

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2018

Petr Hanák



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

## ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

## ŘÍZENÍ NOUZOVÉHO OSVĚTLENÍ SYSTÉMEM FOXTROT

CONTROL OF EMERGENCY LIGHTING BY FOXTROT SYSTEM

### BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

### AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Petr Hanák

### VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

BRNO 2018



# Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

**Student:** Petr Hanák

**ID:** 170599

**Ročník:** 3

**Akademický rok:** 2017/18

**NÁZEV TÉMATU:**

## Řízení nouzového osvětlení systémem Foxtrot

**POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:**

1. Způsoby řízení a kontroly nouzového osvětlení veřejných budov a podobných prostor
2. Normy a jejich požadavky z hlediska provozu a bezpečnosti nouzového osvětlení
3. Návrh varianty řešení na bázi systému Foxtrot, případně nových modulů nutných pro tuto aplikaci, včetně SW nadstavby pro správu, provoz, kontrolu a reportování

**DOPORUČENÁ LITERATURA:**

Literatura je stanovena dle pokynů vedoucího práce.

**Termín zadání:** 5.2.2018

**Termín odevzdání:** 29.5.2018

**Vedoucí práce:** Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

**Konzultant:**

**doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.**  
*předseda oborové rady*

**UPOZORNĚNÍ:**

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma „Řízení nouzového osvětlení systémem Foxtrot“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a/nebo majetkových a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů, včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

Brno .....

.....

podpis autora

## PODĚKOVÁNÍ

Rád bych poděkoval vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Branislavu Bátorovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno .....

.....

podpis autora

# OBSAH

Úvod	8
<b>1 Legislativa</b>	<b>9</b>
1.1 Nouzové osvětlení	9
1.2 Bezpečnost staveb	10
1.3 Požadavky na svítidla	10
1.3.1 Zkouška trvanlivosti	11
1.3.2 Tepelné zkoušky	11
1.3.3 Provoz při vysoké teplotě	12
1.3.4 Samostatná svítidla pro nouzové osvětlení	12
1.3.5 Zařízení pro režim klidového stavu a dálkového vypnutí	13
1.3.6 Fotometrické údaje	13
1.4 Automatické zkušební systémy nouzového osvětlení	14
1.4.1 Automatický zkušební systém	14
1.4.2 Zkušební periody	15
1.4.3 Požadavky na prostory, které mohou být během zkoušek obsazeny	16
1.5 Napájecí systémy	16
1.5.1 Provozní podmínky na zařízení	17
1.5.2 Konstrukce	17
1.5.3 Baterie	19
1.6 Návrh nouzového únikového osvětlení	20
1.6.1 Zkoušky a údržba	21
1.7 Souhrn požadavků osvětlení únikových cest	21
1.8 Osvětlení únikových cest	22
1.8.1 Typy chráněných únikových cest	22
1.9 Bezpečnostní osvětlení	23
<b>2 Řízení osvětlení</b>	<b>24</b>
2.1 Řídící systémy	24
2.1.1 DALI	24
2.1.2 LON	25
2.1.3 KNX	25
2.2 Systémy s centrálním a decentralizovaným akumulátorem	26

2.2.1	Centrální akumulátory . . . . .	26
2.2.2	Decentralizované akumulátory . . . . .	26
2.3	Příklady konkrétních systémů . . . . .	26
2.3.1	Schrack technik – WirelessControl a MultiControl . . . . .	26
2.3.2	CAEG . . . . .	27
2.3.3	Lineryg – Spy system . . . . .	27
2.3.4	Schneider Electric – Dardo Plus . . . . .	27
2.3.5	Dynalite . . . . .	27
2.3.6	Tridonic . . . . .	28
<b>3</b>	<b>Foxtrot</b>	<b>30</b>
3.1	O systému Foxtrot . . . . .	30
3.2	Přenos dat . . . . .	30
3.2.1	Sběrnice CIB – CFox . . . . .	30
3.2.2	Bezdrátová sběrnice RFox . . . . .	31
3.2.3	TCL2 . . . . .	31
3.3	Mosaic . . . . .	32
3.3.1	Programování v Mosaic . . . . .	32
<b>4</b>	<b>Návrh řídicího systému</b>	<b>34</b>
4.1	Použité moduly . . . . .	34
4.1.1	C-RI-0401S . . . . .	34
4.1.2	IR-1501 . . . . .	34
4.1.3	OS-1401 . . . . .	35
4.1.4	C-HM-1121M . . . . .	35
4.2	Popis řídicího systému . . . . .	36
4.2.1	Reportování . . . . .	41
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>43</b>
	<b>Literatura</b>	<b>44</b>
<b>A</b>	<b>Elektronická příloha v IS</b>	<b>47</b>

# SEZNAM OBRÁZKŮ

1.1	Druhy nouzového osvětlení [1] . . . . .	9
1.2	Zapojení při nepřerušovaném provozu [5] . . . . .	18
1.3	Zapojení při přepínacím provozu [5] . . . . .	18
1.4	Zapojení s CSD [5] . . . . .	18
1.5	Zapojení s přístrojem pro částečné spínání zátěže [5] . . . . .	18
1.6	Zapojení při nepřerušovaném provozu s CSD [5] . . . . .	18
4.1	Modul C-RI-0401S . . . . .	34
4.2	Modul IR-1501 . . . . .	35
4.3	Modul C-HM-1121M . . . . .	36
4.4	Vývojový diagram . . . . .	37
4.5	Řídící program . . . . .	38
4.6	Vizualizace svítidla v neaktivním stavu . . . . .	39
4.7	Vizualizace svítidla v aktivním stavu se sepnutým zdrojem A . . . . .	39
4.8	Vizualizace svítidla v aktivním stavu se sepnutým zdrojem B . . . . .	40
4.9	Část vizualizace svítidel . . . . .	40
4.10	Vizualizace podlaží . . . . .	42



# ÚVOD

Tato práce se zabývá tématem řízení nouzového osvětlení a požadavků na řízení a kontrolu systémů nouzového osvětlení. V první části práce jsou dle aktuální platné legislativy rozebrány požadavky na nouzové osvětlení, jeho provoz a kontrolu. Také jsou zde uvedeny požadavky norem na svítidla, zkušební systémy nouzového osvětlení, napájecí systémy a požadavky na návrh nouzového únikového osvětlení.

V následující části práce jsou uvedeny jednotlivé způsoby řízení nouzového osvětlení a požívané systémy. Nejprve jsou ve stručnosti představeny nejpoužívanější systémy, následně konkrétní systémy užívané pro řízení nouzového osvětlení předními výrobci nouzového osvětlení.

Předposlední část práce tvoří systém Foxtrot. Jeho představení, instalace systému a sběrnice. Také je součástí této kapitoly program Mosaic, popis jeho funkcí, způsoby a možnosti programování.

Závěrečnou část tvoří samotný návrh řídicího systému. Nejprve jsou uvedeny dodatečné moduly použité v realizaci systému. Následuje popis programu řízení nouzového osvětlení včetně vizualizace pro reportování stavu svítidel a jejich správu.

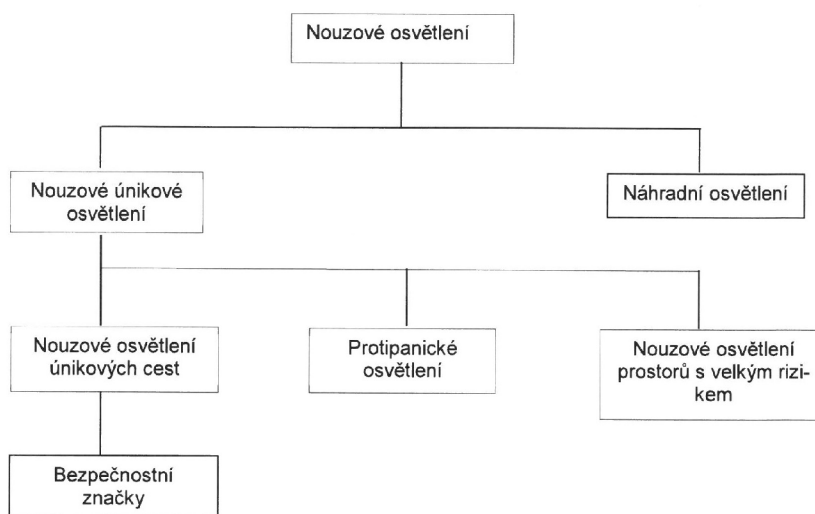
Cíle práce:

1. Způsoby řízení a kontroly nouzového osvětlení veřejných budov a podobných prostor,
2. normy a jejich požadavky z hlediska provozu a bezpečnosti nouzového osvětlení,
3. návrh varianty řešení na bázi systému Foxtrot, případně nových modulů nutných pro tuto aplikaci, včetně SW nadstavby pro správu, provoz, kontrolu a reportování.

# 1 LEGISLATIVA

## 1.1 Nouzové osvětlení

Nouzové osvětlení je osvětlení určené k použití při selhání napájení normálního osvětlení. Hlavním účelem nouzového osvětlení je poskytnout osvětlení při výpadku normálního napájení. Je napájeno ze samostatného zdroje, aby bylo nezávislé na napájení normálního osvětlení. Nouzové osvětlení zahrnuje několik druhů osvětlení, viz obr. 1.1.



Obr. 1.1: Druhy nouzového osvětlení [1]

Primárním účelem nouzového únikového osvětlení je zajistit v daném místě osvětlení včas, automaticky a po potřebnou dobu, a umožnit tak případné bezpečné opuštění prostoru, pokud dojde k výpadku nebo poruše normálního osvětlení. Dělí se na:

- *Nouzové osvětlení únikových cest* – jeho účelem je poskytnout bezpečné a vhodné podmínky k opuštění prostoru, přehledně osvětlit únikovou cestu, prvky požární ochrany, požárně bezpečnostní zařízení a bezpečnostní zařízení.
- *Nouzové osvětlení bezpečnostních značek* – mělo by poskytnout snadnou orientaci únikových cest a určení správného směru.
- *Protipanické osvětlení* – účelem je snížit možnost vzniku paniky a umožnit snadný pohyb a navigaci k únikovým cestám vhodným osvětlením. Směr světla má být dolů k pracovní rovině, ale měli by být osvětleny také všechny překážky do 2 m nad touto plochou.
- *Nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem* – přispívá k bezpečnosti v nebezpečných situacích a procesech a usnadňuje řádné dokončení procesů potenciálně nebezpečných pro osoby nacházející se v daném prostoru.

Nouzové únikové osvětlení musí splňovat požadavky právních předpisů a musí být zřízeno, provozováno a kontrolováno dle požadovaných norem. Stejně tak pokud je instalován automatický zkušební systém.

Náhradní osvětlení je osvětlení, které je schopno nahradit normální osvětlení a umožňuje pokračovat v původní činnosti bez výraznějších změn.

Vnímání osvětlení prostorů a předmětů se u jednotlivých osob liší. Starší lidé potřebují obecně více času a světla, aby si zvykli na osvětlení na únikové cestě. Mimo osvětlení je na únikových cestách možno použít i jiné technické prostředky. Tam kde není přímo vidět nouzový východ musí být zajištěna osvětlená směrová značka. Strategicky umístěná značka může zmírnit pocity úzkosti a zmatku a napomůže ke snazší orientaci pryč z objektu nebo na únikovou cestu. Značky musí být vidět i při výpadku dodávky energie z distribuční sítě [1] [2].

## 1.2 Bezpečnost staveb

Nouzové osvětlení musí být zřízeno v:

- shromažďovacím prostoru pro východ osob, a to v podobě únikového osvětlení,
- chráněných i nechráněných navazujících únikových cestách,
- souvisejících prostorech přístupných návštěvníkům za běžného provozu (toalety, šatny a jiné),
- místě pro evakuaci, kontroly ovládání protipožárního zabezpečení, technické vybavení objektu.

Nouzové osvětlení musí být navrženo a instalováno tak, aby přesně a jednoduše informovalo o trase úniku, změnách směru a sklonu, a to zejména v případech, kdy východ není vidět nebo není jasné jeho umístění vzhledem k půdorysu budovy. Nouzovým osvětlením musí být také osvětlena všechna místa, kde dochází ke změně výškové úrovně podlahy [2].

## 1.3 Požadavky na svítidla

U konstrukce svítidel nouzového osvětlení musí být dodržena norma. Splnění se kontroluje zkouškou. Provádějí se zkoušky trvanlivosti a tepelná zkouška. Pokud se jedná o kombinované nouzové svítidlo, omezí se zkouška pouze na části a komponenty svítidla, které se podílejí na nouzovém osvětlení. Musí se také přihlídnout k vlivu ostatních částí svítidla, které mají na svítidlo v provozu nouzového svítidla vliv. Svítidlo pro normální osvětlení se zkouší dle jiné části normy a jsou na něj kladeny jiné požadavky. Části svítidla pro nouzové osvětlení, které jsou v blízkosti hlavní části svítidla, a to do 1 m délky kabelu, musí všechny části svítidla splňovat

příslušné požadavky, a to platí i pro prostředky na vzájemné spojení. Pokud svítidlo pro nouzové osvětlení obsahuje baterii a jakoukoliv částí svítidla či komponentem lze pohybovat tak, že by mohlo dojít ke kontaktu s baterií, nabíjecím obvodem nebo nabíjecím zařízením baterie, musí svítidlo vyhovět zkoušce žhavou smyčkou při teplotě 850 °C. Stejně tak této zkoušce musí vyhovět kabely dálkově řízeného ovládacího zařízení obsahujícího baterii nebo nabíjecí kabely, a to ve vzdálenosti do 1 m nebo musí být z ohnivzdorného materiálu. Pokud baterii nebo nabíjecí kabely neobsahuje, zkoušku splňovat nemusí. Splnění se kontroluje zkouškou [3].

### 1.3.1 Zkouška trvanlivosti

Svítidlo je zkoušeno ve zkušebním krytu po celkovou dobu 390 h. Jedná se o 10 navazujících cyklů, každý o trvání 36 h a následně závěrečných 30 h v normálním provozu s maximálním jmenovitým napětím. V každém 36 hodinovém cyklu se svítidlo provozuje prvních 30 hodin s maximálním jmenovitým napájecím napětím a zbývajících 6 v nouzovém režimu. Pokud je trvání delší než 6 hodin, nouzový provoz se prodlužuje až do zhasnutí svítidla, celková doba trvání se ekvivalentně navýší. Normální světelný zdroj jak pro kombinované svítidlo, tak pro trvalé nouzové osvětlení musí světelný zdroj pracovat po dobu 30 h.

Svítidlo musí také spolehlivě fungovat během 50 sepnutí napájecího napětí po zkoušce trvanlivosti. Každé sepnutí musí být za připojení k normálnímu jmenovitému napětí na 60 s a následného odpojení napájení na 20 s [3].

### 1.3.2 Tepelné zkoušky

Tepelné zkoušky musí být provedeny jak v režimu nouzového osvětlení, tak v režimu normálního provozu. Svítidla, která se umísťují k piktogramům se musejí zkoušet s piktogramy s nejnepříznivějšími tepelnými účinky na svítidlo. Mezní hodnoty stanovené normou musí platit po celou dobu provozu svítidla. Čili od zapnutí po vybití baterie. U kombinovaných svítidel, pokud není dáno konstrukcí jinak, zkoušejí se společně.

Při zkoušce abnormálního provozu samostatných svítidel pro nouzové osvětlení se na výstup napájecího zařízení baterie nahradí baterií se zkratovacím článkem. Následně po odstranění zkratu musí být svítidlo schopno normálního provozu. Svítidlo se nesmí stát nebezpečným.

Po tepelné zkoušce se musí svítidlo nechat vychladnout na 25 °C nebo na jmenovitou hodnotu (záleží, která hodnota je nižší) a podrobit 24 hodinovému cyklu napájení při 0,9 násobku jmenovitého napájecího napětí. Následně svítidlo musí na konci jmenovité doby provozu poskytovat minimální hodnotu osvětlení stanovenou normou [3].

### 1.3.3 Provoz při vysoké teplotě

I za provozu při teplotě nad 40 °C musí svítidlo pro nouzové osvětlení mít spolehlivou funkci alespoň polovinu jmenovité životnosti.

Splnění se kontroluje zkouškou. U svítidla se musí porovnat relativní světelný výkon při normální provozní teplotě a při teplotě okolí 70 °C. Baterie je napájena 24 h nabíjena jmenovitým napětím. Za normální provozní teploty je svítidlo umístěno do zkušební komory se zabudovaným dálkovým fotometrem s trvalým odstupem vůči svítidlu. Následně je svítidlo od napájení odpojeno a 60 s po přerušení napájení je změřen relativní světelný výkon.

Baterie po úplném vybití je nabíjena jmenovitým napětím po dobu 24 h. Svítidlo se do zkušební komory předehřáté na 70 °C umístí naprosto stejně, jak tomu bylo v předchozí zkoušce. Svítidlo musí být v provozu nouzovým zdrojem proudu po dobu 1 h. V době od 60 s do poloviny jmenovitého trvání nesmí měřená hodnota světelného výkonu klesnout pod 50 % hodnoty změřené v první části. Pokud se jedná o systémy s centrálními bateriemi, pak se napětí považuje za konstantní a může být nahrazeno napájecí sítí [3].

### 1.3.4 Samostatná svítidla pro nouzové osvětlení

Samostatné svítidlo pro nouzové osvětlení je podle normy svítidlo pro trvalé nebo dočasné nouzové osvětlení, které má všechny prvky uvnitř svítidla. Musejí v sobě mít zabudované nebo přilehlé, zařízení na nabíjení baterie ze zdroje normálního napájení a indikátor, který je zřetelně viditelný během normálního používání. Baterie se musí používat pouze na provoz svítidla ve stavu nouzového osvětlení a na jeho přilehlé části a přidružená svítidla. Baterie je určena nejméně na čtyři roky normálního provozu.

Napájení baterie a normální napájení musí mít dostatečně odděleny živé části, při připojení na napájení pod napětím. Pokud by mohlo dojít k dotyku živých částí může se použít izolace, uzemněné stínění či jiné adekvátní řešení. V případě přímého dotyku se musí použít bezpečnostní izolační transformátor. Pro oddělovací transformátor musí být použita alespoň základní izolace v nabíjecím obvodu baterie [3].

#### Zkušební zařízení

Samostatná svítidla pro nouzové osvětlení musí být vybavena automatickým zkušebním zařízením, vestavěným manuálním zkušebním zařízením nebo prostředky pro připojení k dálkovému zkušebnímu zařízení. Dálkové zkušební zařízení nesmí ovlivnit správnou funkci svítidla. Zkušební spínače ovládané ručně musí mít samočinné

vracení do původní polohy nebo ovládací tlačítko [3].

### 1.3.5 Zařízení pro režim klidového stavu a dálkového vypnutí

U svítidel nouzového osvětlení je trvale vyžadován zapnutý napájecí proud, protože při odpojení napájení normálního osvětlení, by svítidla nouzového osvětlení přepnula na baterii a začala se vybíjet. Aby bylo tomuto předejito, je možné instalovat zařízení režimu klidového stavu a dálkového vypnutí. Pak lze baterii chránit v situacích, kdy je normální osvětlení vypnuto, ale nouzové osvětlení není nutné, případně když jsou svítidla s bateriemi skladována před instalací. Tato zařízení vyžadují dálkové ovládání s vhodným zapojením.

- Klidový režim:
  - v činnosti pouze pokud normální osvětlení selhalo, uchovává kapacitu baterie v případě, kdy není potřebná,
  - dálkové ovládání je bezpečně zapojeno proti zkratu, přerušení nebo dotyku se zemí,
  - svítidlo se vrátí do normálního režimu, pokud je obnoveno normální napájení.  
V současné době není normalizováno.
- Režim dálkového vypnutí:
  - lze nastavit nezávislost na dodávce normální elektrické energie – nezpůsobí nežádoucí vybíjení, v době, kdy budova není obsazena,
  - ochrana zařízení dálkového vedení proti přerušení má být připojena dle platných předpisů pro instalaci podle IEC 60364-5-56.

[3]

### 1.3.6 Fotometrické údaje

Výrobce musí poskytnout údaje o rozložení svítivosti. Údaje o svítivosti v nouzovém režimu musí být poskytnuty v kandelách nebo v kandelách na 1 000 lm. Pokud není uvedeno jinak světelný tok v nouzovém režimu PELF se vypočítá jako součinitel jmenovitého světelného toku a činitele EBLF přidruženého nouzového předřadníku. Svítidla určená pro nouzové osvětlení musí do 5 s dosáhnout 50 % jmenovitého světelného toku udávaného výrobcem a 100 % do 60 s od výpadku proudu až do konce nouzového provozu. Pokud se jedná o riziková pracoviště, musí být dosaženo 100 % jmenovitého výkonu udávaného výrobcem do 0,5 s, a to až do konce nouzového provozu.

Splnění se kontroluje měřením, výpočtem a zkouškami. Všechny zkoušky jsou prováděny s použitím nového světelného zdroje a s ohledem na konkrétní typ světelného zdroje svítidla. Zkoušky:

- u samostatných svítidel po dobu 24 h v nouzovém režimu napájením 0,9 násobkem minimálního jmenovitého proudu,
- u svítidel s centrálním napájením během 5 s až 60 s při maximálním napájecím napětí, ostatní při 0,9 násobku minimálního jmenovitého napětí po dosažení stabilních fotometrických podmínek. [3]

## 1.4 Automatické zkušební systémy nouzového osvětlení

### 1.4.1 Automatický zkušební systém

Automatický zkušební systém neboli ATS (Automatic test system) je automatizovaný zkušební, ručně spustitelný systém, který může splňovat zkušební požadavky a indikovat výsledky zkoušky svítidla nouzového osvětlení. Má za úkol ověřit správnou funkci svítidel nouzového osvětlení a souvisejícího napájení s cílem nalezení případných poruch, které by narušily jejich řádný provoz. Jakékoliv poruchy musí být identifikovány a nahlášeny do 24 h od zjištění. Jeho konstrukce a design musí zajistit, že změnit délku trvání a četnost zkoušek může pouze autorizovaný personál. Specifikace ATS musí dodat výrobce. Selhání postupu zkoušky musí být indikováno na příslušném svítidle nebo na vzdáleném panelu, záleží na typu použitého ATS. Systém musí indikovat selhání nebo poruchu napájení baterií nouzového osvětlení.

U trvale zapnutého zdroje bez přepínacího zařízení musí systém ověřit správnost fungování při normálním napájení ze sítě i při jeho selhání. U zdrojů s přepínacím zařízením musí být ověřeno, že světelný zdroj nouzového osvětlení je přepínačem napájen z bateriového zdroje.

Poruchy ATS nesmí ovlivnit nouzový provoz svítidel připojených k danému ATS nebo zahájit nevyžádanou zkoušku. Při poruše či selhání kteréhokoliv komponentu ATS nesmí dojít ke znemožnění nouzového provozu více než jednoho svítidla k systému připojených. Musí být předem prověřeno, že elektronické zařízení a jednotlivé části vybrané pro vytvoření ATS jsou vzájemně kompatibilní. Případné působení elektromagnetických jevů nesmí mít za následek selhání ATS nebo spuštění nežádoucí zkoušky. Řídící software ATS musí být dostatečně odzkoušen, aby bylo dosaženo správné funkčnosti a zabezpečení před selháním. Selháním softwaru nesmí být zapříčiněno zastavení provozu více než jednoho svítidla nebo spuštění nežádoucí zkoušky svítidel k ATS připojených [4].

## **Zkouška funkce**

Zkouška funkce musí být provedena alespoň jednou za měsíc. Neměla by překročit dobu 10 % jmenovité doby trvání z důvodu možné ztráty kapacity u baterií. Zkouška má být odložena, pokud dojde k výpadku síťového napájení před funkční zkouškou a baterie se z toho důvodu nemohla dobít. Zkouška má být následně provedena do 24 h po obnovení napájení ze sítě. Dojde-li k přerušení napájení v průběhu funkční zkoušky, je zkouška odložena a systém přejde na nouzový provoz. Zkouška je zahájena po obnovení napájení, jakmile to podmínky dovolí [4].

## **Zkouška úplné jmenovité doby trvání**

Tato zkouška se musí provádět při uvádění ATS do provozu v souladu s pokyny výrobce. Musí být automaticky opakována minimálně jednou za rok. Pokud dojde k výpadku napájení v průběhu trvání zkoušky, je systém převeden na nouzový provoz a zkouška je pozdržena. Po obnovení napájení a úplném nabití baterie se zkouška znovu zahájí [4].

### **1.4.2 Zkušební periody**

Stavba systému ATS by měla být optimalizována pro minimalizaci účinku potenciálního výpadku napájení ze sítě na dostupnost nouzového osvětlení v době neúplného nabití baterií způsobeného zkouškou doby trvání. Zkoušky jsou prováděny v přednastavený čas, který je hlídán časovacím zařízením. V zařízení jsou obsaženy dva časovací údaje, a to časování intervalu zkoušek a časování funkce zkoušky. Obě se musí přezkoušet, aby bylo zajištěno přesnosti  $\pm 75$  s za týden [4].

## **Časovací funkce**

V průběhu přerušení nebo selhání napájecí sítě musí být zachována časovací funkce až po dobu 7 dnů. Nemusí tomu tak být, pokud je systém ATS nastaven pro automatické spuštění zkušební funkce či zkoušení samostatných svítidel nebo automatické obnovení napájení odděleného časování alternativních svítidel. Pokud výpadky trvají déle než 7 dní musí být systém ATS uveden zpět do provozu.

Splnění se kontroluje simulací, měřením periodicity funkční zkoušky, periodicita zkoušek deklarovaná výrobcem případně periodicita mezi první zkouškou po obnovení normálního napájení a zkouškou následující [4].



### 1.4.3 Požadavky na prostory, které mohou být během zkoušek obsazeny

Objekty, ve kterých se zkoušky provádí mohou být v době zkoušky obsazeny. Musí být dodrženy bezpečnostní opatření, aby byla dodržena bezpečnost nouzového osvětlení v případě výpadku napájení, a to jak pro systémy samostatných svítidel, tak centrálně napájené systémy. Centrálně napájené systémy ATS musí také umožnit zkoušení svítidel.

Systém ATS musí být navržený, aby mezi zkoušením jednotlivých svítidel bylo dostatek času na dobití předchozího svítidla. Potřebné informace pro seřízení poskytuje výrobce. Ruční vyvolání je přijatelné, pokud je dostatečná viditelná indikace poruchy. Případně dle záznamů předchozích zkoušek. Roční zkouška musí být provedena do 52 týdnů od uvedení do provozu. Stejně tak náhodné automatické vyvolání. Má-li systém ATS zdvojené baterie, musí být každá schopna poskytovat napájení mezitím co je druhá vybíjena. U systému centrálního napájení se provádí zkouška omezené doby trvání pro dvě třetiny jmenovité hodnoty doby trvání, aby se zjistilo, zda není baterie vybitá na nižší hodnotu, než je povoleno. Pokud je použit ATS s možností záznamu musí systém indikovat výsledky zkoušek a místo jakékoliv vady. Systém musí být navržen tak, aby nedošlo ke zrušení indikace poruchy následující úspěšnou zkouškou [4].

## 1.5 Napájecí systémy

Aby bylo vyhověno požadavkům na činnost bezpečnostního zařízení je třeba různých napájecích systémů. Existují dva základní druhy silového napájení, a to provoz nepřerušovaný (viz obr. 1.2) a přepínací (viz obr. 1.3). U nepřerušovaného provozu je napájení nouzového osvětlení spolu s napájením normálním v provozu souběžně a při výpadku normálního napájení plynule přebírá napájení nouzového osvětlení. Nouzové napájení u přepínacího provozu je v záloze a při výpadku normálního napájení je napájení automaticky přepnuto automatickým převodním spínacím přístrojem ATSD (automatic transfer switching device). Hlavní rozdíl je v délce odezvy. Nepřerušovaný provoz má okamžitý přechod z normálního napájení na napájení nouzové kdežto provoz přepínací potřebuje nějaký čas na přepnutí napájení a odezva je až 0,5 s. V případě poruchy napájení je jmenovitá doba provozu systému určena parametry baterie.

Do přepínacího provozu se ještě přidává zařízení řídicí spínací přístroj CSD (control switch device) (viz obr. 1.4), v případě poruchy napájení automaticky připojuje jeden a více obvodů ke zdroji nouzového napájení. Je spínán ručně nebo automaticky, záleží, zda je k dispozici normální napájení. Díky němu není nouzový zdroj

nikdy odpojen. Dále může být instalován přístroj pro částečné spínání zátěže. Do činnosti je uváděn při normálním napájení (viz obr. 1.5). Bezpečnostní přístroj může být také napájen pouze v případě selhání normálního napájení. Jediným rozdílem tohoto systému je připojení CSD (viz obr. 1.6) [5].

### 1.5.1 Provozní podmínky na zařízení

Uživatel s výrobcem se mohou dohodnout na úpravách, pokud ne, zařízení musí být provozováno za následujících podmínek:

- vstupní napětí vyhovující HD 472 S1,
- toleranční kmitočtové pásmo střídavého vstupního napětí od jmenovité hodnoty být  $\pm 2\%$ ,
- musí být uveden rozsah provozní teploty a zařízení musí být provozu schopné i při 85 % vlhkosti vzduchu,
- provozuschopnost do 1 000 m n. m.,
- chránění baterie před hlubokým vybitím.

Výrobce je povinen poskytnout následující informace:

- hodnota a druh výstupního a vstupního napětí,
- pro danou dobu průběh zatížení,
- pokud je považováno, rozdělení zařízení,
- pro případ selhání síťového napájení přípustná doba pro překlenutí,
- požadovaná doba provozu,
- předpoklad instalace baterií,
- předpoklad stavby systému,
- okolní teplota a relativní vlhkost pro správnou funkčnost zařízení.

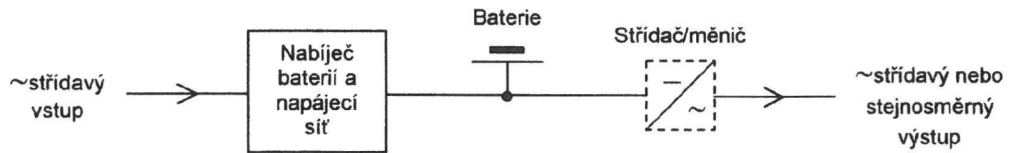
[5]

### 1.5.2 Konstrukce

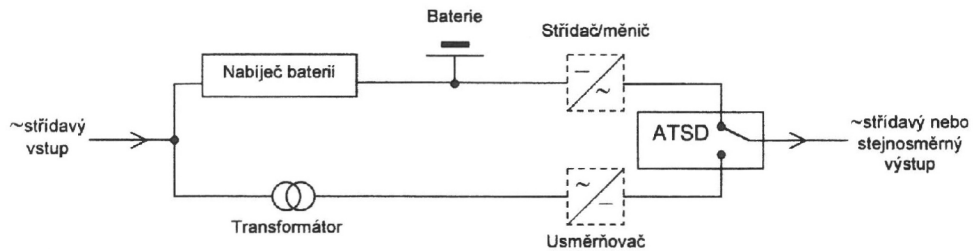
Kryt musí odolat vysokým teplotám a hoření, nejméně teplotě 850 °C. Je vyžadován stupeň ochrany alespoň IP 20. K živým částem nesmí být možný přístup bez použití klíče nebo nástroje. Splnění se ověřuje zkouškou.

Bateriové nabíječe musí automaticky nabíjet své baterie a to tak, že 12 hodin od zahájení nabíjení musí být baterie schopny napájet 80 % stanovené doby provozu. U nepřerušovaného provozu, pokud je zátěž napájena z nabíječe, musí jmenovitý výstupní proud nabíječe být alespoň 110 % součtu jmenovitých proudů dodávaných zátěži a baterii.

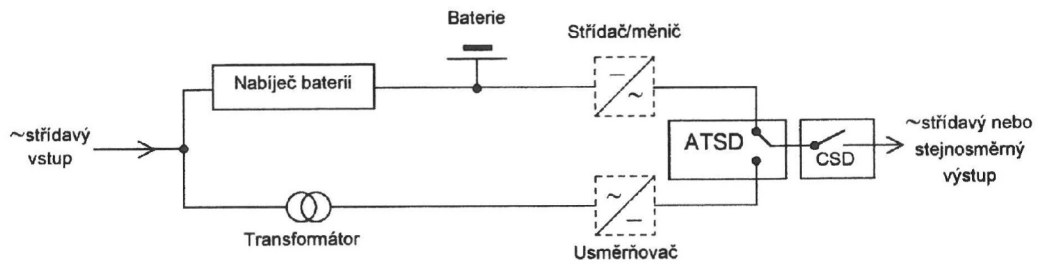
Centrální střídače se všemi jejich částmi musí tvořit kompaktní systém. Výstupní napětí musí být regulovatelné, a to v rozsahu  $\pm 6\%$  jmenovitého napětí systému a po celou dobu vybíjení při zatížení od 20 % do 100 %. Odchytky pro okamžité



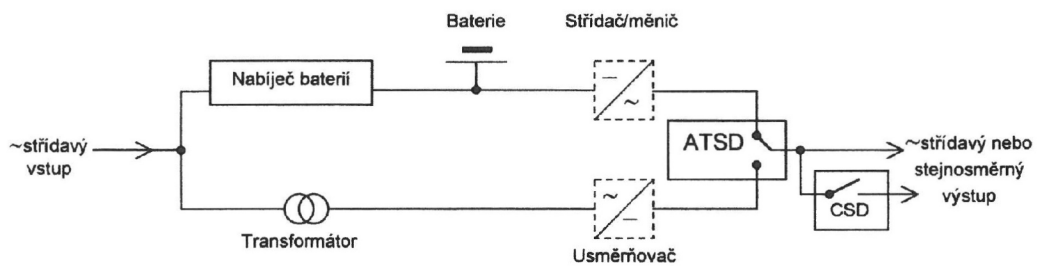
Obr. 1.2: Zapojení při nepřerušovaném provozu [5]



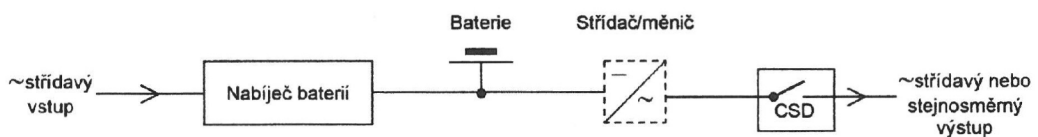
Obr. 1.3: Zapojení při přepínacím provozu [5]



Obr. 1.4: Zapojení s CSD [5]



Obr. 1.5: Zapojení s přístrojem pro částečné spínání zátěže [5]



Obr. 1.6: Zapojení při nepřerušovaném provozu s CSD [5]

změny jsou povoleny v rozsahu  $\pm 10\%$  po 5 s. Po jmenovitou dobu musí být schopné zvládnout 120 % požadovaného zatížení. Střídač musí zvládnout odpojit jakýkoliv připojený obvod, aniž by zapůsobila pojistka. Pokud pojistka zapůsobí musí být funkce obnovena do normálního stavu do 5 s od zapůsobení.

Splnění se ověřuje kontrolou a zkouškami.

Jako ochrana baterie musí být instalován přístroj pro ochranu před hlubokým vybitím. Minimální pracovní napětí zařízení je určeno výrobcem baterie. Po obnovení normálního napájení se musí dát znovu nastavit pouze ručně.

Pro spolehlivost musí napájecí systém zahrnovat příslušenství pro monitorování funkcí systému a obsahovat zkušební a monitorovací zařízení. Musí být měřeno napětí a proud baterie, proud zátěže a nabíječe. Zkušební a monitorovací zařízení musí obsahovat a indikovat například napájení, poruchy a podmínky systému, příslušenství pro dálkové sdělování pomocí neelektrického kontaktu, přístroje s automatickým opětovným nastavením a jiné.

Ochranné přístroje musí být prověřeny pro požadované hodnoty proudu. Pojistky musí vyhovovat příslušné normě [5].

### 1.5.3 Baterie

Baterie pro samostatná nouzová svítidla musí být jednoho následujícího typu:

- nikl-kadmiové (hermeticky) uzavřené akumulátorové baterie,
- ventilem řízené akumulátorové olověné baterie,
- nikl-metal hydridové.

Jiné typy baterií jsou přípustné, pokud splňují požadavky na použitelnost a bezpečnost a příslušné požadavky normy ČSN EN 60598-2-22 ed. 2. Všechny baterie v samostatných svítdlech musejí mít vyznačený rok, případně i měsíc, a týden výroby. Na štítku baterie musí být místo umožňující označení data uvedení do provozu. Pokud baterie není vyměnitelná musí tento štítek být na baterii nebo štítku viditelném při údržbě. Baterie musí vyhovovat normě a svítidlo musí pracovat v rámci tolerancí, tak aby byla zajištěna požadovaná výkonost po celé čtyři roky životnosti baterie. Ekvivalentně k tomu musí být zvolena kapacita baterie, aby svítidlo mělo za normální činnosti jmenovitou životnost alespoň dané čtyři roky.

#### Požadavky a zkoušky baterií

Články baterií určených pro trvalé nabíjení za zvýšených teplot musí vyhovovat IEC 61951. Dále musí splňovat parametry dobíjecího a vybíjecího proudu specifikovaného v ČSN EN 60598-2-22 ed. 2. Měření maximální povrchové teploty uvnitř svítidla se

prování 48 h od zahájení nabíjení. V případě provozu mimo mezní hodnoty stanovené normou, musí výrobce dodat alternativní provozní parametry a důkaz o čtyřleté životnosti článků. Uživatel nemůže manipulovat s baterií samostatného svítidla nouzového osvětlení a musí ji vyměňovat kvalifikovaná osoba.

- *Nikl-kadmiové* – Maximální povrchová teplota může být pro typy článků označené T 40 °C a pro typy článků označené U 50 °C. S tím je spojené určení polohy pro maximální povrchovou teplotu, a to především pro článkové baterie, protože životnost je silně závislá na teplotě článků. Minimální teplota okolo článků je 5 °C uvnitř svítidla, při výpadku 0 °C.
- *Olověné baterie* – Povrchová teplota baterie musí být maximálně 30 °C s teplotní kompenzací nabíjecího napětí záložní baterie a 25 °C bez kompenzace nabíjecího napětí záložní baterie. Minimální teplota ve svítidle v okolí článků, bez přímého dotyku je 5 °C a příležitostně při výpadku 0 °C.
- *Nikl-metal hydridové* – Pro typy článků označených T musí je maximální povrchová teplota 40 °C a pro typy U 50 °C. Minimální teplota uvnitř svítidla okolo článků může být nejméně 5 °C.

[3]

## 1.6 Návrh nouzového únikového osvětlení

Při návrhu nouzového osvětlení musí být v první řadě projity stavební výkresy znázorňující dispozice budovy, umístění únikových cest, situaci požárních hlásičů a hasících zařízení a prvků, které by mohly bránit v úniku.

Provoz musí být zajištěn při výpadku jakékoliv části osvětlení. Především musí být zajištěna funkčnost místního nouzového únikového osvětlení.

Nouzové únikové osvětlení musí být spolehlivé, a proto musí být provedeno pomocí dvou nebo více svítidel, aby v případě selhání jednoho z nich bylo zachováno osvětlení únikové cesty.

Osvětlené musí být také venkovní prostory v bezprostřední blízkosti konečného východu, aby bylo umožněno rozptýlení unikajících do bezpečí. Dále musí být osvětleny protipanickým osvětlením výtahy, kterými mohou být přepravovány osoby.

Po ukončení návrhu a prací musí být vydány veškeré výkresy a dokumentace a být k dispozici v příslušných prostorech. Dokumentace musí být aktualizována a doplňovány o případné změny. Odpovědná osoba musí vést deník se záznamem zkoušek, prohlídek, změn a poškození [6].

### 1.6.1 Zkoušky a údržba

Veškeré zkoušky jejichž vlivem dojde k vybití baterií musí být prováděny před časovým intervalem, kdy je sníženo nebezpečí výpadku zdroje, aby bylo umožněno plné nabití baterií.

Denně musí být kontrolovány ukazatele činnosti centrálního napájení.

Měsíčně se musí rozsvítit každé svítidlo a značka s vnitřním osvětlením z vlastní baterie, což simuluje výpadek normálního osvětlení. Kontroluje se funkčnost všech svítidel a následující indikace opětovného zapnutí normálního napájení a u bateriových systémů monitorovací systém.

Ročně se kontrolují stejné zkoušky jako měsíční s tím, že každé svítidlo se kontroluje ještě po celou jmenovitou dobu provozu.

V případě automatického zkušebního zařízení musí být hodnoty zaznamenávány každý měsíc a jednou do roka zaznamenány zkoušky pro plnou jmenovitou dobu provozu [6].

## 1.7 Souhrn požadavků osvětlení únikových cest

Osvětlení pro chodby do 2 m šířky se měří 2 cm nad podlahou a v potaz se berou pouze svítidla nouzového osvětlení. Pokud je chodba širší než 2 m, potom se bere více takovýchto pásů nebo je možné přidat protipanické osvětlení. Na střední ose únikové cesty musí mít horizontální osvětlenost minimálně 1 lx. Středový pás alespoň poloviční šířky musí mít nejméně 0,5 lx. Poměr mezi maximální a minimální osvětlenosti by neměl přesahovat 40:1 lx.

Pro předejití oslnění nesmí osvětlení překračovat dovolené hodnoty svítivosti v oblasti 60° až 90° od svislice, ve všech úhlech azimutu. Aby bylo možné správně rozlišit bezpečnostní značky, měl by index podání být 40. Svítidla nesmí tuto hodnotu podstatně snižovat.

Svítidla musí dosáhnout minimálně 50 % maximální svítivosti do 5sekund a 100 % do 60sekund. Pro tuto hodnotu musím být schopná provozu nejméně po 1 hodinu.

Zdůrazněná místa pro umístění nouzového osvětlení:

- u dveří pro nouzový východ,
- na schodišti, tak že každé rameno schodiště musí být osvětleno přímým světlem,
- při každé změně úrovně,
- při každé změně směru,
- na každém křížení chodeb,
- u konečného východu, včetně vnějších prostor, a to až do bezpečného prostoru,

- každé místo první pomoci, vertikální osvětlení na skřínce první pomoci musí být 5 lx,
- u východu pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace,
- bezpečnostní značky s vnějším osvětlením, směrové značky a jiné bezpečnostní značky vyžadující osvětlení v nouzových situacích,
- při úkrytech a hlásičích, včetně oboustranných komunikačních zařízení, pro osoby se sníženou schopností pohybu a orientace, na toaletách a tlačítkách hlásičů požáru pro tyto osoby.

[1]

## 1.8 Osvětlení únikových cest

Alespoň během provozní doby musí být únikové cesty dostatečně osvětleny, a to buď denním či umělým světlem. Nechráněné únikové cesty musí být osvětleny elektrickým osvětlením všude, kde je běžná elektroinstalace osvětlení. Chráněné a částečně chráněné únikové cesty musí mít elektrické osvětlení vždy. V chráněných únikových cestách typu A, B a C nouzové osvětlení být musí a stejně tak v částečně chráněných únikových cestách nahrazujících chráněné. V ostatních případech se nouzové osvětlení doporučuje.

V případě požáru nouzové osvětlení u chráněných cest typu A musí být funkční po dobu alespoň 15 minut. U typu B 30 minut a C 45 minut. Částečně chráněné cesty vyžadují funkčnost nouzového osvětlení po dobu 15 minut.

Uvnitř únikového prostoru a v navazujících vnitřních komunikacích musí být použity bezpečnostní značky, aby v každém místě únikové cesty unikající osoby byly informovány o směru úniku. Označeny musí být také cesty a východy, které k úniku použít nelze.

Osvětlení shromažďovacích prostorů provozovaných za šera či zatemnění se při požáru požije bílé osvětlení konstantní intenzity a barvy. Za předpokladu že nouzové osvětlení je provozováno ze samostatného a odděleného zdroje, může toto osvětlení být napájeno z běžných zdrojů [2] [7].

### 1.8.1 Typy chráněných únikových cest

Chráněná cesta typu A je od ostatních požárních úseků oddělena požárními uzávěry otvorů. Je odvětrávána přirozeně nebo umělým větráním. Na únikové cestě typu A se osoby mohou bezpečně zdržovat nejvýše 4 minuty.

Od chráněné cesty typu A se chráněná cesta typu B liší tím, že je od ostatních požárních úseků, oddělena požárními uzávěry otvorů se samostatně odvětrávanou

předsíní a dveřmi zabraňujícími prostupu kouře. Předsíň slouží pro zamezení prostupu zplodin do vlastního schodišťového prostoru. Předsíň musí splňovat minimální požadavky na půdorysnou rozlohu a to 5 m<sup>2</sup>. Dispozičně se může shodovat s chráněnou cestou typu A, tedy nemusí být vybavena předsíní, ale musí být doplněn o přetlakovou ventilaci. Osoby se zde mohou zdržovat nejvýše 15 minut.

Chráněná cesta typu C je nejnebezpečnější variantou chráněných únikových cest. Musí být vždy vybavena požární předsíní i přetlakovým větráním. Větrán musí být prostor předsíně i samotného schodiště. Maximální doba, po jakou se zde mohou osoby zdržovat je 30 minut [7].

## 1.9 Bezpečnostní osvětlení

V budovách zdravotnických zařízení skupiny 1 a 2 musí být k dispozici alespoň dva zdroje napájení, z nichž jeden je připojen na bezpečnostní napájení. Při přerušení napájení musí být zajištěno minimální osvětlení z bezpečnostních obvodů. Doba přerušení napájení nesmí u osvětlení a vybraných spotřebičů přesáhnout 15 s [8].



## 2 ŘÍZENÍ OSVĚTLENÍ

### 2.1 Řídící systémy

#### 2.1.1 DALI

DALI neboli Digital Addressable Lighting Interface, je mezinárodní standardizovaný adresovatelný protokol pro řízení osvětlení, založený na standardech IEC 60929 a IEC 62386. Byl vytvořen spoluprací předních výrobců k zajištění standardizace řízení digitálních součástí mezi odlišnými výrobci, a zatímco součásti jsou zaměnitelné, ovladače ne. Rychle se stal nejrozšířenějším protokolem řízení osvětlení.

DALI má specifikované maximální množství samostatně adresovatelných zařízení v jednom systému na 64. Může to být 64 zařízení kde každé vyžaduje jednu adresu nebo vícero zařízení vyžadujících větší množství adres. Maximální množství skupin pro skupinovou adresu je 16. Do sítě lze zapojit routery které navýší množství adres. Přenosová rychlost je 1 200 bitů za sekundu s dvou fázovým lineárním kódováním dat Manchester. Bitový čas je  $833,3 \mu\text{s}$ .

Základní myšlenkou v osvětlovacím systému, je možnost kontrolovat každé svítidlo samostatně a ke každému ovladatelnému zařízení v systému vést pouze jeden řídicí kabel. DALI byl vyvinut specificky pro řízení osvětlení, a nikoliv pro širší automatizaci budov. Má jednoduchou instalaci a nízkou cenou na každý uzel. I přes to je ve své základní formě vhodná pro realizaci většiny osvětlovacích soustav. Dále je navržena pro snadné přidružení jako podsystém komplexnějšímu řídicímu systému.

Každé svítidlo má načítací rozhraní, nejčastěji elektronický předřadník. Jednoduchá dvojlinka používaná pro řízení, spojuje ovládací zařízení s načítacím rozhraním. Každé kontrolní zařízení ovládá pouze specifické svítidlo, proto při změnách rozložení je přeprogramování systému jednoduché. Všechny skupiny svítidel, jednotlivá svítidla, senzory a spínače jsou k řídicím kabelům připojena sériově nebo paralelně.

Ovládací panely, senzory, předřadníky a programovatelné jednotky spolu vzájemně komunikují. Komunikace probíhá obousměrně, takže ovladač může odeslat žádost předřadníku a ten na ni může odpovědět. Tohoto spojení se využívá nejen pro ovládání svítidel, ale také pro kontroly, statistiky, spotřebu energie a jiné. Centrální jednotka není potřeba, protože její funkce jsou rozděleny jednotlivým zařízením v systému. Je možné ovládat několik systémů DALI přes routery připojené k Ethernetové síti nebo systém ovládat přes Ethernet pomocí počítače.

DALI dovoluje pouze topologie zapojení do hvězdy a sériové zapojení. Maximální délka kabelu mezi dvěma spojenými systémy z důvodu maximálního dovoleného poklesu napětí 2 V je 300 m s průřezem  $1,5 \text{ mm}^2$ . Za použití repeateru lze vzdálenost prodloužit [9] [10].

### 2.1.2 LON

LON neboli Local Operating Network je řídicí síť od Echelon Corporation. Může být použit pro řízení několika odlišných systémů, a to nejen osvětlení. Komunikuje pomocí duplexní komunikace s vícebodovým připojením.

Hlavním cílem sítě LON je zajistit interoperabilitu oddělených nezávislých zařízení a zařízení od jiných výrobců a zkombinovat řízení a jejich užití do protokolu nezávislého na výrobcí.

Zařízení mezi sebou komunikují pomocí protokolu LonTalk, který je srovnatelný s úplným sedmi vrstevným OSI (Open Systems Interconnection) standardem. Systém zahrnuje vlastní vývojové nástroje a příslušenství jako jsou můstky, routery a jiné služby.

LON je používán dodatečně k domovní a průmyslové automatizaci. Každý uzel v sobě mimo mechanické komponenty obsahuje obvod s procesorem nazývaný Neuron. Každý uzel obsahuje LonWorks, který funguje zároveň jako přijímač a vysílač příchozích a odchozích dat. Vysílač pošle data do Neuronu, kde jsou data zpracovávána. Neuron data odešle, aby byla zaimplementována řídicím zařízením. Neuron může také obdržet data ze vstupního rozhraní, která zpracuje a odešle do přijímače LonWorks.

Řídicí příkazy světelných systémů jsou posílány po sběrnici. Kabeláž využívaná k řízení osvětlení může být využita také k jejich napájení, což značně snižuje množství použitých vodičů. [9] [10]

### 2.1.3 KNX

KNX je založen na EIB neboli European Installation Bus, který kombinuje technologické funkce a vlastnosti do jednoho systému. KNX je otevřený systém založený na standardech a normách IEC 1454-3 a EN 50090. Z čehož vyplývá že všechna zařízení certifikovaná na KNX EIB mohou být použita na kterémkoli z nich a mohou být libovolně kombinována nezávisle na výrobcí. KNX umožňuje různá média pro přenos dat. Byl vyvinut pro širší automatizaci než jen pro samostatné osvětlení.

Jejich systém je rozdělen do maximálně 15 oblastí, které jsou propojeny s linkami a přepínači v dané oblasti. Každá oblast může mít 15 linek, propojených hlavní linkou. Z toho vyplývá, že celkový počet všech zařízení v těchto systémech je 57 600.

Centrální řídicí jednotka v systémech KNX a EIB není nutná, protože každá spojovací část má v sobě zabudovaný mikroprocesor. Jednotlivá zařízení a senzory spolu komunikují přednastavenými skupinovými adresami. Skupinová adresa může být přidělena kterékoliv spojovací části, a tudíž velká oblast může být ovládána jediným spínačem. [9] [10]

## 2.2 Systémy s centrálním a decentralizovaným akumulátorem

### 2.2.1 Centrální akumulátory

Jedná se o systém s jedním centrálním zdrojem. Všechny okruhy svítidel, případně svítidla samotná jsou napojena na centrální akumulátorovou baterii. V případě poruchy svítidla je nefunkční celý okruh. Centrální baterii je nutno vyměnit přibližně jednou za deset let.

Tento systém je náročný na napájecí vedení. Veškeré kabely, trasy i patrové rozvaděče musí být ohnivzdorné. Výhodou je dohledatelnost svítidel po kabelovém vedení a případné změny svítidel bez nutnosti instalace další kabeláže [11] [12].

### 2.2.2 Decentralizované akumulátory

Každé svítidlo má svou vlastní baterii, která je neustále napájena normálním napájením a v případě jeho přerušení přebírá funkci napájení svítidla. Akumulátory ve svítidlech je přibližně po pěti letech nutno vyměnit, záleží však na jejich stavu, který kontroluje monitorovací zařízení.

Vzhledem ke zdroji napájení mají decentralizované světelné systémy o něco nižší světelný výkon, a proto je za potřebí většího počtu svítidel [11] [12].

## 2.3 Příklady konkrétních systémů

### 2.3.1 Schrack technik – WirelessControl a MultiControl

WirelessControl je bezdrátové řízení nouzového osvětlení. Každé svítidlo v sobě má zabudovanou baterii a je připojeno pouze na napájení, veškeré řízení je prováděno bezdrátově. Komunikace mezi svítidly je prostřednictvím automaticky konfigurované sítě typu AdHoc na frekvenci 868 MHz a nekoliduje se sítěmi WLAN a DECT. Jednotlivá svítidla mohou komunikovat mezi sebou či přímo s centrálou. Do sítě je možno připojit 200 svítidel. Kontroly a zkoušky jsou prováděny automaticky dle před konfigurovaného nastavení. Je ale možné je spustit i ručně. Výsledky jsou následně ukládány.

Systém MultiControl je systém s centrální baterií s životností 10 – 12 let. Vyhodnocení stavů svítidel je automatické a je prováděno prostřednictvím adresného nebo okruhového monitoringu. Systém lze připojit do řídicího systému budovy nebo podnikové sítě pro vzdálenou správu. Záznamy o stavech svítidel jsou uchovávány po dobu 5 let. [13]

### 2.3.2 CAEG

Jedná se o systém s centrální baterií, jejíž životnost je deset až patnáct let. Systém lze integrovat do řídicího systému budov, a to pomocí kontaktů nebo informace přenášet po sběrnici. Svítidla je možno ovládat ze systému EZS nebo EPS. Veškerá komunikace se svítidly je vedena po napájecím kabelu.

Testování správné funkčnosti svítidel může být prováděno ručně nebo automaticky. Výsledky testů jsou zobrazeny na displeji či vytisknuty. O všech poruchách a testech je veden elektronický deník. [14]

### 2.3.3 Linergy – Spy system

Nejvyšší řídicí systém od Linergy. Systém pracuje s KNX a MODBUS a také má bezdrátové rozhraní. Každá řídicí jednotka může řídit maximálně 1280 svítidel. Komunikace se svítidly je zajištěna dvou vodičovou sběrnicí s ochranným protokolem.

Stav svítidel je automaticky kontrolován, a to ve zvolenou dobu a intervalech. Výsledky jsou následně zobrazeny či vytisknuty. O veškerých testech a závadách je veden záznam. [15]

### 2.3.4 Schneider Electric – Dardo Plus

Dardo Plus je systém centrální správy a kontroly nouzového osvětlení od společnosti OVA, dnes už plně začleněné pod značku Schneider Electric.

Jádrem je centrální jednotka se záložní baterií, pro případ výpadku napájení. Každé svítidlo připojené k centrální jednotce funguje jako samostatná jednotka s vlastní adresou. Díky tomu při poruše jednoho svítidla nedojde k nefunkčnosti celého systému a nouzové osvětlení zůstává funkční. K systému může být připojeno až 3 200 svítidel.

Dardo Plus je možné začlenit do řídicích systémů budov a jiných zařízení pomocí kontaktů nebo přímou komunikací po sběrnici. Systém je používám především v kancelářských budovách, školách, obchodních centrech, velkých halách a podobně.

Systém sám vykonává kompletní testování správné funkčnosti nouzového osvětlení a doby jejich provozu, a to dle normy EN 50172. Při zjištění poruchy jsou informace díky monitorovacímu programu, okamžitě odeslány a mohou být zpracovány a analyzovány. [16]

### 2.3.5 Dynalite

Jedná se o systém řízení osvětlení firmy Philips vhodný pro jakkoliv velké objekty a využívaný i pro nouzové osvětlení. Od jednotlivých místností přes rodinné domy, hotely, nemocnice, sportoviště až po velké průmyslové či venkovní objekty.

Umožňuje ovládání a kontrolu systému z jakéhokoliv místa sítě včetně monitoringu jednotlivých komponent. Lze nastavit osvětlení pro konkrétní události a programování scén. Komunikuje za pomoci komunikačního protokolu DyNet, založeného na standardu RS458. Má jednoduchou instalaci a následné změny konfigurace lze snadno změnit v softwaru EnvisionSuite. DyNet lze značně rozčlenit stromovitou strukturou, ve které může u velkých projektů být zapojeno až 16 776 960 zařízení rozdělených maximálně do 63 353 oblastí v jedné síti.

Systém DyNet je možné nakonfigurovat pro spolupráci s jinými systémy instalovanými v objektu jako například audio-vizuální systémy nebo ovládání teploty. Systém dokáže limitovat výkyvy napětí a proudu a ochránit svítidla před zbytečným opotřebením.

Do systému DyNet je možné zakomponovat také systémy třetí strany jako jsou LonMark, KNX, Somfy a jiné. Nebo využití systémů DALI, DSI, DMX512 a dalších. U stmívačů je využito pulsní šířkové modulace (PWM), kdy na výstupu je DC napětí a dochází k rychlému zapínání a vypínání tohoto výstupu, čímž je docíleno snížení průměrné výstupní hodnoty. Přepínání je pro lidské oko nepostřehnutelné a stmívání je tedy plynulé [26], [27].

### 2.3.6 Tridonic

Tridonic má rozsáhlou nabídku příslušenství a modulů pro nouzové osvětlení. Stejně tak velkou nabídku možností, jak požadovaného výsledku dosáhnout. Při instalaci systémů nouzového osvětlení se především opírá o DALI na jejímž základě sestavuje všechny realizace. K jednomu ovládacímu panelu může skrze DALI být připojeno maximálně 120 svítidel a maximálně pět panelů může být propojeno v jedné instalaci. Z toho vyplývá, že v jedné instalaci může být propojeno až 600 svítidel.

U instalací, které jsou kompletně odpojeny při krátkodobé nepřítomnosti lidí, se používá inhibiční mód nebo klidový mód. Využitím některého z těchto módů se šetří záložní baterie použité pro nouzové osvětlení a zamezí se jejich nechtěnému vybíjení. Napájecí jednotky mohou být vypnuty automaticky před odpojením od hlavního napájení.

- *Klidový mód* – Je navržen, aby kompetentní osoba mohla předejít spuštění nouzových zdrojů napájení při odpojení primárního napájení. Předchází úplnému vybití a možnému poškození způsobeného krátkodobým odpojením. Po obdržení signálu přejde do klidového režimu při odpojení napájení. Do klidového módu není možné přejít, pokud je jednotka stále připojena k primárnímu napájecímu zdroji. Z klidového módu zpět do aktivního přejde jednotka při opětovném připojení k napájení.
- *Inhibiční mód* – Umožňuje odpojení nebo blokování po časový úsek během nějž

je jednotka stále připojena k permanentnímu napájení. Do inhibičního módu je možné přejít vysláním inhibičního signálu, a to před odpojením napájení záložní jednotky. Do inhibičního módu jednotka přejde, pokud hlavní napájení je odpojeno do 15minut od posláni příkazu.

[28], [29], [30]

## 3 FOXTROT

### 3.1 O systému Foxtrot

Řídicí systém Foxtrot od firmy Teco a.s. podle standardu ČSN EN 61131 je centrální řídicí systém využívající sběrnici CIB (Common Installation Bus). Je vhodný pro řízení elektroinstalace jak v rodinném domě, tak ve velkých průmyslových objektech. Významně šetří spotřebu, a to nejen samotným principem řízení objektu, ale také nízkou spotřebou centrálního modulu, která se pohybuje okolo 2 W. Skládá se z centrálního jednotky a periferních modulů, kterých je několik typů:

- rozšiřující I/O moduly,
- komunikační submoduly,
- komunikační moduly na sběrnici TCL2,
- moduly CFox – automatizace budov sběrnici CIB,
- moduly RFox – automatizace budov bezdrátovými moduly.

Pro přenos dat využívá Ethernetový port a podporuje řadu standardizovaných kódovacích protokolů. Data ukládá na interní paměť a zároveň do cloudu. Podstatná je také komunikace s jinými zařízeními v objektu, jako jsou spotřebiče, EZS, multi-mediální zařízení, osvětlení, topení a klimatizace, žaluzie a jiné. Systém je otevřený a umožňuje propojení s jinými systémy, především KNX, čímž se docílí přenesení výhod centrálního řízení na druhý systém.

Foxtrot je volně programovatelný. Programovacím prostředím je Mosaic, který je vlastním produktem Teco, a.s. Vzhledem ke standardu ČSN EN 61131 s ním lze začít i bez předchozí znalosti programu. Systém lze programovat na dálku a bez nutnosti odpojení. Připojení ke vzdálené podpoře lze kdykoliv odpojit a posléze opět připojit. Vzdálená správa je prováděna přes internet službou TecoRoute. Velkou výhodou tohoto způsobu připojení je, že není nutná veřejná IP adresa, PLC není zvenčí identifikovatelné, čímž dochází ke zvýšení zabezpečení proti napadení. TecoRoute je připojen i ovládána přes Mosaic. Není třeba dalšího hardwaru, připojení přes VPN a připojení neovlivní ani změna v připojení na internet [23], [24].

### 3.2 Přenos dat

#### 3.2.1 Sběrnice CIB – CFox

Směrnice CIB využívaná pro nejširší množství modulů souhrnně označovaných CFox. Je to dvou vodičová nesymetrická sběrnice, s volnou topologií sítě. Není možná pouze kruhová topologie a lze použít libovolné dvou vodičové kabely.

Pracuje na principu master/slave. Není nutný napájecí kabel, napájení probíhá přímo po sběrnici. Data i napájení je vedeno po společných vodičích. Napájecí napětí je 24 V. Pro záložní napájení z baterie až 27,2 V. Nutné je brát ohled na maximální odběr všech připojených zařízení a výsledných maximálních úbytků napětí, aby byly dodrženy tolerance napájecího napětí.

Sběrnici vždy tvoří jeden řídicí master. Maximální délka je 500 m, kterou je možno rozdělit až do 10 větví na každou připadá maximálně 32 podřízených slave modulů. Počet modulů je omezen pro udržení vysoké přenosové rychlosti, které je při maximálním vytížení 150 ms. Vysoká rychlost je vyžadována nejen u osvětlovacích soustav [17], [20], [21], [22].

### **3.2.2 Bezdrátová sběrnice RFox**

Jedná se o rozšíření drátové komunikace CFox o bezdrátovou síť, která pracuje na základě CIB. Je to bezdrátová radiová sběrnice. Jednotlivé moduly pracují na frekvenci 868 MHz. K dispozici je 8 kanálů v rozsahu frekvencí 868,000 – 868,600. Vysílací výkon je přibližně 3,5 mW, maximální povolená hodnota je 25 mW. Účinná hodnota je oblast o poloměru přibližně 30 m. Vzdálenost lze zvýšit přeposíláním informace po jednotlivých modulech dále. Aby bylo dodrženo stejných provozních vlastností jako má CIB, může řídicí jednotka RFox obsahovat maximálně 64 modulů [17], [21].

### **3.2.3 TCL2**

Sběrnice sloužící k připojení externích master jednotek k centrální jednotce. Používá se při rozsáhlé instalaci k jejímu rozšíření. K dispozici je omezený sortiment periferních modulů. Tato sběrnice umožňuje pouze instalaci modulů na Din lištu. V domovních instalacích je nejčastěji použita k připojení externích master modulů CFox a RFox.

Maximální délka při připojení metalickým kabelem je 300 m, propojení však může být realizováno i optickým kabelem, kde je však třeba převodníku KB-0552. Vychází z průmyslové sériové komunikace RS-485, konkrétně se používá dvou vodičová verze RS-485. Z RS-485 vychází také průmyslové sběrnice MODBUS a PROFIBUS. Topologie sběrnice je pouze liniová a na jejím konci je obecně zakončena odporem 120  $\Omega$  [17], [21].



## 3.3 Mosaic

Mosaic je vývojové prostředí pro tvorbu a ladění aplikací pro programovatelné automaty od firmy Teco, a tedy systém Tecomat Foxtrot. Je dostupný pouze pro operační systém MS Windows. Je vyvíjen ve shodě s normou IEC EN 61131-3. Obsahuje značné množství nástrojů usnadňujících tvorbu programů. Novější verze jsou stále kompatibilní se všemi staršími systémy.

Prostředí vychází z textového prostředí DOS xPRO a je s ním kompatibilní. Umožňuje programovat v několika jazycích, a to v jazyce reléových schémat (LD – ladder diagram), funkčních bloků (FBD), strukturovaného textu (ST) a jazyce instrukcí neboli mnemokód (IL).

Programování v grafických jazycích je v programu Mosaic v celku snadné a intuitivní. Požadované bloky vybereme z nabídky nástrojové lišty a skládají se na pracovní plochu. Při vkládání bloku je zobrazena dialogová lišta pro přiřazení proměnné či označení jednotky.

V textových jazycích je podpora obdobná. V jazyce strukturovaného textu lze využít nabízeného dokončení rozepsaných konstrukcí, vkládání dostupných proměnných či je specifikovat.

Mosaic obsahuje značné množství knihoven funkcí a funkčních bloků od jednoduchých čítačů po složitější jako jsou funkce pro práci s paměťovou kartou, komunikace protokoly, odesílání e-mailů nebo komunikace s internetovými servery. Je možné vytvářet si vlastní knihovny funkcí.

V Mosaicu je možné tvořit a ladit programy pro menší, ale i velké projekty s větším počtem PLC v síti. Díky vestavěnému simulátoru PLC je možné ladit programy bez připojení reálného hardwaru. Simulace je doplněna o schopnost komunikovat s libovolným vizualizačním softwarem. Lze simulovat veškeré typy PLC firmy Teco. [17] [18] [19]

### 3.3.1 Programování v Mosaic

Programování v Mosaic je pomocí Programovacích organizačních jednotek neboli POU (Program Organisation Unit). Jedná se o nejmenší samostatnou nezávislou část uživatelského programu. Mohou být, jak dodány již od výrobce řídicího systému nebo napsány samotným uživatelem. Každá POU může volat jiné POU a volitelně jí předávat jeden nebo klidně i více parametrů. POU se skládá z části deklarační a části výkonné. V deklarační části jsou definovány proměnné pro činnost POU. Ve výkonné části jsou pak obsaženy vlastní příkazy pro realizaci požadovaného algoritmu. Programovacích organizačních jednotek jsou tři typy, a to funkce, funkční blok nebo program.

Funkce je nejjednodušší POU. Je volána se stejnými vstupními parametry a musí mít i stejnou funkční hodnotu, stejný výsledek. Funkce nemá schopnost vlastnit paměť a výsledek je jednoznačně určen parametry při volání funkce. Funkce sama o sobě může vrátit pouze jeden výsledek. Po definování nové uživatelské funkce, je možné je používat opakovaně.

Funkční blok je druhý typ POU, na který lze pohlížet v podstatě jako na integrované obvody reprezentující hardwarové řešení specializované řídicí funkce. Podobně právě jako integrované obvody má přesně definované rozhraní a skryté vnitřní proměnné. Obsahuje data a algoritmy, díky kterým může zachovávat informaci o minulosti a pamatovat si tak hodnoty z předchozího volání a ty mohou následně ovlivňovat výsledek. Funkční blok vlastní paměť pro zapamatování hodnot některých proměnných. Na rozdíl od funkce může funkční blok vrátit více než jen jeden výsledek. Stejně jako u funkce je po definování nového funkčního bloku uživatelem možné tento blok použít opakovaně v daném programu, jiném programu nebo dokonce klidně v jiném projektu.

Program posledním typem POU a představuje vrcholovou programovou jednotku v uživatelském programu. Je to v podstatě síť funkcí a funkčních bloků. Program může být napsán v kterémkoliv z již uvedených jazyků. Funkce, funkční bloky a program nemusejí být napsány ve stejném jazyce. Centrální jednotka PLC může současně zpracovávat několik programů [25].

## 4 NÁVRH ŘÍDÍCÍHO SYSTÉMU

### 4.1 Použité moduly

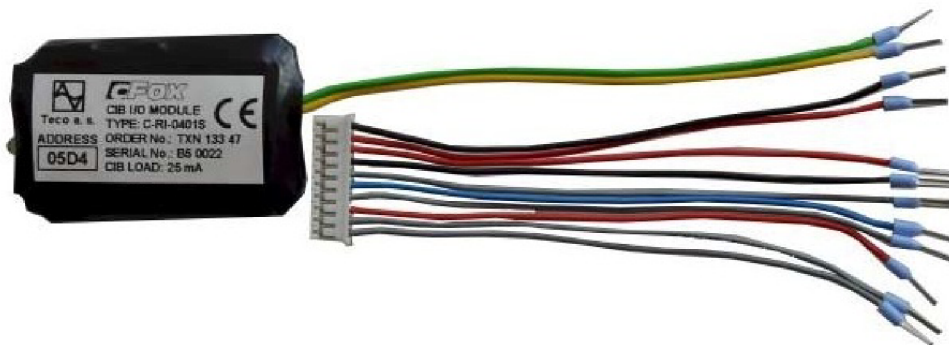
#### 4.1.1 C-RI-0401S

Modul C-RI-0401S (viz obrázek 4.1) je v tomto zapojení použit jako čidlo osvětlení. Hlídá správnou funkčnost jednotlivých zdrojů nouzových svítidel. Zároveň slouží pro kontrolu případného selhání nebo nefunkčnosti zdrojů ve svítidle a rozeznání, který zdroj není funkční.

Jedná se o kombinovaný modul realizovaný jako modul sběrnice CIB zabezpečující komunikaci. Masterem sběrnice CIB je jednotka Foxtrot. V tomto případě je jím modul MI2-02M. Montuje se do instalační krabice nebo pod kryt zařízení. Veškerá obsluha, nastavení a diagnostika probíhá z programovacího prostředí Mosaic, případně jiného parametrizačního softwaru. Po připojení na CIB a napájení je připraven k činnosti.

Je napájen externě napětím 24 V. Má dva digitální vstupy. Dva analogové vstupy. Vstup pro připojení senzoru osvětlení BPW21. Vstup pro připojení výstupu demodulátoru IR přijímače a výstup pro připojení IR vysílače [31].

Senzor osvětlení BPW21 je fotodioda pro měření osvětlení od firmy OSRAM. Měří vlnovou délku v rozsahu 350 – 820 nm [32].



Obr. 4.1: Modul C-RI-0401S

#### 4.1.2 IR-1501

Modul obsahující čtyři binární vstupy a osm reléových výstupů se spínacím kontaktem a spínací svorkou. Je to rozšiřující modul k navýšení počtu I/O základních

modulů PLC určený k montáži na DIN lištu do rozváděče. Je možné jej připojit napřímo k centrální řídicí jednotce. Adresování je přes TLC2 sběrnici pomocí prepínače adres na čelním panelu. Má vyjímatelnou šroubovací svorkovnici, přes kterou jsou připojeny vstupy, komunikace i napájení.

Vstupy i výstupy jsou galvanicky oddělené od vnitřních obvodů a nezávisle konfigurovatelné. Čtyři digitální vstupy s filtrem  $5 \mu\text{s}$  lze konfigurovat na speciální funkce, jako jsou jednosměrné a obousměrné čítače, řízené čítače, obousměrné čítání enkodéru polohy, měření délky periody a fázového posunu do 5 kHz a funkce zachytávání pulsů min.  $50 \mu\text{s}$ . Stav každého vstupu a výstupu je indikován LED na čelním panelu. Viz obrázek 4.2.

Obsluha, veškeré nastavování a diagnostika je prováděno z programovacího prostředí MOSAIC. Na modulu se nastavuje pouze adresa v rámci systému. Modul je po připojení k napětí okamžitě připraven k činnosti [33], [34].



Obr. 4.2: Modul IR-1501

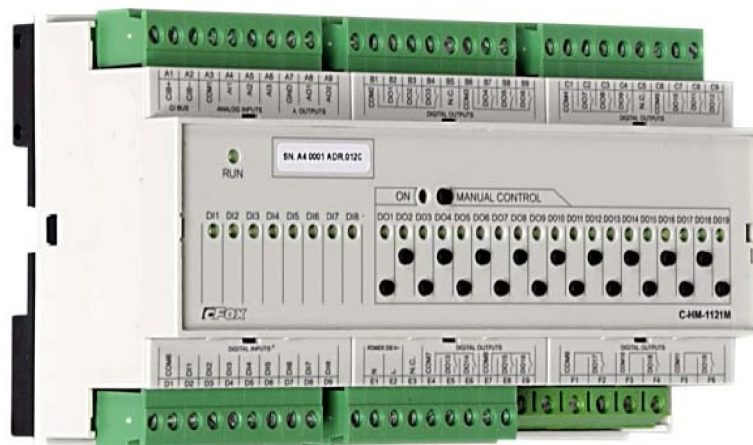
### 4.1.3 OS-1401

Modul určený pro rozšíření počtu I/O základních modulů PLC Foxtrot. Určen k napájení zátěží 24 V DC. Výstupy jsou galvanicky oddělené. Obsahuje 12 digitálních výstupů a je připojen přes TLC2. Adresování po sběrnici je ručně prepínatelné na čelním krytu. Stejně tak je na čelním panelu indikován stav výstupů. Modul je určen na DIN lištu [36].

### 4.1.4 C-HM-1121M

Instaluje se na DIN lištu a je připojen přes vyjímatelné konektory, výkonové kontakty přes pevnou svorkovnici. Napájen je síťovým napáječem 230 V. Připojuje se

přes CIB, kde zabírá pouze jednu adresu. Hardwarová adresa v podobě čtyř hexadecimálních znaků, je uvedena na čelním panelu. Modul je určen pro rozsáhlejší instalaci připojenou do rozváděče, například jedno patro či místnost. Dále ke spínání zátěží typu R, L nebo C, řízení obvodů v místnosti nebo regulace solárních a kombinovaných panelů. Jedná se o modul kombinující analogové a digitální vstupy a výstupy. Konkrétně potom 8 digitálních vstupy, 19 výstupy, 3 analogové vstupy a dva výstupy [37].

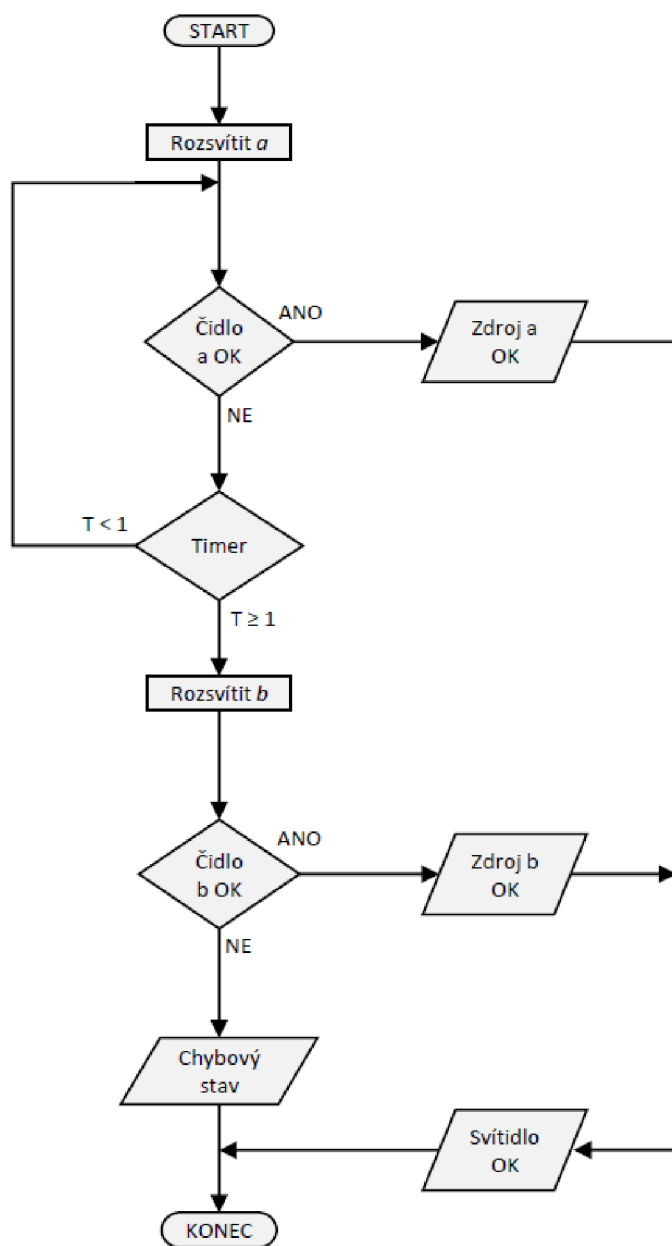


Obr. 4.3: Modul C-HM-1121M

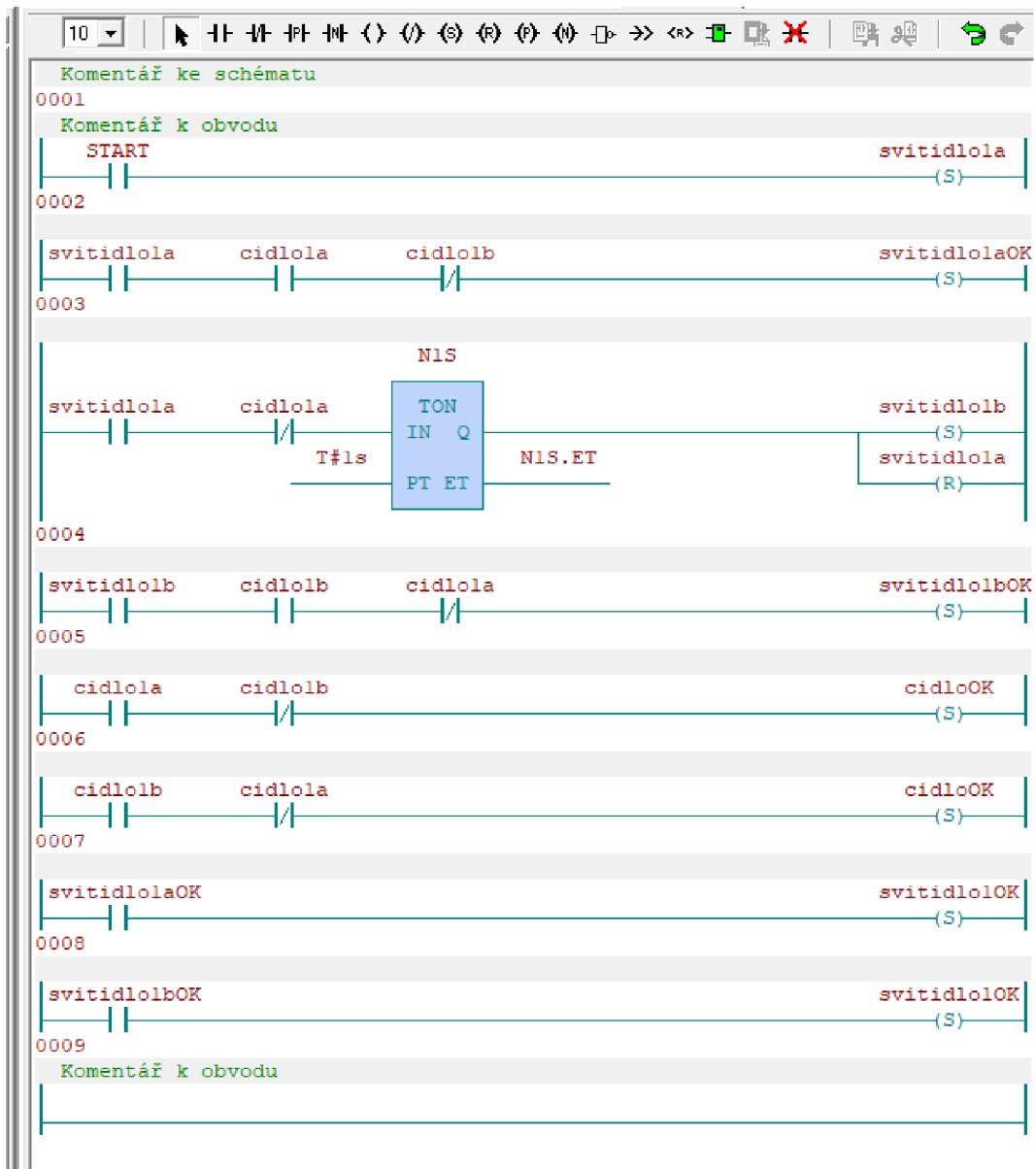
## 4.2 Popis řídicího systému

Dle požadavků zadavatele tématu, je řízení navrženo pro nouzové osvětlení s centrálním napájením. Neřeší tedy napájení jednotlivých svítidel a stav jejich baterií. Nouzové osvětlení se tedy spouští výpadkem napájení a následným spuštěním záložního zdroje. Nebyl zadán žádný konkrétní objekt, pro nějž by měl být návrh realizován, a proto po domluvě bylo použito 6. podlaží budovy T12 SA na VUT. Samotný algoritmus pro řízení osvětlení v Mosaic byl napsán v grafickém jazyce LD neboli Ladder diagram. Celý algoritmus je na obrázku 4.4 znázorněn ve vývojovém diagramu.

Výpadek napájení a přepojení na záložní napájení a spuštění nouzového osvětlení je v programu reprezentováno vstupem START, na vizualizační obrazovce je to stejnojmenné tlačítko v levém horním rohu. Jedná se o vstupní proměnnou, kterou v tomto případě musíme ručně změnit. Tudíž po jeho stisknutí dochází ke spuštění sekvence řízení nouzových svítidel. Program v Mosaicu, dle kterého probíhá řízení nouzového osvětlení zobrazuje obrázek 4.5.

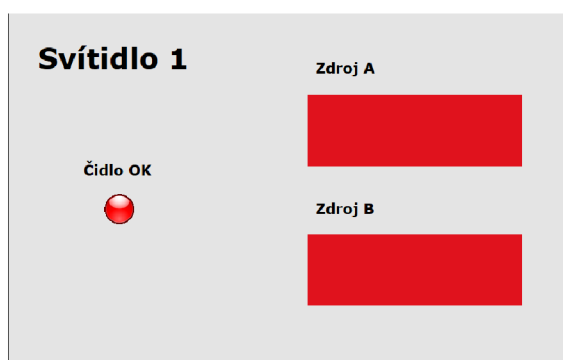


Obr. 4.4: Vývojový diagram



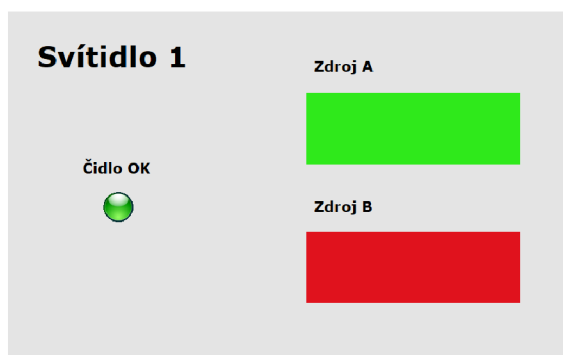
Obr. 4.5: Řídící program

Před samotným programem na řízení nouzových svítidel je funkční blok, který re-setuje hodnoty svítidel na nulovou hodnotu pro případ chyby v PLC, čímž je zaručen vypnutý stav všech světelných zdrojů a je předejito chybnému reportování stavů svítidel. Nouzová svítidla musí dle normy obsahovat dva světelné zdroje, v programu je primární zdroj označen a, sekundární písmenem b. V první řadě je spouštěn u všech svítidel primární zdroj osvětlení a. Jednotlivé zdroje je možno zobrazit ve vizualizační obrazovce vždy po rozkliknutí příslušného svítidla. Na obrázku 4.6 vidíme vizualizaci svítidla 1 ve vypnutém stavu. Čidlo a oba zdroje jsou zbarveny červeně což signalizuje neaktivní stav.



Obr. 4.6: Vizualizace svítidla v neaktivním stavu

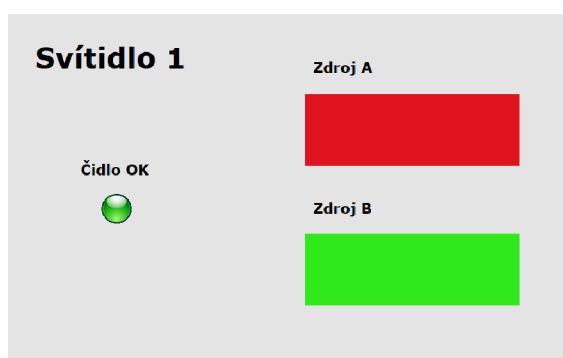
Při každém svítidle je instalován modul C-IR-0401S jehož součástí je čidlo BPW 21 snímající intenzitu osvětlení každého světelného zdroje. Na jedno svítidlo připadá jeden modul snímající oba zdroje ve svítidle. Po sepnutí tlačítka START se spíná světelný zdroj a. Pokud čidlo zaznamená změnu intenzity osvětlení, znamená to úspěšné rozsvícení světelného zdroje. Aktivní stav je signalizován na vizualizační obrazovce změnou červeného zbarvení svítidla na zelené. Dále také po rozkliknutí daného svítidla je aktivní stav čidla a rozsvíceného primárního světelného zdroje a, což můžeme vidět na obrázku 4.7.



Obr. 4.7: Vizualizace svítidla v aktivním stavu se sepnutým zdrojem A

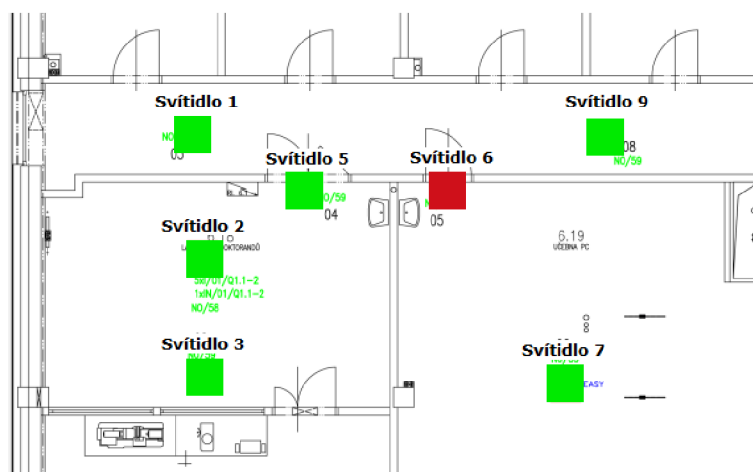


Pokud ovšem čidlo nezaznamená změnu intenzity, svítidlo zůstává neaktivní a na vizualizační obrazovce zůstává stav svítidla a jeho zdrojů stejný. Následuje vteřinový interval, v němž pokud se svítidlo nerozsvítí a nezmění intenzitu osvětlení, je odeslán příkaz k sepnutí sekundárního světelného zdroje b. Zároveň je vypnut primární světelný zdroj a, aby v případě chyby nedošlo ke svícení obou světelných zdrojů zároveň. Po jeho rozsvícení se změní intenzita osvětlení a čidlo kontroly signalizuje sepnutý stav na vizualizační obrazovce změnou barvy svítidla z červené na zelenou a stejně tak příslušného světelného zdroje. Rozsvícení světelného zdroje b je zobrazeno na obrázku 4.8.



Obr. 4.8: Vizualizace svítidla v aktivním stavu se sepnutým zdrojem B

Při nezměněné intenzitě osvětlení čidlo zůstává neaktivní a na vizualizační obrazovce přesně vidíme, které svítidlo nesvítí. Tímto způsobem snadno a rychle můžeme zkontrolovat funkčnost všech světelných zdrojů. Na vizualizační obrazovce přehledně vidíme stav všech svítidel a jejich světelných zdrojů v celé instalaci. Vizualizační obrazovka je zobrazena na obrázku 4.9. Je zřetelně vidět že všechna svítidla jsou aktivní až na svítidlo 6, které zůstalo červeně zbarvené, signalizující neaktivní stav.



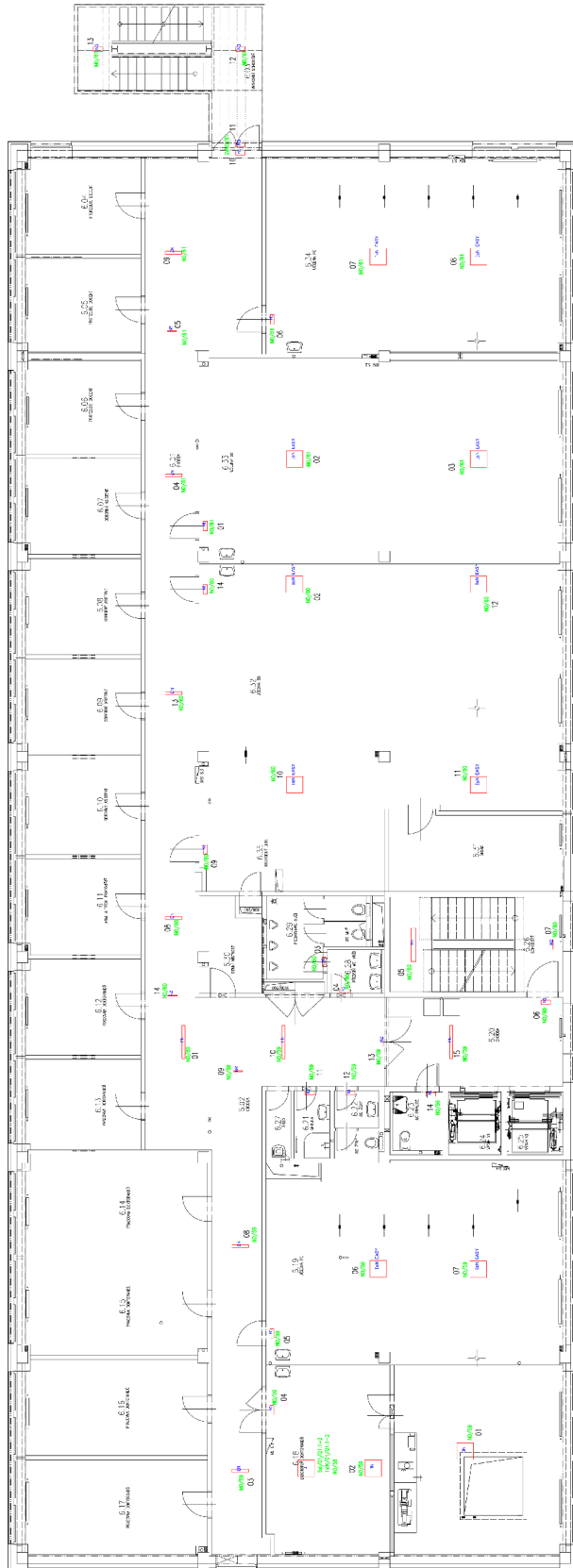
Obr. 4.9: Část vizualizace svítidel

Vzhledem k tomu, že se jedná pouze o simulaci, a ne o reálné zapojení, jsou hodnoty svítidel nastavovány ručně. Tím je dosaženo prozkoušení všech možností a stavů jednotlivých svítidel v celém projektu. V programu je předejito chybovým stavům svítidel několika příkazy. Jak již bylo řečeno, aby nesvítily oba světelné zdroje, je při spínání záložního primární vypnut. Nechtěnému svícení sekundárního zdroje je předejito počátečním resetováním světelných zdrojů. Čidlo může přijímat pouze signál od jednoho světelného zdroje. Pokud je jeden aktivní musí být druhý vypnutý jinak bude čidlo signalizovat chybu.

### 4.2.1 Reportování

K celkovému reportování stavu svítidel slouží pouze vizualizační obrazovka ve Web-Makeru. Při sepnutí nouzového osvětlení a po aktivaci všech svítidel přesně vidíme, které světelné zdroje ve svítidlech jsou aktivní, a které ne. Také vidíme svítidlo, kde není aktivní ani jeden zdroj. Vidíme, zda nedošlo k chybovému stavu, kdy je čidlo sepnuto oběma svítidly, což v programu neprojde přes podmínky čidla a bude hlášen jeho chybný stav, ale nebude to bránit svícení svítidla. K této chybě by ale nemělo nastat vzhledem k tomu, že se jedná pouze o simulaci na PC a čidla jsou nastavována fixními hodnotami volenými v Mosaicu.

Reportování jako výpis stavů všech svítidel ať už při pravidelných denních, měsíčních či ročních kontrolách nebo jen při spuštění, je možný na podstatně vyšší úrovni. Jednou z možností je využití databází a skriptů dynamických SQL dotazů. Kdy reporty jsou automaticky generovány. Jsou generovány v podobě výpisů z knihoven, jako seznam hodnot a stavů proměnných. [35]



Obr. 4.10: Vizualizace podlaží

## 5 ZÁVĚR

Cílem této práce bylo provést rešerši způsobů řízení a kontroly nouzového osvětlení veřejných budov a podobných prostor. Provést rešerši norem a jejich požadavků z hlediska provozu a bezpečnosti nouzového osvětlení. Navrhnout řešení řízení nouzového osvětlení na bázi systému Foxtrot, případně nových modulů nutných pro tuto aplikaci, včetně softwaru pro správu, provoz, kontrolu a reportování

V první části této práce byly uvedeny normy, jejich požadavky na provoz, bezpečnost a kontrolu nouzového osvětlení. Dále zde byly uvedeny požadavky norem na svítidla, zkušební systémy nouzového osvětlení, napájecí systémy a požadavky na návrh nouzového únikového osvětlení.

Následně byly představeny nejrozšířenější systémy řízení nouzového osvětlení, jejich parametry a funkce, způsoby řízení nouzového osvětlení a konkrétní systémy používané výrobci nouzového osvětlení.

Ve třetí kapitole byl stručně představen systém Foxtrot, ve kterém byl návrh řízení nouzového osvětlení realizován. Také zde byly popsány způsoby přenosu dat mezi moduly systému Foxtrot. Závěrem této kapitoly je programovací rozhraní Mosaic, v němž bylo řízení realizováno,

Poslední kapitolou je vlastní návrh řízení nouzového osvětlení. Byly zde uvedeny moduly použité v návrhu nouzového osvětlení a podrobný popis řídicího systému, včetně představení vizualizace systému, která slouží pro kontrolu a reportování stavu systému a jednotlivých svítidel.

## LITERATURA

- [1] ČSN EN 1838 *Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení*. Praha: Český normalizační institut, 2015.
- [2] ČSN 73 0831 *Požární bezpečnost staveb – Shromažďovací prostory*. Praha: Český normalizační institut, 2011.
- [3] ČSN EN 60598-2-22 *ed. 2 Zvláštní požadavky – Svítidla pro nouzové osvětlení*. Praha: Český normalizační institut, 2015.
- [4] ČSN EN 62034 *ed. 2 Automatické zkušební systémy pro nouzové únikové osvětlení napájené z baterií*. Praha: Český normalizační institut, 2012.
- [5] ČSN EN 50171 *Centrální napájecí systémy*. Praha: Český normalizační institut, 2002.
- [6] ČSN EN 50172 *Systémy nouzového únikového osvětlení*. Praha: Český normalizační institut, 2005.
- [7] ČSN 73 0804 *Požární bezpečnost staveb – výrobní objekty*. Praha: Český normalizační institut, 2010.
- [8] ČSN 33 2000-7-710 *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-710: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Zdravotnické prostory*. Praha: Český normalizační institut, 2013.
- [9] HAVERINEN, Pekka: *Lighting adjustments with digital control signals*. 2017. Bachelor's thesis. Turun AMK. Faculty of electronics and Telecommunication systems.
- [10] HOLUB, Jiří: *Řízení osvětlení pomocí protokolu DALI v sběrnicovém systému KNX*. Brno 2011. Bakalářská práce. VUT. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- [11] *Nouzové osvětlení* [online]. [cit. 28. 12. 2017]. Dostupné z URL: <<https://goo.gl/6mD2S6>>
- [12] *Systémy nouzového osvětlení* [online]. [cit. 28. 12. 2017]. Dostupné z URL: <<https://goo.gl/Jyj5dp>>
- [13] *Inteligentní systémy nouzového osvětlení* [online]. [cit. 28. 12. 2017]. Dostupné z URL: <<https://goo.gl/nhwwv8>>

- [14] *Nouzové a bezpečnostní systémy osvětlení CEAG* [online]. [cit. 28. 12. 2017]. Dostupné z URL: <<https://goo.gl/qUcY9T>>
- [15] *Spy System* [online]. [cit. 28. 12. 2017]. Dostupné z URL: <<https://goo.gl/6WaLFz>>
- [16] *Novinky v nabídce nouzového osvětlení* [online]. [cit. 28. 12. 2017]. Dostupné z URL: <<https://goo.gl/WVMrh9>>
- [17] HUBÁLEK, Michal: *Využití řídicího systému Foxtrot jako Building Management Systém*. Brno 2013. Diplomová práce. VUT. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- [18] *Mosaic – vývojové prostředí pro PLC Tecomat podle normy IEC EN 61131-3* [online]. [cit. 28. 12. 2017]. Dostupné z URL: <<https://goo.gl/BQbJfT>>
- [19] *Popis prostředí MOSAIC* [online]. [cit. 28. 12. 2017]. Dostupné z URL: <<https://goo.gl/pCdBPY>>
- [20] KOLÁŘ, Jiří: *Počítačové řízení a programování prvků systémové elektroinstalace INELS*. Brno 2010. Diplomová práce. VUT. Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií.
- [21] Herejk, Jan: *Návrh inteligentního zabezpečovacího systému objektu na bázi PLC Teco*. Plzeň 2013. ZČU Plzeň. Katedra technologií a měření.
- [22] *Periferní moduly na sběrnici CIB* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2GpsJHy>>
- [23] *Proč je Tecomat Foxtrot tak oblíbený?* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2L9UHei>>
- [24] *Proč právě Foxtrot* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2wNutLf>>
- [25] *Programování PLC podle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mosaic* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2IpcQmh>>
- [26] *Philips Dynalite Product Portfolio* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2InWRt3>>
- [27] *The Dynalite System* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2L6VTz1>>

- [28] *EM Lighting Solution Rest Mode And Inhibition Mode Facilities* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2L6WosT>>
- [29] *DALI Manual* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2k221Lh>>
- [30] *Light Control* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2rPAGk6>>
- [31] *Katalog modulu C-RI-0401S* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2L66oTe>>
- [32] *Katalog produktu BPW 21* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2IsokKc>>
- [33] *Rozšiřující modul IR-1501* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2KuzvhJ>>
- [34] *Základní dokumentace k modulu IR-1501* [online]. [cit. 15. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2wLwd83>>
- [35] Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2IJ1v0P>>
- [36] *Základní dokumentace k modulu OS-1401* [online]. [cit. 18. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2GLsMh4>>
- [37] *Základní dokumentace k modulu C-HM-1121M* [online]. [cit. 18. 5. 2018]. Dostupné z URL: <<https://bit.ly/2s7L7Qj>>

## A ELEKTRONICKÁ PŘÍLOHA V IS

Mosaic.zip ..... návrh programu řízení nouzového osvětlení systémem Foxtrot