

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov – K125



Studijní program: Integrovaná bezpečnost staveb

**DIPLOMOVÁ PRÁCE**

**Sprinklerové SHZ ve skladovacích prostorech a  
velkých skladovacích halách**

Sprinkler stable fire extinguishing system in warehouse and large  
storage halls

Bc. Ondřej Pěč

vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.

2023

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Pěč</u>	Jméno: <u>Ondřej</u>	Osobní číslo: <u>469082</u>
Zadávající katedra: <u>K125 - Katedra technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Integrovaná bezpečnost staveb</u>		
Studijní obor/specializace: <u>-</u>		

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>SSHZ ve velkých skladovacích halách</u>	
Název diplomové práce anglicky: <u>Fire firefighting systems in warehouse</u>	
Pokyny pro vypracování: Zpracovat literární rešerši na téma SSHZ ve skladovacích halách. Zpracovat projektovou dokumentaci SSHZ v zadaném halovém objektu na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení. Zadané výkresy v měřítku 1:100 - 1:200, situace 1:400 - 1:500, zadané výpočty a technickou zprávu.	
Seznam doporučené literatury: ČSN EN 12 845 + A1, Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení - Navrhování, instalace a údržba ČSN 73 0845 - Požární bezpečnost staveb - Sklady	
Jméno vedoucího diplomové práce: <u>Ing. Ilona Koubková Ph.D.</u>	
Datum zadání diplomové práce: <u>29.9.2022</u>	Termín odevzdání DP v IS KOS: <u>9.1.2023</u> <small>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</small>
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“.*

<u>29.9.2022</u> Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)
-------------------------------------------	---------------------

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením Ing. Ilonky Koubkové, Ph.D. s využitím uvedených zdrojů, literatury a podkladů. Souhlasím s využitím mé diplomové práce ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb. o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů.

V Praze dne 1.1.2023

Bc. Ondřej Pěč

.....

## **Poděkování**

Děkuji paní Ing. Iloně Koubkové, Ph.D. za pravidelné konzultace, které mi přinesli mnoho užitečných informací a rad při plnění této práce.



## **Abstrakt**

Předmětem této diplomové práce je sprinklerové hasící zařízení ve velkých skladovacích halách. Práce je rozdělena do dvou částí. První část je zaměřena na teoretické informace ohledně sprinklerového stabilního hasícího zařízení včetně specifik návrhu ve skladovacích halách. V druhé části je zhotoven projekt protipožárního sprinklerového systému na konkrétní skladovací halu v Zákupích pro stupeň dokumentace rozšířeného stavebního povolení.

### **Klíčová slova**

Stabilní hasící zařízení, sprinkler, ESFR, skladovací hala, sklad, regálový sprinkler, výstřiková charakteristika, požár

## **Abstract**

The subject of this diploma thesis is sprinkler extinguishing system in large storage halls. This thesis is divided into two parts. The first part is focused on theoretical information regarding sprinkler fire extinguishing system, including the specifics of the design in storage halls. In the second part, a project of a fire sprinkler system for specific hall in Zákupy is made for the stage of documentation of the extended building permit.

### **Keywords**

Stable fire extinguishing system, sprinkler, ESFR, storage hall, warehouse, rack sprinkler, injection characteristic, fire

## **Seznam částí**

I. Část – Literární rešerše na téma sprinklerové SHZ

II. Část – Návrh sprinklerového SHZ pro skladovací halu v Zákupech

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov – K125



Studijní program: Integrovaná bezpečnost staveb

**REŠERŠE – I. ČÁST**

# **Sprinklerové SHZ ve skladovacích prostorech a velkých skladovacích halách**

Sprinkler stable fire extinguishing system in warehouse and large  
storage halls

Bc. Ondřej Pěč

vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.

2023

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Stabilní hasící zařízení</b>	<b>6</b>
2.1	Typy hasícího zařízení	6
2.1.1	Stabilní hasící zařízení – SHZ	6
2.1.2	Doplňkové hasící zařízení – DHZ	6
2.1.3	Polostabilní hasící zařízení – PHZ	7
2.2	Typy stabilního hasícího zařízení	7
2.2.1	Sprinklerové hasící zařízení	7
2.2.2	Mlhové hasící zařízení	8
2.2.3	Sprejové (drenčerové) hasící zařízení	8
2.2.4	Pěnové hasící zařízení	8
2.2.5	Aerosolová hasící zařízení	9
2.2.6	Plynová hasící zařízení	10
2.2.7	Práškové hasící zařízení	10
2.3	Druhy sprinklerových soustav	10
2.3.1	Mokrá soustava	10
2.3.2	Suchá soustava	10
2.3.3	Předstihová soustava	10
2.4	Dílní části sprinklerového SHZ	11
2.4.1	Zdroje hasícího média	11
2.4.2	Čerpadla	13
2.4.3	Potrubní rozvody	15
2.4.4	Ventilové stanice	16
2.4.5	Sprinklerové hlavice	16
2.5	Ochrana požárních nádrží proti mrazu	18
2.5.1	Přímý ohřev nádrže	18
2.5.2	Nepřímý ohřev nádrže	19
2.5.3	Elektrické ponorné ohříváče	19
2.5.4	Cirkulační ohříváče	20
2.5.5	Nízkonákladové vytápění nádrže	20
<b>3</b>	<b>Sprinklerové systémy SHZ ve skladovacích prostorech</b>	<b>21</b>
3.1	Určení skladovacího prostoru	21
3.2	Legislativní povinnost použití	21
3.3	Způsoby skladování	21
3.4	Způsoby jištění	22
3.5	ESFR sprinklery	22
3.6	Třídy nebezpečí	23

3.6.1	Malé nebezpečí – LH (Light Hazard) .....	23
3.6.2	Střední nebezpečí – OH (Ordinary Hazard).....	24
3.6.3	Vysoké nebezpečí, výroba – HHP (High Hazard Production).....	24
3.6.4	Vysoké nebezpečí, skladování – HHS (High Hazard Storage) .....	24
<b>4</b>	<b>Výstřikové charakteristiky .....</b>	<b>25</b>
4.1	Popis procesu expandující vody.....	25
4.2	Stavba sprinklerové hlavice.....	26
4.3	Podíl proudů expandujících z deflektoru a jeho měření.....	27
4.4	Tloušťka vodní vrstvy na deflektoru.....	28
4.5	Vzdálenost rozpadu souvislé vodní vrstvy .....	28
4.6	Úhel výstřiku od štěrbiny .....	29
4.7	Efekt rámu sprinklerové hlavice.....	30
4.8	Velikost kapek a jejich měření.....	30
4.9	Vliv tlaku na výstřikový vzor.....	30
4.9.1	Sprinklerová hlavice ESFR – 25 TY 9226.....	30
<b>5</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>34</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>35</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>35</b>
	<b>Literatura.....</b>	<b>36</b>

## Zkratky

SHZ	Stabilní hasící zařízení
PHZ	Polostabilní hasící zařízení
DHZ	Doplňkové hasící zařízení
EPS	Elektrická požární signalizace
ZDP	Zařízení dálkového přenosu
RTI	Response time index
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý

# 1 Úvod

V současnosti se průmyslové objekty staví vyšší a rozlehlejší, tudíž aplikace prvků aktivní požární ochrany je stále častější a rozsáhlejší. Aktivní požární ochrana zahrnuje všechny požárně bezpečnostní zařízení sloužící k rozpoznání požáru a jeho uvedení pod kontrolu případně k jeho eliminaci. Mezi hlavní prvky patří elektrická požární signalizace, požární větrání a stabilní hasící zařízení, které je předmětem této diplomové práce. Je nutné, aby návrh aktivní požární ochrany byl proveden jako jeden funkční celek. U výrobních a skladovacích objektů jsou hlavním rizikem požáru ekonomické dopady a ochrana zdraví osob. Těmto rizikům by právě instalovaná aktivní požární ochrana měla předejít v co největší míře.

## 2 Stabilní hasící zařízení

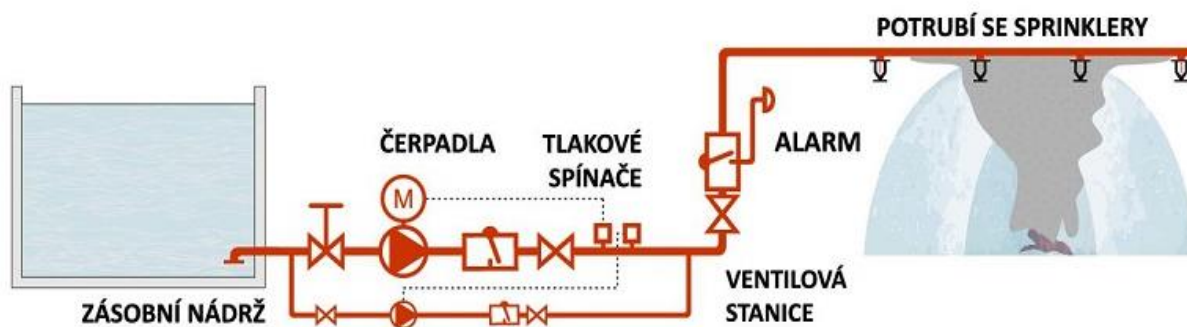
SHZ neboli stabilní hasící zařízení se zařazuje dle vyhlášky č. 246/2001 Sb. mezi vyhrazená požární zařízení, které jsou trvale zřízené v potřebné budově. Toto zařízení se řadí taktéž mezi prvky aktivní požární ochrany zajišťující ochranu zdraví osob a majetku, zlepšení možnosti evakuace a protipožárního zásahu při požáru. Systémy SHZ fungují automaticky, koordinovaně s detekčními prvky požáru. Jako nejčastější hasící médium se využívá voda. Právě voda se používá u většiny systému z důvodu dobrého hasícího účinku a finanční úspory oproti ostatním médiím, avšak není vždy vhodná a použitelná. Nejčastější aplikační oblastí SHZ systému jsou např: výrobní objekty, skladové objekty, administrativní budovy, zdravotnické zařízení a obchodní centra [1].

Při návrhu stabilního hasícího zařízení je nutná, až na výjimky, instalace elektrické požární signalizace (EPS), která má za úkol zachytit impuls o zaktivování sprinklerového stabilního zařízení a následně vyhlásit stupně poplachu. V případech, kde není nutná elektrická požární signalizace musí být zřízeno alespoň zařízení dálkového přenosu (ZDP) na trvale obsluhované místo [2].

### 2.1 Typy hasícího zařízení

#### 2.1.1 Stabilní hasící zařízení – SHZ

Stabilní hasící zařízení se instaluje obvykle jako samočinný systém. Je to komplexní systém, který je trvale zabudovaný v objektu nebo na přímo určeném technologickém zařízení. Tento systém je sestaven z požadované hasební látky, potrubních rozvodů, správně rozmístěných výstřikových sprinklerů, zařízení určené pro dopravu média, ventilové stanice a zdroje hasícího média. V případě vodního zdroje u SHZ musí systém zajistit nepřetržitou dodávku vody po požadovanou dobu hašení. Vodním zdrojem se v této variantě rozumí zásobní nádrž. Hlavním cílem stabilního hasícího zařízení je detekovat požár a uvést ho ve fázi rozhořívání pod kontrolu případně jej uhasit. Tento systém je znázorněn na *Obr. 1* a je považován za nejspolehlivější a nejbezpečnější variantu [2].



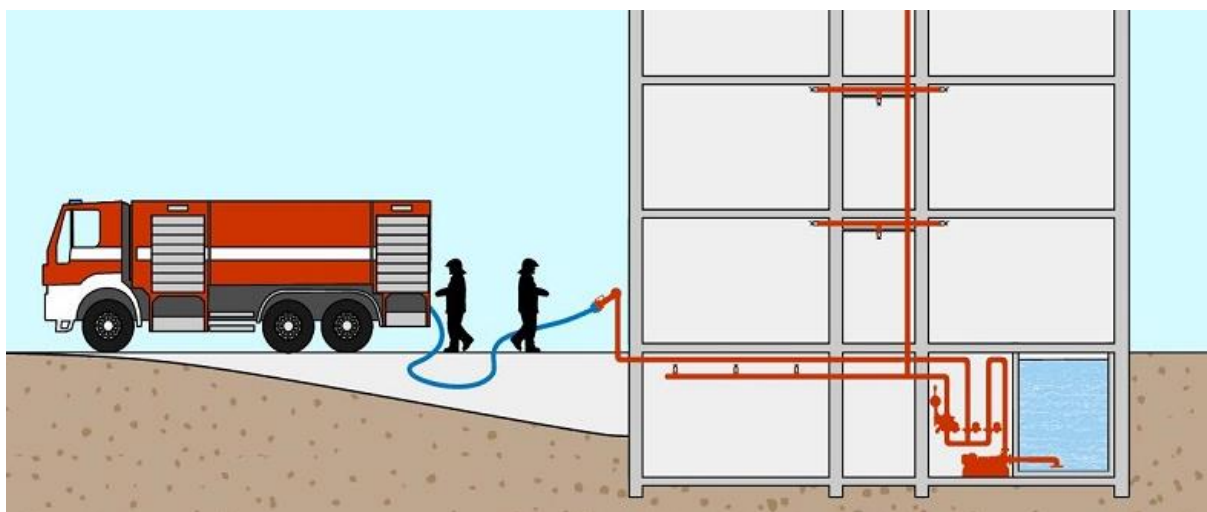
*Obr. 1* Stabilní hasící zařízení [3].

#### 2.1.2 Doplnkové hasící zařízení – DHZ

Doplňkové hasící zařízení je rovněž trvale zabudované na místě se zvýšeným rizikem požáru nebo tam, kde by byl obtížný zásah jednotek požární ochrany. Tento systém (*Obr. 2*) má zásobní nádrž o menším objemu nebo napojení na vodovodní řad, který je zdrojem hasícího média v počátečních fázích. Vně budovy jsou vyhotoveny armatury pro připojení cisteren jednotek požární ochrany, které zaručí zásobu hasícího média v pokročilejších fázích hasících úkonů. Pro nejrychlejší možný příjezd jednotek požární ochrany musí být v objektu zhotovena elektrická požární signalizace



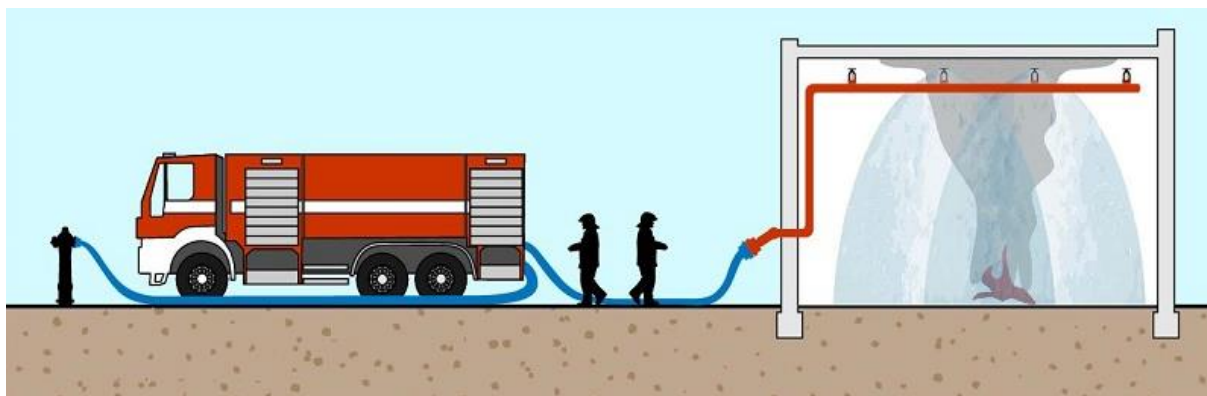
(EPS) společně se zařízením dálkového přenosu (ZDP), které přenesou informaci na nejbližší stanici hasičského záchranného sboru [2].



Obr. 2 Doplňkové hasící zařízení [3].

### 2.1.3 Polostabilní hasící zařízení – PHZ

Tento systém jako jedniný je zhotoven bez svého zdroje hasícího média (Obr. 3). Instaluje se spolu se sběračem, který slouží k připojení hadic z požárních cisteren jednotek požární ochrany, které zajistí dodávku hasící látky, putující hadicemi instalovaného PHZ až k ohnisku požáru. Opět je nutná instalace EPS včetně ZDP přenášející informaci hasičskému záchrannému sboru. Polostabilní hasící zařízení se instaluje zejména tam, kde hrozí velká finanční újma, tudíž k ochraně majetku [2].



Obr. 3 Polostabilní hasící zařízení [3].

## 2.2 Typy stabilního hasícího zařízení

### 2.2.1 Sprinklerové hasící zařízení

Vodní sprinklerové SHZ je nejvíce používaným prvkem aktivní požárních ochrany. Systém je složen ze zdroje na bázi vody s velikostí kapek 1-3 mm a z jedné, případně z více sprinklerových soustav. Sprinklerové hlavice se umísťují kotvením pod střešní plášť, případně na regály nebo podobné konstrukce. Tyto hlavice se aktivují pomocí přerušení tavné pojistky nebo prasknutí skleněné baňky. Skleněná baňka je naplněna rozpínající se kapalinou, která po dosažení konkrétní teploty praskne a dojde k aktivaci systému. V případě tavné pojistky je způsob aktivace

téměř totožný - při dosažení aktivační teploty dojde k přetavení pojistky a následné aktivaci systému SHZ. Na trhu jsou dostupné různé hlavice s různou aktivační teplotou. Sprinklerová soustava je velmi účinná avšak nelze upustit od ostatních požárně bezpečnostních zařízení v případě návrhu. Požární ochrana objektu se musí navrhovat jako funkční celek. Důležitým aspektem je, aby sprinklerová soustava byla kontrolována, servisována a udržována pro udržení funkčnosti [4].

### **2.2.2 Mlhové hasící zařízení**

Tento druh stabilního hasícího zařízení využívá opět vodu jako hasící médium s maximální velikostí kapek 1 mm. Právě menší velikost kapek zajistí účinné odejmutí tepla z požáru a menší spotřebu vody. Následně vznikne pára, která taktéž přispěje svými inertizačními efekty k účinnosti hašení. Používají se zde i menší dimenze potrubí z nerezové oceli oproti sprinklerovým soustavám, zejména u vysokotlakých MHZ. Tento typ lze dále dělit dle dalších vlastností např.: dle tlaku, počtu chráněných zón, účelu a způsobu hašení. Nízkotlaké a středotlaké mlhové SHZ jsou nejvíce instalovány jako ochrana kabelových kanálů, zkušeben motorů a strojoven lodí. Vysokotlaké mlhové SHZ má největší spektrum využití v hromadných garážích, kabinách letadel, tunelech kolejových vozidel a k ochraně památek. Mlhové SHZ nesmí být použito tam, kde dochází k reakci vody s reaktivními kovy, armidy kovů, sulfidy a mnoha dalšími prvky [4].

### **2.2.3 Sprejové (drenčerové) hasící zařízení**

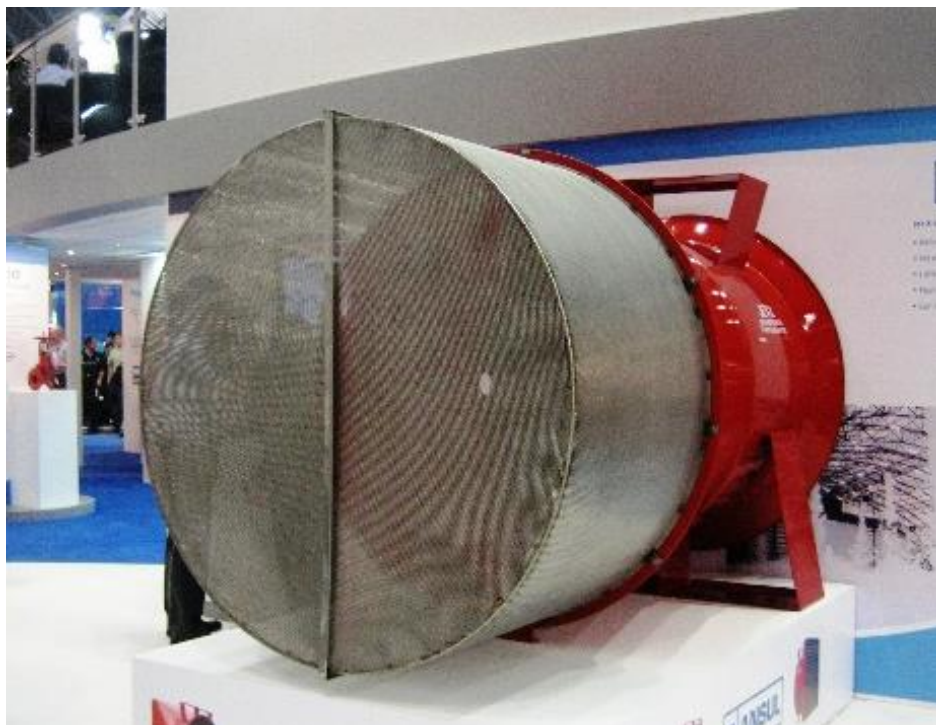
Jedná se o stabilní hasící zařízení na bázi vody, případně pěny. Tento systém je modifikace sprinklerového systému s pár rozdíly. Oproti sprinklerovému systému, kde se sprinklery v závislosti na teplotě otevírají postupně, je u sprejových hubic (drenčeroů) aktivací spuštěn výstřik ze všech hubic současně. Dodávka vody je řízena prostřednictvím řídicího ventilu. V případě pěny musí být součástí přiměšovací zařízení. Sprejové hubice jsou odlišné svou konstrukcí, průtokem ( $K$  - faktorem), tvarem výstřikového proudu a jeho rychlostí. Sprejové zařízení má většinou zařídit uvedení požáru pod kontrolu. Nejčastější aplikace jsou na všemožná technologická zařízení jako jsou například stroje. Sprejová SHZ nesmí být použita tam, kde nelze použít vodu jako hasící médium [4].

### **2.2.4 Pěnové hasící zařízení**

Pěnové hasící zařízení slouží k hašení požáru pomocí aplikace pěny různými hlavicemi na postižené místo. Rozdílem mezi předchozími typy SHZ je v hasícím efektu. Tento systém lze rozdělit na zařízení s lehkou, střední a těžkou pěnou. Primárním hasícím efektem pěny je zabránění přístupu kyslíku k povrchu hořící kapaliny nebo místa. Sekundární hasící efekt je chladící. Výše podílu hasícího efektu závisí na čísle napěnění. Číslo napěnění vyjadřuje kolik pěny je zhotoveno z jednoho litru pěnotvorného roztoku. Obvyklá koncentrace roztoku bývá 1 %, 3 % nebo 6 %. Provedení systému pěnového SHZ záleží právě na použití koncových prvků pro aplikaci pěny. Tyto prvky mohou být např.: sprinklerové hlavice, sprejové hubice, pěnové generátory (*Obr. 5*), lafetové proudnice (*Obr. 4*) a další. Hlavní potřebou pro návrh je vytvořit na povrchu hořící látky souvislou vrstvu homogenní pěny v určité intenzitě a po potřebnou dobu dle třídy nebezpečí. Pěnová SHZ se především aplikují na požáry třídy B [4].



*Obr. 4: Lafetová proudnice [5].*



*Obr. 5: Pěnový generátor [5].*

### **2.2.5 Aerosolová hasící zařízení**

Aerosolová SHZ slouží obdobně jako plynové SHZ k hašení požáru, kde není možné hasit vodou, jelikož by hašení způsobilo vyšší škodu než samotný požár. Hasícím médiem je aerosol, který vznikne při hoření pevné směsi v generátoru. Jemnost částic aerosolu má podstatný význam při hašení. Čím menší jsou částice, tím větší je hasící efekt. Hlavní hasící účinek je chemický.

Typické aplikace nacházejí aerosolová SHZ v uzavřených prostorech pro kabelové rozvody, elektrické zařízení, sklady hořlavých kapalin a další [4].

### **2.2.6 Plynová hasící zařízení**

Plynová SHZ se v poslední době velmi rozšiřují. Hasící plyn zaplaví chráněný prostor, kde se musí v předepsaných koncentracích udržet alespoň 10 minut. Aby bylo možné těchto koncentrací dosáhnout je nutné, aby chráněný prostor byl dostatečně těsný. Touto akcí dojde k vytěsnění oxidačního činidla (kyslíku) z prostoru a k přerušení reakce hoření. Mezi nejpoužívanější plyny patří plyny chemické (CO<sub>2</sub>) s chladícím hasícím efektem nebo plyny inertní (argon, dusík, halogen) a jejich směsi s dusivým hasícím efektem. Hlavní výhodou je nevodivost hasícího plynu a nezanechání rezidua po vykonané akci. Z těchto důvodů se nejvíce instalují do různých strojoven, elektronických systémů a technologií [4].

### **2.2.7 Práškové hasící zařízení**

Práškové SHZ nachází aplikaci tam, kde jsou ostatní hasící média neefektivní. Jedná se především o hašení alkalických kovů. Primární hasící účinek je antikatalytický. Práškové SHZ fungují obdobně jako přenosné hasící přístroje ve větší velikosti. Nejčastější výtlačný plyn je dusík. Často se práškové SHZ kombinuje s pěnovým SHZ z důvodu ochlazení konstrukcí a obavy zpětného vzplanutí, jelikož práškové SHZ nedisponuje chladícím účinkem. Typická oblast instalace pro tento systém je chemický průmysl, ale aplikují se i například k ochraně čerpadel [4].

## **2.3 Druhy sprinklerových soustav**

### **2.3.1 Mokrý soustava**

V případě mokré soustavy musí být celý systém SHZ zavodněný tlakovou vodou, která začne po prasknutí baňky nebo přetavení tavné pojistky u sprinklerových hlavice ihned hasit. Tento druh sprinklerové soustavy má menší reakční dobu právě z důvodu vody v rozvodném potrubí, která je ihned k dispozici. V České republice je nejvíce využívána, avšak má své okrajové podmínky použití. Tato soustava nesmí být navržena v prostorech, kde hrozí zamrznutí nebo dosažení bodu varu vody v rozvodech. Toto kritérium je stanoveno minimální teplotou 5 °C a maximální teplotou 95 °C v navrhovaných prostorech. Kritérium minimální teploty lze ošetřit aplikací potrubí s elektrickým ohřevem [6].

### **2.3.2 Suchá soustava**

Hlavní odlišností od mokré soustavy je naplnění potrubního rozvodu od ventilové stanice inertním plynem nebo vzduchem. Při aktivaci sprinklerové hlavice dojde k otevření řídicího ventilu, který vpustí do rozvodné sítě tlakovou vodu. Tlaková voda vytlačí interní plyn případně vzduch a následně dochází k výstřiku vody z hlavice. Reakční doba tohoto druhu soustavy je delší právě o čas vytlačení vzduchu či interního plynu, čímž dochází k pozdějšímu efektu hašení. Suchá soustava se navrhuje do prostorů, kde teploty přesahují 70 °C nebo naopak nedosahují 5 °C [6].

### **2.3.3 Předstihová soustava**

Jedná se o řešení suché soustavy, kde se řídicí ventil otevře pomocí přijatého signálu z detekčního zařízení jako je elektrická požární signalizace (EPS). Tato soustava se dále dělí na typ A a typ B. Předstihová soustava typu A se uvádí do činnosti samočinným detekčním zařízením, naopak tuto soustavu neuvádí do činnosti otevření sprinklerových hlavice. U tohoto typu je nutná instalace ručně ovládané uzavírací armatury pro nouzové spuštění soustavy. Předstihová soustava typu B

se uvádí do činnosti samočinným detekčním zařízením nebo otevřením sprinklerové hlavice. Pokud tedy dojde k poklesu tlaku v soustavě otevře se řídicí ventil nezávisle na detekčním zařízení [6].

## 2.4 Dílčí části sprinklerového SHZ

### 2.4.1 Zdroje hasícího média

Zdrojem sprinklerového systému SHZ je voda. Přísun vody může zajistit veřejná vodovodní síť, automatická čerpací zařízení, zásobní nádrže nebo tlakové nádrže. Na zásobování vodou musí být zřízena projektová dokumentace, kde je nutné zaznamenat potrubí k ventilové stanici s legendou použitých značek. Dále je nutné neopomenout zakreslení polohy a typu uzavíracích armatur, redukčních ventilů tlaku, přípojky k jiným rozvodům, zpětné klapky a vodoměry. Všechny druhy zdrojů vody s výjimkou tlakové nádrže pro sprinklerové SHZ musí mít dostatečný objem pro následující doby činnosti:

- LH – doba činnosti alespoň 30 minut,
- OH – doba činnosti alespoň 60 minut,
- HHS – doba činnosti alespoň 90 minut,
- HHP – doba činnosti alespoň 90 minut [7].

Způsoby, jak zásobovat vodou sprinklerovou soustavu lze rozdělit na následující druhy:

- **jednoduché:** jeden zdroj z níže uvedených podkapitol (2.4.1.1 až 2.4.1.4) s jedním či dvěma čerpadly (pouze pro třídu nebezpečí LH a OH1),
- **jednoduché se zvýšenou spolehlivostí:** nutno vykázat vyšší spolehlivost zásobováním vody, například nádrží s plným objemem vody určeného dle hydraulického výpočtu se dvěma nebo více čerpadly,
- **zdvojené:** sestaveno ze dvou na sobě nezávislých jednoduchých soustav,
- **kombinované:** sestaveno z jednoduchého způsobu zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí nebo zdvojeného způsobu sloužícímu k zásobování více než jednoho SHZ. Například kombinace hydrantů, hadicového systému a sprinklerové soustavy [7].

### Veřejná vodovodní síť

V případě zásobování SHZ veřejnou vodovodní sítí je nutné splnit normové požadavky na tlak, průtok a nepřetržitou dodávku vody po dobu činnosti určené v závislosti na třídě nebezpečí. Důležité je také brát v potaz případný ruční hašení hydrantovými systémy a mít zajištěné dostatečné parametry. Doporučuje se z důvodu špatné kvality vody ve veřejných sítích opatřit přípojky síťovými filtry, aby se zamezilo průtoku částic větších než 6 mm. Pokud veřejná vodovodní síť tvoří zásobování vodou, případně plní zásobní nádrž s redukováným objemem je nutné předložit a splnit požadavky k těmto údajům:

- jmenovitý průměr,
- styl napájení (z jedné/dvou stran, pokud z jedné, tak uvést nejbližší okružové místo napájení,
- tlak, průtok, místo, datum a čas z provedené zkoušky v odběrové špičce,
- grafické znázornění tlaku a průtoku,
- hydraulicky nejméně výhodnou trasu s charakteristikou tlaku a průtoku [7].

## Nevyčerpatelný zdroj s automatickým čerpacím zařízením

Automatické čerpací zařízení pro nízkou hladinu vody musí obsahovat charakteristiku průtoku za reálných podmínek na tlakoměru řídicího ventilu. Dále je nutné znát technické údaje, které udává výrobce v technickém listu jako například:

- dopravní výška (diagram),
- příkon (diagram),
- sací výšku (diagram),
- výkon,
- číslo soustavy a třída nebezpečí,
- v případě ponorných čerpadel minimální výšku vody nad čerpadlem,
- charakteristiku průtoku a tlaku pro nejméně vhodné hydraulické místo [7].

## Zásobní nádrže

Jako nejběžnější zdroj jsou využívány právě zásobní nádrže, které se dají zhotovit jako nádrže otevřené, spádové nebo nádrže s vlastním čerpadlem. Zhotovují se ve dvou variantách z hlediska provedení. První variantou jsou podzemní nádrže, které bývají nejčastěji provedeny z betonu, případně z méně oblíbeného plastu (Obr. 7). Podzemní nádrže mají vhodnější využití z hlediska zastavěnosti zájmového území. Druhou variantou jsou nadzemní nádrže, které jsou provedeny z oceli jako montované případně svařované (Obr. 6). Právě nadzemní nádrže jsou nejčastějším řešením u výrobních, skladovacích a průmyslových objektů z důvodu úspory finančních prostředků. U všech těchto variant je nutné poskytnout následující údaje:

- umístění,
- objem a čas pro zásobování (celkový a využitelný),
- při nádrži o redukováném objemu, jasný zdroj doplňování (přítok),
- konstrukční detaily,
- způsob, kterým chránit nádrž proti mrazu,
- gravitační výška nad nejvýše instalovanou sprinklerovou hlavici [7].



Obr. 6: Nadzemní zásobní nádrž [8].





*Obr. 7: Podzemní zásobní nádrž [9].*

### **Tlakové nádrže**

Jedná se o nádrže obsahující vodu, které musí být schopny vytlačit celý objem vody o požadovaném tlaku. Pokud bude zdrojem vody tlaková nádrž je nutné poskytnout následující údaje:

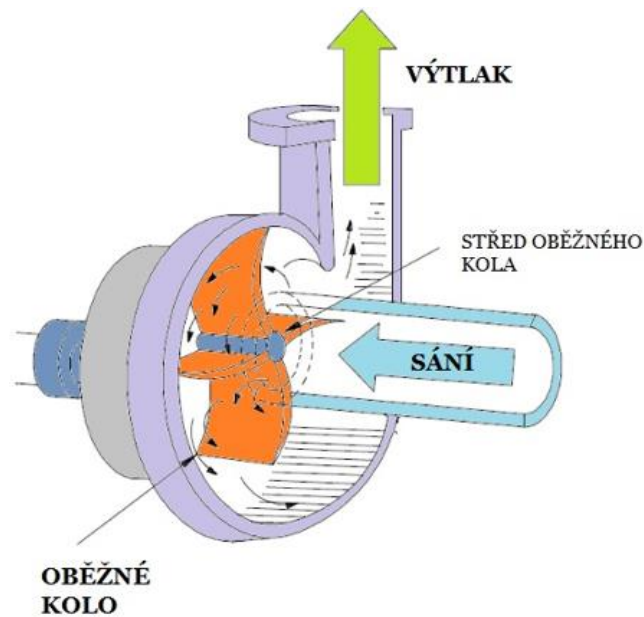
- umístění,
- tlak,
- objem a čas pro zásobování (celkový a využitelný),
- gravitační výška nad nejvýše instalovanou sprinklerovou hlavici,
- způsob obnovení vody po vyčerpání,
- svislá vzdálenost dna nádrže a nejnižše umístěné sprinklerové hlavice [7].

### **2.4.2 Čerpadla**

Čerpadla musí být kompatibilní s příslušnou evropskou normou. Prostor, ve kterém jsou navrženy, musí být pod ochranou sprinklery a musí se v něm udržovat min. teplota (4 °C u pohonu elektromotorem, 10 °C u pohonu dieselmotorem). Pokud je navrženo více hlavních čerpadel musí být kompatibilní a schopná pracovat současně. V případě dvou navržených čerpadel, musí mít každé z nich výkon schopný pokrýt tlaky a průtoky. V případě třech čerpadel, musí každé z nich pokrýt 50 % průtoku při určeném tlaku. Další požadavky například na ventilaci prostoru, max. teplotu přiváděné vody a další udává norma ČSN EN 12 845. Systém sprinklerového SHZ musí vždy obsahovat současně následující 3 čerpadla [7].

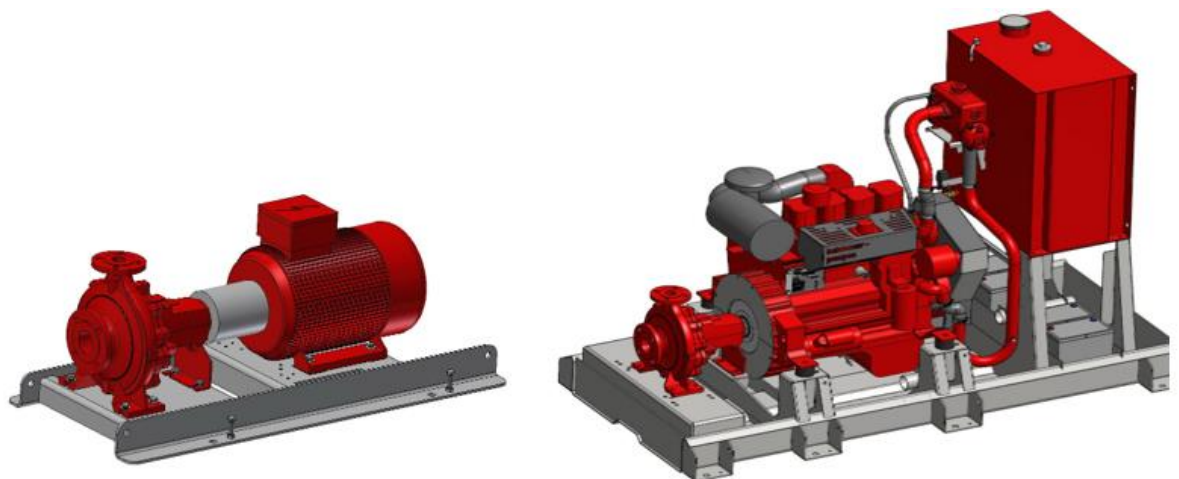
### **Hlavní čerpadlo**

Hlavní čerpadlo slouží k čerpání vody do systému SHZ v případě požáru. Musí mít dostatečný výkon k vytvoření dostatečné intenzity dodávky vody po požadovanou dobu funkce. Nejpoužívanějším čerpadlem je horizontální odstředivé čerpadlo (*Obr. 8*) připomínající ulitu šneka v nátokové dispozici [10].



Obr. 8: Odstředivé čerpadlo [10].

Čerpadlo bývá poháněno dieslovým nebo elektrickým motorem znázorněno na Obr. 9. V případě dieslového motoru se jedná o finančně nákladnější variantu, u které musí být zřízena i palivová nádrž [10].



Obr. 9: Čerpadlo s elektrickým motorem – vlevo, čerpadlo s dieslovým motorem – vpravo [10].

### Záložní čerpadlo

Záložní čerpadlo slouží jako záložní čerpací zdroj vody. V případě selhání hlavního čerpadla se záložní čerpadlo aktivuje a převezme funkci hlavního čerpadla. Z tohoto důvodu musí být obě z těchto čerpadel navrženy tak, aby dokázali zajistit nepřetržitou požadovanou dodávku vody po požadovaný čas s požadovaným tlakem [10].

### Doplňovací čerpadlo

Doplňovací čerpadlo se snaží předejít startování hlavního čerpadla udržováním tlaku v systému SHZ. Výkon tohoto čerpadla nesmí být větší než výkon, který by pokryl tlakové ztráty způsobené otevřením jedné sprinklerové hlavice. Pokud by výkon přesáhnul tuto tlakovou ztrátu, nedošlo by



ke spuštění hlavního čerpadla. V případě instalace čerpadla v podtlakové dispozici s negativním sáním je nutné zajistit nezávislost sacího potrubí a armatur na potrubí hlavního čerpadla [10].



*Obr. 10: Doplňující čerpadlo [10].*

### **2.4.3 Potrubní rozvody**

Soustava potrubních rozvodů u sprinklerového SHZ slouží k dodávce hasícího média od ventilové stanice po sprinklerovou hlavici. V příslušné normě se potrubní rozvody dají rozdělit na rozdělovací, rozváděcí a stoupací větve. Nejčastějším materiálem ve kterém se potrubní rozvody sprinklerových soustav zhotovují je ocel. V některých případech je možné potrubí zhotovit i z mědi, litiny a plastu. U ocelových potrubních systémů je velmi důležitá údržba, jelikož trpí na korozi (*Obr. 11*). Při řádné údržbě se uvádí životnost potrubních rozvodů SHZ systému přibližně 50 let [11].



*Obr. 11: Koroze uvnitř ocelového SHZ potrubí [11].*

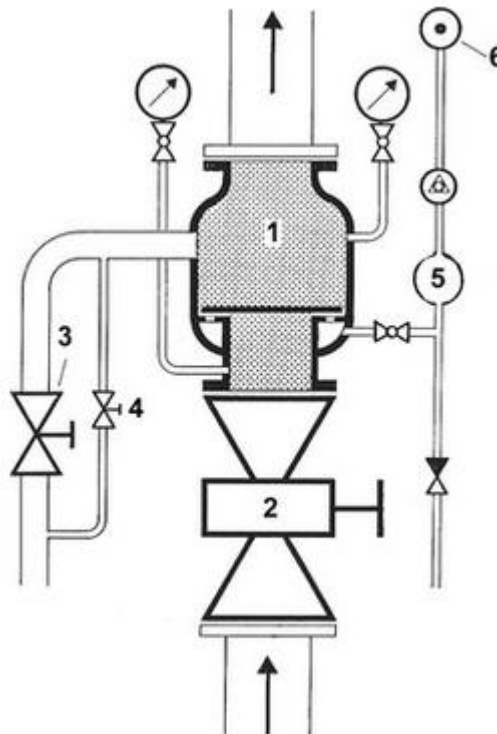
V současné době se potrubí spojuje pomocí mechanických spojek. Tyto spojky dokážou velmi urychlit montáž. Potrubí je nutné zavěsit k nosné konstrukci nebo k regálům. Toto zavěšení se zhotovuje pomocí ocelových objímek, které musí zcela objímat potrubí a není možné je k potrubí přivařit. Maximální vzdálenost mezi jednotlivými objímkami je stanovena normou na 4 m. Součástí rozvodů jsou také různé armatury sloužící k vypuštění, propláchnutí, odvzdušnění

nebo testování sprinklerové soustavy. Armatury k vypouštění se umísťují do níže umístěného bodu soustavy a armatury k odvzdušnění naopak do nejvýše umístěného bodu soustavy [12].

#### 2.4.4 Ventilové stanice

Hlavním úkolem ventilové stanice je řídit dodávku média do soustavy SHZ. Musí dovolit kontrolu tlaků a vyhlášení případného místního poplachu. Hlavním komponentem ventilové stanice je řídicí ventil. Provedení řídicího ventilu závisí na typu ventilové stanice. Rozlišujeme 2 typy ventilové stanice, suchou a morkou [12].

V případě morké ventilové stanice je osazen mokrý řídicí ventil. Hlavní funkcí ventilu je vyhlásit poplach ihned po jeho aktivaci. Ventil je možné instalovat se zpoždovačem, který omezí případný planý poplach v případě talkové ztráty v potrubní soustavě [12].



Obr. 12: Mokrý ventilová stanice (1 – mokrý řídicí ventil, 2 – uzavírací armatura, 3 – odvodňovací armatura, 4 – armatura pro kontrolu funkce řídicího ventilu, 5 – zpoždovač, 6 – poplachový zvon) [12].

U suché ventilové stanice je provedení řídicího ventilu složitější. Tento ventil odděluje zavodněné potrubí od potrubí naplněného tlakovým inertním plynem jako je dusík. Suchý řídicí ventil se zhotovuje jako diferenciální ventil s jedním talířem a poměrem ploch pod tlakem inertního plynu a vody alespoň 5:1. Z toho vyplývá, že pokud u zavodněné části bude tlak 10 barů, tak v části s inertním plynem musí být tlak alespoň 2 bary. Pokud je tento požadavek splněn, talíř ventilu bezpečně doléhá k sedlu ventilu. Největší nevýhodou tohoto provedení je pozdější výstřik média ze sprinklerové hlavice [12].

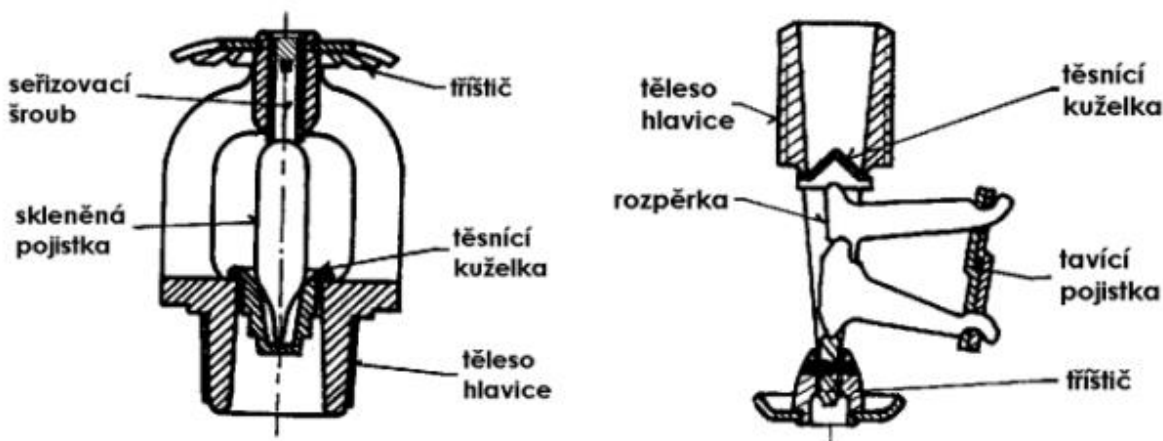
#### 2.4.5 Sprinklerové hlavice

Hlavní význam sprinklerových hlavice je zaručit rovnoměrnou dodávku média na určitou chráněnou plochu v předepsané intenzitě. Intenzitou dodávky vody se rozumí průtok na jednotku plochy, většinou l/min\*m<sup>2</sup> nebo mm/min. Konkrétně průtok sprinklerovou hlavice se vyjadřuje pomocí K – faktoru, který má jednotku l/min při výtlačném tlaku 1 bar. U běžných sprinklerů se

K – faktor pohybuje kolem hodnot 50-110. U sprinklerů chránící například skladové prostory je K – faktor mnohem vyšší. V současné době se sprinklerové hlavice vyrábějí ve 2 základních variantách z hlediska aktivace. První variantou je aktivace pomocí skleněné pojistky. Ve skleněné baňce je malá bublinka a kapalina, která má tendenci se rozpínat v závislosti na teplotě. Při dosažení určité teploty se kapalina rozepne natolik, že skleněná baňka praskne a sprinklerová hlavice se aktivuje. Konkrétní otevírací teploty jsou vypsány v následující tabulce *Tab. 1*. Tato varianta se z velké většiny využívá hlavně v České republice. U druhé varianty je tavná pojistka, která funguje na podobném principu. Po dosažení určité teploty se pojistka přetaví a aktivuje sprinklerovou hlavici. Obě stavby sprinklerů jsou vidět na *Obr. 13* [13].

*Tab. 1: Otevírací teploty sprinklerových hlavic včetně barevného rozlišení [2].*

Skleněná pojistka		Tavná pojistka	
Jmenovitá otevírací teplota [°C]	Barva kapaliny	Rozmezí jmenovité otevírací teploty [°C]	Barva ramene sprinklerové hlavice
57	Oranžová	57 až 77	Bezbarvá
68	Červená	80 až 107	Bílá
79	Žlutá	121 až 149	Modrá
93	Zelená	163 až 191	Červená
100	Zelená	204 až 246	Zelená
121	Modrá	260 až 302	Oranžová
141	Modrá	320 až 343	Černá
163	Fialová	-	-
182	Fialová	-	-
204	Černá	-	-
227	Černá	-	-
260	Černá	-	-
286	Černá	-	-
343	Černá	-	-



Obr. 13: Stavba sprinklerové hlavice [13].

Dále se sprinklerové hlavice dají rozlišovat dle:

- montážní polohy a výstřiku (stranové, stojaté, zavěšené)
- průtoku (K – faktor)
- otevírací teploty (cca od 57 °C do 350 °C)
- tepelné odezvy (standartní, speciální, rychlá) [13].

## 2.5 Ochrana požárních nádrží proti mrazu

U všech výše zmíněných typů nádrží je nutné zajistit ochranu proti mrazu. Existují dvě možnosti řešení, jak udržet médium nádrže v požadovaném rozmezí teplot. První méně využívanou možností je nádrž zateplit tepelnou izolací, která zamezí poklesu teploty pod 5 °C. Druhou a mnohonásobně využívanější metodou je použití elektrického vytápění. Existují dva hlavní způsoby, jak lze vytápět požární nádrž. Jedná se o přímý a nepřímý ohřev. Pro každou konkrétní nádrž je důležité zvolit tu nejvhodnější variantu pro ochranu proti mrazu. Nejvhodnější varianta vyplyne z vyhodnocení následující charakteristiky nádrže:

- velikost a objem nádrže,
- izolace a K – faktor,
- materiál nádrže,
- umístění nádrže (vnější – vnitřní, nadzemní – podzemní),
- požadovaná minimální teplota,
- servis [14].

### 2.5.1 Přímý ohřev nádrže

Přímý ohřev nádrže spočívá v umístění ohřívače přímo do nádrže, tudíž do přímého kontaktu s ohřevným médiem. Výhodou metody přímého vytápění je téměř 100 % účinnost ohřívače. Takové účinnosti je dosaženo z důvodu toho, že veškeré vytvořené teplo, je přímo absorbováno procesem. Neexistuje žádné mezilehlé teplotnosné médium, které by mohlo mít za následek tepelné ztráty. Další výhodou přímého ohřevu je vysoká rychlost vytápění a eliminace tepelného zpoždění [14].

### 2.5.2 Nepřímý ohřev nádrže

Nepřímý ohřev využívá k přenosu tepla do nádrže teplotnosné médium. Nepřímé metody se mohou lišit od vnějšího vytápění nádrže s využitím obvodové stěny jako topného média až po teplotnosné médium pro přenos tepla do nádrže. Výhodou nepřímého ohřevu je údržba a možný nižší výkon ohříváče. Při údržbě ohříváče se na rozdíl, od přímé metody, nemusí vypouštět zásobní nádrž a výkon ohříváče může být nižší, z důvodu větší plochy topného média [14].

### 2.5.3 Elektrické ponorné ohříváče

Ponorné ohříváče jsou určeny pouze pro přímé kontaktní vytápění nádrže. Montují se na nádrž přes závitové šroubované spoje, příruby nebo obdobné jednoduché konstrukce dle výrobce. Tyto ohříváče se vyrábějí do výkonu až cca 2500 kW. Materiál ohříváče lze zvolit dle aplikace, například: ocel, mosaz, nerezová ocel, uhlíková ocel a další konstrukční materiály. Právě vhodně zvolený materiál zajistí prakticky roky bezúdržbové služby. Délky ohříváčů se liší dle potřebného výkonu, dosahují však až cca šesti metrů [14].



Obr. 14: Ponorný ohříváč uvnitř nádrže [14].



Obr. 15: Ponorný ohříváč vně nádrže včetně ovládacích prvků [14].

### 2.5.4 Cirkulační ohřivače

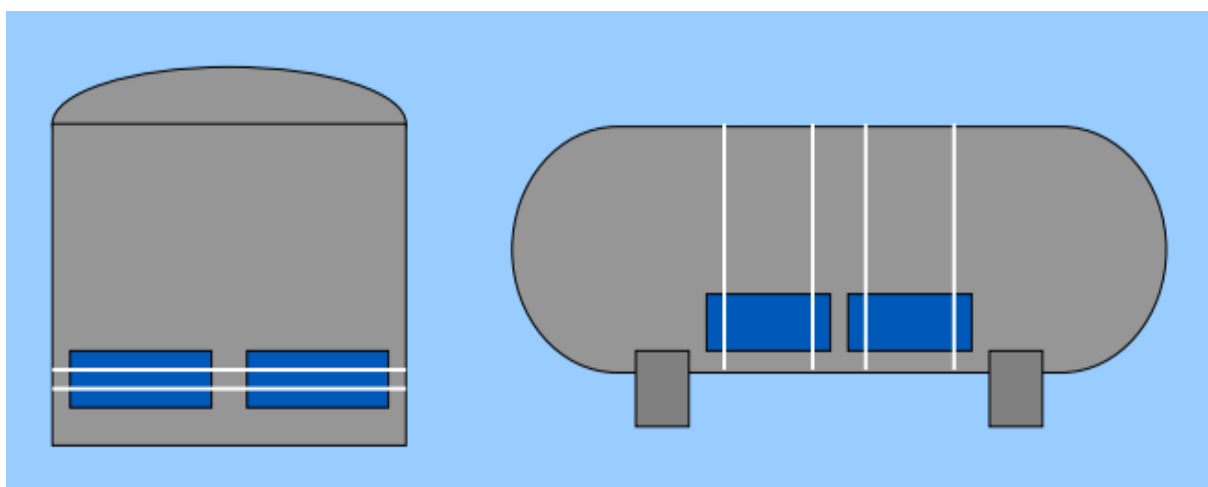
Cirkulační ohřivače (*Obr. 16*) se opět používají v aplikacích s přímým ohřevem média nádrže. Ohřivač funguje na principu cirkulace procesní kapaliny uvnitř ohřivače. Cirkulaci procesní kapaliny zajišťuje vlastní konvekce, eventuálně čerpadlo. Důvod, proč upřednostnit cirkulační ohřivač před ponorným, je buď kvůli prostorovému omezení nebo omezení výkonu. Další výhodou těchto ohřivačů je, v případě správného napojení potrubí a ventilu, možnost provádět servis bez vypouštění nádrže. Cirkulační ohřivače se vyrábějí s výkonem od 3 kW do 500 kW [14].



*Obr. 16: Cirkulační ohřivač [14].*

### 2.5.5 Nízkonákladové vytápění nádrže

ELP panely jsou vyrobeny z fóliových prvků, které jsou laminovány teplem a tlakem do vícevrstvé sklolaminátové konstrukce. Konečný vzhled elektrického ohřivače je jako poloflexibilní panel. Tento panel je voděodolný a jeho aplikace je možná v suchém, vlhkém i korozivním prostředí. V souladu s legislativou musí být panely dodávány včetně celkového uzemnění, čímž lze panely použít i v nebezpečném prostředí. Panely lze instalovat do vertikálních i horizontálních nádrží (*Obr. 17*) zhotovených z betonu či oceli. Instalují se k nádrži pomocí lepících polyesterových nebo hliníkových pásků, a proto samotná instalace trvá pouze pár minut. Náklady na tento druh vytápění i jeho instalaci jsou podstatně nižší než u přechozích možností [14].



*Obr. 17: Umístění ELP panelu v nádrži [14].*

## 3 Sprinklerové systémy SHZ ve skladovacích prostorech

### 3.1 Určení skladovacího prostoru

Podle normy ČSN 73 0845 se za skladovací prostor, považuje prostor s půdorysnou plochou požárního úseku:

- a) 150 m<sup>2</sup> v podzemních podlažích, v případě objektů s maximálně jedním nadzemním podlažím smí být plocha dvojnásobná,
- b) 300 m<sup>2</sup> v nadzemních podlažích s více jak jedním nadzemním podlažím,
- c) 600 m<sup>2</sup> v jednopodlažním objektu, který smí sloužit zároveň i jako jiný provoz,
- d) 1000 m<sup>2</sup> v jednopodlažním objektu [15].

### 3.2 Legislativní povinnost použití

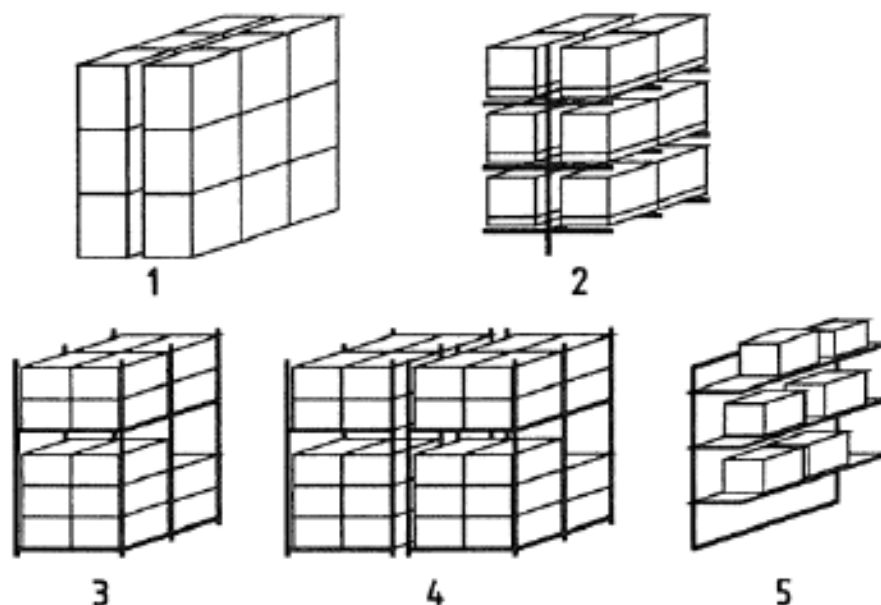
Samočinné stabilní hasící zařízení musí být instalováno podle normy ČSN 73 0845 v každém požárním úseku ve skladovacích prostorech vždy pokud:

- ve skladech podle 3.1.a) nebo 3.1.b) je půdorysná plocha více než čtyřnásobek a  $\tau_e \geq 150$  min
- ve skladech podle 3.1.c) nebo 3.1.d) je půdorysná plocha větší než:
  - a) čtyřnásobek se skupinou provozu skladu III nebo IV,
  - b) dvojnásobek se skupinou provozu skladu V nebo VI,
  - c) jednonásobek se skupinou provozu skladu VII [15].

### 3.3 Způsoby skladování

Jedním z nejdůležitějších faktorů při projektování SHZ ve velkých skladovacích halách je způsob kterým se daný materiál skladuje. Způsoby, které klasifikuje příslušná norma ČSN jsou následující:

- ST1 - volně stojící nebo blokové stohování,
- ST2 - jednořadé regály se sloupkovými paletami s uličkami o šířce nejméně 2,4 m,
- ST3 - víceřadové regály se sloupkovými paletami včetně dvouřadových,
- ST4 - paletové regály (ukládání palet na nosníky),
- ST5 - regály s plnou nebo laťovou/mřížovou policí o šířce 1 m nebo menší,
- ST6 - regály s plnou nebo laťovou/mřížovou policí o šířce větší než 1 m, nejvýše ale 6 m [7].



Obr. 18: Způsoby skladování určené podle ČSN EN 12 845 (1 – ST1, volně stojící skladování; 2 – ST4, paletový regály; 3 – ST2, sloupkové palety; 4 – ST3, sloupkové palety; 5 – ST5/6, regály s plnými nebo laťovými policemi) [7].

### 3.4 Způsoby jištění

Ve skladovacích prostech lze sprinklery jistit dvěma způsoby. Prvním způsobem je stropní nebo-li střešní jištění. Podle normy ČSN EN 12 845 se stanoví návrhová intenzita dodávky vody na účinnou plochu dle kategorie, způsobu a maximální přípustné výšky skladování pro použití stropního jištění. Pokud výška skladování přesáhne normově stanovené limity je nutno instalovat regálové jištění, které je využíváno jako druhý způsob. Tato možnost zajistí velmi účinné chlazení hořících skladovaných položek. Nevýhodou je instalace potrubí na regálových systémech, čímz dojde ke snížení k často vyžadované flexibilitě skladu. Kombinací zmíněných způsobů jištění, lze dosáhnout velmi účinné protipožární ochrany. Existuje však výjimka jako například ESFR sprinklery, které disponují deklarací použití pouze pomocí stropního jištění, avšak také mají své limity použitelnosti [16].

### 3.5 ESFR sprinklery

Systémy ESFR jsou rychle reagující, velkopřítokové sprinklerové systémy, které poskytují mimořádnou ochranu pro velké skladovací prostory. Tyto sprinklery mají za úkol oheň přímo uhasit na rozdíl od běžných konvekčních sprinklerů, které uvádí oheň pouze pod kontrolu. Tyto systémy lze instalovat pouze pomocí stropního jištění a navrhují se výlučně s mokrou soustavou. ESFR hlavice lze rozeznat od běžných hlavíc na první pohled, jelikož jsou mnohem větší viz Obr. 19. Charakteristika systému ESFR se od konvenčního systému liší třemi způsoby:

- Rychlostí odezvy – hlavice ESFR zaznamenají požár a začnou stříkat vodu rychleji oproti standartním konvenčním hlavícím (RTI < 50),
- Objemem – hlavice ESFR mají větší K – faktor (K 200 – K 360), tudíž jimi proteče více vody oproti standartním konvenčním hlavícím,



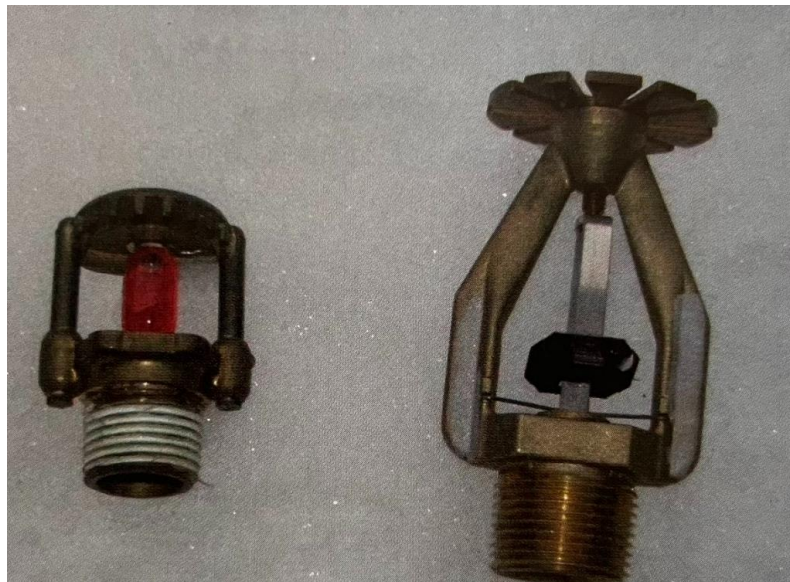
- Velikostí kapek – sprinklerové hlavice ESFR uvolňují mnohem větší kapky s větší hybností oproti standartním konvenčním hlavícím. Právě tato kombinace velikosti a hybnosti umožní kapce z hlavice proniknout oblakem ohně až k ohnisku požáru [2].

Systémy ESFR jsou v dnešní době velmi populární, avšak mají své okrajové podmínky použití. Na popularitě se zaslouhuje nejvíce právě finanční hledisko. Systémy ESFR jsou ekonomičtější variantou, kde náklady mohou být nižší cca o 30 – 50 % oproti standartnímu řešení s regálovým jištěním. Před rozhodnutím o použití ESFR systému musí investor zvážit typy skladovaných produktů, způsob skladování, výšku a typ objektu, náklady na instalaci a údržbu [17].

Dle ČSN EN 12 845 se ESFR systémy smí instalovat pouze do světlé výšky objektu 13,7 m. Klasifikace výrobků pro návrh ESFR sprinklerů je nahrazena čtyřmi kategoriemi plastů:

- nenapěněné v kartónových obalech,
- nenapěněné vystavené požáru,
- napěněné v kartónových obalech,
- napěněné vystavené požáru.

Zdroj vody, který napájí systém ESFR musí zajistit nepřetržitou dodávku vody po dobu činnosti systému alespoň 60 min [7].



*Obr. 19: Porovnání velikosti hlavice – vlevo standartní konvenční, vpravo ESFR [2].*

### **3.6 Třídy nebezpečí**

Před začátkem návrhu sprinklerového zařízení se musí danému prostoru přiřadit třída nebezpečí podle ČSN EN 12 845. Určení třídy nebezpečí závisí na požárním zatížení a typu skladování nebo typu výroby. Pokud vznikne hranice mezi dvěma třídami nebezpečí zhotoví se alespoň 2 řady sprinklerů v místě s nižší třídou podle požadavků vyšší z hraničních tříd nebezpečí [7].

#### **3.6.1 Malé nebezpečí – LH (Light Hazard)**

Do malé třídy nebezpečí se zařazují prostory menší než 126 m<sup>2</sup> s požární odolností minimálně 30 minut. Tyto prostory mají malé požární riziko a nižší hořlavost materiálů. Možné příklady zařazení uvádí norma ČSN EN 12 845 v příloze A [7].

### 3.6.2 Střední nebezpečí – OH (Ordinary Hazard)

Mezi střední nebezpečí se řadí prostory se středním požárním rizikem a střední hořlavostí, kde dochází k výrobě nebo úpravě hořlavých látek. Zařazení příkladů je opět zpracováno v normě ČSN EN 12 845 v příloze A. Tato třída se dále rozděluje do 4 následujících skupin:

- OH1 – střední nebezpečí – nemocnice, restaurace, kanceláře,
- OH2 – střední nebezpečí – muzea, garáže, laboratoře,
- OH3 – střední nebezpečí – obchodní domy, zemědělské budovy, sklárny,
- OH4 – střední nebezpečí – lihovary, divadla, výstaviště.

Materiály je možné skladovat v OH prostorech, pokud jsou dodrženy tyto podmínky:

- 1) Chráněný prostor musí mít ochranu minimálně pro třídu nebezpečí OH3.
- 2) Nesmí být překročeny maximální skladovací výšky dle *Tab. 2*.
- 3) Plocha pro skladování smí být nejvýše 50 m<sup>2</sup> a okolo volný prostor alespoň 2,4 m [7].

*Tab. 2 Maximální skladovací výšky pro OH3 [7].*

Kategorie skladování	Maximální výška skladování (viz poznámka 1)	
	Volné stohové nebo blokové skladování (ST1 – viz čl. 6.3.2 ČSN EN 12 845)	Všechny ostatní případy (ST2 – ST6 – viz čl. 6.3.2 ČSN EN 12 845)
Kategorie I	4,0	3,5
Kategorie II	3,0	2,6
Kategorie III	2,1	1,7
Kategorie IV	1,2	1,2

Poznámka 1: Pro skladovací výšky překračují tyto hodnoty, viz 6.2.3.1 a 7.2, ČSN EN 12 845  
Poznámka 2: Ve všech těchto případech má být navržena ochrana pro třídu OH3

### 3.6.3 Vysoké nebezpečí, výroba – HHP (High Hazard Production)

Do této třídy nebezpečí pro výrobní provozy se zařazují prostory s výskytem materiálů s vysokým požárním zatížením a vysokou hořlavostí. Tyto materiály vysoce přispívají k intenzitě a šíření požáru. Tato třída je taktéž rozdělena do následujících skupin:

- HHP1 – vysoké nebezpečí – lakovny, výroba pryžových výrobků, výroba podlah
- HHP2 – vysoké nebezpečí – výroba podpalovačů, výroba koberců, destilace dehtů
- HHP3 – vysoké nebezpečí – výroba nitrocelulózy, výroba pneumatik
- HHP4 – vysoké nebezpečí – výroba pyrotechniky

Další příklady zařazení obsahuje norma ČSN EN 12 845 v příloze A [7].

### 3.6.4 Vysoké nebezpečí, skladování – HHS (High Hazard Storage)

Do této třídy nebezpečí pro skladování se zařazují prostory s výskytem materiálů s vysokým požárním zatížením, vysokou hořlavostí a kde skladovací výšky překračují hodnoty z *Tab. 2*. Opět je

tato třída rozdělena do 4 následujících kategorií v závislosti na materiálovém koeficientu a skladovému uspořádání:

- HHS1 – kategorie I – pevné materiály v blocích
- HHS2 – kategorie II – otevřené struktury
- HHS3 – kategorie III – vnější povrch z nenapěněného plastu
- HHS4 – kategorie IV – vnější povrch z napěněného plastu

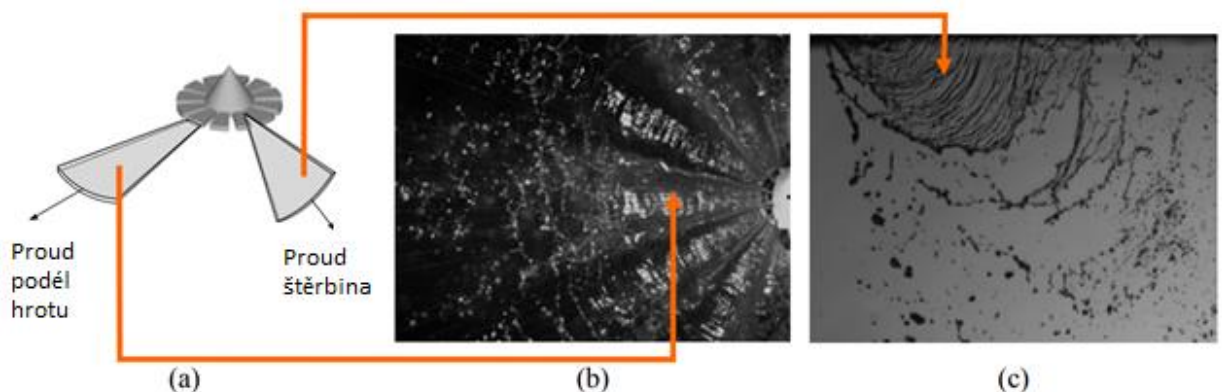
Další příklady zařazení obsahuje norma ČSN EN 12 845 v příloze B a C [7].

## 4 Výstřikové charakteristiky

Požární sprinkler je určen k dodávání vody do hořícího prostoru za účelem snížení rychlosti hoření, ke smáčení okolních hořících prvků, k zastavení či omezení šíření plamene a současně k ochlazení prostředí požáru. K dosažení výše uvedeného konstrukčního cíle musí mít rozstřikovací sprchový proud dostatečnou hybnost, aby pronikl plameny ohně a poskytl dostatečnou schopnost absorbovat teplo ke snížení teploty v oblasti požáru. Jedním z existujících výzkumných poznatků je, že kapky s větší velikostí mají větší schopnost pronikat plameny až k hořícím prvkům a kapky s menší velikostí jsou účinnější při ochlazení například konstrukcí. Z toho vyplývá, že účinná ochrana vyžaduje optimální tok vody a rozložení velikosti kapek pro zajištění cíleného nebezpečí požáru. K nynější době je veřejně dostupné velké množství sprinklerových hlavice [18].

### 4.1 Popis procesu expandující vody

Deflektor sprinkleru přemění vodní proud na složitou nestabilní deskovou strukturu. U závěsných sprinklerů je tento trojrozměrný list aproximován dvěma samostatnými proudy. Proud procházející skrz štěrbinu a proud vzniklý odkláněním podle hrotů. Fotografie krátkodobé expozice proudu hrotů na Obr. 20.b a fotografie stínové grafiky na Obr. 20.c poukazují, že proudy z hrotů i štěrbin se rozpadly v důsledku mechanismů růstu aerodynamických vln. Tuto skutečnost je možné změřit či odvodit z mechanické technicky [20].

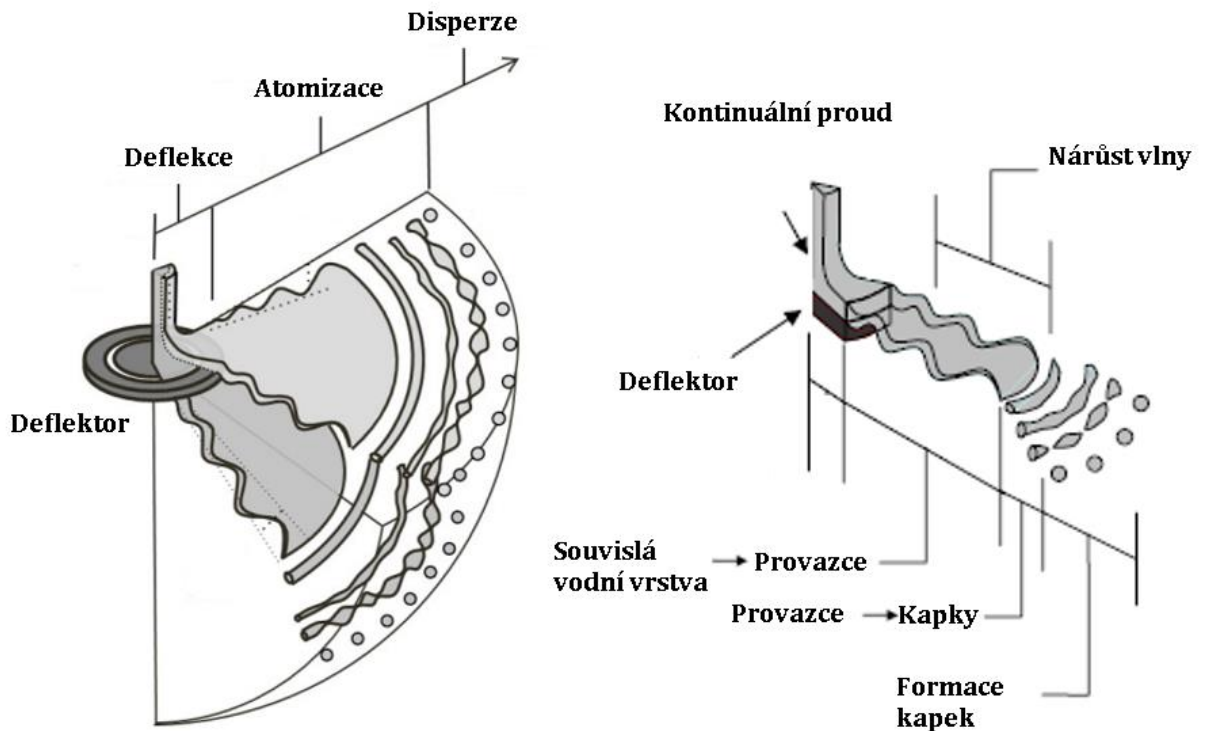


Obr. 20: Rozdělení proudu deflektorem (a – model proudů, b – vrchní pohled, c – boční pohled) [20].

Například v americké studii zkoušená sprinklerová hlavice Viking VK 102 s K – faktorem 81 [ $l/min/bar^{1/2}$ ] s průměrem  $D_0$  rovném 12 mm měla následující výstřikové charakteristiky. Přibližně 77 % toku vody směřovalo přes štěrbinu, 20 % podél hrotů deflektoru, 0,8 % proudilo nahoru pro stropní chlazení a 2,2 – 3 % toku bylo soustředěno kolem ramen rámu sprinklerové hlavice. Právě tento soustředěný tok kolem rámu sprinkleru tvoří třetí typ generovaného proudu. Bohužel na tento typ proudu není prozatím provedeno žádné podrobné měření. Získání těchto

informací je důležité pro pokrok při modelování výstřikových charakteristik, aby se zohlednil objemový tok a variace kapek plynoucí z překážky rameny rámu tj. stínícího efektu [20].

Obecně platí, že atomizační mechanismus související se sprinklerovým deflektorem lze kategorizovat jako mechanismus nestability vodní vrstvy. Přiváděná voda do sprinklerové hlavice ve formě kontinuálního proudu narazí na deflektor a vytvoří expandující kapalinovou vrstvu. Vzniklá vodní vrstva má trojrozměrnou strukturu. Horizontální souvislá vrstva se vytváří podél hrotů deflektoru, zatímco podél štěrbin (perforovaná část deflektoru) se vytvoří vertikální souvislá vrstva vody viz *Obr. 21* [19].



*Obr. 21: Popis procesu atomizace [19].*

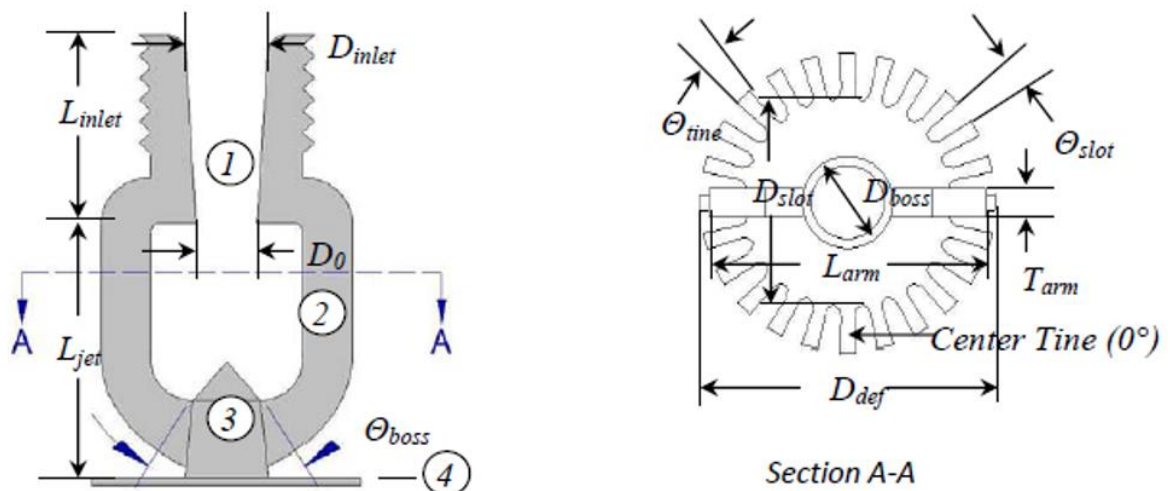
Klíčovým bodem k pochopení procesu atomizace je, že proces tvorby kapek se řídí již výše zmíněným mechanismem nestability vodní vrstvy. Obvykle se jedná o nestabilitu Kelvin-Helmholtzova typu, kde je rozdíl rychlostí na rozhraní mezi dvěma tekutinami. Vzhledem k rychlosti procesu atomizace lze ve studiích tohoto jevu zanedbat gravitační sílu. Nejvýznamnější fyzikální veličiny v tomto procesu jsou tlakové síly a povrchové napětí. V amerických studiích se předpokládá, že souvislá vodní vrstva bude expandovat ve formě sinusové vlny až do bodu kritické amplitudy. V bodě, kdy amplituda dosáhne své kritické hodnoty se souvislá vodní vrstva rozdělí na provazce a následně na jednotlivé kapky. V aplikaci sprinklerových hlavice je rychlost výstřiku na úrovni deflektoru řádově kolem 10 m/s a tloušťka souvislé vodní vrstvy kolem 1 mm [19].

## 4.2 Stavba sprinklerové hlavice

Mnoho sprinklerů na trhu je možné třídit do několika kategorií dle různých způsobů. Například na základě designu, průtoku, rychlosti odezvy a dalších parametrů. Americká společnost NFPA definuje 14 druhů sprinklerů, příkladem jsou sprinklery ESFR (Early Suppression Fast Response Sprinkler), standardní konvekční sprinkler, velký kapkový sprinkler (Large Drop Sprinkler) a další. Každý druh má však odlišnou geometrii hlavice. [19].

Navzdory velké rozmanitosti tvarů a konstrukčních detailů je používán u sprinklerových hlavice stejný základní systém vytváření výstřiku, resp. spreje. Voda je v první fázi protlačena tryskou sprinklerové hlavice, aby se vytvořil kontinuální vodní proud. Tento proud dopadne na deflektor, který vytvoří expandující proudy [20].

Každá ze sprinklerové hlavice je složena z ramena rámu neboli třmenu, závit, nástavce, deflektoru a výše uvedených otevíracích zařízení (skleněná či tavná pojistka). Rameno rámu je většinou vyrobeno z mědi, zinku nebo mosazi a slouží jako konstrukční prvek sprinklerové hlavice. Mosaz má teplotu tání okolo 900 °C, tudíž tání při požáru neohrožuje sprinkler. Závit slouží k pohodlnému spojení potrubních rozvodů a hlavice. Nástavec rozráží kontinuální proud vody a směřuje ho rovnoměrně na deflektor. Deflektor kontroluje a zabezpečuje rozstřík dodávané vody v závislosti na své geometrii [2].



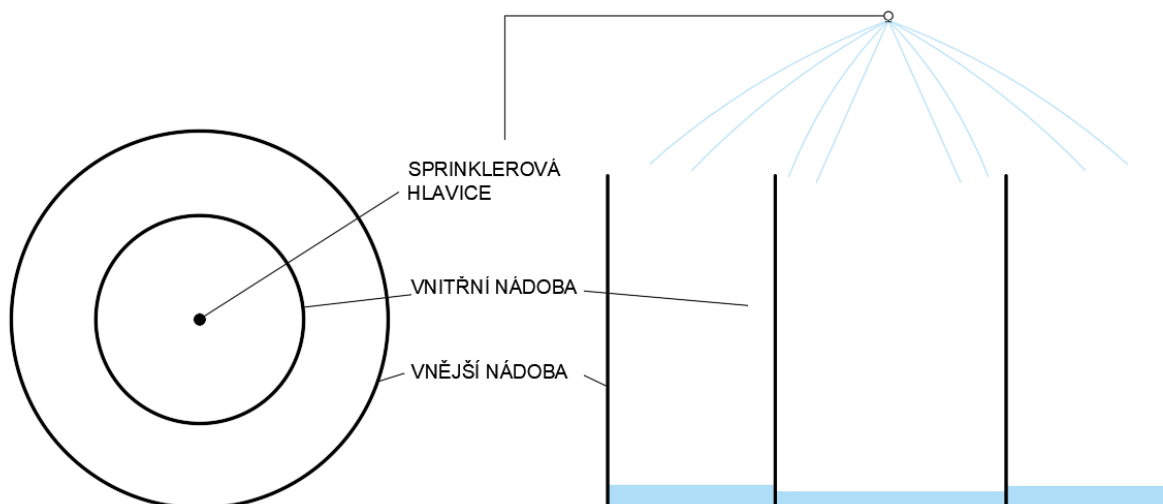
Obr. 22: Anatomie hlavice sprinkleru (1 – vstup, 2 – rameno rámu, 3 – nástavec, 4 – deflektor) [19].

Jakmile dojde k aktivaci sprinklerů efektivita účinku závisí na velikosti kapek a výstřikové charakteristice. Výstřikovou charakteristiku obecně nejvíce ovlivňuje velikost otvoru trysky a geometrie tříštiče neboli deflektoru. Zatímco, některé sprinklerové hlavice vypadají podobně, můžou mít kvůli malým změnám v geometrii deflektoru dosti odlišný výstřik. Parametr  $D_0$  (průměr) určuje charakteristickou velikost kapky a  $K$  – faktor. Šířka a úhel štěrbin  $\theta_{tine}$  spolu se šířkou a úhlem hrotu  $\theta_{slot}$  mají naopak větší vliv na výstřikový vzor vodního proudu [19].

### 4.3 Podíl proudů expandujících z deflektoru a jeho měření

Podíl celkového toku rozdělený mezi radiálně expandující vodní vrstvou, resp. prouděním vodní vrstvy podél hrotů a axiálně expandující vodní vrstvou, resp. prouděním vodní vrstvy podél štěrbin se měří pomocí dvou soustředně umístěných nádob pod sprinklerovou hlavici (Obr. 23). Vnitřní nádoba shromažďuje průtok vzniklý od štěrbin a vnější nádoba průtok vzniklý od hrotů deflektoru. Otvor velikosti vnitřní nádoby musí být navržen tak, aby poskytl úplné oddělení axiálních a radiálních proudů [19].





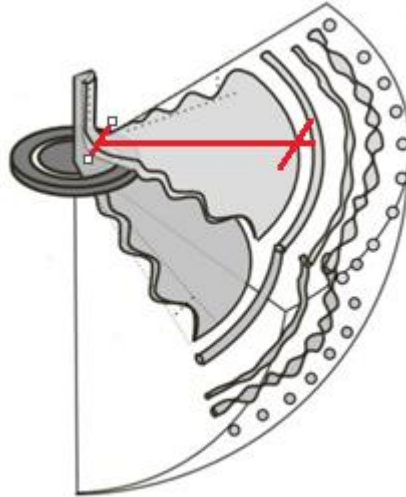
Obr. 23: Soustředné nádoby sloužící k měření podílu rozdělení proudů [vlastní].

#### 4.4 Tloušťka vodní vrstvy na deflektoru

K měření tohoto parametru je možné využít metodu zadních stínů. Jedná se o měření videokamerou, která snímá zadní stíny od této vrstvy. Následně se záznam nahraje do příslušného softwaru, který vyhodnotí výsledky tloušťky. Tato metoda je využívána z důvodu poloprůhlednosti vody pro světlo. V zahraničních experimentech lze vyhledat modely jako Watsonův model a rovnice popisující výpočet tloušťky vodní vrstvy u provedených experimentů. Avšak jedná se pouze o vytvořené algoritmy, které se u jednotlivých studiích liší. Například Watsonův model byl vyvinut na základě předpokladu turbulentního proudění. Bohužel v provedených studiích a experimentech Watsonův model tuto tloušťku vždy podhodnocuje. Z nastudovaných poznatků, lze vyvodit pouze závěr že, tloušťka expandující vodní vrstvy klesá s expandující radiální vzdáleností [18].

#### 4.5 Vzdálenost rozpadu souvislé vodní vrstvy

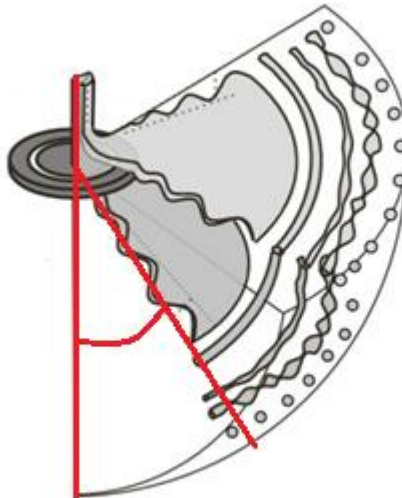
Jakmile vodní vrstva opustí deflektor začne se roztahovat radiálním směrem ven z deflektoru. Tato vzdalující se vodní vrstva od deflektoru se stává s uraženou vzdáleností více nestabilní a vytváří aerodynamické vlny. Rozpadem souvislé vodní vrstvy se rozumí místo, kde se vrstva zcela rozpadne na provazce. V případě perforovaného deflektoru, tudíž deflektoru obsahující štěrbinu je nutno tuto vzdálenost rozdělit. Vzdálenost rozpadu souvislé vodní vrstvy podél štěrbin se rozpadne dříve než podél hrotů deflektoru. Důležitým faktorem je také šířka hrotu či štěrbinu. Pokud se šířka hrotu nebo štěrbinu zvětší, proteče štěrbinou více vody a souvislá vodní vrstva se rozpadne dříve (v menší vzdálenosti od deflektoru) [18].



obr. 24: Vzdálenost rozpadu souvislé vodní vrstvy [19].

#### 4.6 Úhel výstřiku od štěrby

Z názvu vyplývající úhel výstřiku lze definovat jako úhel mezi svislou středovou osou a spodním okrajem výstřikového vzoru (Obr. 25). Tento úhel se při rostoucím tlaku velmi mírně zmenšuje, avšak tuto změnu lze považovat za bezvýznamnou. Mnohem zásadnější význam na tento úhel má kónický nástavec sloužící k rozražení proudu. Deflektor s kónickým nástavcem nasměruje výstřik podél štěrby více ke středové linii. Snížení tohoto úhlu je užitečné obzvláště pro ESFR sprinklery, který potřebují dostat vodu přímo pod sprinkler [18].



Obr. 25: Úhel výstřiku od štěrby [19].

## 4.7 Efekt rámu sprinklerové hlavice

Tento efekt bývá také označován jako stínový efekt. Velikost efektu nejvíce ovlivňuje právě velikost rámu. Voda, která opustí profil deflektoru a narazí na rám sprinkleru, se odrazí, a pokračuje vzhůru ve vertikálním směru do výšky závislé na provozním tlaku. Tato voda vytvoří další proud, který tvoří cca 2 – 5 % celkového rozstřiku. Proud vzniklý díky stínovému je nejméně prozkoumanou částí rozstřiku [18].

## 4.8 Velikost kapek a jejich měření

Velikost kapek je zásadní charakteristikou, která ovlivňuje zásadně funkci sprinklerů. Větší kapky pronikají lépe kouřem a mohou se lépe dostat ke zdroji požáru. Menší kapky mají vyšší hasící účinek. Největší vliv na tuto charakteristiku má právě tlak kontinuálního proudu vyvíjený na sprinkler. S tímto rostoucím tlakem dochází ke zmenšení velikosti kapky. Dalšími ovlivňujícími parametry jsou například uražená radiální vzdálenost kapek a šířka štěrbin a hrotů. Při expanzi kapek dochází k dalšímu dělení, tudíž se kapky dále rozpadají a zmenšují. S rostoucí šířkou štěrbin a hrotů na deflektoru dojde k většímu průtoku a roste lineárně i velikost kapek. Naopak vliv kónického nástavce deflektoru, úhlu výstřiku a průměru deflektoru je minimální.

Z měření velikosti a rychlosti kapek detekovaných v kontrolním objemu po dostatečně dlouhou dobu lze odvodit vlastnosti rozstřiku. Měření velikosti kapek je většinou prováděno pomocí již výše zmíněné techniky stínového zobrazení. Tato technika je schopna zachytit kapky a určit jejich velikosti a tvary [18].

## 4.9 Vliv tlaku na výstřikový vzor

Tato kapitola pojednává o vlivu tlaku na výstřikové profily. Porovnání jednotlivých výstřikových profilů je provedeno na jedné konkrétní ESFR hlavici.

### 4.9.1 Sprinklerová hlavice ESFR – 25 TY 9226

Jedná se o sprinklerovou závěsnou ESFR hlavici s otevírací variantou tavné pojistky, která bývá instalována především ve skladovacích prostorech. Řadí se mezi sprinklery s rychlou odezvou a je zvláště vhodná k eliminaci požáru materiálů s vysokou hořlavostí. Tímto typem lze nahradit regálové sprinklery v určitých případech. Lze použít do výšek dle: FM global 15,2 m (strop), NFPA 13,7 m (strop) [21].

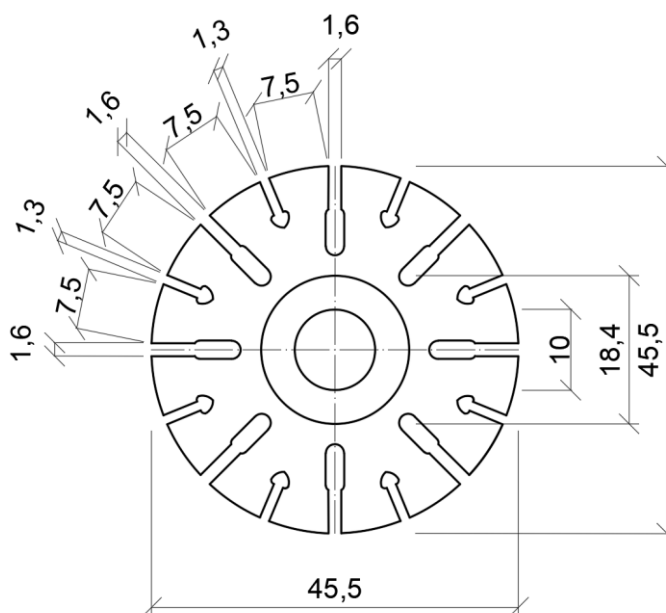


Obr. 26: Sprinklerová hlavice ESFR – 25 TY 9226 [21].



### Vlastnosti:

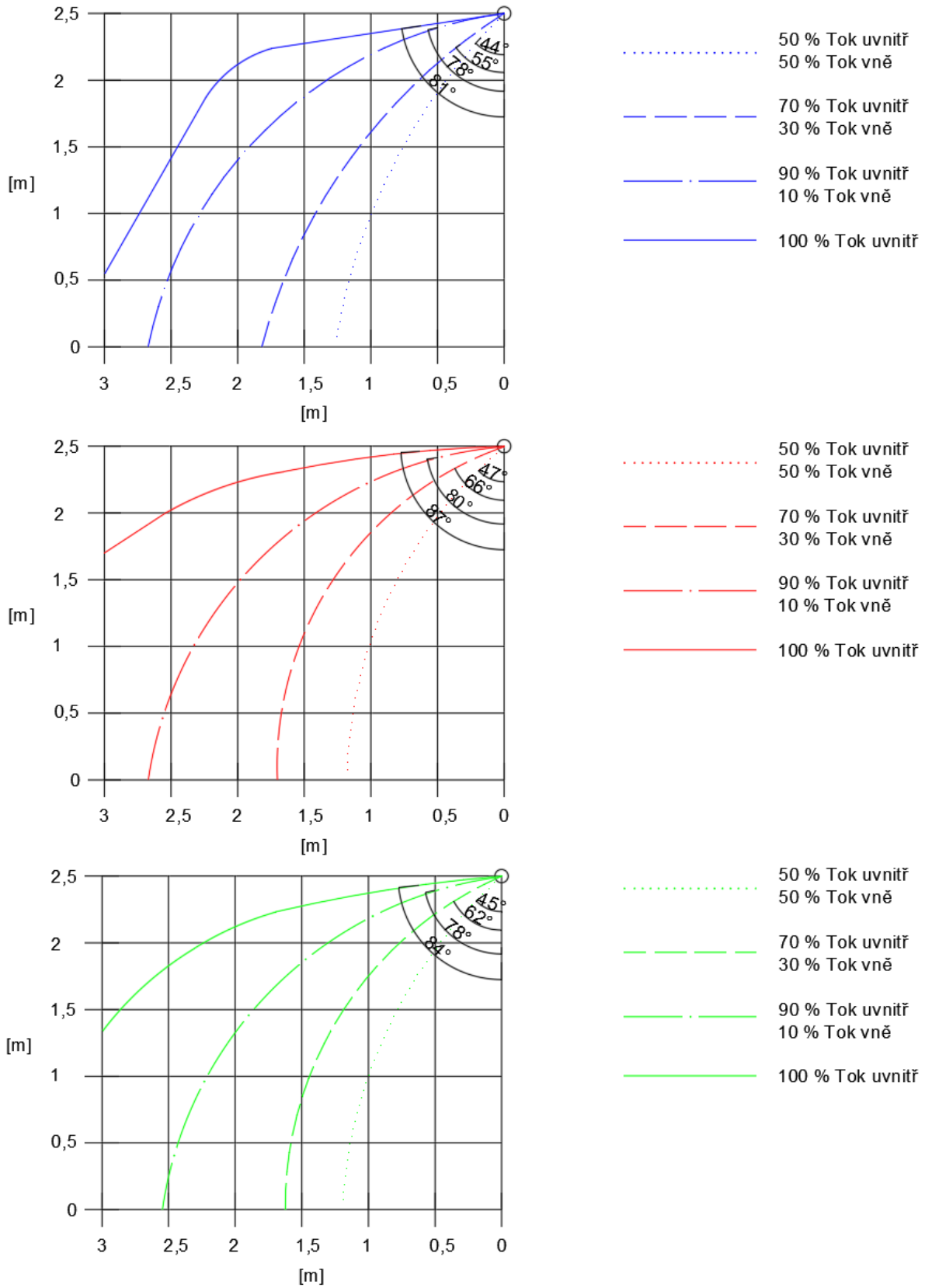
- K faktor: 362,9 Lpm/bar<sup>1/2</sup>
- Kompatibilní s potrubím: DN 50, DN 65, DN 80
- Maximální možný tlak: 12,1 baru
- Otevírací teplota: 74 °C, 100 °C



Obr. 27: Geometrie deflektoru ESFR – 25 TY 9226 [vlastní].

### Vzory výstřikového profilu při změně tlaku:

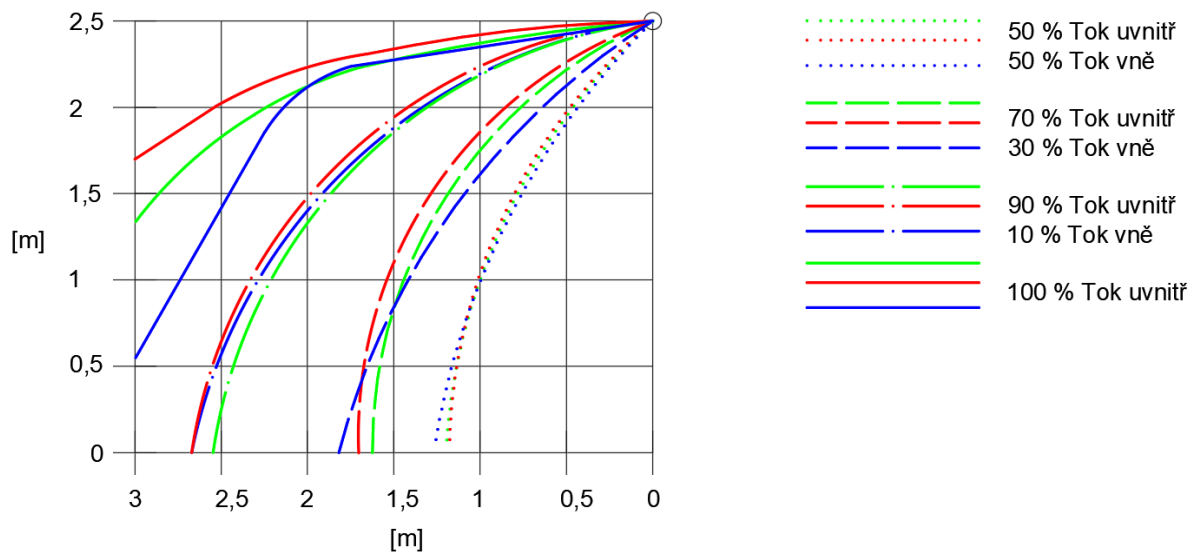
Informace a data jsou graficky znázorněny vzorem výstřikového profilu. Následující postřiky byly provedeny skrz sprinklerovou hlavici ESFR – 25 TY 9226 od výrobce TYCO, která je při zkoušce provedené výrobcem umístěna 178 mm pod stropem. První graf znázorňuje vzory postřiků (tmavě modré), kde je nastaven tlak na sprinklerovou hlavici 0,5 baru. Při tlaku 0,5 baru na tuto hlavici proteče cca 250 l/min vody. V druhém grafu je tlak změněn a nastaven na 1 bar, tudíž dojde i ke změně průtoku hlavicí, respektive ke změně K – faktoru. Tento průtok se tedy změní na cca 360 l/min vody. Tato specifikace je označená v grafu červenou barvou. Posledním postřikovým vzorem označeným zelenou barvou je postřik při tlaku 2,1 baru. Při tomto tlaku proteče uvedenou hlavici cca 520 l/min vody [22].



Obr. 28: Vzory výstřiku z hlavice ESFR – 25 TY 9226 [vlastní].

### Porovnání a vyhodnocení výstřikových vzorů:

Z následujícího grafického porovnání na lze vyvodit závěr, že rozdíl výstřikového vzoru při různých tlacích v případě této sprinklerové hlavice není nijak zvlášť odlišný. Avšak největší rozdíly nastanou u výstřikových vzorů při 100 % toku uvnitř, kde dochází ke zvýšení délky dostřiku s rostoucím tlakem. Procentuální vyjádření toku uvnitř / vně určuje, kolik procent výstřikového proudu je soustředěno v určitém vzoru výstřiku.



Obr. 29: Srovnání vzorů postřiků [vlastní].

## 5 Závěr

Tato rešerše diplomové práce shrnuje základní problematiku ohledně sprinklerového SHZ. V práci je zmíněno dělení stabilního hasícího zařízení dle hasícího média, dle způsobu dodávky média do systému a dle typu soustavy. Dále práce obsahuje shrnutí dílčích částí systému, způsoby ochrany požárních nádrží před mrazem a specifika při navrhování sprinklerového systému ve velkých skladech.

Poslední část rešerše je věnována poznatkům vlivu geometrie sprinklerového deflektoru na samotný rozstřík hasícího média a jeho fyzikálnímu chování, které je založeno na atomizačním procesu, respektive nestabilitě expandující vodní vrstvy. Tyto informace jsou důležité pro vytváření numerických modelů, které mohou poukázat na nedostatečnou či naopak předimenzovanou soustavu SHZ při ochraně před požárem.

## Seznam obrázků

<i>Obr. 1</i> Stabilní hasící zařízení .....	6
<i>Obr. 2</i> Doplnkové hasící zařízení.....	7
<i>Obr. 3</i> Polostabilní hasící zařízení .....	7
<i>Obr. 4:</i> Lafetová proudnice.....	9
<i>Obr. 5:</i> Pěnový generátor .....	9
<i>Obr. 6:</i> Nadzemní zásobní nádrž.....	12
<i>Obr. 7:</i> Podzemní zásobní nádrž.....	13
<i>Obr. 8:</i> Odstředivé čerpadlo .....	14
<i>Obr. 9:</i> Čerpadlo s elektrickým motorem .....	14
<i>Obr. 10:</i> Doplnující čerpadlo.....	15
<i>Obr. 11:</i> Koroze uvnitř ocelového SHZ potrubí .....	15
<i>Obr. 12:</i> Mokrý ventilová stanice .....	16
<i>Obr. 13:</i> Stavba sprinklerové hlavice .....	18
<i>Obr. 14:</i> Ponorný ohříváč uvnitř nádrže .....	19
<i>Obr. 15:</i> Ponorný ohříváč vně nádrže včetně ovládacích prvků .....	19
<i>Obr. 16:</i> Cirkulační ohříváč .....	20
<i>Obr. 17:</i> Umístění ELP panelu v nádrži .....	20
<i>Obr. 18:</i> Způsoby skladování určené podle ČSN EN 12 845.....	22
<i>Obr. 19:</i> Porovnání velikosti hlavice .....	23
<i>Obr. 20:</i> Rozdělení proudu deflektorem.....	25
<i>Obr. 21:</i> Popis procesu atomizace.....	26
<i>Obr. 22:</i> Anatomie hlavice sprinkleru.....	27
<i>Obr. 23:</i> Soustředné nádoby sloužící k měření podílu rozdělení proudů .....	28
<i>Obr. 24:</i> Vzdálenost rozpadu souvislé vodní vrstvy .....	29
<i>Obr. 25:</i> Úhel výstřiku od štěrbiny .....	29
<i>Obr. 26:</i> Sprinklerová hlavice ESFR – 25 TY 9226 .....	30
<i>Obr. 27:</i> Geometrie deflektoru ESFR – 25 TY 9226.....	31
<i>Obr. 28:</i> Vzory výstřiku z hlavice ESFR – 25 TY 9226.....	32
<i>Obr. 29:</i> Srovnání vzorů postřiků.....	33

## Seznam tabulek

<i>Tab. 1:</i> Otevírací teploty sprinklerových hlavice včetně barevného rozlišení.....	17
<i>Tab. 2</i> Maximální skladovací výšky pro OH3 .....	24

## Literatura

- [1] Stabilní hasící zařízení. *TZB info* [online]. 2016. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/119045-co-je-stabilni-hasici-zarizeni>
- [2] KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. *Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách. Stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost*. 2021. ISBN 978-80-7385-238-2.
- [3] KRUPKA, Ondřej. *Sprinkplan projekty požárních sprinklerů* [online]. 2012. Dostupné z: <https://www.sprinkplan.cz/shz.html>
- [4] RYBÁŘ, Pavel. *Příklady použití stabilních hasících zařízení v ochraně majetku a technologií*. B.m.: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2014. ISBN 978-80-86466-71-2.
- [5] RYBÁŘ, Pavel. Pěnové stabilní hasící zařízení [online]. 2018. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/17530-penova-stabilni-hasici-zarizeni>
- [6] KOUBKOVÁ, Ilona. *Stabilní hasící zařízení* [online]. B.m.: ČVUT, fakulta stavební, katedra technické zařízení budov. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6176744-Stabilni-hasici-zarizeni-ilona-koubkova-katedra-tzb-fsv-cvut.html>
- [7] ČSN EN 12 845 - *Stabilní hasící zařízení - Sprinklerová zařízení - Navrhování, instalace a údržba*. B.m.: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2020
- [8] KRÁL, Tomáš. *Optimalizace vytápění nadzemních požárních nádrží* [online]. B.m., 2016. Vysoké učení technické v Brně. Dostupné z: <https://docplayer.cz/110500498-Optimalizace-vytapeni-nadzemnich-pozarnich-nadrzi-heating-optimization-of-aboveground-fire-tanks.html>
- [9] *Podzemní požární nádrž* [online]. B.m.: Wolf Haus. nedatováno. Dostupné z: <https://www.wolfsystem.cz/nase-produkty/realizovane-objekty/hornbach-chuchle/>
- [10] PECHOVÁ, Pavla. *Stabilní hasící zařízení*. B.m.: ČVUT, fakulta stavební, katedra technické zařízení budov, nedatováno.
- [11] RYBÁŘ, Pavel. Časopis 112. *Požární ochrana* [online]. nedatováno, 2019(4). Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xviii-cislo-4-2019.aspx?q=Y2hudW09OQ%3D%3D>
- [12] RYBÁŘ, Pavel. *Sprinklerová stabilní hasící zařízení* [online]. B.m.: TZB info, 2016. 1. díl. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13971-sprinklerova-zarizeni-i-dil>
- [13] ŠENOVSKÝ, M, P BEPČÁK a A DUDÁČEK. *Legislativa požární ochrany*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2002. ISBN 978-80-86634-98-2.
- [14] LIBERTY ELECTRIC PRODUCTS. Tank Heating [online]. nedatováno. Dostupné z: [https://www.libertyelectricproducts.com/electric-heating/tank-heating.html?fbclid=IwAR1pZi\\_JKrB2Z6hiuYJEHsXXAiyCSaGWp78alJtc-H1Ei81OssLn2MV004M](https://www.libertyelectricproducts.com/electric-heating/tank-heating.html?fbclid=IwAR1pZi_JKrB2Z6hiuYJEHsXXAiyCSaGWp78alJtc-H1Ei81OssLn2MV004M)
- [15] ČSN 73 0845 - *Požární bezpečnost staveb - Sklady*. B.m.: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. 2012

- [16] RYBÁŘ, Pavel. Sprinklerová stabilní hasící zařízení - III. díl [online]. 2016. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/14023-sprinklerova-zarizeni-iii-dil>
- [17] VIKING AUTOMATIC SPRINKLER CO. Early Suppression Fast Response [online]. nedatováno. Dostupné z: <https://www.vikingsprinkler.com/esfr.php>
- [18] ZHOU, Xiangyang a Hong-Zeng YU. Experimental investigation of spray formation as affected by sprinkler geometry [online]. nedatováno, **2011**(46). Dostupné z: doi:10.1016/j.fire-saf.2011.01.003
- [19] REN, Ning. *Advances in characterizing fire sprays*. B.m., 2010. Faculty of the Graduate. University of Maryland, College Park.
- [20] MARSHALL, W. André. Unrevealing Fire Suppression Sprays. *Fire Safety Science* [online]. 2011. Dostupné z: doi:10.3801/IAFFS.FSS.10-61
- [21] *Tyco fire products* [online]. B.m.: TYCO. 2022. Dostupné z: [https://www.tyco-fire.com/TD\\_TFP/TFP/TFP328\\_01\\_2022.pdf](https://www.tyco-fire.com/TD_TFP/TFP/TFP328_01_2022.pdf)
- [22] *Sprinkler spray patterns* [online]. B.m.: Tyco. 2018. Dostupné z: [https://www.tyco-fire.com/TD\\_TFP/TFP/TFP710\\_08\\_2018.pdf](https://www.tyco-fire.com/TD_TFP/TFP/TFP710_08_2018.pdf)

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra technických zařízení budov – K125



Studijní program: Integrovaná bezpečnost staveb

**TECHNICKÁ ZPRÁVA – II. ČÁST**

## **Sprinklerové SHZ ve skladovacích prostorech a velkých skladovacích halách**

Sprinkler stable fire extinguishing system in warehouse and large  
storage halls

vypracoval: Bc. Ondřej Pěč

vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.

2023



# Obsah

<b>1</b>	<b>Popis řešené skladovací haly .....</b>	<b>5</b>
1.1	Rozčlenění do požárních úseků.....	5
<b>2</b>	<b>Rozsah sprinklerové ochrany .....</b>	<b>6</b>
2.1	Povolené výjimky .....	6
2.2	Nezbytné výjimky.....	6
<b>3</b>	<b>Projekční veličiny SHZ.....</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Klasifikace provozů a požárního nebezpečí .....</b>	<b>7</b>
4.1	Kategorizace skladovaného zboží dle ČSN EN 12 845 + A2 .....	7
<b>5</b>	<b>Způsob skladování .....</b>	<b>7</b>
5.1	Požadavky skladování.....	8
5.1.1	Příčné a podélné mezery .....	8
5.1.2	Maximální svislá vzdálenost mezi regálovou úrovní a regálovým sprinklerem .....	8
5.1.3	Umístění regálových sprinklerů v horizontální rovině.....	8
<b>6</b>	<b>Zásobování vodou .....</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>Výpočet potřebného množství vody .....</b>	<b>9</b>
<b>8</b>	<b>Potrubní rozvody.....</b>	<b>9</b>
8.1	Potrubní systém.....	9
8.2	Materiál .....	10
8.3	Závěsy potrubí.....	10
8.4	Odvzdušení potrubí.....	10
8.5	Vypouštění .....	10
<b>9</b>	<b>Sprinklerové hlavice .....</b>	<b>10</b>
<b>10</b>	<b>Armatury .....</b>	<b>10</b>
10.1	Řídící ventily.....	10
10.2	Testovací ventily.....	11
10.3	Uzavírací armatury .....	11
<b>11</b>	<b>Požadavky na ostatní profese .....</b>	<b>11</b>
11.1	Stavební konstrukce.....	11
11.2	Elektroinstalace .....	11
11.3	Vytápění a větrání .....	11
11.4	Požární bezpečnost.....	11
11.5	Zařízení pro odvod tepla a kouře (ZOKT) .....	11
11.6	Souběh profesí.....	11
<b>12</b>	<b>Měření a regulace .....</b>	<b>12</b>
12.1	Ovládání.....	12

12.2	Sprinklerová ústředna.....	12
12.3	Monitorování a signalizace.....	12
12.4	Vyhlášení požáru .....	12
12.5	Technické poruchy systému SHZ.....	12
<b>13</b>	<b>Uvedení SHZ do provozu a zkoušky .....</b>	<b>13</b>
13.1	Potrubní rozvody.....	13
13.2	Údržba a provádění kontrol (revizí).....	13
13.3	Značení.....	13
<b>14</b>	<b>Závěr .....</b>	<b>14</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>15</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>15</b>

## Zkratky

SHZ	Stabilní hasící zařízení
PHZ	Polostabilní hasící zařízení
DHZ	Doplňkové hasící zařízení
EPS	Elektrická požární signalizace
RTI	Response time index
HHS	Vysoké nebezpečí skladování
MVS	Mokrý ventilová stanice
VZT	Vzduchotechnika
ZOKT	Zařízení pro odvod tepla a kouře

# 1 Popis řešené skladovací haly

Objekt je navržen jako jednopodlažní nepodsklepený obdélníkového půdorysu o rozměrech 217,26 x 73,26 m. Nosnou konstrukci tvoří betonový skelet (sloupy + vazníky) vetknutý do základových kalichů na pilotách. Obvodový plášť haly je zhotoven ze sendvičových panelů. Součástí objektu je dvoupodlažní administrativně – sociální vestavba v západní části a jednopodlažní čistě sociální vestavba ve východní části. Administrativní vestavba bude využívána jako kanceláře, sociální zázemí a šatny pro zaměstnance. Administrativní vestavba bude tvořit staticky nezávislou část, na nosných konstrukcích haly, ve smyslu ČSN 73 0845. Hala je v současné době rozdělena požárně dělícími konstrukcemi na tři provozní části. Každá provozní část bude sloužit pro skladování zboží. Objekt není navržen pro skladování hořlavých kapalin a plynů ve smyslu ČSN 65 0201, pyrotechnických složí, výbušnin, střeliva (munice), pyroforických kovů, peroxidů, žíravin a toxických látek. Skladové prostory jsou nyní navrženy pro instalaci regálového systému umožňující skladování až do výšky 12,00 m, tj. skoro až po spodní hranu vazníku.

- světlá výška haly (po spodní hranu vazníku) je  $h_s = 12,40$  m;
- světlá výška administrativní vestavby je  $h_{sa} = 3,00$  m;
- celková výška halového objektu po atiku je + 14,80 m;
- výška horního líce stropu vestavku +8,10 m;
- požární výška haly  $h = 0,00$  m, požární výška vestavby  $h_a = 4,10$  m;
- konstrukční systém je v rámci PBR je hodnocen jako nehořlavý;

## 1.1 Rozčlenění do požárních úseků

Objekt je členěn do následujících požárních úseků, které jsou v souladu s požárně bezpečnostním řešením:

- N1.01 – IV, V. SPS - sklad
- N1.02 – IV, V. SPS - sklad
- N1.03 – IV, V. SPS - sklad
- N1.04/N2 – II - administrativní vestavba
- N1.05/N2 – II - CHÚC A
- N1.06 – II - šatna

Jako součást halového objektu proběhne i výstavba venkovních provozně spojených objektů, které v rámci PBR tvoří následující požární úseky:

- N1.07 – I - trafostanice
- N1.08 – I - trafostanice
- N1.09 – I - vrátnice
- N1.10 – I - strojovna SHZ
- N1.11 – I - dieselagregát
- N1.12 – I - spínací stanice

## 2 Rozsah sprinklerové ochrany

Na základě požadavků ČSN 73 0845 musí být vybaveny požární úseky skladů N1.01, N1.02 a N1.03 stabilním hasícím zařízením. Každý z požárních úseků bude napojen na své ventilové stanice (regálové a střešní jištění zvlášť), které budou zajišťovat nepřetržitou dodávku vody. Je navrženo standartní řešení pomocí střešního a regálového jištění. Prostory tvořící níže uvedené výjimky jištěny nebudou.

Strojovna SHZ bude navržena severně od halového objektu ve vzdálenosti cca 6 m. Strojovna bude zhotovena jako samostatně stojící, staticky nezávislý objekt. V rámci strojovny SHZ budou navrženy 3 čerpadla (hlavní, záložní a doplňkové).

### 2.1 Povolené výjimky

Mezi povolené výjimky, kde není požadovaná sprinklerová ochrana patří:

- umývárny a záchody z nehořlavých materiálů, v nichž nejsou skladované hořlavé látky, pokud jimi nevede potrubí SHZ,
- oddělená schodiště bez hořlavých látek, provedené jako požární úseky, pokud jimi nevede potrubí SHZ,
- uzavřené vertikální šachty neobsahující hořlavé látky provedené jako požární úseky.

### 2.2 Nezbytné výjimky

V řešeném objektu nebudou následující prostory jištěny sprinklerovou ochranou:

- místnosti a prostory, kde by hasící médium (voda) mohlo představovat riziko. Především se jedná o rozvodny elektřiny, transformátory a místnosti serverů. V těchto prostorách se nesmí skladovat materiály ani v nich nesmí být prováděna výrobní činnost.

## 3 Projekční veličiny SHZ

Z důvodu velké volné plochy ve skladu je zohledněno možné budoucí skladování ST1 pro I. – III. kategorii skladovaného zboží. Projekční veličiny vypsány v tabulce níže jsou určeny pro skladovací prostory sekce 01 až 06.

Tab. 1: Mokrý systém – střešní + regálové jištění [vlastní].

Výška stropu budovy	14,35 m
Navržená hlavice, stropní jištění	K115 s rychlou odezvou, závěsná
Požadovaná účinná plocha	260 m <sup>2</sup>
Max. plocha na 1 hlavici	9,00 m <sup>2</sup>
Požadovaná intenzita	10,00/17,50 l/min/m <sup>2</sup>
Návrhová intenzita	17,50 l/min/m <sup>2</sup>
Požadovaný min. tlak na hlavici dle předpisu	0,50 bar
Skladování	ST4 – paletové regály

	ST1 – volné skladování
Maximální výška skladování	ST4 – 12,00 m ST1 – 5,20 m
Počet hlavice v ploše	29 ks
Otevírací teplota hlavice	68/93 °C
Provozní doba	90 min
Navržená hlavice, regálové jištění	K115 s rychlou odezvou, závěsná, s ochranou rozetou a košem
Požadovaný min. tlak na hlavici dle předpisu, regálové jištění	1,0 bar
Uvažovaný počet hlavice v činnosti, regálové jištění	1 x 3 x 3 ks
Zádržný plech, regálové jištění	Ano

Použité předpisy:

- ČSN EN 12 845 – vysoké nebezpeční skladování HHS III.

Pod instalovanými sprinklery pro riziko HHS je nutné nechat volný prostor 1000 mm.

Požadavky na hydranty:

- požadavek na vnitřní hydrant – 400 l/min,
- nej přísnější požadavek na zásobu vody pro vnější odběrní místa dle ČSN 73 0873 – 72 m<sup>3</sup>.

## 4 Klasifikace provozů a požárního nebezpečí

### 4.1 Kategorizace skladovaného zboží dle ČSN EN 12 845 + A2

Skladovací hala se bude využívat ke skladování elektrických zařízení z automobilového průmyslu jako např: akumulátory, světlomety, elektromotory a další součástky z automobilů. Dle ČSN EN 12 845 se zatřídí toto zboží pomocí materiálového součinitele do kategorií skladového uspořádání.

Skladovanému zboží odpovídá:

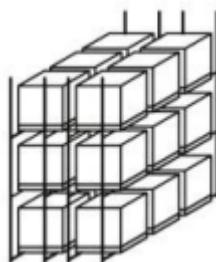
- materiálový součinitel M3,
- skladování bez zvláštního uspořádání (v kartonových obalech).

Ze zmíněných parametrů lze zatřídít skladované zboží do **kategorie III**.

## 5 Způsob skladování

Veškeré skladované zboží v hale je skladováno způsobem: ST 4 – paletové regálové skladování. Zboží je možno skladovat do výšky 12,00 m. Jedná se o dvouřadé regály umístěnými zády k sobě s podélnou mezerou 0,4 m. Uličky mezi dvouřadými regály jsou 3,4 m široké. Avšak z důvodu

velké volné plochy ve skladovacích prostorech je uvažováno do budoucna také s volným skladováním ST 1 do maximální výšky 5,20 m.



Obr. 1: ST4 – paletové regálové skladování [ČSN 12 845].

## 5.1 Požadavky skladování

### 5.1.1 Příčné a podélné mezery

Sprinklery, které chrání dvouřadé regály se musí umístit v podélných mezerách, nejlépe v průřezu s příčnou mezerou. V případě, že by konstrukce regálů znatelně narušovala výstřik ze sprinklerové hlavice, je nutné instalovat doplňkové sprinklery. Musí být zajištěn průnik vody ze sprinklerů ke skladovanému materiálu. Minimální vzdálenost mezi skladovaným materiálem uloženým zády k sobě je 0,15 m. V případě nutnosti by se měly opatřit regály paletovými zarážkami. Mezi tříšticem sprinkleru a horní plochou skladovaného zboží je minimální vzdálenost 0,10 m u sprinklerů s plochým výstřikem a 0,15 m pro ostatní druhy sprinklerů.

### 5.1.2 Maximální svislá vzdálenost mezi regálovou úrovní a regálovým sprinklerem

Svislá vzdálenost od podlahy k nejnižší umístěné regálové úrovni s regálovými sprinklery nesmí být větší než 3,2 m nebo dvě vrstvy. Regálová úroveň musí být instalována nad horní vrstvou skladovaného zboží, mimo případy, kdy všechny střešní (stropní) sprinklery jsou umístěny do 4 m od nejvyšší úrovně skladovaného zboží.

### 5.1.3 Umístění regálových sprinklerů v horizontální rovině

Pro materiály zařazené do kategorie III a IV musí být sprinklery, pokud je to možné, umístěny v podélné mezeře v průřezu s každou příčnou mezerou. Vodorovná vzdálenost mezi sprinklery nesmí být větší než 1,90 m a součin vodorovné a svislé vzdálenosti nesmí překročit hodnotu 4,90 m<sup>2</sup>.

## 6 Zásobování vodou

Jako vodní zdroj slouží hlavní zásobní nádrž s plným objemem (vyčerpatelný zdroj) o využitelném objemu 850 m<sup>3</sup>, ve spojení s hlavním a záložním čerpadlem s diesel motory. Voda v nádrži bude v případě vyčerpání doplňována automobilovými cisternami se sekundární možností dopuštění z vodovodu. Nádrž musí být doplněna do 36 hodin. Zásobování vodou musí být spolehlivé a nesmí být ovlivněno mrazem. Nádrž bude vytápěna pomocí ponorných ohřivačů (4x 7,5 kW). K napájení sprinklerového zařízení musí být použita voda s maximálně dovoleným obsahem nečistot do 0,5 % objemu. Průměr pevných nečistot nesmí překročit 0,5 mm. Do použité vody se nesmějí přidávat žádné přísady zabraňující mrznutí vody.

## 7 Výpočet potřebného množství vody

Nádrž musí být navržena na nejvíce nepříznivou plochu jištěnou sprinklery.

### Střešní jištění:

$$Q_s = F \cdot l \cdot 1,3 = 260 \cdot 17,5 \cdot 1,3 = 5915 \text{ l/min}$$

$Q_s$  průtok aktivních sprinklerů střešního jištění [l/min]

$F$  účinná plocha [m<sup>2</sup>]

$l$  intenzita dodávky vody

1,3 součinitel rozdílu tlaku v potrubím systému

### Regálové jištění:

$$Q_r = n \cdot K \cdot \sqrt{P} = 9 \cdot 115 \cdot \sqrt{1} = 1035 \text{ l/min}$$

$Q_r$  průtok aktivními sprinklerovými hlaviciemi v regálech [l/min]

$n$  počet aktivních sprinklerových hlavic

$K$  K – faktor [l/min · bar<sup>1/2</sup>]

$P$  provozní tlak na hlavici [bar]

### Minimální objem nádrže:

$$V_1 = (Q_s + Q_r + Q_{vh}) \cdot t + V_h = (5915 + 1035 + 400) \cdot 10^{-3} \cdot 90 + 72 = 746 \text{ m}^3$$

$Q_s$  průtok aktivních sprinklerů střešního jištění [l/min]

$Q_r$  průtok aktivními sprinklerovými hlaviciemi v regálech [l/min]

$Q_{vh}$  průtok vnitřních hydrantů [l/min]

$t$  provozní čas [min]

$V_h$  požadavek venkovních hydrantů [m<sup>3</sup>]

### Návrh nádrže:

Navrhuji nádrž s průměrem **10,54 m**, výškou pláště **10,24 m** a užitným (vyčerpateľným) objemem **850 m<sup>3</sup>**. Nádrž bude složena z 8,5 lubů, kde v každé řadě bude instalováno po obvodu 14 plechů. Tato nádrž odpovídá požadavkům evropsky uznávaných předpisů FM Global.

## 8 Potrubní rozvody

### 8.1 Potrubní systém

Sprinklerové jištění je zhotoveno jako gridový (síťový systém). Halový objekt se dělí do částí – gridů. Každý z gridů se napojí na samostatnou ventilovou stanici v prostoru pro ně vymezeném. V tomto případě se jedná o prostor v hale, který je oplocený a zabraňuje vstupu nepovolaným osobám. Samostatně venku stojící strojovna a řešený objekt propojuje podzemní propojovací potrubí. Potrubní rozvody musí být instalovány v souladu s doporučením výrobce, včetně ochrany proti korozi. Potrubí se též montuje tak, aby bylo co nejlépe přístupné při potřebě výměny. Rozdělovací a rozváděcí potrubí budou instalovány v základní barvě S2000 s 2x vrchním emailem RAL 3000. Sprinklerové hlavice je nepřipustné opatřit jakýmkoliv nátěrem.



## 8.2 Materiál

Mokré soustavy jsou zhotoveny z ocelových trubek, spojené spojky. V případě světlosti potrubí do DN 50 je spojení provedeno pomocí závitové spojky. Prefabrikovaná část potrubí je zhotovena z dílensky svařovaných prvků (páteřní potrubí s navařenými odbočkami). Použitý materiál je ocel třídy 11, a to dle ČSN 42 5710 a ČSN 42 5715. Všechno toto potrubí jsou dodávány v souladu s ČSN 42 0250.

## 8.3 Závěsy potrubí

Závěsy potrubí jsou přímo připevněny ke stavebním konstrukcím budovy. Závěsy páteřních rozvodů jsou kotveny do nosných sloupů, stropních nosníků, nosných stěn.

## 8.4 Odvzdušení potrubí

Odvzdušení potrubního systému se zřídí v nejvyšším bodě potrubních rozvodů. Dle spádování potrubí na vlastních rozvodech – ventilem 3/4“.

## 8.5 Vypouštění

V nejnižším bodě potrubního systému bude opatřena vypouštěcí armatura. Každý z gridů bude možné vypustit pomocí vypouštěcích ventilů a v místě ventilových stanic přes vypouštěcí ventil na řídicím ventilu. Pro odvodnění celého systému bude využíván vypouštěcí ventil DN50, umístěný na spodní straně rozdělovače ve strojovně případně v mokré ventilové stanici (MVS).

## 9 Sprinklerové hlavice

V celém objektu jsou navrženy 3 typy sprinklerových hlavice:

Tab. 2: Použité sprinklerové hlavice [vlastní].

Umístění	Jištění	Orientace	K - faktor	Odezva	Aktivační teplota	Úprava povrchu
Sklad	Střešní	Závěsný	K115	Rychlá	68 °C	Mosaz
Sklad	Regálové	Závěsný s ochranou rozetou a košem	K115	Rychlá	68 °C	Mosaz
Sklad	Střešní	Závěsný	K115	Rychlá	93 °C	Mosaz

## 10 Armatury

### 10.1 Řídící ventily

V řešeném objektu je navrženo 6x ventilová stanice s řídicím ventilem:

- 3x ventilová stanice DN 150 s příslušenstvím (střešní jištění),
- 3x ventilová stanice DN 150 s příslušenstvím (regálové jištění).

## 10.2 Testovací ventily

Testovací ventily slouží pro vyzkoušení průtoku vody systémem SHZ. Umísťují se v nejvzdálenějším bodě od ventilové stanice a jsou opatřeny zařízením, které zamezí manipulaci neoprávněným osobám. Voda při testování se odvádí například hadicí do kanalizace nebo WC.

## 10.3 Uzavírací armatury

K zamezení průtoku vody přes systém SHZ slouží uzavírací armatury. Před řídicími ventily jsou v potrubí ve směru toku osazeny šoupě s monitorovanou polohou klapky. Na konci každé hlavní trubky jsou osazeny kulové kohouty DN 50 sloužící k proplachu.

# 11 Požadavky na ostatní profese

## 11.1 Stavební konstrukce

U stavebních konstrukcích se musí zajistit:

- zhotovení prostupů stavebními konstrukcemi,
- spádovat podlahu k podlahovým vstupem v MVS,
- uvažovat s prostupy přes požární stěny (dilatační prostupy s protipožární ochranou),
- zajistit volný prostor pod sprinklerovými hlavicemi min. 1,0 m.

## 11.2 Elektroinstalace

Musí být zajištěno osvětlení a nouzové osvětlení MVS včetně zásuvkových rozvodů 230 a 400 V. Prostředí MVS je určeno jako normální s ochranou proti stříkající vodě IP 54.

## 11.3 Vytápění a větrání

Prostory MVS a mokré soustavy musí být vytápěné tak aby neklesla teplota pod +5 °C a větrané tak aby nedocházelo ke kondenzaci vody na potrubních rozvodech.

## 11.4 Požární bezpečnost

Musí být zajištěna koordinace mezi navrženým SHZ systémem a požárně bezpečnostním řešením. Prostory nejištěné systémem SHZ by se měli osadit důsledně čidly EPS.

## 11.5 Zařízení pro odvod tepla a kouře (ZOKT)

V případě, že bude v některé z částí řešeného objektu namontované ZOKT, nesmí svým uvedením do provozu narušit ani omezit činnost systému SHZ. Způsob aktivace systému ZOKT musí být řešen v PBŘ, a to v souladu s požadavky dodavatele sprinklerového systému.

## 11.6 Souběh profesí

Ostatní profese, jejichž instalace může bránit výstřiku sprinklerů, zejména montáž VZT potrubí a kabelové lávky, musí respektovat umístění SHZ systému, tak aby nebyl omezen hasící účinek. Voda vytékající z aktivovaných sprinklerových hlavic se při zásahu rozptýlí po podlaze a následně

odteče do kanalizace, nebo odteče dveřmi a vraty do venkovních areálových komunikací, které jsou vybaveny vpustěmi.

## **12 Měření a regulace**

### **12.1 Ovládání**

Hlavní čerpadlo se bude automaticky zapínat při poklesu tlaku v soustavě při hodnotě 0,8 provozního tlaku pomocí tlakového spínače. V případě poruchy tlakového spínače, bude čerpadlo spuštěno druhým tlakovým spínačem, který bude nastaven na hodnotu o 0,5 baru nižší. Záložní čerpadlo bude spuštěno, pokud tlak v soustavě klesne na 0,6 provozního tlaku opět pomocí tlakového spínače. Vypínání čerpadel bude možné pouze ručně. Doplňovací čerpadlo bude spuštěno při tlakové ztrátě 1 bar v systému a při dosažení provozního tlaku dojde k jeho odstavení. K odstavení doplňovacího čerpadla dojde taktéž při spuštění hlavního čerpadla.

### **12.2 Sprinklerová ústředna**

Sprinklerová ústředna má úlohu monitorovat systém, kontrolovat stavy zařízení a přenášet signály na ústřednu EPS. Napájení ústředny je z elektrické sítě. V případě výpadku elektrické energie je ústředna vybavena vlastním autonomním zařízením (baterií).

### **12.3 Monitorování a signalizace**

V tomto SHZ systému se monitorují následující stavy:

- uzavření uzavíracích armatur pod řídicími ventily, uzavření armatur sání a výtlaků hlavního čerpadla, uzavření kohoutů na potrubí poplachových zvonů a tlakových spínačů,
- otevření uzavírací armatury k mobilní technice, otevření armatury na testovacím potrubí,
- pokles teploty ve strojovně,
- pokles teploty v nádrži,
- výpadek rozvaděče SHZ, chod a porucha,
- zaplavení strojovny,
- přeplnění nádrže.

### **12.4 Vyhlášení požáru**

Při stavu požár bude tento stav signalizován mechanicky pomocí poplachových zvonů a elektricky tlakovými spínači od řídicích ventilů. Požár bude vyhlášen při sepnutí tlakového spínače na jednotlivé ventilové stanici.

Jednotlivé poruchové a poplachové výše uvedené signály budou vedeny do monitorovací ústředny SHZ umístěné ve strojovně SHZ. Rozhraní je v rozvodné krabici nad ústřednou. Tady bude hranice mezi funkcí EPS a SHZ. Doporučuje se signalizaci z MVS přenést rovnou na ústřednu EPS budovy.

### **12.5 Technické poruchy systému SHZ**

Tyto poruchy se jednotlivě zobrazují na monitorovacím zařízení – ústředně SHZ:

- MVS č. (1-6) – uzavřena,

- tlakový spínač MVS č. (1-6) – odstaven,
- testovací potrubí – otevřeno,
- mobilní technika – otevřeno,
- výtlač hlavního čerpadla – uzavřen,
- sání hlavního čerpadla – uzavřeno,
- porucha a chod topení,
- chod čerpadlo,
- sdružená porucha čerpadlo,
- výpadek rozvaděče,
- pokles teploty v místnosti,
- pokles teploty v nádrži,
- odstávka čerpadla.

## **13 Uvedení SHZ do provozu a zkoušky**

### **13.1 Potrubní rozvody**

Veškeré potrubní rozvody budou po montáži podrobena proplachu a hydrostatické tlakové zkoušce minimálně po dobu 2 hodin při minimálním tlaku 15 baru. Správnou funkci instalovaného systému SHZ musí prokázat montážní firma jeho komplexním vyzkoušením za provozních podmínek.

### **13.2 Údržba a provádění kontrol (revizí)**

V souladu s vyhláškou č. 246/2001 Sb. platnou pro ČR je povinností provádět pravidelné kontroly, resp. revize systému SHZ, jejich seznam a uvedení termínů bude součástí provozní knihy. Za provedení kontrol (revizí) zodpovídá provozovatel. V souladu s § 4, odst. 3 vyhlášky č. 246/2001 Sb. je navržené zařízení vyhrazeným bezpečnostním zařízením.

Technická dokumentace, která bude dodána pro odběratele:

- návod na obsluhu a údržbu,
- projekt upravený dle skutečného provedení zařízení v době jeho předávání vč. hydraulického finálního výpočtu,
- osvědčení o tlakové zkoušce a průchodnosti systému,
- protokol o převímací zkoušce zařízení (komplexní vyzkoušení).

SHZ se musí pravidelně kontrolovat a udržovat v provozuschopném stavu dle návodu k obsluze a údržbě. V tomto návodu musí být uvedena náplň kontrol sprinklerového SHZ (denní, týdenní, měsíční, roční).

### **13.3 Značení**

Potrubní systém a jeho armatury se musí opatřit štítky s barevným a číselným označením dle ČSN 13 072 a štítkem, kde je uveden nápis s funkcí potrubí. Každá ventilová stanice musí být označena štítkem, na kterém je uvedena velikost a název chráněné plochy, stupeň požárního nebezpečí, dimenze a požadovaný průtok. Zřetelně se musí označit i prostor ventilových stanic a

všechna technologické zařízení včetně funkce. Ruční kola všech uzavíracích ventilů musí být označena uvedením směru, kterým se otáčejí – otevřeno / zavřeno.

## **14 Závěr**

Dokumentace řešeného systému SHZ je vypracována v souladu s aktuálně platnými českými předpisy a normami. Soulad provedení systému SHZ s touto dokumentací musí být dodržen v plném rozsahu.

Vypracoval: Bc. Ondřej Pěč

Podpis: .....

Datum: 11/2022

## **Seznam obrázků**

<i>Obr. 1: ST4 – paletové regálové skladování.....</i>	<i>8</i>
--------------------------------------------------------	----------

## **Seznam tabulek**

<i>Tab. 1: Mokrý soustava – střešní + regálové jištění.....</i>	<i>6</i>
<i>Tab. 2: Použité sprinklerové hlavice.....</i>	<i>10</i>

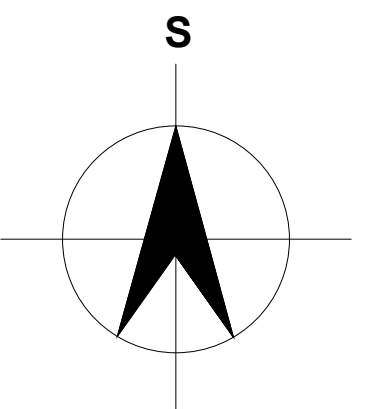




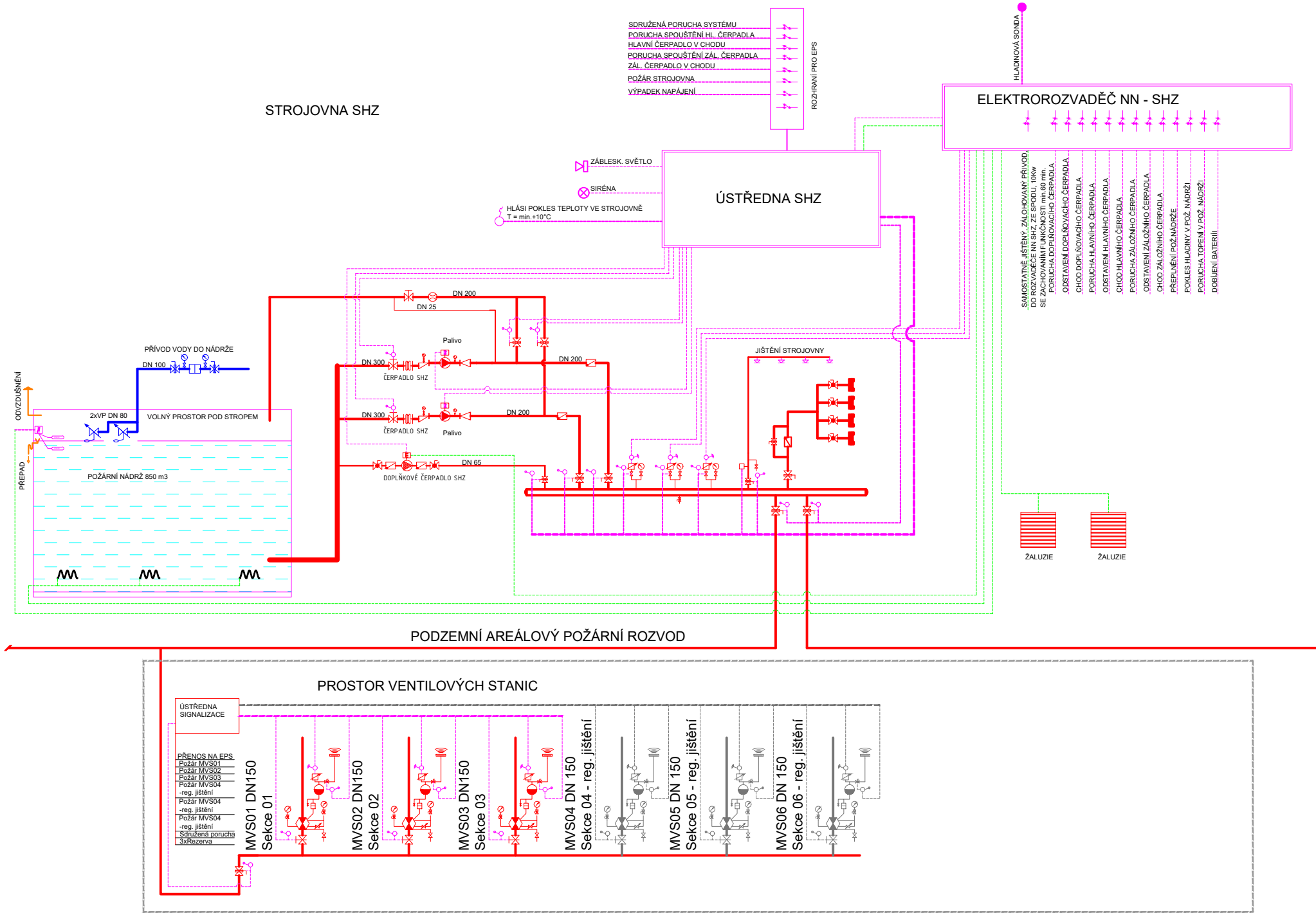
**HALA 1**  
**ZASTAVĚNÁ PLOCHA 15 106 m<sup>2</sup>**  
**+0,000 = 264,40 m.n.m.**  
**ATIKA +14,80 = 279,20 m.n.m.**

**LEGENDA:**

- Zájmové území
- Požární areálový vodovod
- Nadzemní požární hydrant
- Sprinklerová stanice vč. požární nádrže
- Umístění MVS

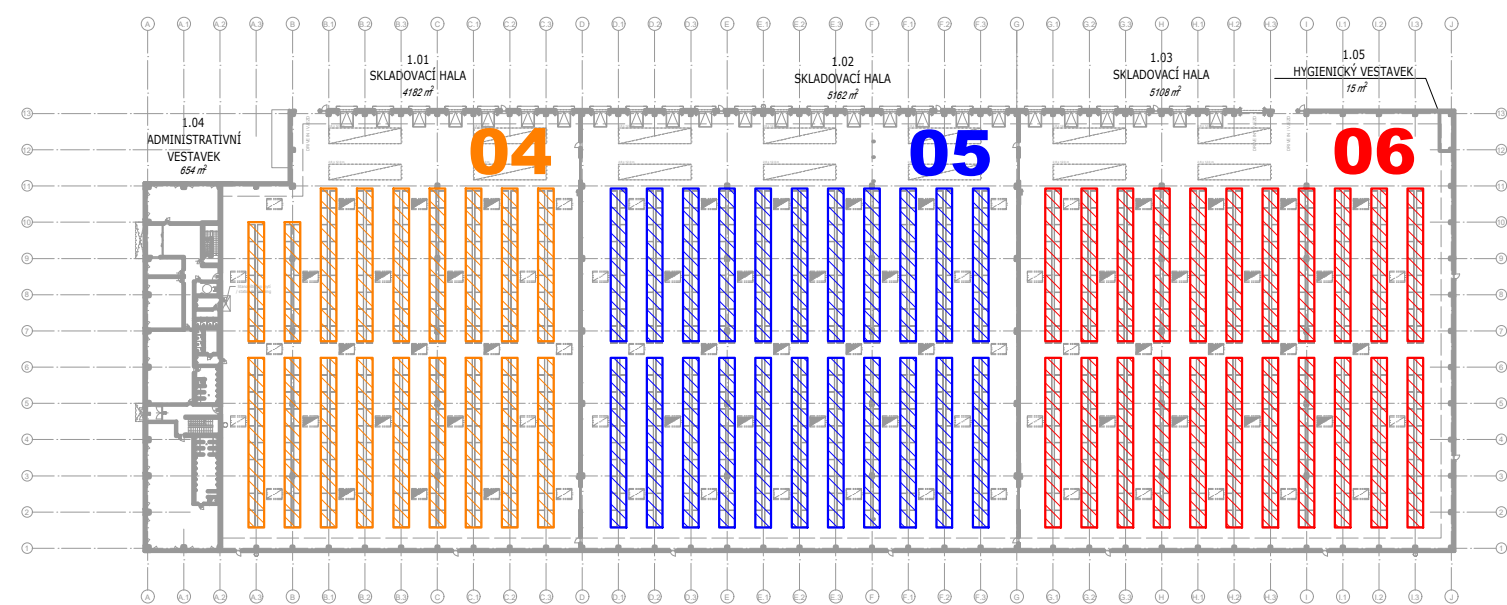
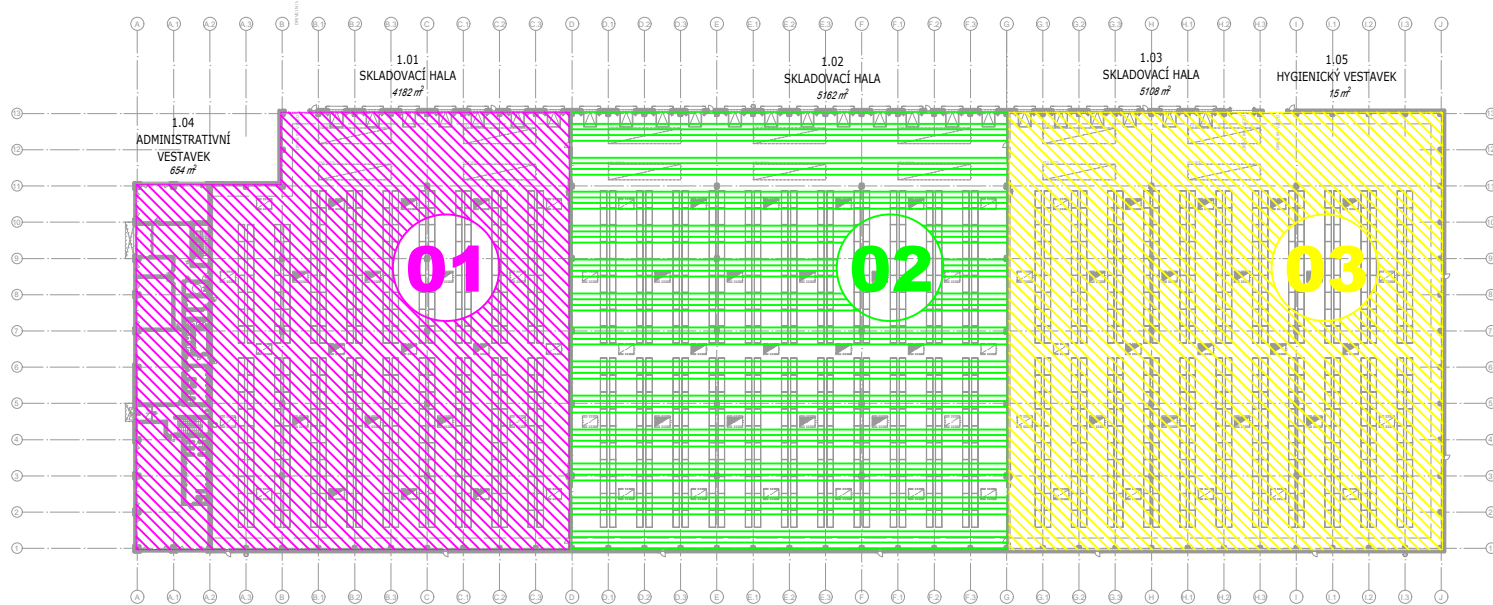


Vypracoval: Bc. Ondřej Pěč	Vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		
Objekt: SKLADOVACÍ HALA - ZÁKUPY	Měřítko: 1:500	Formát: 8x A4
Projekt: NÁVRH SYSTÉMU SHZ	Datum: 11/2022	Výkres: 1.
<b>SCHÉMA SYSTÉMU SHZ</b>		



Vypracoval: Bc. Ondřej Pěč	Vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE - NÁVRH SHZ		
Objekt: SKLADOVACÍ HALA - ZÁKUPY	Měřítko:	-
Projekt: NÁVRH SYSTÉMU SHZ	Formát:	2x A4
<b>SCHÉMA SYSTÉMU SHZ</b>	Datum:	11/2022
	Výkres:	2.





SYSTEM č.		SEKCE 01-MVS01		STŘEŠNÍ JIŠTĚNÍ	
PŘEDPIS	ČSN EN 12 845				
RIZIKO	HHS 3				
SKLADOVÁNÍ	ST4: PALETOVÉ REGÁLY / OTEVŘENÉ PALETOVÉ REGÁLY ST1: VOLNÉ SKLADOVÁNÍ				
SOUSTAVA	MOKRÁ SOUSTAVA				
NÁPLŇ	VODA				
POŽADAVEK NA REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	ANO				
JIŠTĚNÁ PLOCHA		4836	m <sup>2</sup>		
MAX. INTENZITA		17,50	l/min/m <sup>2</sup>		
ÚČINNÁ PLOCHA		260	m <sup>2</sup>		
MIN. TLAK		0,5	bar		
PROVOZNÍ ČAS		90	min		
HLAVICE	ZÁVĚSNÁ K115	-			
MAX. VÝŠKA STROPU		14,3	m		
MAX. VÝŠKA SKLADU		ST4 - 12 ST1 - 5,2	m		

SYSTEM č.		SEKCE 02-MVS02		STŘEŠNÍ JIŠTĚNÍ	
PŘEDPIS	ČSN EN 12 845				
RIZIKO	HHS 3				
SKLADOVÁNÍ	ST4: PALETOVÉ REGÁLY / OTEVŘENÉ PALETOVÉ REGÁLY ST1: VOLNÉ SKLADOVÁNÍ				
SOUSTAVA	MOKRÁ SOUSTAVA				
NÁPLŇ	VODA				
POŽADAVEK NA REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	ANO				
JIŠTĚNÁ PLOCHA		5182	m <sup>2</sup>		
MAX. INTENZITA		17,50	l/min/m <sup>2</sup>		
ÚČINNÁ PLOCHA		260	m <sup>2</sup>		
MIN. TLAK		0,5	bar		
PROVOZNÍ ČAS		90	min		
HLAVICE	ZÁVĚSNÁ K115	-			
MAX. VÝŠKA STROPU		14,3	m		
MAX. VÝŠKA SKLADU		ST4 - 12 ST1 - 5,2	m		

SYSTEM č.		SEKCE 03-MVS03		STŘEŠNÍ JIŠTĚNÍ	
PŘEDPIS	ČSN EN 12 845				
RIZIKO	HHS 3				
SKLADOVÁNÍ	ST4: PALETOVÉ REGÁLY / OTEVŘENÉ PALETOVÉ REGÁLY ST1: VOLNÉ SKLADOVÁNÍ				
SOUSTAVA	MOKRÁ SOUSTAVA				
NÁPLŇ	VODA				
POŽADAVEK NA REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	ANO				
JIŠTĚNÁ PLOCHA		5108	m <sup>2</sup>		
MAX. INTENZITA		17,50	l/min/m <sup>2</sup>		
ÚČINNÁ PLOCHA		260	m <sup>2</sup>		
MIN. TLAK		0,5	bar		
PROVOZNÍ ČAS		90	min		
HLAVICE	ZÁVĚSNÁ K115	-			
MAX. VÝŠKA STROPU		14,3	m		
MAX. VÝŠKA SKLADU		ST4 - 12 ST1 - 5,2	m		

### LEGENDA:

- SEKCE SYSTÉMU SHZ 01 - STŘEŠNÍ JIŠTĚNÍ
- SEKCE SYSTÉMU SHZ 02 - STŘEŠNÍ JIŠTĚNÍ
- SEKCE SYSTÉMU SHZ 03 - STŘEŠNÍ JIŠTĚNÍ
- SEKCE SYSTÉMU SHZ 04 - REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ
- SEKCE SYSTÉMU SHZ 05 - REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ
- SEKCE SYSTÉMU SHZ 06 - REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ

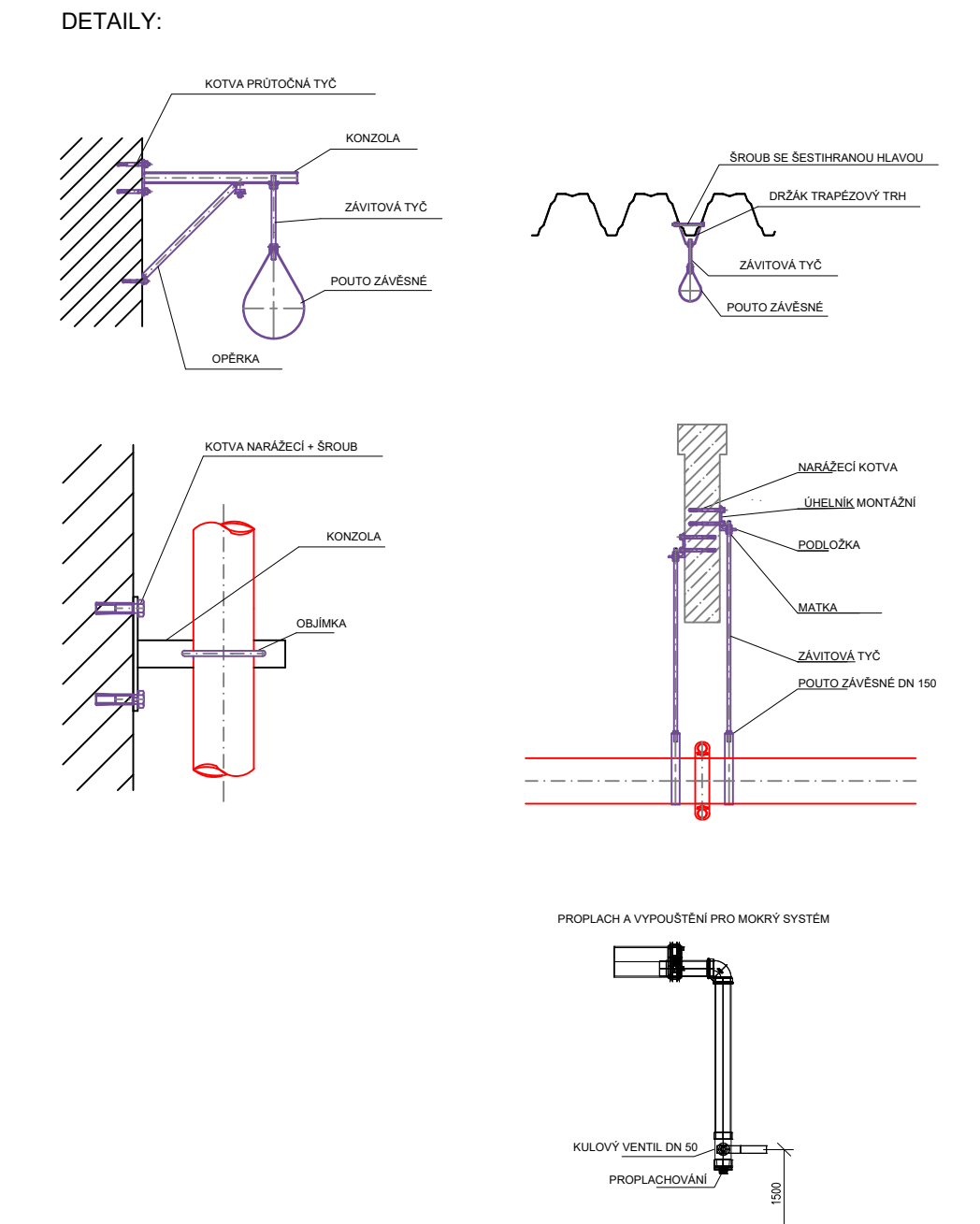
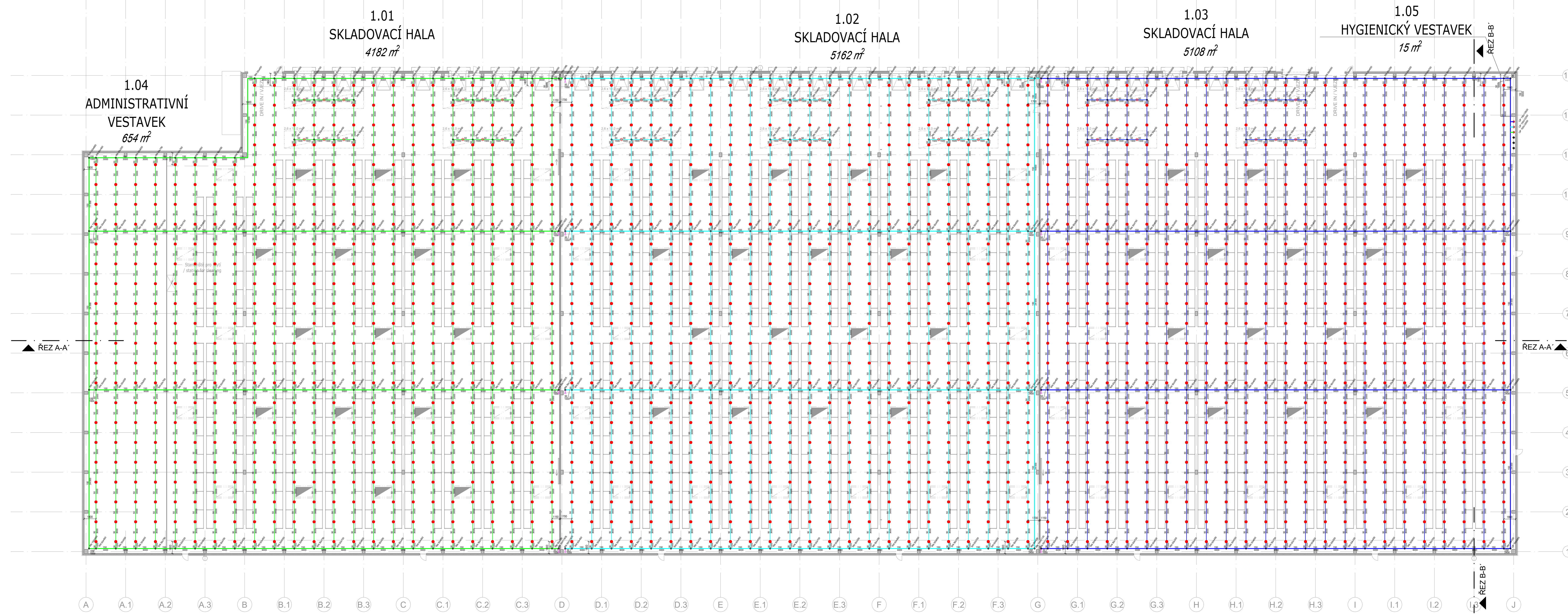
SYSTEM č.		SEKCE 04-MVS04		REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	
PŘEDPIS	ČSN EN 12 845				
RIZIKO	HHS 3				
SKLADOVÁNÍ	ST4: PALETOVÉ REGÁLY / OTEVŘENÉ PALETOVÉ REGÁLY				
SOUSTAVA	MOKRÁ SOUSTAVA				
NÁPLŇ	VODA				
POČET SKLAD. ÚROVNÍ		4	-		
HLAVICE	ZÁVĚSNÁ K115 S OCHRANOU ROZETOU A KOŠEM	-			

SYSTEM č.		SEKCE 05-MVS05		REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	
PŘEDPIS	ČSN EN 12 845				
RIZIKO	HHS 3				
SKLADOVÁNÍ	ST4: PALETOVÉ REGÁLY / OTEVŘENÉ PALETOVÉ REGÁLY				
SOUSTAVA	MOKRÁ SOUSTAVA				
NÁPLŇ	VODA				
POČET SKLAD. ÚROVNÍ		4	-		
HLAVICE	ZÁVĚSNÁ K115 S OCHRANOU ROZETOU A KOŠEM	-			

SYSTEM č.		SEKCE 06-MVS06		REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	
PŘEDPIS	ČSN EN 12 845				
RIZIKO	HHS 3				
SKLADOVÁNÍ	ST4: PALETOVÉ REGÁLY / OTEVŘENÉ PALETOVÉ REGÁLY				
SOUSTAVA	MOKRÁ SOUSTAVA				
NÁPLŇ	VODA				
POČET SKLAD. ÚROVNÍ		4	-		
HLAVICE	ZÁVĚSNÁ K115 S OCHRANOU ROZETOU A KOŠEM	-			

Vypracoval: Bc. Ondřej Pěč	Vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		
Objekt: SKLADOVACÍ HALA - ZÁKUPY		Měřítko: -
Projekt: NÁVRH SYSTÉMU SHZ		Formát: 2x A4
Obsah výkresu: SCHÉMA SEKČÍ SYSTÉMU SHZ		Datum: 11/2022
		Výkres: 3.





**LEGENDA MÍSTNOSTÍ:**

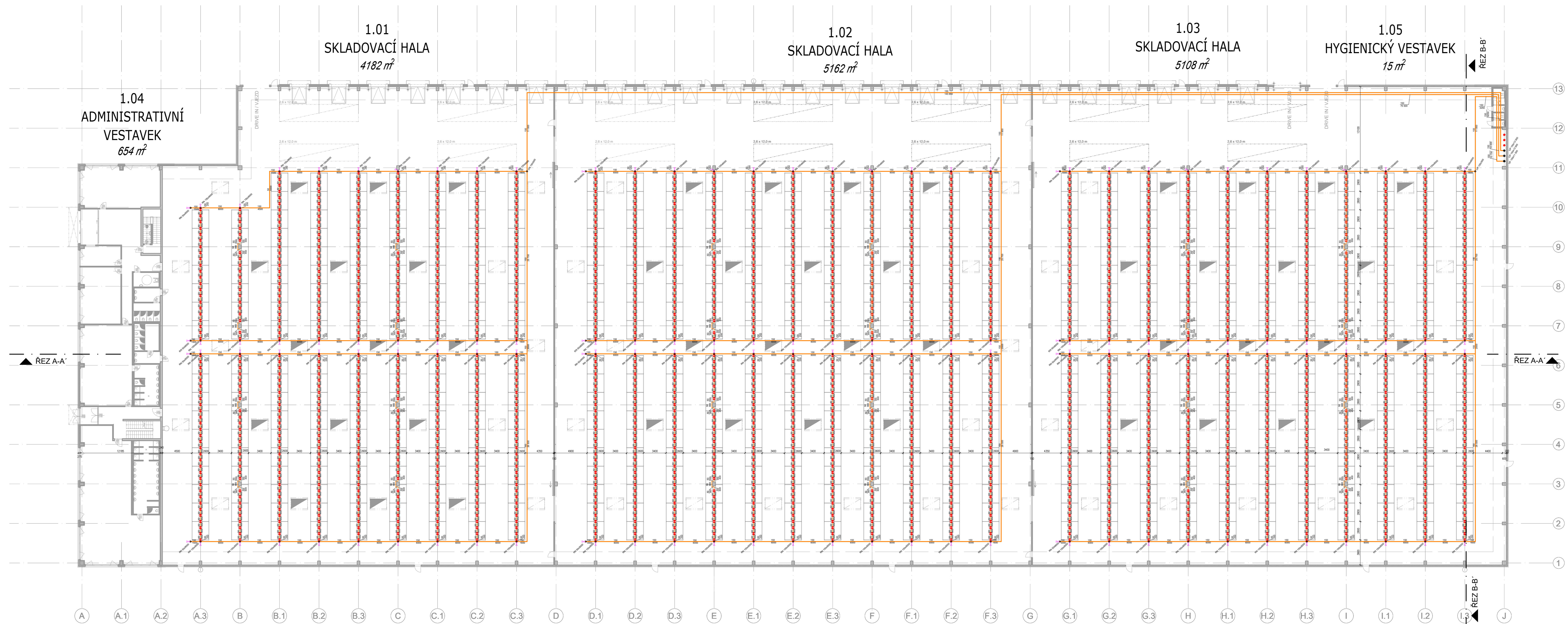
OZN. MÍST.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [ m <sup>2</sup> ]
1.01	SKLADOVACÍ HALA 1 / WAREHOUSE 1	4182
1.02	SKLADOVACÍ HALA 2 / WAREHOUSE 2	5162
1.03	VÝROBNÍ HALA / PRODUCTION HALL	5108
1.04	ADMINISTRATIVNÍ VESTAVEK / OFFICE INBUILT	654
1.05	HYGIENICKÝ VESTAVEK / HYGIENIC INBUILT	15
CELKEM TOTAL		15 121

**LEGENDA:**

+	MOKRÁ VENTILOVÁ STANICE PRO STŘEŠNÍ JISTĚNÍ
+	MOKRÁ VENTILOVÁ STANICE PRO REGÁLOVÉ JISTĚNÍ
⊘	VYPLOUŠTĚCÍ VENTIL
●	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 68 °C, MOSAZ, RYCHLÁ REAKCE
●	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 93 °C, MOSAZ, RYCHLÁ REAKCE
⊙	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 68 °C, S ROZETOU, CHROM, RYCHLÁ REAKCE
—	STŘEŠNÍ ROZDĚLOVACÍ POTRUBÍ (BARVA DLE SEKCE)
—	STŘEŠNÍ ROZDĚLOVACÍ POTRUBÍ (BARVA DLE SEKCE)
—	REGÁLOVÉ ROZDĚLOVACÍ POTRUBÍ
—	REGÁLOVÉ ROZDĚLOVACÍ POTRUBÍ
—	POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 3000 mm
—	VERTIKÁLNÍ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 500 mm
—	STOUPAČNÍ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 500 mm
—	KLESAJÍCÍ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 500 mm

Vypracoval: Bc. Ondřej Pěč	Vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		
Objekt: SKLADOVACÍ HALA - ZÁKUPY	Měřítko: 1:250	Formát: 12x A4
Projekt: NÁVRH SYSTÉMU SHZ	Datum: 11/2022	
STŘEŠNÍ JISTĚNÍ		Výkres: 4.





**LEGENDA MÍSTNOSTÍ:**

OZN. MÍST.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA [m <sup>2</sup> ]
1.01	SKLADOVACÍ HALA 1 / WAREHOUSE 1	4182
1.02	SKLADOVACÍ HALA 2 / WAREHOUSE 2	5162
1.03	VÝROBNÍ HALA / PRODUCTION HALL	5108
1.04	ADMINISTRATIVNÍ VESTAVEK / OFFICE INBUILT	654
1.05	HYGIENICKÝ VESTAVEK / HYGIENIC INBUILT	15
CELKEM / TOTAL		15 121

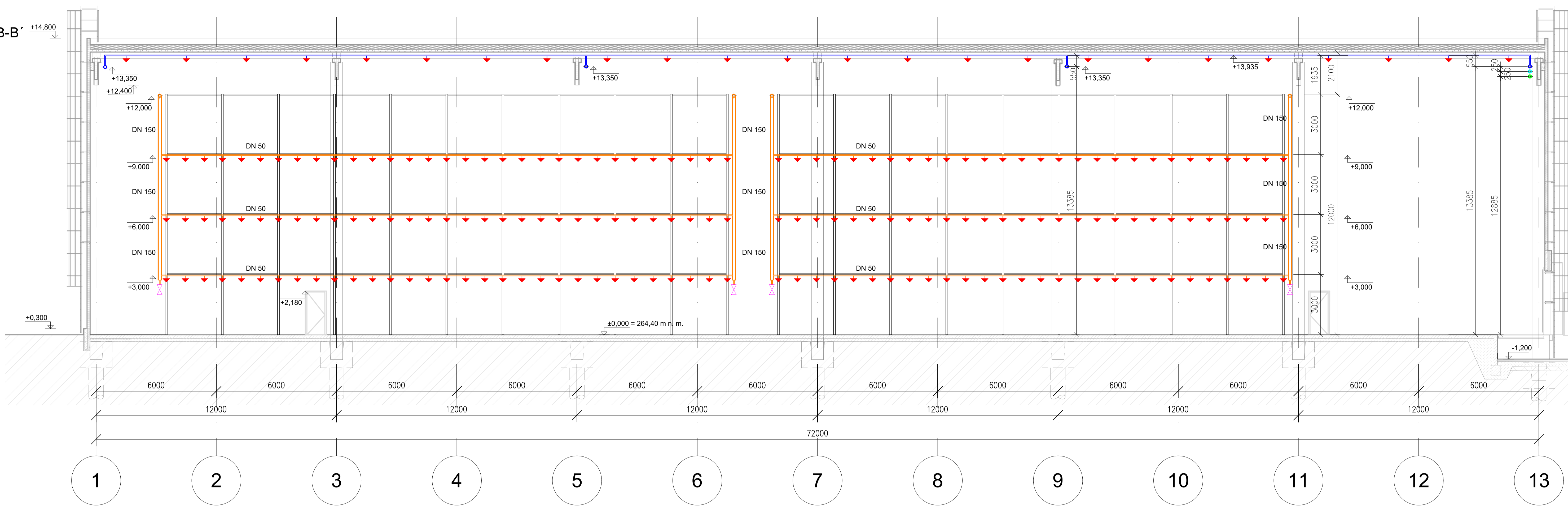
**LEGENDA:**

	MOKRÁ VENTILOVÁ STANICE PRO STŘEŠNÍ JIŠTĚNÍ
	MOKRÁ VENTILOVÁ STANICE PRO REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ
	VYPŮLŠTĚCÍ VENTIL
	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 68 °C, MOSAZ, RYCHLÁ REAKCE
	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 93 °C, MOSAZ, RYCHLÁ REAKCE
	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 68 °C, S ROZETOU, CHROM, RYCHLÁ REAKCE
	STŘEŠNÍ ROZDĚLOVACÍ POTRUBÍ (BARVA DLE SEKCE)
	STŘEŠNÍ ROZVÁDĚCÍ POTRUBÍ (BARVA DLE SEKCE)
	REGÁLOVÉ ROZDĚLOVACÍ POTRUBÍ
	REGÁLOVÉ ROZVÁDĚCÍ POTRUBÍ
	POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 3000 mm
	VERTIKÁLNÍ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 550 mm
	STOUPAČNÍ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 550 mm
	KLESAJÍCÍ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 550 mm

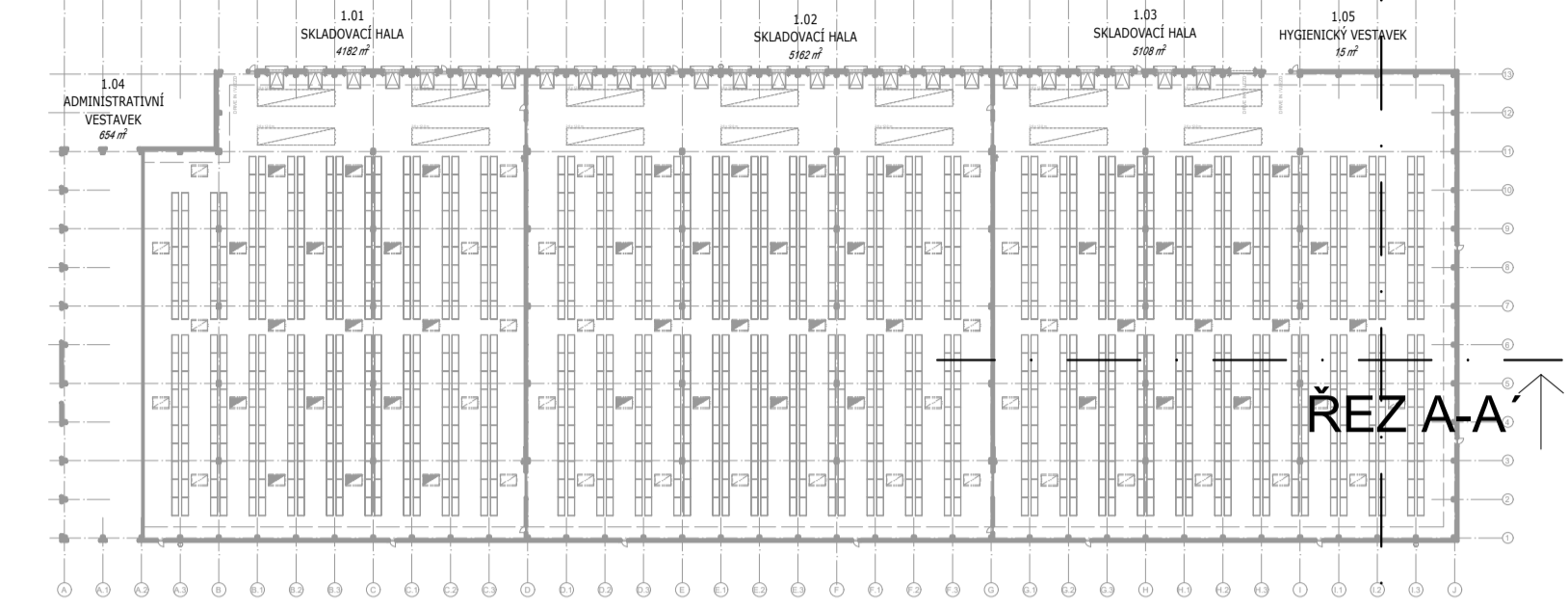
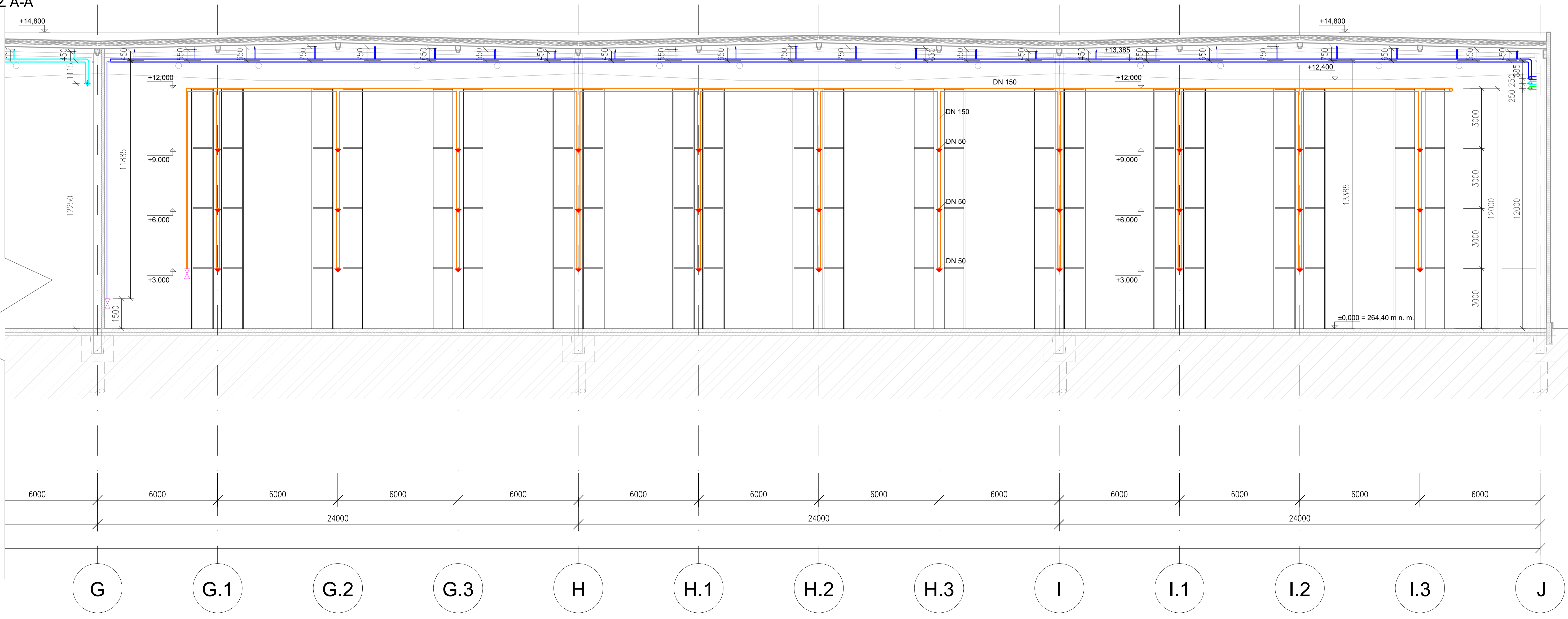
Vypracoval: Bc. Ondřej Pěč	Vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		
Objekt: SKLADOVACÍ HALA - ZÁKUPY	Měřítko: 1:250	Formát: 12x A4
Projekt: NÁVRH SYSTÉMU SHZ	Datum: 11/2022	
REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ		



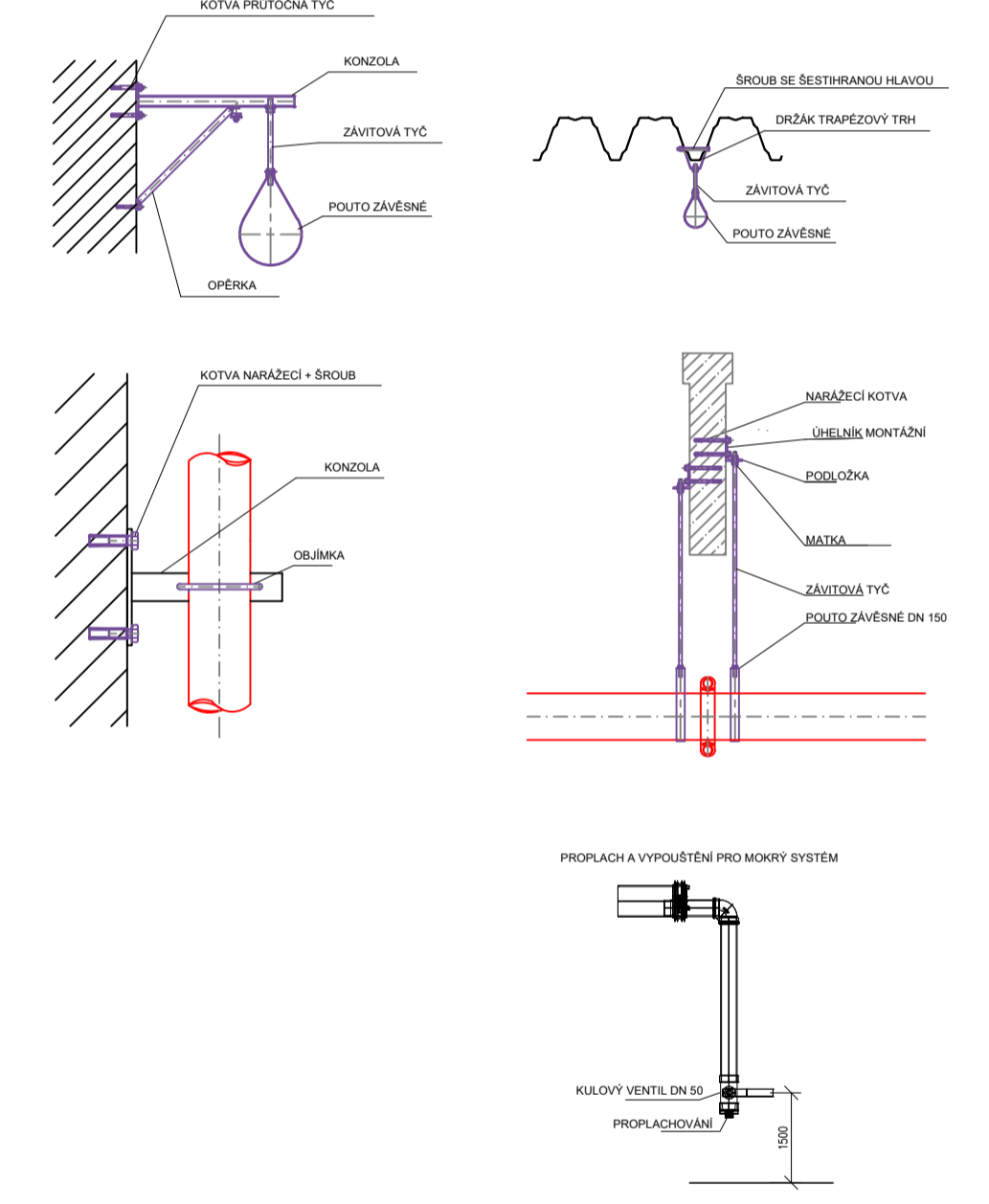
ŘEZ B-B'



ŘEZ A-A'



DETAILY:

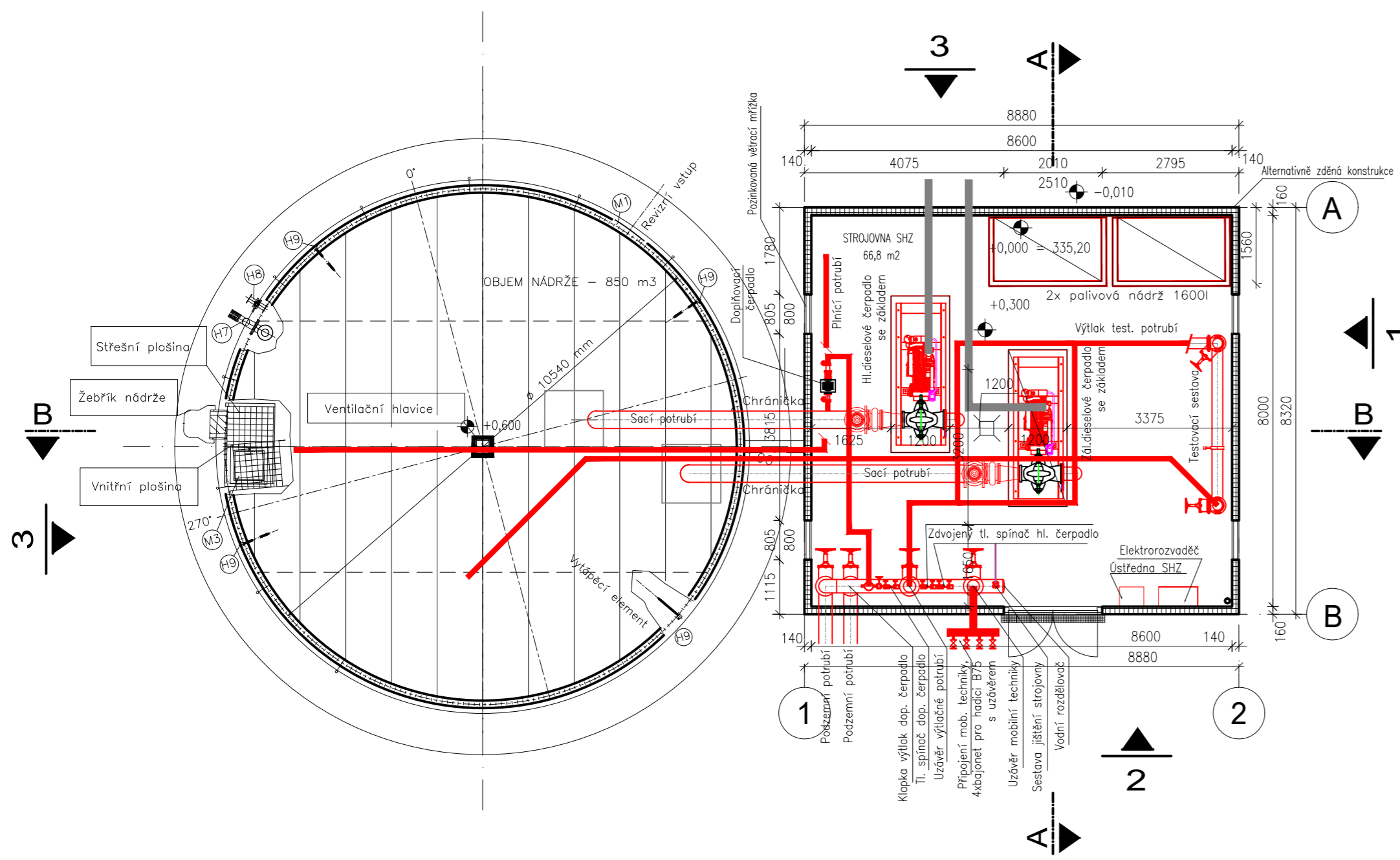


**LEGENDA:**

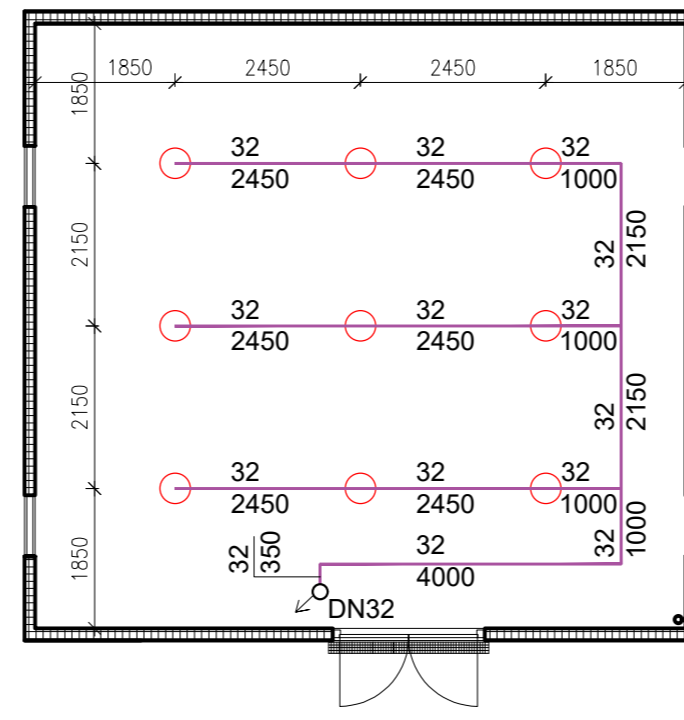
	MOKRÁ VENTILOVÁ STANICE PRO STŘEŠNÍ JIŠTĚNÍ
	MOKRÁ VENTILOVÁ STANICE PRO REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ
	VYPOUŠTĚCÍ VENTIL
	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 68 °C, MOSAZ, RYCHLÁ REAKCE
	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 93 °C, MOSAZ, RYCHLÁ REAKCE
	SPRINKLEROVÁ HLAVICE ZÁVĚSNÁ, K 115, 68 °C, S ROZETOU, CHROM, RYCHLÁ REAKCE
	STŘEŠNÍ ROZDĚLOVACÍ POTRUBÍ (BARVA DLE SEKCE)
	STŘEŠNÍ ROZVÁDĚCÍ POTRUBÍ (BARVA DLE SEKCE)
	REGÁLOVÉ ROZDĚLOVACÍ POTRUBÍ
	REGÁLOVÉ ROZVÁDĚCÍ POTRUBÍ
	POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 3000 mm
	VERTIKÁLNÍ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 550 mm
	STOUPÁČKOVÉ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 550 mm
	KLEŠÁČKOVÉ POTRUBÍ SVĚTLOSTI DN 50, DÉLKY 550 mm

Vypracoval: Bc. Ondřej Pěč	Vedoucí práce: Ing. Ilona Koubková Ph.D.	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		
Objekt: SKLADOVACÍ HALA - ZÁKUPY	Měřítko: 1:100	Formát: 10x44
Projekt: NÁVRH SYSTÉMU SHZ	Datum: 12/2022	
ŘEZY		Výkres: 6.

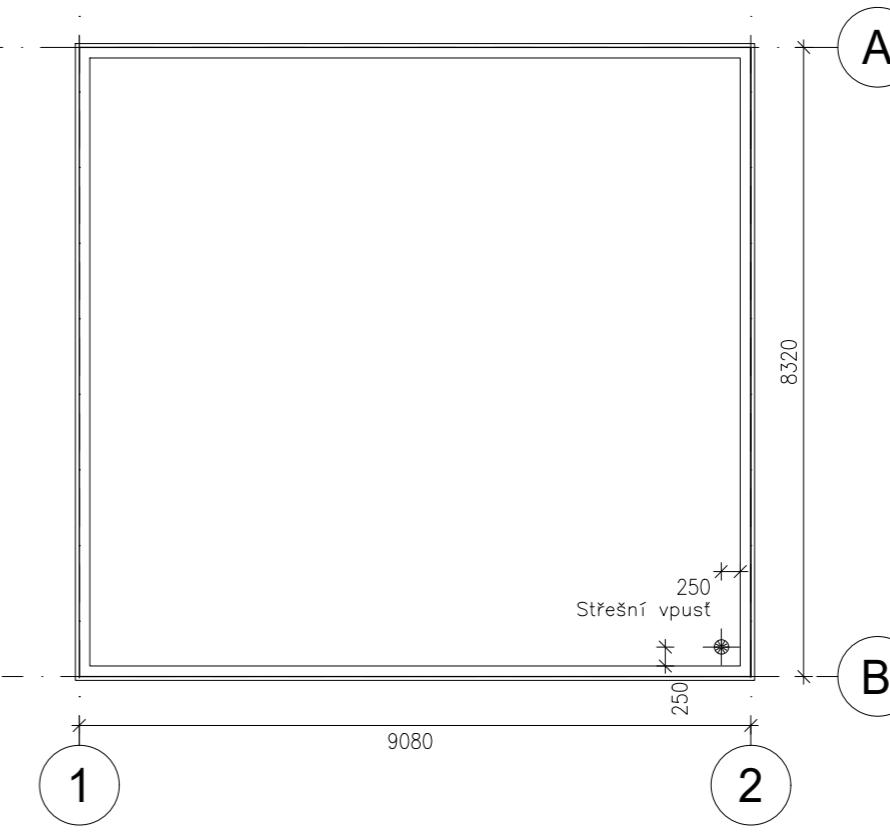
PŮDORYS



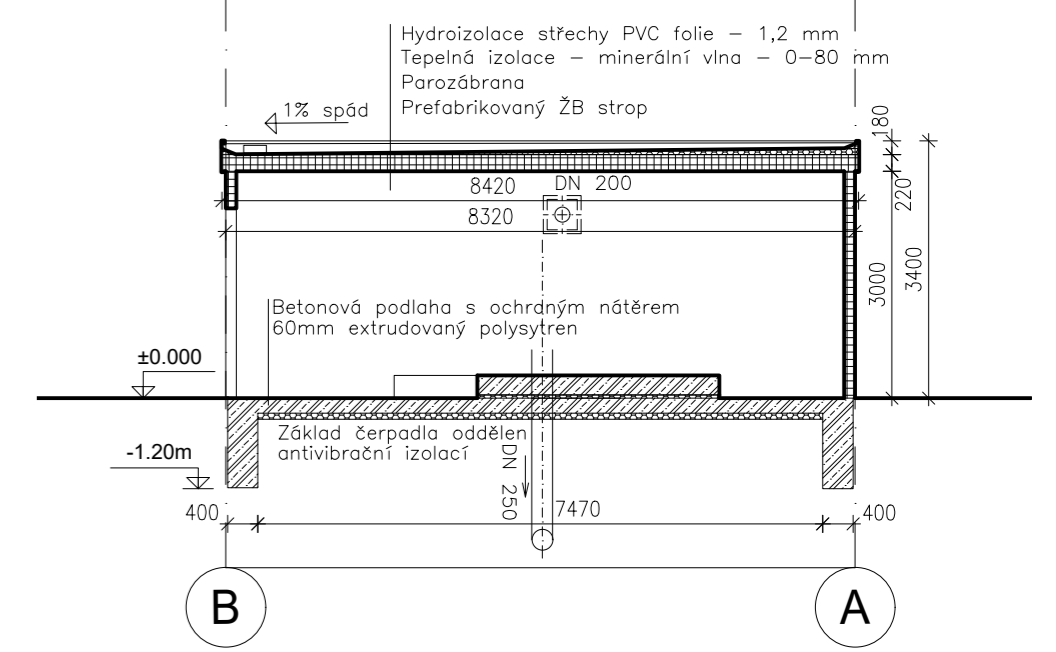
JÍŠTĚNÍ STROJOVNY



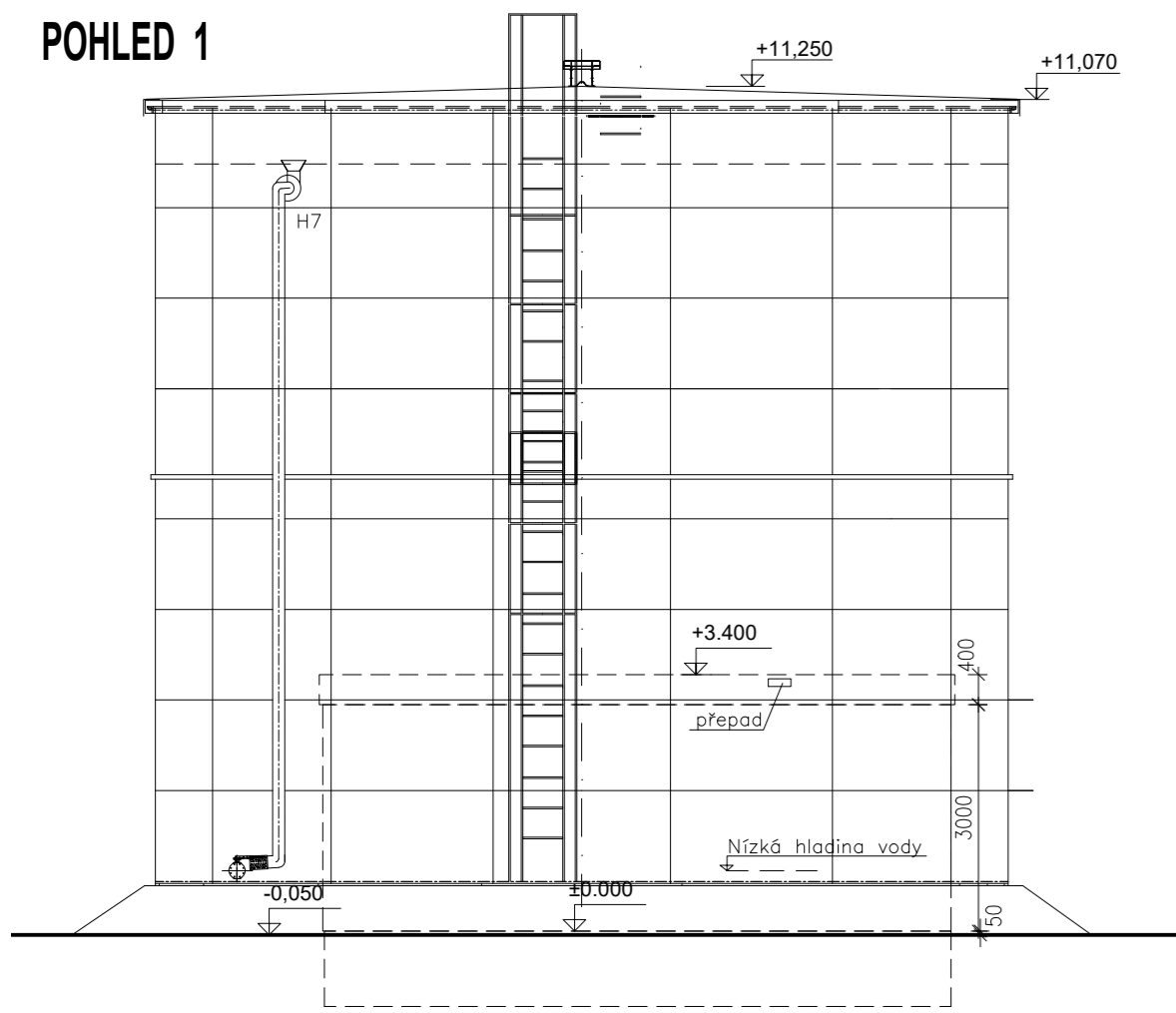
PŮDORYS STŘECHY



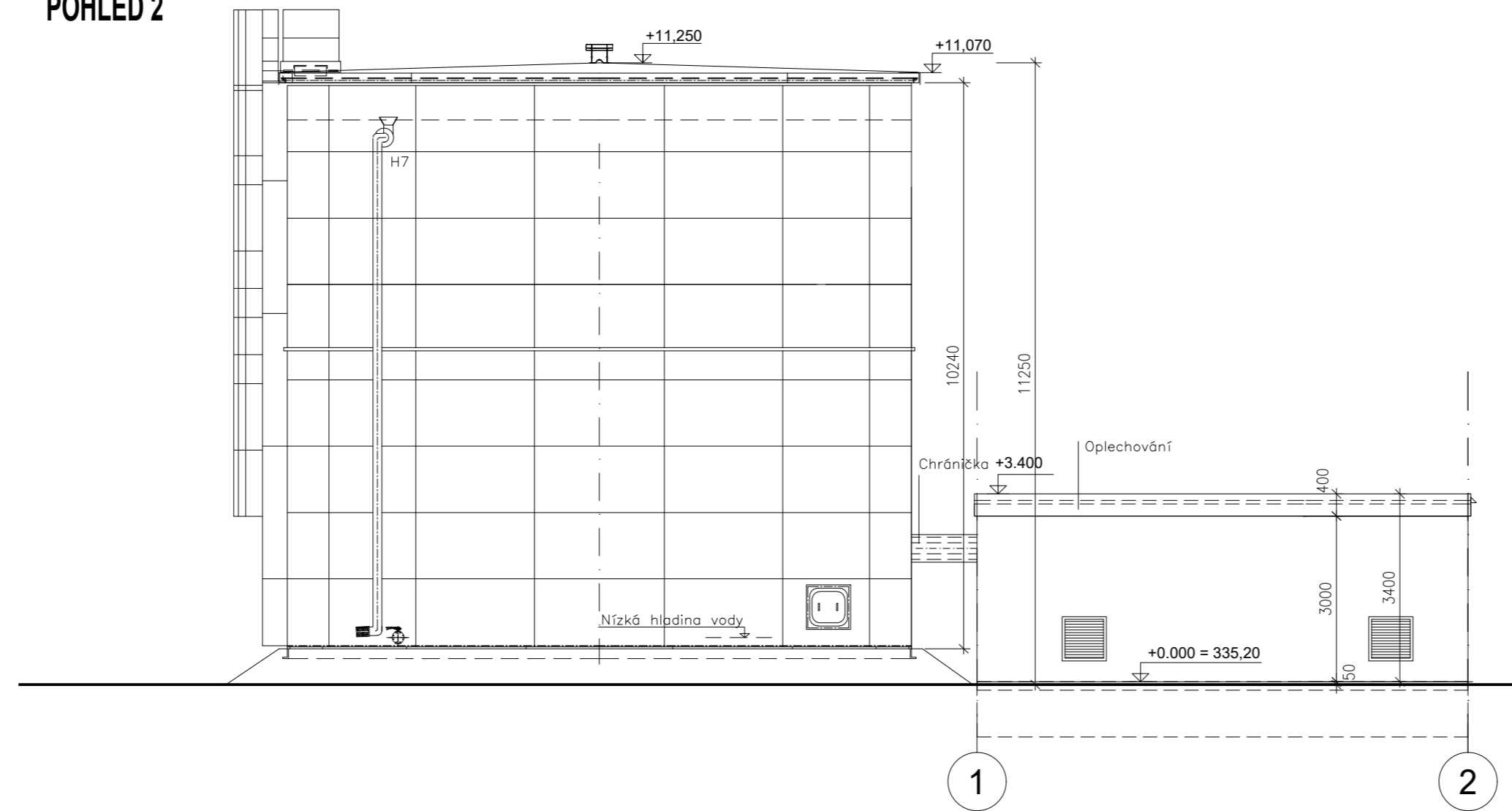
ŘEZ/SECTION A-A



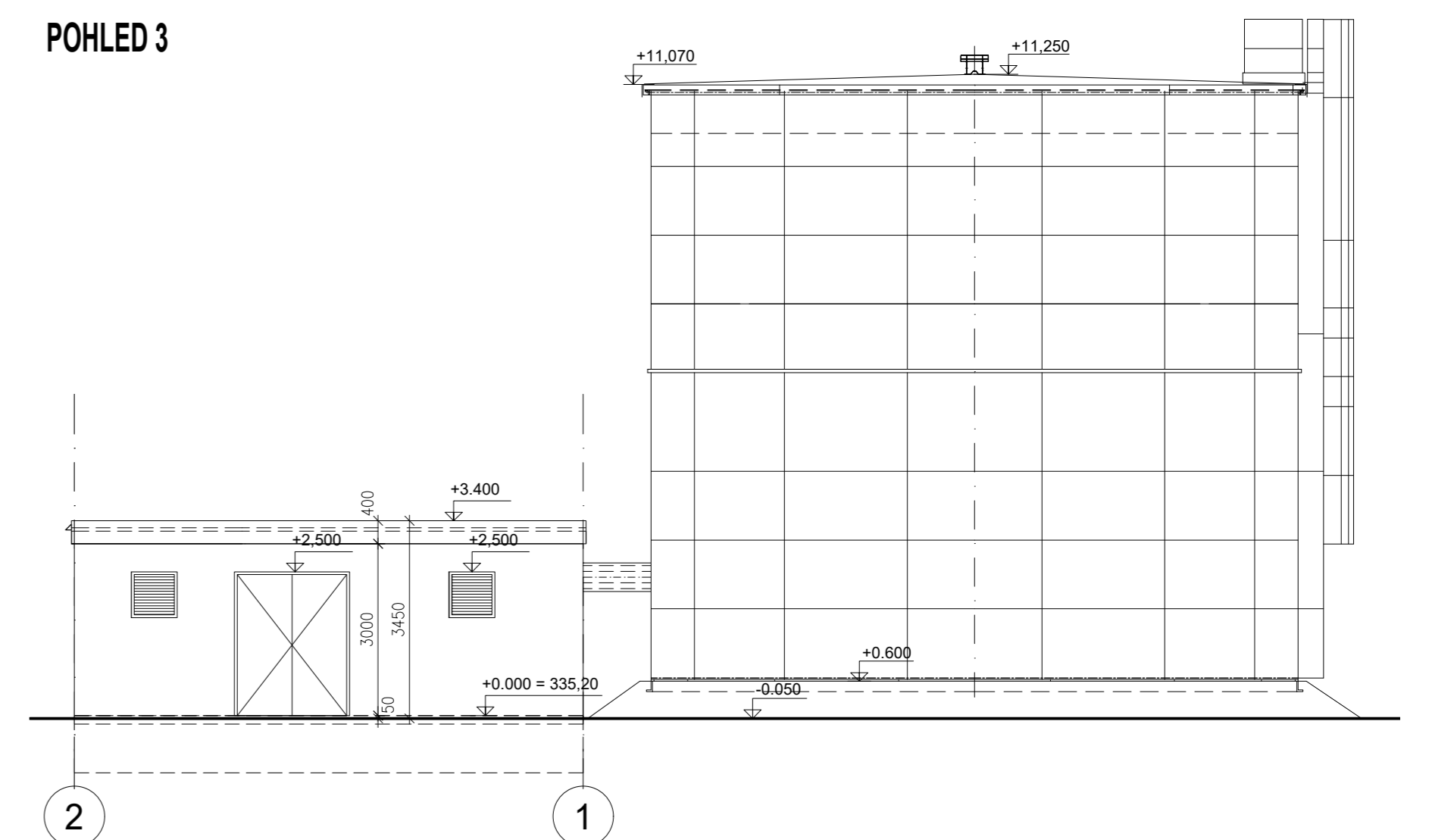
POHLED 1



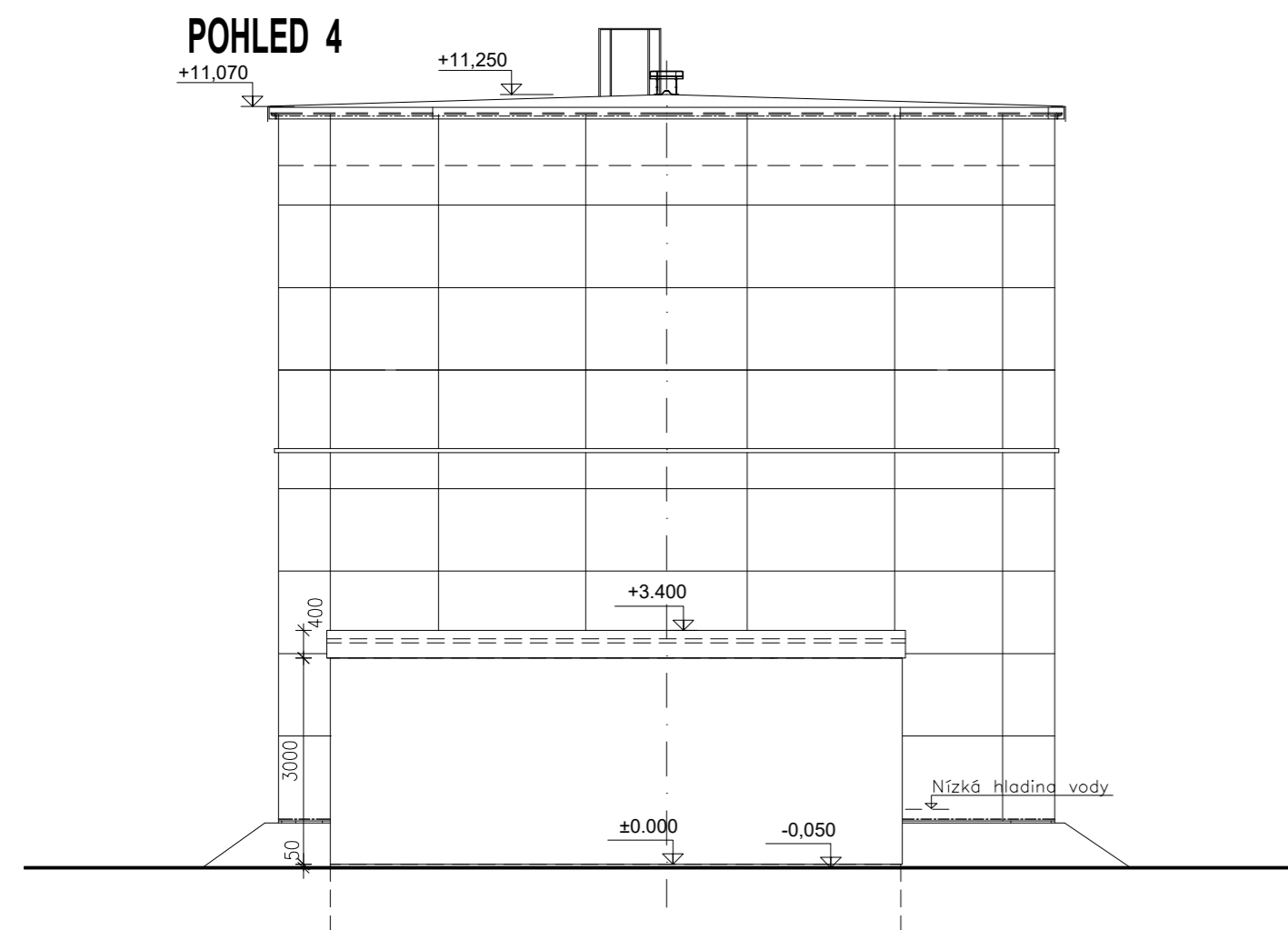
POHLED 2



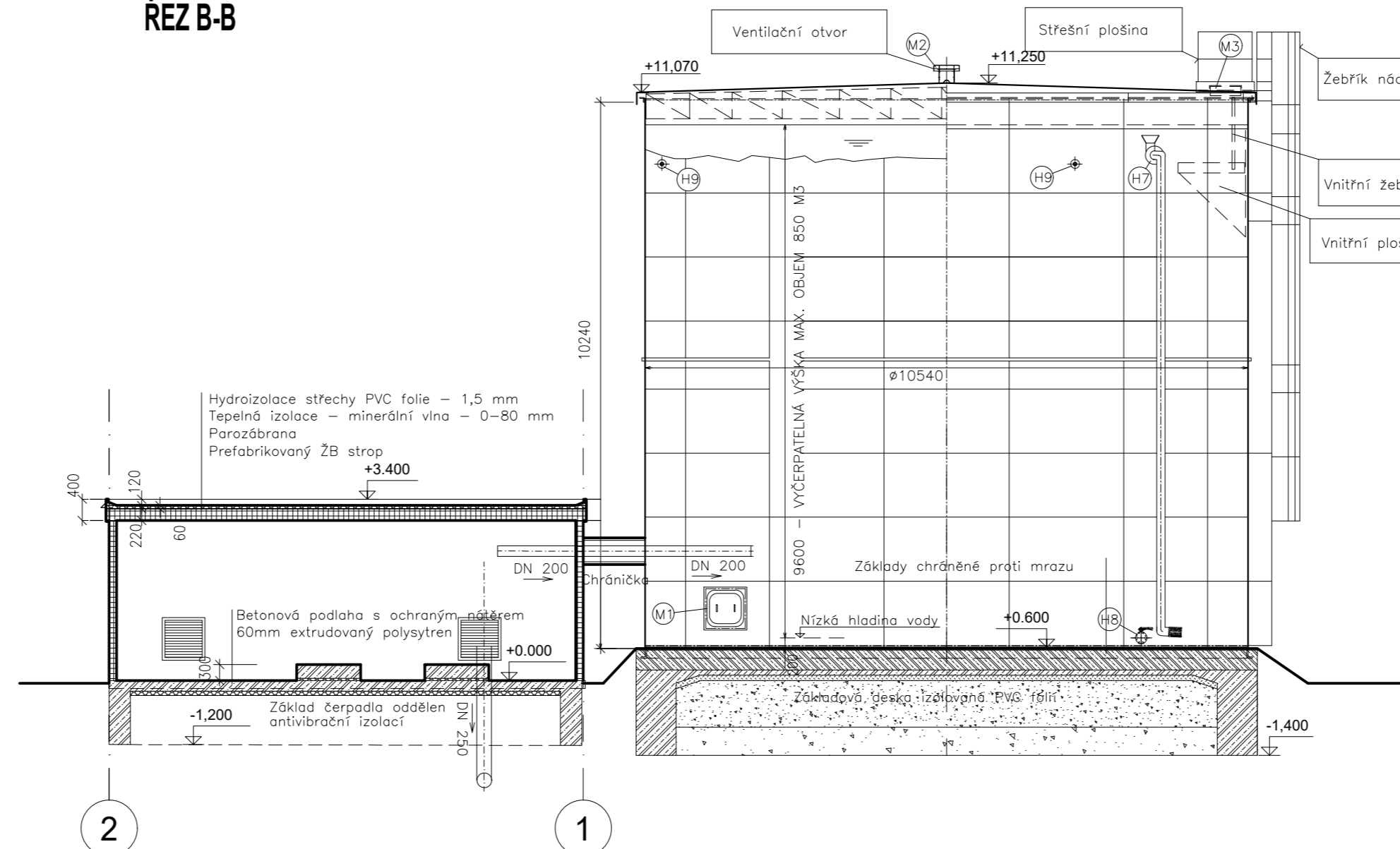
POHLED 3



POHLED 4



ŘEZ B-B



LEGENDA:

POS.	FUNKCE	PRŮMĚR	ORIENT.	POZNÁMKA
H7	Přepad	DN150	Dle odběratele	Plošt nádrže
H8	Vypouštěcí potrubí	DN100	Dle odběratele	Plošt nádrže
H9	Elektr. vytápění	4x7,5kW	Dle odběratele	Plošt nádrže
M1	Revizní vstup	610x610	Dle odběratele	Plošt nádrže
M2	Ventilační hlavice	280x280	Dle odběratele	Střecha nádrže
M3	Střešní otvor	610x610	Dle odběratele	Střecha nádrže

○ Sprinklerová stojatá hlavice, K115

— Potrubí jišťování stroje

— Výfukové potrubí

— Potrubí systému SHZ

POZNÁMKA:

Strojovna bude tvořit samostatný požární úsek. Bude jistěna SHZ, musí být odvětrána dostatečně větraná a vytápěna na teplotu alespoň 10 °C

Vypracoval: Bc. Ondřej Pět	Vedoucí práce: Ing. Iлона Koubková Ph.D.	
Předmět: DIPLOMOVÁ PRÁCE		
Objekt: SKLADOVACÍ HALA - ZÁKUPY	Měřítko: 1:100	Formát: 8x A4
Projekt: NÁVRH SYSTÉMU SHZ	Datum: 11/2022	
Obsah výkresu: <b>STROJOVNA SHZ</b>	Výkres: 7.	