

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební



DIPLOMOVÁ PRÁCE

2018

Bc. Marek Bukovjan

Obsah:

Svazek I Zadání diplomové práce

Svazek II Rešerše: Studie mlhového stabilního hasicího zařízení

Svazek III Návrh mlhového stabilního hasicího zařízení na budovu
muzea paroplavby v Praze



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov

**Studie a návrh mlhového stabilního hasicího zařízení na
budovu muzea paroplavby v Praze**

**Studies and design of water mist sprinkler system on
building museum of steamsail in Prague**

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrální bezpečnost staveb

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

Bc. Marek Bukovjan

Praha 2018



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Bukovjan Jméno: Marek Osobní číslo: 409790

Zadávací katedra: K125 - Katedra technických zařízení budov

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Studie a návrh mlhového stabilního hasicího zařízení na budovu muzea paroplavby v Praze

Název diplomové práce anglicky: Studies and design of water mist sprinkler system on building museum of steamship in Prague

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zpracování projektové dokumentace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zadané výkresy v měřítku 1:50-1:100, situace 1:400-1:500, výpočty mlhového sprinklerového systému, technická zpráva
- 2) Rešerše: Studie mlhového stabilního hasicího zařízení

Seznam doporučené literatury:

KRATOCHVÍL, V., Š. NAVAROVÁ a M. KRATOCHVÍL: Požární bezpečnostní zařízení ve stavbách - stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost. 2011. SPBI. ISBN 978-80-7385-103-3.
ČSN P CEN/TS 14972 Stabilní hasicí zařízení - Mlhová zařízení - Navrhování a instalace. 2011.

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

Datum zadání diplomové práce: 5.10.2017

Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2018

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

10.10.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení

Prohlašuji, že na této diplomové práci jsem pracoval samostatně pod odborným vedení Ing. Ilony Koubkové Ph.D. a informace jsem čerpal z uvedené literatury.

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

V Praze dne 7. 1. 2018

Marek Bukovjan

Poděkování

Chtěl bych hlavně poděkovat celé své rodině, která mě po celou dobu studia podporovala a pomáhala mi. Dále bych chtěl poděkovat paní Ing. Iloně Koubkové Ph.D. za vedení mé diplomové práce. Zejména bych chtěl poděkovat panu Bc. Tomáši Polákovi za jeho odborné rady a poskytnutí potřebných materiálů k návrhu. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat studentce Veronice Leyerové za poskytnutí školního projektu, který se stal předlohou této diplomové práce.

Abstrakt

Předmětem této diplomové práce jsou dvě základní části. V první části je zpracován návrh mlhového stabilního hasicího zařízení na budovu muzea paroplavby v Praze dle technické normy ČSN P CEN/TS 14972. Projekt je ve stupni dokumentace pro stavební povolení, kde jsou řešeny rozvody systému, včetně návrhu jejich dimenzí a zařízení, která jsou součástí mlhové soustavy. Druhá teoretická část se zabývá vodní mlhou v požární ochraně. Předmětem této části je studie mlhového hasicího zařízení.

Klíčová slova

Aktivní požární ochrana; hašení požáru; samočinné hasicí zařízení; vodní mlha; sprinkler; hasicí schopnost; návrh mlhového stabilního hasicího zařízení; muzeum

Abstract

The diploma thesis divide in two basic parts. In the first part, is processed the design of water mist sprinkler system on building museum of steamsail in Prague according the Czech standard ČSN P CEN/TS 14972. The project is in the stage of documentation for building permit, where are solved pipes of the system with design of its dimensions and equipment of water mist sprinkler system. The second theoretical part deals with water mist in fire protection. The subject of this part is a study of water mist sprinkler system.

Key words

Active fire safety system; firefighting; sprinkler system; water mist; sprinkler; extinguishing ability; design of water mist sprinkler system; museum

Podklady

Podklady ve formě zpracované výkresové dokumentace muzea paroplavby v Praze byly zpracovány a následně poskytnuty studentkou Veronikou Leyerovou z oboru architektura a stavitelství. Za kvalitu a správnost podkladů neodpovídám. Přiložené výkresy, na základě kterých je diplomová práce zpracována, nebyly mou osobou nijak graficky upravovány, pouze bylo zmenšeno měřítko, jelikož jsou výkresy přiloženy na menších papírových formátech.

Seznam přiložených výkresů

Příloha č. 1 – Výkres 1. nadzemního podlaží

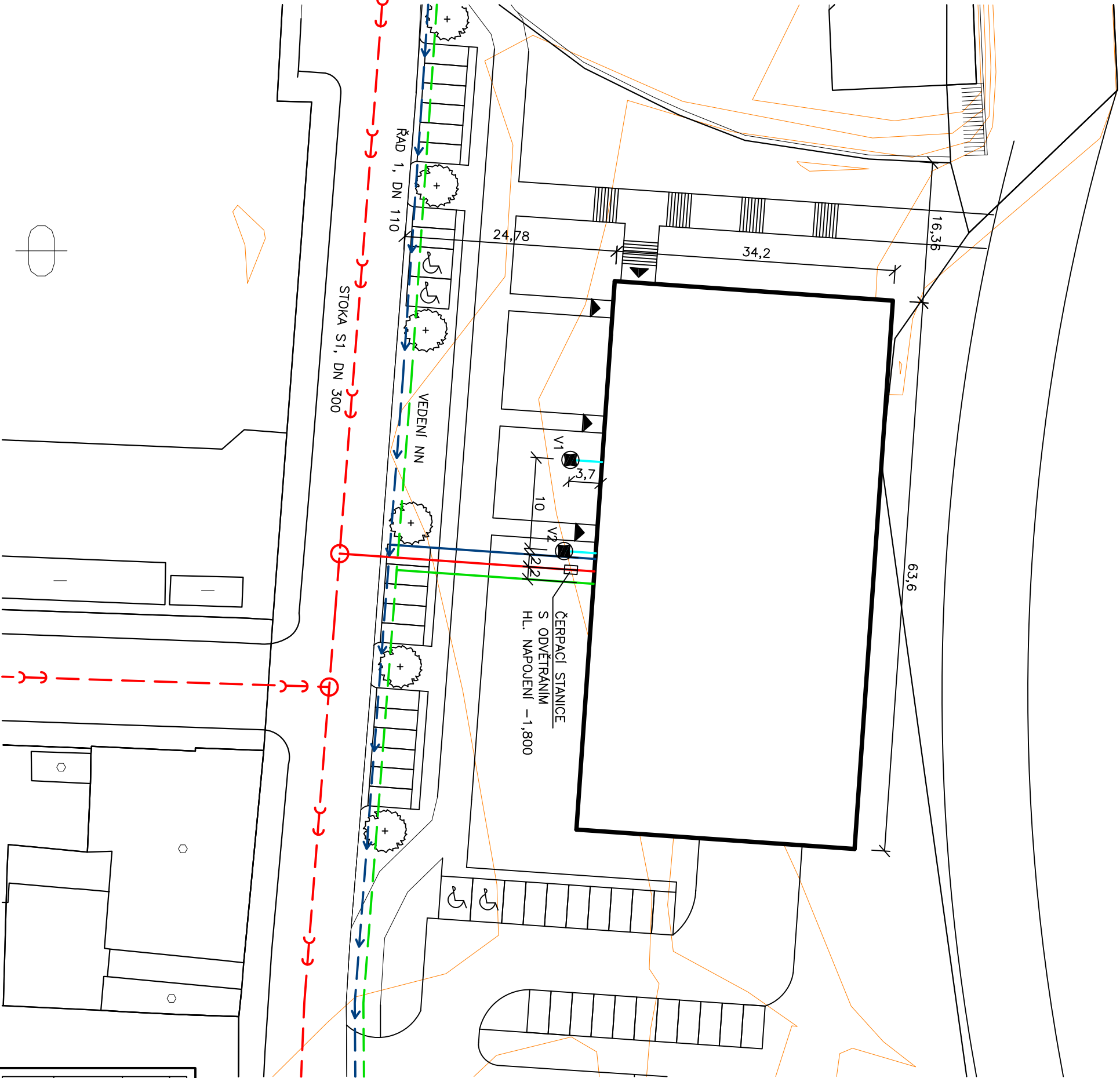
Příloha č. 2 – Výkres 2. nadzemního podlaží

Příloha č. 3 – Výkres 3. nadzemního podlaží

Příloha č. 4 – Výkres řezu objektu

Příloha č. 5 – Výkres situace

Příloha č. 6 – Výkres technického pohledu



LEGENDA

- VRSTEVNICE
- HRANICE PARCEL KN
- VODNÍ VRT PRO TEP.ČERPADLO


STÁVAJÍCÍ SÍTĚ

- KANALIZACE SPLAŠKOVÁ
- VODOVODNÍ ŘAD
- KABEL NN

NAVŘŽENÉ PŘÍPOJKY

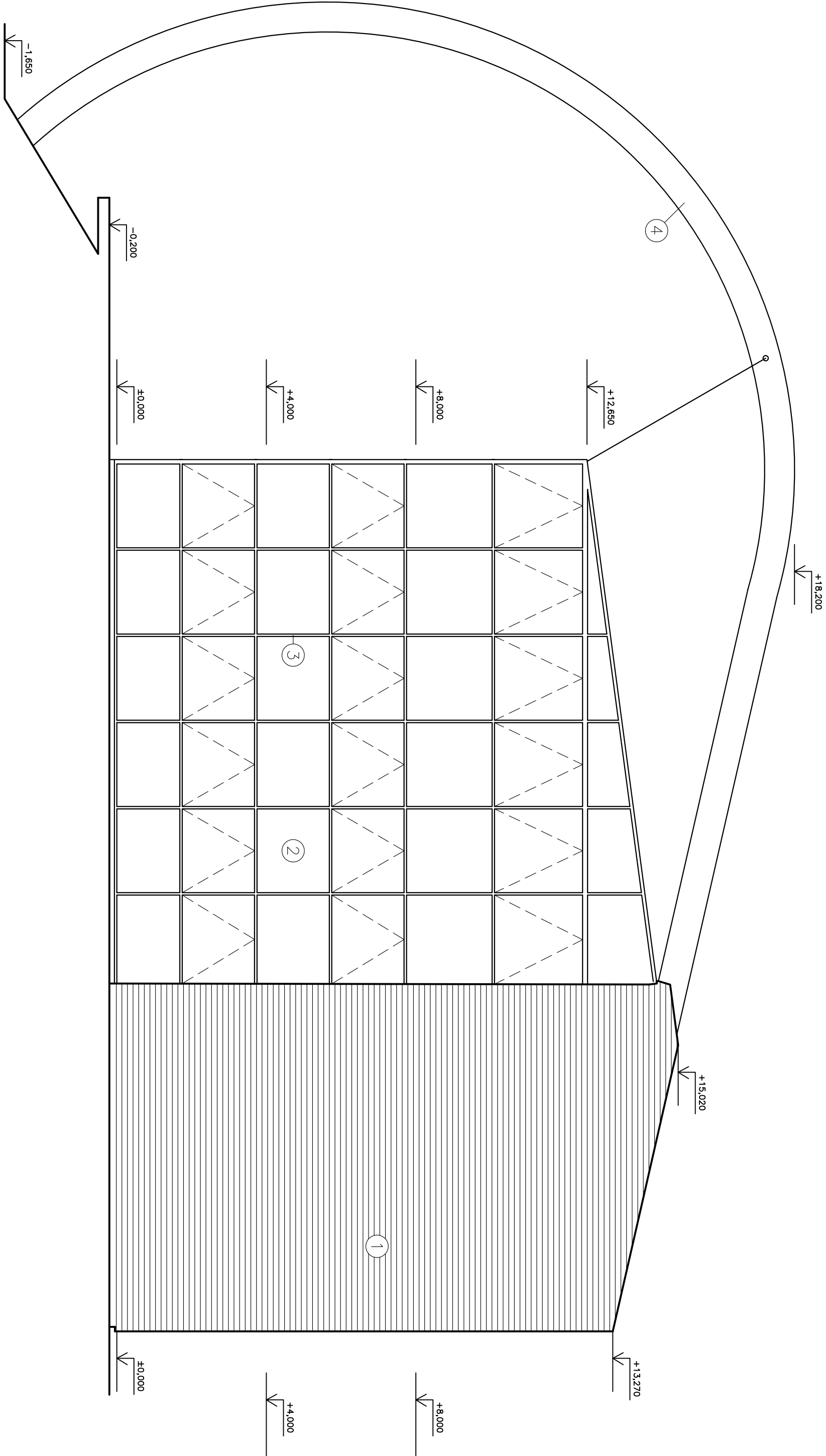
- KANALIZACE SPLAŠKOVÁ
- VODOVODNÍ ŘAD
- KABEL NN




VYPRACOVALA		KONTROLOVAL		 ČVUT V PRAZE THÁKUROVA 7 PRAHA 6	
VERONIKA LEYEROVÁ		Ing.arch. LADISLAV STUPKA Ing. RADEK ZIGLER			
PŘEDMĚT:					
ATELIÉROVÁ TVORBA 4					
VÝKRES:					
KOORDINAČNÍ SITUACE				1:500	2

LEGENDA POVRCHOVÝCH ÚPRAV

OZN	POVRCHOVÁ ÚPRAVA	BARVA
1	DŘEVĚNÝ FASÁDNÍ OBKLAD OSMO, TATRAŇSKÝ PROFIL, SIBIRSKÝ MODŘÍN	HNĚDÁ-SIBIRSKÝ MODŘÍN
2	IZOLAČNÍ TROJSKLO	ČIRÁ
3	HLINIKOVÝ FASÁDNÍ ROŠT, SILNÝ A1 M9, SI 05 F22	SEDA
4	DŘEVĚNÉ LEPENÉ NOSNÍKY	HNĚDÁ-SIBIRSKÝ MODŘÍN



±0,000=239,00 m.n.m BPV

VYPRACOVALA VERONIKA LEYEROVÁ		KONTROLOVAL Ing.arch. LADISLAV STUPKA		 ĽVUT V PRAZE THAKUROVA 7 PRAHA 6
PŘEDMĚT: ATELIÉROVÁ TVORBA 4		DATUM 1/2013		SEMESTR ZS 2012
VÝKRES: POHLED OD SEVERU		KRUH A 401		FORMÁT 6x44
		MĚŘÍTKO: 1:100		Č.VÝKRESU: 8



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov

Rešerše:

Studie mlhového stabilního hasicího zařízení

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrální bezpečnost staveb

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

Bc. Marek Bukovjan

Praha 2018

Obsah

Obsah.....	I
Abstrakt.....	III
Abstract.....	III
Seznam použitých symbolů a zkratek.....	IV
1 Úvod.....	1
1.1 Motivace.....	1
1.2 Cíle.....	1
1.3 Struktura.....	2
2 Současný stav poznání	3
2.1 Požární ochrana	3
2.1.1 Elektrická požární signalizace (EPS).....	3
2.1.2 Zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOKT)	4
2.2 Stabilní hasicí zařízení	4
2.3 Druhy stabilních hasicích zařízení.....	5
2.3.1 Sprinklerové SHZ	5
2.3.2 Mlhové SHZ	6
3 Použití vodní mlhy v požární ochraně.....	8
3.1 Minulost vodní mlhy	8
3.2 Vodní mlha jako hasivo	8
3.3 Hasící účinky vodní mlhy	10
3.4 Výstřikové parametry vodní mlhy	11
3.5 Ochrana vodní mlhou.....	12
3.5.1 Objemová ochrana	13
3.5.2 Lokální ochrana	13
3.6 Vysokotlaká vodní mlha	13
3.6.1 Výhody vysokotlakých mlhových SHZ	14
3.6.2 Nevýhody vysokotlakých mlhových SHZ	15
3.7 Stanovení hasicí schopnosti vodní mlhy	15
3.8 Navrhování mlhových SHZ.....	16
3.9 Použití mlhových SHZ.....	18
3.10 Soustava mlhového hasicího zařízení	19
3.10.1 Typy mlhových soustav	19
3.10.2 Typy mlhových trysek	20
3.10.3 Typy čerpacích zařízení	22
3.10.4 Potrubí.....	24
3.10.5 Filtry.....	25
3.10.6 Ventily.....	26
3.10.7 Hasivo	26
3.11 Příklady aplikace mlhového stabilního hasicího zařízení	27

4	Závěr.....	31
	Seznam obrázků	32
	Seznam tabulek.....	33
	Literatura.....	34

Abstrakt

Předmětem této rešerše diplomové práce je zaměření se na hašení požáru vodní mlhou, resp. na mlhové stabilní hasicí zařízení. V této teoretické části jsou představeny především charakterizující vlastnosti a hasicí schopnosti vodní mlhy. Také je tato část zaměřena na aplikaci mlhových zařízení ve stavbách, jejich funkci a navrhování. Dále jsou v této části představeny a popsány hlavní komponenty soustavy mlhového hasicího zařízení.

Klíčová slova

Aktivní požární ochrana; hašení požáru; samočinné hasicí zařízení; vodní mlha; sprinkler; hasicí schopnost

Abstract

The subject of this thesis is focused on water mist firefighting, respektive water mist sprinkler system. In this theoretical part are presented mainly characterizing properties and extinguishing ability of water mist. This part is also focused on application of water mist sprinkler system in buildings, their function and design. In the next part are presented and described the main components of the water mist sprinkler system.

Keywords

Active fire safety system; firefighting; sprinkler system; water mist; sprinkler; extinguishing ability

Seznam použitých symbolů a zkratk

Zkratky

PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
EPS	Elektrická požární signalizace
ZOKT	Zařízení pro odvod kouře a tepla
SHZ	Stabilní hasicí zařízení
PHZ	Polostabilní hasicí zařízení
DHZ	Doplňkové hasicí zařízení
MHZ	Mlhové hasicí zařízení

1 Úvod

1.1 Motivace

Stabilní hasicí zařízení se řadí do skupiny aktivní požární ochrany, jež velmi vysoce zvyšuje úroveň požární bezpečnosti staveb. Hlavním cílem požární bezpečnosti je zabránit ztrátám na životech lidí, zvířat, ale také zabránit co největším škodám na majetku. Aby bylo docíleno v budovách těchto cílů, je třeba vzhledem k předpokládanému typu a průběhu požáru zvolit vhodné hasivo, jenž má každé v daných podmínkách své výhody a nevýhody, kdy určitě největším faktorem na výběru vhodného hasiva je hořlavý materiál.

V současné době je jednoznačně nejpoužívanějším hasivem voda. Nejenže je velmi univerzálním hasicím prostředkem, ale je také netoxická a hlavně snadno dosažitelná. Používá se především ve své základní formě, avšak její použití může být i v jiných formách, jako je například vodní mlha. V této formě je k hašení spotřebováváno daleko menší množství vody, tudíž nevznikají tak velké škody na majetku promáčením interiéru, což je u daných prostorů vysokým požadavkem. Vodní mlha výborně a velmi rychle absorbuje teplo, čehož je docíleno malou velikostí kapek, které pohltnou tepelnou energii plamenů a hned poté se vypaří, čímž dochází k ochlazení požáru.

Mlhová hasicí zařízení se v České republice zatím prosazují jen zřídka, avšak u některých staveb našla svou aplikaci, kdy typickým příkladem budovy, jež je celoplošně chráněna mlhovým stabilním hasicím zařízením, je Národní technická knihovna v Praze. Vodní mlha je jako typ hasiva rozšířena především v jiných zemích, mezi které patří především Amerika, Čína nebo země severní Evropy.

1.2 Cíle

Hlavním cílem této rešerše diplomové práce je zaměření se na účinnost hašení stabilního hasicího zařízení v hořícím objektu, kdy bude zkoumáno hašení vodní mlhou. Bude okrajově představeno i sprinklerové stabilní hasicí zařízení, ovšem hlavní část práce bude zaměřena na představení mlhového stabilního hasicího zařízení.

Dále se chci v této části diplomové práce zaměřit na vysokotlaké mlhové stabilní zařízení, jelikož je v současné době nejčastěji používaným mlhovým zařízením. Dále chci představit hasicí účinky vodní mlhy při požáru, hlavní komponenty soustavy mlhového zařízení a aplikaci vodní mlhy v požární ochraně.

1.3 Struktura

Kapitola s názvem „Úvod“ popisuje, proč bylo právě toto téma („Studie mlhového stabilního hasicího zařízení“) vybráno pro zpracování v diplomové práci.

Kapitola s názvem „Současný stav poznání“ popisuje záležitosti, které souvisí s hlavním tématem této diplomové práce. Tato část je zaměřena na aktivní požární ochranu budov, kam právě mlhové stabilní hasicí zařízení spadá.

V kapitole s názvem „Použití vodní mlhy v požární ochraně“ je představeno mlhové hasicí zařízení, jeho základní komponenty a popis jeho hasicích vlastností. Dále se tato kapitola věnuje i navrhování a aplikaci mlhových zařízení ve stavbách.

Kapitola s názvem „Závěr“ shrnuje poznatky z této rešerše diplomové práce.

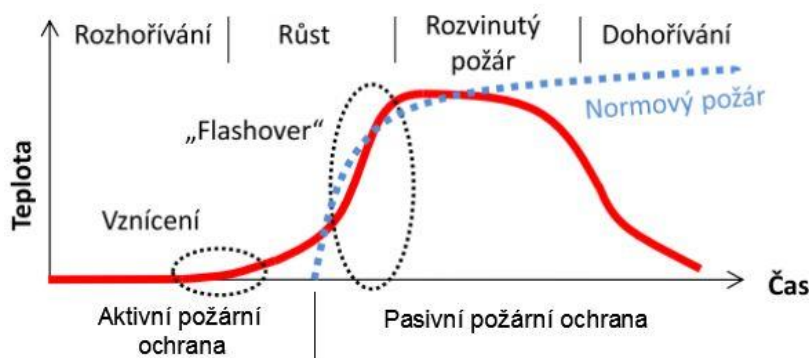
2 Současný stav poznání

Požární bezpečnost staveb je rozdělena na dvě základní skupiny, kterými jsou pasivní požární ochrana budov a aktivní požární ochrana budov, do které právě spadá mlhové hasicí zařízení (MHZ).

2.1 Požární ochrana

Schopnost budovy jako celku vzdorovat požáru díky svému konstrukčnímu a dispozičnímu řešení označujeme za pasivní požární ochranu. To představuje především použití konstrukcí a výrobků, které mají vyhovující požární odolnost a třídu reakce na oheň, rozdělení budovy do požárních úseků či řešení odstupových vzdáleností a únikových cest.

Druhou skupinu požární bezpečnosti staveb tvoří prvky aktivní požární ochrany, které doplňují pasivní požární ochranu budovy. Jedná se o soubor požárně bezpečnostních zařízení, jenž likvidují, případně snižují účinek požáru už v jeho počáteční fázi, tedy rozhořívání. Reakce těchto zařízení může být buď samočinná nebo řízená. V současné době jsou nejvíce používanějšími požárně bezpečnostními zařízeními Elektrická požární signalizace (EPS), zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOKT) a **stabilní hasicí zařízení (SHZ)**.



Obr. 1 Schéma rozvoje požáru, převzato z [16]

2.1.1 Elektrická požární signalizace (EPS)

Elektrickou požární signalizaci tvoří soubor komponentů, který může sloužit k detekci a signalizaci požáru (opticky i akusticky) nebo jím mohou být ovládány další požárně bezpečnostní zařízení, která jsou napojena na řídicí ústřednu (např. SHZ, ZOKT). EPS se skládá z hlásičů

požáru, ústředny EPS a doplňujících zařízení, kterými mohou být například zařízení dálkového přenosu, obslužné pole požární ochrany či klíčový trezor požární ochrany. Hlásiče požáru (samočinné nebo tlačítkové), jenž jsou umístěny ve střeženém prostoru, jsou propojeny kabelovými trasami s trvale obsluhovaným místem, kam míří jejich signalizace detekovaného požáru. Tímto obsluhovaným místem může být ovládací ústředna EPS, která vyhodnocuje výstupní signály vysílané od hlásičů požáru. EPS se přímo nepodílí na likvidaci požáru, ale v požární bezpečnosti je důležitou zprostředkovací součástí.[2]

2.1.2 Zařízení pro odvod kouře a tepla (ZOKT)

Zařízení pro odvod kouře a tepla slouží pro odvod nepříznivých produktů hoření, kterými jsou především teplo a kouř. Odvod z hořící budovy směrem ven může být buď přirozený, nebo nucený pomocí ventilátorů, jenž se dále dělí na podtlakové a přetlakové (dle umístění ventilátoru). ZOKT je navrhováno v rozlehlejších objektech, kde se nachází větší počet budov (shromažďovací prostory), či větší požární zatížení (skladovací haly). Při požáru se tato zařízení snaží udržet únikové cesty nezakouřené, tudíž velice napomáhají k bezpečné evakuaci osob z budovy na volné prostranství a k protipožárnímu zásahu. ZOKT také velmi pomáhá snižovat tepelné namáhání konstrukcí, jelikož kouř a teplo mají negativní účinky na stavební konstrukce.[2]

2.2 Stabilní hasicí zařízení

Stabilní hasicí zařízení 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 samočinných stabilních hasicích zařízení nemusí být instalováno zařízení elektrické požární signalizace, 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. [2]

Stabilní hasicí zařízení, které bývá navrženo nejčastěji jako sprinklerové, má při svém zásahu velkou spotřebu hasební látky, jež v tomto případě představuje požární voda. Proto u těchto

zařízení musí být v objektu navržena zásobní nádrž. V této souvislosti lze SHZ navrhovat také jako polostabilní hasicí zařízení (PHZ), které pomocí nainstalované armatury umožňuje napojení mobilní techniky s možností střídání cisteren nebo dolpňkové hasicí zařízení (DHZ), jenž je napojené na veřejný, popřípadě jiný vodovod s trvalou dodávkou vody.

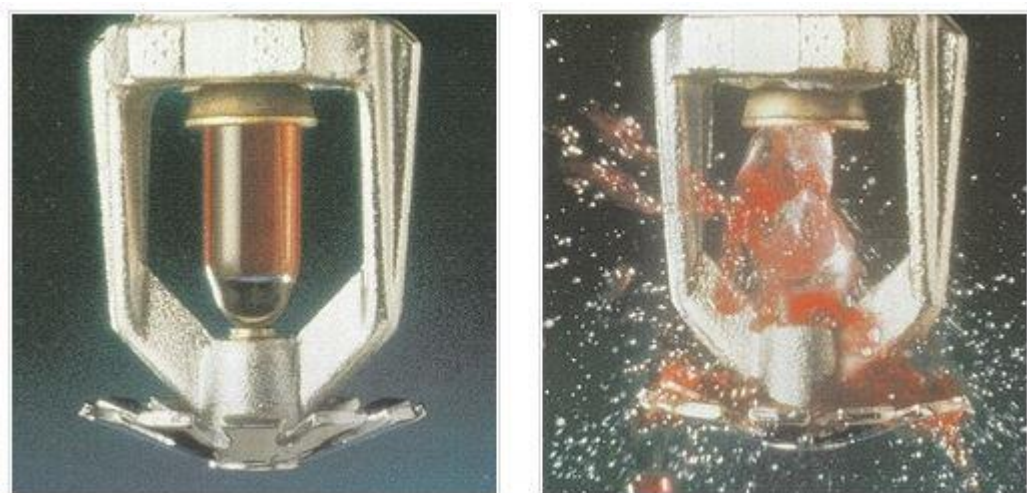
2.3 Druhy stabilních hasicích zařízení

U staveb se čím dál více setkáváme s provozy, které nesmí být hašeny vodou, tudíž jsou v těchto objektech používána zařízení, které používají i jiný druh hasiva. Stabilní hasicí zařízení se tedy rozdělují takto:

- Sprinklerová stabilní hasicí zařízení (SHZ)
- Mlhová stabilní hasicí zařízení (MHZ)
- Sprejová stabilní hasicí zařízení (RHZ)
- Pěnová stabilní hasicí zařízení (FHZ)
- Plynová stabilní hasicí zařízení (GHZ)
- Prášková stabilní hasicí zařízení (WHZ)
- Aerosolová stabilní hasicí zařízení (AHZ)

2.3.1 Sprinklerové SHZ

Sprinklerové stabilní hasicí zařízení, které bývá v objektech navrhováno nejčastěji, spadá do kategorie vodní SHZ, kdy je k hašení je použita voda obvykle ve formě sprchového proudu, jehož velikost udávají hlavice umístěné na konci rozvodných armatur tzv. sprinklery. Tato zařízení jsou navrhována jako samočinná, tudíž pro jejich aktivaci není potřeba lidského faktoru. Jsou navrhována na likvidaci požáru v jeho počáteční fázi, kdy jsou do činnosti uvedeny pomocí tzv. otevírací teploty (u sprinklerů obvykle 68°C), na kterou reaguje tavná pojistka umístěná ve sprinklerové hlavici. Při iniciaci požáru jsou tedy uvedeny do činnosti pouze ty sprinklery, které se zahřejí na předem stanovenou otevírací teplotu, tudíž ty, které se nachází v blízkosti ohniska požáru. Ovšem kromě výjimek se sprinklerové zařízení navrhuje na pokrytí celého objektu. Otevírací teplota je volena tak, aby odpovídala teplotním podmínkám okolí, do kterého jsou sprinklery navrženy.



Obr. 2 Otevření sprinkleru po dosažení otevírací teploty tavné pojistky [8]

Sprinklerové SHZ se navrhují na dvě základní rozvodné soustavy – mokrá soustava a suchá soustava. U mokrých soustav jsou rozvodná potrubí trvale naplněna vodou pod tlakem, tudíž se musí navrhovat do prostor, ve kterých nehrozí jejich zamrznutí. Oproti tomu suchá soustava, jež je naplněna tlakovým vzduchem popř. inertním plynem, se do těchto prostor navrhovat musí. Hranici mezi tlakovým vzduchem a vodou zajišťuje řídicí ventil. Do suché soustavy musí být instalován stálý přívod vzduchu (interního plynu), jenž udržuje tlak v potrubní síti. Kombinací těchto obou soustav poté může být soustava smíšená, kdy v zimním období soustava funguje jako suchá a v ostatních obdobích bývá naplněná vodou. [2]

Mezi hlavní komponenty sprinklerového SHZ patří tedy již zmiňované sprinklery, u kterých je vyjádřen průtok vody tzv. K faktorem, jenž určuje průtok vody v l/min při tlaku 1 bar. Dalším komponentem je ventilová stanice, jejíž hlavní součástí je řídicí ventil. Tato jednotka řídí dodávky vody do sprinklerové soustavy. Dalšími nezbytnými komponenty sprinklerové soustavy jsou čerpadla, potrubní rozvody, jenž jsou navrhována především ocelové nebo plastové a vodní nádrže, která se dle umístění rozděluje na podzemní a nadzemní. [8]

2.3.2 Mlhové SHZ

Mlhové stabilní hasicí zařízení patří, stejně jako sprinklerové SHZ, mezi systémy vodní, ovšem má plno odlišností, kterou bývá především značně nižší dodávka požární vody, tudíž k mlhovému SHZ je navrhována výrazně menší nádrž na vodu a menší průměry rozvodných potrubí. Tyto systémy se navrhují na stejné rozvodné soustavy jako sprinklerové, tedy mokrou a suchou. Mlhové SHZ bývá většinou navrhováno do prostor, ve kterých je snaha minimalizovat škody vzniklé při

hasicím účinku vody. Typickým příkladem jsou knihovny nebo archivy. Taktéž je toto zařízení vhodné použít k hašení elektrických zařízení, která bývají pod napětím (např. transformátory).

Stabilní hasicí zařízení, která využívají vodní mlhu, mají od tradiční sprinklerové soustavy dvě hlavní odlišnosti. První odlišností je provozní tlak. Mlhová SHZ jsou navrhována ve třech různých tlakových typech Tab. 1. Nízkotlaká a středotlaká využívají tlak v rozmezí 1,2 – 4,0 MPa. Tyto typy nejsou v dnešní době již moc navrhovány, jelikož je vystřídala zařízení vysokotlaká. Ta využívají provozní tlak v rozmezí 8,0 – 14,0 MPa. [2]

Tab. 1 – Charakteristické hodnoty sprchového proudu a vodní mlhy [1]

Dělení tříštěného proudu	Sprchový proud	Vodní mlha		
		Nízkotlaká	Středotlaká	Vysokotlaká
Průměr kapek [mm]	1-3	1- 0,40	0,40 - 0,20	0,20 - 0,025
Druh vodního HZ	Sprinklerové, sprejové	Mlhové nízkotlaké, sprinklerové, sprejové	Mlhové středotlaké, (sprinklerové, sprejové)	Mlhové vysokotlaké
Hubice/ hlavice	Sprinklerové, sprejové, hubice	Mlhová hubice/hlavice, sprinkler, sprejová hubice	Mlhová hubice/hlavice, (sprinkler, sprejová hubice)	Mlhová automatická hlavice, mlhová hubice
Max. tak [bar]	12,5	12,5	12,5 - 35	35 - 200

Druhá základní odlišnost je ve velikosti kapek. Mlhové hlavice mohou být, stejně jako sprinklerové hlavice, otevřené či uzavřené. Uzavřené hlavice jsou navrhovány jako samočinné, tudíž jejich spuštění je odstartováno dosažením destrukční teploty, jež rozbije teplocitnou ampuli hlavice. Otevřené hubice jsou aktivovány jiným požárně bezpečnostním zařízením (nejčastěji EPS), tudíž musí být doplněny ručním spuštěním. Ale na rozdíl od tradičních sprinklerových systémů, kde je průměr kapek větší než 1 mm, u mlhového SHZ se velikost kapek pohybuje v rozmezí 0,025 mm – 1 mm, podle tlakového typu, na který je systém navržen.



a)



b)

Obr. 3 – výstřikové hlavice: a) sprej mlhového systému, b) sprej sprinklerového systému [17]

3 Použití vodní mlhy v požární ochraně

3.1 Minulost vodní mlhy

Počátky používání vodní mlhy jako hasiva spadají v České republice do padesátých let dvacátého století, kdy byly prováděny zkoušky vodní mlhy k hašení hořlavých kapalin. V osmdesátých letech se poté rozšířil vývoj nízkotlakého mlhového SHZ, který probíhal v národním podniku Karosa. Tehdy se toto zařízení používalo k ochraně kabelových kanálů. Vyvíjející se stabilní hasicí zařízení používající vodní mlhu přebíralo postupně zkušenosti i s hašením ručními mlhovými proudnicemi. Vysokotlaká vodní mlha se rozšířila kolem roku 2000, kdy se začala nejdříve aplikovat v lodním průmyslu a postupem času, kdy se dostávala na lepší technickou úroveň, našla uplatnění i u pozemních staveb.[12]

Hašení vodní mlhou také našlo své uplatnění u elektrických transformátorů, u kterých při požáru v podstatě hoří transformátorový olej. Vodní mlha v této oblasti vystřídala kysličník uhličitý, jenž je také velmi účinný pro hašení transformátorů, především v uzavřených prostorech. Na volném prostranství toto hašení převzala vodní mlha, jenž se k tomuto účelu rozšířila po celém světě.[3]

3.2 Vodní mlha jako hasivo

Voda je jedním z nejstarších hasicích prostředků, který je i velice snadno dostupný. Obrovskou výhodou vody představuje to, že se dá v podstatě až na pár výjimek použít na většinu druhů požárů, tudíž je velmi univerzálním hasicím prostředkem, jenž je zároveň netoxický a šetrný k životnímu prostředí. V 50. letech 20. století bylo zjištěno, že vodní mlha neboli atomizovaná voda výborně pohlcuje teplo, což vedlo, i přes špatné začátky uplatnění, k jejímu prosazení na světovém trhu mezi ostatními hasicími prostředky. Výjimečnost vodní mlhy spočívá v tom, že má při minimální spotřebě vody, kdy se jedná až o desetinásobek oproti klasickým vodním sprinklům, velmi vysoký chladicí účinek. Ovšem postupem času se ukázalo, že je vodní mlha díky vysokému tlaku, jenž je pro vytvoření požadovaného vodního spreje nezbytný, oproti tradičním sprinklům ekonomicky nevýhodná.

Hlavním konkurentem mlhových vodních systémů byly halogenové uhlovodíky (Halony), ze kterých to byl zejména Halon 1301. Jejich předností byla vysoká schopnost potlačovat požár,

přičemž vznikaly prakticky nulové škody na majetku. Proto měly použití v prostorách, ve kterých se nacházely citlivé předměty (např. nemocnice, počítačové místnosti). Roku 1987 se však objevil cíl vyloučit výrobu všech látek, jež snižují ozonovou vrstvu, kdy s touto myšlenkou vyrukoval Montrealský protokol. Jelikož mezi tyto prvky Halon patřil, přestal se postupem času používat, čímž velmi prospělo vodním mlhovým systémům, které se stávaly oblíbenějšími. S požadovaným zlepšením vodních systémů převzala vodní mlha aplikaci v prostorech, ve kterých plyny nemohly být použity. [14]

U hašení vodní mlhou velmi závisí na otevřenosti a uzavřenosti prostoru, kdy tyto systémy potlačují požár výrazně lépe v uzavřených prostorech. Zařízení používající vodní mlhu funguje na principu, který závisí na třech fyzikálních jevech: vytlačování kyslíku, odebrání tepla a bránění radiace. Potlačení požáru se zvyšuje v závislosti na velikosti kapek vodního hasicího systému, s čímž se mění povrchová plocha vody, jež slouží k pohlcení tepla a jeho odpaření.

Výhody vodní mlhy jako hasiva [1]:

- Ekologicky nezávadná,
- Zdravotně nezávadná,
- Za určitých podmínek málo vodivá
- Nenechává žádné zbytky po hašení
- V maximální míře je využita pro hašení bez následných škod promáčením



Obr. 4 – Hlavice používající ke skrápění vysokotlakou vodní mlhu [18]

Sprchový proud vodní mlhy se vyznačuje malým průměrem kapek, čímž je i podstatně zvětšena plocha rozhodující o rychlosti přeměny kapky na páru, jež probíhá ve dvou hlavních krocích. V prvním kroku dojde k zahřátí kapky na teplotu 100 °C. K tomuto jevu je zapotřebí 335 KJ/kg tepelné energie. Tato hodnota je potřebná pro vodu o teplotě 20 °C. K druhému kroku je potřeba 2,26 MJ/kg, kdy se kapka zcela odpaří. V případě vyhovujících podmínek je tedy voda

v množství 1 kg schopna přeměnou na páru odebrat až 2,6 MJ tepelné energie. Vzniklá pára navíc v prostoru plamenného hoření snižuje obsah kyslíku, který je nezbytný pro proces hoření. Kapky nepřeměněné na vodní páru, tedy kapky odvedené mimo zónu plamenného hoření, brání šíření sálavého tepla. [9]

3.3 Hasící účinky vodní mlhy

Mezi základní hasící účinky vodní mlhy patří chladicí účinek, dusivý účinek a omezení šíření sálavého tepla. Dále vodní mlha vytváří účinek kinetický a nařezovací, avšak tyto účinky vodní mlhy se považují jako sekundární. Z uvedených účinků se většinou uplatňuje účinek chladicí nebo dusivý. Oba účinky se považují za převládající a působí většinou samostatně. Spolupůsobení obou účinků najednou se vyskytuje pouze zřídka. [9]

Chladicí účinek je založený na odvádění tepla ze zóny plamenného hoření, okolních předmětů a paliva, kdy největší účinek má při přeměně kapek na vodní páru. Rozhodujícím faktorem je schopnost kapek proniknout do zóny plamenného hoření skrz proud zplodin hoření a intenzita dodávky vody. U pevných látek je k předpokladu úspěšného hašení potřeba uvedení mlhového stabilního hasicího zařízení do účinnosti co nejrychleji, aby nedošlo ke vzniku hloubkového požáru doprovázeného žhnutím, u kterého je k hašení vyžadováno intenzivní chlazení, jenž je pod zónou plamenného hoření od vodní mlhy neočekávané. U hořlavých kapalin je naopak zapotřebí ochlazovat plameny a zplodiny hoření. U kapaliny, které mají vyšší bod vzplanutí než 20 °C (např. motorová nafta), může uhašení nastat pouze důsledkem chladicího účinku. Avšak u hořlavých kapalin, které mají nižší bod vzplanutí než 20 °C (např. heptan), by uhašení pouze pomocí chladicího účinku nebylo úspěšné, jelikož by nebyl povrch okolních předmětů i samotné hořlavé kapaliny ochlazen v takové míře, jež by mohla způsobit znovuvzplanutí. Tudíž je u hořlavých kapalin zapotřebí i dalšího základního hasicího účinku vodní mlhy a to dusivého.

Dusivý účinek je podmíněný na přeměně vody na páru a založený na vytlačování obsahu kyslíku, čímž je porušena jedna z hlavních podmínek hoření. U tohoto účinku je velká závislost na otevřenosti a uzavřenosti hašeného prostoru, kdy pro jeho účinné dosažení je potřeba provádět hašení v uzavřeném nevětraném prostoru. Účinný dusivý účinek se vytvoří především u požáru s velkou tepelnou energií, jelikož se vyloučí přisávání čerstvého vzduchu z okolního chráněného prostoru. Důležitou podmínkou zůstává, aby mlhové kapky byly schopné proniknout skrz plameny a proud tepelného toku do zóny plamenného hoření. Naopak tento účinek nelze předpokládat u

požárů venkovních prostorů, jelikož z důvodu neustálého přísávání čerstvého vzduchu do ohniska požáru nemůže dojít v zóně hašení k poklesu obsahu kyslíku. Podobným případem jsou i požáry větraných prostorů, kdy se jedná zejména o prostory s velkou výškou a objemem.

Dalším základním účinkem je **omezení šíření sálavého (radiačního) tepla**, čehož je dosaženo velikostí kapek vodní mlhy, kdy velmi vysoce zamezují intenzitu šíření především kapky, které mají velikost menší než 0,05 mm. U sprinklerové ochrany se tento účinek nedá moc předpokládat, tudíž je spíše využit u mlhových vodních clon.

Kinetický účinek se řadí mezi sekundární. Tento účinek vodní mlhy je založený na omezování rychlosti plamenů a může mít i negativní vliv na konstrukci, jelikož může dojít k jejímu kolapsu. U tohoto účinku je třeba dbát opatrnosti, aby nedošlo k příliš vysoké výstřikové rychlosti vodní mlhy ze skrápěcích hlavice nebo k turbulentnímu proudění. Potlačovaný požár vodní mlhou by totiž mohl navýšit svůj tepelný výkon důsledkem přísávání čerstvého vzduchu do ohniska požáru z okolního prostředí. Poté by mlhové SHZ nebylo schopné požár uhasit, ba naopak by mohlo samotné hoření urychlovat.

Dalším sekundárním účinkem je **naředovací účinek**, který je těžko měřitelný a jeho výskyt je zejména u hořlavých kapalin s vyšším bodem vzplanutí než 60 °C.

3.4 Výstřikové parametry vodní mlhy

Mezi 3 hlavní parametry výstřikových hlavice resp. hubic používající mlhové stabilní hasicí zařízení se považují velikost kapek, rychlost výstřikového proudu a intensita dodávky vodní mlhy. Tyto parametry mají rozhodující vliv na účinném hašení vodní mlhou. [9]

Velikost kapek

Mlhové stabilní hasicí zařízení se vyznačuje malou velikostí kapek, která se pohybuje v rozmezí 0,025 mm – 1 mm. Rozhodujícím faktorem na velikosti kapek je kromě skrápěcí hlavice především provozní tlak. Ten se pohybuje u mlhového zařízení od 12,5 bar, kdy se jedná o zařízení nízkotlaká, do 200 bar, což tvoří limit pro vysokotlaká zařízení. Velikost kapek ovšem nerozhoduje vždy o účinnosti hašení, tudíž ne vždy jsou pro úspěšné hašení nejlepší ty nejmenší kapky.

Rychlost výstřikového proudu

Rychlost výstřikového proudu je taktéž parametr, který je závislý na provozním tlaku mlhového zařízení a na výstřikové hlavici resp. hubici. Pro účinné hašení je důležité, aby kapky vodní mlhy

dolétly až do zóny plamenného hoření. K tomu je docíleno správným rozmístěním skrápěcích hlavíc (hubic) a především tedy rychlostí výstřikového proudu, jež nesmí být příliš nízká. Naopak vysoká rychlost výstřikového proudu může způsobit například u hořlavé kapaliny její rozvíření, jelikož by mohlo dojít k turbulentnímu proudění, čímž by byl přiváděn čerstvý vzduch do ohniska požáru.

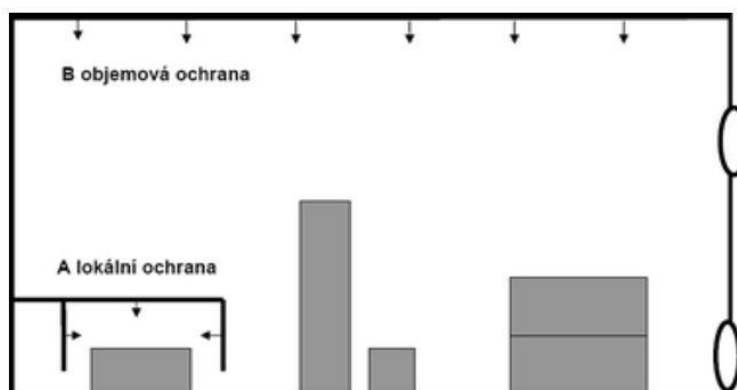
Intensita dodávky

Intensita dodávky u vodní mlhy je udávána nejčastěji v g/m^3 nebo l/min.m^2 , kdy u sprinklerové ochrany se obvykle uvažuje s minimální hodnotou $2,25 \text{ l/min.m}^2$. U systémů, které mají ochranu celého prostoru, bývají nejčastěji problémem vzdálená místa od skrápěcích trysek a skrytá ohniska požáru, tudíž je snaha o dosažení maximální homogenosti vodní mlhy v celém chráněném prostoru. Ovšem dle ohňových zkoušek bylo zjištěno, že intensita dodávky bývá většinou v různých místech sprchového proudu vodní mlhy odlišná, než je skutečná návrhová intensita dodávky, kdy především na vnější straně výstřikového kužele bývá výrazně nižší.

K bezpečnému uhašení požáru o menším tepelném výkonu je zapotřebí minimální intensita dodávky 170 g/m^3 , kdy je vytvořen dusivý efekt obdobný jako u interních plynů. Avšak požáry, které mají tepelný výkon vyšší než 1 MW , už vyžadují k jejich uhašení intensitu dodávky alespoň 350 g/m^3 . Obou hodnot je možné dosáhnout teprve při teplotě $70^\circ\text{C} - 85^\circ\text{C}$, což dokazuje vysokou schopnost vodní mlhy účinně hasit požáry o velkých výkonech v uzavřeném prostoru.

3.5 Ochrana vodní mlhou

Způsob ochrany vodní mlhou se rozděluje na objemovou ochranu a lokální ochranu:



Obr. 5 – Způsob ochrany mlhovým SHZ [9]

3.5.1 Objemová ochrana

Tato ochrana vodní mlhou je založená na principu zaplavení celého uzavřeného prostoru, tedy na podobném principu jako plynová hasicí zařízení. Odlišností od plynového hasicího zařízení však spočívá v hašení skrytých ohnisek. Plyn totiž při hašení zaplaví kompletně celý objem chráněného prostoru i včetně skrytých ohnisek, u vodní mlhy k tomuto jevu vždy nedochází. Rozhodující vliv na tom má velikost kapek mlhového proudu.

Při této ochraně je zapotřebí menší dodávka vody, než u lokální ochrany, jelikož u objemové ochrany není intenzita dodávky vody po dobu hašení snižována. Dalším důvodem je přísávání horkého okolního vzduchu a zplodin hoření do ohniska požáru, což zvyšuje účinnost hašení. [9]

3.5.2 Lokální ochrana

Lokální ochrana je použita především u požárů venkovních prostorů a malých požárů v místnostech s velkým objemem, tudíž v prostorech, kde nelze vytvořit princip uzavřeného prostoru. Lokální ochrana vodní mlhou bývá často aplikována u technologických zařízení, u kterých se požár předpokládá, typickým příkladem jsou generátory a transformátory.

U této ochrany venkovních požárů je zapotřebí správného rozmístění výstřikových hubic a zvýšení dodávky požární vody. U venkovních požárů bývá vysoká rychlost proudění vzduchu, což má za následek rozptýlení kapek vodní mlhy mimo ohnisko požáru. Dalším důvodem, který má za následek čerstvý proudící vzduch přiváděný do ohniska požáru, je vyloučení dusivého účinku hašení a podpora účinného hoření. [9]

3.6 Vysokotlaká vodní mlha

Vysokotlaká mlhová stabilní hasicí zařízení jsou ze všech tří typů vodních mlhových SHZ v současnosti navrhována nejčastěji. U těchto zařízení je velkou výhodou požadavek na nižší zásobu požární vody, tudíž rozměry zásobní nádrže na vodu nedosahují tak velkých rozměrů, jako u tradičních sprinklerových systémů. Jako další variantou může být i uskladnění vody v tlakových lahvích, přičemž tedy není potřeby zásobní nádrže (Obr. 5).

U systémů používajících vodní mlhu je použito vodních kapek o průměru v rozmezí 0,2 mm – 0,025 mm, přičemž je použito provozního tlaku o hodnotě 100 bar – 150 bar. Tradiční

sprinklerové systémy, u kterých se pohybuje velikost kapek mezi 1 mm – 3 mm, mají pomalejší přeměnu kapek na páru, načemž má důsledek právě velikost kapek, přesněji spíše jejich měrný povrch, který má mlha výrazně vyšší. Tudíž vysokotlaká mlhová SHZ, jenž využívají menší průměry kapek, mají při stejné spotřebě vody vyšší ochlazovací účinek.[1]



Obr. 6 – Zásoba vody v tlakových lahvích [12]

3.6.1 Výhody vysokotlakých mlhových SHZ

- Minimální škody způsobené vodní mlhou, jež nebyla využita pro hašení,
- Vysoká hasicí schopnost při hašení hořlavých kapalin,
- Nižší spotřeba požární vody (oproti sprinklerovým SHZ až o 90%)
 - Menší objem nádrže na vodu,
 - Menší velikost strojovny,
- Jednoduchá údržba,
- Menší rozměry potrubí
 - Jednodušší montáž bez velkých zásahů do interiéru,
 - Nižší zatížení konstrukce budovy,
- Vodní mlha na sebe váže produkty hoření
 - Usnadňuje jejich průběžné odvádění z chráněného úseku,
- Vyšší schopnost zadržovat sálavé teplo (oproti sprinklerovému proudu). [1]

3.6.2 Nevýhody vysokotlakých mlhových SHZ

- Nevhodné pro prostory s konstrukční výškou $> 5\text{ m} - 7\text{ m}$,
- Nevhodná pro hašení látek reagujících s vodou (reaktivní kovy, sulfidy, karbidy),
- Nižší schopnost hašení požárů venkovních prostorů a požárů s malým výkonem ($< 1\text{ MW}$) ve velkých prostorech,
- Před aktivací mlhového SHZ musí být vypnuto vzduchotechnické zařízení (problém u ochrany IT),
- V úseku chráněném mlhovým SHZ musí být nízké proudění vzduchu ($< 5\text{ m/s}$),
- Možnost ovlivnění požadovaného cíle ochrany i malými odchylkami oproti zkušebním podmínkám,
- Vyšší pořizovací náklady (o 20% - 50% oproti sprinklerovým systémům), především v ceně potrubí, ventilů a hlavíc (požadavek na odolnost proti korozi a tlakovou pevnost),
- Složitý a nákladný proces pro prokázání hasicí schopnosti,
- Zvláštní pozornost při použití hašení hloubkových požárů doprovázených žhnutím a skrytých ohnisek požáru,
- Dodavatel musí být držitelem protokolů ze zkoušek hasicí schopnosti vodní mlhy a manuálu pro navrhování. [1]

3.7 Stanovení hasicí schopnosti vodní mlhy

Potlačení a uvedení požáru pod kontrolu se u mlhového SHZ provádí dle zkoušek, které jsou uvedeny v technické normě ČSN P CEN/TS 14972. Také tato technická specifikace prohlašuje přítomnost jednotky požární ochrany, z čehož vyplývají delší doby hašení 30 min a 60 min. Naopak konkrétní metody, které deklarují uhašení požáru, zde obsaženy nejsou, pouze obecný postup vycházející z požárně inženýrského přístupu. Jelikož v současné době existuje spousta druhů mlhového SHZ a požární zkoušky přesně neodpovídají daným aplikacím, je mlhové SHZ, které při zkoušce hasicí schopnosti uhasí požár, deklarováno pouze na úspěšné potlačení a uvedení požáru pod kontrolu, ale nikoli na deklaraci uhašení požáru. Zpřesnění různých aplikací mlhového SHZ by měly postupně přinést následné revize této technické specifikace.

V technické normě ČSN P CEN/TS 14972 jsou uvedeny zkoušky hasicí schopnosti (zkušební postupy), podle kterých se požár potlačuje a dostává se pod kontrolu při daných aplikacích:

- Zkušební postup pro hořlavé kapaliny,
- Zkušební postup pro objemové hašení úseku, který obsahuje následující metody:
 - Zkouška hasicí schopnosti na malém zkušebním ohni nádrže,
 - Zkouška hasicí schopnosti na malém zkušebním ohni s výstřikem paliva
 - Zkouška hasicí schopnosti – účinek umístění zkušebního ohně
 - Zkouška hasicí schopnosti – velký zkušební oheň nádrže
- Zkušební postup pro kabelové kanály
- Zkušební postup pro kancelářské prostory – střední nebezpečí, skupina OH1.

U zkoušek, které prohlašují uhašení požáru, se provádí zkoušky hasicí schopnosti za podmínek, jež jsou téměř shodné s podmínkami, které se vyskytují u reálného požáru. Pomocí zkoušek hasicí schopnosti jsou ověřovány parametry mlhového SHZ při různých požárních scénářích. Cílem je nalézt pro určitou aplikaci optimální řešení mlhového SHZ. [11]

3.8 Navrhování mlhových SHZ

U mlhového hasicího zařízení je v současné době problém, dle jakých předpisů tato zařízení navrhovat, jelikož ve většině zemí neexistuje odpovídající norma. Prvním takovýmto dokumentem, jenž se objevil v Americe, byla roku 2000 norma NFPA 750. Roku 2009 se v České republice poprvé objevila technická specifikace ČSN P CEN/TS 14972, která poskytuje informace pro navrhování, instalaci a zkoušení mlhových hasicích zařízení a stanovuje jejich minimální požadavky. Také jsou v tomto dokumentu uvedena kritéria, jenž schvalují stabilní mlhová zařízení pro přesně stanovená nebezpečí v pozemních stavbách a předkládá postupy zkoušek hasicí schopnosti, které náleží různým skupinám nebezpečí. Tato technická specifikace se velice liší od ostatních normativních dokumentů, které slouží pro navrhování SHZ, jelikož neobsahuje univerzálně platné intensity dodávky, jež jsou pro třídy nebezpečí typické. [6]

Mlhová vysokotlaká zařízení jsou na navrhování náročná, jelikož je může navrhovat pouze výrobce, který má na mlhové stabilní zařízení návrhový manuál, protokol ze zkoušek hasicí schopnosti a certifikát, a zároveň musí splňovat technické požadavky, které jsou uvedené

v ČSN P CEN/TS 14972. Veškerá odpovědnost za návrh mlhového SHZ je tedy přenesena na výrobce.

V návrhovém manuálu výrobce musí být uvedeny následující parametry:[13]

- Druh nebezpečí,
- Typ hlavice (rozmístění, orientace, průtok a min. návrhový tlak),
- Výška stropu, max. objem chráněného prostoru,
- Rychlost proudění vzduchu, otvory a větrání,
- Přísady.

Kromě výjimečných případů neexistuje pro aplikaci sprinklerových zařízení podmínka, jež provádí zkoušky hasicí schopnosti. U mlhový SHZ se kladou vysoké požadavky na dodavatele i projektanty, jelikož tyto systémy vyžadují přesné dodržení podmínek, které jsou vystavené v návrhovém manuálu a vystaveném certifikátu. Z toho vyplývá, že zařízení používající k hašení vodní mlhu mohou provádět pouze dodavatelé, kteří mají prokazatelné znalosti a kvalitně proškolení projektanti, i protože vysokotlaké mlhové systémy představují soustavu, která obsahuje plno specifických komponentů. Navrhovatelům jsou zakázány úpravy návrhových požadavků a výsledků zkoušek mlhového zařízení, stejně jako i zásahy do certifikované skladby komponentů.

U mlhových SHZ velmi závisí na jeho provedení. Musí být přesně dodrženy zkušební podmínky uvedené v protokolu výrobce. Nesplnění těchto podmínek by mohlo mít negativní vliv na hasicí schopnost zařízení, která byla deklarována.

Mlhové SHZ se navrhuje s deklarací:[10]

- Uhašení požáru,
- Uvedení požáru pod kontrolu a potlačení požáru,
- Zamezení šíření sálavého tepla,
- Zvýšení požární odolnosti prvků stavebních konstrukcí.

Vysokou pozornost vyžadují prostory chráněné vysokotlakou vodní mlhou, u kterých je nutné řešit zařízení pro odvod kouře a tepla, jelikož vodní mlha má vysokou citlivost na proudění vzduchu. U mlhových zařízení je přípustná maximální hodnota proudění vzduchu 5 m/s. V případě porušení tohoto kritéria, dochází k vytvoření nerovnoměrné koncentrace v chráněném prostoru,

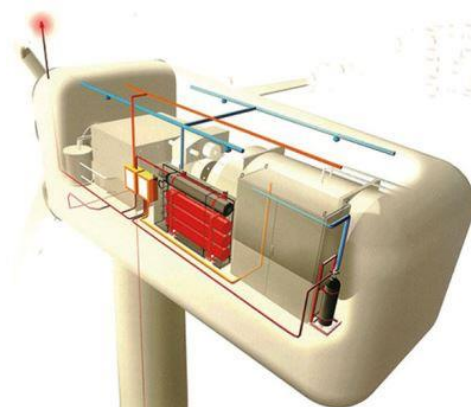
kde se nachází místa, ve kterých hodnota koncentrace klesne pod hodnotu, která byla zjištěná při zkouškách hasicí schopnosti.

K nezbytným součástem vysokotlakých mlhových SHZ akumulčního typu patří tlakové lahve s výtlačným plynem a vodou a potrubí s vysokým tlakem. Proto se při návrhu i provozování těchto systémů musí brát velký zřetel z hlediska tlakové bezpečnosti. Z tohoto důvodu patří zmiňovaná zařízení nejen mezi vyhrazená požárně bezpečnostní zařízení, ale i mezi vyhrazená tlaková zařízení a zároveň i mezi vyhrazená plynová zařízení. [12]

3.9 Použití mlhových SHZ

Mlhová stabilní hasicí zařízení jsou navrhována především pro třídy nebezpečí OH1 – OH3, kam spadají převážně budovy a prostory, jako jsou knihovny, archivy, hotely, divadla či kulturní památky.

Mlhová SHZ nachází uplatnění spíše v uzavřených prostorech. Jsou vysoce účinná při hašení požárů hořlavých kapalin, jelikož se jedná o požáry s velkou tepelnou energií. K typickým případům, ve kterých je navrženo nízkotlaké a středotlaké mlhové zařízení, patří prostory jako jsou zkušebny motorů, kajuty či strojovny námořních lodí. Vysokotlaká mlhová zařízení mají rozmanitější aplikaci, kterou nacházejí k ochraně prostorů, jimiž jsou například hromadné garáže, kabiny letadel, generátory, elektronické zařízení, telefonní ústředny, či větrné elektrárny (Obr. 6). Klasickým případem, kdy jsou použita vícezónová mlhová SHZ, je ochrana kabelových kanálů či plynových turbín, jelikož mají snížené požadavky na zásobování vodou, jenž jsou navrhovány max. pro 3 zóny.



Obr. 7 – Ochrana gondoly větrné elektrárny vysokotlakým mlhovým SHZ [12]

Využití vysokotlakých zařízení používající vodní mlhu je možné také jako vodní clony, které se používají ke zvýšení odolnosti stavebních konstrukcí tím, omezují na ně působící tepelný tok. Vysokotlaké mlhové clony omezují tepelný tok podstatně více než clony, jež vytváří tradiční vodní sprinklery.[13]

Vodní mlha má také aplikaci jako prostředek pro ruční hašení. Spadají sem například mlhové hydrantové systémy, jež jsou do objektů navrhovány jako požárně bezpečnostní zařízení. Nejvíce rozšířeným je vysokotlaký mlhový hydrantový systém. Ruční prostředky pro hašení jsou také pistolové proudnice, jež jsou instalovány na některých cisternových automobilových stříkačkách a umožňují rychlý zásah. Dalším takovýmto využitím jsou přenosné stojany, na kterých je nejčastěji instalována vysokotlaká mlhová hubice. Ty se uplatňují převážně k ochraně kulturních památek. [11]



a)



b)

Obr. 8 – Prostředky pro ruční hašení vodní mlhou: a) vysokotlaký mlhový hydrantový systém, b) přenosný stojan s vysokotlakou mlhovou hubicí [11]

3.10 Soustava mlhového hasicího zařízení

3.10.1 Typy mlhových soustav

Mlhové soustavy se rozdělují na 4 typy:

Mokrý soustava

Nejběžnějším typem mlhového SHZ je mokrá soustava, jejíž potrubí trvale pod tlakem zaplněné vodou. Hlavice mokré soustavy se navrhují 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 zasaženým požárem.

Suchá soustava

Suchá soustava je používána v nevytápěných prostorách, jenž podléhají zamrznutí. U toho typu soustavy je potrubí od řídicího ventilu, umístěného ve vytápěném prostoru, až po hlavice naplněno vzduchem. V případě, že nastane pokles tlaku v potrubí, nastane otevření řídicího ventilu a voda je vpuštěna do suché soustavy v místě zasaženým požárem.

Záplavová soustava

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

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.

3.10.2 Typy mlhových trysek

Mlhové trysky jsou rozděleny do dvou typů. Jedním z těchto typů jsou samočinné hlavice (Obr. 7a a 7b), na kterých je umístěná skleněná pojistka s tekutinou, jež při zahřátí zvětšuje svůj objem a rozbitím skleněné ampulky aktivuje hasicím systém. Aktivační teplota u těchto hlavice má nejčastěji hodnoty 57, 68, 79 a 93°C. Druhou skupinu tvoří mlhové hubice (Obr. 7c), které jsou neustále otevřené a jejich spuštění je zajištěno buď jiným detekčním zařízením, nebo pomocí manuálního spuštění. Mlhové trysky se navrhují dle tlaků, tudíž je rozlišováno jejich použití podle tlakového typu soustavy, kdy současné době je nejvíce používanější vysokotlaké mlhové zařízení. Ovšem rozhodujícími parametry pro návrh automatických hlavice (hubic) jsou:

- K faktor,
- Výstřikový úhel,
- Velikost kapek.

Na trhu se pohybuje vysoká rozmanitost mlhových hubic i hlavice, jelikož jejich aplikace je závislá na typu požáru, s čím souvisí i další parametry, jako je například teplota okolí, výška stropu či umístění, jenž může být na stropě, na podlaze nebo na zdi.



a) Hlavice HI-FOG® - 1000

b) Hlavice HI-FOG® - 2000

c) Hubice HI-FOG® - 1000

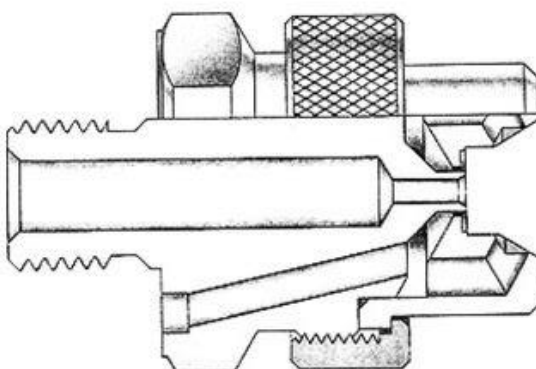
Obr. 9 – Vysokotlaké mlhové trysky HI-FOG® [19]

Pro tříštění vody do chráněného prostoru využívají mlhové hlavice/hubice tři základní principy: nárazový, tlakový a atomizace kapek. [10]

U **nárazového principu** je vodní mlha vytvořena nárazem proudu vody na tříštič. Využití tohoto principu je nejčastěji u nízkotlakých a středotlakých mlhových hubic, u kterých se pohybuje pracovní tlak v rozmezí od 11,6 bar až 17,2 bar. Chráněná plocha jednou mlhovou tryskou je 8 m² nebo 16 m². Velkou výhodou mlhových trysek využívající nárazového principu je jednoduchá konstrukce a velmi nízké nebezpečí ucpání výstřikového otvoru nečistotami. Naopak nevýhoda spočívá v tom, že nelze přesně vyvinout kapky, které mají střední a větší velikost.

Tlakový princip vytvoření vodní mlhy je založený na rychlosti vodního proudu, jenž je tlakem vytlačován z výstřikové hlavice přes výstřikový otvor s velmi malým průměrem. Ten bývá nejčastěji jeden, ovšem existují i varianty, kdy se nachází v mlhové hlavici i více výstřikových otvorů. Využití tlakového principu je nejčastěji u vysokotlakých hlavice i hubic, kdy u některých jsou místo malých výstřikových otvorů použity kroužky, které jsou velice snadno vyměnitelné a otvory v nich mají průměr o velikosti v rozmezí od 20 µm do 180 µm. Je tedy kladen velmi vysoký požadavek na čistotu vody. Další nevýhodou tohoto typu mlhových hlavice (hubic) energetická náročnost a oproti nárazovému principu i složitější konstrukční řešení.

Třetím typem je princip **atomizací kapek**, kdy se jedná o dvoufázový mlhový systém, jelikož je hasivo kromě vodní mlhy tvořeno i plynem (nejčastěji dusíkem), který je přiveden do směšovací komory hubice stejně jako voda. Hubice, jež jsou používány u dvoufázového systému, měly dříve využití ke hnojení, stříkání barev nebo zvyšování vlhkosti. V současné době jsou v požární bezpečnosti používány pro všechny typy tlakových zařízení, tedy jak pro nízkotlaká, tak i pro vysokotlaká mlhová SHZ.



Obr. 10 – Schéma dvoufázové mlhové hubice [10]

3.10.3 Typy čerpacích zařízení

U vysokotlakých mlhových SHZ, jenž jsou v současné době nejrozšířenější, se pro zásobování vodou používají zejména objemová – pístová čerpadla, která lze použít i u středotlakých zařízení. Typičtějším použitím pro středotlaká zařízení jsou odstředivá čerpadla, která nachází uplatnění především u nízkotlakých zařízení. [10]

Čerpací zařízení u vysokotlakých mlhových SHZ dělí:

Elektrická čerpadlová jednotka **EPU** (Electric Pump Unit), kde jsou vysokotlaká čerpadla poháněna elektromotory. Tato čerpadlová jednotka může mít libovolnou velikost a využití u všech rizik. Hlavní výhodou této jednotky je, že je při požáru aktivováno pouze potřebný počet motorů.



Obr. 11 – Čerpací zařízení EPU [19]

Čerpací zařízení **SPU** (Sprinkler Pump Unit) je vyráběno s čerpacími jednotkami, které jsou poháněny elektromotory. Čerpací jednotky mohou být dvě, čtyři nebo šest. U mokrých soustav jsou čerpadla spouštěna samočinně, následkem klesnutí tlaku v rozvodném potrubí. Čerpadla suchých soustav jsou nejčastěji uváděny do činnosti prostřednictvím EPS.



Obr. 12 – Čerpací zařízení SPU [19]

Čerpací zařízení **GPU** (Gas Driven Pump Unit) je opatřeno pístovým čerpadlem, které je poháněno plynem. Toto čerpací zařízení často využívají k ochraně proti požáru lodě, jelikož jeho velkou výhodou je nezávislost na elektrickém proudu. Převážně se jedná o dvoufázový mlhový systém, kdy je plyn směřovaný s vodním proudem využíván k pohonu pístového čerpadla.



Obr. 13 – Čerpací zařízení GPU [19]

Čerpací zařízení **DPU** (Diesel Driven Pump Unit) pracuje na stejném principu jako SPU, s rozdílem že čerpací jednotky jsou poháněny diesel motorem.



Obr. 14 – Čerpací zařízení DPU [19]

Čerpací zařízení **MSPU** (Modular Sprinkler Pump Unit) je modulovou verzí SPU. Jeho využití je zejména ve stísněných prostorech, kde proběhne samotné smontování čerpacího zařízení. To je zhotoveno z řady komponentů, mezi které patří např. několik čerpadel poháněných buď diesel pohonem nebo elektropohonem, filtry, tlakový spínač či pohotovostní nádrž.



Obr. 15 – Čerpací zařízení MSPU [19]

Čerpací zařízení **MAU** (Machinery Accumulator Unit) využívá akumulátorového zásobování, kdy zdrojem hasiva jsou tlakové lahve, ve kterých je uskladněn stlačený plyn, kterým je nejčastěji dusík, a voda. Jejich využití je zejména pro menší prostory, jejichž třída nebezpečí je OH1. Čerpací zařízení MAU jsou jednoduchá a mají nižší pořizovací cenu. Naopak nevýhoda je v době činnosti, která je omezená. Dalšími jednotkami pracující na stejném principu jsou **KAU** (Kitchen Accumulator Unit) typizovaná do kuchyní k ochraně fritéz a **DAU** (Double-cylinder Accumulator Unit) využívána v prostorách s elektrickými zařízeními a vysokým napětím.



Obr. 16 – Čerpací zařízení MAU [19]

3.10.4 Potrubí

Potrubní síť je vyrobena z vysoce kvalitní oceli, která je odolná proti korozi, jelikož je na potrubí mlhového SHZ kladen požadavek na korozivzdornost. Především z tohoto důvodu se jedná o vysokou pořizovací cenu. Dalším důvodem je požadavek na pevnost, a to především

u vysokotlakého mlhového systému, jelikož musí potrubí odolávat velkým tlakům. Mlhové SHZ upřednostňuje bezešvé potrubí, které lze tvarovat přímo na stavbě pomocí speciální ohýbačky. Nejmenší průměry potrubní sítě se používají u vysokotlaké mlhové soustavy, kde se pohybuje průměr rozváděcího potrubí ke skrápěcím hlavícím/hubicím zpravidla od 12 mm do 40 mm. Průměr hlavního přívodního potrubí se poté pohybuje kolem 50 mm, což je výrazně menší oproti klasickému sprinklerovému systému, u kterého se průměr hlavního potrubí pohybuje v rozmezí mezi 100 mm – 200mm. [10]



Obr. 17 – Formování potrubí vysokotlakého mlhového SHZ [10]

3.10.5 Filtry

Filtry jsou instalovány na každém přívodu vody do hasicího zařízení a v častých případech i na výstřikových tryskách. Navržení je takové, aby filtrem neprošla kulička, která má průměr větší než je 0,8násobek nejmenšího výtokového otvoru mlhové koncovky. Stejně jako potrubní síť mlhového zařízení, tak i samotné filtry musí být vyrobeny z materiálů, jenž jsou odolné proti korozi. Ve filtru je umístěno síto, které zajišťuje zachycení usazenin. Síto by mělo být snadno vyměnitelné, tedy bez rozebrání filtru. [10]



Obr. 18 – Filtr umístěný na přívodu vody [20]

3.10.6 Ventily

Ventily jsou umístěny nejčastěji uvnitř strojovny mlhového SHZ jako soustava sekčních ventilů, jelikož každé sekci hasicího zařízení náleží jeden ventil, který podává informace o hašení. Existují ventily otevřené a uzavřené. Uzavřené ventily se používají na všechny typy mlhových soustav kromě soustavy mokré. Na tu jsou instalovány otevřené ventily, které slouží především k přerušení hašení nebo při údržbě mlhového SHZ. Ventily jsou vyráběny o různých průtocích a velikostech a na některých ventilech lze pro řízení průtoku umístit indikátor. [19]



Obr. 19 – Sekční ventil s indikátorem průtoku [20]

3.10.7 Hasivo

Jako hasivo se u mlhových zařízení používá nejčastěji voda, která navíc může být směšována s plynem nebo případně s aditivy. Velký důraz se klade na čistotu vody, jelikož by nečistoty, zejména mechanické části, mohly zanesť výtokový otvor skrápěcí hlavice/hubice, který je především u vysokotlakých mlhových systému velmi malých průměrů. Mlhová SHZ se dle hasiva rozdělují do dvou skupin. V prvním případě se jedná o jednofázové zařízení, u kterého je vodní mlha vytvořena pouze z proudu vody, případně vody s aditivy. Ty se přidávají zejména ke zvýšení hasicí účinnosti, a to většinou při hašení hořlavých kapalin či plastů. Nejčastěji se používá pěnidlo typu AFFF (Aqueous Film Forming Foam), které je pro tento účel nejrozšířenějším aditivem. Mimo jiné se aditiva u mlhových SHZ dají také použít k ochraně proti zamrzání, zabránění korozi nebo proti zhoršení kvality vody. V druhém případě je vytvořena vodní mlha ve směšovací komoře mlhové hlavice/hubice, kde je smíchána s plynem, nejčastěji dusíkem, který je přiveden odděleným samostatným potrubím. Zde se jedná o dvofázové mlhové SHZ a je založeno na principu atomizaci vodních kapek. [10]

3.11 Příklady aplikace mlhového stabilního hasicího zařízení

Zařízení používající vodní mlhou mají široké uplatnění především díky své nízké spotřebě vody při hašení, která se velmi rychle odpařuje díky malé velikosti kapek vodní mlhy ve výstřikovém proudu. Zároveň je vodní mlha vhodné hasivo pro hašení některých prostorů, které nesnesou kontakt s vodou. Následně jsou uvedeny aplikace mlhového SHZ s konkrétními příklady:

Knihovny, archivy a muzea jsou typickým příkladem pro aplikaci mlhového SHZ, jelikož vodní mlha nezpůsobuje při hašení tolik škod, jako klasické sprinklery. Ty mají při hašení vysokou spotřebu vody, která by mohla způsobit zničení knih nebo historických památek. Příkladem je Národní technická knihovna v Praze, která je celoplošně chráněna mlhovým SHZ (Obr. 19).



Obr. 20 – Instalace mlhového SHZ v Národní technické knihovně [21]

Mlhové SHZ nachází aplikaci i v ochraně **kulturních památek** např. kostelů. Mlhová ochrana může být instalována jak v interiéru, tak v exteriéru, kdy se jedná zejména o dřevěné památky. Největší uplatnění ochrany exteriéru dřevěných kostelů systémem vodní mlhy se nachází v severských zemích Evropy. Jako příklad je uveden kostel Sv. Martina v Ćwiklicích v Polsku.



Obr. 21 – Kostel Sv. Martina v Ćwiklicích v Polsku při zkoušce MHZ [22]

Velké uplatnění nachází mlhová zařízení také v **lodní dopravě** především díky své minimální potřebě vody k hašení. Mlhové SHZ je instalováno na většině námořních lodí, které slouží pro přepravu osob. Pro příklad je zde uvedena dopravní loď Queen Mary, na které je instalováno kolem 10 000 mlhových trysek a 58 km rozvodů nerezového potrubí.



Obr. 22 – Kajuta lodi Queen Mary 2 chráněná MHZ [23]

Silniční tunely jsou dalším využitím hasicího zařízení používajícího vodní mlhu. Při dopravní nehodě v tunelu jsou pro osoby velmi nebezpečné toxické plyny vznikající hořením. Vodní mlha má při hašení požáru schopnost na sebe vázat toxické plyny a ochlazuje okolí, tudíž jsou mlhová SHZ pro tuto aplikaci vhodná. Příkladem je 10 km dlouhý dvoupodlažní silniční tunel A86 v Paříži (Obr. 22).



Obr. 23 – Instalace mlhového SHZ v silničním tunelu A86 v Paříži [24]

Další aplikací použití vodní mlhy jsou **stanice metra**. Například v Madridu je chráněno vysokotlakým mlhovým zařízením mnoho stanic a zároveň i jednotlivé vozy. Na obrázku 23 je zobrazena ochrana vodní mlhou na jedné ze stanic metra v Budapešti, kde je mlhové hasicí zařízení instalováno pro v kolejové dráze.



Obr. 24 – Ochrana kolejové dráhy metra MHZ v Budapešti [26]

Další prostory, které pro ochranu proti požáru používají vodní mlhu, jsou **nemocnice**, kde se nachází spousta lékařského vybavení, které je velmi citlivé na vodu a navíc je většina tohoto vybavení pod napětím elektrického proudu. Jako příklad je uvedena nemocnice Motala ve Švédsku, kde je na obrázku 24 vidět mlhové hasicí zařízení, které chrání nemocniční pokoj.



Obr. 25 – Ochrana nemocničního pokoje MHZ v nemocnici Motala ve Švédsku [25]

Výrobní prostory také využívají ochranu vodní mlhou, kdy jsou to například výroby u těžkého či automobilového průmyslu. V těchto prostorech se nachází mnoho hořlavého materiálu, který při hoření produkuje toxické plyny, které je vodní mlha schopna pohltit. Příkladem je hala

na výrobu oceli firmy ArcelorMittal v Ostravě, kde je chráněno vodní mlhou 15 dopravníkových pásů (Obr. 25), k čemuž je použito 183 mlhových trysek.



Obr. 26 – Ochrana dopravníkového pásu MHZ v hale na výrobu oceli v Ostravě [27]

Další aplikací ochrany vodní mlhou jsou **zkušebny a strojovny motorů**. Jelikož v případě požáru těchto zařízení by se jednalo o požár velkého výkonu, je vodní mlha pro hašení těchto prostorů velmi účinná. Jako příklad je uvedena teplárna v Plané nad Lužnicí, kde se v chráněném prostoru vodní mlhou nachází několik plynových motorů, které slouží pro výrobu elektrické energie (Obr. 26).



Obr. 27 – Ochrana plynových motorů v teplárně v Plané nad Lužnicí [28]

4 Závěr

Tato teoretická rešerše diplomové práce měla za úkol seznámit čtenáře s vodní mlhou, především tedy s jejím využitím v požární ochraně. Zařízení používající k hašení vodní mlhu, tedy mlhová stabilní hasicí zařízení, spadají mezi prvky aktivní požární ochrany. Vodní mlha se v České republice začala postupně prosazovat v 50. letech 20. století, kdy bylo zjištěno, že výborně absorbuje teplo a nahradila v hašení halogenové uhlovodíky, především tedy Halon 1301, které měly vysokou schopnost hašení s prakticky nulovými škody na majetku, avšak snižovaly ozonovou vrstvu. Její obrovská výhoda spočívá v tom, že má při minimální spotřebě vody velmi vysoký chladicí účinek a velmi vysokou schopnost potlačovat požár především v uzavřeném prostoru. Mezi hlavní odlišnosti od klasického sprinklerového SHZ patří především provozní tlak systému a velikost kapek, která se pohybuje u mlhových SHZ pod hodnotou 1mm. Tato zařízení se navrhuje ve třech různých tlakových typech. Nízkotlaká a středotlaká využívají tlak v rozmezí 1,2 MPa – 4,0 MPa a vysokotlaká v rozmezí 8,0 MPa – 14,0 MPa.

Ochrana vodní mlhou může být buď lokální, kdy je chráněna pouze část daného prostoru, nebo objemová, kde je využit princip zaplavení celého uzavřeného prostoru vodní mlhou. Mlhová hasicí zařízení používají k přeměně na vodní mlhu zejména samotný proud vody. Tehdy se jedná o jednofázové mlhové zařízení. Dalším případem, kdy ke tvorbě vodní mlhy je společně s vodním proudem použit plyn (nejčastěji dusík), jenž přiveden do mlhové hlavice/hubice odděleným potrubím, je dvoufázové mlhové zařízení.

V současné době je nejrozšířenější vysokotlaká vodní mlha, která se rozšířila kolem roku 2000, kdy našla uplatnění zejména v lodním průmyslu, avšak postupným zdokonalováním našla aplikaci i u pozemních staveb. Mlhová SHZ jsou navrhována zejména v budovách, která jsou třídy nebezpečí OH1 – OH3, kam spadají převážně knihovny, archivy, divadla, hotely, ovšem své uplatnění nachází k ochraně prostorů, kterými jsou např. kabiny letadel, větrné elektrárny či generátory.

Seznam obrázků

Obr. 1 – Schéma rozvoje požáru, převzato z [16].....	3
Obr. 2 – Otevření sprinkleru po dosažení otevírací teploty tavné pojistky [8].....	6
Obr. 3 – Výstřikové hlavice: a) sprej mlhového systému; b) sprej sprinklerového systému [17]...	7
Obr. 4 – Hlavice používající ke skrápění vysokotlakou vodní mlhu [18].....	9
Obr. 5 – Způsob ochrany mlhovým SHZ [9].....	12
Obr. 6 – Zásoba vody v tlakových lahvích [12].....	14
Obr. 7 – Ochrana gondoly větrné elektrárny vysokotlakým mlhovým SHZ [12].....	18
Obr. 8 – Prostředky pro ruční hašení vodní mlhou: a) vysokotlaký mlhový hydrantový systém, b) přenosný stojan s vysokotlakou mlhovou hubicí [11].....	19
Obr. 9 – Vysokotlaké mlhové trysky HI-FOG®: a) Hlavice HI-FOG® - 1000; b) Hlavice HI-FOG® - 2000; c) Hubice HI-FOG® - 1000 [19].....	21
Obr. 10 – Schéma dvoufázové mlhové hubice [10].....	22
Obr. 11 – Čerpací zařízení EPU [19].....	22
Obr. 12 – Čerpací zařízení SPU [19].....	23
Obr. 13 – Čerpací zařízení GPU [19].....	23
Obr. 14 – Čerpací zařízení DPU [19].....	23
Obr. 15 – Čerpací zařízení MSPU [19].....	24
Obr. 16 – Čerpací zařízení MAU [19].....	24
Obr. 17 – Formování potrubí vysokotlakého mlhového SHZ [10].....	25
Obr. 18 – Filtr umístěný na přívodu vody [20].....	25
Obr. 19 – Sekční ventil s indikátorem průtoku [20].....	26
Obr. 20 – Instalace mlhového SHZ v Národní technické knihovně [21].....	27
Obr. 21 – Kostel Sv. Martina v Ćwiklicích v Polsku při zkoušce MHZ [22].....	27
Obr. 22 – Kajuta lodi Queen Mary 2 chráněná MHZ [23].....	28

Obr. 23 – Instalace mlhového SHZ v silničním tunelu A86 v Paříži [24].....	28
Obr. 24 – Ochrana kolejové dráhy metra MHZ v Budapešti [26].....	29
Obr. 25 – Ochrana nemocničního pokoje MHZ v nemocnici Motala ve Švédsku [25].....	29
Obr. 26 – Ochrana dopravníkového pásu MHZ v hale na výrobu oceli v Ostravě [27].....	30
Obr. 27 – Ochrana plynových motorů v teplárně v Plané nad Lužnicí [28].....	30

Seznam tabulek

Tab. 1 – Charakteristické hodnoty sprchového proudu a vodní mlhy [1].....	7
---	---

Literatura

1. RYBÁŘ, Pavel. *Stabilní hasicí zařízení: vodní a pěnová*. Praha: Profesní komora požární ochrany, 2015. Edice Profesní komory požární ochrany. ISBN 978-80-260-7372-7.
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. MACÁK, Václav. *Stabilní hasicí zařízení v požární ochraně*. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1980. Knihnice požární ochrany (SNTL).
4. BEBČÁK, Petr. *Požárně bezpečnostní zařízení*. 2. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 80-86634-34-5.
5. ČSN EN 12845 *Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba*. 2006.
6. ČSN P CEN/TS 14972 *Stabilní hasicí zařízení – Mlhová zařízení – Navrhování a instalace*. 2011.
7. NFPA 750 Standard on Water Mist Fire Protection Systems. 2010.
8. *Tzbinfo: Sprinklerová stabilní hasicí zařízení - I. díl*. [online]. 2016. Dostupné z: <http://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13971-sprinklerova-zarizeni-i-dil>
9. *Tzbinfo: Mlhová stabilní hasicí zařízení pro protipožární ochranu objektů a technologií (1. část)*. [online]. 2017. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/16205-mlhova-stabilni-hasici-zarizeni-pro-protipozarni-ochranu-objektu-a-technologie-1-cast>
10. *Tzbinfo: Mlhová stabilní hasicí zařízení pro protipožární ochranu objektů a technologií (2. část)*. [online]. 2017. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/16244-mlhova-stabilni-hasici-zarizeni-pro-protipozarni-ochranu-objektu-a-technologie-2-cast>

-
11. *Tzbinfo: Mlhová stabilní hasicí zařízení pro protipožární ochranu objektů a technologií (3. část)*. [online]. 2017. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/16276-mlhova-stabilni-hasici-zarizeni-pro-protipozarni-ochranu-objektu-a-technologie-3-cast>
 12. RYBÁŘ, Pavel. Mlhová SHZ s otazníky. *Časopis 112*. 2015, **XIV**(11).
 13. RYBÁŘ, Pavel. *Příklady použití stabilních hasicích zařízení v ochraně majetku a technologií*. Praha: generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2014.
 14. SANTANGELO, P. E. a P. TARTARINI. *Fire control and Suppression by Water-Mist Systems*. In: *The Open Thermodynamic Journal*. 2010, s. 167-84.
 15. SANTANGELO, P. E., JACOBS, B. C., REN, N., SHEFFEL, J. A., CORN, M. L., MARSHALL, A. W. Suppression effectiveness of water-mist sprays on accelerated wood-crib fires. In: *Fire Safety Journal*. 2014, s. 98-111
 16. POKORNÝ, Marek. *Požární bezpečnost staveb* [online]. 2010. Dostupné z: <https://kps.fsv.cvut.cz/index.php?lmut=cz&part=people&id=46&sub=167>
 17. *Park it here: Robotic Parking, Automated Parking, Automatic Parking* [online]. 2009. Dostupné z: <https://parkithere.wordpress.com/>
 18. *Fire safe sprinkler systems* [online]. 2013. Dostupné z: <http://firesafesystems.com.au/>
 19. *HI-FOG® water mist fire protection* [online]. 2017. Dostupné z: <http://www.marioff.com/>
 20. *PZB: POŽÁRNÍ ZAŘÍZENÍ, BEZPEČNOST* [online]. 2010. Dostupné z: <http://www.pzb.cz/cs/shz-vysokotlake-vodni-mlha-0>
 21. *Budova NTK - Národní technická knihovna* [online]. 2006. Dostupné z: <https://www.techlib.cz/cs/2801-budova-ntk>
 22. *SUPO Cerber – Instalacje Przeciwpożarowe Supo Cerber* [online]. Dostupné z: http://supo.com.pl/index.php?menu=instalacje_gasnicze_mgla_wodna_typu_fog_galeria
-

-
23. *Okružní plavby lodí - Orbis Link* [online]. 2017. Dostupné z: <http://www.okruzni-plavby.cz/lode/cunard/queen-mary-2/kajuty.html>
 24. MARIOFF CORPORATION OY. *Protecting underground traffic from fire – HI-FOG® for road tunnels*. Vantaa: 2009
 25. MARIOFF CORPORATION OY. *HI-FOG® case study – Motala hospital, Sweden*. Vantaa: 2011
 26. *FOGTEC - Fire Fighting systems* [online]. Dostupné z: <http://fogtec-international.com/en/rail-systems/applications-rail-systems.html>
 27. *KLIKA-BP* [online]. 2012. Dostupné z: <http://www.klika.cz/cs/reference/reference-54.html>
 28. *FKservis: Požární ochrana, protipožární zabezpečení – výroba, prodej, servis* [online]. 2014. Dostupné z: <http://www.fkservis.cz/reference/detail/?referenceId=45>



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov

**Návrh mlhového stabilního hasicího zařízení na budovu
muzea paroplavby v Praze**

Technická zpráva

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Integrovaná bezpečnost staveb

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

Bc. Marek Bukovjan

Praha 2018

Obsah

	Obsah.....	1
1	Úvod.....	2
1.1	Základní údaje	2
1.2	Popis objektu	2
1.3	Použité podklady	3
2	Systém vysokotlakého vodního MHZ HI-FOG – základní komponenty, funkce, spouštění.....	3
2.1	Dimenzace systému	3
2.2	Hasivo	4
2.3	Čerpadlová jednotka s ústřednou.....	5
2.4	Sprinklerové hlavice HI-FOG	6
2.5	Rozvodný systém potrubí, montáž potrubí	7
2.6	Funkce systému, detekce a spouštění.....	8
3	Výpočtová část	8
3.1	Velikost a typ zásobovací nádrže	8
3.2	Dimenze rozvodného potrubí	9
4	Návazná zařízení.....	9
5	Prostorové uspořádání a značení.....	10
6	Příloha 1 – hydraulický výpočet.....	10

1 Úvod

1.1 Základní údaje

Tato projektová dokumentace na úrovni dokumentace pro stavební povolení řeší instalaci vysokotlakého mlhového stabilního hasicího zařízení HI-FOG (dále jen MHZ HI-FOG) na budovu muzea paroplavby v Praze.

Výrobce systému MHZ HI-FOG je finská společnost Marioff Corporation Oy. Základními komponenty, ze kterých se systém MHZ HI-FOG skládá, jsou vodní nádrž, čerpadlová jednotka, nerezové potrubí a mlhové hlavice.

1.2 Popis objektu

Objekt muzea paroplavby se nachází v Praze 5 – Smíchov podél řeky Vltavy. Na západní straně budovy se nachází ulice Hořejší nábřeží, severním směrem je situována Smíchovská náplavka a na jižní straně objektu se nachází maloobchodní prodejna C.I.P.A a železniční most. Budova má obdélníkový půdorys o rozměrech 60,6 m na 30,3 m a celková výška objektu je 18,2 m. Budova obsahuje 3 nadzemní podlaží, kde konstrukční výška v 1.NP a 2.NP je 4 m a v 3.NP má hodnotu 3,4 m. Využití objektu lze rozdělit do 3 částí. První část tvoří dvoupodlažní restaurace se zázemím v severní části objektu. Druhá část je administrativní a třetí část tvoří výstavní plochy, které se nachází v jižní části objektu a celém 3.NP. Hlavní vstup do objektu je situován na západní straně objektu. Restaurace má vlastní vstup, který je z východní strany od řeky.

Nosná konstrukce objektu je tvořena kombinovaným konstrukčním systémem železobetonových sloupů o rozměrech 400x400 mm a stěn z broušených cihelných bloků Porotherm 40 EKO+Profi DRYFIX tl. 300 a 400 mm. Základy jsou tvořeny pasy a patkami z prostého betonu, kdy spodní hrana se nachází v nezámrzné hloubce 1400 mm. Vodorovná nosná konstrukce budovy je tvořena železobetonovými průvlaky o rozměrech 400x600 mm. Stropní konstrukce je monolitická železobetonová z betonu C35/45 a z oceli B500B a je lokálně podepřená. Tloušťka stropu je 300 mm.

Strojovna vysokotlakého systému MHZ HI-FOG bude umístěna v 1.NP v místnosti č. 1.22, která je situována na východní straně objektu (viz půdorys 1.NP). Zde bude umístěna čerpadlová jednotka systému, rozvaděč a požární nádrž.

1.3 Použité podklady

- Projektová dokumentace stavby v elektronické podobě
- Norma ČSN P CEN/TS 14972 – Stabilní hasicí zařízení – Mlhová zařízení – Navrhování a instalace, 2011
- Výpočtové aplikace společnosti Marioff Corporation Oy
- Montážní a projekční manuály společnosti Marioff Corporation Oy
- Norma ČSN EN 12845 – Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – navrhování, instalace a údržba, 2006

2 Systém vysokotlakého vodního MHZ HI-FOG – základní komponenty, funkce, spouštění

Systém MHZ HI-FOG je navržen jako systém samočinný. Zahájení hašení požáru je tedy založeno na samočinné detekci důsledkem prasknutí teplocitné baňky umístěné na mlhových hlavicích. Informace jsou zároveň podávány objektové EPS nebo ústředně MHZ, která systém HI-FOG monitoruje.

2.1 Dimenzace systému

Prostory objektu byly zařazeny dle tabulky A2: Provozy se středním rizikem dle normy ČSN EN 12845 – Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – navrhování, instalace a údržba.

Zařazení jednotlivých prostor:

Depozitář muzea (místnost č. 1.28)	OH3
Výstavní plocha (1.29, 2.19, 3.01)	OH3

Restaurace (1.16, 2.10) + zázemí (sklady, šatny, kuchyň)	OH1
Kancelář (2.18) + zázemí (sklad, kuchyňka)	OH1
Kotelna (1.19), technická místnost (1.13)	OH1
Chodba (1.06, 1.11, 1.18, 2.06, 2.16)	OH1
Strojovna SHZ HI-FOG (1.22)	OH1
Hala s recepcí (1.17)	OH1
Zasedací místnost (2.11)	OH1
WC + úklidové místnosti – tyto prostory nejsou chráněny systémem MHZ HI-FOG	

2.2 Hasivo

Systém MHZ HI-FOG využívá k vytvoření vodní mlhy čistou vodu. Vodní mlha je vytvořena tryskami pomocí vysokého tlaku. Voda zároveň musí splňovat dané požadavky:

1) Požadavky na vodu:

- Musí splňovat kvalitu pitné vody, bezbarvá, bez zápachu, nekorozivní
- Koncentrace chlóru < 50 ppm (= 50 mg/l)
- Hodnota pH 7,0 - 9,0
- Hodnota železa a manganu < 0,3 mg/l
- Obsah rozpuštěných látek musí být co nejnižší

2) Doporučení pro vodu

- Vodivost < 400 μ S/cm
- Celková tvrdost 1 - 3 mmol/l
- Nerozpuštěné pevné látky TSS < 10 mg/l
- Sírany < 10 mg/l
- pH > 6,5
- Minimální obsah organických látek

2.3 Čerpadlová jednotka s ústřednou

Systém MHZ HI-FOG využívá elektrickou čerpadlovou jednotku od společnosti Marioff. Čerpadlová jednotka bude umístěná ve strojovně MHZ v 1.NP v místnosti 1.22 – viz Půdorys 1.NP. Pro daný objekt byla navržena elektrická čerpadlová jednotka EPU06+0, která se skládá ze dvou samostatných jednotek, každá o 3 elektromotorech ABB, kdy každý elektromotor pohání vysokotlaké čerpadlo. To vytváří vysoký tlak proudu vody (140 bar), který je v případě požáru pro systém MHZ HI-FOG nezbytný. Čerpadlové moduly budou napájeny elektrickým rozvaděčem, který bude taktéž umístěný ve strojovně MHZ HI-FOG.

Systém je při pohotovostním stavu udržován pomocí jednoho čerpadla v zavodněných částech systému na hodnotě 25 bar. Spuštění čerpadlové jednotky lze provést automaticky nebo manuálně. V případě automatického spuštění probíhá aktivace buď tlakovým signálem, nebo průtokovým signálem. Manuální spuštění lze provést buď z externího spouštěcího panelu, nebo ze spouštěcí skříňe postupným zapnutím čerpadlových modulů.

Spouštěcí skříň napájí hlavní rozvaděč, který je v případě výpadku napájení automaticky přepnut na záložní rozvaděč. Ve spouštěcí skříni jsou umístěny potřebná zařízení, dle kterých lze ovládat čerpadlovou jednotku a signalizaci stavů.

Elektrická čerpadlová jednotka EPU06+0

- Základní rozměry: 1420 x 1230 x 1718 mm (Š x V x D)
- Hmotnost: 2166 kg
- Požadované odstupové vzdálenosti: 750 mm na všechny strany jednotky
- Minimální teplota ve strojovně: +4 °C
- Maximální průtok: 561 l/min
- Pracovní tlak: 140 bar
- Pohotovostní tlak: 25 bar

2.4 Sprinklerové hlavice HI-FOG

Mlhové spriklery HI-FOG jsou umístěny pod stropem chráněného prostoru. Mlhový sprinkler je složen z mosazného těla, teplocitné baňky, filtru a pístu. Při požáru je hašení aktivováno pomocí teplocitné baňky, která při zvýšení teploty v místnosti na určitou hodnotu praskne vlivem roztažení kapaliny umístěné v baňce.

Kapaliny v baňkách jsou rozděleny dle barev podle teploty, ve které dochází k prasknutí:

- **57 °C – oranžová barva kapaliny** (navrženy v daném objektu)
- 79 °C – žlutá barva kapaliny
- 93 °C – zelená barva kapaliny
- 141 °C – modrá barva kapaliny

Použité mlhové sprinklery v objektu:

Riziko OH1

- Sprinkler C30-57C
 - Max. výška: 4 m
 - Max. vzdálenost: 4,25 m
 - Max. chráněná plocha: 18,1 m²
 - K-faktor: 4,1 l/min/bar^{0,5}
 - Minimální tlak na trysce: 80 bar

Riziko OH3

- Sprinkler GAFX-57C
 - Max. výška: 4,3 m
 - Max. vzdálenost: 3 m
 - Max. chráněná plocha: 9 m²
 - K-faktor: 6,1 l/min/bar^{0,5}
 - Minimální tlak na trysce: 40 bar

2.5 Rozvodný systém potrubí, montáž potrubí

Potrubní rozvody jsou vyrobeny z kvalitní nerezové oceli AISI 316, z důvodů zachování dlouhé životnosti a potřebné čistoty vody. V objektu jsou použity na hlavní páteřní větve potrubí DN38 - průměr 38 mm (tloušťka stěny 3 mm) a na vedlejší potrubí, tedy potrubí vedoucí z hlavní potrubí k mlhovým hlaviciím, je použito potrubí DN12 - průměr 12 mm (tloušťka stěny 1,2 mm).

Spojování jednotlivých kusů potrubí je provedeno šroubovými spoji pomocí O kroužku, který je na konci potrubí vtlačen do jeho povrchu. Potrubí je poté spojeno závitovým spojem s daným modulem pomocí matice. Tyto moduly jsou využity zejména pro potřebné spojení a odbočení potrubí. Přestavují je například T-kusy, spojovací kusy či rozvětvací redukované kusy (potrubí DN38, ze kterého vychází na každou stranu potrubní rozvod DN12).

Vedení hlavního potrubí DN38 i vedlejšího potrubí DN12 je patrné z výkresové dokumentace, přesněji na jednotlivých půdorysech podlaží, na kterých je trasa potrubního systému viditelná. Na potrubním rozvodu ve strojovně MHZ HI-FOG jsou osazeny 3 sekční ventily, z čehož je patrné, že objekt je rozdělen do 3 sekcí (každé podlaží = 1 sekce).

Mlhové hlavice jsou včetně montážní sestavy osazené na potrubí a upevněné v sádkartonových deskách tvořící podhled, ve kterém je potrubní systém MHZ HI-FOG veden. Potrubí je uchyceno objímkami, jež jsou kotveny do železobetonového stropu (1.NP, 2.NP) nebo dřevěných vazníků (3.NP) pomocí nastřelovacích segmentů se závitem.

V případě změny směru potrubní trasy je potrubí tvarováno pomocí elektrické ohýbačky, která je určena pro nerezové potrubí. Pro nerezové potrubí je i určena kotoučová řezací pila, s jejíž pomocí je provedeno řezání potrubí. Lisování O kroužků do jednotlivých trubek je provedeno pomocí přístroje Tractopress.

Po dokončení instalace celého potrubního rozvodu musí být provedena tlaková zkouška. Ta je provedena s 1,5 násobkem maximálního provozního tlaku (210 bar) po dobu 2 hodiny. Přípustná odchylka tlaku činí max. 5 bar. Zkouška musí být provedena dle předepsaného postupu výrobce. Dále bude ověřeno, že je potrubní síť vyčištěna a neobsahuje kovové třísky a úlomky.

2.6 Funkce systému, detekce a spouštění

Zařízení vysokotlakého vodního MHZ HI-FOG je trvale funkční. Detekci požáru zajišťují mlhové sprinklery umístěné přímo v chráněném prostoru pomocí teplocitných baněk, které sprinkler zakončují. Baňky jsou umístěné na všech mlhových hlavících a hodnota teploty, při které dochází k prasknutí baňky, je nastavena na 57 °C. Po prasknutí této baňky začne sprinkler hasit vzniklý požár, což je zapříčiněno poklesem tlaku v systému, který je trvale udržován čerpadlem na hodnotě 25 bar a následného postupného spouštění čerpadlových modulů, jenž vytvoří v systému tlak 140 bar. Aby bylo docíleno účinného hašení požáru v chráněném prostoru je dle normativních požadavků a požadavků výrobce zapotřebí na nejvzdálenější výstřikové hlavici dosáhnout minimálního tlaku (viz hydraulický výpočet). Na potrubním systému jsou osazeny 3 sekční ventily, které jsou umístěny ve strojovně MHZ HI-FOG v 1.NP (viz výkresová dokumentace). Tyto ventily jsou trvale otevřené a napojené na objektovou EPS. V případě aktivace systému, který nastane poklesem tlaku v potrubí, a následného průtoku vody do jednotlivé sekce jsou zaznamenávány a podávány informace o průtoku vody v jednotlivé sekci (podlaží) na EPS. Systém je monitorovaný pomocí ústředny MHZ HI-FOG, která dále tyto informace předává na ústřednu EPS, jež je s trvalou obsluhou, v podobě signalizace stavu provoz a sdružená porucha.

3 Výpočtová část

3.1 Velikost a typ zásobovací nádrže

Velikost zásobní nádrže na vodu pro systém MHZ HI-FOG je navržena na využitelný objem minimálně 22,5 m³, který je potřebný pro zajištění hašení na dobu 40 minut. Nádrž je vybavena přetokovou výpustí a je odvětrána do atmosféry. Signalizaci o množství vody v nádrži zajišťují plovákové spínače instalované přímo v nádrži. Nádrž je propojena s čerpadlovou jednotkou potrubím o průměru 100 mm, tudíž je z nádrže přivedena voda přímo do elektrické čerpadlové jednotky. Na tomto potrubí je osazena uzavírací armatura, která předává informace o svém stavu (otevřeno/uzavřeno) ústředně MHZ. Voda je do nádrže dopouštěna potrubím pomocí ústředny MHZ přes elektromagnetický ventil, který je umístěn na přívodu vody do nádrže. Toto potrubí je přivedeno v podhledu pod stropem 1.NP z technické místnosti (č. 1.13), kde je napojeno na vodoměrnou sestavu. Zároveň je na tomto potrubí osazen ve strojovně i filtr s jemností < 100 μm,

jelikož u systému MHZ HI-FOG je kladen vysoký požadavek na čistotu vody. Tento filtr je z korozivzdorného materiálu a síto je snadno vyjímatelné.

3.2 Dimenze rozvodného potrubí

Hlavní větve potrubního rozvodu jsou tvořeny potrubím DN38 (průměr 38 mm). Vedlejší potrubí vycházející z hlavního potrubního rozvodu vedoucí přímo k jednotlivým mlhovým hlavicím je tvořeno potrubím DN12 (průměr 12 mm). Vedení potrubního systému i jeho dimenzace je patrná z půdorysů jednotlivých podlaží.

4 Návazná zařízení

Požadavky na zařízení ve strojovně

Vodní nádrž musí být zcela naplněna do 36 hodin, tudíž potrubí pro přívod vody musí mít dostačující průměr a dále musí být opatřeno elektromagnetickým nebo plovákovým ventilem.

V blízkosti systému MHZ HI-FOG je doporučeno zřízení odtokové vpusti z důvodu obměny vody v zásobní nádrži.

Pro veškeré potrubní rozvody systému MHZ musí být zajištěny prostupy v jednotlivých konstrukcích.

Zajištění transportní cesty pro jednotlivá zařízení MHZ do strojovny.

Dodržení požadavků, které se týkají minimální teploty a bezprašnosti v prostoru strojovny MHZ HI-FOG.

Požadavky na elektřinu

Do strojovny MHZ HI-FOG je nutné přivést kabeláž pro elektrickou čerpadlovou jednotku. Dále je nutné zajistit záložní zdroj energie, jelikož při výpadku elektrického proudu musí zůstat čerpadlová jednotka v činnosti. Její napájení musí být tedy zajištěno ze dvou na sobě nezávislých zdrojů. U přivedených kabelů musí být zároveň zajištěna jejich funkčnost v případě požáru.

Vzduchotechnika

Na vzduchotechnické zařízení nejsou kladeny žádné zvláštní požadavky.

EPS

Objektová EPS je propojena s rozvaděčem a s jednotlivými sekčními ventily. Spuštění systému MHZ HI-FOG probíhá samočinně pomocí teplocitné baňky na mlhovém sprinkleru, systém je tedy autonomní a na EPS se předávají následující stavy:

- Stav „provoz“ a „sdružená porucha“
- Stav „hašení v 1.NP“ od sekčního ventilu pro 1.NP
- Stav „hašení v 2.NP“ od sekčního ventilu pro 2.NP
- Stav „hašení v 3.NP“ od sekčního ventilu pro 3.NP

5 Prostorové uspořádání a značení

Čerpadlová jednotka je umístěna ve strojovně MHZ HI-FOG, kdy je její poloha viditelná v půdoryse 1.NP.

Vodní nádrž je taktéž umístěna ve strojovně MHZ HI-FOG a s čerpadlovou jednotkou je propojena potrubím o průměru 100 mm.

Kabelové vedení systému je vedeno danými kabelovými trasami. V případě, že nebude možné tyto trasy použít, budou kabely vedené v plastových lištách.

Značení:

Místnost, ve které je umístěná strojovna MHZ HI-FOG, je značena nápisem „Strojovna mlhového stabilního hasicího zařízení (MHZ)“.

Ústředna MHZ je označena na čelním ovládacím panelu včetně označení funkce jednotlivých tlačítek.

6 Příloha 1 – hydraulický výpočet

Hydraulický výpočet je proveden dle požárního testu pro střední riziko společností Marioff Corporation Oy, při kterém bylo v činnosti 12 mlhových hlavíc. Dimenzační plocha, na kterou je hydraulický výpočet počítán, je zakreslena v půdoryse 3. NP.

Výpočet tlakových ztrát podle Darcy-Weisbachovy-Metody (s. NFPA 750)

Marihoff GmbH

Handwerkerstr. 3

D-15366 Dahlewitz Hoppegarten



HI-FOG System: EPU6

K-Faktor_{tryska} : 6,1 lpm/bar^{0,5}

p_{min} Tryska: 40 bar

WBA:

Q_{min} Tryska: 38,58 l/min

tryska na účinn.ploše F 12 kusů

Q_{celkový}: 463 l/min

Akce: Diplomová práce - muzeum paroplavby

Část: 3. NP - tryska typ GAFX-57C

Účinná plocha ve výkrese: 12 trysek

Vypracoval: KLIKA-BP

Datum: 13.12.2017

Úsek potrubí číslo:	Průměr potrubí- d _i [mm]	Délka potrubí [m]	Objemový průtok [l/min]	T- Kusy 90°	Kolena 90°	Rychlost proudění [m/s]	Tlaková ztráta [bar]
1	9,6	2,4	38,6	0,0	1,0	8,9	2,9
2	9,6	2,0	77,2	1,0	0,0	17,8	10,9
3	32,0	2,6	115,7	1,0	0,0	2,4	0,1
4	32,0	2,6	231,5	1,0	0,0	4,8	0,3
5	32,0	2,2	347,2	1,0	0,0	7,2	0,7
6	32,0	70,0	463,0	5,0	4,0	9,6	24,1
7							
8							
9 (H geo)	Ztráta výškou						1,0
10 (BV)	Ztráta sekčním ventilem						5,0
11							
12							

Výpočtová rovnice:

$$\Delta p = 2,252 \times [f \times L \times \rho \times Q^2] / d^5$$

Δp_{1 celkem} [bar]: 45,1

max.ztráta Δp [bar]: 100,00

Δp : Tlakové ztráty v barech

f : Součinitel tření = 0,03 bar/m (SF = 10)

L : Délka potrubí v m

ρ : Měrná hmotnost v kg/m³

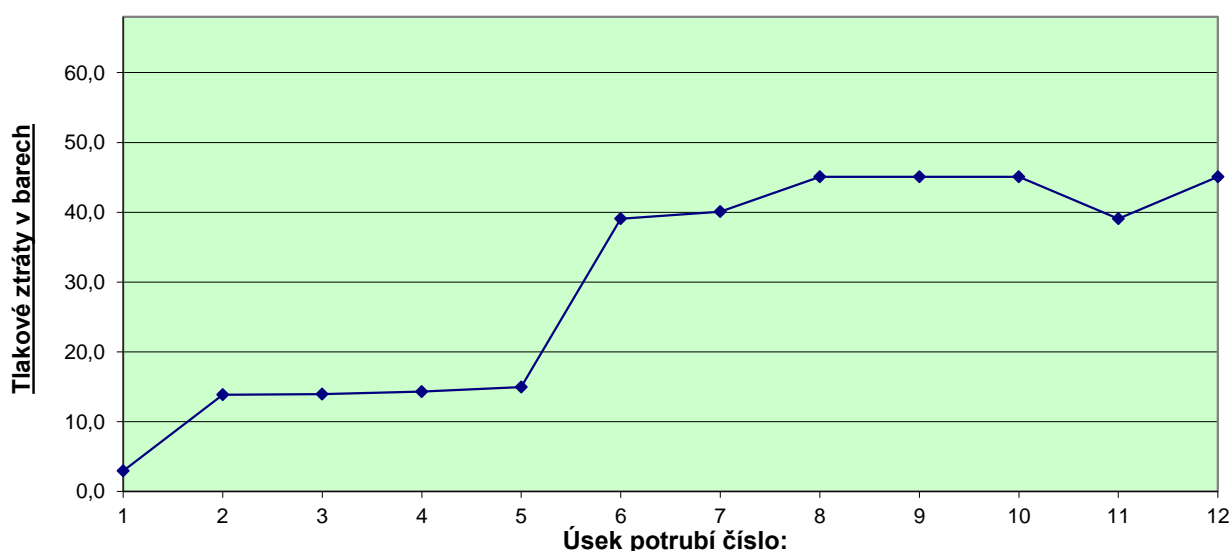
Q : Objemový průtok v l/min

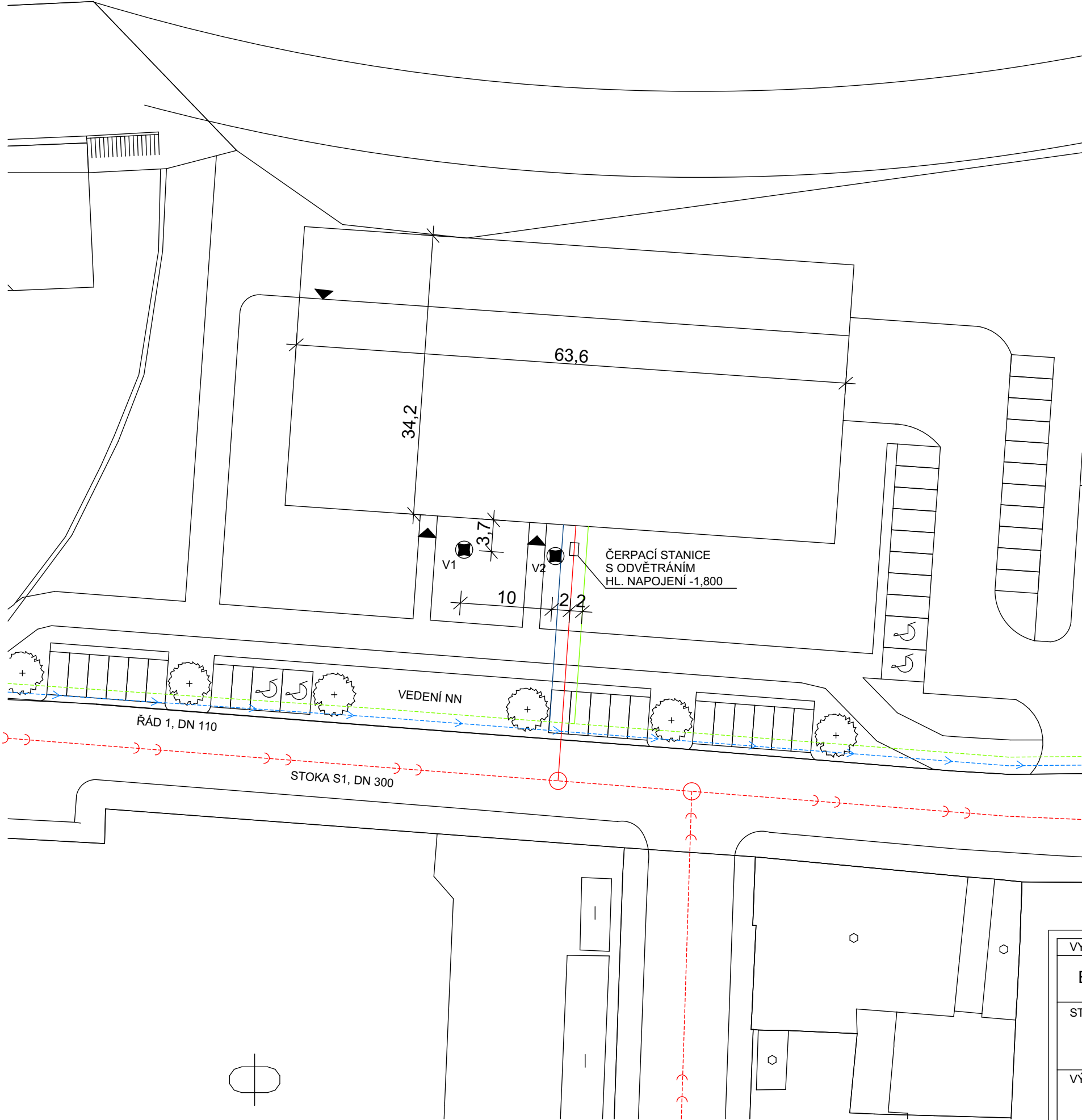
L : Délka potrubí v m

d : Vnitřní průměr potrubí v mm

t_{vody} : +20° C

Diagram tlakových ztrát





LEGENDA

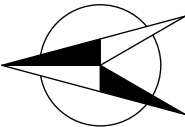
- HRANICE PARCEL KN
- VODNÍ VRT PRO TEP.ČERPADLO
- V1


STÁVAJÍCÍ SÍŤ:
KANALIZACE SPLAŠKOVÁ

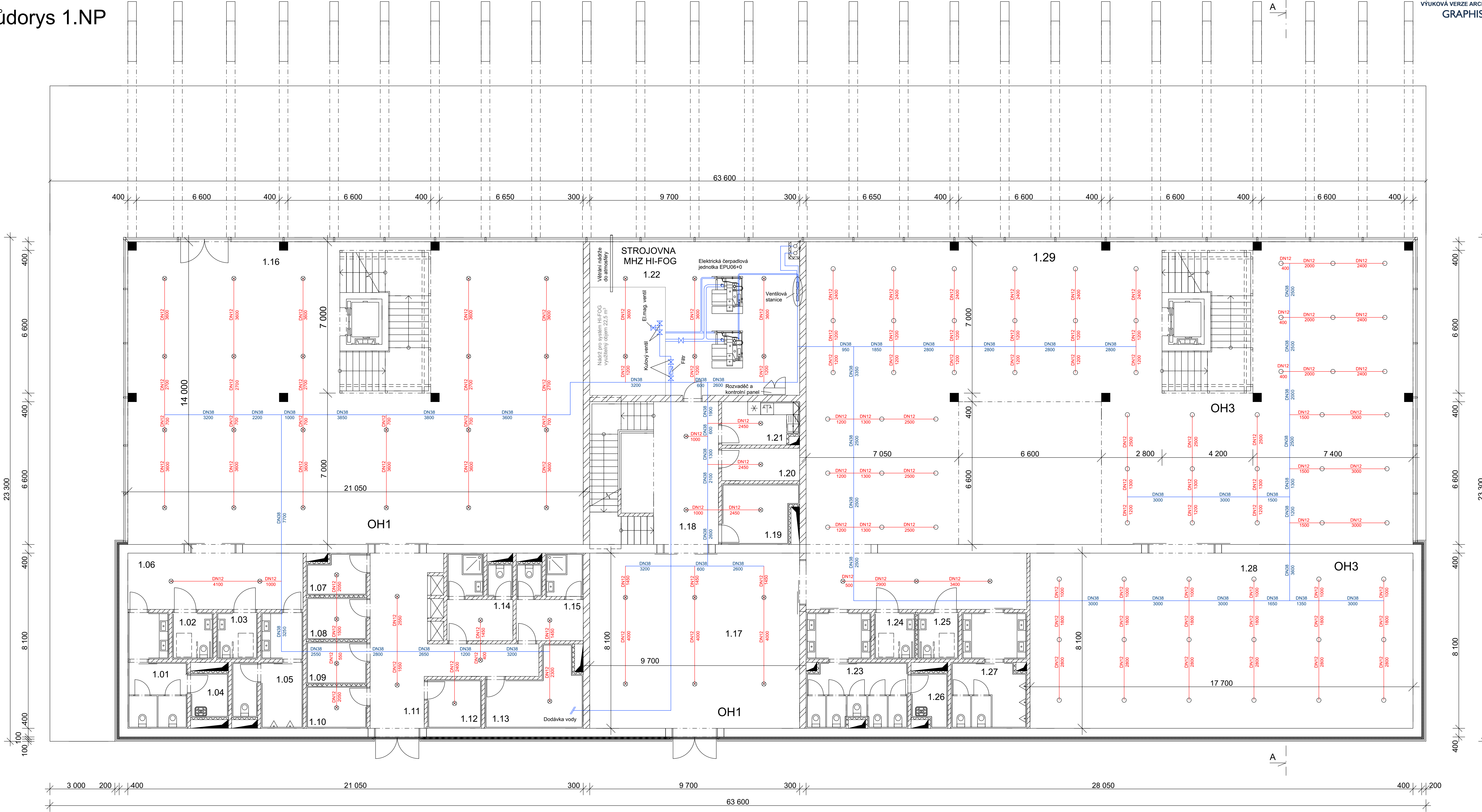
- VODOVODNÍ ŘÁD
- KABEL NN

NAVRŽENÉ PŘÍPOJKY:
KANALIZACE SPLAŠKOVÁ

- VODOVODNÍ ŘÁD
- KABEL NN



VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE	
Bc. Marek Bukovjan	Ing. Ilona Koubková Ph.D.		
STAVBA		DATUM	1.2018
Muzeum paroplavby v Praze		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		PŘEMĚT	Diplomová práce
VÝKRES:		FORMÁT	2 x A4
		MĚŘÍTKO:	Č.VÝKRESU:
Situace		1:500	1

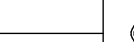


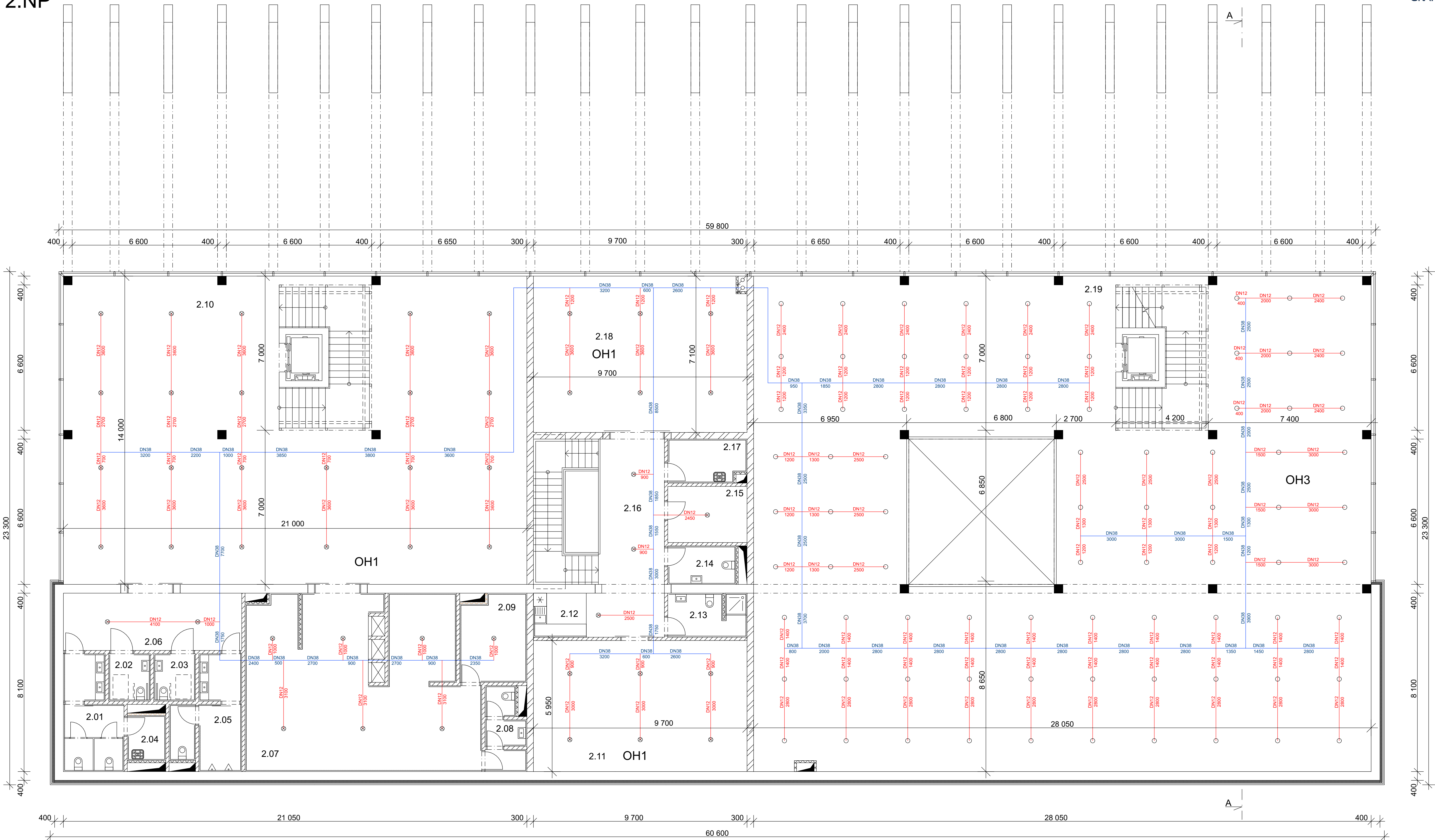
VÝPIS MÍSTNOSTÍ				
Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m²]	NAŠLAPNÁ VRSTVA	POZNÁMKA
1.01	WC ŽENY	12,615	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.02	WC INVALIDÉ	4,085	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.03	WC INVALIDÉ	4,085	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.04	UKLIDOVÁ KOMORA	3,588	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.05	WC MUŽI	13,478	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.06	CHODBA	21,060	PODLAHOVÉ LAMELY	P2
1.07	SKLAD	4,910	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.08	SKLAD	5,460	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.09	SKLAD	5,460	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.10	SKLAD	5,460	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.11	CHODBA	29,505	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.12	SKLAD	5,625	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.13	TECHNICKÁ MÍSTNOST	12,673	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.14	ŠATNA ŽENY	11,445	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.15	ŠATNA MUŽI	11,445	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.16	RESTAURACE	265,300	PODLAHOVÉ LAMELY	P2
1.17	HALA S RECEPCÍ	78,570	PODLAHOVÉ LAMELY	P2
1.18	CHODBA	19,890	PODLAHOVÉ LAMELY	P2
1.19	KOTELNA	9,155	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.20	ŠATNA	5,400	PODLAHOVÉ LAMELY	P2
1.21	KUCHYNĚ	7,200	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.22	STROJOVNA SHZ HI-FOG	68,370	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P3
1.23	WC ŽENY	20,920	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.24	WC INVALIDÉ	4,085	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.25	WC INVALIDÉ	4,085	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.26	UKLIDOVÁ KOMORA	4,335	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.27	WC MUŽI	17,260	KERAMICKÁ DLÁŽBA	P1
1.28	DEPOZITÁŘ MUZEA	143,370	PODLAHOVÉ LAMELY	P2
1.29	VÝSTAVNÍ PLOCHA	391,020	PODLAHOVÉ LAMELY	P2

VÝPIS MATERIÁLŮ	
	ZDIVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 40 EKO+Profi DRYFIX, 248x400x249 mm, PEVNOST V TLAKU P8/P8, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
	ZDIVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 30 Profi DRYFIX, 247x300x249 mm, PEVNOST V TLAKU P10/P15, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
	ZDIVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 14 Profi DRYFIX, 497x140x249 mm, PEVNOST V TLAKU P8/P10, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
	ZDIVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 8 Profi DRYFIX, 497x80x249 mm, PEVNOST V TLAKU P8/P10, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
	MONOLITICKÉ ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE, BETON C30/37, OCEL B 500B
	TEPELNÁ IZOLACE ROCKWOOL FASROCK TL 100mm
	DŘEVĚNÉ OBLOŽENÍ OSMO, TATRANSKÝ PROFIL, SIBÍRSKÝ MODŘÍN

LEGENDA	
	MLHOVÝ SPRINKLER GAFX-57C (OH3)
	MLHOVÝ SPRINKLER C30-57C (OH1)
	HLAVNÍ ROZVÁDEČÍ POTRUBÍ DN38
	VEDELEJŠÍ ROZVÁDEČÍ POTRUBÍ DN12

±0,000=239,00 m.n.m BPV

VYPRACOVAL		KONTROLOVAL			FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE
Bc. Marek Bukovjan		Ing. Ilona Koubková Ph.D.			
STAVBA				DATUM	1.2018
Muzeum paroplavby v Praze				ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
				PRĚMĚT	Diplomová práce
				FORMÁT	8 x A4
VÝKRES:				MĚŘÍTKO:	Č.VÝKRESU:
Půdorys 1.NP				1:100	2



VÝPIS MÍSTNOSTÍ				
Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m²]	NAŠLAPNÁ VRSTVA	OZNACENÍ
2.01	WC ŽENY	12,615	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.02	WC INVALIDE	4,085	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.03	WC INVALIDE	4,085	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.04	UKLIDOVÁ KOMORA	3,380	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.05	WC MUŽI	13,476	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.06	CHODBA	21,060	PODLAHOVÉ LAMELY	P5
2.07	KUCHYNKA	82,060	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.08	WC PERSONÁL	6,590	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.09	DENNÍ SKLAD	11,728	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.10	RESTAURACE	265,300	PODLAHOVÉ LAMELY	P5
2.11	ZASEDACÍ MÍSTNOST	57,715	ZÁTEŽOVÝ KOBEREC	P6
2.12	KUCHYNKA	6,200	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.13	WC ŽENY	7,2	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.14	WC MUŽI	5,425	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.15	SKLAD	9,180	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.16	CHODBA	26,145	ZÁTEŽOVÝ KOBEREC	P6
2.17	UKLIDOVÁ MÍSTNOST	7,200	KERAMICKÁ DLAŽBA	P4
2.18	KANCELAR	68,97	ZÁTEŽOVÝ KOBEREC	P6
2.19	VÝSTAVNÍ PLOCHA	558,165	PODLAHOVÉ LAMELY	P5

VÝPIS MATERIÁLU

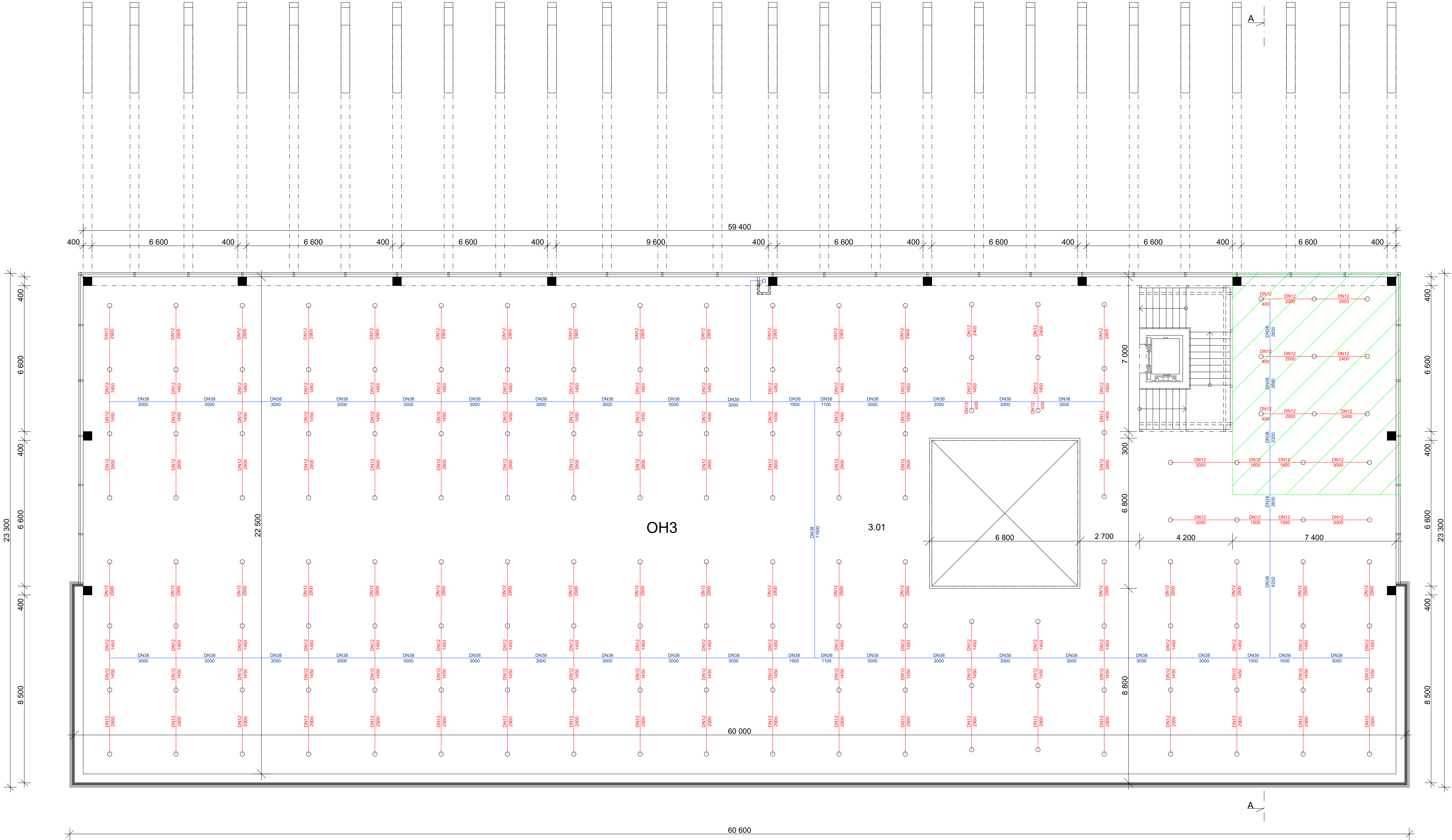
- ZDÍVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 40 EKO+Profí DRYFIX, 248x400x249 mm, PEVNOST V TLAKU P6/P8, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
- ZDÍVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 30 Profí DRYFIX, 247x300x249 mm, PEVNOST V TLAKU P10/P15, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
- ZDÍVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 14 Profí DRYFIX, 497x400x249 mm, PEVNOST V TLAKU P8/P10, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
- ZDÍVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 8 Profí DRYFIX, 497x80x249 mm, PEVNOST V TLAKU P8/P10, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
- MONOLITICKÉ ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE, BETON C30/37, OCEL B 500B
- TEPELNÁ ISOLACE ROCKWOOL FASROCK TL 100mm
- DŘEVĚNÉ OBLOŽENÍ OSMO, TATRANSKÝ PROFIL, SIBÍRSKÝ MODŘÍN

LEGENDA

- MLHOVÝ SPRINKLER GAFX-57C (OH3)
- MLHOVÝ SPRINKLER C30-57C (OH1)
- HLAVNÍ ROZVÁDEČÍ POTRUBÍ DN38
- VEDELEJŠÍ ROZVÁDEČÍ POTRUBÍ DN12

±0,000=239,00 m.n.m BPV

VYPRACOVAL		KONTROLOVAL	
Bc. Marek Bukovjan		Ing. Ilona Koubková Ph.D.	
STAVBA		Fakulta Stavební ČVUT V PRAZE	
Muzeum paroplavby v Praze		DATUM	1.2018
		SKOLNÍ ROK	2017/2018
		PREMET	Diplomová práce
		FORMÁT	8 x A4
VÝKRES:		MÉRÍTKO:	Č.VÝKRESU:
Půdorys 2.NP		1:100	3



VÝPIS MÍSTNOSTÍ					
Č.M.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m²]	NÁŠLAPNÁ VRSTVA	OZNAČENÍ	POZNÁMKA
3.01	VÝSTAVNÍ PLOCHA	1263,540	PODLAHOVÉ LAMELY	P5	

VÝPIS MATERIÁLU

	ZDIVO Z BROUŠENÝCH CIHELNYCH BLOKŮ POROTHERM 40 EKO+Profi DRYFIX, 248x400x249 mm, PEVNOST V TLAKU P6/P8, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
	ZDIVO Z BROUŠENÝCH CIHELNYCH BLOKŮ POROTHERM 8 Profi DRYFIX, 497x80x249 mm, PEVNOST V TLAKU P8/P10, VYZDĚNO NAZDÍČÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
	MONOLITICKÉ ŽELEZOBETONOVÉ KONSTRUKCE, BETON C30/37, OCEL B 500B
	TEPELNÁ IZOLACE ROCKWOOL FASROCK TL, 100mm
	DŘEVĚNÉ OBLOŽENÍ OSMO, TATranský PROFIL, SIBÍRSKÝ MODŘÍN

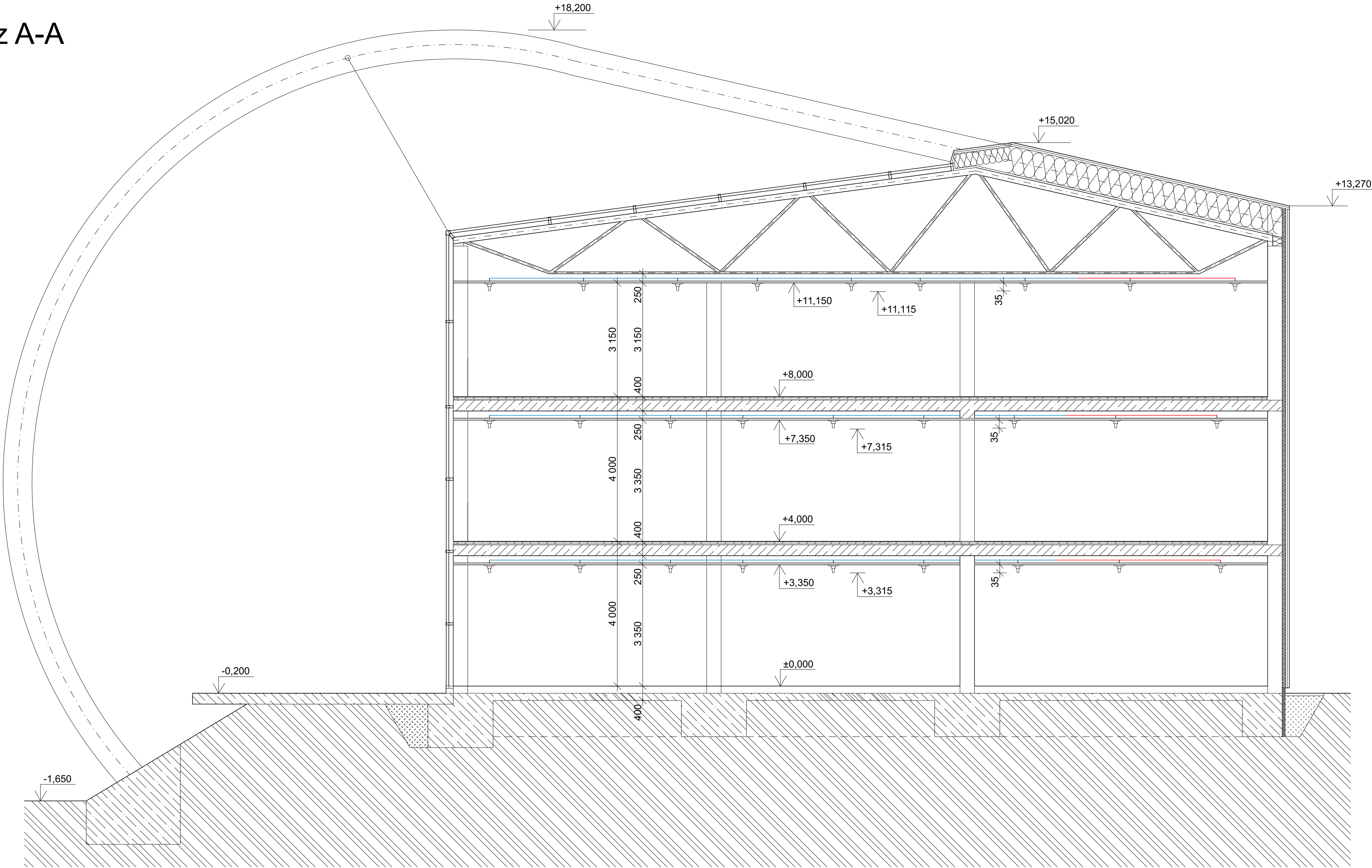
LEGENDA

	MLHOVÝ SPRINKLER GAFX-57C (OH3)
	MLHOVÝ SPRINKLER C30-57C (OH1)
	HLAVNÍ ROZVÁDĚCÍ POTRUBÍ DN38
	VEDELEJŠÍ ROZVÁDĚCÍ POTRUBÍ DN12
	DIMENZAČNÍ PLOCHA PRO HYDRAULICKÝ VÝPOČET

±0,000=239,00 m.n.m BPV

VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE	
Bc. Marek Bukovjan	Ing. Iлона Koubková Ph.D.		
STAVBA		DATUM	1.2018
Muzeum paroplavby v Praze		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		PREMĚT	Diplomová práce
		FORMÁT	8 x A4
VÝKRES:		MĚŘÍTKO:	Č.VÝKRESU:
Půdorys 3.NP		1:100	4

Řez A-A



VÝPIS MATERIÁLU

- ZDIVO Z BROUŠENÝCH CIHELNÝCH BLOKŮ POROTHERM 40 EKO+Profi DRYFIX, 248x400x249 mm, PEVNOST V TLAKU P6/P8, VYZDĚNO NAZDÍCÍ PĚNU POROTHERM DRYFIX
- MONOLITICKÝ BETON C30/37
- TEPELNÁ IZOLACE ROCKWOOL FASROCK TL. 100mm
- DŘEVĚNÉ OBLOŽENÍ OSMO, TATRANSKÝ PROFIL, SIBÍŘSKÝ MODŘÍN

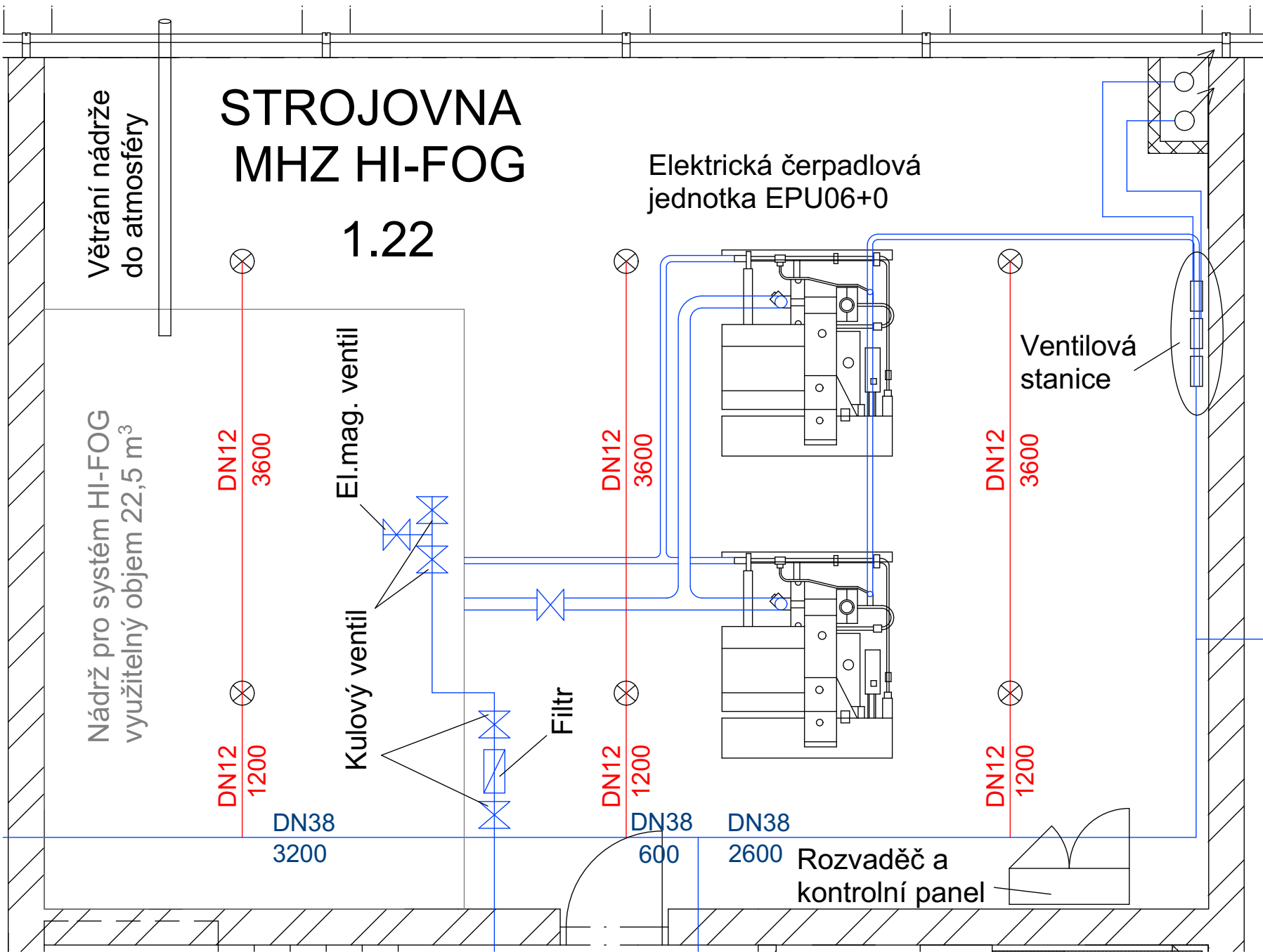
LEGENDA


- MLHOVÝ SPRINKLER GAFX-57C (OH3)
- HLAVNÍ ROZVÁDĚCÍ POTRUBÍ DN38
- VEDLEJŠÍ ROZVÁDĚCÍ POTRUBÍ DN12

±0,000=239,00 m.n.m BPV

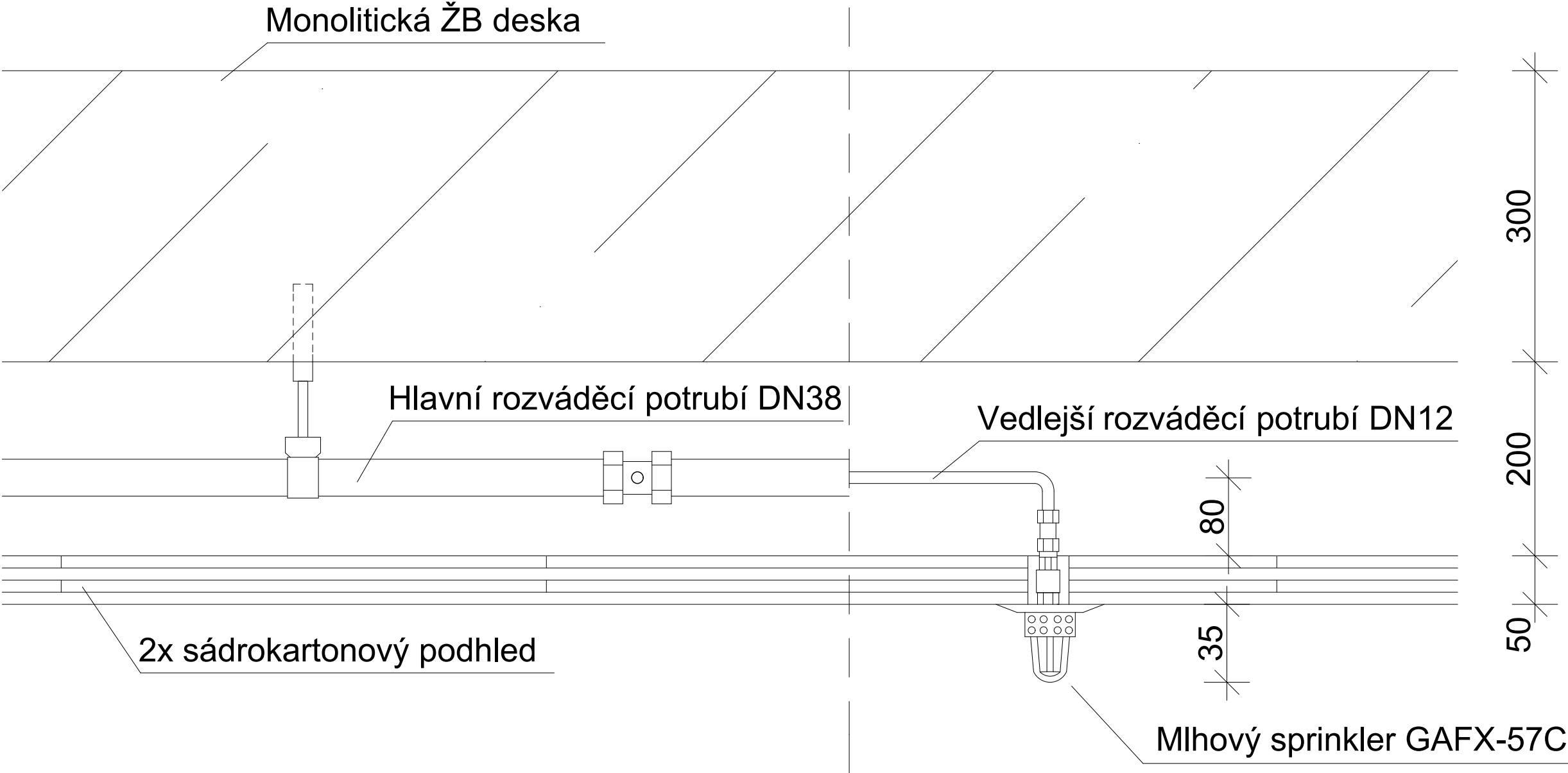
<div> <div>VYPRACOVAL</div> <div>Bc. Marek Bukovjan</div> </div>	<div> <div>KONTROLOVAL</div> <div>Ing. Ilona Koubková Ph.D.</div> </div>	<div> <div> <div></div> <div>FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE</div> </div> </div>	
<div> <div>STAVBA</div> <div>Muzeum paroplavby v Praze</div> </div>		<div> <div>DATUM</div> <div>1.2018</div> </div>	<div> <div>ŠKOLNÍ ROK</div> <div>2017/2018</div> </div>
		<div> <div>PŘEMĚT</div> <div>Diplomová práce</div> </div>	<div> <div>FORMÁT</div> <div>4 x A4</div> </div>
<div> <div>VÝKRES:</div> <div>Řez A-A</div> </div>		<div> <div>MĚŘITKO:</div> <div>1:100</div> </div>	<div> <div>Č.VÝKRESU:</div> <div>5</div> </div>


Výkres strojovny



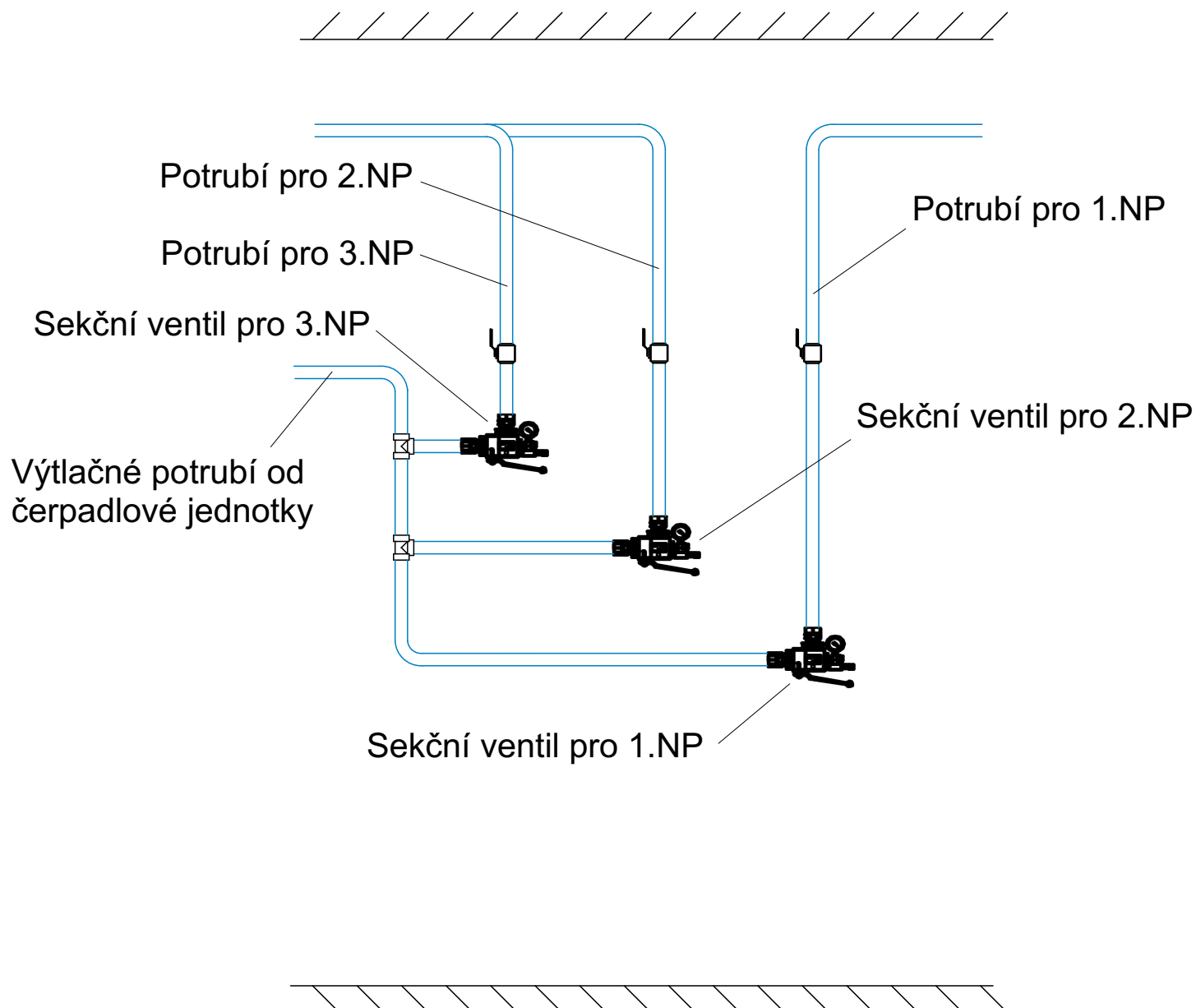
VYPRACOVAL		KONTOLOVAL	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE					
Bc. Marek Bukovjan		Ing. Ilona Koubková Ph.D.	Muzeum paroplavy v Praze					
							DATUM	1. 2018
							ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
							PRÉMĚT	Diplomová práce
			FORMÁT	A4				
VÝKRES:		Výkres strojovny	MĚŘITKO:	1:50	Č. VÝKRESU:	6		


Detail mlhové hlavice



VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE	
Bc. Marek Bukovjan	Ing. Ilona Koubková Ph.D.		
STAVBA Muzeum paroplavby v Praze		DATUM	1.2018
		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
VÝKRES: Detail mlhové hlavice		PŘEMĚT	Diplomová práce
		FORMÁT	2 x A4
		MĚŘÍTKO: 1:5	Č.VÝKRESU: 7

Pohled na sekční ventily



VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	 FAKULTA STAVEBNÍ ČVUT V PRAZE	
Bc. Marek Bukovjan	Ing. Ilona Koubková Ph.D.		
STAVBA Muzeum paroplavby v Praze		DATUM	1.2018
		ŠKOLNÍ ROK	2017/2018
		PŘEMĚT	Diplomová práce
		FORMÁT	A4
VÝKRES: Pohled na sekční ventily		MĚŘÍTKO: 1:20	Č.VÝKRESU: 8