

Návrh požární signalizace s použitím nasávacích systémů

Patrik Habáň

Bakalářská práce
2023



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky
Ústav bezpečnostního inženýrství

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Patrik Habáň**
Osobní číslo: **A19481**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Návrh požární signalizace s použitím nasávacích systémů.**
Téma práce anglicky: **Design of Fire Alarms Using Smoke Extraction Systems**

Zásady pro vypracování

1. Popište základní funkce EPS a požárních hlásičů.
2. Vysvětlete princip činnosti a komponenty nasávacích systémů.
3. Zpracujte normativní požadavky k tématu
4. Vytvořte vývojový diagram funkce vyhodnocení poplachu
5. Navrhněte nasávací systém pro konkrétní objekt
6. Změřte dopravní zpoždění nejdlejší větve nasávacího systému
7. Naznačte další vývoj v této oblasti.

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. Zlín: VeRBuM, 2011. ISBN 978-80-87500-05-7.
2. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. Zlín: VeRBuM, 2012. ISBN 978-80-87500-19-4.
3. LUKÁŠ, Luděk a kolektiv. Bezpečnostní technologie, systémy a management III. Zlín: VeRBuM, 2013. ISBN 978-80-87500-35-4.
4. BURDA, Karel. Základy elektronických zabezpečovacích systémů. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2017. ISBN 978-80-7204-967-7.
5. VALOUCH, Jan. Projektování integrovaných systémů. Vyd. 2. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2015, 1 online zdroj (169 s.). ISBN 978-80-7454-557-3

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Rudolf Drga, Ph.D.**
Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce: **13. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. června 2023**

doc. Ing. Jiří Vojtěšek, Ph.D. v.r.
děkan



Ing. Jan Valouch, Ph.D. v.r.
ředitel ústavu

Ve Zlíně dne 13. prosince 2022

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Zaměřením bakalářské práce jsou nasávací systémy požární signalizace. Obsah pojednává o problematice norem typu EN a ČSN nebo jiných odborných dokumentů a nařízení od vyhlášky č. 246/2001 Sb. po normu ČSN 73 0895. Dále popisuje funkce EPS, uvádí jiné možnosti málo běžné detekce požáru, druhy možných objektů, pro které je tento druh detekce vhodný nebo charakterizuje komponenty nasávacího systému i s dodatečným vybavením. Zvoleným výrobcem je SIEMENS a konkrétně jeho systém Titanus pro sens s jedním vstupem pro nasávací potrubí. Praktická část obsahuje popis objektu, pro který je navržen nasávací systém, potřebné komponenty pro instalaci, výpočet náhradního zdroje a jiné. V neposlední řadě je doporučen servis/údržba pro danou sestavu a také změřením délky zpoždění vyhodnocení požáru.

Klíčová slova: Nasávací systém, ASD, FSD, požár, kouřová čidla, ČSN.

ABSTRACT

The focus of the bachelor thesis is aspirating smoke detection systems. The content deals with the issues of European Standards and Czech technical standards type standards or other technical documents and regulations from Decree No. 246/2001 Coll. to Czech technical standard 73 0895. It also describes the functions of the EPS, lists other possibilities of less common fire detection, types of possible objects for which this type of detection is suitable or characterises the components of the aspirating smoke detection system with additional equipment. The chosen manufacturer is SIEMENS and specifically its Titanus system for sens with one inlet for the intake pipe. The practical part includes a description of the object for which the intake system is designed, the necessary components for installation, the calculation of the replacement source, etc. In the end the maintenance/service is recommended for the assembly and the measurement of the fire evaluation delay length.

Keywords: Aspirating smoke detection, ASD, FDS, fire, smoke detectors, ČSN.

Tímto děkuji vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Rudolfu Drgovi, Ph.D. za odborné vedení a užitečné rady, které vedly k dokončení této práce. Poděkování patří také firmě ERKO elektro za předané praktické a pracovní zkušenosti.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 HISTORIE EPS A PŘÍKLADY ZAŘÍZENÍ DETEKCE POŽÁRU	11
1.1 LINEÁRNÍ HLÁSIČE	11
1.2 DESTRUKČNÍ TEPLOTNÍ KABELY	11
1.3 BODOVÉ DETEKTORY KOUŘE.....	12
1.4 FIBROLASER.....	12
2 SPOLUPRÁCE EPS A JINÝCH SYSTÉMŮ	13
3 NORMATIVNÍ POŽADAVKY NA EPS	14
3.1 VYHLÁŠKA Č. 246/2001 SB.	14
3.2 ČSN EN 54-x.....	15
3.3 ČSN EN 54-20 ELEKTRICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE – ČÁST 20: NASÁVACÍ HLÁSIČE.....	16
3.4 ČSN 73 0875.....	18
3.5 ČSN 34 2710.....	20
3.6 ČSN 73 0895.....	21
4 DŮVODY VYUŽITÍ NASÁVACÍCH SYSTÉMŮ	22
5 KOMPONENTY NASÁVACÍCH SYSTÉMŮ	23
5.1 VYHODNOCOVACÍ JEDNOTKA	23
5.2 VZDUCHOVÉ POTRUBÍ	25
5.2.1 Potrubí tvaru I	25
5.2.2 Potrubí tvaru U	26
5.2.3 Potrubí tvaru M	26
5.2.4 Potrubí tvaru dvojnásobné U.....	26
5.2.5 Potrubí tvaru čtyřnásobné U.....	27
5.3 VZDUCHOVÉ FILTRY	28
5.4 TLUMIČ HLUKU	28
5.5 KONDENZAČNÍ NÁDOBA	28
5.6 REDUKCE NASÁVACÍCH OTVORŮ V POTRUBÍ	29
5.7 UZAVÍRACÍ VENTIL.....	29
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
6 SEZNÁMENÍ S PROSTŘEDÍM	32
7 NÁVRH POTRUBÍ	33
8 POTŘEBNÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO INSTALACI.....	35
9 INSTALACE NASÁVACÍ JEDNOTKY	36

9.1	PROPOJENÍ JEDNOTKY A KOMUNIKACE S OKRUHEM	37
9.2	NASTAVENÍ JEDNOTKY	40
10	ZÁLOŽNÍ ZDROJ	41
11	MĚŘENÍ ČASOVÉHO ZPOŽDĚNÍ.....	43
12	PÉČE O INSTALACI.....	45
12.1	SERVIS.....	45
12.2	ÚDRŽBA	46
13	DALŠÍ VÝVOJ V OBLASTI NASÁVACÍCH SYSTÉMŮ.....	47
	ZÁVĚR	48
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	49
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	51
	SEZNAM OBRÁZKŮ	52
	SEZNAM TABULEK.....	53

ÚVOD

Způsobů detekce vznikajícího požáru existuje hned několik. Nejběžnějším případem je použití opticko-kouřových hlásičů a mechanických tlačítek. Tento způsob realizace zabezpečení je již znám a jednoduše dohledatelný. Zaměření této práce tudíž bude na nasávací systémy. Konkrétně bude využito systému Titanus pro sens, kterým disponuje firma SIEMENS. Jedná se o vcelku atypický druh řešení indikace požáru, který širší veřejnost prakticky nezná a neseťká se s ním. Díky absenci kabeláže je systém vhodný například do prostředí s elektromagnetickým rušením. Výhod existuje však mnohem více, ať už ohledně systému jako takového, tak i ohledně následné obsluhy v rámci servisu a údržby.

Cílem teoretické části práce, je seznámit čtenáře hlavně s normativní stránkou pro elektrickou požární signalizaci a s konkrétními prvky nasávacího systému. Pro praktickou část je cílem navrhnout systém od potrubí až po přenos signálu k ústředně EPS včetně záložního zdroje a změření času potřebného k vyhodnocení poplachu.

Splněním těchto cílů bude čtenář seznámen s nasávacími systémy a jejich principy. Přínosem bude taktéž návod na sestavení, zapojení a nastavení systému. V neposlední řadě budou známy časové hodnoty dopravního zpoždění a vyhlášení poplachu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HISTORIE EPS A PŘÍKLADY ZAŘÍZENÍ DETEKCE POŽÁRU

System, který dokáže včas varovat o vznikajícím požáru může být v 21. století velmi přínosný. Oproti poplachovému a zabezpečovacímu tísňovému systému však nechrání hmotný či nehmotný majetek, nýbrž především lidské životy, a až poté jiná aktiva v rámci objektu. Historicky první detektory kouře se objevily v roce 1951, které však nebyly připravené na komerční použití. Do běžného povědomí lidí se dostaly teplotní detektory a to v roce 1955, kdy byly dostatečně kompaktní a spolehlivé. V pohledu na dnešní dobu by spolehlivost detektorů a celých systémů měla být samozřejmostí, avšak nemusí tomu tak být. Odstrašujícím případem může být požár národní kulturní památky Libušín na Pustevnách. Zde v roce 2014 selhala moderní technologie – poplach z ústředny nebyl dále přenesen na patřičné dohledové a poplachové přijímací centrum (dále DPPC), tudíž příjezd jednotek hasičských záchranných sborů byl opožděn o několik minut. Tyto minuty mohou hrát vždy velkou roli v boji s ohněm a tím pádem i snížení výsledných škod. [1,2]

V minulosti byly běžně využívány komponenty pracující například s radioaktivním materiálem. V tomto případě byla nutná větší opatrnost při zacházení s jednotlivými prvky. Mimo problémů s manipulací a instalací v dřívějších dobách, nastávají i nyní problémy s demontáží a následnou likvidací těchto detektorů, jelikož se musí zařídit speciální likvidace prvku kvůli americiu 241. [10]

1.1 Lineární hlásiče

Elektrická požární signalizace (dále EPS) však nejsou jen detektory teploty nebo detektory kouře. Není vždy vhodné nebo dostačující použití těchto technologií. Pro různé potřeby byly postupem času vynalezeny i jiné varianty jak detekovat vnikající požár. Jedná se o varianty jako jsou lineární hlásiče, které dokáží pokrýt poměrně velkou plochu. Výhodou těchto hlásičů je jejich instalace, jelikož odpadá nutnost instalování n kusů bodových detektorů. Instalují se dva kusy tohoto zařízení v daném objektu naproti sobě. [10]

1.2 Destrukční teplotní kabely

Dalším řešením mohou být teplotní kabely založené na destrukčním principu. Jsou využity na těžko přístupných místech, v celoročním provozu a jiných místech s těžko dostupným řešením servisu. Jelikož se jedná o řešení bez elektroniky, není potřeba samotný kabel kontrolovat dle normativních nařízení. Způsob vyhodnocení je naprosto banální, avšak dostatečně účinný, jelikož se zakládá na destrukci kabelu. Ten se skládá ze dvou metalických

drátů separátně oddělených a izolovaných. Kabel je na svém konci rozdělen na jednotlivé žíly spojené odporem. Pokud dojde k požáru, izolace mezi žilami se naruší (konkrétně ztrácí izolační vlastnosti) nebo úplně přeruší a dojde ke spojení obvodu, tudíž i k vyhodnocení poplachu. [10]

1.3 Bodové detektory kouře

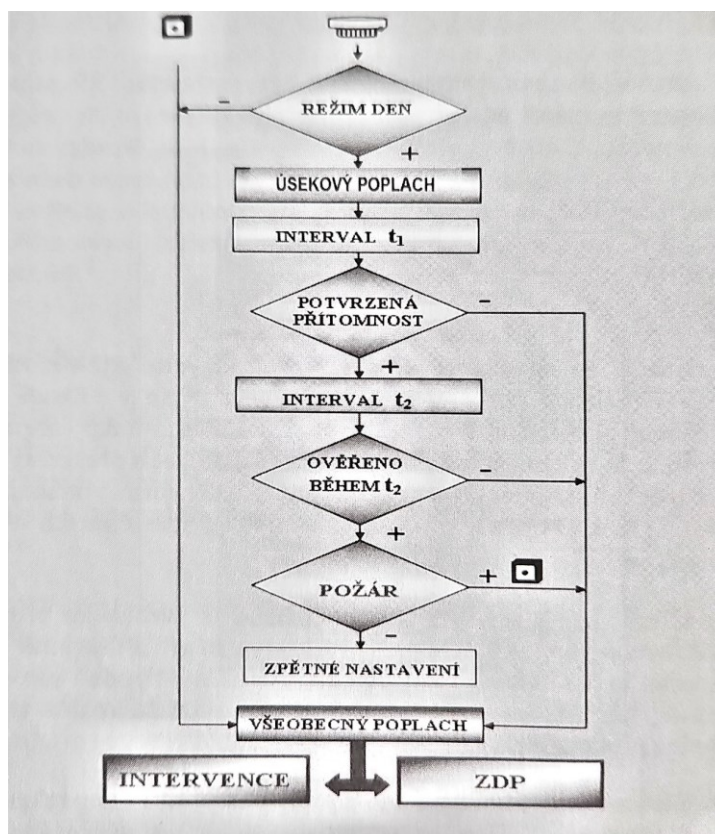
Nejčastějším řešením pro detekci požáru jsou bodové opticko-kouřové detektory. Oblast využití této technologie je obrovská. Použití je vhodné od domácností, přes komerční objekty jako obchodní centra až pro celé firemní areály. Jedná se o samočinné hlásiče využívající principu odrazu světla od mikroskopických částí zplodin. Tohoto principu využívají i moduly nasávacích systémů. Využívají však dvou diod, které emitují dvě různé vlnové délky (modré světlo a infračervené světlo). Mimo detektory kouře, existují i hybridní detektory, které spojují například detekci teploty a kouře. [10]

1.4 FibroLaser

Liniový typ detektoru založený na principu mechanických deformací optického vlákna. Optické vlákno je paralelně vedeno s válečkem z materiálu o velké teplotní roztažnosti. K vyhodnocení poplachu dochází tehdy, kdy je světlovod mechanicky deformován a tím pádem se změní odraz optického signálu. Tato varianta je nyní nahrazena liniovým hlásičem s optickým detekčním kabelem, který využívá principu Ramanova rozptylu. Interakcí fotonů světla s vibračními stavy atomů dochází ke změnám frekvence fotonů světla. [10]

2 SPOLUPRÁCE EPS A JINÝCH SYSTÉMŮ

Princip činnosti požární signalizace není jen včasná detekce vznikajícího požáru a vyhlášení poplachu, ale také ovládání jiných druhů zařízení. Systém dokáže být propojen s ovládáním požárních klapek, klíčovým trezorem požární ochrany nebo s požárními dveřmi. Ovládání těchto požárně bezpečnostních zařízení (PBZ) se dříve zastřešovalo systémem měření a regulace (dále MaR). Toto řešení však nebylo často vyhovující, jelikož systém MaR nemá rozvodné a komunikační trasy požárně chráněné a navíc bylo potřeba z vyhodnocení požáru v ústředně EPS přenést signál nejprve rozvaděč přes MaR, kde následně mohlo dojít k aktivaci dodatečných zařízení. Celá akce tedy byla méně efektivní a byla velká pravděpodobnost selhání skrze kabelové trasy, které nejsou dostatečně chráněny. EPS také dokáže pracovat v několika režimech. Příkladem je režim DEN/NOC. Hlavním rozdílem tohoto režimu je chod systému s obsluhou v dosahu ústředny (den) a chod bez přítomnosti obsluhy (noc). [10]



Obrázek 1: Vývojový diagram režimu DEN/NOC [10]

3 NORMATIVNÍ POŽADAVKY NA EPS

Jelikož EPS nespadá již řadu let jen do kategorie lidských nápadů a snů, musejí tato zařízení zachraňující lidské životy splňovat jisté nařízení a předpisy. Technických norem vztahujících se k tématům požáru je hned několik. V této kapitole budou konkrétní (momentálně aktuální) normy uvedeny, seřazeny a popsány.

Veškeré normy lze rozdělit v podstatě do tří hlavních skupin a to jsou projektové normy, výrobové normy a normy požární ochrany. Projektové normy slouží primárně pro projektanty systémů požární signalizace, kde se dá rozlišovat projektant požárně bezpečnostního řešení a projektant EPS, každé z těchto odvětví používá jinou normu. Popis jednotlivých komponent (výrobků) jako jsou ústředny, detektory, tlačítkové hlásiče nebo jiná speciální zařízení pro signalizaci mají na starost výrobové normy a jsou převzaty z evropské předlohy. Do poslední skupiny (norem požární ochrany) spadají dokumenty, které se dají považovat jako podklady pro projektanty požární ochrany. Tyto dokumenty jsou také známé jako „Kodex norem požární bezpečnosti staveb“ a jedná se o normy řady ČSN 73 08xx. Níže jmenované dokumenty však nejsou všechny. [16]

3.1 Vyhláška č. 246/2001 Sb.

Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru, jinak řečeno vyhláška o požární prevenci. Momentálně aktuálním zněním je vydání 1.1.2022 (verze 4). Nejdůležitější informace obsahuje část druhá, ve které se nachází například základní požadavky (§2), druhy vyhrazené požární techniky, věcných prostředků požární ochrany a požárně bezpečnostních zařízení (§4), projektování požárně bezpečnostních zařízení (§5), montáž požárně bezpečnostních zařízení (§6), atd. Pro tuto práci je však nejvýznamnější §8 – elektrická požární signalizace. Zde je uveden stanovený roční počet kontrol systému EPS. U ústředny a doplňujících zařízení je uvedena četnost kontrol jednou za měsíc, avšak z praktických zkušeností toto nebývá obvyklé. Zkoušky samočinných požárních hlásičů (do nichž spadají i nasávací systémy) probíhají dle nařízení dvakrát ročně (zde spadají také například detektory kouře nebo lineární detektory). Vyhláška č. 246/2001 Sb. také stanovuje, kdo zkoušku nebo servis zařízení EPS může vykonávat, stejně tak stanovuje, jakým zařízením se samočinné zařízení testuje. Poslední novelou, která upravuje některé části původní vyhlášky, je vyhláška č. 377/2021 Sb. (konkrétně se jedná o § 11, 12, 13 a 32). [3]

3.2 ČSN EN 54-x

Dokument je českou verzí evropské normy EN 54-1 z roku 2021 (oficiální verze jsou ve třech jazycích – anglicky, německy a francouzsky), nahrazuje normu ČSN EN 54-1:2021 a díky překladu má stejný status jako verze oficiální. Předmětem dokumentu jsou termíny a definice celého souboru norem EN 54. Tento soubor specifikuje požadavky na výrobky, zkušební metody a kritéria výkonnosti, požadavky na kompatibilitu výrobků a v neposlední řadě pokyny pro použití EPS v inženýrských objektech a jiných stavbách. Kompletní ČSN EN 54 se v tento moment skládá z částí uvedených níže:

- ČSN EN 54-1: úvod,
- ČSN EN 54-2: ústředna,
- ČSN EN 54-3: požární poplachová zařízení – sirény a další zvuková zařízení,
- ČSN EN 54-4: napájecí zdroj,
- ČSN EN 54-5: hlásiče teplot – bodové hlásiče teplot,
- ČSN EN 54-7: hlásiče kouře – bodové hlásiče využívající rozptýlené světlo, vysílané světlo nebo ionizaci,
- ČSN EN 54-10: hlásiče plamene – bodové hlásiče,
- ČSN EN 54-11: tlačítkové hlásiče,
- ČSN EN 54-12: hlásiče kouře – lineární hlásiče využívající optický paprsek,
- ČSN EN 54-13: posouzení kompatibility a propojitelnosti komponentů systému,
- ČSN EN 54-14: návod na projektování, montáž, uvedení do provozu, používání a údržbu (CEN/TS 54-14),
- ČSN EN 54-16: ústředna pro hlasová výstražná zařízení,
- ČSN EN 54-17: izolátory,
- ČSN EN 54-18: vstupní/výstupní zařízení,
- ČSN EN 54-20: nasávací hlásiče kouře,
- ČSN EN 54-21: zařízení pro přenos poplachu a poruchy,
- ČSN EN 54-22: nulovatelné lineární hlásiče teplot,

- ČSN EN 54-23: požární poplachová zařízení – optická výstražná zařízení,
- ČSN EN 54-24: komponenty hlasových výstražných systémů – reproduktory,
- ČSN EN 54-25: komponenty využívající rádiové spoje,
- ČSN EN 54-26: hlásiče oxidu uhelnatého – bodové hlásiče,
- ČSN EN 54-27: hlásiče kouře pro potrubí,
- ČSN EN 54-28: nenulovatelné lineární hlásiče teplot,
- ČSN EN 54-29: multisenzorové hlásiče požáru – bodové hlásiče využívající kombinaci kouřových a teplotních senzorů,
- ČSN EN 54-30: multisenzorové hlásiče požáru – bodové hlásiče využívající kombinaci senzorů oxidu uhelnatého a teplotních senzorů,
- ČSN EN 54-31: multisenzorové hlásiče požáru – bodové hlásiče využívající kombinaci kouřových senzorů, senzorů oxidu uhelnatého a volitelně teplotních senzorů,
- ČSN EN 54-32: návod na projektování, montáž, uvedení do provozu, používání a údržbu hlasových výstražných systémů (CEN/TS 54-32).

Součástí normy jsou i dvě přílohy (A a B). Příloha A nabízí přehledné rozdělení výrobků se specifickými funkcemi. Do tabulky jsou seřazeny skoro všechny normy v rámci EN 54, dále normy například pro stabilní hasící zařízení (SHZ) nebo požární klapky/dveře. Tato příloha má své reference (A-P), které jsou využity v kapitole 4 – funkce. Příloha B pojednává o možnostech distribuce sítě ústředěn. [4]

Dále se teoretická část bude zabývat ČSN EN 54-20 (nasávací hlásiče).

3.3 ČSN EN 54-20 Elektrická požární signalizace – část 20: Nasávací hlásiče

Norma vychází z evropské normy EN 54-20:2006. Aktuální platná česká technická norma byla vydána v lednu 2007. V dokumentu jsou specifikovány požadavky, kritéria provedení a zkušební metody pro nasávací hlásiče požáru, které jsou součástí EPS pro budovy.

Dokument obsahuje oblasti jako jsou termíny a definice. Primárně se ale odkazuje na platnou definici EN 54-1:1996 a dále doplňuje například tyto okruhy:

- Nasávací hlásič (kouřový hlásič, který přes vzorkovací zařízení přivádí vzduch a aerosoly k elementu citlivému na kouř pomocí sacího ventilátoru nebo vývěvy).
- Vzorkovací zařízení (komponent nebo jednoúčelové zařízení přenášející vzduch s elementárními částicemi zplodin k zařízení citlivému na kouř).
- Vzorkovací bod (jakýkoli bod, přes který je nasáván vzorek vzduchu do vzorkovacího zařízení).
- Hodnota prahu reakce (koncentrace aerosolu potřebná pro vyhodnocení vyslání poplachového signálu).
- Doba přenosu (čas pro přenos vzorkovaného vzduchu ze vzorkovacího místa k prvku citlivého na kouř).
- Obnova.

Po kapitole s termíny a definicemi následuje nejen kapitola s požadavky na systém a jeho komponenty, ale i kapitola „zkoušky“ atd. Co se požadavků týče, musejí splňovat zadání v kapitole 6 – zkoušky. Níže jsou uvedené jednotlivé body požadavků i zkoušek:

- Požadavky:
- splnění požadavků normy,
 - individuální indikace poplachu,
 - připojení pomocných zařízení,
 - výrobní nastavení,
 - místní nastavení charakteristiky reakce,
 - reakce na pomalu se šířící požáry,
 - mechanická pevnost potrubí,
 - technické prostředky a doplňkové snímací elementy ve vzorkovacím zař.,
 - monitorování průtoku vzduchu,
 - napájecí zdroj,
 - údaje,
 - dodatečné požadavky na hlásiče řízené softwarem.

- Zkoušky:
- všeobecně,
 - opakovatelnost,
 - reprodukovatelnost,
 - kolísání napájecích parametrů,
 - suché teplo (provozní zkouška),
 - chlad (provozní zkouška),
 - vlhké teplo, konstantní (provozní zkouška),
 - vlhké teplo, konstantní (zkouška odolnosti),
 - koroze oxidem siřičitým (SO₂) (zkouška odolnosti),
 - ráz (provozní zkouška),
 - úder (provozní zkouška),
 - vibrace sinusové (provozní zkouška),
 - vibrace sinusové (zkouška odolnosti),
 - elektromagnetická kompatibilita (zkoušky odolnosti),
 - požární citlivost.

Rozdíly mezi provozními zkouškami a zkouškami odolnosti jsou takové, že u provozních zkoušek se prokazuje odolnost zařízení, zatímco u zkoušek odolnosti se prokazuje schopnost zařízení odolávat (často dlouhodobě) negativním účinkům konkrétního problému.

Norma ČSN EN 54-20 dále obsahuje sadu příloh. Některé z těchto příloh jsou normativní, jiné informativní. Obsahem je primárně doplnění situací jako jsou doutnající dřevo nebo bavlna, hoření plastů, hoření kapalin. Sekundárně se jedná o jiné dodatkové informace v rámci měření (např. příloha K pojednává o měření průtoku vzduchu s potrubní sítí, která je nepříznivě uspořádána). [5]

3.4 ČSN 73 0875

Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení. Momentálně aktuální verze normy byla vydána v roce 2011. Hlavním obsahem je kapitola 4 – Stanovení podmínek pro návrh EPS v požárně bezpečnostním řešení (PBŘ).

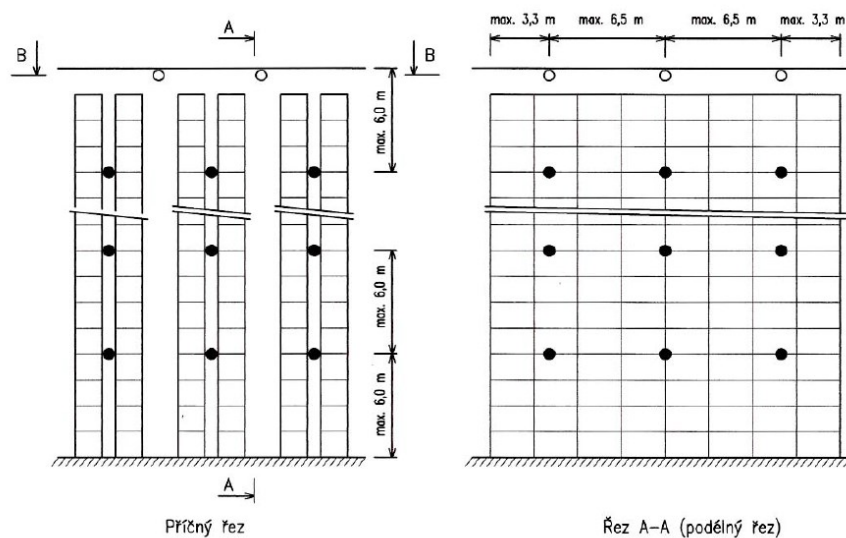
Kapitola obsahuje 14 částí:

- základní ustanovení,
- nutnost instalace zařízení EPS,
- obsah PBŘ v jednotlivých stupních projektové dokumentace,
- požadavky na ústředny EPS,
- signalizace poplachu,
- zařízení dálkového přenosu,
- provoz zařízení EPS bez trvalé obsluhy,
- koordinační funkční zkoušky EPS,
- ovládaná zařízení,
- monitorovaná zařízení,
- kabely a kabelové trasy zařízení EPS,
- lokální detekce požáru,
- grafická nadstavba systému EPS,
- požadavky na trvalou obsluhu.

Ve zkratce se jedná o nařízení pro výrobní i nevýrobní objekty se specifickým počtem osob ve shromažďovacích prostorách, s daným požárním zatížením, pokud chybí trvalý dohled atd., kde je dle určených pravidel PBŘ nutnost nainstalovat EPS. Dále jsou v normě zahrnuty tlačítkové hlásiče, které musejí být instalovány v různých typech východů (v zorném poli maximálně 3 metry od únikového východu v rozmezí 1,2 – 1,5 metru nad zemí). Existují však i výjimky, kdy EPS nemusí být vyžadována a na žádost – například majitele nebo provozovatele může být instalováno pouze jedno lokální čidlo. Takové řešení se nazývá lokální detekce požáru. V poslední části normy ČSN EN 73 0875 se pojednává o chodu EPS s možností trvalé obsluhy. Pokud se trvalá obsluha nenachází v místě hlavní ústředny EPS nebo v místě s ovládacím signalizačním prvkem, musí být EPS vybavena zařízením pro dálkový přenos. Na normu ČSN 73 0875 se odkazuje i další norma a to ČSN 34 2710 v první fázi – návrh. [6]

3.5 ČSN 34 2710

Dokument zahrnující projektování, montáž, užívání a jiné činnosti související nejen s instalací a provozem EPS. Jedná se soubor informací ve čtrnácti kapitolách od definic až po požadavky na rádiový přenos v systémech EPS, včetně dvanácti příloh. V normě jsou použité odborné zkratky pro požární systémy, jako jsou PCO (pult centralizované ochrany), OPPO (obslužné pole požární ochrany), KTPO (klíčový trezor požární ochrany) nebo termíny jako například „stav KLID“, čas T1/T2 nebo „režim DEN a NOC“. Co se zkratk v dokumentu týče, jsou používány v dnešní době již zastaralé výrazy (platí pro PCO – v dnešní době již běžně DPPC). Norma je platná pro EPS sloužící k včasné detekci a signalizaci požáru nebo pro projektování objektů, pro které je platná samostatná technická norma. V rámci téma této práce je více než vhodné uvést přílohu K, která pojednává o problematice skladů s vysokými regály. Mimo hlásičů kouře (bodových) se zde informuje také o správném umístění nasávacího systému (respektive jeho nasávacích otvorů). Norma udává v podstatě umístění hlásičů/otvorů vzhledem ke stropu, vzdálenost mezi sebou a také vzdálenost od kraje nebo konce samotného regálu (viz obrázky níže).



Obrázek 2: Umístění opticko-kouřových hlásičů ve vysokoregálech [7]

ČSN 34 2710 se také odkazuje na schopnost EPS (jakožto nadřazený systém vůči systémům jako MaR nebo PZTS) ovládat i jiná požárně bezpečnostní zařízení (PBZ) jako jsou SHZ, zařízení pro odvod kouře a tepla, KTPO, ovládání požárních klapek, systému varování nebo v neposlední řadě systémy pro otevírání a uzavírání nouzových východů/uzávěrů. Dále je

v této kapitole uveden důležitý dodatek – provoz nebo porucha těchto PBZ nesmí jakkoli ovlivnit bezchybný chod EPS. [7]

3.6 ČSN 73 0895

Nedílnou součástí celého systému je bez pochyb i kabelová trasa. Systém musí jistým způsobem komunikovat nejen mezi sebou v rámci ústředny a prvků, ale také v rámci jiných požárně bezpečnostních zařízení. Pro eliminaci nežádoucích situací jako kupříkladu mechanické poškození nebo přerušování kabeláže, elektromagnetického rušení nebo jiných negativních účinků se projektant obrací právě na normu ČSN 73 0895. Poškození vedení nehrozí jen během instalačních prací, ale také během ostrého provozu, jelikož systém je ve velké míře instalován ve výrobních prostorech.

Požárně odolné musejí být také sestavy, které nesou nebo připevňují kabely a kabelové svazky. Jedná se o rošty, lávky, samostatné kabelové příchytky a jiné. Pokud se jedná o trasu z příchytěk, je v normě jasně dáno, že rozestup mezi jednotlivými kusy musejí být maximálně 300mm. Mimo sestavy se také řeší požární ucpávky v prostupech a průřezech mezi místnostmi nebo patry střeženého objektu. Existují ucpávky ve formě nálepek pro malé prostupy (z pravidla otvor pro jeden, maximálně dva kabely typu 1x2x0,8 JYSTY), silikonové/akrylové tmely, pěny nebo vaty. Poslední možnost se využívá pro velké prostupy, kde se vata vtěsná a překryje se vrstvou protipožárního tmelu.

Obsahem normy jsou primárně:

- termíny a definice,
- typy kabelových tras,
- zachování funkčnosti při požáru,
- požadavky na kabelové trasy a kabeláž,
- zkoušky kabeláže,
- přímá a rozšířená aplikace výsledků zkoušek,
- protokoly o zkoušce a klasifikaci,
- přílohy A-D. [8]

4 DŮVODY VYUŽITÍ NASÁVACÍCH SYSTÉMŮ

Výhodou řešení problému požární bezpečnosti pomocí nasávacího systému je v první řadě náročnost údržby. Potrubí, jako takové, je v podstatě bez nutnosti jakéhokoli zásahu během provozu. Jednotka je servisována kvalifikovanou osobou dvakrát ročně. Ideální řešení pro špatně přístupné prostory, místa s negativním prostředím pro jiná zařízení EPS nebo pro místa s větší pravděpodobností výskytu planých poplachů. Jedná se jmenovitě o tyto možnosti:

- trafostanice,
- rozvaděče nebo datová centra,
- nemocnice,
- sklady s nízkou teplotou (mrazáky),
- vysokoregály,
- sauny,
- věznice,
- muzea a historické budovy,
- výtahové šachty a jiné. [9]

V případě trafostanic se nasávací systém využívá z důvodu přístupu maximálně jednou ročně při odstávce elektrické sítě. Výhodou je, že potrubí zasahuje do prostoru samotné trafostanice, ale vyhodnocovací jednotka je mimo tento prostor, tudíž při servisu systému stačí technikovi jen nahlédnout, zda jsou vzorkovací místa průchozí a nemusí tak vůbec do prostoru vstupovat.

Pro rozvaděče se zase nehodí instalace bodových čidel z důvodu možné elektromagnetické interference. Instalací nasávacího systému docílíme bezproblémového chodu a nepřetržité kontroly. Při instalaci se však musí vzorkovaný vzduch vracet zpět do prostoru rozvaděče z důvodu změny tlaku. Změna tlaku by totiž mohla způsobit chybnou detekci poruchy.

V rámci zařízení jako jsou sauny je pro bodové hlásiče překážkou vysoká vlhkost a teplota. Zde pomůže doplněk pro zachytávání kondenzované vody v potrubí. Stejnou kondenzační nádobu je možné využít také u skladů s vysokým stropem, kde se mohou shromažďovat páry. [9]

5 KOMPONENTY NASÁVACÍCH SYSTÉMŮ

Mezi jednotlivé části nepatří jen samotné potrubí a vyhodnocovací jednotka, ale také několik dalších částí, včetně rozšiřujícího příslušenství. V určitých objektech, kde jsou nasávací systémy aplikovány, mohou mít například problém s vlhkostí, jiné objekty mohou být nadměrně prašné. S každým druhem prostředí si tedy musí sestava poradit, aby byla funkční na sto procent.

5.1 Vyhodnocovací jednotka

Jedná se o samotné srdce i mozek celé bezpečnostní sestavy. Vyhodnocovací jednotka zodpovídá za chod celého systému, tudíž jak proudění vzorkovaného vzduchu, tak i vyhodnocování nasbíraných vzorků, zda se v nich nachází mikroskopické částičky zplodin. Samostatně poplach nevyvolá, jelikož je integrována do stávajícího systému EPS. Hlavním a víceméně jediným úkolem je tedy vyhodnotit dle nasátých vzorků vznikající požár a následně vyslat signál do ústředny EPS, která zahájí poplach a s ním spojené nastavené úkony, jako například sepnutí zvukové signalizace, otevření požárních dveří nebo kontaktování dohledového přijímacího poplachového centra.



Obrázek 3: Vyhodnocovací jednotka nasávacího systému [13]

Indikace na jednotce je jednoduchá. Skládá se ze tří (v případě Titanus pro sens 2 ze čtyř) LED diod, které znamenají:

- Zelená LED kontrolka – indikuje běh systému (ON).
- Červená LED kontrolka – indikuje alarm (Titanus pro sens 2 dokáže rozlišit zda alarm vzniká na vstupu 1 nebo 2).
- Žlutá LED kontrolka – indikuje poruchu a to ve třech možných scénářích:
 - porucha ve vzduchovém potrubí,
 - porucha ventilátoru jednotky,
 - porucha detekčního modulu.

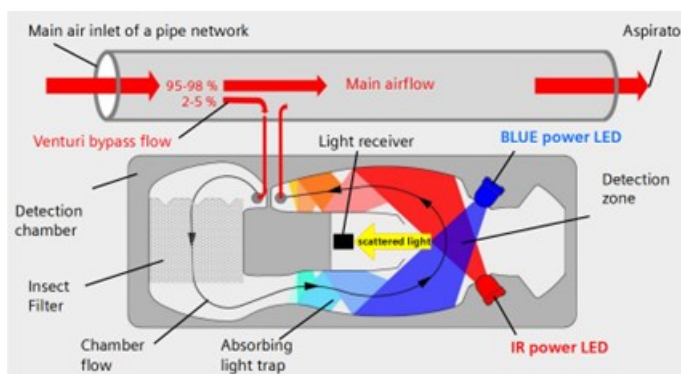


Obrázek 4: Indikace vyhodnocovací jednotky [13]

Výbava celé jednotky je velmi jednoduchá. Nachází se zde ventilátor na 24V DC (stejnoseměrné napětí), dále modul laserové detekce částic a deska plošných spojů. Pokud se jedná o jednotku s možností indikace vstupu 1 a vstupu 2, pak obsahuje laserový detekční modul dvakrát, pro zajištění rozpoznání, o který vstup se jedná. [12]

Detekční modul pracuje na principu rozptýlení světla, podobně jako opticko-kouřové hlásiče. U nasávacího systému se ale pracuje se dvěma druhy světla. Modul obsahuje infračervenou diodu a diodu emitující modré světlo. Mimo dosah vyzařovaného světla z těchto diod se nachází fotocitlivý senzor. Myšlenka použití dvou různých diod stojí za tím, že modul dokáže rozeznat prachovou částici, která prošla přes filtry od částice zplodin. Princip je v podstatě takový, pokud se odraz od obou diod shoduje, k požáru nedošlo. Pokud

se ale odraz od diod liší, pak jednotka vyhodnotí poplach. Je tak z důvodu vyššího procenta částic zplodin, které odrazí více modrého spektra směrem k senzoru. [11]



Obrázek 5: Princip detekčního modulu [11]

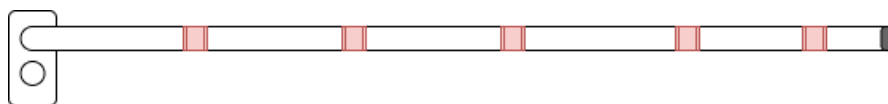
5.2 Vzduchové potrubí

Vyrobena z plastu typu PVC (polyvinylchlorid) nebo ABS (akrylonitrilbutadienstyren) o vnějším průměru 25 mm (jen pro zajímavost vnitřní průměry jsou u materiálu PVC 21,2 mm, u materiálu ABS 21,4 mm), ovšem někdy také 32 mm nebo dokonce 40 mm (vše vnější průměr) a délka jednotlivých kusů je vždy konstantní (3 m), které se zkracují individuálně dle dané potřeby. Úkolem potrubí, je nasávat vzduch z prostor dané místnosti, skladu anebo rozvaděče. Nasátý vzduch včetně prachových částic a jiných nečistot je dále veden trubkami ke konečné sestavě přes filtry až do vyhodnocovací jednotky [12].

Variant sestavení trubkových svodů existuje hned několik:

5.2.1 Potrubí tvaru I

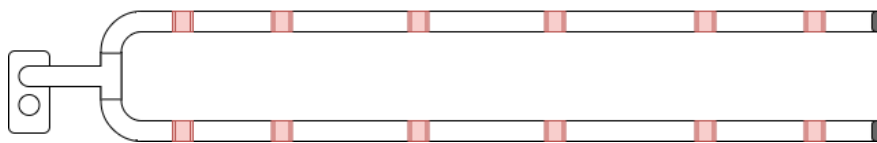
jednoduchá přímá trasa bez odboček. Použití vhodné například pro sestavu rozvaděčů postavených vedle sebe.



Obrázek 6: Potrubí typu "I" [13]

5.2.2 Potrubí tvaru U

trasa o dvou ramenech, které se následně spojují do jedné trasy vedoucí k vyhodnocovací jednotce. Prakticky se využívá do velkoplošných prostor.



Obrázek 7: Potrubí typu "U" [13]

5.2.3 Potrubí tvaru M

trasa o třech ramenech, které se následně spojují do jedné trasy vedoucí k vyhodnocovací jednotce. Taktéž se využívá do prostoru s velkým obsahem užité plochy.



Obrázek 8: Potrubí typu "M" [13]

5.2.4 Potrubí tvaru dvojnásobné U

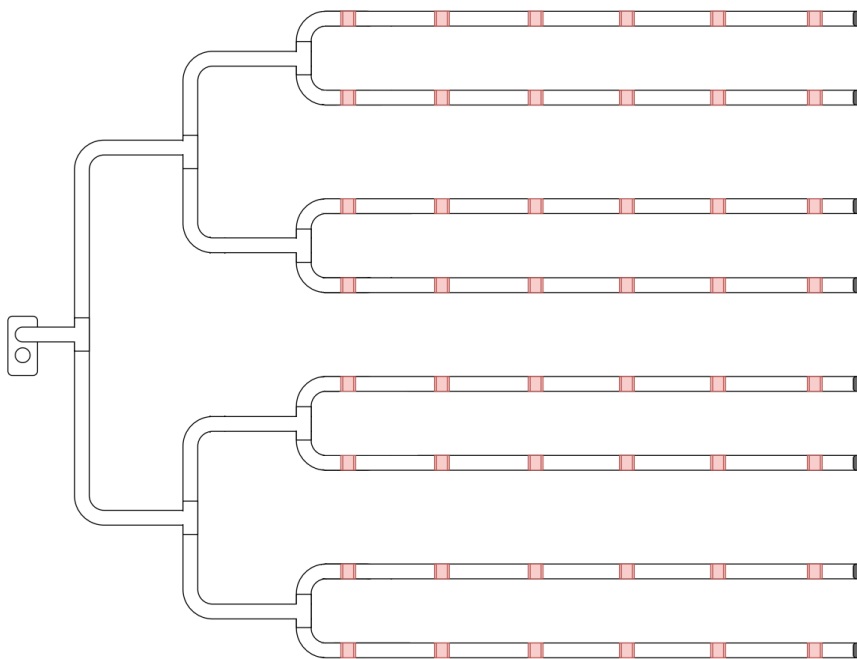
stejný design jako u tvaru „U“ s tím rozdílem, že je trasa zdvojená. Tudiž kontrolovaný prostor zabírají čtyři ramena.



Obrázek 9: Potrubí typu dvojnásobné "U" [13]

5.2.5 Potrubí tvaru čtyřnásobné U

jednoduše zdvojené „dvojnásobné U“. Zde se však vyplatí použití systému se dvěma komorami pro vyhodnocení a zajistit tak přehlednější upozornění, ve které polovině instalace došlo k požáru.



Obrázek 10: Potrubí typu čtyřnásobné "U" [13]

Součástí tohoto potrubí jsou samozřejmě i části jako jsou spojky, rozbočovače tvaru „T“, kolena s úhlem 45° nebo 90° a další. Zmíněným dalším komponentem jsou příchytky na potrubí, bez kterých by se instalace absolutně neobešla. Tyto malé komponenty jsou nepostradatelné k tvorbě tras. Takzvané „parůžky“ jsou pouhý plastový kus ve tvaru otevřeného „O“. Použitelné mohou být na stěny, stropy nebo na alternativní způsoby tvorby tras. Vždy záleží na volbě spojovacího materiálu, třeba pro uchycení na plechový strop mohou být využity samovrtné šrouby typu TEX, do cihlových/betonových zdí se mohou použít hmoždinky s vruty a na alternativní trasy mohou být použity například obyčejné šrouby s maticemi. Výše uvedené příklady jsou v rámci jednotky s jedním nasávacím otvorem. Pro dva nasávací otvory se ilustrace potrubí může lišit. Taktéž potrubí nemusí být symetrické, lze sestavit větev typu „U“ o jedné trase například se čtyřmi otvory a druhé trase se šesti otvory [12].

5.3 Vzduchové filtry

Slouží k filtraci velmi malých, až mikroskopických částic prachu nebo jiných nečistot ve vzduchu. Jinými nečistotami můžeme rozumět drobný hmyz, vlasy nebo chlupy, pyl, vlákna anebo také popel. Základní typ filtrace (LF-AD-x) se skládá ze tří samostatných filtrů. Ve výsledku dokáže vzorkovaný vzduch zbavit nečistot až o velikosti zhruba 5 μm . Filtry typu SF-400 nebo SF-650 jsou užitečné pro částice jemného prachu o velikosti nad 1 μm . Filtr SF-650 dokáže zachytit všechny již vyjmenované částice, jeho výhodou je ovšem delší životnost oproti ostatním typům. [12]



Obrázek 11: LF-AD-1 vzduchový filtr [13]

5.4 Tlumič hluku

Zařízení jako tlumič hluku je většinou využito v prostorách nemocnic nebo kanceláří. Je to z důvodu požadavku na nízké hlukové emise. Díky tlumiči dokáže být jednotka tišší až o 10 dB a montuje se přímo na výdech vzduchu jednotky. [12]

5.5 Kondenzační nádoba

Při použití sestavy v prostředí s vysokou vlhkostí, přívodem čerstvého vzduchu nebo s vysoce proměnlivými teplotami, se dá aplikovat kondenzační nádoba pro separaci kondenzátu. Prvek je instalován v nejhlubším místě potrubního systému a zároveň před zmíněným vzduchovým filtrem, tzn. v drtivé většině u vyhodnocovací jednotky. Kondenzační nádoba se aplikuje v teplotním rozmezí 0°C až +50°C. Také dokáže zachytit hrubé částice nečistot. [12]

5.6 Redukce nasávacích otvorů v potrubí

Postup pro výrobu správných a přesných nasávacích otvorů je jednoduchý. Nejprve jsou v určené vzdálenosti od sebe vyvrtány otvory o průměru 10 mm. Tyto otvory jsou následně očištěny od nečistot, nejlépe pomocí ředidla, aby byla plastová trubka zbavena zároveň i mastnoty. Dále je použita nálepka s předem určeným průměrem díry, která je ve výsledku ještě přelepena nálepkou ve formě průhledného filmu podél celého obvodu trubky. Pro prostory skladů s hlubokým mrazem se speciálně využívají plastové krytky, které se jednoduše nacvaknou na potrubí v určených místech vzorkování. Tyto krytky mají dále výhodu z hlediska údržby systému, kdy se filtry i potrubí pod tlakem tzv. profoukne. [12]



Obrázek 12: Ukázka redukce vzorkovacího bodu [13]

5.7 Uzavírací ventil

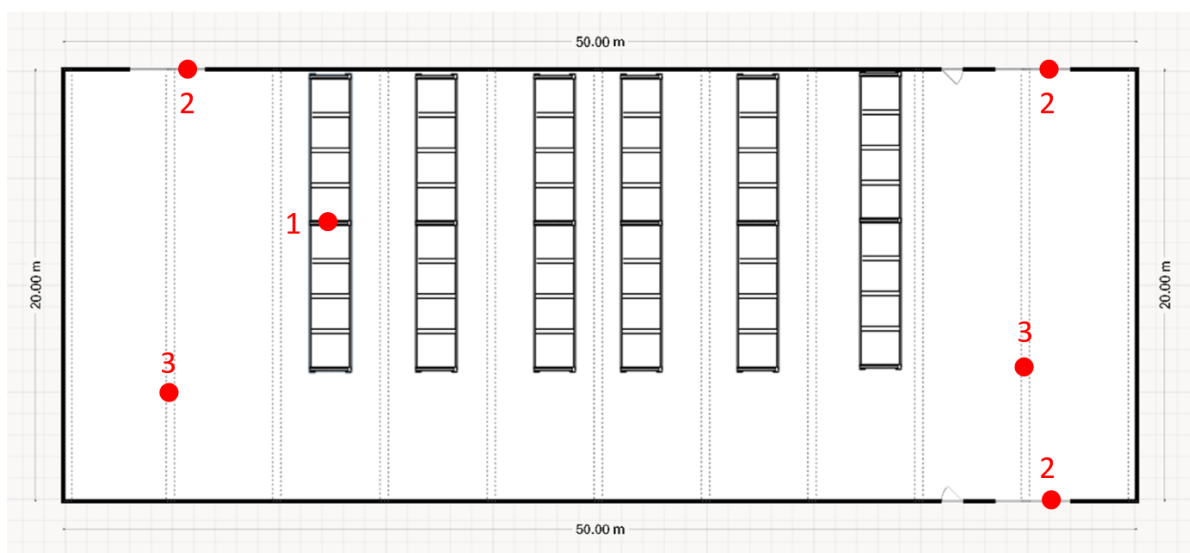
Tento doplňující prvek slouží pro jediný účel – kontrola funkčnosti. Vždy se zavádí mezi vyhodnocovací jednotku a vzduchové filtry. V případě, že žlutá kontrolka indikuje poruchu, může servisní technik rychleji určit, zda porucha vznikla v potrubí nebo v jednotce. Zároveň dokáže posloužit při pravidelných servisech jednotky nasávacího systému. [12]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

Tato část práce se bude zabírat návrhem samotného nasávacího systému včetně součástí pro propojení s ústřednou EPS a měřením. Zároveň je vhodné navrhnout i možnosti údržby a kontroly systému. Veškeré návrhy jsou pouze ilustrativní a postačí pro účely této práce. Nejčastější využití nasávacích systémů bývá ve skladech nebo také vysokoregálech, proto návrh bude koncipován pro sklad bez speciálních vlastností. Cílem je navrhnout trubkové trasy, doplňující příslušenství a nastavení jednotky.

6 SEZNÁMENÍ S PROSTŘEDÍM

Skladová hala, která je vybrána pro instalaci nasávacího systému zabírá plochu 1000 m². Samotná konstrukce obvodových stěn je železná s výplní ze sendvičových panelů (tzv. kingspan). Střeška se skládá z trapézového plechu, který je posazen na kovových konstrukcích. Vnitřní prostor je bez jakýchkoliv podpěrných sloupů. Co se prostředí v běžném provozu týče, vzduch je lehce prašný z důvodu prostupů, jako jsou vrata propojující další část objektu (výroba) pro průjezd vysokozdvihných vozíků, vstupní dveře anebo vrata nakládací rampy. Jak bylo již zmíněno, v objektu se pohybují vysokozdvihné vozíky mezi výrobou a skladem, které taktéž přinášejí nečistoty. Skladový prostor je obdélníkového tvaru o rozměrech 50x20 metrů. Celkový ilustrační vzhled skladového prostoru je pak vidět na obrázku 13.



Obrázek 13: Půdorys objektu [13]

- 1) regál
- 2) vrata
- 3) železné střešní podpěry

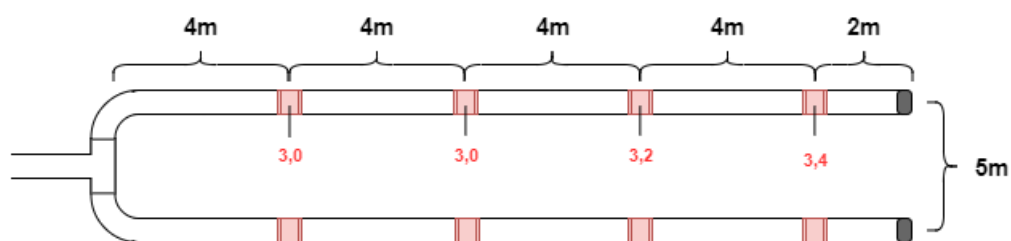
Pro tento případ je více možných řešení, avšak nejvýhodnější bude instalace čtyř jednotek, každá o trubkovém systému typu „U“. Docílí se tak rovnoměrného vzorkování i pokrytí pomyslných čtyř sektorů, což umožní lepší zaměření místa vzniku požáru v grafické nadstavbě.

7 NÁVRH POTRUBÍ

Pro trubkové trasy bude využito potrubí s klasickým průměrem 25 mm o délce 3 m. Pokud je výška zdi skladu 8 m, odhadovaný počet kusů potrubí bude 20 ks i s 10% rezervou. Počítá se zde s trasou 2x 18 m samotných vzorkovacích částí a dále trasa potrubí k vyhodnocovací jednotce. Jelikož už výše bylo uvedeno, že budou aplikovány čtyři jednotky, celkový počet využitého potrubí bude tudíž 80ks.

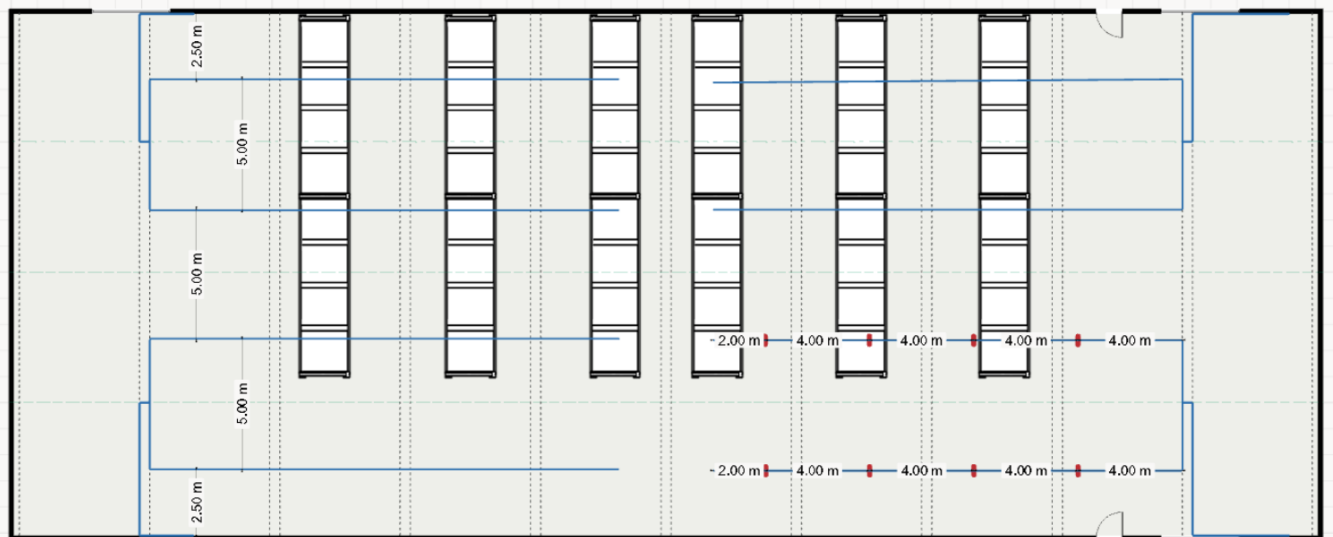
Upevnění potrubí je z hlediska montáže reálné skrze lanovody, které jsou upevněné na železných střešních podpěrách (tzv. traverzách) naproti sobě. K upevnění se využívá lankového nosného napínacího systému, který drží lana napnutá. Zapotřebí bude čtyř lan po téměř celé délce haly. K lanu se trubky připevňují pomocí plastových stahovacích pásek (v lepším případě se mohou použít kovové stahovací pásky, které vydrží větší mechanické i teplotní zatížení).

Dle zadání výrobce je minimální rozmezí mezi dírami 4 m a maximální rozmezí je 12 m. V tomto případě není systém navržen dle specifických požadavků, tudíž se návrh řídí dle tabulkových údajů. Rozvržení děr tedy bude rovnoměrné po 4 metrech. Jediný rozdíl v rozměru bude mezi poslední vzorkovací dírou a koncovou záslepkou, kde bude mezera jen 2m. Díky tomu ušetříme část materiálu. Průměr otvorů se liší dle vzdálenosti od vyhodnocovací jednotky od menších po větší. Výsledek je ilustrován na obrázku níže. Průměr otvorů je uveden v mm a ramena jsou shodná.



Obrázek 14: Použitý tvar potrubí se vzdáleností a velikostí vzorkovacích bodů [13]

Aby byl rovnoměrně pokrytý střežený prostor haly, jsou od sebe jednotlivá ramena nasávacího systému vzdálena 5 m a 2,5 m od zdi objektu. Od rozbočovače typu „T“ bude vedena trasa po traverze ke stěně objektu a za pomoci příchyttek bude potrubí svedeno až k jednotce umístěné na shodné stěně.



Obrázek 15: Znázornění umístění potrubí nasávacích systémů [13]

8 POTŘEBNÉ PŘÍSLUŠENSTVÍ PRO INSTALACI

Pro vytvoření trubkové trasy nasávacího systému je potřeba několik kusů příslušenství, bez kterého by nebylo možno tuto instalaci vytvořit. V první řadě to jsou spojky pro potrubí. Dále kolena s ohybem 90° nebo 45°. V místě rozvětvení se použije spojka tvaru „T“ a celá sestava musí být ukončena koncovou záslepkou. Mimo příslušenství je nutné zajistit materiál jako ředidlo, lepidlo pro PVC plasty a také brusný papír pro lepší spoj. Pospojování potrubí je jednoduché, pouze se obrousí potřebný kus materiálu (jak potrubí, tak i spojky nebo kolene), dále se ředidlem očistí od mastnoty a nečistot, nanese se lepidlo a v ideálním případě otáčivým pohybem se obě části spojí dohromady. Tímto způsobem se vytvoří potřebná trasa až k místu umístění nasávací jednotky. Je potřeba počítat s prvky jako klapka pro tlakové čištění, servisní uzávěr potrubí a vzduchový filtr. Všechny vyjmenované prvky se nachází před vyhodnocovací jednotkou v uvedeném pořadí. Vzorovací větve se tvoří nejprve na základě délky (v tomto případě se vytvoří potrubí o délce 18 m). Poté se v patřičných místech vyvrtají otvory o průměru 10 mm, které se přelepí redukční nálepkou. Zde se jedná o nálepky 2x 3,0 mm, 1x 3,2 mm a 1x 3,4 mm. Tyto redukce se finálně přelepí transparentní krycí nálepkou (viz obrázek 12). Takto vytvořené vzorkovací potrubí se může umístit na již natažené lanovody. K lanům se potrubí připevní již zmíněnými plastovými nebo kovovými stahovacími páskami.

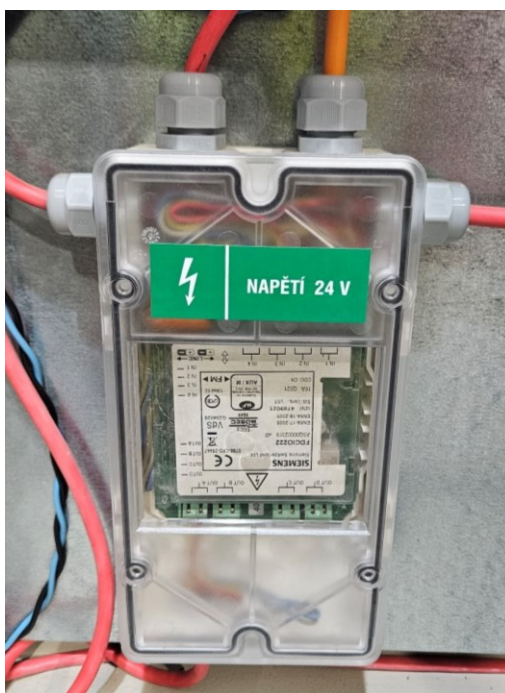
KOMPONENTY	OZNAČENÍ	POČET ks
Vyhodnocovací jednotka	TITANUS PRO SENS	4
Vstupně výstupní jednotka	FDCIO222	4
PVC trubky	VESDA 22-073	80
Koleno 90°	VESDA 22-064	Min. 30
"T" rozbočka	VESDA 22-061	4
Spojka	VESDA 22-060	60
Koncovka	VESDA 22-066	4
Příchytka	VESDA 22-124	n
Příchytka typu caddy	Možnost více výrobců	Min. 40
Redukční nálepky	-	32
Krycí nálepky	-	32
Vzduchový filtr	LF-AD-1	4
Tlakový uzávěr	VESDA 22-019	4
Akumulátor	MLB-A12-9	8
Spínaný zdroj	Elmdene 2405ST-K	4

Tabulka 1: Seznam komponent pro sestavu

9 INSTALACE NASÁVACÍ JEDNOTKY

Z důvodu charakteru prostoru, ve kterém budou jednotky umístěny, je vhodné toto zařízení ochránit proti možnosti mechanického poškození například vysokozdvihným vozíkem nebo jinou náhodnou manipulací s břemeny v okolí. Návrhem je, jednotky včetně filtrů a jiných součástí, zakomponovat do skříně z pevného plechu na způsob rozvodné skříně. Na funkci tato skříň nebude mít vliv, avšak nastává drobný problém s vizuální indikací poplachu. Tento problém se však dá řešit pomocí externí indikace, která bude vyvedena nad samotnou ochrannou skříň. Externí indikace se využívá pro lepší orientaci personálu v prostoru. Pro představu se takto řeší indikace požáru ve víceúrovňových regálech, kdy jde zobrazit zda hoří ve vyšším nebo nižším patře regálu. Vyhodnocovací jednotka bude nastavena dle uvedených hodnot v části „Nastavení jednotky“. Nejedná se totiž o žádný atypický scénář instalace.

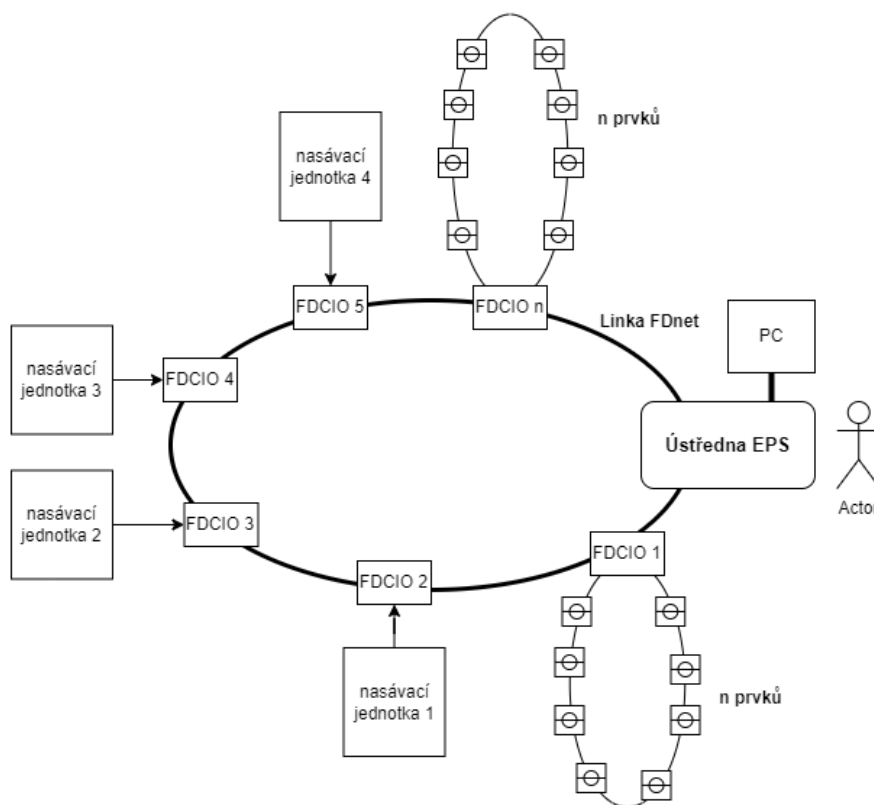
Svorkovnice umístěná na desce plošných spojů umožňuje zapojení těchto variant – napájení, reset, porucha, poplach. Zde se dostává do důležité role tzv. vstupně-výstupní relé modul (konkrétně FDCIO222). Tento modul zabezpečuje komunikaci s ústřednou EPS a propojení nasávacího systému do okruhu. Modul FDCIO222 disponuje čtyřmi vstupy a čtyřmi výstupy.



Obrázek 16: FDCIO222 v ochranném pouzdru [13]

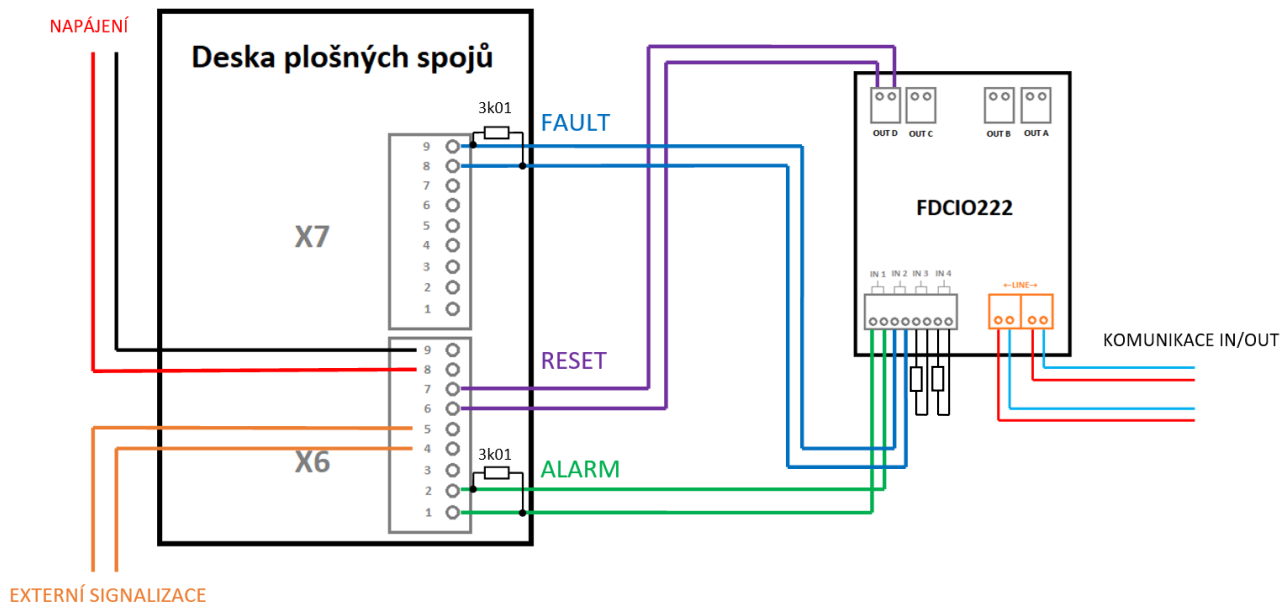
9.1 Propojení jednotky a komunikace s okruhem

Součástka je napájena ze sítě FDnet tak, aby nebyla přerušena komunikace kvůli náhlému výpadku proudu. Jednotka se skrze svorkovnici zapojí následovně (viz obr. 18) – svorky pro reset na výstup modulu FDCIO222, svorky pro poruchu a poplach jsou zapojeny na vstupy FDCIO222. Z výstupu modulu je následně vyveden kabel pro komunikaci s ústřednou. Většinou se komunikační kabel přivede do vstupně-výstupní skříni s dalšími prvky typu FDCIO, která komunikuje s ústřednou EPS. Požárně odolné skříně se přezdívá Celsion. Celý systém poté komunikuje po FDnet lince o jednopárovém vodiči (obr. 17), v nejlepším případě s nehořlavou izolací (příkladem může být PRAFlaGuard 1x2x0,8).



Obrázek 17: Příklad hardwarového zapojení smyčky [13]

Dle specifikace výrobce musí být koncový prvek připojený ke vstupu FDCIO222 opatřen odporem o hodnotě 3010Ω . Vstupy, které nejsou obsazeny, se také opatřují odpory o hodnotě 3010Ω .

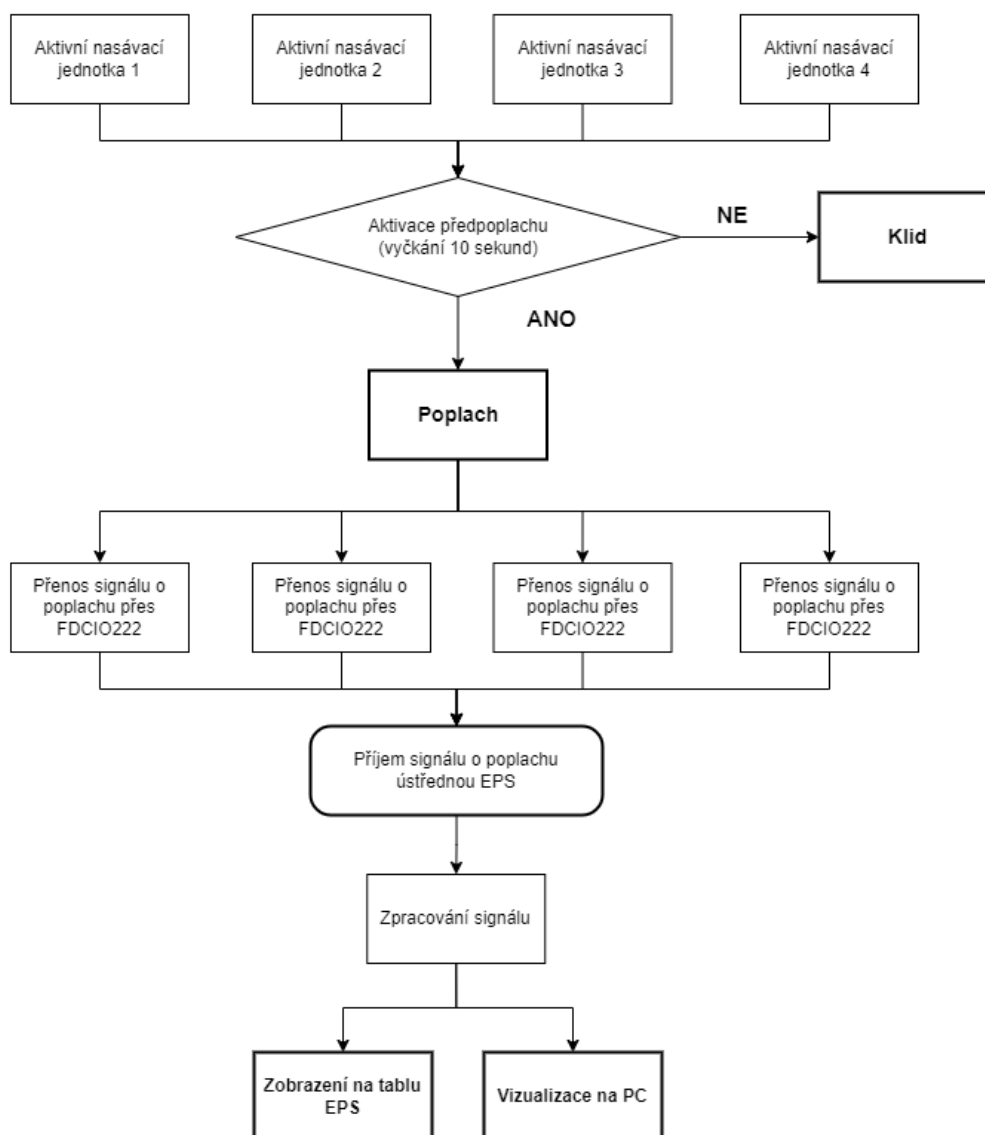


Obrázek 18: Zapojení vyhodnocovací jednotky do okruhu skrze FDCIO222 [13]

Zařazení nasávacích systémů do okruhu je již záležitostí softwaru. Přiřadí se jako samostatný subsystem a nastaví se do grafické nadstavby, která je uživatelsky přívětivější pro obsluhu. Přidání do okruhu zajišťuje právě vstupně-výstupní relé modul FDCIO222, který je adresovatelný. Software dokáže načíst specifickou adresu každého modulu a ze svorek (dle schéma zapojení výše) IN1 a IN2 poté vyplyne nastavení ALARM nebo FAULT.

Co se vstupu a výstupu potrubí týče, je nutné zařídit prostup dovnitř ochranné skříně a také ven z ochranné skříně. Lepení potrubí ke vstupu jednotky se nepraktikuje. Aby nedocházelo v ochranné skříně k přetlaku, vyvádí se nasátý vzduch ven ze skříně. V případě, kdy by se jednalo o nasávací systém utvořený pro rozvaděč/e, navádí se nasátý vzduch zpět dovnitř. Dělá se tak kvůli podtlaku, který by následně jednotka vyhodnotila jako poruchu.

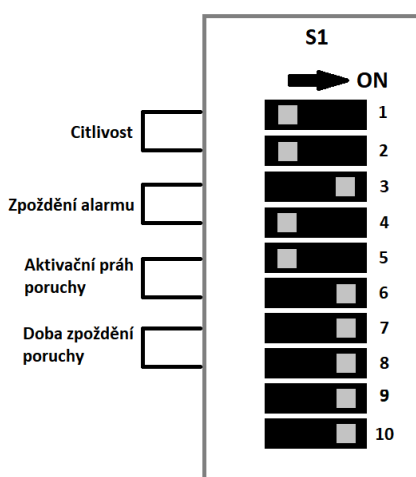
Nyní je možné vizualizovat vývojový diagram funkce vyhodnocení poplachu pro tento případ – čtyři samostatné nasávací systémy. Diagram nastíní postup signálu od jedné z jednotek až k ústředně EPS.



Obrázek 19: Vývojový diagram funkce vyhodnocení poplachu od nas. sys. [13]

9.2 Nastavení jednotky

Vyhodnocovací jednotka může být nastavena pomocí deseti přepínačů stavu on/off. Výsledkem je nastavení citlivosti detektoru, doba zpoždění poplachu, doba zpoždění upozornění na poruchu a další. Nastavení těchto hodnot je velkou výhodou. V praxi často pomáhá nastavení delší doby poruchy v prostorách s vyšší prašností. Stává se, že jednotka vyhodnotí poruchu z důvodu poklesu/nárůstu tlaku, ale po krátké době se tlak vrátí do normy. Není tak zbytečně upozorňována obsluha EPS. Nastavení detekčního modulu pro konkrétní sestavu je uvedeno na obrázku níže.



Obrázek 20: Nastavení vyhodnocovací jednotky [13]

Hodnoty nastavení jsou: citlivost - 0,1%/m

Zpoždění alarmu – 10 sekund

Aktivační práh poruchy – hodnota II

Doba zpoždění poruchy – 15 minut

Nastavení signálu poruchy – sepnutý

Nastavení LOGIC SENS – zapnuto

Doba zpoždění poruchy je z běžné hodnoty dvou minut nastavena na dobu patnácti minut kvůli již zmiňovanému prašnému prostředí. Předpokládá se časté zanášení potrubí a vzorkovacích děr samotných.

10 ZÁLOŽNÍ ZDROJ

System pro indikaci požáru musí být funkční i při náhlém výpadku proudu či plánované odstávce energetické sítě. Z tohoto důvodu se instalují záložní zdroje pro napájení. Minimální doba výdrže záložního zdroje pro prvky EPS je 24 hodin v klidovém stavu. Vzorec pro výpočet u jednotky nasávacího systému se mírně odlišuje například od výpočtu u systému PZTS. Zde je potřeba napájet pouze jedno zařízení, nikoli n prvků. Jednotka dle specifikace ve stand-by režimu odebírá proud 275 mA, při režimu poplachu 285mA a při startu jednotky je odebírán proud 300mA, vše při napájení větráku 9V (počítá se pro jistotu s vyššími hodnotami, aby se nemusel případně měnit záložní zdroj v budoucnu). Nakonec je celá nasávací jednotka napájena 24 V.

Kapacita baterií:

$$C_A = (I_{SB} * n * t + I_{tot} * 0,5) * 1,25$$

$$C_A = (0,275 * 1 * 24 + 0,3 * 0,5) * 1,25$$

$$C_A = 8,4375 Ah \approx 9 Ah$$

Napájecí proud:

$$I_{ch} = \frac{0,8 * C_A}{24}$$

$$I_{ch} = \frac{0,8 * 9}{24}$$

$$I_{ch} = 0,3 A$$

Čas nabíjení baterií:

$$t_{ch} = \frac{C_A}{I_{ch}}$$

$$t_{ch} = \frac{9}{0,3}$$

$$t_{ch} = 30 hod.$$

C_A – kapacita akumulátoru

I_{SB} – proud ve stand-by režimu

n – počet jednotek připojených k záložnímu zdroji

t – potřebný čas výdrže systému

I_{tot} – maximální odběr jednotky

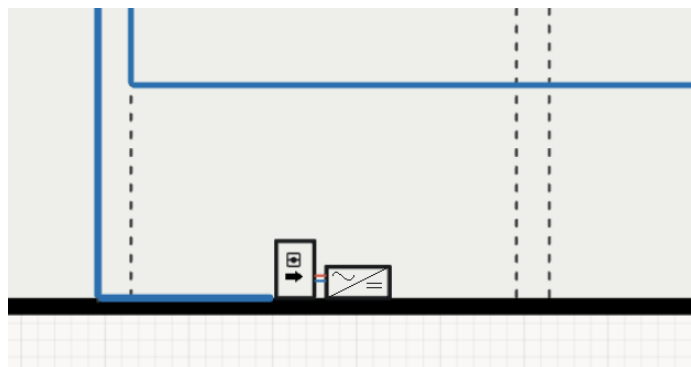
I_{ch} – napájecí proud

t_{ch} – doba nabíjení akumulátorů

Z výpočtu vyplývá, že pro alespoň 24 hodinové napájení jednotky bude potřeba akumulátor o kapacitě 8,4Ah. Baterie o této kapacitě se běžně nevyrábí, tudíž je nutné najít variantu o 9Ah nebo vyšší. Akumulátor s potřebnými hodnotami existuje – MaxLink MLB-A12-9. Hodnoty napájecího zdroje jsou 12V a 9Ah. [14]

Zde vzniká drobný problém. Jednotka je dimenzována na provoz při napětí 24V, zatímco akumulátor disponuje pouze 12V. Tento problém se řeší tak, že se spojí dva tyto zdroje sériově. Docílí se tím stejné kapacity, avšak napětí se zdvojnásobí na požadovaných 24V DC.

Akumulátory se vkládají do spínaného zdroje jako například Elmdene 2405ST-K. Zálohovaný napájecí spínaný zdroj je certifikován dle normy EN 54-4 (napájecí zdroj). Dokáže napájet dvě baterie o kapacitě až 12Ah a pro stand-by režim dokáže poskytnout až 430 mA. Jednou z důležitých věcí je, ohlídat rozměry baterií s rozměry skříně spínaného zdroje. Konkrétně pro tento případ je hloubka skříně 105 mm a hloubka baterií 65mm, tudíž baterie mohou být uloženy bez problému. Takto sestavený spínaný zdroj může být vložen společně s nasávací jednotkou do ochranné skříně. Poté schéma může vypadat následujícím způsobem. [15]

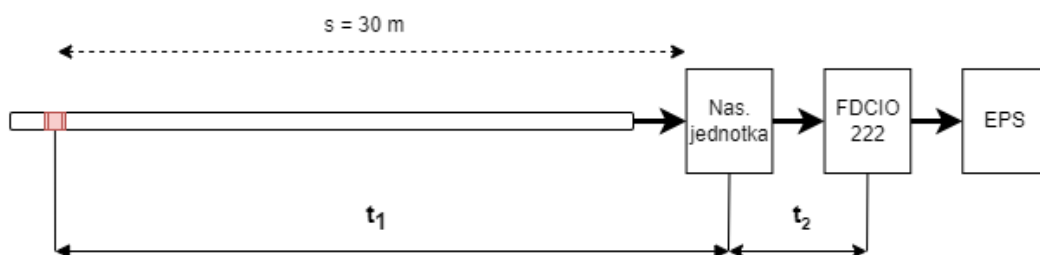


Obrázek 21: Schematické značení nasávací jednotky se záložním zdrojem [13]

11 MĚŘENÍ ČASOVÉHO ZPOŽDĚNÍ

Smyslem instalace veškerých systémů pro detekci požáru, je tuto detekci vyhodnotit co nejrychleji a upozornit na vznikající hrozbu v co nejkratším možném čase. Díky rychlé reakci vznikne dostatek času pro případný zásah hasičských záchranných sborů nebo alespoň na evakuaci prostor či celého objektu. Během měření konkrétní větve nebyl udělen souhlas s vizuálním záznamem, proto musí postačit samotný výstup.

Měření bylo provedeno na nejvzdálenějším vzorkovacím otvoru nejvzdálenější větve jedné sestavy. Předpokládají se s přibližně stejné výsledky u zbylých sestav, jelikož jde o přibližně stejně dlouhé trasy i stejné nastavení detekčního modulu. Měření bylo opakováno 5x pro zjištění průměrné doby vyhodnocení poplachu. Vzdálenost poslední vzorkovací díry, o průměru 3,4 mm, je 30 m od nasávací jednotky.



Obrázek 22: Grafický přehled dopravních a časových zpoždění [13]

Při prvním měření doby vyhodnocení alarmu byl čas 29 sekund. Je tak dáno i nastavením zpoždění vyhodnocení alarmu na detekčním modulu. Čas by tedy mohl být o 10 sekund kratší. Nastavení hodnoty je však záměrné, jelikož jednotka přejde do stavu tzv. předpoplachu, kdy má čas reagovat na zrušení nebo naopak na vyhlášení alarmu. Druhým měřením bylo potvrzeno měření první. Jednotka vyhodnotila poplach za 30 sekund od vniknutí zplodin do potrubí. Znázornění časů jde vidět na obrázku 22. Dopravní zpoždění odpovídá času t_1 . Času t_2 odpovídá již vyhodnocení samotného poplachu a přesunu signálu do ústředny. Mezi jednotlivými měřeními bylo potřeba jednotku resetovat. Taktéž bylo vyčkáno alespoň minutu, aby se potrubí i detekční modul pročistily. Třetí, čtvrté a páté měření dopadlo opět velmi podobně jako měření předchozí. Vždy se čas pohybuje okolo 30 sekund. V tabulce níže jsou uvedeny hodnoty měření. Ke změření časů zpoždění byly využity jen stopky. Čas t_0 odpovídá signálu, kdy se přiložil zapálený knot k vzorkovacímu otvoru. Čas t_1 odpovídá času indikace jednotky.

Číslo měření	t_0	$t_1 = t_{dz}$	t_2
1	0 s	19 s	29 s
2	0 s	20 s	30 s
3	0 s	19 s	29 s
4	0 s	19 s	29 s
5	0 s	20 s	30 s

Tabulka 2: Průběh měření časového zpoždění

12 PÉČE O INSTALACI

Již v teoretické části bylo zmíněno, že dle vyhlášky 246/2001 Sb. veškeré automatické prvky podléhají pravidelným kontrolám a servisu, stejně tak ústředny nebo náhradní napájecí zdroje. Také údržba je nedílnou součástí péče o systém. Ta zabezpečuje správný chod systému a tudíž spolehlivou detekci a upozornění na nebezpečí požáru. Níže je uvedena doporučená údržba a servis nasávacího systému.

12.1 Servis

Průběh servisní akce není nijak složitý. Dodavatelem systému je upřesněn termín návštěvy servisního technika. Takto se děje dvakrát ročně dle vyhlášky 246/2001 Sb., jelikož se jedná o samočinný systém. Stejnému intervalu podléhají také bodové detektory nebo lineární hlásiče. Pokud byl nasávací systém připojen do EPS smyčky, pak bude nejprve v ústředně a grafické nadstavbě nastaven režim servis. Úkolem technika je vizuálně zkontrolovat jednotku, filtry, stav potrubí a vzorkovacích děr. Poté se otevře servisní ventil, aby bylo zjištěno, zda jednotka správně vyhodnotí poruchu (změna tlaku). Pokud jednotka vyhodnotí poruchu, funguje správně. Taktéž se kontroluje indikace na spínacím relé FDCIO22x. Dále je potřeba otevřít pouzdro pro vzduchové filtry. Ty se vyjmou, ometením se zbaví nečistot, vizuálně prohlédnou a vloží se zpět do pouzdra. Pomocí hořlavého knotu dokáže servisní technik otestovat funkčnost detekčního modulu a vyhodnocení předpoplachu a poplachu. Na obrázku 23 jde, vidět jak málo kouře stačí k detekci požáru.



Obrázek 23: Zápальный knot [13]

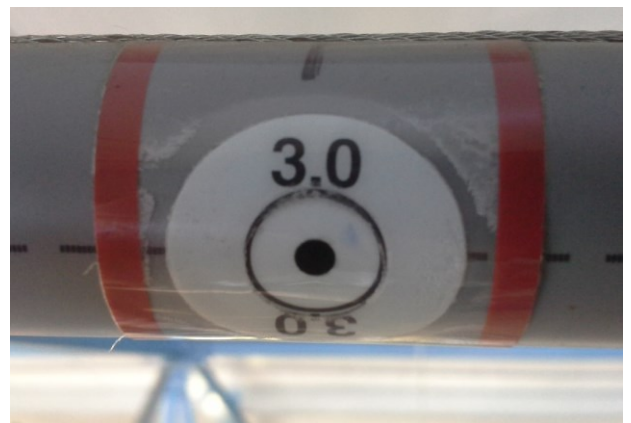
Pokud jednotka i vstupně-výstupní modul pracují bez chyby, přejde se na servis zálohovaného spínacího zdroje. Zde se měří napětí na bateriích (hodnota musí odpovídat 24V) a pomocí součástky zvané jumper se zkratuje zdroj. Pokud spínací jednotka přepne napájení ze sítě 230V AC na bateriový zdroj, je vše v pořádku. Servis se poté ubírá k potrubí, speciálně k částem se vzorkovacími dírami. Pokud je tato část relativně snadno přístupná, technik jednotlivé vzorkovací místa omete od nečistot.

12.2 Údržba

Zodpovídá za ni provozovatel EPS a nasávacího systému jako takového. Vhodné je jednou měsíčně ometat otvory v potrubí. Zabrání se tak nechtěným planým poplachům. Údržba se dá také vykonávat pomocí tlakového vzduchu, pokud je potrubí těžce dostupné nebo úplně nedostupné. Pokud systém disponuje uzávěrem pro tlakový vzduch, dá se kompletní trubková trasa profouknout, tím pádem vyčistit vnitřní prostor potrubí. Pro ukázkou je na obrázku 24 a 25 znázorněn rozdíl před údržbou a po údržbě potrubí.



Obrázek 24: Vzorkovací místo před údržbou [13]



Obrázek 25: Vzorkovací místo po údržbě [13]

13 DALŠÍ VÝVOJ V OBLASTI NASÁVACÍCH SYSTÉMŮ

Velkým přínosem do budoucna by bylo zlepšení dosavadních malých nedostatků. Jde například o zanášení vzorkovacích otvorů. Dalším vylepšením by byla možnost čištění potrubí pomocí stlačeného vzduchu přímo z jednotky. Nebylo by poté potřebné instalovat tlakový uzávěr a připojovat externí zařízení. V neposlední řadě by při instalaci dlouhých přímých tras mohlo být efektivnější spojování potrubí pomocí závitů namísto lepení. Proces obroušení, očištění a lepení je časově náročný. Jelikož se jedná o systém, ke kterému není ve většině případů bezproblémový přístup, neměla by být tato varianta hrozbou pro běžný provoz třeba z důvodu vandalismu. Otázkou je, zda by výrobci potrubí byli schopni vyrábět potrubí i spojovací doplňky se závitěm bez rapidního nárůstu ceny za tento materiál.

ZÁVĚR

V bakalářské práci byla stručně popsána historie vývoje zařízení pro indikaci požáru. Byly navrženy jiné speciální metody pro detekci zplodin a popsány funkce EPS, jako například ovládání požárních klapek nebo klíčového trezoru požární ochrany. Součástí nasávacích systémů jsou bezpochyby i normativní záležitosti – normy nebo vyhlášky. Nejvýznamnější z těchto dokumentů pro EPS byly uvedeny a zpracovány tak, aby stručně pojednaly o svém zaměření a obsahu.

Co se konkrétně nasávacích systémů týče, byly uvedeny možnosti aplikace do určitých objektů a některé z těchto aplikací byly i zdůvodněny. Dále byly popsány veškeré základní i dodatečné komponenty systému nasávání vzduchu a také byly nastíněny možné typy rozvržení potrubí.

Praktická část řeší konkrétní variantu návrhu pro daný objekt. Bylo navrženo vzorkovací potrubí a jeho umístění v objektu. Dále bylo uvedeno nastavení jednotek, zvolení záložního zdroje a připojení jednotek do okruhu FDnet pomocí vstupně-výstupního modulu FDCIO222. Poté bylo změřeno zpoždění vyhodnocení poplachu pro tuto sestavu a hodnoty byly seřazeny v tabulce. Ve finále bylo v práci uvedeno doporučení pro servis a údržbu celého systému a byla uvedena varianta dalších možností vylepšení technologie v budoucích letech.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Kominík nezpůsobil požár chaty Libušín, rozhodl soud. Muži hrozilo až osm let za mřížemi, 2020. IROZHLAS [online]. [cit. 2023-05-31]. Dostupné z: https://www.irozhlas.cz/zpravy-domov/pozar-chata-libusin-2020-soud-kominik-pavel-pryszcz_2006110922_ako
- [2] A brief history of fire alarm systems, c2023. EPS [online]. Grand Rapids: MINDSCAPE [cit. 2023-05-31]. Dostupné z: <https://www.epssecurity.com/news/eps-news/a-brief-history-of-fire-alarm-systems/>
- [3] Vyhláška č. 246/2001 Sb., c2010-2023. Zákony pro lidi [online]. Zlín: AION CS [cit. 2023-05-26]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-246>
- [4] ČSN EN 54-1 Elektrická požární signalizace – Část 1: Úvod, 2022. Praha: Česká agentura pro standardizaci.
- [5] ČSN EN 54-20 Elektrická požární signalizace – Část 20: Nasávací hlásiče, 2007. Praha: Česká agentura pro standardizaci.
- [6] ČSN 73 0875 Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení, 2011. Praha: Úřad pro technickou, metrologii a státní zkušebnictví.
- [7] ČSN 34 2710 Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba, 2011. Praha: Úřad pro technickou, metrologii a státní zkušebnictví.
- [8] ČSN 73 0895 Požární bezpečnost staveb – Zachování funkčnosti kabelových tras v podmínkách požáru – Požadavky, zkoušky, klasifikace Px-R, PHx-R a aplikace výsledků zkoušek, 2016. Praha: Úřad pro technickou, metrologii a státní zkušebnictví.
- [9] TITANUS ASPIRATING SMOKE DETECTOR (ASD), c2023. WAGNER [online]. Langenhagen: Wagner Group [cit. 2023-05-30]. Dostupné z: <https://us.wagnergroup.com/systems/aspiratingsmokedetector.html>
- [10] Základní komponenty systému EPS, 2013. In: Bezpečnostní technologie, systémy a management III. Zlín: Radim Bačuvčík – VeRBuM, s. 127-153. ISBN 978-80-87500-35-4.

- [11] GUTMACHER, Daniel, c1996-2023. Aspirating Smoke Detection. SIEMENS [online]. Mnichov: Siemens [cit. 2023-05-30]. Dostupné z: <https://sid.siemens.com/v/u/A6V10583600>
- [12] TITANUS PRO SENS: Air Sampling Smoke Detection System, 2022. In: Ampac [online]. Perth: Ampac [cit. 2023-05-31]. Dostupné z: https://ampac.net/wp-content/uploads/2017/02/MAN3046_ProSens_Technical_Manual.pdf
- [13] Vlastní zdroj
- [14] MaxLink olověná baterie AGM 12V 9Ah, Faston 6,3mm, c2023. In: Tsbohemia.cz [online]. Ostrava: CyberSoft [cit. 2023-05-31]. Dostupné z: https://www.tsbohemia.cz/maxlink-olovena-baterie-agm-12v-9ah-faston-6-3mm_d341257.html
- [15] Napájecí zdroj 27,6 V ss / 5 A (max. 5,7 A), AKU max. 2 x 12 Ah, c2023. TZK [online]. Praha: Shoptet [cit. 2023-05-31]. Dostupné z: <https://www.tzk-sro.cz/certifikovane-napajeci-zdroje/napajeci-zdroj-27-6-v-ss-5-a--max--5-7-a-aku-max--2-x-12-ah/>
- [16] HOŠEK, Zdeněk, 2007. České technické normy řady 73 08xx z oboru požární bezpečnosti staveb [online]. Praha [cit. 2023-06-01]. Dostupné z: http://fire.fsv.cvut.cz/vzdelavani/technici/2/2-2_Ceske_technicke_normy.pdf

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DPPC	Dohledové poplachové a přijímací centrum
EPS	Elektrická požární signalizace
KTPO	Klíčový trezor požární ochrany
OPPO	Obslužný pult centrální ochrany
PBŘ	Požárně bezpečnostní řešení
PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
PCO	Pult centrální ochrany
PZTS	Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy
SHZ	Samočinné hasící zařízení

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Vývojový diagram režimu DEN/NOC [10]	13
Obrázek 2: Umístění opticko-kouřových hlásičů ve vysokoregálech [7].....	20
Obrázek 3: Vyhodnocovací jednotka nasávacího systému [13]	23
Obrázek 4: Indikace vyhodnocovací jednotky [13]	24
Obrázek 5: Princip detekčního modulu [11].....	25
Obrázek 6: Potrubí typu "I" [13].....	25
Obrázek 7: Potrubí typu "U" [13]	26
Obrázek 8: Potrubí typu "M" [13]	26
Obrázek 9: Potrubí typu dvojnásobné "U" [13].....	26
Obrázek 10: Potrubí typu čtyřnásobné "U" [13].....	27
Obrázek 11: LF-AD-1 vzduchový filtr [13]	28
Obrázek 12: Ukázka redukce vzorkovacího bodu [13]	29
Obrázek 13: Půdorys objektu [13]	32
Obrázek 14: Použitý tvar potrubí se vzdáleností a velikostí vzorkovacích bodů [13]	33
Obrázek 15: Znázornění umístění potrubí nasávacích systémů [13].....	34
Obrázek 16: FDCIO222 v ochranném pouzdru [13]	36
Obrázek 17: Příklad hardwarového zapojení smyčky [13].....	37
Obrázek 18: Zapojení vyhodnocovací jednotky do okruhu skrze FDCIO222 [13].....	38
Obrázek 19: Vývojový diagram funkce vyhodnocení poplachu od nas. sys. [13]	39
Obrázek 20: Nastavení vyhodnocovací jednotky [13].....	40
Obrázek 21: Schematické značení nasávací jednotky se záložním zdrojem [13].....	42
Obrázek 22: Grafický přehled dopravních a časových zpoždění [13].....	43
Obrázek 23: Zápalný knot [13]	45
Obrázek 24: Vzorkovací místo před údržbou [13]	46
Obrázek 25: Vzorkovací místo po údržbě [13].....	46

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Seznam komponent pro sestavu	35
Tabulka 2: Průběh měření časového zpoždění	44