

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
FAKULTA STAVEBNÍ**

KATEDRA TECHNICKÝCH ZAŘÍZENÍ BUDOV



SAMOČINNÉ SHZ VE SKLADOVÉ HALE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vypracoval:

Michal Železný

Vedoucí práce:

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Železný</u>	Jméno: <u>Michal</u>	Osobní číslo: <u>439190</u>
Zadávací katedra: <u>K125 - Technických zařízení budov</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>Integrovaná bezpečnost staveb</u>		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: <u>Samočinné SHZ ve skladové hale</u>
Název diplomové práce anglicky: <u>Automated FES in warehouse hall</u>

Pokyny pro vypracování:

- 1) Zpracujte projektovou dokumentaci na úrovni rozšířené dokumentace pro stavební povolení zadané haly. Zadané půdorysy 1:100 - 1:200; řezy 1:100 - 1:200; zadané výpočty a schémata, technická zpráva.
- 2) Rešerše - samočinné SHZ ve skladovacích prostorech

Seznam doporučené literatury:

- 1) ČSN EN 12845. Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení: Navrhování, instalace a údržba. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- 2) FM Global Property Loss Prevention Data Sheets
- 3) DINABURG, Joshua a Daniel T. GOTTUK. Fire Detection in Warehouse Facilities. Baltimore: Springer, 2012. ISBN 978-1-4614-8115-7.

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

Datum zadání diplomové práce: 25. 9. 2019

Termín odevzdání diplomové práce: 5. 1. 2020

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

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

25. 9. 2019
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

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

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

V Praze dne 18. 12. 2019

.....
Bc. Michal Železný

Rád bych tímto poděkoval dvěma lidem. Ing. Iloně Koubkové Ph.D. za veškerou trpělivost a ochotu mi pomáhat během vypracování této závěrečné práce a Ing. Jakubu Kailovi ze společnosti RotaGroup s.r.o. za souhlas a poskytnutí pracovních podkladů pro projekt.

Anotace:

Tato diplomová práce se zabývá projektem na samočinné stabilní hasicí zařízení ve skladové hale. Tento projekt obsahuje podrobnou technickou zprávu doplněnou hydraulickými výpočty, návrhem rozmístění sprinklerových hlavic, návrhem čerpadel a dispozicí strojovny.

Druhá část diplomové práce se zabývá rešerší na téma samočinné stabilní hasicí zařízení. Tato rešerše obsahuje informace o všech druzích SHZ, požadavcích specifických pro sklady a možných omezeních a problémech souvisejících s SHZ. Také obsahuje další možná zařízení pro ochranu skladů.

Celá diplomová práce byla vypracována pod vedením Ing. Ilony Koubkové, Ph.D.

Klíčová slova: sprinkler, SHZ, sklad, regálová ochrana

Annotation:

This diploma thesis deals with a project for automatic fire extinguishing system in a warehouse. This project includes a detailed technical report complete with hydraulic calculations, design of sprinkler heads layout, pump design and engine room layout.

The second part of the thesis deals with the research on the topic of automatic fire extinguishing system. This search contains information on all types of FES, warehouse-specific requirements and possible limitations and problems related to FES. It also includes other possible devices for warehouse protection.

The whole thesis was elaborated under the leadership of Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Keywords: sprinkler, FES, warehouse, in-rack protection

Obsah:

ČÁST A – PROJEKT HALY PHOENIX

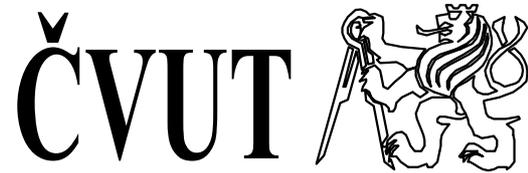
- 01 – Technická zpráva
- 02 – Půdorys 1 PP
- 03 – Půdorys regálového jištění
- 04 – Půdorys jištění mezaninu a vestavku
- 05 – Půdorys střešního jištění
- 06 – Situace
- 07 – Schéma jištění ventilových stanic
- 08 – Schéma zatřídění prostorů
- 09 – Technologické schéma
- 10 – Strojovna
- 11 – Řezy
- 12 – Schéma hydraulického výpočtu

ČÁST B – REŠERŠE – SAMOČINNÉ SHZ

Seznam použitých zkratek

EPS	Elektrická požární signalizace
SHZ	Stabilní hasicí zařízení
SSHZ	Samočinné stabilní hasicí zařízení
PHZ	Polostabilní hasicí zařízení
DHZ	Doplňkové hasicí zařízení
ESFR	Early Suppression Fast Response
CMSA	Control mode specific application
RTI	Response Time Index – Časová odezva hlavice
SSU/SSP	Sprinkler spray upright / Sprinkler spray pendent – sprinkler sprejový stojící / sprinkler sprejový visící
Q	Průtok u sprinkleru
p	Tlak u sprinkleru
NFPA	National Fire Protection Association – mezinárodní certifikační organizace pro prevenci požárů a dalších rizik
FM Global	Americká pojišťovna
VdS	Vertrauen durch Sicherheit – mezinárodní certifikační organizace pro prevenci požárů a dalších rizik
HZS	Hasičský záchranný sbor
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
ZOKT/SOZ	Zařízení odvodu kouře a tepla / Samočinné odvětrávací zařízení
OH	Střední nebezpečí
HHS	Vysoké nebezpečí sklad
PÚ	Požární úsek

Fakulta stavební



K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zpracoval

Bc. Michal Železný

Vedoucí práce

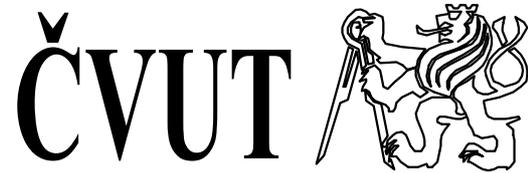
Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Část A

Projekt haly PHOENIX

12.12.2019

Fakulta stavební



K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zpracoval

Bc. Michal Železný

Vedoucí práce

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Technická zpráva

12.12.2019

Obsah

1.	Podklady.....	4
1.1.	Legislativní podklady	4
1.2.	Projekční podklady	4
2.	Identifikace stavby.....	4
2.1.	Stupeň dokumentace	4
2.2.	Architektonické a požární řešení stavby.....	4
2.3.	Popis řešení.....	5
3.	Rozsah jištění.....	5
3.1.	Povolené a nezbytné výjimky.....	6
3.2.	Zatřídění dle ČSN EN 12845	6
4.	Umístění sprinklerových hlavíc.....	9
5.	Potrubní rozvody	10
5.1.	Vedení.....	10
5.2.	Materiál	11
5.3.	Závěsy	11
5.3.1.	Maximální vzdálenost závěsů pro ocelové potrubí.....	11
6.	Strojovna a ventilové stanice	12
6.1.	Ovládání čerpadel.....	12
6.2.	Náhradní díly	12
6.3.	Ventilové stanice	12
6.4.	Vybavení strojovny a nádrže.....	13
6.4.1.	Strojovna.....	13
6.4.2.	Nádrž:	13
6.5.	Hlášené signály.....	13
7.	Nádrž.....	14
8.	Armatury	15
8.1.	Odvzdušnění.....	15
8.2.	Vypouštění a odtok	15
8.3.	Testování.....	15
8.4.	Uzavírání	15
9.	Požadavky na ostatní profese	15
10.	Zkoušky a kontroly	16

11. Tabulky, oznámení.....	16
12. Závěr.....	16
Příloha 1 - Zatřídění dle FM Global Data Sheetů.....	17
Příloha 2 – nádrž.....	19
Příloha 3 – čerpadlo, hydraulický výpočet.....	20

1. Podklady

1.1. Legislativní podklady

- ČSN EN 12845– Stabilní hasicí zařízení – Sprinklerová zařízení – Navrhování, instalace a údržba
- ČSN 73 0810 – Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení
- ČSN EN 12 259 – Stabilní hasicí zařízení – Komponenty pro sprinklerová a vodní sprejová zařízení
- FM Global – Data Sheet 8-1 – Commodity Classification
- FM Global – Data Sheet 8-9 – Storage od class 1, 2, 3, 4 and plastic commodities
- FM Global – Data Sheet 3-26 – Fire Protection for Nonstorage Occupancies

1.2. Projekční podklady

- Stavební výkresy v elektronické verzi – Ing. Jakub Kail
- Požárně-bezpečnostní řešení – Ing. Vojtěch Trsek

Veškeré podklady poskytnuty Ing. Kailem z firmy RotaGroup s.r.o.

2. Identifikace stavby

Název stavby:	Skladovací hala Phoenix
Místo stavby:	Hostivař, Praha 10
Druh stavby:	Rozšíření skladové haly
Investor:	Lékařenský velkoobchod Phoenix, a.s.

2.1. Stupeň dokumentace

Tato dokumentace je ve stupni pro rozšířené stavební povolení. Přesný rozsah je dán v zadání diplomové práce. Dokumentace obsahuje hlavní koncepci řešení, hydraulické výpočty, rozmístění hlavic ve všech patrech po celé ploše haly v souladu s poskytnutým PBŘ, výkres dispozice strojovny a příkladné řezy.

2.2. Architektonické a požární řešení stavby

Projekt se zabývá rozšířením skladové haly Phoenix. Stávající hala není součástí řešení, jedná se pouze o novou přístavbu. Hala je dvoupodlažní, administrativní vestavek třípodlažní. V 1 PP se nachází prostor expedice a speciální sklady, jako jsou: sklad hořlavých kapalin, sklad opiátů, sklad mrazírenského zboží, sklad kyselin či sklad speciálního zboží. Dále se v 1 PP nachází administrativní vestavky, vjezdy pro kamiony a doplňkové prostory pro expedici.

V nadzemním podlaží se po většině plochy předpokládá skladování v regálech. V dolní části stavby je třípodlažní administrativní vestavek A, v horní části je jednopodlažní vestavek B a třípodlažní vestavek C. V dolní a pravé části haly je mezanin, spojující tuto halu se stávající halou.

Požárně bezpečnostní řešení je koncipováno tak, aby místnosti, ve kterých se skladují hořlaviny nehasitelné vodou mohly být skladovány bez speciálních opatření. To znamená že sklady kyselin či hořlavých kapalin jsou odděleny, a tím jsou splněny půdorysné požadavky na absenci SHZ. V hale se nacházejí dvě chráněné únikové cesty. Největší vestavba A je požárně oddělena od haly, díky čemuž tam není třeba instalovat SHZ. Vestavky B a C jsou součástí haly, proto tam SHZ být musí. Ve vestavku A se nacházejí vnitřní hydranty, napájené ze systému SHZ.

2.3. Popis řešení

Stabilní hasicí zařízení vodního typu je určeno pro detekci požáru a jeho likvidaci či udržení pod kontrolou do příjezdu HZS. Pro skladovou halu se použije sprinklerový systém ESFR – Early Suppression Fast Response. Tyto sprinklery mají rychlou reakci a jejich velký průtok je určen pro potlačení požáru. Celý systém SHZ v objektu se skládá z vodní nádrže, čerpacího zařízení, rozvodů v celém areálu a koncových prvků – hlavíc. Dále jsou v systému různé armatury rozepsané dále v této technické zprávě. Aktivace celého systému je pomocí tepelného účinku požáru na stropní hlavice. Ty se otevrou a pokles v tlaku v potrubí je detekován ve strojovně SHZ a na ventilových stanicích.

Hala slouží jako sklad léčiv. Předpokládá se po celé hale výskyt léků s veškerým příslušenstvím – kartonové obaly, plastové palety, apod. Nepředpokládá se skladování materiálu spadajícího do horší třídy.

V objektu se používá mokrá soustava. Požadavkem normy (přílohy P) je použití zásobování vodou se zvýšenou spolehlivostí. Typ systému, doba zásahu a množství vody je závislé na třídě provozu objektu. Nádrž slouží i pro stávající halu v areálu. Okruh SHZ napájí také vnitřní a vnější hydranty.

V této technické zprávě se objevuje porovnání projekčních požadavků podle evropské normy ČSN EN 12845, a v příloze 1 mezinárodní normy FM Global. Veškeré použité materiály a postupy odpovídají právním předpisům a normám platným v České Republice.

3. Rozsah jištění

V rámci této dokumentace se dle PBŘ jistí tyto prostory:

- Střešní vrstva v hale (nadzemní podlaží)
- Regálové jištění
- Expedice v 1 PP
- Administrativa dle PBŘ (vestavky v hlavní hale a prostory v 1 PP), viz výkresy
- Mrazírenské vestavky

3.1. Povolené a nezbytné výjimky

Norma ČSN EN 12845 nám umožňuje vynechat jištění SHZ v těchto případech:

- Umývárny, záchody a sprchy
 - Tato výjimka neplatí pro prostory, ve kterých se mohou vyskytnout hořlavé materiály – úklidové místnosti ve kterých se skladují čisticí prostředky, umývárny spojené s šatnami, apod.
- Šachty v provedení požárních úseků – pokud neobsahují hořlavé látky
- Oddělená schodiště bez požárního zatížení, CHÚC
- Prostory ve kterých se nachází materiál, který není možno hasit vodou
 - Sklad hořlavých kapalin a sklad kyselin v 1 PP
 - Místnosti s elektrickým vybavením – rozvaděče, transformátory...
 - Místnosti s citlivým vybavením – serverovny...

S těmito výjimkami platí zároveň omezení skladování – v těchto prostorech není možno skladovat.

3.2. Zatřídění dle ČSN EN 12845

Střešní jištění

Skladovaný materiál:	nenapěněné plasty v kartonových obalech*
Typ soustavy:	Mokrá
Světlá výška provozu:	12,64 m
Maximální výška skladování:	12,2 m
Navržený typ hlavice	ESFR + 1 vrstva regálového jištění
Požadovaný tlak na hlavici:	4,3 bar
Typ skladování:	ST4 (umožněno ST1 – ST5)
Zatřídění:	P.3 – nenapěněné plasty v kartonových obalech
Účinná plocha/hlavice:	12 hlavice
Otevírací teplota:	74 °C
K-faktor hlavice:	240
Pozice:	visící
Provozní doba:	60 min
Odezva:	rychlá
Materiál:	mosaz

Regálové jištění

Typ soustavy:	Mokrá
Maximální výška skladování:	9 m
Navržený typ hlavice	ESFR s ochranným košem
Požadovaný tlak na hlavici:	4,3 bar
Typ skladování:	ST4
Účinná plocha/hlavice:	3 hlavice

Otevírací teplota:	74 °C
K-faktor hlavice:	240
Pozice:	visící
Provozní doba:	60 min
Odezva:	rychlá
Materiál:	mosaz

Mezanin

Skladovaný materiál:	nenapěněné plasty v kartonových obalech*
Typ soustavy:	Mokrá
Světlná výška provozu:	4,65 m
Maximální výška skladování:	7,6 m
Navržený typ hlavice	ESFR
Požadovaný tlak na hlavici:	3,5 bar
Typ skladování:	ST4 (umožněno ST1 – ST5)
Zatřídění:	ESFR – P.3 – nenapěněné plasty v kartonových obalech
Účinná plocha/hlavice:	12 hlavic
Otevírací teplota:	74 °C
K-faktor hlavice:	200
Pozice:	stojící
Provozní doba:	60 min
Odezva:	rychlá
Materiál:	mosaz

Expedice 1 PP

Skladovaný materiál:	nenapěněné plasty v kartonových obalech*
Typ soustavy:	Mokrá
Světlná výška provozu:	3,65 m
Maximální výška skladování:	7,6 m
Navržený typ hlavice	ESFR
Požadovaný tlak na hlavici:	3,5 bar
Typ skladování:	ST4 (umožněno ST1 – ST5)
Zatřídění:	ESFR – P.3 – nenapěněné plasty v kartonových obalech
Účinná plocha/hlavice:	12 hlavic
Otevírací teplota:	74 °C
K-faktor hlavice:	200
Pozice:	stojící
Provozní doba:	60 min
Odezva:	rychlá
Materiál:	mosaz

Administrativa

Typ soustavy:	Mokrá
Světlná výška provozu:	různá – dle dokumentace

Maximální výška skladování:	dle tabulky níže
Navržený typ hlavice	SSP/SSU
Požadovaný tlak na hlavici:	0,35 bar
Zatřídění:	OH1
Účinná plocha/hlavice:	72 m ²
Otevírací teplota:	68 °C
K-faktor hlavice:	80
Pozice:	visící/stojící – dle výkresové dokumentace
Provozní doba:	30 min
Odezva:	rychlá
Materiál:	mosaz/chrom

Mrazicí box

Typ soustavy:	Mokrá **
Světlá výška provozu:	3,65 m
Maximální výška skladování:	7,6 m
Navržený typ hlavice	ESFR
Požadovaný tlak na hlavici:	3,5 bar
Typ skladování:	ST1 (umožněno ST1 – ST5)
Zatřídění:	ESFR – P.3 – nenapěněné plasty v kartonových obalech
Účinná plocha/hlavice:	12 hlavice
Otevírací teplota:	74 °C
K-faktor hlavice:	200
Pozice:	visící
Provozní doba:	60 min
Odezva:	rychlá
Materiál:	mosaz

* = ve skladu se neobjevuje materiál s horší třídou ochrany ve větším množství, než povoluje bod P.3.3 - 15 % hmotnosti nebo 25 % objemu

= norma ČSN EN 12845 má stejné hydraulické požadavky pro skladování nenapěněných plastů v kartonových obalech a bez kartonových obalů. Tento návrh tedy postačuje i pro horší třídu materiálu (tab. P.5)

** = v mrazicích boxech se budou hlavice montovat na suché rameno, potrubní vedení se bude nacházet nad izolovaným podhledem

Je nutné dodržovat volný prostor pod hlavicí:

- 1 m pod hlavicemi systému ESFR
- 0,5 m pod hlavicemi SSU/SSP

V prostorech klasifikovaných do OH3, se smí skladovat materiály při dodržení maximálních skladovacích výšek dle uvedené tabulky. Zároveň je skladovací plocha omezena na 50m² pro jeden skladovací blok s volným prostorem kolem bloku minimálně 2,4 m.

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

Kategorie skladovaného materiálu viz. ČSN EN 12845, Příloha C

4. Umístění sprinklerových hlavice

Rozmístění ESFR sprinklerů a maximální plocha připadající na jednu hlavici musí být v souladu s ČSN EN 12 845, tabulka P.20.

Rozmístění hlavice SSP a maximální plocha se řídí ČSN EN 12 845 tab. 19. Výška od stropu se řídí tab. 21.

Horizontální rozmístění ESFR sprinklerů (ČSN EN 12 845 tab. P.20)				
Výška stropu [m]	Vzdálenost mezi sprinklery		Plocha krytá jednou hlavici	
	Minimální [m]	Maximální [m]	Minimální [m ²]	Maximální [m ²]
≤ 9	2,4	3,7	6,0	9,0
> 9 ≤ 13,7	2,4	3,0	6,0	9,0

Vertikální umístění sprinkleru pod stropní (střešní) konstrukcí (ČSN EN 12 845 tab. P.21)

K-faktor sprinklerové hlavice	Typ sprinklerové hlavice	Vertikální vzdálenost sprinklerového tříšticke od spodní hraní stropu (střechy)	
I*min-1*bar-1/2		Ne méně než [mm]	Ne více než [mm]
320 a 360	ESFR	150	460
200 a 240 - závěsný	ESFR	150	360
200 a 240 - stojatý	ESFR	75	150
115	Spray	75	150

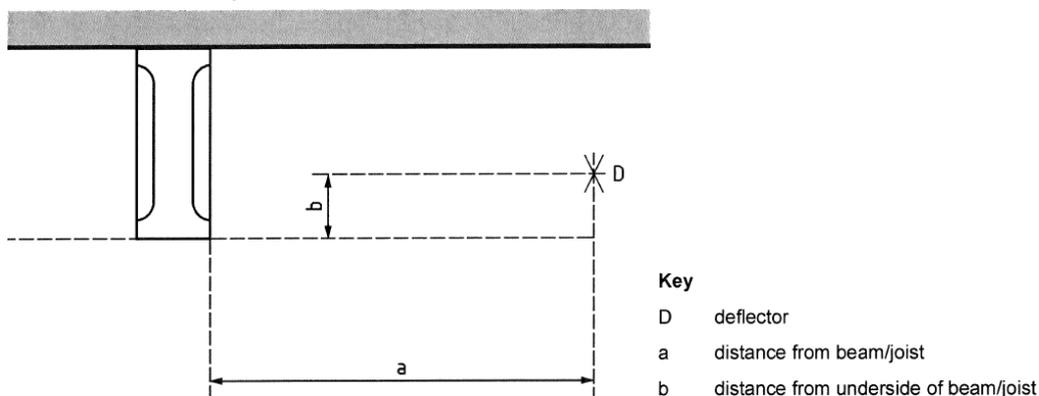
Pozn.: v případě trapézového plechu je vzdálenost počítána od středu trapézové vlny.

Umístění ESFR sprinklerů vzhledem ke stavebním konstrukcím

V případě vzniku nových překážek ovlivňující činnost sprinklerového SHZ, které nebyly uvažovány v projektu, musí být rozmístění sprinklerů provedeno v souladu s ČSN EN 12 845 příloha P, tabulka P.19.

Umístění ESFR sprinklerů vzhledem k překážkám rozstříku (nosníky apod.) ČSN EN 12 845, tab. P.19		
Vzdálenost "a" na obr. P.3		Vzdálenost "b" na obr. P.3
Minimální horizontální vzdálenost sprinkleru od překážky		Maximální výška sprinklerového třišťiče nad spodní hranou překážky
Vyšší než [mm]	Méně než [mm]	[mm]
100	300	0
300	500	40
500	600	75
600	800	140
800	900	200
900	1100	250
1100	1200	300
1200	1400	380
1400	1500	460
1500	1700	560
1700	1800	660
1800	1850	790

Obrázek P.3 – Pozice třišťiče umístěného nad úrovní spodní hrany nosníku či jiné překážky rozstříku v úrovni střechy.



5. Potrubní rozvody

5.1. Vedení

V hale je systém rozvodů řešen jako síťový (gridový). Potrubní systém areálu začíná ve strojovně SHZ, odkud vede potrubí DN200 pod zem do hloubky -6,0 m. V této hloubce tvoří okruh kolem nové i stávající haly a jsou na něm osazeny nadzemní hydranty a odbočky na jednotlivé haly. V hale poté vede k prostoru ventilových stanic v 1 PP, a odkud vedou stoupačky ke stropu do výšky cca +10,5 m v hlavní hale a do výšky -1,5 m v 1 PP. U stropu v každém podlaží se hlavní potrubí rozděluje na gridy.

Prostor pro ventilové stanice musí být zabezpečen proti vstupu nepovolaných osob. To znamená, že musí být oplocen a uzamčen.

Potrubní systém bude mokrý, proto není nutné žádné spádování. Je třeba mít na paměti, že systém by mělo být možno vypustit, a tudíž by se neměly v celém objektu vyskytovat místa (odskoky) bez možnosti vypuštění.

Potrubí bude po montování natřeno červenou barvou RAL 3000. Tento nátěr bude tvořit 1 vrstva základní podkladové barvy a 2 vrstvy vrchního emailu.

Potrubí musí být přístupné pro možné opravy a výměny.

5.2. Materiál

Potrubí bude tvořené ocelovými trubkami, spojenými spojkami či závitovými spoji. Na potrubí se může použít pouze ocel třídy 11 dle ČSN 42 0250. Potrubí musí být chráněné proti korozi a bude se instalovat v souladu s instrukcemi výrobce.

5.3. Závěsy

Závěsy potrubí budou připevněny ke stavebním konstrukcím budovy – do sloupů, nosníků, průvlaků či nosných stěn.

Závěsy z kruhové oceli

Průměr potrubí v mm	Průměr tyče v mm
Do DN 100 včetně	9,5
DN 125 až DN 200	12,7
DN 250 a DN 300	15,9

Třmeny z kruhové oceli

Průměr potrubí v mm	Průměr tyče v mm
Do DN 50	7,8
DN 65 až DN 150	9,5
DN 250 a DN 200	12,7

Max. vzdálenosti závěsů sprinklerového potrubí

DN potrubí	Maximální vzdálenost závěsu (m)	Typ závěsu
všechna potrubí	4	jednoduchý
≥ DN50	6	zdvojený

5.3.1. Maximální vzdálenost závěsů pro ocelové potrubí

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

- Dva nezávislé závěsy se připevní přímo ke konstrukci budovy
- Použije se závěs schopný unést zatížení o 50 % větší, než je uvedeno výše v tabulce
- Dále je nutné dodržet tyto podmínky:

- Do 1 m od každé mechanické spojky musí být alespoň jeden závěs
- Na každé sekci potrubí musí být alespoň jeden závěs
- Vzdálenost od kteréhokoliv terminálního sprinkleru nesmí být vyšší než 0,9 m u potrubí o průměru 25 mm a 1,2 m u větších potrubí
- Vzdálenost stojatého sprinkleru k závěsu musí být větší než 0,15 m
- Svislá potrubí delší než 2 m musí mít doplňkové závěsy
- Svislá potrubí napojující sprinklery (tzv. svíčky) delší než 1 m musí mít doplňkové závěsy

6. Strojovna a ventilové stanice

6.1. Ovládání čerpadel

Na rozvaděči budou instalovány dvě armatury pro měření tlaku. Pokud v potrubním systému dojde ke snížení provozního tlaku na hodnotu 0,8, dojde ke spuštění hlavního čerpadla. Pokud hodnota tlaku bude stále klesat, při hodnotě 0,6 druhá armatura sepne i záložní čerpadlo. Čerpadla musejí mít zásobu paliva na 4 hodiny provozu.

Vypínání těchto čerpadel je pouze ruční.

6.2. Náhradní díly

Ve strojovně či skladu musí být připraveny tyto náhradní díly:

- 2x souprava palivových a olejových filtrů a těsnění
- 2x souprava řemenů pro čerpadla
- 1x souprava spojen, těsnění a hadic
- 2x vstříkovací tryska
- 24x sprinklerová hlavice (24x pro každý druh)

Hlavice musejí být umístěny v přístupném místě, společně se všemi montážními pomůckami potřebnými pro výměnu poškozených či otevřených hlavic. Nesmí být skladovány v místě s vyšší teplotou než 27 °C.

6.3. Ventilové stanice

V hale bude v 1.PP prostor pro ventilové stanice. Bude oplocen a nebude přístupný pro neoprávněné osoby. V tomto prostoru se bude nacházet rozdělovač a na něm osazený:

- Dvě přívodní potrubí z okruhu v areálu
- 5x mokrá ventilová stanice

Pod rozdělovačem bude umístěna montovaná vana. Přesné umístění ventilových stanic – viz výkres.

6.4. Vybavení strojovny a nádrže

6.4.1. Strojovna

- Sprinklerová ústředna
 - Slouží pro monitorování systému a přenosu signálu na ústřednu EPS.
Napájení ze sítě či baterie.
- 2x dieselové čerpadlo
- Zkoušecí potrubí
- Armatura pro připojení mobilní techniky
- Rozdělovač DN 250
- Mechanické požární zvony
- Monitorování teploty a zaplavení
- Rozvaděč el. energie
- Náhradní díly (viz výše)

6.4.2. Nádrž:

- Plovákové ventily
- Žebřík pro vstup

6.5. Hlášené signály

Sprinklerová ústředna bude monitorovat a hlásit tyto signály:

1) POŽÁR

Tento signál bude vyhlášen při aktivaci tlakových spínačů na některé ventilové stanici (celkem 5 signálů z nové haly)

2) PORUCHA

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

- Špatná poloha uzávěru
- Nedostatek tekutin v čerpadle
- Teplota ve strojovně
- Nízká hladina v nádrži
- Vysoká hladina v nádrži
- Porucha hlavního čerpadla
- Porucha záložního čerpadla
- Porucha ústředny SHZ

3) CHOD ČERPADLA

Tento signál bude vyhlášen při chodu hlavního nebo záložního čerpadla.

Veškeré signály budou svedeny z ústředny SHZ na ústřednu EPS.

7. Nádrž

Jako vodní zdroj bude sloužit nadzemní ocelová montovaná nádrž opatřená izolací a vytápěním od firmy Kohimex.

Výpočet potřebného objemu:

Střešní jištění (ESFR):

K-faktor K :	240
Tlak p :	4,3 bar
Účinná plocha A :	12 hlavic
Koeficient hydraulické nerovnováhy x :	1,1
Doba účinnosti SHZ t :	60 min

Hydranty:

Vnitřní hydranty $Q1$:	2x 0,3 l/s = 36 l/min
Vnější hydranty $Q2$:	2400 l/min
Doba účinnosti hydrantů t :	30 min

Regály (skladování ST4):

K-faktor K :	240
Tlak p :	4,3 bar
Účinná plocha A :	3 hlavice v úrovni (1 úroveň) – 7.2.3.2
Koeficient hydraulické nerovnováhy x :	1,1
Doba účinnosti SHZ t :	60 min

Mezanin (ESFR):

K-faktor K :	200
Tlak p :	3,5 bar
Účinná plocha A :	12 hlavic
Koeficient hydraulické nerovnováhy x :	1,1
Doba účinnosti SHZ t :	60 min

Nádrž:

$$\text{ESFR: } Q = \sqrt{p} * K * n * x * t = \sqrt{4,3} * 240 * 12 * 1,1 * 60 = 394\,158\,l = 395\,m^3$$

$$\text{Regály: } Q = \sqrt{p} * K * n * x * t = \sqrt{4,3} * 240 * 3 * 1,1 * 60 = 98\,539\,l = 99\,m^3$$

$$\text{Mezanin/1PP: } Q = \sqrt{p} * K * n * x * t = \sqrt{3,5} * 200 * 12 * 1,1 * 60 = 296\,339\,l = 297\,m^3$$

$$\text{Hydranty: } Q = (Q1 + Q2) * t = (2400 + 36) * 30 = 2436 * 30 = 73\,080\,l = 73\,m^3$$

Minimální objem nádrže $V = 395 + 99 + 73 = \underline{597\,m^3}$

Nádrž musí být doplněna do 36 hodin. Pro tuto dobu není vodní řad, ze kterého je napájena dostatečný, proto se předpokládá doplňování nádrže z cisteren, pomocí armatury pro připojení mobilní techniky.

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

8. Armatury

8.1. Odvzdušnění

V nejvyšším místě potrubí bude osazen ventil.

8.2. Vypouštění a odtok

Celý systém musí jít vypustit. Na nejnižších místech soustavy (konce hlavních potrubí, místa klesání do regálových sprinklerů, ventilové stanice, testovací armatura) budou osazeny vypouštěcí ventily. Voda z těchto míst bude svedena hadicemi do kanalizace.

Při aktivování systému SHZ se předpokládá odtok požární vody do venkovního prostoru či do podlahových vpustí v objektu.

8.3. Testování

Pro ověření správné funkčnosti systému bude v nejvzdálenějším místě rozvodů nainstalována testovací armatura. Armatura bude zajištěna proti neodborné manipulaci.

8.4. Uzavírání

Celý systém i každá jednotlivá část musí jít uzavřít pro účely oprav a údržby. Toto bude umožněno šoupaty na každém důležitém místě rozvodů – sání čerpadel, zemní rozvod v areálu, ventilové stanice. Stav každého uzávěru bude monitorován.

9. Požadavky na ostatní profese

- Veškeré profese musí respektovat systém SHZ a zajistit, aby nově navržené instalace nenarušovaly tento systém. Toto platí zejména pro systém ZOKT, pokud je přítomno. Jelikož je instalován systém ESFR, norma ČSN EN 12845 vyžaduje pouze ruční aktivaci ZOKT.
- Zajistit odvodnění ventilových stanic
- Prostory s mokrou soustavou vyhřívat na alespoň +5 °C a strojovnu na +10 °C
- Osadit čidly EPS prostory nejištěné SHZ
- Utěsnit prostupy přes požárně-dělicí příčky
- Zajistit volný prostor pod hlavicemi (viz výše)
- Zajistit oddělení ventilových stanic

10. Zkoušky a kontroly

Po dokončení montáže se celý systém SHZ musí podrobit zkouškám:

- Proplachu a hydrostatické tlakové zkoušce. Tato zkouška musí trvat alespoň 2 hodiny, a musí se použít tlak 15 bar nebo 1,5 násobek provozního tlaku, podle toho, co je vyšší. Tuto zkoušku musí doložit montážní firma, za přítomnosti provozovatele a zástupců příslušného HZS. O zkoušce bude vystaven protokol.
- U všech zařízení ve strojovně se musí vyzkoušet start jak startovacím tlakem, tak tlačítkem.
- Musí se ověřit správné nastavení plovákových ventilů a správné hlášení poruchových signálů na ústředně SHZ.
- Hlavní čerpadlo se musí ověřit měřící clonou na zkušebním potrubí. Musí se vyzkoušet maximální průtok soustavy

Další zkoušky se musejí provádět v souladu s technickými požadavky instalovaných zařízení, s normou ČSN EN 12845 a v souladu s vyhláškou č. 246/2001 Sb. V souladu s touto vyhláškou je systém SHZ vyhrazeným požárně-bezpečnostním zařízením.

11. Tabulky, oznámení

Schéma systému SHZ se bude nacházet u hlavních dveří do areálu haly a ve strojovně SHZ. Přesné umístění bude určeno projektantem PBŘ v souladu s hlavními zásahovými cestami.

Je nutné označit všechny důležité armatury a součásti systému SHZ. Budou označeny uzavírací armatury, ventilové stanice, přívodní i výstupní potrubí čerpadel, výtlačky ventilových stanic, napojení mobilní techniky a v pravidelných rozestupech bude označen směr proudění vody v potrubí.

12. Závěr

Při zpracování této dokumentace bylo postupováno podle závazných právních předpisů platných v ČR, byly dodrženy relevantní technické normy a technická dokumentace navržených částí systému SHZ.

Příloha 1 - Zatřídění dle FM Global Data Sheetů

Střešní jištění

Dle FM DS 8-1:

- Skladovaný materiál jsou léčiva s příslušenstvím (plastové obaly a palety)
 - o Dle bodu 118 kapitoly 2.4
 - o Kartonovaná léčiva v plastových obalech spadají do třídy CUP (cartoned unexpanded plastics)
- Skladování bude na plastových paletách
 - o Dle bodu 2.3.9.2 nedochází k nárůstu třídy
- Předpokládá se, že v ploše haly nebude nebalené zboží
 - o Zásoby plastových palet, zásoby plastových obalů apod. nebudou skladovány ve významném nožství
- Celkové zatřídění: **CUP – cartoned unexpanded plastics**

Zatřídění dle FM

Zdroj	Tab. 8 (FM-DS 8-9)	
Požadovaný tlak	3,5	bar
K-faktor	320	
Účinná plocha/hlavice	12	ks
Plocha na hlavici	9	m ²
Min. typ hlavice dle FM	ESFR; K320; 1“; VISÍCÍ; 3,5 bar, mosaz	

Regálové jištění

Není vyžadováno

Mezanin

Zatřídění materiálu stejné jako ve střešním jištění

Zatřídění dle FM

Zdroj	Tab. 8 (FM-DS 8-9)	
Požadovaný tlak	3,5	bar
K-faktor	200	
Účinná plocha/hlavice	12	ks
Plocha na hlavici	9	m ²
Min. typ hlavice dle FM	ESFR; K200; 1“; VISÍCÍ; 3,5 bar, mosaz	

Administrativa

Zatřídění dle FM

Zdroj	Tab. 1, 2 (FM-DS 3-26)	
Zatřídění	HC-1	
Intenzita skrápění	4	mm/min*m ²

K-faktor	80	
Účinná plocha/hlavice	140	ks
Plocha na hlavici	12	m ²
Min. typ hlavice dle FM	SSU/SSP; K80; 1/2“; VISÍCÍ/STOJÍCÍ	

Mrazící box

Projektován jako standardní prostor:

- Rozvody budou nad izolovaným podhledem
- Hlavice budou visící na nezavodněném rameni

Zatřídění dle FM

Zdroj	Tab. 8 (FM-DS 8-9)	
Požadovaný tlak	3,5	bar
K-faktor	200	
Účinná plocha/hlavice	12	ks
Plocha na hlavici	9	m ²
Min. typ hlavice dle FM	ESFR; K200; 1“; VISÍCÍ; 3,5 bar, mosaz	

Příloha 2 – nádrž

Navrhuje se ocelová nadzemní montovaná nádrž od společnosti Kohimex

Nabídka rozměrů (objemů) požárních nádrží:



Výška pláště (m)	3,67	4,24	4,87	5,44	6,07	6,64	7,27	7,84	8,47	9,04	9,67	10,24	10,87	11,44	12,07	12,64	13,27
Počet řad (řubů)	3	3,5	4	4,5	5	5,5	6	6,5	7	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11

Průměr nádrže (m)	Počet plechů v řadě
-------------------	---------------------

Užitný (vyčerpátní) objem v m³

3,01	4	22	26	31	35	39	43	48	52	56	60	65	69	73	77	82	86	90
3,76	5	35	41	48	54	61	68	75	81	88	95	102	108	115	121	128	135	142
4,52	6	50	59	70	79	89	98	108	117	127	136	146	156	166	175	185	194	204
5,27	7	69	81	95	107	121	133	147	160	173	186	200	212	226	238	252	264	278
6,02	8	88	104	122	138	156	172	190	207	225	241	259	275	293	309	327	343	361
6,78	9	111	132	155	175	198	218	241	262	284	305	328	348	371	391	414	435	457
7,53	10	131	156	184	209	238	263	291	316	344	370	398	423	451	477	505	530	558
8,28	11	159	190	224	255	289	319	353	384	418	449	483	513	547	578	612	642	677
9,03	12	192	228	269	305	346	382	423	459	499	536	576	613	653	690	730	767	807
9,79	13	225	268	315	358	406	448	496	539	586	629	676	719	767	809	857	900	947
10,54	14	261	311	366	415	471	520	575	625	680	729	785	834	889	939	994	1 044	1 099
11,29	15	289	346	409	466	529	586	649	706	770	827	890	947	1 010	1 067	1 130	1 187	1 250
12,05	16	330	395	467	531	603	668	740	805	877	942	1 014	1 078	1 150	1 215	1 287	1 352	1 424
12,80	17	373	446	527	608	681	754	836	909	990	1 063	1 144	1 217	1 299	1 372	1 453	1 526	1 607
13,55	18	412	494	585	667	758	840	931	1 013	1 104	1 186	1 277	1 359	1 450	1 532	1 623	1 705	1 796
14,30	19	461	552	653	745	846	938	1 039	1 130	1 232	1 323	1 425	1 516	1 617	1 709	1 810	1 902	2 003
15,06	20	493	594	706	807	920	1 021	1 134	1 235	1 347	1 448	1 561	1 662	1 775	1 876	1 988	2 089	2 202
15,81	21	559	670	794	906	1 030	1 142	1 266	1 377	1 501	1 613	1 737	1 848	1 972	2 084	2 208	2 319	2 443
16,56	22	607	729	866	988	1 124	1 246	1 383	1 505	1 641	1 763	1 900	2 022	2 158	2 281	2 417	2 539	2 675

- Poznámky:
- Nádrže základní řady jsou navrženy dle normy EN 12845 a dle standardů řad EC 1990, EC 1991 a EC 1993.
 - Užitný objem nádrže je již čistý vyčerpátní objem požární vody bez spodní nízké hladiny a garantuje nezaplavení ocelové konstrukce střechy.
 - Nádrže jsou dimenzované pro namáhání větrem dle EN 1991-1-4 podle udané lokality stavby nebo je v nabídce při nesdělení místa výstavby uvažována základní rychlost větru 25 m/s (větrná oblast II) v terénu III.
 - Zastřešení nádrže je řešeno individuálně dle požadavku odběratele se zatížení sněhem dle EN 1991-1-3.
 - Výška nádrže je počítána od betonového základu (kotevního úhelníku) po horní obvodový úhelník.
 - Provedení nádrže mimo výše uvedenou kapacitní řadu je samozřejmě možné.
 - Běžné je také navrhování nádrží dle odlišných požárně bezpečnostních norem (VdS, NFPA, FM Global, ...) nebo provedení zcela atypické nádrže (hranatá, oválná nebo jiného tvaru).

CZ

Dle výpočtu v kapitole 7 je minimální objem nádrže pro areál 597 m³.

Po přidání rezervy se navrhuje nadzemní izolovaná montovaná nádrž KKL 18-4,5 s využitelným objemem 667 m³.

Příloha 3 – čerpadlo, hydraulický výpočet

První návrh čerpadla:

Průtok čerpadla:

$$\text{Střešní jištění} \quad Q = \sqrt{p} * K * n * x = \sqrt{4,3} * 240 * 12 * 1,1 = 6\,569 \text{ l/min}$$

$$\text{Regály:} \quad Q = \sqrt{p} * K * n * x = \sqrt{4,3} * 240 * 3 * 1,1 = 1\,642 \text{ l/min}$$

$$\text{Hydranty:} \quad Q = 2436 \text{ l/min}$$

Rezerva: 10 %

Tlak:

- Střešní jištění a regály: 4,3 bar
- Rezerva (dle NFPA): 1 bar
- Tlakové ztráty (odhad): 2-3 bar
- Převýšení (cca 20 m): 2 bar

Návrh čerpadla pro hydraulické výpočty na bod 11 711 l/min při 10,3 bar -> **12 000 l/min @ 10 bar**

Prověřovaná místa v hydraulickém výpočtu:

- 1) Nejvzdálenější střešní hlavice + nejvzdálenější regálové hlavice + vnější hydrant
- 2) Nejvzdálenější místo v 1 PP (ESFR bez okruhového napájení) + vnější hydrant
- 3) Nejvýhodnější plocha (1 PP u ventilových stanic) + vnější hydrant
- 4) Nejvýhodnější střešní hlavice + nejvýhodnější regály + vnější hydrant

Hydraulické výpočty (přiloženy) nám udaly při 11000 l/min @ 10,8 bar rezervu 1,12 bar. To je dostatečné i dle zahraniční literatury. Tyto hodnoty se ukázaly dostatečné ve všech prověřovaných místech.

Veškeré dimenze potrubí dokázaly udržet maximální rychlost v soustavě pod 10 m/s, tedy pod hraniční hodnotou ČSN EN 12845.

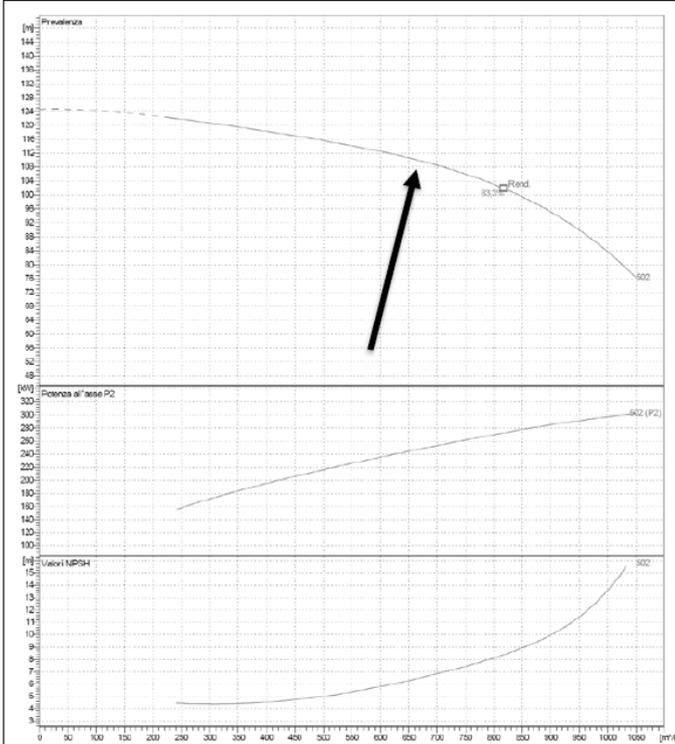
Následně bylo vybráno čerpadlo Wilo-SiFire EN150/500-502-302D-PumpSet.

Technický list čerpadla:



SiFire - Special version
 Data sheet: **Wilo-SiFire EN150/500-502-302D-PumpSet** E.S.

Pump curves
 WNF-S150-500-502-17-L3B1T1



System	
Fluid temperature	0-50°C
Ambient temperature	10-40°C
Max operating pressure	N/A
Number of E/pump	0
Number of D/pump	1
Number of J/pump	0
Protection class	IP54
Altitude max.	1000 m
Required Duty Point Q	660 m³/h
Required Duty Point H	108 m

Booster materials	
Base frame	Painted
Hydraulic circuit	N/A

Main pump	
Type	End-suction
Housing	Cast iron
Impeller	AISI316
Seal	mechanical seal



Main pump - description

Bareshaft end-suction centrifugal pumps back-pull out type.
 The motor unit and the rotating part of the pump can be taken away without removing the pump body from the system piping.
 Pump body with dimension and performances according to EN 733 rules (up to 150-400), closed impeller dynamically balanced and with balance holes for the balancing of the axial thrust. Shaft completely in stainless steel, greased ball bearings, flanges according to EN 1092-2. Performance tolerance according to EN ISO9906-A.

Diesel pump			
Engine	Iveco		
Nominal power P2 [kW]	302		
RPM	1750		
Cylinder number	6		
Injection	Direct		
Cooling	heat exchanger		
Fuel tank capacity	6 hours		

Dimensions and drawing

NO HYDRAULICS ON DELIVERY/NO PRESSURE SWITCHES, NO VALVES, NO MANIFOLD, ETC..

Sample systems are shown - subject to change without prior notice
 Accessories to complete the plant to be ordered separately
 Installation surface: flat and horizontal
 Installation location according to EN12845, dry, well ventilated and frost-proof



SiFire - Special version

Data sheet:

Wilo-SiFire EN150/500-502-302D-PumpSet

E.S.

Specification text

Pressure boosting system as a fully automatic compact unit for fire fighting purposes according to EN 12845.

Consisting of main pump with base frame, spacer coupling, with electric motor and/or with diesel engine and multistage vertical electric jockey pump, diaphragm pressure vessel (capacity: 20 l) and one switch cabinet per pump, fixed to a robust support structure.

Model SC-Fire E for the electric motor and model SC-Fire D for the diesel engine, both equipped with Smart Controller, plus model SC-Fire J for the jockey pump, solid construction made of special profiled parts with cut-outs for forklift trucks and hooks to ensure trouble-free, safe transportation.

Special base plate for the diesel motor which reduces the transfer of vibrations considerably and increases the reliability and service life.

The cables are concealed in the construction and protected against bumps and cuts.

Only for the model with diesel engine: Fuel tank with level sensor and sufficient volume for six hours of autonomous operation, as well as 2 batteries on the base frame and battery charging units on the SC Fire switch cabinet.

Independent anti-vibration base frame for the diesel engine pump.

One control panel SC-Fire E and one SC-Fire D plus SC-Fire J for fire fighting systems according to EN 12845.

Control panels integrated in a sheet metal enclosure in accordance with protection class IP54.

Very high quality control system and particularly easy operation thanks to SC Fire control, with symbol-based LC display, simple user interface with clear menu layout, pressure and rotary switches for quick adjustment of parameters.

Communicative controller for monitoring system operation.

The system has been mounted on the base frame with wires ready for connection.

Inflow pressure:

The maximum inlet pressure must be taken into account when planning the system configuration (see Technical data). The maximum permissible inlet pressure is calculated from the maximum operating pressure of the system minus the maximum pumping head of the pump at $Q = 0$.

For sprinkler systems in accordance with EN 12845, the water pressure should not exceed 12 bar.

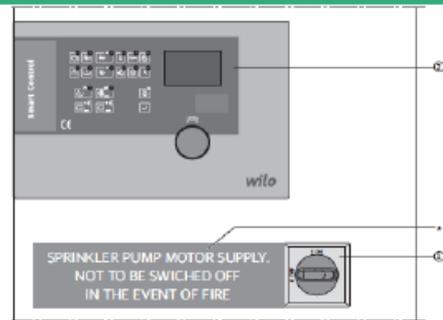
In sprinkler systems with a pronounced slope, in which the difference in height between the highest and lowest sprinkler is more than 45 m, the water pressure can be higher than 12 bar at the pump outlet or in the piping, provided that all of the system components are designed for this pressure level.

Installation of the pressure boosting pump under suction conditions.

For the main/standby pump, it is necessary to install a supply tank with connection to the discharge pipe above the pump.

Specific elements to take in account on this SiFire special version:

Specification text - control panels



Wilo-Control SC-Fire D (main pump with diesel motor)

Hardware:

Fully electronic central control unit, installed in a painted steel enclosure, protection class IP54, control and display devices on the front door

Features and functions:

The design of the control device depends on the power of the connected pump. The device comprises the following components:

- **Main switch:** For switching the switchgear on and off. (For unauthorised use in the event of a fire)
- **Display:** Display built into the door of the switch cabinet for operation and display purposes. Shows the operating data and the operating status of the pump and controller through a combination of symbols and numerical codes. Menu selection and parameter input is effected via the red button
- **Microprocessor with Soft PLC:** Microprocessor PLC (Soft PLC), realised through programming, the power supply unit and the I/O wiring. The programming configuration depends on the system and the sprinkler system
- **Indicators:** Longlife indicator lights which indicate the following: Operational readiness of the pump, operation of the pump, activation of the pressure switch, activation of the float switch, deactivation of the automatic mode, deactivation of the motor heater, temperature alarm, oil pressure alarm, false start, belt alarm, low fuel level, collective errors, manual stop
- **Buttons:** Push button for manual stop, start battery A, start battery B, the lamp test and acknowledgement of alarms and warning messages
- **Fuse protection:** Protective fuses for heating and battery charging unit in the switch cabinet
- **Motor startup:** Automatic starting sequence with 6 start attempts via two alternating batteries or directly via the start button on the front panel
- **Motor protection:** Monitoring of typical operating parameters of the diesel motor (temperature, oil pressure, etc.) without stopping
- **Monitoring of the water supply:** By means of a float switch to ensure a minimum water level of 2/3 of the supply tank is always maintained
- **Monitoring of the power supply:** Error message from the battery charging unit in the event of a failure of the power supply
- **Combined signal report:** All types of error are displayed via a common error indicator
- **Individual signal report:** Important individual errors are indicated via individual error indicators
- **Error message and acknowledgement:** All error messages are displayed via LEDs, shown in the display as an error code and must be acknowledged

Conforms to the following standards:

- Fixed Firefighting Systems - Automatic Sprinkler Systems - (EN 12845), part for pumps with diesel motor
- Electrical Equipment of Machines (EN 60204-1)
- Low-voltage Switchgear and Controlgear Assemblies (EN 61439-1 and EN 61439-2)
- EMC - Electromagnetic Compatibility for Industrial Environments (EN 61000-6-2)
- EMC - Emission Standard for Residential, Commercial and Light-Industrial Environments (EN 61000-6-3)

Function description:

Wilo SC-Fire D control devices can be used to control pumps with a diesel motor, sensors for pump management and the level of information. The SC-unit is controlled via a microprocessor with Soft PLC. It is used to control and regulate the necessary functions of pressure boosting systems for fire fighting in accordance with EN 12845 for test purposes and operation of the sprinkler system.

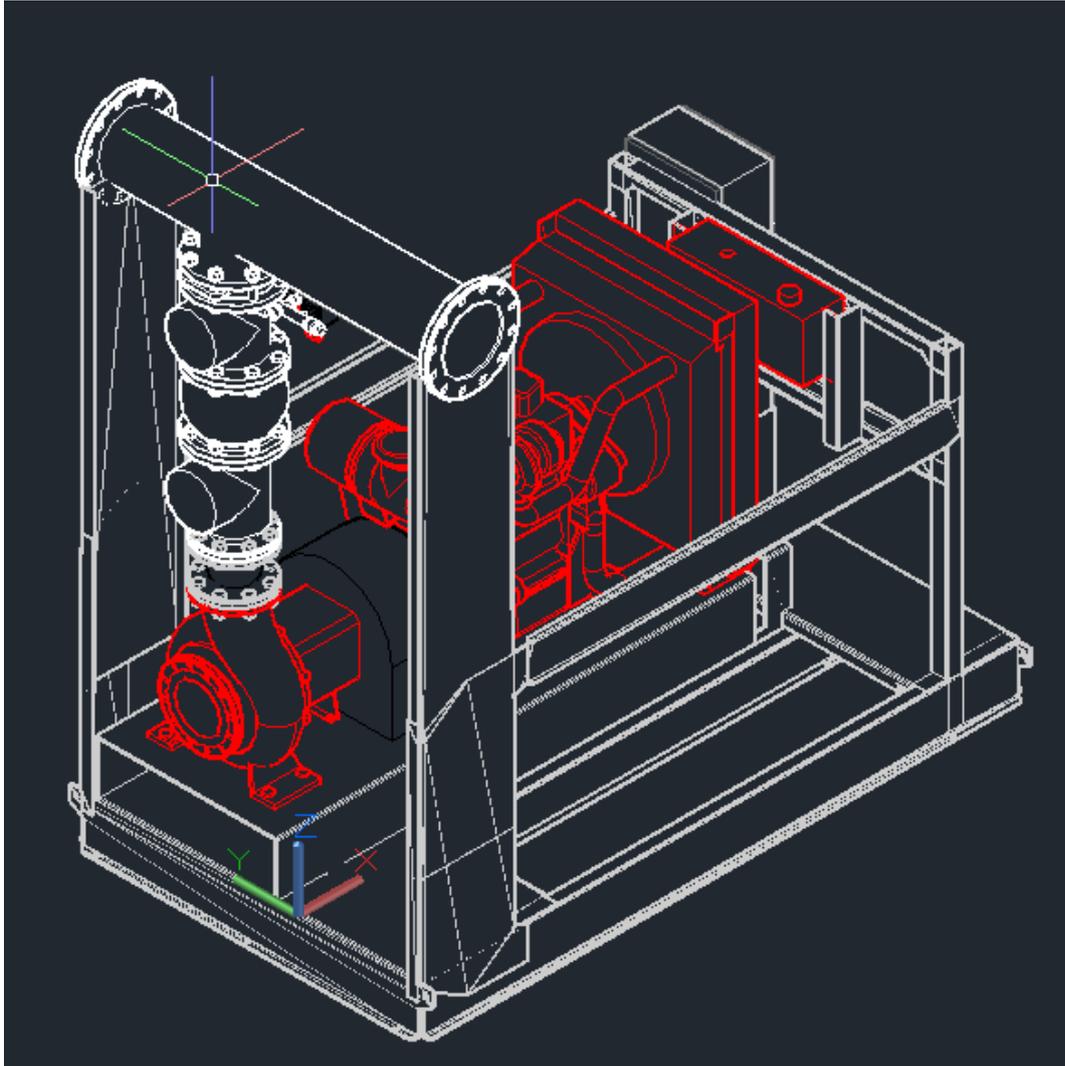
The operating logic for the fire extinguishing unit is based on the cascade calibration of the pressure switches for starting the pump.

If a large amount of water is requested due to the opening of one or more circuits or due to a defective sprinkler, the pressure in the system decreases. The SC-Fire controller then initiates a startup of the diesel motor pump. As soon as the sprinkler circuit or gate valve, via which the sprinkler heads are supplied, is closed, system pressure is built up again. The stop buttons on the SC-Fire must then be actuated to stop the pump.

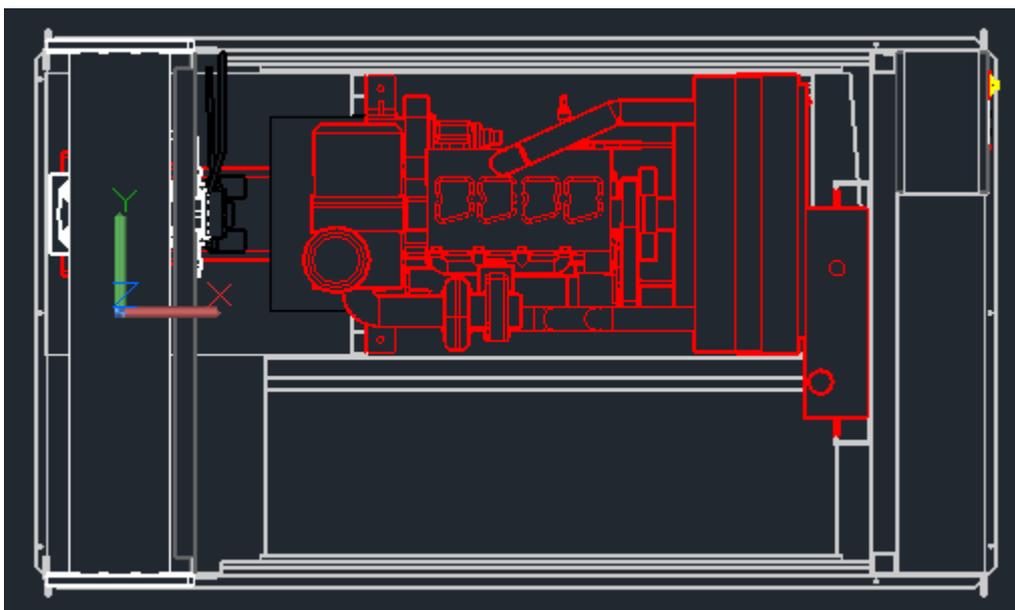
Additional information:

A significant advantage offered by the Smart Controller SC-Fire is the user friendliness of the tried and tested Wilo red-button technology. At the heart of the SC is the Soft PLC programmable logic controller, which is based exclusively on Wilo's wealth of experience. All programming is implemented internally. These next generation control devices can therefore be used flexibly and fulfil customer-specific requirements in all markets.

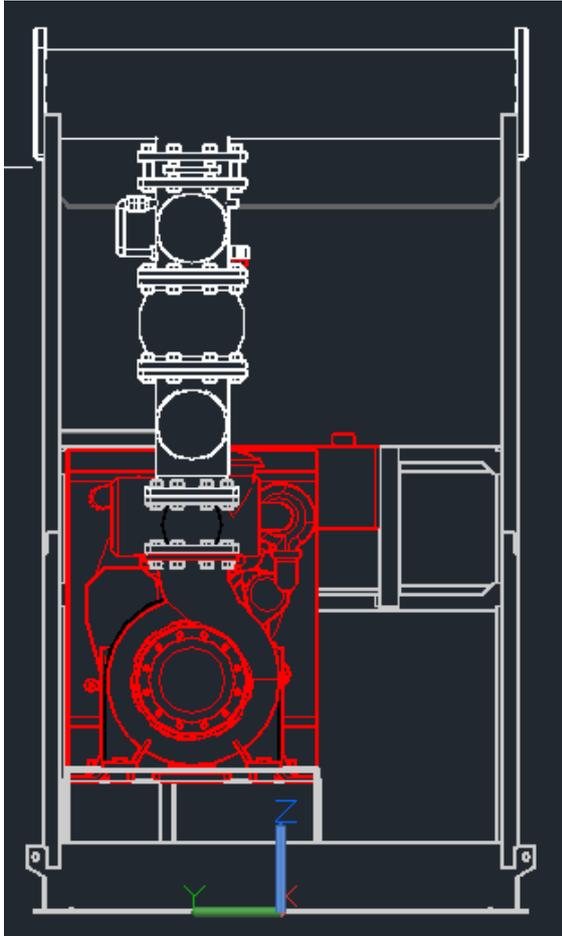
Pohled na čerpadlo:



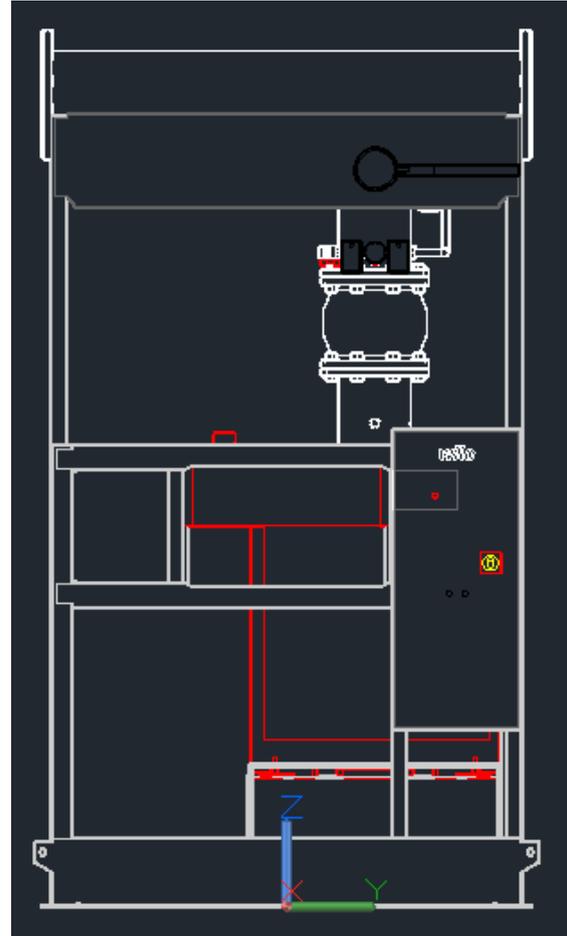
3D pohled



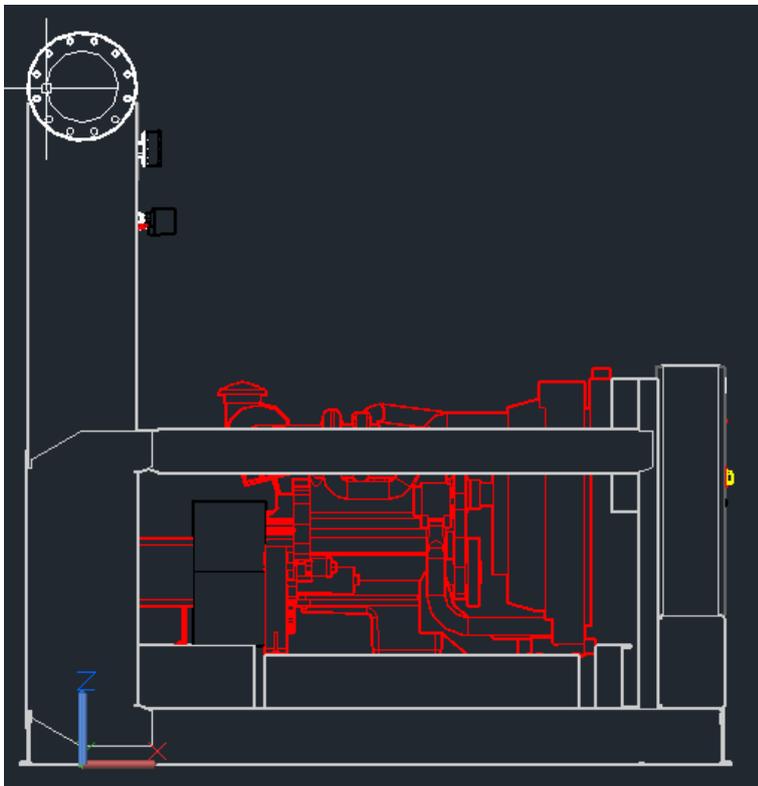
Půdorys



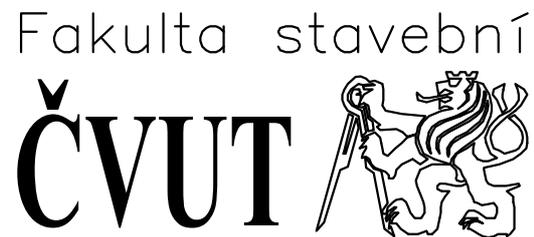
Pohled zepředu



Pohled zezadu



Bokorys



K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zpracoval

Bc. Michal Železný

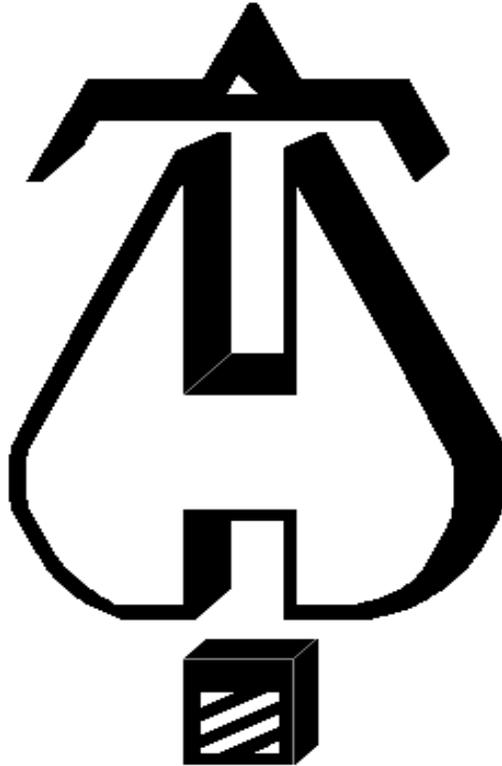
Vedoucí práce

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Hydraulický výpočet č.1

Nejnevýhodnější plocha v hale

12.12.2019



. . . Fire Protection by Computer Design

Your Company Name
Your Street Address 1
Your Street Address 2
Your City, State Zip
Your Phone

Job Name : Nejnevychodnejsi plocha - strecha
Building :
Location :
System :
Contract :
Data File : Nejnevychodnejsi plocha - strecha Area 1.WXF

Water Supply Curve C

Your Company Name
Nejnevychodnejsi plocha - strecha

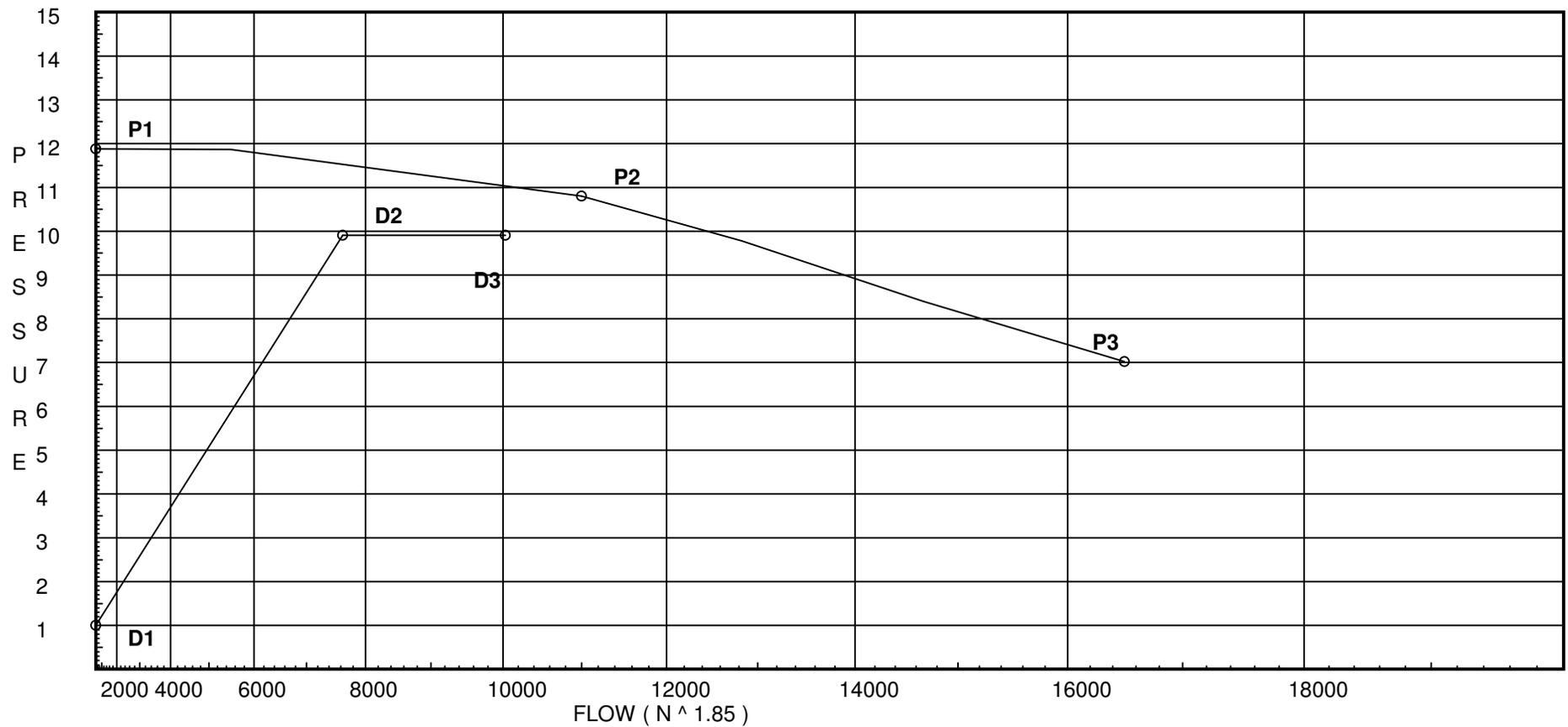
Page 1
Date

Pump Data:

P1 - Pump Churn Pressure : 11.88
P2 - Pump Rated Pressure : 10.8
P2 - Pump Rated Flow : 11000
P3 - Pump Pressure @ Max Flow : 7.02
P3 - Pump Max Flow : 16500

Demand:

D1 - Elevation : 1.000
D2 - System Flow : 7630.8
D2 - System Pressure : 9.908
Hose (Demand) : 2400
D3 - System Demand : 10030.8
Safety Margin : 1.124



Fittings Used Summary

Your Company Name
 Nejnevychodnejši plocha - strecha

Page 2
 Date

Fitting Legend

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

Units Summary

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

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

Pressure / Flow Summary - STANDARD

Your Company Name
 Nejnevychodnejši plocha - strecha

Page 3
 Date

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
1	10.21	240	4.3	na	497.67	1.0	1	4.3
2	10.21	240	4.38	na	502.0	1.0	1	4.3
3	10.21		5.64	na				
4	8.5		6.35	na				
5	8.5		6.35	na				
6	8.5		6.35	na				
7	8.5		6.35	na				
8	8.5		6.35	na				
9	8.5		6.35	na				
10	8.5		6.35	na				
11	8.5		6.35	na				
12	8.5		6.36	na				
13	8.5		6.36	na				
14	8.5		6.36	na				
15	8.5		6.36	na				
16	8.5		6.36	na				
17	8.5		6.36	na				
18	8.5		6.36	na				
19	8.5		6.36	na				
20	8.5		6.36	na				
21	8.5		6.36	na				
22	8.5		6.36	na				
23	8.5		6.36	na				
24	8.5		6.36	na				
25	8.5		6.36	na				
26	8.5		6.37	na				
27	8.5		6.37	na				
28	8.5		6.37	na				
29	8.5		6.37	na				
30	8.5		6.37	na				
31	8.5		6.37	na				
32	8.5		6.37	na				
33	8.5		6.37	na				
34	8.5		6.37	na				
35	8.5		6.38	na				
36	8.5		6.41	na				
37	8.5		6.48	na				
38	-5.7		8.4	na				
39	-5.7		8.46	na				
40	-8.2		8.71	na				
41	-8.2		10.0	na				
42	-8.2		10.26	na				
43	-1.0		9.58	na				
44	-1.0		9.73	na				
45	0.0		9.64	na				
PUMP	0.0		9.91	na				
46	10.21	240	4.3	na	497.79	1.0	1	4.3
47	10.21	240	4.42	na	504.57	1.0	1	4.3
48	10.21		5.49	na				
49	8.5		6.34	na				
50	8.5		6.34	na				
51	8.5		6.34	na				
52	8.5		6.34	na				
53	8.5		6.35	na				
54	8.5		6.35	na				
55	8.5		6.35	na				
56	8.5		6.35	na				
57	8.5		6.35	na				
58	8.5		6.35	na				
59	8.5		6.35	na				
60	8.5		6.35	na				
61	8.5		6.36	na				

Flow Summary - Standard

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 4
 Date

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
62	8.5		6.36	na				
63	8.5		6.36	na				
64	8.5		6.36	na				
65	8.5		6.36	na				
66	8.5		6.36	na				
67	8.5		6.36	na				
68	8.5		6.36	na				
69	8.5		6.36	na				
70	8.5		6.36	na				
71	8.5		6.36	na				
72	8.5		6.36	na				
73	8.5		6.37	na				
74	8.5		6.37	na				
75	8.5		6.37	na				
76	8.5		6.37	na				
77	8.5		6.37	na				
78	8.5		6.37	na				
79	8.5		6.37	na				
80	8.5		6.34	na				
81	8.5		6.34	na				
82	8.5		6.35	na				
83	8.5		6.39	na				
84	8.5		6.34	na				
85	8.5		6.34	na				
86	10.16		5.5	na				
87	10.16	240	4.43	na	505.08	1.0	1	4.3
88	10.16	240	4.31	na	498.25	1.0	1	4.3
89	10.16	240	4.31	na	498.14	1.0	1	4.3
90	10.16	240	4.38	na	502.45	1.0	1	4.3
91	10.16		5.65	na				
92	8.5		6.35	na				
93	8.5		6.35	na				
94	8.5		6.35	na				
95	10.16		5.5	na				
96	10.16	240	4.43	na	505.08	1.0	1	4.3
97	10.16	240	4.31	na	498.25	1.0	1	4.3
98	10.16	240	4.31	na	498.14	1.0	1	4.3
99	10.16	240	4.38	na	502.45	1.0	1	4.3
100	10.16		5.65	na				
101	10.26		6.17	na				
102	10.26		6.18	na				
103	10.32		6.17	na				
104	10.32		6.17	na				
105	10.32		6.17	na				
106	10.32		6.17	na				
107	10.26		6.17	na				
108	10.26		6.18	na				
109	10.21		6.18	na				
110	10.21		6.18	na				
111	10.16		6.19	na				
112	10.16		6.19	na				
113	10.16		6.19	na				
114	10.16		6.19	na				
115	10.21		6.18	na				
116	10.21		6.19	na				
117	10.26		6.18	na				
118	10.26		6.18	na				
119	10.32		6.18	na				
120	10.32		6.18	na				
121	10.32		6.18	na				
122	10.32		6.18	na				
123	10.26		6.18	na				

Flow Summary - Standard

Your Company Name
 Nejnevychodnejši plocha - strecha

Page 5
 Date

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
124	10.26		6.18	na				
125	10.21		6.19	na				
126	10.21		6.19	na				
127	10.16		6.19	na				
128	10.16		6.2	na				
129	10.16		6.2	na				
130	10.16		6.2	na				
131	10.21		6.19	na				
132	10.21		6.19	na				
133	10.26		6.19	na				
134	10.26		6.19	na				
135	10.32		6.18	na				
136	10.32		6.18	na				
137	10.32		6.18	na				
138	10.32		6.18	na				
139	10.26		6.19	na				
140	10.26		6.19	na				
141	10.21		6.2	na				
142	10.21		6.2	na				
143	10.16		6.2	na				
144	10.16		6.2	na				
145	10.16		6.2	na				
146	10.16		6.2	na				
147	10.21		6.2	na				
148	10.21		6.2	na				
149	10.26		6.19	na				
150	10.26		6.2	na				
151	10.32		6.19	na				
152	10.32		6.19	na				
153	10.32		6.19	na				
154	10.32		6.19	na				
155	10.26		6.2	na				
156	10.26		6.2	na				
157	10.21		6.2	na				
158	10.21		6.2	na				
159	10.16		6.21	na				
160	10.16		6.21	na				
HOSE	-1.2		8.88	na	2400.0			
161	-5.7		8.39	na				
162	8.3		7.02	na				
163	8.3		7.0	na				
164	8.3		7.0	na				
165	8.3		7.0	na				
166	8.3		6.99	na				
167	8.3		6.99	na				
168	2.72		6.9	na				
169	2.72	240	5.08	na	540.83	1.0	1	4.3
170	2.72	240	5.06	na	539.92	1.0	1	4.3
171	2.72	240	5.07	na	540.24	1.0	1	4.3
172	2.72		6.44	na				

The maximum velocity is 8.2 and it occurs in the pipe between nodes 85 and 86

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 6
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
1	435.89	52.502		0.0	2.700	4.300				
to		120.0		0.0	0.0	0.0			K Factor = 240.00	
2	435.89	0.0278		0.0	2.700	0.075			Vel = 3.36	
2	501.97	52.502	E	1.52	9.600	4.375				
to		120.0		0.0	1.520	0.0			K Factor = 240.00	
3	937.86	0.1138		0.0	11.120	1.266			Vel = 7.22	
3	0.0	52.502	T	3.05	1.710	5.641				
to		120.0		0.0	3.050	0.168				
4	937.86	0.1139		0.0	4.760	0.542			Vel = 7.22	
4	115.02	209.52		0.0	2.700	6.351				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
5	1052.88	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.51	
5	35.00	209.52		0.0	2.700	6.351				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
6	1087.88	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.53	
6	33.13	209.52		0.0	2.700	6.352				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
7	1121.01	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.54	
7	31.39	209.52		0.0	2.700	6.352				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
8	1152.4	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.56	
8	29.76	209.52		0.0	2.700	6.353				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
9	1182.16	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.57	
9	28.20	209.52		0.0	2.700	6.353				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
10	1210.36	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.59	
10	26.70	209.52		0.0	2.700	6.354				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
11	1237.06	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.60	
11	25.23	209.52		0.0	2.700	6.354				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
12	1262.29	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.61	
12	23.80	209.52		0.0	2.700	6.355				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
13	1286.09	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.62	
13	22.44	209.52		0.0	2.700	6.356				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
14	1308.53	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.63	
14	21.18	209.52		0.0	2.700	6.356				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
15	1329.71	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.64	
15	20.02	209.52		0.0	2.700	6.357				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
16	1349.73	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.65	
16	18.98	209.52		0.0	2.700	6.358				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
17	1368.71	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.66	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 7
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
17	18.04	209.52		0.0	2.700	6.358				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
18	1386.75	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.67	
18	17.18	209.52		0.0	2.700	6.359				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
19	1403.93	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.68	
19	16.39	209.52		0.0	2.700	6.360				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
20	1420.32	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.69	
20	15.70	209.52		0.0	2.700	6.361				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
21	1436.02	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.69	
21	15.10	209.52		0.0	2.700	6.362				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
22	1451.12	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.70	
22	14.64	209.52		0.0	2.700	6.362				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
23	1465.76	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.71	
23	14.32	209.52		0.0	2.700	6.363				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
24	1480.08	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.72	
24	14.15	209.52		0.0	2.700	6.364				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
25	1494.23	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.72	
25	14.10	209.52		0.0	2.700	6.365				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
26	1508.33	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.73	
26	14.20	209.52		0.0	2.700	6.366				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
27	1522.53	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.74	
27	14.39	209.52		0.0	2.700	6.367				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
28	1536.92	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.74	
28	14.70	209.52		0.0	2.700	6.368				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
29	1551.62	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.75	
29	15.12	209.52		0.0	2.700	6.369				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
30	1566.74	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.76	
30	15.67	209.52		0.0	2.700	6.369				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
31	1582.41	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.77	
31	16.34	209.52		0.0	2.700	6.370				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
32	1598.75	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.77	
32	17.15	209.52		0.0	2.700	6.371				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
33	1615.9	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.78	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 8
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftnng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
33 to 34	18.07 1633.97	209.52 120.0 0.0004		0.0	2.700 0.0 2.700	6.372 0.0 0.001		Vel = 0.79		
34 to 35	19.08 1653.05	209.52 120.0 0.0004	T	12.531	0.550 12.531 13.081	6.373 0.0 0.005		Vel = 0.80		
35 to 36	1349.12 3002.17	209.52 120.0 0.0012		0.0	24.300 0.0 24.300	6.378 0.0 0.029		Vel = 1.45		
36 to 37	848.05 3850.22	209.52 120.0 0.0018	T	12.531	26.300 12.531 38.831	6.407 0.0 0.071		Vel = 1.86		
37 to 38	2159.59 6009.81	209.52 120.0 0.0042	3E T	19.342 12.531	93.760 31.873 125.633	6.478 1.391 0.526		Vel = 2.91		
38 to 39	1620.98 7630.79	209.52 120.0 0.0066	E	6.447	3.300 6.447 9.747	8.395 0.0 0.064		Vel = 3.69		
39 to 40	0.0 7630.79	263.39 120.0 0.0020		0.0	2.500 0.0 2.500	8.459 0.245 0.005		Vel = 2.33		
40 to 41	0.0 7630.79	261.11 140.0 0.0017	8E	80.878	691.940 80.877 772.817	8.709 0.0 1.295		Vel = 2.38		
41 to 42	2400.01 10030.8	261.11 140.0 0.0028	3E	30.329	61.850 30.329 92.179	10.004 0.0 0.256		Vel = 3.12		
42 to 43	0.0 10030.8	263.39 120.0 0.0035		0.0	7.200 0.0 7.200	10.260 -0.705 0.025		Vel = 3.07		
43 to 44	0.0 10030.8	209.52 120.0 0.0108	2E	12.895	1.090 12.895 13.985	9.580 0.0 0.151		Vel = 4.85		
44 to 45	0.0 10030.8	263.39 120.0 0.0040		0.0	1.000 0.0 1.000	9.731 -0.098 0.004		Vel = 3.07		
45 to PUMP	0.0 10030.8	209.52 120.0 0.0108	3E	19.342	5.790 19.342 25.132	9.637 0.0 0.271		Vel = 4.85		
	0.0 10030.80					9.908		K Factor = 3186.71		
						9.908				
						1.124				
						11.032				
1 to 46	61.78 61.78	52.502 120.0 0.0007		0.0	2.700 0.0 2.700	4.300 0.0 0.002		Vel = 0.48		
46 to 47	497.79 559.57	52.502 120.0 0.0437		0.0	2.700 0.0 2.700	4.302 0.0 0.118		K Factor = 240.00 Vel = 4.31		

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 9
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
47	504.59	52.502	E	1.52	5.900	4.420			K Factor = 240.00	
to		120.0		0.0	1.520	0.0				
48	1064.16	0.1439		0.0	7.420	1.068			Vel = 8.19	
48	0.0	52.502	T	3.05	1.710	5.488				
to		120.0		0.0	3.050	0.168				
49	1064.16	0.1437		0.0	4.760	0.684			Vel = 8.19	
49	885.13	209.52		0.0	2.700	6.340				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
50	1949.29	0.0007		0.0	2.700	0.002			Vel = 0.94	
50	-35.00	209.52		0.0	2.700	6.342				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
51	1914.29	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.93	
51	-33.13	209.52		0.0	2.700	6.343				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
52	1881.16	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.91	
52	-31.39	209.52		0.0	2.700	6.344				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
53	1849.77	0.0007		0.0	2.700	0.002			Vel = 0.89	
53	-29.77	209.52		0.0	2.700	6.346				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
54	1820.0	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.88	
54	-28.20	209.52		0.0	2.700	6.347				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
55	1791.8	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.87	
55	-26.70	209.52		0.0	2.700	6.348				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
56	1765.1	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.85	
56	-25.22	209.52		0.0	2.700	6.349				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
57	1739.88	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.84	
57	-23.80	209.52		0.0	2.700	6.350				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
58	1716.08	0.0007		0.0	2.700	0.002			Vel = 0.83	
58	-22.45	209.52		0.0	2.700	6.352				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
59	1693.63	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.82	
59	-21.17	209.52		0.0	2.700	6.353				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
60	1672.46	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.81	
60	-20.02	209.52		0.0	2.700	6.354				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
61	1652.44	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.80	
61	-18.99	209.52		0.0	2.700	6.355				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
62	1633.45	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.79	
62	-18.03	209.52		0.0	2.700	6.356				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
63	1615.42	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.78	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 10
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
63	-17.18	209.52		0.0	2.700	6.357				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
64	1598.24	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.77	
64	-16.40	209.52		0.0	2.700	6.358				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
65	1581.84	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.76	
65	-15.69	209.52		0.0	2.700	6.359				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
66	1566.15	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.76	
66	-15.11	209.52		0.0	2.700	6.360				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
67	1551.04	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.75	
67	-14.63	209.52		0.0	2.700	6.360				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
68	1536.41	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.74	
68	-14.32	209.52		0.0	2.700	6.361				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
69	1522.09	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.74	
69	-14.15	209.52		0.0	2.700	6.362				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
70	1507.94	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.73	
70	-14.11	209.52		0.0	2.700	6.363				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
71	1493.83	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.72	
71	-14.19	209.52		0.0	2.700	6.364				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
72	1479.64	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.72	
72	-14.39	209.52		0.0	2.700	6.365				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
73	1465.25	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.71	
73	-14.70	209.52		0.0	2.700	6.366				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
74	1450.55	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.70	
74	-15.13	209.52		0.0	2.700	6.367				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
75	1435.42	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.69	
75	-15.66	209.52		0.0	2.700	6.367				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
76	1419.76	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.69	
76	-16.34	209.52		0.0	2.700	6.368				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
77	1403.42	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.68	
77	-17.15	209.52		0.0	2.700	6.369				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
78	1386.27	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.67	
78	-18.07	209.52		0.0	2.700	6.370				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
79	1368.2	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.66	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 11
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
79 to 35	-19.08 1349.12	209.52 120.0 0.0003	E	6.447 0.0 0.0	24.150 6.447 30.597	6.370 0.0 0.008				
	0.0 1349.12						6.378			Vel = 0.65 K Factor = 534.21
80 to 81	0.0 0.0	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.200 0.0 0.200	6.340 0.0 0.0				Vel = 0
81 to 82	1245.47 1245.47	209.52 120.0 0.0002	2T	25.062 0.0 0.0	23.600 25.062 48.662	6.340 0.0 0.011				Vel = 0.60
82 to 83	1762.17 3007.64	209.52 120.0 0.0012	T	12.531 0.0 0.0	24.300 12.531 36.831	6.351 0.0 0.043				Vel = 1.45
83 to 37	-848.05 2159.59	209.52 120.0 0.0006	3E	19.342 0.0 0.0	113.800 19.342 133.142	6.394 0.0 0.084				Vel = 1.04
	0.0 2159.59						6.478			K Factor = 848.50
81 to 84	-1245.47 -1245.47	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.550 0.0 0.550	6.340 0.0 0.0				Vel = 0.60
84 to 85	1065.29 -180.18	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.340 0.0 0.0				Vel = 0.09
85 to 49	1065.31 885.13	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.340 0.0 0.0				Vel = 0.43
	0.0 885.13						6.340			K Factor = 351.53
85 to 86	-1065.31 -1065.31	52.502 120.0 -0.1442	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.340 -0.163 -0.679				Vel = 8.20
86 to 87	0.0 -1065.31	52.502 120.0 -0.1441	E	1.52 0.0 0.0	5.900 1.520 7.420	5.498 0.0 -1.069				Vel = 8.20
87 to 88	505.06 -560.25	52.502 120.0 -0.0441		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	4.429 0.0 -0.119				K Factor = 240.00 Vel = 4.31
88 to 89	498.25 -62.0	52.502 120.0 -0.0007		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	4.310 0.0 -0.002				K Factor = 240.00 Vel = 0.48
89 to 90	498.14 436.14	52.502 120.0 0.0278		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	4.308 0.0 0.075				K Factor = 240.00 Vel = 3.36
90 to 91	502.43 938.57	52.502 120.0 0.1140	E	1.52 0.0 0.0	9.600 1.520 11.120	4.383 0.0 1.268				K Factor = 240.00 Vel = 7.23

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 12
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
91 to 92	0.0 938.57	52.502 120.0 0.1140	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	5.651 0.163 0.537			Vel = 7.23	
92 to 93	-115.02 823.55	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.351 0.0 0.0			Vel = 0.40	
93 to 82	938.62 1762.17	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.550 0.0 0.550	6.351 0.0 0.0			Vel = 0.85	
82 to 94	-1762.17 0.0	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.200 0.0 0.200	6.351 0.0 0.0			Vel = 0	
	0.0 0.0					6.351			K Factor = 0	
84 to 95	-1065.29 -1065.29	52.502 120.0 -0.1442	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.340 -0.163 -0.679			Vel = 8.20	
95 to 96	0.0 -1065.29	52.502 120.0 -0.1441	E	1.52 0.0 0.0	5.900 1.520 7.420	5.498 0.0 -1.069			Vel = 8.20	
96 to 97	505.07 -560.22	52.502 120.0 -0.0441		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	4.429 0.0 -0.119			K Factor = 240.00 Vel = 4.31	
97 to 98	498.26 -61.96	52.502 120.0 -0.0007		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	4.310 0.0 -0.002			K Factor = 240.00 Vel = 0.48	
98 to 99	498.14 436.18	52.502 120.0 0.0278		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	4.308 0.0 0.075			K Factor = 240.00 Vel = 3.36	
99 to 100	502.44 938.62	52.502 120.0 0.1140	E	1.52 0.0 0.0	9.600 1.520 11.120	4.383 0.0 1.268			K Factor = 240.00 Vel = 7.23	
100 to 93	0.0 938.62	52.502 120.0 0.1140	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	5.651 0.163 0.537			Vel = 7.23	
	0.0 938.62					6.351			K Factor = 372.45	
50 to 101	35.00 35.0	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.342 -0.172 0.0			Vel = 0.27	
101 to 102	0.0 35.0	52.502 120.0 0.0003	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.170 0.0 0.007			Vel = 0.27	
102 to 5	0.0 35.0	52.502 120.0 0.0004	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.177 0.172 0.002			Vel = 0.27	
	0.0 35.00					6.351			K Factor = 13.89	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 13
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
51 to 103	33.13	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0	1.820 3.050 4.870	6.343 -0.178 0.001			Vel = 0.26	
103 to 104	0.0 33.13	52.502 120.0 0.0002	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.166 0.0 0.006			Vel = 0.26	
104 to 6	0.0 33.13	52.502 120.0 0.0004	T	3.05 0.0	1.820 3.050 4.870	6.172 0.178 0.002			Vel = 0.26	
	0.0 33.13					6.352			K Factor = 13.15	
52 to 105	31.39	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0	1.820 3.050 4.870	6.344 -0.178 0.001			Vel = 0.24	
105 to 106	0.0 31.39	52.502 120.0 0.0002	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.167 0.0 0.006			Vel = 0.24	
106 to 7	0.0 31.39	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0	1.820 3.050 4.870	6.173 0.178 0.001			Vel = 0.24	
	0.0 31.39					6.352			K Factor = 12.45	
53 to 107	29.77	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0	1.760 3.050 4.810	6.346 -0.172 0.0			Vel = 0.23	
107 to 108	0.0 29.77	52.502 120.0 0.0002	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.174 0.0 0.005			Vel = 0.23	
108 to 8	0.0 29.77	52.502 120.0 0.0004	T	3.05 0.0	1.760 3.050 4.810	6.179 0.172 0.002			Vel = 0.23	
	0.0 29.77					6.353			K Factor = 11.81	
54 to 109	28.20	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0	1.710 3.050 4.760	6.347 -0.168 0.001			Vel = 0.22	
109 to 110	0.0 28.2	52.502 120.0 0.0002	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.180 0.0 0.005			Vel = 0.22	
110 to 9	0.0 28.2	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0	1.710 3.050 4.760	6.185 0.168 0.0			Vel = 0.22	
	0.0 28.20					6.353			K Factor = 11.19	
55 to 111	26.70	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0	1.660 3.050 4.710	6.348 -0.163 0.001			Vel = 0.21	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 14
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftn'g's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
111 to 112	0.0 26.7	52.502 120.0 0.0002	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.186 0.0 0.004			Vel = 0.21	
112 to 10	0.0 26.7	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.190 0.163 0.001			Vel = 0.21	
	0.0 26.70					6.354			K Factor = 10.59	
56 to 113	25.23	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.349 -0.163 0.001			Vel = 0.19	
113 to 114	0.0 25.23	52.502 120.0 0.0002	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.187 0.0 0.004			Vel = 0.19	
114 to 11	0.0 25.23	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.191 0.163 0.0			Vel = 0.19	
	0.0 25.23					6.354			K Factor = 10.01	
57 to 115	23.80 23.8	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.350 -0.168 0.001			Vel = 0.18	
115 to 116	0.0 23.8	52.502 120.0 0.0002	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.183 0.0 0.004			Vel = 0.18	
116 to 12	0.0 23.8	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.187 0.168 0.0			Vel = 0.18	
	0.0 23.80					6.355			K Factor = 9.44	
92 to 4	115.02 115.02	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.351 0.0 0.0			Vel = 0.06	
	0.0 115.02					6.351			K Factor = 45.64	
58 to 117	22.45 22.45	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.352 -0.172 0.0			Vel = 0.17	
117 to 118	0.0 22.45	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.180 0.0 0.003			Vel = 0.17	
118 to 13	0.0 22.45	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.183 0.172 0.001			Vel = 0.17	
	0.0 22.45					6.356			K Factor = 8.90	
59 to 119	21.17 21.17	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.353 -0.178 0.0			Vel = 0.16	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejši plocha - strecha

Page 15
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
119 to 120	0.0 21.17	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.175 0.0 0.003		Vel =	0.16	
120 to 14	0.0 21.17	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.178 0.178 0.0		Vel =	0.16	
	0.0 21.17					6.356		K Factor =	8.40	
60 to 121	20.02	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.354 -0.178 0.0		Vel =	0.15	
121 to 122	0.0 20.02	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.176 0.0 0.002		Vel =	0.15	
122 to 15	0.0 20.02	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.178 0.178 0.001		Vel =	0.15	
	0.0 20.02					6.357		K Factor =	7.94	
61 to 123	18.99	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.355 -0.172 0.0		Vel =	0.15	
123 to 124	0.0 18.99	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.183 0.0 0.002		Vel =	0.15	
124 to 16	0.0 18.99	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.185 0.172 0.001		Vel =	0.15	
	0.0 18.99					6.358		K Factor =	7.53	
62 to 125	18.04	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.356 -0.168 0.001		Vel =	0.14	
125 to 126	0.0 18.04	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.189 0.0 0.002		Vel =	0.14	
126 to 17	0.0 18.04	52.502 120.0 -0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.191 0.168 -0.001		Vel =	0.14	
	0.0 18.04					6.358		K Factor =	7.15	
63 to 127	17.18	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.357 -0.163 0.0		Vel =	0.13	
127 to 128	0.0 17.18	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.194 0.0 0.002		Vel =	0.13	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 16
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
128 to 18	0.0 17.18	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.196 0.163 0.0		Vel = 0.13		
	0.0 17.18						6.359	K Factor = 6.81		
64 to 129	16.39 16.39	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.358 -0.163 0.0		Vel = 0.13		
129 to 130	0.0 16.39	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.195 0.0 0.002		Vel = 0.13		
130 to 19	0.0 16.39	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.197 0.163 0.0		Vel = 0.13		
	0.0 16.39						6.360	K Factor = 6.50		
65 to 131	15.69 15.69	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.359 -0.168 0.0		Vel = 0.12		
131 to 132	0.0 15.69	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.191 0.0 0.002		Vel = 0.12		
132 to 20	0.0 15.69	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.193 0.168 0.0		Vel = 0.12		
	0.0 15.69						6.361	K Factor = 6.22		
66 to 133	15.11 15.11	52.502 120.0 -0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.360 -0.172 -0.001		Vel = 0.12		
133 to 134	0.0 15.11	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.187 0.0 0.002		Vel = 0.12		
134 to 21	0.0 15.11	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.189 0.172 0.001		Vel = 0.12		
	0.0 15.11						6.362	K Factor = 5.99		
67 to 135	14.64 14.64	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.360 -0.178 0.0		Vel = 0.11		
135 to 136	0.0 14.64	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.182 0.0 0.002		Vel = 0.11		
136 to 22	0.0 14.64	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.184 0.178 0.0		Vel = 0.11		
	0.0									

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 17
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
	14.64					6.362			K Factor = 5.80	
68 to 137	14.32	52.502 120.0	T	3.05	1.820 3.050	6.361 -0.178				
	14.32	0.0		0.0	4.870	0.0			Vel = 0.11	
137 to 138	0.0	52.502 120.0	2E	3.04	23.600 3.040	6.183 0.0				
	14.32	0.0001		0.0	26.640	0.002			Vel = 0.11	
138 to 23	0.0	52.502 120.0	T	3.05	1.820 3.050	6.185 0.178				
	14.32	0.0		0.0	4.870	0.0			Vel = 0.11	
	0.0 14.32					6.363			K Factor = 5.68	
69 to 139	14.15	52.502 120.0	T	3.05	1.760 3.050	6.362 -0.172				
	14.15	0.0		0.0	4.810	0.0			Vel = 0.11	
139 to 140	0.0	52.502 120.0	2E	3.04	23.600 3.040	6.190 0.0				
	14.15	0.0		0.0	26.640	0.001			Vel = 0.11	
140 to 24	0.0	52.502 120.0	T	3.05	1.760 3.050	6.191 0.172				
	14.15	0.0002		0.0	4.810	0.001			Vel = 0.11	
	0.0 14.15					6.364			K Factor = 5.61	
70 to 141	14.11	52.502 120.0	T	3.05	1.710 3.050	6.363 -0.168				
	14.11	0.0002		0.0	4.760	0.001			Vel = 0.11	
141 to 142	0.0	52.502 120.0	2E	3.04	23.600 3.040	6.196 0.0				
	14.11	0.0		0.0	26.640	0.001			Vel = 0.11	
142 to 25	0.0	52.502 120.0	T	3.05	1.710 3.050	6.197 0.168				
	14.11	0.0		0.0	4.760	0.0			Vel = 0.11	
	0.0 14.11					6.365			K Factor = 5.59	
71 to 143	14.19	52.502 120.0	T	3.05	1.660 3.050	6.364 -0.163				
	14.19	0.0002		0.0	4.710	0.001			Vel = 0.11	
143 to 144	0.0	52.502 120.0	2E	3.04	23.600 3.040	6.202 0.0				
	14.19	0.0		0.0	26.640	0.001			Vel = 0.11	
144 to 26	0.0	52.502 120.0	T	3.05	1.660 3.050	6.203 0.163				
	14.19	0.0		0.0	4.710	0.0			Vel = 0.11	
	0.0 14.19					6.366			K Factor = 5.62	
72 to 145	14.39	52.502 120.0	T	3.05	1.660 3.050	6.365 -0.163				
	14.39	0.0		0.0	4.710	0.0			Vel = 0.11	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 18
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftnng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
145 to 146	0.0 14.39	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.202 0.0 0.002			Vel = 0.11	
146 to 27	0.0 14.39	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0	1.660 3.050 4.710	6.204 0.163 0.0			Vel = 0.11	
	0.0 14.39					6.367			K Factor = 5.70	
73 to 147	14.70 14.7	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0	1.710 3.050 4.760	6.366 -0.168 0.0			Vel = 0.11	
147 to 148	0.0 14.7	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.198 0.0 0.002			Vel = 0.11	
148 to 28	0.0 14.7	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0	1.710 3.050 4.760	6.200 0.168 0.0			Vel = 0.11	
	0.0 14.70					6.368			K Factor = 5.83	
74 to 149	15.12 15.12	52.502 120.0 -0.0002	T	3.05 0.0	1.760 3.050 4.810	6.367 -0.172 -0.001			Vel = 0.12	
149 to 150	0.0 15.12	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.194 0.0 0.002			Vel = 0.12	
150 to 29	0.0 15.12	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0	1.760 3.050 4.810	6.196 0.172 0.001			Vel = 0.12	
	0.0 15.12					6.369			K Factor = 5.99	
75 to 151	15.66 15.66	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0	1.820 3.050 4.870	6.367 -0.178 0.0			Vel = 0.12	
151 to 152	0.0 15.66	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.189 0.0 0.002			Vel = 0.12	
152 to 30	0.0 15.66	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0	1.820 3.050 4.870	6.191 0.178 0.0			Vel = 0.12	
	0.0 15.66					6.369			K Factor = 6.21	
76 to 153	16.34 16.34	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0	1.820 3.050 4.870	6.368 -0.178 0.0			Vel = 0.13	
153 to 154	0.0 16.34	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0	23.600 3.040 26.640	6.190 0.0 0.002			Vel = 0.13	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 19
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
154 to 31	0.0 16.34	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.192 0.178 0.0				Vel = 0.13
	0.0 16.34						6.370			K Factor = 6.47
77 to 155	17.16 17.16	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.369 -0.172 0.0				Vel = 0.13
155 to 156	0.0 17.16	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.197 0.0 0.002				Vel = 0.13
156 to 32	0.0 17.16	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.199 0.172 0.0				Vel = 0.13
	0.0 17.16						6.371			K Factor = 6.80
78 to 157	18.07 18.07	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.370 -0.168 0.0				Vel = 0.14
157 to 158	0.0 18.07	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.202 0.0 0.002				Vel = 0.14
158 to 33	0.0 18.07	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.204 0.168 0.0				Vel = 0.14
	0.0 18.07						6.372			K Factor = 7.16
79 to 159	19.08 19.08	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.370 -0.163 0.001				Vel = 0.15
159 to 160	0.0 19.08	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	23.600 3.040 26.640	6.208 0.0 0.002				Vel = 0.15
160 to 34	0.0 19.08	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.210 0.163 0.0				Vel = 0.15
	0.0 19.08						6.373			K Factor = 7.56
83 to 36	848.05 848.05	209.52 120.0 0.0001	2T	25.062 0.0 0.0	87.500 25.062 112.562	6.394 0.0 0.013				Vel = 0.41
	0.0 848.05						6.407			K Factor = 335.04
HOSE to 41	2400.00 2400.0	104.14 140.0 0.0173	2E T	8.866 8.866 0.0	7.500 17.732 25.232	8.881 0.686 0.437				Qa = 2400 Vel = 4.70
	0.0 2400.00						10.004			K Factor = 758.79

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejsi plocha - strecha

Page 20
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
161 to 38	1620.99 1620.99	209.52 120.0 0.0004	E	6.447 0.0 0.0	0.700 6.447 7.147	8.392 0.0 0.003				Vel = 0.78
	0.0 1620.99					8.395				K Factor = 559.46
162 to 161	1620.99 1620.99	209.52 120.0 0.0003		0.0 0.0 0.0	14.000 0.0 14.000	7.016 1.372 0.004				Vel = 0.78
	0.0 1620.99					8.392				K Factor = 559.56
163 to 164	758.23 758.23	209.52 120.0 0.0001		0.0 0.0 0.0	52.300 0.0 52.300	7.001 0.0 0.004				Vel = 0.37
164 to 162	862.76 1620.99	209.52 120.0 0.0004	T E	12.531 6.447 0.0	8.300 18.978 27.278	7.005 0.0 0.011				Vel = 0.78
	0.0 1620.99					7.016				K Factor = 611.98
164 to 165	-862.76 -862.76	209.52 120.0 -0.0001	E	6.447 0.0 0.0	11.700 6.447 18.147	7.005 0.0 -0.002				Vel = 0.42
165 to 166	0.0 -862.76	209.52 120.0 -0.0001		0.0 0.0 0.0	121.520 0.0 121.520	7.003 0.0 -0.014				Vel = 0.42
166 to 167	736.26 -126.5	209.52 120.0 0.0	2E	12.895 0.0 0.0	67.000 12.895 79.895	6.989 0.0 0.0				Vel = 0.06
167 to 163	884.73 758.23	209.52 120.0 0.0001	E	6.447 0.0 0.0	121.520 6.447 127.967	6.989 0.0 0.012				Vel = 0.37
	0.0 758.23					7.001				K Factor = 286.56
167 to 168	-884.74 -884.74	62.713 120.0 -0.0430	E T	1.83 3.66 0.0	9.170 5.490 14.660	6.989 0.547 -0.631				Vel = 4.77
168 to 169	0.0 -884.74	52.502 120.0 -0.1022	E	1.52 0.0 0.0	16.350 1.520 17.870	6.905 0.0 -1.827				Vel = 6.81
169 to 170	540.82 -343.92	52.502 120.0 -0.0179		0.0 0.0 0.0	0.950 0.0 0.950	5.078 0.0 -0.017				K Factor = 240.00 Vel = 2.65
170 to 171	539.92 196.0	52.502 120.0 0.0060		0.0 0.0 0.0	1.000 0.0 1.000	5.061 0.0 0.006				K Factor = 240.00 Vel = 1.51
171 to 172	540.25 736.25	52.502 120.0 0.0728	E	1.52 0.0 0.0	17.300 1.520 18.820	5.067 0.0 1.370				K Factor = 240.00 Vel = 5.67

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
 Nejnevychodnejši plocha - strecha

Page 21
 Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv. Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
172	0.0	62.713	E	1.83	30.390	6.437			
to		120.0	T	3.66	5.490	-0.547			
166	736.25	0.0306		0.0	35.880	1.099		Vel = 3.97	
	0.0								
	736.25					6.989		K Factor = 278.50	



K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zpracoval

Bc. Michal Železný

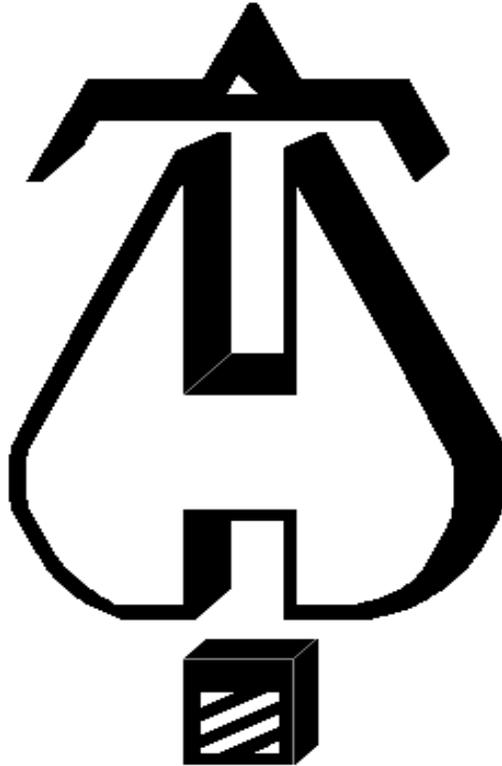
Vedoucí práce

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Hydraulický výpočet č.2

Nejnevýhodnější plocha v 1.PP

12.12.2019



. . . Fire Protection by Computer Design

Your Company Name
Your Street Address 1
Your Street Address 2
Your City, State Zip
Your Phone

Job Name : HV
Building :
Location :
System :
Contract :
Data File : HV Area 1.WXF

Water Supply Curve C

Your Company Name
HV

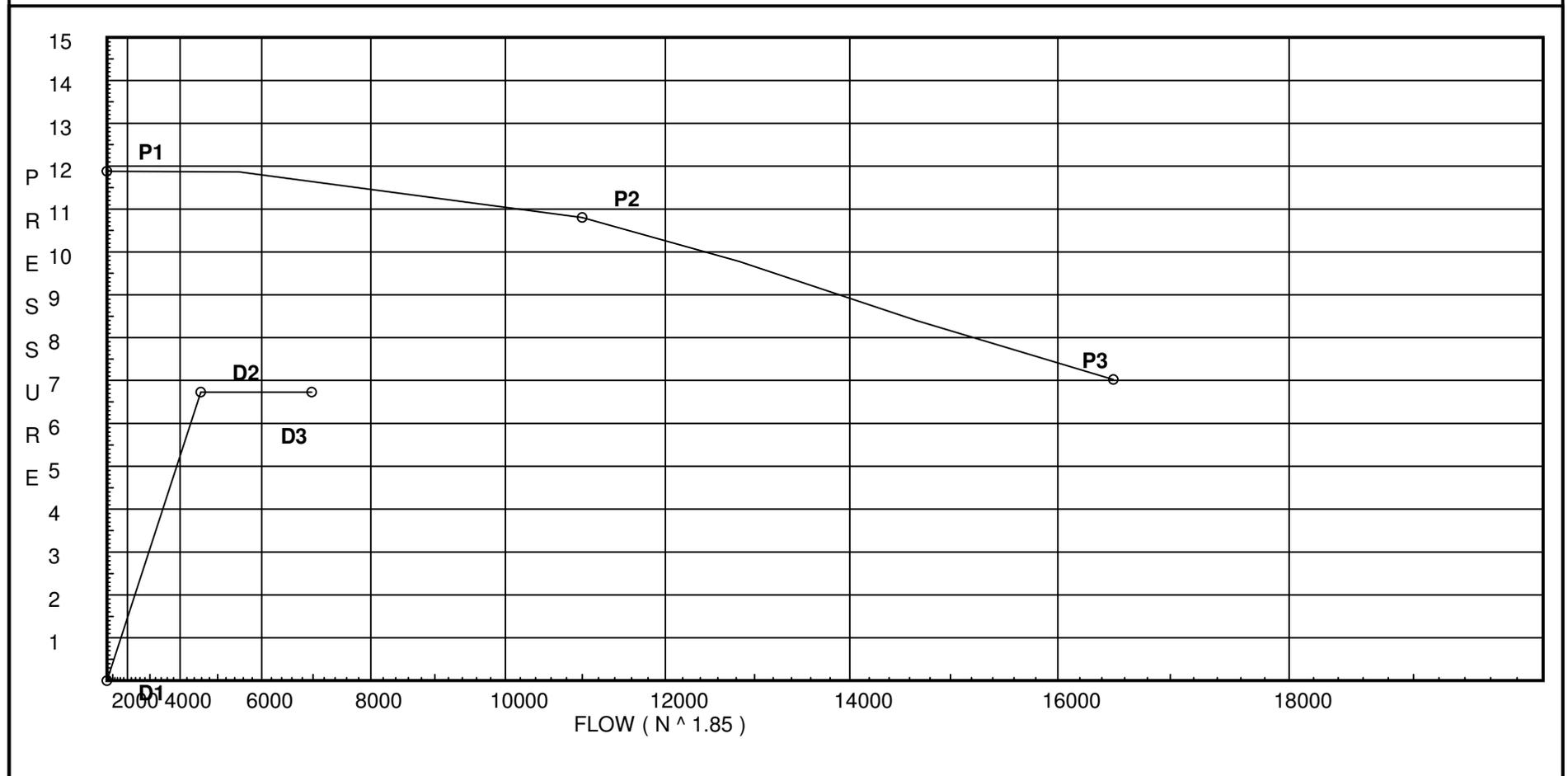
Page 1
Date

Pump Data:

P1 - Pump Churn Pressure : 11.88
P2 - Pump Rated Pressure : 10.8
P2 - Pump Rated Flow : 11000
P3 - Pump Pressure @ Max Flow : 7.02
P3 - Pump Max Flow : 16500

Demand:

D1 - Elevation : -0.314
D2 - System Flow : 4577.09
D2 - System Pressure : 6.729
Hose (Demand) : 2400
D3 - System Demand : 6977.09
Safety Margin : 4.914



Fittings Used Summary

Your Company Name
HV

Page 2
Date

Fitting Legend

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

Units Summary

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

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

Pressure / Flow Summary - STANDARD

Your Company Name
HV

Page 3
Date

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
1	-3.2	200	3.5	na	374.17	1.0	1	3.5
2	-3.2	200	3.53	na	375.8	1.0	1	3.5
3	-3.2	200	3.64	na	381.66	1.0	1	3.5
4	-3.2	200	3.88	na	393.91	1.0	1	3.5
5	-3.7		5.69	na				
6	-3.7		5.82	na				
7	-3.7		5.96	na				
8	-5.7		6.45	na				
9	-5.7		6.47	na				
10	-8.2		6.71	na				
11	-8.2		7.22	na				
12	-8.2		7.35	na				
13	0.0		6.59	na				
PUMP	0.0		6.73	na				
14	-3.7		5.69	na				
15	-3.7		5.69	na				
16	-3.7		5.78	na				
17	-3.2	200	3.5	na	374.17	1.0	1	3.5
18	-3.2	200	3.53	na	375.8	1.0	1	3.5
19	-3.2	200	3.64	na	381.66	1.0	1	3.5
20	-3.2	200	3.88	na	393.91	1.0	1	3.5
21	-3.2	200	3.5	na	374.29	1.0	1	3.5
22	-3.2	200	3.53	na	375.92	1.0	1	3.5
23	-3.2	200	3.64	na	381.78	1.0	1	3.5
24	-3.2	200	3.88	na	394.03	1.0	1	3.5
HOSE	-1.2		6.09	na	2400.0			

The maximum velocity is 8.23 and it occurs in the pipe between nodes 4 and 5

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV

Page 4
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
1	374.17	62.713		0.0	3.500	3.500			K Factor = 200.00	
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
2	374.17	0.0089		0.0	3.500	0.031			Vel = 2.02	
2	375.80	62.713		0.0	3.500	3.531			K Factor = 200.00	
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
3	749.97	0.0317		0.0	3.500	0.111			Vel = 4.05	
3	381.65	62.713		0.0	3.500	3.642			K Factor = 200.00	
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
4	1131.62	0.0677		0.0	3.500	0.237			Vel = 6.11	
4	393.91	62.713	E	1.83	9.450	3.879			K Factor = 200.00	
to		120.0	T	3.66	5.490	0.049				
5	1525.53	0.1179		0.0	14.940	1.761			Vel = 8.23	
5	17.84	161.46	2E	10.735	98.910	5.689				
to		120.0		0.0	10.735	0.0				
6	1543.37	0.0012		0.0	109.645	0.132			Vel = 1.26	
6	1003.49	161.46	E	5.368	40.910	5.821				
to		120.0		0.0	5.368	0.0				
7	2546.86	0.0030		0.0	46.278	0.141			Vel = 2.07	
7	2030.23	161.46	T	11.489	10.000	5.962				
to		120.0	2E	10.735	22.224	0.196				
8	4577.09	0.0090		0.0	32.224	0.290			Vel = 3.73	
8	0.0	209.52	E	6.447	1.200	6.448				
to		120.0		0.0	6.447	0.0				
9	4577.09	0.0025		0.0	7.647	0.019			Vel = 2.21	
9	0.0	263.39		0.0	2.500	6.467				
to		120.0		0.0	0.0	0.245				
10	4577.09	0.0008		0.0	2.500	0.002			Vel = 1.40	
10	0.0	261.11	8E	80.878	691.940	6.714				
to		140.0		0.0	80.877	0.0				
11	4577.09	0.0007		0.0	772.817	0.503			Vel = 1.42	
11	2400.00	261.11	3E	30.329	61.850	7.217				
to		140.0		0.0	30.329	0.0				
12	6977.09	0.0014		0.0	92.179	0.131			Vel = 2.17	
12	0.0	263.39	2E	15.86	9.290	7.348				
to		120.0		0.0	15.860	-0.803				
13	6977.09	0.0018		0.0	25.150	0.046			Vel = 2.13	
13	0.0	209.52	3E	19.342	5.790	6.591				
to		120.0		0.0	19.342	0.0				
PUMP	6977.09	0.0055		0.0	25.132	0.138			Vel = 3.37	
	0.0									
	6977.09					6.729			K Factor = 2689.67	
						6.729				
						4.914				
						11.643				
5	-17.84	161.46		0.0	3.100	5.689				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
14	-17.84	0.0		0.0	3.100	0.0			Vel = 0.01	
14	1525.53	161.46		0.0	3.100	5.689				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
15	1507.69	0.0013		0.0	3.100	0.004			Vel = 1.23	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV

Page 5
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
15 to 16	1526.03 3033.72	161.46 120.0 0.0042		0.0 0.0 0.0	19.850 0.0 19.850	5.693 0.0 0.083			Vel = 2.47	
16 to 6	-2030.23 1003.49	161.46 120.0 0.0005	2T	22.979 0.0 0.0	59.900 22.979 82.879	5.776 0.0 0.045			Vel = 0.82	
	0.0 1003.49					5.821			K Factor = 415.92	
17 to 18	374.17 374.17	62.713 120.0 0.0089		0.0 0.0 0.0	3.500 0.0 3.500	3.500 0.0 0.031			K Factor = 200.00 Vel = 2.02	
18 to 19	375.80 749.97	62.713 120.0 0.0317		0.0 0.0 0.0	3.500 0.0 3.500	3.531 0.0 0.111			K Factor = 200.00 Vel = 4.05	
19 to 20	381.65 1131.62	62.713 120.0 0.0677		0.0 0.0 0.0	3.500 0.0 3.500	3.642 0.0 0.237			K Factor = 200.00 Vel = 6.11	
20 to 14	393.91 1525.53	62.713 120.0 0.1179	E T	1.83 3.66 0.0	9.450 5.490 14.940	3.879 0.049 1.761			K Factor = 200.00 Vel = 8.23	
	0.0 1525.53					5.689			K Factor = 639.59	
21 to 22	374.29 374.29	62.713 120.0 0.0089		0.0 0.0 0.0	3.500 0.0 3.500	3.502 0.0 0.031			K Factor = 200.00 Vel = 2.02	
22 to 23	375.92 750.21	62.713 120.0 0.0317		0.0 0.0 0.0	3.500 0.0 3.500	3.533 0.0 0.111			K Factor = 200.00 Vel = 4.05	
23 to 24	381.78 1131.99	62.713 120.0 0.0680		0.0 0.0 0.0	3.500 0.0 3.500	3.644 0.0 0.238			K Factor = 200.00 Vel = 6.11	
24 to 15	394.04 1526.03	62.713 120.0 0.1179	E T	1.83 3.66 0.0	9.450 5.490 14.940	3.882 0.049 1.762			K Factor = 200.00 Vel = 8.23	
	0.0 1526.03					5.693			K Factor = 639.58	
16 to 7	2030.23 2030.23	161.46 120.0 0.0020	E	5.368 0.0 0.0	87.530 5.368 92.898	5.776 0.0 0.186			Vel = 1.65	
	0.0 2030.23					5.962			K Factor = 831.48	
HOSE to 11	2400.00 2400.0	104.14 140.0 0.0173	2E T	8.866 8.866 0.0	7.500 17.732 25.232	6.094 0.686 0.437			Qa = 2400 Vel = 4.70	
	0.0 2400.00					7.217			K Factor = 893.37	



K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zpracoval

Bc. Michal Železný

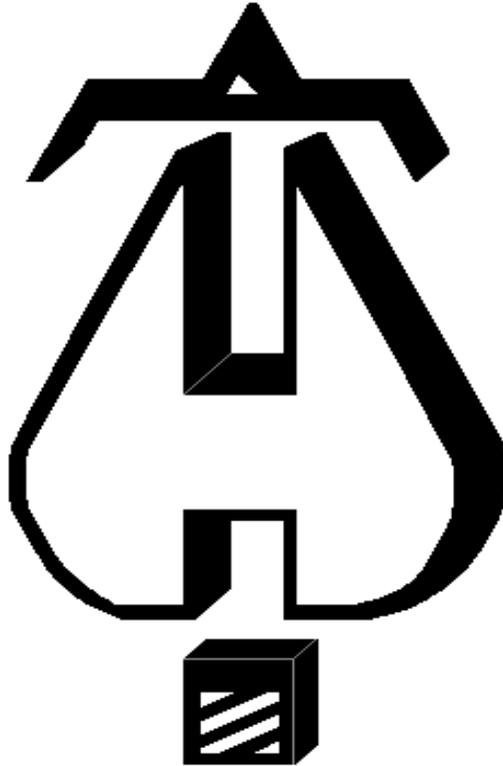
Vedoucí práce

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Hydraulický výpočet č.3

Nejvýhodnější plocha v hale

12.12.2019



. . . Fire Protection by Computer Design

Your Company Name
Your Street Address 1
Your Street Address 2
Your City, State Zip
Your Phone

Job Name : HV - 1pp
Building :
Location :
System :
Contract :
Data File : HV - 1pp Area 1.WXF

Water Supply Curve C

Your Company Name
HV - 1pp

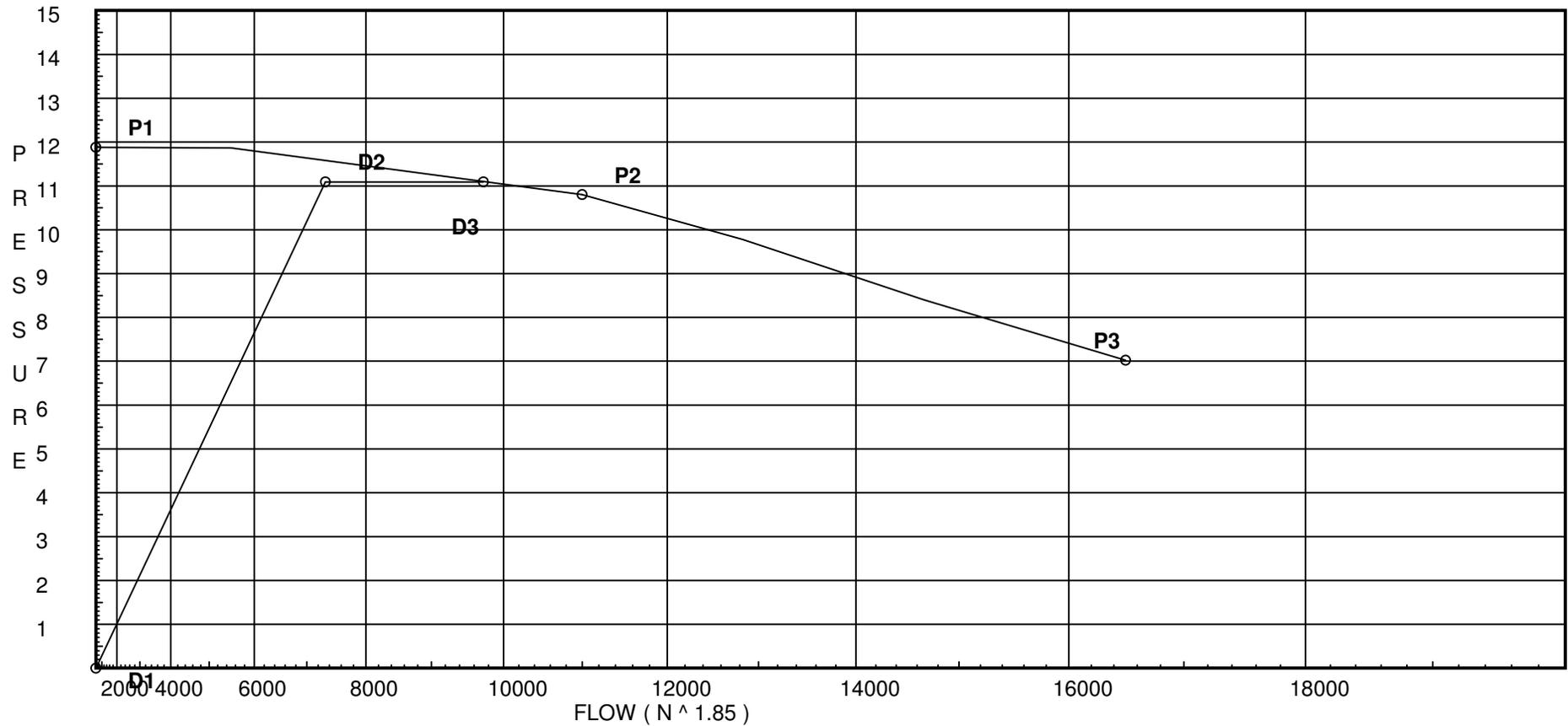
Page 1
Date

Pump Data:

P1 - Pump Churn Pressure : 11.88
P2 - Pump Rated Pressure : 10.8
P2 - Pump Rated Flow : 11000
P3 - Pump Pressure @ Max Flow : 7.02
P3 - Pump Max Flow : 16500

Demand:

D1 - Elevation : -0.363
D2 - System Flow : 7330.89
D2 - System Pressure : 11.094
Hose (Demand) : 2400
D3 - System Demand : 9730.89
Safety Margin : 0.006



Fittings Used Summary

Your Company Name
HV - 1pp

Page 2
Date

Fitting Legend

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

Units Summary

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

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

Pressure / Flow Summary - STANDARD

Your Company Name
HV - 1pp

Page 3
Date

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
1	-3.7	200	9.2	na	606.63	1.0	1	3.5
2	-3.7	200	9.26	na	608.54	1.0	1	3.5
3	-3.7		9.65	na				
4	-3.7		9.66	na				
5	-3.7		9.67	na				
6	-3.7		10.2	na				
7	-5.7		10.49	na				
8	-8.2		10.74	na				
9	-8.2		10.84	na				
10	-8.2		11.47	na				
11	-1.0		10.79	na				
12	-1.0		10.93	na				
13	0.0		10.84	na				
PUMP	0.0		11.09	na				
14	-3.7	200	9.21	na	606.85	1.0	1	3.5
15	-3.7	200	9.26	na	608.76	1.0	1	3.5
16	-3.7		9.66	na				
17	-3.7	200	9.21	na	606.9	1.0	1	3.5
18	-3.7	200	9.27	na	608.81	1.0	1	3.5
19	-3.7	200	9.44	na	614.39	1.0	1	3.5
20	-3.7	200	9.42	na	613.9	1.0	1	3.5
21	-3.7		9.64	na				
22	-3.7		9.64	na				
23	-3.7		9.65	na				
24	-3.7	200	9.43	na	614.19	1.0	1	3.5
25	-3.7	200	9.42	na	613.7	1.0	1	3.5
26	-3.7		9.64	na				
27	-3.7		9.65	na				
28	-3.7		9.65	na				
29	-3.7	200	9.44	na	614.36	1.0	1	3.5
30	-3.7	200	9.42	na	613.86	1.0	1	3.5
31	-3.7		9.2	na				
32	-3.7		9.2	na				
HOSE	-1.2		9.87	na	2400.0			

The maximum velocity is 6.56 and it occurs in the pipe between nodes 2 and 3

The maximum density the remote head is capable of is 606.633 and it occurs at node 1

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - 1pp

Page 4
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftnng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
1	606.63	62.713		0.0	2.700	9.200				
to		120.0		0.0	0.0	0.0			K Factor = 200.00	
2	606.63	0.0215		0.0	2.700	0.058			Vel = 3.27	
2	608.54	62.713	T	3.66	1.430	9.258			K Factor = 200.00	
to		120.0		0.0	3.660	0.0				
3	1215.17	0.0774		0.0	5.090	0.394			Vel = 6.56	
3	1399.64	161.46		0.0	2.700	9.652				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
4	2614.81	0.0030		0.0	2.700	0.008			Vel = 2.13	
4	2125.73	161.46		0.0	0.540	9.660				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
5	4740.54	0.0111		0.0	0.540	0.006			Vel = 3.86	
5	2590.35	161.46	T	11.489	8.000	9.666				
to		120.0	E	5.368	16.857	0.0				
6	7330.89	0.0215		0.0	24.857	0.534			Vel = 5.97	
6	0.0	209.52	2E	12.895	3.200	10.200				
to		120.0		0.0	12.895	0.196				
7	7330.89	0.0061		0.0	16.095	0.098			Vel = 3.54	
7	0.0	263.39		0.0	2.500	10.494				
to		120.0		0.0	0.0	0.245				
8	7330.89	0.0016		0.0	2.500	0.004			Vel = 2.24	
8	0.0	261.11	2E	20.219	43.360	10.743				
to		140.0		0.0	20.220	0.0				
9	7330.89	0.0016		0.0	63.580	0.099			Vel = 2.28	
9	2400.00	261.11	T	22.962	185.990	10.842				
to		140.0	3E	30.329	53.290	0.0				
10	9730.89	0.0026		0.0	239.280	0.629			Vel = 3.03	
10	0.0	263.39		0.0	7.200	11.471				
to		120.0		0.0	0.0	-0.705				
11	9730.89	0.0033		0.0	7.200	0.024			Vel = 2.98	
11	0.0	209.52	2E	12.895	1.090	10.790				
to		120.0		0.0	12.895	0.0				
12	9730.89	0.0102		0.0	13.985	0.143			Vel = 4.70	
12	0.0	263.39		0.0	1.000	10.933				
to		120.0		0.0	0.0	-0.098				
13	9730.89	0.0030		0.0	1.000	0.003			Vel = 2.98	
13	0.0	209.52	3E	19.342	5.790	10.838				
to		120.0		0.0	19.342	0.0				
PUMP	9730.89	0.0102		0.0	25.132	0.256			Vel = 4.70	
	0.0									
	9730.89					11.094			K Factor = 2921.52	
						11.094				
						0.006				
						11.100				
14	606.85	62.713		0.0	2.700	9.207			K Factor = 200.00	
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
15	606.85	0.0215		0.0	2.700	0.058			Vel = 3.27	
15	608.76	62.713	T	3.66	1.430	9.265			K Factor = 200.00	
to		120.0		0.0	3.660	0.0				
16	1215.61	0.0774		0.0	5.090	0.394			Vel = 6.56	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - 1pp

Page 5
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftnng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
16 to 5	1374.74 2590.35	161.46 120.0 0.0032		0.0 0.0 0.0	2.160 0.0 2.160	9.659 0.0 0.007				Vel = 2.11
	0.0 2590.35					9.666				K Factor = 833.17
17 to 18	606.90 606.9	62.713 120.0 0.0215		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	9.208 0.0 0.058				K Factor = 200.00 Vel = 3.27
18 to 4	608.81 1215.71	62.713 120.0 0.0774	T	3.66 0.0 0.0	1.430 3.660 5.090	9.266 0.0 0.394				K Factor = 200.00 Vel = 6.56
4 to 19	-2125.72 -910.01	62.713 120.0 -0.0452	T	3.66 0.0 0.0	1.270 3.660 4.930	9.660 0.0 -0.223				Vel = 4.91
19 to 20	614.39 -295.62	62.713 120.0 -0.0056		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	9.437 0.0 -0.015				K Factor = 200.00 Vel = 1.60
20 to 21	613.90 318.28	62.713 120.0 0.0065	T	3.66 0.0 0.0	30.300 3.660 33.960	9.422 0.0 0.220				K Factor = 200.00 Vel = 1.72
21 to 22	-29.82 288.46	161.46 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	9.642 0.0 0.0				Vel = 0.23
22 to 23	322.94 611.4	161.46 120.0 0.0003	T	11.489 0.0 0.0	3.400 11.489 14.889	9.642 0.0 0.004				Vel = 0.50
23 to 3	-116.70 494.7	161.46 120.0 0.0001	E	5.368 0.0 0.0	37.670 5.368 43.038	9.646 0.0 0.006				Vel = 0.40
3 to 24	-1399.65 -904.95	62.713 120.0 -0.0448	T	3.66 0.0 0.0	1.270 3.660 4.930	9.652 0.0 -0.221				Vel = 4.88
24 to 25	614.19 -290.76	62.713 120.0 -0.0056		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	9.431 0.0 -0.015				K Factor = 200.00 Vel = 1.57
25 to 22	613.70 322.94	62.713 120.0 0.0067	T	3.66 0.0 0.0	30.300 3.660 33.960	9.416 0.0 0.226				K Factor = 200.00 Vel = 1.74
	0.0 322.94					9.642				K Factor = 104.00
21 to 26	29.81 29.81	161.46 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	9.642 0.0 0.0				Vel = 0.02
26 to 27	319.13 348.94	161.46 120.0 0.0001		0.0 0.0 0.0	50.900 0.0 50.900	9.642 0.0 0.004				Vel = 0.28
27 to 28	0.0 348.94	161.46 120.0 0.0001	T	11.489 0.0 0.0	0.200 11.489 11.689	9.646 0.0 0.001				Vel = 0.28

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - 1pp

Page 6
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
28 to 16	116.71 465.65	161.46 120.0 0.0001	E	5.368 0.0 0.0	85.370 5.368 90.738	9.647 0.0 0.012		Vel = 0.38		
16 to 29	-1374.74 -909.09	62.713 120.0 -0.0452	T	3.66 0.0 0.0	1.270 3.660 4.930	9.659 0.0 -0.223		Vel = 4.91		
29 to 30	614.36 -294.73	62.713 120.0 -0.0056		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	9.436 0.0 -0.015		K Factor = 200.00 Vel = 1.59		
30 to 26	613.86 319.13	62.713 120.0 0.0065	T	3.66 0.0 0.0	30.300 3.660 33.960	9.421 0.0 0.221		K Factor = 200.00 Vel = 1.72		
	0.0 319.13					9.642		K Factor = 102.77		
23 to 28	116.71 116.71	161.46 120.0 0.0	T E	11.489 5.368 0.0	124.960 16.857 141.817	9.646 0.0 0.001		Vel = 0.10		
	0.0 116.71					9.647		K Factor = 37.58		
31 to 32	0.0 0.0	161.46 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.200 0.0 0.200	9.200 0.0 0.0		Vel = 0		
	0.0 0.0					9.200		K Factor = 0		
HOSE to 9	2400.00 2400.0	104.14 140.0 0.0173	2E	8.866 0.0 0.0	7.500 8.866 16.366	9.873 0.686 0.283		Qa = 2400 Vel = 4.70		
	0.0 2400.00					10.842		K Factor = 728.88		



K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zpracoval

Bc. Michal Železný

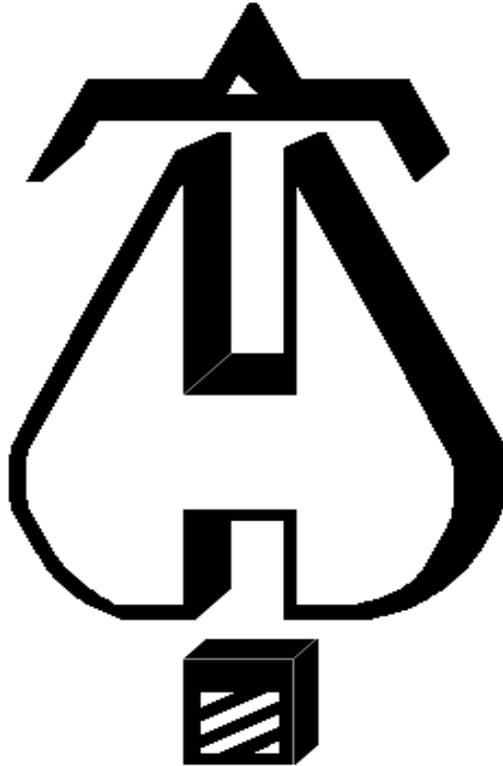
Vedoucí práce

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Hydraulický výpočet č.4

Nejvýhodnější plocha v 1.PP

12.12.2019



. . . Fire Protection by Computer Design

Your Company Name
Your Street Address 1
Your Street Address 2
Your City, State Zip
Your Phone

Job Name : HV - vyhodna strecha
Building :
Location :
System :
Contract :
Data File : HV - vyhodna strecha Area 1.WXF

Water Supply Curve C

Your Company Name
HV - výhodna strecha

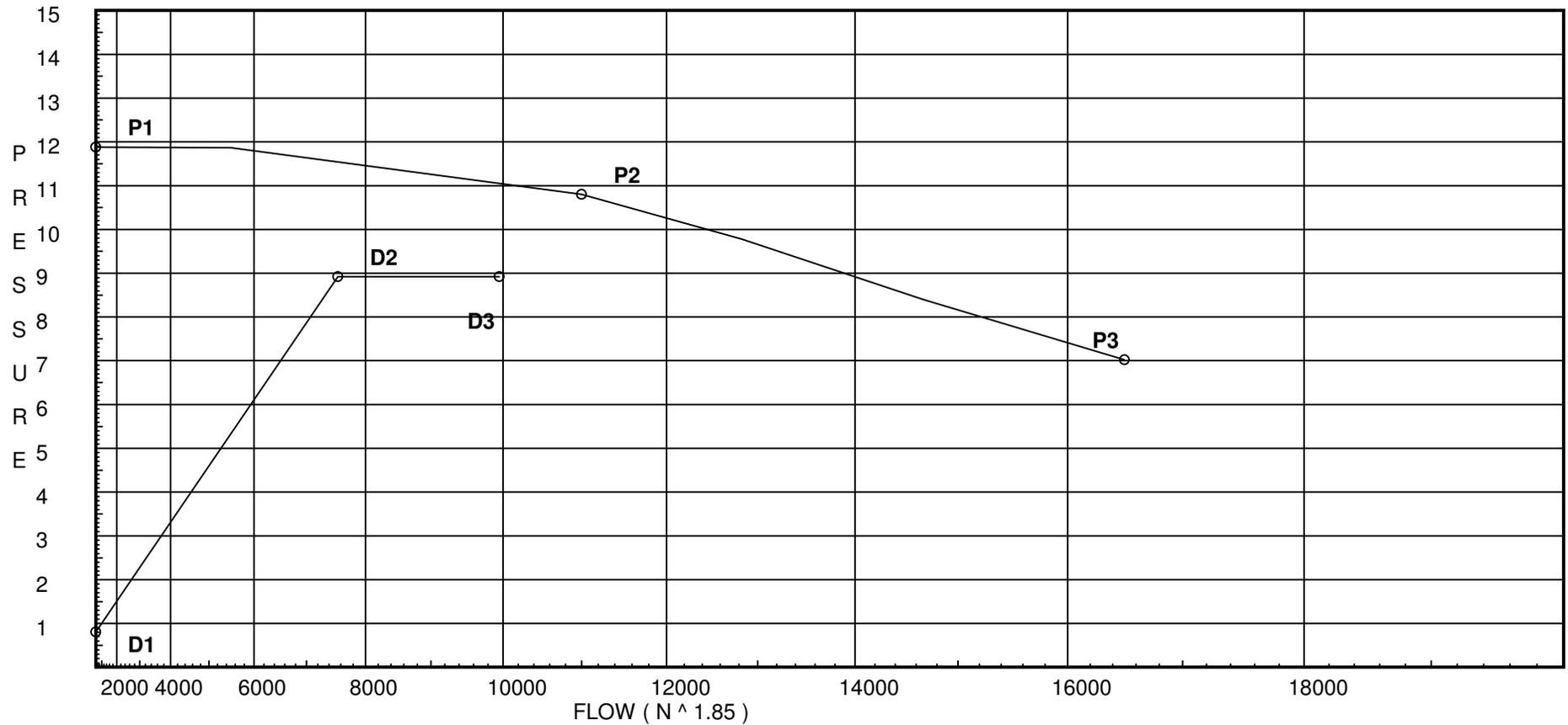
Page 1
Date

Pump Data:

P1 - Pump Churn Pressure : 11.88
P2 - Pump Rated Pressure : 10.8
P2 - Pump Rated Flow : 11000
P3 - Pump Pressure @ Max Flow : 7.02
P3 - Pump Max Flow : 16500

Demand:

D1 - Elevation : 0.805
D2 - System Flow : 7547.6
D2 - System Pressure : 8.920
Hose (Demand) : 2400
D3 - System Demand : 9947.6
Safety Margin : 2.131



Fittings Used Summary

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 2
Date

Fitting Legend

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

Units Summary

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

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

Pressure / Flow Summary - STANDARD

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 3
Date

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
1	8.22	240	4.3	na	497.67	1.0	1	4.3
2	8.22	240	4.33	na	499.58	1.0	1	4.3
3	8.22	240	4.55	na	511.99	1.0	1	4.3
4	8.22		4.97	na				
5	6.45		6.13	na				
6	6.45		6.13	na				
7	6.45		6.13	na				
8	6.45		6.13	na				
9	6.45		6.13	na				
10	6.45		6.13	na				
11	6.45		6.13	na				
12	6.45		6.13	na				
13	6.45		6.13	na				
14	6.45		6.13	na				
15	6.45		6.13	na				
16	6.45		6.13	na				
17	6.45		6.13	na				
18	6.45		6.13	na				
19	6.45		6.13	na				
20	6.45		6.13	na				
21	6.45		6.13	na				
22	6.45		6.14	na				
23	6.45		6.14	na				
24	6.45		6.14	na				
25	6.45		6.14	na				
26	6.45		6.14	na				
27	6.45		6.14	na				
28	6.45		6.14	na				
29	6.45		6.14	na				
30	6.45		6.14	na				
31	6.45		6.16	na				
32	-5.7		7.54	na				
33	-5.7		7.6	na				
34	-8.2		7.85	na				
35	-8.2		9.12	na				
36	-8.2		9.37	na				
37	0.0		8.65	na				
PUMP	0.0		8.92	na				
38	8.22	240	4.32	na	498.89	1.0	1	4.3
39	8.22		5.63	na				
40	6.45		6.14	na				
41	6.45		6.14	na				
42	6.45		6.14	na				
43	6.45		6.13	na				
44	6.45		6.13	na				
45	8.16		4.98	na				
46	8.16	240	4.56	na	512.67	1.0	1	4.3
47	8.16	240	4.34	na	500.16	1.0	1	4.3
48	8.16	240	4.31	na	498.25	1.0	1	4.3
49	8.16	240	4.33	na	499.47	1.0	1	4.3
50	8.16		5.64	na				
51	8.27		5.95	na				
52	8.27		5.96	na				
53	6.45		6.14	na				
54	6.45		6.14	na				
55	6.45		6.14	na				
56	6.45		6.14	na				
57	6.45		6.14	na				
58	6.45		6.14	na				
59	6.45		6.14	na				
60	6.45		6.14	na				
61	6.45		6.14	na				

Flow Summary - Standard

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 4
Date

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
62	6.45		6.14	na				
63	6.45		6.14	na				
64	6.45		6.14	na				
65	6.45		6.14	na				
66	6.45		6.14	na				
67	6.45		6.14	na				
68	6.45		6.14	na				
69	6.45		6.14	na				
70	6.45		6.14	na				
71	6.45		6.14	na				
72	6.45		6.14	na				
73	6.45		6.14	na				
74	8.27		5.95	na				
75	8.27		5.96	na				
76	8.22		5.96	na				
77	8.22		5.96	na				
78	8.16		5.96	na				
79	8.16		5.97	na				
80	8.11		5.97	na				
81	8.11		5.97	na				
82	8.11		5.97	na				
83	8.11		5.97	na				
84	8.11		4.99	na				
85	8.11	240	4.57	na	513.29	1.0	1	4.3
86	8.11	240	4.35	na	500.79	1.0	1	4.3
87	8.11	240	4.32	na	498.83	1.0	1	4.3
88	8.11	240	4.34	na	499.98	1.0	1	4.3
89	8.11		5.65	na				
90	8.16		5.97	na				
91	8.16		5.97	na				
92	8.22		5.96	na				
93	8.22		5.96	na				
94	8.27		5.96	na				
95	8.27		5.96	na				
96	8.27		5.96	na				
97	8.27		5.96	na				
98	8.22		5.96	na				
99	8.22		5.96	na				
100	8.16		5.97	na				
101	8.16		5.97	na				
102	8.11		5.97	na				
103	8.11		5.97	na				
104	8.11		5.97	na				
105	8.11		5.97	na				
106	8.16		5.97	na				
107	8.16		5.97	na				
108	8.22		5.96	na				
109	8.22		5.96	na				
110	8.27		5.96	na				
111	8.27		5.96	na				
112	8.27		5.96	na				
113	8.27		5.96	na				
114	8.22		5.96	na				
115	8.22		5.96	na				
116	8.16		5.97	na				
117	8.16		5.97	na				
118	8.11		5.97	na				
119	8.11		5.97	na				
120	6.45		6.14	na				
121	6.45		6.14	na				
122	6.45		6.14	na				
HOSE	-1.2		7.99	na	2400.0			

Flow Summary - Standard

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 5
Date

Node No.	Elevation	K-Fact	Pt Actual	Pn	Flow Actual	Density	Area	Press Req.
123	-5.7		7.54	na				
124	-5.7		7.54	na				
125	-3.65		7.34	na				
126	-3.65		7.33	na				
127	8.2		6.16	na				
128	8.2		6.15	na				
129	8.2		6.16	na				
130	8.2		6.15	na				
131	8.2		6.15	na				
132	2.72	240	4.46	na	506.79	1.0	1	4.3
133	2.72	240	4.42	na	504.63	1.0	1	4.3
134	2.72	240	4.42	na	504.63	1.0	1	4.3

The maximum velocity is 9.99 and it occurs in the pipe between nodes 44 and 84

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 6
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
1	280.25	52.502		0.0	2.700	4.300				
to		120.0		0.0	0.0	0.0			K Factor = 240.00	
2	280.25	0.0122		0.0	2.700	0.033			Vel = 2.16	
2	499.58	52.502		0.0	2.700	4.333			K Factor = 240.00	
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
3	779.83	0.0807		0.0	2.700	0.218			Vel = 6.00	
3	512.02	52.502	E	1.52	0.500	4.551			K Factor = 240.00	
to		120.0		0.0	1.520	0.0				
4	1291.85	0.2064		0.0	2.020	0.417			Vel = 9.95	
4	0.0	52.502	T	3.05	1.760	4.968				
to		120.0		0.0	3.050	0.173				
5	1291.85	0.2060		0.0	4.810	0.991			Vel = 9.95	
5	-527.65	209.52		0.0	2.700	6.132				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
6	764.2	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.37	
6	-20.31	209.52		0.0	2.700	6.132				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
7	743.89	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.36	
7	-19.59	209.52		0.0	2.700	6.132				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
8	724.3	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.35	
8	-18.94	209.52		0.0	2.700	6.132				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
9	705.36	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.34	
9	-18.30	209.52		0.0	2.700	6.132				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
10	687.06	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.33	
10	-17.66	209.52		0.0	2.700	6.133				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
11	669.4	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.32	
11	-17.04	209.52		0.0	2.700	6.133				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
12	652.36	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.32	
12	-16.41	209.52		0.0	2.700	6.133				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
13	635.95	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.31	
13	-15.79	209.52		0.0	2.700	6.133				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
14	620.16	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.30	
14	-15.21	209.52		0.0	2.700	6.133				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
15	604.95	0.0004		0.0	2.700	0.001			Vel = 0.29	
15	-14.67	209.52		0.0	2.700	6.134				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
16	590.28	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.29	
16	-14.18	209.52		0.0	2.700	6.134				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
17	576.1	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.28	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 7
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
17	-13.71	209.52		0.0	2.700	6.134				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
18	562.39	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.27	
18	-13.26	209.52		0.0	2.700	6.134				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
19	549.13	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.27	
19	-12.82	209.52		0.0	2.700	6.134				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
20	536.31	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.26	
20	-12.39	209.52		0.0	2.700	6.134				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
21	523.92	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.25	
21	-12.00	209.52		0.0	2.700	6.134				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
22	511.92	0.0004		0.0	2.700	0.001		Vel =	0.25	
22	-11.63	209.52		0.0	2.700	6.135				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
23	500.29	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.24	
23	-11.31	209.52		0.0	2.700	6.135				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
24	488.98	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.24	
24	-11.03	209.52		0.0	2.700	6.135				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
25	477.95	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.23	
25	-10.80	209.52		0.0	2.700	6.135				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
26	467.15	0.0		0.0	2.700	0.0		Vel =	0.23	
26	-10.60	209.52	T	12.531	26.600	6.135				
to		120.0		0.0	12.531	0.0				
27	456.55	0.0		0.0	39.131	0.001		Vel =	0.22	
27	357.21	209.52		0.0	24.300	6.136				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
28	813.76	0.0001		0.0	24.300	0.003		Vel =	0.39	
28	-443.45	209.52	2E	12.895	110.650	6.139				
to		120.0		0.0	12.895	0.0				
29	370.31	0.0		0.0	123.545	0.003		Vel =	0.18	
29	443.45	209.52		0.0	24.300	6.142				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
30	813.76	0.0001		0.0	24.300	0.002		Vel =	0.39	
30	2098.91	209.52		0.0	12.760	6.144				
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
31	2912.67	0.0011		0.0	12.760	0.014		Vel =	1.41	
31	3118.90	209.52	2T	25.062	13.630	6.158				
to		120.0	E	6.447	31.509	1.190				
32	6031.57	0.0042		0.0	45.139	0.191		Vel =	2.92	
32	1516.03	209.52	E	6.447	2.600	7.539				
to		120.0		0.0	6.447	0.0				
33	7547.6	0.0064		0.0	9.047	0.058		Vel =	3.65	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 8
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftn'g's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
33 to 34	0.0 7547.6	263.39 120.0 0.0020		0.0 0.0 0.0	2.500 0.0 2.500	7.597 0.245 0.005				Vel = 2.31
34 to 35	0.0 7547.6	261.11 140.0 0.0016	8E	80.878 0.0 0.0	691.940 80.877 772.817	7.847 0.0 1.269				Vel = 2.35
35 to 36	2400.00 9947.6	261.11 140.0 0.0027	3E	30.329 0.0 0.0	61.850 30.329 92.179	9.116 0.0 0.252				Vel = 3.10
36 to 37	0.0 9947.6	263.39 120.0 0.0035	2E	15.86 0.0 0.0	9.290 15.860 25.150	9.368 -0.803 0.088				Vel = 3.04
37 to PUMP	0.0 9947.6	209.52 120.0 0.0106	3E	19.342 0.0 0.0	5.790 19.342 25.132	8.653 0.0 0.267				Vel = 4.81
	0.0 9947.60					8.920				K Factor = 3330.70
						8.920				
						2.131				
						11.051				
1 to 38	217.42 217.42	52.502 120.0 0.0078		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	4.300 0.0 0.021				Vel = 1.67
38 to 39	498.87 716.29	52.502 120.0 0.0691	E	1.52 0.0 0.0	17.400 1.520 18.920	4.321 0.0 1.308				K Factor = 240.00 Vel = 5.51
39 to 40	0.0 716.29	52.502 120.0 0.0694	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	5.629 0.173 0.334				Vel = 5.51
40 to 41	-49.56 666.73	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0				Vel = 0.32
41 to 42	716.18 1382.91	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0				Vel = 0.67
42 to 30	716.00 2098.91	209.52 120.0 0.0006	T	12.531 0.0 0.0	0.750 12.531 13.281	6.136 0.0 0.008				Vel = 1.01
	0.0 2098.91					6.144				K Factor = 846.78
5 to 43	527.65 527.65	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.132 0.0 0.0				Vel = 0.26
43 to 44	1294.34 1821.99	209.52 120.0 0.0004		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.132 0.0 0.001				Vel = 0.88
44 to 31	1296.91 3118.9	209.52 120.0 0.0012	E	6.447 0.0 0.0	13.990 6.447 20.437	6.133 0.0 0.025				Vel = 1.51

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 9
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
	0.0 3118.90					6.158			K Factor = 1256.84	
43 to 45	-1294.34	52.502 120.0	T	3.05 0.0	1.710 3.050	6.132 -0.168				
45 to 46	-1294.34	-0.2067		0.0	4.760	-0.984			Vel = 9.97	
45 to 46	0.0	52.502 120.0	E	1.52 0.0	0.500 1.520	4.980 0.0				
46 to 47	-1294.34	-0.2064		0.0	2.020	-0.417			Vel = 9.97	
46 to 47	512.66	52.502 120.0		0.0 0.0	2.700 0.0	4.563 0.0			K Factor = 240.00	
47 to 48	-781.68	-0.0815		0.0	2.700	-0.220			Vel = 6.02	
47 to 48	500.17	52.502 120.0		0.0 0.0	2.700 0.0	4.343 0.0			K Factor = 240.00	
48 to 49	-281.51	-0.0122		0.0	2.700	-0.033			Vel = 2.17	
48 to 49	498.26	52.502 120.0		0.0 0.0	2.700 0.0	4.310 0.0			K Factor = 240.00	
49 to 50	216.75	0.0078		0.0	2.700	0.021			Vel = 1.67	
49 to 50	499.44	52.502 120.0	E	1.52 0.0	17.400 1.520	4.331 0.0			K Factor = 240.00	
50 to 41	716.19	0.0691		0.0	18.920	1.308			Vel = 5.51	
50 to 41	0.0	52.502 120.0	T	3.05 0.0	1.710 3.050	5.639 0.168				
50 to 41	716.19	0.0691		0.0	4.760	0.329			Vel = 5.51	
	0.0 716.19					6.136			K Factor = 289.12	
6 to 51	20.30	52.502 120.0	T	3.05 0.0	1.820 3.050	6.132 -0.178				
51 to 52	20.3	0.0		0.0	4.870	0.0			Vel = 0.16	
51 to 52	0.0	52.502 120.0	2E	3.04 0.0	26.000 3.040	5.954 0.0				
52 to 53	20.3	0.0001		0.0	29.040	0.003			Vel = 0.16	
52 to 53	0.0	52.502 120.0	T	3.05 0.0	1.820 3.050	5.957 0.178				
53 to 54	20.3	0.0002		0.0	4.870	0.001			Vel = 0.16	
53 to 54	49.57	209.52 120.0		0.0 0.0	2.700 0.0	6.136 0.0				
54 to 55	69.87	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.03	
54 to 55	19.59	209.52 120.0		0.0 0.0	2.700 0.0	6.136 0.0				
55 to 56	89.46	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.04	
55 to 56	18.94	209.52 120.0		0.0 0.0	2.700 0.0	6.136 0.0				
56 to 57	108.4	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.05	
56 to 57	18.30	209.52 120.0		0.0 0.0	2.700 0.0	6.136 0.0				
57 to 58	126.7	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.06	
57 to 58	17.66	209.52 120.0		0.0 0.0	2.700 0.0	6.136 0.0				
58	144.36	0.0		0.0	2.700	0.0			Vel = 0.07	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 10
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
58 to 59	17.04 161.4	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.08	
59 to 60	16.40 177.8	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.09	
60 to 61	15.80 193.6	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.09	
61 to 62	15.21 208.81	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.10	
62 to 63	14.67 223.48	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.11	
63 to 64	14.18 237.66	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.11	
64 to 65	13.70 251.36	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.12	
65 to 66	13.27 264.63	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.13	
66 to 67	12.82 277.45	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.13	
67 to 68	12.39 289.84	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.14	
68 to 69	12.00 301.84	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.15	
69 to 70	11.63 313.47	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.15	
70 to 71	11.30 324.77	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.16	
71 to 72	11.04 335.81	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.16	
72 to 73	10.80 346.61	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.17	
73 to 27	10.59 357.2	209.52 120.0 0.0	T	12.531 0.0 0.0	0.600 12.531 13.131	6.136 0.0 0.0			Vel = 0.17	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 11
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
	0.0 357.20						6.136		K Factor = 144.20	
7 to 74	19.60 19.6	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.132 -0.178 0.0			Vel = 0.15	
74 to 75	0.0 19.6	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.954 0.0 0.003			Vel = 0.15	
75 to 54	0.0 19.6	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	5.957 0.178 0.001			Vel = 0.15	
	0.0 19.60						6.136		K Factor = 7.91	
8 to 76	18.94 18.94	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.132 -0.173 0.0			Vel = 0.15	
76 to 77	0.0 18.94	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.959 0.0 0.003			Vel = 0.15	
77 to 55	0.0 18.94	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	5.962 0.173 0.001			Vel = 0.15	
	0.0 18.94						6.136		K Factor = 7.65	
9 to 78	18.29 18.29	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.132 -0.168 0.001			Vel = 0.14	
78 to 79	0.0 18.29	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.965 0.0 0.003			Vel = 0.14	
79 to 56	0.0 18.29	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	5.968 0.168 0.0			Vel = 0.14	
	0.0 18.29						6.136		K Factor = 7.38	
10 to 80	17.67 17.67	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.133 -0.163 0.0			Vel = 0.14	
80 to 81	0.0 17.67	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.970 0.0 0.003			Vel = 0.14	
81 to 57	0.0 17.67	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	5.973 0.163 0.0			Vel = 0.14	
	0.0 17.67						6.136		K Factor = 7.13	
11 to 82	17.04 17.04	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.133 -0.163 0.001			Vel = 0.13	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 12
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftn'g's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
82	0.0	52.502	2E	3.04	26.000	5.971				
to		120.0		0.0	3.040	0.0				
83	17.04	0.0001		0.0	29.040	0.002		Vel =	0.13	
83	0.0	52.502	T	3.05	1.660	5.973				
to		120.0		0.0	3.050	0.163				
58	17.04	0.0		0.0	4.710	0.0		Vel =	0.13	
	0.0									
	17.04					6.136		K Factor =	6.88	
44	-1296.91	52.502	T	3.05	1.660	6.133				
to		120.0		0.0	3.050	-0.163				
84	-1296.91	-0.2074		0.0	4.710	-0.977		Vel =	9.99	
84	0.0	52.502	E	1.52	0.500	4.993				
to		120.0		0.0	1.520	0.0				
85	-1296.91	-0.2074		0.0	2.020	-0.419		Vel =	9.99	
85	513.29	52.502		0.0	2.700	4.574		K Factor =	240.00	
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
86	-783.62	-0.0815		0.0	2.700	-0.220		Vel =	6.03	
86	500.77	52.502		0.0	2.700	4.354		K Factor =	240.00	
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
87	-282.85	-0.0126		0.0	2.700	-0.034		Vel =	2.18	
87	498.83	52.502		0.0	2.700	4.320		K Factor =	240.00	
to		120.0		0.0	0.0	0.0				
88	215.98	0.0074		0.0	2.700	0.020		Vel =	1.66	
88	500.01	52.502	E	1.52	17.400	4.340		K Factor =	240.00	
to		120.0		0.0	1.520	0.0				
89	715.99	0.0691		0.0	18.920	1.308		Vel =	5.51	
89	0.0	52.502	T	3.05	1.660	5.648				
to		120.0		0.0	3.050	0.163				
42	715.99	0.0690		0.0	4.710	0.325		Vel =	5.51	
	0.0									
	715.99					6.136		K Factor =	289.04	
12	16.40	52.502	T	3.05	1.710	6.133				
to		120.0		0.0	3.050	-0.168				
90	16.4	0.0002		0.0	4.760	0.001		Vel =	0.13	
90	0.0	52.502	2E	3.04	26.000	5.966				
to		120.0		0.0	3.040	0.0				
91	16.4	0.0001		0.0	29.040	0.002		Vel =	0.13	
91	0.0	52.502	T	3.05	1.710	5.968				
to		120.0		0.0	3.050	0.168				
59	16.4	0.0		0.0	4.760	0.0		Vel =	0.13	
	0.0									
	16.40					6.136		K Factor =	6.62	
13	15.80	52.502	T	3.05	1.760	6.133				
to		120.0		0.0	3.050	-0.173				
92	15.8	0.0		0.0	4.810	0.0		Vel =	0.12	
92	0.0	52.502	2E	3.04	26.000	5.960				
to		120.0		0.0	3.040	0.0				
93	15.8	0.0001		0.0	29.040	0.002		Vel =	0.12	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 13
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
93 to 60	0.0 15.8	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	5.962 0.173 0.001				Vel = 0.12
	0.0 15.80					6.136				K Factor = 6.38
14 to 94	15.21	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.133 -0.178 0.0				Vel = 0.12
94 to 95	0.0 15.21	52.502 120.0 0.0001	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.955 0.0 0.002				Vel = 0.12
95 to 61	0.0 15.21	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	5.957 0.178 0.001				Vel = 0.12
	0.0 15.21					6.136				K Factor = 6.14
15 to 96	14.67	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.134 -0.178 0.0				Vel = 0.11
96 to 97	0.0 14.67	52.502 120.0 0.0	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.956 0.0 0.001				Vel = 0.11
97 to 62	0.0 14.67	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	5.957 0.178 0.001				Vel = 0.11
	0.0 14.67					6.136				K Factor = 5.92
16 to 98	14.18	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.134 -0.173 0.0				Vel = 0.11
98 to 99	0.0 14.18	52.502 120.0 0.0	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.961 0.0 0.001				Vel = 0.11
99 to 63	0.0 14.18	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	5.962 0.173 0.001				Vel = 0.11
	0.0 14.18					6.136				K Factor = 5.72
17 to 100	13.71	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.134 -0.168 0.001				Vel = 0.11
100 to 101	0.0 13.71	52.502 120.0 0.0	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.967 0.0 0.001				Vel = 0.11
101 to 64	0.0 13.71	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	5.968 0.168 0.0				Vel = 0.11

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 14
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftn'g's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
	0.0 13.71					6.136			K Factor = 5.53	
18 to 102	13.26	52.502 120.0 0.0002	T	3.05	1.660 3.050 4.710	6.134 -0.163 0.001			Vel = 0.10	
102 to 103	0.0 13.26	52.502 120.0 0.0	2E	3.04	26.000 3.040 29.040	5.972 0.0 0.001			Vel = 0.10	
103 to 65	0.0 13.26	52.502 120.0 0.0	T	3.05	1.660 3.050 4.710	5.973 0.163 0.0			Vel = 0.10	
	0.0 13.26					6.136			K Factor = 5.35	
19 to 104	12.82	52.502 120.0 0.0002	T	3.05	1.660 3.050 4.710	6.134 -0.163 0.001			Vel = 0.10	
104 to 105	0.0 12.82	52.502 120.0 0.0	2E	3.04	26.000 3.040 29.040	5.972 0.0 0.001			Vel = 0.10	
105 to 66	0.0 12.82	52.502 120.0 0.0	T	3.05	1.660 3.050 4.710	5.973 0.163 0.0			Vel = 0.10	
	0.0 12.82					6.136			K Factor = 5.18	
20 to 106	12.40 12.4	52.502 120.0 0.0002	T	3.05	1.710 3.050 4.760	6.134 -0.168 0.001			Vel = 0.10	
106 to 107	0.0 12.4	52.502 120.0 0.0	2E	3.04	26.000 3.040 29.040	5.967 0.0 0.001			Vel = 0.10	
107 to 67	0.0 12.4	52.502 120.0 0.0	T	3.05	1.710 3.050 4.760	5.968 0.168 0.0			Vel = 0.10	
	0.0 12.40					6.136			K Factor = 5.01	
21 to 108	12.00 12.0	52.502 120.0 0.0	T	3.05	1.760 3.050 4.810	6.134 -0.173 0.0			Vel = 0.09	
108 to 109	0.0 12.0	52.502 120.0 0.0	2E	3.04	26.000 3.040 29.040	5.961 0.0 0.001			Vel = 0.09	
109 to 68	0.0 12.0	52.502 120.0 0.0002	T	3.05	1.760 3.050 4.810	5.962 0.173 0.001			Vel = 0.09	
	0.0 12.00					6.136			K Factor = 4.84	
22 to 110	11.63 11.63	52.502 120.0 -0.0002	T	3.05	1.820 3.050 4.870	6.135 -0.178 -0.001			Vel = 0.09	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 15
Date

Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
110 to 111	0.0 11.63	52.502 120.0 0.0	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.956 0.0 0.001			Vel = 0.09	
111 to 69	0.0 11.63	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	5.957 0.178 0.001			Vel = 0.09	
	0.0 11.63					6.136			K Factor = 4.70	
23 to 112	11.31	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	6.135 -0.178 0.0			Vel = 0.09	
112 to 113	0.0 11.31	52.502 120.0 0.0	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.957 0.0 0.0			Vel = 0.09	
113 to 70	0.0 11.31	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.820 3.050 4.870	5.957 0.178 0.001			Vel = 0.09	
	0.0 11.31					6.136			K Factor = 4.57	
24 to 114	11.04	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	6.135 -0.173 0.0			Vel = 0.09	
114 to 115	0.0 11.04	52.502 120.0 0.0	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.962 0.0 0.0			Vel = 0.09	
115 to 71	0.0 11.04	52.502 120.0 0.0002	T	3.05 0.0 0.0	1.760 3.050 4.810	5.962 0.173 0.001			Vel = 0.09	
	0.0 11.04					6.136			K Factor = 4.46	
25 to 116	10.80	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	6.135 -0.168 0.0			Vel = 0.08	
116 to 117	0.0 10.8	52.502 120.0 0.0	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.967 0.0 0.001			Vel = 0.08	
117 to 72	0.0 10.8	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.710 3.050 4.760	5.968 0.168 0.0			Vel = 0.08	
	0.0 10.80					6.136			K Factor = 4.36	
26 to 118	10.59	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	6.135 -0.163 0.0			Vel = 0.08	
118 to 119	0.0 10.59	52.502 120.0 0.0	2E	3.04 0.0 0.0	26.000 3.040 29.040	5.972 0.0 0.001			Vel = 0.08	

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 16
Date

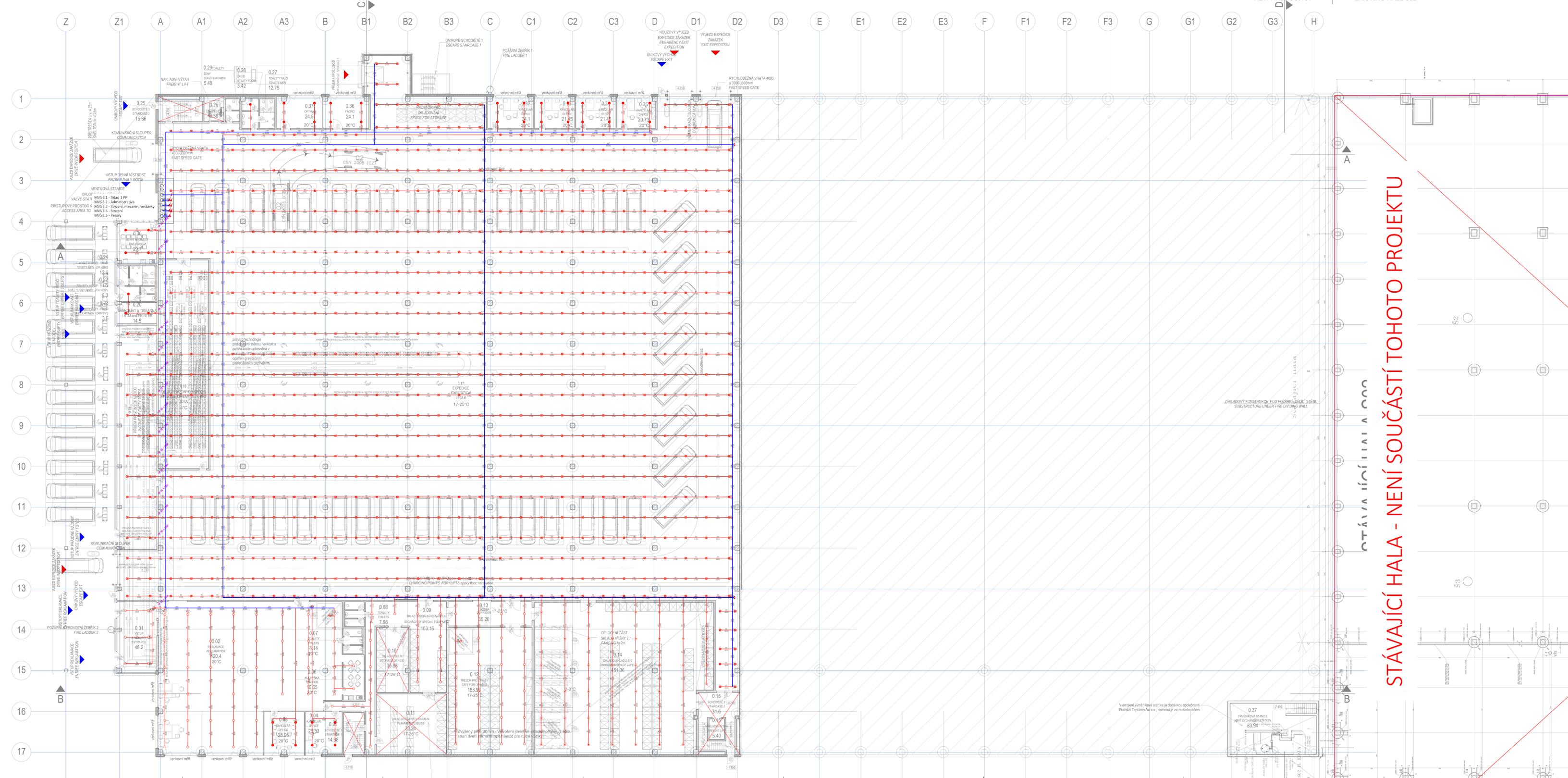
Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
119 to 73	0.0 10.59	52.502 120.0 0.0	T	3.05 0.0 0.0	1.660 3.050 4.710	5.973 0.163 0.0				Vel = 0.08
	0.0 10.59						6.136			K Factor = 4.28
120 to 121	0.0 0.0	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.200 0.0 0.200	6.135 0.0 0.0				Vel = 0
	0.0 0.0						6.135			K Factor = 0
40 to 53	49.56 49.56	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.700 0.0 2.700	6.136 0.0 0.0				Vel = 0.02
	0.0 49.56						6.136			K Factor = 20.01
28 to 122	443.45 443.45	209.52 120.0 0.0	T	12.531 0.0 0.0	0.600 12.531 13.131	6.139 0.0 0.0				Vel = 0.21
122 to 29	0.0 443.45	209.52 120.0 0.0	T	12.531 0.0 0.0	62.850 12.531 75.381	6.139 0.0 0.003				Vel = 0.21
	0.0 443.45						6.142			K Factor = 178.93
HOSE to 35	2400.00 2400.0	104.14 140.0 0.0173	2E T	8.866 8.866 0.0	7.500 17.732 25.232	7.993 0.686 0.437				Qa = 2400 Vel = 4.70
	0.0 2400.00						9.116			K Factor = 794.89
123 to 32	1516.03 1516.03	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	0.700 0.0 0.700	7.539 0.0 0.0				Vel = 0.73
	0.0 1516.03						7.539			K Factor = 552.14
124 to 123	1516.03 1516.03	209.52 120.0 0.0004	E	6.447 0.0 0.0	0.700 6.447 7.147	7.536 0.0 0.003				Vel = 0.73
	0.0 1516.03						7.539			K Factor = 552.14
125 to 124	1516.03 1516.03	209.52 120.0 0.0		0.0 0.0 0.0	2.050 0.0 2.050	7.335 0.201 0.0				Vel = 0.73
	0.0 1516.03						7.536			K Factor = 552.25
126 to 125	1516.03 1516.03	209.52 120.0 0.0004	2E	12.895 0.0 0.0	1.000 12.895 13.895	7.330 0.0 0.005				Vel = 0.73
	0.0									

Final Calculations - Hazen-Williams

Your Company Name
HV - vyhodna strecha

Page 17
Date

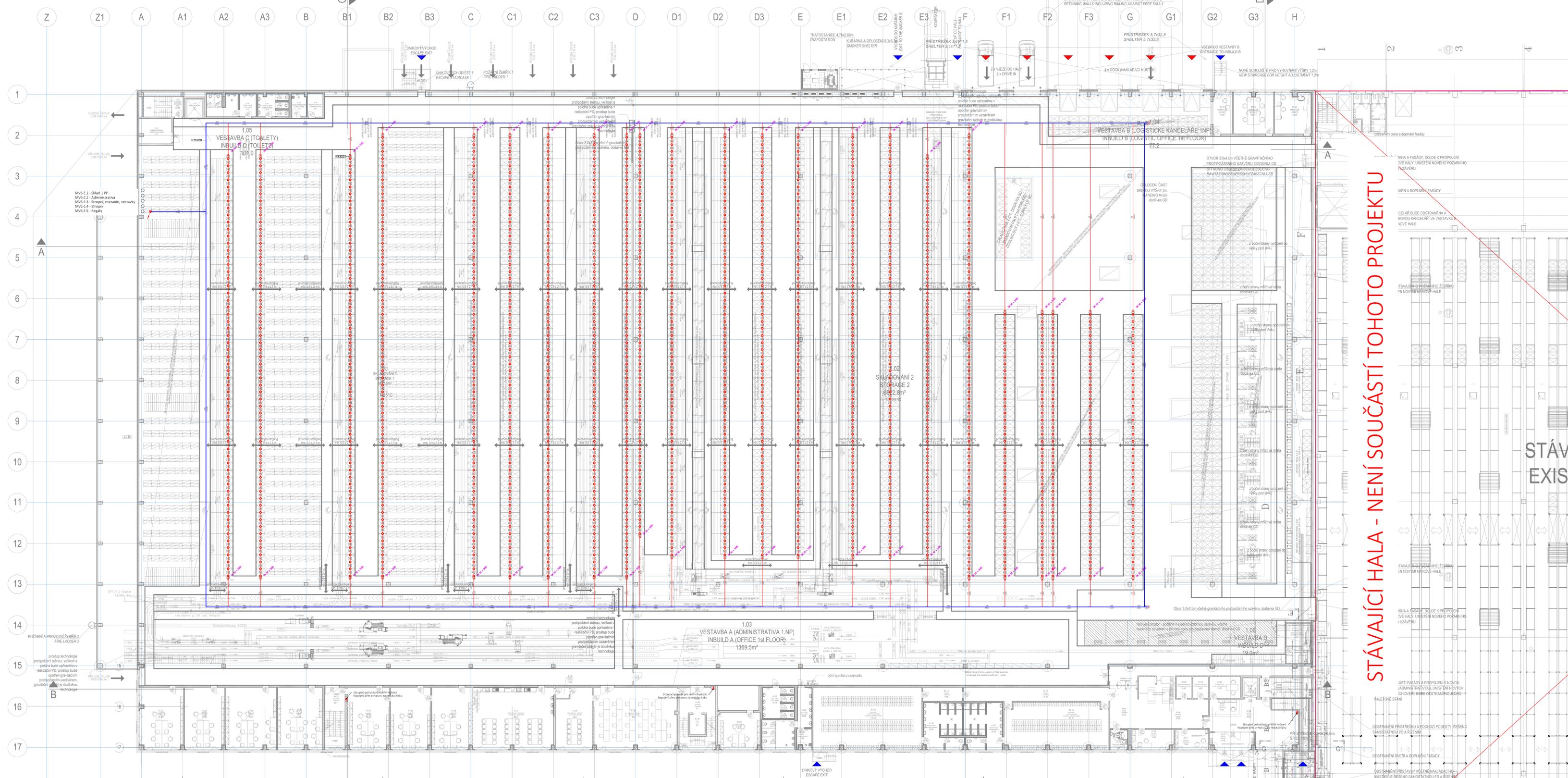
Hyd. Ref. Point	Qa Qt	Dia. "C" Pf/M	Fitting or Eqv.	Ln.	Pipe Ftng's Total	Pt Pe Pf	Pt Pv Pn	*****	Notes	*****
	1516.03					7.335			K Factor = 559.77	
127 to 126	1516.03	209.52 120.0		0.0 0.0	11.850 0.0	6.165 1.161				
	1516.03	0.0003		0.0	11.850	0.004			Vel = 0.73	
	0.0 1516.03					7.330			K Factor = 559.96	
128 to 129	531.21	209.52 120.0		0.0 0.0	52.300 0.0	6.154 0.0				
	531.21	0.0001		0.0	52.300	0.003			Vel = 0.26	
129 to 127	984.82	209.52 120.0	T E	12.531 6.447	7.300 18.978	6.157 0.0				
	1516.03	0.0003		0.0	26.278	0.008			Vel = 0.73	
	0.0 1516.03					6.165			K Factor = 610.58	
129 to 130	-984.82	209.52 120.0	E	6.447 0.0	14.600 6.447	6.157 0.0				
	-984.82	-0.0001		0.0	21.047	-0.003			Vel = 0.48	
130 to 131	1036.76	209.52 120.0	2E	12.895 0.0	304.240 12.895	6.154 0.0				
	51.94	0.0		0.0	317.135	0.0			Vel = 0.03	
131 to 128	479.27	209.52 120.0	E	6.447 0.0	2.900 6.447	6.154 0.0				
	531.21	0.0		0.0	9.347	0.0			Vel = 0.26	
	0.0 531.21					6.154			K Factor = 214.13	
130 to 132	-1036.76	52.502 120.0	2E T	3.04 3.05	10.190 6.090	6.154 0.537				
	-1036.76	-0.1371		0.0	16.280	-2.232			Vel = 7.98	
132 to 133	506.78	52.502 120.0		0.0 0.0	0.950 0.0	4.459 0.0			K Factor = 240.00	
	-529.98	-0.0400		0.0	0.950	-0.038			Vel = 4.08	
133 to 134	504.63	52.502 120.0		0.0 0.0	0.900 0.0	4.421 0.0			K Factor = 240.00	
	-25.35	0.0		0.0	0.900	0.0			Vel = 0.20	
134 to 131	504.62	52.502 120.0	2E T	3.04 3.05	62.920 6.090	4.421 -0.537			K Factor = 240.00	
	479.27	0.0329		0.0	69.010	2.270			Vel = 3.69	
	0.0 479.27					6.154			K Factor = 193.20	



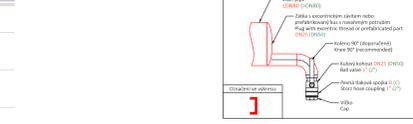
LEGENDA SPRINKLÉRŮ / SPRINKLER KEY	TYPICKÝ ZÁKRES	TYPICKÝ ZÁKRES
100 3000 25 2000	UNIKOVÝ VÝJEZD EMERGENCY EXIT RYCHLOOBRZŇOVÁ VRATA FAST SPEED GATE	TYPICKÝ ZÁKRES TYPICKÝ ZÁKRES TYPICKÝ ZÁKRES TYPICKÝ ZÁKRES
100 3000 25 2000	UNIKOVÝ VÝJEZD EMERGENCY EXIT RYCHLOOBRZŇOVÁ VRATA FAST SPEED GATE	TYPICKÝ ZÁKRES TYPICKÝ ZÁKRES TYPICKÝ ZÁKRES TYPICKÝ ZÁKRES

Sprinkler Head Schedule	
●	SPRINKLER POKRYTÍ 74 °C, T = 74 °C, BRASS
○	SPRINKLER POKRYTÍ 68 °C, T = 68 °C, BRASS
○	SPRINKLER POKRYTÍ 79 °C, T = 79 °C, BRASS
○	SPRINKLER POKRYTÍ 86 °C, T = 86 °C, BRASS
○	SPRINKLER POKRYTÍ 93 °C, T = 93 °C, BRASS
○	SPRINKLER POKRYTÍ 100 °C, T = 100 °C, BRASS
○	SPRINKLER POKRYTÍ 135 °C, T = 135 °C, BRASS

STÁVAJÍCÍ HALA - NENÍ SOUČÁSTÍ TOHOTO PROJEKTU



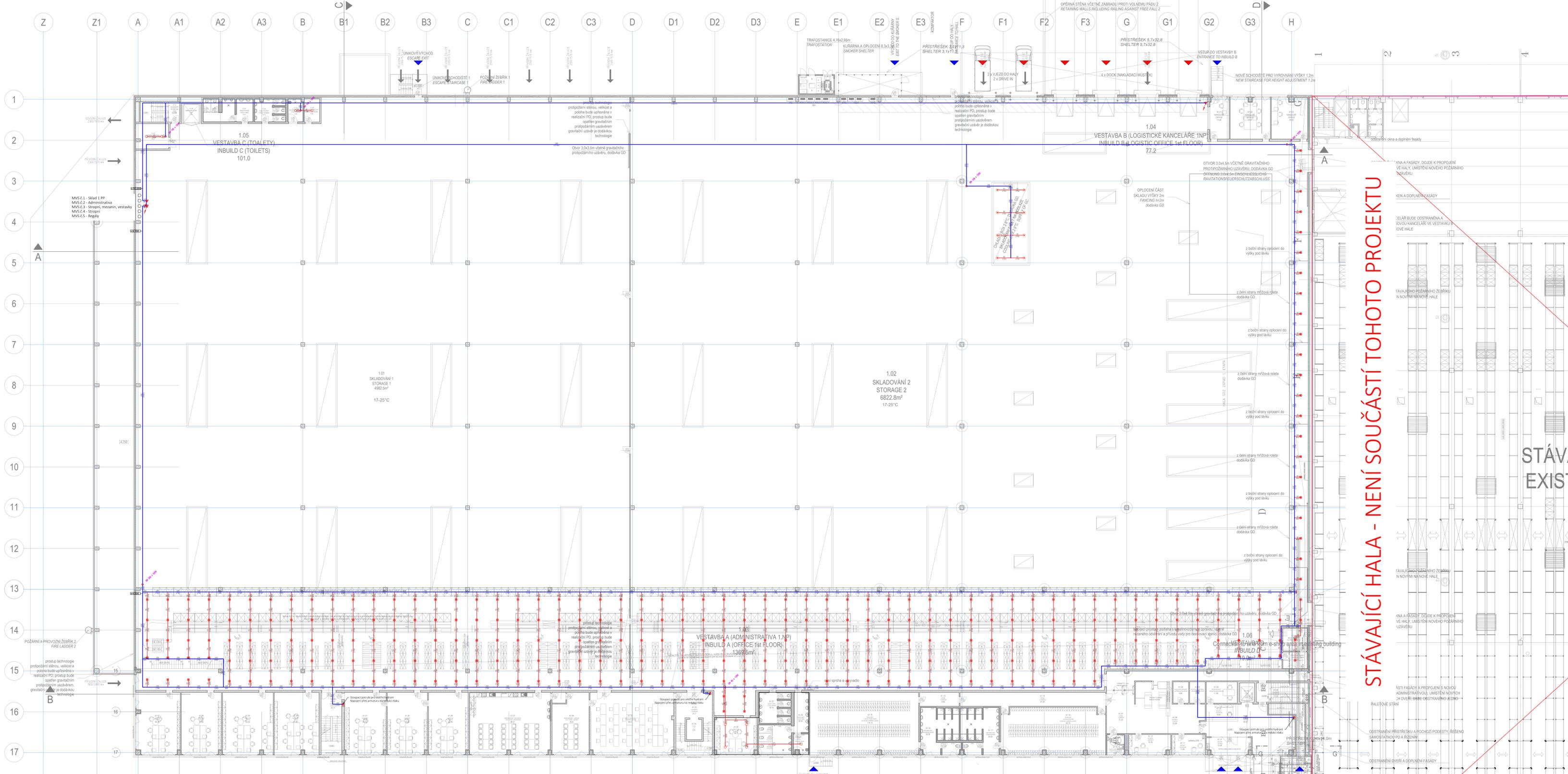
LEGENDA SPRINKLÉROV / SPRINKLER KEY	POPIS	TYPICKÝ ZOBRAZENÍ	TYPICKÝ ZOBRAZENÍ
100	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
200	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
300	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
400	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
500	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
600	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
700	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
800	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
900	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV
1000	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV	ROZSAH SPRINKLÉROV



Symbol	K-Factor	Popis
1	100	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 100, T = 74 °C, BRAN
2	200	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 200, T = 74 °C, BRAN
3	300	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 300, T = 74 °C, BRAN
4	400	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 400, T = 74 °C, BRAN
5	500	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 500, T = 74 °C, BRAN
6	600	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 600, T = 74 °C, BRAN
7	700	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 700, T = 74 °C, BRAN
8	800	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 800, T = 74 °C, BRAN
9	900	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 900, T = 74 °C, BRAN
10	1000	SPRINKLER POKRYTÍ K-F = 1000, T = 74 °C, BRAN

STÁVAJÍCÍ HALA - NENÍ SOUČÁSTÍ TOHOTO PROJEKTU

STÁVA
EXISTI



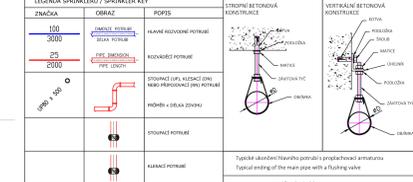
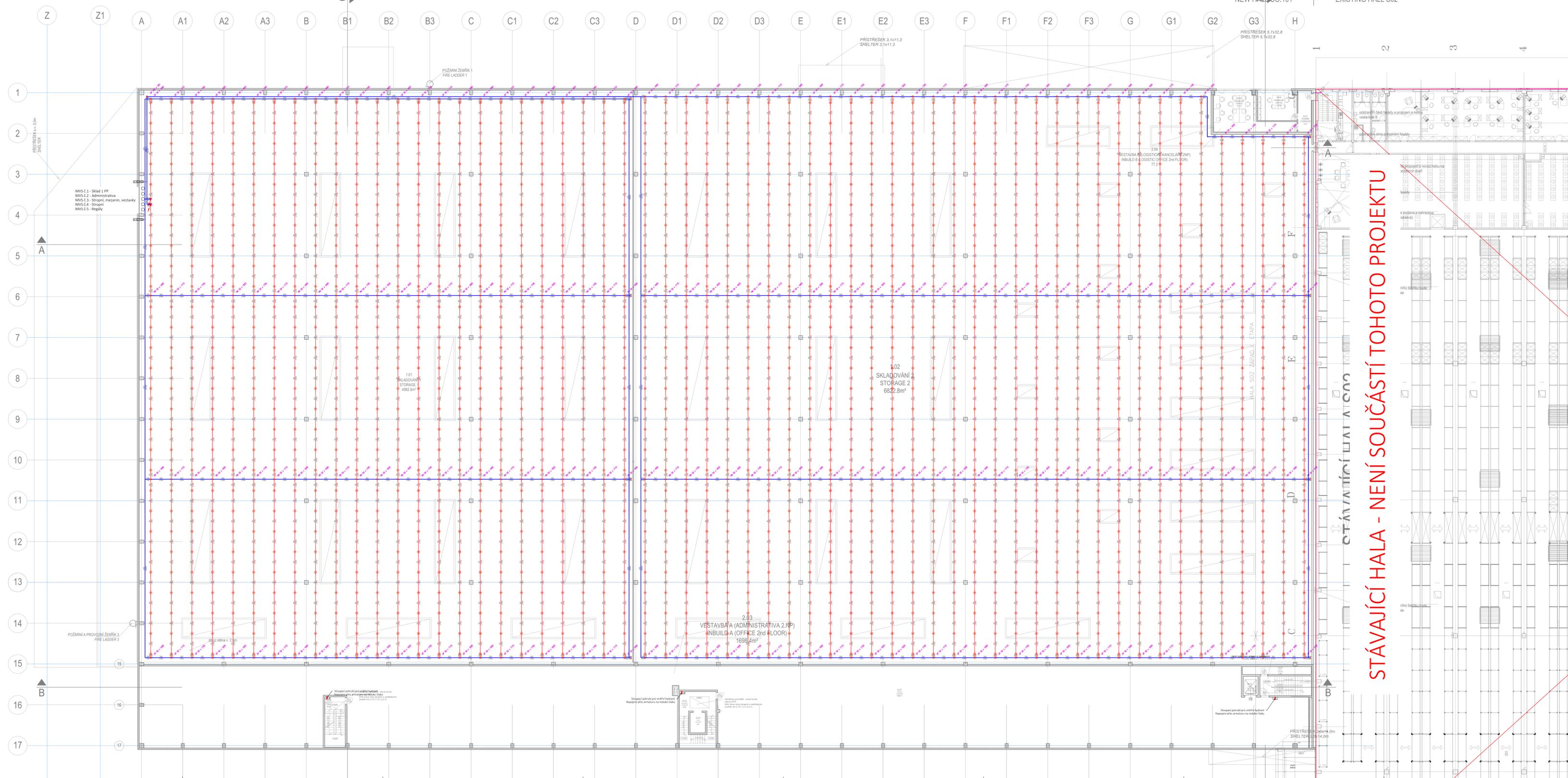
LEGENDA SPRINKLÉHO / SPRINKLER KEY	TYPICKÝ ŽEBŘÍK / TYPICAL BEAM	TYPICKÝ ŽEBŘÍK / TYPICAL BEAM
100	100	100
200	200	200
300	300	300
400	400	400
500	500	500
600	600	600
700	700	700
800	800	800
900	900	900
1000	1000	1000



Symbol	K-Factor	Sprinkler Head Schedule
100	100	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
200	200	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
300	300	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
400	400	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
500	500	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
600	600	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
700	700	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
800	800	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
900	900	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS
1000	1000	SPRINKLER POKRYTÍ 425L, T = 74 °C, BRASS

STÁVJÍCÍ HALA - NENÍ SOUČÁSTÍ TOHOTO PROJEKTU

STÁVA EXIST

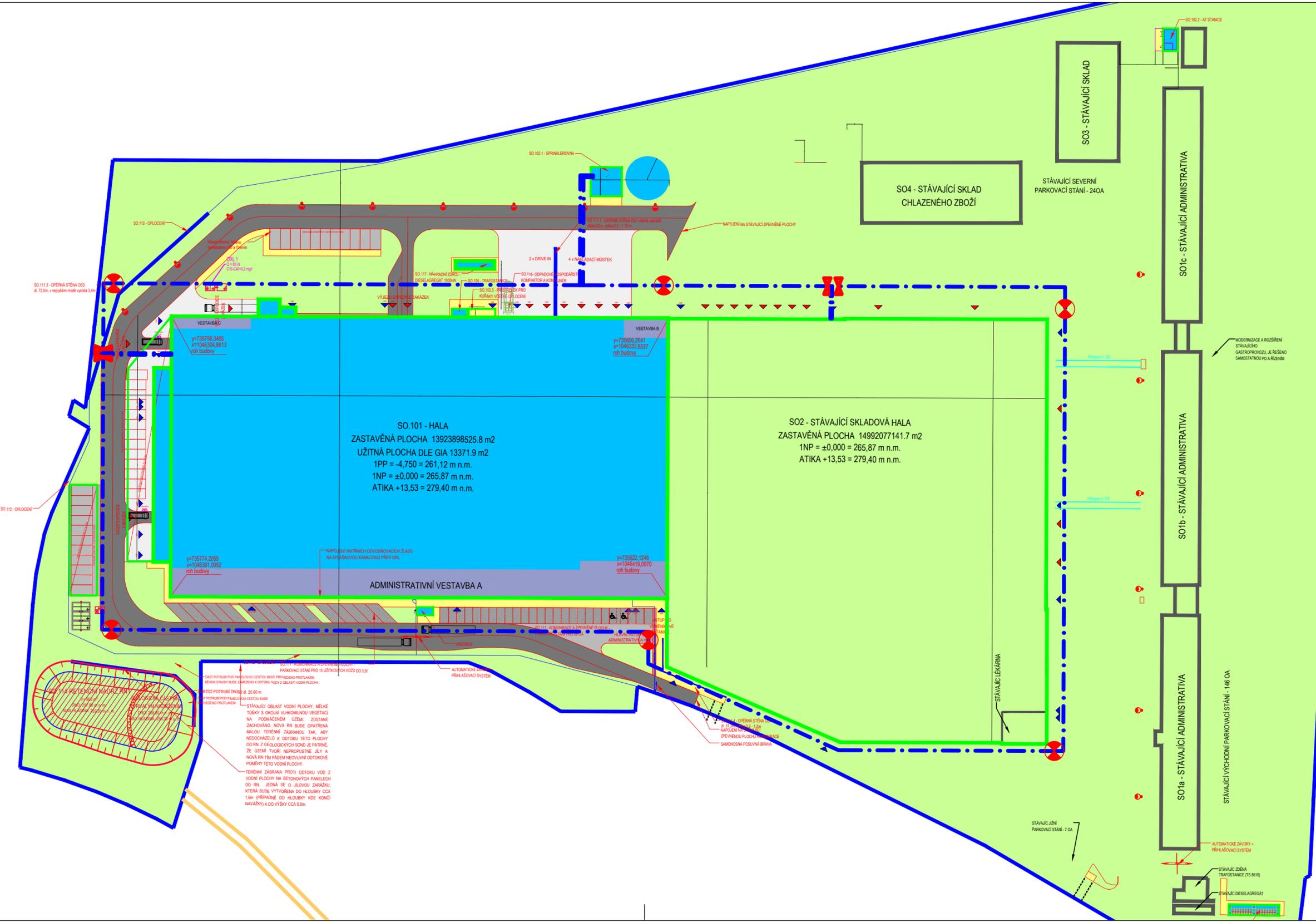


Symbol	K-Factor	Popis
100	100	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
200	200	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
250	250	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
300	300	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
350	350	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
400	400	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
450	450	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
500	500	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
550	550	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
600	600	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
650	650	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
700	700	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
750	750	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
800	800	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
850	850	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
900	900	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
950	950	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS
1000	1000	SPRINKLÉR PRŮVODNÝ, KESL. T = 74 °C, BRASS

STÁVAJÍCÍ HALA - NENÍ SOUČÁSTÍ TOHOTO PROJEKTU

Legenda:

-  Nadzemní hydrant
-  Uzávěr v manipulační šachtě
-  Venkovní vedení potrubí SHZ

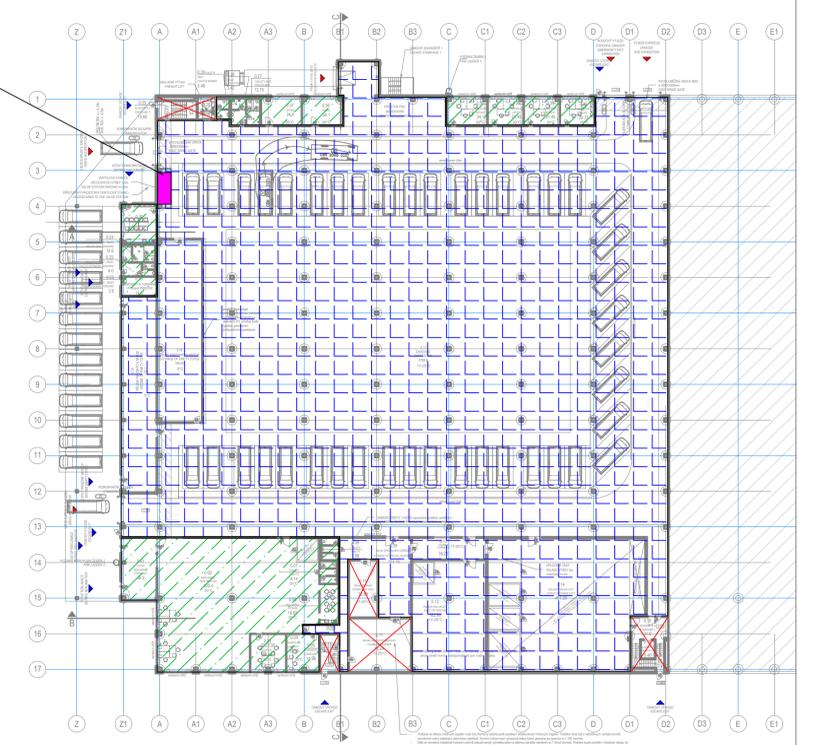


STAVAJÍCÍ OBLAST VODNÍ PLOCHY: MĚKČE
 TUKY S ŠKOLNÍ KUKOMBOVOU VEGETACÍ
 NA PODMÁČENÉM ÚZEMÍ. ZOSTANE
 ZACHOVÁNO. NOVÁ RN BUDE OPATŘENA
 MALOU TERÉNNÍ ZÁBRANOU TAK, ABY
 NEDOKLAŽEL K ODTOKU TĚTO PLOCHY
 DO RN Z GEOLOGICKÝCH SOND JE PATRNÉ,
 ŽE ÚZEMÍ TVORÍ NEPROPUSTNÉ JÍLY A
 NOVÁ RN TĚM PÁDEM NECHVÁTNĚ ODTOKOVÉ
 POMĚRY TĚTO VODNÍ PLOCHY.
 TERÉNNÍ ZÁBRANA PROTI ODTOKU VOD Z
 VODNÍ PLOCHY NA BETONOVÝCH PANELECH
 DO RN. JEDNÁ SE O JÍLOVOU ZÁBRANU,
 KTERÁ BUDE VYTVOŘENA DO HLUBKY CCA
 1,5m (PŘÍPADNĚ DO HLUBKY KDE KONČÍ
 NAVAŽKY) A DO VÝŠKY CCA 0,5m.

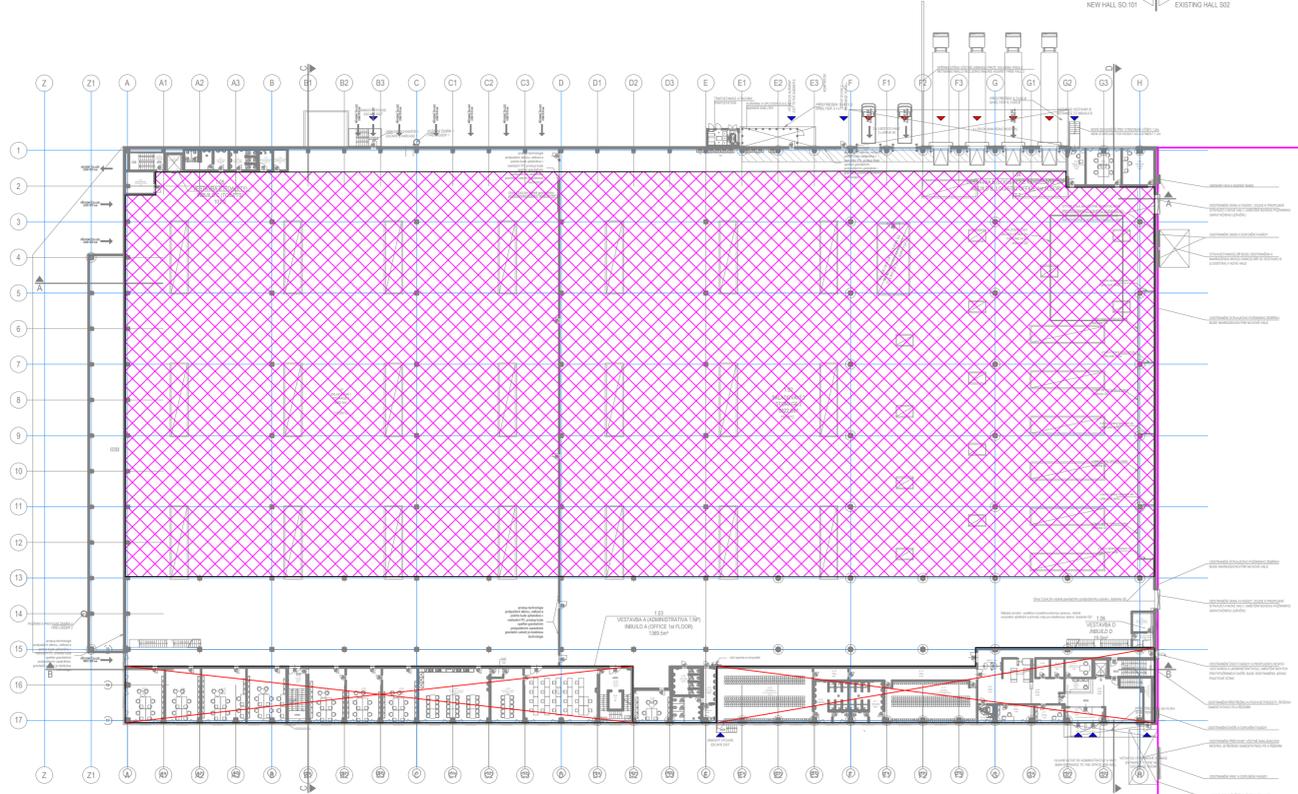
Zpracoval Bc. Michal Železný	Vedoucí práce Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT
Předmět K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE		Datum 12.12.2019
Název Skladová hala Phoenix		Formát 630x297
Výkres SITUACE		Měřítko 1:1000
		Číslo výkresu 06

1 PP

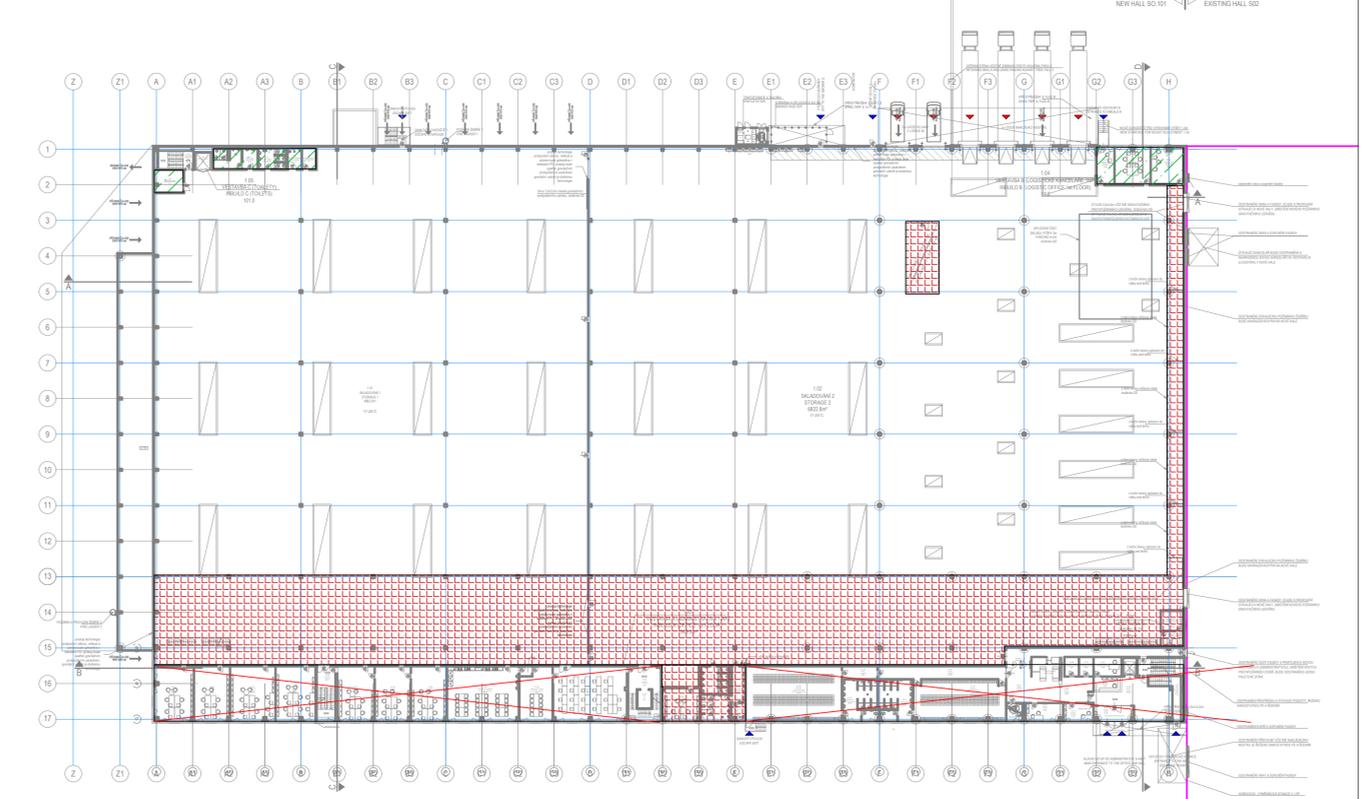
Prostor ventilových stanic



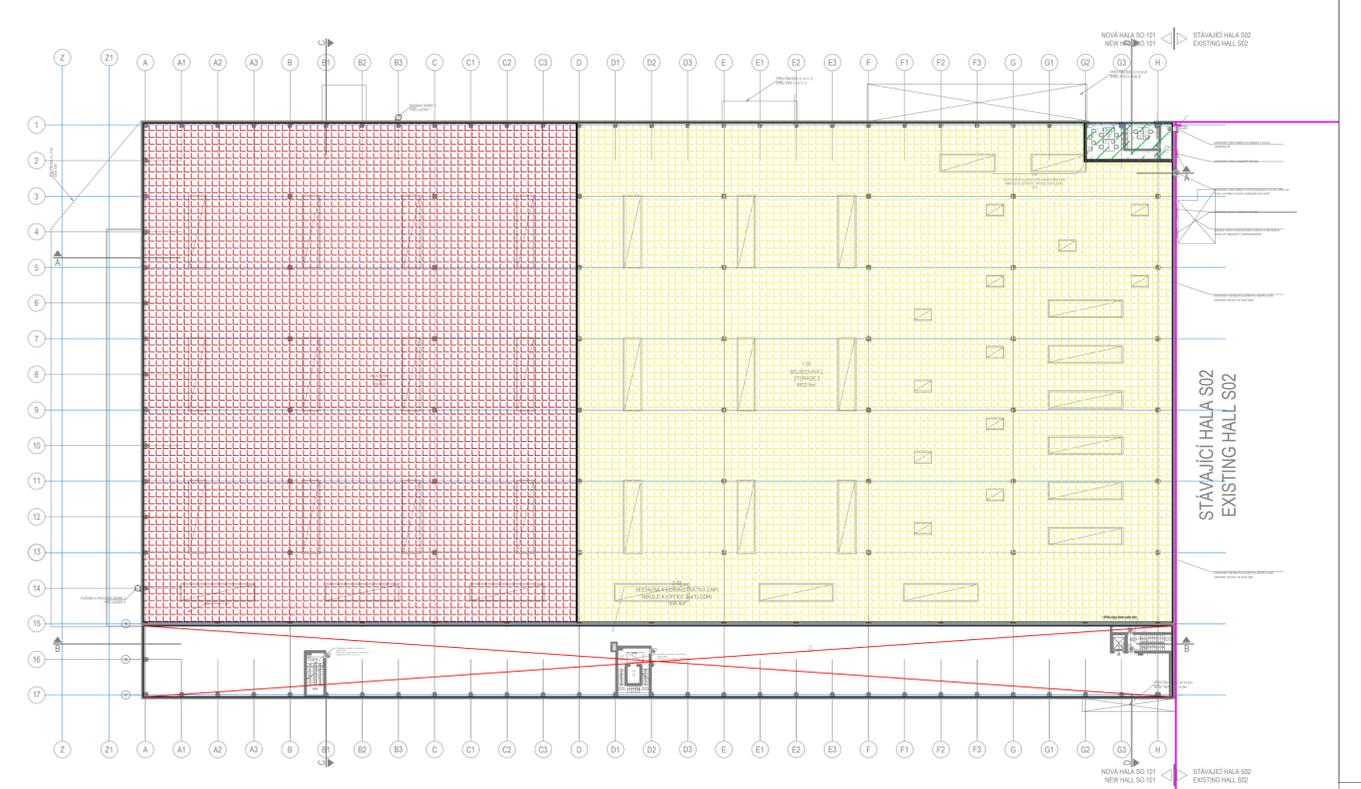
REGÁLY



MEZANIN , VESTAVKY



STŘEŠNÍ VRSTVA



-  Ventilová stanice č.1
- mokrá
- 1 PP
- skladovací prostory

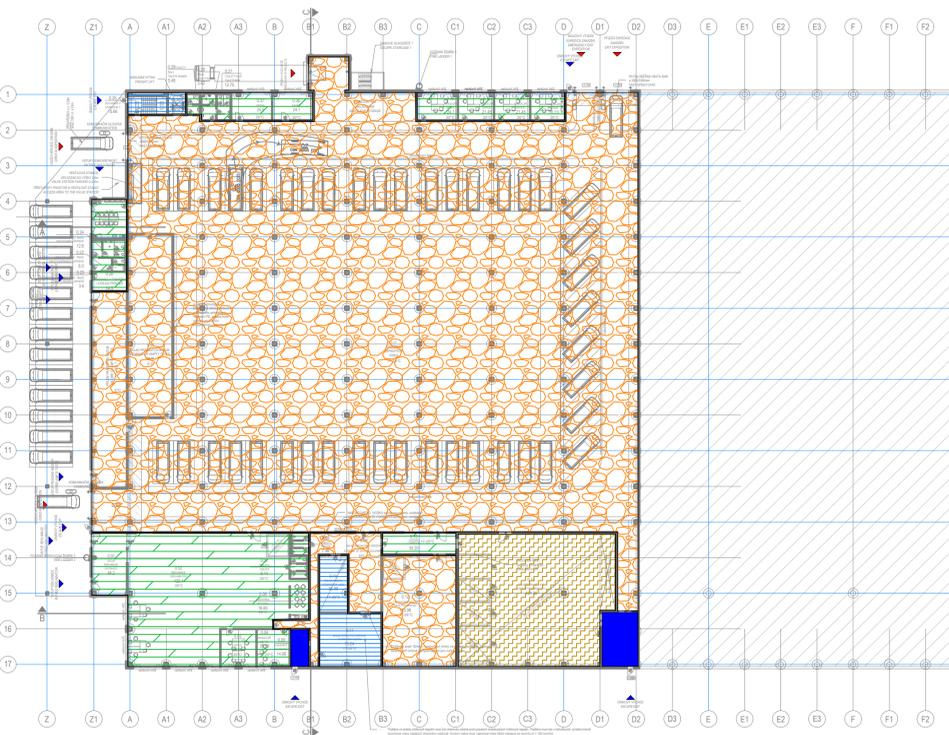
-  Ventilová stanice č.2
- mokrá
- administrativa

-  Ventilová stanice č.3
- mokrá
- střešní jištění, mezanin

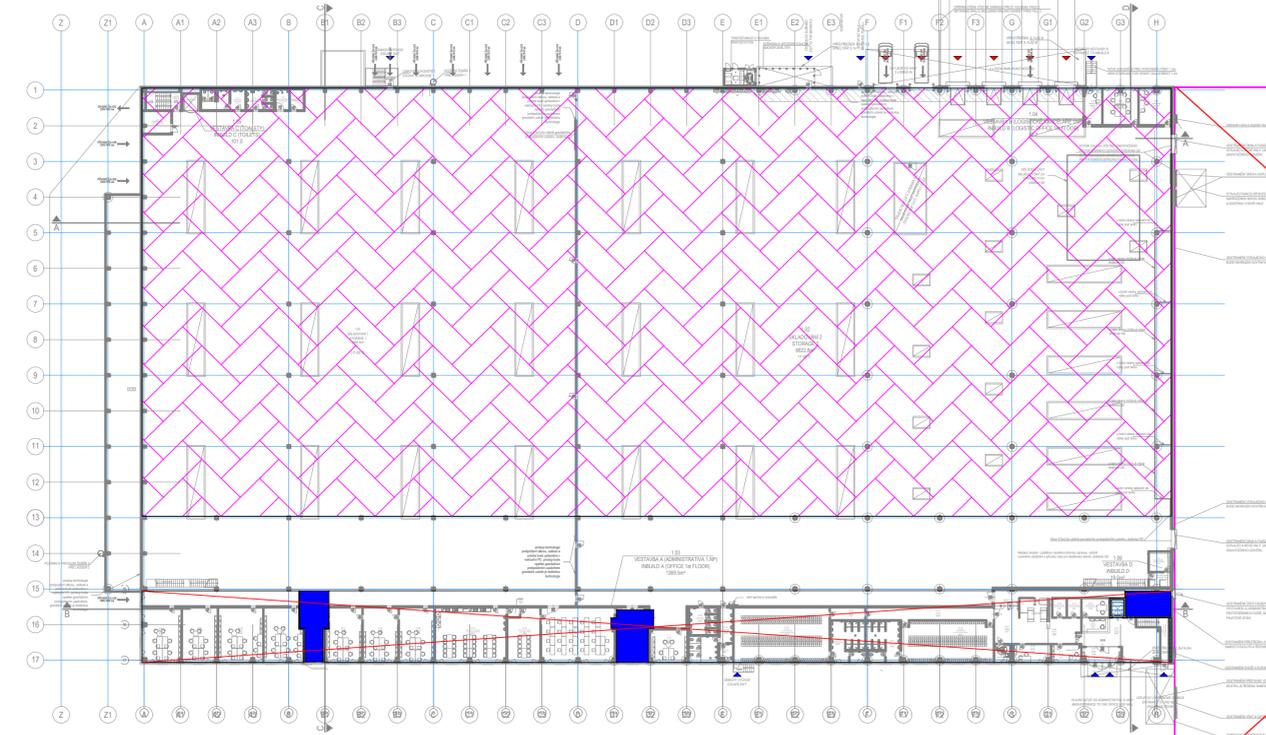
-  Ventilová stanice č.4
- mokrá
- střešní jištění

-  Ventilová stanice č.5
- mokrá
- regály

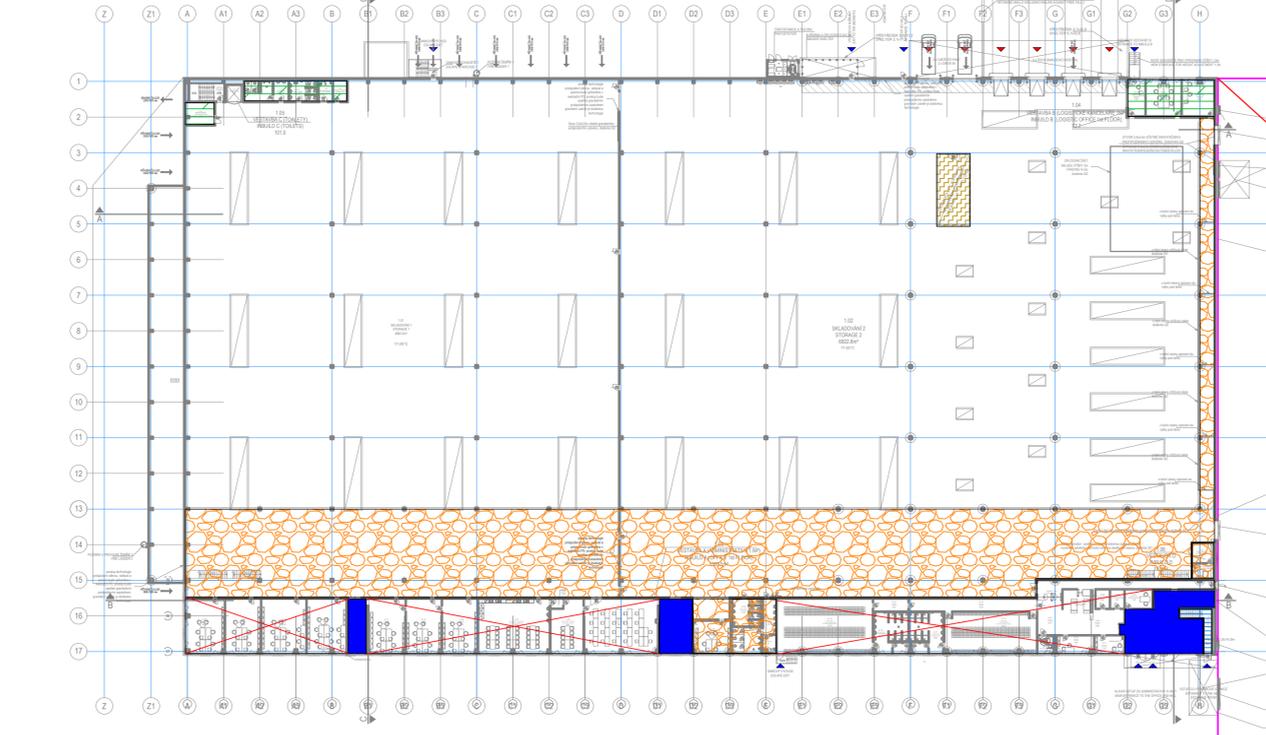
1 PP



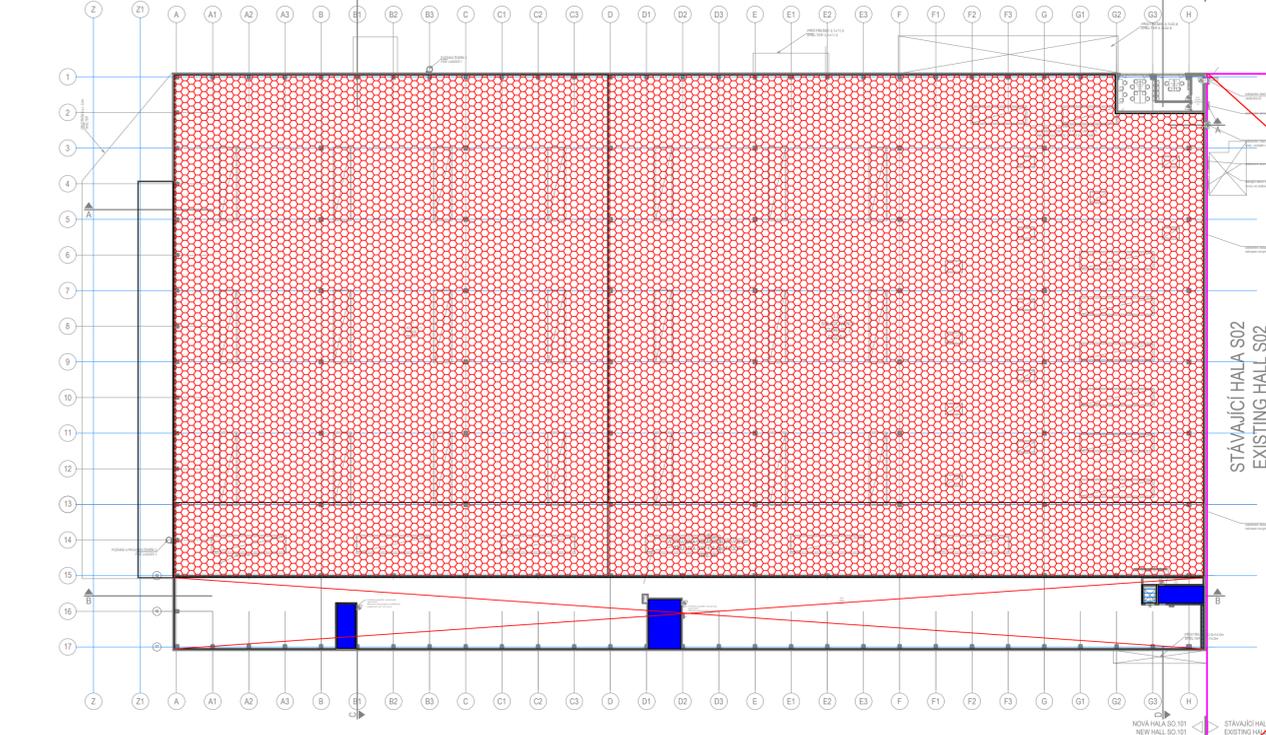
REGÁLY



MEZANIN, VESTAVKY

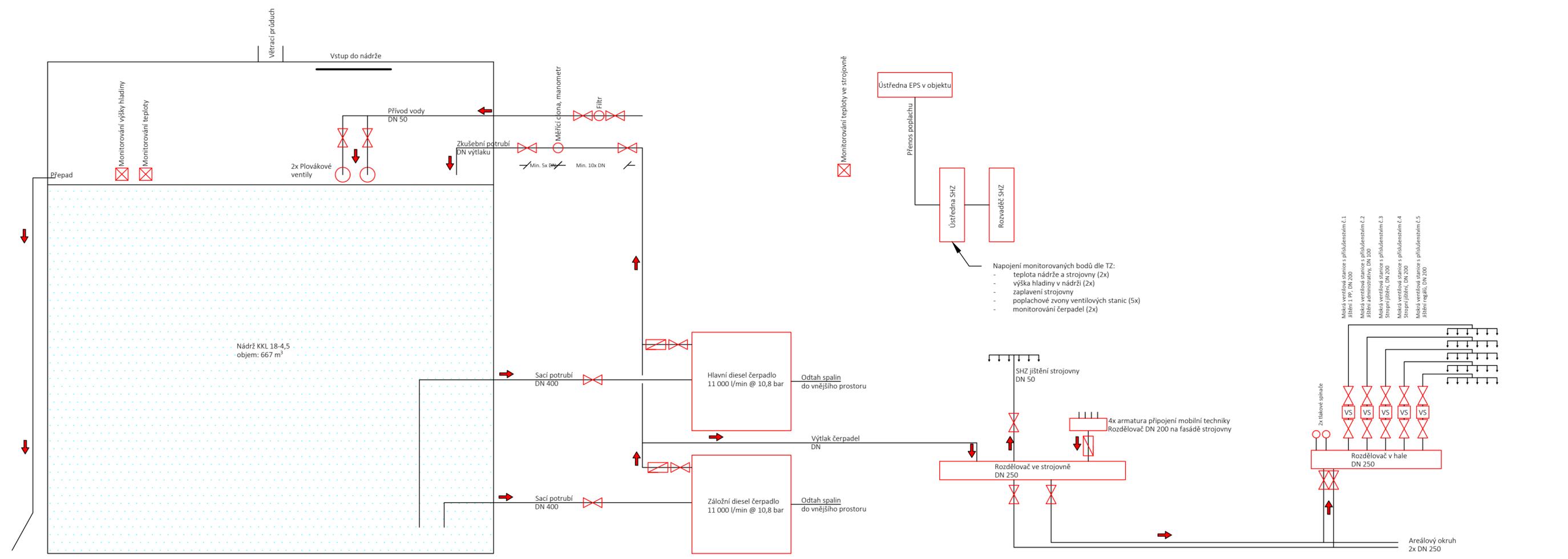


STŘEŠNÍ VRSTVA



-  Administrativa, zázemí
OH1, K80, mokrá soustava
-  Sklad
ESFR, K240, mokrá soustava
-  Mrazírenský vestavek
ESFR, K200, mokrá soustava, suché sprinklery
-  Sklad kapalin / NÚC / šachty
Nejistěno dle PBŘ
-  Regály
ESFR, K240, mokrá soustava
-  Sklad pod mezaninem, v expedičních prostorech
ESFR, K200, mokrá soustava
-  CHÚC
Nejistěno

Zpracoval Bc. Michal Železný	Vedoucí práce Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT
Předmět K125 - DIPLOMOVÁ PRÁCE	Datum 12.12.2019	Formát 1890x297
Název Skladová hala Phoenix	Měřítko 1:500	Číslo výkresu 08
Výkres SCHEMA ZATŘÍDĚNÍ PROSTORŮ		



Nádrž

Strojovna

Hala

LEGENDA:

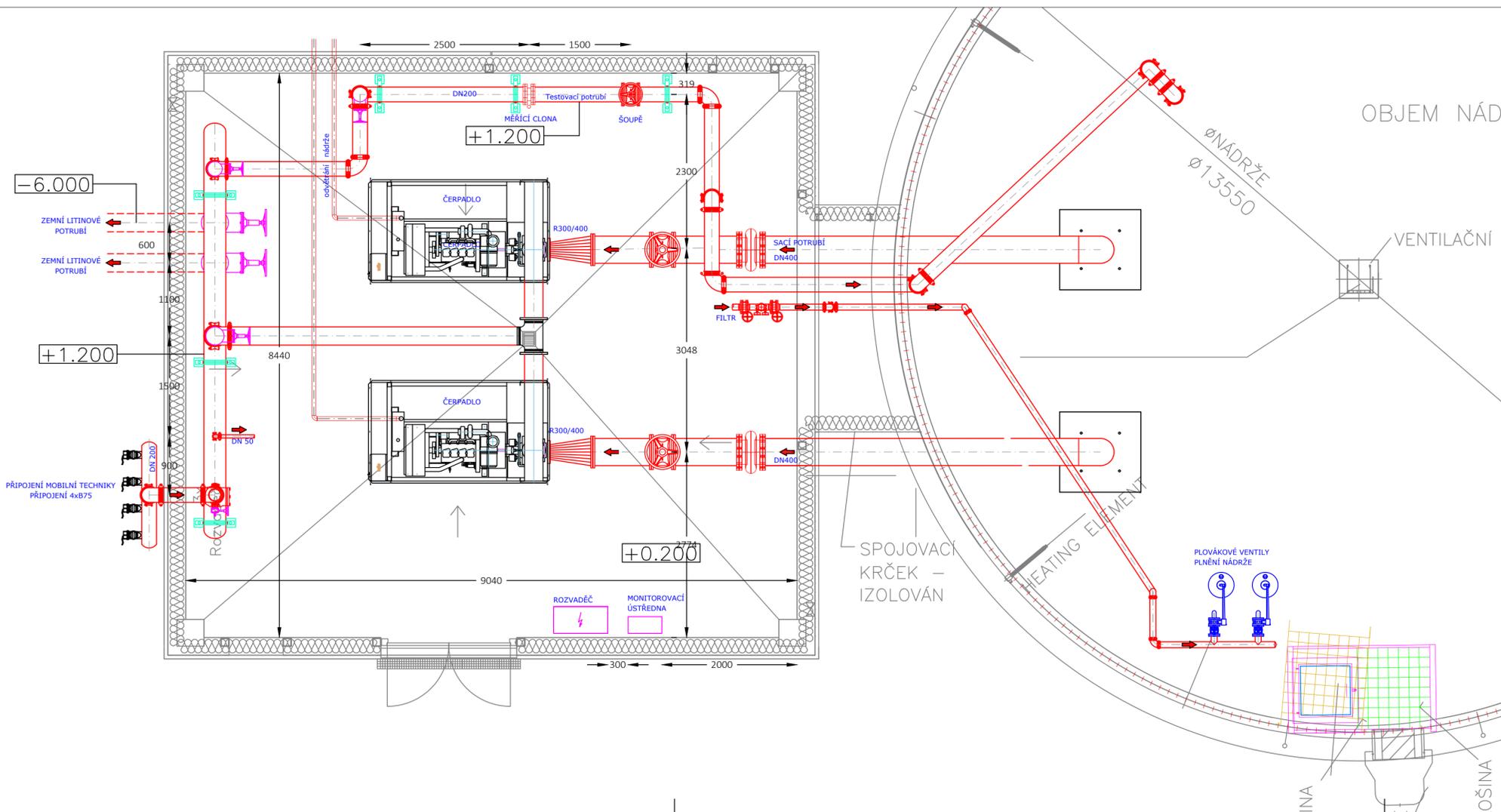
- Armatura (dle popisu)
- ⊠ Měřicí zařízení (dle popisu)
- VS Ventilová stanice
- ← Směr proudění vody
- ⊘ Uzávěr
- ▭ Zpětná klapka

- Napojení monitorovaných bodů dle TZ:
- teplota nádrže a strojovny (2x)
 - výška hladiny v nádrži (2x)
 - zaplavení strojovny
 - poplachové zvony ventilových stanic (5x)
 - monitorování čerpadel (2x)

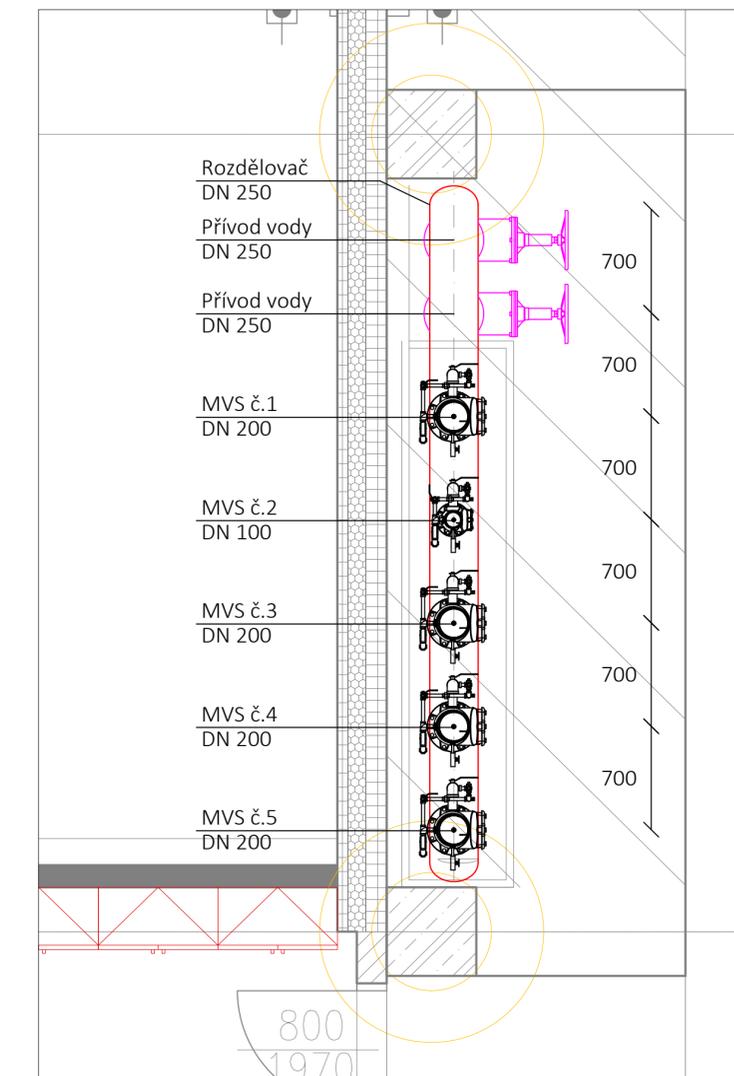
- Měřicí ventilová stanice s příslušenstvím č.1
- Měřicí ventilová stanice s příslušenstvím č.2
- Měřicí ventilová stanice s příslušenstvím č.3
- Měřicí ventilová stanice s příslušenstvím č.4
- Měřicí ventilová stanice s příslušenstvím č.5

Zpracoval Bc. Michal Železný	Vedoucí práce Ing. Ilona Koubková, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT
Předmět K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE		Datum 12.12.2019
Název Skladová hala Phoenix		Formát 840x297
Výkres TECHNICKÉ SCHÉMA SYTÉMU		Měřítko -
		Číslo výkresu 09

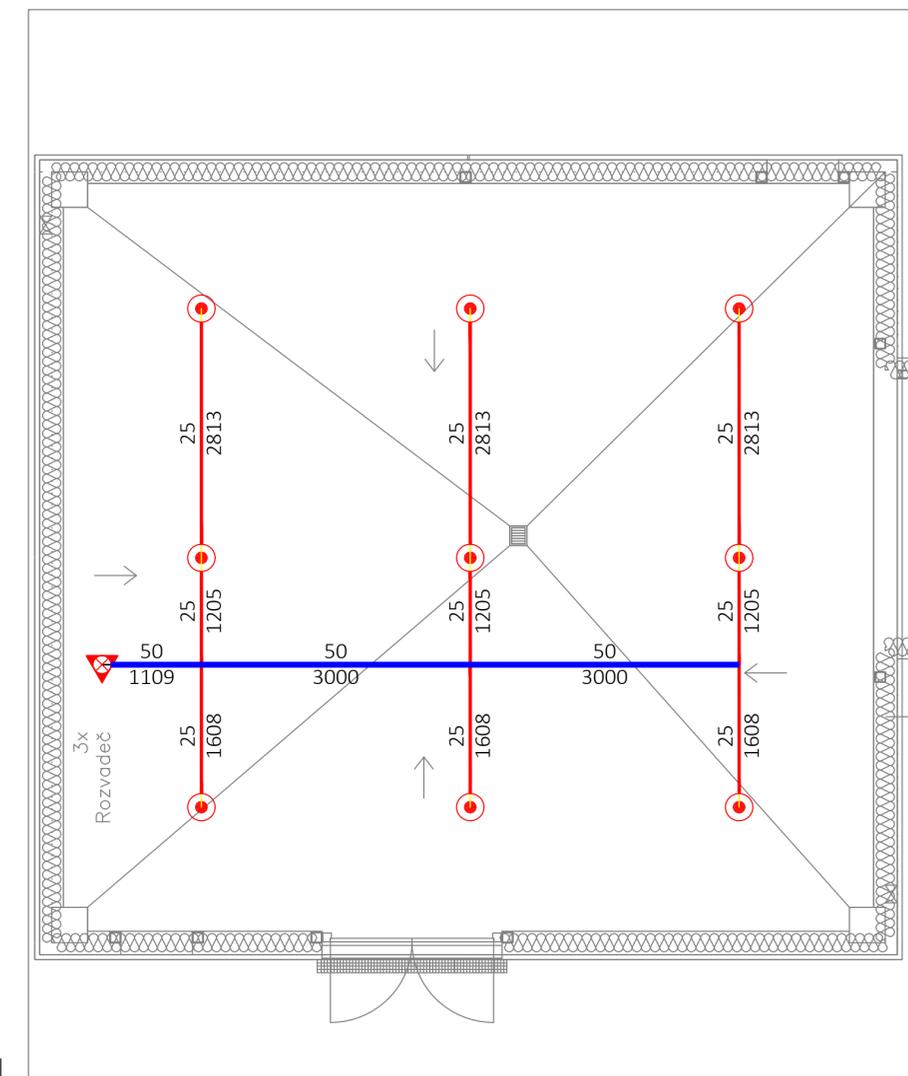
PŮDORYS STROJOVNY



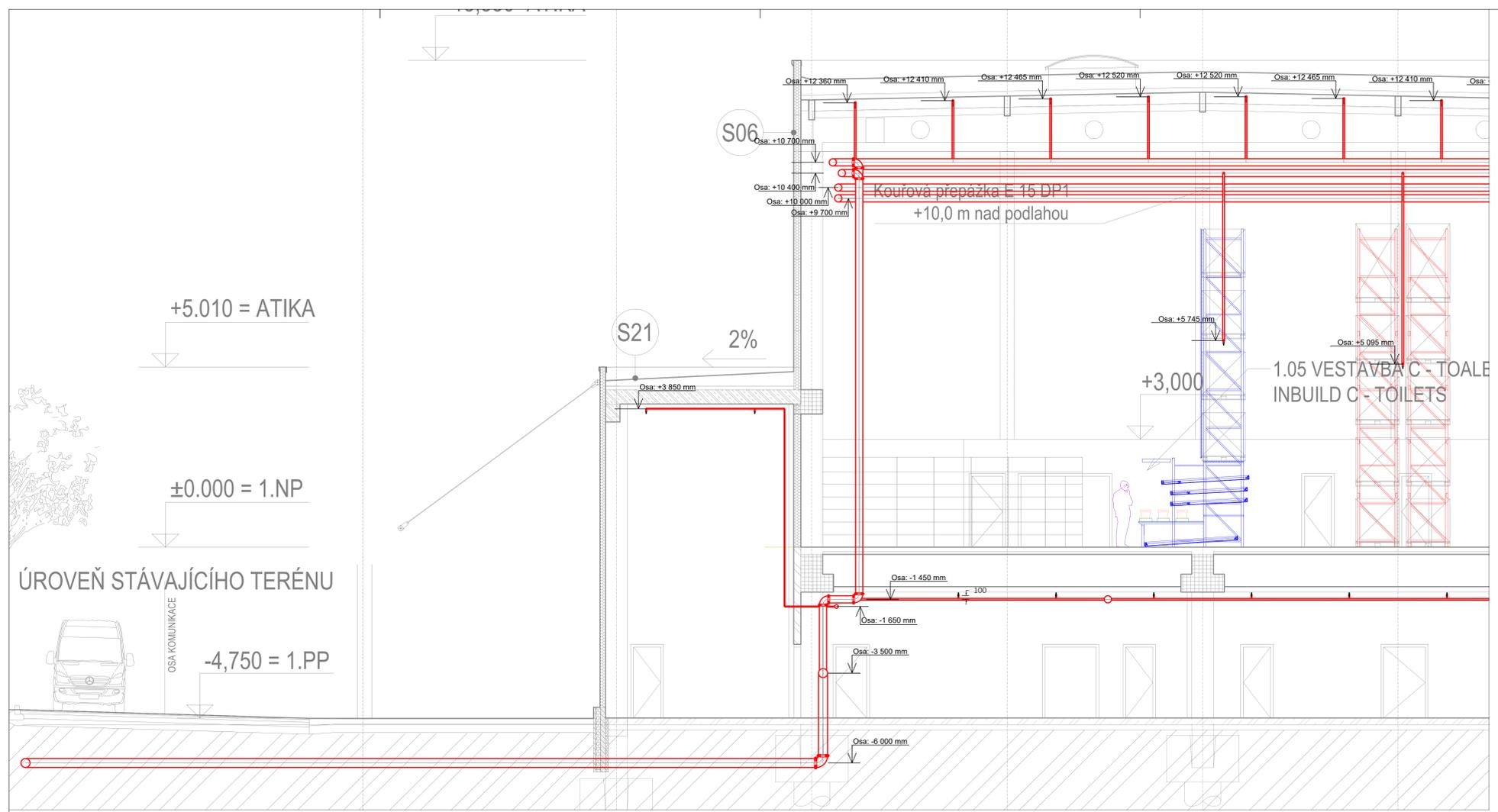
PŮDORYS VENTILOVÝCH STANIC (HALA - 1 PP)



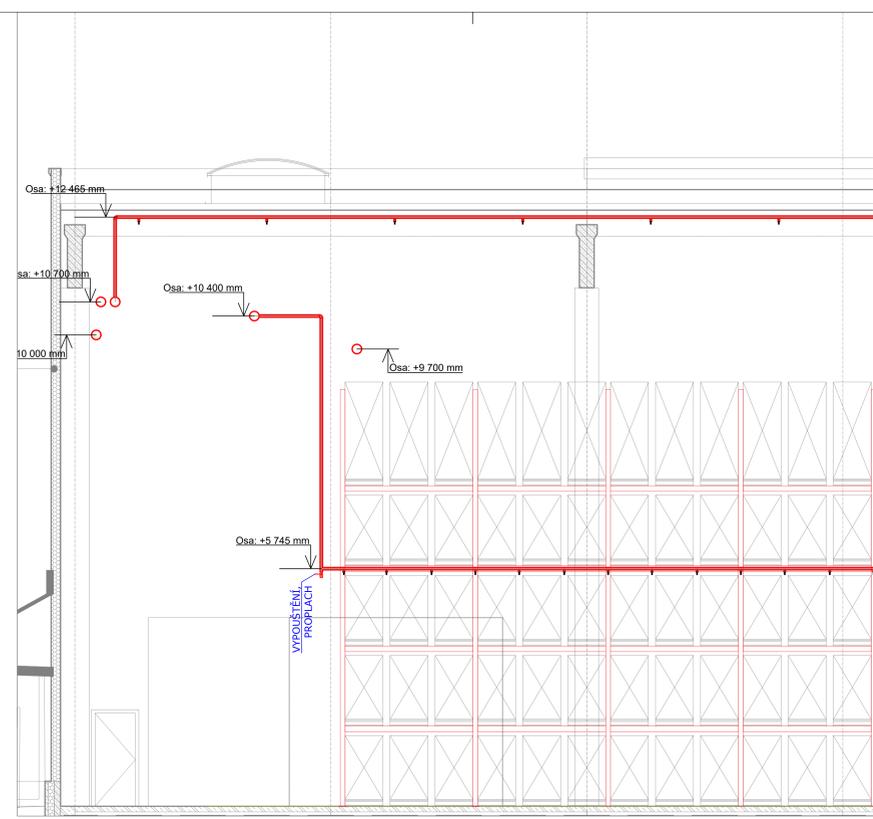
JIŠTĚNÍ STROJOVNY



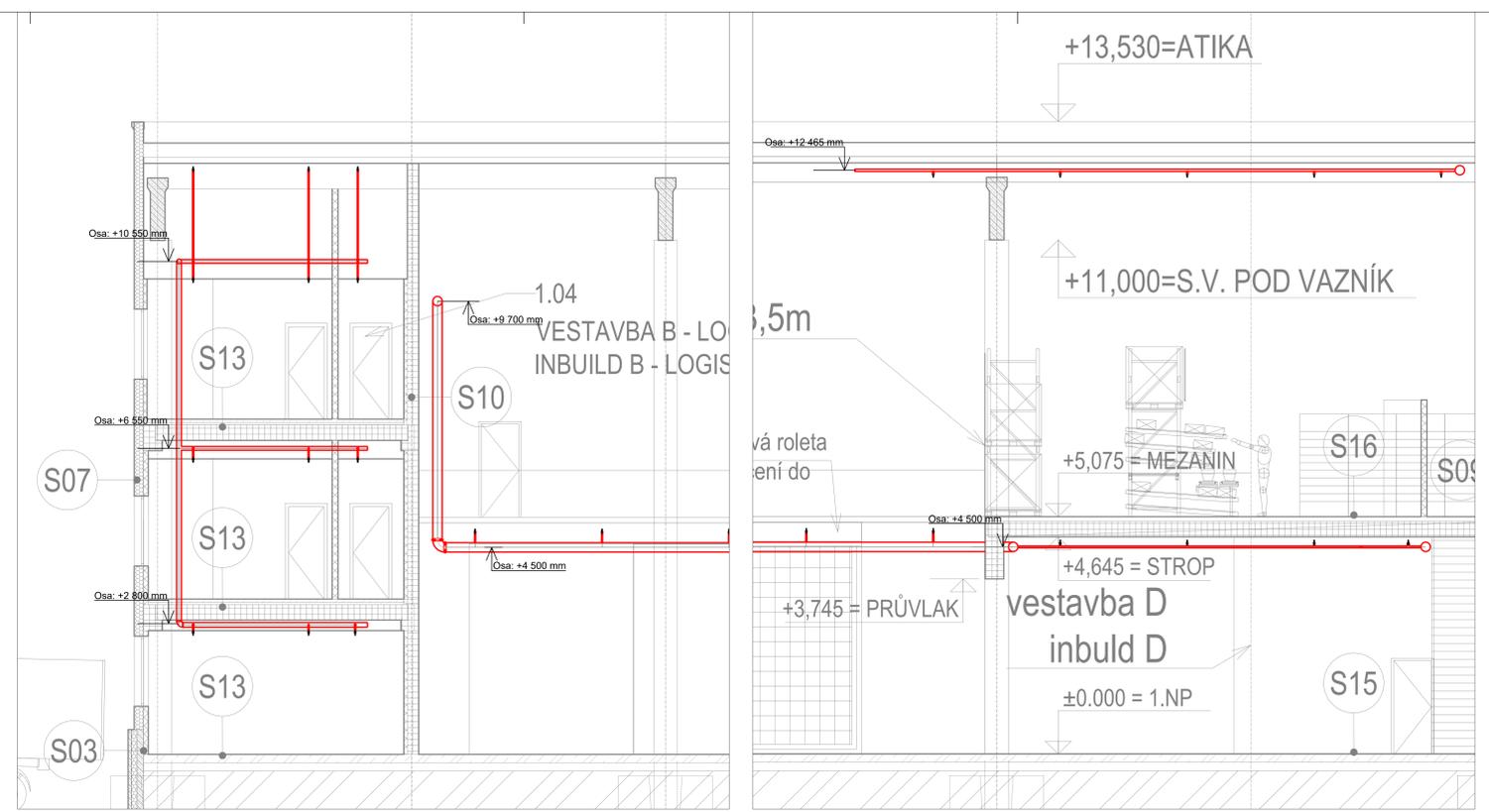
Zpracoval Bc. Michal Železný	Vedoucí práce Ing. Ilona Koubová, Ph.D.	Fakulta stavební ČVUT
Předmět K125 - DIPLOMOVÁ PRÁCE		Datum 12.12.2019
Název Skladová hala Phoenix		Formát 840x297
Výkres PŮDORYS STROJOVNY		Měřítko 1:50
		Číslo výkresu 10



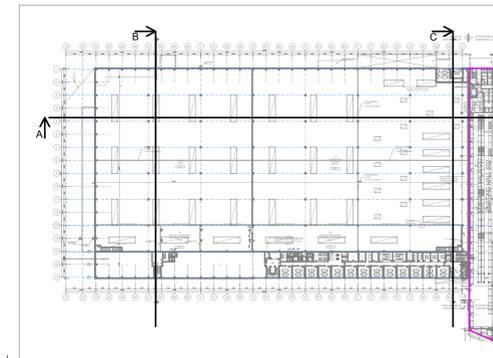
ŘEZ A - podélný



ŘEZ B - příčný



ŘEZ C - jištění vestavku C a mezaninu





K125 – DIPLOMOVÁ PRÁCE

Zpracoval

Bc. Michal Železný

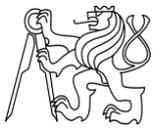
Vedoucí práce

Ing. Ilona Koubková, Ph.D.

Část B

Rešerše

12.12.2019



Prohlášení

Souhlasím, aby student Bc. Michal Železný (os. Číslo ČVUT 439190) použil pro část „rešerše“ své diplomové práce jako základ rešerši ze své bakalářské práce z roku 2018. Tato část bude v diplomové práci rozvedena a doplněna v náležitém rozsahu.

V Praze 19. 12. 2019

.....
Ing. Ilona Koubková, Ph.D.



Obsah

1. Úvod	5
2. Stabilní hasicí zařízení.....	5
2.1. Podle naplněnosti	6
2.2. Podle zásobování vodou	6
3. Části systému SHZ	7
3.1. Sprinklerové hlavice.....	8
3.1.1. Druhy pojistek	9
3.1.2. Druhy sprinklerových hlavic	9
3.1.3. RTI.....	11
3.2. Čerpadla.....	13
3.3. Rozvody.....	13
3.4. Ventilové stanice	14
3.4.1. Složení ventilové stanice	14
3.4.2. Dělení ventilových stanic.....	14
3.5. Nádrž.....	15
3.6. Armatury SHZ.....	16
3.7. Strojovny.....	17
4. Druhy SHZ.....	17
4.1. Vodní stabilní hasicí zařízení.....	17
4.1.1. Třídy nebezpečí	18
4.1.2. Ochrana výškových budov.....	19
4.1.3. Sprejové vodní hasicí zařízení	20
4.1.4. Vysokotlaké zařízení	21
4.2. Pěnové stabilní hasicí zařízení	22
4.2.1. Pěna.....	23
4.3. Práškové stabilní hasicí zařízení.....	25
4.4. Plynové stabilní hasicí zařízení	26
5. Sklady.....	28
5.1. Sklady po světě	28



5.2.	Příčiny požárů	29
5.3.	Vlivy na šíření požáru.....	31
5.4.	Zařízení pro detekci požáru	32
5.5.	Zakladačové systémy	35
5.6.	Sklady hořlavých tekutin.....	37
5.6.1.	Dělení skladů	37
5.6.2.	Tlakové láhve.....	38
5.6.3.	Zabezpečení.....	38
6.	Projektování SHZ ve skladech.....	39
6.1.	Druhy skladování	39
6.2.	Regálové jištění.....	41
6.3.	ESFR	42
6.4.	CMSA.....	43
7.	Údržba	45
8.	Odvětrávání.....	46
8.1.	Princip	47
8.2.	Dělení.....	47
8.3.	Aktivace	47
8.4.	Návrh	48
9.	Problematika součinnosti SHZ a ZOKT	48
9.1.	Primární aktivace	48
9.2.	Špatné navržení	49
10.	Seznam obrázků	51
11.	Seznam tabulek	52
12.	Zdroje	53



1. Úvod

Po celou dobu historie byl oheň jedním z největších strašáků lidstva. Při absenci jakýchkoliv snah o jeho zkrocení se oheň stával zkázou celých měst. V roce 64 n.l. zničil šestidenní požár většinu největšího města světa Říma. Tento požár se dává obecně za vinu tehdejšímu neoblíbenému císaři Nerovi, ale záznamy a modely ve skutečnosti předpokládají, že první jiskra s tak ničujícími důsledky se objevila u skladů zboží v obchodní čtvrti. I jiné požáry měly zdroj ve skladech obchodníků a dalších. Například v lednu 1895 hořely sklady v městě Butte v USA, nebo roku 1911 shořela textilní firma v New Yorku. V naší zemi se největší požár stal roku 1541 v Praze. Tehdy byla většina města dřevěná a všeobecné sucho zajistilo rychlé šíření a zničení dnešní oblasti Malé Strany a části Hradčan.

Před staletími bylo hlídání měst před možnými požáry prací ponocných. V průběhu času se začaly používat najaté hlídky, které vydržely až do nástupu elektronických systémů. Dnes je hlavním hlídačem požárů systém EPS a SHZ. Ale čas jde dopředu a některé faktory silně ovlivňují účinnost těchto systémů. Oproti historii se dnešní sklady vyznačují hlavně mnohonásobně větší plochou a výškou, a používáním automatických zakladačových systémů. U některých dnešních skladů, které jsou postaveny mimo vodovodní řad, se také může vyskytnout omezená zásoba vody.

2. Stabilní hasicí zařízení

Stabilní hasicí zařízení je jedno z aktivních protipožárních zařízení, a pravděpodobně to neúčinnější. Jeho význam oproti ostatním aktivním protipožárním zařízením je dán tím, že nejen lokalizuje požár (jako elektrická požární signalizace) či zlepšuje možnost pohybu lidí (jako zařízení odvodu kouře a tepla), ale také hasí samotný oheň. Díky potlačování požáru od první chvíle (či s minimálním zpožděním u suchých soustav) dojde k mnohem pomalejšímu rozvoji požáru. Stabilní hasicí zařízení sníží rychlost uvolňování tepla, rychlost šíření, výšku plamene, plochu požáru, teplotu, hustotu zakouření, etc. Účinnost SHZ je očividná již z mezinárodní statistiky sledování požárů - 60 % požárů bylo uhašeno aktivací pouze dvou sprinklerových hlavíc a 20 % bylo uhašeno aktivací čtyř hlavíc.

SHZ je systém, který zajistí detekci a uhašení požáru v počáteční fázi, nebo oslabení požáru a tím usnadní uhašení jinými prostředky. Hlavní výhody SHZ spočívají v připravenosti zasáhnout každý den v roce, nízké ceně hasiva (vody) a minimalizaci škod na nezasážených částech objektu.

Stabilní hasicí zařízení se dělí na několik druhů, podle hasicího prostředku: vodní (sprinklerové SHZ, drenčerové SHZ, mlhové SHZ), pěnové stabilní hasicí zařízení, plynové stabilní hasicí zařízení, práškové stabilní hasicí zařízení, vysokotlaké stabilní hasicí zařízení (aerosolové). Podle nutnosti obsluhy se dělí na stabilní (SHZ), polostabilní (PHZ) a doplňkové stabilní hasicí zařízení (DHZ). Obvykle se navrhuje samočinné SHZ, DHZ a PHZ se navrhují jen



v případě dostatečně rychlého zásahu hasičských jednotek. SHZ vždy vyžaduje systém EPS, který celý systém řídí.

2.1. Podle naplněnosti

Sprinklerové soustavy se mohou projektovat buď jako mokré, suché, předstihové typu A nebo typu B, anebo s podružnou suchou nebo smíšenou větví.

Mokré soustavy mají vodu po celé délce sestavy. V případě otevření hlavice začne voda proudit okamžitě přímo do ohniska požáru.

Suché soustavy se používají tam, kde je nebezpečné mít vodu po celou dobu. Nejčastější důvod k instalaci této soustavy je nízká teplota. V případě zamrznutí vody by došlo k poškození rozvodů i hlavice. Ale i opačná podmínka je důvod k instalaci suché sestavy. V provozech s vysokou teplotou (slévárny, pece, etc.) může dojít k vypařování vody a zvyšování tlaku, což znovu může vést k poškození zařízení. U suchých soustav je voda v rozvodech pouze k ventilové stanici, od stanice k hlavicím je stlačený vzduch. Při otevření hlavice se nejprve vypouští vzduch (hlavicí a může se instalovat i rychlootevirač ve ventilové stanici) a až poté začne proudit voda. Díky tomuto zpoždění má tato soustava o něco menší účinnost.

Předstihové soustavy typu A nebo typu B jsou modifikované suché soustavy. Stejně jako u suchých soustav je v rozvodech od ventilové stanice vzduch, ke spuštění je třeba aby se otevřela ventilová stanice a aby se otevřela sprinklerová hlavice. Ventilová stanice se otevře ve chvíli, kdy k tomu dá pokyn ústředna EPS, hlavice se otevře prasknutím tepelné pojistky. U typu A musí dojít k otevření hlavice i otevření ventilové stanice, aby se začalo hasit. U typu B stačí, aby došlo k jedné z těchto věcí.

Soustavy s podružnou suchou nebo smíšenou větví je kombinace suché a mokré soustavy. Pokud je sprinklerové zařízení instalováno po celém objektu, investor si přeje rychlou aktivaci a předstihová soustava nestačí, je možné vyprojektovat mokrou sestavu, se suchými větvemi v nebezpečných místnostech. Tyto větve jsou vázané na mokrou část soustavy.

2.2. Podle zásobování vodou

Sprinklerové zařízení vždy musí být dobře zásobováno vodou. Nejčastěji se navrhne nádrž s dostatečným objemem, která zajišťuje potřebnou dodávku vody po určitý čas. Tato nádrž je nejčastěji napojená na vodovodní řad. Takovéto sprinklerové systémy se nazývají stabilní a patří k nejčastěji navrhovaným zařízením.

Ale v některých případech je problematické navrhnout nádrže s dostatečnou kapacitou. Pokud se objekt nachází v oblasti s dojezdem jednotek požární ochrany do sedmi, respektive patnácti minut, může se vyprojektovat místo toho polostabilní či doplňkové sprinklerové zařízení. U doplňkového zařízení se doprava vody do systému zařizuje přímo z



vodovodního řadu, popřípadě je napojené na zásobní nádrž, která je doplňována mobilní požární technikou.

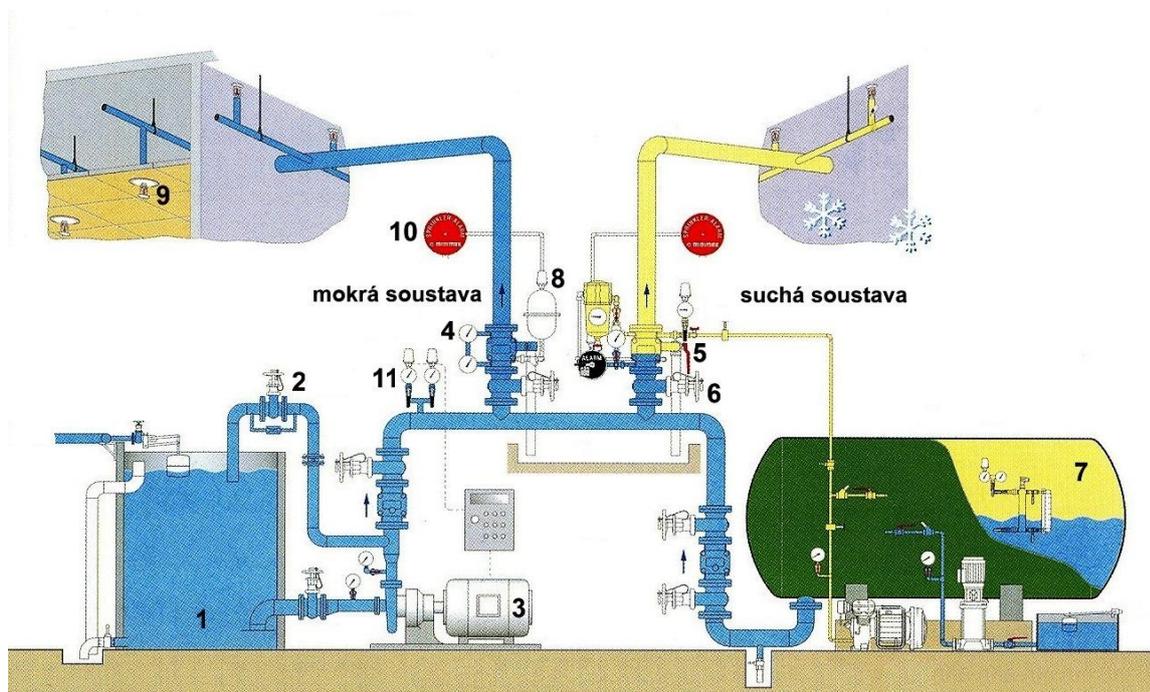
Polostabilní hasicí zařízení je nejjednodušší a nejlevnější variantou sprinklerových zařízení. Nemá ventilovou stanici, čerpadla ani nádrže. Celý systém se skládá z rozvodů v požadovaných úsecích a armaturou pro připojení mobilní hasicí techniky na začátku.

Stabilní a doplňková zařízení jsou projektována tak, aby zásah probíhal v počátečních fázích požáru. Polostabilní zařízení jsou závislá na příjezdu mobilní techniky a připojení hadice na armaturu.

Doplňková i polostabilní zařízení mohou používat jako hasivo vodu i pěnu. U polostabilních zařízení se musí zajistit dostatečná kapacita cisterny a dostatečně jasně označenou přípojnou armaturu. Přípojně armatury jsou uzavřeny tak, že pro otevření je třeba klíč na hadice, který je ve výbavě hasičských vozů. U přípojky se musí dbát i na označení potřebného průtoku a tlaku.

Návrh polostabilních zařízení vyžaduje velké teoretické i praktické znalosti v oblasti šíření požáru, hydromechaniky a projektování SHZ.

3. Části systému SHZ



Obrázek 1 - Sprinklerové zařízení se suchou a mokrou soustavou [4]

- 1 – nádrž
- 2 – zkušební potrubí
- 3 – čerpací zařízení



-
- 4 – mokrá ventilová stanice
 - 5 – suchá ventilová stanice
 - 6 – hlavní uzavírací armatura suché soustavy
 - 7 – tlaková nádoba
 - 8 – zpoždovač s tlakovým spínačem dálkového poplachu
 - 9 – sprinklerová hlavice
 - 10 – poplachový zvon
 - 11 – tlakové spínače startování čerpacího zařízení

3.1. Sprinklerové hlavice

Hlavice se umísťují podle druhu hlavice a účinné plochy hašení. Většinou se umísťují 75-150 mm pod stropem či střechou. Pokud jsou dobré důvody pro nedodržení těchto vzdáleností, je možná instalace 300 mm pod hořlavými stropy nebo 450 mm pod nehořlavými stropy. Rozmístění sprinklerových hlavice musí být takové, aby nic nebránilo rozstříku vody (průvlaky, vazníky, etc.) V případě instalace do rastrového pohledu, musí být dodrženo stejné procento otevřenosti jako u elektrické požární signalizace – 70 %.

U všech SHZ se musí dávat pozor na součinnost s jinými požárně-bezpečnostními zařízeními. Největší pozornost se musí věnovat zařízení odvodu kouře a tepla. Pokud se aktivuje nejdříve ZOKT, může dojít k takovému poklesu tepla, že se neotevře sprinklerová hlavice, či že se aktivuje se zpožděním. Proto se v některých prostorách instaluje ZOKT pouze s ručním ovládním. Pokud zaměstnanci zpozorují požár, jsou instruováni počkat na otevření hlavice před otevřením ZOKT. Dále je možné vyprojektovat ZOKT se samočinným otevřením, ale s vyšší teplotní aktivací, než má sprinklerový systém.

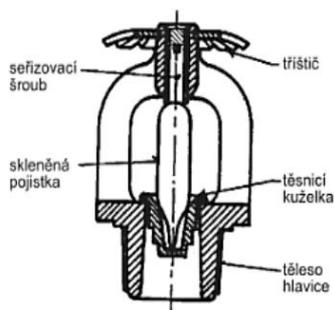
U skladů a regálů se vždy navrhuje regálové jištění sprinklery. Jediná výjimka je systém s hlavice ESFR. Regálové jištění zařizuje dodávku vody do všech míst skladu. Jištění může být ve dvou různých formách. Zaprvé ve formě sprinklerů na každé úrovni regálu. Zadruhé se může zajistit přístup vody na každou úroveň pomocí prostupných úrovní, například pokud regály tvoří pouze tyčová kostra držící palety s materiálem, nebo plocha regálu je tvořena roštem propouštějícím vodu.

Existuje mnoho různých způsobů rozdělení, například podle pojistky, funkce (jednorázové, opakované), montáže (závěsné, stojaté, horizontální), velikosti, průtokového faktoru, otevírací teploty, povrchové úpravy, rychlosti reakce, etc. Zde je uvedeno jen rozdělení pojistek a hlavních druhů hlavice.



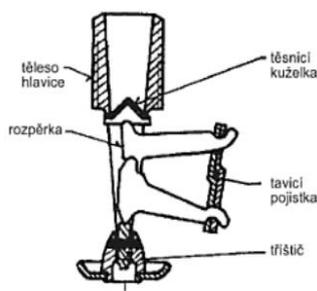
3.1.1. Druhy pojistek

Nejčastější sprinklerové hlavice jsou jednorázové se skleněnou pojistkou. Podle provozu se vybere druh tepelné pojistky, při které by mělo dojít k aktivaci systému, přičemž jednotlivé druhy jsou odlišeny barvívem. Tepelná pojistka je baňka naplněná kapalinou s vysokou roztažností a barvívem. Rozlišují se pojistky na teploty 57 °C (oranžová), 68 °C (červená), 79 °C (žlutá), 93 °C (zelená), 141 °C (modrá), 182 °C (fialová), 204/260 °C (černá). Všechny otevřené hlavice se musí po požáru vždy vyměnit.



Obrázek 2 - Složení hlavice se skleněnou pojistkou [2]

Kromě tepelných pojistek se také používají hlavice s tavnou pojistkou. Tyto hlavice mají dva spojené plechové plíšky držící pákový mechanismus, který přitlačuje uzavírací kužel k sedlu. Při zvýšené teplotě se plíšky rozpojí a mechanismus se uvolní. Tavné pojistky se také značí barvou, přičemž barvy jsou jiné: 68/74 °C jsou bezbarvé, 93/100 °C bílé, 141 °C modré, 182 °C žluté, 227 °C červené.

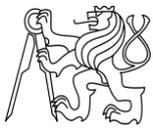


Obrázek 3 - Složení hlavice s tavnou pojistkou [2]

Dále existují hlavice s opakovatelnou funkcí, které se po požáru samy uzavřou a jsou připraveny další použití bez nutnosti výměny hlavice.

3.1.2. Druhy sprinklerových hlavic

a) Stojaté



Montují se směrem nahoru, po celém světě jsou nejrozšířenější a mohou se použít do suchých i mokrých soustav



Obrázek 4 - Stojatá hlavice [4]

b) Závěsné

Tyto hlavice se montují směrem dolů, proto se nemohou používat u mokrých soustav. U mokré soustavy by došlo ke kondenzaci vody a poškození hlavice.



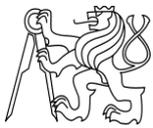
Obrázek 5 - Závěsná hlavice [4]

c) Horizontální

Umísťují se na stěnu, a mohou se použít pouze do prostor s nižší třídou rizika. Jsou užitečné v úzkých prostorech, kde je málo místa u stropu na standardní hlavice. Používají se např. v garážích u ramp



Obrázek 6 - Horizontální hlavice [4]



d) ESFR

Early Suppression Fast Response Sprinklers, také nazývané SM sprinklery (Suppression-Mode Sprinklers) jsou sprinklery vyvinuté přímo pro použití ve skladech a vysokých regálech. Hlavní výhodou těchto sprinklerů je, že mohou nahradit regálové sprinklery. Oproti jiným hlavicím tvoří velké kapky, což pomáhá proniknout až ke zdroji požáru. U instalace těchto sprinklerů je třeba dávat velký pozor na správné dodržení rozmístění, mezer mezi regály a absenci překážek. U těchto hlavic může i malá chyba mít velký dopad na celkovou funkčnost systému.



Obrázek 7 - ESFR hlavice [4]

e) Suché závěsné

Tyto sprinklery se instalují do namrzavých prostorů. Mokrý rozvod jsou nad těmito nebezpečnými prostory. Připojení na tento rozvod je řešeno suchou trubicí, naplněnou vzduchem, která je na jedné straně uzavřena ventilem a na druhé straně tepelnou pojistkou. Při prasknutí pojistky unikne vzduch, který zároveň otevře ventil.



Obrázek 8 - Suchá závěsná hlavice [4]

3.1.3. RTI

Jedním z údajů o sprinklerových hlavicích, které se v návrhové normě řeší jen minimálně, je faktor RTI. RTI neboli Response Time Index nám určuje teplotní odezvu hlavice. Tato funkce závisí na několika faktorech, jako je teplota plynu, rychlost proudění vzduchu, tloušťka teplotní pojistky hlavice a jiné.



Hlavní dělení hlavice podle tloušťky pojistky nám dává přibližnou představu – u rychlých pojistek je RTI obvykle mezi 28 a 50 $\text{ms}^{1/2}$, v závislosti na teplotě a na rychlosti proudění vzduchu. U standardních pojistek se RTI pohybuje od 100 do 360 $\text{ms}^{1/2}$.

Výzkum a pokusy doktora C. K. Tze z univerzity v Hongkongu nám v tomto ohledu dávají zajímavé výsledky. Jeho pokus sestával ze zkoušky 90 sprinklerových hlavice, rozdělených podle pojistky, rychlosti proudění, a způsobu zahřívání. Pro modelování a zkoušku používal Plungeův test – v trubici se ustálí rychlost proudění a teplota vzduchu, poté se do proudu vzduchu zasune sprinklerová hlavice. Pro určení RTI byly dva způsoby – prvním způsobem bylo určení RTI pomocí rovnice z časové konstanty (údaj, závisící na teplotě plynu, počáteční teplotě hlavice, otevírací teploty hlavice a času aktivace) a z rychlosti proudění vzduchu. Druhým způsobem bylo vypočítání RTI přímo z času aktivace.

Tabulka 1 - Naměřené výsledky z pokusu na Hongkongské univerzitě [16]

Gas velocity	Standard response			Quick response		
	90 °C	100 °C	110 °C	90 °C	100 °C	110 °C
1 ms^{-1}	107 s	89 s	70 s	45 s	23 s	18 s
2 ms^{-1}	91 s	77 s	63 s	42 s	20 s	16 s
3 ms^{-1}	80 s	69 s	55 s	38 s	18 s	13 s

Gas velocity	Standard response			Quick response		
	90 °C	100 °C	110 °C	90 °C	100 °C	110 °C
1 ms^{-1}	95 s	82 s	60 s	37 s	16 s	15 s
2 ms^{-1}	83 s	70 s	52 s	33 s	14 s	12 s
3 ms^{-1}	72 s	59 s	43 s	29 s	11 s	8 s



Tabulka 2 - Vypočítané hodnoty RTI z pokusu na Hongkongské univerzitě [16]

Standard response sprinklers			
Without radiation panel		With radiation panel	
Gas velocity/V _g	RTI	Gas velocity/V _g	RTI
1 ms ⁻¹	83.228	1 ms ⁻¹	74.734
2 ms ⁻¹	101.82	2 ms ⁻¹	91.21
3 ms ⁻¹	110.13	3 ms ⁻¹	97.41

Quick response sprinklers			
Without radiation panel		With radiation panel	
Gas velocity/V _g	RTI	Gas velocity/V _g	RTI
1 ms ⁻¹	30.675	1 ms ⁻¹	25.242
2 ms ⁻¹	39.519	2 ms ⁻¹	30.44
3 ms ⁻¹	43.056	3 ms ⁻¹	31.89

3.2. Čerpadla

Nejdražší a nejdůležitější součástí celého systému je čerpadlo. Vždy se pro systémy SHZ musejí používat odstředivá požární čerpadla, která mají vyšší požadavky na spolehlivost.

Čerpadla se dále dělí na:

Dle zdroje energie:

- Elektrická
- Dieselová

Dle umístění:

- Ponorná
- Nasávací

Dle výšky:

- Nátoková
- Podtlaková

U čerpadel se vždy musí dodržovat minimální teploty. Pro čerpadla s elektrickým pohonem je to teplota +4 °C. Pro čerpadla s diesel pohonem je tato teplota +10 °C. Vždy musí být vypínáno pouze ručně.

3.3. Rozvody

Nedílnou součástí systému jsou rozvody vody. Tyto rozvody jsou normou předepsány jako ocelová (či podobné litiny) či měděné, ale i z tohoto je výjimka. Norma nezakazuje další materiály, pokud mají certifikaci pro požární účely. Díky této klíčce se začaly používat plastové rozvody. Díky menšímu koeficientu c plastové potrubí hydraulicky předčí ocel. To znamená že se mohou použít menší dimenze potrubí.

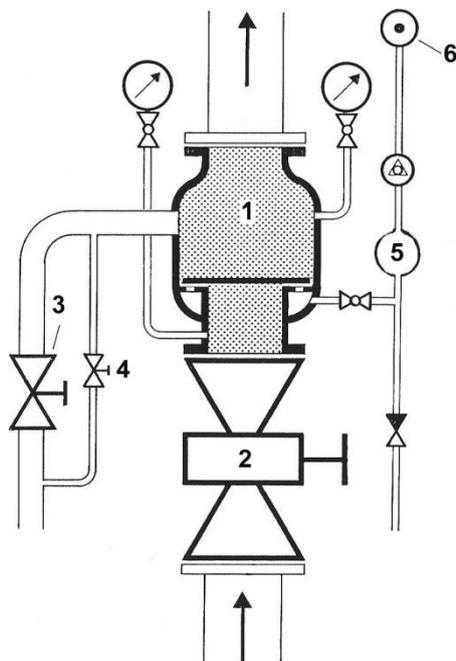


Maximální rychlosti jsou dané normou, a sice 10 m/s v každé části potrubí. Další omezení je:

- 6 m/s v každé armatuře
- 1,8 m/s v sacím potrubí čerpadla (1,5 m/s pokud má podtlakovou dispozici)

3.4. Ventilové stanice

3.4.1. Složení ventilové stanice



Obrázek 9 - Mokrý ventilová stanice [3]

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

3.4.2. Dělení ventilových stanic

Mokrý

Nejčastější typ ventilové stanice. Jak bylo popsáno výše, za ventilovou stanicí se nachází voda, a při prasknutí pojistky hlavice se okamžitě začne hasit.

Suchá

Tyto ventilové stanice jsou vyrobeny tak, aby udržely přetlakem zavřenou cestu pro vodu. Při prasknutí pojistky hlavice tento přetlak mizí, a klapka se otevře.



S obtokem

Tyto ventilové stanice jsou používány pro prostory, kde je potřeba neustálé ochrany. I při výměnách a údržbě. Tato ventilová stanice se vyznačuje „obtokem“, který zaručuje připravenost systému na hašení i při výměně či opravě samotné ventilové stanice.

3.5. Nádrž

U každého systému SHZ se musí někde uchovávat zdroj hasiva. Jedinou výjimkou je PHZ, kde si hasivo přivezou sami hasiči. Ale u ostatních systémů se musí někde voda skladovat. Nádrže mohou vnitřní nebo venkovní, nadzemní nebo podzemní. Každé uspořádání má své výhody. Pro budovy v městské zástavbě se nejčastěji využívají vnitřní betonové nádrže. Pro haly na okrajích měst zase venkovní ocelové nádrže s izolací.

Norma nám rozděluje způsoby zásobování na:

Jednoduché zásobování

Jednoduché zásobování vodou může být jedno z následujících:

- veřejná vodovodní síť
- veřejná vodovodní síť doplněná čerpadlem
- tlaková nádrž – možné jen u tříd LH a OH1
- spádová nádrž
- zásobní nádrž doplněná čerpadlem
- nevyčerpatelný zdroj doplněný čerpadlem

Pokud by bylo nutné zvýšit bezpečnost, je možné navrhnou jednoduché zásobování se zvýšenou bezpečností. To znamená například větší počet čerpadel než je nutné.

Zdvojené zásobování vodou

Takovéto zásobování se skládá ze dvou jednoduchých zdrojů. Tyto zdroje na sobě musí být nezávislé, a každé musí mít dostatečný průtok a tlak, daný normou.

Je možné libovolně zkombinovat všechny jednoduché zdroje vody, ale musí se dodržet tato omezení:

- u zásobní nádrže může být pouze jedna s redukováným objemem
- v třídě OH se smí použít jen jedna tlaková nádrž, ne více

Kombinované zásobování vodou

Takovéto zásobování se skládá z jednoduchého zásobování se zvýšenou bezpečností, nebo ze zdvojeného zásobování navrženého k zásobování více požárních zařízení, ať už stabilních hasicích zařízení nebo hydrantů.



Redukované nádrže

Při návrhu redukovaných nádrží se musí splnit tyto podmínky:

- plnění z veřejného řadu musí být samostatné, prostřednictvím minimálně dvou plovákových ventilů
- čerpadlo nesmí být omezeno přitékající vodou
- možnost zkontrolovat plnicí průtok
- objem nádrže není menší než hodnota v normě (rozděleno dle třídy nebezpečí)
- nádrž společně s přítokem zvládne plně zásobovat zařízení

3.6. Armatury SHZ

Odvzdušňovací ventily

- V potrubí se vždy musí umožnit odvzdušnění. To se provádí ventilem, osazeným obvykle v nejvyšším místě rozvodu.

Tlakové spínače

- Tlakové spínače slouží pro aktivaci systému SHZ. Jsou osazeny obvykle na rozdělovači ve strojovně, a monitorují tlak. Při poklesu o určené procento (např. na 80 % obvyklého tlaku v systému) vyšlou signál na ústřednu SHZ a ta aktivuje čerpadlo.

Vypouštěcí ventily

- Pro účely úprav, kontrol a dalším se musí umožnit systém vypustit. Vypouštěcí ventily se obvykle osazují na konce hlavních potrubí. Suché systému musejí mít ventily osazeny tak, aby nebyla žádná část potrubí trvale zavodněna. To také platí v případech, kdy máme klesající větve potrubí – i na ně by se měl ventil osadit.

Redukce tlaku

- Armatura pro redukci tlaku se využívá například při napojení vnitřního hydrantu na systém SHZ. Pokud máme systém ESFR, může být vnitřní tlak nad 5 barů, a na hydrantu by měly být 2 bary. Pro usnadnění manipulace se tak musí tento tlak redukovat.

Hlásiče průtoku

- Tyto armatury se mohou osadit na odbočky z hlavního stoupacího potrubí. Díky tomu mohou přesněji lokalizovat umístění požáru. Zároveň slouží ke kontrole systému.

Poplachové zvony

- Umístěny na ventilových stanicích. Fungují pouze mechanicky, spouštěné průtokem vody.



Zkušební armatury

- Umístěny v nejvzdálenějších místech systému, slouží k simulování a ověření funkčnosti celého systému.

Zónové soustavy

- Pokud chceme zvýšit úroveň bezpečnosti, můžeme rozdělit oblast chráněnou ventilovou stanicí na jednotlivé zóny. To umožňuje lepší monitorování a kontrolu systému.

3.7. Strojovny

Zkušební potrubí

- Umístěné ve strojovně, zkušební potrubí hlídá funkčnost systému. Skládá se z uzávěru, uklidňovacího kusu, průtokoměru, uklidňovacího kusu a motýlové klapky. Uklidňovací kus mezi uzávěrem a průtokoměrem musí mít délku alespoň 10x průměru potrubí. Druhá uklidňovací část alespoň 5x průměr potrubí. Průtokoměr musí být dimenzován na alespoň 150 % maximálního průtoku čerpadla. A právě průtokoměr udává potřebnou dimenzi potrubí.

Čerpadla

- Viz. kapitola 3.2.

Rozvaděč

- Hlavní rozvaděč se obvykle nachází ve strojovně. Mohou být další umístěné v technických místnostech nebo halách.

Ochrana strojovny

- Norma nám předepisuje ochranu samotné strojovny. To se obvykle nepřipojuje na ventilovou stanicí, ale přímo na rozdělovač. Na napojení je osazen průtokový hlásič a klapka ovládaná ústřednou SHZ.

Mobilní technika

- Vždy se připravuje místo na připojení hasičských cisteren. Tyto armatury (připojení obvykle ventil 2x B75) umožňují doplňovat vodu do systému i po delší dobu než byla projektována. Této armatury je také možné využít při doplňování vody do nádrže, aby se stihl limit 36 hodin.

4. Druhy SHZ

4.1. Vodní stabilní hasicí zařízení

Nejrozšířenějším typem stabilního hasicího zařízení je vodní zařízení sprinklerového typu. Díky malé ceně hasiva a vcelku všestrannému použití, se jedná o samočinné zařízení.



Zařízení je napojené na jeden či více zdrojů, a napájí jednu či více sprinterových soustav. Každá soustava se skládá z ventilové stanice, rozvodů a sprinklerových hlavíc. Soustava se obvykle spustí při dosažení nastavené teploty v některé z hlavíc. Volba této teploty je individuální kvůli různým činnostem. Při průtoku vody ventilovou stanicí se spustí poplach, čímž dojde k aktivaci jiných zařízení požární ochrany - EPS, ZOKT, ZDP, etc.

4.1.1. Třídy nebezpečí

Veškeré objekty, obsahující toto požární zařízení se musejí zatřídit do třídy ohrožení. Třídy jsou tyto:

1) Malé nebezpečí = LH

Tato třída obsahuje objekty s požárními úseky, kde žádný není větší než 126 m², a s požární odolností minimálně 30 minut. Do této třídy spadají např. kanceláře, části škol či věznice.

LH se projektuje na 30 minut činnosti a minimální tlak nesmí být nižší než 0,7 baru v tom nejnevýhodnějším místě.

2) Střední nebezpečí = OH

Sem spadají prostory se středním požárním zatížením a hořlavostí. Tato třída se dělí na čtyři podskupiny, podle závažnosti požárního zatížení. V prostorech OH1, OH2 a OH3 se smějí skladovat materiály za dodržení určitých podmínek, které jsou vypsány v normě ČSN EN 12845. Pokud se skladuje v prostoru OH4, pak se musí prostor zatřídit do skupiny HHS.

OH se projektuje na 60 minut činnosti a minimální tlak nesmí být nižší než 0,35 baru v tom nejnevýhodnějším místě.

OH1 - nemocnice, hotely, restaurace, etc.

OH2 - laboratoře, pivovary, muzea, pekárny, garáže, etc.

OH3 - autodílny, cukrovary, papírny, tiskárny, střediska, etc.

OH4 - kina, divadla, lihovary, pily, zpracování odpadu, etc.

3) Vysoké nebezpečí, výroba = HHP

Sem se zatřídí prostory, kde je velké požární zatížení a kde dojde k rychlému vzniku a šíření požáru. Tato třída se také dělí na čtyři skupiny. Poslední skupina, HHP4, se obvykle chrání zaplavovacím zařízením.

HHP se projektuje na 90 minut činnosti a minimální tlak nesmí být nižší než 0,5 baru v tom nejnevýhodnějším místě.

HHP1 - výroby podlahových krytin, nátěrů, barev, pryskyřic, terpentýnu, kaučukových náhrad, dřevité vlny, etc.



HHP2 - výrobní podpalovačů, pěnových plastů a gumy, destilace dehtu, etc.

HHP3 - výrobní nitrocelulózy

HHP4 - výroba zábavní pyrotechniky

4) Vysoké nebezpečí, skladování = HHS

Do této skupiny se zařídují prostory, jejichž parametry přesahují hodnoty pro zařídění do skupiny OH. Označuje se to jako vysoké nebezpečí díky velké rychlosti šíření požáru ve vertikálním i horizontálním směru. Proto se ve skladech často instaluje regálové jištění. Tato třída se také dělí na 4 podskupiny (I - IV). V posledních revizích ČSN EN 12845 z roku 2015 a 2018, se v normě objevily sprinklery CMSA (Control Mode Specific Application), stanovily se podmínky instalace sprinklerů ESFR, připustily se vyšší průtokové hodnoty jak u vysokého nebezpečí, tak u středního nebezpečí, a další.

Do skladů se instalují tzv. skladové sprinklery, což je termín, zavedený firmou Factory Mutual v roce 2010. Skladové sprinklery jsou sprinklery CMSA (Control Mode Specific Application), CMDA (Control Mode Demand Area) a ESFR.

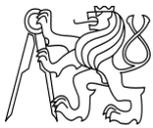
HHS se projektuje na 90 minut činnosti a minimální tlak nesmí být nižší než 0,5 baru v tom nejnevýhodnějším místě. V případě regálových sprinklerů je minimální tlak zvednut na 2 bary.

4.1.2. *Ochrana výškových budov*

U výškových budov může nastat problém s dostatečným tlakem a průtokem. Kvůli těmto problémům se stanovila hranice 45 m mezi nejvzdálenějšími sprinklerovými hlaviciemi. Pokud by byla tato vzdálenost překročena, instaluje se tzv. výškové zařízení. To rozděluje zařízení na více soustav, tak aby vzdálenost 45 m byla dodržena. Výškové budovy se kvůli rozdílnému rozvoji požáru zařídují minimálně do třídy OH3. Komponenty výškových budov musejí splňovat potřebnou tlakovou odolnost. Objekt se může rozdělit do horizontálních zón, přičemž jedna zóna může chránit maximálně 6000 m².

Jsou zde specifické požadavky na hlídání soustavy, například se hlídá pokles tlaku v potrubí na hodnotu 0,5 bar (či nižší, pokud je dána třídou), je zde požadavek na indikaci otevřenosti všech uzávěrů. Pokud se v budově jedná o ochranu lidí, musí se rozvody oddělit na menší počet, aby se, například při opravě, ohrožovalo co nejméně lidí. V tomto případě je maximální plocha snížena z 6000 m² na 2400 m².

Soustavy ve výškových budovách musejí být mokré, sprinklery musí mít rychlou tepelnou odezvu, ventilové stanice musí mít dvě uzavírací armatury doplněné obtokovou armaturou. Dále zásobování vodou se minimálně projektuje jako se zvýšenou spolehlivostí, ale v mnoha zemích je požadavek až na dvojité zásobování.



4.1.3. Sprejové vodní hasicí zařízení

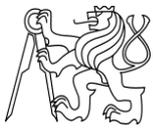
Toto zařízení je také nazývané záplavové, nebo drenčerové. Je téměř totožné s vodním sprinklerovým zařízením, ale rozdíl je v hlavících. Nejsou uzavřené, a proto při spuštění čerpadla nebo ventilové stanice dojde k okamžitému hašení ze všech hlavíc. Toto zařízení se instaluje do prostorů, kde je z hlediska bezpečnosti lepší poškodit vybavení než riskovat šíření požáru. Příkladem může být sklad vysokotlakých nádob s hořlavinami, prostory s předpokládanou vrstvou prachu, a jiné prostory kde se požár může šířit velice rychle. Hlavice se mohou opatřit hubicí s tříštičem pro vytvoření vodní clony.

U tohoto zařízení se musí počítat s větší zásobní nádrží – hasí se ze všech hlavíc, po celé ploše. Aktivace není nikdy samočinná, zařízení se obvykle aktivuje systémem EPS, ale může se aktivovat i zařízením plynové detekce, protivýbuchovým zařízením, či jiným bezpečnostním prvkem. Také se vždy musí umožnit ruční spuštění.

Drenčerové zařízení se montuje jako suchá soustava, nehrozí tedy zamrznutí.



Obrázek 10 – Zkouška drenčerového hasicího zařízení [5]



Obrázek 11 - Drenčerová hlavice [6]

4.1.4. Vysokotlaké zařízení

Takovéto zařízení je odlišné v množství dodávané vody. V prostorách, kde se instaluje, stačí jen malá dodávka vody, kvůli následným škodám. Menší dodávka vody znamená menší nádrž, menší rozvody, menší zatížení.

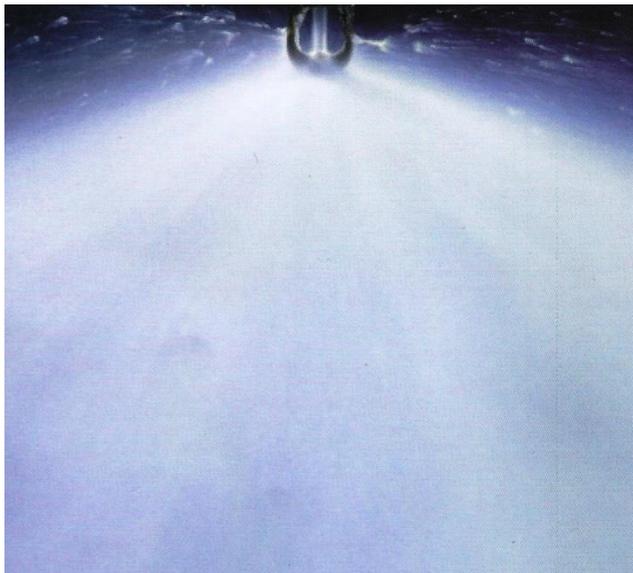
Může být instalováno jako suchá i mokrá soustava. Hlavice mohou být také otevřené či uzavřené. U uzavřených hlavice je spouštění obvykle samočinné, skleněnou pojistkou. U otevřených hlavice se soustava spouští obvykle systémem EPS.

Toto zařízení se instaluje v objektech jako jsou knihovny, archivy, aj. Kvůli tvorbě mlhy již u hlavice, se může tento druh SHZ použít i pro hašení elektrických zařízení pod napětím.

Oproti sprinklerovým SHZ mají přibližně 10x menší spotřebu vody, hlavice mají menší K faktor a v soustavě se tlak pohybuje mezi 1,2 MPa až 4 MPa.



Obrázek 12 - Místnost po aktivaci vysokotlakého SHZ [7]



Obrázek 13 - Proud nízkotlaké mlhy [8]

4.2. Pěnové stabilní hasicí zařízení

Pěnové zařízení je téměř totožné s drenčery. Rozdíl spočívá v hasicím prostředku. Ve strojovně se do vody přimíchává pěnidlo. Přimíchává se až ve fázi po čerpadlech, aby se zbytečně nekazily. Pěnidlo se přimíchává v přesném poměru, daném výrobcem. Pěnu ale tvoří až hlavice. U lokálních zařízení se pěna může skladovat jako připravený výrobek v nádobách, připravena v místnosti k hašení. Volba pěnidla závisí na druhu skladovaného materiálu.

Pěnové zařízení se instaluje v prostorech, kde se nehodí hasit požár vodou, ale raději izolováním plochy pěnou. Takovéto zařízení je, stejně jako drenčery, spouštěné systémem EPS, či jiným požárně bezpečnostním zařízením a doplněné ručním spouštěním. Výjimku z tohoto pravidla tvoří lokální zařízení, které se může spouštět zničením plastových rozvodů teplotou. Je vždy nutné připravit množství hasiva potřebné pro požadovanou dobu, a k tomu připočítat i množství potřebné pro ruční dohašování.

Pěnové SHZ je projektováno s akustickou i optickou signalizací. Kvůli evakuaci lidí se programuje i časová prodleva mezi zaregistrováním požáru a dodávkou pěny. Někdy je třeba pozdržet dodávku pěny do prostoru i více, kvůli včasné evakuaci, proto se v tomto systému instalují i zpozdřovací tlačítka, která oddálí dodávku o přednastavený čas.

Existuje také stabilní hasicí zařízení vodní s přimícháváním pěny. Toto je obyčejné sprinklerové SHZ - má uzavřené hlavice a je doplněno předstihovým zařízením. Ve strojovně je soustava doplněna zařízením na přiměšování pěnidla.

Pokud se hasí polární kapaliny (aceton, benzin,...) tak se nesmí hasit kolmo do nádrže. Hasicí účinek se snižuje při ponoření pěny do kapaliny. Správné hašení je nastříkáním pěny na stěnu nádrže, ze které sklouzne do kapaliny.



Obrázek 14 - Strojovna pěnového hasicího zařízení [10]



Obrázek 15 - Pěnotvorná souprava [10]

4.2.1. Pěna

Účinnost pěny je dána její čistotou. Ta závisí na čistotě vody, plynu, pěnotvorných přísad a pěnotvorného zařízení. Nejlepší voda je voda pitná, ale je možné použít i jiné druhy. Lze použít vody povrchové (jezera, řeky), ale u nich hrozí kontaminace oleji a solí, což snižuje kvalitu pěny. Tento nedostatek je možno zlepšit pomocí koncentrovanějšího roztoku pěnotvorné přísady. Dalším faktorem je plyn. Nejčastěji se používá přímo vzduch. I u něj může nastat problém znečištění. Kouř velice špatně ovlivňuje rychlost tvorby pěny, a tento nedostatek neodstraní ani větší koncentrace přípravku.



Rozdělení podle objemu

Pěna se rozděluje podle čísla napěnění. Toto číslo nám udává poměr objemů mezi roztokem a výslednou pěnou. Například pokud z jednoho litru roztoku vody a pěniliva vznikne sto litrů pěny, číslo napěnění je sto. Rozlišujeme těžké pěny (číslo napěnění je menší než 20), střední pěny (číslo napěnění mezi 20 a 200) a lehké pěny (číslo napěnění větší než 200).

Těžká pěna má velký obsah vody, proto má kromě izolačního účinku také ochlazovací účinek. Používá se k hašení převážně kapalin podporujících hoření (benzín, olej, etc.), ale lze ji použít i k ochraně žhnoucích pevných předmětů (guma, plasty, dřevo, etc.). Těžká pěna má výhodu v dosahu proudnice, dosáhne dál. Pěna se rychle šíří po povrchu. Její vysoký obsah vody ale znemožňuje hašení přístrojů pod elektrickým proudem a lehkých kovů.

Střední pěna se používá k hašení kapalin i pevných prvků, ale na rozdíl od těžké pěny má jen malý ochlazovací účinek a menší dostřel proudnice. Střední pěna se používá také k hašení sirouhlíku a v dolech.

Lhká pěna hasí tím způsobem, že vyplní celý prostor - tzv. objemové hašení. Použití na volném prostranství je velmi omezené, instaluje se hlavně do hal. Lhká pěna hasí stejné materiály jako střední pěna - kapaliny, pevné látky, sirouhlík, etc.

Rozdělení podle pěnotvorné přísady

Podle provozu se vybírá druh pěny nejvhodnější pro hašení daného prostoru. Podle složení můžeme rozdělit přísady na proteinové, syntetické, fluoroproteinové a vodní film.

Proteinové přísady se používají v těžké pěně. Výhody této skupiny jsou odolnost proti ohřívání, vysoká přilnavost k povrchům a stabilita pěny. Číslo napěnění se obvykle pohybuje okolo 8. Nevýhodou proteinových pěn je zápach, rychlý rozpad bílkovin a malá vhodnost použití.

Syntetické pěny se vyrábějí z syntetických látek, většinou sulfátů. Používá se k výrobě lehkých, středních i těžkých pěn.

Fluoroproteinové pěny jsou podobné proteinovým. Vytváří těžkou pěnu, která je tekutější. Vyrábí se přidáním fluorovaných povrchově aktivních látek k proteinovým látkám. Oproti proteinovým látkám mají rychlejší hašení.

Přísady tvořící vodní film se nazývají AFFF - Aqueous Film Forming Foam. Jsou to fluorované látky. Nejznámější přípravek je nazývaný "Light Water" neboli lehká voda. Takový přípravek je nejrychlejší vodní hasivo. Používá se v petrochemickém průmyslu a letištích, ale její použití je možné i na sklady papíru a plastů.



Obrázek 16 - Používání hasicí pěny [11]

4.3. Práškové stabilní hasicí zařízení

Práškové zařízení se velice podobá pěnovému zařízení. Aktivace probíhá přes jiné zařízení požární bezpečnosti či tlačítkový hlásič. Spuštění může být také oddáleno pomocí zpožďovacího tlačítka. Toto zpoždění je důležitější než u pěnových přístrojů, protože po rozptýlení prášku se nejen sníží viditelnost a pohyblivost, ale také se zhorší možnost dýchání.

Toto zařízení se instaluje do prostorů, kde je nutné použít jako hasivo prášek. V praxi to je jen malý počet prostorů. Práškem se dobře hasí kapaliny a plyny, je bezpečné jím hasit elektrická zařízení. Problém ale může nastat při poškození zařízení práškem, více než by to mohl způsobit požár, nebo pokud by se vytvořil vodivý nános. Stejně tak může nastat problém při hašení pevných věcí. Prášek sice uhasí požár, ale neochladí jej, a tudíž může požár znovu vzplanout.

Zásobníky s práškem jsou propojeny s tlakovými nádobami, a pomocí rozvodů s otevřenými hlavicemi jsou propojeny s místnostmi. Vzhledem k malé váze prášku je nutné počítat s velkým rozptylem. Zásobníky se mohou instalovat buď pod neustálým tlakem, nebo bez pracovního tlaku.

Prášky se dělí na tyto druhy:

Hasicí prášky fungují jako chemické hašení. Podle možnosti hašení rozlišujeme prášky BC, ABC a prášky hasicí kov.

Prášky BC hasí kapaliny a plyny. Dlouho patřily k nejpoužívanějším a i dnes jsou velice časté. Dělí se na prášky normální a speciální. Jejich důležitou složkou je NaHCO_3 či KHCO_3 , ačkoli existují i další. Fungují tak, že na sebe vážou aktivní radikály, které vznikají při hoření. Tím narušují celý cyklus hoření.



ABC prášky jsou univerzální. Jejich hasební látkou je $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$, $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, či několik dalších. Při styku s požárem se roztavují, a tím brání přístupu kyslíku a šíření tepla. Tyto prášky jsou nejčastější náplní přenosných hasicích přístrojů i stabilních hasicích zařízení.

Prášky hasicí kovy mají jako hlavní složku nejčastěji NaCl, či jinou vysokotavitelnou sloučeninu. Při vysoké teplotě vytvoří taveninu solí, a tím izolují hořící kov. Je důležité vědět, že kov není uhašen okamžitě.



Obrázek 17 - Hašení práškem [12]

4.4. Plynové stabilní hasicí zařízení

Pokud se v prostoru nemohou použít normální hasiva, například kvůli hrozbě poškození materiálu, použije se plyn. Tato SHZ se instalují v prostorech archivů, místností s citlivou elektronikou jako servery, apod. Plynové SHZ může být spuštěno EPS či plynovou detekcí, ale upřednostňuje se detektory, které jsou přímo součástí plynového SHZ. Je také možné spuštění poškozením rozvodů či manuálně. Spuštění je vždy se zpožděním, a se zpoždovacími tlačítky.

Základním principem je dosažení potřebné koncentrace plynu v daném časovém okně, obvykle během několika vteřin. Kvůli takto rychlé reakci se musí zajistit dostatečně jasné varování pro evakuaci osob. Dále je důležité uzavřít prostor tak, aby plyn nijak neunikal. Nesmí uniknout ani v době hašení, ani po dobu chladnutí.

Po spuštění hašení obvykle koncentrace kyslíku klesne na co nejmenší hladinu (obvykle méně než 15 %). Toto je neúnosné pro lidský život, a hrozí nevolnosti, mdloby a v krajních případech i smrt.



Volba plynu závisí na různých faktorech, například na vhodnosti pro hašení, potřebném množství plynu v objektu, účinku na životní prostředí a účinku na lidské životy. Množství plynu je nutné kontrolovat.

Po uhašení požáru je nutné prostor odvětrat. Toto se musí provést tak, aby se plyn nijak nekonzentroval a neohrožoval osoby. Vždy se s větráním musí počkat po dobu, kdy si můžeme být jistí že se požár neobnoví.

Pro hašení se používají tyto typy plynů:

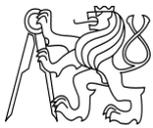
CO₂ - tento plyn zředí obsah kyslíku, čímž vzniká nehořlavá směs. Oxid uhličitý se může použít jako plyn (nejúčinnější), aerosol, nebo v tuhé formě. Je výhodný v tom, že je nejedovatý, nevodivý, levný a po jeho použití nezůstávají zbytky. Nevýhodou je nepříznivost na životní prostředí, nízká teplota, možnost vzniku elektrostatických jisker a vysoká koncentrace pro potřebný účinek (30 až 60 % objemu místnosti).

N₂ - Dusík se používá tam, kde by CO₂, který je těžší než vzduch, mohl ohrožovat osoby. Jeho nevýhodou je skladování v přetlakových lahvích, do kterých se vejde 2,5x méně než CO₂.

Dále se používá argon, směs zvaná Inergen (dusík, argon a oxid uhličitý), chemické plyny, HFC-227ea, NOVEC 1230 a jiné.



Obrázek 18 - Zásobníky Inergenu IG -541 [13]



5. Sklady

Definovat sklad je těžké samo o sobě. Ačkoliv sklady mají několik společných typických vlastností jako je větší výška, větší plocha či otevřenost prostoru, každý sklad je něčím ojedinělý. Navíc i tyto zmíněné vlastnosti mají odchylky výrazně ovlivňující rozvoj požáru. Například pro administrativu se obvyklá výška místnosti pohybuje okolo tří metrů s odchylkou půl metru. U skladových hal je obvyklá výška okolo dvanácti metrů s odchylkou tří metrů. Oproti administrativě tedy šestkrát větší odchylka, která se výrazně projeví v rozvoji požáru, šíření tepla, šíření a koncentraci kouře. K dalším vlastnostem, které znemožňují standardizování velkoskladů z hlediska požární bezpečnosti, patří různé typy skladovaných materiálů v různých množstvích, míšení materiálů s různou hořlavostí, různé skladovací výšky, různé způsoby skladování (automatické zakladačové systémy; police s plnou plochou; atd.), různé způsoby větrání a průchodnosti místností.

Ze všech těchto vlastností jsou definující pro požární ochranu tyto: výška objektu, plocha, způsoby skladování a typ skladovaného materiálu.

5.1. Sklady po světě

Důkaz zvětšování skladů je vidět na studiích prováděných po celém světě. Ve Velké Británii byl v roce 1970 průměrný sklad velký 400 m², v roce 2002 velký 1 700 m² a v dalším desetiletí se očekávalo vybudování skladů o průměrné ploše 7 100 m². Ale tyto hodnoty jsou pouze průměrné, po celé zemi nebylo nezvyklé vidět sklady o ploše až 40 000 m². Obvyklé výšky v těchto skladech byly kolem 12 m, s průměrnou skladovací výškou 10,5 m.

Podle statistik, prováděných britskou BRE (Building Research Establishment) bylo ve Velké Británii 2 500 požárů ročně. Z těchto statistik se zjistilo, že největším ohrožením čelí sklady s těmito charakteristikami: větší než 2 000 m²; jednopodlažní; s mezaniny; skladovaným materiálem ve velké výšce; a hlavně se zakladačovými systémy. Příčinou požáru v těchto skladech je vyšší používání plastů, pěnových izolačních výplní a koncentrace hořlavých materiálů. Během těchto statistik BRE také určila zajímavé porovnání škod u skladů se sprinklery a bez nich. V budovách se sprinklery došlo k zmenšení škod o 80%, usnadnění zásahu, a použití až 15x méně vody než hasiči při samotném zásahu.

Na Středním východě je větší důraz na prevenci požáru než jejich likvidování. Firma Tyco Fire and Security UAE, která se zabývá požární bezpečností v této oblasti (Abú Dhabí, Dubai...), zdůrazňuje upravování staveb pro lepší požární bezpečnost již při výstavbě než zpětné doplňování požárních hlásičů apod. Toho se docílí např. omezením možných zdrojů požáru a omezením šíření požáru. To znamená velký důraz na rozdělení skladů do menších požárních úseků, použití požárních zábran a laků, protipožární ochranu ocelových prvků.

Tyto rozdíly oproti Velké Británii mají velký dopad i během požáru. Jelikož ve Velké Británii není tak pokročilá protipožární bezpečnost, zásah hasičů se zaměřuje na ochranu



osob, a ochranu okolních staveb před šířením požáru. Ale ve většině případů ignorují možnost záchrany dotyčné stavby. Naopak na Středním východě všechna opatření napsaná výše mají jako důsledek možnost hasičů o záchranu budovy. To se usnadňuje díky častému tréninku objektové jednotky hasičů.

Zajímavé je také Japonsko. Díky velkému zájmu o automatizaci a robotiku se v Japonsku nepřekvapivě protipožární ochrana soustředí na tyto části. V Japonsku jsou povinně ESFR sprinklery pro všechny sklady větší než 700 m² nebo pokud se skladuje do výšky více než 10 m. Také se v Japonsku často objevují pěnová hasicí zařízení, a dokonce se používají i dálkově kontrolovaná protipožární vozidla. Tento přístup se promítá i do výcviku zaměstnanců. Každá společnost nad 30 lidí musí mít požárního specialistu, a všichni zaměstnanci podstupují výcvik na krizové situace.

V USA se už velice dlouho dává velký důraz na sprinklerové systémy. Sprinklery se používají nejen v halách, ale i v administrativních, obytných a dalších budovách. Kromě sprinklerů se také často navrhují ventilační systémy (HVAC) na požár, kouřové sekce, protipožární bariéry, kouřové či teplotní klapky a požární ochrana vnějších povrchů objektů pro zabránění šíření. Nejčastějším hlídacím zařízením je právě sprinklerový systém, který detekuje průtok vody pomocí proudového hlásiče. Ten může dále informovat obyvatele objektu, nebo i nejbližší hasiče. Ale sprinklerové hlavice se mohou aktivovat se značným zpožděním, takže příjezd hasičů může být až při plně rozvinutém požáru.

Při návrhu sprinklerů se v USA postupuje dle *NFPA 13-Standard for Installation of Sprinkler Systems*. Tato, a další příslušné normy, zatřídíují prostory dle účelu. A pokud jde o sklady, zatřídíují je nejen dle materiálu, hořlavosti a typu skladování, ale i způsobu balení a typu palet. Dle NFPA a FM Global může zatřídění skladu vyjít lépe než dle ČSN. Pokud je materiál balen v kartonu, nebo otevřených plných bednách, může dojít ke snížení třídy hořlavosti. To samé se stane, pokud je materiál na paletě s menší hořlavostí než samotný materiál.

V USA se také objevují problémy typické pro tuto zemi. Jelikož v okolí měst je obvykle mnohem více země ke koupi, může se stát že skladové areály jsou mimo město a tedy dále od hasičských jednotek. Proto když se k požáru hasiči konečně dostanou, může být nemožné určit zda je požár kontrolován a omezen na nějakou plochu, zda konstrukce haly je stále dostatečná k vnitřnímu pohybu či zda nehrozí kolaps regálů. Z důvodů bezpečnosti hasičů se tedy protipožární zásah ani nemusí uskutečnit.

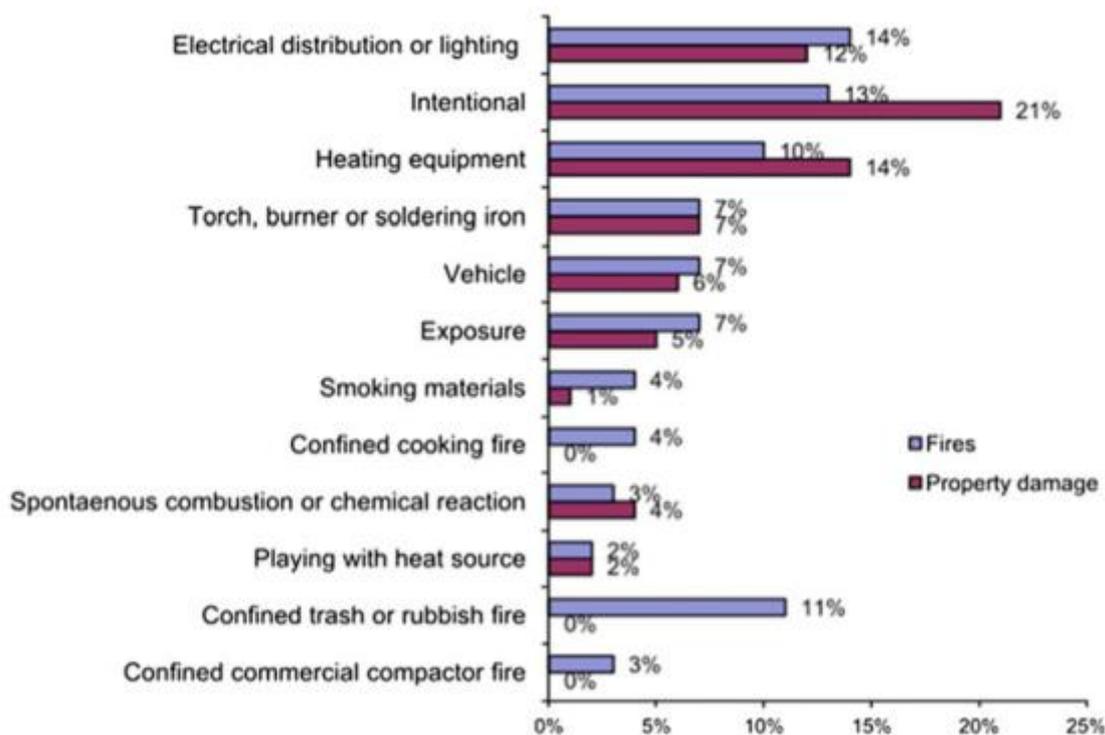
5.2. Příčiny požárů

Navzdory všem snahám o zlepšení požární bezpečnosti, počet požárů zůstává přibližně stejný. Po celém světě existují organizace snažící se o zjištění příčin a důsledků všech požárů v mezích svých možností. V USA se jedná o systém NFIRS (National Fire Incident



Reporting System). Tento systém zaznamenává typ budov, faktory vedoucí k požáru, detekci požáru, hašení požáru, strategii hasičů a také důsledky, ať už finanční nebo na životech.

Tyto statistiky také ukazují na vztah mezi velikostí skladů a počtem požárů. Nejčastější velikost skladů (přibližně 45 % všech skladů v USA) se před deseti lety pohybovala pod 500 m², ale měla pouze 19 % z celkového počtu požárů. Naopak sklady nad 1850 m², kterých bylo v té době mnohem méně, tvořilo 26 % požárů.



Obrázek 19 - Zdroje požárů v USA v letech 2003-2006 [19]

Jako detektory požáru se dle statistik nejvíce osvědčila kouřová čidla. Ve 36 % případů detekovala požár jako první. Druhý nejčastější detektor byl poplašný zvon SHZ. Ten detekoval požár jako první v 27 % případů. O zbývajících 37 % se dělí zbývající detektory – videodetekce, liniové hlásiče atd.

Ve Velké Británii se dělala podobná statistika, a výsledek byl poměrně odlišný od USA. Počty požárů ve vztahu k ploše byly hodně podobné, ale zdroje vyšly jinak. Ve Velké Británii vyšlo procento úmyslných založení požárů na 46 %. Vadná elektroinstalace na 17 %. O zbytek příčin se přibližně rovným dílem dělil zbytek požárů.

Na Středním východě se také stále zvyšuje počet skladových požárů. Porovnání mezi roky 2009 a 2010 ukazuje zvýšení požárů o 22 %. V této oblasti je podle statistik důvodem vyšší využívanost – větší počet mezaninů, větší skladovací výšky než byly navrhované, použití neschvalovaných materiálů pro vytváření pracovních prostor apod.



5.3. Vlivy na šíření požáru

Roku 1996 začala hořet skladová hala McFrugals v New Orleans. Jednalo se o 22 m vysokou halu naplněnou materiálem jako plastové židle, koberce, kartonové obaly, oblečení apod. Hala byla vybavena střešními a regálovými sprinklery, ale požár vypukl v oblasti bez regálových sprinklerů, kde ho mohly hasit jen střešní hlavice. Ty bohužel ve výšce 22 m nebyly moc účinné. Přesto po vypuknutí požáru se aktivovala hlavice, která přivolala místní hasičský oddíl. Ti za 6 hodin po příjezdu uhasili požár a odstavili sprinklerový systém.

Bohužel po uhašení se reaktivoval zakladačový systém bez kompletní kontroly. Poškozená kabeláž znovu zažehla požár. V tu chvíli byla konstrukce haly stále rozžhavená, což urychlilo šíření požáru, a také po předchozím zásahu hasiči manuálně vypnuli systém SHZ. Tyto vlivy začaly požár, který tentokrát trvalo přes 6 dnů uhasit.



Obrázek 20 - Hala McFrugals před požárem [26]



Obrázek 21 - Hala McFrugals během požáru [27]



Tento požár přiměl americkou NFPA k důkladné kontrole chyb během tohoto zásahu. Zaprvé přítomný sprinklerový systém nebyl schopen udržet požár ve velikosti, kdy by bylo možné ho rychle zkrotit. Za druhé zakladačový systém znovu požár vznítil. Za třetí se spustily elektrické systémy v hale dříve, než došlo k reaktivaci sprinklerů.

V některých případech se sprinklery na popud zasahujících hasičů vypínají již během zásahu. Během požáru se totiž u stropu tvoří vrstva kouře, která je sprinklery ochlazována a tlačena k zemi. Tam překáží zásahu. Proto se může SHZ vypnout. Ale například roku 2007 v Jižní Karolině právě z tohoto důvodu došlo ke kompletní destrukci skladiště společnosti Tupperware.

Ve skladišti Tupperware došlo k požáru hluboko uvnitř budovy, ve vyšších pozicích na regálech. Po příjezdu hasičů na místo bylo bohužel nemožné lokalizovat zdroj, proto kvůli zásahu se rozhodlo o odstávce sprinklerů a vybourání jedné zdi kvůli ventilování kouře. Bohužel kvůli pozici požáru hluboko v nitru budovy se ani tak nemohlo začít hasit. Díky odstranění zdi došlo k rozšíření po celé ploše, a po uhašení požáru musela být celá budova zničena. Celková plocha skladu byla 15 330 m².

Veškeré součásti SHZ byly v souladu s NFPA, a ani toto nestačilo k uhašení požáru. Po tomto požáru se v pravidlech NFPA zakázalo vypínat sprinklery během zásahu.

V dalších požárech v USA bylo hlavní příčinou škod nedostatek systému na detekci. V roce 2008 v Kalifornii shořel sklad mandlí. Jelikož nebyl přítomný žádný systém na detekci či hašení, požár se nerušeně rozšířil a po uhašení se musel celý sklad strhnout. Stejný scénář se stal u skladů v Montaně roku 2009 nebo ve Wisconsinu roku 2010.

5.4. Zařízení pro detekci požáru

V předchozích kapitolách se objevilo několik zmínek o možných detekcích požáru v halách. Obecně vzato se požár může detekovat přes kouř, zvýšenou teplotu nebo zpozorováním plamenů.

a) Detekce kouře

- Kouř se tvoří již ze začátku požáru, proto je jeho detekce často nejrychlejší. Detektory se dělí na bodové a liniové. Bodové měří koncentraci kouře na jednom místě, zatímco liniové na určité vzdálenosti. Liniové hlásiče obvykle měří vzdálenosti až 150 m. Kvůli takovéto vzdálenosti se nejčastěji využívají v halách.
- Nevýhodou hlásičů je nutnost údržby a závislost na přítomnosti kouře v oblasti detekování. Částice kouře se totiž mohou vlivem větrání přesunout do oblastí bez detektorů.
- Další méně časté hlásiče, které fungují na principu detekce kouře jsou:
 - Aspirační hlásiče



▪ Video detekce



Obrázek 22 - liniový detektor kouře [28]



Obrázek 23 - bodový detektor kouře [29]

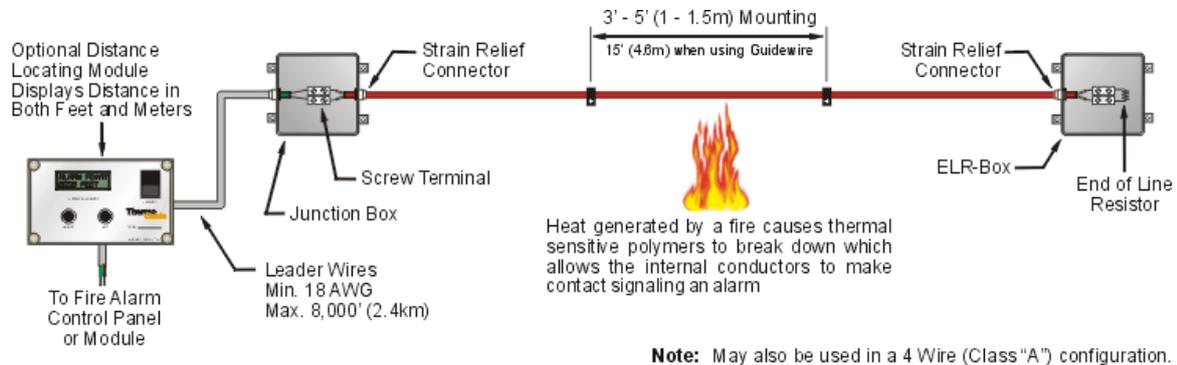
b) Detekce tepla

- Stejně jako u kouře se teplota může měřit buď na jednom bodu, nebo na určité délce. Typickými bodovými hlásiči jsou sprinklerové hlavice, které fungují se zpožděním kvůli přenosu tepla na pojistku.
- Lineární hlásiče mají více způsobů aktivace. Například může fungovat tak, že v jednotném obalu jsou dva dráty, oba s vlastním obalem citlivým na teplo. Při

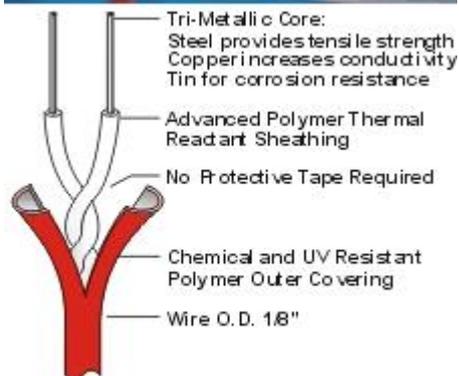


požáru se vnitřní obaly rozpadnou, dráty se spojí, čímž dojde k vyslání signálu na ústřednu.

- Lineární detektory se také často využívají ve skladech, kde mohou měřit teploty podél celých regálů.



Obrázek 24 - Soustava lineární detekce tepla [30]



Obrázek 25 - Stavba lineárního hlásiče tepla [30]

c) Detekce plamene

- Detekce plamene funguje na měření vyzařované tepelné radiace. Tepelná radiace způsobená požárem má odlišné vlnové délky oproti standardním teplotám, a je díky tomu detekovatelná.
- Nejběžnější typ detektoru měří infračervené (IČ) světlo. Složitější detektory mohou měřit i ultrafialové (UV) světlo, nebo kombinace IČ a UV. Jako další



kritérium detekce se může použít frekvence dopadajícího světla. Dle měření plameny požáru oscilují ve frekvenci 1-10 Hz.

- Nevýhodou těchto detektorů je, že musí být udržován volný prostor v měřené oblasti.



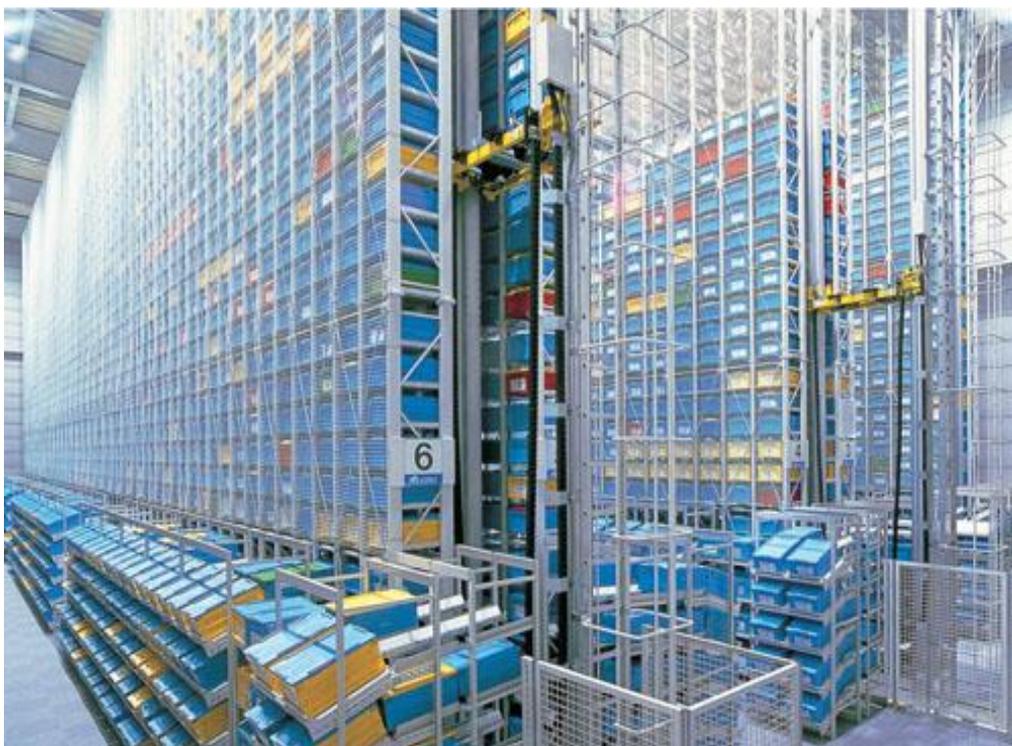
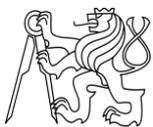
Obrázek 26 - Detektor plamene [31]

5.5. Zakladačové systémy

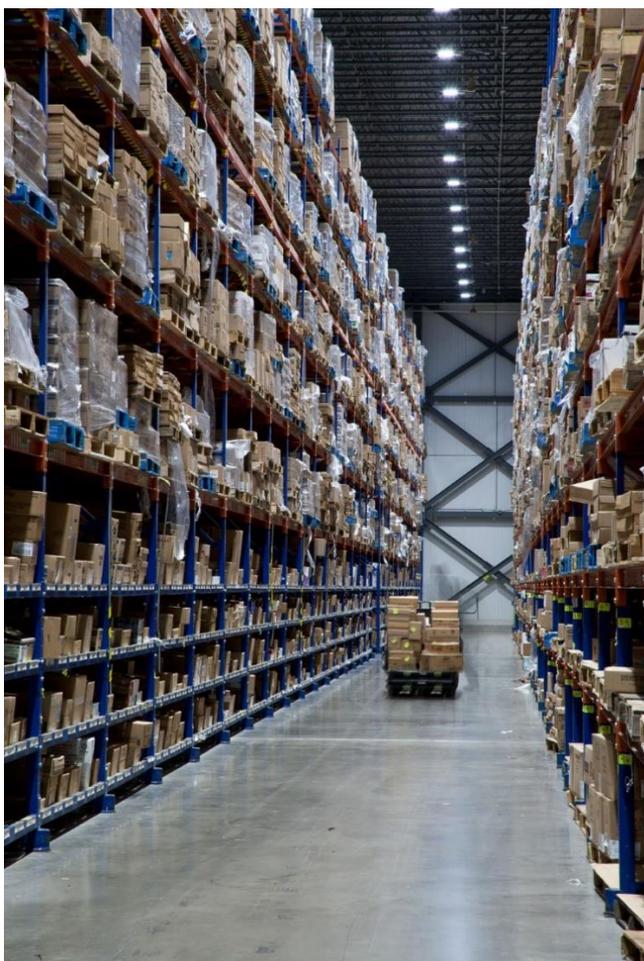
Při použití zakladačových systémů se může prudce zvyšovat výška do které se skladuje. Pokud se v hale skladuje standardním způsobem, výška haly je pro rychlou manipulaci obvykle kolem 12 m. Při použití zakladačových systémů se může tato výška zvednout až na 30 m. Dalším charakteristickým detailem, který má velký důsledek na rozvoj požáru, je zmenšování mezer mezi regály. Zakladačové systémy nepotřebují tolik místa, proto při poruše může dojít k naprosté katastrofě.

Vlivy zakladačů na požár mohou být např. tyto:

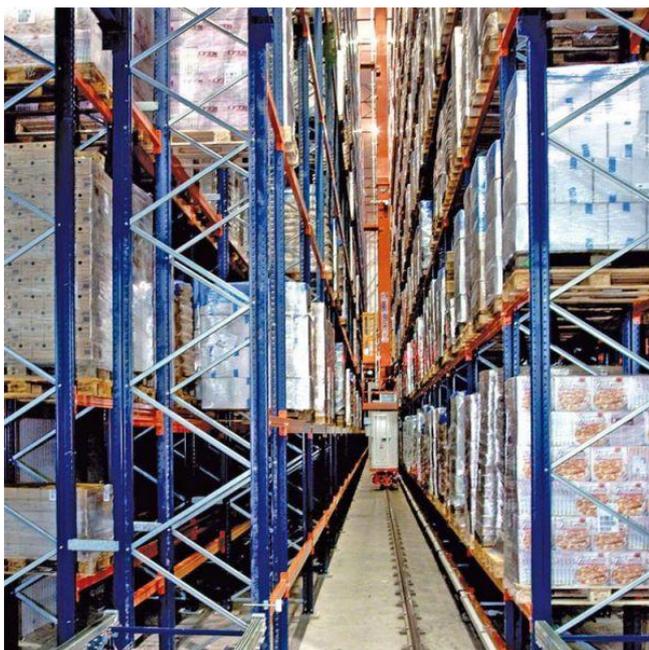
- Přítomná elektronika může způsobit zkrat
- Pohyblivý zakladač může být překážkou pro sprinklerové hašení
- Užší mezery mezi regály a pozice zakladače může překážet při lidském zásahu
- Vyšší skladování a užší mezery zrychlí růst teplot a zlepšší šíření požáru
- Výška a hustota zaskladnění zhorší efektivitu sprinklerového systému
- Zakladače bez obsluhy znamenají méně lidí v objektu, což zhorší možnost zpozorování požáru lidmi



Obrázek 27 - Zakladače umožňují skladovat do větších výšek [25]



Obrázek 28 - Šířka uličky pro vysokozdvizné vozíky [23]



Obrázek 29 - Šířka uličky pro automatické zakladače [24]

5.6. Sklady hořlavých tekutin

Hořlavé kapaliny jsou zcela odlišnou součástí požární bezpečnosti. Přístup k nim se diametrálně liší od přístupu k hašení pevných látek. Při hoření kapalin nejčastěji odhořívá povrchová vrstva kapaliny. Sklady hořlavých kapalin obvykle tvoří samostatný požární úsek. Stejně jako u všech požárních úseků musíme bránit šíření požáru, což v kombinaci s kapalinami znamená, že musíme brát v úvahu možnost rozlití.

Kapaliny se dělí do čtyř tříd nebezpečnosti:

- 1. třídu nebezpečnosti tvoří kapaliny s teplotou vzplanutí do 21 °C
- 2. třídu nebezpečnosti tvoří kapaliny s teplotou vzplanutí mezi 21 °C a 55 °C
- 3. třídu nebezpečnosti tvoří kapaliny s teplotou vzplanutí mezi 55 °C a 100 °C
- 4. třídu nebezpečnosti tvoří kapaliny s teplotou vzplanutí nad 100 °C

5.6.1. Dělení skladů

Sklady hořlavých kapalin se dělí podle objemu a podle možnosti odvětrávání na:

- a) Uzavřený sklad
 - Místnost je plně obestavěná, plochy otvorů nepřesahují 25 % celkové plochy
- b) Částečně uzavřený sklad
 - Sklad, který je zastřešen, ale plocha otvorů v obvodových stěnách je větší než 25 %
 - Může být i zcela bez obvodových stěn
- c) Ohraničený volný sklad
 - Sklad, který brání přestupu tepla na okolní konstrukce pomocí požárních stěn, ale je nezastřešen
- d) Volný sklad
 - Sklad bez střechy či obvodových konstrukcí



- e) Příruční sklad
 - Sklad, ve kterém se může skladovat maximálně 7 m³ hořlavých kapalin
 - Neřeší se třída kapaliny
 - Nemusí tvořit samostatný PÚ
- f) Provozní sklad
 - Sklad o objemu skladovaných hořlavin do 100 m³
- g) Hlavní sklad
 - Sklad pro objemy skladovaných hořlavin nad 100 m³
- h) Nádrže
 - - Mohou být buď nadzemní či podzemní
 - - Rozlišují se nádrže chráněné násypem, chráněné konstrukcí, posíleným pláštěm, aj.

5.6.2. Tlakové láhve

Druhou skupinou tekutin jsou hořlavé plyny. Tato skupina se často překrývá s kapalinami, protože z důvodu přepravy a skladování jsou tyto plyny obvykle zkapalněné. Plyny se dělí do těchto skupin:

- Inertní plyn – plyny, které se s ostatními plyny neinteragují
- Hořlavý plyn – plyny, které za standardních podmínek na vzduchu hoří
- Toxický plyn – plyny, které jsou škodlivé pro zdraví

Skladování zkapalněných plynů se odehrává v tlakových nádobách. Podle objemu rozlišujeme:

- Láhve – 0,5 až 150 litrů
- Tlakové sudy – 150 až 1000 litrů
- Kryogenní nádoby – méně než 1000 litrů, ale doplněny o tepelnou izolaci

5.6.3. Zabezpečení

V místech, kde se skladují hořlavé kapaliny se vyžaduje vybudování havarijní jímky. Tato jímka by se měla dimenzovat na objem největšího skladovaného obalu. Podle způsobu skladování se tedy jedná o sud, nádrž, přepravní obal, či jiné.

Pro zabezpečení hořlavých kapalin se může používat téměř výhradně hasicí zařízení na bázi pěny (kap. 6). Důvod k tomu je jednoduchý, při hoření kapalin odhořívá pouze vrchní vrstva, a pokud hasíme vodou, tak se obvykle hořící kapalina udrží na vrchu, zatímco voda klesne dolů a tím zvedne hladinu. Díky tomu se hořící kapalina může rozlít do okolního prostoru. Pěna při správném způsobu hašení zajistí odizolování hořlaviny od vzduchu. Více o pěnovém hasicím zařízení v kapitole 4.2.



6. Projektování SHZ ve skladech

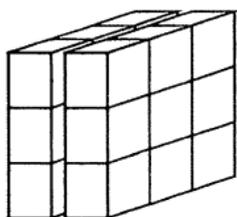
6.1. Druhy skladování

Pro návrh SHZ je důležité, aby se mohlo hasit jakékoliv místo ve skladu. Pro tento základní požadavek je problémem princip skladování – narovnat zboží na co nejmenší plochu.

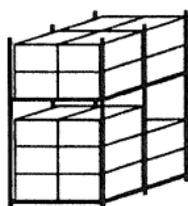
Naše norma ČSN EN 12845 rozlišuje šest hlavních druhů skladování, označovaných jako ST1 – ST6.

- ST1 – volné blokové skladování
- ST2 – Jednořadé regály se sloupkovými paletami, s uličkami šířky min. 2,4 m
- ST3 – víceřadové regály se sloupkovými paletami včetně dvouřadových
- ST4 – paletový regál (ukládání palet na nosníky)
- ST5 – regály s plnou či laťovou/mřížovou policí o šířce menší než 1 m
- ST6 – regály s plnou či laťovou/mřížovou policí o šířce větší než 1 m, maximálně však 6 m

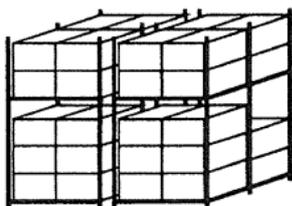
Volně stojící skladování - ST1



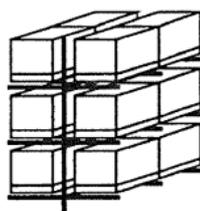
Skladování se sloupkovými paletami - ST2



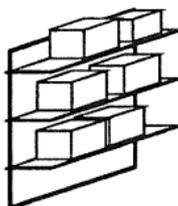
Skladování se sloupkovými paletami - ST3



Paletový regál - ST4



Regály s plnými nebo laťovými policemi - ST5/6



Obrázek 30 - Způsoby skladování [15]



Každý druh skladování má svá omezení. Zahrnuje to ochranu regálovými sprinklery, omezení maximální plochy jednoho skladového bloku, či volné plochy a mezní šířky.

Tabulka 3 - Požadavky pro ochranu a omezení pro způsoby skladování ST1-ST6 [15]

Způsob skladování	Třída nebezpečí	Podmínky použití	Maximální plocha skladovacího bloku (m ²)	Šířka uliček oddělující skladovací řady	Minimální plocha volného prostoru kolem skladovacího bloku (m)
ST1	OH	-	50	Neuplatní se	2,4
	HH	-	150	Neuplatní se	2,4
ST2	OH	-	50	≥2,4	2,4
	HH	-	bez omezení	≥2,4	Neuplatní se
ST3	OH	-	50	Neuplatní se	2,4
	HH	-	150	Neuplatní se	2,4
ST4	OH	-	50	≥1,2	2,4
	HH	bez regálových sprinklerů	Bez omezení	≥1,2	Neuplatní se
		s regálovými sprinklery		≤1,2	Neuplatní se
		s regálovými sprinklery		≥1,2 ; ≤2,4	Neuplatní se
		s regálovými sprinklery		≥2,4	Neuplatní se
ST5	OH	-	50	≥1,2	2,4
	HH	bez regálových sprinklerů	150	≤1,2	2,4
		s regálovými sprinklery	150	≤1,2	2,4
		s regálovými sprinklery	bez omezení	≥1,2	Neuplatní se
ST6	OH	Použije se ochrana HH			
	HH	s regálovými sprinklery	150	1,2	2,4

Tabulka 4 - Maximální výšky skladování bez regálové ochrany [15]

Způsob skladování	Maximální povolená výška skladování (m)				Návrhová intenzita dodávky vody (mm/min)	Účinná plocha - mokrý nebo předstihová soustava (m ²)
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III	Kategorie IV		



ST1 Volně stojící nebo blokové skladování	5,3	4,1	2,9	1,6	7,5	260
	6,5	5	3,5	2	10	
	7,6	5,9	4,1	2,3	12,5	
		6,7	4,7	2,7	15	
		7,5	5,2	3	17,5	300
			5,7	3,3	20	
			6,3	3,6	22,5	
			6,7	3,8	25	
ST2 Regály se sloupkovými paletami jednořadové / ST4 Paletové regály	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	260
	5,7	4,2	2,6	2	10	
	6,8	5	3,2	2,3	12,5	
		5,6	3,7	2,7	15	
		6	4,1	3	17,5	300
			4,4	3,3	20	
			4,8	3,6	22,5	
			5,3	3,8	25	
ST3 Regály se sloupkovými paletami několikařadé / ST5-6 Regály s plnými a laťovými policemi			5,6	4,1	27,5	260
			6	4,4	30	
	4,7	3,4	2,2	1,6	7,5	
	5,7	4,2	2,6	2	10	
		5	3,2	2,3	12,5	
			2,7	15		
			3	17,5		

6.2. Regálové jištění

Pokud ve výše zmíněné tabulce najdeme podmínku na ochranu regálových sprinklerů, musí se instalovat řada sprinklerů i do úrovně skladovaného materiálu. To nám náležitě zvyšuje požadavky na systém SHZ a možnost poškození hlavice, jelikož se hlavice nacházejí v prostoru manipulace s materiálem.

U současného projektování střešní a regálové ochrany se upřednostňuje regálová ochrana. Ta se zajišťuje tím, že se vyberou hlavice s nižší nebo stejnou otevírací teplotou.

Největší vliv pro návrh regálové ochrany má výška skladování. Dělí se podle způsobu skladování ST1 až ST6 (viz výše) a podle kategorie skladovaného materiálu. Ten nám určuje příloha B a příloha C normy. Rozlišujeme 4 kategorie materiálu.



Tabulka 5 - Návrhová kritéria pro současnou ochranu střešními i regálovými sprinklery [15]

Způsob skladování	Maximální povolená výška skladování nad nejvyšší úrovní regálových sprinklerů (m)				Návrhová intenzita dodávky vody (mm/min)	Účinná plocha - mokrá nebo předstihová soustava (m ²)
	Kategorie I	Kategorie II	Kategorie III	Kategorie IV		
ST4 Paletové regály	3,5	3,4	2,2	1,6	7,5	260
			2,6	2	10	
			3,2	2,3	12,5	
			3,5	2,7	15	
ST5-6 Regály s plnými a laťovými policemi	3,5	3,4	2,2	1,6	7,5	260
			2,6	2	10	
			3,2	2,3	12,5	
				2,7	15	



Obrázek 31 - Regálové sprinklery [19]

6.3. ESFR

ESFR znamená Early Suppression Fast Response. Tyto sprinklery jsou známější v Americe, ale s časem pronikly do celého světa. Tyto sprinklery byly navrženy pro skladové a výrobní objekty, pro rychlý zásah a možné uhašení požáru bez zásahu hasičských jednotek. Jako takové se vyznačují velkým průtokem vody. To způsobuje další problémy, se kterými je nutné počítat, a sice potřeba velké nádrže na vodu, velké zatížení na závěsy a konstrukci stropu a větší škody na majetku. Dále je nutné vždy zajistit přesnou montáž, protože v tomto systému se nesmíme dopustit odchylky od návrhu, protože by mohla vést k naprostému selhání systému.



Ale jejich hlavní výhoda spočívá v použití ve skladech. Velký průtok zajišťuje dosáhnutí vody až na spodní patra regálů, čímž odstraňuje potřebu pro regálové sprinklery. Díky tomu také odpadají obvyklé problémy jako možnost poškození hlavice v regálech, menší plocha jištění, a menší náklady na ventilové stanice.

Návrh dle přílohy P

V české normě se navrhování sprinklerů ESFR objevilo teprve s vydáním nové normy v roce 2018. V dřívější době se ESFR mohly navrhnout pouze podle příručky NFPA.

Příloha P nám rozdělila skladované materiály do těchto kategorií:

- Nenapěněné plasty v kartonových obalech
 - o Tato kategorie se použije pro materiály bez plastů či s minimálním obsahem plastů
- Nenapěněné plasty vystavené požáru
- Napěněné v kartonových obalech
- Napěněné vystavené požáru
- Papírové role

Zatřídění do kategorie závisí na podílu hmotnosti (15 %) či objemu (25 %). Pokud se skladuje materiál s vyšší třídou, musí se použít návrhové požadavky pro tuto třídu.

Systémy ESFR se mohou použít pouze v prostorách, které mají řídicí systém.

Dokumentace systému musí obsahovat toto:

- Hodnocení rizik přijímaného zboží
- Kontroly a inspekce
- Údržba systému kvalifikovanou firmou
- Udržování specifikace budovy a zaznamenávání jakýchkoli změn
- Hodnocení skladování
- Hodnocení nebezpečí (např udržování volných průchodů apod.)
- Hodnocení dodržování požadavků systému ESFR
- Postup řešení neshod

Podle skladovaného materiálu, způsobu skladování a výšky stropu se určí potřebný tlak na sprinkler podle jeho K-faktoru.

V některých případech se i pro systém ESFR vyžaduje doplňující regálové jištění, zejména v místech křížení příčných a podélných mezer. Toto jištění se umísťuje doprostřed regálu, maximálně 150 mm mimo osu křížení.

6.4. CMSA

Poslední revize normy z roku 2018 nám zavedla jak ochranu skladů pomocí ESFR, tak pomocí CMSA. CMSA, znamenající Control Mode Specific Application, se také říká ochrana



sprinklery s velkými kapkami. CMSA tvoří sprinklery s K-faktorem rovným nebo větším než 160. Používají se pro speciální nebezpečí skladování, nebo vysoké nebezpečí.

CMSA jsou podobně sprinklerům ESFR v přísném návrhu, netolerujícím žádné odchylky od normy a specifických případech jejich použití. Sprinklery se navrhují pro přivedení požáru pod kontrolu, a s otevírací teplotou 68/74 °C pro mokré soustavy a 141 °C pro suché soustavy. Hlavním účelem vytvoření jejich návrhu bylo pro ochranu skladů s nižším požárním rizikem než by vyžadovaly sprinklery ESFR, ale vyšším než umožňují sprejové hlavice. Jejich návrh závisí hlavně na výšce skladu, výšce skladovaného materiálu a K-faktoru hlavice.

CMSA stejně jako ESFR vyžadují 1 m volného prostoru a mohou chránit maximálně plochu 9 m².

Tabulka 6 - Příklad návrhové tabulky pro použití sprinklerů CMSA na skladování ST1 pro provozy HHS1, HHS2 a HHS3 mimo plastů [15]

Výrobek	Maximální výška skladování (m)	Maximální výška stropu (m)	K-faktor	Typ	Počet sprinklerů	Tlak (bar)	Doba činnosti (min)	Teplota (°C)
HHS1/HHS2	7,6	9,1	280	Mokrý	15	1,1	90	68
	9,1	10,7				1,7		
	10,7	12,2				2,1		
HHS1/HHS2	9,1	12,2	160	Mokrý	15	1,7	90	68
				Suchý	25	1,7	120	141
			240	Mokrý	15	1	90	68
				Suchý	25	1	120	141
HHS3 *	9,1	12,2	160	Mokrý	20	3,5	120	68
				Suchý	25	3,5	120	141
			240	Mokrý	20	1,5	120	68
				Suchý	25	1,5	120	141

* - Méně než 5 % plastů na skladovací jednotku

CMDA neboli Control Mode Density Area, je dalším typem sprinklerů, ale v české normě ještě není zaveden. CMDA je typ skladových sprinklerů, ale jeho návrh je popsán pouze v normě FM Global. Dalšími sprinklery, které můžeme najít v zahraničí jsou ELO (Extra Large Orifices), QRES (Quick Response Early Suppression), EPEC (Enhanced Protection Extended Coverage) a jiné.



7. Údržba

Pro zajištění funkce všech druhů PBZ jsou pochopitelně nutné pravidelné kontroly. Jejich obsah a intervaly se liší přístroj od přístroje. Pro naše stabilní hasicí zařízení nám intervaly určuje ČSN EN 12845. Kontroly musí provádět řádně vyškolená osoba a všechny kontroly řádně zapisovat. Postup kontrol určuje montážní firma. Po každé kontrole se systém musí vrátit do funkčního stavu.

Tato norma nám určuje tyto kontroly:

a) Týdenní

- Obsahuje běžnou kontrolu a dokumentaci:
 - Všech tlakoměrů vzduchu i vody, tlakových nádrží a přívodního potrubí
 - Výšky hladin vody v nádrži
 - Polohu uzavíracích armatur
 - Poplachový zvon se nechává zvonit minimálně po dobu 30 s
 - Zkouška automatického nastartování čerpadla (kontrola paliva, tlaku)
 - Zkoušku opakovaného nastartování diesellového motoru (spuštění motoru po dobu dvaceti minut a jeho okamžité následné znovunastartování)
 - Kontrola systémů pro zajištění teploty – buď vyhřívanou izolaci potrubí či lokální otopné systémy

b) Měsíční

- Norma určuje pouze kontrolu baterií – hustotu a stav elektrolytu. Pokud by se objevil problém, je nutné baterii vyměnit.
- Další kontroly si určuje výrobce konkrétního systému

c) Čtvrtletní

- V tomto období je nutné porovnat změny v objektu – určit, zda se nezměnil provoz, vytápění, či jiné změny které by změnily projektový návrh SHZ
- Je třeba zkontrolovat stav závěsů kvůli korozi; části systému pokryté vazelínou se musejí zkontrolovat, případně znovu namazat a vyměnit součástky, které by mohly poškodit funkčnost systému
- Musí se zkontrolovat funkčnost každé ventilové stanice, a průtokové tlaky musejí odpovídat navrženým hodnotám
- Kontrola funkčnosti sekundárních diesellových generátorů
- Kontrola funkčnosti uzavíracích armatur a následné zajištění ve správné poloze u všech součástech systému
- Kontrola funkčnosti spínačů vyvolávající poplach
- Musí se zkontrolovat počty náhradních dílů

d) Půlroční

- V tomto období se pouze kontrolují suché ventilové soustavy v souladu se standardy výrobců a elektrický přenos signálu požáru do vzdálené ohlašovny požáru



e) Roční

- Zkouška průtoku – zkouší se plné natlakování a průtok na potřebné hodnoty, a vypuštění přes zkušební potrubí. Zkouší se buď čerpadlo, nebo jiný systém zásobování vodou. Při měření tlaku se musí nechat rezerva na tlakové ztráty potrubím.
- Zkouška poplachu kvůli poruše při nastartování dieselového motoru. Po zkoušce se motor musí nastartovat ručním nouzovým spínačem.
- Kontroluje se správná funkce a pozice plovákových ventilů
- Kontrola sacích sítí čerpadel a usazovacích komor. V případě nutnosti je třeba je vyčistit.

f) Tříroční

- Každé tři roky se musí zevnitř prohlédnout nádrž (s výjimkou nádrží na deset let), a v případě nutnosti vypustit a vyčistit. Musí se zkontrolovat proti korozi, a v případě nutnosti obnovit protikorozi ochranu.
- Všechny uzavírací armatury, řídicí ventily a zpětné ventily se musí zkontrolovat, a vyměnit či opravit

g) Desetileté

- Každých deset let se musí nádrže prohlédnout, vyčistit a opravit. Většinou to znamená vypuštění nádrže, ale norma akceptuje způsoby, kdy dojde k ponechání vody v nádrži

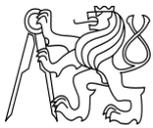
8. Odvětrávání

V požární bezpečnosti se odvětrávání řeší ze dvou hlavních požadavků: větrání únikových cest a odvětrávání prostor s požárním zatížením. Pro odvětrávání únikových cest je požadavek jasný již z názvu – únikové cesty musejí být nezakouřené pro ochranu osob, jak unikajících, tak zasahujících. Toto větrání se navrhuje jako přirozené (na principu vztlaku), nucené a přetlakové (pomocí ventilace).

V prostorech s požárním zatížením se odvětrávání zařizuje pomocí zařízení odvodu kouře a tepla neboli ZOKT. Toto zařízení se také označuje jako SOZ – samočinné odvětrávací zařízení. Hlavním účelem tohoto zařízení je omezení požáru a usnadnění jeho hašení. Oproti SHZ nijak aktivně požár nehasí.

Zařízení odvodu kouře a tepla má tyto účinky v objektu:

- Prodloužení doby evakuace a usnadnění požárního zásahu
- Snížení tepelného namáhání konstrukce
- Snížení materiálových škod na objektu
- Omezení šíření požáru díky horkým spalinám



8.1. Princip

Snahou ZOKT je udržet kouřovou vrstvu nad výškou 2,5 m (1,9 m v garážích). Pokud je prokázáno při výpočtu, že se neohrozí žádné osoby, je možné tuto hranici ještě snížit. Výšku kouřové vrstvy můžeme vypočítat pomocí neutrální roviny.

Pro návrh ZOKT se celý prostor rozdělí na tzv. kouřové sekce. Tyto sekce dle normy nesmějí přesahovat plochu 2 000 m². Dělení kouřových sekcí je zajišťováno obvykle textilními přepážkami, které se na pokyn od EPS rozvinou od stropu, ale tyto hranice mohou být jakékoliv, pokud splní normový požadavek na požární odolnost. Mohou stejně tak být ze skla, vazníků či stěn.

8.2. Dělení

ZOKT se podle způsobu větrání dělí na dvě hlavní skupiny.

První je větrání přirozené. Pohyb vzduchu je zajištěn rozdílnými teplotami způsobující komínový efekt. Horké plyny stoupají ke stropu, kde se nacházejí otvory, nejčastěji světlíky. Tyto otvory jsou otevírány nejčastěji pomocí EPS, ale mohou se otevírat i pomocí tlakových patron s náplní CO₂.

Druhou skupinu tvoří ZOKT s nuceným pohybem vzduchu. To může být zajištěno buď podtlakově, nebo přetlakově. Podtlakové větrání způsobuje nasávání zakouřeného vzduchu na vytipovaných místech – nejčastěji u stropu. Přetlakové větrání naopak nasává nezakouřený vzduch z okolního prostředí.

Výhodou nuceného systému pohybu vzduchu je, že není závislý na teplotě. Pohyb vzduchu je zajištěn požárními ventilátory, a proto je mnohem spolehlivější. A stejně tak lze velice snadno vypočítat kvantitativně potřebu čerstvého vzduchu a počet potřebných otvorů. U nuceného pohybu vzduchu se také nemusíme obávat o různé překážky, které by mohly narušit pohyb vzduchu či o možné šíření kouře z důvodu ochlazování.

8.3. Aktivace

Spouštění zařízení odvodu kouře a tepla může být buď automatické, či ruční. V provozech, kde se preferuje ochrana majetku, by se ZOKT mělo aktivovat ručně, například ve skladech. Naopak v provozech, kde se upřednostňuje ochrana osob, se navrhuje automatické otevírání, společně s tlačítkovými ovladači.

Dalším způsobem otevření ZOKT je tlaková patrona. Princip otevření je stejný jako u sprinklerových hlav. Po dosažení otevírací teploty se patrona aktivuje, a stlačená náplň (nejčastěji CO₂) prudce otevře světlík. Po uhašení požáru je nutné tuto patronu vyměnit.



8.4. Návrh

Při návrhu se musí vždy přihlížet k součinnosti s SHZ. Špatná koordinace může zapříčinit kompletní selhání jednoho s těchto systému. Nejčastějším řešením je manuální otevírání ZOKT, po aktivaci sprinklerových hlavíc. Pokud chceme navrhnout automatickou aktivaci, tak se musí navrhnout otevírací teplota světlíku alespoň na 92 °C.

9. Problematika součinnosti SHZ a ZOKT

Problematika součinnosti těchto dvou PBZ je velice složité kvůli spoustě fyzikálních faktorů ovlivňujících průběh požáru. Ať už jde o teplotní výkyvy způsobené sprinklery, proud vzduchu směřující mimo oblast sprinklerových hlavíc, odnášení kapek vody a jiné. Vliv na tyto jevy má dispozice prostoru, požární zatížení, způsob hašení apod. Pro vyhnutí se těmto problémům je třeba vyřešit správně návrh PBZ, zkoordinovat jejich aktivaci a činnost, stanovit si jejich prioritu a posoudit jejich vzájemný účinek.

Vždy je nutné správně posoudit návrh – určit správně primární PBZ (u skladů se musí více chránit zboží, u shromažďovacích prostorů lidé, u výrobních objektů stroje, atd.) a určit správně časové prodlevy mezi jednotlivými úkony. K tomuto nám slouží systém EPS. Je sice možné využít i jiné systémy, ale EPS se z hlediska koordinace a se hodí nejvíce.

9.1. Primární aktivace

Vždy je pro návrh nutné určit které zařízení bude upřednostňováno. Obvyklé rozdělení je podle ochrany osob či ochrany majetku. Ve skladech, kde je velké požární zatížení a spousta materiálu se obvykle nastaví primární aktivace SHZ, případně i se započítáním regálového jištění. Jako druhořadá je aktivace odvětrávání. Tato funkce je v některých případech i normou upřesněna na rozdíl teplotní aktivace (sprinklery 68 °C a světlíky 92 °C), nebo ruční aktivací určenou jen a pouze pro jednotky HZS. Tato priorita nám zajistí omezení šíření a rozvoje požáru, připraví jednodušší hasební zásah, sníží škody a množství toxických látek.

Naopak v objektech s trvalým pobytem většího množství lidí se upřednostňuje ochrana obyvatel. To znamená, že se jako primární zařízení považuje ZOKT. To znamená že se snažíme udržet evakuační cesty co možná nejvíce nedotčené a nezakouřené, nejen pro únik lidí, ale také pro zásah HZS. Prioritní spouštění ZOKT nám také zajistí zvednutí kouřové vrstvy, odvod tepla a toxických látek. Tato funkce se preferuje ve větších objektech jako jsou například nákupní centra, zábavní prostory, divadla, apod.



9.2. Špatné navržení

Pokud je SHZ a ZOKT navrženo v jednom objektu, může se dostavit jeden z těchto problémů:

1) Strhávání kouřové vrstvy k podlaze

- Toto je problém při primární aktivaci SHZ. Vrstva teplého kouře aktivuje hlavici, z té se spustí proud vody, který následně ochlazuje kouř. Ten následně klesá. Tento jev je nazýván „smoke logging“.
- Nejvhodnější metodou pro tento kontrolu tohoto jevu jsou počítačové modelace.
- Při strhávání kouře k podlaze může dojít k ohrožení unikajících osob či k zasahujících jednotek
- V zásadě platí že tím větší kapky tvoří SHZ a pod větším tlakem vypouští do požáru, tím více se narušuje akumulární schopnost kouře. Vztah mezi odporovými silami kapek a vztlakovými silami kouře se označuje jako D/B (drag-to-buoyancy)

2) Transport vodních kapek

- Problémem velkých kapek je strhávání kouře k podlaze, a v kontrastu s tím je problémem malých kapek možný transport. Toto nastává v případě návrhu nuceného odvodu kouře a tepla v kombinaci s návrhem mlhového SHZ či vodního SHZ s malými kapkami.
- Pro ověření tohoto problému by se měly vymodelovat oblasti u nasávacích/výfukových armatur ZOKT a zjistit rychlosti a průběhy vzdušných proudů
- Nucené ZOKT se mohou v kombinaci s mlhovým SHZ ovládat pouze ručně

3) Aktivace hlavic mimo požár

- Tento problém souvisí s transportem vodních kapek, ale z hlediska kouře. Vzdušné proudy mohou teplý kouř odvést mimo ohnisko požáru, a po cestě aktivovat sprinklerové hlavice. Díky aktivování těchto hlavic mimo ohnisko požáru dojde ke snížení tlaku v rozvodech SHZ a menšímu rozstříku kapek na správném místě
- Z tohoto důvodu se obvykle nenavrhuje volný transport kouře přes požární úsek, je to další faktor na posouzení interakcí SHZ a ZOKT
- Možné řešení je navrhnout kouřovody u stropu, s nasávacími místy po celé půdorysné ploše místnosti.

4) Rozdíly v teplotní aktivaci

- Jak bylo již několikrát zmíněno, odvod kouře může mít dopad na SHZ. Při nedostatečné kumulaci kouře u hlavic nemusí dojít k dosažení otevírací teploty.



- U systémů ESFR je normou určena ruční aktivace ZOKT. Systém ESFR zajišťuje vyšší ochranu materiálu, i za cenu velkého zatížení rozvodů, velké množství vody v nádrži a podobně.
- Tento problém je možné řešit zádržnými plechy u sprinklerových hlavíc či kouřovými zástěnami, které také zvýší množství tepla u hlavice. Dále se doporučuje napojit systém ZOKT na EPS a umožnit ruční otevření.



10. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Sprinklerové zařízení se suchou a mokrou soustavou [4]	7
Obrázek 2 - Složení hlavice se skleněnou pojistkou [2]	9
Obrázek 3 - Složení hlavice s tavnou pojistkou [2].....	9
Obrázek 4 - Stojatá hlavice [4]	10
Obrázek 5 - Závěsná hlavice [4].....	10
Obrázek 6 - Horizontální hlavice [4]	10
Obrázek 7 - ESFR hlavice [4]	11
Obrázek 8 - Suchá závěsná hlavice [4]	11
Obrázek 9 - Mokrý ventilová stanice [3]	14
Obrázek 10 – Zkouška drenčerového hasicího zařízení [5]	20
Obrázek 11 - Drenčerová hlavice [6]	21
Obrázek 12 - Místnost po aktivaci vysokotlakého SHZ [7]	21
Obrázek 13 - Proud nízkotlaké mlhy [8]	22
Obrázek 14 - Strojovna pěnového hasicího zařízení [10].....	23
Obrázek 15 - Pěnotvorná souprava [10]	23
Obrázek 16 - Používání hasicí pěny [11].....	25
Obrázek 17 - Hašení práškem [12]	26
Obrázek 18 - Zásobníky Inergenu IG -541 [13].....	27
Obrázek 19 - Zdroje požárů v USA v letech 2003-2006 [19]	30
Obrázek 20 - Hala McFrugals před požárem [26].....	31
Obrázek 21 - Hala McFrugals během požáru [27].....	31
Obrázek 22 - liniový detektor kouře [28]	33
Obrázek 23 - bodový detektor kouře [29].....	33
Obrázek 24 - Soustava lineární detekce tepla [30]	34
Obrázek 25 - Stavba lineárního hlásiče tepla [30].....	34
Obrázek 26 - Detektor plamene [31].....	35
Obrázek 27 - Zakladače umožňují skladovat do větších výšek [25]	36
Obrázek 28 - Šířka uličky pro vysokozdvížné vozíky [23]	36



Obrázek 29 - Šířka uličky pro automatické zakladače [24].....	37
Obrázek 30 - Způsoby skladování [15]	39
Obrázek 31 - Regálové sprinklery [19]	42

11. Seznam tabulek

Tabulka 1 - Naměřené výsledky z pokusu na Hongkongské univerzitě [16]	12
Tabulka 2 - Vypočítané hodnoty RTI z pokusu na Hongkongské univerzitě [16]	13
Tabulka 3 - Požadavky pro ochranu a omezení pro způsoby skladování ST1-ST6 [15].....	40
Tabulka 4 - Maximální výšky skladování bez regálové ochrany [15]	40
Tabulka 5 - Návrhová kritéria pro současnou ochranu střešními i regálovými sprinklery [15]	42
Tabulka 6 - Příklad návrhové tabulky pro použití sprinklerů CMSA na skladování ST1 pro provozy HHS1, HHS2 a HHS3 mimo plastů [15]	44



12. Zdroje

- [1] 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. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-103-3.
- [2] BEBČÁK, Petr, Aleš DUDÁČEK a Michail ŠENOVSKÝ. *Vybrané kapitoly z požární ochrany III*. 2006. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 80-86634-98-1.
- [3] RYBÁŘ, Pavel. Sprinklerová stabilní hasicí zařízení - I. díl. *TZB-info* [online]. 28.3.2016 [cit. 2019-04-28]. ISSN 1801-4399. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/pozarni-vodovod/13971-sprinklerova-zarizeni-i-dil>
- [4] KAFKA, Bohumil. *Požární bezpečnost (I): Sprinklerové hasicí zařízení* [online]. 8.6.2004 [cit. 2019-06-02]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/2017-pozarni-bezpecnost-i-sprinklerove-hasici-zarizeni>
- [5] *Drenčerové vodní SHZ* [online]. KLIKA-BP a.s. © 2012 [cit. 22.4.2018]. Dostupné z: <http://www.klika.cz/cs/katalog/vodni-drencerove-shz.html>
- [6] *Drencher* [online]. Novenco Fire Fighting A/S. © Novenco 2008 [cit. 22.4.2018]. Dostupné z: http://www.novencofirefighting.com/XFlow_%C2%AE/Drencher.aspx
- [7] RYBÁŘ, Pavel. Mlhová SHZ s otazníky. 112 [online]. 2015, **XIV**(11) [cit. 2019-06-02]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xiv-cislo-11-2015.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>
- [8] RYBÁŘ, Pavel. *Mlhová stabilní hasicí zařízení pro protipožární ochranu objektů a technologií (1. část)* [online]. 4.9.2017 [cit. 2019-06-02]. Dostupné z: <https://www.tzb-info.cz/pozarni-bezpecnost-staveb/16205-mlhova-stabilni-hasici-zarizeni-pro-protipozarni-ochranu-objektu-a-technologiei-1-cast>
- [9] *VC Vodní clony* [online]. Timko-servis spol. s r.o. © 2017 [cit. 23.4.2018]. Dostupné z: <https://timkoservis.cz/vc-vodni-clony/>
- [10] *Sprejové a pěnové stabilní hasicí zařízení chemické výroby* [online]. LEŇO stabil Czech s.r.o. © 2018 [cit. 22.4.2018]. Dostupné z: <https://www.lenostabil.cz/cs/reference/detail/sprejove-a-penove-stabilni-hasici-zarizeni-chemicke-vyroby>
- [11] *Firefighting foam concentrates: The constant evolution: Part 2* [online]. Gulf Fire & MDM Publishing, 2016, 6.10.2016 [cit. 2019-06-02]. Dostupné z: <http://www.fire24seven.com/product/trident-foamate-1-0-class-a-foam-system/portable-foam-equipment-01/>



-
- [12] POKORNÝ, Jiří, Věra ŽÍDKOVÁ a Radim BEZDĚK. *Chování pyrotechnických výrobků v podmínkách požáru* [online]. 11.11.2005 [cit. 2019-06-02]. Dostupné z: <http://www.hzsmk.cz/prevence/pyrotechnika.php>
- [13] *Inergen* [online]. KLIKA-BP a.s. © 2012 [cit. 22.4.2018]. Volně dostupné z: <http://www.klika.cz/cs/katalog/vodni-drenerove-shz.html>
- [14] KOUBKOVÁ, Ilona. Stabilní hasicí zařízení [Přednáška]. In: Katedra technických zařízení budov K1125 [online], Praha: ČVUT v Praze [cit. 22. 4. 2018]. Dostupné z: <http://tzb.cvut.cz/files/vyuka/125pbzb/prednasky/125pbzb-03.pdf>
- [15] ČSN EN 12845. *Stabilní hasicí zařízení - Sprinklerová zařízení: Navrhování, instalace a údržba*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2018.
- [16] SZE, C.K. Response time index of sprinklers. *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes* [online]. 2009, **1999-2012**(1), 6 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: https://www.bse.polyu.edu.hk/researchcentre/fire_engineering/summary_of_output/journal/IJEPBFC/2009/P1-6.pdf
- [17] ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb: Společná ustanovení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2016.
- [18] DOBEŠ, Martin. *Interakce požárně bezpečnostních zařízení SHZ a ZOKT*. Praha, 2017. Diplomová práce. ČVUT.
- [19] DINABURG, Joshua a Daniel T. GOTTUK. *Fire Detection in Warehouse Facilities*. Baltimore: Springer, 2012. ISBN 978-1-4614-8115-7.
- [20] TSANG, N.C. Study on the response time index of sprinklers. *International Journal on Engineering Performance-Based Fire Codes* [online]. 2004, **1999-2012**(4), 1-8 [cit. 2019-04-28]. Dostupné z: https://www.bse.polyu.edu.hk/researchcentre/fire_engineering/summary_of_output/journal/IJEPBFC/V6/p.234-241.pdf
- [21] ČSN 65 0201. *Hořlavé kapaliny – Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2003
- [22] PATKOVÁ, Jana. 7 největších požárů historie. *ZOOM magazin* [online]. 2019, 3(1), [cit. 2019-12-13]. Dostupné z: <https://zoommagazin.iprima.cz/zajimavosti/7-nejvetsich-pozaru-historie>
- [23] *Flickr* [online]. Yahoo! s.r.o. © 2012 [cit. 13.12.2019]. Volně dostupné z: <https://www.flickr.com/photos/ledesigngroup/8142097634/in/photostream/>
- [24] *China Suppliers* [online]. China.cn a.s. © 2017 [cit. 13.12.2019]. Volně dostupné z: <https://detail.en.china.cn/provide/pic159027227.html>
-



-
- [25] *OTS Racking* [online]. Nanjing OTS Racking Equipment Co. © 2014 [cit. 13.12.2019]. Volně dostupné z: <https://www.otsrack.com/automated-racking-system/asrs-automatic-storage-and-retrieval-system.html>
- [26] *Luquet Architects* [online]. Luquet Architects LLC © 2015 [cit. 12.12.2019]. Volně dostupné z: <http://luquetarchitects.com/pic-n-save--mcfrugals.html>
- [27] BROWN, David. Ain't There (dere) No More - New Orleans. In: facebook.com [online]. 13.8.2013 [cit. 13.12.2019]. Volně dostupné z: <https://www.facebook.com/photo.php?fbid=553017654735747&set=gm.10151811225620638&type=1&theater>
- [28] *Linear smoke detectors* [online]. Siemens s.r.o. © 2018 [cit. 13.12.2019]. Volně dostupné z: <https://new.siemens.com/global/en/products/buildings/fire-safety/detection/special-detectors/linear-smoke-detectors.html>
- [29] *Gigaset smoke* [online]. Gigaset Communications a.s. © 2018 [cit. 13.12.2019]. Volně dostupné z: https://www.gigaset.com/hq_en/gigaset-smoke-rauchwarnmelder-1174/
- [30] *Linear Heat Detection LHD* [online]. Safe Fire Detection Inc. © 2017 [cit. 13.12.2019]. Volně dostupné z: http://www.safefiredetection.com/pages/What_is_LHD.htm
- [31] *Fire Flame Detection System* [online]. Taiyo Fire Protection And Plumbing Systems Private Limited © 2016 [cit. 13.12.2019]. Volně dostupné z: <https://www.indiamart.com/proddetail/fire-flame-detection-system-16567506062.html>
- [32] ŽELEZNÝ, Michal. *Návrh aktivních protipožárních opatření v polyfunkčním objektu*. Praha, 2018. Bakalářská práce. ČVUT.