Hlásič průtoku
	Tlakový spínač		Průtokový spínač
	Manometr		Filtr
	Zpětná klapka		Monitorování
	Průtokoměr		Sílnoproud



± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	4xA4
Výkres: SCHÉMA SYSTÉMU			MĚŘÍTKO	-
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	11

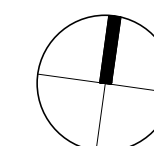


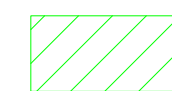
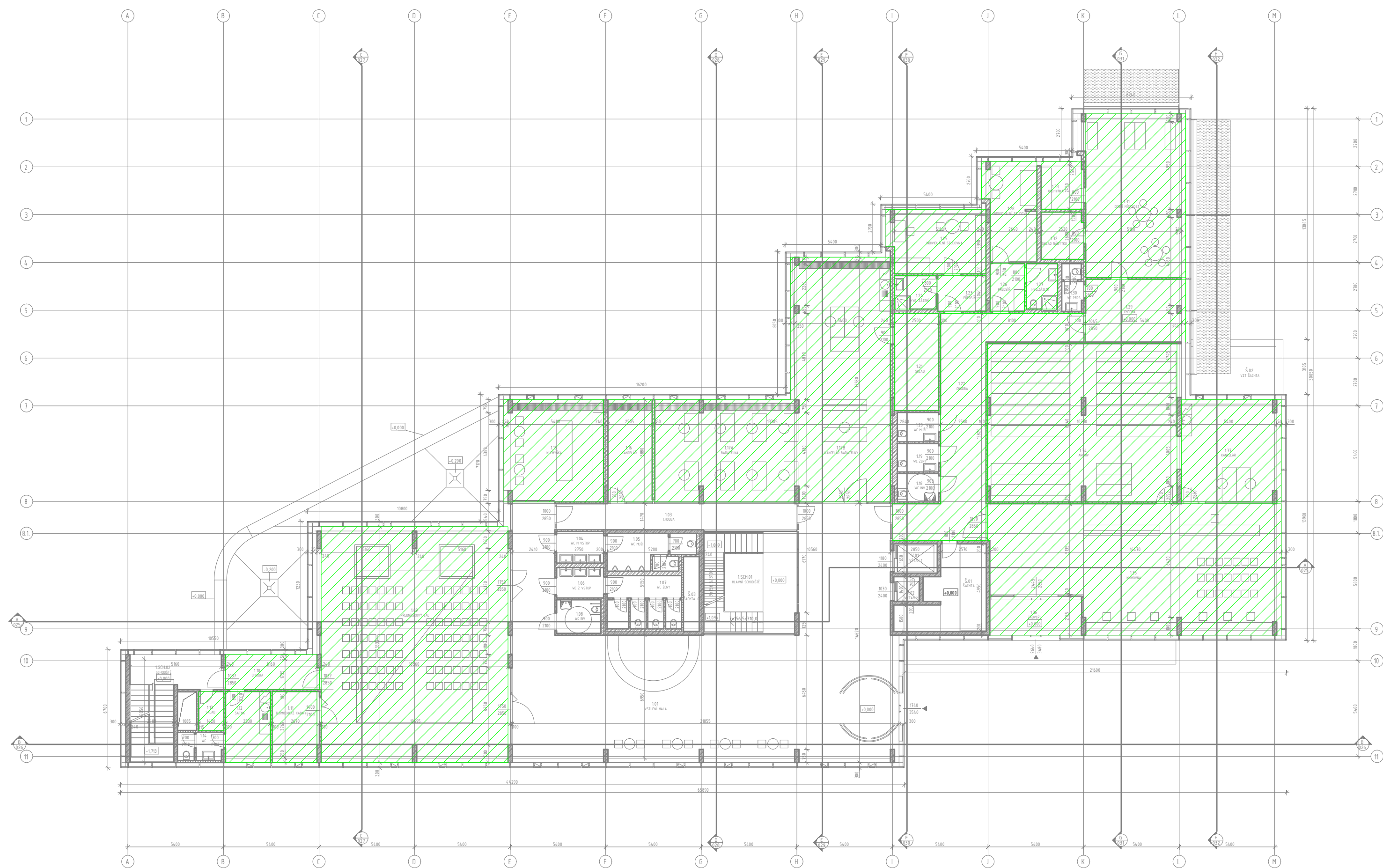
Ventilová stanice č. 2

- OH1, OH2, OH3
- mokré jištění
- návrhová intenzita dodávky 5l/min

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
	Výkres: POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 1.PP		MĚŘITKO	1:200
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	12



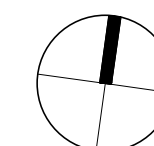


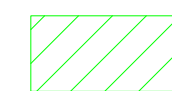
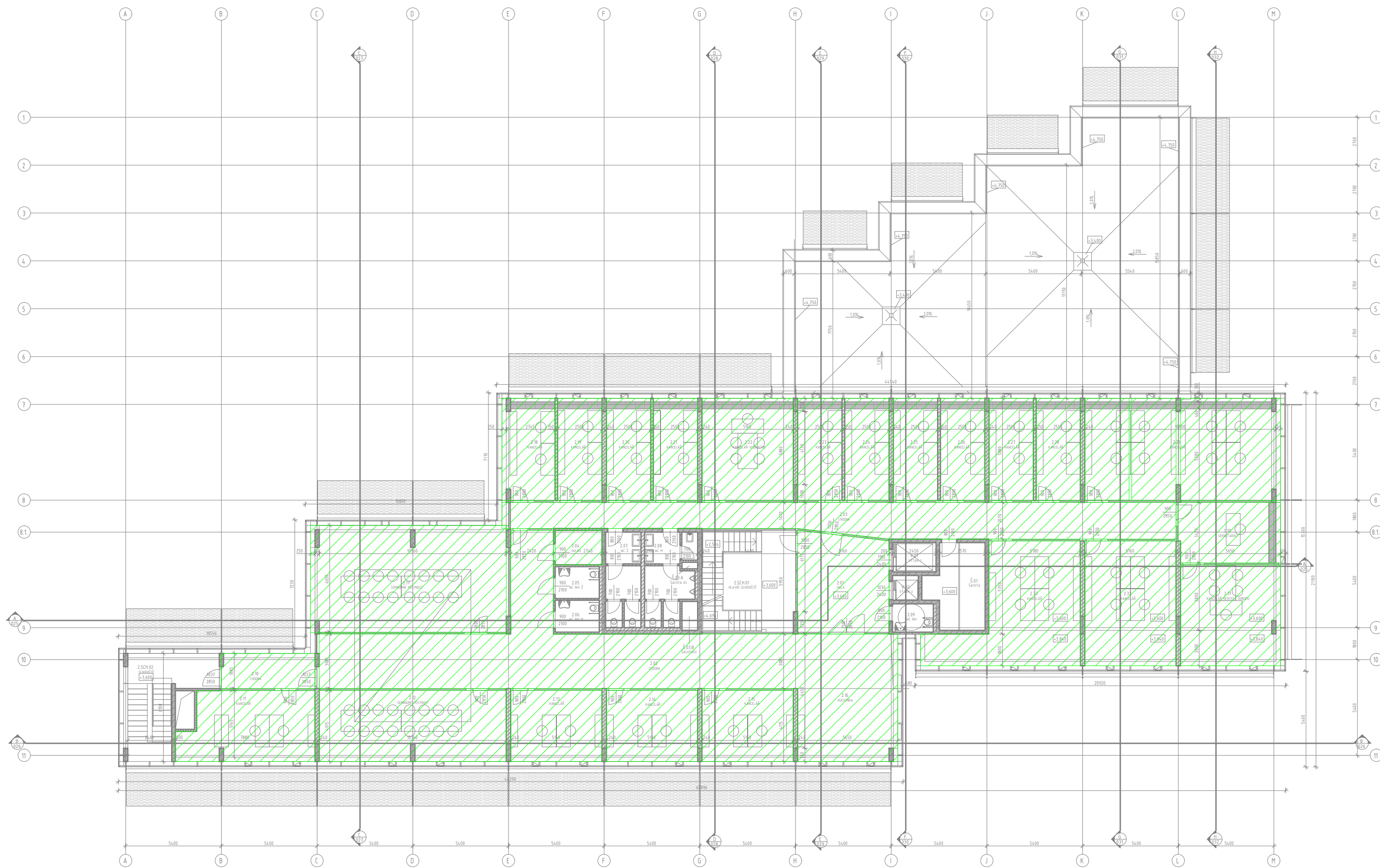
Ventilová stanice č. 1

- OH1, OH3
- mokré jištění
- návrhová intenzita dodávky 5l/min

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
	Výkres: POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 1.NP		MĚŘITKO	1:200
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	13



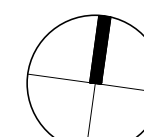


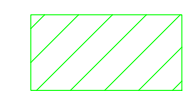
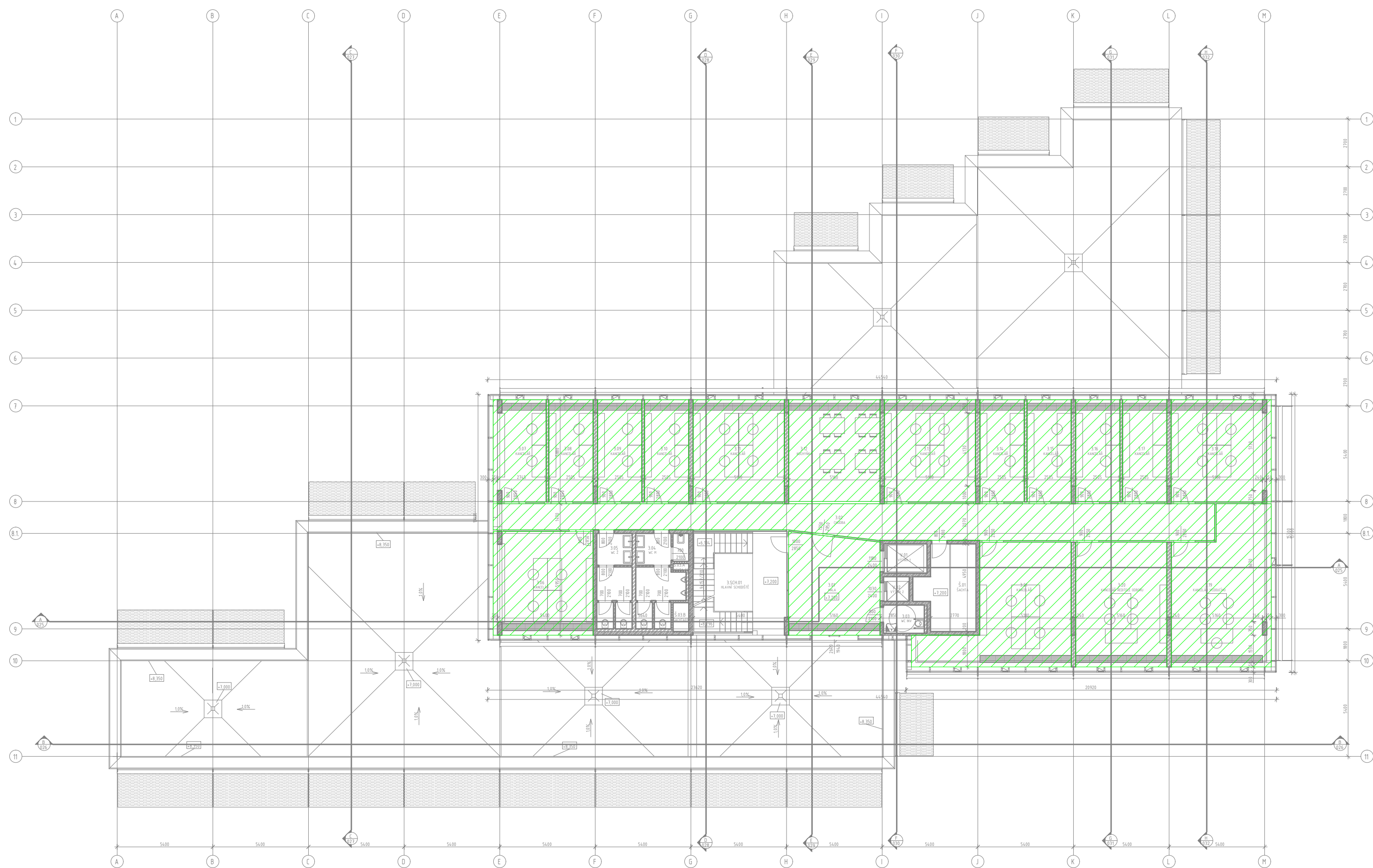
Ventilová stanice č. 1

- OH1, OH3
- mokré jištění
- návrhová intenzita dodávky 5l/min

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
	Výkres: POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 2.NP		MĚŘITKO	1:200
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	14



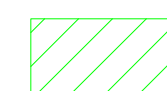
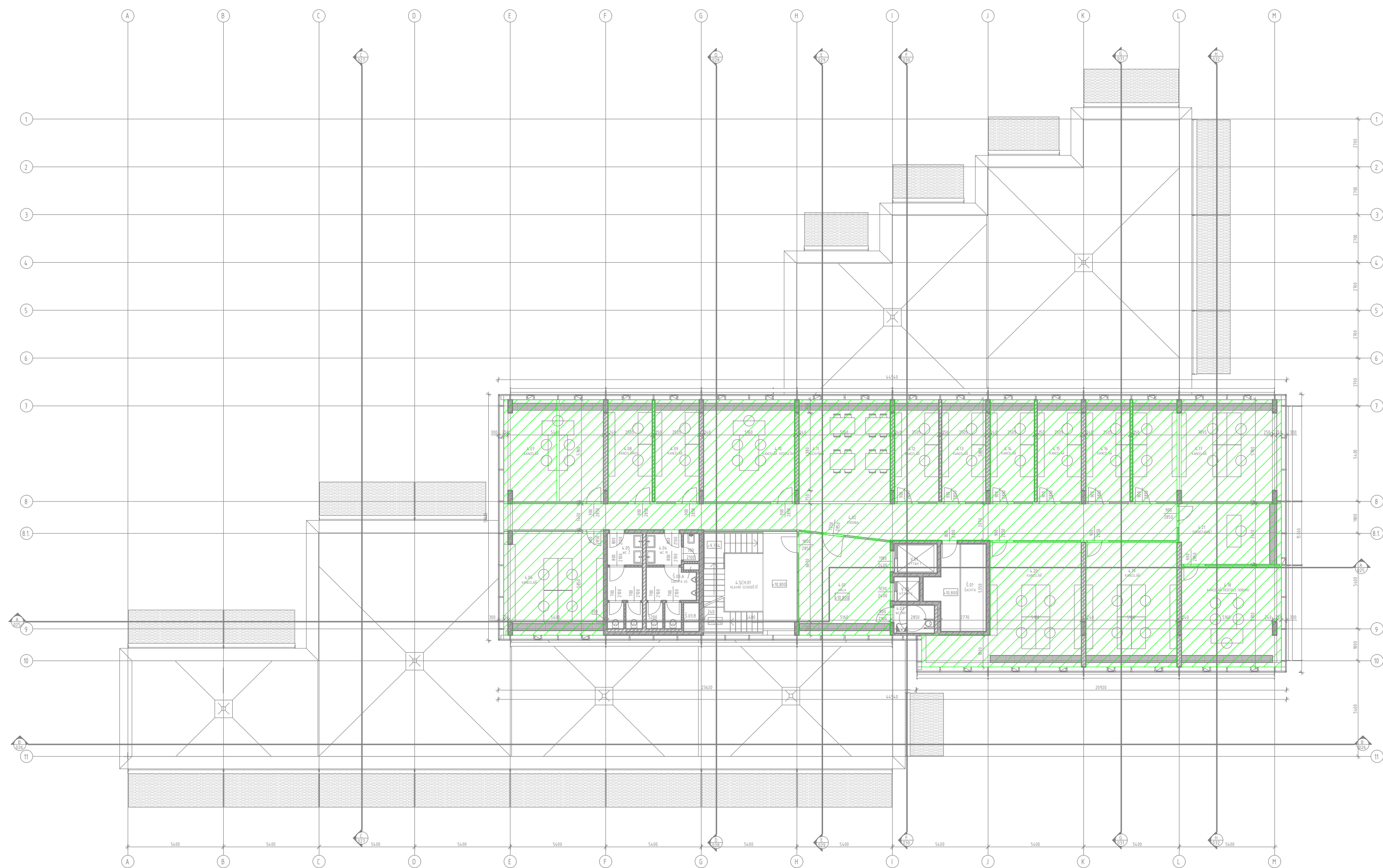


Ventilová stanice č. 1

- OH1, OH3
- mokré jištění
- návrhová intenzita dodávky 5l/min

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUČÍ PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
Předmět:			MĚŘÍTKO	1:200
Výkres:	POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 3.NP		DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	15

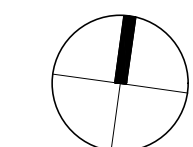


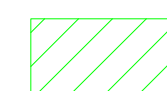
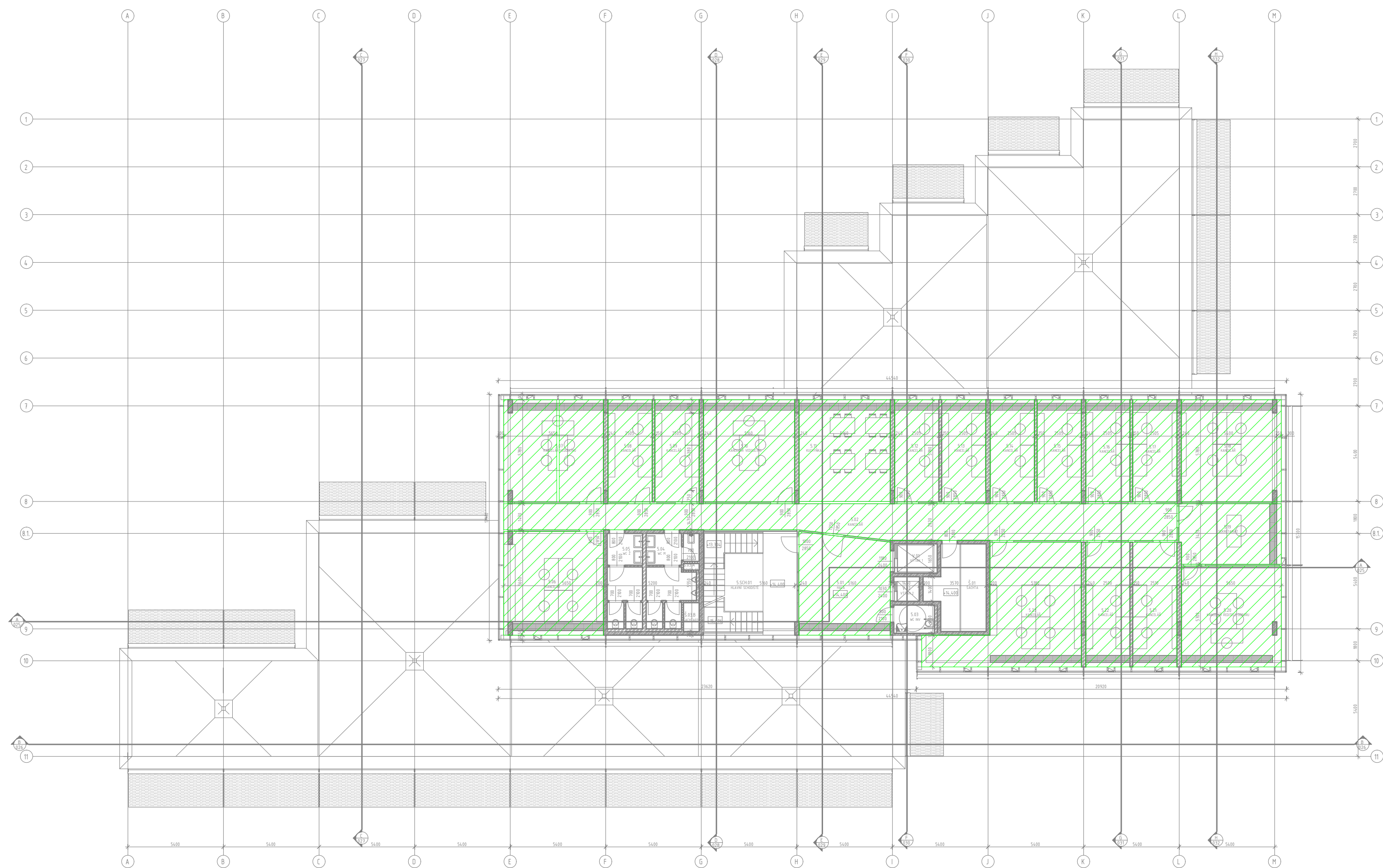
Ventilová stanice č. 1

- OH1, OH3
- mokré jištění
- návrhová intenzita dodávky 5l/min

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
	Výkres: POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 4.NP		MĚŘITKO	1:200
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	16



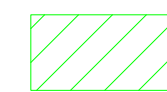
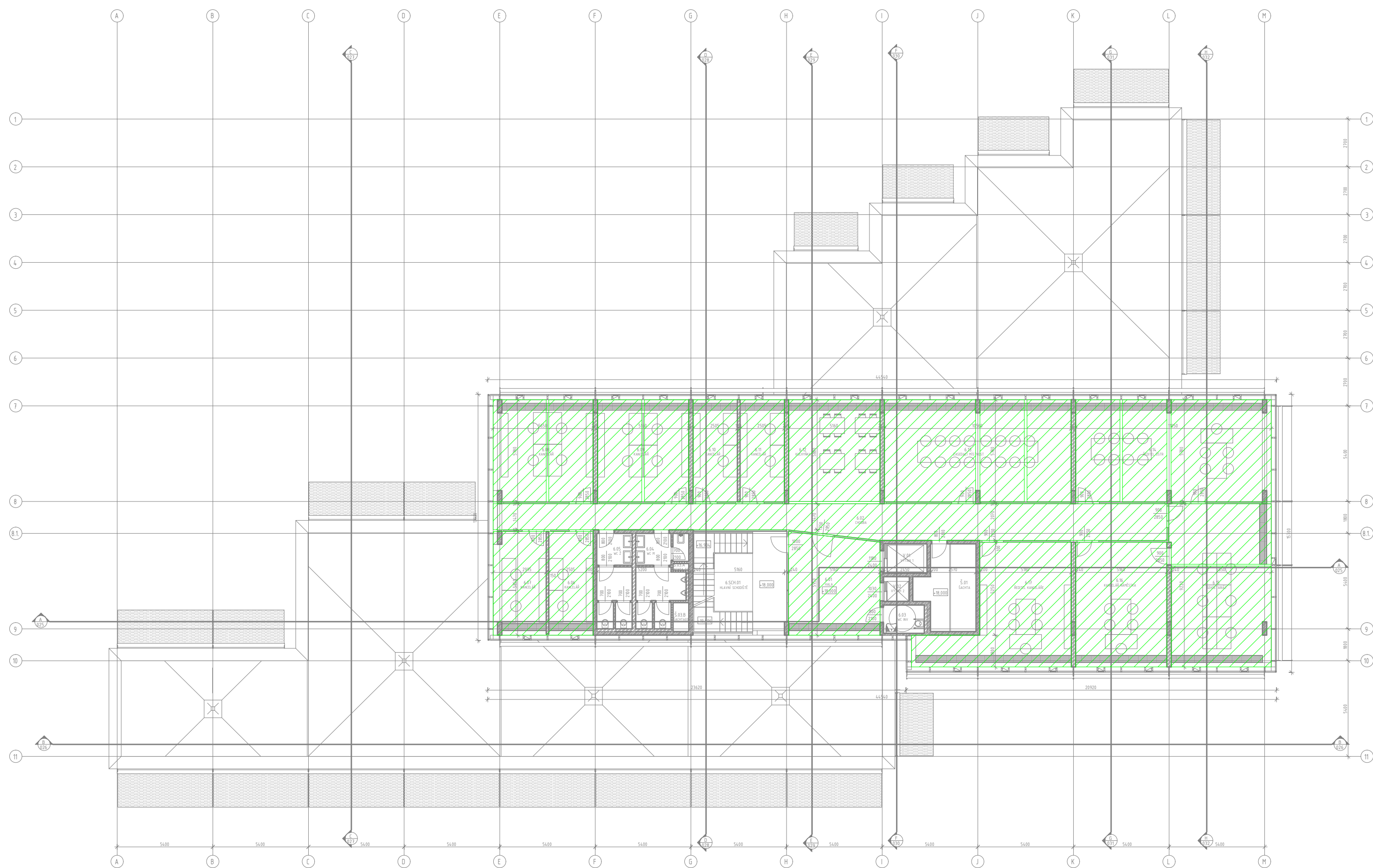


Ventilová stanice č. 1

- OH1, OH3
- mokré jištění
- návrhová intenzita dodávky 5l/min

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
	Výkres: POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 5.NP		MĚŘITKO	1:200
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	17

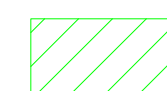
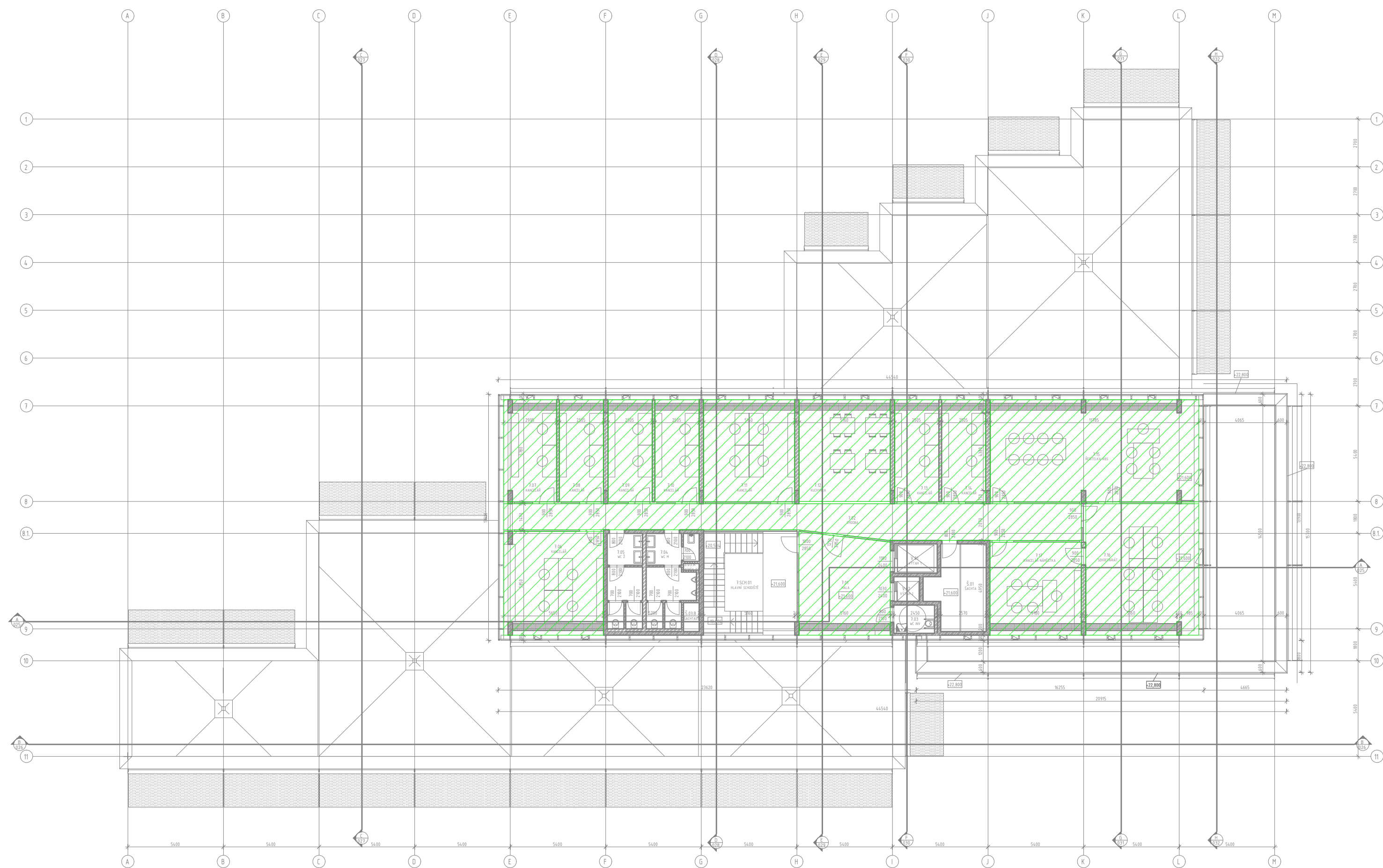


Ventilová stanice č. 1

- OH1, OH3
- mokré jištění
- návrhová intenzita dodávky 5l/min

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
Výkres: POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 6.NP			MĚŘITKO	1:200
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	18

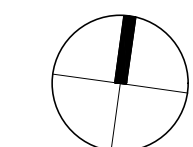


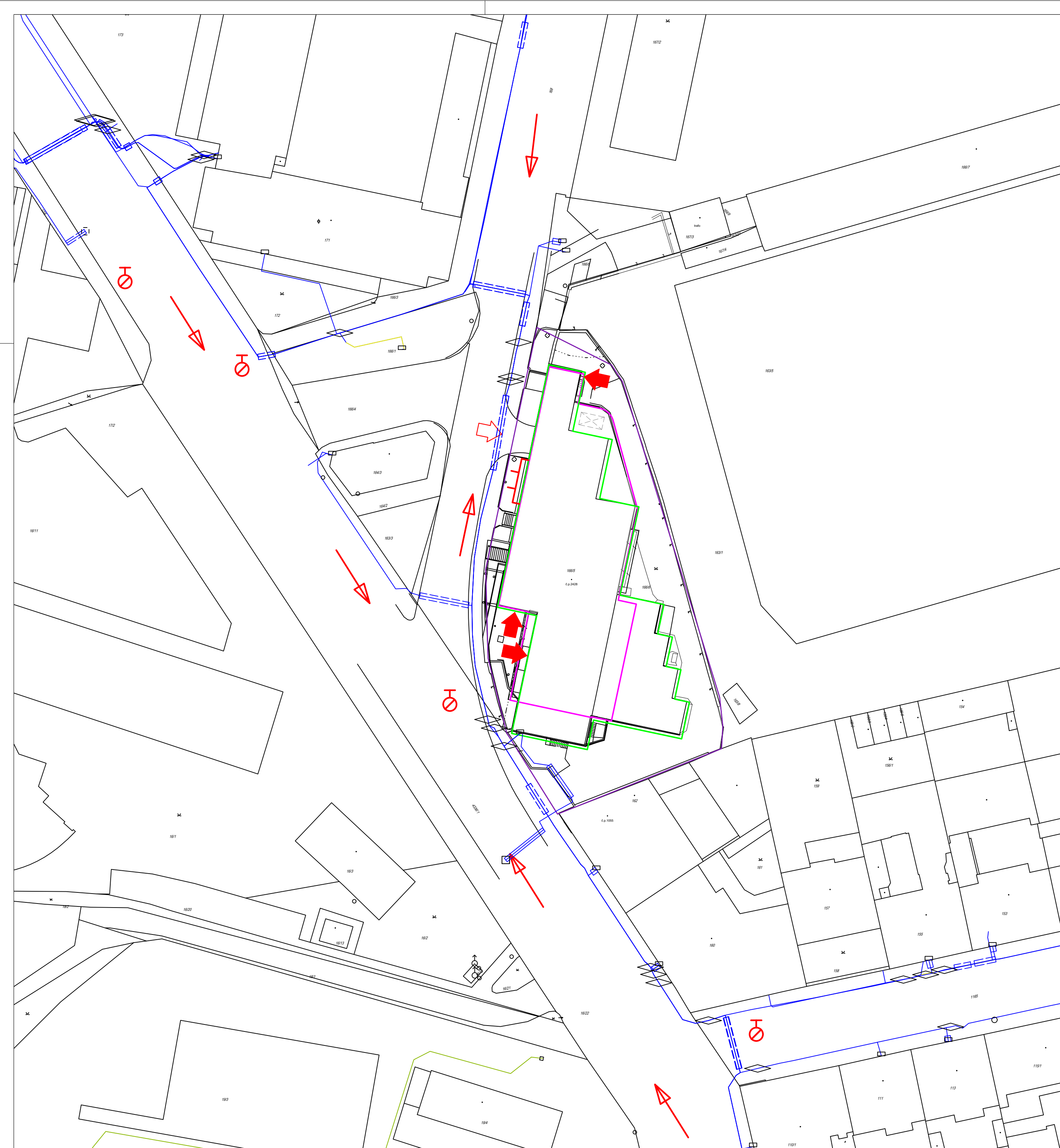
Ventilová stanice č. 1

- OH1, OH3
- mokré jištění
- návrhová intenzita dodávky 5l/min

± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUCÍ PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
	Výkres: POKRYTÍ SHZ – PŮDORYS 7.NP		MĚŘITKO	1:200
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	19



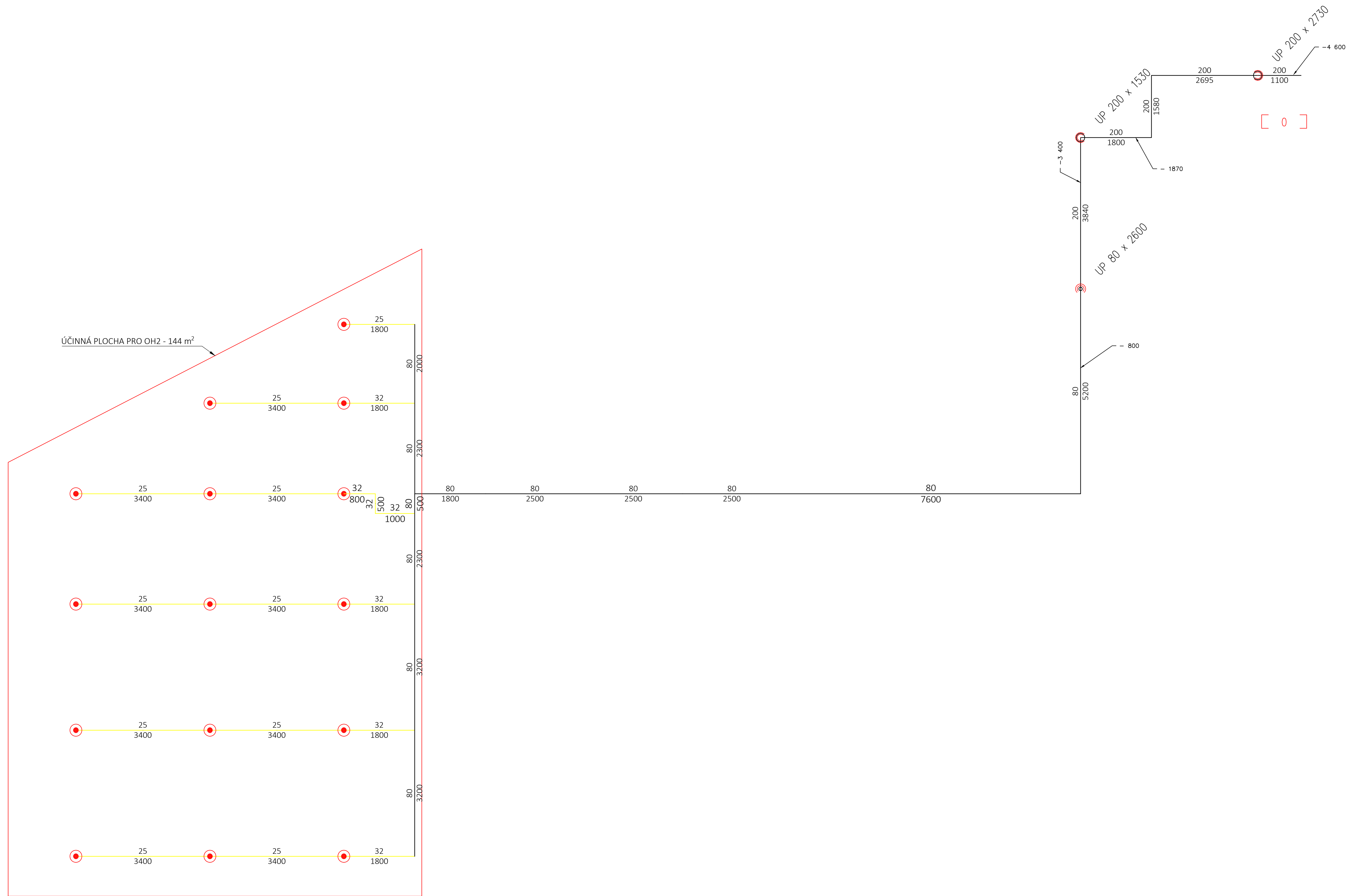


LEGENDA

- ŘEŠENÝ OBJEKT
- ŘEŠENÝ OBJEKT 1.PP
- HRANICE POZEMKU INVESTORA
- VODOVOD
- SMĚR PŘÍJEZDU JPO
- ➡ PŘÍSTUP DO OBJEKTU
- ⏏ PŘÍSTUP DO GARÁŽI
- ⊕ PODZEMNÍ HYDRANT
- [] PŘIPOJENÍ NA MOBILNÍ TECHNIKU

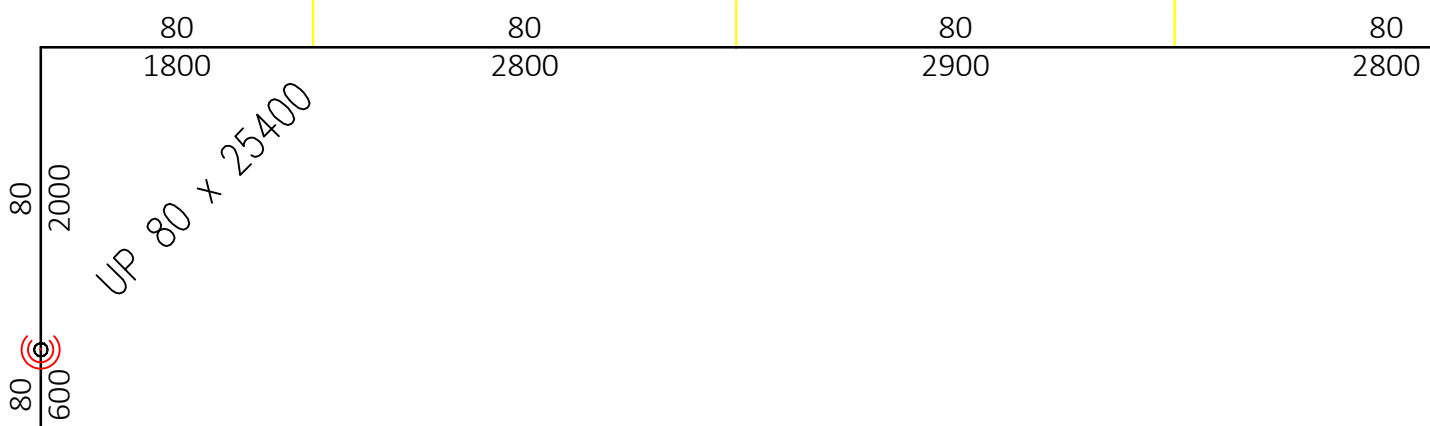
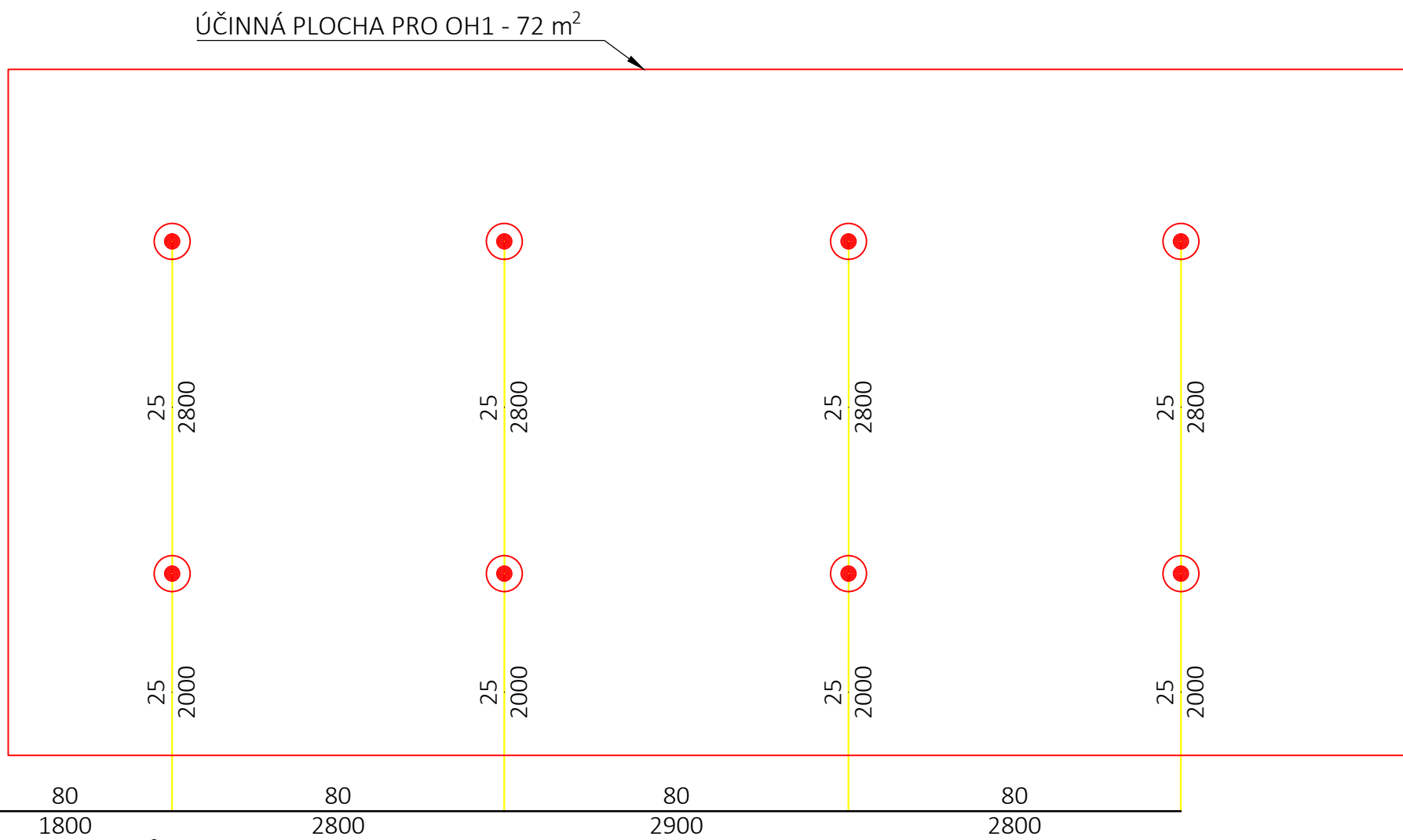
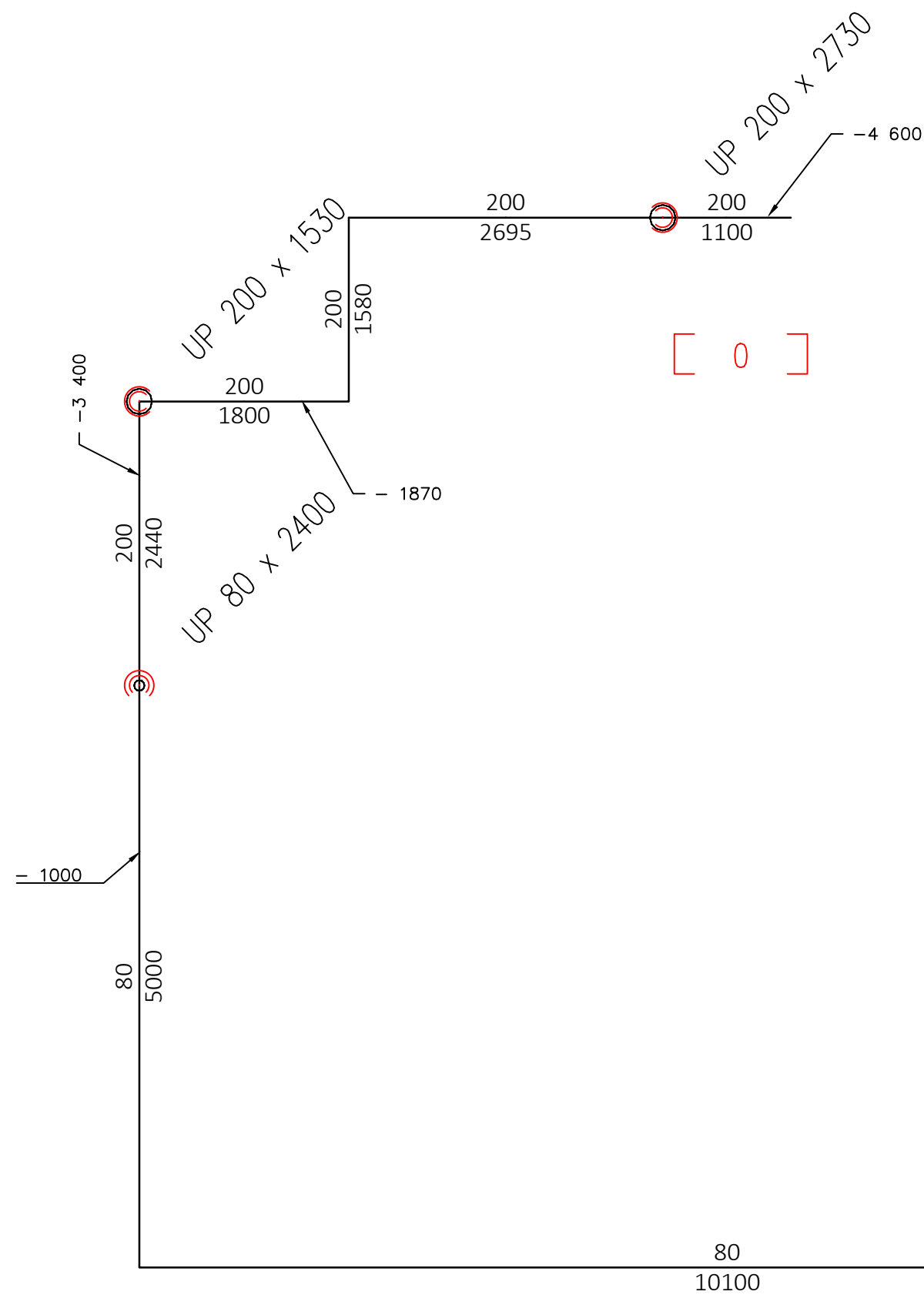
± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR SI-Q	VEDOUCÍ PRÁCE Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	VYPRACOVAL Bc. Lukáš Hrdý	Fakulta stavební ČVUT v Praze
ROČNÍK 6.	DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT 5xA4
Předmět:	SITUACE		MĚŘITKO 1:500
Výkres:			DATUM 01/2021
			Č. VÝKR. 20



± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUcí PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební		
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT v Praze		
ROČNÍK					
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE			FORMÁT	8x4
				MÉRITKO	1:50
Výkres:	SCHÉMA-HYDRAULICKY NEJVÝHODNĚJŠÍ ÚČINNÁ PLOCHA			DATUM	01/2021
				Č. VÝKR.	21



± 0,00 = 232,00 m.n.m. (Bpv)

OBOR	VEDOUCÍ PRÁCE	VYPRACOVAL	Fakulta stavební	
SI-Q	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Bc. Lukáš Hrdý	ČVUT	
ROČNÍK			v Praze	
6.	Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		FORMÁT	3xA4
Výkres: SCHÉMA-HYDRAULICKÝ NEJNEVÝHODNĚJŠÍ ÚČINNÁ PLOCHA			MĚŘÍTKO	1:50
			DATUM	01/2021
			Č. VÝKR.	22

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov



Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

Diplomová práce

**SROVNÁNÍ STABILNÍHO HASICÍHO ZAŘÍZENÍ
MLHOVÉHO A SPRINKLEROVÉHO**

**THE DIFFERENCES BETWEEN MIST FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS
AND SPRINKLER FIRE EXTINGUISHING SYSTEMS**

Rešerše

Bc. Lukáš Hrdý

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

2020/2021

Obsah

Seznam použitých zkratk	III
1 Požární ochrana	4
1.1 Požární bezpečnost staveb	4
1.1.1 Pasivní požární ochrana	5
1.1.2 Aktivní požární ochrana	5
1.1.3 Průběh požáru v uzavřeném prostoru	6
2 Sprinklerové SHZ	7
2.1 Historie	7
2.2 Typy sprinklerových soustav	8
2.3 Klasifikace provozů a požárního nebezpečí	8
2.4 Zásobování vodou	9
2.5 Druhy zásobování vodou	10
2.5.1 Možnosti zásobování vodou	11
2.6 Potrubní síť	12
2.7 Spojky potrubí	14
2.8 Čerpací zařízení	14
2.8.1 Doplnovací čerpadlo	14
2.9 Ventilové stanice	14
2.10 Sprinklerové hlavice	15
2.11 Navrhování sprinklerových SHZ	17
2.12 Údržba	17
3 Mlhové SHZ	18
3.1 Historie	19
3.2 Typy mlhových soustav	22
3.3 Ochrana vodní mlhou	23
3.3.1 Objemová ochrana	23
3.3.2 Lokální ochrana	23
3.4 Zásoba vody	24
3.5 Čerpací zařízení	24
3.6 Sekční ventily	26
3.7 Potrubní síť	27
3.8 Mlhové hlavice	27
3.9 Navrhování mlhových SHZ	29
3.9.1 Přednávrhová etapa	29
3.9.2 Návrhová etapa	30
4 Srovnání sprinklerového a mlhového SHZ	31
4.1 Výhody a nevýhody	32
4.2 Porovnání množství potrubí a hlavice v řešeném projektu	33
5 Zjednodušené modely v programu FDS	34
5.1 Požární scénáře ve studovně	35
5.1.1 Vyhodnocení	38

5.2	Požární scénáře v hotelovém pokoji	38
5.2.1	Vyhodnocení	41
6	Závěr	41
	Příloha 1 – Zdrojový kód studovny z programu FDS	42
	Příloha 2 – Zdrojový kód hotelového pokoje z programu FDS.....	46
	Seznam obrázků	50
	Seznam tabulek	52
	Literatura	53

Seznam použitých zkratk

Zkratky

ČSN	Česká technická norma
SHZ	Stabilní hasicí zařízení
SSHZ	Samočinná stabilní hasicí zařízení
PBS	Požární bezpečnost staveb
CO ₂	Oxid uhličitý
PO	Požární odolnost
EPS	Elektrická požární signalizace
PDK	Požárně dělicí konstrukce
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
ZOKT	Zařízení pro odvod kouře a tepla
DHZ	Doplňková stabilní hasicí zařízení
PHZ	Polostabilní hasicí zařízení
FDS	Fire Dynamics Simulator (software)
TC	Termočlánek
HRR	Heat Release Rate (Rychlost uvolňování tepla)

1 Požární ochrana

Historie požární ochrany sahá až do starověkého Říma, kde vznikly počátky legislativy pro PBS a byli zřízeny první hasičské oddíly nazývané vigilové.

Pod pojmem požární ochrana se rozumí aplikace technických i teoretických prostředků prevence požáru (např. rozdělení objektu do požárních úseků, povinné školení požární ochrany zaměstnanců, či školení obsluhy konkrétních zařízení), které vycházejí z požadavků platných předpisů a norem v oboru požární bezpečnosti. Nejdůležitější z těchto předpisů v České republice je zejména Zákon č. 133/1985 Sb. České národní rady o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů, a následně konkrétní vyhlášky, předpisy a normy, které se problematikou požární ochrany zabývají.

Účelem Zákona č. 133/1985 Sb. České národní rady o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů, je vytvořit podmínky pro účinnou ochranu života a zdraví občanů a majetku před požáry a pro poskytování pomoci při živelních pohromách a jiných mimořádných událostech stanovením povinností ministerstev a jiných správních úřadů, právnických a fyzických osob, postavení a působnosti orgánů státní správy a samosprávy na úseku požární ochrany, jakož i postavení a povinností jednotek požární ochrany [1].

1.1 Požární bezpečnost staveb

PBS je soubor opatření, které se požadují splnit při navrhování, uskutečňování i při užívání staveb. Novodobá historie PBS tak, jak ji známe dnes, začíná 14.11.1975, kdy byla schválena požární norma ČSN 73 0802 (v tomto období byla zkratkou ČSN označována Československá státní norma). Účinnosti nabyla 1.4.1977. Jejímu vydání však ještě předcházela od roku 1971 její testovací verze. Tento základ řady technických norem řešících PBS byl vytvořen pod vedením Ing. Vladimíra Reichela.

Základním ustanovením kmenových norem (ČSN 73 0802 a ČSN 73 0804) pro požární bezpečnost staveb je zabránění ztrát na životech a zdraví osob a ztrát na majetku. Proto musí být stavební objekty navrženy tak, aby:

- a) umožnily bezpečnou evakuaci osob z hořícího nebo požárem ohroženého objektu, popř. jeho části na volné prostranství nebo do jiných požárem neohrožených prostor
- b) bránily šíření požáru mezi jednotlivými požárními úseky uvnitř objektu
- c) bránily šíření požáru mimo objekt, např. na jiný objekt nebo jeho část
- d) umožnily účinný zásah jednotek požární ochrany při hašení a záchranných pracích

Splnění výše uvedených požadavků se prokazuje projektovým řešením, které zahrnuje zejména:

- a) rozdělení objektu do požárních úseků

- b) stanovení požárního a ekonomického rizika
- c) stanovení požárně bezpečnostních zařízení a opatření a posouzení velikosti požárních úseků
- d) posouzení požární odolnosti konstrukcí a druhu konstrukcí podle stanoveného rizika
- e) stanovení počtu evakuovaných osob a jemu odpovídající kapacity a vybavení únikových cest
- f) stanovení odstupových vzdáleností (proluk)
- g) vymezení zásahových cest a technického vybavení pro zásah jednotek požární ochrany, popř. upozornění na riziko při hašení [2], [3]

Dále je PBS rozdělena na dvě základní skupiny, kterými jsou pasivní požární ochrana budov a aktivní požární ochrana budov, do které spadá sprinklerové SHZ i mlhové SHZ.

1.1.1 Pasivní požární ochrana

Pasivní požární ochrana představuje konstrukční řešení stavby, především rozdělení objektů do požárních úseků, které umožňuje na určitou dobu odolnost proti ohni.

Konstrukční opatření mají:

- zadržet šíření kouřových zplodin
- zabránit šíření plamenů
- potlačit tepelné účinky v dotknutých úsecích
- zachovat požární odolnost stavebních částí

Tato opatření jsou označována jako pasivní, protože fungují bez zásahu člověka nebo externího napájení energií. Kromě toho mají umožnit včasnou evakuaci i zásah záchranných týmů.

1.1.2 Aktivní požární ochrana

Aktivní požární ochrana představuje schopnost požárně bezpečnostních zařízení jako celku v budově detekovat účinky požáru, v logických návaznostech ovládat ostatní požárně bezpečnostní zařízení a likvidovat (případně snižovat) účinek vznikajícího požáru, tj. v jeho počáteční fázi. Jedná se zejména o elektrickou požární signalizaci, stabilní hasicí zařízení, zařízení pro odvod kouře a tepla, požární větrání únikových cest, zařízení pro autonomní detekci a signalizaci požáru a mnoho dalších zařízení.

SHZ se řadí mezi nejvýznamnější aktivní požárně bezpečnostní zařízení. Jeho úkolem v objektu je potlačení, nebo dokonce i zlikvidování požáru v jeho počáteční fázi. SHZ se odlišuje od ostatních požárně bezpečnostních zařízení tím, že jako jediné dokáže aktivně hasit požár, tedy přerušovat proces hoření a tím snižovat i hodnoty parametrů požáru, mezi které patří například

plocha požáru, výška plamene či teplota hoření. SHZ bývá navrhováno jako samočinné, tudíž velkou výhodou u těchto zařízení představuje to, že je schopné zahájit hasební zásah bez lidského faktoru, a to ve velmi krátké době po vzniku požáru. U SSHZ nemusí být instalováno zařízení EPS, které jinak u těchto zařízení musí být instalováno vždy, jenž má za úkol přijímat signál o aktivaci SHZ s následnými stupni poplachu bez nulovacích časů [4].

1.1.3 Průběh požáru v uzavřeném prostoru

V první fázi dochází díky iniciačnímu zdroji (např. převržená svíčka, nedopalek cigarety, zkrat apod.) ke vznícení hořlavého materiálu a jeho rozhořívání. Tato fáze může být časově značně variabilní, s délkou trvání v řádu několika málo minut ale i hodin, a to dle povahy a umístění hořlavého materiálu, síly iniciačního zdroje, přístupu kyslíku apod. Ve druhé fázi (růst) dochází v zasaženém prostoru k postupné kumulaci vrstvy kouře pod stropem a k jejímu postupnému nahřívání. Zahřátí vrstvy kouře pod stropem již na cca 150 ÷ 200 °C vyvolává díky radiaci tepla směrem k podlaze podmínky neslučitelné se životem. Po dosažení teploty kouře cca 500 ÷ 600 °C dochází k prostorovému vzplanutí místnosti – tzv. „flashover“ efekt, tj. k přeskoku požáru z lokálního zdroje (např. hořící křeslo) na zbytek prostoru přes zahřátou vrstvu velmi koncentrovaného kouře. Flashover efekt je charakteristický prudkým nárůstem teplot a bývá doprovázen popraskáním skleněných výplní oken. V třetí fázi plně rozvinutého požáru jsou teploty maximální (až okolo 1000 °C) a v zasaženém prostoru hoří vše, co hořet může. V poslední čtvrté fázi dochází ke snižování teplot díky redukcí hořlavého materiálu a k postupnému chladnutí požáru [5].



obr. 1: Průběh plně rozvinutého požáru v uzavřeném prostoru [5]

Do okamžiku flashover efektu je klíčové, do jaké míry výrobky či materiály přispívají svou hořlavostí (třídou reakce na oheň) k rozvoji požáru a svou povahou a umístěním ovlivní i fakt, zda k flashover efektu vůbec dojde. Pokud k plnému rozvinutí požáru dojde, právě v okamžiku prostorového vzplanutí začíná klíčová role nosných konstrukcí, PDK a jejich PO. PBZ (zejména EPS, SHZ, ZOKT) jsou navrhována tak, aby včas detekovala, likvidovala či zmírňovala intenzitu vznikajícího požáru takovým způsobem, aby k flashover efektu vůbec nedošlo [5].

2 Sprinklerové SHZ

Sprinklerové stabilní hasicí zařízení je samočinné hasicí zařízení, které patří mezi nejrozšířenější ochranu tohoto druhu. Jak vyplývá z názvu, jedná se o systém, který je pevně zabudován ve stavbě. Dle vyhlášky ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb., o požární prevenci, ve znění pozdějších předpisů, se jedná o vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení, pro jejichž montáž, projektování a zajišťování provozuschopnosti je nutno dodržovat požadavky této vyhlášky. Zařízení je aktivované teplotou, otevřením tepelné pojistky sprinklerové hlavice. Ve sprinklerovém systému nastane pokles tlaku, což způsobí následné otevření řídicího ventilu a samotné spuštění sprinklerového hasicího zařízení. Po otevření sprinklerové hlavice dochází k výstřiku vody ve formě sprchového proudu, přičemž se otevřou jen ty sprinklery, které jsou nad ohniskem požáru nebo v jeho bezprostřední blízkosti, tedy kterých funkčnost je nevyhnutelná k zabezpečení hašení.

2.1 Historie

Navzdory rozsáhlé vývojové práci, která proběhla v USA, byli první vynálezci automatických hasicích systémů z Velké Británie. V roce 1806 Angličana Johna Carey napadla myšlenka na tepelně ovládané zařízení, u kterého byla voda distribuována systémem perforovaných trubek na hašení požáru. Možná nejstarší instalace sprinklerů v Británii byla uvedena do provozu v roce 1812 v Theatre Royal Drury Lane a aktualizovaná podoba se používá dodnes. Významný průlom nastal v roce 1874, kdy Američan jménem H. S. Parmelee vyrobil první automatický sprinkler, který byl patentován a komerčně uveden na trh.

V České republice došlo k docenění významu sprinklerové ochrany již kolem roku 1900. Byly využívány hlavně pro textilní průmysl a celodřevěné mlýny. Zásobování vodou bylo obvykle z gravitační nádrže, která byla umístěna na střeše budovy, nebo z nádrže na továrním komínu. Požární poplach byl vyhlášen poplachovými zvony, které byly poháněny vodní turbínou. Jako jedna z prvních zaváděla sprinklerovou ochranu v českých zemích německá firma Walther, předchůdce firmy Total Walther.

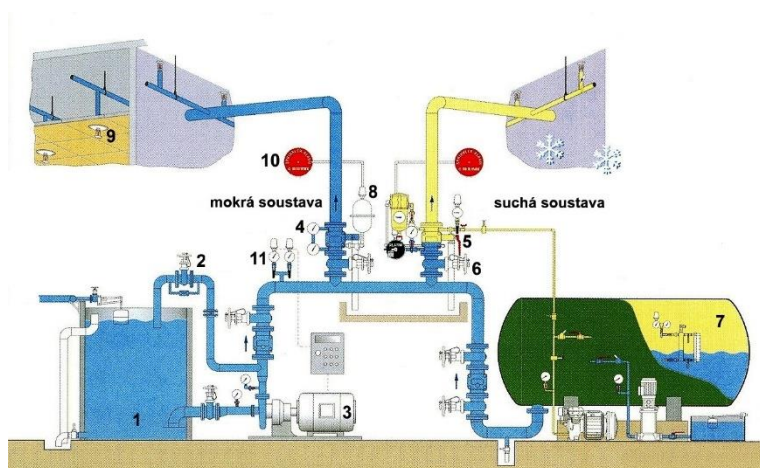
Po roce 1948 byla v České republice založena firma Vodotechna, která se v roce 1958 začlenila do stavební firmy n.p. Vodní stavby. Do roku 1969 používal tento, v té době jediný dodavatel sprinklerových zařízení, sprinklery typu K 50, výrobek n.p. Vodotechna. Hlavice byly vyrobeny z hliníku a měly tavnou pojistku.

V roce 1976 schválila tehdejší hlavní správa požární ochrany MV sprinklery a ventilové stanice německé firmy Preussag (Minimax). Tím začala úzká spolupráce s certifikační a zkušební organizací VdS v oblasti zkušebnictví, tvorby návrhových dokumentů a provádění přejímacích prohlídek vybraných sprinklerových instalací. Komponenty firmy Preussag (Minimax) byly použity ve sprinklerovém zařízení instalovaném například v Národním divadle v Praze a v Paláci Kultury [6].

2.2 Typy sprinklerových soustav

Podle provedení jsou sprinklerová zařízení se soustavou:

- mokrou – potrubí soustavy je až ke sprinklerům zaplněné vodou nebo nemrznoucí kapalinou
- suchou – potrubí soustavy je natlakované vzduchem nebo dusíkem
- smíšenou – podle ročního období lze soustavu změnit ze suché na mokrou a opačně
- s předstihovým řízením typu A a B – jde v zásadě o soustavu suchou u níž se použije EPS k blokování otevření řídicího ventilu nebo k rychlému odvzdušnění soustavy
- s opakovanou funkcí – soustava je opatřena řídicím ventilem, který se samočinně otevírá a zavírá na základě signálu EPS. Možné je i použití samočinných sprinklerů reagujících na teplotu
- pěno / vodní – navrhuje se k hašení požáru pěnou aplikovanou standardními sprinklery
- speciální – např. s nuceným otevíráním sprinklerů nebo podřízených sekčních ventilů rozbuškou na základě signálu EPS [7]



obr. 2: Sprinklerové zařízení se suchou a mokrou soustavou [7]

1–nádrž, 2–zkušební potrubí, 3–čerpací zařízení, 4–mokrý ventilová stanice, 5–suchá ventilová stanice, 6–hlavní uzavírací armatura suché soustavy, 7–tlaková nádoba, 8–zpoždovač s tlakovým spínačem dálkového poplachu, 9–sprinkler, 10–poplachový zvon, 11–tlakové spínače startování čerpacího zařízení

2.3 Klasifikace provozů a požárního nebezpečí

Prostory, které mají být chráněny sprinklerovým zařízením, musí být zaříděny do tříd nebezpečí. Toto zařídění závisí na druhu výroby a požárním zatížení. Třída nebezpečí je výchozím parametrem, ze kterého se odvozují další návrhové požadavky jako je intenzita dodávky vody, účinná plocha, provozní čas, druh zásobování vodou apod.

Podle ČSN EN 12845 jsou následující třídy nebezpečí:

- **malé nebezpečí – LH**

Jedná se o prostory s malým požárním zatížením a nízkou hořlavostí, kde žádný jednotlivý úsek není větší než 126 m².

- **střední nebezpečí – OH**

Zahrnuje prostory, kde se zpracovávají nebo vyrábějí hořlavé materiály se středním požárním zatížením a střední hořlavostí. Tato třída se dále dělí na 4 skupiny: OH1, OH2, OH3 a OH4.

- **vysoké nebezpečí, výroba – HHP**

Zahrnuje provozy s materiály, které mají vysoké požární zatížení a vysokou hořlavost. Vysoké nebezpečí HHP se dále dělí na čtyři skupiny HHP1 až HHP4.

- **vysoké nebezpečí, skladování – HHS**

Vysoké nebezpečí HHS se dále dělí na čtyři kategorie HHS1 až HHS4 podle skladování. Dle druhu a výšky skladování se navrhuje stropní nebo kombinovaná ochrana, tj. stropní ochrana doplněná regálovou ochranou.

2.4 Zásobování vodou

Zásobování vodou musí být schopné automaticky zajistit alespoň požadované podmínky na tlak/průtok v zařízení. S výjimkou tlakových nádrží musí mít každé zásobování vodou objem vody dostatečný nejméně pro následující doby činnosti:

- LH 30 min
- OH 60 min
- HHP 90 min
- HHS 90 min

Trvalá dodávka vody nesmí být ovlivněna možným mrazem, suchem, záplavami nebo jinými vlivy, které by mohly snížit průtok nebo využitelný objem nebo způsobit vyřazení zásobování vodou z provozu. Zásobování vodou má být přednostně pod kontrolou uživatele. Jinak má spolehlivost a právo používání zásobování vodou garantovat organizace, která je má ve správě. Voda nesmí obsahovat vláknité nebo jiné suspendované látky, které by se mohly nahromadit v potrubním systému. Pokud je to možné, nesmí v potrubním rozvodu sprinklerové soustavy zůstat slaná voda nebo voda obsahující soli [8].

Rozvodná potrubní síť pro SHZ se musí udržovat při teplotě minimálně 4 °C. Při nižších teplotách by u mokré soustavy hrozilo zamrzání vody v potrubí, čímž by byla znemožněna funkčnost soustavy a také by mohlo docházet k popraskání potrubí.

2.5 Druhy zásobování vodou

Pro účinné nasazení sprinklerového zařízení má zásadní význam zařízení pro zásobování vodou. Zdrojem vody může být:

- veřejná vodovodní síť
- tlaková nádrž
- podzemní nebo nadzemní nádrž
- přírodní zdroj jako je jezero, řeka a za zvláštních podmínek rybník [9]



obr. 3: Tlaková nádrž [10]



(a)



(b)

obr. 4: (a) Podzemní nádrž [11]; (b) Nadzemní nádrž se sprinklerovou stanicí [10]

2.5.1 Možnosti zásobování vodou

- **Jednoduché zásobování vodou**

Jako jednoduché zásobování vodou jsou akceptovatelné následující možnosti:

- a) veřejná vodovodní síť
- b) veřejná vodovodní síť s jedním nebo více posilovacími čerpadly
- c) tlaková nádrž (pouze pro třídu nebezpečí LH a OH1)
- d) spádová nádrž
- e) zásobní nádrž s jedním nebo více čerpadly
- f) nevyčerpátný zdroj s jedním nebo více čerpadly [8]

- **Jednoduché zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí**

Jednoduché zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí je takové, které vykazuje vyšší stupeň spolehlivosti. Zahrnuje jednu z následujících možností:

- a) *veřejná vodovodní síť napájená ze dvou stran, která splňuje následující podmínky:*
 - každý přívod musí splňovat požadavky zařízení na průtok
 - musí být zásobována ze dvou nebo více zdrojů vody
 - nesmí být za žádných okolností závislá na jednom hlavním přívodním potrubí
 - pokud pouze jeden přívod dodává požadovaný tlak, instaluje se jedno posilovací čerpadlo, pokud oba přívody nedodají požadovaný tlak, musí se instalovat dvě nebo více posilovacích čerpadel
- b) *spádová nádrž bez posilovacího čerpadla, nebo zásobní nádrž s dvěma nebo více čerpadly, pokud nádrž splňuje následující podmínky:*
 - nádrž musí mít plný objem
 - nesmí dovolovat přístup světla nebo nečistot
 - smí se použít vhodně vyčištěná voda
 - nádrž musí být natřena nebo opatřena takovou ochranou proti korozi, aby nebylo nutné vyprázdnění nádrže při údržbě nejméně po dobu 10 let
- c) *nevyčerpátný zdroj se dvěma nebo více čerpadly [8]*

- **Zdvojené zásobování vodou**

Zdvojené zásobování vodou sestává ze dvou jednoduchých zásobování vodou, kde každé zásobování je na druhém nezávislé. Každé ze zásobování tvořících část zdvojeného zásobování vodou musí mít požadované tlaky a průtoky.

Lze použít všechny kombinace jednoduchých zásobování vodou (včetně jednoduchých zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí) s následujícími omezeními:

- a) *u nebezpečí OH se nesmí použít více než jedna tlaková nádrž*
- b) *smí se použít jenom jedna zásobní nádrž na vodu s redukováným objemem [8]*

- **Kombinované zásobování vodou**

Kombinované zásobování vodou musí být jednoduché zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí nebo zdvojené zásobování vodou navržené k zásobování více než jednoho stabilního hasicího zařízení, např. když jde o kombinaci hydrantů, hadicových systémů a sprinklerových soustav.

Kombinované zásobování musí splňovat následující podmínky:

- a) *zařízení musí být úplně vypočítané*
- b) *zásobování musí současně dodávat součet maximálních vypočítaných průtoků každého zařízení, průtoky se musí upravit podle tlaku v zařízení s největším požadavkem*
- c) *doba činnosti nesmí být menší, než se požaduje pro zařízení s největším požadavkem*
- d) *mezi zásobováním vodou a jednotlivými hasicími zařízeními se musí instalovat zdvojené potrubí [8]*

2.6 Potrubní síť

Ve sprinklerových soustavách se používá potrubí z normalizovaných trubek s průměrem převážně od 25 mm do 150 mm (pro soustavy LH je přípustná i velikost 20 mm nebo jiná na základě hydraulického výpočtu). Potrubí pro SHZ je nejčastěji ocelové. Plastová materiálová varianta systému je zajímavá díky lehčí manipulaci na stavbě, a hlavně z hlediska hmotností, které budovu zatěžují jen minimálně.

Plastové potrubí se v Evropě objevilo na konci 20. století. Teprve bezpočet úspěšných zkoušek prolomil počáteční nedůvěru k použití plastového potrubí ve sprinklerových instalacích. Zvítězila snadná montáž a absolutní odolnost proti korozi. Pod obchodní značkou Blaze Master CPVC (chlorovaný polyvinylchlorid) se začalo vyrábět v USA v roce 1984. V ČR se začalo používat až po roce 2008. Nejčastěji je to polypropylenové potrubí Aquatherm red pipe, které je vhodné kromě jiného i k zalití do betonových stropů.

Výhody plastového potrubí Aquatherm red pipe:

- certifikace, kontrolovaná jakost
- polyfúzní svařování
- odolnost vůči korozi a chemikáliím

- nezanáší se korozními produkty
- nízká drsnost potrubí
- vysoká houževnatost materiálu – vysoká odolnost proti nárazu
- těsný spoj mezi trubkou a tvarovkou díky metodě polyfúzního svařování
- nesnadno zápalný materiál dle DIN 4102-1, třída hořlavosti B1
- nízká hmotnost ve srovnání s kovovými rozvody
- krátký čas zpracování
- nejsou nutné žádné dodatečné těsnící prvky
- třívrstvá skladba potrubí s vnitřní vrstvou sklovlákna
- snížení nákladů na výstavbu při zabetonování
- vysoká flexibilita montáže [12]



obr. 5: Instalace systémů aquatherm red pipe do betonu [12]



obr. 6: Výstup pro sprinklerovou hlavici z betonu [12]

2.7 Spojky potrubí

Tradiční spojování potrubí svařováním je již řadu let nahrazováno mechanickými spojkami. Ty podstatně zrychlují montáž a zlevňují instalační náklady. Vyrábí se v široké škále rozměrů a typů s vnitřním průměrem 20 mm až 600 mm. Montují se na potrubí osazené na koncích drážkami [7].

2.8 Čerpací zařízení

Hlavní funkcí čerpacích zařízení je zajištění potřebného průtoku a tlaku v soustavě hasicího zařízení. Pro systémy SHZ se musí používat odstředivá požární čerpadla, která mají vyšší požadavky na spolehlivost. Jsou poháněny elektromotorem nebo diesel motorem.



(a)



(b)

obr. 7: (a) Čerpadlo s elektromotorem; (b) Čerpadlo s dieselovým motorem [10]

U čerpadel se vždy musí dodržovat minimální teploty. Pro zařízení s elektrickým pohonem je to teplota +4 °C. Pro čerpadla s dieselovým motorem je tato teplota +10 °C.

Čerpací zařízení se po aktivaci musí zastavit výhradně ručně, a to na pokyn velitele jednotky PO. Je to hlavně z bezpečnostních důvodů, aby bylo prokazatelné, že již došlo k uhašení požáru.

2.8.1 Doplnovací čerpadlo

Doplnovací čerpadlo se instaluje k udržování tlaku nad ventilovými stanicemi, aby se zabránilo zbytečnému startování hlavního čerpadla.

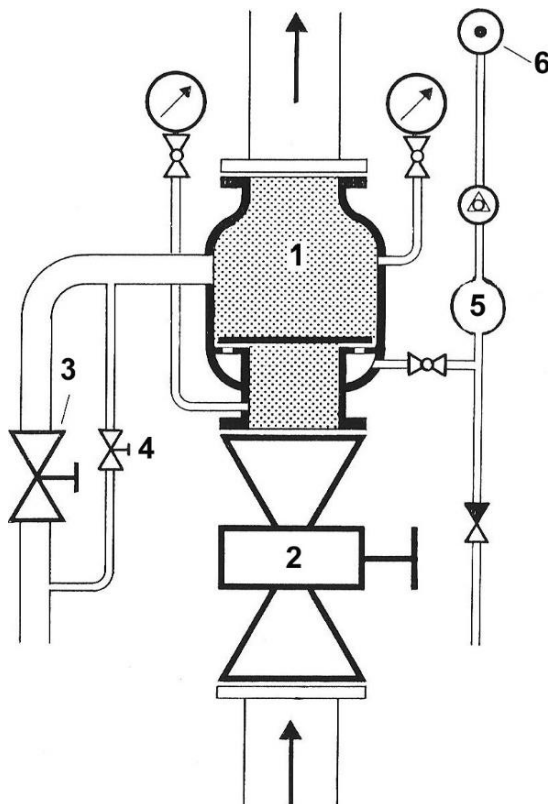
Doplnovací čerpadlo musí být tak silné, aby nebylo schopné zajistit dostatečný tlak a průtok pro jeden otevřený sprinkler a tím nebránilo spuštění hlavního čerpadla.

2.9 Ventilové stanice

Ventilová stanice je tvořena soustavou armatur a zařízení, sloužících pro ovládání přívodu vody do sprinklerové soustavy. Každá ventilová stanice je opatřena řídicím ventilem. Jeho hlavní funkcí je vyhlášení požárního poplachu po jeho otevření. Podle potřeby se opatřuje zpoždovačem, jehož

účelem je omezit plané poplachy způsobené kolísáním tlaku v potrubí. Každá ventilová stanice musí umožnit kontrolu tlaku bezprostředně před a za řídicím ventilem.

Ventilové stanice se dělí na mokré a suché. U mokré se voda nachází i za ventilovou stanicí a při prasknutí pojistky hlavice se automaticky začne hasit. U suché je za ventilovou stanicí vzduch, který přetlakem zamezuje vodě projít přes klapku. Při prasknutí pojistky hlavice tento přetlak mizí a klapka, která bránila vodě, se otevře.



obr. 8: Mokrý ventilová stanice [7]

1–mokrý řídicí ventil, 2–hlavní uzavírací armatura soustavy, 3–armatura pro odvodnění soustavy, 4–armatura pro kontrolu funkce řídicího ventilu a poplachových zařízení, 5–zpoždovač, 6–poplachový zvon

2.10 Sprinklerové hlavice

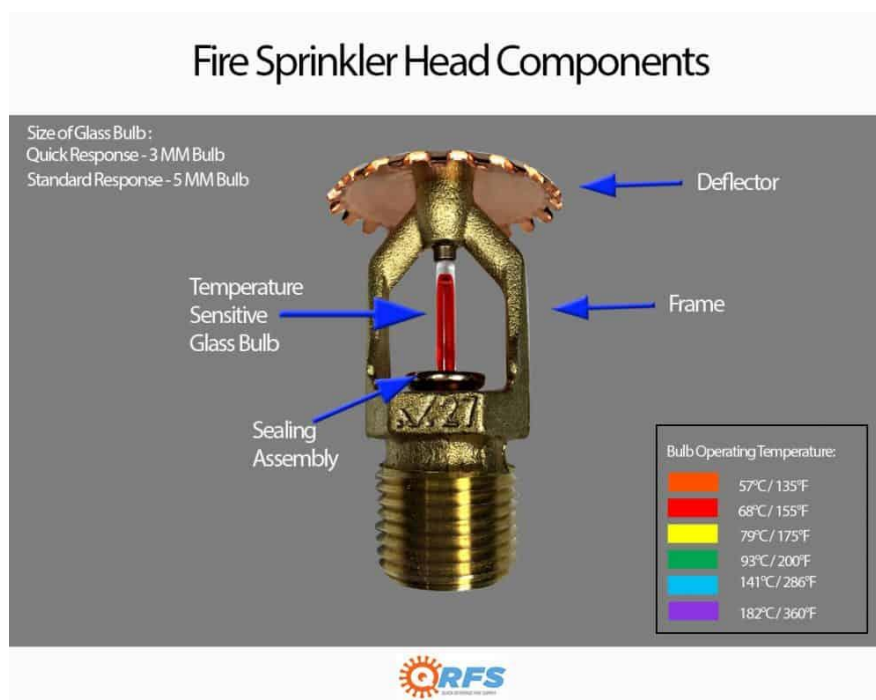
Účelem sprinklerů je zajistit rovnoměrnou dodávku vody o stanovené intenzitě na chráněnou plochu. Ta je vyjádřena průtokem vody na jednotku plochy obvykle v $\text{l}/\text{min}\cdot\text{m}^2$ nebo $\text{mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Průtok sprinkleru se vyjadřuje K faktorem (dále jen „K“), což je průtok v l/min při tlaku na sprinkleru 1 bar. Základní řada standardních sprinklerů má $K = 57$, $K = 80$ a $K = 115$. Sprinklery s vyšším K než 115 jsou určeny především pro ochranu skladů.

Sprinklery jsou opatřeny skleněnou nebo tavnou tepelnou pojistkou. Obvykle mají otevírací teplotou $68\text{ }^\circ\text{C}$, čemuž odpovídá červená barva kapaliny ve skleněné baňce. Vyrábí se i sprinklery s vyššími otevíracími teplotami. Na obr. 9 jsou vidět další možné barvy pro ostatní otevírací teploty sprinklerů.

Podle tepelné odezvy, která je vyjádřena indexem reakční doby RTI (Response Time Index), jsou sprinklery s tepelnou odezvou:

- rychlou RTI <50
- speciální RTI 50–80
- standardní ARTI 80–200
- standardní BRTI 200–400

Sprinklery s rychlou tepelnou odezvou (reakcí na teplo) se označují „QR“ (Quick Response). Poznají se podle toho, že má skleněná baňka průměr cca 3 mm, zatímco sprinklery s pomalejší reakcí na teplo mají průměr 5 mm nebo 8 mm. Pokud je sprinkler QR opatřený tepelnou tavnou pojistkou tvoří ji tenké plíšky o relativně velké ploše. To umožní rychlejší ohřátí tepelné pojistky a tím i rychlejší otevření sprinkleru. Tepelnou pojistkou „QR“ se opatřují skladové sprinklery a sprinklery pro ochranu osob [7].



obr. 9: Komponenty sprinklerové hlavice [13]

Doba otevření sprinkleru v reálné instalaci závisí zejména na výšce místnosti, vzdálenosti sprinkleru od stropu, konstrukci sprinkleru, druhu tepelné pojistky, rychlosti uvolňování tepla a provedení stropu. V případě vysokoregálových skladů záleží doba otevření sprinklerů na druhu skladované komodity, skladovém uspořádání, výšce skladování a výšce stropu. Pro představu, v běžných prostorech se sprinkler otevře zpravidla do 5 min. U pomalu se rozvíjejících požárů to může být 5–10 min, ale i více. Naopak, ve vysokoregálových skladech je to v důsledku komínového efektu jenom 30–120 s [7].



obr. 10: Otevření sprinkleru po dosažení otevírací teploty skleněné pojistky [14]

2.11 Navrhování sprinklerových SHZ

Sprinklerová SHZ se v technickém návrhu a provedení řeší podle ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba. Pokud tato norma neobsahuje návrhové požadavky pro konkrétní aplikaci, mohou být použity informace uvedené například:

- NFPA 13 Standard for the installation of sprinkler systems
- FM 2-0 Installation guideline for automatic sprinklers
- VdS CEA 4001 Richtlinien für Sprinkleranlagen [15]

V závislosti na třídě nebezpečí se podle této normy určí intenzita dodávky vody, účinná plocha a doba činnosti. Třídy nebezpečí jsou určeny podle evropské klasifikace jako: malé LH, střední OH (OH1, OH2, OH3 a OH4), vysoké/výroba HHP (HPP1, HPP2, HPP3 a HPP4), vysoké/skladování HHS (HHS1, HHS2, HHS3 a HHS4) (viz kapitola 2.3).

Intenzita dodávky – je množství vody na jednotku plochy za minutu. Vyjadřuje se v $l/min.m^2$ nebo $mm.min^{-1}$. Podle nebezpečí je v rozsahu $2,25 mm.min^{-1}$ až $30 mm.min^{-1}$.

Účinná plocha – je max. plocha, na které se předpokládá, že budou všechny sprinklery uvedeny do činnosti. V závislosti na nebezpečí a druhu soustavy má účinná plocha velikost $72 m^2$ až $360 m^2$.

Doba činnosti – je doba, po kterou musí mít sprinklerové zařízení zajištěnou dodávku vody o požadované intenzitě dodávky. U nebezpečí LH je 30 min, u nebezpečí OH je 60 min a 90 min u nebezpečí HHP a HHS [9].

2.12 Údržba

Citovaná vyhláška MV č. 246/2001Sb., o požární prevenci stanovuje povinnost provádět kontroly provozuschopnosti, a to minimálně jednou za rok, pokud výrobce nebo další vyhláškou specifikovaná dokumentace nestanoví lhůty kratší. To může být např. v textilních závodech, zauhlovacích mostech, lakovnách a dalších provozech s vysokou prašností nebo vlhkostí.

Provozoschopnost instalovaného sprinklerového zařízení se prokazuje dokladem o:

- montáži
- funkční zkoušce
- koordinační funkční zkoušce (pokud jde o soustavy s předstihovým řízením)
- kontrole provozuschopnosti
- údržbě a opravách

U sprinklerových zařízení se prokazuje kontrola provozuschopnosti a také se dělají záznamy v provozní dokumentaci, kterou je např. provozní kniha. Ta je jedním ze zásadních dokumentů dokladujících aktuální stav SHZ pro pracovníky státního požárního dozoru a risk manažery pojišťoven.

ČSN EN 12845 stanovuje obsahovou náplň přijímacích zkoušek, prohlídek a kontrol. Přijímací zkoušky zahrnují:

- potrubní rozvody
- všechna zařízení
- zásobování vodou

Prohlídky a kontroly se provádí týdenní, měsíční, čtvrtletní, roční, tříleté, desetileté a pětadvacetileté [16].

3 Mlhové SHZ

Mlhové SHZ patří, stejně jako sprinklerové SHZ, mezi vodní systémy. Má ovšem plno odlišností, mezi které patří především značně nižší dodávka požární vody, tudíž je k němu navrhována výrazně menší nádrž na vodu a menší průměry rozvodných potrubí. K uhašení požáru využívá jemně rozprášené kapky vody a její hasicí účinky vycházejí z teorie malé kapky. Mlha se vytváří pomocí speciálně zkonstruovaných trysek. Mlhové SHZ nachází v současnosti stále větší uplatnění v ochraně objektů a technologií.

Teorie malé kapky

Je jednoduše představitelné, že s menším průměrem kapky se zvětšuje, při stejném množství vody, počet kapek ve výstřikovém proudu. Tím se zvětšuje i plocha, která rozhoduje o rychlosti přeměny kapky na páru. Uvádí se, že měrná tepelná kapacita sprchového proudu s kapkami o průměru 0,1 mm je 12 W/kg.K až 13 W/ kg.K. U kapek s průměrem 0,5 mm jenom 1 W/ kg.K.

Ochlazování a přeměna kapky na páru probíhá ve dvou fázích. První fáze, kdy se kapka zahřívá na teplotu 100 °C. K tomu je potřeba tepelná energie 335 KJ/kg pro vodu o teplotě 20 °C. Druhá fáze, kdy se kapka zcela odpaří. K tomu je potřeba 2,26 MJ/kg.

Za optimálních podmínek může tudíž 1 kg vody přeměnou na páru odebrat tepelnou energii až 2,6 MJ. Kromě toho doprovází tuto přeměnu skupenství vznik páry, kdy se z jednoho litru vody vytvoří přibližně 1700 l páry. To způsobí snížení obsahu kyslíku v prostoru plamenného hoření.

Pokud dojde k poklesu obsahu kyslíku pod určitou hranici, která je pro různé hořlavé látky odlišná, dochází k uhašení požáru. Odnímané teplo ochlazuje plameny, zplodiny hoření, kouř, hořlavou látku a okolní vzduch. Další kapky, které jsou mimo zónu plamenného hoření, zamezují, pokud jsou dostatečně malé, šíření sálavého tepla s vedlejším efektem chlazení. Současně je třeba v chráněném úseku počítat s přisáváním zplodin hoření a kouře zpět do ohniska požáru, což dusivý účinek ovlivňuje – pozitivně nebo negativně.

Při hašení reálného požáru je proces hašení ovlivněn řadou dalších faktorů. Jako dominantní se uplatňuje obvykle jeden z dále uvedených účinků – dusivý nebo chladicí. Optimální souběh obou účinků je spíše ojedinělý [17].

tab. 1: Závislost počtu kapek a plochy na jejich průměru [17]

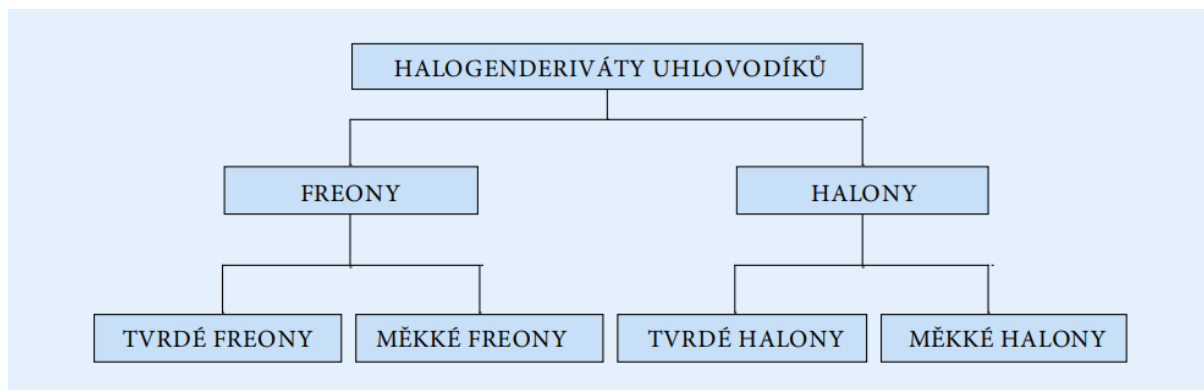
<i>Průměr kapky [mm]</i>	<i>Počet kapek</i>	<i>Plocha m² z 1 l</i>	<i>Poznámka</i>
10	$1,9 \times 10^3$	0,6	
1	$1,9 \times 10^6$	6	<i>sprinkler</i>
0,1	$1,9 \times 10^9$	60	<i>vysokotlaká mlha</i>
0,01	$1,9 \times 10^{12}$	600	<i>vysokotlaká mlha</i>

3.1 Historie

Myšlenka současné technologie vodní mlhy není vůbec nová. Na konci 19. století vyrobila americká společnost F. E. Myers přenosný hasicí systém, který byl schopen produkovat kapky o malém průměru. Tento systém se využíval k potlačování požárů v USA. Jednalo se o nízkotlaká mobilní zařízení, využívaná především k hašení malých lesních požárů. Povědomí o tomto typu vodního zařízení vzrostlo, když se prokázala vyšší účinnost oproti srovnatelným sprinklerovým zařízením. Krátce poté vyrobila firma Grinnel první rozstříkovací hlavici, která vytvářela malé kapky vodní mlhy. Do roku 1930 již existovalo několik společností, které se začaly zapojovat do aplikace vodní mlhy. Mezi nimi byla německá společnost Lechler, která v té době představila trysku s několika otvory pro výstup vodní mlhy s názvem Water Dust Nozzle ("vodní prachová tryska"). Následovala etapa vývoje, kdy probíhal výzkum v Evropě a USA nezávisle na sobě. Vývoji se věnovala hlavně vědecká pracoviště, protože zájem z hlediska komerčního využití byl velmi malý. Ve 40. letech minulého století začala firma Factory Mutuals provádět první zkoušky mlhových trysek. Navzdory těmto snahám byl zájem o vodní mlhu v následujících desetiletích slabý [18].

Ke zvýšení zájmu o vodní mlhu došlo v roce 1986 po přijetí Montrealského protokolu o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu. K zakázaným látkám patří i halogenderiváty, které

jsou považovány za velmi účinná hasiva. Vodní mlha se tak stala jednou z možných alternativ do té doby používaných hasicích plynů.



obr. 11: Dělení halogenderivátů uhlovodíků [19]

Tvrdé halony jsou skupinou halogenderivátů, které mají následující prvkovou skladbu molekuly: uhlík, z halových prvků mohou obsahovat v molekule fluor nebo chlor a vždy obsahují brom. Mají vynikající hasební vlastnosti, ale nepříznivý vliv na životní prostředí, zejména na ozonovou vrstvu Země. Jejich výroba je podle mezinárodních smluv dnes již zastavena. Patří sem např. halony 1301, 1211 a další. Jejich použití je v ČR povoleno, dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 2037/2000 příloha VII, v řádech desítek tun.

Měkké halony označené zkratkou HBFC obsahují v molekule vedle uhlíku, fluoru, chloru a bromu i vodík. Látky s takovou skladbou molekuly mají podstatně kratší atmosférickou životnost, k ozonové vrstvě se chovají asi o 90 % ohleduplněji, nicméně jejich výroba, opět podle mezinárodních úmluv, skončila k 1.1. 1996. Do této skupiny patří např. hasební látka FM-100TM. Jeho distribuce byla do ČR realizována firmou Pyrokontrol v řádech desítek tun.

Tvrdé freony označené zkratkou CFC mají v molekule uhlík, fluor a chlor. Nesmí obsahovat brom. Měly a dosud mají význam v chladírenské technice a v chemickém průmyslu. Pro svůj vliv na životní prostředí je jejich výroba omezena datem 1.1. 1996.

Měkké freony označené zkratkou HCFC obsahují v molekule vedle uhlíku, fluoru a chloru i vodík a k životnímu prostředí se chovají ohleduplně. Proto je jejich použití povoleno do 1.1.2030. Poslouží v chladírenské technice, v chemickém průmyslu, ale i jako hasební látky. Do této skupiny patří např. základní složka hasební látky HALOTRON I. Tato látka se do ČR dovážela od roku 1995 v řádu desítek tun. V současné době se hasivo používá pro plnění přístrojů určených k použití v civilním a vojenském letectví [19].

tab. 2 uvádí regulaci a zákaz produkce halogenderivátů uhlovodíků podle Kodaňského dodatku k Montrealskému protokolu. Základem pro regulaci je spotřeba příslušné skupiny látek z roku 1986 [19].

tab. 2: Regulace a zákaz produkce halogenderivátů [19]

<i>Druh látky</i>	<i>Regulace</i>	<i>Zákaz</i>
<i>Halony</i>	–	<i>01.01.1994</i>
<i>HBFC</i>	–	<i>01.01.1996</i>
<i>CFC</i>	<i>od 1.1. 1994 snížit o 70 % základu</i>	<i>01.01.1996</i>
<i>HCFC</i>	<i>od 1.1. 2004 snížit o 35 % základu</i>	
	<i>od 1.1. 2010 snížit o 65 % základu</i>	
	<i>od 1.1. 2015 snížit o 90 % základu</i>	
	<i>od 1.1. 2020 snížit o 99,5 % základu</i>	<i>01.01.2030</i>
<i>Tetrachlormethan</i>	<i>od 1.1. 1994 snížit o 85 % základu</i>	<i>01.01.1996</i>

Další událost, která značně urychlila rozvoj mlhového SHZ, byl požár na trajektu SCANDINAVIAN STAR, při kterém zemřelo 157 lidí - 40 % pasažérů. Toto byl poslední impuls pro námořní průmysl a úřady, které se zabývaly problémy požární bezpečnosti. Aby podobným událostem předešly, začaly s rozvojem mlhového SHZ, jelikož použití klasického sprinklerového zařízení na ochranu trajektů bylo nemožné, kvůli množství potřebné vody a těžkému potrubí. Mlhové SHZ bylo později používáno k ochraně společných prostor i technického zázemí na lodích [20].



obr. 12: Scandinavian star [21]

Avšak širší využití vodní mlhy pro pozemní stavebnictví trvalo mnohem déle než pro námořní sektor. Důležitým výchozím bodem byla první norma NFPA750 Standard for Water Mist Fire Protection vydaná organizací National Fire Protection Association (NFPA) v roce 1996 [20].

K vývoji mlhového SHZ přispěla i Česká republika. Za připomínku stojí publikace zaměřená na tuto problematiku, která vyšla v roce 1961. Popisuje jedny z prvních ohňových zkoušek v tehdejší SSSR na nádržích o průměru 11 m a zkoušky v tehdejší národní podnik THZ

na nádrži o průměru 3 m. Ověřovala se účinnost mlhových SHZ při hašení hořlavých kapalin. Potvrdilo se, že hašení mlhou je v této aplikaci velmi účinné. V osmdesátých letech probíhal v tehdejší národní podniku Karosa vývoj mlhového SHZ na ochranu kabelových kanálů, který byl úspěšně ukončen ohňovými zkouškami. Získané poznatky byly následně využity při vývoji mlhových systémů tehdejší firmy Total Walther. Představení tohoto systému s hubicemi MicroDrop se uskutečnilo ve firmě SHZ Vysoké Mýto v roce 1995. V této souvislosti nelze opominout ani dlouholeté zkušenosti jednotek PO v ČR s hašením vodní mlhou ručními mlhovými proudnicemi, později vysokotlakými a středotlakými pistolovými proudnicemi. Ty se nejdříve objevily na kombinovaných hasicích automobilech KHA 3/2,5/2 – T148 (T815) dovážených od firmy Rosenbauer z Rakouska. O několik let později se staly standardní výbavou požárních automobilů CAS K25 - Š101(L101) a RZA. V prvním případě to bylo čtyřicetibarové čerpací zařízení, v druhém unikátní kombinované čerpací zařízení sestavené ze dvou standardních nízkotlakých čerpadel s tlakem 12 bar resp. 24 bar. Tato orientace na hašení mlhou byla v Evropě ojedinělá, a to i ve srovnání s Německem a Rakouskem. Tam byla kombinovaná čerpadla součástí vybavení jenom speciálních požárních automobilů [17].

3.2 Typy mlhových soustav

Soustava mlhového SHZ se dělí v závislosti od použití a rizika požáru.

Mokrý soustava je nejběžnější typ mlhového SHZ, jejíž potrubí je trvale zaplněné vodou pod tlakem. Hlavice mokré soustavy se navrhuje uzavřené, tudíž se skleněnou pojistkou, která je po dosažení aktivační teploty rozbita. Hašení vodní mlhy je tedy pouze u hlavice, jež se nachází v prostoru zasaženém požárem.

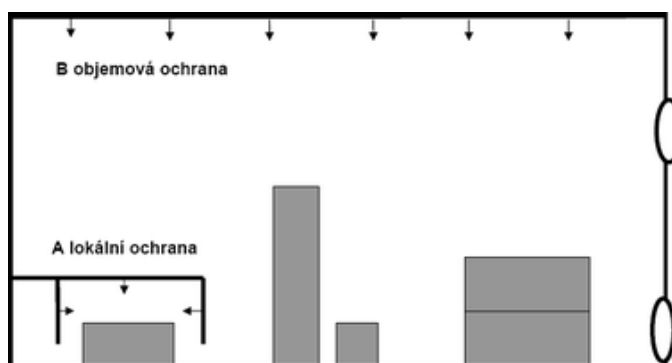
Suchá soustava je používána v nevytápěných prostorech, jenž podléhají zamrznutí. U tohoto typu soustavy je potrubí od řídicího ventilu, umístěného ve vytápěném prostoru, až po hlavice naplněno vzduchem. V případě, že poklesne tlak v potrubí, nastane otevření řídicího ventilu a voda je vpuštěna do suché soustavy v místě zasaženém požárem.

Záplavová soustava je navrhována pro prostory, u kterých je požadována ochrana celého prostoru, jelikož u tohoto systému je vodní mlha vypouštěna ze všech otevřených hubic. Hubice jsou otevírány ventilem, jenž je trvale zavřený a jeho otevření je zajištěno samočinně detekčním zařízením nebo manuálně lidským faktorem.

Předstihová soustava pracuje na stejném principu jako soustava suchá, ovšem ke spuštění zařízení je využito nejen teplocitné ampule, ale navíc i samočinného detekčního zařízení. Tento systém je navrhován do prostorů, ve kterých se chce zabránit spuštění vlivem nechtěné aktivace, jimiž jsou například prostory informačních technologií [22].

3.3 Ochrana vodní mlhou

Ochrana vodní mlhou může být objemová nebo lokální viz obr. 13.



obr. 13: Způsoby ochrany objektů a stavebních konstrukcí mlhovým SHZ [17]

3.3.1 Objemová ochrana

Objemová ochrana je určena pro „zaplavení“ uzavřeného prostoru otevřenými mlhovými hubicemi. V tomto smyslu jde o obdobu plynového hasicího zařízení. Vodní mlha a inertní plyny jsou však zcela odlišná hasiva. Plyn zaplavuje chráněný prostor v celém objemu včetně skrytých ohnisek požáru. U vodní mlhy k tomu dochází jenom za určitých okolností. Kromě jiného se musí v chráněném prostoru dosáhnout teploty 70 °C až 85 °C. Značný vliv na „zaplavení“ i skrytých ohnisek má stupeň rozprášení vody, resp. velikost kapek v mlhovém proudu.

Při objemové ochraně je potřeba menší intenzita dodávky vody než u ochrany konkrétního objektu, a to z následujících důvodů:

- vodní mlha se aplikuje v uzavřeném prostoru bez snižování intenzity dodávky
- účinnost hašení zvyšují zplodiny hoření a zahřátý okolní vzduch, které se přisávají do ohniska požáru [17]

3.3.2 Lokální ochrana

Lokální ochrana je určena především pro ochranu konkrétních technologických zařízení s předpokládaným ohniskem požáru, jako jsou obráběcí stroje, lakovací linky, transformátory, turbogenerátory apod. Přichází v úvahu tam, kde nelze vytvořit dostatečný efekt uzavřeného prostoru nebo by bylo pro hašení potřeba neúměrné množství hasiva. Například u venkovních požárů nebo malých požárů ve velkých prostorech. Rychlý rozvoj venkovních požárů je nutné eliminovat zvýšenou intenzitou dodávky vody a vhodně rozmístěnými hubicemi. Důvodem je, že:

- vodní mlha se rozptýluje mimo ohnisko požáru, zejména při proudění vzduchu nepřiměřenou rychlostí
- do ohniska požáru se přisává bez omezení čerstvý vzduch, což vede k eliminování dusivého účinku a naopak k podpoře intenzivního hoření [17]

3.4 Zásoba vody

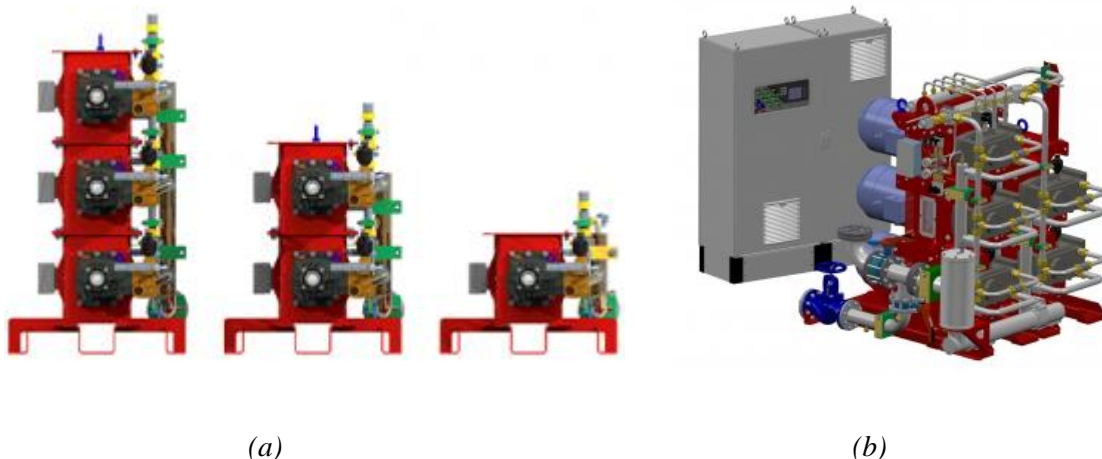
Přívod vody do systému mlhového SHZ může být napojen na vodovodní síť nebo nádrž. Velikost vodní nádrže je závislá na aplikaci, místních podmínkách a jednotky čerpacího zařízení. Typická nádrž pro čerpadla poháněná plynem bývá o velikosti 3-9 m³ a pro čerpadla poháněná elektromotory 20-40 m³.

3.5 Čerpací zařízení

U nízko a středotlakých mlhových SHZ se obvykle používají odstředivá čerpadla. U středotlakých a vysokotlakých mlhových SHZ se používají čerpadla objemová – pístová.

Technologie vodní mlhy obvykle používá jedno z následujících čerpacích zařízení, které vytváří potřebný tlak v potrubí. Typ a velikost čerpací jednotky se vybírá podle druhu nebezpečí a oblastí, které je potřebné pokrýt.

- LPU (Land Pump Unit) - Štíhlá výroba a běžná modulární struktura umožňují rychlé dodání a zjednodušenou údržbu po celou dobu životnosti. Každý modul se vejde na europaletu a lze jej přesunout na místo jeho konečné instalace pomocí standardního zvedáku na palety. Modulární struktura umožňuje samostatnou instalaci čerpacích modulů a ovládací skříně, což přináší větší flexibilitu konstrukce čerpací místnosti.
- EPU (Electric Pump Unit) - Jednotka elektrického čerpadla se skládá z kluzáku, mechanického čerpadla a samostatné ovládací skříně - pokročilý řídicí systém zajišťuje, že čerpací jednotka poskytuje pouze požadovaný tlak a průtok



obr. 14: (a) Čerpací zařízení typu LPU; (b) Čerpací zařízení typu EPU [23]

- SPU (Sprinkler Pump Unit) – čerpací zařízení s čerpadly poháněnými elektromotory
- MSPU (Modular Sprinkler Pump Unit) – modulová verze SPU, typicky použito ve stísněných prostorech, kam je možné přenést čerpací zařízení po částech a až na místě jej smontovat



(a)



(b)

obr. 15: (a) Čerpací zařízení typu SPU; (b) Čerpací zařízení typu MSPU [23]

- MLPU (Machinery Local Application Pump Unit) – čerpací zařízení poháněné elektromotorem, určené pouze pro lokální ochranu
- DPU (Diesel Pump Unit) – čerpací zařízení s čerpadlem poháněným diesel motorem
- GPU (Gas Pump Unit) – čerpací zařízení s čerpadlem poháněným plynem



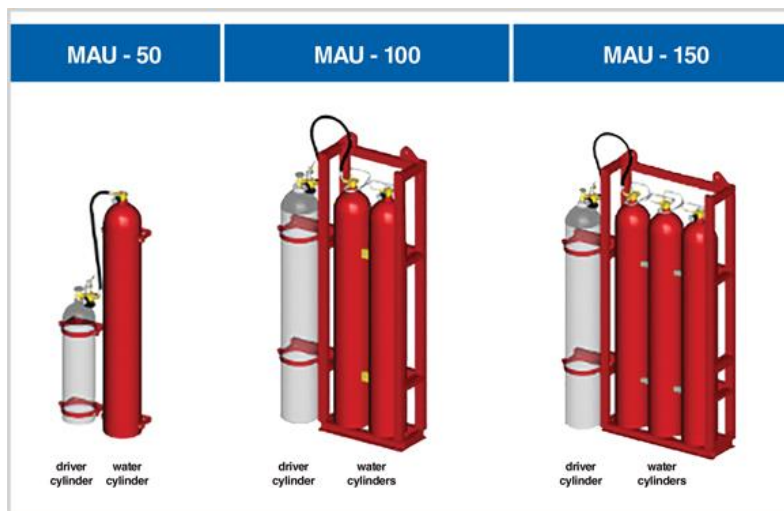
(a)



(b)

obr. 16: (a) Čerpací zařízení typu DPU; (b) Čerpací zařízení typu GPU [23]

- MAU (Machinery Space Accumulator Unit) – čerpací zařízení s akumulátorovým zásobováním vodou s tlakovými lahvemi na vodu a výtlačný plyn. Využívá se v menších prostorech třídy nebezpečí OH1. Nevýhodou je omezená doba činnosti.



obr. 17: Čerpací zařízení typu MAU [23]

- KAU (Kitchen Accumulator Unit) – jednotka podobná MAU, která je speciálně optimalizována do kuchyně k ochraně fritéz
- DAU (Double-cylinder Accumulator Unit) – pracuje na stejném principu jako MAU jednotka, ale sprej vodní mlhy má nižší objem vody. DAU je ideální pro aplikaci v prostorech s vysokým napětím nebo elektrickými zařízeními.

3.6 Sekční ventily

Ventily jsou otevřené nebo zavřené. Otevřené ventily se používají v mokré soustavě a uzavřené v ostatních soustavách. Otevřené ventily v mokré soustavě jsou uzavřeny pouze k zastavení hašení nebo při údržbě. Vyrábí se ventily různých velikostí a průtoků. Mohou být ovládány ručně, elektricky, hydraulicky nebo kombinovaně. Mohou obsahovat indikátor, který řídí průtok. Ventily jsou umístěny mimo chráněnou oblast buď u východu, nebo uvnitř strojovny. U vysokotlakých mlhových SHZ se místo těchto standardních sekčních ventilů využívají sekční solenoidové ventily.



(a)



(b)

obr. 18: (a) Sekční ventil [24]; (b) Sekční ventily vícezónového mlhového SHZ [25]

3.7 Potrubní síť

Vzhledem k vysokým nárokům na pevnost a z hlediska odolnosti proti korozi je hlavně u vysokotlakého mlhového SHZ potrubní síť tvořena z nerezové oceli, která nekoroduje a nezpůsobuje nečistoty vedoucí k ucpání trysek. Průměry potrubí jsou výrazně menší ve srovnání s klasickými sprinklery. Instalace potrubí je jednoduchá, potrubí lze ohýbat na strojní ohýbače a není třeba použití kolen či podobných komponentů. Rozváděcí potrubí k hubicím/automatickým hlavícím má obvykle průměr 12 a 25 mm.



obr. 19: Strojní ohýbačka [25]

U nízkotlakého mlhového SHZ je také možnost použití plastové potrubí Aquatherm red pipe, které je blíže popsáno v kapitole 2.6. U středotlakého a vysokotlakého to není možné kvůli potřebnému tlaku v systému.

3.8 Mlhové hlavice

Z hlediska teorie hašení vodní mlhou patří k hlavním parametrům mlhových hubic a hlavice zejména velikost kapek, intenzita dodávky a rychlost výstřikového proudu.

Velikost kapek. Pro úspěšné hašení nejsou ty nejmenší kapky vždy nejúčinnější. S tím souvisí i pracovní tlak, který má spolu s konstrukcí výstřikové hubice/hlavice největší vliv na velikost kapek. Ten má svůj limit na hodnotě cca 200 bar. Při vyšších tlacích již nedochází k výraznějšímu zvýšení hasicí schopnosti. Naopak díky vysoké rychlosti proudění vzduchu může dojít k nežádoucímu efektu intenzivního přisávání čerstvého vzduchu do ohniska požáru, což může zvýšit jeho tepelný výkon. Mlhové SHZ pak požár neuhasí, naopak ho může podpořit a požár se pak může šířit rychleji než při volném rozvoji. Dále je příliš vysoký pracovní tlak spojen s velkou energetickou náročností a vyšší cenou vysokotlakého čerpadla.

Intenzita dodávky. V případě hašení vodní mlhou se obvykle udává v g/m^3 , l/min.m^3 , nebo v l/min.m^2 . U zaplavovacích systémů je snaha dosáhnout max. možnou homogennost vodní mlhy v celém chráněném prostoru. Prakticky to není zcela možné. To se týká například skrytých ohnisek

požáru nebo vzdálenějších míst od výstřikových koncovek. Pokud jde o intenzitu dodávky, považuje se za minimální hodnotu obvykle $0,5 \text{ l/min.m}^2$. U sprinklerové ochrany je to $2,25 \text{ l/min.m}^2$.

Rychlost výstřikového proudu potažmo kinetická energie mlhového proudu je rovněž závislá na konstrukci hubice/hlavice a tlaku. Vhodným rozmístěním mlhových hubic/hlavic se dosáhne toho, zejména u lokálního hašení, aby kapky doletěly až do zóny plamenného hoření a u pevných látek až na jejich povrch. Výstřiková rychlost nesmí být z tohoto důvodu příliš nízká ale na druhé straně ani vysoká, aby nedocházelo k turbulentnímu proudění s intenzivním přiváděním čerstvého vzduchu do ohniska požáru. Velká rychlost mlhového oblaku s kapkami většího průměru by mohla mít za následek i rozvíření hladiny hořlavé kapaliny nebo její větší rozlití po podlaze [17].

Mlhové hlavice jsou určeny k hašení požáru vytvořením homogenní vodní mlhy, velikost jejichž kapek je přesně dána. Stejně jako u sprinklerového systému je i automatická mlhová hlavice opatřena tepelnou pojistkou, která se při dané teplotě poruší a hlavice začne vypouštět mlhu. Index časové odezvy RTI1 (Response Time Index) těchto pojistek je velmi rychlý (22 m/s^2). K dosažení efektu malých kapek je možné využít následující principy tříštění vody:

- **nárazový**

Princip spočívá v plném naražení proudu tekoucí vody na tříštič, čímž dojde k vytvoření kapek o střední a větší velikosti. Využívá se spíše pro nízkotlaké a střednětlaké systémy. Jedná se o jednoduchou konstrukci s malým rizikem zanesení trysek nečistotami.

- **tlakový**

Systém pracuje na principu zvyšování tlaku vodního proudu, který je protlačován přes jeden nebo více výstřikových otvorů o velmi malém průměru.

- **atomizací kapek**

Atomizace kapek využívá plyn, obvykle dusík, který je spolu s vodou přiváděn do hubice. Jedná se o dvoufázové (twin fluid) mlhové hubice.

Vývoj se zaměřuje na další možnosti vytvoření malé kapky. Jednou z nich je metoda FSW (Flashing of Superheated Water) založená na aplikaci vody zahřáté na teplotu vyšší než $100 \text{ }^\circ\text{C}$, což je možné při vyšším tlaku v nádrži na vodu. Při výstřiku takto zahřáté vody dochází k její bouřlivé expansi doprovázené přeměnou vody na páru a atomizací kapek. Výzkum v této oblasti pokračuje.

Při návrhu mlhových hlavice je třeba přihlížet k následujícím parametrům:

- K faktor
- výstřikový úhel
- velikost kapek

3.9 Navrhování mlhových SHZ

V současné době stále neexistuje předpis nebo norma, podle které by se mlhové hasicí zařízení mohlo obecně navrhovat. Za první užitečný dokument se dá považovat americká norma NFPA 750 Standard for Water Mist Fire Protection, která udává směr návrhu, instalaci, testování a provedení údržby systému vodní mlhy. Norma NFPA 750 jasně popisuje definici požární kontroly, potlačení a hašení požáru. Další užitečný dokument je technická specifikace CEN/TS 14972, která definuje jednotné návrhové principy a zkušební metody pro mlhová SHZ.

3.9.1 Přednávrhová etapa

Platí zásada, že bezpečné používání mlhového SHZ je omezeno aplikacemi, pro které bylo zkoušeno. Z těchto zkoušek pak vyplynou návrhové požadavky, které jsou součástí návrhového manuálu.

Mlhové hasicí zařízení lze použít, pokud:

- je vyhodnoceno jako optimální ochrana v porovnání s ostatními SHZ a požárně bezpečnostními opatřeními
- je k dispozici mlhové SHZ s deklarací jakou předpokládá řešitel požárně bezpečnostního řešení a provozovatel
- dodavatel předmětného mlhové SHZ je držitelem návrhového Manuálu, protokolu ze zkoušek hasicí schopnosti, certifikát shody, resp. osvědčení stálosti vlastností
- dodavatel má reference prokazující, že je schopen deklarovat provedení návrhu, montáže a údržby mlhového SHZ v souladu s požadavky ČSN P CEN/TS 14972
- konkrétní chráněný úsek a technologie jsou v souladu s podmínkami protokolu zkoušky hasicí schopnosti a Manuálu výrobce - jde např. o rozměrové a dispoziční požadavky, druh technologie skladování a omezující podmínky týkající se řízení odvodu kouře a tepla

Zvlášť obezřetně je třeba posuzovat prohlášení výrobce, že předmětné mlhové SHZ má deklaraci uhašení požáru nebo dokonce univerzální použití.

Při rozhodování o použití mlhového SHZ je třeba vzít v úvahu bezpečnostní rezervu danou náchylností konkrétního SHZ na nedodržení návrhových požadavků u reálné instalace. Tato bezpečnostní rezerva je u mlhových SHZ, pracujících s minimální intenzitou dodávky, podstatně menší než u sprinklerových nebo plynových zařízení. To je zvlášť závažné v zemích, kde se systematicky neprovádí přejímací prohlídky nových instalací nezávislou akreditovanou zkušebnou [25].

3.9.2 Návrhová etapa

Mlhová SHZ se navrhuje s deklarací:

- uhašení požáru
- uvedení požáru pod kontrolu a potlačení požáru
- zamezení šíření sálavého tepla
- zvýšení požární odolnosti prvků stavebních konstrukcí

Výchozími dokumenty pro návrh mlhového SHZ jsou:

- technické podmínky ČSN PEN/TS 14972
- průvodní dokumentace výrobce, především návrhový Manuál platný pro danou aplikaci a zkušební protokol z relevantní zkoušky
- další související technické dokumenty jako certifikáty na komponenty a mlhový systém jako celek
- právní předpisy

Zpracovatelé velmi obezřetně koncipovali ČSN P CEN/TS 14972. Na rozdíl od ostatních normativních dokumentů pro navrhování SHZ neuvádí žádné univerzálně platné intenzity dodávky pro typické třídy nebezpečí jako je tomu u sprinklerových zařízení. Odpovědnost za návrh mlhového SHZ je přenesena na výrobce. Ten musí každou aplikaci doložit protokolem o zkoušce hasicí schopnosti. To představuje významnou finanční překážku. Na straně druhé je to jediná cesta ke stanovení zdůvodněné deklarace konkrétního mlhového SHZ pro konkrétní aplikaci.

V žádném případě nelze připustit jakékoliv expertní zásahy do návrhových požadavků stejně jako nekvalifikované interpretace výsledků zkoušek. Odpovědnost navrhovatele mlhového SHZ je nedělitelná a nepřenosná. Ten musí dodržet podmínky návrhového Manuálu a příslušného certifikátu včetně skladby komponentů. Ty v žádném případě o vlastní vůli nelze zaměňovat.

Pro mlhová SHZ platí, že jakékoliv odchýlení reálného provedení od zkušebních podmínek může zásadně ovlivnit hasicí schopnost, resp. deklaraci, která byla prokázána zkouškami hasicí schopnosti. Nelze ani připustit snižování návrhových požadavků se zdůvodněním, že se k požáru musí dostavit jednotka PO, která ho uhasí. Potom se nabízí otázka, proč mělo být mlhové SHZ instalované, o vynaložených finančních nákladech nemluvě.

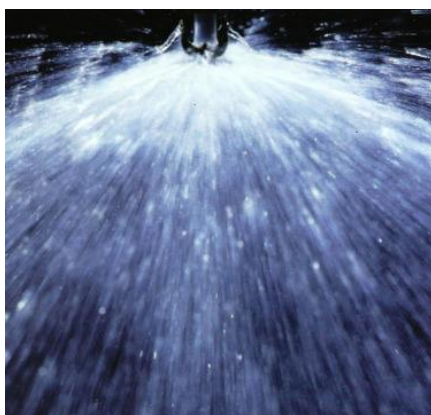
S poukazem na výše uvedené důvody mohou kvalitní návrh mlhového SHZ provádět jenom projektanti s vysokou odbornou úrovní prokázanou relevantními referencemi. Pokud se dodávka mlhového SHZ realizuje přes zprostředkující organizaci, musí se vždy požadovat šéfprojektář a šéfmontáž od nositele know how [25].

4 Srovnání sprinklerového a mlhového SHZ

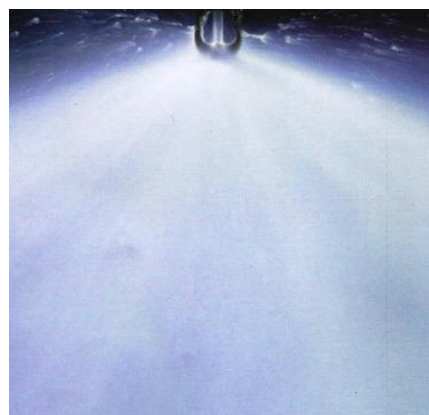
Nejdůležitější rozdíl mezi sprinklery a mlhovými tryskami je velikost rozstříkovaných kapek. Zatímco sprinklerový sprchový proud je tvořen kapkami velikosti 1 až 3 mm, u vodní mlhy jsou kapky o průměru menším než 1 mm. U vysokotlakého mlhového SHZ jsou kapky ještě menší (o velikosti 25 až 200 μm).

tab. 3: Porovnání SHZ vzhledem k velikosti kapek a tlaku v potrubí

Druh SHZ	sprinklerová	mlhová		
		nízkotlaká	středotlaká	vysokotlaká
Průměr kapek (mm)	1 - 3	0,4 - 1	0,2 - 0,4	0,025 - 0,2
Maximální tlak (bar)	12,5	12,5	12,5 - 35	35 - 200



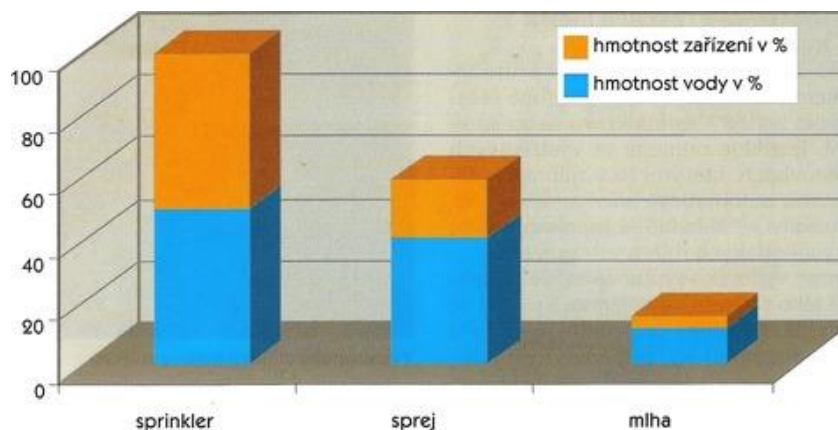
(a)



(b)

obr. 20: Výstřikový proud: (a) sprinkleru; (b) nízkotlaké mlhy [17]

Dalším rozdílem u těchto systémů je i množství sprinklerů, což ovlivňuje velikost potrubní sítě, a to má dopad na potřebné množství vody v systému. Tyto rozdíly jsou vidět na obr. 21 níže, ale i v tab. 4 a tab. 5, kde je toto srovnání aplikováno na řešeném projektu v této diplomové práci.



obr. 21: Srovnání z hlediska hmotností [17]

4.1 Výhody a nevýhody

Výhody mlhového SHZ:

- exponenciální nárůst efektivní plochy vody hasící plameny
- nízká spotřeba vody – vzniklé škody způsobené vodou jsou u tohoto systému minimální
- velký chladicí efekt – v maximální míře se využije pro hašení a brání znovu zahoření
- menší škody způsobené kouřem
- úsporné požadavky na materiál – malé rozměry potrubí, nižší počet použitých trysek
- bezpečná a jednoduchá instalace – není používáno svařování, spojování pomocí zářezných kroužků
- jednoduché komponenty a materiál – nízké provozní náklady a jednoduchá údržba
- vodní mlha je za určitých podmínek málo vodivá

Nevýhody mlhového SHZ:

- nevhodné pro prostory s velkým objemem a s výškou stropu vyšší než 5-7 m, u konkrétního systému ověřeného zkouškami až 15 m
- relativně nízká hasicí schopnost při hašení venkovních požárů a požárů s tepelným výkonem nižším než 1 MW
- rychlost proudění vzduchu v chráněném prostoru by neměla být vyšší než 5 m/s, proto se nepřipouští samočinné odvětrání kouře a tepla bez provedení odpovídajících zkoušek. Díky vysoké rychlosti proudění vzduchu může dojít k nežádoucímu efektu intenzivního přisávání čerstvého vzduchu do ohniska požáru, což může zvýšit jeho tepelný výkon. Mlhové SHZ pak požár nehasí, naopak ho může podpořit a požár se pak může šířit rychleji než při volném rozvoji.
- i malé odchylky u reálných instalací proti zkušebním podmínkám mohou negativně ovlivnit požadovaný cíl ochrany
- dodavatel mlhového SHZ musí být držitelem protokolů ze zkoušek hasicí schopnosti vodní mlhy a manuálu pro navrhování, což je složitý a nákladný proces

Výhody sprinklerového SHZ:

- výrazně nižší cena
- nižší nároky čerpadel
- na rozdíl od mlhového SHZ možné využití v halách a prostorech s vysokým stropem
- na rozdíl od mlhového SHZ jsou k dispozici návrhové normy

Nevýhody sprinklerového SHZ:

- velké množství vody v nádrži
- velké dimenze potrubí, vysoké nároky na prostor a zatížení konstrukcí
- velké škody vodou při hašení – voda může být znečištěná vlivem tvorby koroze
- nižší efektivita – hasí plošně a většina vody není využita pro ochlazování požáru
- větší množství sprinklerových hlavíc

4.2 Porovnání množství potrubí a hlavíc v řešeném projektu

V tab. 4 níže je výkaz výměr potrubí a hlavíc pro mlhové SHZ v řešeném objektu této diplomové práce (dokumentace mlhového SHZ byla poskytnuta pro tuto práci a nebyla nijak upravována). Dále je uvedeno i potřebné množství vody v soustavě.

tab. 4: Souhrn mlhového SHZ z podkladu k řešenému projektu

mlhové SHZ	Délka potrubí (m)		Objem H ₂ O v potrubí (l)	Počet hlavíc
	DN 12 - rozváděcí	DN 35 - hlavní		
1.PP	97,8	87,6	95,4	34
1.NP	119,7	95,4	105,3	46
2.NP	129,1	84,8	96,2	51
3.NP	92,8	41,3	50,2	34
4.NP	91,7	41,3	50,1	33
5.NP	94,4	41,4	50,5	33
6.NP	81,1	41,5	49,1	29
7.NP	67,4	38,0	44,2	27
Spolu	773,9	471,3	541,0	287

tab. 5: Souhrn sprinklerového SHZ z řešeného projektu

sprinklerové SHZ	Délka potrubí (m)					Objem H ₂ O	Počet hlavíc
	DN 25 - rozváděcí	DN 32 - rozváděcí	DN 40 - rozváděcí	DN 50 - rozváděcí	DN 80 - hlavní		
1.PP	126,7	26,7	17,4	7,0	74,0	525,7	67
1.NP	162,7	33,8	5,2	-	97,6	640,5	89
2.NP	191,7	13,7	3,5	-	87,1	581,6	100
3.NP	140,0	8,8	0,8	-	42,8	311,4	69
4.NP	140,0	8,8	0,8	-	42,8	311,4	69
5.NP	140,0	8,8	0,8	-	42,8	311,4	69
6.NP	140,0	8,8	0,8	-	42,8	311,4	69
7.NP	111,8	3,4	-	-	37,7	263,1	56
Stoupací	-	-	-	-	25,4	133,5	-
Spolu	1152,9	112,8	29,3	7,0	493,0	3390,0	588,0

V tab. 5 je výkaz výměr potrubí a hlavic pro sprinklerové SHZ, které bylo řešeno v projektu. Dále je uvedeno i potřebné množství vody v soustavě.

Z tabulek se dá patrně vyčíst rozdíl mezi mlhovým a sprinklerovým SHZ, kde je jasně vidět větší potřeba délek ale i velikost potrubí pro sprinklerové SHZ, z čeho vyplývá i potřebný objem vody, který je trvale v potrubí mokré soustavy. V řešeném příkladu je to rozdíl téměř 3 m³. Dále je vidět rozdíl i u použití hlavic, kde u mlhového SHZ není potřeba ani polovina množství hlavic sprinklerového SHZ.

5 Zjednodušené modely v programu FDS

Návrhové požární scénáře jsou vymodelovány v programu Fire Dynamics Simulator (FDS) ve verzi 6.7.4 vyvíjeném institutem NIST (National Institute of Standards and Technology) v USA. Jedná se o fluidní model dynamiky požáru. Využívá výpočetních sítí s buňkami kvádrového, respektive pro ideální simulaci kostkového tvaru. Program simuluje proudění plynu v kuželu plamene a přenos tepla, produktů hoření a kouře dále do prostoru. Lze ho využít pro modelování dynamiky plynů i pro případy, kdy není přítomen oheň. Je možné modelovat pyrolýzu jednotlivých materiálů.

Výpočetní model byl validován mnoha experimenty týkající se, mimo jiné, kuželů plamene proudění vzduchu a plynů při absenci ohně, rozptylování látek ve vzduchu, požáru a proudění plynů v místnostech a modelování sprinklerových systémů.

Pro vizuální zobrazování výsledků analýzy je využíván software Smokeview ve verzi 6.7.14, který je také vyvinut institutem NIST. Pro modelování požárních scénářů byl v této práci použit software FDS. Účelem je zjistit časy, ve kterých dojde k aktivaci hlavic, a jejich následné časové rozestupy a spotřeba vody u SSHZ a MHZ.

V programu FDS jsou simulované 2 různé požární úseky. První model je z řešeného projektu. Jedná se o prostor studovny v 1.NP. Ve druhém modelu jde o univerzální hotelový pokoj převzatý z jiné projektové dokumentace. V obou požárních úsecích jsou modelované 3 následující požární scénáře. Zdrojové kódy pro tyto jednotlivé požární scénáře jsou uvedeny v příloze 1 a 2 této práce.

- požární scénář 1 – bez SHZ
- požární scénář 2 – se sprinklerovým SHZ
- požární scénář 3 – s mlhovým SHZ

V

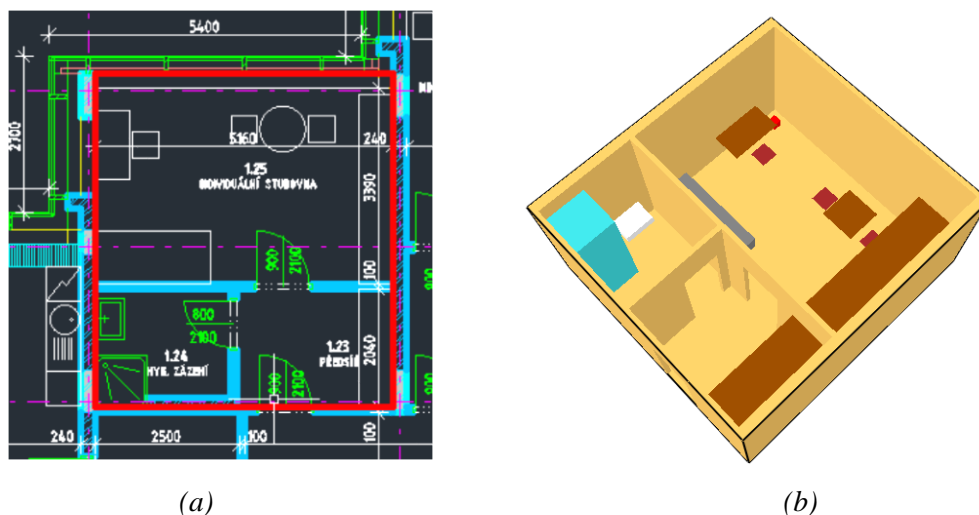
tab. 6 jsou uvedené charakteristiky hlavic pro požární scénář mlhového SHZ a pro sprinklerové SHZ. Parametry jsou použity v modelu studovny i v modelu hotelového pokoje.

tab. 6: Parametry hasicích hlavic

<i>Parametry hasicích hlavic</i>	<i>Mlhové SHZ</i>	<i>Sprinklerové SHZ</i>
<i>RTI (index reakční doby)</i>	50	50
<i>K-Faktor</i>	4,2 l/min.bar ^{1/2}	80 l/min.bar ^{1/2}
<i>Provozní tlak</i>	82 bar	2 bar
<i>Rychlost proudu</i>	30 m/s	5 m/s
<i>Otevírací teplota</i>	68 °C	68 °C
<i>Výstřikový úhel</i>	30-80°	0-60°
<i>Průměr kapek</i>	0,1 mm	1 mm
<i>Průtok vody</i>	38 l/min	113 l/min

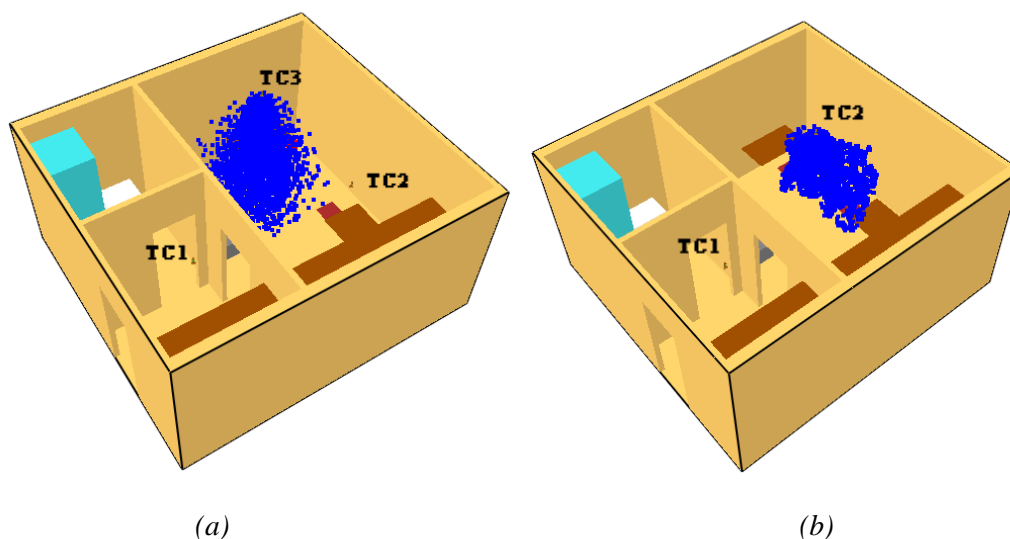
5.1 Požární scénáře ve studovně

V simulaci níže se jedná o požární úsek studovny z řešeného projektu. Nachází se v 1.NP a jeho součástí jsou místnosti s označením 1.23 – předsíň, 1.24 hygienické zázemí a 1.25 – individuální studovna. Řešený požární úsek s rozměry 6,0 × 5,6 × 3 m byl v programu FDS rozdělen na krychličky o délce hrany 100 mm (100 800 krychliček). Umístění hlavic mlhového SHZ (2 hlavice) je podle projektové dokumentace, která slouží jako podklad k této diplomové práci. Jak jde vidět na obr. 23b, jedna z hlavic je umístěna v místnosti 1.23 – předsíň, druhá je pak přímo ve studovně (1.25). Hlavice pro sprinklerové SHZ (3 hlavice) jsou umístěny dle ČSN EN 12845. První hlavice se nachází v předsíni (1.23) a další dvě v individuální studovně (1.25) dle obr. 23a. Požár je ve všech scénářích stejný a byl namodelován na základě předchozích zkoušek a pomocí Heat Release Rate (HRR). Hodnoty HRR byly převzaty z odborné knihy [26], která se odkazuje na další odbornou knihu [27], ve které byly na daný prostor provedeny 3 zkoušky, které měly podobný průběh požáru. Zdroj požáru byl umístěn do rohu místnosti (červený čtverec na obr. 22b). Pro účely simulace byl řešenému požárnímu úseku přiřazen konkrétní charakter místnosti, u které již bylo stanoveno HRR. Na základě podobnosti vybavení a velikosti studovny byl zvolen obývací pokoj (16 m²).



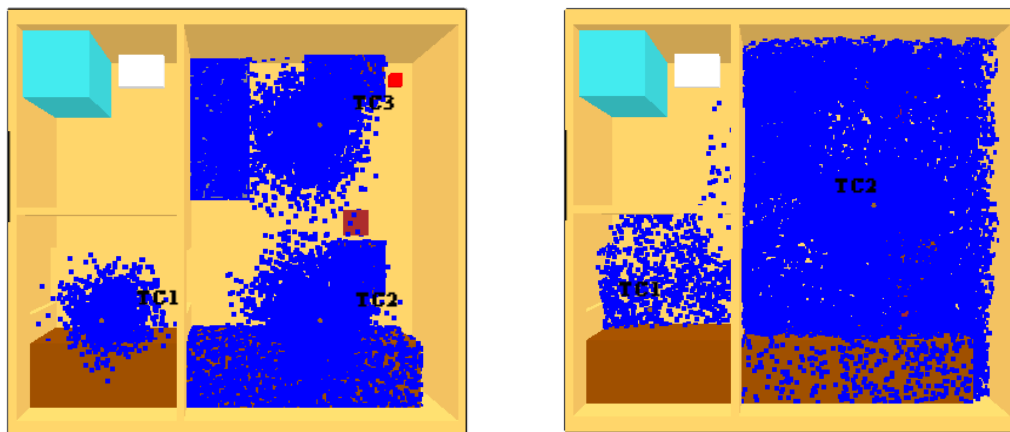
obr. 22: (a) Dispozice řešené studovně; (b) Model studovně v programu FDS

Na obr. 23a je vidět aktivaci první sprinklerové hlavice v čase 145 s. Mlhová hlavice na obr. 23b je aktivovaná v čase 254,5 s. Tady je zajímavý časový rozestup aktivace jednotlivých hlavic. Je to dáno vzdáleností hlavic od zdroje požáru. Další zajímavostí je, že jsou kapky mlhy o velikosti 0,05 mm odváte od ohniska požáru, které je umístěno v rohu místnosti. Znázorňuje ho červená krychlička, kterou je možné vidět na obr. 22b. Zkratkami TC1, TC2 a TC3 na obrázcích je označena poloha termočlánků, které jsou umístěny přesně v místě instalovaných hlavic.



obr. 23: (a) Sprinklerová hlavice (145 s); (b) Mlhová hlavice (254,5 s)

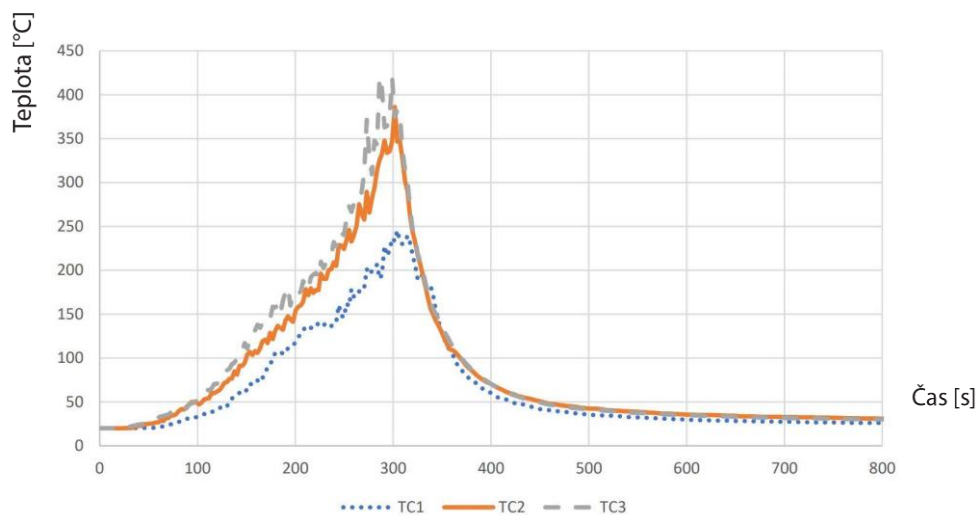
Na obr. 24a je vidět aktivace poslední sprinklerové hlavice v čase 243,5 s. Druhá mlhová hlavice na obr. 24b nebyla aktivována. Důvod je zřejmě ten, že kapky mlhy dostatečně rychle ochladí okolí a k aktivaci druhé hlavice nedojde. Tady je zajímavé, že se malé kapky mlhy dostanou přes dva otvory znázorňující otevřené dveře až do hygienického zařízení.



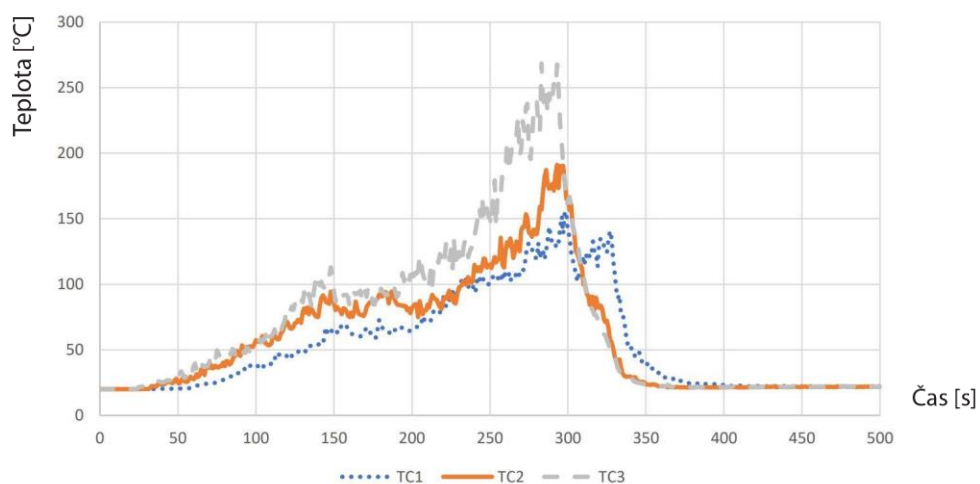
(a)

(b)

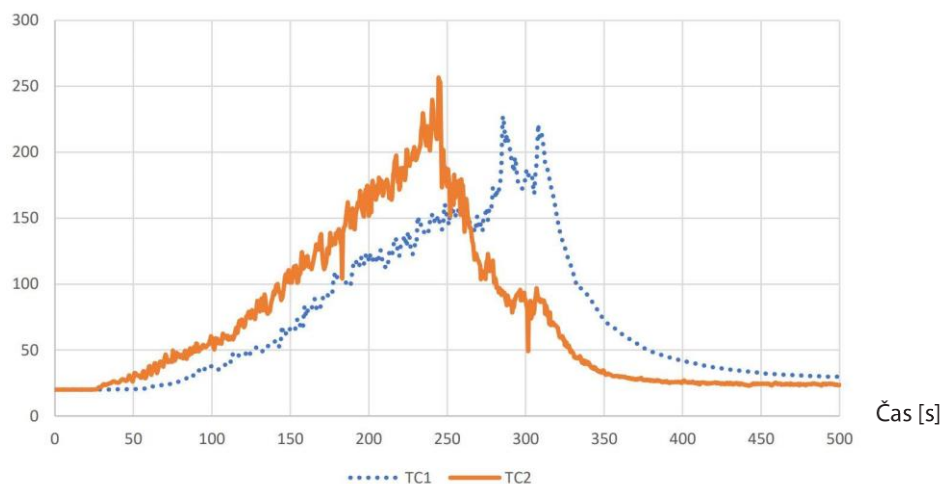
obr. 24: (a) Sprinklerová hlavice (243,5 s); (b) Mlhová hlavice (311 s)



obr. 25: Průběh teploty v čase na termočláncu TC1, TC2 a TC3 bez použití SHZ



obr. 26: Průběh teploty na termočláncu TC1, TC2 a TC3 s použitím sprinklerového SHZ



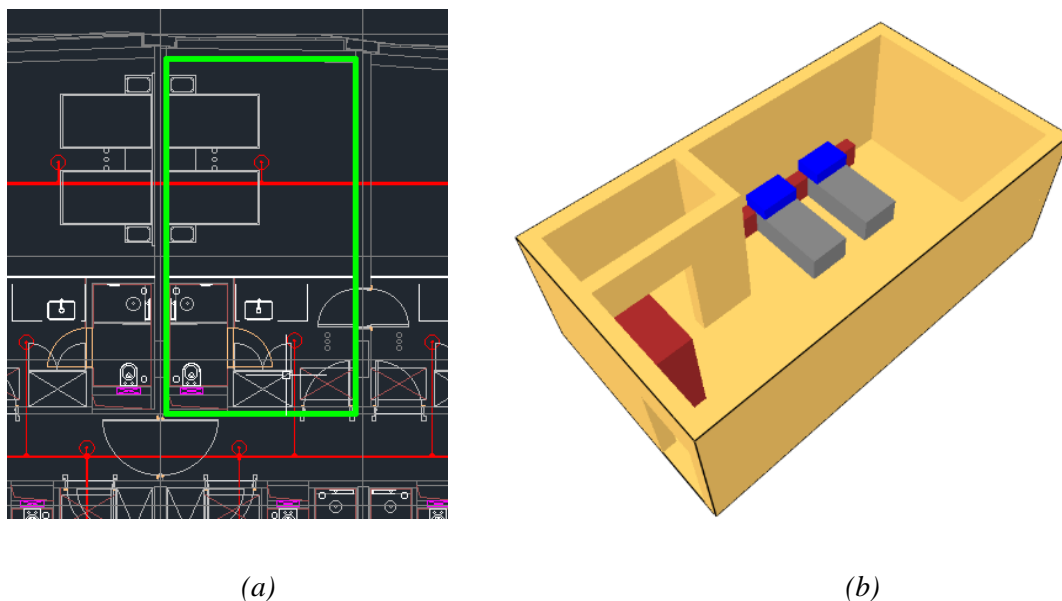
obr. 27: Průběh teploty na termočláncu TC1 a TC2 s použitím mlhového SHZ

5.1.1 Vyhodnocení

Na grafech je vidět průběh teploty z počítačové simulace. Graf na obr. 25 zobrazuje průběh teploty bez SHZ, u kterého se dosáhne teploty přes 400 °C. U dalších dvou simulací, kde bylo použito SHZ, se u obou případů dosahuje přibližně 250 °C. V těchto prostorách by mělo mít mlhové SHZ lepší hasící schopnost. Podobnosti výsledku předchází fakt, že mlhová hlavice je mnohem dál od zdroje hoření. První sprinklerová hlavice se aktivuje v čase 145 s. Mlhová hlavice až téměř po dvou minutách, v čase 254,5 s. Vzhledem k těmto skutečnostem je u obou systémů dosaženo podobných teplot. Stále je ale výhodnější použití mlhového SHZ, u kterého nevzniknout významné škody po hašení. Tímto příkladem bylo ověřeno, že obě zařízení dostanou požár účinně pod kontrolu.

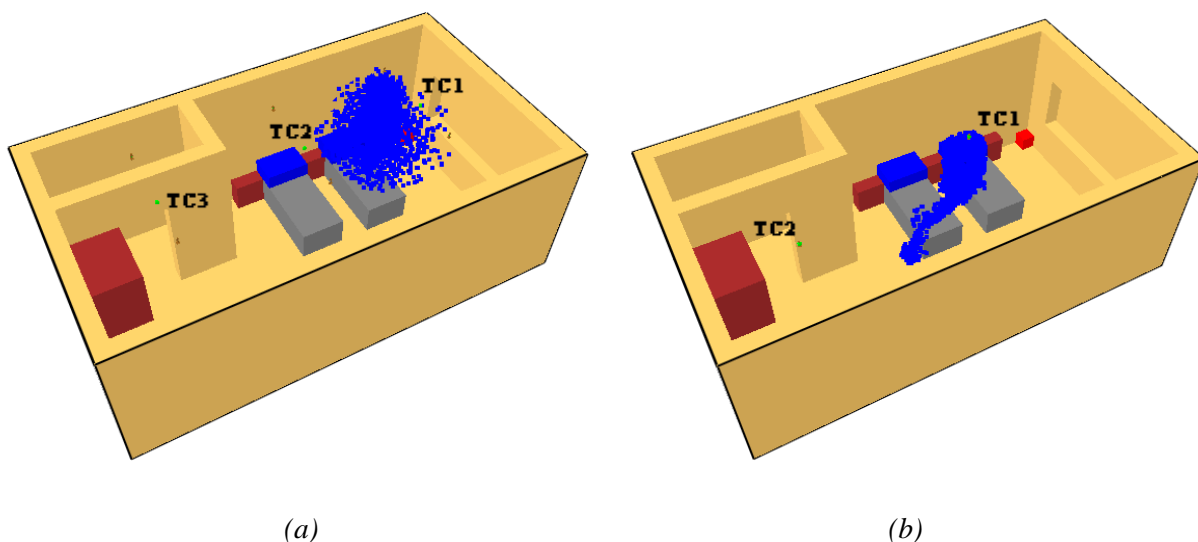
5.2 Požární scénáře v hotelovém pokoji

V simulaci níže se jedná se o požární úsek hotelového pokoje. Řešený požární úsek s rozměry 8,1 × 4,2 × 3 m byl v programu FDS rozdělen na krychličky o hraně délky 100 mm (102 060 krychliček). Umístění hlavic mlhového SHZ (2 hlavice) je podle projektové dokumentace, z které byl požární úsek převzat. Hlavice pro sprinklerové SHZ (5 hlavic) jsou umístěny dle ČSN EN 12845. Přesné umístění hlavic v prostoru pokoje je viditelné na obr. 29a a obr. 29b. Tady je zajímavé, že se kvůli větším rozměrům místnosti porovnává 5 sprinklerových hlavic s dvěma mlhovými. Požár ve všech scénářích je stejný a byl namodelován na základě předchozích zkoušek a pomocí Heat Release Rate (HRR). Hodnoty HRR byly převzaty z odborné knihy [3]. Zdroj požáru, koš, byl umístěn do rohu místnosti (červený čtverec na obr. 29b).



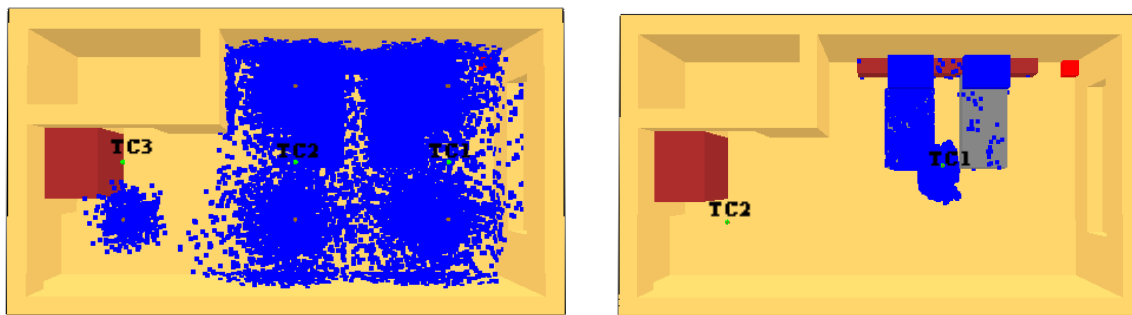
obr. 28: (a) Dispozice hotelového pokoje; (b) Model hotelového pokoje v programu FDS

Na obr. 29a je vidět aktivace první sprinklerové hlavice v čase 48,5 s. Mlhová hlavice na obr. 29b je aktivována v čase 68 s. Tady je zajímavé, že jsou i v tomto případě kapky mlhy o velikosti 0,05 mm odváděny od ohniska požáru. Zkratkami TC1, TC2 a TC3 na obrázcích je označena poloha termočlánků, které jsou umístěny přesně v místě instalovaných hlavice.



obr. 29: (a) Sprinklerová hlavice (48,5 s); (b) Mlhová hlavice (68 s)

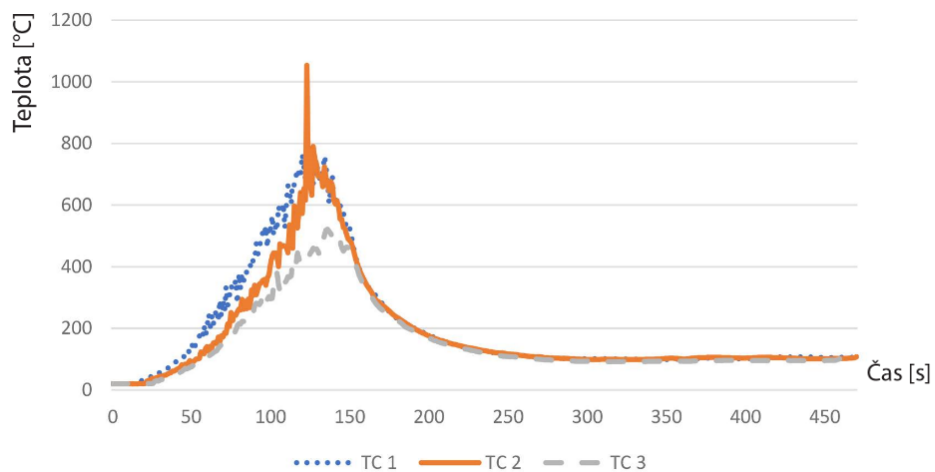
Na obr. 30a je vidět aktivace poslední sprinklerové hlavice v čase 73,4 s. Druhá mlhová hlavice na obr. 30b nebyla aktivována. Důvod je zřejmě ten, že kapky mlhy dostatečně rychle ochladí okolí a k aktivaci druhé hlavice nedojde.



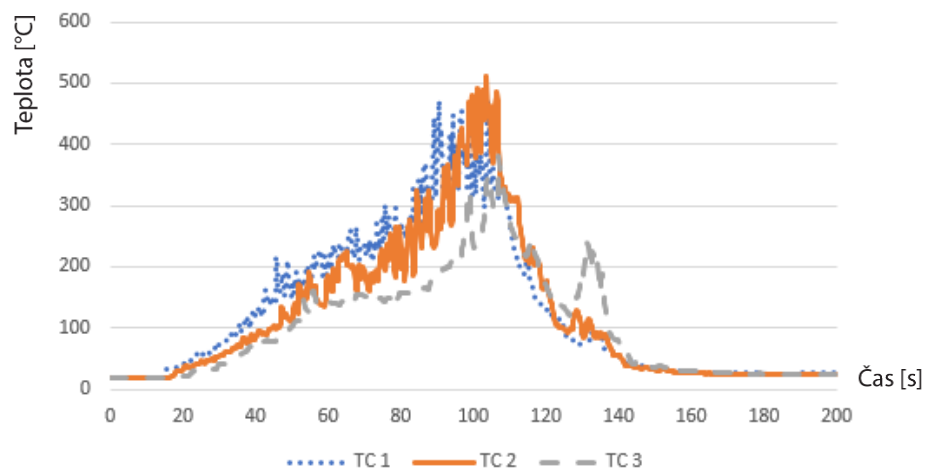
(a)

(b)

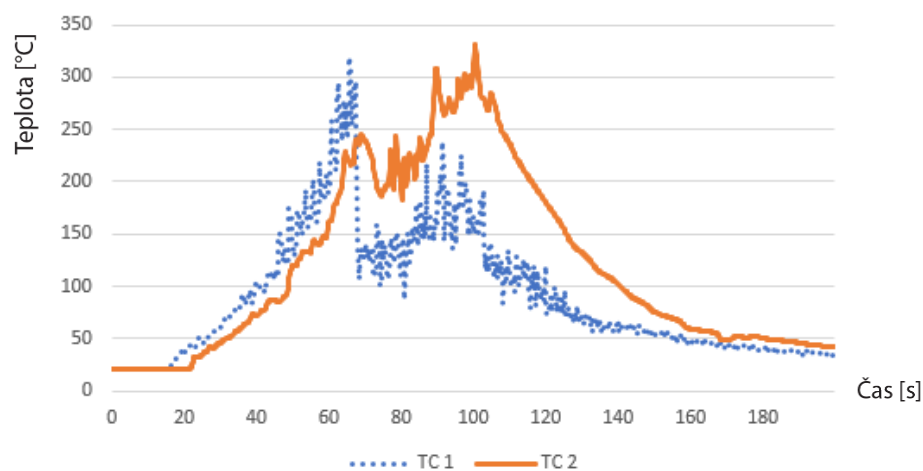
obr. 30: (a) Sprinklerová hlavice (73,4 s); (b) Mlhová hlavice (135 s)



obr. 31: Průběh teploty v čase na termočláncu TC1, TC2 a TC3 bez použití SHZ



obr. 32: Průběh teploty na termočláncu TC1, TC2 a TC3 s použitím sprinklerového SHZ



obr. 33: Průběh teploty na termočláncu TC1 a TC2 s použitím mlhového SHZ

5.2.1 Vyhodnocení

Z počítačové simulace je na grafech zobrazující teploty patrné, že SHZ má svůj význam. Graf na obr. 31 zobrazuje průběh teploty bez SHZ. V této simulaci se dosahuje teploty přes 1000 °C. U dalších dvou simulací, kde bylo použito SHZ, netrvalo dlouho a obě zařízení požár efektivně uhasila a zabránila dalšímu rozšíření. V obou případech již po 140 s od vypuknutí požáru teplota klesla pod 100 °C. Z modelu je vidět, že lepší hasicí účinek má mlha, u které maximální teplota nepřekročila ani 350 °C, na rozdíl od sprinklerů, kde teplota přesáhla 500 °C. Tímto příkladem bylo ověřeno, že obě zařízení dostanou účinně požár pod kontrolu.

6 Závěr

V této části diplomové práce je uvedena historie vývoje sprinklerových a mlhových SHZ ve světě, ale i v České republice. Dále jsou popsány hlavní komponenty, systémové řešení a navrhování obou systémů. Porovnáním bylo zjištěno, že je ve většině případů pro hašení požáru výhodnějším systémem mlhové SHZ pro mnoho již uvedených výhod. Rozhodujícím faktorem při výběru hasicího systému je však často cena a v neposlední řadě absence návrhového dokumentu. Proto se častěji volí sprinklerové SHZ.

I ze simulací vyplývá, že u obou modelů vyšlo lépe mlhové SHZ. Avšak mnohem lepších, respektive výraznějších výsledků se dosáhlo u modelu hotelového pokoje. Je to dáno velikostí řešených požárních úseků a vzdáleností hlavice od zdroje požáru. I když u obou simulací vyšlo lépe mlhové SHZ, nedá se striktně určit, že je vždy vhodnější než sprinklerové.

Příloha 1 – Zdrojový kód studovny z programu FDS

OBECNE INFORMACE O MODELU

&HEAD CHID='bez SHZ',

TITLE='Simulace požaru ve studovne bez SHZ/'

Popis modelu

VYPOCETNI CAS

&TIME T_END=2600./

Doba simulace
(časový krok je nastaven automaticky)

VYPOCETNI OBLAST

&MESH IJK=60,56,30, XB= -0.1,5.9,-0.2,5.4, 0,3 /

Jedna výpočetní síť, krychličky o velikosti 100 mm

MATERIALY

&MATL ID='CONCRETE',

FYI='údaje z NIST',

SPECIFIC_HEAT=1.04,

CONDUCTIVITY=1.8,

DENSITY=2280.0/

Vlastnosti materiálů

OKRAJOVE PODMINKY

&SURF ID = 'STROP'

COLOR = 'GRAY'

MATL_ID = 'CONCRETE'

THICKNESS = 0.3 /

Přiřazené vlastnosti k povrchům

KONSTRUKCE A NABYTEK

&OBST XB= -0.1,0, -0.2,5.4, 0,3/

Přední stěna

&OBST XB= 5.8,5.9, -0.2,5.4, 0,3/

Zadní stěna

&OBST XB= 0,5.8, -0.2,0, 0,3/

Boční stěna vpravo

&OBST XB= 0,5.8, 5.2,5.4, 0,3/

Boční stěna vlevo

&VENT SURF_ID='STROP',XB= -0.1,5.9, -0.2,5.4, 3,3/

Strop

&HOLE XB= -0.11,0.01, 1.3,2.2, -0.01,2.1/

Vstupní dveře

&OBST XB= 2.1,2.2, -0.2,5.4, 0,3/

Příčka oddělující studovnu od předsíně

&HOLE XB= 2.09,2.21, 1.3,2.2, -0.01,2.1/

Dveře do studovny

&OBST XB= 0,2.1, 2.7,2.8, 0,3/

Příčka oddělující hyg. zázemí od předsíně

&HOLE XB= 1.1,1.9, 2.69,2.81, -0.01,2.1/

Dveře do hygienického zázemí

&OBST XB=0,2.1,0,0.9,0,2.1, RGB=153,76,0/

Skříň

&OBST XB=2.2,5.5,0,0.9,0,2.1, RGB=153,76,0/

Skříň

&OBST XB=2.2,3.1,3.0,5.2,0,0.4, COLOR='GRAY'/

Válenda

&OBST XB=4.4,5.2,1.5,2.3,0.8,0.8, RGB=153,76,0/

Stolek

&OBST XB=4.6,5.0,1.0,1.4,0.5,0.5, COLOR='BROWN'/

Židle

&OBST XB=4.6,5.0,2.4,2.8,0.5,0.5, COLOR='BROWN'/

Židle

&OBST XB=4,5,2,4,5,5,2,0,8,0,82, RGB=153,76,0/

Stolek

&OBST XB=4.4,4.8,4.1,4.5,0.5,0.5, COLOR='BROWN'/

Židle

&OBST XB=0,0,9,4.3,5.2,0,2.6, RGB=64,224,228/
 &OBST XB=1.1,1.8,4.7,5.2,0.6,0.8, COLOR='WHITE'/
 &OBST XB=5.4,5.6, 4.8,5.0, 0.0,0.2, COLOR='RED'/

Sprchový kout
 Umyvadlo
 Zdroj hoření

ZDROJ HOŘENÍ A REAKCE

&SURF ID='FIRE',HRRPUA=5520, RAMP_Q='fireramp' /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 0.0, F = 0.0 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 200.1, F = 0.00757529 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 260.4, F = 0.038677174 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 300.3, F = 0.034738043 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 340.7, F = 0.077549275 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 400.4, F = 0.038525725 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 720.2, F = 0.018700181 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 800.6, F = 0.061468116 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 865.4, F = 0.583449275 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 886.6, F = 0.71588587 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 959.2, F = 1.0 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 1036.2, F = 0.668974638 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 1047.7, F = 0.832588768 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 1137.0, F = 0.758471014 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 1316.4, F = 0.69204529 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 1523.5, F = 0.380150362 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 2002.2, F = 0.243275362 /
 &RAMP ID = 'fireramp', T = 2600.1, F = 0.008873913 /
 &VENT XB=0.0,5.8,0.0,5.2,0.0,0.0, SURF_ID='FIRE',
 XYZ=5.5,4.9,0.0, SPREAD_RATE=0.03 /
 &REAC ID='Propane',
 FUEL='REAC_FUEL',
 FORMULA='C3H8',
 SOOT_YIELD=0.024/

Převzato z odborné knihy Modelování dynamiky požáru v budovách.

Název:
 Obývací pokoj s nábytkem o ploše 16 m2
 Technický popis:
 3 testy obývacího pokoje zařízeného nábytkem
 Rozměry: 16 m2 (plocha pokoje)
 Hmotnost: nespecifikované
 Popis zkoušky:
 z odborné knihy: Design Fires for Fire Safety Engineering
 Technické vybavení (norma):
 Pokojový kalorimetr
 MAX HRR: 5520 kW (959 s)

Simulace požáru na základě HRR
 Čas T v sekundách
 Poměr F=HRR/HRRPUA
 Plocha hoření a míra šíření od zdroje

MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ A NASTAVENÍ VÝSTUPŮ

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE',
 VALUE=400.0,300.0,200.0,100.0,68.0/
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=1.1/
 &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=4.0/
 &DEVC ID='BOD1', QUANTITY='TEMPERATURE',
 XYZ=1.1,1.3,2.9/
 &DEVC ID='BOD2', QUANTITY='TEMPERATURE',
 XYZ=4,1.3,2.9/
 &DEVC ID='BOD3', QUANTITY='TEMPERATURE',
 XYZ=4,3.9,2.9/
 &TAIL /

POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ 1 BEZ SHZ

Izoplochy, spojují všechny body o stejné hodnotě

Řez rovinou

Zařízení pro bodové měření teploty

*MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ A NASTAVENÍ
VÝSTUPŮ*POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ 2
SPRINKLEROVÉ SHZ

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE',
VALUE=400.0,300.0,200.0,100.0,68.0/

Izoplochy, spojují všechny body o stejné hodnotě

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=1.1/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=4.0/

Řez rovinou

&DEVC ID='BOD1', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=1.1,1.3,2.9/
&DEVC ID='BOD2', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=4,1.3,2.9/
&DEVC ID='BOD3', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=4,3.9,2.9/

Zařízení pro bodové měření teploty

&DEVC ID='Hlavice SHZ_1', XYZ=1.1,1.3,2.9,
PROP_ID='K' /
&DEVC ID='Hlavice SHZ_2', XYZ=4,1.3,2.9,
PROP_ID='K' /
&DEVC ID='Hlavice SHZ_3', XYZ=4,3.9,2.9,
PROP_ID='K' /

Umístění a způsob aktivace

&PROP ID='K',
QUANTITY='SPRINKLER LINK
TEMPERATURE',
RTI=50.,
OPERATING_PRESSURE=2,
INITIAL_TEMPERATURE=20.0,
ACTIVATION_TEMPERATURE=68.,
OFFSET=0.10,
PART_ID='water drops',
SPRAY_ANGLE=0.,60.,
FLOW_RATE=113.137,
DROPLET_VELOCITY=5./

Vlastnosti sprinklerů

&PART ID='water drops',
SPEC_ID='WATER VAPOR',
DIAMETER=1000.0,
MONODISPERSE=.TRUE.,
AGE=60.0,
SAMPLING_FACTOR=1/

Vlastnosti kapek

&SPEC ID='WATER VAPOR'/

Voda

&TAIL /

*MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ A NASTAVENÍ
VÝSTUPŮ*POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ 3
MLHOVÉ SHZ

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE',
VALUE=400.0,300.0,200.0,100.0,68.0/

Izoplochy, spojují všechny body o stejné hodnotě

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=1.0/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=4.0/

Řez rovinou

&DEVC ID='BOD1', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=1,1.4,2.9/
&DEVC ID='BOD2', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=4,2.8,2.9/

Zařízení pro bodové měření teploty

&DEVC ID='Hlavice MHZ_1', XYZ=1,1.4,2.9,
PROP_ID='K'/
&DEVC ID='Hlavice MHZ_2', XYZ=4,2.8,2.9,
PROP_ID='K'/

Umístění a způsob aktivace

&PROP ID='K',

QUANTITY='SPRINKLER LINK
TEMPERATURE',
RTI=50.,
C_FACTOR=4.2,
OPERATING_PRESSURE=82,
INITIAL_TEMPERATURE=20.0,
ACTIVATION_TEMPERATURE=68.,
OFFSET=0.10,

Vlastnosti sprinklerů

PART_ID='water drops',
SPRAY_ANGLE=30.,80.
FLOW_RATE=38.03,
DROPLET_VELOCITY=30./

&PART ID='water drops',
SPEC_ID='WATER VAPOR',
DIAMETER=50.0,
MONODISPERSE=.TRUE.,
AGE=60.0,
SAMPLING_FACTOR=1/

Vlastnosti kapek

&SPEC ID='WATER VAPOR'/

Voda

&TAIL /

Příloha 2 – Zdrojový kód hotelového pokoje z programu FDS

OBECNE INFORMACE O MODELU

&HEAD CHID='hotel_bez SHZ',

TITLE='Simulace hoteloveho pokoje za pozaru bez SHZ' / Popis modelu

VYPOCETNI CAS

&TIME T_END=850./

Doba simulace
(časový krok je nastaven automaticky)

VYPOCETNI OBLAST

&MESH IJK=29,16,10, XB=-0.3,8.4,-0.3,4.5,0,3 /

Jedna výpočetní síť, krychličky o velikosti 600mm

MATERIALY

&MATL ID='CONCRETE',
FYI='údaje z NIST',
SPECIFIC_HEAT=1.04,
CONDUCTIVITY=1.8,
DENSITY=2280.0/

Vlastnosti materiálů

OKRAJOVE PODMINKY

&SURF ID = 'STENA_STROP'
COLOR = 'GRAY'
MATL_ID = 'CONCRETE'
THICKNESS = 0.3 /

Přiřazené vlastnosti k povrchům

KONSTRUKCE A NABYTEK

&OBST XB=-0.3,0.0,-0.3,4.5,0.0,3/
&OBST XB=8.1,8.4,-0.3,4.5,0.0,3/
&OBST XB=0,8.1,-0.3,0.0,0.0,3/
&OBST XB=0,8.1,4.2,4.5,0.0,3/
&VENT SURF_ID='STENA_STROP',XB=-0.3,8.4,-
0.3,4.5,3,3/
&HOLE XB=-0.31,0.01,0.1,1.1,-0.01,2.0 /
&HOLE XB=8.09,8.41,0.9,3.6,0.9,2.2 /
&OBST XB=0,3,2.7,3,0,3/
&OBST XB=2.7,3,3,4.5,0.0,3/
&HOLE XB=0.88,1.74,2.7,3,0,2/
&OBST XB=4.2,5.1,2.1,4.2,0,0.6, COLOR='GRAY'/
&OBST XB=5.7,6.6,2.1,4.2,0,0.6, COLOR='GRAY'/
&OBST XB=4.2,5.1,3.6,4.2,0.6,0.9, COLOR='BLUE'/
&OBST XB=5.7,6.6,3.6,4.2,0.6,0.9, COLOR='BLUE'/
&OBST XB=3.6,4.2,3.9,4.2,0,0.6, COLOR='BROWN'/

Přední stěna
Zadní stěna
Boční stěna vlevo
Boční stěna vpravo
Strop

Dveře
Dveře
Příčka hygienického zázemí
Příčka hygienického zázemí
WC
Postel
Postel
Polštář
Polštář
Stolek

&OBST XB=5.1,5.7,3.9,4.2,0,0.6, COLOR='BROWN'/	Stolek
&OBST XB=6.6,7.2,3.9,4.2,0,0.6, COLOR='BROWN'/	Stolek
&OBST XB=0,0.8,1.4,2.7,0,2.1, COLOR='BROWN'/	Skříň
&OBST XB=7.8,8.1, 3.9,4.2, 0,0,0.3, COLOR='RED'/	Koš – zdroj hoření
ZDROJ HOŘENÍ A REAKCE	
&SURF ID='FIRE', HRRPUA=6829.5, RAMP_Q='fireramp' /	Převzato z katalogu rychlosti uvolňování tepla (HRR – Heat Release Rate) jež je přílohou odborné knihy Modelování dynamiky požáru v budovách.
&RAMP ID = 'fireramp', T = 0.0, F = 0.0 /	Název:
&RAMP ID = 'fireramp', T = 75.0, F = 0.146423787 /	Ložnice 2
&RAMP ID = 'fireramp', T = 196.0, F = 1.0 /	Technický popis:
&RAMP ID = 'fireramp', T = 266.0, F = 1.0 /	manželská postel, lůžkoviny, noční stolky, zdi z překližky
&RAMP ID = 'fireramp', T = 834.0, F = 0.0 /	Rozměry: nespecifikované
&VENT XB=0.0,8.1,0.0,3.9,0.0,0.0, SURF_ID='FIRE', XYZ=7.8,3.6,0.0, SPREAD_RATE=0.03 /	Hmotnost: nespecifikovaná
	Popis zkoušky:
	Technické vybavení (norma): pokojový kalorimetr
	Způsob zapálení: odpadkový koš, 0,75 kg
&REAC ID='Propane', FUEL='REAC_FUEL', FORMULA='C3H8', SOOT_YIELD=0.024/	Simulace požáru na základě HRR Čas T v sekundách Poměr $F=HRR/HRRPUA$
MĚŘICÍ ZAŘÍZENÍ A NASTAVENÍ VÝSTUPŮ	
&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE', VALUE=400.0,300.0,200.0,100.0,92.0,74.0,68.0/	POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ 1 BEZ SHZ
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=1.5/ &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=4.2/ &SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=6.6/	Izoplochy, spojují všechny body o stejné hodnotě
&DEVC ID='BOD2', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=6.6,2.1,3/ &DEVC ID='BOD4', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=4.2,2.1,3,/ &DEVC ID='BOD6', QUANTITY='TEMPERATURE', XYZ=1.5,2.1,3,/ &TAIL /	Řez rovinou Zařízení pro bodové měření teploty

*MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ A NASTAVENÍ
VÝSTUPŮ*POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ 2
SPRINKLEROVÉ SHZ

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE',
VALUE=400.0,300.0,200.0,100.0,92.0,74.0,68.0/

Izoplochy, spojují všechny body o stejné hodnotě

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=1.5/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=4.2/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=6.6/

Řez rovinou

&DEVC ID='TC1', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=6.6,2.1,3/
&DEVC ID='TC2', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=4.2,2.1,3/
&DEVC ID='TC3', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=1.5,2.1,3/

Zařízení pro bodové měření teploty

&DEVC ID='Hlavice SHZ_1', XYZ=6.6,3.3,3,
PROP_ID='K' /
&DEVC ID='Hlavice SHZ_2', XYZ=6.6,1.2,3,
PROP_ID='K' /
&DEVC ID='Hlavice SHZ_3', XYZ=4.2,3.3,3,
PROP_ID='K' /
&DEVC ID='Hlavice SHZ_4', XYZ=4.2,1.2,3,
PROP_ID='K' /
&DEVC ID='Hlavice SHZ_5', XYZ=1.5,1.2,3,
PROP_ID='K' /

Umístění a způsob aktivace

&PROP ID='K',

QUANTITY='SPRINKLER LINK
TEMPERATURE',
RTI=50.,
OPERATING_PRESSURE=2,
INITIAL_TEMPERATURE=20.0,
ACTIVATION_TEMPERATURE=68.,
OFFSET=0.10,

Vlastnosti sprinklerů

PART_ID='water drops',
SPRAY_ANGLE=0.,60.,
FLOW_RATE=113.137,
DROPLET_VELOCITY=5./

&PART ID='water drops',

SPEC_ID='WATER VAPOR',
DIAMETER=1000.0,
MONODISPERSE=.TRUE.,
AGE=60.0,
SAMPLING_FACTOR=1/

Vlastnosti kapek

&SPEC ID='WATER VAPOR'/

Voda

&TAIL /

*MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ A NASTAVENÍ
VÝSTUPŮ*POŽÁRNÍ SCÉNÁŘ 3
MLHOVÉ SHZ

&ISOF QUANTITY='TEMPERATURE',
VALUE=400.0,300.0,200.0,100.0,92.0,74.0,68.0/

Izoplochy, spojují všechny body o stejné hodnotě

&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=1.5/
&SLCF QUANTITY='TEMPERATURE', PBX=5.1/

Řez rovinou

&DEVC ID='BOD2', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=1.5,1.2,3,/
&DEVC ID='BOD1', QUANTITY='TEMPERATURE',
XYZ=5.1,2.1,3,/

Zařízení pro bodové měření teploty

&DEVC ID='Hlavice MHZ_2', XYZ=1.5,1.2,3,
PROP_ID='K' /
&DEVC ID='Hlavice MHZ_1', XYZ=5.1,2.1,3,
PROP_ID='K' /

Umístění a způsob aktivace

&PROP ID='K',
QUANTITY='SPRINKLER LINK
TEMPERATURE',
RTI=50.,
C_FACTOR=4.2,
OPERATING_PRESSURE=82,
INITIAL_TEMPERATURE=20.0,
ACTIVATION_TEMPERATURE=68.,
OFFSET=0.10,
PART_ID='water drops',
SPRAY_ANGLE=30.,80.
FLOW_RATE=38.03,
DROPLET_VELOCITY=30./

Vlastnosti sprinklerů

&PART ID='water drops',
SPEC_ID='WATER VAPOR',
DIAMETER=50.0,
MONODISPERSE=.TRUE.,
AGE=60.0,
SAMPLING_FACTOR=1/

Vlastnosti kapek

&SPEC ID='WATER VAPOR'/

Voda

&TAIL /

Seznam obrázků

obr. 1: Průběh plně rozvinutého požáru v uzavřeném prostoru [5].....	6
obr. 2: Sprinklerové zařízení se suchou a mokrou soustavou [7]	8
obr. 3: Tlaková nádrž [10].....	10
obr. 4: (a) Podzemní nádrž [11]; (b) Nadzemní nádrž se sprinklerovou stanicí [10].....	10
obr. 5: Instalace systémů aquatherm red pipe do betonu [12].....	13
obr. 6: Výstup pro sprinklerovou hlavici z betonu [12].....	13
obr. 7: (a) Čerpadlo s elektromotorem; (b) Čerpadlo s dieslovým motorem [10].....	14
obr. 8: Mokrá ventilová stanice [7]	15
obr. 9: Komponenty sprinklerové hlavice [13]	16
obr. 10: Otevření sprinkleru po dosažení otevírací teploty skleněné pojistky [14]	17
obr. 11: Dělení halogenderivátů uhlovodíků [19].....	20
obr. 12: Scandinavian star [21]	21
obr. 13: Způsoby ochrany objektů a stavebních konstrukcí mlhovým SHZ [17].....	23
obr. 14: (a) Čerpací zařízení typu LPU; (b) Čerpací zařízení typu EPU [23].....	24
obr. 15: (a) Čerpací zařízení typu SPU; (b) Čerpací zařízení typu MSPU [23].....	25
obr. 16: (a) Čerpací zařízení typu DPU; (b) Čerpací zařízení typu GPU [23].....	25
obr. 17: Čerpací zařízení typu MAU [23]	26
obr. 18: (a) Sekční ventil [24]; (b) Sekční ventily vícezónového mlhového SHZ [25].....	26
obr. 19: Strojní ohýbačka [25]	27
obr. 20: Výstřikový proud: (a) sprinkleru; (b) nízkotlaké mlhy [17].....	31
obr. 21: Srovnání z hlediska hmotností [17].....	31
obr. 22: (a) Dispozice řešené studovně; (b) Model studovně v programu FDS.....	36
obr. 23: (a) Sprinklerová hlavice (145 s); (b) Mlhová hlavice (254,5 s)	36
obr. 24: (a) Sprinklerová hlavice (243,5 s); (b) Mlhová hlavice (311 s)	37
obr. 25: Průběh teploty v čase na termočlánek TC1, TC2 a TC3 bez použití SHZ.....	37
obr. 26: Průběh teploty na termočlánek TC1, TC2 a TC3 s použitím sprinklerového SHZ....	37
obr. 27: Průběh teploty na termočlánek TC1 a TC2 s použitím mlhového SHZ.....	38
obr. 28: (a) Dispozice hotelového pokoje; (b) Model hotelového pokoje v programu FDS ...	39
obr. 29: (a) Sprinklerová hlavice (48,5 s); (b) Mlhová hlavice (68 s)	39
obr. 30: (a) Sprinklerová hlavice (73,4 s); (b) Mlhová hlavice (135 s)	40

obr. 31: Průběh teploty v čase na termočlátku TC1, TC2 a TC3 bez použití SHZ.....	40
obr. 32: Průběh teploty na termočlátku TC1, TC2 a TC3 s použitím sprinklerového SHZ....	40
obr. 33: Průběh teploty na termočlátku TC1 a TC2 s použitím mlhového SHZ.....	41

Seznam tabulek

tab. 1: Závislost počtu kapek a plochy na jejich průměru [17]	19
tab. 2: Regulace a zákaz produkce halogenderivátů [19].....	21
tab. 3: Porovnání SHZ vzhledem k velikosti kapek a tlaku v potrubí.....	31
tab. 4: Souhrn mlhového SHZ z podkladu k řešenému projektu	33
tab. 5: Souhrn sprinklerového SHZ z řešeného projektu	33
tab. 6: Parametry hasicích hlavíc	35

Literatura

- [1] Zákon č. 133/1985 Sb., České národní rady o požární ochraně.
- [2] ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.
- [3] ČSN 73 0804. *Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010.
- [4] KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. *Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách – stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. ISBN 978-80-7385-103-3.
- [5] POKORNÝ, Marek, ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, a STAVEBNÍ FAKULTA. *Požární bezpečnost staveb: sylabus pro praktickou výuku*. V Praze: České vysoké učení technické, 2014. ISBN 978-80-01-05456-7.
- [6] RYBÁŘ, Pavel. *Sprinklerová zařízení*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. ISBN 978-80-7385-106-4.
- [7] RYBÁŘ, Pavel. Sprinklerová stabilní hasicí zařízení - I. díl. *TZB-info* [online]. 28. březen 2016 [vid. 2020-10-16]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13971-sprinklerova-zarizeni-i-dil>
- [8] ČSN EN 12845. *Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [9] RYBÁŘ, Pavel. Sprinklerová stabilní hasicí zařízení - II. díl. *TZB-info* [online]. 4. duben 2016 [vid. 2020-10-16]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13996-sprinklerova-zarizeni-ii-dil>
- [10] *Stabilní hasicí zařízení - vodní | PZB - Požární zařízení, bezpečnost* [online]. [vid. 2020-12-20]. Dostupné z: <http://www.pzb.cz/cs/stabilni-hasici-zarizeni-vodni>
- [11] *Železobetonové sprinklerové nádrže WOLF System* [online]. [vid. 2020-12-20]. Dostupné z: <https://www.wolfssystem.cz/nase-produkty/zelezobetonove-nadrze/nadrze-pro-oblast-prumyslu/sprinklerove-nadrze>
- [12] *AQTpipe* [online]. [vid. 2020-12-20]. Dostupné z: <http://www.aqtpipe.cz/product3>
- [13] REBEKAH. Types of Fire Sprinkler Heads | Fire Systems Inc. | Fire Protection in Atlanta. *Fire Systems, Inc.* [online]. 7. září 2018 [vid. 2020-12-28]. Dostupné z: <https://firesystems.net/2018/09/07/types-of-sprinkler-heads/>
- [14] ASSOCIATION, Chief Fire Officers. *Sprinklers* [online]. [vid. 2020-12-07]. Dostupné z: <http://www.cfoa.org.uk/11543>

-
- [15] ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [16] RYBÁŘ, Pavel. Sprinklerová stabilní hasicí zařízení - III. díl. *TZB-info* [online]. 11. duben 2016 [vid. 2020-10-29]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/14023-sprinklerova-zarizeni-iii-dil>
- [17] RYBÁŘ, Pavel. *Mlhová stabilní hasicí zařízení pro protipožární ochranu objektů a technologií (1. část) - TZB-info* [online]. 4. září 2017 [vid. 2020-11-07]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/16205-mlhova-stabilni-hasici-zarizeni-pro-protipozarni-ochranu-objektu-a-technologie-1-cast>
- [18] WIGHUS, Ragnar a MACDOWELL, Bettina. *AFP_issue_45.pdf* [online]. [vid. 2020-04-13]. Dostupné z: https://iwma.net/fileadmin/user_upload/press_articles/AFP_issue_45.pdf
- [19] ACHRER, Jakub. *Ochrana ozonové vrstvy v České republice: 20 let od podepsání Montrealského protokolu*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2007. ISBN 978-80-7212-471-8.
- [20] LAKKONEN, Max. *The history of modern water mist fire protection*. listopad 2008.
- [21] *Scandinavian Star Ship Fire* [online]. [vid. 2020-12-26]. Dostupné z: http://www.iklimnet.com/hotelfires/ship_fire_case14.html
- [22] BUKOVJAN, Marek. *Studie a návrh mlhového stabilního hasicího zařízení na budovu muzea paroplavby v Praze*. Praha, 2018. Diplomová práce. ČVUT v Praze. Fakulta stavební.
- [23] *Pump Units | Marioff.com* [online]. [vid. 2020-12-13]. Dostupné z: <https://www.marioff.com/fire-protection/hi-fogr-system-components/pump-units>
- [24] *SHZ vysokotlaké - vodní mlha | PZB - Požární zařízení, bezpečnost* [online]. [vid. 2021-01-03]. Dostupné z: <http://www.pzb.cz/cs/shz-vysokotlake-vodni-mlha-0>
- [25] RYBÁŘ, Pavel. Mlhová stabilní hasicí zařízení pro protipožární ochranu objektů a technologií (2. část). *TZB-info* [online]. [vid. 2020-12-07]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/16244-mlhova-stabilni-hasici-zarizeni-pro-protipozarni-ochranu-objektu-a-technologie-2-cast>
- [26] WALD, František a kol. *Modelování dynamiky požáru v budovách*. Praha: ČVUT v Praze - Fakulta stavební, 2017. ISBN 978-80-01-05633-2.
- [27] HIETANIEMI, Jukka a Esko MIKKOLA. *Design Fires for Fire Safety Engineering*. Finland: VTT Technical Research Centre of Finland, 2010. ISBN 978-951-38-7479-7.