ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov

Stabilní hasicí zařízení ve skladovacích halách

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Studijní program:	Stavební inženýrství
Studijní obor:	Integrální bezpečnost staveb
Vedoucí práce:	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.
Vypracoval:	Bc. Petr Pabouček
Datum:	12/2020

Zadání diplomové práce

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Pabouček Jméno: Petr Osobní číslo: 460414
Zadávající katedra: Katedra technických zařízení budov
Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Integrální bezpečnost staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Stabilní hasicí zařízení ve skladovacích halách
Název diplomové práce anglicky: Stable fire extinguishing equipment in storage halls

Pokyny pro vypracování:
1) Zpracujte projektovou dokumentaci zadaného objektu na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení, Dokumentace Stabilního hasicího zařízení - zadané půdorysy v měřítku 1:50 - 1:100, situace 1:400 - 1:500, řezy, zadané detaily, zadané výpočty, technická zpráva.
2) Rešerše na téma: Návrh a problematika stabilního hasicího zařízení sprinklerového typu ve skladovacích halách

Seznam doporučené literatury:
ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení - Navrhování, instalace a údržba
ČSN 73 0845 Požární bezpečnost staveb - Sklady
RYBÁŘ, Pavel. Sprinklerová zařízení. 2011
RYBÁŘ, Pavel. Stabilní hasicí zařízení: vodní a pěnová. 2015

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

Datum zadání diplomové práce: 28.9.2020 Termín odevzdání diplomové práce: 3.1.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

28. 9. 2020
Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bc. Petr Pabouček

Název diplomové práce: Stabilní hasicí zařízení ve skladovacích halách

Základní část: K125 Katedra technických zařízení budov podíl: 100 %

Formulace úkolů: 1) Vypracování projektové dokumentace na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení, Dokumentace Stabilního hasicího zařízení - půdorysy, situace, řezy, zadané detaily, zadané výpočty, technická zpráva

2) Rešerše na téma: Návrh a problematika stabilního hasicího zařízení sprinklerového typu ve skladovacích halách

Podpis vedoucího DP: ..... Datum: .....

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

2. Část: ..... podíl: ..... %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

3. Část: ..... podíl: ..... %

Konzultant (jméno, katedra: .....

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

4. Část: ..... podíl: ..... %

Konzultant (jméno, katedra): .....

Formulace úkolů:

Podpis konzultanta: ..... Datum: .....

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

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a podkladů.

……..

Praha, prosinec 2020 Bc. Petr Pabouček

Poděkování

Děkuji vedoucí diplomové práce Ing. Iloně Koubkové, Ph.D., za její odborné vedení. Dále děkuji Veronice Pražákové, za poskytnutou bakalářskou práci: *‚Požárně bezpečnostní řešení skladové haly v Trutnově“* z května 2019, která mi sloužila jako podklad pro vypracování diplomové práce.

V neposlední řadě děkuji mým rodičům, za finanční a morální podporu ve studiu.

Obsah

Část I.	Rešerše: Návrh a problematika stabilního hasicího zařízení sprinklerového typu ve skladovacích halách
Část II.	Projekt SHZ Skladové haly v Trutnově

Abstrakt

Předmětem této práce je stabilní hasicí zařízení sprinklerového typu ve skladovacích prostorách. Diplomová práce je rozdělena na dvě části - rešerši a projekt stabilního hasicího zařízení ve skladové hale.

V první části diplomové práce se zabývám stavem poznání dané problematiky, současných materiálů a typů sprinklerů používaných pro sprinklerové systémy. Dále se věnuji normativním požadavkům pro systém SHZ a konkrétně pro SHZ ve skladech.

Ve druhé části mé práce řeším projektovou dokumentaci stabilního hasicího zařízení pro skladovou halu drobné elektroniky v Trutnově, včetně. řezů, návrhu strojovny a hydraulických výpočtů.

Klíčová slova

SHZ; sprinkler; ESFR; sklad; regálový sprinkler; požár

Abstract

The subject of this work is a stable sprinkler-type fire extinguishing system in storage areas.

The diploma thesis is divided into two parts - a search and a project of a stable fire extinguishing system in the warehouse.

In the first part of the diploma thesis I deal with the state of knowledge of the issue, current materials and types of sprinklers used for sprinkler systems. Furthermore, the normative requirements for the SHZ system and specifically for SHZ in warehouses.

In the second part of my work I solve the project documentation of a stable fire extinguishing equipment for a small electronics warehouse in Trutnov, incl. cuts, engine room design and hydraulic**.**

Keywords

Fixed firefighting system; rack sprinkler; fire; ESFR; storage; warehouse

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov

Stabilní hasicí zařízení ve skladovacích halách

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část I.

Rešerše na téma:

Návrh a problematika stabilního hasicího zařízení sprinklerového typu ve skladovacích halách

Studijní program:	Stavební inženýrství
Studijní obor:	Integrální bezpečnost staveb
Vedoucí práce:	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.
Vypracoval:	Bc. Petr Pabouček
Datum:	12/2020

Obsah

Seznam použitých symbolů a zkratek ..... **IV**
1 Úvod **1**
2 Teorie vodních hasicích zařízení **2**
2.1 Stabilní hasicí zařízení 2
2.2 Typy hasicího zařízení 2
2.2.1 SHZ 2
2.2.2 DHZ 2
2.2.3 PHZ 3
2.3 Požadavek na SHZ dle požadavku norem a vyhlášek 3
2.4 Typy soustav SHZ 4
2.4.1 Řídící ventil soustavy 4
2.4.2 Mokrá soustava 4
2.4.3 Suchá soustava 5
2.4.4 Smíšená soustava 6
2.4.5 Předstihová soustava typu A 6
2.4.6 Předstihová soustava typu B 6
2.4.7 Zaplavovací soustava 6
2.5 Třída nebezpečí 7
2.5.1 Malé nebezpečí – LH 8
2.5.2 Střední nebezpečí – OH 8
2.5.3 Vysoké nebezpečí – HHP 8
2.5.4 Vysoké nebezpečí - HHS 9
2.6 Zásobování vodou 9
2.6.1 Doba činnosti SHZ 9
2.6.2 Jednoduchá zásobování vodou 9
2.6.3 Jednoduchá zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí 10
2.6.4 Zdvojená zásobování vodou 10
2.6.5 Kombinovaná zásobování vodou 10
2.6.6 Nádrže s redukovaným objemem 11
2.7 DHZ – Zásobování vodou 11
2.7.1 Velikost nádrže DHZ 12
3 Sprinklery ve skladovacích halách **13**
3.1 Způsoby skladování 13
3.2 Metodika kategorizace skladovaného zboží 16
3.2.1 Materiálové součinitele 16
3.2.2 Skladové uspořádání 17
3.2.3 Určení kategorie zboží z přílohy C 18
3.3 Sklady a ocelové konstrukce 18
3.3.1 Ochrana ocelových konstrukcí – nádrže 18
3.3.2 Kritické teploty ocelových konstrukcí, ochlazování konstrukcí 19

3.3.3 Zkrápěcí zařízení ocelových konstrukcí 19
3.4 Regálové sprinklery 20
3.5 Typy sprinklerů pro skladování 21
3.5.1 Konvenční sprinkler (normální) 21
3.5.2 Sprejový sprinkler 22
3.5.3 ESFR sprinkler 22
3.5.4 Suchý sprinkler 23
3.5.5 CMSA sprinkler 24
3.5.6 Budoucnost? Elektronický sprinkler 24
3.6 Vlastnosti sprinklerů 25
3.6.1 K faktor 25
3.6.2 Aktivační teploty 25
3.6.3 Odezva sprinklerů 26
3.6.4 Pozice sprinklerů 27
3.7 Potrubí 27
3.7.1 Ocelové potrubí 27
3.7.2 Plastové potrubí 28
3.7.3 Flexi hadice 29
3.8 Systém ESFR sprinklerů 30
3.9 Čerpadla SHZ 31
3.9.1 Doplňovací čerpadlo 31
3.9.2 Hlavní a záložní čerpadla 31
3.9.3 Čerpadla pro ESFR 32
3.10 Návrh čerpadel, dimenzování potrubní sítě 33
3.10.1 Nejvýhodnější účinná plocha 33
3.10.2 Nejnevýhodnější účinná plocha 34
3.10.3 Vzorce – výpočet 34
3.10.4 Dimenzování potrubní sítě 35
3.10.5 Předem vypočítané potrubí 35
3.10.6 Úplně vypočítané potrubí 36
3.11 HHS – minimální podmínky pro návrh soustavy 36
3.12 HHS – návrh regálových sprinklerů 37
3.13 HHS – návrh ESFR sprinklerů 37
3.14 Skladování – zvláštní nebezpečí 37
3.14.1 Skladování Lithium-iontových baterií 38
3.14.2 Skladování pneumatik 38
3.15 Návrh dle jiných předpisů 39
3.15.1 Požadavky dokumentu VdS 39
3.15.2 Zatřídění materiálu dle NFPA 40
3.16 Provoz systému SHZ 41
3.16.1 Vyhrazené PBZ 41
3.16.2 Tlakové zkoušky systému SHZ 41
3.16.3 Koordinační funkční zkouška 41

3.16.4 Testování soustavy SHZ 41
3.16.5 Provozuschopnost SHZ 42
3.16.6 Odstavení systému z provozu 42
4 Závěr 43
Seznam obrázků 44
Seznam tabulek 45
Literatura 46

Seznam použitých symbolů a zkratek

Latinské symboly

Q	Průtok	l/min
P	Tlak	bar
K	Faktor výstřiku	
l_d	Intenzita dodávky vody	mm/min
a_n	Součinitel odhořívání pro nahodilé požární zatížení	
p_n	Nahodilé požární zatížení	kg/m^2

Řecké symboly

τ	Doba činnosti	min

Zkratky

SHZ	Stabilní hasicí zařízení
PHZ	Polostabilní hasicí zařízení
DHZ	Doplňkové hasicí zařízení
ESFR	Early Suppression Fast Response – druh sprinkleru
CMSA	Control Mode Speciffic Application
RTI	Response time index – reakční doba sprinklerů
ZOKT	Zařízení odvodu kouře a tepla
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
EPS	Elektrická požární signalizace
HZS	Hasičský záchranný sbor
PÚ	Požární úsek
ČSN	Česká technická norma
FM	Factory Mutual Insurance Company
NFPA	National Fire Protection Association
TZÚS	Technický a zkušební ústav stavební

1 Úvod

V rámci návrhu velkých skladů se setkáváme s návrhem aktivních požárně bezpečnostních zařízení, nejčastěji se stabilním hasicím zařízením, elektronickou požární signalizací a zařízením pro odvod kouře a tepla. V mé diplomové práci se zabývám vodním stabilním hasicím zařízením ve skladovacích halách. V dnešní době, kdy se staví stále více do výšky, je nutné řešit problematiku účinného hašení těchto vysokých skladovacích hal.

Stabilní hasicí zařízení představuje významnou ochranu lidských životů a majetku v případě vzniku požáru. Díky jejich správnému návrhu, instalaci a provozu se výrazně snižuje riziko prostorového požáru v pokrytém prostoru.

2 Teorie vodních hasicích zařízení

2.1 Stabilní hasicí zařízení

Stabilní hasicí zařízení (SHZ) je navrhováno jako aktivní požárně bezpečnostní zařízení, které má dostat požár pod kontrolu. Nejčastěji se používá jako hasivo voda, která začne vytékat ve formě sprchového proudu, při aktivaci koncových prvků – sprinklerů. [1]

SHZ spadá do vyhrazených požárně bezpečnostních zařízení, jejichž návrh, montáž a revize musí dělat pouze osoby s příslušným oprávněním, například oprávnění o montáži od TZÚS. Revize zařízení smí dělat pouze osoba odborně způsobilá v požární ochraně, dle zákona 133/1985 Sb. o požární ochraně. [1] [2]

2.2 Typy hasicího zařízení

Dle ČSN 73 0810 se samočinné hasicí zařízení rozděluje na stabilní, polostabilní a doplňkové. [3]

Návrh samočinného hasicího zařízení musí plně vyhovovat příslušným normám, jako jsou ČSN 73 0810, ČSN EN 12845, nebo případně pro zahraniční investory návrh musí splňovat normy VdS, CEA 4001, FM nebo NFPA pro sprinklerová zařízení. [1]

2.2.1 SHZ

Stabilní hasicí zařízení má plný objem nádrže potřebný k hašení po požadovanou dobu, závislý na třídě nebezpečí. Navrhuje se s možností připojení mobilní techniky, tedy zásoby vody z hasičských cisteren. Z nádrže na SHZ je možné zásobovat hydrantový rozvod v budově [1]

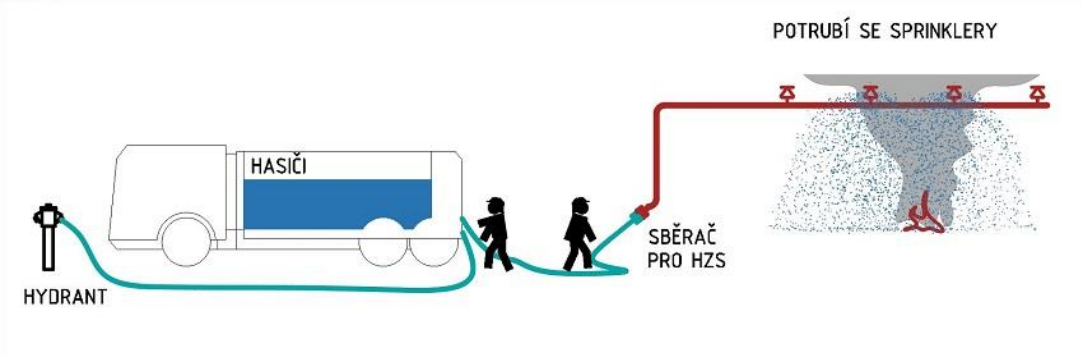
2.2.2 DHZ

Doplňkové hasicí zařízení (DHZ) je navrhováno se stejnými standardy jako SHZ (rozmístění sprinklerů, požadavky na kotvení atd.), ale objem nádrže je redukovaný. Je zde zajištěn přívod vody z řadu dopouštěním vody do nádrže, v jiných případech nádrž v systému není a systém je přímo napojen na vodovodní potrubí. [1]

Řešení s přímým napojením na vodovod musí schválit provozovatel sítě.

2.2.3 PHZ

Polostabilní hasicí zařízení je navrženo bez zásoby vody jako suchý systém s otevřenými hlavicemi (drenčery), nebo se standardními sprinklery. Hasicí zařízení je spuštěno při napojení mobilní techniky a vypuštění vody přímo z hasičského auta do otevřených hlavic (viz *obr. 1)*. [1]



obr. 1: Polostabilní hasicí zařízení [4]

2.3 Požadavek na SHZ dle požadavku norem a vyhlášek

Pro skladovací haly navrhované dle ČSN 73 0845 jsou požadavky na SHZ dle půdorysné plochy PÚ.

Podle ČSN 73 0845 se navrhují objekty pro skladování s půdorysnou plochou PÚ větší než:

a) 150 m^2 v podzemních podlaží, u objektů, které mají nad podzemním podlažím nejvýše jedno nadzemní podlaží, může být půdorysná plocha dvojnásobná;

b) 300 m^2 v nadzemních podlažích u vícepodlažních objektů

c) 600 m^2 v jednopodlažním objektu sloužícím současně jiným účelům

d) 1000 m^2 v jednopodlažním objektu, který slouží pouze skladování

Dle ČSN 73 0845 je nutné SHZ zřídit v případě pokud:

- Ve skladech dle a) a b) je větší než čtyřnásobná půdorysná plocha a τ >= 150 minut
- Ve skladech dle c) a d) je větší než:
  - Čtyřnásobná půdorysná plocha se III. A IV skupinou provozu skladu
  - Dvojnásobná půdorysná plocha s V. nebo VI. Skupinou skladu
  - Jednonásobná půdorysná plocha se VII skupinou provozu skladu [6]

Dle ČSN 73 0810 [3] je možné použít doplňkové hasicí zařízení a v určitých případech polostabilní hasicí zařízení. Návrh systému by měl být předem konzultován s příslušnými orgány, především s HZS ČR.

2.4 Typy soustav SHZ

2.4.1 Řídící ventil soustavy

Každá soustava SHZ či DHZ má ventilovou stanici, ta může být suchá, mokrá nebo předstihová. Hlavní prvek je řídící ventil, který funguje jako zpětná klapka a zde je rozmezí mezi tlakem pod ventilem na rozdělovacím potrubí a tlakem v systému v budově. [5]

Aktivace systému může nastat automaticky – prasknutím sprinkleru, otevřením ventilu pomocí EPS, nebo ručně tlačítkem. [5]

2.4.2 Mokrá soustava

Mokré soustavy se navrhují tam, kde nehrozí zamrznutí nebo vypaření vody, tedy teplota v prostoru se pohybuje od 5°C do 95°C. Lze navrhnout i mokrou soustavu pro mrznoucí podmínky, kde se místo vody použije glykol – nemrznoucí kapalina. Toto řešení je většinou pro malou část v blízkosti vjezdů do garáží atp., kde nelze lokálně zaručit, že teploty budou vždy nad minimální hodnotou. Tento systém s nemrznoucí kapalinou je oddělen od vodního systému zpětnou klapkou, aby se nemrznoucí kapalina v klidovém stavu nemísila s vodou. Mokrou soustavu lze navrhnout jako okruhový nebo síťový systém.[1, 7]

Okruhový systém má jako hlavní výhodu menší dimenze hlavního přívodního potrubí, jelikož voda se k aktivovaným sprinklerům může dostat vícero směry. Nevýhodou je vícero potrubí v systému.

Hlavními prvky mokré soustavy jsou mokrý řídící ventil, zpomalovací komora, zkušební a vypouštěcí ventil a tlakoměry. Otevření zpětné klapky v řídícím ventilu nastává při poklesu tlaku v systému nad ventilem.

Mokrá ventilová stanice vč. jednotlivých tlakoměrů a uzavíracích armatur je vidět na *obr. 2 (A).* Rozdělovač s vícero ventilovými stanicemi je vidět na *obr. 2 (B).*

(A) *(B)*

obr. 2: (A) Mokrá ventilová stanice [8], (B) strojovna SHZ (vlastní foto – V Tower)

2.4.3 Suchá soustava

Suchá soustava se navrhuje při riziku zamrznutí vody, nebo nad technologií, kde jsou teploty vyšší než 100 °C. Soustava nad řídícím ventilem je naplněna stlačeným vzduchem. Při aktivaci dojde nejdříve k úniku vzduchu ze systému. [7]

Na rozdíl od mokré soustavy se stejným tlakem nad i pod ventilem, suchý řídící ventil udržuje rovnováhu dvou odlišných tlaků. Velký tlak vody na malou plochu pod ventilem oproti menšímu tlaku vzduchu nad ventilem v systému, působící na větší plochu. Toto řešení zajišťuje, že řídící ventil se neotevře při nerovnováze tlaků. Otevření ventilu je navrženo na pokles tlaku vzduchu nad řídícím ventilem. [9]

Např. v suché soustavě je udržován tlak vzduchu v systému okolo 1,0 bar, tlak vody pod ventilem může být např. 10 bar.

Suchá soustava se musí navrhovat tak, aby se voda k aktivovanému sprinkleru dostala pouze jedním směrem. Nelze tedy navrhovat okruhovou síť. [7]

Suchá soustava musí být navržena ve spádu, aby bylo zajištěno kompletní vypuštění systému. V nejnižších místech, ochozech a dalších etážích se musí instalovat vypouštěcí ventily.

Návrh suché soustavy je limitován maximálním časem, za jak dlouho na nejvzdálenějším místě u testovacího ventilu doteče voda. U třídy nebezpečí LH je maximální doba dodání vody 90 vteřin, u ostatních tříd OH a HH 60 vteřin. Poznámka normy ČSN EN 12845 uvádí, že dobu dodání vody lze bez prokázání splnit při objemu nejvíce 4 m^3 pro LH a OH, pro HH je maximální objem 3 m^3. [7]

2.4.4 Smíšená soustava

Smíšená soustava kombinuje využití mokré i suché soustavy. V zimním období funguje jako suchá soustava, v ostatních ročních období jako mokrá.[10]

2.4.5 Předstihová soustava typu A

Dle ČSN EN 12845 jsou dva typy předstihové soustavy. Předstihová soustava typu A je v podstatě suchá soustava, ale k zaplavení potrubí dochází při aktivaci detekčního zařízení.

To bývá výrazně dříve, než samotné otevření sprinklerů. Před samotnou aktivací sprinklerů je tedy soustava zavodněna a schopna hasit ihned. [7]

2.4.6 Předstihová soustava typu B

Soustava s předstihovým řízením typu B je suchá soustava, která se uvádí do provozu buď aktivací pomocí čidla EPS, nebo poklesem tlaku v soustavě. Při selhání čidel EPS se soustava zavodní při prasknutí sprinkleru. [1]

Předstihové soustavy A i B je dobré navrhovat tam, kde případné poškození sprinkleru a aktivace SHZ by znamenala velké škody. [1]

2.4.7 Zaplavovací soustava

Zaplavovací ventilová stanice je aktivována ručně, nebo otevřením za pomoci EPS. V systému je atmosférický tlak, jsou zde navrženy otevřené hlavice, ze kterých po otevření řídícího ventilu začne stříkat proud vody. Soustavy jsou navrhovány u vodních clon a na další systémy zkrápění. [1] Na *obr. 3* vidíme otevřenou drenčerovou hubici, používanou také u zaplavovacích soustav.

obr. 3: Drenčerová hlavice (vlastní foto – Státní Opera)

Pro návrh zaplavovacích soustav nelze užít požadavky a doporučení ČSN EN 12845. Je nutné se pro návrh řídit jinými předpisy pro návrh hasicího zařízení, jako je VdS CEA 4001, NFPA 13 a soubor dokumentů pojišťovny FM pro návrh sprinklerů. [1, 7]

2.5 Třída nebezpečí

Základem návrhu SHZ je klasifikace prostorů do třídy nebezpečí. Dle třídy nebezpečí se určí maximální účinná plocha sprinklerů, doba činnosti nebo intenzita dodávky vody na jednotku plochy za minutu. Dle tab. *1* je možné zatřídit prostor na základě hodnot z PBŘ. Většinou se ale provoz zatřiďuje dle přílohy A normy ČSN EN 12845 [7]

tab. 1: Převodník mezi klasifikací dle ČSN EN 12845 a parametry norem třídy 73 08XX. [1]

Nebezpečí podle EN 12845	p_n [kg/m^2]	a_n
LH	≤ 25	$\leq 1{,}15$
OH1	$25 > p_n \leq 50$	$\leq 1{,}15$
OH2	$50 > p_n \leq 100$ $p_n \leq 50$	$\leq 1{,}15$ $> 1{,}15$
OH3	> 100	$\leq 1{,}15$
OH4	> 50	$> 1{,}15$

2.5.1 Malé nebezpečí – LH

Prostory s třídou nebezpečí LH mají malé požární zatížení a nízkou hořlavost (malý součinitel a, dle kodexu norem řady ČSN 73 08) a žádný jištěný úsek není větší než 126 m^2, s požární odolností konstrukcí minimálně 30 minut. Příklady těchto provozů jsou uvedené v příloze A normy ČSN EN 12845. [7]

Do třídy nebezpečí LH spadají většinou některé části škol, kanceláří a také věznice [1]

2.5.2 Střední nebezpečí – OH

Prostory OH se dělí na čtyři skupiny, podle nebezpečí prostoru. Jejich příklady jsou taktéž uvedené v příloze A normy ČSN EN 12845. [7] Příklady provozů:

OH1 – nemocnice, hotely, restaurace

OH2 – pekárny, pivovary, hromadné garáže

OH3 – tiskárny, papírny, obchodní domy, nákupní střediska

OH4 – lihovary, divadla, kina, televizní studia, pily [7]

Možnost skladování ve třídách OH je povolena za následujících podmínek:

a) Ochrana místnosti, kde je skladování musí být OH3 nebo OH4

b) Nesmí se překročit maximální výšky, závislé na kategorii skladovaného zboží a způsobu skladování.

c) Skladovací plocha je maximálně 50 m^2 pro jeden skladovací blok, s volným prostorem okolo minimálně 2,4 m. [7]

2.5.3 Vysoké nebezpečí – HHP

Obdobně jako OH se HHP dělí do čtyř tříd, dle rizika výroby.

HHP1 – např. výroba podlahových krytin, zpracování plastů

HHP2 – např. stání pro autobusy, výroba koberců, výroba pryže a lehčených plastů

HHP3 – výroba pneumatik, nitrocelulózy, pěnových plastů a gumy

HHP4 – např. výroba pyrotechniky a podobných výrobků s možností výbuchu [1, 7]

2.5.4 Vysoké nebezpečí - HHS

Vysoké nebezpečí skladování je u těch provozů, kde výška skladování překračuje mezní hodnoty z tabulky pro mezní maximální povolenou výšku skladování, pro třídu nebezpečí OH.

V případě návrhu HHS je nutné znát druh skladovaného zboží a jeho obalu a způsob skladování. Z těchto parametrů se poté určuje návrhová intenzita dodávky vody v mm/min, účinná plocha v m^2 a dále maximální výška skladování.

Maximální výšky jsou dané pro pouze stropní jištění, nebo stropní jištění a regálové úrovně, nebo stropní jištění ESFR hlavicemi. [7]

2.6 Zásobování vodou

2.6.1 Doba činnosti SHZ

Zásobování vodou musí být poskytnuto nejméně po dobu činnosti, v závislosti na třídě nebezpečí. Podle ČSN EN 12845, článku 8.1.1:

- LH – 30 min
- OH – 60 min
- HHP a HHS – 90 min [7]

U vodních clon, zkrápěcích zařízení, které doplňují požární odolnost konstrukcí, je zapotřebí, aby doba činnosti byla minimálně po požadovanou dobu požární odolnosti konstrukce.

2.6.2 Jednoduchá zásobování vodou

Do jednoduchého zásobování vodou jsou zařazeny tyto možnosti:

- Veřejná vodovodní síť – samostatně, nebo s jedním či více posilovacími čerpadly
- Tlaková nádrž – pouze pro třídy nebezpečí LH a OH1
- Spádová nádrž
- Zásobní nádrž s jedním nebo více čerpadly
- Nevyčerpatelný zdroj s jedním nebo více čerpadly [7]

2.6.3 Jednoduchá zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí

Jedná se o možnosti:

- Veřejná vodovodní síť napájená ze dvou stran. Každý přívod musí splňovat požadavky na průtok. Soustava musí být zásobovaná ze dvou nebo více zdrojů vody. Nesmí být závislá pouze na jednom přívodním potrubí. V případě, že přípojka nesplňuje podmínky na požadovaný tlak, je možné na přípojky osadit čerpadla.
- Spádová nádrž bez posilovacího čerpadla, nebo zásobní nádrž s dvěma nebo více čerpadly, která má plný objem, nedovoluje přístup světla a nečistot a je dostatečně chráněná proti korozi.
- Nevyčerpatelný zdroj se dvěma nebo více čerpadly. [7]

V případě výškových budov, kde převýšení potrubí přesahuje 45 m, je nutné mít alespoň jedno zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí.

2.6.4 Zdvojená zásobování vodou

Zdvojená zásobování vodou jsou složeny ze dvou jednoduchých zásobování vodou, kde jsou na sobě jednotlivá zásobování nezávislá.

Lze použít kombinace včetně jednoduchých zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí, tj. spádová nádrž nebo zásobní nádrž, v kombinaci například se zásobováním z veřejné sítě. [7]

V případě dvou čerpadel u jednoduchého zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí, nebo zdvojeného zásobování vodou je nutné dle ČSN EN 12845 jedno z čerpadel pohánět dieselmotorem. Dle VdS CEA 4001 je možné použít i dvě elektro čerpadla, pokud se dodávka elektrické energie zajistí pro obě čerpadla odděleně a nezávisle. Toto řešení je vhodné pro budovy, kde je navržen diesel generátor pro funkčnost systémů EPS a dalších PBZ. [1]

2.6.5 Kombinovaná zásobování vodou

Kombinovaná zásobování vodou musí mít zvýšenou spolehlivost, nebo zdvojené zásobování vodou. Jsou navržené k zásobování SHZ a dalších zařízení, většinou zásobují hydranty a/nebo hadicové systémy v objektu. [7]

2.6.6 Nádrže s redukovaným objemem

Nádrž může být navržena na plný objem, nebo na objem redukovaný. V případě návrhu nádrže s redukovaným objemem je nutné zajistit plnění nádrže, které je závislé na dvou mechanických plovákových ventilech. Dále musí být možnost kontroly plnění vody. [7]

Objem nádrže v součtu s přítokem vody musí být dostatečný pro zásobování plným objemem. [7]

Norma ČSN EN 12845 udává minimální využitelný objem dle třídy nebezpečí, který musí být zajištěn v redukované nádrži, uvedený v *tab. 2*. [7]

tab. 2: Minimální redukovaný objem nádrže pro SHZ [7]:

Třída nebezpečí	*Minimální využitelný objem nádrže m^3*
LH (mokrá nebo předstihová)	*5*
OH1 – (mokrá nebo předstihová)	*10*
OH1 – (suchá nebo smíšená) *OH2 – (mokrá nebo předstihová)*	*20*
OH2 – (suchá nebo smíšená) *OH3 – (mokrá nebo předstihová)*	*30*
OH3 – (suchá nebo smíšená) *OH4 – (mokrá nebo předstihová)*	*50*
HHP a HHS	*70 (min 10% plného objemu!)*

2.7 DHZ – Zásobování vodou

Pro srovnání *tab. 3* ukazuje minimální velikosti nádrže DHZ, které určuje norma ČSN 73 0810. Průtoky u DHZ a velikosti nádrže jsou velmi odlišné od požadavků na plný systém SHZ.

tab. 3: Základní požadavky na DHZ dle ČSN 73 0810:

Třída nebezpečí	*Účinná plocha v (m2)*	*Průtok v účinné ploše Qmin (l/min)*	*Minimální objem redukované nádrže s dopouštěním (m3)*
LH	*50*	*112,5*	*2*
OH1	*50*	*250*	*5*
OH2	*50*	*250*	*5*
OH3	*80*	*400*	*7*
OH4	*125*	*625*	*11*
HHP1	*130*	*975*	*18*
HHP2	*182*	*1820*	*33*
HHP3/HHP4	*Nelze použít DHZ*		
V případě suchých soustav DHZ je účinná plocha i průtok v účinné ploše o 25% větší			

Doplňkové hasicí zařízení se navrhuje dle stejných požadavků na rozmístění hlavic, kvalitě potrubního systému a veškerých komponentů stejně jako u SHZ. U systému DHZ se však snižuje účinná plocha, průtok a výrazně poklesne požadavek na velikost nádrže.

Při návrhu DHZ podle požadavků normy ČSN 73 0810 [3] musí být splněny požadavky:

- Potrubní rozvod musí být navržen na základě hydraulických výpočtů.
- Musí být vybudovaná přístupová komunikace (podle ČSN 73 0802 nebo ČSN 73 0804); komunikace musí vést až k armaturám pro připojení mobilní techniky (viz. *obr.4*), nebo alespoň 10 metrů od nich. Komunikace u připojovacích armatur musí umožnit střídání vozidel bez otáčení a couvání.
- Přetlak na sprinklerech musí být nejméně 0,2 MPa.
- Intenzita dodávky vody se určuje z tabulky (*tab 3*).
- Vždy musí být posouzeno, zda možnosti jednotek požární ochrany a podmínky zásahu odpovídají předpokládaným potřebám s ohledem na zajišťované požární úseky.

2.7.1 Velikost nádrže DHZ

Minimální redukovaný objem nádrže je dán tabulkou normy ČSN 73 0810. Finální velikost nádrže je dána rovnicí:

$$Q = 1{,}2 * Q_{min} * T$$

Kde Qmin je minimální průtok v účinné ploše dle tabulky,

T je doba činnosti, obvykle 30 minut, často závisí na domluvě s HZS a jejich dobou dojezdu.

obr. 4: Připojení mobilní techniky pro DHZ na Státní Opeře (vlastní foto)

3 Sprinklery ve skladovacích halách

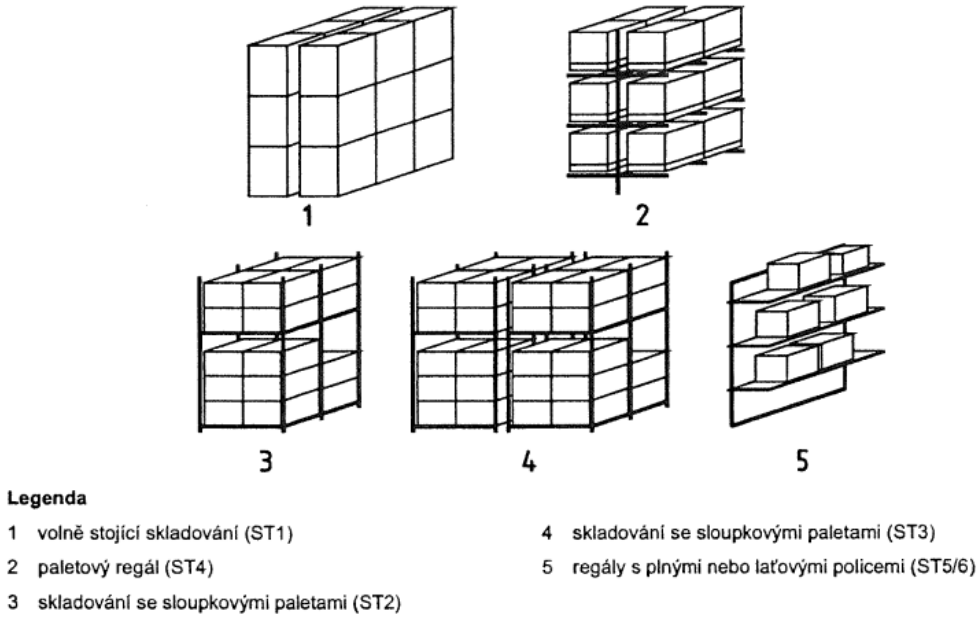
Návrh systému hašení ve skladovacích halách vyžaduje velkou odbornost projektanta. Je zapotřebí znát všechny souvislosti se skladovaným zbožím, kde a jak bude zboží skladované, jaké materiály jsou skladované a do jakých výšek. Skladovací haly se zařazují do třídy nebezpečí HHS I. až IV. kategorie, dle skladovaného zboží.

3.1 Způsoby skladování

Jednou z důležitých věcí při návrhu SHZ ve skladu je způsob skladování. Dle způsobu skladování a typu skladovaného materiálu lze zjistit maximální výšky skladování.

Způsoby skladování jsou ukázány na *obr. 5* a jsou rozděleny následovně:

- ST1 – volné – stohové nebo blokové. Zboží uloženo bez mezer vedle sebe v kartonových obalech, boxech apod.
- ST2 – stojanové jednořadové regály, nosníkové nebo kontejnerové
- ST3 – stojanové regály více řadové, nosníkové nebo kontejnerové
- ST4 – paletové regály – Zboží je na paletách, mezi jednotlivými paletami jsou mezery
- ST5 a ST6 – regály s laťovými nebo plnými policemi



obr. 5: Způsoby skladování dle ČSN EN 12845 [7]

Dle *tab. 4* se zjistí maximální plocha skladovacího bloku, šířka uliček a plocha kolem skladovacího prostoru, v závislosti na způsobu skladování a třídě nebezpečí.

tab. 4: požadavky na ochranu a omezení pro způsoby skladování (část tabulky) [7]

Způsob skladování	*Nebezpečí*	*Podmínky použití*	*Maximální plocha skladovacího bloku* m^2	*Šířka uliček oddělujících skladovací řady* *m*	*Maximální plocha volného prostoru kolem skladovacího bloku* *m*
ST1	*OH*		*50*		*2,4*
	HH		*150*		*2,4*
ST2	*OH*		*50*	*2,4 nebo větší*	*2,4*
	HH		*Bez omezení*	*2,4 nebo větší*	
ST3	*OH*		*50*		*2,4*
	HH		*150*		*2,4*
ST4	*OH*		*50*	*1,2 nebo větší*	*2,4*
	HH	*Bez regálových sprinklerů*	*Bez omezení*	*1,2 nebo větší*	
		S regálovými sprinklery		*Méně než 1,2*	
				Více než 1,2, méně než 2,4	
				Více než 2,4	

Skladování je možné i za třídy nebezpečí OH. Jsou zde limitující maximální plochy skladování na 50 m^2, větší šířky mezi jednotlivými plochami skladování a větší požadované volné plochy okolo skladovaného zboží. Abychom mohli skladovat souvisle na větší ploše, je možné sklad zařadit do třídy nebezpečí HH.

Tabulky 5 a 6 určují návrhová kritéria pro třídu nebezpečí HHS, v závislosti na druhu skladování. Z tabulek lze vyčíst maximální povolenou výšku skladování, aniž bychom museli použít regálové jištění. Ve srovnání se sprinklery ESFR jsou tyto výšky zhruba poloviční.

tab. 5: Návrhová kritéria pro HHS pouze pro střešní nebo stropní ochranu [7]

Způsob skladování	Maximální povolená výška skladování m				Návrhová intenzita dodávky mm/min	Účinná plocha (mokrá nebo předstihová soustava) (viz poznámka) m^2
	kategorie I	kategorie II	kategorie III	kategorie IV		
ST1 Volně stojící nebo blokové stohování	5,3 6,5 7,6	4,1 5,0 5,9 6,7 7,5	2,9 3,5 4,1 4,7 5,2	1,6 2,0 2,3 2,7 3,0	7,5 10,0 12,5 15,0 17,5	260
			5,7 6,3 6,7 7,2	3,3 3,6 3,8 4,1 4,4	20,0 22,5 25,0 27,5 30,0	300
ST2 Regály se sloupkovými paletami jednořadové	4,7 5,7 6,8	3,4 4,2 5,0 5,6 6,0	2,2 2,6 3,2 3,7 4,1	1,6 2,0 2,3 2,7 3,0	7,5 10,0 12,5 15,0 17,5	260
ST4 Paletové regály			4,4 4,8 5,3 5,6 6,0	3,3 3,6 3,8 4,1 4,4	20,0 22,5 25,0 27,5 30,0	300

tab. 6: Návrhová kritéria pro HHS pro střešní nebo stropní ochranu, vč. regálového jištění [7]

Způsob skladování	Maximální povolená výška skladování nad nejvyšší úrovní regálových sprinklerů (viz poznámka 1) m				Návrhová intenzita dodávky mm/min	Účinná plocha (mokrá nebo předstihová soustava (viz poznámka 2) m^2
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III	Kategorie IV		
ST4 paletové regály	3,5	3,4	2,2 2,6 3,2 3,5	1,6 2,0 2,3 2,7	7,5 10,0 12,5 15,0	260
ST5 a ST6 regály s plnou nebo laťovou policí	3,5	3,4	2,2 2,6 3,2	1,6 2,0 2,3 2,7	7,5 10,0 12,5 15,0	260

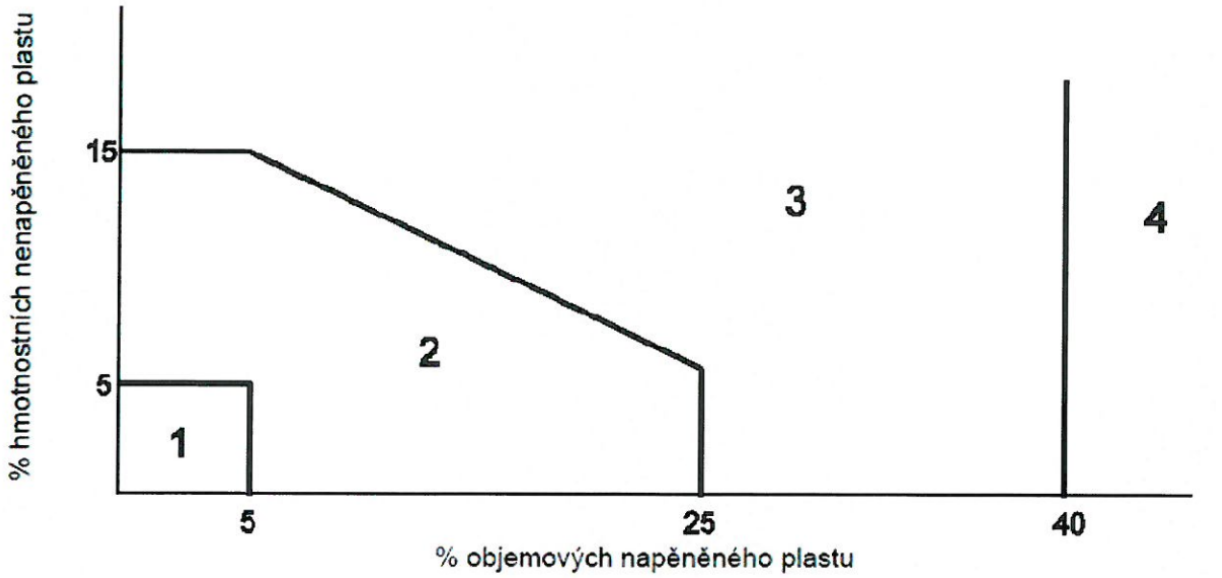
Tabulka 6 ukazuje maximální povolené výšky skladování nad nejvýše umístěným regálovým sprinklerem. Při instalaci regálových sprinklerů není omezená výška skladování.

3.2 Metodika kategorizace skladovaného zboží

3.2.1 Materiálové součinitele

V případě, že je zboží tvořeno ze směsi různých materiálů, se musí určit materiálové součinitele zboží a skladové uspořádání zboží.

U plastových materiálů je nutné znát množství napěněných a nenapěněných plastů. Z hmotnostních procent těchto plastů se určí materiálový součinitel dle obr. *6*. Napěněné plasty, mají rychlejší rozvoj požáru a jsou z hlediska požární bezpečnosti nebezpečnější.



obr. 6: Zatřídění plastových materiálů [7]

Materiálový součinitel 1

Do této kategorie spadají nehořlavé výrobky v hořlavých obalech a výrobky s nízkou nebo střední hořlavostí v obalech hořlavých nebo nehořlavých. Dále jsou zde výrobky s malým obsahem napěněných a nenapěněných plastů.

Příklady zboží jsou: kovové díly v lepenkových obalech nebo na dřevěných paletách, práškové potraviny v pytlích konzervované výrobky, dřevěné výrobky, keramika v krabicích a jiné, viz norma ČSN EN 12845 [7]

Materiálový součinitel 2

Zde se nachází výrobky s vyšší výhřevností, než má materiálový součinitel 1. Jedná se o výrobky s vyšším množstvím plastů než je 5% objemu napěněného a nenapěněného plastu.

Jedná se například o dřevěný nebo kovový nábytek se sedadly z plastu, elektrické zařízení s plastovými částmi nebo obaly, elektrické kabely na cívkách nebo v kartonech a syntetické tkaniny.

Materiálový součinitel 3

Materiály s převážně nenapěněnými plasty, nebo materiály s podobnou výhřevností.

Jsou to převážně: automobilové akumulátory bez elektrolytu, plastové aktovky, osobní počítače, nádobí a příbory z nenapěněných plastů.

Materiálový součinitel 4

Zde jsou výrobky, které mají více než 40% objemu napěněné plasty, nebo výrobky s podobnou výhřevností jako tyto výrobky.

Jedná se nejčastěji o pěnové matrace, obaly z expandovaného polystyrénu, pěnové čalounění a podobné výrobky s vysokým obsahem napěněných plastů. [7]

3.2.2 Skladové uspořádání

Pokud je určený materiálový součinitel, je nutné ještě určit skladové uspořádání výrobku. Jedná se o samotné uspořádání výrobku, jak je zabalený, jestli je například v pytli, v kartonu, nebo v pevných blocích a podobně. Není to tedy náhrada způsobu skladování (ST1 až ST6), to je nutné určit vždy.

tab. 7: určení kategorie výrobku [7]

Skladové uspořádání	Materiálový součinitel			
	1	2	3	4
Plastový kontejner s nehořlavým obsahem vystavený požáru	kategorie I, II, III	kategorie I, II, III	kategorie I, II, III	kategorie IV
Vnější povrch z plastu – nenapěněného vystavený požáru	kategorie III	Kategorie III	kategorie III	kategorie IV
Vnější povrch z plastu – napěněného vystavený požáru	kategorie IV	kategorie IV	kategorie IV	kategorie IV
Otevřené struktury	kategorie II	kategorie II	kategorie III	kategorie IV
Pevné materiály v blocích	kategorie I	kategorie I	kategorie II	kategorie IV
Granulovaný nebo práškový materiál	kategorie I	kategorie II	kategorie II	kategorie IV
Bez zvláštního uspořádání	kategorie I	kategorie II	kategorie III	kategorie IV
POZNÁMKA Objasnění skladového uspořádání – viz B.3.2 až B.3.8.				

Dle *tab. 7* se určí kategorie zboží, která je důležitá v návrhu maximální výšky a dalších parametrů pro návrh SHZ.

3.2.3 Určení kategorie zboží z přílohy C

V případě, že balení skladovaného materiálu s paletami, či bez nich, je bezpečnější než lepenková krabice, nebo jednotlivá vrstva vlnitého lepenkového obalu, použije se příloha C, která rovnou určuje kategorii zboží daného výrobku.

Dle předchozího odstavce se toto dá použít pouze u nezabalených výrobků a výrobků, jejichž obaly nejsou z hlediska požární bezpečnosti z horšího materiálu, než je lepenková krabice.

Důležitá je orientace skladování zboží, například asfaltová lepenka skladovaná vodorovně je zatříděna jako kategorie II, svislé skladování vychází o stupeň hůře, jako kategorie III. [7]

3.3 Sklady a ocelové konstrukce

3.3.1 Ochrana ocelových konstrukcí – nádrže

V případě potřeby zvýšit požární odolnost ocelové konstrukce skladu, nebo pokud potřebujeme ochránit a ochlazovat plášť skladovacích nádrží, je v blízkosti konstrukci navrženo zkrápěcí zařízení. Účelem zkrápění je zamezit její zborcení. Zamezení spočívá v intenzivním ochlazování nádrže. Sprejová zkrápěcí zařízení mají vyšší účinnost ochlazování než standardní vodní clony, které zadržují pouze tepelný tok. [10]

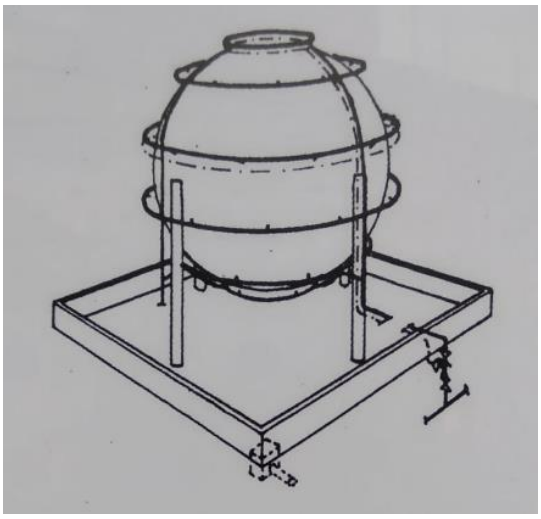
Intenzita dodávky vody je do průměru nádrže 20 m dána na 1,114 mm/min. U nádrží nad 80 metrů je dána dodávka vody na 0,66 mm/min. U větších průměrů nádrže se intenzita dodávky vody stanovuje z rovnice:

$$l_d = 1{,}114 - 0{,}0057 * D$$

Kde D je průměr nádrže v metrech, l_d je návrhová intenzita dodávky vody v jednotách mm/min. [10]

Pro hašení hořlavých kapalin se nejčastěji používá jako hasivo pěna. Pokud se skladují hořlavé kapaliny v barelech, nádržích apod., navrhuje se kromě stropní ochrany i lokální ochrana skladovaného zboží s nasměrovanými hubicemi na předpokládaná místa vzniku požáru.

Pro toto ochlazování barelů a nádrží se používají otevřené hubice (drenčery), které proudem vody ochlazují nádrže, viz. *obr. 7*. Účelem zkrápění je zamezit zborcení pláště nádrže, které by mělo za následek rozlití hořlavé kapaliny a rozšíření požáru.



obr. 7: Zkrápění kulové nádrže na LPG [10]

3.3.2 Kritické teploty ocelových konstrukcí, ochlazování konstrukcí

Pro klasifikaci požární odolnosti ocelových a ocelobetonových prvků je zásadní, aby materiál po dobu požáru nebyl vystaven kritické teplotě. Hasicí zařízení lze užít pro ochlazování konstrukcí, aby se zaručila nižší teplota konstrukcí při požáru a nedošlo ke kolapsu konstrukce.

Dle ČSN 73 0810 jsou dány kritické teploty:

- 500°C u sloupů, nosníků, průvlaků apod. zajišťující stabilitu objektu nebo jeho části nebo u sloupů podpírající technologická a technická zařízení
- 560°C u zavětrovacích prvků, střešních nosníků nebo prvků střešních plášťů, u roštových a podlahových prvků, u nichž se vyžaduje požární odolnost
- 620°C u nosných prvků obvodových plášťů, které nezajišťují stabilitu objektu ani jeho části [3]

3.3.3 Zkrápěcí zařízení ocelových konstrukcí

Zkrápěcí zařízení umožňuje zvyšování požární odolnosti stavebních konstrukcí. Princip je založený na odvodu tepla dodávanou vodou na povrch konstrukce. Díky proudu vody se snižuje také hustota tepleného toku dopadající na konstrukce.

Návrh potřebného množství vody zkrápěcím zařízením, případně vodní clonou je možné přesným výpočtem dle teplotní křivky, nebo empirickou rovnicí:

$$Q = 0{,}04 * \sqrt{\frac{R}{15}} * S \quad (\frac{litr}{sekunda})$$

Q je požadovaný průtok zkrápěcího zařízení

R je požadovaná požární odolnost konstrukce

S je plocha zkrápěné konstrukce [11]

Zkrápěcí zařízení se instaluje z pravidla na odvrácené straně, kde nehrozí požár. V případě, že se instaluje na straně, kde je možný požár, při užití emperické rovnice je zapotřebí, aby průtok byl o 25% větší, než udává rovnice.

3.4 Regálové sprinklery

Regálové jištění představuje účinné chlazení hořících povrchů obalů uvnitř regálu. Nevýhodou tohoto řešení je instalovaný regálový rozvod, kterým se snižuje flexibilita skladu, která je často požadovaná investorem. [10]

V případě návrhu regálového jištění není limitovaná maximální výška skladování, pouze je stanovena maximální skladovací výška nad posledním regálovým sprinklerem.

Sprinklery se umisťují do mezer mezi regály tak, aby byl zajištěn výstřik vody na celou chráněnou plochu. Vzdálenost mezi materiály musí být nejméně 0,15 m v podélném směru, vzdálenost mezi zbožím vedle sebe musí být nejméně 0,1 m. Mezi tříštičem a horní hranou zboží musí být nejméně 0,1 m pro sprinklery s plochým výstřikem a 0,15 m pro ostatní druhy sprinklerů.

U regálových sprinklerů je velké riziko poškození hlavice. Proto se na ně instalují ochranné koše, které mají zabránit jejich rozbití, (viz *obr. 8*).

obr. 8: ESFR sprinkler s ochranným košem, (vlastní foto)

Regálové sprinklery ve třídě nebezpečí HHS musí být navrženy úplným hydraulickým výpočtem, tj. nelze použít tabulkové hodnoty pro dimenze potrubí, musí být řešena hydraulicky celá trasa.

3.5 Typy sprinklerů pro skladování

3.5.1 Konvenční sprinkler (normální)

Tyto sprinklery stříkají 40 – 60 % vody nad rovinu sprinkleru. V dnešní době se již moc často nevyužívá, ovšem své využití má například u hořlavých stropů, kdy je vhodné ochlazovat stropní konstrukci proudem vody. [1] Detailní foto konvenčního sprinkleru je vidět na *obr*. 9. Na *obr. 10* je vidět charakteristický proud konvenčního sprinkleru.

(A) *(B)*

obr. 9: (A) Konvenční sprinkler, (B) „historický" sprinkler v OC Kotva (vlastní foto)

obr. 10: Test konvenčního sprinkleru (vlastní foto)

3.5.2 Sprejový sprinkler

Oproti konvenčnímu sprinkleru, sprejový sprinkler má větší rovnoměrnost zkrápění plochy. Výstřikový proud je ve tvaru paraboloidu a většina vody (80 – 100 %) je směřováno dolů, viz *obr. 11*. Postupně se sprejový sprinkler stal standardním řešením pro většinu objektů.[1]

obr. 11: Test sprejového sprinkleru (vlastní foto)

3.5.3 ESFR sprinkler

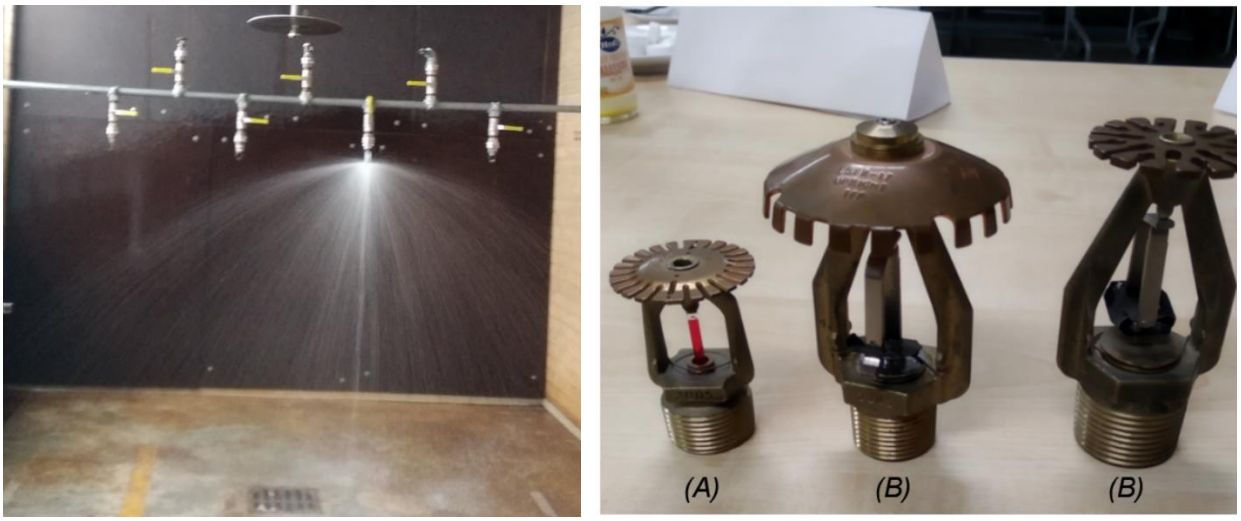
ESFR sprinklery byly vyvinuty pro hašení vysoko regálových skladů, díky velké kinetické rychlosti a velkému průtoku vodu. [1]

V sedmdesátých letech minulého století se v USA zahájili rozsáhlé vývoje a výzkumy na téma hašení skladů, jehož cílem bylo najít nové technologie hašení. Ohňové zkoušky ukázaly, že zásadní význam pro uhašení požáru má počáteční tlak na sprinkleru. Standardní „pomalé“ sprinklery nevyhovovaly. Bylo nutné vyvinout sprinklery s větším průtokem a velkými kapkami. [10]

Prototyp sprinkleru ESFR schválila pojišťovna FM v r. 1988. Tento systém nepotřebuje regálové jištění, což značně zvyšuje flexibilitu skladu. [10]

Oproti ostatním typům má ESFR při spuštění typický středový proud vody, který je vidět na *obr. 12 (A)*. Tyto sprinklery mají velký K faktor, na trhu se běžně pohybují s K faktorem 160 až 360.

V praxi se můžeme setkat s ESFR hlavicemi schválenými pojišťovnou FM nebo NFPA, které mají vyšší K faktor, nebo jsou certifikované pro použití při vyšší výšce střechy, než je uvedeno v ČSN 12845. Například ESFR-25 sprinkler od firmy TYCO umožňuje ochranu skladů až do 14,6 m oproti maximální výšce 13,7 m, které uvádí ČSN 12845. [12]



(A) *(B)*

obr. 12: (A) Test ESFR sprinkleru, (B) Porovnání velikosti sprinklerů (vlastní foto)

V dnešní době jsou na trhu ESFR sprinklery, pro které v normě ČSN EN 12845 nejsou hranice použití. Jedná se o sprinklery s vyšším K faktorem, než uvádí norma, například společnost Viking vyvinula sprinkler s K faktorem 404, dále TYCO vyvíjí sprinkler s K faktorem 480. Díky takovému vysokému K faktoru bude umožněno skladovat stále výš bez použití regálového jištění. [13]

Na *obr. 12 (B)* je vidět standardní sprinkler označený (A), jako (B) jsou označeny ESFR sprinklery. Je zde vidět výrazně jiná velikost sprinklerů.

3.5.4 Suchý sprinkler

Pro pokrytí míst, jako jsou mrazicí a chladicí boxy, se používají takzvané suché sprinklery. Mohou se instalovat také jako závěsné hlavice na suché potrubí, nebo jako suché hlavice do podhledu.

Suchý sprinkler je komponent, sestávající se z krátkého potrubí, ve kterém je klapka zabraňující zaplavení suchého sprinkleru. Při prasknutí skleněné baňky sprinkleru, se uvolní klapka na konci potrubí, suchý sprinkler se zaplaví a účinně hasí.

Suché sprinklery jsou dodávány v různých délkách, kterou je potřeba změřit na stavbě dle tloušťky stropu chladicího boxu, aby napojená zavodněná část byla dostatečně vzdálená od prostoru, kde je možné zamrznutí vody.

obr. 13: Suchý sprinkler [14]

3.5.5 CMSA sprinkler

Zkratka CMSA znamená Control Mode Specific Application, které jsou obdobné k ESFR sprinklerům. Na rozdíl od ESFR sprinklerů nejsou určené k rychlému uhašení, pouze jako běžné sprinklery, mají dostat požár pod kontrolu a zabránit jemu rozšiřování.

Sprinklery CMSA mají K faktor větší než 160, jsou buď stojaté, nebo závěsné.

Tyto sprinklery lze využít i pro regálové jištění. [7]

Sprinklery CMSA se využívají u skladování, kde hrozí velké požáry. Navrhují se obdobně jako ESFR sprinklery, na minimální tlak na hlavici.

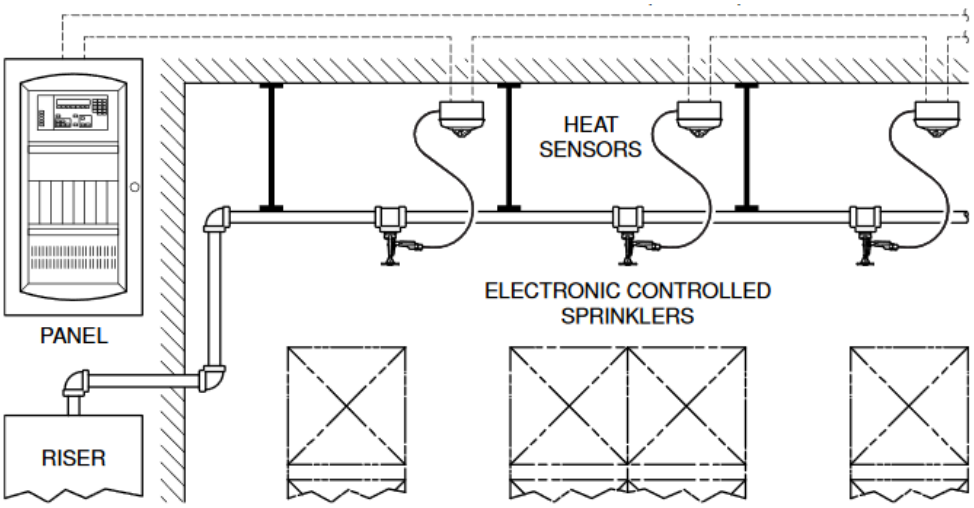
Díky CMSA sprinklerům můžeme skladovat do větších výšek než s běžnými sprinklery, avšak nejvyšší možné skladování s pouze stropní ochranou mohou zajistit pouze ESFR sprinklery.

3.5.6 Budoucnost? Elektronický sprinkler

V budoucnu se pravděpodobně setkáme s většími požadavky na skladování zboží do výšky. Nejvíce rizikové jsou skladované exponované plasty typu A (zatřídění plastů dle NFPA). Jejich prudký požár při vysoké skladovací výšce by znamenal velké rozšíření požáru, se kterým si standardní systém nemusí tak snadno poradit. V dnešní době se nejčastěji navrhují regálové sprinklery, případně ESFR sprinklery pro potlačení požáru.

Studie zaměřující se na „elektronický sprinkler“, napojený na inteligentní detekci požáru může v budoucnu dosáhnout adekvátní ochrany s výrazně nižší celkovou potřebou vody. Díky elektronické detekci a aktivaci sprinkleru by se při požáru aktivovaly sprinklery v nejbližším okruhu požáru dříve, než při samotném spuštění běžných sprinklerů s teplotní pojistkou.

Tím se zaručí dřívější hašení a nižší rozsah požáru u velkých skladů. Princip elektronického sprinklerového systému je znázorněn na *obr. 14.* [15]



obr. 14: Testovaný elektronický sprinklerový systém [15]

3.6 Vlastnosti sprinklerů

U navrhovaných sprinklerů je potřeba určit základní vlastnosti, mezi které především patří K faktor, aktivační teplota, teplotní odezva a pozice sprinklerů, jak mají být umístěné.

3.6.1 K faktor

K faktor vyjadřuje závislost průtoku od tlaku vody, při daném průměru a tvaru trysky uvnitř sprinkleru. K faktor musí být určený pro každou sprinklerovou hlavici a určuje se pro tlak od 0,5 bar až 6,5 bar, dle vztahu

$$K = \frac{Q}{\sqrt{p}}$$

Kde K je K faktor, Q je průtok vody v l/min a p značí tlak vody v bar. [5]

Pro skladování ve třídě nebezpečí HHS je minimální K faktor 80, dále 115 a 160 pro normální typy sprinklerů.

3.6.2 Aktivační teploty

Aktivační teplota značí, při jaké teplotě se poruší tavná pojistka nebo skleněná baňka sprinkleru. Většina těchto pojistek či baněk je barevně odlišena, dle teploty viz *tab. 8.*

tab. 8: Barevné označení dle otevírací teploty [5]

Otevírací teplota	*Barva skleněné baňky*	*Barva tavné pojistky*
57 °C	*Oranžová*	*Bezbarvá*
68 °C	*Červená*	*Bezbarvá*
79 °C	*Žlutá*	*Bílá (80 až 107 °C)*
93 °C	*Zelená*	*Bílá (80 až 107 °C)*
121 a 141 °C	*Modrá*	*Modrá (121 až 149 °C)*
163 a 182 °C	*Fialová*	*Červená (163 až 191 °C)*
204 a 227 °C	*Černá*	*Zelená (204 až 246 °C)*
260 a 286 °C	*Černá*	*Oranžová (260 až 302 °C)*
343 °C	*Černá*	*Černá (302 až 343 °C)*

Pro navrhování aktivačních teplot sprinklerů je důležité znát nejvyšší předpokládanou teplotu prostředí. Obecně se volí aktivační teplota alespoň o 30 °C nad touto nejvyšší teplotou. Pod světlíky, kde teplota může za slunných dnů vystoupat velmi vysoko, se musí volit sprinklery takové, aby ohřátí prostoru od slunce nezpůsobilo prasknutí pojistky. U topidel, pecí a jiných zařízení vyvíjejících teplo je nutné brát toto teplo na vědomí při výběru aktivační teploty. Běžně používané sprinklery jsou s aktivační teplotou 68 °C, nejčastěji se využívají v administrativních, obytných a jiných budovách, kde je běžná teplota prostředí.

3.6.3 Odezva sprinklerů

Norma ČSN EN 12845 rozděluje tepelnou odezvu sprinklerů do tří kategorií – standardní, speciální a rychlá odezva. Rychlostní odezva je klasifikovaná dle celosvětové klasifikace RTI Response time index). RTI udává čas včetně reakce, otevření sprinkleru a proudění kapaliny. Stanovuje se laboratorní zkouškou pro každý typ sprinkleru.

Sprinklery se standardní odezvou mají skleněnou baňku s tloušťkou 5 mm. Speciální mají 4 mm baňku, pokud sprinklery mají rychlou odezvu, tloušťka baňky je 3 mm. [1]

Norma uvádí možnosti použití těchto sprinklerů, viz tab. 9.

tab. 9: Tepelné odezvy sprinklerů [7]

Tepelná odezva	**Regálové sprinklery**	**Stropní sprinklery nad regálovými sprinklery**	**Suché soustavy Předstihové soustavy typu A**	**Všechny ostatní**
Standardní „A“	ne	ano	ano	ano
Speciální	ne	ano	ano	ano
Rychlá	ano	ano	ne	ano
POZNÁMKA Pokud jsou do existujících zařízení doplněny nové sprinklery, je nezbytné vzít v úvahu účinek různých tepelných odezev a vyhnout se tak přehnaně rychlému uvedení sprinklerů do činnosti.				

3.6.4 Pozice sprinklerů

Pro skladové využití jsou nejčastěji používané tyto typy:

- Stojaté sprinklery
- Závěsné sprinklery
- Horizontální (stranové) sprinklery

Další pozice sprinklerů jsou zapuštěný a zakrytý sprinkler, ty se však více používají v občanských budovách. [1]

Pozice je nutné dodržet, nelze jako závěsný sprinkler použít jiný typ, například stojatý, jelikož díky tvaru deflektoru (rozstřikovače) by voda proudila jinak, než je původně požadováno.

Typy pozic sprinklerů jsou vidět na *obr. 15*.

obr. 15: Stojatý, stranový a závěsný sprinkler (vlastní foto)

3.7 Potrubí

Nejčastěji se v dnešní době navrhují potrubí rozvody SHZ jako ocelové, nebo plastové. Potrubní rozvod musí splňovat požadavky na maximální tlak. Minimální tlaková řada potrubí, spojů a armatur je PN16, kvůli hydrostatické tlakové zkoušce na 15 bar. Nejčastěji se používá ocelové a plastové potrubí, je však možné se při starších instalacích setkat s litinou nebo měděným potrubím. [1]

3.7.1 Ocelové potrubí

Tradiční svařované potrubí je stále častěji nahrazováno ocelovým potrubím s mechanickými spojkami. Tyto spojky se umisťují na konce jednotlivých trubek, kde je udělaná drážka.

Spojky se dělí na pevné a pružné. Pevné spojky neumožňují prakticky žádný pohyb, pružné spojky umožňují mírné pohyby z důvodu prodlužování potrubí, prohnutí potrubí nebo mírný sklon. [1]

obr. 16: Spoj potrubí mechanickou spojkou [16]

Na *obr. 16* je vidět řez mechanickou spojkou. V potrubí jsou udělány drážky pro uchycení spojky, mezi drážkami je osazeno gumové těsnění.

V případě ocelových potrubí se jako spoje používají také příruby – pro montáž ventilů a dalších zařízení, nebo se potrubí svařuje, například sací potrubí s redukcí před čerpadlem.

Pokud používáme mechanické spojky, je nutné mít ve vzdálenosti maximálně jeden metr závěs potrubí. [7] Na *obr. 17* je vidět použití mechanických spojek s T kusem od firmy Victaulic.

obr. 17: Spoj ocelového potrubí – T kus se spojkami (vlastní foto)

3.7.2 Plastové potrubí

Plastové potrubí se v ČR instaluje buď do monolitu, nebo jako zavěšený systém pod strop. V České republice se nejvíce využívá systém od firmy Aquatherm, systém Red Pipe. Jedná se o směs hustého polypropylenu s vrstvou sklovlákna. Materiál se svařuje polyfúzně, obdobně jako plastové vodovodní potrubí. Dle certifikátu výrobce je zavěšený systém omezen třídou nebezpečí a podmínkami kotvení, jelikož plastové potrubí není tak samonosné jako ocelové,

tudíž se musí kotvit po kratších vzdálenostech. Systém je možné použít pro třídy ochrany LH, OH1 až OH4.

Výhoda plastového potrubí je snazší montáž, životnost potrubí, odolnost vůči chemikáliím, nezanáší se korozními produkty, hladkost potrubí, nízká hmotnost potrubí, možnost potrubí zabetonovat do stropů. [17] Nevýhoda plastového systému je vyšší cena oproti ocelovému potrubí.

Systém umisťování plastového potrubí do betonové konstrukce je velice rozšířený v Německu, v České republice se takto v poslední době realizovala stavba ČSOB v Praze v Radlicích. Na *obr. 18 (A)* je vidět realizace plastového potrubí v železobetonové stropní konstrukci. Volně vedený plastový rozvod se závěsným sprinklerem je vidět na *obr. 18 (B).*

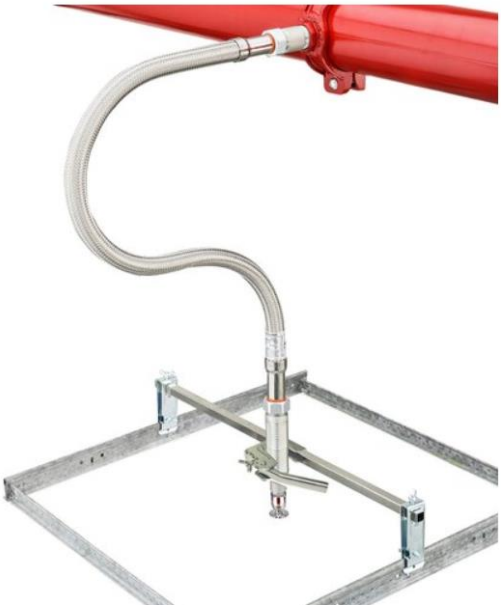
(A) *(B)*

obr. 18: Možnosti instalace plastového potrubí [17]

3.7.3 Flexi hadice

Pro napojování sprinklerů do podhledů se nejčastěji používají ohebné hadice. Hadice mohou být opletené pro zvýšení jejich pevnosti, nebo jsou vlnovcové.

Pro uchycení na většinu typů podhledů a jejich konstrukcí se využívá speciální úchyt dodávaný k flexi hadici. Úchyty se dělí dle typu podhledů, aby bylo možné se uchytit na jakýkoliv typ podhledu. Po připravení nosné konstrukce (rastru) podhledu se osadí úchyt do rastru a poté do úchytu se osadí flexi hadice. Výhodou tohoto provedení oproti pevnému potrubí je polohovatelnost koncového prvku ve všech směrech. [18]



obr. 19: Flexi hadice s úchytem do kazetového podhledu [18]

3.8 Systém ESFR sprinklerů

Zkratka ESFR v překladu znamená – rychlé potlačení, rychlá reakce. Jedná se o vysoce citlivé sprinklery, které mají za úkol uhasit požár. Jsou vyvinuté pro skladové prostory, výhoda návrhu ESFR hlavic je zvýšená maximální výška skladování, oproti klasickým sprinklerům. Jsou navrhovány na stropní jištění. Mají rychlejší tepelnou citlivost, mají velký K faktor (200 - 360).

Díky velkému K faktoru (větší průtok, větší tlak), sprinklery hasí plochu velkými kapkami, které jsou v hašení účinnější než jemnější proud ze sprejových sprinklerů. [19]

Pro aplikaci jsou běžné stojaté sprinklery a závěsné sprinklery.

ESFR hlavice nelze navrhnout pro sklady kde je:

- Samočinné zařízení pro odvod kouře a tepla
- Zboží a uspořádání skladu, které nebyly pro návrh ochrany ESFR sprinklery posouzeny
- Kontejnery nahoře otevřené, které mohou zadržovat vodu
- Pevné regály s policemi většími než 2 m^2/regál [7]

ZOKT lze navrhnout v prostorech, kde se nachází ESFR sprinklery, pouze s ručním otevřením ZOKT, které se může pustit až po aktivaci SHZ. Může zde být i samočinné ZOKT, ale s vyšší otevírací teplotou než je otevírací teplota sprinklerů. [19]

Podle NFPA při aktivaci ZOKT se může aktivovat až o 90% sprinklerů více, což má za následek menší tlak na hlavici a rychlejší vyčerpání zásoby vody. [10]

Pro návrh ESFR sprinklerů norma uvažuje rozdílnou klasifikaci plastových výrobků, než se píše v článku 2.7, a to na:

- Nenapěněné plasty v kartonových obalech
- Nenapěněné plasty vystavené požáru
- Napěněné plasty v kartonových obalech
- Napěněné plasty vystavené požáru

Podle této klasifikace a způsobu skladování určíme z tabulek maximální výšku skladování, maximální výšku stropu, jmenovitý K faktor, který musí daný ESFR sprinkler splňovat a minimální pracovní tlak sprinklerů v bar. [7]

Díky návrhu ESFR sprinklerů můžeme mít ve skladu vyšší regály, aniž bychom potřebovali regálové jištění, oproti standardnímu návrhu.

3.9 Čerpadla SHZ

3.9.1 Doplňovací čerpadlo

Doplňovací čerpadlo se instaluje pro doplnění malého objemu vody do systému, aby se zabránilo častému spínání hlavních čerpadel. Musí být navrženy tak, aby při prasknutí jednoho sprinkleru doplňovací čerpadlo nestačilo dodávat vodu, tlak v soustavě se snížil a aktivovalo se hlavní čerpadlo. Toto se například zkouší na mokré ventilové stanici díky testovacímu ventilu. [7, 8]

Jelikož doplňovací čerpadlo neslouží k dodávce hasicí vody do systému při plném spuštění, v praxi na něj nejsou kladeny tak velké požadavky na certifikaci, jako na hlavní čerpadla.

3.9.2 Hlavní a záložní čerpadla

Čerpadla se navrhují jako elektrická, nebo dieselová. V případě dieselových čerpadel je požadovaná vyšší teplota ve strojovně, jelikož tyto čerpadla špatně pracují při nízkých teplotách.

V případě že v systému jsou dvě čerpadla, každé z nich musí být navrženo na plný výkon. Pokud máme v soustavě tři a více čerpadel, každé z nich musí být navrženo na minimálně 50% výkonu. [7] Soustava čerpadel je vidět na obr. *20*.

Spuštění hlavního čerpadla je nastaveno při poklesu tlaku nejméně na 80% provozního tlaku v soustavě. V případě, že tlak klesne na hodnotu 60% provozního tlaku, spustí se záložní čerpadlo. [7]

obr. 20: Soustava čerpadel, Státní Opera (vlastní foto)

3.9.3 Čerpadla pro ESFR

V případě návrhu ESFR sprinklerů je požadavek na vyšší průtok a vyšší tlak na konci potrubní sítě. To má za následek návrh výkonnějších čerpadel, které výrazně ovlivňují cenu návrhu. Je proto na zvážení všech kladů a záporů tak, aby celkový návrh ESFR sprinklerů byl účinně a ekonomicky navržený. Na druhou stranu systém klasických sprinklerů s regálovým jištěním znamená větší metráž potrubí, vícero sprinklerů, dražší a delší montáž.

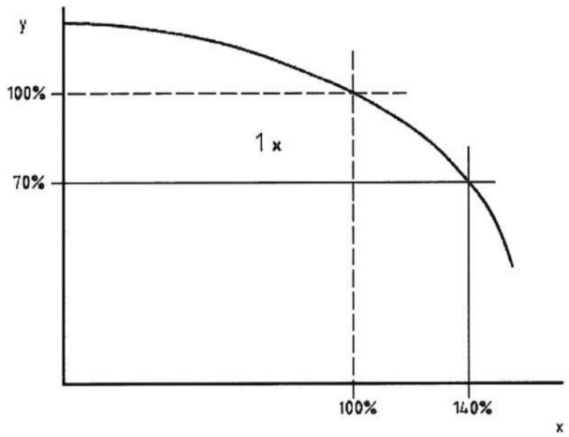
Pro ESFR systém musí být navržena minimálně dvě čerpadla s dieselovým motorem. Každé čerpadlo musí mít minimálně Q_{max} pro navrhovaný počet sprinklerů, při provozním tlaku, který udávají tabulky v normě. V případě návrhu tří čerpadel, alespoň dvě musí mít dieselový motor.

Zásoba vody pro sprinklery ESFR musí mít návrhové množství vody minimálně na dobu činnosti 60 min, při maximálním průtoku čerpadla.

3.10 Návrh čerpadel, dimenzování potrubní sítě

Pro návrh čerpadel je nutné stanovit si nejvýhodnější účinnou plochu a nejnevýhodnější účinnou plochu.

U předem vypočítaných soustav LH a OH minimální charakteristiky čerpadel udává tabulka 16 normy ČSN EN 12845. Pro soustavy předem vypočítané HHS a HHP bez regálových sprinklerů norma udává minimální tlak a průtok v závislosti na použitém sprinkleru. Čerpadlo musí být navržené na 140 % tohoto průtoku, při minimálně 70% tlaku v návrhovém bodě průtoku čerpadla, viz *obr. 20* a *obr. 21*.



obr. 21: Určení průtoku a tlaku čerpadla – Předem vypočítané potrubí [7]

1x – požadavek na průtok a tlak dle normy ČSN 12845

X – průtok (l/min)

Y – tlak (bar)

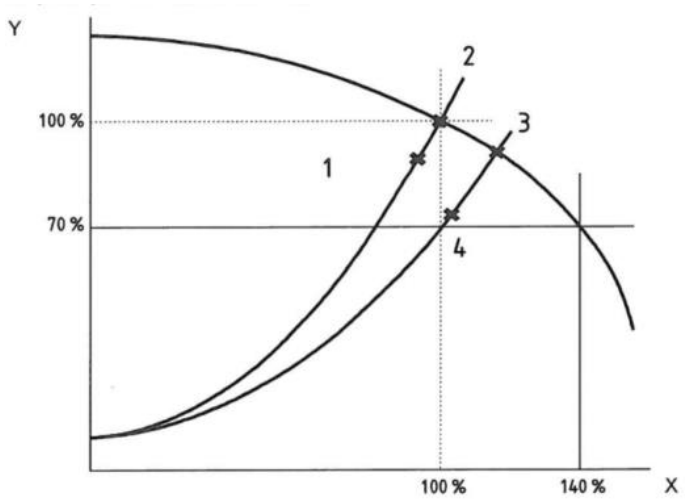
Pokud je soustava úplně vypočítaná, tlak a průtok čerpadla se určí pro nejvýhodnější účinnou plochu.

3.10.1 Nejvýhodnější účinná plocha

Je to plocha účinné plochy ve sprinklerové síti, kde je průtok vody maximální, za určitého tlaku měřeného na ventilové stanici. Nejčastěji se nachází nejblíže strojovny.

3.10.2 Nejnevýhodnější účinná plocha

Jedná se o polohu účinné plochy ve sprinklerové síti, kde je tlak měřený na ventilové stanici maximální, pro dosažení stanovené návrhové intenzity dodávky vody. [7] Standardně se jedná o hydraulicky nejvzdálenější místo v soustavě, kde je největší tlaková ztráta.



obr. 22: Určení charakteristik čerpadla – Hydraulický výpočet [7]

1 – Nejnevýhodnější účinná plocha

2 – návrhový průtok čerpadla

3 – nejvyšší požadovaný průtok Qmax

4 – nejvýhodnější účinná plocha [7]

3.10.3 Vzorce – výpočet

Minimální tlak na čerpadle se stanoví z rovnice:

$$p_{\check{c}} = p_{statik} + p_{spr} + \sum p_z$$

Kde Pč = tlak na čerpadle, Pstatik = tlaková ztráta vlivem statické výšky, daná vztahem:

$$p = 0{,}098 * H$$

Kde H je převýšení v metrech. Dále Pspr je minimální tlak na sprinklerové hlavici, určené dle třídy nebezpečí soustavy. Pro hydraulické výpočty se uvažují 4 aktivní sprinklery. Pz jsou tlakové ztráty určené vlivem tření a místních ztrát.

Průtok potrubní sítí pro celou účinnou plochu a intenzitu dodávky vody:

$$Q = F * I * (1{,}1\ až\ 1{,}4)$$

Q = průtok v l/min, F = účinná plocha, I = intenzita dodávky vody. Pro bezpečný návrh se využívá 10 až 40 procentní bezpečnostní rezerva.

Průtok sprinklerem určuje rovnice:

$$Q = K * \sqrt{p}$$

Q je průtok na sprinkleru v l/min, K = K faktor, p = tlak před sprinklerem

Velikost nádrže je dána rovnicí:

$$V = Q * \tau$$

V = objem v m^3, Q = průtok na čerpadle, τ = doba činnosti

3.10.4 Dimenzování potrubní sítě

V dnešní době se nejčastěji využívají certifikované hydraulické programy, které i díky svému grafické nástavbě mohou sloužit rovnou pro tvorbu dokumentace. Mezi známé programy patří HydraCAD jako grafický program, společně s HydraCALC jako hydraulický program.

Tlaková ztráta třením je určena podle Hanzen Wiliamsova vztahu pro vodu:

$$p = \frac{6{,}05 * 10^5 * L * Q^{1{,}85}}{C^{1{,}85} * d^{4{,}87}}$$

L = ekvivalentní délka potrubí v metrech, Q = průtok l/min, C = konstanta potrubí, dle materiálu, d = průměr potrubí v mm.

Výsledkem hydraulického výpočtu je graf Q/H – průtok/výtlačná výška (tlak). Tlak na čerpadle musí být mezi 70% -100% a průtok čerpadla musí být navrženo na 100% - 140%

Místní ztráty jsou určeny veškerými armaturami na potrubní trase. Místní ztráty potrubí jsou přepočítány do ekvivalentní délky potrubí. Velikost ekvivalentní délky jedné místní ztráty je závislá na materiálu, na průměru potrubí a na typu místní ztráty – zda se jedná o koleno, o ventil a podobně. [7, 10]

3.10.5 Předem vypočítané potrubí

U předem vypočítaného potrubí se určí návrhové body, za kterými ve směru průtoku již je soustava vypočtena a tabulkově posoudíme velikost potrubí, dle počtu sprinklerů, které

má potrubí napájet. Mezi ventilovou stanicí a návrhovými body se určí tlakové ztráty. Návrhové průtoky v soustavě udává tabulka. [7]

3.10.6 Úplně vypočítané potrubí

Úplně vypočítané potrubí se v dnešní době počítá v programech, kde se určí tlakové ztráty, rychlosti proudění tekutin a veškeré potrubí je hydraulicky spočítáno tak, aby sprinklery byly zásobeny potřebným tlakem a dodávkou vody. [7]

3.11 HHS – minimální podmínky pro návrh soustavy

Následující kapitola shrnuje nejdůležitější podmínky pro návrh potrubního systému, umístění hlavic a dimenzování velikosti potrubí pro třídu nebezpečí HHS. U soustavy s vysokým rizikem je hned několik limitujících podmínek.

Pod tříštičem střešních a stropních sprinklerů u soustav HHS se musí udržovat volný prostor výšky nejméně 1 m. Maximální plocha chráněná jedním sprinklerem je 9,0 m^2. V případě standardního uspořádání potrubí je maximální vzdálenost mezi sprinklery 3,7 m.

Minimální tlak před sprinklerem je 0,5 bar pro jištění bez regálových sprinklerů. V případě regálových sprinklerů je požadovaný tlak před hlavicí 1,0 bar pokud má K faktor 115, nebo 2,0 bar pokud má K faktor 80. Pro srovnání ESFR sprinklery potřebují minimální tlak od 1,4 bar do 6,2 bar na sprinkleru v závislosti na druhu skladování, výšce stropu a maximální výšce skladování.

Stranové sprinklery nelze použít, kromě ochrany chodeb, kabelového vedení a sloupů.

V případě předem vypočítaného potrubí pro nebezpečí HHS je nutné dodržet minimální průměry potrubí dle tabulek a počet sprinklerů, která tato potrubí mohou napájet. Dále soustava musí splnit návrhovou intenzitu dodávky vody, maximální požadovaný průtok a tlak v nejvyšším návrhovém bodě. [7]

Návrhový bod je výpočtový bod na rozdělovacím potrubí (v praxi často označován jako paprsek) za nímž je potrubí ve směru toku dimenzované podle tabulek a proti směru toku podle hydraulického výpočtu.

3.12 HHS – návrh regálových sprinklerů

Regálové sprinklery musí mít rychlou tepelnou odezvu (skleněnou baňku 3mm) a otevírací teplotu podle obecných pravidel navrhování otevíracích teplot. V regálech lze použít sprinklery s plochým výstřikem.

Sprinklery v regálech se musí montovat s ochranným košem. Na místech, kde hrozí, že horní sprinkler ochladí skleněnou nebo tavnou pojistku dolního sprinkleru, se musí použít zádržné plechy.

Maximální počet regálových sprinklerů, které mohou být na společné ventilové stanici s ostatní sprinklerovou ochranou je 50. Návrhová intenzita dodávky vody musí být nejméně 7,5 mm/min a účinná plocha 260 m^2. Pro hydraulický výpočet se musí uvažovat tři sprinklery aktivované na každé regálové úrovni, nejvýše však ve třech úrovních.

Regálové sprinklery musí být vždy vypočítány podrobným hydraulickým výpočtem, pro zajištění dostatečného tlaku a průtoku na uvažovaných otevřených sprinklerech.

3.13 HHS – návrh ESFR sprinklerů

Pro návrh ESFR sprinklerů se musí provést úplný hydraulický výpočet. Požadovaný tlak na hlavici je větší než u klasických sprinklerů.

Pro návrh systému s ESFR sprinklery se postupuje odlišně než u návrhu běžných sprinklerů, kde je důležitá intenzita dodávky vody a účinná plocha. Při návrhu se využívá předpokládaný počet otevřených sprinklerů a jejich minimální tlak. Většinou se jedná o 12 otevřených sprinklerů, na které je systém počítán. Maximální plocha pokrytí jedním ESFR sprinklerem je 9 m^2. Oproti normálním sprinklerům ve třídě nebezpečí HHS, kde je zásoba vody počítaná na 90 minut, je pro ESFR hlavice je zásoba vody je počítaná pro 60 minut.

3.14 Skladování – zvláštní nebezpečí

Zvláštní nebezpečí vyskytují sklady a provoz, kde je aerosol, oděvní sklady, sklady hořlavých kapalin, prázdné palety, alkoholické nápoje v dřevěných sudech, netkané syntetické látky, skladovací kontejnery z polypropylenu nebo polyethylenu.

Norma ČSN EN 12845 určuje doplňující požadavky pro každý výše zmíněný druh materiálu. Norma určuje zatřídění materiálů, šířku uliček či volného prostoru.

3.14.1 Skladování Lithium-iontových baterií

Studie z roku 2017 Benjamina Ditche [20] se zabývá účinkem sprinklerového zařízení při skladování Lithium-iontových baterií. Při velkorozměrové zkoušce se ukázala účinnost hasicího zařízení. Požár zabalených baterií v kartonu v regálovém skladování má dominantní hoření v kartonu, jelikož samotné baterie nemají dostatečný přísun kyslíku. Rozšíření požáru hrozí pří prasknutí obalu baterie. Hasicí zařízení funguje i jako ochlazování již zahřátých baterií. U požáru baterií je důležitá i kontrola po vypnutí hasicího zařízení, kdy baterie se mohou opětovně vznítit.

3.14.2 Skladování pneumatik

Pneumatiky mohou být skladovány jako blokové stohování, v regálech na stojato nebo na plocho. Nejhorším typem skladování pro účinnost hašení je skladování pneumatik střídavě, které je vidět na *obr. 23*. Toto je nejvíce upřednostněno uživateli skladů, jelikož to využívá nejvíce prostoru pro možné skladování zboží.

Hašení požáru skladu pneumatik patří mezi velmi komplikované, z důvodu velkého množství uvolněného tepla, ale i povrchem, který neabsorbuje vodu. Pro hašení se používají sprinklery CMSA nebo ESFR a obdobné typy sprinklerů s vysokým K faktorem a tím i vysokou hasicí schopností. [1, 7]

obr. 23: Střídavé skladování pneumatik [21]

3.15 Návrh dle jiných předpisů

V případě stavby velkých hal, továren, pil apod. nadnárodními společnostmi se často setkáváme s návrhem sprinklerů podle jiných předpisů, než je ČSN EN 12845. Pokud investor má pojistku u zahraniční pojišťovny, kde jsou zavedeny standardy kvality na bezpečnostní zařízení, vzniká zde požadavek na návrh, instalaci a údržbu dle jiných předpisů. Nejčastěji se jedná o dokument VdS. Při projekci, montáži a revizní zkoušce je přítomen inspektor VdS, který hlídá standard kvality instalovaného SHZ.

3.15.1 Požadavky dokumentu VdS

V Německu je běžným standardem pro návrh, instalaci a údržbu SHZ směrnice VdS CEA 4001 [22], ze které vychází i česká ČSN EN 12845. Tyto dva standardy jsou si hodně podobné, avšak směrnice VdS má různé odlišnosti ve svých požadavcích. VdS stejným způsobem řeší třídu nebezpečí (HHS I – IV kategorie).

VdS CEA 4001 má v příloze K na rozdíl od normy ČSN EN 12845 výrazně více popsanou ochranu zvláštních nebezpečí, více rozepisuje požadavky a možnosti skladování polypropylenových nebo polyethylenových kontejnerů. Dále jsou uvedeny požadavky na výrobu a skladování desek na bázi dřeva a regálové sprinklery v pevných policích.

Standard VdS již řeší jištění automatického parkovacího systému, který se stále častěji instaluje ve městech. Podle předpisu je dané rozmístění hlavic mezi sousedními vozidly a v mezeře mezi vozidly a zdmi. Pokud nad umístěnými sprinklery nejsou konstrukce akumulující teplo, musí být zajištěna vodorovná konstrukce nad sprinklery zachytávající teplo pro aktivaci sprinklerů.

VdS má odlišné požadavky na zásobování vodou. Co ČSN EN 12845 jen rozepisuje druhy zásobování vodou pro sprinklerové zařízení, ze kterých je možné si v mnoha případech vybrat dle možnostech stavby a úvahy projektanta SHZ a PBŘ, dokument VdS přímo určuje jaké zásobování vodou lze použít při dané třídě nebezpečí a počtu sprinklerů v soustavě. Určení použití zásobování vodou lze vyčíst z *tab. 10.*

tab. 10: Zásobování vodou pro HHS dle VdS CEA 4001 [22]:

	Jednoduché zásobování vodou	*Jednoduché zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí*	*Zdvojené zásobování vodou*
Hight Hazard Storage (HHS) <500 sprinklerů	*X* [1)]	*X*	*X*
Hight Hazard Storage (HHS) 500 až 5000 sprinklerů		*X* [2)]	*X* [2)]
Hight Hazard Storage (HHS) > 5000 sprinklerů			*X* [2)]

1) *Maximum 80 regálových sprinklerů*
2) *Každé čerpadlo musí být napájeno zdrojem, který je zcela nezávislý na zdroji jakéhokoliv jiného čerpadla*

3.15.2 Zatřídění materiálu dle NFPA

V USA se pro projektování a montáž sprinklerového zařízení využívá předpis NFPA 13 [23] pro základní návrh vodního SHZ, dále NFPA 13D určující požadavky na sprinklerový systém v rodinných domech a mobilních domech, NFPA 13R pro rezidenční bydlení.

Pro skladování je důležitá norma NFPA 13, která určuje základní požadavky na systém, třídí materiál do skupin odlišných od VdS nebo ČSN EN 12845 a určuje i jinak třídu nebezpečí.

Plastové výrobky se dělí do tří skupin, A, B a C dle složení plastu. Podle skupiny plastu se poté zatřídí skladovaný materiál do jednotlivých tříd. Zatřídění skladovaného materiálu se zde dělí do čtyřech tříd:

- Třída I (Class I.) jsou nehořlavé materiály přímo na dřevěných paletách, nebo v jednovrstvých kartonových krabicích.
- Třída II (Class II.) jsou nehořlavé výrobky v dřevěných bednách, vícevrstvých kartonech apod.
- Třída III (Class III.) jsou produkty ze dřeva, papíru a přírodních vláken nebo plasty skupiny C s krabicemi a paletami, nebo bez nich.
- Třída IV (Class IV.) obsahuje plasty skupiny A a B

Samotnou třídu nebezpečí NFPA 13 rozděluje do Light Hazard, Ordinary 1, Ordinary 2, Extra hazard Group 1 a Extra Hazard Group 2.

3.16 Provoz systému SHZ

3.16.1 Vyhrazené PBZ

Jako vyhrazené požárně bezpečnostní zařízení musí stabilní hasicí zařízení být prováděn projekt, montáž, servis a údržba proškolenými osobami. Minimálně jednou ročně, pokud PBŘ, nebo jiný dokument od výrobce požárně bezpečnostního zařízení, nestanoví lhůtu kratší. Na zařízení musí být udělaná revize odborně způsobilou osobou v požární ochraně. [2, 24]

3.16.2 Tlakové zkoušky systému SHZ

Pro přejímku a výchozí revizi systému jsou nedílnou součástí tlakové zkoušky. Veškeré potrubní rozvody musí být podrobeny hydrostatickým tlakem (tlakem vody) po dobu nejméně 2 hodiny, tlakem buď 15 bar, nebo 1,5 násobkem provozního tlaku. Vždy se bere vyšší hodnota.

Suché potrubní rozvody se nejprve musí zkoušet tlakem vzduchu minimálně 2,5 bar po dobu alespoň 24 hodin. Ztráta tlaku je maximálně 0,15 bar za 24 hodin.

Tlaková zkouška by měla probíhat při vhodných klimatických podmínkách, aby tyto podmínky neovlivnili výsledky zkoušek. Náhlé ohřátí či ochlazení potrubí vlivem slunce může vyvolat změny v tlaku, kvůli kterým zkoušky nemusí vyjít. [7]

3.16.3 Koordinační funkční zkouška

Před uvedením do provozu musí být provedena funkční zkouška požárně bezpečnostního zařízení. Jelikož je většinou SHZ napojeno na EPS, musí být provedena před uvedením do provozu koordinační funkční zkouška, která prokáže součinnost požárně bezpečnostních zařízení a jejich správný chod jako celku. [2]

3.16.4 Testování soustavy SHZ

Při pravidelné kontrole inspektorem, v České Republice odborně způsobilou osobou v požární ochraně, je zapotřebí zjistit funkčnost celého systému. To je zajištěno zkušební poplachovou armaturou, neboli test ventilem. Je umístěn hydraulicky nejdále od strojovny. Instaluje se pro každou ventilovou stanici. Testovací ventil je kulový kohout s přesně daným K faktorem, simulující aktivaci jednoho nejvzdálenějšího sprinkleru. Při správném návrhu soustavy a čerpadel, po otevření ventilu nastartuje požární čerpadlo a vyhlásí se poplach.

Na testovacím ventilu se také měří tlak, který musí být vyšší, než minimální tlak předepsaný na sprinkleru. Na *obr. 24* je vidět testovací ventil od firmy TYCO, s manometrem pro odečtení tlaku při otevření ventilu.

obr. 24: Testovací sprinkler (vlastní foto)

3.16.5 Provozuschopnost SHZ

Provozuschopnost SHZ se prokazuje dokladem o montáži, funkční zkoušce nebo koordinační funkční zkoušce, kontrole provozuschopnosti, údržbě a opravách. U vyhrazených PBZ se provozuschopnost prokazuje také záznamy v příslušné provozní dokumentaci, nejčastěji provozní knize. [2]

3.16.6 Odstavení systému z provozu

Pokud je zapotřebí požárně bezpečnostní zařízení odstavit z provozu, při zachování provozu uvnitř budovy, je zapotřebí určit náhradní opatření. Náhradní opatření určuje odborně způsobilá osoba v požární ochraně. Při odstavení systému SHZ se standardně navrhuje aktivní systém EPS pro lokalizaci požáru, dále požární hlídka pro včasnou likvidaci požáru. Další možností je v blízkosti budovy přistavená CAS s hasiči. Náhradní opatření jsou nutná do doby, kdy systém bude opět plně funkční a uveden do provozu. [2]

4 Závěr

Tato diplomová práce uvádí problematiku samotného stabilního hasicího zařízení, druhy soustav a nejčastěji používané typy sprinklerových hlavic nejen ve skladovacích halách. Stále větší riziko ve skladovacích halách je zapříčiněno nárůstem skladování vysoce hořlavých materiálů, především plastů.

Řešení hašení ve skladovacích halách vyžaduje vysokou odbornost projektantů, znalost požadovaného návrhového dokumentu a znalost požárních vlastností skladovaných materiálů.

Správně navržená a nainstalovaná sprinklerová ochrana představuje jednu z největších ochran majetku před požárem. Při požáru skladu dokáže uchránit značnou cenu majetku a skladovaného zboží tím, že požár včasně lokalizuje, nebo v případě instalace speciálních sprinklerů i účinně uhasí.

Seznam obrázků

obr. 1: Polostabilní hasicí zařízení [4] ... 3
obr. 2: (A) Mokrá ventilová stanice [8], (B) strojovna SHZ (vlastní foto – V Tower) ... 5
obr. 3: Drenčerová hlavice (vlastní foto – Státní Opera) ... 7
obr. 4: Připojení mobilní techniky pro DHZ na Státní Opeře (vlastní foto) ... 12
obr. 5: Způsoby skladování dle ČSN EN 12845 [7] ... 13
obr. 6: Zatřídění plastových materiálů [7] ... 16
obr. 7: Zkrápění kulové nádrže na LPG [10] ... 19
obr. 8: ESFR sprinkler s ochranným košem, (vlastní foto) ... 20
obr. 9: (A) Konvenční sprinkler, (B) „historický“ sprinkler v OC Kotva (vlastní foto) ... 21
obr. 10: Test konvenčního sprinkleru (vlastní foto) ... 21
obr. 11: Test sprejového sprinkleru (vlastní foto) ... 22
obr. 12: (A) Test ESFR sprinkleru, (B) Porovnání velikosti sprinklerů (vlastní foto) ... 23
obr. 13: Suchý sprinkler [14] ... 24
obr. 14: Testovaný elektronický sprinklerový systém [15] ... 25
obr. 15: Stojatý, stranový a závěsný sprinkler (vlastní foto) ... 27
obr. 16: Spoj potrubí mechanickou spojkou [16] ... 28
obr. 17: Spoj ocelového potrubí – T kus se spojkami (vlastní foto) ... 28
obr. 18: Možnosti instalace plastového potrubí [17] ... 29
obr. 19: Flexi hadice s úchytem do kazetového podhledu [18] ... 30
obr. 20: Soustava čerpadel, Státní Opera (vlastní foto) ... 32
obr. 21: Určení průtoku a tlaku čerpadla – Předem vypočítané potrubí [7] ... 33
obr. 22: Určení charakteristik čerpadla – Hydraulický výpočet [7] ... 34
obr. 23: Střídavé skladování pneumatik [21] ... 38
obr. 24: Testovací sprinkler (vlastní foto) ... 42

Seznam tabulek

tab. 1: Převodník mezi klasifikací dle ČSN EN 12845 a parametry norem třídy 73 08XX. [1] 7
tab. 2: Minimální redukovaný objem nádrže pro SHZ [7]: 11
tab. 3: Základní požadavky na DHZ dle ČSN 73 0810: 11
tab. 4: požadavky na ochranu a omezení pro způsoby skladování (část tabulky) [7] 14
tab. 5: Návrhová kritéria pro HHS pouze pro střešní nebo stropní ochranu [7] 15
tab. 6: Návrhová kritéria pro HHS pro střešní nebo stropní ochranu, vč. regálového jištění [7] 15
tab. 7: určení kategorie výrobku [7] 17
tab. 8: Barevné označení dle otevírací teploty [5] 26
tab. 9: Tepelné odezvy sprinklerů [7] 26
tab. 10: Zásobování vodou pro HHS dle VdS CEA 4001 [22]: 40

Literatura

[1] RYBÁŘ, Pavel. *Sprinklerová zařízení*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. ISBN 978-80-7385-106-4.

[2] *Vyhláška č. 246/2001 Sb. O stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci)*

[3] *ČSN 73 0810 Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení (2016)*

[4] polostabilní hasicí zařízení PHZ. *Sprinkplan* [online]. [vid. 2020-03-03]. Dostupné z: https://www.sprinkplan.cz/polostabilni-hasici-zarizeni-phz.html

[5] VLADIMÍR MÓZER. *Aktívne a pasívne systémy požiarnej ochrany* [online]. 2018 [vid. 2020-03-03]. ISBN 978-80-89228-59-1. Dostupné z: https://arl4.library.sk/arl-spu/sk/detail-spu_us_cat-0305857-Aktivne-a-pasivne-systemy-poziarnej-ochrany/

[6] *ČSN 73 0845 Požární bezpečnost staveb - Sklady (2012)*

[7] *ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení - Navrhování, instalace a údržba (2018)*

[8] Victaulic Series 751 FireLock^{TM} Alarm Check Valve (VdS trim) - Alarm Devices. *Victaulic* [online]. [vid. 2020-03-04]. Dostupné z: https://www.victaulic.com/products/series-751-firelock-alarm-check-valve-vds-trim/

[9] Victaulic Series 768N FireLock NXT^{TM} Dry System Check Valve - Dry Flow Control. *Victaulic* [online]. [vid. 2020-03-05]. Dostupné z: https://www.victaulic.com/products/series-768n-firelock-nxt-dry-system-check-valve/

[10] RYBÁŘ, Pavel. *Stabilní hasicí zařízení: vodní a pěnová*. 2015. ISBN 978-80-260-7372-7.

[11] *ČSN 73 0873 Požární bezpečnost staveb - Zásobování požární vodou (2003)*

[12] *Model ESFR-25* [online]. [vid. 2020-03-17]. Dostupné z: https://www.tyco-fire.com/index.php?P=detailprod&S=3120

[13] *VK514 - ESFR Pendent Sprinkler (K28) | Viking Group Inc.* [online]. [vid. 2020-03-05]. Dostupné z: https://www.vikinggroupinc.com/products/early-suppression-fast-response-esfr/vk514-esfr-pendent-sprinkler-k28

[14] *TFP560_10_2018.pdf* [online]. [vid. 2020-11-15]. Dostupné z: https://www.tyco-fire.com/TD_TFP/TFP/TFP560_10_2018.pdf

[15] MAGNONE, Zachary L, Jeremiah CROCKER a Pedriant PEÑA. Warehouse Protection of Exposed Expanded Group-A Plastics with Electronic Sprinkler Technology. nedatováno, 8.

[16] *VICTAULIC HVAC KATALOG.pdf* [online]. [vid. 2020-11-15]. Dostupné z: http://www.ge-ti.com/resim/pdf/VICTAULIC%20HVAC%20KATALOG.pdf

[17] *red_pipe_2016.pdf* [online]. [vid. 2020-11-15]. Dostupné z: http://www.aqtpipe.cz/assets/download/red_pipe_2016.pdf

[18] Fire Sprinkler Flexible Hose. *indiamart.com* [online]. [vid. 2020-11-28]. Dostupné z: https://www.indiamart.com/proddetail/fire-sprinkler-flexible-hose-21058769048.html

[19] KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. *Požárně bezpečnostní zařízení ve stavbách: stručná encyklopedie pro jednotky PO, požární prevenci a odbornou veřejnost*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2011. ISBN 978-80-7385-103-3.

[20] *DITCH, Benjamin. The Impact of Thermal Runaway on Sprinkler Protection Recommendations for Warehouse Storage of Cartoned Lithium-Ion Batteries. Fire Technology [online]. 2018, vol. 54, no. 2, s. 359-377. ISSN 00152684.*

[21] Bespoke Tyre Stillages that are foldable and forkliftable. *Stillages Direct* [online]. [vid. 2020-12-11]. Dostupné z: https://www.stillagesdirect.co.uk/portfolio/tyre-stillages/

[22] *VdS CEA 4001 - VdS CEA-Richtlinien für Sprinkleranlagen, Planung und Einbau*. 2018

[23] *NFPA 13 Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. 2019

[24] 21 Cdo 1502/2016 , Soudní rozhodnutí Nejvyššího soudu - Zákony.cz. *Zákony .cz - Právní poradna, smlouvy* [online]. [vid. 2020-03-07]. Dostupné z: https://www.zakony.cz

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov

Stabilní hasicí zařízení ve skladovacích halách

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

Projekt SHZ Skladové haly v Trutnově

Studijní program:	Stavební inženýrství
Studijní obor:	Integrální bezpečnost staveb
Vedoucí práce:	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.
Vypracoval:	Bc. Petr Pabouček
Datum:	12/2020

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov

Stabilní hasicí zařízení ve skladovacích halách

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

Projekt SHZ Skladové haly v Trutnově

Technická zpráva

Studijní program:	Stavební inženýrství
Studijní obor:	Integrální bezpečnost staveb
Vedoucí práce:	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.
Vypracoval:	Bc. Petr Pabouček
Datum:	12/2020

Obsah

1 Zdroje a podklady ... 2
2 Všeobecný popis navrženého zařízení ... 2
3 Technické údaje stavby ... 2
4 Rozsah ochrany ... 3
5 Skladování ... 3
5.1 Kategorizace skladovaného zboží ... 3
5.1.1 Kategorie skladovaného zboží ... 4
5.2 Způsob skladování podle ČSN EN 12845 *(1)* ... 4
6 Projekční veličiny navrhovaného SHZ ... 5
6.1.1 MVS1 – Hala ... 5
6.2 MVS2 – Regálové jištění ... 5
6.3 MVS3 – Administrativní přístavba, Expedice zboží ... 6
6.4 Nejištěné prostory SHZ ... 6
7 Sprinklerové hlavice ... 6
8 Uzavírací armatury ... 6
9 Testovací armatury ... 7
10 Potrubí SHZ ... 7
10.1 Materiál a spoje potrubí ... 7
10.2 Závěsy potrubí ... 7
10.3 Povrchové úpravy. ... 7
10.4 Izolace potrubí ... 7
10.5 Uložení potrubí v zemi ... 7
10.6 Vypouštění ... 7
11 Hydraulické výpočty ... 8
12 Zdroj vody SHZ ... 8
12.1 Nádrž SHZ ... 9
13 Připojení mobilní techniky ... 9
14 Seznam navržených zařízení ... 9
15 Měření a regulace SHZ ... 10
15.1 Signalizace chodu zařízení ... 10
15.2 Signály EPS ... 10
15.3 Monitorování ... 10
15.4 Spouštění čerpadel ... 10
16 Zkušební provoz a zkoušení systému ... 10
17 Požadavky na strojovnu SHZ ... 11
18 Tlaková zkouška ... 11
19 Údržba ... 11
20 Revize, kontroly provozuschopnosti ... 11
21 Součinnost SHZ a ZOKT ... 11
22 Přílohy technické zprávy ... 12

1 Zdroje a podklady

(1) ČSN EN 12845 Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba.

(2) Hydraulický program AACALC7, Alan Ashfield , verze 130114

(3) Zákon 133/1985 Sb. O požární ochraně

Podklady pro vypracování PD

- podklad bakalářské práce Veroniky Pražákové – Požárně bezpečnostní řešení skladové haly v Trutnově, 2019
- Katalogové listy a podklady výrobců komponentů.

2 Všeobecný popis navrženého zařízení

Stabilní hasicí zařízení (dále jen SHZ) je aktivní požárně bezpečnostní zařízení, které má za úkol zabránit rozšíření požáru, případně při použití speciálních hlavic i efektivní uhašení celého požáru. Jako hasivo se nejčastěji používá voda.

SHZ se skládá z vodního zdroje, jednoho nebo více čerpadel, potrubního vedení a hlavic. Při působení tepla na sprinklerovou hlavici se uvolní tepelná pojistka a z hlavice začne unikat voda. Díky úniku se sníží tlak v systému. To vede k aktivaci požárních čerpadel, která dodávají vodu do místa požáru po stanovenou dobu. Při aktivaci čerpadla lze systém odstavit pouze ručně ve strojovně SHZ. Vypnutí čerpadla při požáru může vykonat pouze příslušník HZS.

3 Technické údaje stavby

Tato Projektová dokumentace stabilního hasicího zařízení (SHZ) pro stavební povolení řeší základní stropní jištění skladové haly a administrativní přístavby. V hale je řešeno jištění regálového skladování.

Jedná se o novostavbu skladovací haly v Trutnově, kde se skladuje na paletách drobná elektronika (videokamery, hlásiče, …) v kartonových krabicích. Vedle jednopodlažní skladovací haly je dvoupodlažní administrativní budova, která bude převážně využita jako kanceláře pro zaměstnance firmy.

Strojovna SHZ je navržena jako samostatná jednopodlažní budova v rohu pozemku, vč. nadzemní ocelové nádrže těsně přilehlé ke strojovně SHZ.

Celková výška haly je 14,7 m, světlá výška v hale je 12,02 m. Maximální skladovací výška je 11,0 m.

Vedle skladovací haly je umístěna dvoupodlažní administrativní přístavba, kde v 1NP se nachází expedice zboží, kanceláře a sociální zázemí. Ve druhém nadzemním podlaží se nachází kanceláře, šatny, sprchy a technické místnosti.

Ve skladovací hale se bude skladovat drobná elektronika, která bude zabalena v obalových materiálech (krabice a plastové materiály) a bude uskladněna na paletách v regálech se skladovací výškou 11 m.

4 Rozsah ochrany

Strojovna SHZ je samostatně stojící budova v blízkosti skladovací haly. Ve strojovně je navrženo 1 požární čerpadlo s diesel pohonem, zásobní požární nádrž a řídící ventily pro jednotlivé sekce. Veškeré rozvody SHZ jsou navrženy jako mokré soustavy. V hale a ve strojovně je zajištěna temperace na 10°C. V administrativní přístavbě je uvažované teplovodní vytápění na teplotu prostředí 20°C.

Potrubí mezi strojovnou a halou bude vedeno v zemi, chráněno před mrazem v hloubce 1,5 m pod úrovní terénu.

Pro možné doplňování vody do systému jednotkami HZS je navržen sběrač DN150 na stěně strojovny s dvěma bajonetovými spojkami B75 s uzávěry, pro přímé napojení. Na tomto potrubí je umístěná zpětná klapka s obtokem.

V systému jsou navrženy tři mokré ventilové stanice (MVS) pro systémy:

MVS 1 – Hala – Stropní jištění

MVS 2 – Regálové jištění

MVS 3 – Administrativní přístavba

5 Skladování

Kapitola 5 *Skladování* obsahuje všeobecné zásady, které je nutno dodržet v případě skladování zboží v každém z prostor v jištěném objektu.

Další limitující podmínky, popis či upřesnění pro tento konkrétní systém stabilního hasicího zařízení je uveden dále v kapitole 5.2.1 ČSN EN 12845 *(1)*.

5.1 Kategorizace skladovaného zboží

Označení	*Popis*
Materiálový součinitel M2	*Elektrická zařízení s plastovými částmi nebo obaly*
Skladové uspořádání	*.Bez zvláštního uspořádání (Zboží v kartonech)*

5.1.1 Kategorie skladovaného zboží

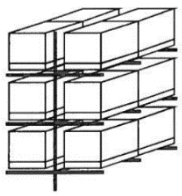
Dle výše uvedených označení zboží a obalů je určena kategorie skladování takto:

Tab. 1: Kategorie jako funkce skladového uspořádání (1)

Skladované uspořádání	*Materiálový součinitel*			
	M1	***M2***	*M3*	*M4*
Plastový kontejner s nehořlavým obsahem vystavený požáru	*Kategorie I,II,III*	*Kategorie I,II,III*	*Kategorie I,II,III*	*Kategorie IV*
Vnější povrch z plastu – nenapěněného vystavený požáru	*Kategorie III*	*Kategorie III*	*Kategorie III*	*Kategorie IV*
Vnější povrch z plastu – napěněného vystavený požáru	*Kategorie IV*	*Kategorie IV*	*Kategorie IV*	*Kategorie IV*
Otevřené struktury	*Kategorie II*	*Kategorie II*	*Kategorie III*	*Kategorie IV*
Pevné materiály v blocích	*Kategorie I*	*Kategorie I*	*Kategorie II*	*Kategorie IV*
Granulovaný nebo práškový materiál	*Kategorie I*	*Kategorie II*	*Kategorie II*	*Kategorie IV*
Bez zvláštního uspořádání	*Kategorie I*	***Kategorie II***	*Kategorie III*	*Kategorie IV*

Uvažované skladování elektrických zařízení v kartonech, na dřevěných paletách, vč. ochrany hran okolo kartonových krabic je zařazeno jako **kategorie II.**

5.2 Způsob skladování podle ČSN EN 12845 *(1)*

Označení (typ skladování)	*Popis*	*Znázornění (příklad)*	*Omezení*	*Požadavky na další ochranu*
ST4	*Paletové skladování*		*Při použití regálových sprinklerů pro Kat. II. Platí maximální výška skladování nad posledním regálovým sprinklerem 3,4 m. Plocha skladování není omezená. Pro šířku uličky mezi regály 1,75 m se uvažují dva požárem zasažené regály vedle sebe.*	*Regálové jištění*

6 Projekční veličiny navrhovaného SHZ

6.1.1 MVS1 – Hala

RIZIKO	***HHS2***
SKLADOVÁNÍ	*Paletové skladování ST4*
SOUSTAVA	*MOKRÁ*
NÁPLŇ	*VODA*
POŽADAVEK NA REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	*ANO*
INTENZITA	*7,5 l / min / m^2*
ÚČINNÁ PLOCHA	*260 m^2*
MIN. TLAK	*0,5 bar*
PROVOZNÍ ČAS	*90 min*
HLAVICE	*SSU 68 °C SR (STANDARDNÍ ODEZVA)*
MAX. POVOLENÁ VÝŠKA SKLADOVÁNÍ NAD POSLEDNÍM REGÁLOVÝM SPRINKLEREM	*3,4 m*
ŠÍŘKA ULIČEK MEZI REGÁLY	*1,75 m*

Při změně skladovaného zboží při provozu skladu, je nutná konzultace s projektantem SHZ. Změna skladovaného zboží může zvýšit požadavky na systém a na nutná další opatření.

6.2 MVS2 – Regálové jištění

Dle šířky uliček 1,75 m budou při požáru aktivovány dvě větve v regálech. Na každém regálu bude aktivováno nejvýše 3 sprinklery ve dvou řadách nad sebou. Celkový maximální počet aktivovaných sprinklerů je:

2*3*2= 12 sprinklerů.

RIZIKO	***HHS2***
SKLADOVÁNÍ	*Paletové skladování*
SOUSTAVA	*MOKRÁ*
NÁPLŇ	*VODA*
POŽADAVEK NA REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	*ANO*
INTENZITA	*7,5 l / min / m^2*
ÚČINNÁ PLOCHA STROPNÍHO JIŠTĚNÍ	*260 m^2*
MIN. TLAK	*1,0 bar*
PROVOZNÍ ČAS	*90 min*
HLAVICE REGÁLOVÉHO JIŠTĚNÍ	*SSP 68 °C QR (RYCHLÁ ODEZVA)* *Sprinkler s plochým výstřikem*
POČET AKTIVNÍCH REGÁLOVÝCHSPRINKLERŮ	*12 ks*

Umístění regálových sprinklerů je dle výkresové části ve vodorovné rovině v každém průsečíku mezer umístěných palet. Ve svislé rovině jsou umístěné dvě větve sprinklerů. Od nejvýše položeného regálového sprinkleru nesmí být maximální výška skladování větší než 3,4 m, měřeno na horní skladovaného materiálu.

6.3 MVS3 – Administrativní přístavba, Expedice zboží

RIZIKO	***OH3***
SOUSTAVA	*MOKRÁ*
NÁPLŇ	*VODA*
INTENZITA	*5,0 l / min / m^2*
ÚČINNÁ PLOCHA	*216 m^2*
MIN. TLAK	*0,35 bar*
PROVOZNÍ ČAS	*60 min*
HLAVICE	*SSP 68 °C SR (STANDARDNÍ ODEZVA)*

V administrativní vestavbě budou umístěné závěsné sprinklery v podhledu s rozetou. Barevné provedení sprinklerů a rozet se bude řídit dle požadavku investora, příp. architekta.

6.4 Nejištěné prostory SHZ

Plochy nevyžadující SHZ dle PBŘ, případně povolené výjimky dle ČSN EN 12845 *(1)* jsou:

umývárny a záchody z nehořlavých materiálů, v nichž nejsou skladovány hořlavé látky

uzavřená schodiště a uzavřené vertikální šachty bez hořlavých látek, které jsou požárně oddělené.

prostory v nichž není dle požárního řešení objektu (viz PD PBŘS)

7 Sprinklerové hlavice

V soustavě SHZ jsou navrženy typy hlavic:

Sprinkler sprej stojatý, 68°C, K80, ½“, mosaz

Sprinkler sprej stojatý 93°C, K80, ½“, mosaz – sprinkler stropního jištění, pod světlíkem

Sprinkler sprej závěsný s plochým výstřikem, 68°C, K115, ¾“, mosaz

Sprinkler sprej závěsný do podhledu, 68°C, K80, ½“, s rozetou – barevnost dle požadavku

Mezi tříštiči regálových sprinklerů a horní plochou skladovaného materiálu musí být vzdálenost nejméně 0,10 m pro sprinklery s plochým výstřikem a 0,15 m pro ostatní druhy sprinklerů.

Stropní sprinklery se umisťují v poloze předepsané výrobcem, maximálně vzdálené 0,45 m od nehořlavého stropu a 0,3 m od hořlavého stropu. Sprinklery umístěné ve světlíku budou vybaveny zádržným plechem 600 x 600 mm tak, aby se zajistila správná výška od nehořlavé stropní konstrukce a zároveň aby byl zajištěn rozstřik sprinkleru, viz detail na výkresech.

8 Uzavírací armatury

Každé hlavní potrubí bude ukončeno proplachovacími kusy s kulovými kohouty DN50 (2“). Armatury budou zabezpečeny proti manipulaci, např. řetízkem nebo zámkem.

Armatury, kterými se může omezit nebo uzavřít dodávka vody do systému SHZ až ke sprinklerům, budou opatřeny monitorováním polohy a napojeny na systém MaR SHZ. Při opuštění provozní polohy o více než 20% bude hlášeno opuštění polohy jako porucha systému SHZ.

9 Testovací armatury

Zkušební testovací armatura dle ČSN EN 12845 bude instalována v systému na hydraulicky nejvzdálenější místo, pro každou ventilovou stanici. Testovací ventil bude sloužit pro testování funkčnosti soustavy a simulaci požáru. Armatura musí mít K faktor jako sprinklery v dané soustavě.

10 Potrubí SHZ

10.1 Materiál a spoje potrubí

Potrubní systém bude vyroben z ocelových černých trubek DN20 až DN300. Ocelové potrubí bude spojováno závity pro napojení sprinklerů a potrubí DN20-DN25, trubky DN32 až DN50 drážkovými spojkami, potrubí DN65 až DN300 bude spojeno pomocí drážkových spojek nebo svařováním. Prefabrikovaná část systému bude vyrobena z dílenských prvků ve specializované dílně. Přírubové spoje budou použité pouze u napojení přívodního podzemního potrubí a dále pro spojení hlavních ventilů a ventilových stanic, ostatních armatur.

10.2 Závěsy potrubí

Jako závěsy potrubí musí být použity pouze nehořlavé materiály s příslušnou certifikací pro závěsy na požárně bezpečnostní zařízení. Pro upevnění slouží kluzné závěsy (slzy), nebo pevné objímky a třmeny. Vzdálenost závěsů nesmí přesáhnout 4 m. Při použití mechanických spojek je maximální vzdálenost od spojky 1 m.

Na potrubí budou osazeny pevné body každých 30 m až 40 m rozvodu. Na potrubí SHZ se nesmí věšet jakákoliv jiná potrubí, technologie a zařízení.

10.3 Povrchové úpravy.

Pokud nebude určeno v architektonicko-stavební části jinak, bude potrubní systém opatřen nátěrem RAL 3000. V případě pozinkovaného potrubí není nutná žádná další úprava.

10.4 Izolace potrubí

Zkušební potrubí a plnící potrubí vedené do nádrže bude izolováno a chráněno proti zamrznutí vody.

10.5 Uložení potrubí v zemi

Potrubí uložené v zemi mezi strojovnou SHZ a halou bude v hloubce 1,5 m pod úrovní terénu na pískovém loži. Potrubí uložené v zemi bude z litiny. Přechod na ocelové potrubí bude řešený pomocí příruby PN16.

10.6 Vypouštění

Potrubní systém bude možné vypouštět v nejnižších místech rozvodů vypouštěcími ventily nebo zátky, v místě testovacích ventilů, nad průtokovými hlásiči, v místě proplachů DN50 na konci potrubních systémů a ve strojovně SHZ za řídícím ventilem.

Proplach a vypouštění stropního jištění bude umožněno ventilem DN50, svedeným po sloupu konstrukce do výšky 1,0 m nad podlahou ve skladovací hale.

Pro odvodnění systému slouží také vypouštěcí ventil na rozdělovači SHZ, umístěný na spodní straně rozdělovače. Na každém stoupacím potrubí je v nejnižším místě navržen vypouštěcí ventil DN50.

11 Hydraulické výpočty

Pro jednotlivé soustavy byly provedeny úplné hydraulické výpočty pomocí programu AACALC7 *(2)*, který je volně přístupný. Jedná se o hydraulický program s grafickou nástavbou, který je učený pro výpočet sprinklerových systémů dle norem ČSN EN 12845, NFPA a VdS CEA 4001. Hydraulické výpočty jsou přílohami této technické zprávy, vč. schématického axonometrického řezu pro jednotlivé výpočty.

Nejnevýhodnější plochy jednotlivých ventilových stanic:

SOUSTAVA	*TŘÍDA NEBEZPEČÍ*	*PRŮTOK (MINIMÁLNĚ) (l/min)*	*TLAK (MINIMÁLNĚ) (bar)*	*DOBA ČINNOSTI (MINIMÁLNĚ) (min)*	*OBJEM NÁDRŽE (MINIMÁLNĚ) (m3)*
MVS 01 HALA	*HHS2*	*2703*	*4,093*	*90*	*244*
MVS 02 REGÁL	*HHS2*	*1487*	*2,938*	*90*	*134*
MVS 01+ 02 Hala + Regál	*HHS2*	*4505*	*4,189*	*90*	*406*
MVS 03 ADMIN	*OH3*	*2081*	*2.78*	*60*	*125*

Nejvýhodnější plocha aktivní MVS01 + 02:

SOUSTAVA	*TŘÍDA NEBEZPEČÍ*	*PRŮTOK (MINIMÁLNĚ) (l/min)*	*TLAK (MINIMÁLNĚ) (bar)*	*DOBA ČINNOSTI (MINIMÁLNĚ) (min)*	***OBJEM NÁDRŽE (MINIMÁLNĚ) (m3)***
MVS 01+ 02 Hala + Regál	*HHS2*	*4845*	*2,788*	*90*	***436***

Minimální objem nádrže je dán vzorcem:

$$V = Q * \tau = 4845\ l/\min * 90\ min = 436\ 050\ l = 436\ m^3$$

Minimální objem nádrže byl stanoven na základě hydraulických výpočtů. Při návrhu celkového objemu bylo kalkulováno se součinností stropního a regálového jištění MVS 1 a 2.

Stropní jištění aktivováno na ploše 260 m^2, regálové jištění aktivováno na tři sprinklery v řadě, dvě úrovně sprinklerů a zároveň dva regály. Tzn. 3x2x2 = 12 aktivních sprinklerů.

12 Zdroj vody SHZ

Pro zajištění dostatečného množství vody je navrženo dle ČSN EN 12845 jednoduché zásobování vodou, tj. nadzemní ocelová nádrž o celkovém objemu 460 m^3 a jedním čerpadlem s dieselovým pohonem. Pro zajištění tlaku v soustavě bude ve strojovně elektrické doplňovací čerpadlo.

Proti zamrznutí vody bude nádrž izolována. Nádrž bude opatřena vstupem, přepadovým potrubím a vypouštěním u dna nádrže. Pro plnění nádrže budou osazeny plovákové ventily, které zajistí automatické dopouštění nádrže. Nádrž musí být naplněna do 36 hod. od jejího úplného vyčerpání. V případě že automatické plnění díky místním podmínkám nebude schopno naplnit dostatečně rychle požární nádrž, je možné plnění pomocí automobilů CAS.

12.1 Nádrž SHZ

Nadzemní ocelová nádrž SHZ o objemu 460 m^3 je umístěna těsně vedle strojovny. Vnitřní průměr nádrže je 10 m. Vnitřní výška nádrže je 7,17 m. Nádrž bude stát na betonovém základu o průměru o 1m větším, než je vnější průměr nádrže dle technického listu výrobce. Nádrž bude zajištěna vypouštěním DN150. Bude opatřena vstupem s plošinou uvnitř nádrže pro možnou manipulaci s plovákovými ventily a údržbou uvnitř nádrže.

13 Připojení mobilní techniky

Pro připojení mobilní techniky je ze strojovny vyvedeno potrubí DN150 se sběračem, se dvěma nástavci s kulovým ventilem DN65 a spojkou na požární hadice typu „B“. Díky tomu je možné systém zásobovat požární vodou z cisteren. Potrubí má ve strojovně zpětnou klapku DN150 a obtok klapky DN50. Obtok slouží pro vypuštění nádrže v případě údržby.

14 Seznam navržených zařízení

Ve strojovně a nádrži SHZ jsou navrženy armatury a zařízení:

Hlavní požární čerpadlo dieselové:	Q = 4 800 l/min H = 5.0 barů P = 50 KW
Doplňovací čerpadlo:	Q = 10 l/min. H = 5,0 barů P = 1.1 KW
1 zkušební potrubí, testovací a měřící clona pro požární čerpadlo pro daný průtok	
1 monitorovací ústředna zařízení SHZ (monitorování prostoru strojovny SHZ), Rozvaděč NN	
Uzavírací armatury, Zpětné klapky, Filtry dle schématu	
Poplachový mechanický zvon umístěný na vnější straně obvodové zdi strojovny SHZ	
Rozdělovač SHZ	
3x Mokrá ventilová stanice	
Připojení mobilní techniky	
Skříňka s náhradními sprinklery	
Úkapová vana pod rozdělovačem SHZ s podlahovou vpustí	

15 Měření a regulace SHZ

15.1 Signalizace chodu zařízení

Při otevření hlavice a následném průtoku vody skrz hlavici dochází od ventilové stanice malá část vody do mechanického poplachového zvonu. Poplachový zvon bude umístěn ve venkovním prostředí na obvodové zdi strojovny SHZ, poblíž rozdělovače SHZ.

15.2 Signály EPS

Do systému EPS jsou odesílány tyto signály:

- Signál „HOŘÍ“ pro každou ventilovou stanici zvlášť (MVS1, MVS2, MVS3, průtokový hlásič jištění strojovny SHZ)
- Signál „HLAVNÍ POŽÁRNÍ ČERPADLO CHOD“
- Signál „HLAVNÍ POŽÁRNÍ ČERPADLO PORUCHA“
- Signál „SDRUŽENÁ PORUCHA“ pro ostatní negativní stavy v soustavě (nízká hladina v nádrži, přesah hladiny v nádrži, uzavření monitorované armatury ovlivňující průtok vody v systému, nízká teplota ve strojovně, pokles teploty ve strojovně pod +5 °C, pokles tlaku v systému)

15.3 Monitorování

Měření a regulace SHZ musí monitorovat:

- správnou polohu všech uzavíracích armatur, které mohou při nesprávné poloze znemožnit nebo snížit průtok vody,
- stav hladiny vody v požární nádrži,
- tlak vody v přívodním a rozvodném potrubí,
- výpadek elektrického proudu ze sítě a vypnutý rozvaděč

15.4 Spouštění čerpadel

Hlavní požární čerpadlo je automaticky spuštěno při poklesu tlaku na danou hodnotu. Doplňovací čerpadlo spíná při poklesu tlaku o 0,5 bar pod provozní tlak.

Hlavní požární čerpadlo spíná při poklesu tlaku v soustavě na hodnotu 80% maximálního tlaku při uzavřeném ventilu. (Zkoušeno při nulovém průtoku na zkušebním okruhu).

Požární čerpadlo má dva tlakové spínače, zaručující aktivaci čerpadla. Při nefunkčnosti jednoho tlakového spínače, druhý spínač aktivuje čerpadlo samostatně.

16 Zkušební provoz a zkoušení systému

Protože Stabilní Hasicí Zařízení pracuje na základě zvýšení teploty, není možné provádět zkušební provoz. Pro vyzkoušení systému je možné provést komplexní zkoušku systému SHZ s přenosem signálů do EPS a následné návaznosti.

17 Požadavky na strojovnu SHZ

Strojovna SHZ tvoří samostatný požární úsek, možné je i požární úsek vč. přilehlé nádrže (bez požárního rizika).

Strojovna musí být chráněna proti vstupu nepovolaných osob. Ke strojovně musí být zajištěn přístup z volného prostranství. Ve strojovně musí být zajištěno přirozené větrání, teplota nesmí poklesnout pod +10°C a nesmí přesáhnout +40°C.

18 Tlaková zkouška

Před uvedením do provozu musí být provedena tlaková zkouška tlakem 1,5 MPa (15 bar) po dobu 2 hodin. Při zkoušce nesmí poklesnout tlak, nastat trvalé deformace, praskliny a netěsnosti. V opačném případě se musí místa opravit a zkouška opakovat.

19 Údržba

Uživatel SHZ je povinen zajistit údržbu systému, plnit program prohlídek a kontrol, které předepisuje výrobce zařízení.

20 Revize, kontroly provozuschopnosti

Revize a pravidelné kontroly provozuschopnosti provádí firma nebo osoba, která má k této činnosti oprávnění. Kontrolu provozuschopnosti požárně bezpečnostních zařízení může provádět Odborně způsobilá osoba v požární ochraně, dle zákona *133/1985 Sb. O požární ochraně. (3)*

21 Součinnost SHZ a ZOKT

Zařízení odvodu kouře a tepla nesmí svou funkcí narušit činnost sprinklerového hasicího zařízení, nebo prodloužit čas aktivace sprinklerových hlavic. Způsob součinnosti a priority spuštění musejí být vyřešeny v PBŘ objektu, případně musejí být upřesněny projektantem PBŘ před realizací.

Pro ochranu majetku a zboží (nejen ve skladovacích halách), podle ČSN 73 0810 tab. B.2 je doporučené samočinné nebo manuální spouštění ZOKT. Pokud je důvodem instalace požárně bezpečnostního zařízení ochrana majetku a životního prostředí, se obvykle prioritně spouští samočinné SHZ.

22 Přílohy technické zprávy

Nedílnou součástí této technické zprávy jsou hydraulické výpočty!

Hydraulické výpočty jsou provedeny následovně:

- MVS1 Hala – nejnevýhodnější plocha
- MVS2 Regál – nejnevýhodnější plocha
- **MVS1 + MVS2 – nejnevýhodnější plocha**
- MVS3 Administrativní přístavba – nejnevýhodnější plocha
- **MVS1 + MVS2 nejvýhodnější plocha**

V Praze 12/2020

Bc. Petr Pabouček

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov

Stabilní hasicí zařízení ve skladovacích halách

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Část II.

Příloha technické zprávy

Hydraulické výpočty

Studijní program:	Stavební inženýrství
Studijní obor:	Integrální bezpečnost staveb
Vedoucí práce:	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.
Vypracoval:	Bc. Petr Pabouček
Datum:	12/2020

```
            Project ref/no = DIPLOMOVÁ PRÁCE HYRAULICKÉ VÝPOČTY
             Client ref/no = -
          Address/notes 1 = -
          Address/notes 2 = -
          Address/notes 3 = -
          Building ref/no = -
    Hazard classification = HHS2/OH3
System/design ref (MR/MF) = Most Remote   [Selected 35 most remotest heads]
      Installation ref/no = -
        Drawing(s) ref/no = -
  Drawing(s) dates/issues = Issues
  Reviewer/Insurance/Fire = Insurance co
           Designer/Dept = Bc. Petr Pabouček
              Comments 1 = -
              Comments 2 = -  MVS1 - Hala
 Start X Y + building DXF = -
        Design area sq.m = 260.0
   Elbows welded above mm = 65
         Specific gravity = 1.00
   Node no for zero datum = 0
        Design authority = EN12845 Rules (latest)   using Hazen-Williams formula

       Installer/designer = Program provided free by Alan Ashfield

                            The user name and contact details are stored
                            in the file USERINFO.TXT which you can either
                            delete and re-enter OR amend with NOTEPAD.



          Telephone no(s) =
                FAX no(s) =
             Registration = 20570 from 11 October 2020 [0AB5549F]
                Reference = paboucek on LENOVO-Y700  to Microsoft Print to PDF
                Data file = C:\Cloud stations\Home\HYDRAULIKA\DP_201028.AHC last amended 19:10 281020

      All pages checked by   . . . . . .

      Sprinklers operating =    35 out of 78 entered
         Area of operation =   315.00  sq.m
         Max area per head =     9.000 sq.m
          Min head density =     7.500 mm/min at node   126
         Min head pressure =     0.712 bars   at node   126
         Max head pressure =     1.084 bars   at node   132
           Max head height =    14.530 m
                     Pipes =    59 + 81 with zero flow
            Min pipe size =    40     mm
         Max pressure drop =     0.928 bars   in pipe   113   120
   Max pressure drop/metre =    40.32  mbar/m in pipe   120   121
              Max velocity =     3.74  m/s    in pipe   120   121
      Hydrants / hosereels =     0     L/min
        Volume of pipework =    10.203 cu.m
Actual density of discharge =     9.35  mm/min over 7.840 sq.m
     Four most remote heads =   125    126    135    136

                 SOURCE DUTY =  2702.7   L/min at 4.093 bars [node 1]
```

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows in L/min Min	Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures bar Min	Normal	Vel	Total
122	20.0	80.00	67.5	78.6	16	9.000	7.50	8.73	40		14.530	0.50	0.964		0.964
123	20.0	80.00	67.5	73.0	8	9.000	7.50	8.11	40		14.530	0.50	0.832		0.832
124	20.0	80.00	67.5	69.6	3	9.000	7.50	7.73	40		14.530	0.50	0.757		0.757
125	20.0	80.00	67.5	68.0	1	9.000	7.50	7.55	40	1	14.530	0.50	0.722		0.722
126	20.0	80.00	67.5	67.5	0	9.000	7.50	7.50	40	2	14.530	0.50	0.712		0.712
132	20.0	80.00	67.5	83.3	23	9.000	7.50	9.25	50		14.530	0.50	1.084		1.084
133	20.0	80.00	67.5	81.0	20	9.000	7.50	9.00	50		14.530	0.50	1.025		1.025
134	20.0	80.00	67.5	79.6	18	9.000	7.50	8.85	50		14.530	0.50	0.990		0.990
135	20.0	80.00	67.5	79.0	17	9.000	7.50	8.77	50	3	14.530	0.50	0.974		0.974
136	20.0	80.00	67.5	78.8	17	9.000	7.50	8.75	50	4	14.530	0.50	0.970		0.970
142	20.0	80.00	67.5	81.8	21	9.000	7.50	9.09	50		14.530	0.50	1.045		1.045
143	20.0	80.00	67.5	79.5	18	9.000	7.50	8.84	50		14.530	0.50	0.988		0.988
144	20.0	80.00	67.5	78.2	16	9.000	7.50	8.69	50		14.530	0.50	0.955		0.955
145	20.0	80.00	67.5	77.5	15	9.000	7.50	8.62	50		14.530	0.50	0.940		0.940
146	20.0	80.00	67.5	77.4	15	9.000	7.50	8.60	50		14.530	0.50	0.935		0.935
152	20.0	80.00	67.5	80.8	20	9.000	7.50	8.98	50		14.530	0.50	1.020		1.020
153	20.0	80.00	67.5	78.5	16	9.000	7.50	8.73	50		14.530	0.50	0.964		0.964
154	20.0	80.00	67.5	77.2	14	9.000	7.50	8.58	50		14.530	0.50	0.932		0.932
155	20.0	80.00	67.5	76.6	13	9.000	7.50	8.51	50		14.530	0.50	0.916		0.916
156	20.0	80.00	67.5	76.4	13	9.000	7.50	8.49	50		14.530	0.50	0.912		0.912

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 2

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows Min	in L/min Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures bar Min	Normal	Vel	Total
162	20.0	80.00	67.5	80.2	19	9.000	7.50	8.91	50		14.530	0.50	1.005		1.005
163	20.0	80.00	67.5	78.0	16	9.000	7.50	8.66	50		14.530	0.50	0.950		0.950
164	20.0	80.00	67.5	76.7	14	9.000	7.50	8.52	50		14.530	0.50	0.918		0.918
165	20.0	80.00	67.5	76.0	13	9.000	7.50	8.45	50		14.530	0.50	0.903		0.903
166	20.0	80.00	67.5	75.9	12	9.000	7.50	8.43	50		14.530	0.50	0.899		0.899
172	20.0	80.00	67.5	79.9	18	9.000	7.50	8.88	50		14.530	0.50	0.998		0.998
173	20.0	80.00	67.5	77.7	15	9.000	7.50	8.63	50		14.530	0.50	0.943		0.943
174	20.0	80.00	67.5	76.4	13	9.000	7.50	8.49	50		14.530	0.50	0.912		0.912
175	20.0	80.00	67.5	75.8	12	9.000	7.50	8.42	50		14.530	0.50	0.897		0.897
176	20.0	80.00	67.5	75.6	12	9.000	7.50	8.40	50		14.530	0.50	0.893		0.893
182	20.0	80.00	67.5	80.6	19	9.000	7.50	8.95	50		14.530	0.50	1.014		1.014
183	20.0	80.00	67.5	78.3	16	9.000	7.50	8.70	50		14.530	0.50	0.959		0.959
184	20.0	80.00	67.5	77.0	14	9.000	7.50	8.56	50		14.530	0.50	0.927		0.927
185	20.0	80.00	67.5	76.4	13	9.000	7.50	8.49	50		14.530	0.50	0.912		0.912
186	20.0	80.00	67.5	76.2	13	9.000	7.50	8.47	50		14.530	0.50	0.907		0.907

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures bar Start	Frict	Vel	End
1	2	200	S5	2702.7	2.000	Up	BV	8.60	1.26	2.000	2.000	4.093	0.009		3.887
2	3	200	S5	2702.7	2.000	West	E2WT	21.90	1.26		2.000	3.887	0.021		3.867
3	4	200	S5	2702.7	2.000	Down	E2W	10.90	1.26	-2.000	0.000	3.867	0.011		4.051
4	5	200	S5	2702.7	1.000	South	E2WT	21.90	1.26		0.000	4.051	0.020		4.031
5	102	200	S5	2702.7	39.000	East	2EWTGV	26.50	1.26		0.000	4.031	0.057		3.974
102	103	200	S5	2702.7	12.780	Up	E2W	10.90	1.26	12.780	12.780	3.974	0.021		2.701
103	104	200	S5	2702.7	0.450	East	2WT	16.20	1.26		12.780	2.701	0.014		2.687
104	108	125	S5	2702.7	7.630	South	2T	14.70	3.11		12.780	2.687	0.176		2.511
108	112	125	S5	2702.7	1.120	South	EW	5.38	3.11		12.780	2.511	0.051		2.459
112	113	125	S5	2702.7	1.500	Up	EW	5.38	3.11	1.500	14.280	2.459	0.054		2.258
113	120	125	S5	2702.7	49.700	East	W9T	67.86	3.11		14.280	2.258	0.928		1.329
120	130	125	S5	2346.2	2.800	East	T	7.35	2.70		14.280	1.329	0.062		1.268
130	140	125	S5	1944.5	2.800	East	T	7.35	2.24		14.280	1.268	0.044		1.224
140	150	125	S5	1550.1	2.900	East	T	7.35	1.78		14.280	1.224	0.029		1.195
150	160	125	S5	1160.6	2.800	East	T	7.35	1.34		14.280	1.195	0.017		1.178
160	170	125	S5	773.9	2.900	East	T	7.35	0.89		14.280	1.178	0.008		1.170
170	180	125	S5	388.5	2.800	East	T	7.35	0.45		14.280	1.170	0.002		1.168
120	121	40	S5	356.6	0.250	Up	ET	3.60	3.74	0.250	14.530	1.329	0.155		1.150
121	122	40	S5	356.6	1.000	South	ET	3.60	3.74		14.530	1.150	0.185		0.964
122	123	40	S5	278.0	2.800	South	T	2.40	2.91		14.530	0.964	0.132		0.832
123	124	40	S5	205.0	2.800	South	T	2.40	2.15		14.530	0.832	0.075		0.757
124	125	40	S5	135.5	2.800	South	T	2.40	1.42		14.530	0.757	0.035		0.722
125	126	40	S5	67.5	2.800	South	T	2.40	0.71		14.530	0.722	0.010		0.712
130	131	50	S5	401.6	0.250	Up	ET	4.40	2.62	0.250	14.530	1.268	0.074		1.169
131	132	50	S5	401.6	1.000	South	ET	4.40	2.62		14.530	1.169	0.086		1.084
132	133	50	S5	318.3	2.800	South	T	2.90	2.08		14.530	1.084	0.059		1.025
133	134	50	S5	237.4	2.800	South	T	2.90	1.55		14.530	1.025	0.034		0.990
134	135	50	S5	157.7	2.800	South	T	2.90	1.03		14.530	0.990	0.016		0.974
135	136	50	S5	78.8	2.800	South	T	2.90	0.51		14.530	0.974	0.004		0.970
140	141	50	S5	394.4	0.250	Up	ET	4.40	2.58	0.250	14.530	1.224	0.071		1.128
141	142	50	S5	394.4	1.000	South	ET	4.40	2.58		14.530	1.128	0.083		1.045
142	143	50	S5	312.6	2.800	South	T	2.90	2.04		14.530	1.045	0.057		0.988
143	144	50	S5	233.1	2.800	South	T	2.90	1.52		14.530	0.988	0.033		0.955
144	145	50	S5	154.9	2.800	South	T	2.90	1.01		14.530	0.955	0.016		0.940
145	146	50	S5	77.4	2.800	South	T	2.90	0.51		14.530	0.940	0.004		0.935
150	151	50	S5	389.6	0.250	Up	ET	4.40	2.54	0.250	14.530	1.195	0.070		1.101
151	152	50	S5	389.6	1.000	South	ET	4.40	2.54		14.530	1.101	0.081		1.020
152	153	50	S5	308.8	2.800	South	T	2.90	2.02		14.530	1.020	0.056		0.964
153	154	50	S5	230.2	2.800	South	T	2.90	1.50		14.530	0.964	0.032		0.932
154	155	50	S5	153.0	2.800	South	T	2.90	1.00		14.530	0.932	0.015		0.916
155	156	50	S5	76.4	2.800	South	T	2.90	0.50		14.530	0.916	0.004		0.912
160	161	50	S5	386.7	0.250	Up	ET	4.40	2.53	0.250	14.530	1.178	0.069		1.085
161	162	50	S5	386.7	1.000	South	ET	4.40	2.53		14.530	1.085	0.080		1.005
162	163	50	S5	306.5	2.800	South	T	2.90	2.00		14.530	1.005	0.055		0.950
163	164	50	S5	228.5	2.800	South	T	2.90	1.49		14.530	0.950	0.032		0.918
164	165	50	S5	151.9	2.800	South	T	2.90	0.99		14.530	0.918	0.015		0.903
165	166	50	S5	75.9	2.800	South	T	2.90	0.50		14.530	0.903	0.004		0.899
170	171	50	S5	385.3	0.250	Up	ET	4.40	2.52	0.250	14.530	1.170	0.068		1.077
171	172	50	S5	385.3	1.000	South	ET	4.40	2.52		14.530	1.077	0.080		0.998
172	173	50	S5	305.4	2.800	South	T	2.90	2.00		14.530	0.998	0.055		0.943

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 3

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures Start	Frict	Vel	bar End
173	174	50	S5	227.7	2.800	South	T	2.90	1.49		14.530	0.943	0.032		0.912
174	175	50	S5	151.3	2.800	South	T	2.90	0.99		14.530	0.912	0.015		0.897
175	176	50	S5	75.6	2.800	South	T	2.90	0.49		14.530	0.897	0.004		0.893
180	181	50	S5	388.5	0.250	Up	2E	3.00	2.54	0.250	14.530	1.168	0.049		1.095
181	182	50	S5	388.5	1.000	South	ET	4.40	2.54		14.530	1.095	0.081		1.014
182	183	50	S5	308.0	2.800	South	T	2.90	2.01		14.530	1.014	0.055		0.959
183	184	50	S5	229.6	2.800	South	T	2.90	1.50		14.530	0.959	0.032		0.927
184	185	50	S5	152.6	2.800	South	T	2.90	1.00		14.530	0.927	0.015		0.912
185	186	50	S5	76.2	2.800	South	T	2.90	0.50		14.530	0.912	0.004		0.907

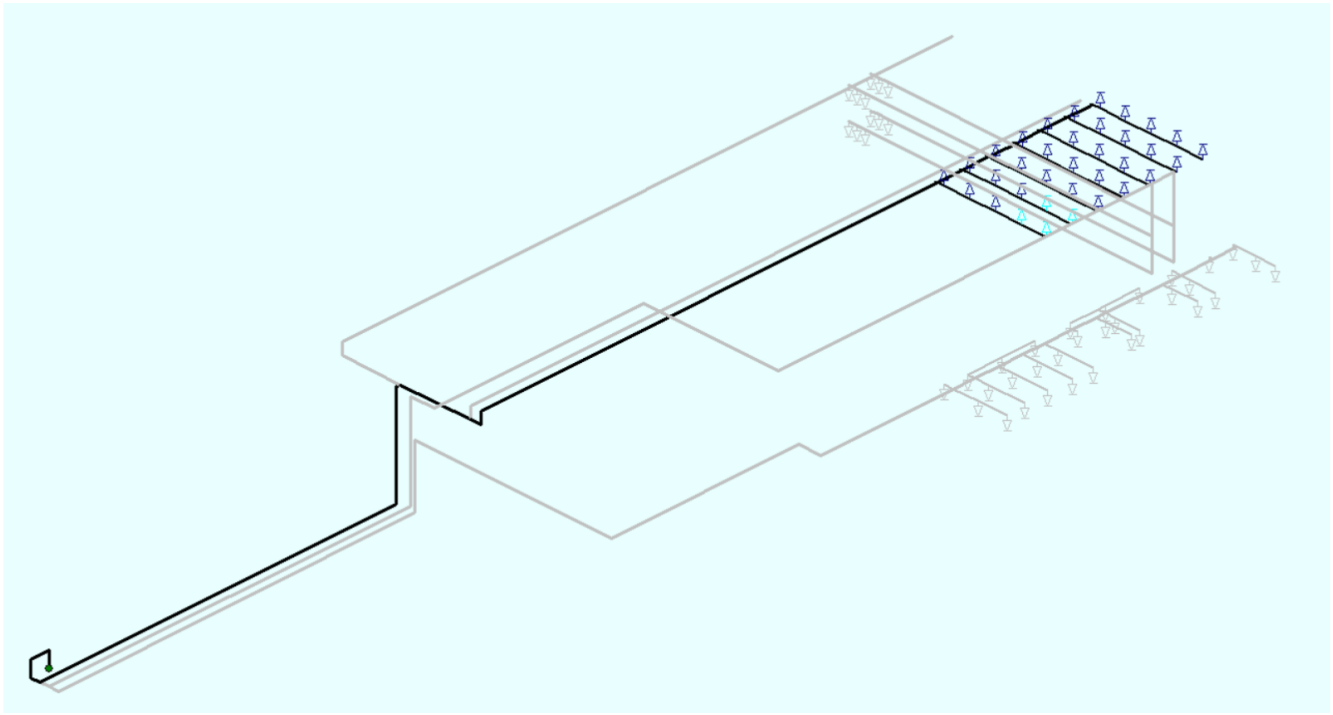
KEY TO FITTINGS AND PIPEWORK QUANTITIES (Above pipes only)

E = Screwed elbow, W = Welded elbow, H = 45deg elbow, T = Branch tee/cross, J = Through tee
GV = Gate valve, SV = Swinging valve, MV = Mushroom valve, BV = Butterfly valve, GL = Globe valve

S5 = Schedule 5 steel [API 5L] "C"wet=120 "C"dry=120(d) "C"nfpa=120 Total = 223.33 m

Sizes =	40	50	125	200	mm
Bores =	45.00	57.00	135.76	213.56	mm
Lengths =	12.45	74.70	76.95	59.23	m

AACALC7 [130114] by Alan Ashfield, 9 Hyde Gardens, Langtoft, Peterborough PE6 9LT, UK
For more information about AACALC7, please visit www.freehc.net



```
            Project ref/no = DIPLOMOVÁ PRÁCE HYRAULICKÉ VÝPOČTY
             Client ref/no = -
          Address/notes 1 = -
          Address/notes 2 = -
          Address/notes 3 = -
          Building ref/no = -
    Hazard classification = HHS2/OH3
System/design ref (MR/MF) = Most Remote   [Selected 12 most remotest heads]
      Installation ref/no = -
        Drawing(s) ref/no = -
  Drawing(s) dates/issues = Issues
  Reviewer/Insurance/Fire = Insurance co
           Designer/Dept = Bc. Petr Pabouček
              Comments 1 = -
              Comments 2 = -   MVS2 - Regál
 Start X Y + building DXF = -
        Design area sq.m = 260.0
   Elbows welded above mm = 65
         Specific gravity = 1.00
   Node no for zero datum = 0
        Design authority = EN12845 Rules (latest)   using Hazen-Williams formula

       Installer/designer = Program provided free by Alan Ashfield

                            The user name and contact details are stored
                            in the file USERINFO.TXT which you can either
                            delete and re-enter OR amend with NOTEPAD.



          Telephone no(s) =
                FAX no(s) =
             Registration = 20570 from 11 October 2020 [0AB5549F]
                Reference = paboucek on LENOVO-Y700  to Microsoft Print to PDF
                Data file = C:\Cloud stations\Home\HYDRAULIKA\DP_201028.AHC last amended 19:10 281020

      All pages checked by   . . . . . .

      Sprinklers operating =    12 out of 78 entered
         Area of operation =   108.00  sq.m
         Max area per head =     9.000 sq.m
          Min head density =    12.778 mm/min at node   222
         Min head pressure =     1.000 bars   at node   222
         Max head pressure =     1.339 bars   at node   307
           Max head height =     6.200 m
                     Pipes =    30 + 110 with zero flow
            Min pipe size =    65     mm
         Max pressure drop =     0.343 bars   in pipe   283   307
  Max pressure drop/metre =     7.26  mbar/m in pipe   280   281
             Max velocity =     2.21  m/s    in pipe   280   281
      Hydrants / hosereels =     0     L/min
        Volume of pipework =    10.203 cu.m
Actual density of discharge =   54.98  mm/min over 2.100 sq.m
    Four most remote heads =   221    222    305    306

               SOURCE DUTY =  1486.7   L/min at 2.938 bars [node 1]
```

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows Min	in L/min Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures Min	Normal	Vel	bar Total
220	20.0	115.00	115.0	115.7	1	9.000	7.50	12.86	65		6.200	1.00	1.013		1.013
221	20.0	115.00	115.0	115.1	0	9.000	7.50	12.79	65	1	6.200	1.00	1.002		1.002
222	20.0	115.00	115.0	115.0	0	9.000	7.50	12.78	65	2	6.200	1.00	1.000		1.000
230	20.0	115.00	115.0	132.1	15	9.000	7.50	14.68	65		2.200	1.00	1.320		1.320
231	20.0	115.00	115.0	131.4	14	9.000	7.50	14.60	65		2.200	1.00	1.306		1.306
233	20.0	115.00	115.0	131.3	14	9.000	7.50	14.59	65		2.200	1.00	1.304		1.304
304	20.0	115.00	115.0	116.5	1	9.000	7.50	12.95	65		6.200	1.00	1.027		1.027
305	20.0	115.00	115.0	115.9	1	9.000	7.50	12.88	65	3	6.200	1.00	1.016		1.016
306	20.0	115.00	115.0	115.8	1	9.000	7.50	12.87	65	4	6.200	1.00	1.014		1.014
307	20.0	115.00	115.0	133.1	16	9.000	7.50	14.79	65		2.200	1.00	1.339		1.339
308	20.0	115.00	115.0	132.4	15	9.000	7.50	14.71	65		2.200	1.00	1.325		1.325
309	20.0	115.00	115.0	132.3	15	9.000	7.50	14.70	65		2.200	1.00	1.323		1.323

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures Start	Frict	Vel	bar End
1	2	200	S5	1486.7	2.000	Up	BV	8.60	0.69	2.000	2.000	2.938	0.003		2.738
2	3	200	S5	1486.7	2.000	West	E2WT	21.90	0.69		2.000	2.738	0.007		2.732
3	4	200	S5	1486.7	2.000	Down	E2W	10.90	0.69	-2.000	0.000	2.732	0.004		2.924
4	5	200	S5	1486.7	1.000	South	E2WT	21.90	0.69		0.000	2.924	0.007		2.917
5	6	200	S5	1486.7	1.000	South	T	11.00	0.69		0.000	2.917	0.003		2.914
6	8	125	S5	1486.7	39.500	East	EWTGV	13.70	1.71		0.000	2.914	0.139		2.775
8	201	125	S5	1486.7	12.000	Up	E2W	7.09	1.71	12.000	12.000	2.775	0.050		1.549
201	202	125	S5	1486.7	2.600	South	E2WT	14.44	1.71		12.000	1.549	0.045		1.504
202	203	125	S5	1486.7	22.900	East	W8T	60.51	1.71		12.000	1.504	0.218		1.286
203	204	125	S5	1486.7	14.700	South	W5T	38.46	1.71		12.000	1.286	0.139		1.147

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures bar Start	Frict	Vel	End
204	205	125	S5	1486.7	40.900	East	W9T	67.86	1.71		12.000	1.147	0.284		0.863
205	206	80	S5	740.7	1.800	Down	2T	9.60	2.19	-1.800	10.200	0.863	0.082		0.958
206	207	80	S5	740.7	4.000	Down	T	4.80	2.19	-4.000	6.200	0.958	0.063		1.287
207	208	80	S5	394.9	4.000	Down	T	4.80	1.17	-4.000	2.200	1.287	0.020		1.659
207	220	65	S5	345.8	31.300	North	9EW2T	25.58	1.55		6.200	1.287	0.274		1.013
220	221	65	S5	230.1	0.970	North	T	3.80	1.03		6.200	1.013	0.011		1.002
221	222	65	S5	115.0	0.875	North	E	1.90	0.52		6.200	1.002	0.002		1.000
208	230	65	S5	394.9	31.300	North	10EWT	23.68	1.77		2.200	1.659	0.339		1.320
230	231	65	S5	262.8	0.970	North	T	3.80	1.18		2.200	1.320	0.014		1.306
231	233	65	S5	131.3	0.875	North	E	1.90	0.59		2.200	1.306	0.002		1.304
205	280	125	S5	745.9	2.400	East	T	7.35	0.86		12.000	0.863	0.007		0.856
280	281	80	S5	745.9	1.800	Down	WT	5.90	2.21	-1.800	10.200	0.856	0.056		0.977
281	282	80	S5	745.9	4.000	Down	T	4.80	2.21	-4.000	6.200	0.977	0.064		1.305
282	304	65	S5	348.3	31.300	North	9EW2T	25.58	1.56		6.200	1.305	0.278		1.027
304	305	65	S5	231.7	0.970	North	T	3.80	1.04		6.200	1.027	0.011		1.016
305	306	65	S5	115.8	0.875	North	E	1.90	0.52		6.200	1.016	0.002		1.014
282	283	80	S5	397.7	4.000	Down	E	2.40	1.18	-4.000	2.200	1.305	0.015		1.682
283	307	65	S5	397.7	31.300	North	10EWT	23.68	1.78		2.200	1.682	0.343		1.339
307	308	65	S5	264.6	0.970	North	T	3.80	1.19		2.200	1.339	0.014		1.325
308	309	65	S5	132.3	0.875	North	E	1.90	0.59		2.200	1.325	0.002		1.323

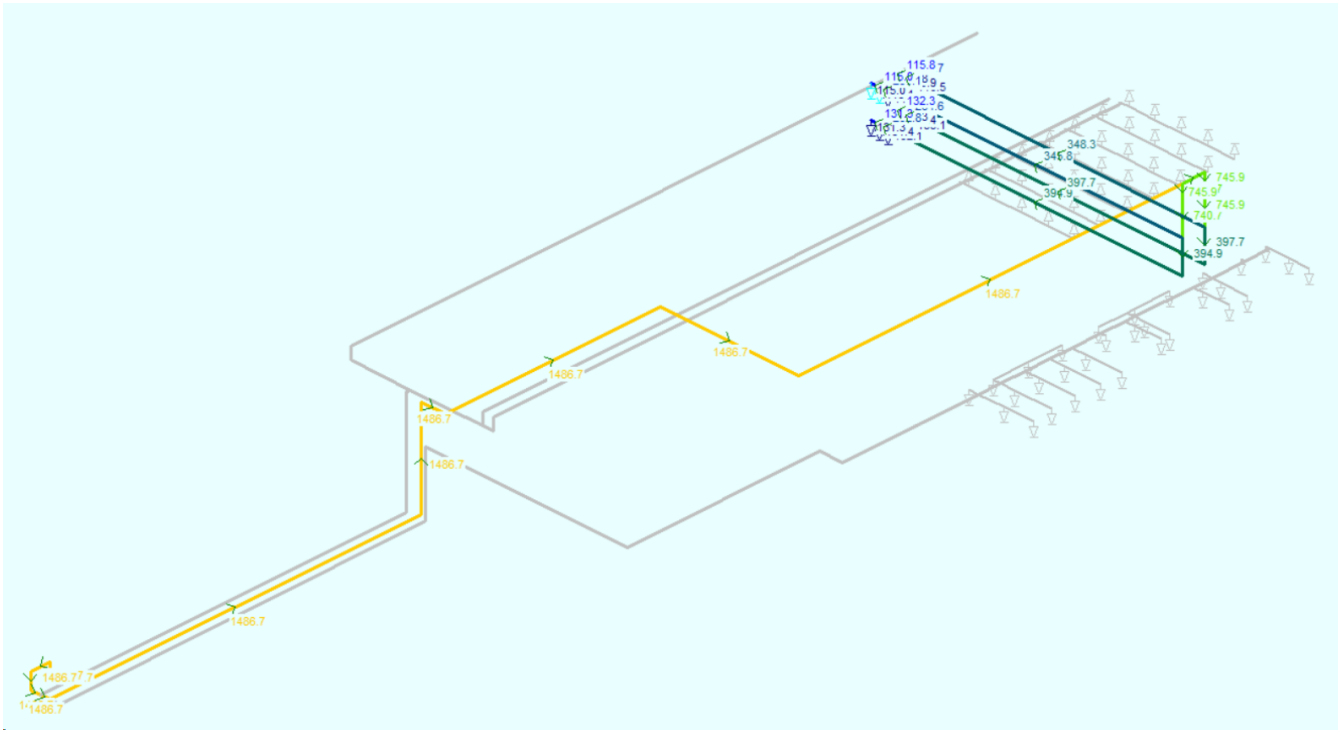
KEY TO FITTINGS AND PIPEWORK QUANTITIES (Above pipes only)

E = Screwed elbow, W = Welded elbow, H = 45deg elbow, T = Branch tee/cross, J = Through tee
GV = Gate valve, SV = Swinging valve, MV = Mushroom valve, BV = Butterfly valve, GL = Globe valve

S5 = Schedule 5 steel [API 5L] "C"wet=120 "C"dry=120(d) "C"nfpa=120 Total = 295.18 m

Sizes	=	65	80	125	200 mm
Bores	=	68.80	84.70	135.76	213.56 mm
Lengths	=	132.58	19.60	135.00	8.00 m

AACALC7 [130114] by Alan Ashfield, 9 Hyde Gardens, Langtoft, Peterborough PE6 9LT, UK
For more information about AACALC7, please visit www.freehc.net



```
           Project ref/no = DIPLOMOVÁ PRÁCE HYRAULICKÉ VÝPOČTY
            Client ref/no = -
          Address/notes 1 = -
          Address/notes 2 = -
          Address/notes 3 = -
          Building ref/no = -
    Hazard classification = HHS2/OH3
System/design ref (MR/MF) = Most Remote   [Selected 47 most remotest heads]
      Installation ref/no = -
        Drawing(s) ref/no = -
  Drawing(s) dates/issues = Issues
  Reviewer/Insurance/Fire = Insurance co
           Designer/Dept = Bc. Petr Pabouček
              Comments 1 = -
              Comments 2 = -  MVS1 + MVS2 - Hala a regál
 Start X Y + building DXF = -
        Design area sq.m = 260.0
   Elbows welded above mm = 65
         Specific gravity = 1.00
   Node no for zero datum = 0
        Design authority = EN12845 Rules (latest)   using Hazen-Williams formula

       Installer/designer = Program provided free by Alan Ashfield

                            The user name and contact details are stored
                            in the file USERINFO.TXT which you can either
                            delete and re-enter OR amend with NOTEPAD.



          Telephone no(s) =
                FAX no(s) =
             Registration = 20570 from 11 October 2020 [0AB5549F]
                Reference = paboucek on LENOVO-Y700  to Microsoft Print to PDF
                Data file = C:\Cloud stations\Home\HYDRAULIKA\DP_201028.AHC last amended 19:10 281020

      All pages checked by   . . . . . .

      Sprinklers operating =    47 out of 78 entered
         Area of operation =   423.00  sq.m
         Max area per head =     9.000 sq.m
          Min head density =     7.500 mm/min at node   126
         Min head pressure =     0.712 bars   at node   126
         Max head pressure =     1.889 bars   at node   307
           Max head height =    14.530 m
                     Pipes =    85 + 55 with zero flow
            Min pipe size =    40     mm
          Max pressure drop =     0.928 bars   in pipe   113   120
   Max pressure drop/metre =    40.32  mbar/m in pipe   120   121
              Max velocity =     3.74  m/s    in pipe   120   121
      Hydrants / hosereels =     0     L/min
        Volume of pipework =    10.203 cu.m
Actual density of discharge =     9.35  mm/min over 7.840 sq.m
     Four most remote heads =   125    126    135    136

                 SOURCE DUTY =  4504.6   L/min at 4.189 bars [node 1]
```

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows in L/min Min	Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures bar Min	Normal	Vel	Total
122	20.0	80.00	67.5	78.6	16	9.000	7.50	8.73	40		14.530	0.50	0.964		0.964
123	20.0	80.00	67.5	73.0	8	9.000	7.50	8.11	40		14.530	0.50	0.832		0.832
124	20.0	80.00	67.5	69.6	3	9.000	7.50	7.73	40		14.530	0.50	0.757		0.757
125	20.0	80.00	67.5	68.0	1	9.000	7.50	7.55	40	1	14.530	0.50	0.722		0.722
126	20.0	80.00	67.5	67.5	0	9.000	7.50	7.50	40	2	14.530	0.50	0.712		0.712
132	20.0	80.00	67.5	83.3	23	9.000	7.50	9.25	50		14.530	0.50	1.084		1.084
133	20.0	80.00	67.5	81.0	20	9.000	7.50	9.00	50		14.530	0.50	1.025		1.025
134	20.0	80.00	67.5	79.6	18	9.000	7.50	8.85	50		14.530	0.50	0.990		0.990
135	20.0	80.00	67.5	79.0	17	9.000	7.50	8.77	50	3	14.530	0.50	0.974		0.974
136	20.0	80.00	67.5	78.8	17	9.000	7.50	8.75	50	4	14.530	0.50	0.970		0.970
142	20.0	80.00	67.5	81.8	21	9.000	7.50	9.09	50		14.530	0.50	1.045		1.045
143	20.0	80.00	67.5	79.5	18	9.000	7.50	8.84	50		14.530	0.50	0.988		0.988
144	20.0	80.00	67.5	78.2	16	9.000	7.50	8.69	50		14.530	0.50	0.955		0.955
145	20.0	80.00	67.5	77.5	15	9.000	7.50	8.62	50		14.530	0.50	0.940		0.940
146	20.0	80.00	67.5	77.4	15	9.000	7.50	8.60	50		14.530	0.50	0.935		0.935
152	20.0	80.00	67.5	80.8	20	9.000	7.50	8.98	50		14.530	0.50	1.020		1.020
153	20.0	80.00	67.5	78.5	16	9.000	7.50	8.73	50		14.530	0.50	0.964		0.964
154	20.0	80.00	67.5	77.2	14	9.000	7.50	8.58	50		14.530	0.50	0.932		0.932
155	20.0	80.00	67.5	76.6	13	9.000	7.50	8.51	50		14.530	0.50	0.916		0.916
156	20.0	80.00	67.5	76.4	13	9.000	7.50	8.49	50		14.530	0.50	0.912		0.912

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 2

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows Min	in L/min Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures bar Min	Normal	Vel	Total
162	20.0	80.00	67.5	80.2	19	9.000	7.50	8.91	50		14.530	0.50	1.005		1.005
163	20.0	80.00	67.5	78.0	16	9.000	7.50	8.66	50		14.530	0.50	0.950		0.950
164	20.0	80.00	67.5	76.7	14	9.000	7.50	8.52	50		14.530	0.50	0.918		0.918
165	20.0	80.00	67.5	76.0	13	9.000	7.50	8.45	50		14.530	0.50	0.903		0.903
166	20.0	80.00	67.5	75.9	12	9.000	7.50	8.43	50		14.530	0.50	0.899		0.899
172	20.0	80.00	67.5	79.9	18	9.000	7.50	8.88	50		14.530	0.50	0.998		0.998
173	20.0	80.00	67.5	77.7	15	9.000	7.50	8.63	50		14.530	0.50	0.943		0.943
174	20.0	80.00	67.5	76.4	13	9.000	7.50	8.49	50		14.530	0.50	0.912		0.912
175	20.0	80.00	67.5	75.8	12	9.000	7.50	8.42	50		14.530	0.50	0.897		0.897
176	20.0	80.00	67.5	75.6	12	9.000	7.50	8.40	50		14.530	0.50	0.893		0.893
182	20.0	80.00	67.5	80.6	19	9.000	7.50	8.95	50		14.530	0.50	1.014		1.014
183	20.0	80.00	67.5	78.3	16	9.000	7.50	8.70	50		14.530	0.50	0.959		0.959
184	20.0	80.00	67.5	77.0	14	9.000	7.50	8.56	50		14.530	0.50	0.927		0.927
185	20.0	80.00	67.5	76.4	13	9.000	7.50	8.49	50		14.530	0.50	0.912		0.912
186	20.0	80.00	67.5	76.2	13	9.000	7.50	8.47	50		14.530	0.50	0.907		0.907
220	20.0	115.00	115.0	143.4	25	9.000	7.50	15.94	65		6.200	1.00	1.556		1.556
221	20.0	115.00	115.0	142.7	24	9.000	7.50	15.86	65		6.200	1.00	1.540		1.540
222	20.0	115.00	115.0	142.6	24	9.000	7.50	15.84	65		6.200	1.00	1.537		1.537
230	20.0	115.00	115.0	157.0	36	9.000	7.50	17.44	65		2.200	1.00	1.863		1.863
231	20.0	115.00	115.0	156.2	36	9.000	7.50	17.35	65		2.200	1.00	1.844		1.844
233	20.0	115.00	115.0	156.0	36	9.000	7.50	17.34	65		2.200	1.00	1.841		1.841
304	20.0	115.00	115.0	144.4	26	9.000	7.50	16.04	65		6.200	1.00	1.576		1.576
305	20.0	115.00	115.0	143.6	25	9.000	7.50	15.96	65		6.200	1.00	1.560		1.560
306	20.0	115.00	115.0	143.5	25	9.000	7.50	15.95	65		6.200	1.00	1.557		1.557
307	20.0	115.00	115.0	158.1	37	9.000	7.50	17.56	65		2.200	1.00	1.889		1.889
308	20.0	115.00	115.0	157.3	37	9.000	7.50	17.47	65		2.200	1.00	1.870		1.870
309	20.0	115.00	115.0	157.1	37	9.000	7.50	17.46	65		2.200	1.00	1.867		1.867

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures bar Start	Frict	Vel	End
1	2	200 S5	4504.6	2.000	Up	BV	8.60	2.10	2.000	2.000	4.189	0.024		3.969
2	3	200 S5	4504.6	2.000	West	E2WT	21.90	2.10		2.000	3.969	0.053		3.916
3	4	200 S5	4504.6	2.000	Down	E2W	10.90	2.10	-2.000	0.000	3.916	0.029		4.083
4	5	200 S5	4504.6	1.000	South	E2WT	21.90	2.10		0.000	4.083	0.051		4.031
5	6	200 S5	1801.9	1.000	South	T	11.00	0.84		0.000	4.031	0.005		4.026
5	102	200 S5	2702.7	39.000	East	2EWTGV	26.50	1.26		0.000	4.031	0.057		3.974
102	103	200 S5	2702.7	12.780	Up	E2W	10.90	1.26	12.780	12.780	3.974	0.021		2.701
103	104	200 S5	2702.7	0.450	East	2WT	16.20	1.26		12.780	2.701	0.014		2.687
104	108	125 S5	2702.7	7.630	South	2T	14.70	3.11		12.780	2.687	0.176		2.511
108	112	125 S5	2702.7	1.120	South	EW	5.38	3.11		12.780	2.511	0.051		2.459
112	113	125 S5	2702.7	1.500	Up	EW	5.38	3.11	1.500	14.280	2.459	0.054		2.258
113	120	125 S5	2702.7	49.700	East	W9T	67.86	3.11		14.280	2.258	0.928		1.329
120	130	125 S5	2346.2	2.800	East	T	7.35	2.70		14.280	1.329	0.062		1.268
130	140	125 S5	1944.5	2.800	East	T	7.35	2.24		14.280	1.268	0.044		1.224
140	150	125 S5	1550.1	2.900	East	T	7.35	1.78		14.280	1.224	0.029		1.195
150	160	125 S5	1160.6	2.800	East	T	7.35	1.34		14.280	1.195	0.017		1.178
160	170	125 S5	773.9	2.900	East	T	7.35	0.89		14.280	1.178	0.008		1.170
170	180	125 S5	388.5	2.800	East	T	7.35	0.45		14.280	1.170	0.002		1.168
120	121	40 S5	356.6	0.250	Up	ET	3.60	3.74	0.250	14.530	1.329	0.155		1.150
121	122	40 S5	356.6	1.000	South	ET	3.60	3.74		14.530	1.150	0.185		0.964
122	123	40 S5	278.0	2.800	South	T	2.40	2.91		14.530	0.964	0.132		0.832
123	124	40 S5	205.0	2.800	South	T	2.40	2.15		14.530	0.832	0.075		0.757
124	125	40 S5	135.5	2.800	South	T	2.40	1.42		14.530	0.757	0.035		0.722
125	126	40 S5	67.5	2.800	South	T	2.40	0.71		14.530	0.722	0.010		0.712
130	131	50 S5	401.6	0.250	Up	ET	4.40	2.62	0.250	14.530	1.268	0.074		1.169
131	132	50 S5	401.6	1.000	South	ET	4.40	2.62		14.530	1.169	0.086		1.084
132	133	50 S5	318.3	2.800	South	T	2.90	2.08		14.530	1.084	0.059		1.025
133	134	50 S5	237.4	2.800	South	T	2.90	1.55		14.530	1.025	0.034		0.990
134	135	50 S5	157.7	2.800	South	T	2.90	1.03		14.530	0.990	0.016		0.974
135	136	50 S5	78.8	2.800	South	T	2.90	0.51		14.530	0.974	0.004		0.970
140	141	50 S5	394.4	0.250	Up	ET	4.40	2.58	0.250	14.530	1.224	0.071		1.128
141	142	50 S5	394.4	1.000	South	ET	4.40	2.58		14.530	1.128	0.083		1.045
142	143	50 S5	312.6	2.800	South	T	2.90	2.04		14.530	1.045	0.057		0.988
143	144	50 S5	233.1	2.800	South	T	2.90	1.52		14.530	0.988	0.033		0.955
144	145	50 S5	154.9	2.800	South	T	2.90	1.01		14.530	0.955	0.016		0.940
145	146	50 S5	77.4	2.800	South	T	2.90	0.51		14.530	0.940	0.004		0.935
150	151	50 S5	389.6	0.250	Up	ET	4.40	2.54	0.250	14.530	1.195	0.070		1.101
151	152	50 S5	389.6	1.000	South	ET	4.40	2.54		14.530	1.101	0.081		1.020
152	153	50 S5	308.8	2.800	South	T	2.90	2.02		14.530	1.020	0.056		0.964
153	154	50 S5	230.2	2.800	South	T	2.90	1.50		14.530	0.964	0.032		0.932

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 3

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures Start	Frict	Vel	bar End
154	155	50	S5	153.0	2.800	South	T	2.90	1.00		14.530	0.932	0.015		0.916
155	156	50	S5	76.4	2.800	South	T	2.90	0.50		14.530	0.916	0.004		0.912
160	161	50	S5	386.7	0.250	Up	ET	4.40	2.53	0.250	14.530	1.178	0.069		1.085
161	162	50	S5	386.7	1.000	South	ET	4.40	2.53		14.530	1.085	0.080		1.005
162	163	50	S5	306.5	2.800	South	T	2.90	2.00		14.530	1.005	0.055		0.950
163	164	50	S5	228.5	2.800	South	T	2.90	1.49		14.530	0.950	0.032		0.918
164	165	50	S5	151.9	2.800	South	T	2.90	0.99		14.530	0.918	0.015		0.903
165	166	50	S5	75.9	2.800	South	T	2.90	0.50		14.530	0.903	0.004		0.899
170	171	50	S5	385.3	0.250	Up	ET	4.40	2.52	0.250	14.530	1.170	0.068		1.077
171	172	50	S5	385.3	1.000	South	ET	4.40	2.52		14.530	1.077	0.080		0.998
172	173	50	S5	305.4	2.800	South	T	2.90	2.00		14.530	0.998	0.055		0.943
173	174	50	S5	227.7	2.800	South	T	2.90	1.49		14.530	0.943	0.032		0.912
174	175	50	S5	151.3	2.800	South	T	2.90	0.99		14.530	0.912	0.015		0.897
175	176	50	S5	75.6	2.800	South	T	2.90	0.49		14.530	0.897	0.004		0.893
180	181	50	S5	388.5	0.250	Up	2E	3.00	2.54	0.250	14.530	1.168	0.049		1.095
181	182	50	S5	388.5	1.000	South	ET	4.40	2.54		14.530	1.095	0.081		1.014
182	183	50	S5	308.0	2.800	South	T	2.90	2.01		14.530	1.014	0.055		0.959
183	184	50	S5	229.6	2.800	South	T	2.90	1.50		14.530	0.959	0.032		0.927
184	185	50	S5	152.6	2.800	South	T	2.90	1.00		14.530	0.927	0.015		0.912
185	186	50	S5	76.2	2.800	South	T	2.90	0.50		14.530	0.912	0.004		0.907
6	8	125	S5	1801.9	39.500	East	EWTGV	13.70	2.07		0.000	4.026	0.198		3.828
8	201	125	S5	1801.9	12.000	Up	E2W	7.09	2.07	12.000	12.000	3.828	0.071		2.581
201	202	125	S5	1801.9	2.600	South	E2WT	14.44	2.07		12.000	2.581	0.064		2.517
202	203	125	S5	1801.9	22.900	East	W8T	60.51	2.07		12.000	2.517	0.311		2.206
203	204	125	S5	1801.9	14.700	South	W5T	38.46	2.07		12.000	2.206	0.198		2.008
204	205	125	S5	1801.9	40.900	East	W9T	67.86	2.07		12.000	2.008	0.406		1.602
205	206	80	S5	897.8	1.800	Down	2T	9.60	2.66	-1.800	10.200	1.602	0.117		1.662
206	207	80	S5	897.8	4.000	Down	T	4.80	2.66	-4.000	6.200	1.662	0.090		1.964
207	208	80	S5	469.1	4.000	Down	T	4.80	1.39	-4.000	2.200	1.964	0.027		2.329
207	220	65	S5	428.7	31.300	North	9EW2T	25.58	1.92		6.200	1.964	0.408		1.556
220	221	65	S5	285.3	0.970	North	T	3.80	1.28		6.200	1.556	0.016		1.540
221	222	65	S5	142.6	0.875	North	E	1.90	0.64		6.200	1.540	0.003		1.537
208	230	65	S5	469.1	31.300	North	10EWT	23.68	2.10		2.200	2.329	0.466		1.863
230	231	65	S5	312.2	0.970	North	T	3.80	1.40		2.200	1.863	0.019		1.844
231	233	65	S5	156.0	0.875	North	E	1.90	0.70		2.200	1.844	0.003		1.841
205	280	125	S5	904.0	2.400	East	T	7.35	1.04		12.000	1.602	0.010		1.592
280	281	80	S5	904.0	1.800	Down	WT	5.90	2.67	-1.800	10.200	1.592	0.080		1.689
281	282	80	S5	904.0	4.000	Down	T	4.80	2.67	-4.000	6.200	1.689	0.091		1.989
282	304	65	S5	431.5	31.300	North	9EW2T	25.58	1.93		6.200	1.989	0.413		1.576
304	305	65	S5	287.2	0.970	North	T	3.80	1.29		6.200	1.576	0.016		1.560
305	306	65	S5	143.5	0.875	North	E	1.90	0.64		6.200	1.560	0.003		1.557
282	283	80	S5	472.5	4.000	Down	E	2.40	1.40	-4.000	2.200	1.989	0.020		2.361
283	307	65	S5	472.5	31.300	North	10EWT	23.68	2.12		2.200	2.361	0.472		1.889
307	308	65	S5	314.4	0.970	North	T	3.80	1.41		2.200	1.889	0.019		1.870
308	309	65	S5	157.1	0.875	North	E	1.90	0.70		2.200	1.870	0.003		1.867

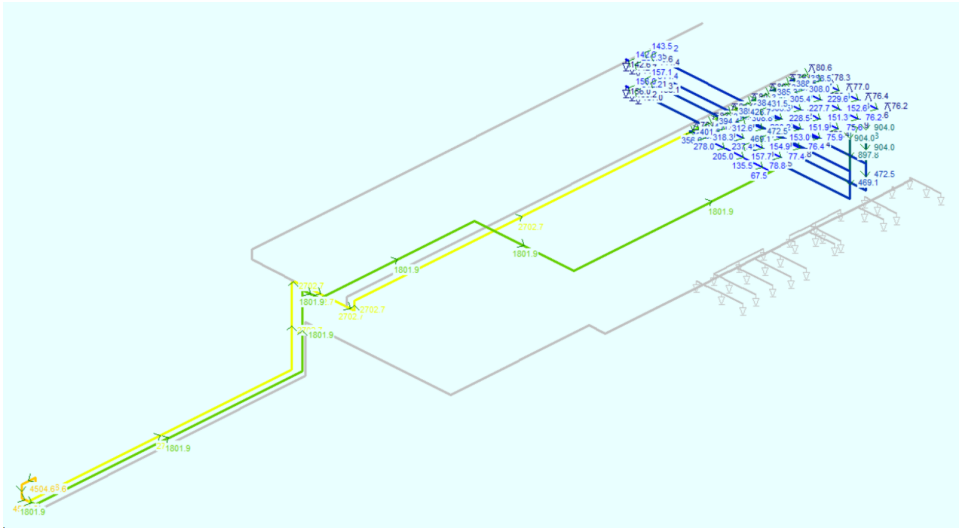
KEY TO FITTINGS AND PIPEWORK QUANTITIES (Above pipes only)

E = Screwed elbow, W = Welded elbow, H = 45deg elbow, T = Branch tee/cross, J = Through tee
GV = Gate valve, SV = Swinging valve, MV = Mushroom valve, BV = Butterfly valve, GL = Globe valve

S5 = Schedule 5 steel [API 5L] "C"wet=120 "C"dry=120(d) "C"nfpa=120 Total = 511.51 m

Sizes =	40	50	65	80	125	200 mm
Bores =	45.00	57.00	68.80	84.70	135.76	213.56 mm
Lengths =	12.45	74.70	132.58	19.60	211.95	60.23 m

AACALC7 [130114] by Alan Ashfield, 9 Hyde Gardens, Langtoft, Peterborough PE6 9LT, UK
For more information about AACALC7, please visit www.freehc.net



```
            Project ref/no = DIPLOMOVÁ PRÁCE HYRAULICKÉ VÝPOČTY
             Client ref/no = -
          Address/notes 1 = -
          Address/notes 2 = -
          Address/notes 3 = -
          Building ref/no = -
    Hazard classification = HHS2/OH3
System/design ref (MR/MF) = Most Remote   [Selected 31 most remotest heads]
      Installation ref/no = -
        Drawing(s) ref/no = -
  Drawing(s) dates/issues = Issues
  Reviewer/Insurance/Fire = Insurance co
           Designer/Dept = Bc. Petr Pabouček
              Comments 1 = -
              Comments 2 = -   MVS3 - Administrativní přístavba
 Start X Y + building DXF = -
        Design area sq.m = 260.0
   Elbows welded above mm = 65
         Specific gravity = 1.00
   Node no for zero datum = 0
        Design authority = EN12845 Rules (latest)   using Hazen-Williams formula

       Installer/designer = Program provided free by Alan Ashfield

                            The user name and contact details are stored
                            in the file USERINFO.TXT which you can either
                            delete and re-enter OR amend with NOTEPAD.



          Telephone no(s) =
                FAX no(s) =
             Registration = 20570 from 11 October 2020 [0AB5549F]
                Reference = paboucek on LENOVO-Y700  to Microsoft Print to PDF
                Data file = C:\Cloud stations\Home\HYDRAULIKA\DP_201028.AHC last amended 19:10 281020

      All pages checked by   . . . . . .

      Sprinklers operating =    31 out of 78 entered
         Area of operation =   372.00  sq.m
         Max area per head =    12.000 sq.m
          Min head density =     5.000 mm/min at node   586
         Min head pressure =     0.563 bars   at node   586
         Max head pressure =     0.886 bars   at node   511
           Max head height =     8.000 m
                     Pipes =    55 + 85 with zero flow
            Min pipe size =    25     mm
         Max pressure drop =     0.365 bars   in pipe   504   510
   Max pressure drop/metre =    27.67  mbar/m in pipe   520   523
              Max velocity =     2.79  m/s    in pipe   520   523
      Hydrants / hosereels =     0     L/min
        Volume of pipework =    10.203 cu.m
Actual density of discharge =     6.99  mm/min over 9.027 sq.m
     Four most remote heads =   581    585    586    591

                 SOURCE DUTY =  2080.9   L/min at 2.780 bars [node 1]
```

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows in L/min Min	Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures bar Min	Normal	Vel	Total
511	15.0	80.00	60.0	75.3	26	12.000	5.00	6.28	25		8.000	0.35	0.886		0.886
512	15.0	80.00	60.0	73.5	22	12.000	5.00	6.12	32		8.000	0.35	0.844		0.844
513	15.0	80.00	60.0	72.3	21	12.000	5.00	6.03	32		8.000	0.35	0.817		0.817
521	15.0	80.00	60.0	70.9	18	12.000	5.00	5.91	32		8.000	0.35	0.785		0.785
522	15.0	80.00	60.0	70.0	17	12.000	5.00	5.83	32		8.000	0.35	0.766		0.766
523	15.0	80.00	60.0	70.3	17	12.000	5.00	5.86	32		8.000	0.35	0.773		0.773
524	15.0	80.00	60.0	65.8	10	12.000	5.00	5.48	32		8.000	0.35	0.676		0.676
525	15.0	80.00	60.0	64.8	8	12.000	5.00	5.40	32		8.000	0.35	0.656		0.656
531	15.0	80.00	60.0	69.5	16	12.000	5.00	5.79	32		8.000	0.35	0.755		0.755
532	15.0	80.00	60.0	68.7	14	12.000	5.00	5.72	32		8.000	0.35	0.737		0.737
541	15.0	80.00	60.0	68.6	14	12.000	5.00	5.71	32		8.000	0.35	0.734		0.734
542	15.0	80.00	60.0	67.7	13	12.000	5.00	5.64	32		8.000	0.35	0.716		0.716
551	15.0	80.00	60.0	67.8	13	12.000	5.00	5.65	32		8.000	0.35	0.718		0.718
552	15.0	80.00	60.0	66.9	12	12.000	5.00	5.58	32		8.000	0.35	0.700		0.700
561	15.0	80.00	60.0	68.9	15	12.000	5.00	5.74	25		8.000	0.35	0.741		0.741
571	15.0	80.00	60.0	66.8	11	12.000	5.00	5.57	32		8.000	0.35	0.697		0.697
572	15.0	80.00	60.0	66.1	10	12.000	5.00	5.51	32		8.000	0.35	0.683		0.683
581	15.0	80.00	60.0	66.1	10	12.000	5.00	5.50	32	1	8.000	0.35	0.682		0.682
582	15.0	80.00	60.0	65.4	9	12.000	5.00	5.45	32		8.000	0.35	0.669		0.669
584	15.0	80.00	60.0	62.5	4	12.000	5.00	5.21	32		8.000	0.35	0.611		0.611

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 2

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows in L/min Min	Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures bar Min	Normal	Vel	Total
585	15.0	80.00	60.0	60.8	1	12.000	5.00	5.06	32	2	8.000	0.35	0.577		0.577
586	15.0	80.00	60.0	60.0	0	12.000	5.00	5.00	32	3	8.000	0.35	0.563		0.563
591	15.0	80.00	60.0	65.8	10	12.000	5.00	5.48	32	4	8.000	0.35	0.676		0.676
592	15.0	80.00	60.0	65.1	9	12.000	5.00	5.43	32		8.000	0.35	0.663		0.663
601	15.0	80.00	60.0	65.5	9	12.000	5.00	5.46	32		8.000	0.35	0.671		0.671
602	15.0	80.00	60.0	64.9	8	12.000	5.00	5.41	32		8.000	0.35	0.658		0.658
603	15.0	80.00	60.0	67.9	13	12.000	5.00	5.66	32		8.000	0.35	0.721		0.721
611	15.0	80.00	60.0	67.0	12	12.000	5.00	5.58	25		8.000	0.35	0.701		0.701
621	15.0	80.00	60.0	64.9	8	12.000	5.00	5.41	32		8.000	0.35	0.658		0.658
622	15.0	80.00	60.0	64.4	7	12.000	5.00	5.36	32		8.000	0.35	0.647		0.647
623	15.0	80.00	60.0	66.9	12	12.000	5.00	5.58	25		8.000	0.35	0.700		0.700

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures bar Start	Frict	Vel	End
1	2	200	S5	2080.9	2.000	Up	BV	8.60	0.97	2.000	2.000	2.780	0.006		2.578
2	3	200	S5	2080.9	2.000	West	E2WT	21.90	0.97		2.000	2.578	0.013		2.565
3	4	200	S5	2080.9	2.000	Down	E2W	10.90	0.97	-2.000	0.000	2.565	0.007		2.754
4	5	200	S5	2080.9	1.000	South	E2WT	21.90	0.97		0.000	2.754	0.012		2.742
5	6	200	S5	2080.9	1.000	South	T	11.00	0.97		0.000	2.742	0.006		2.736
6	7	200	S5	2080.9	1.000	South	E	5.70	0.97		0.000	2.736	0.004		2.732
7	500	125	S5	2080.9	39.000	East	2EWGV	10.02	2.40		0.000	2.732	0.239		2.493
500	501	125	S5	2080.9	8.000	Up	EW	5.38	2.40	8.000	8.000	2.493	0.065		1.644
501	502	125	S5	2080.9	21.500	South	EW	5.38	2.40		8.000	1.644	0.131		1.513
502	503	125	S5	2080.9	20.500	East	EWT	12.73	2.40		8.000	1.513	0.162		1.352
503	504	125	S5	2080.9	2.400	South	EW	5.38	2.40		8.000	1.352	0.038		1.314
504	510	125	S5	2080.9	14.500	East	W8T	60.51	2.40		8.000	1.314	0.365		0.948
510	520	125	S5	1859.8	2.355	East	2T	14.70	2.14		8.000	0.948	0.067		0.881
520	530	125	S5	1518.0	2.590	East	2T	14.70	1.75		8.000	0.881	0.047		0.834
530	540	125	S5	1379.8	2.650	East	T	7.35	1.59		8.000	0.834	0.023		0.811
540	550	125	S5	1243.6	2.335	East	T	7.35	1.43		8.000	0.811	0.018		0.793
550	560	125	S5	1108.9	3.115	East	T	7.35	1.28		8.000	0.793	0.016		0.777
560	570	125	S5	1040.0	2.560	East	T	7.35	1.20		8.000	0.777	0.013		0.764
570	580	125	S5	907.1	1.000	East	2T	14.70	1.04		8.000	0.764	0.016		0.747
580	590	125	S5	592.3	6.230	East	T	7.35	0.68		8.000	0.747	0.006		0.741
590	600	125	S5	461.4	2.000	East	2T	14.70	0.53		8.000	0.741	0.005		0.736
600	610	125	S5	263.1	3.590	East	T	7.35	0.30		8.000	0.736	0.001		0.735
610	620	125	S5	196.1	2.595	East	2T	14.70	0.23		8.000	0.735	0.001		0.734
510	511	25	S5	75.3	1.000	North	2ET	3.04	1.73		8.000	0.948	0.062		0.886
510	512	32	S5	145.8	2.655	South	2T	4.20	2.02		8.000	0.948	0.105		0.844
512	513	32	S5	72.3	3.200	South	ET	3.10	1.00		8.000	0.844	0.026		0.817
520	521	32	S5	140.9	1.520	South	E2T	5.20	1.96		8.000	0.881	0.096		0.785
521	522	32	S5	70.0	3.860	South	E	1.00	0.97		8.000	0.785	0.019		0.766
520	523	32	S5	200.9	0.800	North	ET	3.10	2.79		8.000	0.881	0.108		0.773
523	524	32	S5	130.6	3.700	East	2ET	4.10	1.81		8.000	0.773	0.097		0.676
524	525	32	S5	64.8	3.700	East	2E	2.00	0.90		8.000	0.676	0.019		0.656
530	531	32	S5	138.2	1.510	South	2T	4.20	1.92		8.000	0.834	0.079		0.755
531	532	32	S5	68.7	3.860	South	E	1.00	0.95		8.000	0.755	0.018		0.737
540	541	32	S5	136.3	1.510	South	2T	4.20	1.89		8.000	0.811	0.077		0.734
541	542	32	S5	67.7	3.860	South	E	1.00	0.94		8.000	0.734	0.018		0.716
550	551	32	S5	134.7	1.510	South	2T	4.20	1.87		8.000	0.793	0.075		0.718
551	552	32	S5	66.9	3.860	South	E	1.00	0.93		8.000	0.718	0.018		0.700
560	561	25	S5	68.9	0.500	South	ET	2.27	1.58		8.000	0.777	0.036		0.741
570	571	32	S5	132.9	1.000	South	2T	4.20	1.85		8.000	0.764	0.067		0.697
571	572	32	S5	66.1	2.800	South	E	1.00	0.92		8.000	0.697	0.013		0.683
580	581	32	S5	131.5	1.000	South	2T	4.20	1.82		8.000	0.747	0.066		0.682
581	582	32	S5	65.4	2.800	South	E	1.00	0.91		8.000	0.682	0.013		0.669
580	583	32	S5	183.3	0.800	North	2T	4.20	2.54		8.000	0.747	0.117		0.631
583	584	32	S5	62.5	3.000	West	ET	3.10	0.87		8.000	0.631	0.019		0.611
583	585	32	S5	120.8	0.800	East	2T	4.20	1.68		8.000	0.631	0.054		0.577
585	586	32	S5	60.0	3.800	East	E	1.00	0.83		8.000	0.577	0.014		0.563
590	591	32	S5	130.9	1.000	South	2T	4.20	1.82		8.000	0.741	0.065		0.676
591	592	32	S5	65.1	2.800	South	E	1.00	0.90		8.000	0.676	0.013		0.663
600	601	32	S5	130.4	1.000	South	2T	4.20	1.81		8.000	0.736	0.065		0.671
601	602	32	S5	64.9	2.800	South	E	1.00	0.90		8.000	0.671	0.013		0.658

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 3

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures Start	Frict	Vel	bar End
600	603	32	S5	67.9	1.000	North	ET	3.10	0.94		8.000	0.736	0.015		0.721
610	611	25	S5	67.0	0.500	North	ET	2.27	1.54		8.000	0.735	0.034		0.701
620	621	32	S5	129.2	2.020	South	2T	4.20	1.79		8.000	0.734	0.076		0.658
621	622	32	S5	64.4	2.130	South	E	1.00	0.89		8.000	0.658	0.011		0.647
620	623	25	S5	66.9	0.500	North	ET	2.27	1.54		8.000	0.734	0.034		0.700

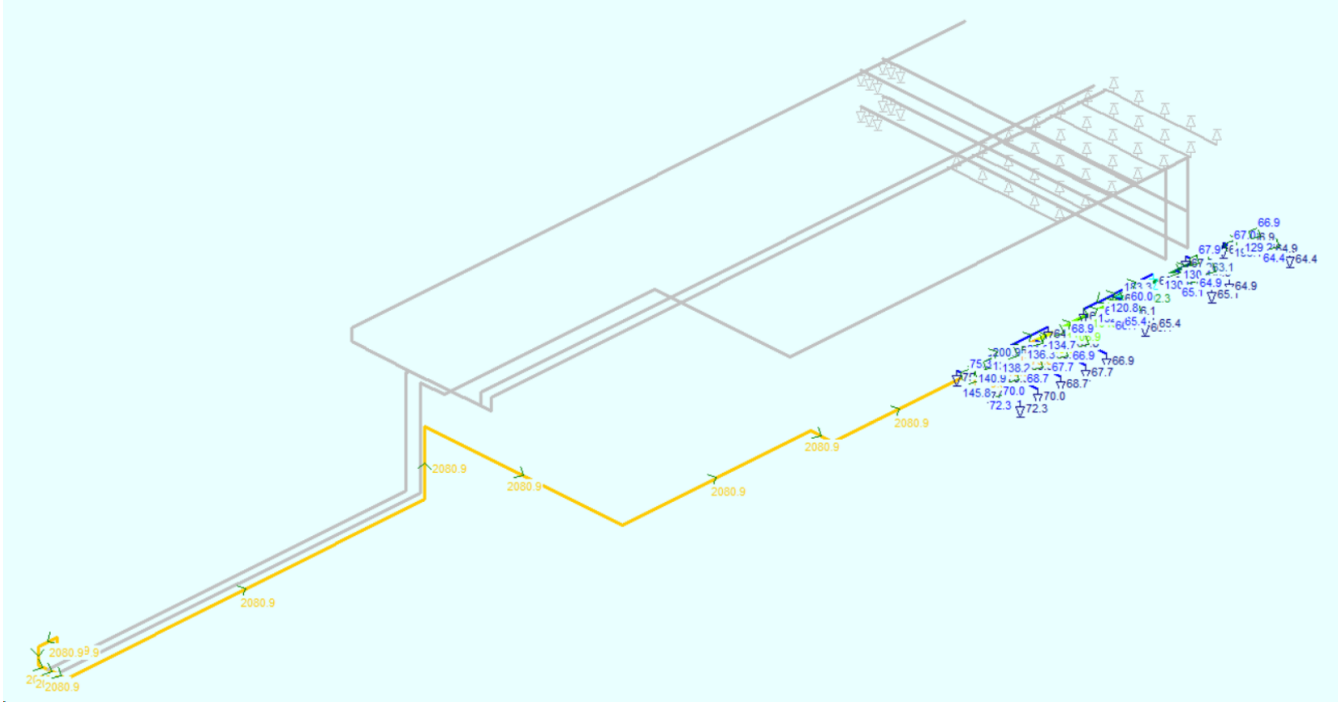
KEY TO FITTINGS AND PIPEWORK QUANTITIES (Above pipes only)

E = Screwed elbow, W = Welded elbow, H = 45deg elbow, T = Branch tee/cross, J = Through tee
GV = Gate valve, SV = Swinging valve, MV = Mushroom valve, BV = Butterfly valve, GL = Globe valve

S5 = Schedule 5 steel [API 5L] "C"wet=120 "C"dry=120(d) "C"nfpa=120 Total = 212.72 m

Sizes =	25	32	125	200	mm
Bores =	30.40	39.10	135.76	213.56	mm
Lengths =	2.50	64.30	136.92	9.00	m

AACALC7 [130114] by Alan Ashfield, 9 Hyde Gardens, Langtoft, Peterborough PE6 9LT, UK
For more information about AACALC7, please visit www.freehc.net


2080.9
2080.9
2080.9

```
            Project ref/no = DIPLOMOVÁ PRÁCE HYRAULICKÉ VÝPOČTY
             Client ref/no = -
          Address/notes 1 = -
          Address/notes 2 = -
          Address/notes 3 = -
          Building ref/no = -
    Hazard classification = HHS2/OH3
 System/design ref (MR/MF) = Most Remote
       Installation ref/no = -
         Drawing(s) ref/no = -
  Drawing(s) dates/issues = Issues
  Reviewer/Insurance/Fire = Insurance co
           Designer/Dept = Bc. Petr Pabouček
              Comments 1 = -
              Comments 2 = -
 Start X Y + building DXF = -
        Design area sq.m = 260.0
   Elbows welded above mm = 65
        Specific gravity = 1.00
   Node no for zero datum = 0
        Design authority = EN12845 Rules (latest)   using Hazen-Williams formula

      Installer/designer = Program provided free by Alan Ashfield

                           The user name and contact details are stored
                           in the file USERINFO.TXT which you can either
                           delete and re-enter OR amend with NOTEPAD.



          Telephone no(s) =
                FAX no(s) =
             Registration = 20570 from 11 October 2020 [0AB5549F]
                Reference = paboucek on LENOVO-Y700  to Microsoft Print to PDF
                Data file = ++201122_HYDR_NEJVYHODNEJSI.AHC

     All pages checked by   . . . . . .

     Sprinklers operating =    57
        Area of operation =   513.00  sq.m
        Max area per head =     9.000 sq.m
         Min head density =     7.500 mm/min at node   176
        Min head pressure =     0.712 bars   at node   176
        Max head pressure =     1.706 bars   at node   281
          Max head height =    14.530 m      at node   181
                    Pipes =    97 + 2 with zero flow
           Min pipe size =    50     mm
        Max pressure drop =     0.200 bars   in pipe     6     8
  Max pressure drop/metre =    13.21  mbar/m in pipe   140   141
             Max velocity =     2.50  m/s    in pipe   204   270
     Hydrants / hosereels =     0     L/min
       Volume of pipework =     3.929 cu.m
Actual density of discharge =     8.63  mm/min over 7.840 sq.m
    Four most remote heads =   125    126    175    176

               SOURCE DUTY =  4844.9   L/min at 2.788 bars [node 1]
```

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows in L/min Min	Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures bar Min	Normal	Vel	Total
210	20.0	115.00	115.0	131.6	14	9.000	7.50	14.62	65		8.200	1.00	1.310		1.310
220	20.0	115.00	115.0	130.9	14	9.000	7.50	14.55	65		8.200	1.00	1.296		1.296
230	20.0	115.00	115.0	130.8	14	9.000	7.50	14.54	65		8.200	1.00	1.294		1.294
240	20.0	115.00	115.0	149.3	30	9.000	7.50	16.59	65		4.200	1.00	1.685		1.685
250	20.0	115.00	115.0	148.5	29	9.000	7.50	16.50	65		4.200	1.00	1.668		1.668
260	20.0	115.00	115.0	148.4	29	9.000	7.50	16.49	65		4.200	1.00	1.665		1.665
271	20.0	115.00	115.0	132.7	15	9.000	7.50	14.74	65		8.200	1.00	1.331		1.331
272	20.0	115.00	115.0	132.0	15	9.000	7.50	14.66	65		8.200	1.00	1.317		1.317
273	20.0	115.00	115.0	131.9	15	9.000	7.50	14.65	65		8.200	1.00	1.315		1.315
281	20.0	115.00	115.0	150.2	31	9.000	7.50	16.69	65		4.200	1.00	1.706		1.706
282	20.0	115.00	115.0	149.4	30	9.000	7.50	16.60	65		4.200	1.00	1.689		1.689
283	20.0	115.00	115.0	149.3	30	9.000	7.50	16.59	65		4.200	1.00	1.686		1.686
181	15.0	80.00	67.5	75.0	11	9.000	7.50	8.34	50		14.530	0.50	0.880		0.880
182	15.0	80.00	67.5	72.9	8	9.000	7.50	8.10	50		14.530	0.50	0.831		0.831
183	15.0	80.00	67.5	71.7	6	9.000	7.50	7.97	50		14.530	0.50	0.803		0.803
184	15.0	80.00	67.5	71.1	5	9.000	7.50	7.90	50		14.530	0.50	0.790		0.790
185	15.0	80.00	67.5	71.0	5	9.000	7.50	7.89	50		14.530	0.50	0.787		0.787
132	15.0	80.00	67.5	74.8	11	9.000	7.50	8.31	50		14.530	0.50	0.874		0.874
133	15.0	80.00	67.5	72.7	8	9.000	7.50	8.08	50		14.530	0.50	0.825		0.825
134	15.0	80.00	67.5	71.4	6	9.000	7.50	7.94	50		14.530	0.50	0.797		0.797

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 2

OPERATING SPRINKLER HEADS AND HYDRANTS

Node no	Size mm	"K" factor	Flows Min	in L/min Actual	+%	Area sq.m	Density mm/min Min	Actual	Pipe mm	MRH #	Height m	Pressures bar Min	Normal	Vel	Total
135	15.0	80.00	67.5	70.8	5	9.000	7.50	7.87	50		14.530	0.50	0.784		0.784
136	15.0	80.00	67.5	70.7	5	9.000	7.50	7.86	50		14.530	0.50	0.781		0.781
142	15.0	80.00	67.5	75.4	12	9.000	7.50	8.38	50		14.530	0.50	0.888		0.888
143	15.0	80.00	67.5	73.3	9	9.000	7.50	8.14	50		14.530	0.50	0.839		0.839
144	15.0	80.00	67.5	72.0	7	9.000	7.50	8.00	50		14.530	0.50	0.811		0.811
145	15.0	80.00	67.5	71.4	6	9.000	7.50	7.94	50		14.530	0.50	0.797		0.797
146	15.0	80.00	67.5	71.3	6	9.000	7.50	7.92	50		14.530	0.50	0.795		0.795
152	15.0	80.00	67.5	71.5	6	9.000	7.50	7.94	50		14.530	0.50	0.799		0.799
153	15.0	80.00	67.5	69.5	3	9.000	7.50	7.72	50		14.530	0.50	0.754		0.754
154	15.0	80.00	67.5	68.3	1	9.000	7.50	7.59	50		14.530	0.50	0.728		0.728
155	15.0	80.00	67.5	67.7	0	9.000	7.50	7.52	50		14.530	0.50	0.716		0.716
156	15.0	80.00	67.5	67.6	0	9.000	7.50	7.51	50		14.530	0.50	0.714		0.714
162	15.0	80.00	67.5	72.1	7	9.000	7.50	8.01	50		14.530	0.50	0.812		0.812
163	15.0	80.00	67.5	70.1	4	9.000	7.50	7.79	50		14.530	0.50	0.767		0.767
164	15.0	80.00	67.5	68.9	2	9.000	7.50	7.65	50		14.530	0.50	0.741		0.741
165	15.0	80.00	67.5	68.3	1	9.000	7.50	7.59	50		14.530	0.50	0.729		0.729
166	15.0	80.00	67.5	68.2	1	9.000	7.50	7.57	50		14.530	0.50	0.726		0.726
122	15.0	80.00	67.5	71.6	6	9.000	7.50	7.96	50		14.530	0.50	0.802		0.802
123	15.0	80.00	67.5	69.6	3	9.000	7.50	7.74	50		14.530	0.50	0.758		0.758
124	15.0	80.00	67.5	68.4	1	9.000	7.50	7.60	50		14.530	0.50	0.732		0.732
125	15.0	80.00	67.5	67.9	1	9.000	7.50	7.54	50	1	14.530	0.50	0.720		0.720
126	15.0	80.00	67.5	67.7	0	9.000	7.50	7.53	50	2	14.530	0.50	0.717		0.717
172	15.0	80.00	67.5	71.4	6	9.000	7.50	7.93	50		14.530	0.50	0.796		0.796
173	15.0	80.00	67.5	69.4	3	9.000	7.50	7.71	50		14.530	0.50	0.752		0.752
174	15.0	80.00	67.5	68.2	1	9.000	7.50	7.58	50		14.530	0.50	0.727		0.727
175	15.0	80.00	67.5	67.6	0	9.000	7.50	7.51	50	3	14.530	0.50	0.714		0.714
176	15.0	80.00	67.5	67.5	0	9.000	7.50	7.50	50	4	14.530	0.50	0.712		0.712
302	15.0	80.00	67.5	72.0	7	9.000	7.50	8.00	50		14.530	0.50	0.810		0.810
303	15.0	80.00	67.5	70.0	4	9.000	7.50	7.77	50		14.530	0.50	0.765		0.765
304	15.0	80.00	67.5	68.8	2	9.000	7.50	7.64	50		14.530	0.50	0.739		0.739
305	15.0	80.00	67.5	68.2	1	9.000	7.50	7.58	50		14.530	0.50	0.727		0.727
306	15.0	80.00	67.5	68.1	1	9.000	7.50	7.56	50		14.530	0.50	0.724		0.724
402	15.0	80.00	67.5	71.7	6	9.000	7.50	7.97	50		14.530	0.50	0.804		0.804
403	15.0	80.00	67.5	69.7	3	9.000	7.50	7.75	50		14.530	0.50	0.760		0.760
404	15.0	80.00	67.5	68.5	2	9.000	7.50	7.61	50		14.530	0.50	0.734		0.734
405	15.0	80.00	67.5	68.0	1	9.000	7.50	7.55	50		14.530	0.50	0.721		0.721
406	15.0	80.00	67.5	67.8	0	9.000	7.50	7.54	50		14.530	0.50	0.719		0.719

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures bar Start	Frict	Vel	End
1	2	200	S5	4844.9	2.000	Up	BV	8.60	2.25	2.000	2.000	2.788	0.027		2.565
2	3	200	S5	4844.9	2.000	West	E2WT	21.90	2.25		2.000	2.565	0.061		2.504
3	4	200	S5	4844.9	2.000	Down	E2W	10.90	2.25	-2.000	0.000	2.504	0.033		2.667
4	5	200	S5	4844.9	1.000	South	E2WT	21.90	2.25		0.000	2.667	0.059		2.608
5	6	200	S5	1685.0	1.000	South	T	11.00	0.78		0.000	2.608	0.004		2.604
6	7	200	S5	0.0	1.000	South	E	5.70			0.000	2.604			2.604
5	102	200	S5	3159.8	39.000	East	2EWTGV	26.50	1.47		0.000	2.608	0.076		2.532
102	103	200	S5	3159.8	12.780	Up	E2W	10.90	1.47	12.780	12.780	2.532	0.027		1.252
103	104	200	S5	3159.8	0.450	East	2WT	16.20	1.47		12.780	1.252	0.019		1.233
104	105	125	S5	1085.6	6.360	North	EWT	12.73	1.25		12.780	1.233	0.028		1.205
105	106	125	S5	1085.6	1.500	Up	E2W	7.09	1.25	1.500	14.280	1.205	0.013		1.045
106	107	125	S5	1085.6	0.200	East	WT	9.06	1.25		14.280	1.045	0.014		1.032
104	108	125	S5	2074.2	7.630	South	2T	14.70	2.39		12.780	1.233	0.108		1.125
108	109	125	S5	1037.8	1.500	Up	EWT	12.73	1.19	1.500	14.280	1.125	0.019		0.959
109	111	125	S5	1037.8	0.200	East	WT	9.06	1.19		14.280	0.959	0.012		0.946
108	112	125	S5	1036.4	1.120	South	EW	5.38	1.19		12.780	1.125	0.009		1.116
112	113	125	S5	1036.4	1.500	Up	EW	5.38	1.19	1.500	14.280	1.116	0.009		0.960
113	120	125	S5	1036.4	0.200	East	WT	9.06	1.19		14.280	0.960	0.012		0.947
6	8	125	S5	1685.0	39.500	East	EW2TGV	21.05	1.94		0.000	2.604	0.200		2.404
8	201	125	S5	1685.0	12.000	Up	E3W	8.80	1.94	12.000	12.000	2.404	0.069		1.160
201	202	125	S5	0.0	2.600	South	E2W2T	21.79			12.000	1.160			1.160
201	203	125	S5	1685.0	0.200	East	2T	14.70	1.94		12.000	1.160	0.049		1.111
203	204	125	S5	845.5	4.250	East	T	7.35	0.97		12.000	1.111	0.011		1.100
203	205	80	S5	839.6	3.800	Down	2T	9.60	2.48	-3.800	8.200	1.111	0.121		1.362
205	206	80	S5	446.2	4.000	Down	E	2.40	1.32	-4.000	4.200	1.362	0.018		1.736
205	210	65	S5	393.4	0.900	North	2T	7.60	1.76		8.200	1.362	0.052		1.310
210	220	65	S5	261.8	0.900	North	T	3.80	1.17		8.200	1.310	0.014		1.296
220	230	65	S5	130.8	0.900	North	E	1.90	0.59		8.200	1.296	0.002		1.294
206	240	65	S5	446.2	0.900	North	ET	5.70	2.00		4.200	1.736	0.051		1.685
240	250	65	S5	296.9	0.900	North	T	3.80	1.33		4.200	1.685	0.017		1.668

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 3

HYDRAULICALLY SIGNIFICANT PIPES

Nodes Start	End	Size mm	ref	Flow L/min	Length m	Direction <>~slope	Fittings +options	Equiv len m	Vel m/s	Static m	Height end m	Pressures bar Start	Frict	Vel	End
250	260	65	S5	148.4	0.900	North	E	1.90	0.67		4.200	1.668	0.003		1.665
204	270	80	S5	845.5	3.800	Down	WT	5.90	2.50	-3.800	8.200	1.100	0.089		1.384
270	280	80	S5	448.9	4.000	Down	E	2.40	1.33	-4.000	4.200	1.384	0.018		1.757
270	271	65	S5	396.5	0.900	North	2T	7.60	1.78		8.200	1.384	0.053		1.331
271	272	65	S5	263.8	0.900	North	T	3.80	1.18		8.200	1.331	0.014		1.317
272	273	65	S5	131.9	0.900	North	E	1.90	0.59		8.200	1.317	0.002		1.315
280	281	65	S5	448.9	0.900	North	ET	5.70	2.01		4.200	1.757	0.052		1.706
281	282	65	S5	298.7	0.900	North	T	3.80	1.34		4.200	1.706	0.017		1.689
282	283	65	S5	149.3	0.900	North	E	1.90	0.67		4.200	1.689	0.003		1.686
107	130	125	S5	723.9	2.800	East	T	7.35	0.83		14.280	1.032	0.007		1.025
130	140	125	S5	363.5	1.500	East	T	7.35	0.42		14.280	1.025	0.002		1.023
111	150	125	S5	692.0	2.800	East	T	7.35	0.80		14.280	0.946	0.006		0.940
150	160	125	S5	347.5	1.500	East	T	7.35	0.40		14.280	0.940	0.002		0.938
120	170	125	S5	691.1	2.800	East	T	7.35	0.80		14.280	0.947	0.006		0.941
107	180	50	S5	361.7	0.250	Up	ET	4.40	2.36	0.250	14.530	1.032	0.061		0.946
180	181	50	S5	361.7	0.700	North	ET	4.40	2.36		14.530	0.946	0.067		0.880
181	182	50	S5	286.7	2.800	North	T	2.90	1.87		14.530	0.880	0.049		0.831
182	183	50	S5	213.7	2.800	North	T	2.90	1.40		14.530	0.831	0.028		0.803
183	184	50	S5	142.1	2.800	North	T	2.90	0.93		14.530	0.803	0.013		0.790
184	185	50	S5	71.0	2.800	North	E	1.50	0.46		14.530	0.790	0.003		0.787
130	131	50	S5	360.4	0.250	Up	ET	4.40	2.35	0.250	14.530	1.025	0.060		0.940
131	132	50	S5	360.4	0.700	North	ET	4.40	2.35		14.530	0.940	0.066		0.874
132	133	50	S5	285.7	2.800	North	T	2.90	1.87		14.530	0.874	0.048		0.825
133	134	50	S5	213.0	2.800	North	T	2.90	1.39		14.530	0.825	0.028		0.797
134	135	50	S5	141.6	2.800	North	T	2.90	0.92		14.530	0.797	0.013		0.784
135	136	50	S5	70.7	2.800	North	E	1.50	0.46		14.530	0.784	0.003		0.781
140	141	50	S5	363.5	0.250	Up	2E	3.00	2.37	0.250	14.530	1.023	0.043		0.956
141	142	50	S5	363.5	0.700	North	ET	4.40	2.37		14.530	0.956	0.067		0.888
142	143	50	S5	288.1	2.800	North	T	2.90	1.88		14.530	0.888	0.049		0.839
143	144	50	S5	214.8	2.800	North	T	2.90	1.40		14.530	0.839	0.028		0.811
144	145	50	S5	142.8	2.800	North	T	2.90	0.93		14.530	0.811	0.013		0.797
145	146	50	S5	71.3	2.800	North	E	1.50	0.47		14.530	0.797	0.003		0.795
150	151	50	S5	344.5	0.250	Up	ET	4.40	2.25	0.250	14.530	0.940	0.056		0.860
151	152	50	S5	344.5	0.700	North	ET	4.40	2.25		14.530	0.860	0.061		0.799
152	153	50	S5	273.0	2.800	North	T	2.90	1.78		14.530	0.799	0.044		0.754
153	154	50	S5	203.6	2.800	North	T	2.90	1.33		14.530	0.754	0.026		0.728
154	155	50	S5	135.3	2.800	North	T	2.90	0.88		14.530	0.728	0.012		0.716
155	156	50	S5	67.6	2.800	North	E	1.50	0.44		14.530	0.716	0.003		0.714
160	161	50	S5	347.5	0.250	Up	2E	3.00	2.27	0.250	14.530	0.938	0.040		0.874
161	162	50	S5	347.5	0.700	North	ET	4.40	2.27		14.530	0.874	0.062		0.812
162	163	50	S5	275.4	2.800	North	T	2.90	1.80		14.530	0.812	0.045		0.767
163	164	50	S5	205.3	2.800	North	T	2.90	1.34		14.530	0.767	0.026		0.741
164	165	50	S5	136.5	2.800	North	T	2.90	0.89		14.530	0.741	0.012		0.729
165	166	50	S5	68.2	2.800	North	E	1.50	0.45		14.530	0.729	0.003		0.726
120	121	50	S5	345.3	0.250	Up	ET	4.40	2.26	0.250	14.530	0.947	0.056		0.867
121	122	50	S5	345.3	1.000	South	ET	4.40	2.26		14.530	0.867	0.065		0.802
122	123	50	S5	273.7	2.800	South	T	2.90	1.79		14.530	0.802	0.045		0.758
123	124	50	S5	204.0	2.800	South	T	2.90	1.33		14.530	0.758	0.026		0.732
124	125	50	S5	135.6	2.800	South	T	2.90	0.89		14.530	0.732	0.012		0.720
125	126	50	S5	67.7	2.800	South	E	1.50	0.44		14.530	0.720	0.003		0.717
170	171	50	S5	344.1	0.250	Up	ET	4.40	2.25	0.250	14.530	0.941	0.056		0.861
171	172	50	S5	344.1	1.000	South	ET	4.40	2.25		14.530	0.861	0.064		0.796
172	173	50	S5	272.7	2.800	South	T	2.90	1.78		14.530	0.796	0.044		0.752
173	174	50	S5	203.3	2.800	South	T	2.90	1.33		14.530	0.752	0.026		0.727
174	175	50	S5	135.1	2.800	South	T	2.90	0.88		14.530	0.727	0.012		0.714
175	176	50	S5	67.5	2.800	South	E	1.50	0.44		14.530	0.714	0.003		0.712
170	300	125	S5	347.0	1.500	East	T	7.35	0.40		14.280	0.941	0.002		0.939
300	301	50	S5	347.0	0.250	Up	2E	3.00	2.27	0.250	14.530	0.939	0.039		0.875
301	302	50	S5	347.0	1.000	South	ET	4.40	2.27		14.530	0.875	0.065		0.810
302	303	50	S5	275.0	2.800	South	T	2.90	1.80		14.530	0.810	0.045		0.765
303	304	50	S5	205.0	2.800	South	T	2.90	1.34		14.530	0.765	0.026		0.739
304	305	50	S5	136.3	2.800	South	T	2.90	0.89		14.530	0.739	0.012		0.727
305	306	50	S5	68.1	2.800	South	E	1.50	0.44		14.530	0.727	0.003		0.724
111	401	50	S5	345.8	0.250	Up	ET	4.40	2.26	0.250	14.530	0.946	0.056		0.866
401	402	50	S5	345.8	0.700	North	ET	4.40	2.26		14.530	0.866	0.061		0.804
402	403	50	S5	274.0	2.800	North	T	2.90	1.79		14.530	0.804	0.045		0.760
403	404	50	S5	204.3	2.800	North	T	2.90	1.33		14.530	0.760	0.026		0.734
404	405	50	S5	135.8	2.800	North	T	2.90	0.89		14.530	0.734	0.012		0.721
405	406	50	S5	67.8	2.800	North	E	1.50	0.44		14.530	0.721	0.003		0.719

Printout from program AACALC7 [130114] by Alan Ashfield continues on page 4

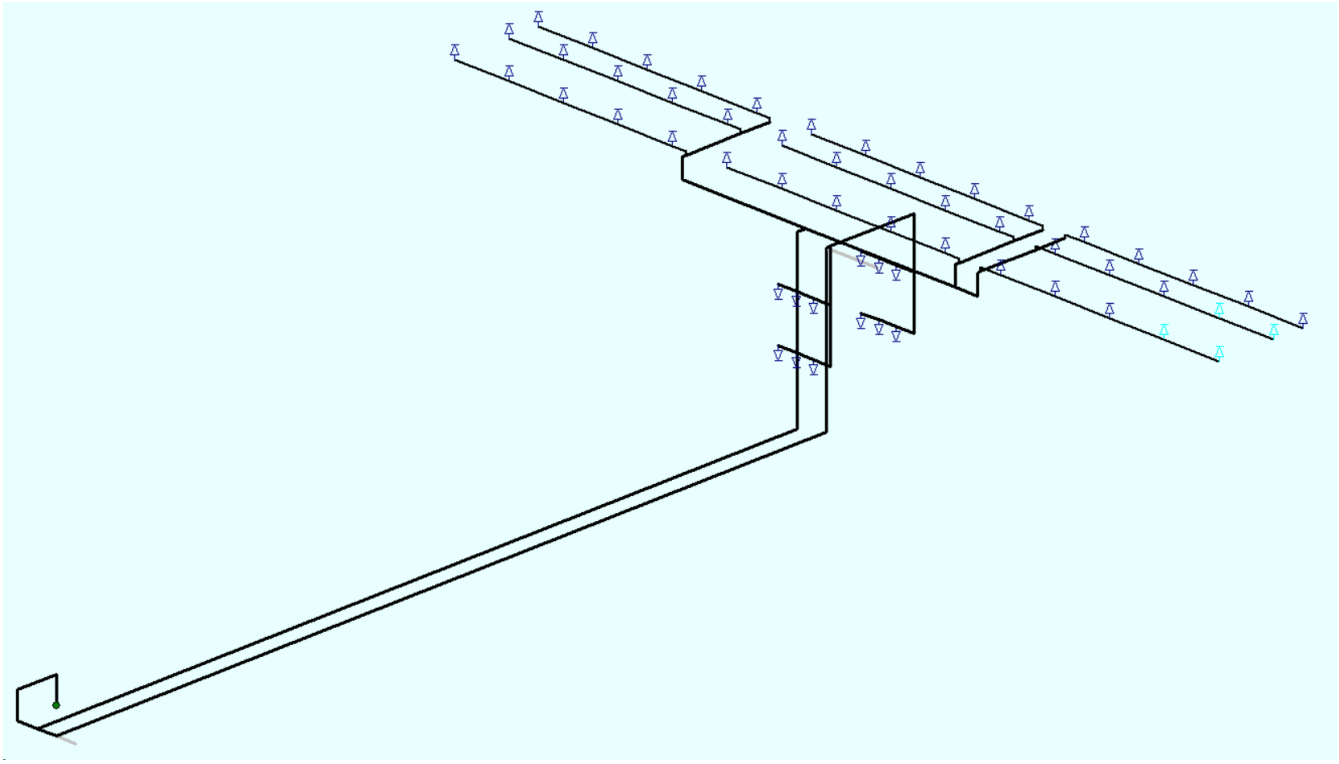
KEY TO FITTINGS AND PIPEWORK QUANTITIES (Above pipes only)

E = Screwed elbow, W = Welded elbow, H = 45deg elbow, T = Branch tee/cross, J = Through tee
GV = Gate valve, SV = Swinging valve, MV = Mushroom valve, BV = Butterfly valve, GL = Globe valve

S5 = Schedule 5 steel [API 5L] "C"wet=120 "C"dry=120(d) "C"nfpa=120 Total = 289.54 m

Sizes	=	50	65	80	125	200 mm
Bores	=	57.00	68.80	84.70	135.76	213.56 mm
Lengths	=	110.25	10.80	15.60	91.66	61.23 m

AACALC7 [130114] by Alan Ashfield, 9 Hyde Gardens, Langtoft, Peterborough PE6 9LT, UK
For more information about AACALC7, please visit www.freehc.net



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra technických zařízení budov

Stabilní hasicí zařízení ve skladovacích halách

DIPLOMOVÁ PRÁCE

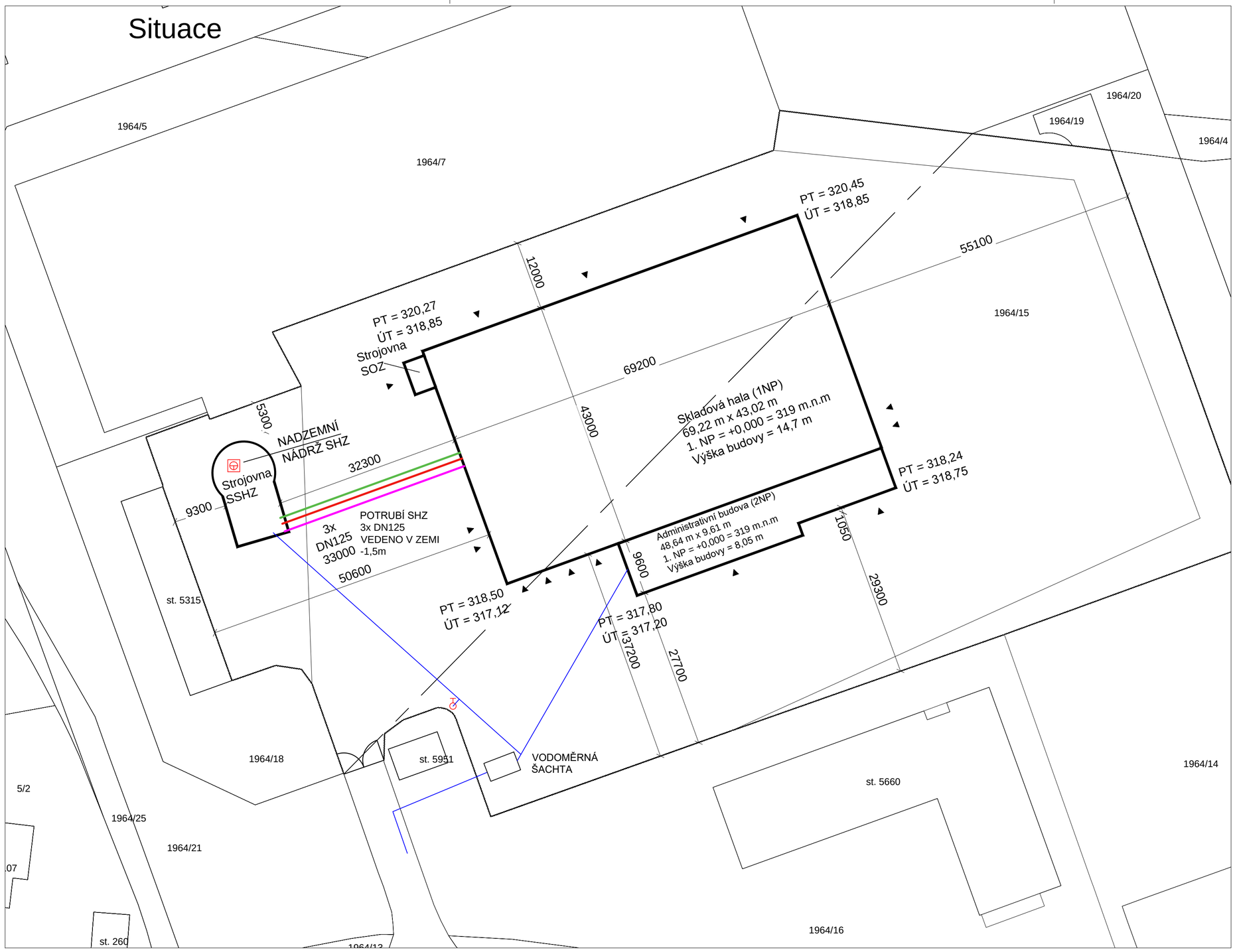
Část II.

Projekt SHZ Skladové haly v Trutnově

Výkresová část

Studijní program:	Stavební inženýrství
Studijní obor:	Integrální bezpečnost staveb
Vedoucí práce:	Ing. Ilona Koubková, Ph.D.
Vypracoval:	Bc. Petr Pabouček
Datum:	12/2020

Situace



- Hranice řešeného areálu
- Potrubí SHZ
- Vodovodní potrubí
- Nadzemní požární hydrant - vodní
- Požární nádrž pro SSHZ

S

± 0,000 = 319 m.n.m.

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA
SI-Q	K125	Bc. PETR PABOUČEK
ROČNÍK	VEDOUCÍ PRÁCE	
2.	Ing. ILONA KOUBKOVÁ, Ph.D	

AKCE :

SKLADOVÁ HALA V TRUTNOVĚ

OBSAH :

SITUACE

FORMÁT	A2
MĚŘÍTKO	1:500
DATUM	12/2020
Č. VÝKR.	1

Půdorys 1.NP

Legenda sprinklerů

Značka	Specifikace
	sprinkler SSU K=80, 1/2", 68°C, (pod světlíkem 93°C), standardní reakce, stojatý, mosaz
	sprinkler SSP K=115, 3/4", 68°C, rychlá reakce, závěsný, mosaz, sprinkler s plochým výstřikem
	sprinkler SSP K=80, 1/2", 68°C, standardní reakce, závěsný, chrom s rozetou
+2,900	výška osy potrubí od čisté podlahy
UP 80 x 1000	stoupání potrubí (UP), klesání potrubí (DN), vertikální odbočka z potrubí (RN), 80 - dimenze potrubí, 250 - délka potrubí
32 / 1500	potrubní systém: 32 - dimenze potrubí, 1500 - délka potrubí
	test
	vypouštění
	hydraulicky nejnevýhodnější plocha

Závěsy pro ocelové potrubí

Dimenze potrubí	Minimální nosnost při 20°C (kg)	Minimální průřez (mm)	Minimální délka kotev. šroubu (mm)	Maximální vzdálenost závěsů (m) Jednoduchý závěs	Dvojitý závěs
d < 50	200	30 (M8)	30	4,0	-
50 < d < 100	350	50 (M8)	40	4,0	6,0
100 < d < 150	500	70 (M12)	40	4,0	6,0
150 < d < 200	850	125 (M16)	50	4,0	6,0

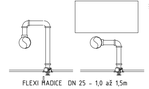
Vzdálenost závěsů od mechanických spojek:
- min. 1,0m od každého spoje musí být závěs
- na každé sekci potrubí musí být alespoň jeden závěs

Vzdálenost závěsů od sprinklerových hlavic:
- stojatý sprinkler - nesmí být menší než 0,15m
- poslední - max. 0,3m potrubí Ø 25mm
- max. 1,2m potrubí s Ø větším než 25mm

Doplňkové závěsy u svislých potrubí:
- potrubí delší než 2,0m
- potrubí k jednotlivým sprinklerům dleší než 1,0m

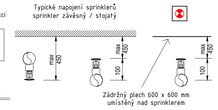
Detaily - bez měřítka

Typické napojení sprinklerů
sprinkler závěsný v podhledové konstrukci



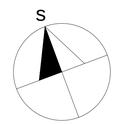
FLEXI HADICE DN 25 - 1,0 až 1,5m

Typické napojení sprinklerů
sprinkler závěsný / stojatý



Ztužený plech 600 x 600 mm
umístěný nad sprinklerem

Tabulka místností 1.NP		
Číslo	Název místnosti	Plocha m²
1.01	Vstupní zádveří	5,89
1.02	Vstupní hala	15,68
1.03	Úklid	2,50
1.04	Čekárna řidičů	4,49
1.05	Předsíň WC řidiči	1,60
1.06	WC řidiči	2,49
1.07	Technická místnost	4,09
1.08	WC muži	1,68
1.09	Předsíň WC muži	1,68
1.10	WC ženy	1,61
1.11	Předsíň WC ženy	3,45
1.12	Kancelář dispečerů	37,09
1.13	Kancelář skladníků	31,2
1.14	Expedice	280,37
1.15	Skladová hala	2889,09
1.16	Technická místnost	18,24



± 0.000 = 319 m.n.m.

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA
SI-O	K125	Bc. PETR PABOUČEK
ROČNÍK	VEDOUCÍ PRÁCE	
2.	Ing. ILONA KOUBKOVÁ, Ph.D	

AKCE :

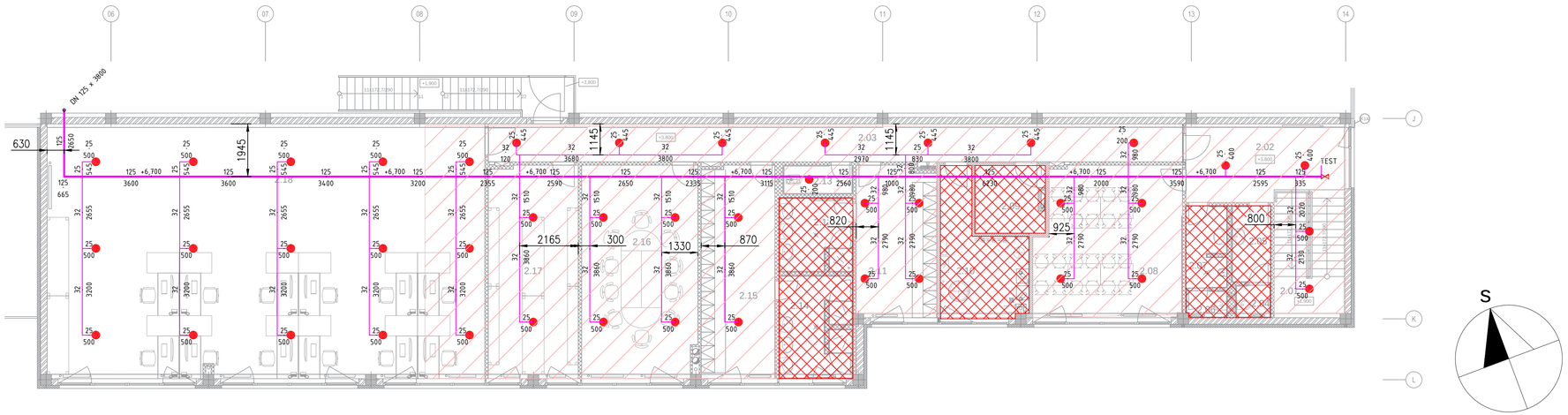
SKLADOVÁ HALA V TRUTNOVĚ

OBSAH :

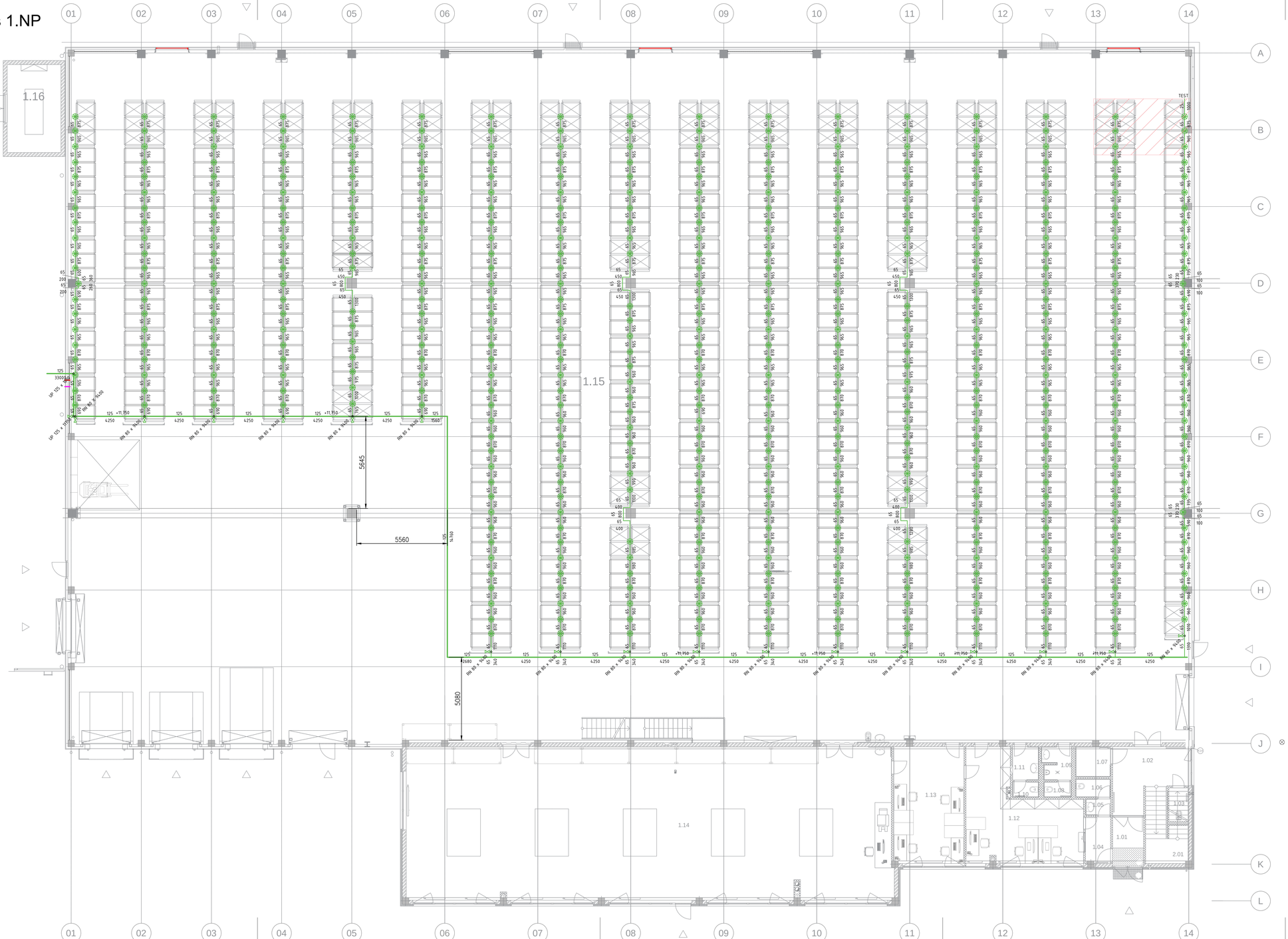
SHZ - PŮDORYS 1.NP

FORMÁT	10 x A4
MĚŘÍTKO	1:100
DATUM	12/2020
Č. VÝKR.	2

Půdorys 1.NP


06
07
08
09
10
11
12
13
14
J
K
L
DN 125 x 3800
630
1945
1145
1145
2165
300
1330
870
820
925
800
2.18
2.17
2.16
2.15
2.14
2.13
2.12
2.11
2.10
2.09
2.08
2.07
2.06
2.05
2.04
2.03
2.02
2.01
TEST
+1,900
+3,800
+3,800
+3,800

Půdorys 1.NP



Legenda sprinklerů

Značka	Specifikace
	sprinkler SSU K=80, 1/2", 68°C (pod světlíkem 93°C), standardní reakce, stojatý, mosaz
	sprinkler SSP K=115, 3/4", 68°C, rychlá reakce, závěsný, mosaz, sprinkler s plochým výstřikem
	sprinkler SSP K=80, 1/2", 68°C, standardní reakce, závěsný, chrom s rozetou
+2,900	výška osy potrubí od čisté podlahy
UP 80 x 1000	stoupání potrubí (UP), klesání potrubí (DN), vertikální odbočka z potrubí (RN), 80 - dimenze potrubí, 250 - délka potrubí
32 / 1500	potrubní systém: 32 - dimenze potrubí, 1500 - délka potrubí
	test
	vypouštění
	hydraulicky nejnevýhodnější plocha

Závěsy pro ocelové potrubí

Dimenze potrubí	Minimální nosnost při 20°C (kg)	Minimální průřez (mm)	Minimální délka kotev. šroubu (mm)	Maximální vzdálenost závěsů (m) Jednoduchý závěs	Dvojitý závěs
d < 50	200	30 (M8)	30	4,0	-
50 < d < 100	350	50 (M8)	40	4,0	6,0
100 < d < 150	500	70 (M12)	40	4,0	6,0
150 < d < 200	850	125 (M16)	50	4,0	6,0

Vzdálenost závěsů od mechanických pojek:
- min. 1,0m od každého spoje musí být závěs
- na každé sekci potrubí musí být alespoň jeden závěs

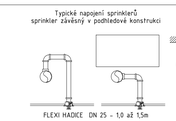
Vzdálenost závěsů od sprinklerových hlavic:
- stojatý sprinkler – nesmí být menší než 0,15m
- poslední – max. 0,9m potrubí Ø 25mm
- max. 1,2m potrubí s ø větším než 25mm

Doplňkové závěsy u svislých potrubí:
- potrubí delší než 2,0m
- potrubí k jednotlivým sprinklerům dieší než 1,0m

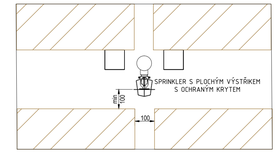
Detaily - bez měřítka

Typické napojení sprinklerů sprinkler závěsný v podhledové konstrukci

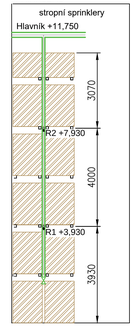
Typické napojení sprinklerů sprinkler závěsný / stojatý



Detail - umístění regálového sprinkleru



VÝŠKOVÉ ÚROVNĚ REGÁLOVÝCH SPRINKLERŮ



Tabulka místností 1.NP

Číslo	Název místnosti	Plocha m²
1.01	Vstupní zádveří	5,89
1.02	Vstupní hala	15,68
1.03	Úklid	2,50
1.04	Čekárna řidičů	4,49
1.05	Předsíň WC řidiči	1,60
1.06	WC řidiči	2,49
1.07	Technická místnost	4,09
1.08	WC muži	1,68
1.09	Předsíň WC muži	1,68
1.10	WC ženy	1,61
1.11	Předsíň WC ženy	3,45
1.12	Kancelář dispečerů	37,09
1.13	Kancelář skladníků	31,2
1.14	Expedice	280,37
1.15	Skladová hala	2889,09
1.16	Technická místnost	18,24

S

± 0,000 = 319 m.n.m.

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-Q	K125	Bc. PETR PABOUČEK	
ROČNÍK	VEDOUCÍ PRÁCE		
2.	Ing. ILONA KOUBKOVÁ, Ph.D		

AKCE :

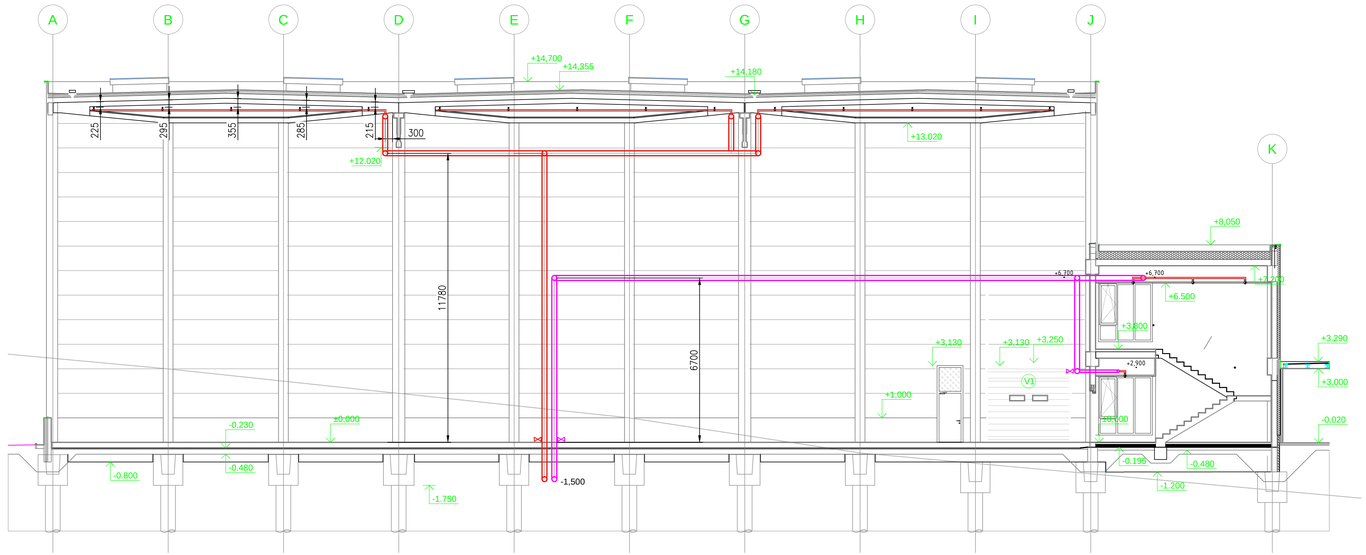
SKLADOVÁ HALA V TRUTNOVĚ

OBSAH :

SHZ - PŮDORYS REGÁLOVÉHO JIŠTĚNÍ

FORMÁT	10 x A4
MĚŘÍTKO	1:100
DATUM	12/2020
Č. VÝKR.	4

ŘEZ A-A, M 1:100



Legenda sprinklerů

Značka	Specifikace
	sprinkler SSU K=80, 1/2", 68°C (pod světlíkem 93°C), standardní reakce, stojatý, mosaz
	sprinkler SSP K=115, 3/4", 68°C, rychlá reakce, závěsný, mosaz, sprinkler s plochým výstřikem
	sprinkler SSP K=80, 1/2", 68°C, standardní reakce, závěsný, chrom s rozetou
+2,900	výška osy potrubí od čisté podlahy
UP 80 x 1000	stoupání potrubí (UP), klesání potrubí (DN), vertikální odbočka z potrubí (RN), 80 - dimenze potrubí, 250 - délka potrubí
32 / 1500	potrubní systém: 32 - dimenze potrubí, 1500 - délka potrubí
	test
	vypouštění

Závěsy pro ocelové potrubí

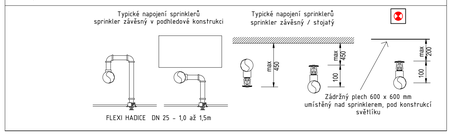
Dimenze potrubí	Minimální nosnost při 20°C (kg)	Minimální průřez (mm)	Minimální délka kotev. šroubu (mm)	Maximální vzdálenost závěsů (m) Jednoduchý závěs	Dvojitý závěs
d < 50	200	30 (M8)	30	4,0	-
50 < d < 100	350	50 (M8)	40	4,0	6,0
100 < d < 150	500	70 (M12)	40	4,0	6,0
150 < d < 200	850	125 (M16)	50	4,0	6,0

Vzdálenost závěsů od mechanických pojek:
- min. 1,0m od každého spoje musí být závěs
- na každé sekci potrubí musí být alespoň jeden závěs

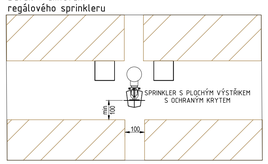
Vzdálenost závěsů od sprinklerových hlavic:
- stojatý sprinkler - nesmí být menší než 0,15m
- poslední - max. 0,9m potrubí Ø 25mm
- max. 1,2m potrubí s Ø větším než 25mm

Doplňkové závěsy u svislých potrubí:
- potrubí delší než 2,0m
- potrubí k jednotlivým sprinklerům dlouhé než 1,0m

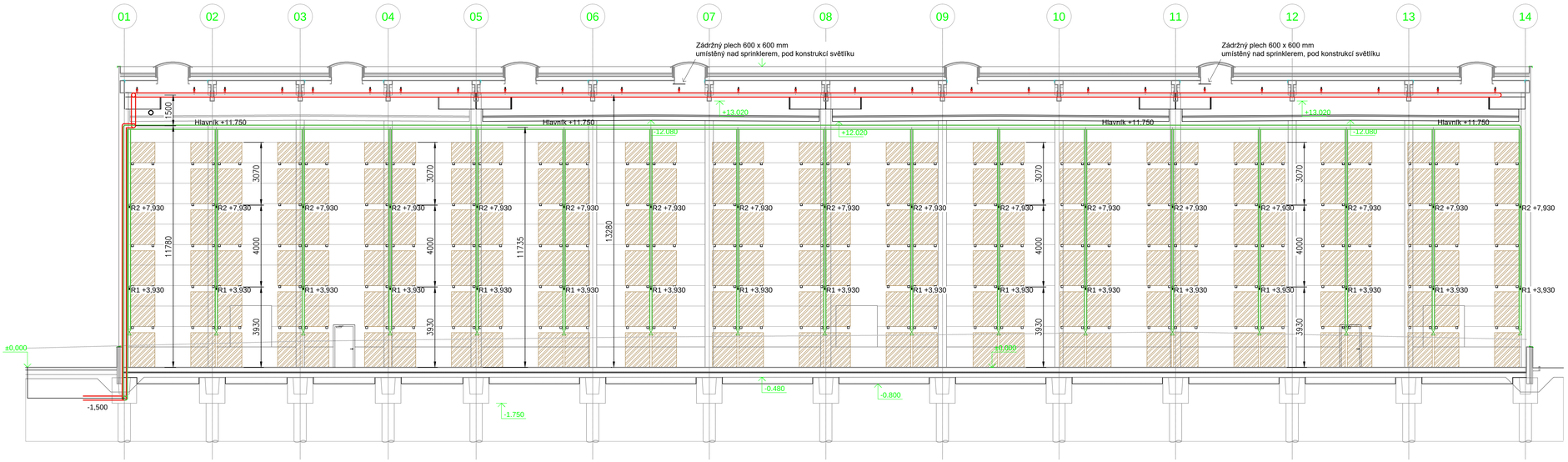
Detaily - bez měřítka

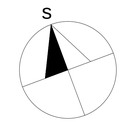


Detail - umístění
regálového sprinkleru



ŘEZ B-B, M 1:100





± 0,000 = 319 m.n.m.

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-Q	K125		
ROČNÍK	VEDOUCÍ PRÁCE	Bc. PETR PABOUČEK	
2.	Ing. ILONA KOUBKOVÁ, Ph.D		
AKCE : SKLADOVÁ HALA V TRUTNOVĚ		FORMÁT	10 x A4
		MĚŘÍTKO	1:100
		DATUM	12/2020
OBSAH : SHZ - ŘEZ HALOU		Č. VÝKR.	5

Schéma jištěných ploch 1NP

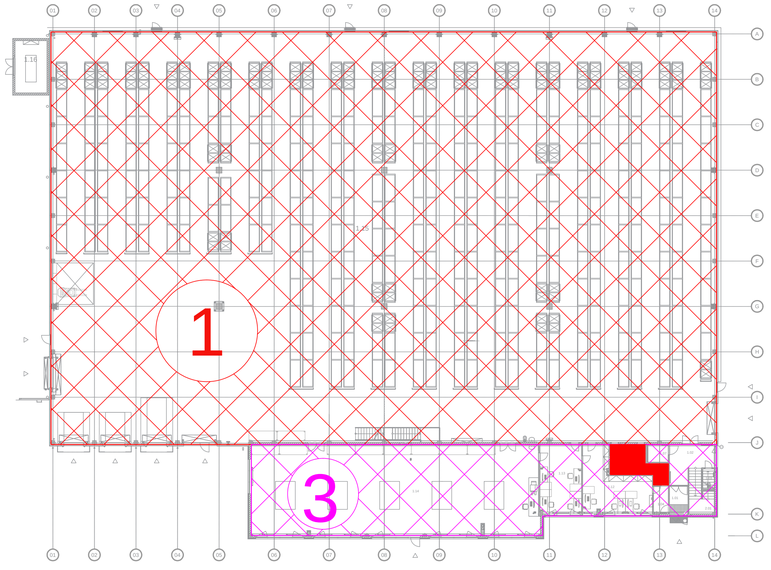


Schéma jištěných ploch 2NP

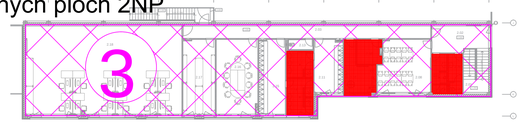
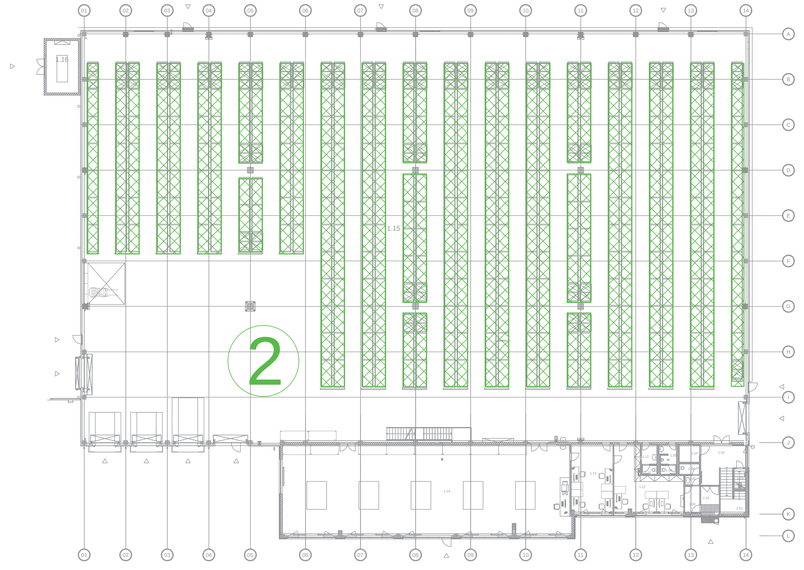


Schéma jištěných ploch regály



Tabulka místností 1.NP		
Číslo	Název místnosti	Plocha m²
1.01	Vstupní zádveří	5,89
1.02	Vstupní hala	15,68
1.03	Úklid	2,50
1.04	Čekárna řidičů	4,49
1.05	Předsíň WC řidiči	1,60
1.06	WC řidiči	2,49
1.07	Technická místnost	4,09
1.08	WC muži	1,68
1.09	Předsíň WC muži	1,68
1.10	WC ženy	1,61
1.11	Předsíň WC ženy	3,45
1.12	Kancelář dispečerů	37,09
1.13	Kancelář skladníků	31,2
1.14	Expedice	280,37
1.15	Skladová hala	2889,09
1.16	Technická místnost	18,24

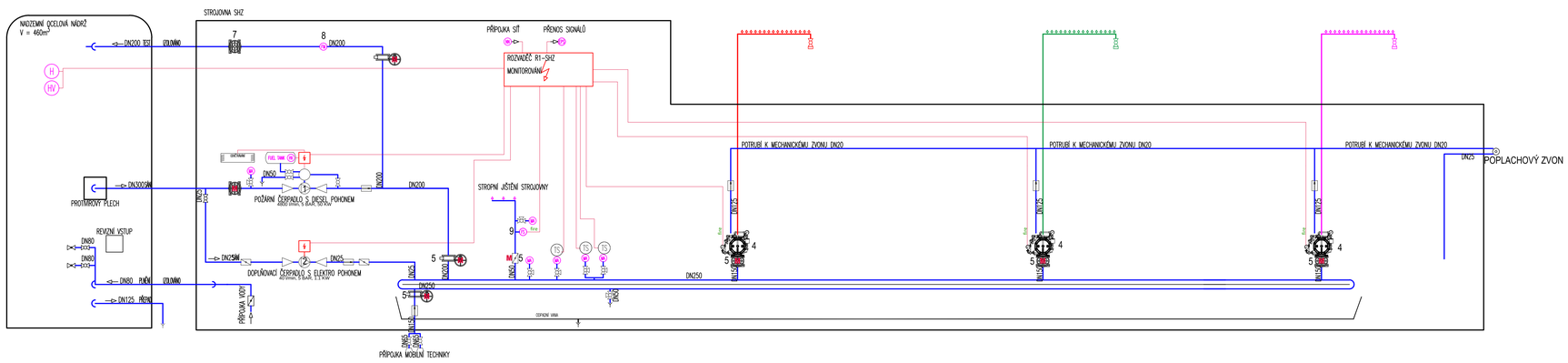
Tabulka místností 2.NP		
Číslo	Název místnosti	Plocha m²
2.01	Schodiště	9,02
2.02	Chodba	16,23
2.03	Chodba	36,99
2.04	WC ženy	1,65
2.05	Předsíň WC ženy	4,16
2.06	WC muži	1,61
2.07	Předsíň WC muži	4,61
2.08	Denní místnost	29,50
2.09	Technická místnost - server	6,41
2.10	Technická místnost - kotle	12,91
2.11	Šatna ženy	16,52
2.12	Umývárna ženy	7,48
2.13	Úklid	3,02
2.14	Umývárna muži	10,13
2.15	Šatna muži	21,39
2.16	Zasedací místnost	33,76
2.17	Spinovna	26,12
2.18	Kancelář	152,00

	UZAVÍRACÍ ARMATURA DN15 – DN50	TR	TEPLOTA VZDUCHU V MÍSTNOSTI
	UZAVÍRACÍ ARMATURA DN65 – DN300	TA	TEPLOTA VZDUCHU V NÁDRŽI SHZ
	UZAVÍRACÍ KLAPKA DN65 – DN300	TT	TEPLOTA VODY V NÁDRŽI
REG	TLAKOVÝ REGULAČNÍ VENTIL	HV	STAV HLADINY
	ODPAD	MA	MANOMETR
	KULOVÝ KOHOUT	FM	MĚŘÍCÍ CLONA
	UZAVÍRÁ POD MANOMETR	TS	TLAKOVÝ SPÍNAČ
EPS	PŘENOS SIGNÁLU NA EPS	FS	SNÍMAČ PRŮTOKU
EPS	OVLÁDÁNÍ ZAŘÍZENÍ SHZ	H	TOPNÉ TĚLESO
VN	PŘÍPOJKA SILNOPROUD		SPRINKLEROVÁ HLAVICE SHZ
	ZPĚTNÁ KLAPKA	M	MONITOROVÁNÍ STAVU ARMATURY
	ELEKTRO ROZVAĎEČ		
	TESTOVACÍ PŘÍPOJKA		
	POPLACHOVÝ ZVON		

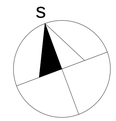
SKUPINA *group*	MVS 1	
CHRÁNĚNÁ PLOCHA *protection area*	HALA STROPN JIŠTĚNÍ	
ZATŘÍDĚNÍ *classification*	HHS2	
INTENZITA ZKRÁPĚNÍ *density*	7,5	l/min.m2
ÚČINNÁ PLOCHA *demand area*	260	m2
DOBA ZÁSAHU *duration*	90	min.
MAX. PLOCHA NA HLAVICI *max. area per sprinkler*	9,0	m2
TYP SOUSTAVY *system*	MOKRÁ / WET	

SKUPINA *group*	MVS 2	
CHRÁNĚNÁ PLOCHA *protection area*	HALA REGÁLOVÉ JIŠTĚNÍ	
ZATŘÍDĚNÍ *classification*	HHS2	
INTENZITA ZKRÁPĚNÍ *density*	7,5	l/min.m2
ÚČINNÁ PLOCHA *demand area*	260	m2
DOBA ZÁSAHU *duration*	90	min.
POČET SPRINKLERŮ *number of sprinklers*	12	ks
TYP SOUSTAVY *system*	MOKRÁ / WET	

SKUPINA *group*	MVS 3	
CHRÁNĚNÁ PLOCHA *protection area*	ADMINISTRATIVNÍ VESTAVBA	
ZATŘÍDĚNÍ *classification*	OH3	
INTENZITA ZKRÁPĚNÍ *density*	5,0	l/min.m2
ÚČINNÁ PLOCHA *demand area*	216	m2
DOBA ZÁSAHU *duration*	60	min.
MAX. PLOCHA NA HLAVICI *max. area per sprinkler*	12,0	m2
TYP SOUSTAVY *system*	MOKRÁ / WET	



OZN.	ZAŘÍZENÍ
1	HLAVNÍ ČERPADLO SHZ DIESELOVÉ, Q=4800 l/min, H=50m
2	DOPLŇOVACÍ ČERPADLO SHZ, Q=40 l/min, H=50m
3	ROZDĚLOVAČ POŽÁRNÍ VODY, DN250
4	MOKRÁ VENTILOVÁ STANICE DN150, VČ. MONITOROVANÉ UZAVÍRACÍ ARMATURY
5	MONITOROVANÁ UZAVÍRACÍ ARMATURA
6	ZPĚTNÁ KLAPKA
7	ŠOUPĚ
8	MĚŘÍCÍ CLONA DN200, Q=5000 l/min
9	HLÁSIČ PRŮTOKU – JIŠTĚNÍ STROJOVNY + TEST VENTIL (ODVODNĚNÍ DN25)



± 0,000 = 319 m.n.m.

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-Q	K125		
ROČNÍK	VEDOUCÍ PRÁCE	Bc. PETR PABOUČEK	
2.	Ing. ILONA KOUBKOVÁ, Ph.D		

AKCE :

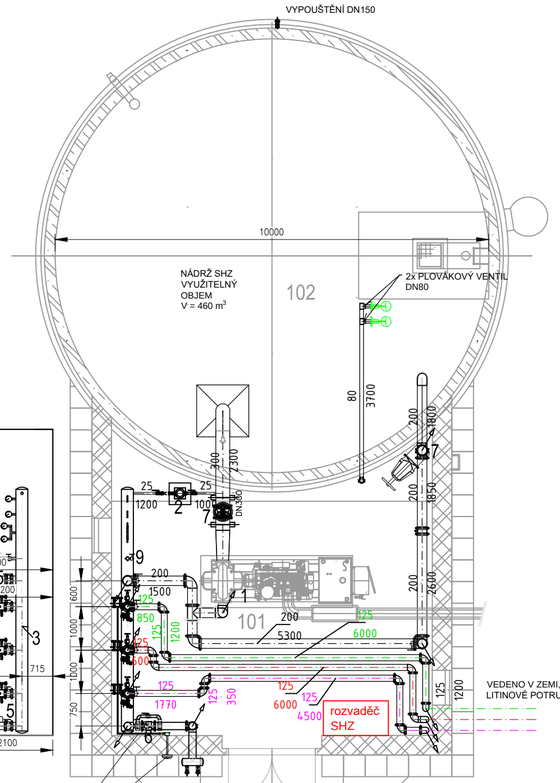
SKLADOVÁ HALA V TRUTNOVĚ

OBSAH :

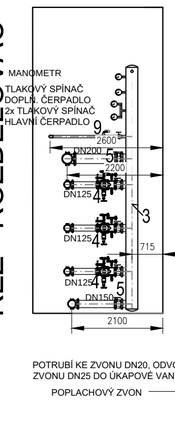
SHZ - SCHÉMA SYSTÉMU

FORMÁT	10 x A4
MĚŘÍTKO	
DATUM	12/2020
Č. VÝKR.	6

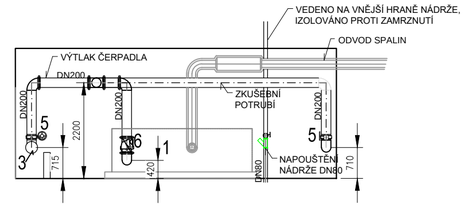
Půdorys



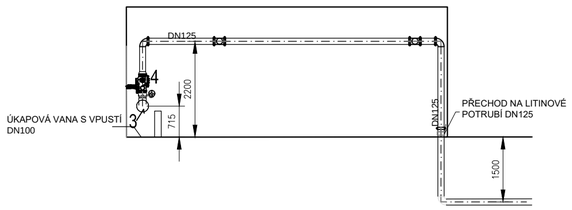
ŘEZ - ROZDĚLOVAČ



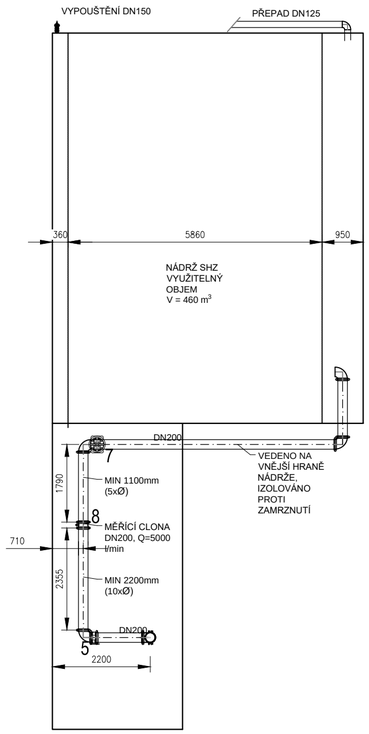
BOKORYS - VÝTLAK ČERPADLA



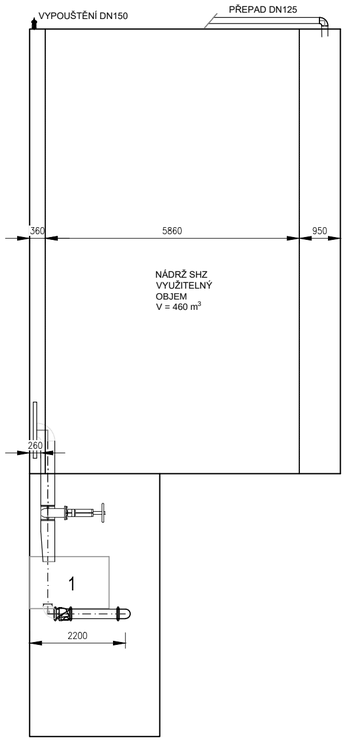
BOKORYS - VENTILOVÁ STANICE



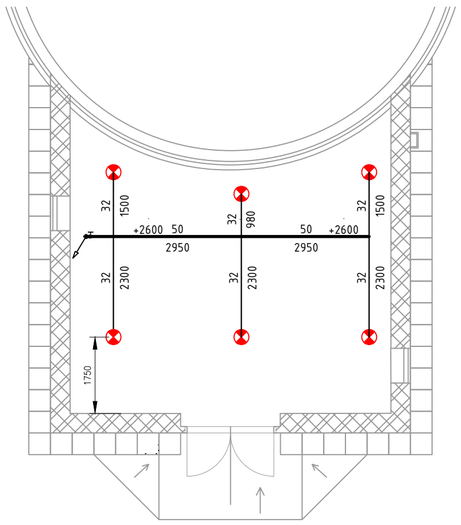
Bokorys
zkušební potrubí



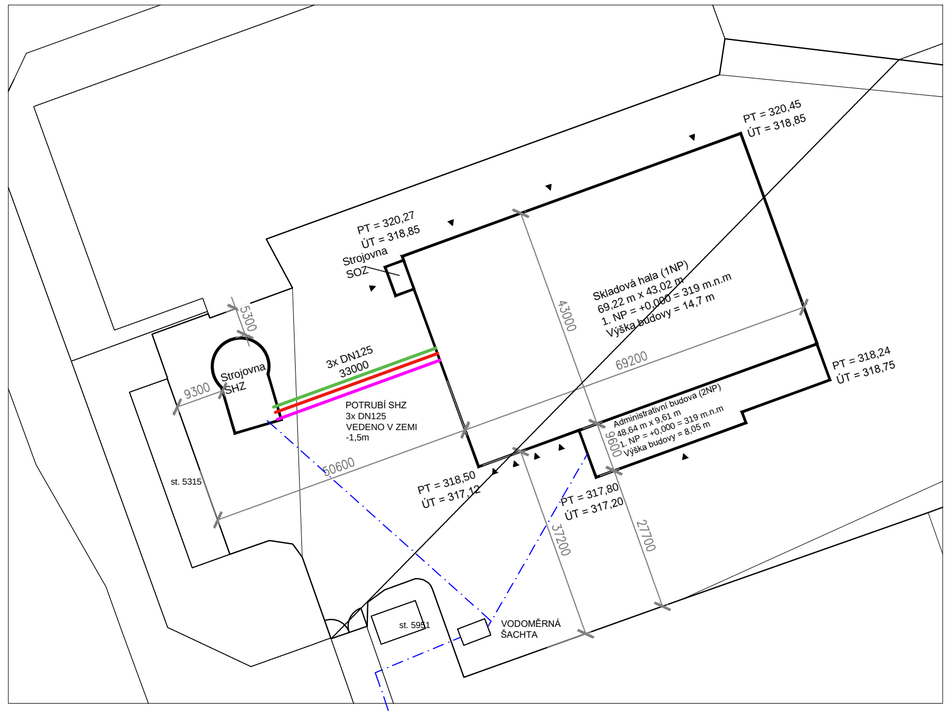
Bokorys
sání/výtlak čerpadla



PŮDORYS - JIŠTĚNÍ STROJOVNY



VÝŘEZ SITUACE



OZN.	ZAŘÍZENÍ
1	HLAVNÍ ČERPADLO SHZ DIESELOVÉ, Q=4800 l/min, H=50m
2	DOPLŇOVACÍ ČERPADLO SHZ, Q=40 l/min, H=50m
3	ROZDĚLOVAČ POŽÁRNÍ VODY, DN250
4	MOKRÁ VENTILOVÁ STANICE DN150, VČ. MONITOROVANÉ UZAVÍRACÍ ARMATURY
5	MONITOROVANÁ UZAVÍRACÍ ARMATURA
6	ZPĚTNÁ KLAPKA
7	ŠOUPĚ
8	MĚŘÍCÍ CLONA DN200, Q=5000 l/min
9	HLÁSIČ PRŮTOKU – JIŠTĚNÍ STROJOVNY + TEST VENTIL (ODVODNĚNÍ DN25)

OZN.	ÚČEL MÍSTNOSTI	PLOCHA [m2]
SPRINKLEROVÁ STANICE VČ. NÁDRŽE		
101	STROJOVNA SHZ	48,0
102	VODOJEM PO VODY	78,5

± 0,000 = 319 m.n.m.

OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA
SI-Q	K125	Bc. PETR PABOUČEK
ROČNÍK	KONZULTANTI	
2.	Ing. ILONA KOUBKOVÁ, Ph.D	

AKCE :

SKLADOVÁ HALA V TRUTNOVĚ

OBSAH :

STROJOVNA SHZ

FORMÁT	4xA4
MĚŘÍTKO	1:100
DATUM	12/2020
Č. VÝKR.	7