

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

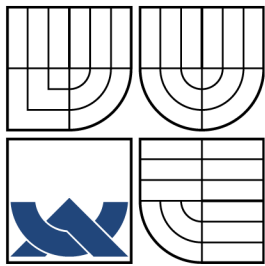
INTEGROVANÉ PROJEKTOVÁNÍ CHYTRÉHO DOMU,  
BUDOVY

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

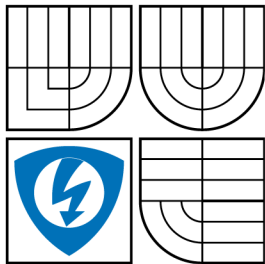
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. LUDĚK TESAŘ

Brno 2015



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ  
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY  
A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ  
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND  
COMMUNICATION  
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

INTEGROVANÉ PROJEKTOVÁNÍ CHYTRÉHO DOMU,  
BUDOVY  
INTEGRATED DESIGNING OF SMART HOME OR BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE  
MASTER'S THESIS

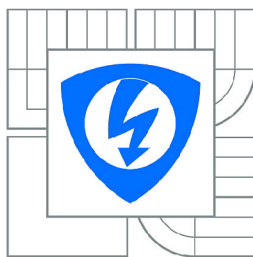
AUTOR PRÁCE  
AUTHOR

Bc. LUDĚK TESAŘ

VEDOUcí PRÁCE  
SUPERVISOR

Ing. BRANISLAV BÁTORA, Ph.D.

BRNO 2015



VYSOKÉ UČENÍ  
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky  
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

# Diplomová práce

magisterský navazující studijní obor  
**Elektroenergetika**

**Student:** Bc. Luděk Tesař

**ID:** 106266

**Ročník:** 2

**Akademický rok:** 2014/2015

## NÁZEV TÉMATU:

**Integrované projektování chytrého domu, budovy**

## POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Technologie TZB a jejich integrace do systému chytrých budov.
2. Současný stav legislativy pro návrh TZB v chytrých budovách.
3. Postupy při projektování inteligentní budovy.
4. Metodická příručka pro projektanta chytrých/inteligentních domů.

## DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

**Termín zadání:** 9.2.2015

**Termín odevzdání:** 22.5.2015

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

**Konzultanti diplomové práce:**

**doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.**

*Předseda oborové rady*

## UPOZORNĚNÍ:

Autor diplomové práce nesmí při vytváření diplomové 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.

## **ABSTRAKT**

Cílem této diplomové práce je vytvoření metodické příručky projektanta systémové elektroinstalace v chytrých / inteligentních domech. Úvodní část práce zdůrazňuje potřebu integrace systémů v inteligentní budově s nutností jejich vzájemné spolupráce a komunikace. Základem integrace je vhodně zvolený řídicí systém budovy včetně použitých technologií. Následující kapitola seznamuje s požadavky právních předpisů a platných technických norem týkajících se staveb. Dále se práce zabývá technickým zařízením a vybavením budov s uvedením některých inteligentních systémů. Čtvrtá kapitola seznamuje s používanými sběrníkovými systémy a protokoly v chytrých budovách. Postupy projektanta s naznačením jednotlivých fází projektu, předpisy a normy důležité pro návrh systémové elektroinstalace jsou podrobně rozvedeny včetně zvoleného řídicího systému. Nedílnou součástí je ochrana před bleskem a přepětím.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

norma, sběrnice, komunikační protokol, projekt, systémová elektroinstalace, Tecomat Foxtrot

## **ABSTRACT**

The aim of this diploma thesis is to make a methodical manual for planner of system wiring in smart / intelligent houses. Introductory part of the thesis lays stress on requirement of systems integration in an intelligent building with necessity of their mutual cooperation and communication. The base of the integration is appropriately chosen building control system including used technologies. The next chapter acquaints with requirements of legal regulations and valid technical standards relating to buildings. After that the thesis deals with technical equipment and building equipment with presentation of some intelligent systems. The fourth chapter acquaints with wires bus systems and protocols used in smart buildings. Planner's working procedures with indication of each phase of project, regulations and standards important for system wiring design are developed in detail including chosen control system. Lightning and overvoltage protection is the integral part.

## **KEYWORDS**

standard, wires bus, communications protocol, project, system wiring, Tecomat Foxtrot

TESAŘ, Luděk *Integrované projektování chytrého domu, budovy*: diplomová práce. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky, 2015. 108 s. Vedoucí práce byl Ing. Branislav Bátora, Ph.D.

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou diplomovou práci na téma „Integrované projektování chytrého domu, budovy“ jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této diplomové 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

Děkuji vedoucímu diplomové práce panu Ing. Branislavu Bátorovi, Ph.D. za odborné vedení, konzultace, trpělivost a podnětné návrhy k práci.

Brno .....

.....

(podpis autora)

# OBSAH

<b>Úvod</b>	<b>12</b>
<b>1 Inteligentní budova</b>	<b>13</b>
1.1 Integrace systémů v inteligentní budově . . . . .	13
<b>2 Související právní předpisy</b>	<b>14</b>
2.1 Související legislativa . . . . .	14
2.2 Požadavky norem . . . . .	15
<b>3 Integrované autonomní systémy</b>	<b>17</b>
3.1 Technická zařízení a vybavení budov . . . . .	17
3.1.1 Technologické systémy HVAC . . . . .	18
3.1.2 Elektrické silnoproudé rozvody . . . . .	21
3.1.3 Slaboproudé systémy bezpečnostní a informační . . . . .	26
3.2 Inteligentní systémy budov . . . . .	31
<b>4 Sběrníkové systémy a protokoly v inteligentních budovách</b>	<b>34</b>
4.1 Systémové instalace . . . . .	34
4.1.1 Systém KNX/EIB . . . . .	34
4.1.2 LonWorks . . . . .	36
4.1.3 BACnet . . . . .	37
4.1.4 Sběrnice M-Bus . . . . .	37
4.1.5 Sběrnice CIB . . . . .	38
4.1.6 Sběrnice TCL2 . . . . .	39
4.1.7 ZigBEE . . . . .	40
4.2 Specializované protokoly a systémy . . . . .	40
4.2.1 DALI . . . . .	40
4.2.2 EnOcean . . . . .	42
4.2.3 DMX512 . . . . .	42
4.2.4 OpenTherm . . . . .	42
4.2.5 Další používané komunikační technologie . . . . .	42
<b>5 Projekt a jeho zpracování</b>	<b>45</b>
<b>6 Základní legislativní předpisy</b>	<b>47</b>
6.1 Odborná způsobilost projektanta . . . . .	47
6.2 Projektová dokumentace . . . . .	47
6.2.1 Realizační dokumentace . . . . .	47

6.2.2	Důležité části dokumentace . . . . .	48
<b>7</b>	<b>Průvodce návrhem systémové elektroinstalace</b>	<b>50</b>
7.1	Řídicí systém . . . . .	50
7.1.1	Nejdůležitější prvky v instalaci řídicího systému . . . . .	50
7.1.2	Základní jednotka - modul, výběr . . . . .	50
7.1.3	Napájecí zdroj . . . . .	51
7.2	Požadavky na elektrické rozvody . . . . .	53
7.3	Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti . . . . .	54
7.4	Tepelné ztráty v rozváděcích/rozvodnicích . . . . .	55
7.5	Vnitřní elektrické rozvody . . . . .	56
7.6	Požadavky na silové rozvody . . . . .	57
7.7	Určení vnějších vlivů . . . . .	57
7.8	Světelné obvody . . . . .	58
7.8.1	Sdružené osvětlení . . . . .	58
7.8.2	Umělé osvětlení . . . . .	58
7.8.3	Světelně technický projekt . . . . .	59
7.8.4	Ovládání osvětlení . . . . .	59
7.8.5	Světelné zdroje a stmívání . . . . .	61
7.9	Zásuvkové obvody . . . . .	62
7.10	Slaboproudé obvody . . . . .	64
7.11	Souběhy vedení nn a slaboproudých vedení . . . . .	65
7.12	Řízení přístupu a zabezpečení objektu . . . . .	66
7.13	Uzemnění, pospojování a ochranné vodiče . . . . .	68
7.14	Programování elektroinstalace . . . . .	71
7.14.1	Popis funkcí . . . . .	71
7.14.2	Vývojové prostředí . . . . .	71
7.14.3	Ukázka možností programování . . . . .	72
<b>8</b>	<b>Ochrana před bleskem a přepětím</b>	<b>75</b>
8.1	Řízení rizik . . . . .	75
8.2	Zóny ochrany před bleskem . . . . .	75
8.3	Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím . . . . .	77
8.4	Přepětí . . . . .	79
8.4.1	Ochrany před přepětím - SPD . . . . .	79
8.4.2	Energetická koordinace svodičů . . . . .	80
8.4.3	Druhy vazeb (pronikání) přepětí . . . . .	81
8.4.4	Ochranná opatření volbou trasy a stíněním . . . . .	82
	<b>Přehled základních ČSN</b>	<b>84</b>



<b>9 Závěr</b>	<b>89</b>
<b>Literatura</b>	<b>90</b>
<b>Seznam symbolů, veličin a zkratk</b>	<b>95</b>
<b>Seznam příloh</b>	<b>97</b>
<b>A Tabulky a další přílohy</b>	<b>98</b>
A.1 Seznam funkcí a třídy energetické účinnosti . . . . .	98
A.2 Příkony a proudové odběry modulů CFox . . . . .	99
A.3 Osvědčení o školení – Projektování systémů Tecomat Foxtrot . . . . .	100
<b>B Zdrojové kódy</b>	<b>101</b>
B.1 Zdrojový kód programu Rolety . . . . .	101
<b>C Datové médium</b>	<b>103</b>
C.1 Elektronická verze diplomové práce . . . . .	103
<b>D Schémata zapojení</b>	<b>104</b>
D.1 Základní zapojení modulů . . . . .	104

# SEZNAM OBRÁZKŮ

3.1	Typická spotřeba elektrické energie v domácnostech . . . . .	19
3.2	Funkční schéma protiproudého rekuperačního výměníku . . . . .	20
3.3	Možné energetické úspory při různých způsobech řízení úrovně osvětlení	22
3.4	Aktor pro spínání kapacitní a induktivní zátěže, zásuvkových okruhů	24
3.5	Klíčový trezor požární ochrany (KTPO) . . . . .	26
3.6	Ilustrační foto bezhalogenové kabelu pro požární signalizační systémy	27
3.7	Autonomní detektor kouře . . . . .	28
3.8	Propojení systémů EPS a evakuačního rozhlasu . . . . .	30
3.9	Integrační modul k propojení řídicích jednotek Control4 a Foxtrot . .	31
3.10	Propojení systému CUE s KNX/EIB sběrnici . . . . .	32
3.11	Řídicí systém WAGO I/O 750 . . . . .	32
3.12	Příklad řešení se SmartStruxure Lite systémem . . . . .	33
4.1	Ilustrační foto možného KNX/sběrnicevého kabelu . . . . .	35
4.2	Ukázka prostředí parametrizačního programu ETS . . . . .	35
4.3	Ilustrační foto doporučeného kabelu J-Y(St)Y . . . . .	37
4.4	Topologie sběrnice M-Bus vs. úbytek napětí na dlouhém vedení . . .	38
4.5	Princip rozhraní DALI . . . . .	41
4.6	Propojení sběrnice TCL2 PLC Foxtrot a kotle s rozhraním OpenTherm	43
7.1	Výběr základních modulů systému Foxtrot . . . . .	50
7.2	Doporučené zdroje pro napájení prvků systému Foxtrot . . . . .	52
7.3	Akumulátor 12 V vhodný pro zálohování řídicího systému a PZTS . .	53
7.4	Ventilační jednotka pro instalaci do datového rozváděče . . . . .	55
7.5	Jeden z používaných zápisů tříd vnějších vlivů na výkresech . . . . .	57
7.6	Tlačítkový ovladač a infrapasivní snímač pohybu v nástěnném provedení	60
7.7	Modul dvoukanálového stmívače s fázovým řízením . . . . .	60
7.8	Moduly pro přímé řízení šesti LED pásků a šesti LED čipů . . . . .	61
7.9	Ochrana dlouhých zásuvkových obvodů více SPD . . . . .	62
7.10	Modul pro spínání kapacitní, induktivní zátěže a zásuvek . . . . .	63
7.11	Moduly pro řízení žaluziových motorů 230 V AC . . . . .	64
7.12	Prvky zabezpečovacího systému Paradox Digiplex EVO . . . . .	67
7.13	Dotykový grafický panel pro montáž na stěnu . . . . .	69
7.14	Řídicí jednotka Control4® HC-800 . . . . .	70
7.15	Ukázka zápisu logické funkce v programovacích jazycích . . . . .	71
7.16	Ukázka vytváření programu v Mosaicu pro spínání a stmívání sv. zdroje	72
7.17	Část programu z vývojového prostředí Mosaic pro ovládání rolet . . .	74
8.1	Zóny ochrany před bleskem LPZ . . . . .	77
8.2	Rozdělení bleskového proudu – amplituda závisí na zvolené LPL . . .	78

8.3	Impulsní výdržné kategorie pro elektrická zařízení . . . . .	81
A.1	Příkony a proudové odběry modulů CFox . . . . .	99
D.1	Příklad zapojení krátkocestného nástěnného ovladače . . . . .	104
D.2	Schéma zapojení modulu pro řízení LED pásků 12/24 V . . . . .	105
D.3	Schéma zapojení modulu pro ovládání motoru žaluzií . . . . .	106
D.4	Schéma zapojení modulu pro ovládání zásuvek 230 V . . . . .	107
D.5	Příklad zapojení pro řízení elektrického podlahového vytápění . . . .	108

# SEZNAM TABULEK

4.1	Parametry sběrnice CIB (Common Installation Bus®)	39
4.2	Parametry sběrnice TCL2	39
7.1	Hlavní parametry základního modulu CP-1000	51
7.2	Parametry napájecího zdroje PS2-60/27	52
7.3	Parametry napájecího zdroje DR-60-24	53
7.4	Tabulka některých prvků TECO, a.s. a třetích stran	54
7.5	Příklad funkcí systémové instalace v jednotlivých místnostech	73
8.1	Maximální parametry bleskových výbojů v závislosti na LPL	76
8.2	Rozdělení jednotlivých zón LPZ	76
8.3	Základní a související normy pro elektrické instalace v budovách	84
8.5	Normy související s energetickou náročností budov	86
8.6	Normy související s osvětlením	86
8.7	Normy související s EPS a požární bezpečností staveb	87
8.8	Normy související s PZTS	87
A.1	Seznam funkcí a přiřazení do tříd energetické účinnosti	98

# ÚVOD

Existuje mnoho formulací a definic pro slovní spojení „inteligentní“ nebo také „chytrá“ budova. Jedna z definic inteligentní budovy říká:

*Inteligentní budova je dynamická a citlivá architektura, strukturálně funkcionální metoda konstrukce a technologie stavby, jež poskytuje každému obyvateli produktivní, úsporné a ekologicky přijatelné podmínky pomocí soustavné interakce mezi svými čtyřmi základními prvky, jimiž jsou budova (materiál, struktura, prostor), zařízení (automatizace, kontrola, systémy), provoz (údržba, provoz) a vzájemnými vztahy mezi nimi.[1]*

Optimalizací těchto složek a vzájemných vazeb mezi nimi dosáhneme produktivního a nákladově efektivního prostředí.

Cílem této diplomové práce je vytvoření metodické příručky projektanta systémové elektroinstalace v chytrých / inteligentních domech. Úvodní část práce zdůrazňuje potřebu integrace systémů v inteligentní budově s nutností jejich vzájemné spolupráce a komunikace. Základem integrace je vhodně zvolený řídicí systém budovy včetně použitých technologií. Následující kapitola seznamuje s požadavky právních předpisů a platných technických norem týkajících se staveb (kapitola 2). Dále se práce zabývá technickým zařízením a vybavením budov s uvedením některých inteligentních systémů (kapitola 3). Čtvrtá kapitola seznamuje s používanými sběrníčovými systémy a protokoly v chytrých budovách (kapitola 4). Postupy projektanta s naznačením jednotlivých fází projektu, předpisy a normy důležité pro návrh systémové elektroinstalace jsou podrobně rozvedeny včetně zvoleného řídicího systému (kapitoly 5, 6, 7). Nedílnou součástí je zpracování problematiky ochrany před bleskem a přepětím ve vztahu nejen k inteligentním budovám (kapitola 8).

V závěru práce (strana 84–88) je vytvořen přehled základních a souvisejících ČSN pro elektrické instalace v budovách. Jedná se převážně o normy, jejichž výběr s doplněním dalších podle zaměření projektu by měl být zahrnut v technické zprávě tvořené dokumentace.

# 1 INTELIGENTNÍ BUDOVA

## 1.1 Integrace systémů v inteligentní budově

Inteligentní budova nevzniká pouze použitím určitého produktu nebo systému. Projekt inteligentního domu spočívá ve správném přístupu ke koncepci řízení a správy budovy, který stanovuje vzájemné vztahy a vazby mezi jednotlivými systémy. Současně není omezen pouze na některý z instalovaných systémů nebo určitou realizační profesi. Pro nejlepší výsledek je nutná spolupráce všech zúčastněných stran v procesu realizace. Správná koncepce řízení a správy budovy musí být diskutována již od samotného počátku projektu.

Objekt obsahující nejmodernější systémy a technologie nemůžeme považovat za inteligentní (chytrý), jestliže spolu použité systémy navzájem nespolupracují a nekomunikují. Vzájemnou spoluprací při řízení jednotlivých funkcí se výrazně zvyšuje efektivita a současně se snižují nároky na potřebu energie.

Zařízení pro větrání a klimatizaci velkých objektů, jako jsou administrativní budovy, hotely, nemocnice, dopravní terminály, výrobní haly a další veřejné budovy, patří ke komplexu technologických instalací moderní budovy. Provoz budovy, řízení a monitorování provozu jejího technologického zařízení a vytvoření komfortního prostředí pro její uživatele je zajišťováno vždy řadou systémů - řídicím systémem vytápění, chlazení, vzduchotechniky, osvětlení a energetické soustavy včetně náhradních zdrojů, systémem požární signalizace (EPS), přístupovým a zabezpečovacím systémem, uzavřeným televizním okruhem, řízením výtahů a řadou dalších systémů a subsystémů. Úkolem všech těchto souborů je plnit požadavky, kladené na provoz budovy.

Nároky kladené v současné době na moderní administrativní či jiné veřejné budovy vycházejí ze dvou základních okruhů podmínek. Musí být respektovány požadavky investora či provozovatele budovy, které jsou zaměřeny na úsporu investičních prostředků, na minimalizaci nákladů na energie, provozních nákladů a nákladů na opravy a rekonstrukce budovy a přitom musí být splněno očekávání uživatelů, kteří vyžadují kvalitní pracovní prostředí přispívající k vysoké produktivitě práce a oceňují flexibilitu pronajatých prostor umožňující reagovat na změny jejich potřeb v budoucnosti. Zajištění současného plnění těchto do určité míry protichůdných požadavků je právě cílem koncepce, označované termínem „inteligentní budova“ [2, 3].

## 2 SOUVISEJÍCÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY

Jakákoli činnost probíhající v rámci stavebního zákona musí být v souladu s obecně právními předpisy (zákony, vyhláškami, technickými předpisy, normativními dokumenty apod.) Z toho plyne, že i vytvoření projektové dokumentace inteligentních budov i následná instalace systémů do stavby musí být prováděna dle pravidel daných uvedenými předpisy. Další podrobnosti budou rozebrány v kapitole 5.

### 2.1 Související legislativa

Stěžejním právním předpisem pro stavbu a rekonstrukce budov je zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). K uvedenému zákonu byly MMR <sup>1</sup> vydány např. tyto navazující prováděcí vyhlášky:

- vyhl. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb, ve znění vyhlášky 62/2013 Sb.
- vyhl. 526/2006 Sb., kterou se provádějí některá ustanovení stavebního zákona ve věcech stavebního řádu
- vyhl. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby [5]

V § 11 Denní a umělé osvětlení, odstavec 1–4, vyhlášky [5] je uvedeno:

- *U nově navrhovaných budov musí návrh osvětlení v souladu s normovými hodnotami řešit denní, umělé i případné sdružené osvětlení, a posuzovat je společně s vytápěním, chlazením, větráním, ochranou proti hluku, prosluněním, včetně vlivu okolních budov a naopak vlivu navrhované stavby na stávající zástavbu.*
- *Obytné místnosti musí mít zajištěno denní osvětlení v souladu s normovými hodnotami.*
- *Obytné místnosti musí mít zajištěno dostatečné větrání venkovním vzduchem a vytápění v souladu s normovými hodnotami, s možností regulace vnitřní teploty.*
- *V pobytových místnostech musí být navrženo denní, umělé a případně sdružené osvětlení v závislosti na jejich funkčním využití a na délce pobytu osob v souladu s normovými hodnotami.*

Citovaná vyhláška 268/2009 Sb. řeší mimo jiné povinnost zajistit dostatečné větrání v pobytových místnostech staveb.

V § 11 Denní a umělé osvětlení, větrání a vytápění v odst. 5 citované vyhlášky [5] je uvedeno:

---

<sup>1</sup>Ministerstvo pro místní rozvoj ČR

*Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání obytných místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu  $25\text{ m}^3/\text{h}$  na osobu, nebo minimální intenzita větrání  $0,5\text{ l/h}$ . Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý  $\text{CO}_2$ , jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu  $1500\text{ ppm}$ .*

Vyhláškou [5] byla stanovena povinnost provádět výpočet řízení rizika dle [6] u vyjmenovaných staveb.

V § 36 Ochrana před bleskem citovaná vyhláška uvádí:

- 1) *Ochrana před bleskem se musí zřizovat na stavbách a zařízeních tam, kde by blesk mohl způsobit*
  - a) *ohrožení života nebo zdraví osob, zejména ve stavbě pro bydlení, stavbě s vnitřním shromažďovacím prostorem, stavbě pro obchod, zdravotnictví a školství, stavbě ubytovacích zařízení nebo stavbě pro větší počet zvířat,*
  - b) *poruchu s rozsáhlými důsledky na veřejných službách, zejména v elektrárně, plynárně, vodárně, budově pro spojová zařízení a nádraží,*
  - c) *výbuch zejména ve výrobě a skladu výbušných a hořlavých hmot, kapalin a plynů,*
  - d) *škody na kulturním dědictví, popřípadě jiných hodnotách, zejména v obrazárně, knihovně, archivu, muzeu, budově, která je kulturní památkou,*
  - e) *přenesení požáru stavby na sousední stavby, které podle písmen a) až d) musí být před bleskem chráněny,*
  - f) *ohrožení stavby, u které je zvýšené nebezpečí zásahu bleskem v důsledku jejího umístění na návrší nebo vyčnívá-li nad okolí, zejména u továrního komína, věže, rozhledny a vysílací věže.*
- 2) *Pro stavby uvedené v odstavci 1 musí být proveden výpočet řízení rizika podle normových hodnot k výběru nejvhodnějších ochranných opatření stavby.*
- 3) *Pro uzemnění systému ochrany před bleskem se u staveb zřizuje přednostně základový zemnič.*

Některé právní předpisy související s projektováním inteligentních elektroinstalací jsou uváděny nebo citovány přímo v jednotlivých kapitolách této práce.

## **2.2 Požadavky norem**

Přehled základních a souvisejících technických norem důležitých pro projektování elektroinstalací, včetně inteligentních je uveden na straně 84–88. Seznam není úplný,



vzhledem k rozsahu, další související normy lze nalézt např. v [7], dále také v odkazech uvedených v jednotlivých normách.

V následujícím přehledu jsou uvedeny technické normy, které se týkají různých technologií zastoupených v projektované stavbě IB (inteligentního domu).

Jde zejména o normy a technické informace mající vztah k systému KNX/EIB (požadavky na hardware a činnost systému je řešen zvláště v řadě ČSN EN 50090, přenosová média a komunikační protokol je řešen v EN 13221-1, přenos po IP síti přes rozhraní KNXnet/IP v ČSN EN 13321-2), BACnet (ČSN EN ISO 16484-5). . . . Seznam obsahuje i další normy, důležité také pro výrobce a pro programování/parametrizování těchto technologií, dále soubory norem pro elektromagnetickou kompatibilitu (EMC).

Další související normy:

- soubor řady ČSN EN 50090 Elektronické systémy pro byty a budovy (HBES<sup>2</sup>)
- soubor řady ČSN EN 50491 Obecné požadavky na elektronické systémy pro byty a budovy (HBES) a na automatizační a řídicí systémy budov (BACS<sup>3</sup>)
- soubor řady ČSN EN ISO 16484 Automatizační a řídicí systémy budov (BACS)
- technické zprávy řady ČSN ISO/IEC TR 15067-2 Informační technologie - domácí elektronický systém (HES<sup>4</sup>)
- ČSN EN 62514 Multimediální brána v domácích sítích - Směrnice
- ČSN EN 55022 Zařízení informační techniky – Charakteristiky rádiového rušení – Meze a metody měření
- ČSN EN 55024 Zařízení informační techniky – Charakteristiky odolnosti – Meze a metody měření
- ČSN EN 50065 Signalizace v instalacích nízkého napětí v kmitočtovém rozsahu 3 kHz až 148,5 kHz
- ČSN EN 60950 Zařízení informační technologie – Bezpečnost
- ČSN EN 60335 Bezpečnost elektrických spotřebičů pro domácnosti a podobné účely
- soubor ČSN EN 61508 Funkční bezpečnost elektrických/elektronických/programovatelných elektronických systémů souvisejících s bezpečností
- soubor ČSN IEC 61000 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)
- soubor ČSN EN 61000 Elektromagnetická kompatibilita (EMC)
- a další lze vyhledat v [7]

---

<sup>2</sup>Home and Building Electronic Systems

<sup>3</sup>Building Automation and Control Systems

<sup>4</sup>Home electronic system (HES) architecture

## 3 INTEGROVANÉ AUTONOMNÍ SYSTÉMY

Jen málokdy se setkáváme s komplexním přímým řízením všech automatických subsystémů uvnitř inteligentní budovy. Výjimkou jsou některé na klíč realizované stavby s celkovým firemním řešením (Siemens, Johnsons Control, Honeywell, Sauter). Nebo rodinné domy již od počátku investorem realizované jako inteligentní a osazené příslušnou řídicí jednotkou a všemi spolupracujícími systémy. Většinou jsou ale autonomní zařízení během výstavby dodávány různými firmami, od několika výrobců a bývají již vybaveny vlastní automatikou a senzory, sběrnicemi, případně vlastním komunikačním rozhraním.

Nevýhodou takto nezávisle fungujících zařízení je neschopnost komunikovat mezi sebou. Nedojde např. k útlumu vytápění, když kancelář opustí pracovníci během dne např. v polední pauze, i když systém pohybu osob uvedenou skutečnost zaregistroval již dávno. Podobně na jaře a na podzim v tzv. přechodném období pracuje vzduchotechnika nebo chlazení společně s vytápěním, což má opět za následek zbytečné plýtvání energiemi.

Je tedy zřejmé, proč je řídicí systém integrující nejlépe všechny inteligentní technologie v budově tak potřeba. Pro funkci budovy jako celku je však nutný přenos informací mezi jednotlivými systémy. Zde je pak největším problémem obousměrná komunikace mezi integrujícím řídicím systémem a jednotlivými zařízeními. Většinou každé bývá vybaveno mnohdy zcela odlišným, nespolečným komunikačním protokolem, přenášejícím signály zcela specificky dle požadavků jednotlivých výrobců těchto zařízení. Pokud nemá být osazeno dispečinkové pracoviště např. v nějaké administrativní budově spoustou počítačů, je třeba zajistit propojení těchto systémů prostřednictvím komunikačních kanálů a odpovídajících ovladačů. Pro propojení těchto systémů jsou v inteligentní budově využívány otevřené/uzavřené komunikační protokoly a sběrnice. Další informace jsou uvedeny v kapitole 4.

### 3.1 Technická zařízení a vybavení budov

- Technologické systémy HVAC<sup>5</sup>
  - Vytápění
  - Větrání
  - Klimatizace
- Elektrické silnoproudé rozvody
  - Osvětlení

---

<sup>5</sup>Heating, Ventilation, AirConditioning

- Zásuvky
- Nouzové osvětlení
- Náhradní zdroj elektrické energie
- Automatizovaný systém řízení
- Slaboproudé systémy bezpečnostní a informační
  - Univerzální (strukturovaná) kabeláž
  - Elektrická požární signalizace (EPS)
  - Evakuační rozhlas (ER)
  - Nouzové osvětlení
  - Poplachový zabezpečovací a tísňový systém (PZTS)
  - Kamerový systém (CCTV)
  - Přístupové systémy (ACS)
- Stínící technika (markýzy, žaluzie, rolety)

Technologie, kterými jsou vybavovány objekty mívají většinou mnoho samostatně pracujících systémů různého typu. Doposud autonomní technická zařízení a technologie by spolu měla spolupracovat vhodnou integrací jejich silové, slaboproudé, případně komunikační infrastruktury. Propojení všech nebo většiny těchto systémů do tzv. systémové instalace a vytvoření vazeb mezi nimi je velmi výhodné.

### 3.1.1 Technologické systémy HVAC

#### Vytápění, chlazení, klimatizace, ohřev vody

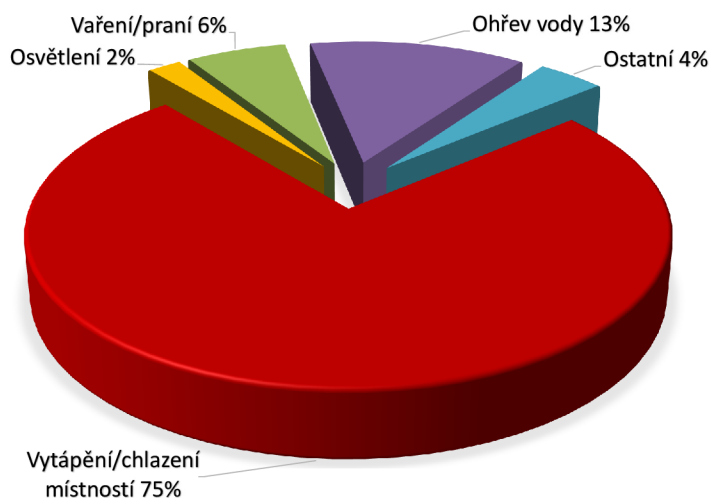
Jelikož cena za vytápění, klimatizaci a energie vůbec, neustále roste, dochází k prudkému vývoji mnoha technologií, které ve výsledku vedou k úspoře nákladů za vytápění. V mnoha případech se jedná o technologie dříve, vzhledem k ceně, nedosažitelné. Výše těchto úspor je mimo jiné závislá na přesné a včasné regulaci, a efektivním řízení vhodným řídicím systémem. Typickou spotřebu elektrické energie v domácnostech ilustruje obrázek 3.1.

Tento trend byl v nedávné době podpořen také změnami v legislativě, které mají dopad na hospodaření s energiemi. Od roku 2009 je v České republice povinností pro většinu nových budov a pro některé rekonstruované budovy prokázat splnění požadavku na množství celkové dodané energie do budovy.

Zmíněný požadavek upravuje zákon 406/2000 Sb., o hospodaření energií, ve znění pozdějších předpisů [8] a prováděcí vyhláška k § 6a tohoto zákona, vyhláška MPO č. 148/2000 Sb., o energetické náročnosti budov. S tímto tématem souvisí také norma

ČSN EN 15232 Energetická náročnost budov – Vliv automatizace, řízení a správy budov [9] a další technické normy (viz strana 86).

Budova je posouzena z hlediska stavebních a tepelně technických parametrů a hodnocena podle tzv. tříd energetické náročnosti. V normě jsou uvedeny metody pro vyhodnocení vlivu automatizace budov a technického řízení budov na její energetickou spotřebu. Jsou zde zavedeny čtyři třídy energetické účinnosti (A ÷ D). Podle množství systémů automatizace a řízení v budově je poté budova zařazena do patřičné třídy. Výťah z tabulky 2 [9] přibližující funkce a přiřazení tříd energetické účinnosti je k nahlédnutí v příloze této práce (strana 98).

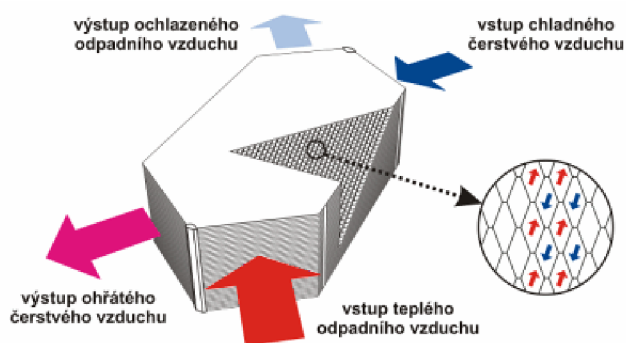


Obr. 3.1: Typická spotřeba elektrické energie v domácnostech

## Větrání

Větrání slouží k přívodu čerstvého vzduchu do objektu, ale také k odvádění znehodnoceného vzduchu s množstvím škodlivých látek z prostoru. V případě, že v místnosti je umístěn spotřebič paliv, je nutné zajistit také přívod venkovního vzduchu pro správné spalování (viz [5]).

Nejjednodušší způsob výměny vzduchu v objektu používaný hlavně v domácnostech je větrání otevřeným oknem. Větrat tímto způsobem není vždy možné a z energetického a ekonomického hlediska i nevhodné. Navíc např. u výškových budov díky jejich konstrukci tento způsob větrání (otevřeným oknem) ani není možný. V moderních, nízkoenergetických a zvláště pasivních domech je prováděna výměna vzduchu nuceně prostřednictvím vzduchotechniky, použitím zařízení bez zpětného získávání tepla z odpadního vzduchu nebo lépe, pokud chceme větrat podle skutečné potřeby s nižšími provozními náklady můžeme použít *větrací jednotku s rekuperací tepla*.



Obr. 3.2: Funkční schéma protiproudého rekuperačního výměníku [10]

Pokud chceme větrat podle skutečné potřeby, je nutné větrat řízeně. Řízené větrání dávkuje vzduch v množství potřebném pro dodržení předepsaných limitů koncentrace oxidu uhličitého a relativní vlhkosti v uzavřených prostorech a není ovlivňováno klimatickými podmínkami.

### Požadavky na větrání obytných budov

Vlivem špatného větrání mohou vznikat uvnitř budovy škodliviny, z venkovního prostředí mohou vnikat do budovy nečistoty. Důsledkem škodlivin a znečištění dochází v budově ke vzniku plísní, hub, roztočů, k riziku kondenzace, případně suchosti. Současně také osoby uvnitř budovy mohou být nedostatečným větráním vystaveny různým druhům znečištění (škodlivin) jako jsou: koncentrace oxidu uhličitého  $\text{CO}_2$ , oxid uhelnatý  $\text{CO}$  a vodní páry, teplota, rychlost proudícího vzduchu, bakterie, mikroorganismy, formaldehyd, VOC, pachy, hluk z venkovního prostředí. Více můžeme nalézt v literatuře [11].

### Požadavky legislativy

Citovaná vyhláška 268/2009 Sb. řeší mimo jiné povinnost zajistit dostatečné větrání v obytných místnostech staveb.

V § 11 Denní a umělé osvětlení, větrání a vytápění v odst. 5 citované vyhlášky [5] je uvedeno:

*Pobytové místnosti musí mít zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání obytných místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu  $25\text{ m}^3/\text{h}$  na osobu, nebo minimální intenzita větrání*

*0,5 l/h. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO<sub>2</sub>, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1500 ppm.*

Pro zajištění výše uvedených (předepsaných) podmínek vnitřního prostředí v budově daných legislativou a technickými normami, ale také pro splnění požadavků ke snižování energetické spotřeby (viz strana 18) je důležitý vhodně zvolený řídicí systém budovy včetně použitých technologií.

### **3.1.2 Elektrické silnoproudé rozvody**

#### **Světelné obvody a osvětlení**

##### **Požadavky legislativy**

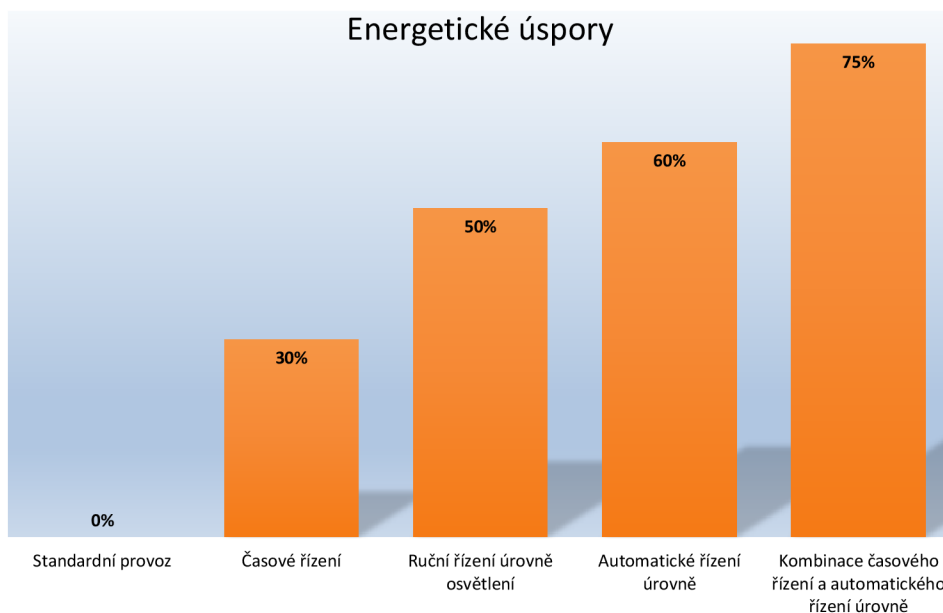
Požadavky [5] související s návrhem osvětlení v budovách byly popsány v kapitole 2.

Jednou z možností jak splnit tato ustanovení je správně navrhnout (dle požadavků ČSN) řízení osvětlení, ovládání a řízení venkovních a vnitřních žaluzií, případně markýz s vazbou na další citované systémy.

Možné varianty řízení osvětlení:

- manuální spínání nebo stmívání
- automatické spínání nebo stmívání
- spínání nebo stmívání podle časových funkcí
- spínání nebo stmívání podmíněné logickými funkcemi
- blokové spínání nebo stmívání
- spínání nebo stmívání podle mezních hodnot určitých veličin
- spínání nebo stmívání osvětlení podle předem nastavených hodnot
- řízení na stálou osvětlenost
- scénické řízení
- řízení na stálou osvětlenost s vazbou na přítomnost osob
- vazby na stínící techniku, zabezpečení objektu
- vzdálená kontrola a ovládání

Prostřednictvím řídicího systému v objektu můžeme dosáhnout nezanedbatelných úspor také při řízení osvětlení. Např. světelnými čidly můžeme omezit dobu provozu umělého osvětlení, případně jeho výkon tak, aby světla nesvítila v době, kdy je denní osvětlení dostatečné. Osvětlení může být na základě informací ze světelných čidel ovládáno skokově nebo plynulým řízením světelného toku. Správným výběrem světelných zdrojů zajistíme možnost výběru způsobu regulace.



Obr. 3.3: Možné energetické úspory při různých způsobech řízení úrovně osvětlení

Existuje jistě mnoho situací (např. v kancelářích), kdy osvětlovaný prostor není využíván po celou (pracovní) dobu. V případě, že v místnosti nikdo není, zůstává osvětlovací soustava v provozu, což má za následek plýtvání energií. Proto je účelné opět využít tentokrát pohybová čidla ve spolupráci s řídicím systémem a zajistit vypnutí osvětlení v případě nepřítomnosti osob. Informace z pohybových čidel mohou dát pokyn k zapnutí nebo vypnutí příslušných svítidel, případně k omezení jejich výkonu. Základními technikami při tomto úsporném opatření je kontrola přítomnosti a kontrola nepřítomnosti osob. Některé světelné obvody mohou být ovládány nejen na základě informací z pohybových čidel, ale například s vazbou na světové strany díky informacím z meteorostanice.

Instalace časových prvků do instalace nebo časové řízení potřebné doby provozu osvětlení může opět uspořit nemalé prostředky. Jejich použitím dokážeme zajistit, aby svítidla v daném prostoru byla vypnuta, pokud prostor není využíván nebo naopak. Případně může být zapnut ekonomičtější režim nebo jiná funkce, například budou opět s využitím řídicího systému spuštěny přednastavené světelné scény. Příkladem mohou být výlohy obchodů, ve kterých osvětlení slouží jako prostředek k propagaci určitého zboží. Tuto funkci plní do určité doby, například do půlnoci. Po této době je možné jej vypnout, nebo přepnout do sníženého režimu, který může plnit například funkci bezpečnostní (simulace přítomnosti).

Vyjmenované možnosti a techniky řízení osvětlení splňují současně energetické požadavky technických norem na osvětlení ČSN EN 15193, viz tabulka norem 8.5

pro energetickou náročnost budov na straně 86 této práce.

## Nouzové osvětlení

Nouzové osvětlení slouží v případech nouze, jestliže selže normální osvětlení. V těchto případech je vždy hlavním požadavkem ochrana lidí, jejich bezpečná evakuace z nebezpečných prostor. Povinnost zřízovat nouzové osvětlení je např. v divadlech, kinech, ale také dalších objektech a prostorech s velkým množstvím osob a nesnadným únikem z těchto prostor.

V normě ČSN EN 1838 [12] jsou řešeny světelně technické požadavky na soustavy nouzového osvětlení. Nouzové osvětlení se dělí na osvětlení:

- náhradní
- nouzové únikové
  - osvětlení nouzových cest
  - protipanické osvětlení
  - nouzové osvětlení prostorů s velkým rizikem

Další podrobnosti k problematice nouzového osvětlení můžeme nalézt v ČSN EN 50172:2005 (seznam norem související s osvětlením v tabulce 8.6, strana 86).

Podle vyhl. 246/2001 Sb.<sup>6</sup>, patří nouzové osvětlení, podobně jako požární nebo evakuační výtah, mezi zařízení pro únik osob při požáru. Podrobnosti v uvedené vyhlášce (více také na straně 27).

## Zásuvkové obvody

V systémových instalacích je výhodné provádět také spínání/vypínání zásuvek. A to nejen jednotlivě, ale také pomocí sběrnice celé obvody. Například z rozváděče, prostřednictvím aktorů (viz obrázek 3.4) s využitím některého z inteligentních systémů, který zvolíme. Podobně jako u osvětlení je vhodné současně se spínáním provádět další akce a funkce, které se nabízí díky použitému řídicímu systému.

Jedná se například o tyto varianty:

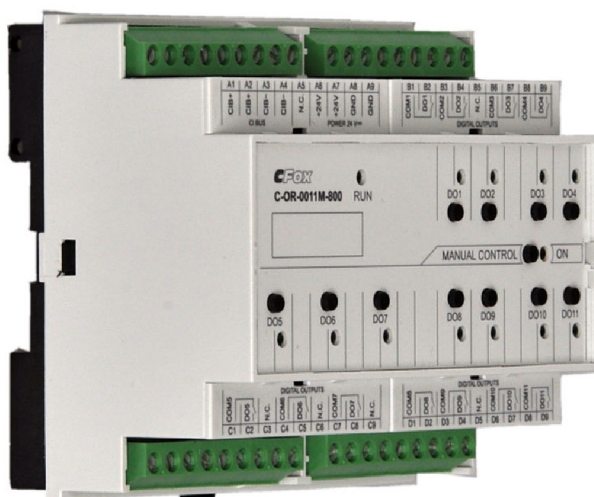
- řízení přístupu
- časové funkce
- ovládání prostřednictvím spínačů nebo panelů

---

<sup>6</sup>Vyhláška Ministerstva vnitra č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) [13]



Centrální spínání správně zvolených zásuvek má několik vítaných výhod. Správně zvolených proto, že nemůžeme vypínat všechny zásuvky v jednotlivých místnostech bez patřičného návrhu a určení, k čemu jednotlivé zásuvky budou používány. Ze zjevných důvodů nemůžeme například jednoduše vypínat zásuvky určené pro chladničku nebo plynový kotel, případně vypínat zásuvky s počítači v síti apod. Pokud se vrátíme k výhodám vhodného spínání zásuvek, lze docílit vypínáním nepotřebných zásuvek jak jisté úspory energie, tak minimalizovat nebezpečí možného požáru od vadných spotřebičů. Je také správné vypínat např. okruhy zásuvek v ložnici, dětském pokoji z důvodu snížení vlivu elektromagnetických polí ELF na obyvatele bytu nebo domu. Jedná se o okruhy, které jsou i bez připojených spotřebičů stále pod napětím. Toto opatření může být zvláště pro citlivé jedince velmi přínosné.



Obr. 3.4: Aktor pro spínání kapacitní a induktivní zátěže, zásuvkových okruhů

## Výtahy

Výtahy patří mezi zdvihací zařízení<sup>7</sup>, které patří do skupiny vyhrazených technických zařízení<sup>8</sup> podle zákona č. 174/1968 Sb. v platném znění, stejně jako např. technická zařízení tlaková, elektrická a plynová. Podléhají doзору podle uvedeného zákona.

Posuzování stavu a způsobilosti výtahu k bezpečnému provozu se ověřuje provádím provozních a odborných prohlídek dle ČSN 27 4002 a zkoušek a inspekčních prohlídek podle ČSN 27 4007.

<sup>7</sup>Dle vyhl. č. 19/1979 Sb., kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti

<sup>8</sup>Zařízení se zvýšenou mírou ohrožení zdraví a bezpečnosti osob a majetku

Ve vztahu k chytrým budovám a řídicích systémů v nich bývají výtahy vybavovány moderními komunikačními systémy, systémy přístupu, komunikačními systémy apod. Při jejich návrhu musíme v první řadě respektovat nařízení legislativy a technických norem souvisejících s touto oblastí. Některé, nedůležitější byly zmíněny v předchozím textu.

Řídicí systémy v moderních budovách optimalizují spotřebu energie během dopravní špičky spojenou s náhlým náporem cestujících a redukuje spotřebu energie i po přepravním náporu. Konají-li se například současně v několika poschodích mnohapatrové budovy odborné konference, zpracuje řídicí systém informace a pro tato místa ihned zajistí intenzivnější provoz. Informační tabule nasměrují k patřičným výtahům. Pomocí webové služby lze sledovat online všechny provozní údaje, současně zjistit informace o servisních úkonech a opravách.

Moderní výtahy jsou také vybavovány systémy řízením přístupu (snímači RFID). Zaměstnanci se identifikují naprogramovanými RFID kartami u vstupního terminálu a na základě vyhodnocení řídicí systém provede ověření v centrální databázi a povolí/nepovolí jejich vstup se současným přivoláním výtahu a jeho zastavením ve správném patře.

## **Evakuační výtahy**

Musí být zřízeny v objektech dle požadavku zvláštních předpisů<sup>9</sup> a souvisejících ČSN z oblasti požární bezpečnosti staveb.

Dle ČSN 27 4014 - Elektrická instalace pro evakuační výtahy musí být napojena z hlavního rozváděče. Výtahy musí zůstat funkční i po odpojení ostatních elektrických zařízení v objektu po celou stanovenou dobu evakuace. Napájecí systém evakuačního výtahu musí mít hlavní a záložní napájení, které splňují požadavek na zajištění dodávek el. energie ze dvou na sobě nezávislých zdrojů po dobu minimálně 45 minut. U normálního výtahu se záložní napájení nevyžaduje. Další viz norma.

Spínač umožňující přednostní ovládání - ovládán speciálním klíčem, další speciální klíč umístěn např. v klíčovém trezoru (KTPO<sup>10</sup>), viz obrázek 3.5. Trezor je monitorován a zabezpečen proti neoprávněnému vniknutí připojeným systémem EPS nebo PZTS. KTPO slouží k rychlému vstupu zásahové jednotky Hasičského záchranného sboru do chráněného objektu.

---

<sup>9</sup>Vyhl. MMR č. 137/1998 Sb. o obecných technických požadavcích na výstavbu

<sup>10</sup>úschovný objekt dle ČSN 91 6012, ve kterém je uložen objektový klíč(e) umožňující v propojení s ústřednou EPS nenásilný vstup jednotky požární ochrany do střeženého objektu



Obr. 3.5: Klíčový trezor požární ochrany (KTPO)

### 3.1.3 Slaboproudé systémy bezpečnostní a informační

Kabely vnějších sítí slaboproudých (stejně jako silnoproudých) přicházející do budovy musí být v souladu s projektem vnějších sítí a respektovat vyjádření a požadavky uvedené v dokumentaci stavby pro územní i stavební řízení.

Mezi nejčastější slaboproudé systémy používané uvnitř budov patří:

#### Univerzální kabelážní systémy

Univerzální kabelážní systém je určen pro potřeby přenosu dat (počítačová síť, internet), hlasu a obrazu (kamerové systémy, televize). Volba, které přípojné místo (telekomunikační zásuvku) bude pro danou službu využíváno, je na uživateli. Stejně může kdykoli svoje rozhodnutí změnit a službu předefinovat v rozvaděči jednoduchou změnou v propojovacím poli. V minulosti bylo vždy nutné při jakékoli změně pracovního místa na nové působiště kompletně upravit, přesunout i za cenu stavebního zásahu všechny dosud samostatné kabelové rozvody. Ty jsou nyní nahrazovány jediným univerzálním systémem.

K vybudované univerzální (strukturované) kabeláži, která je tvořena datovými a optickými kabely jsou potom připojovány aktivní a pasivní komponenty jako routery, switche, propojovací PATCH kabely, telekomunikační zásuvky, 19" rozvaděče (Rack) apod. Všechny prvky strukturované kabeláže jsou kategorizovány podle výkonnosti, např. Cat.5, 5A (šířka pásma 100 MHz), 6 (šířka pásma 200 MHz), 7 (šířka pásma 100MHz).

Pro návrh univerzálního kabelážního systému je důležitý soubor norem ČSN EN 50173 zabývající se... a související normy ISO/IEC 11801, ČSN ISO/IEC TR 14763-2, ČSN ISO/IEC TR 14763-3.

## Elektrická požární signalizace (EPS)

Elektrická požární signalizace je určena k včasné detekci a signalizaci vznikajícího požáru. Zpracováním *požárně bezpečnostního řešení stavby*<sup>11</sup> na základě posouzení požární bezpečnosti staveb je rozhodnuto o případné povinnosti provést instalaci EPS do objektu, včetně dalších povinností. Např. instalovat stabilní hasící zařízení, větrací zařízení pro odvod kouře, stanovení únikových cest apod. Další podrobnosti lze nalézt např. v [14].

Systém požární signalizace s detekcí požáru bývá vybaven hlasovým evakuačním systémem s návazností na ovládání ostatních zařízení (požární větrání, stabilní hasící zařízení, evakuační výtahy apod.)

Pro ochranu a prevenci před požárem je v souvislosti elektroinstalacemi důležité zajistit, aby byly požárně bezpečnostní zařízení (PBR) v případě požáru funkční. Současně je důležité používat kabely bez negativního vlivu na zdraví člověka.

Na obrázku 3.6 je bezhalogenový kabel vhodný pro instalace v požárních signalizačních systémech, který je na plášti v pravidelných vzdálenostech opatřen potiskem „Brandmeldekabel“<sup>12</sup>. Ovinutí fólií, stínění z hliníkem kaširované plastové fólie s příložným měděným drátem minimalizuje rušení od vysokofrekvenčních elektromagnetických polí. Vnější plášť je ze speciální bezhalogenové směsi polymerů.



Obr. 3.6: Ilustrační foto bezhalogenové kabelu pro požární signalizační systémy

Z pozice technických norem lze zjednodušeně říci, že instalace EPS je vyžadována v objektech s větším výskytem osob a v objektech s déle trvající evakuací lidí (např. výškové osoby). Více podrobností lze nalézt v ČSN 73 0818 (viz tab. 8.7).

## Zákony a vyhlášky týkající se požární bezpečnosti staveb

- Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška MVČR č. 246/2001 Sb. o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru, která se mimo jiné zabývá v § 5, odstavci 5 projektováním požárně bezpečnostních zařízení.

<sup>11</sup>PBR stavby se zpracovává podle zákona o PO v rozsahu § 41 vyhlášky č. 246/2001 Sb. a v souladu s technickými podmínkami uvedenými ve vyhlášce č. 23/2008 Sb. Jednotlivé stupně projektu, realizační dokumentace a dokumentace skutečného provedení stavby se pak zpracovávají v detailech podle technických požadavků zakotvených v českých technických normách řady ČSN 73 08xx

<sup>12</sup> „Požární signalizační kabel“

## Některé technické normy platné pro systémy EPS

- ČSN 73 0875 (viz tab. 8.7)
- ČSN EN 54 platí pro systém elektrické požární signalizace instalovaný uvnitř a v okolí budov (viz tab. 8.7).

Instalace EPS musí být v souladu s ustanovením vyhlášky MVČR<sup>13</sup> o technických podmínkách požární ochrany staveb č. 23/2008 Sb. [16] Elektrické kabely používané pro připojení hlásičů sirén a souvisejících komponentů EPS budou v bezhalogenovém provedení s požární odolností dle IEC 60331 a dle požadavků *požárně bezpečnostního řešení*.

Podle citované vyhlášky [13] je elektrická požární signalizace EPS považována za vyhrazené požárně bezpečnostní zařízení. Projektování těchto zařízení (tedy i EPS) podle norem uvedených na straně 87 mohou provádět pouze osoby autorizované pro tuto činnost podle zvláštního právního předpisu<sup>14</sup>. Montáž zařízení EPS mohou provádět osoby splňující kvalifikační, odborné a další předpoklady<sup>15</sup>



Obr. 3.7: Autonomní detektor kouře [17]

## Zařízení autonomní detekce a signalizace

Citovaná vyhláška [16] v §15 *Rodinný dům a stavba pro rodinnou rekreaci* odst. 5 stanovuje:

*Rodinný dům musí být vybaven zařízením autonomní detekce a signalizace. Toto zařízení musí být umístěno v části vedoucí k východu z bytu nebo u mezonetových bytů a rodinných domů s více byty v nejvyšším místě společné chodby nebo prostoru.*

<sup>13</sup>Ministerstvo vnitra ČR

<sup>14</sup>Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů

<sup>15</sup>např. vyhl. č. 50/78 Sb.

*Jedná-li se o byt s podlahovou plochou větší než 150m<sup>2</sup>, musí být umístěno další zařízení v jiné vhodné části bytu.*

Podobně v bytovém domě musí být každý byt vybaven tímto zařízením. Více uvedeno ve vyhlášce.

Další podrobnosti k této problematice lze také nalézt v ČSN 73 0833. Zařízením autonomní detekce a signalizace je myšlen autonomní hlásič kouře podle ČSN EN 14604 Autonomní hlásiče kouře (na obrázku 3.7) nebo hlásič požáru podle souboru norem ČSN EN 54 (viz také seznam ČSN na straně 87 této práce).

## **Evakuační rozhlas**

Jde o systém, který ve spolupráci s elektrickou požární signalizací EPS automaticky či poloautomaticky řídí evakuaci osob ze zabezpečeného objektu při vzniku požárního poplachu nebo jiných ohrožení osob.

Profesionální systémy evakuačního rozhlasu se používají k upozornění:

- na vzniklé nebezpečí požáru
- na havárie vody
- na havárie rozvodů elektrické energie
- na havárie plynu
- na ostatní živelné pohromy
- k organizaci a koordinaci evakuace objektu

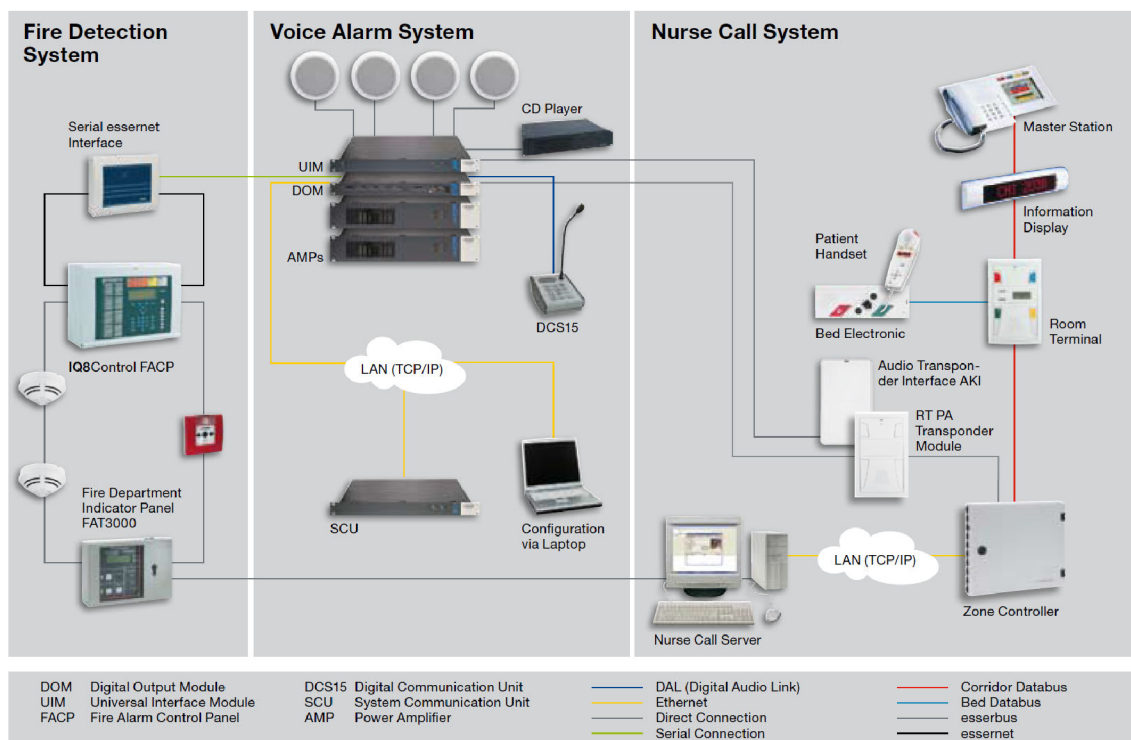
## **Evakuační rozhlas - typické instalace**

S evakuačním rozhlasem se můžeme setkat například v úřadech, bankách, hotelích, v malých obchodech a velkých obchodních centrech, ve školách, na nádražích, letištích, ve veřejných a administrativních budovách, v průmyslových podnicích, zdravotních zařízeních, sportovních zařízeních, zábavních centrech, apod.

Ozvučovací systém tvoří ústředna, zesilovače, mikrofonní hláska, reproduktory a kabelová trasa. Ozvučovací systém musí být certifikován dle ČSN EN 60849 [18].

## **Poplachový zabezpečovací a tísňový systém (PZTS)[19]**

Poplachový zabezpečovací a tísňový systém (PZTS), zahrnuje soubor technických prostředků, který komplexně řeší ochranu objektu proti neoprávněnému vniknutí nepovolaných osob do hlídaného prostoru. Budova vybavená certifikovaným systémem PZTS, který je v souladu s platnými právními předpisy a technickými normami bývá některými pojišťovnami zvýhodněna při sjednávání pojištění. Základem systému PZTS je ústředna, klávesnice, detektory, záložní zdroje a koncová zařízení. Tento systém lze realizovat jako nezávislou aplikaci nebo integrací s dalšími systémy



Obr. 3.8: Propojení systémů EPS a evakuačního rozhlasu se systémem pro přivolání sestry

(např. CCTV, ACS). Na vniknutí do střežených prostor je okolí upozorněno vnitřní a vnější sirénou s majákem, mohou být rozesílány poplašné zprávy na různá telefonní čísla nebo PCO.

### Kamerový systém (CCTV)

Při provozování kamerového systému se záznamem je třeba pamatovat na to, že uvedená činnost je považována za zpracování osobních údajů, které podléhá oznamovací povinnosti Úřadu pro ochranu osobních údajů dle § 16 zákona č. 101/2000 Sb., o ochraně osobních údajů a o změně některých zákonů [20].

### Přístupové systémy (ACS)

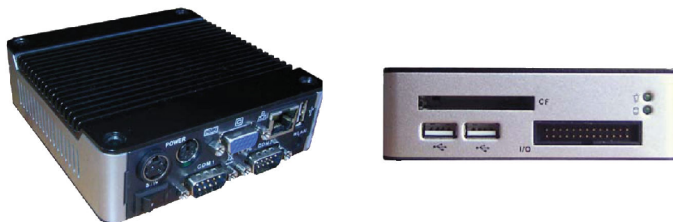
RFID<sup>16</sup> - bezdrátová náhrada čárových kódů, magnetických pásek kontaktních identifikátorů. Oprávněný vstup do objektu (místnosti, patra) lze řídit pomocí přístupových systémů. K zabezpečení vstupu na pozemek a do objektu slouží další opatření jako perimetrický systém (v oplocení) apod. Okna mohou být vybavena tříštivými

<sup>16</sup>Radio Frequency Identification

detektory a okenními kontakty. Všechny uvedené prvky jsou potom navázány na poplachový zabezpečovací systém budovy.

### Systemy domácí zábavy

Na trhu existují výrobci, kteří se dlouhodobě zabývají výrobou řídicích systémů, původně určených hlavně pro jednoduché ovládání audio–video techniky a zařízení pro prezentace, přednášky apod. Jedná se například o firmy jako AMX, Crestron, Control4, CUE a další. Hlavní předností je možnost využít jedno programovatelné zařízení, kterým ovládáme kompletní multimediální centrum. V současnosti jsou jejich řídicí systémy také schopny řídit i některé další technologie v budovách. Protože jejich hlavní přednost je stále v oblasti řízení a přenosu obrazu a zvuku je vhodné integrovat tyto výrobky s oblastí, kde dominují ostatní výrobci s jejich systémy zaměřenými např. na sběrníkové systémy, techniku měření a regulace (MaR) a podobně. Další možnosti spolupráce některého z jmenovaných systémů jsou uvedeny v následujícím odstavci a také na straně 69 této práce.



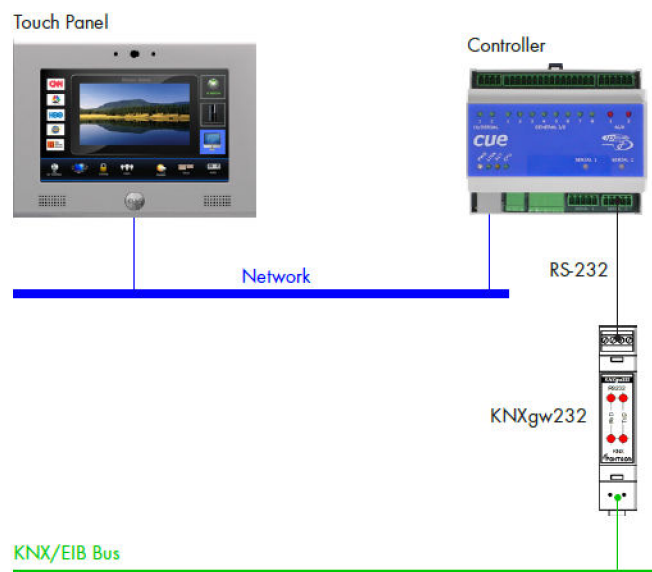
Obr. 3.9: Integrovaný modul k propojení řídicích jednotek Control4 a Foxtrot, Inels (YATUN, s.r.o.)

Na obrázcích 3.9 a 3.10 je patrné, jakým způsobem lze propojovat různé i diametrálně odlišné řídicí systémy a využít tak maximálně jejich přednosti. Propojení lze realizovat celou řadou komunikačních rozhraní např. RS-232, TCP/IP, a dalšími.

## 3.2 Inteligentní systémy budov

V následujícím textu jsou uvedeny řídicí systémy od několika renomovaných výrobců, které jsou schopny řídit více či méně technologií, kterými jsou objekty vybaveny. Současně mohou být prostřednictvím již zmíněných protokolů, sběrníkové nebo použitím celé řady médií propojeny s dalšími i diametrálně odlišnými řídicími systémy budov.





Obr. 3.10: Propojení systému CUE s KNX/EIB sběrnici prostřednictvím modulu KNXgw232

### Wago system (WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG)

V případě, že v projektu používáme decentralizované sběrnice senzory a aktory různých technologií, lze jako multifunkční rozhraní využít řešení společnosti WAGO pro automatizaci v průmyslu i budovách – WAGO-I/O-SYSTEM (na obrázku 3.11).



Obr. 3.11: Řídící systém WAGO I/O 750 [21]

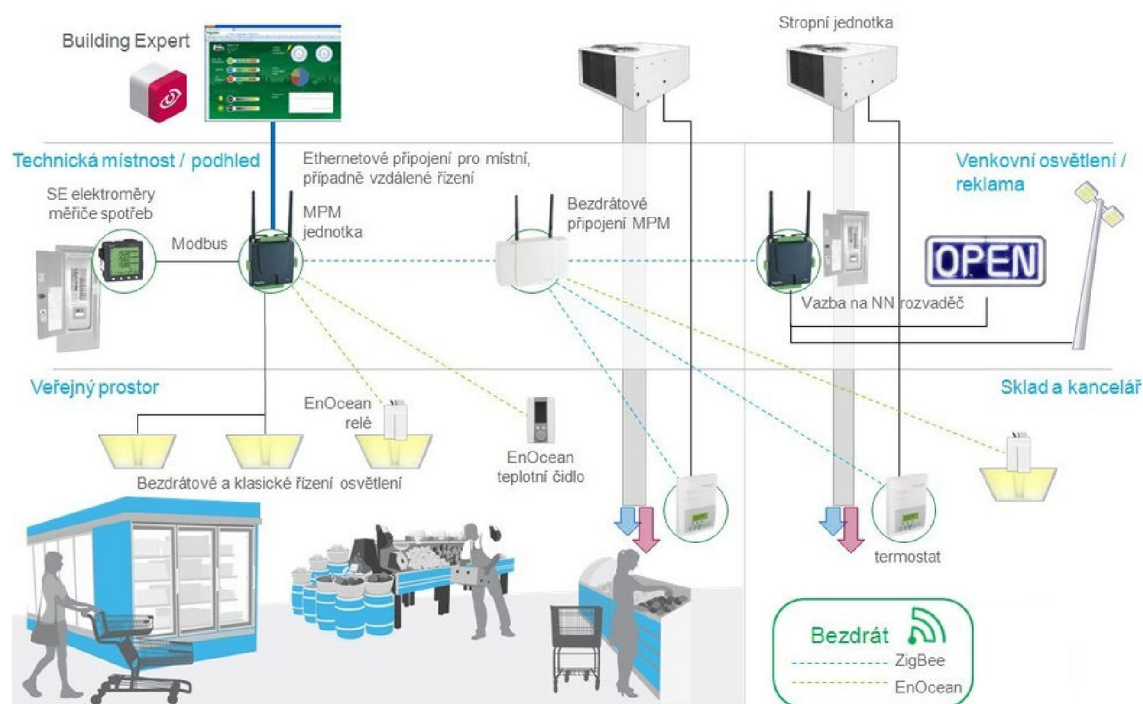
Systém je možné propojit s dalšími systémy, např. LON, KNX, BACnet. Mimo jiné jej můžeme také osadit programovatelným procesorovým modulem KNX IP. Ten umožňuje vzájemně propojovat, řídit, regulovat a monitorovat veškeré přístroje KNX v rámci různých profesí. Do řízení lze navíc integrovat i další prvky a sběrnice, jako například DALI nebo EnOcean. Funkce směrovače (routeru) v kombinaci s modulem

TP1 pak dvoulinkový svět KNX automaticky propojí s Ethernetem. Díky tomu je možné budovu nebo zařízení obsluhovat jak z místní sítě, tak prostřednictvím internetu.

Řídicí systémy WAGO jsou programovatelné podle normy ČSN EN 61131-3. Programování se provádí v prostředí CoDeSys, které spolupracuje s již zmíněným parametrizačním prostředím ETS.

### SmartStruxure Lite (Schneider Electric)

SmartStruxure Lite je řídicí systém společnosti Schneider Electric pro malou až středně velkou budovu na principu bezdrátové technologie pro řízení HVAC zařízení, osvětlení a měření spotřeby s přístupem přes web.



Obr. 3.12: Příklad řešení se SmartStruxure Lite systémem

Systém se vyznačuje jednoduchou instalací a snadnou integrací. Je zajištěna podpora otevřených protokolů (BACnet, Modbus a dalších). Současně jsou podporovány bezdrátové protokoly ZigBee a EnOcean (viz podkapitoly 4.1.7 a 4.2.2). Součástí je také vestavěný webserver pro přístup z webového prohlížeče.

## 4 SBĚRNICOVÉ SYSTÉMY A PROTOKOLY V INTELIGENTNÍCH BUDOVÁCH

Pro správnou orientaci, vedoucí k výběru vhodného inteligentního systému používaného v budovách, následuje popis nejčastěji používaných sběrnic a protokolů v systémech automatizace budov.

### 4.1 Systémové instalace

- systémy můžeme rozdělit na distribuované, centralizované a hybridní.

Centralizovaný systém (např. CFox/RFox<sup>17</sup>, Ego-n<sup>18</sup>):

- dříve většinou hvězdicové propojení senzorů a aktorů s jednou nebo více řídicími jednotkami (dnes již využívá sběrnici)
- levnější senzory a aktory (nejsou nutné „chytré“ senzory)
- citlivost na poruchu centrální jednotky

Distribuovaný systém (např. KNX/EIB, LON):

- vyšší flexibilita
- inteligentní senzory a aktory v celé budově
- číslíkový přenos dat vždy je použita sběrnice

Hybridní systém (Nikobus<sup>19</sup>):

- kvazicentrální jednotky

Současně lze systémy dělit na otevřené a uzavřené (proprietární).

#### 4.1.1 Systém KNX/EIB

Systém KNX pracuje decentralizovaně a vystupuje jako standard pro řízení budov již více než 20 let. Systém je normalizován v evropských normách, které mají status i českých technických norem (více v kapitole 2.2).

Evropská instalační sběrnice tvořená sdělovacím (stíněným) kabelem slouží k zajištění přenosu mezi jednotlivými prvky systémové elektroinstalace (snímačů, aktorů, regulačních a řídicích zařízení, obslužných a měřících zařízení). Současně je sběrnice využívána pro případné napájení těchto prvků. Pro samotnou komunikaci včetně napájení je nutný jeden pár vodičů, pro případ poškození je předepsáno používat kabel se dvěma páry vodičů z důvodu rezervy. Doporučený stíněný instalační

<sup>17</sup>Centralizovaný sběrnicový systém/sít firmy TECO a.s. opírající se o výkonnou centrální jednotku Foxtrot na bázi PLC

<sup>18</sup>Centralizovaný sběrnicový systém firmy ABB s.r.o.

<sup>19</sup>Částečně decentralizovaný systém společnosti Eaton

kabel pro KNX/komunikaci v systémové technice budov je YCYM 2 × 2 × 0,8 nebo typ J-Y(St)Y 2 × 2 × 0,8 (na obrázku 4.1).

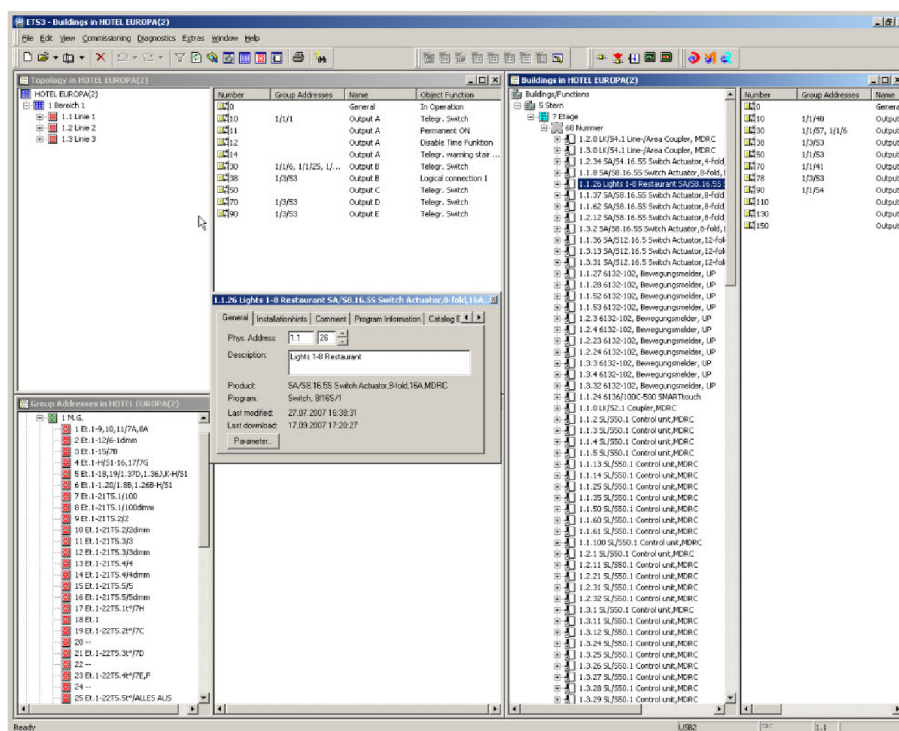


Obr. 4.1: Ilustrační foto možného KNX/sběrnicevého kabelu

Systém KNX je založen na komunikaci prostřednictvím telegramů po uvedené sběrnici mezi koncovými prvky bez centrálního zpracování. Zdroje pro napájení systémových prvků KNX/EIB musí splňovat podmínky pro bezpečné malé napětí SELV<sup>20</sup>.

Sběrnice může být realizována několika různými komunikačními médii:

- KNX TP – kroucený pár metalických vodičů (Twisted Pair)
- KNX RF – radiofrekvenční – bezdrátová síť
- KNX IP – využití IP sítí jako média pro KNX/EIB (více v ČSN EN 13321-2)
- KNX PL – powerline – silové rozvody



Obr. 4.2: Ukázka prostředí parametrizačního programu ETS

<sup>20</sup>viz ČSN 33 2000-4-41 kap. 414

Konfigurace a parametrizace zařízení KNX se provádí pomocí software ETS<sup>21</sup>, nyní ve verzi ETS5 (viz obrázek 4.2).

Systémy KNX/EIB (podobně jako některé jiné konkurenční systémy) mohou komunikovat pomocí různých médií (viz strana 35). To je jistě velká výhoda, navíc díky tomu může dojít ke snížení počtu kabelů v rozvodu, což ve výsledku vede ke snížení požárního zatížení. Na druhou stranu přibudou v instalaci informačně technologická vedení. Tato řešení mohou být náchylná vůči rušení uvnitř a vně budovy, např. elektromagnetickému poli, které je způsobeno úderem blesku nebo přepětím. Komunikační a sběrníkové systémy je nutno začlenit do celkové koncepce ochrany před bleskem. Uvedené problematice se věnuje kapitola 8.

### 4.1.2 LonWorks

LonWorks je decentralizovaný sběrníkový systém, který je určen k vytváření inteligentních řídicích síťových systémů, které jsou tvořeny samostatnými uzly. Propojují se jedním nebo několika komunikačními médii. Komunikace probíhá prostřednictvím protokolu LonTalk. Každý uzel (node) je naprogramován na vysílání zpráv při změně stavů a podmínek nebo na zaslání reakce na přijatou zprávu. Síť LON ke své činnosti nevyžaduje řídicí zařízení. Jednotlivá zařízení komunikují navzájem mezi sebou (síť typu peer-to-peer).

Pro přenos dat mezi jednotlivými uzly je možné opět používat více komunikačních médií:

- Kroucená dvojlinka / RS-485
- Powerline 230 V/AC
- Optické vlákno
- RF signál
- Tuneling přes IP (Ethernet)

Technologie LonWorks je vhodná pro řízení spotřebičů a automatizaci budov, současně také pro dálkové odečty měřičů energií nebo regulaci v průmyslu. LonWorks vychází z obecné definice sítě zvané Local Operating Networks (LON), tj. místní datová síť. Ty jsou obecně složeny z inteligentních zařízení a uzlů, které jsou propojeny jedním či více komunikačními médii a komunikují spolu jedním komunikačním protokolem. Uzly jsou naprogramovány na vysílání zpráv při změně různých stavů a podmínek nebo jako reakci na přijatou zprávu.

---

<sup>21</sup>Engineering Tool Software

### 4.1.3 BACnet

BACnet<sup>22</sup> představuje standardizovaný komunikační protokol pro automatizační a řídicí systémy budov, pomocí kterého si zařízení a systémy mohou vzájemně vyměňovat informace. Tento komunikační protokol byl vyvinut na ASHRAE (American Society of heating, Refrigeration and Air – Conditioning Engineers) a stal se prvním mezinárodním standardem ISO 16484-5 (1987) pro automatizaci budov. Vznikl za účelem integrace zařízení různých výrobců. Je rozšířen v mnoha aplikacích po celém světě a v roce 2004 byl normalizován v ČR jako ČSN EN ISO 16485-5 (viz strana 16).

BACnet specifikuje struktury BACnet objektu jako datové body, požadované hodnoty, časové programy, kalendáře. Dále specifikuje služby jako sdílení dat, alarmy a správu událostí, časování, správu zařízení sítě. Definuje standardy komunikačních médií (např. BACnet přes IP, BACnet přes Ethernet, BACnet přes LonTalk a BACnet přes RS232). Podrobnější informace lze nalézt v ČSN EN ISO 16484-5 a [23].

### 4.1.4 Sběrnice M-Bus

Sběrnice M-Bus<sup>23</sup> je určena pro sběr dat z měřičů odběru nejrůznějších médií (například pitné a užitkové vody, plynu, tepla, elektrické energie) s možností napájení měřičů po sběrnici a dálkového odečtu dat.

Komunikace probíhá dvěma vodiči, po kterých mohou být měřiče napájeny. Měřiče se připojují paralelně na sběrnici, u většiny měřičů nezáleží na polaritě připojení, topologie je sběrnice. Délka sběrnice do 1 km, přesto i při kratším vedení je vhodná kontrola navrženého průřezu vodiče z hlediska úbytku napětí na vedení podle počtu měřičů a délky vedení. Doporučený kabel např. J-Y(St)Y 1 × 2 × 0,8 ukazuje obrázek 4.3.



Obr. 4.3: Ilustrační foto doporučeného kabelu J-Y(St)Y

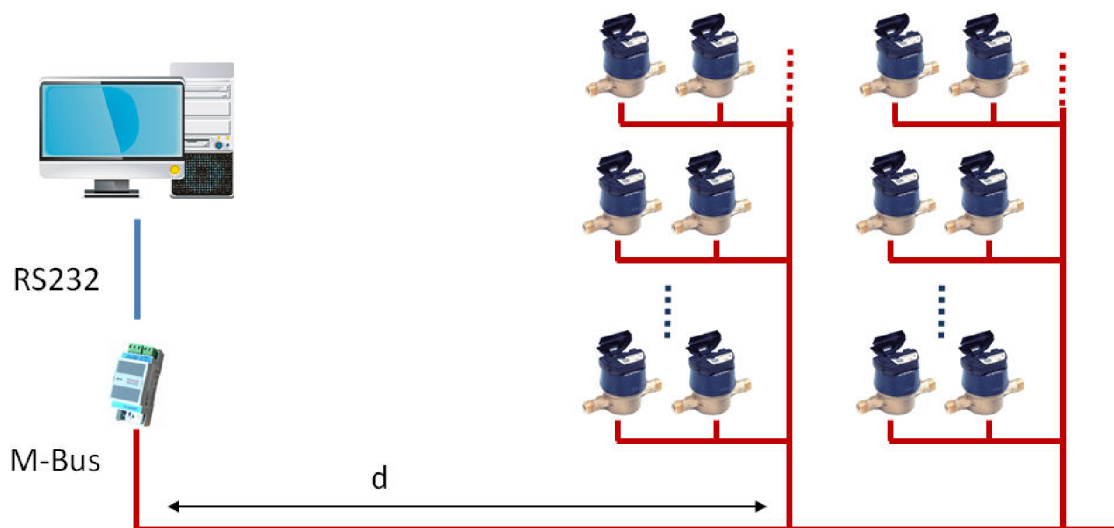
Maximální počet připojených měřičů na sběrnici je 250 (jednotlivé měřiče mají v síti unikátní adresu). Maximální rychlost komunikace je 38400 Bd (při omezení délky kabelu a počtu připojených měřičů).

Na sběrnici v klidovém stavu vytváří Master napětí 36 V, toto napětí současně odpovídá logické 1 při komunikaci směrem od Mastera ke stanicím. Logické 0 vyslané

<sup>22</sup>Building Automation and Control Network

<sup>23</sup>Meter-Bus

Masterem odpovídá napětí 24 V. Master tedy komunikuje změnou napětí, Slave odpovídá změnou proudu. Měřič odběru média (Slave) musí (dle normy) v klidovém stavu odebírat 1,5 mA, tento proud zároveň odpovídá logické 1, při vyslání logické 0 je proud o 11-20 mA vyšší [24].



Obr. 4.4: Topologie sběrnice M-Bus vs. úbytek napětí na dlouhém vedení [24]

#### 4.1.5 Sběrnice CIB

Sběrnici CIB<sup>24</sup> vyvinula kolínská společnost TECO a.s. Je tvořena dvěma vodiči, které lze využít současně pro komunikaci i napájení, je u nich však třeba dodržet polaritu. Topologie je téměř libovolná, vyjma uzavírání obvodu do kruhu. Rozvětvení je možné vytvářet prostřednictvím standardních svorek nebo svorkovnic. Na rozdíl od sběrnice TCL2 (podkapitola 4.1.6), konec vedení nemusíme ukončovat žádným prvkem (odporem). Délka větve může být až 400 m. Stejně jako u každého vedení musíme při delších vzdálenostech správně dimenzovat vodiče s ohledem na úbytek napětí a dodržení požadovaného minimálního napětí v každém místě instalace.

Mezi doporučené kabely patří např. J-Y(St)Y 1 × 2 × 0,8 nebo lépe J-Y(St)Y 2 × 2 × 0,8 (viz podkapitola 4.1.4 a obrázek 4.3). Při rekonstrukcích je v případě nouze možné využít také stávající kabely, nevyužité pro jiné účely.

<sup>24</sup>Common Installation Bus®

Tab. 4.1: Parametry sběrnice CIB (Common Installation Bus®) [25]

Počet vodičů	2	
Průřez vodičů <sup>1</sup>	min. 0,8 mm <sup>2</sup>	
Topologie <sup>1</sup>	téměř libovolná	
Vzdálenost mastera od CIB modulu	max. 500 m	
Jmenovité napětí napájení sběrnice	24 V DC 27,2 V DC (zálohovaně)	+25 % / -15 % +10 % / -25 %
Tolerance napájecího napětí	20,4-30 V	
Přenosová rychlost	19,2 kB/s	

<sup>1</sup> Volit s ohledem na úbytky napětí v kabelech s přihlédnutím k instalovaným CIB modulům.

#### 4.1.6 Sběrnice TCL2

Jedná se o systémovou sběrnici společnosti Teco a. s, s omezeným počtem připojitelných periferních modulů. Sběrnice je mimo jiné vhodná pro připojení externích master modulů drátové a bezdrátové sítě CFox a RFox, případně pro řízení kotlů s protokolem OpenTherm a dalších.

Všechny periferní moduly na sběrnici TCL2 ovládané základním modulem Foxtrot musí být vzájemně propojeny se sběrnici. Zapojení modulů musí být v sérii - nelze realizovat odbočku. Na jednom konci sběrnice je zapojen centrální modul, na druhý musí být připojen zakončovací odpor 120 Ω nebo je možné využít člen pro zakončení sběrnice (přiložen k základnímu modulu).

Tab. 4.2: Parametry sběrnice TCL2 [25]

Počet vodičů	2	
Průřez vodičů	min. 0,8 mm <sup>2</sup>	
Použitý kabel metalický (stíněný)	dle specifikace RS-485	bez/s napájením
Délka TCL2 sběrnice	(RS-485)	max. 400 m
Použitý kabel optický	(Multimode) skleněné vlákno	nutný převodník KB-0552
Délka TCL2 sběrnice	(optický kabel)	až 1700 m
Propojení modulů	lineárně, v sérii	bez odboček

Moduly Foxtrot se propojují metalickými kabely pro RS-485 (propojení pouze komunikační sběrnice) nebo kabely včetně napájení. Při větší vzdálenosti (nad 10 m) propojujeme vždy pouze komunikační sběrnici. Pro ještě větší vzdálenosti je namísto metalických vodičů vhodnější propojení optickými kabely nebo kombinací obou. V tomto případě využijeme převodník na optiku – KB-0552 se vzájemným propojení modulů patch kabely ST-ST. Musíme také použít samostatný napájecí



zdroj, protože použitím optického kabelu dojde k galvanickému oddělení komunikační sběrnice od napájení. Další podrobnosti můžeme nalézt v [25].

### Vývojové prostředí pro automatizaci budov

Pro systémy CFox a RFox je možné využívat dvě prostředí. Parametrizační nástroj pro systém inteligentní elektroinstalace Foxtool, a pro rozsáhlejší a složitější instalace je vhodnější použít komfortnější programovací prostředí Mosaic<sup>25</sup>. Mosaic umožňuje programovat všechny PLC z produkce firmy TECO a. s.

#### 4.1.7 ZigBEE

ZigBee je bezdrátová komunikační technologie podle standardu IEEE 802.15.4 pro bezdrátové sítě s malým dosahem WPAN (Wireless Personal Area Networks).

Podobně jako Bluetooth je určena pro spojení nízkovýkonových zařízení v sítích PAN na malé vzdálenosti do 75 metrů. Díky použití multiskokového ad-hoc směrování umožňuje komunikaci i na větší vzdálenosti bez přímé radiové viditelnosti jednotlivých zařízení. Původně byla určena pro aplikace v průmyslu a sensorových sítích. Nyní se spíše zaměřuje na oblasti jako domácí automatizace, spotřební elektronika (např. dálkové ovládání spotřebičů) a automatizace budov (kontrola přístupu, zabezpečení, ovládání osvětlení).

Signál se šíří v bezlicenčních pásmech přibližně 868 MHz, 902–928 MHz a 2,4 GHz. Přenosové rychlosti mohou být 250, 40 a 20 kbit/s podle použitého pásma. Data v sítích ZigBee jsou zabezpečeny převážně šifrováním AES (128 bit).

## 4.2 Specializované protokoly a systémy

Jedná se o protokoly navržené speciálně pro různé typy aplikací. Například pro stmívání a řízení osvětlení, řízení vytápění (kotle, ohřívače vody apod.)

### 4.2.1 DALI

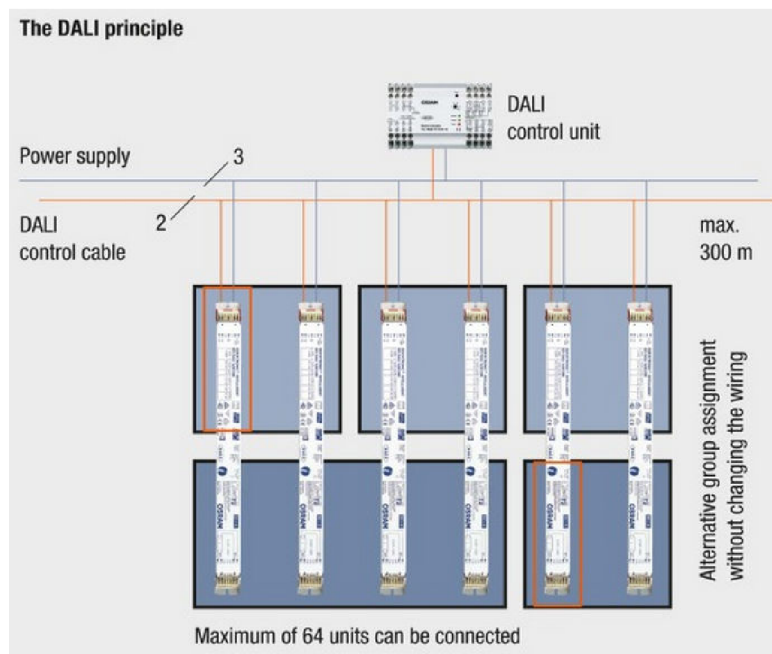
DALI<sup>26</sup> je protokol vyvinutý pro připojení osvětlovacích zařízení (stmívatelné elektronické předřadníky zářivek, LED svítidel) dle specifikace NEMA Standards Publication 243-2004 *Digital Addressable Lighting Interface Control Devices Protocol PART 1-2004 a PART 2-2004*, která je v souladu s normou IEC<sup>27</sup> 60 929 a IEC 62 386.

<sup>25</sup>Vlastní produkt TECO a. s. <http://www.tecomat.com>

<sup>26</sup>Digital Addressable Lighting Interface

<sup>27</sup>International Electrotechnical Commission

Komunikace DALI probíhá sériově speciálním synchronním protokolem prostřednictvím dvou vodičové sběrnice. K této sběrnici může být připojeno až 64 přístrojů (předřadníků) pro připojené osvětlovací zařízení.



Obr. 4.5: Princip rozhraní DALI [26]

Mezi hlavní výhody použitého rozhraní patří snížená spotřeba energie, zvýšená zraková pohoda, logaritmická křivka svítivosti - přirozenější pro lidské oko. Dále jednoduchá změna podle požadavků, přijatelná cena a variabilní uživatelské prostředí.

Systémy pro osvětlení s rozhraním DALI jsou vhodné např. pro kancelářské prostory, školní učebny, kde ve spolupráci se senzory denního světla a přítomnosti lze dosáhnout značných úspor energie ve srovnání s klasickými způsoby řešení osvětlování. Současně jsou systémy s rozhraním DALI velmi vhodné pro osvětlení rozsáhlých prostor s mnoha různými požadavky na osvětlení.

Jak je patrné z obrázku 4.5, lze jednotlivé předřadníky DALI prostřednictvím dvou vodičové sběrnice propojit s řídicí jednotkou a mít tak možnost detailního přehledu o situaci osvětlení v celé budově, samozřejmě s možností řízení a případné jednoduché změny či zásahu do systému.

Instalace DALI lze snadno integrovat do nadřazených automatizačních a řídicích systémů budov a to jak stávajících, tak i nových instalací. Propojení s nadřazenými sběrníkovými systémy (např. KNX/EIB, CIB a dalšími) je zajištěno použitím rozhraní KNX-DALI Gateway, převodníky protokolu CIB-DALI Bridge apod.[26, 29]

### 4.2.2 EnOcean

Rádiová technologie EnOcean umožňuje realizaci bezdrátových systémů řízení osvětlení. Základem je modulární řešení kombinující řídicí jednotky se vstupními a výstupními moduly, propojenými centrální sběrnici. Systém je díky extrémně nízké spotřebě napájen z alternativních zdrojů<sup>28</sup>, a proto nepotřebuje baterie ani jiné externí zdroje.

Komunikace mezi jednotkou a samonapájecími bezdrátovými senzory a spínači může bezdrátově (na frekvenci 868,3 MHz) probíhat na vzdálenost do 50 m v objektu a do 700 m ve venkovním prostředí [26][27].

### 4.2.3 DMX512

DMX512 je sériový digitální protokol pro řízení světelné techniky a další speciální efekty pomocí digitálního rozhraní (např. řízení dynamického barevného (RGB) a bílého osvětlení). Protokol byl nejprve vyvinut USITT<sup>29</sup> v roce 1986 pro řízení stmívačů, které dříve využívaly analogový přenos dat pomocí různých nekompatibilních, proprietárních protokolů. Od roku 1998 je organizací ESTA (Entertainment Services and Technology Association) rozvíjen a standardizován v ANSI.

Topologie vícebodového propojení vytváří sběrnici s jednou řídicí stanicí (master) a více řízenými zařízeními. Sběrnice využívá rozhraní RS-485 a je realizována dvou vodičovým vedením. DMX512 nezahrnuje automatickou kontrolu a opravy chyb, z toho důvodu není ovladač vhodný pro nebezpečné aplikace [28].

### 4.2.4 OpenTherm

Jedná se o otevřený protokol, který je určen pro obousměrnou komunikaci mezi regulátorem (master) a kotlem (slave). OpenTherm využívá jako komunikační vedení nezkroucený dvoudrát, polarita není důležitá, vodiče lze zaměnit. Maximální délka vedení je 5 m. Existují dvě verze protokolu: OT/- a OT/+.

Možné je propojení na BACnet, Lon, Modbus, KNX RF, PLC Foxtrot prostřednictvím modulu UC-1204 (na obrázku 4.6).

### 4.2.5 Další používané komunikační technologie

- RS-232

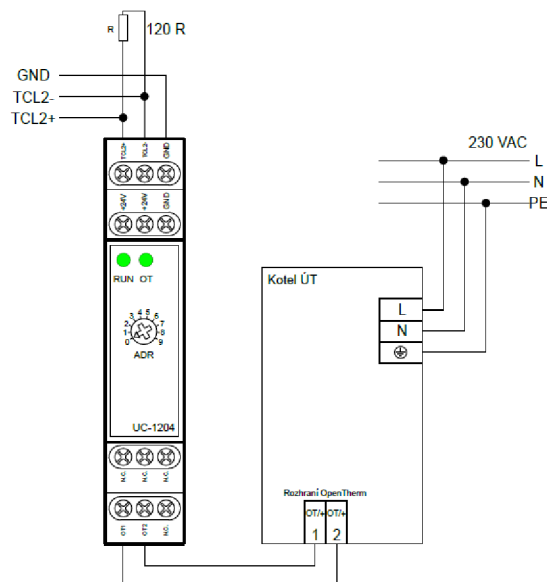
- maximální doporučená přenosová rychlost je 20 kbit/s

---

<sup>28</sup>Napájení prostřednictvím převodníků z dostupné energie (Spínače/piezotlačítka lze napájet mechanickou energií, teplotní čidla rozdílem teplot prostředí, světelná čidla světelnou energií apod.)

<sup>29</sup>United States Institute for Theatre Technology

- maximální doporučená délka kabelu je 15 m
- RS-485
  - maximální doporučená přenosová rychlost je 10 Mbit/s
  - maximální doporučená délka kabelu je 1200 m
- Počítačová síť (LAN)
  - Klasický Ethernet – přenosová rychlost 10 Mbit/s
  - Fast Ethernet – přenosová rychlost 100 Mbit/s
  - Gigabitový Ethernet – přenosová rychlost 1000 Mbit/s
- WiFi
- sítě na bázi GSM(GPRS)
  - (komunikace GSM podle souboru norem ČSN ETS 300 609-4)
- Wiegand – komunikační protokol pro přístupové systémy



Obr. 4.6: Ukázka propojení sběrnice TCL2 PLC Foxtrot pomocí modulu a kotle s rozhraním OpenTherm [29]

Propojení různých technologií s různými komunikačními protokoly je většinou možné použitím odpovídajícího adaptéru nebo převodníku. Některé systémy komunikují mezi sebou několika komunikačními protokoly najednou. Pomocí nich je potom možné předávat hodnoty různých veličin z jednoho systému do druhého (např. přístupový systém --> vytápění). Na základě toho systém zapne vytápění v místnosti, až po identifikaci zaměstnance např. přístupovou kartou. Díky těmto informacím může systém aktivovat vytápění v dané místnosti až po identifikaci pomocí

přístupové karty. Využívání těchto systémů opět vede k snižování nákladů na potřebu energií v budově.

Pro správný návrh, splnění požadavků investora, legislativy, požadavků technických norem a předpisů je třeba vypracovat odpovídající projektovou dokumentaci. V ní budou mimo jiné detailně popsány všechny náležitosti související nejen s konvenční instalací, kde musí být respektována zvláště bezpečnostní kritéria, ale také systémová. Udou v ní specifikována všechna zvolená čidla, senzory, aktory, výkonové prvky s jejich správným propojením (vazbami) a konfigurací, parametrizací či programováním spolupracující mezi sebou případně s použitými centrálními jednotkami.

Při zpracování projektu a stejně tak při montáži elektroinstalace (klasické i inteligentní) musí být vždy kladen důraz na bezpečnost a dodržování ustanovení souvisejících předpisů a technických norem. Nesprávným návrhem, nekompletní dokumentací (mnohdy chybí úplně) a následnou nesprávnou instalací může dojít k nebezpečným situacím, v nejhorším případě smrtelným úrazům. Špatně provedená instalace např. rozváděče, rozvody různých napětových hladin, ale i nevhodně navržená ochrana před bleskem může zapříčinit zničení prvků instalace, stavby, požár nebo smrtelný úraz.

## 5 PROJEKT A JEHO ZPRACOVÁNÍ

Cílem této práce je vytvoření příručky pro projektanta systémové elektroinstalace v chytrých (inteligentních) domech. V následujících kapitolách jsou rozepsány postupy projektanta, ať již naznačením jednotlivých fází projektu, ukázáním, kterými předpisy (zákony, vyhlášky, normy, dokumentace výrobců atd.) je doporučeno nebo předepsáno se řídit v konkrétní části návrhu nebo upozorněním na co se zaměřit při zpracování dokumentace vzhledem k provázanosti několika profesí zastoupených ve stavbě a v systémové elektroinstalaci zvláště. Současně je vzhledem k zadavateli práce pro sestavení příručky využito řídicího systému Tecomat Foxtrot a přiblížením některých z mnoha vyráběných (a stále přibývajících) prvků pro systémy automatizace budov.

Tato část práce přibližuje možnosti tvorby projektové dokumentace systémových elektroinstalací v rodinných domech, bytech. Projektant nemusí zpracovávat celou dokumentaci sám, ale může, pokud splňuje kvalifikační, odborné a další předpoklady (viz 6.1). Části dokumentací zastoupených profesí při stavbě mohou být vypracovány příslušnými specialisty a tyto části budou pro projektanta např. pouze řídicího systému sloužit jako podklad.

Základním prvkem při realizaci jakéhokoli díla je projektová dokumentace. Tato vychází ze základních vztahů platných pro výstavbu.

Projektem může být určitý plán, záměr, úmysl nebo stavebně-konstrukční nebo jiná dokumentace. Je součástí každé dodávky prací, materiálů, zařízení, přístrojů apod.

### **Zpracování projektu lze rozdělit do několika etap:**

- Poptávka ↔ Nabídka (Investor ↔ Firma, zhotovitel)
  - Investor (zákazník) vyhledá/osloví firmu, které předloží své představy a požadavky na dílo
  - Firma zpracuje nabídku
  - Proces nabídky a poptávky spočívá v intenzivní komunikaci obou stran
  - Nabídka obsahuje všechny požadavky poptávajícího s uvedením termínů a ceny za dílo
  - Úprava nabídky vedoucí k oboustranné spokojenosti a naopak
- Objednávka
  - Následuje předání objednávky firmě
  - Obsah objednávky zahrnuje detailní rozsah dodávky s dalšími podklady
- Smlouva o dílo (objednatel ↔ zhotovitel)

- Dle § 2586 a násl., zákona č. 89/2012 Sb.<sup>30</sup>
- Obsahuje práva a povinnosti objednatele a zhotovitele
- Seznam souvisejících dokumentů
- Obsah a rozsah díla, termín zahájení a doby plnění díla
- Cena za dílo, smluvní pokuty pro obě strany při nedodržení sjednaných podmínek
- Vyhotovení smlouvy – ve třech stejnopisech, objednatel obdrží dvě vyhotovení, zhotovitel jedno
- Zpracování projektové dokumentace
  - Dokumentace pro vydání stavebního povolení
  - Dokumentace pro provedení stavby nebo pro realizaci stavby
  - Dokumentace skutečného stavu
- Realizace na stavbě – stavební dozor, stavební deník, zkoušky a revize
- Předání stavby

---

<sup>30</sup>Občanský zákoník

## 6 ZÁKLADNÍ LEGISLATIVNÍ PŘEDPISY

Při návrhu elektroinstalací obecně (včetně systémové) musí projektant klást důraz především na normy související s bezpečností elektrických zařízení, ochrana před bleskem a přepětím, požární bezpečností staveb. Zvláště se jedná o normy řady ČSN 33 2000 a dalších viz přehled ČSN na straně 84–88 této práce.

### 6.1 Odborná způsobilost projektanta

Odborná způsobilost projektanta ve smyslu vyhlášky ČÚBP a ČBÚ č. 50/78 Sb. o odborné způsobilosti v elektrotechnice je stanovena v § 10 této vyhlášky.

Podle citovaného zákona [30] vybrané činnosti ve výstavbě, kterou je také projektová činnost ve výstavbě, mohou provádět pouze osoby autorizované pro tuto činnost. O autorizaci již byla v této práci zmínka v souvislosti s elektrickou požární signalizací na straně 29.

### 6.2 Projektová dokumentace

Vyhláška č. 499/2006 Sb. ve znění novely č. 62/2013 Sb. [33] o dokumentaci staveb stanoví rozsah a obsah různých stupňů projektové dokumentace, např. dokumentace pro vydání stavebního povolení (DSP), dokumentace pro provádění stavby (DPS) apod. Dále stanoví náležitosti dokumentace bouracích prací, obsahové náležitosti stavebního deníku, jednoduchého záznamu o stavbě a způsob jejich vedení.

Dokumentace DPS je zpracovávána pro provedení stavby. Bývá zpracována bez výběru dodavatele prací. Objednatelem je investor.

#### 6.2.1 Realizační dokumentace

Obsah realizační dokumentace (RDS) není stanoven výše uvedenou vyhláškou. Bývá předmětem smluvního vztahu mezi zadavatelem a projektujícím subjektem (tedy objednávkou a smlouvou o dílo). Stavba a její zhotovení většinou vyžaduje větší podrobnosti, než mají být uváděny v DPS. Jde například o používané technologie, druhy a zdroje materiálů, odborná úroveň pracovníků, organizace práce a skutečný postup prací vybraného zhotovitele stavby.

Zhotovení realizační dokumentace je součástí zhotovení stavby. Její zajištění přísluší zhotoviteli stavby, pokud zadavatel/objednatel stavby neurčí ve smlouvě o dílo jinak [31].



## 6.2.2 Důležité části dokumentace

### Technická zpráva

Nedílnou součástí projektové dokumentace je technická zpráva. Co má technická zpráva určitého stupně dokumentace obsahovat je ve většině případů dáno zmíněnou vyhláškou 499/2006 Sb., v platném znění (viz podkapitola 2.1).

Možný obsah technické zprávy pro systémové elektroinstalace v rodinném domě nabízí následující seznam:

1. Rozsah projektu
  - Druh projektu, co projekt řeší, co není předmětem projektu (např. řešeno v předchozí dokumentaci)
  - Projektové podklady
  - Soupis použitých norem a předpisů
2. Základní technické údaje
  - Napájecí soustava dle ČSN 33 2000-1 ed. 2
  - Rozvodná soustava dle ČSN 33 2000-1 ed. 2
  - Stupeň důležitosti dodávky el. energie dle ČSN 34 1610
  - Energetická bilance
    - Instalovaný výkon  $P_i$
    - Součinitel náročnosti  $\beta$
    - Současný příkon  $P_p$
    - Výpočtový proud  $I_p$
    - Hlavní jistič před elektroměrem
  - Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti dle ČSN 33 2000-4-41 ed. 2
3. Vnější vlivy dle ČSN 33 2000-1 ed. 2 a 33 2000-5-51 ed. 3
  - Protokol o určení vnějších vlivů
4. Technický popis
  - Rozsah, umístění elektroinstalace, připojení vnějších sítí do objektu
  - Měření elektrické energie
  - Světelné obvody
  - Zásuvkové obvody
  - Rozváděče/rozvodnice
  - Sběrníkové obvody
  - Slaboproudé obvody, MaR
  - Uzemnění, hlavní pospojování, MET<sup>31</sup>
  - Systém ma ochranu před bleskem
  - Ochrana proti přepětí

---

<sup>31</sup>Hlavní ochranná přípojnice podle ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 [39]

- Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
- 5. Popis funkcí systému
- 6. Technické řešení systémové elektroinstalace
- 7. Programování elektroinstalace
- 8. Možné rozšíření elektroinstalace

### **Výkresová část**

- situace připojení sítí k objektu (součástí předchozího stupně, DPS)
- schémata a výkresy rozváděčů
- schémata a výkresy světelné elektroinstalace
- schémata a výkresy technologické elektroinstalace
- dispoziční řešení
- regulace topení a chlazení, měření veličin
- výkresy sběrnicových obvodů TCL2, CIB, RFox
- výkresy rozvodů s univerzální kabeláží
- výkresy PZTS, EPS, CCTV a sirény
- výkresy multimediálních rozvodů
- vizualizace technologií v domě
- řízení stínící techniky a dalších systémové techniky
- Uspořádání, vazby a komunikace mezi systémy
- schémata uzemňovací soustavy a systému LPS
- 

### **Rozpočet, specifikace**

#### **Projektové podklady**

Jeden ze základních dokumentů potřebných při návrhu elektroinstalace je *Požárně bezpečnostní řešení (PBŘ)*. Zmínka o něm již byla v souvislosti s EPS v kapitole 3.1.3.

Některé z uvedených částí dokumentace (i více z nich) mohou být již řešeny v předchozím projektu. Tyto budou sloužit jako podklad pro zpracování realizační dokumentace. Tento fakt uvede projektant v technické zprávě.

#### **Další podklady**

- Předchozí stupeň dokumentace - např. projektová dokumentace pro vydání stavebního povolení (DSP)
- Schémata a dispoziční výkresy ostatních profesí
- Požadavky zadavatele

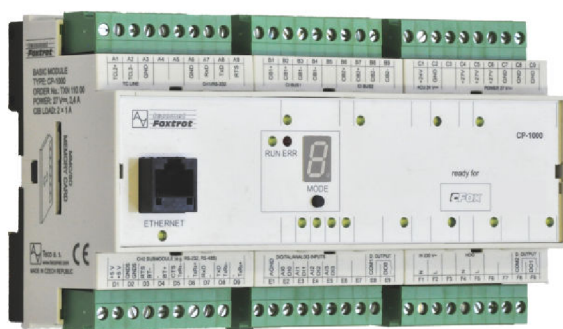
# 7 PRŮVODCE NÁVRHEM SYSTÉMOVÉ ELEKTROINSTALACE

## 7.1 Řídicí systém

Výběr vhodného řídicího systému je základní otázka, kterou se musí projektant zabývat. V našem případě byl zvolen systém Tecomat Foxtrot<sup>®</sup> v systémech CFox/RFox. Je vhodný jak pro malé projekty, kde je využito pouze pár vstupů a výstupů, tak i pro komplexnější budovy. Kromě řízení domácí automatizace je výrobcem TECO a.s. nabízen řadu let rovněž velký modulární řídicí a regulační systém systém Tecomat TC700 využívaný převážně v průmyslových aplikacích.

### 7.1.1 Nejdůležitější prvky v instalaci řídicího systému

- Základní jednotka - modul
- Napájecí zdroje
- Sběrnice CIB, TCL2, bezdrátová síť RFox
- Periferní moduly CFox, RFox
  - Senzory, čidla
  - Aktory



(a) Základní modul CP-1000



(b) Základní modul CP-1016

Obr. 7.1: Výběr základních modulů systému Foxtrot [29]

### 7.1.2 Základní jednotka - modul, výběr

Srdcem řídicího systému Tecomat Foxtrot je základní jednotka - modul Foxtrot. Tato jednotka a většina dále zmíněných prvků řídicího systému jsou vyráběny v souladu se souborem norem ČSN EN 61131 Programovatelné řídicí jednotky. Základním hlediskem pro výběr typu centrální jednotky je množství a druh použitých technologií

a také místo umístění řídicího systému. Podle toho potom zvolíme nejvhodnější typ základního modulu (CP-1000 ÷ CP-10××). Tabulka 7.1 popisuje hlavní parametry nejpoužívanějšího základního modulu CP-1000 z obrázku 7.1a. Základní jednotky (mimo CP-1003) v sobě mají integrován interní CIB master, jednotky CP-1000 a CP-1001 potom dva CIB mastery.

Na základním modulu jsou skupiny reléových výstupů odděleny zvýšenou izolací, která dle výrobce dovoluje na první skupinu relé připojit obvody s nízkým napětím a na druhou skupinu obvody s bezpečným malým napětím. V každém případě je nutné dodržet při návrhu a realizaci (nejen v rozváděči/rozvodnici) ochranné oddělení mezi připojovacími vodiči SELV, PELV a vodiči nízkého napětí podle čl. 414.4.1. a 414.4.2. [32] výběrem některého z předepsaných způsobů oddělení. Např. uzavřením vodičů SELV a PELV v izolačním krytu, oddělením uzemněným kovovým stíněním, prostorovým oddělením a dalšími způsoby. Více projektant nalezne v citované [32].

Tab. 7.1: Hlavní parametry základního modulu CP-1000

Typ	Popis modulu
CP-1000	<p>centrální jednotka řady K</p> <p>4 volitelné vstupy – binární bezpotenciálové / analogové</p> <p>2 binární vstupy 230 V</p> <p>2 reléové výstupy 250 V</p> <p>napájení ze zdroje 27 V DC a z akumulátoru 24 V s diagnostikou</p> <p>2 sériové kanály (CH1 – RS-232, CH2 – volitelné rozhraní)</p> <p>1 rozhraní Ethernet 10/100 Mb</p> <p>1 linka sběrnice TCL2 pro připojení periférií</p> <p>2 linky sběrnice CIB s interním napájením</p> <p>1 master sítě modulů rodiny RFox</p> <p>slot paměťové karty SDHC/SD/MMC</p> <p>možnost osazení submodulu s binárními vstupy a výstupy</p> <p>možnost osazení submodulu s dalšími 2 sériovými kanály</p>

### 7.1.3 Napájecí zdroj

Pro řídicí systém je doporučeno použít napájecí zdroj PS2-60/27 na obrázku 7.2a, což je síťový spínaný zdroj s dvěma hladinami výstupních napětí, jak ukazuje tabulka 7.2. Tento zdroj mimo napájení systémů Foxtrot dokáže nabíjet připojené akumulátory určené k zálohování systému. Další možností je volba napájecího zdroje bez

zálohování (patrný z obrázku 7.2b a tabulky 7.3), případně je možno využít UPS určenou pro zálohování např. počítačů v domě (je-li tento požadavek).

### SPD - Přepětové ochrany

Vstupující/ vystupující kabely do budovy stejně jako kabely a zařízení nacházející se mimo chráněný prostor (zónu) budovy musí být vhodně chráněny. Zdrojům musí být pro ochranu proti přepětí předřazeny SPD typu 3 (viz 8). Pro ochranu zařízení napájeného ze sítě 230 V instalujeme do rozvaděče, který je co nejbližší chráněnému zařízení svodič přepětí Typ 3, např. PI-k8. Jedná se o jednofázový svodič přepětí typu 3 v souladu s [47], doplněný o vysokofrekvenční filtr.



(a) PS2-60-27

(b) DR-60-24

Obr. 7.2: Doporučené zdroje pro napájení prvků systému Foxtrot [29]

Tab. 7.2: Parametry napájecího zdroje PS2-60/27 určeného pro nabíjení zálohovacích akumulátorů [25]

Vstupní napětí	230 V AC $\pm 15\%$ / $-25\%$
Příkon	max. 106 VA
Výstupní napětí / proud – hladina 1	27,2 V DC $\pm 0,5\%$ / max. 2,2 A
Výstupní napětí / proud – hladina 2	12 V DC $\pm 0,5\%$ / max. 0,3 A
Celkový výstupní výkon, trvalý	max. 60 W
Ochrana vstupu proti zkratu	elektronická
Elektrická odolnost izolace vstup/výstup	3 kV AC
Rozměry	150 × 90 × 58 mm

## Akumulátor

Kapacitu akumulátorů volíme podle požadované doby zálohování a podle příkonu zálohovaných prvků. Vhodný typ akumulátoru – olověný, hermeticky uzavřený s napětím 12 V (potřeba jsou dva, v sériovém zapojení), ilustruje obrázek 7.3. Pro zajištění co nejdélejší životnosti je umísťujeme na nejchladnější místo v rozvodnici. S tím souvisí i nutnost posuzovat vyzbrojení rozváděče z hlediska oteplení instalovaných prvků v něm. Podrobnější informace v podkapitole 7.4.

Tab. 7.3: Parametry napájecího zdroje DR-60-24 pro napájení prvků řídicího systému bez zálohování [25]

Vstupní napětí / vstupní proud	88 ÷ 264 V / 0,8 A při 230 V AC
Zapínací proud	max. 36 A / 230 V AC (max. 30 ms)
Výstupní napětí / výstupní proud	24 V / max. 2,5 A DC
Celkový výstupní výkon, trvalý	max. 60 W
Ochrana vstupu proti zkratu	elektronická
Elektrická odolnost izolace vstup/výstup	3 kV AC
Rozměry	78 × 93 × 56 mm













Obr. 7.3: Akumulátor 12 V vhodný pro zálohování řídicího systému a PZTS [52]

## 7.2 Požadavky na elektrické rozvody

Projektant při svém návrhu elektrických rozvodů musí respektovat tyto základní požadavky:

- bezpečnost osob, zvířat a majetku za normálního stavu a při předpokládaných poruchách v napájecí distribuční soustavě

Tab. 7.4: Tabulka některých prvků TECO, a.s. a třetích stran používaných v instalaci – jde pouze o příklad, tabulka proto není kompletní

Výrobek	Popis	Množství	Cena [Kč] <sup>1</sup>
 CP-1000, CPU	Centrální jednotka CP-1000, ETH 100/10, 1 × RS232, 1 × SCH, 4 × AI/DI, 2 × DI/230 V AC, 2 × RO, 2 × CIB	1 ks	9900
 CP-1016, CPU+LCD	Centrální jednotka CP-1016, ETH 100/10, 1 × RS232, 1 × SCH, 13 × AI/DI, 1 × HSC, 1 × DI/230 V AC, 2 × AO, 10 × RO, 2 × SSR, 1 × CIB	1 ks	14900
 DR-60-24	Napájecí zdroj pro Foxtrot 230 V AC/24 V DC, 2,5 A	1 ks	1090
 PS2-60/27	Napájecí zdroj pro Foxtrot 230 V AC/27,2 V DC, 2,2 A, 12 V DC 0,3 A	1 ks	3490
 RE 7-12-DK power	Akumulátor 12 V/7 Ah	1 ks	950
 PI-K8-230V	PI-K8 přepětová ochrana napájení 230 V AC/8 A	1 ks	3000
 C-BS-0001M	CIB oddělovač sběrnice, 1 A	1 ks	770
 CF-1141	2 × master CIB s napájením, pro 64 slave	1 ks	4500
 RF-1131	RFox master, pro 64 slave, TCL2, Modul na DIN lištu	1 ks	2500
 J-Y(St)Y 1 × 2 × 0,8	Kabel pro CIB instalaci J-Y(St)Y 1 × 2 × 0,8 (Doporučen J-Y(St)Y 2 × 2 × 0,8)	m	15

<sup>1</sup> Uvedené ceny jsou bez DPH

- provozní spolehlivost
- přehlednost rozvodu
- hospodárnost rozvodu
- vzhled

## 7.3 Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti

Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - ochranu před úrazem elektrickým proudem řeší především norma [32]. V případě zpracování projektové dokumentace systémové elektroinstalace pro objekt pro bydlení (rodinného domu apod.) v České

republiky se s největší pravděpodobností bude jednat o dále uvedené způsoby ochrany v sítích TN<sup>32</sup>:

- Ochrana v normálním provozu
  - Izolací živých částí nebo přepážkami nebo kryty
- Ochrana při poruše
  - Automatickým odpojením od zdroje
- Doplňková ochrana
  - Proudovými chrániči
  - Doplňujícím ochranným pospojováním
- Ochrana malým napětím SELV a PELV

A další ochrany a jejich možné kombinace pro zvýšení bezpečnosti. . .

## 7.4 Tepelné ztráty v rozváděcích/rozvodnicích

Všechny prvky instalované v rozváděči (jistice, stykače, napájecí zdroje, stmívací aktory, svorky. . .) více či méně vyzařují ztrátové (Jouleovo) teplo. Stejně tak vstupující a vystupující vodiče protékané elektrickým proudem. Projektant s tímto musí počítat a správně navrhnout obsazení rozváděče těmito prvky, jejich rozmístění, s případným nuceným větráním rozváděče (viz obrázek 7.4). Současně musí pamatovat na dostatečnou prostorovou rezervu pro další možné rozšiřování elektroinstalace.



Obr. 7.4: Ventilací jednotka  
pro instalaci do datového rozváděče [52]

Tepelné ztráty přístrojů, typových rozvodnic i rozváděčů je většinou možné najít v katalogích výrobců prvků instalovaných do rozvodnic a rozváděčů. Pokud uvedené informace nemá projektant k dispozici nebo nejsou k těmto prvkům výrobcem uváděny, je možné ztrátový výkon vypočítat z naměřených úbytků napětí a jmenovitého proudu. Další možností je určit ztrátový výkon odhadem z katalogových údajů podobných přístrojů.

---

<sup>32</sup>Druhy sítí podle způsobu uzemnění jsou uvedeny v ČSN 33 2000-1 ed. 2



Pro systémové prvky CFox výrobce TECO, a.s. sestavil pro projektanty pomocnou tabulku s příkony a minimálními a maximálními odběry vyráběných modulů (viz příloha tab. A.1).

Rozváděče nízkého napětí musí být podle ČSN EN 61439-1<sup>33</sup> v rámci typových zkoušek podrobeny zkouškám na oteplení (Důležité zvláště pro výrobce rozváděčů). Pro částečně typově zkoušené rozváděče pro spínací a regulační zařízení nízkého napětí platí norma ČSN IEC 890+A1<sup>34</sup>. Norma ukazuje jednu z možných metod pro stanovení výpočtu oteplení v uvedených rozváděčích.

Pro usnadnění výpočtu ztrát v rozváděči může projektant využít také mnohé počítačové programy, které bývají k dispozici v placené i bezplatné verzi.

## 7.5 Vnitřní elektrické rozvody

Norma pro vnitřní elektrické rozvody [34] obsahuje základní požadavky na elektroinstalace nejen v budovách občanské a bytové výstavby, ale také v objektech s podobným provozem, například administrativního charakteru k běžnému využití.

Vnitřní elektrické rozvody musí vyhovovat také dalším souvisejícím normám a předpisům zejména souboru norem ČSN 33 2000, souboru norem týkajících se informačních technologií (ČSN EN 50174), normám a předpisům z oblasti požární bezpečnosti staveb (ČSN 73 08xx) a dalším. Přehled jmenovaných a souvisejících norem, případně TNI<sup>35</sup> čtenář nalezne na stranách 84–88 diplomové práce.

Při návrhu prvků v elektroinstalaci musí projektant pamatovat na jejich správný výběr také z hlediska dostatečného krytí v prostorách, kde se mohou vyskytovat jiné, než normální vnější vlivy (např. venkovní prostory, koupelny, dílny, prostory s bazénem apod.) S tím souvisí správné umístění svítidel, zásuvek a dalších elektrických zařízení v těchto prostorách. Normou [35] jsou definovány zóny v prostorách s vanou nebo sprchou, ve kterých je nebo není možné umístit příslušná elektrická zařízení (např. svítidla, ventilátory, zásuvky, instalační krabice, spotřebiče, ale také kabely apod.) Pro jednotlivé zóny je pro tato zařízení uváděn potřebný (minimální) stupeň ochrany krytem dle ČSN EN 60529.

Podobně [34] definuje tzv. instalační zóny pro ukládání vedení ve zdech domu (viz 7.5). Při návrhu vnitřních rozvodů musí být splněny požadavky na ochranu před bleskem dle [6] ve vztahu k vnitřní ochraně před bleskem. Smysl této ochrany spočívá ve snaze zamezit vzniku smyček tvořených vnitřními rozvody elektroinstalace,

<sup>33</sup>Rozváděče nízkého napětí – Část 1: Všeobecná ustanovení

<sup>34</sup>Metoda stanovení oteplení extrapolací pro částečně typově zkoušené rozváděče (PTTA) pro spínací a řídicí zařízení nízkého napětí

<sup>35</sup>Technická normalizační informace. Podrobnosti v [7]

ukládat elektrická vedení v dostatečné vzdálenosti  $s$  od svodů hromosvodů. Tato problematika je podrobně řešena v kapitole 8.

Vedení ukládaná do stropů a podlah jsou řešena v ČSN 33 2000-5-52 ed. 2.

## 7.6 Požadavky na silové rozvody

Nejen z důvodu bezpečnosti je třeba dodržovat správné značení vodičů (např. podle ČSN 33 0165, ČSN 33 0166 ed. 2, ČSN 2000-5-51 ed. 3).

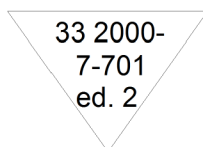
Silová vedení se kladou podle ČSN 33 2000-5-52 a ČSN 33 2000-5-523 ed. 2 s přihlédnutím k vnějším vlivům prostředí a podkladům v daných prostorách. S tím souvisí např. norma ČSN 33 2312 pro elektrická zařízení v hořlavých látkách a na nich. Důležitá např. v dřevostavbách apod.

Průřezy a jistění vedení se volí podle ČSN 33 2000-5-523 ed. 2 a ČSN 33 2000-4-43, případně je pro objekty bytové a občanské výstavby stanovuje přímo ČSN 33 2130 ed. 2<sup>36</sup> (ČSN 33 2130 ed. 3). Názvy norem z datem jejich vydání je možné dohledat v tabulkách 8.3–8.4.4, v seznamu norem (str. 84–88). Další související platné normy čtenář nalezne v [7].

## 7.7 Určení vnějších vlivů

Ve zpracovávané dokumentaci musí být pro uvažovaný objekt jednoznačně stanoveny vnější vlivy podle ČSN 33 2000 5-51 ed. 3 [36] a vypracován *Protokol o určení vnějších vlivů* odbornou komisí. Protokol musí být součástí dokumentace po celou dobu životnosti elektroinstalace. Jde o základní podklad důležitý pro zpracování projektu, ale současně také pro realizaci a provádění revizí.

Pro jednoznačné vnější vlivy, které působí na objekty a prostory a jsou považovány ve smyslu [36] za normální, nemusí být *protokol* zpracován. Vnější vlivy v koupelnách se posuzují podle [35], umývací prostor se posuzuje podle [34]. Vnější vlivy v prostorách s bazénem řeší ČSN 33 2000-7-702 ed. 2, vnější vlivy v prostorách se saunou jsou určeny ČSN 33 2000-7-703 ed. 3.



Obr. 7.5: Jeden z používaných zápisů tříd vnějších vlivů na výkresech

---

<sup>36</sup>Platí souběžně s [34], kterou bude od 31. ledna 2016 nahrazena

Vnější vlivy stanovené v *protokolu* musí být uváděny jak v textové části dokumentace, tak i ve výkresové části dokumentace elektro. Označování vnějších vlivů na výkresech je zvykem provádět uváděním třídy vnějšího vlivu v trojúhelníku na výšku (obrázek 7.5 ilustruje označování vnějších vlivů v koupelně), případně při nedostatku místa v prostoru místnosti na výkresu do vložené tabulky místností.

## 7.8 Světelné obvody

### 7.8.1 Sdružené osvětlení

Podmínky zajištění dostatečného osvětlení denním světlem jsou řešeny v rámci celkového stavebního návrhu nebo světelně technického posouzení. Toto je v kompetenci stavebního projektanta nebo světelného technika.

Sdružené osvětlení se navrhuje tak, aby se co nejhospodárněji využilo denní světlo a aby se co nejméně muselo nahrazovat doplňujícím umělým světlem. Hodnotí se souvislost osvětlení s ostatními faktory, zejména s vytápěním, chlazením a větráním, směřujícím k optimalizaci energetické bilance budovy ([37] a ČSN 36 0020). Světelné zdroje doplňujícího osvětlení se z hlediska barevného tónu světla a hodnoty indexu podání barev volí podle čl. 4.7.1 a 4.7.2 ČSN EN 12464-1 (viz seznam norem, tab. 8.6).

### 7.8.2 Umělé osvětlení

Umělé osvětlení musí být zřízeno v každém vnitřním prostoru. Touto tematikou se také zabývá norma ČSN 734301 Obytné budovy<sup>37</sup>, která nahradila také předchozí ČSN 36 0452 Umělé osvětlení obytných budov. Důležitá je její změna ČSN 734301 Z1, kde jsou uvedeny nejnižší přístupné hodnoty udržované osvětlenosti na srovnávací rovině.

Umělé osvětlení lze rozdělit na:

- celkové
- odstupňované
- místní
- nouzové

Důležitá veličina mající vztah k umělému osvětlení je *intenzita osvětlení E* (*Osvětlenost*, dle ČSN EN 12 665 čl. 3.2.10, viz seznam norem v tab. 8.6 na straně 87).

---

<sup>37</sup>Obytná budova je stavba pro trvalé bydlení, člení se na bytové nebo rodinné domy

Osvětlení v koupelně a v kuchyni nad pracovní plochou s umývacím dřezem musí být v souladu s požadavky [35]. Umístění, minimální počty světlených vývodů v bytech i rodinných domech určuje [34].

### 7.8.3 Světelně technický projekt

může zpracovat projektant systémové elektroinstalace sám, což bývá zvykem zvláště u jednodušších instalací, v rodinných domech apod. U rozsáhlejších a specifických objektů je projekt řešen specialistou pro světelnou techniku s častou spoluprací architekta. V tomto případě se bude jednat o samostatný projekt na jehož základě budou předány podklady projektantovi systémové elektroinstalace.

Ve vztahu s inteligentním řízením jsou pro něj důležité informace jako např. napětí, příkon, ovládací signály, dále jsou důležité speciální protokoly pro stmívání a řízení osvětlení apod. (viz podkapitola 4.2).

Projektant (světelný technik) pro svůj návrh osvětlení může využít vhodné softwarové nástroje. Pro návrh a výpočet umělého osvětlení např. program Wils s databázemi svítidel mnoha výrobců, Dialux, Relux a dalších.

V objektech pro bydlení je vhodné (i když není povinné z hlediska legislativy a norem) nouzové osvětlení instalovat. A to jak z důvodu bezpečnějšího pohybu osob v domě, např. při výpadku elektřiny, tak jednoduššího přístupu do objektu apod. Nami zvolené systémové řízení elektroinstalace nabízí použít sběrnice CIB, TCL2 nebo RFox, které jsou rozvedeny (bezdrátově šířeny, v případě sítě RFox) po domě a umožňují připojení periferních sběrníkových modulů pro napájení a ovládání např. dvanáctivoltových nouzových svítidel. Tato svítidla mohou být osazena samostatně pro tento účel nebo lze využít standartní svítidla v místnostech s přídatným nouzovým zdrojem.

### 7.8.4 Ovládání osvětlení

Ovládat osvětlení v jednotlivých místnostech v inteligentním době je možné realizovat několika způsoby. Důležité je, aby byla ponechána možnost klasického ovládání pomocí nástěnných ovladačů, jak jsou všichni zvyklí. Přece jen ne všichni uživatelé domu i případné návštěvy nemusí být „kamarádi“ s nejnovějšími výstřelky techniky v různých systémech ovládání čehokoli.

Podobně jako v klasické instalaci může být osvětlení ovládáno obyčejnými tlačítky, které v systémové instalaci připojíme na binární vstupy řídicího systému Foxtrot. Nevýhodou je ovšem absence LED signalizace, čidel teploty apod. V systémové instalaci je naopak vhodnější využít sběrníkové tlačítkové ovladače připojitelné na CIB sběrnici s komfortem signalizace a připojitelných čidel. Sběrníkové ovladače



(a) C-WS-0400R-Logus

(b) C-RQ-0600R-PIR-Logus

Obr. 7.6: Tlačítkový ovladač s krátkocestným ovládáním a infrapasivní snímač pohybu v nástěnném provedení [29]

systemu Foxtrot jsou dostupné v různých oblíbených designech několika známých výrobců instalačních přístrojů, jak ilustruje obrázek 7.6.



Obr. 7.7: Modul dvoukanálového stmívače s fázovým řízením [29]

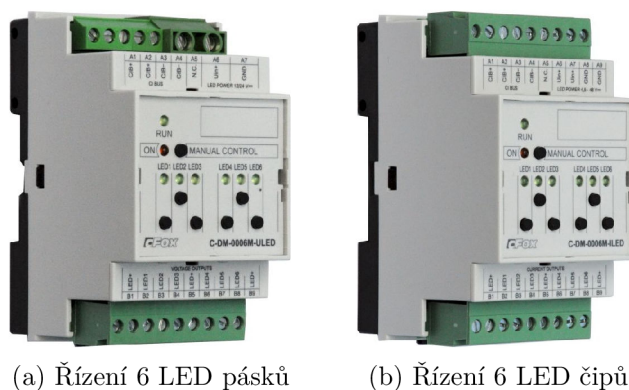
Řídicí systém rozlišuje krátký a dlouhý stisk tlačítka, je tak možné tlačítku přiřadit programem několik funkcí. Např. krátký stisk ( $< 500$  ms) bude vyhodnocen systémem jako zapnout/vypnout, dlouhý stisk ( $> 500$  ms) jako povel pro stmívání (změnu jasů) zdroje, případně další možnosti. Ukázka naprogramování podobné funkce je součástí podkapitoly 7.14.3.

Další možností je ovládat osvětlení v místnostech PIR detektory, např. v nástěnném provedení (obr. 7.6b, stropním provedení, případně lze použít běžné PZTS detektory s jistým omezením (viz podkapitola 7.12).

## 7.8.5 Světelné zdroje a stmívání

Stmíváním osvětlením můžeme navodit nejen správnou atmosféru, ale současně také ušetřit náklady za energii. Pro stmívání je třeba vybrat světelné zdroje k tomu určené. Běžné světelné zdroje, které je možné stmívat ukazuje následující seznam:

1. Žárovky – snadné stmívání
2. Halogenové žárovky – snadné stmívání
3. Kompaktní zářivky – pouze typy určené ke stmívání
4. Zářivky (nízko tlaké výbojky) – s využitím stmívatelných elektronických předřadníků
5. Kompaktní LED zdroje
6. Trubicové LED zdroje
7. Výkonové LED zdroje
8. LED pásy



Obr. 7.8: Moduly pro přímé řízení šesti LED pásků 12/24 V a pro přímé řízení šesti LED čipů 150/350/500/700 mA [29]

Světelné zdroje z výše uvedeného seznamu č. 1-3 a 5 je možné spínat a stmívat prostřednictvím modulu pro síť C-Fox C-DM-0402M-RLC (je určen pro odporovou, indukční i kapacitní zátěž) – na obrázku 7.7. Není ale dovoleno připojovat zátěž indukčního a kapacitního charakteru současně. Na výstupy modulu je možné také připojit vinuté nebo elektronické transformátory a stmívat tak např. „malonapětové“<sup>38</sup> světelné LED zdroje.

Pro stmívání LED pásků ( $U_n = 12 \text{ V DC}$ , případně  $24 \text{ V DC}$ ) jednobarevných, dvoubarevných nebo RGB, dále bodových reflektorových LED zdrojů (např. LED Superstar MR16 12 V) můžeme využít modul stmívače C-DM-0006M-ULED na obrázku 7.8a. Některé zdroje nelze zapojit paralelně na jeden výstup, tj. na jeden

<sup>38</sup>Dle ČSN IEC 449 [38] se jedná o napětí I. napětového pásma

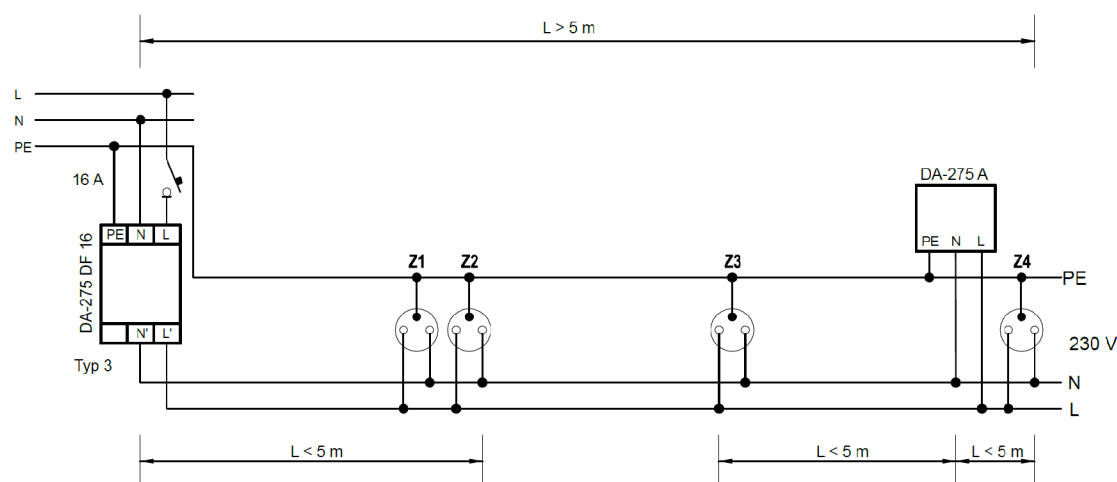
výstup modulu může být tedy připojen pouze jeden LED zdroj. Příklady zapojení jsou uvedeny v příloze k diplomové práci. Více ve vyčerpávající dokumentaci výrobce TECO a.s.

## 7.9 Zásuvkové obvody

Při návrhu zásuvkových obvodů v uvažovaném objektu musí projektant v první řadě splnit nejprve požadavky souvisejících norem, zejména [32, 34, 35] a dalších.

U zásuvek (s  $I_n \leq 20 \text{ A}$ ) užívaných laicky<sup>39</sup> (např. v obytných budovách), které jsou určeny pro všeobecné použití musí být provedena doplňková ochrana proudovými chrániči (vyjma zásuvek např. pro chladničku, mrazničku...). Stejně tak v koupelnách a podobných místnostech musí být provedena doplňková ochrana proudovým chráničem s vypínacím residuálním proudem  $\leq 30 \text{ mA}$  včetně doplňujícího ochranného pospojování.

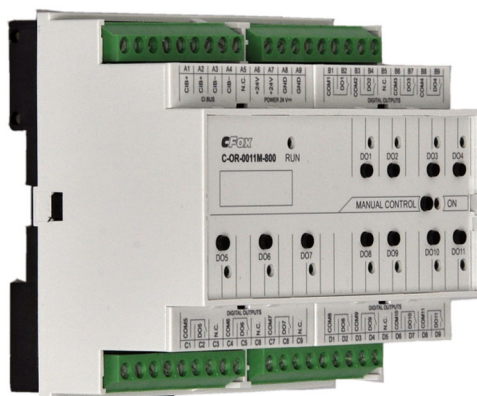
Zásuvkové obvody je třeba také chránit instalací SPD (viz kapitola 8). U delších větví zásuvkových rozvodů je nutné dodržet max. ochrannou vzdálenost mezi zásuvkami s instalovanými SPD, která činí 5 m.



Obr. 7.9: Ochrana dlouhých zásuvkových obvodů více SPD [29]

Mezi zásuvky 230 V, které nemohou/nebudou být ovládány/řízeny řídicím systémem ze zřejmých důvodů, patří např. ty, které slouží pro připojení chladničky, mrazáku nebo např. domácího serveru. Pro vypínatelné (ovládané) zásuvkových okruhů nebo jednotlivých zásuvek s výhodou využijeme některých modulů systému Foxtrot.

<sup>39</sup> osoby bez elektrotechnické kvalifikace



Obr. 7.10: Modul pro spínání kapacitní, induktivní zátěže a zásuvek [29]

Vhodný je např. modul C-OR-0011M-800 na obrázku 7.10 určený pro spínání kapacitní zátěže (elektronické zdroje pro LED svítidla), induktivní zátěže a zásuvkových okruhů. Modul obsahuje jedenáct relé, samostatně vyvedených se spínacím kontaktem. Trvalý proud každým výstupem je 16 A, krátkodobý spínací proud až 800 A. Příklad základního zapojení (připojení zásuvek, svítidel apod.) se nachází v příloze této práce. Další modul, kterým můžeme spínat zásuvky atd. je C-OR-0008M, viz další popis.

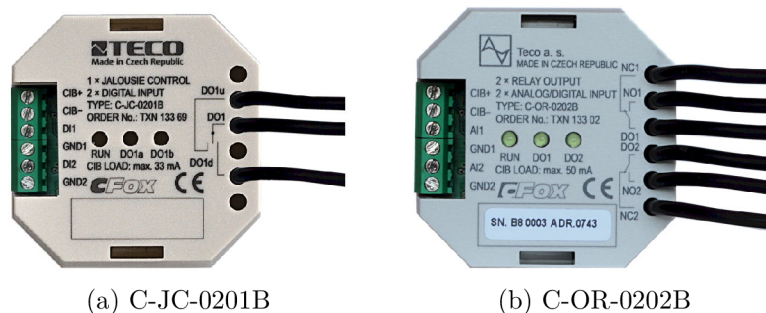
## Vytápění

Modul C-OR-0008M, který jsme zmínili jako vhodný pro spínání zásuvek nebo svítidel, může být také využit pro řízení systémů elektrického vytápění. Reléové kontakty snesou krátkodobý spínací proud až 80 A, jsou tak odolné i jevům vznikajícím při spínání/rozpínání kontaktů. Schéma základního zapojení modulu s příkladem řízení elektrického podlahového vytápění příloze diplomové práce.

## Stínící technika

Pro ovládání žaluzií můžeme použít obyčejné tlačítkové ovladače v nástěnném provedení stejného designu jako ostatní navržená sběrnice tlačítka v elektroinstalaci nebo alespoň stejné místnosti podle požadavků zadavatele projektu. Motory žaluzií se síťovým napětím je možné ovládat prostřednictvím modulů z obrázku 7.11. Moduly mohou být umístěny např. v hluboké instalační krabici pod ovladačem žaluzií. Druhá možnost je využít modul určený pro instalaci na DIN lištu do rozváděče. Existuje také možnost připojení žaluziových motorů s napětím 24 V.





Obr. 7.11: Moduly pro řízení žaluziových motorů 230 V AC [29]

## 7.10 Slaboproudé obvody

Pro pracovníka provádějící následnou instalaci všech druhů slaboproudových systémů vč. univerzálního kabelážního systému do stavby je důležitá podrobná dokumentace s přesným značením jednotlivých prvků. Při montáži je důležité dodržování předepsaných tras, důsledné značení kabelů, zásuvek, svorek apod. U hotových tras je obvyklé vyhotovení měřících protokolů.

### Kabely

Doporučené kabely vhodné pro sběrnici CIB byly specifikovány již v podkapitole 4.1.5 na straně 38. Jde např. o J-Y(St)Y  $1 \times 2 \times 0,8$  nebo lépe J-Y(St)Y  $2 \times 2 \times 0,8$ .

Pro komunikaci RS-485 použijeme kabely (stíněný kroucený pár) s průřezem vodiče  $0,3\text{--}0,8\text{ mm}^2/120\ \Omega$ , ideálně kabely navržené přímo pro linku RS-485. Jako levnější a ještě vyhovující řešení je možné použít kabely určené pro strukturovanou kabeláž (STP CAT5). Při montáži samotné je důležité se vyvarovat ostrých ohybů u ethernetových kabelů, zvláště potom u těch, které jsou určeny např. pro HDTV přenosy.

Pro připojení snímačů teploty je možné použít stíněné kabely SYKFY, vhodné pro vnitřní instalace (např.  $2 \times 2 \times 0,5$ ,  $3 \times 2 \times 0,5$  a více).

Důležité je dostatečně specifikovat v projektu všechny navržené kabely aby nedošlo k nevhodné interpretaci při montáži a použití kabelu např. s nedostatečným průřezem nestíněného kabelu tam, kde je nutné stínění, apod. Týká se to nejen kabelů silových, ale např. datových, informačních, kdy může docházet zvláště u rozsáhlejších instalací k chybné komunikaci, případně ztrátě informací. Tyto poruchy jsou potom v provozu těžko identifikovatelné a jejich odstranění může znamenat stavební zásahy (někdy těžko proveditelné) s dalšími náklady.

## **Stínění kabelů**

Je důležité důsledné dodržení správného připojování stínění kabelů s hlavní ochrannou svorkou rozváděče vždy pouze na jedné straně kabelu. Spojení se provádí co nejbližší u vstupu kabelů do rozváděče.

## **Sběrnice obvody**

Některé vlastnosti sběrnic CIB, TCL2 sloužících pro připojení periferních modulů systému Foxtrot byly popsány v podkapitolách 4.1.5 a 4.1.6. Každá sběrnice může být používána pouze pro účely, pro které byla určena. Nelze ji tedy využívat pro napájení čehokoli jiného.

Metalická sběrnice musí být vždy důsledně navrhována a realizována tak, aby splňovala požadavky na obvody SELV nebo PELV podle [32] (viz popis k základní jednotce řídicího systému Foxtrot na straně 50).

## **Topologie – rozmístění rozvaděčů / rozvodnic**

Abychom dodrželi pokud možno rovnoměrné zatížení sběrnice připojenými prvky je důležité vhodně rozdělit instalaci do několika podružných rozvaděčů - např. na podlaží, případně podle použité technologie. Podle velikosti instalace potom použijeme jednu nebo více CIB, TCL2 či RFox sběrnic (sítí).

## **Kombinace CFox a Rfox**

Např. pokud nelze/není vhodné provádět stavební úpravy v určité části instalace můžeme s výhodou použít systém RFox. Výhoda RFox instalace spočívá v rychlém propojení jednotlivých prvků systému, na druhou stranu mohou nastat problémy s komunikací např. v rozsáhlejších objektech. Další věc se kterou je třeba počítat je výměna baterií v bezdrátových prvcích po jisté době. Proto je na prvním místě zvláště v novostavbě jako základ používat v co největší míře drátovou sběrnici.

## **7.11 Souběhy napájecích vedení nn a slaboproudých a datových vedení**

V systémové elektroinstalaci se vedle sebe vyskytují rozvody slaboproudých systémů a silnoproudých v mnohem větší míře než u klasické instalace. Slaboproudé systémy jsou zastoupeny systémy MaR, dále jde o informační technologie a systémy PZTS, EPS, CCTV a další.

Pro jmenované slaboproudé systémy byly vydány některé normy, řešící návrh a instalaci slaboproudých kabelážních systémům i s jejich rozdělením na různé aplikace. Jedná se o univerzální kabeláž v obytných prostorách podle souboru norem ČSN EN 50173-4:

1. Informační a komunikační technologie (ICT)
2. Vysílací a komunikační technologie (BCT)
3. Řízení, ovládání a komunikace v budovách (CCCB)

ČSN EN 50174-2 ed.2 se věnuje požadavkům na odstup (a jeho určení) mezi metalickými kabely informačních technologií a kabely s napájením z hlediska elektromagnetického rušení (EMI). Pokud jsou použity optické kabely, není přenos signálu ovlivňován EMI.

Minimálními odstupy kabelů informačních technologií se také zabývá [43].

Odstupy slaboproudých i silnoproudých kabelů ve vztahu k systému LPS budou řešeny v podkapitole 8. V tomto případě musí být uvedené rozvody odděleny od svodů a jímací soustavy LPS dostatečnou vzdáleností  $s$ . Hodnoty dostatečných vzdáleností  $s$  ve všech důležitých místech na objektu budou určeny (vypočítány) projektantem při návrhu systému LPS. Podrobnosti v podkapitole 8.

### **Souběhy sdělovacích a silových rozvodů**

Normy ČSN 33 2000-4-444 a ČSN EN 50174-2 ed.2 Informační technologie – Instalace kabelových rozvodů – Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách, článek 6 Odstup metalické kabeláže informačních technologií a kabeláže rozvodů napájení.

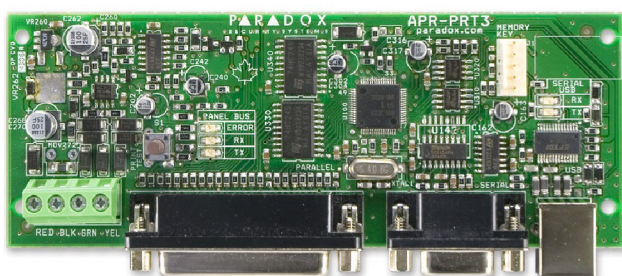
## **7.12 Řízení přístupu a zabezpečení objektu**

Systém Foxtrot v sobě může integrovat funkce pro přístup do objektu, stejně tak Foxtrotem můžeme prostřednictvím připojených snímačů, detektorů pohybu atd. řešit zabezpečení celého objektu.

Z důvodu pojištění a případného požadavku přenosu poplachového signálu na pult centrální ochrany (PCO) hlídací agentury může také projektant při návrhu zabezpečení v rodinném domě zvolit poplachový zabezpečovací systém realizovaný např. pomocí certifikované zabezpečovací ústředny Digiplex EVO kanadského výrobce Paradox. S touto ústřednou dokáže PLC systém Foxtrot spolupracovat prostřednictvím integračního a tiskového modulu APR-PRT3 (na obrázku 7.12a) a komunikačního modulu pro zpřístupnění rozhraní RS-232. Submodul (na obrázku ??)

se zasouvá do volného slotu kanálu (CH2, CH3 a CH4) základní jednotky Foxtrot. Sériový komunikační kanál CH1 je z výroby vybaven rozhraním RS-232 a zpravidla se používá pro komunikaci z modulem GSM modemu. Pro komunikaci systému Foxtrot a zabezpečovacích systémů Paradox Digiplex EVO je ve vývojovém prostředí Mosaic připravena knihovna ParadoxLib.

Signály z detektorů pohybu, snímačů rozbití skla, zastřežení a odstřežení jednotlivých zón v domě po propojení zabezpečovací ústředny s Foxtrotem mohou být využívány systémem Foxtrot pro vlastní potřeby signalizace a ovládání. Na druhou stranu detektory pohybu pro zabezpečení se přece jen umísťují do poněkud odlišných míst než např. detektory pro spínání osvětlení, další omezení (např. ve formě zpoždění zpracování informací z PIR snímače pro ovládání osvětlení). Proto je možná vhodnější pro tyto účely instalovat samostatné PIR snímače.



(a) Integrační a tiskový modul APR-PRT3



(b) Dotyková klávesnice Paradox

Obr. 7.12: Prvky zabezpečovacího systému Paradox Digiplex EVO [51, 52]

Podporované příkazy a funkce v systému Foxtrot po propojení se zabezpečovacím systémem Paradox EVO:

- stav detektorů v zónách (sepnuto, rozepnuto)
- stav alarmů v zónách (klid, poplach)
- stav tamperů v zónách (ok, tamper)
- stav poruch v zónách (ok, fault)
- stav požárního alarmu v zónách (ok, fire alarm)
- stav podsystému (vypnuto, zapnuto, vynuceně zapnuto, připraveno k zapnutí, klid, poplach, v režimu programování, v režimu STROBE)

### Ovládání a nastavení

- vypnutí podsystému
- běžné zapnutí podsystému (Regular Arm)
- vynucené zapnutí podsystému (Force Arm)
- vynucené zapnutí podsystému (Force Arm)

- zapnutí podsystému (Instant Arm)

## Hlásiče kouře a požáru v domě

O povinnosti vybavení rodinných domů detektory požáru bylo psáno na straně 23.

## Detektory otevření

Montují se v blízkosti oken a balkonových, francouzských dveří - přivedení vodičů pro okenní kontakt (např. pro blokování topení/chlazení při větrání okny a dveřmi, také jako součást zabezpečení objektu PZTS).

## 7.13 Uzemnění, pospojování a ochranné vodiče

Součástí návrhu elektroinstalace v budovách je provedení uzemnění a pospojování. Touto problematikou se především ve spojitosti s bezpečností zabývají normy [39, 32, 40]. Upřednostňuje se společná uzemňovací soustava pro ochranu před bleskem, ale i uzemnění elektrických silnoproudých, slaboproudých a dalších systémů před úrazem elektrickým proudem nebo jako pracovní (funkční) uzemnění.

Uzemněním, pospojováním, ochrannými vodiči a ochranou citlivých elektronických zařízení v budovách před atmosférickým rušením se zabývají také další důležité normy, jako [41], kde jsou také řešeny požadavky na koordinaci silnoproudé a slaboproudé části instalace při ochraně proti rušení podle [42], další např. [43] ve vztahu k uzemnění a pospojování pro ochranu elektronických zařízení a funkci SPD.

V případě společného uzemnění musí být splněny podmínky výše uvedených norem.

## Revize a zkoušky, BOZP

Revize elektrických zařízení se provádí podle ČSN 33 2000-6 a ČSN 33 1500. Výchozí revizi je třeba provést před uvedením elektroinstalace do provozu. Zprávu o výchozí revizi musí být uložena společně s dokumentací po celou dobu životnosti elektroinstalace.

Při provádění elektroinstalačních prací musí být dodržovány požadavky ČSN EN 50110-1 ed. 3:2015<sup>40</sup> a další souvisejících norem předpisů.

Není povinnost provádět pravidelné revize v bytech a rodinných domech. Na druhou stranu je velmi vhodné jistou kontrolu a údržbu, zvláště ve složitějších instalacích, dřevostavbách apod. provádět. To se týká také systému na ochranu před bleskem.

<sup>40</sup>Obsluha a práce na elektrických zařízeních – Část 1: Obecné požadavky

## Vizualizace

Nejen pro zvýšení komfortu v ovládnání systému a zobrazení událostí z něj mohou být využívána moderní dotyková zařízení, dotykové panely (na obrázku 7.13). Samozřejmě zůstává možnost ovládnání klasickými prvky elektroinstalace tak, jak bylo psáno výše. Firma TECO a.s. nabízí pro tyto účely dotykové grafické panely pro montáž na stěnu.

Na paměťové kartě v základním modulu se prostřednictvím Mosaicu a nástroje WebMakeru vytvářejí stránky, dostupné přes webový server. Vytvořené uživatelské obrazovky jsou potom zobrazeny na těchto panelech a dalších zařízeních (tablety, chytré televize a telefony) podle přání uživatele.



Obr. 7.13: Dotykový grafický panel pro montáž na stěnu

## Integrace systému Tecomat Foxtrot a Control4

Pro rozšíření řídicího systému Foxtrot o ovládnání a (distribuci) šíření audia i videa v domě je možné využít mocných možností systému Control4<sup>41</sup>. Zmínka o tomto a dalších systémech domácí zábavy proběhla již na straně 31.

Propojení obou systémů je možné řešit instalací integračního modulu 3.9 do stejné lokální sítě, jakou sdílí základní modul Foxtrot i řídicí jednotka systému Control4, např. Control4® HC-250/800. Propojení je možné realizovat metalickým vedením i bezdrátově s využitím routeru. Samotná řídicí jednotka HC250 umožňuje

<sup>41</sup><http://www.control4.cz>



Obr. 7.14: Řídící jednotka Control4® HC-800 [53]

komunikaci s periferiemi vlastního systému, ale také dalších (např. IP kamery, síťová úložiště NAS, satelitní přijímače apod.) prostřednictvím ethernetu, RS-232, bezdrátově pomocí WiFi, ZigBee).

Při rozšíření systému Foxtrot o uvedený systém je vhodné většinu přístrojů, audio-video systému a dalších souvisejících komponent umístit skrytě v rozváděčové skříni např. typu Rack nejlépe v technické místnosti. Při návrhu skříně je třeba důsledně posoudit ztrátové výkony instalovaných přístrojů a zajistit dostatečnou velikost skříně s patřičným odvodem tepla např. s nuceným větráním.

## 7.14 Programování elektroinstalace

### 7.14.1 Popis funkcí

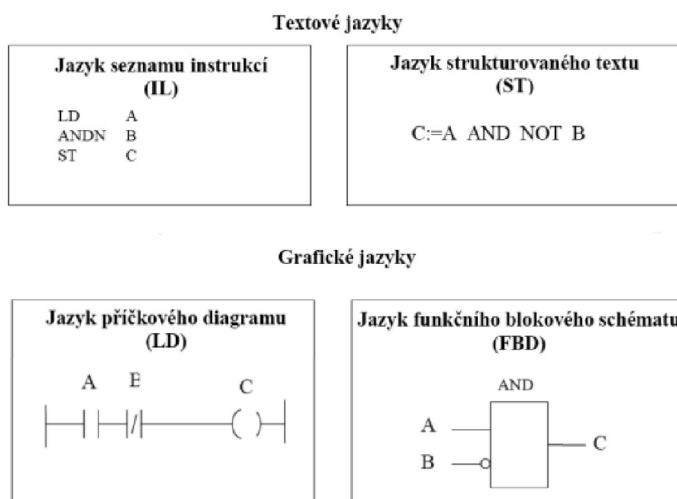
### 7.14.2 Vývojové prostředí

#### Foxtool a Mosaic

Foxtool je vývojové parametrizační prostředí pro snadné a rychlé nasazení systému inteligentní elektroinstalace CFox, RFox s řídicím systémem Foxtrot. S pomocí FoxTool je možné nastavit řízení osvětlení, vytápění, klimatizace či spotřeby energií. FoxTool zajišťuje poskytování alarmových hlášení a komunikaci s uživatelem pomocí PC nebo mobilního telefonu. Díky vestavěnému simulátoru centrální jednotky řízení je možné veškerá nastavení a odladování provádět off-line.

Vlastní programování podle normy ČN EN 61131-3 ed. 2 ve vývojovém prostředí Mosaic je možné buď v jazyce ST (strukturovaný text), v instrukcích (IL - instruction list) nebo v grafických jazycích reléových schémat (LD - ladder diagram) případně pomocí funkčních bloků (FBD - Function block diagram), viz obrázek 7.15.

Programovat je možné i na dálku bez fyzické přítomnosti programátora v místě instalace.



Obr. 7.15: Ukázka zápisu logické funkce ANDN v základních programovacích jazycích [54]

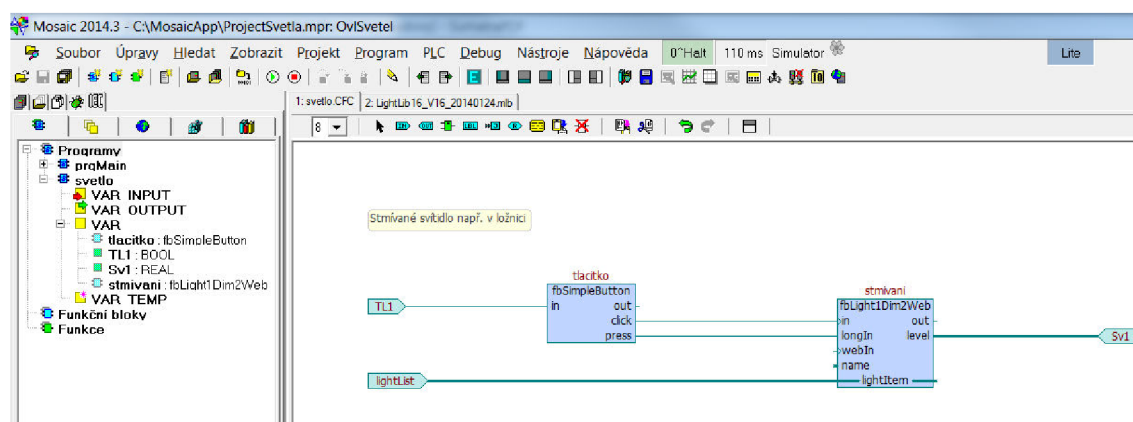
Pokud jde o licenci k užívání Mosaicu, vychází uživatelům firma TECO a.s. vstřícnou novou formou licence určenou zvláště pro jednorázové instalace PLC. Na roz-



díl od HW klíče, který může být přenášen mezi více počítači a lze s ním naprogramovat a udržovat libovolný počet aplikačních programů, je Mosaic Single licence „obsažena“ v konkrétním základním modulu Foxtrot. Pak se instalace Mosaicu v PC ve verzi Lite změní v plné vývojové prostředí bez omezení.

### 7.14.3 Ukázka možností programování

Obrázek 7.16 zase ukazuje situaci při programování krátkého a dlouhého stisku nástěnného tlačítka v místnosti pro spínání světel včetně možnosti stmívání zdroje. Opět je použito prostředí Mosaic. Program je tentokrát tvořen v jazyce CFC s využitím knihoven s funkčními bloky (FB) zpřístupněnými výrobcem TECO a.s.



Obr. 7.16: Ukázka vytváření programu z vývojového prostředí Mosaic pro spínání a stmívání světelného zdroje

Na obrázku 7.17 je vidět část programu z vývojového prostředí Mosaic při návrhu ovládání stínící techniky (rolet) s vazbou na venkovní osvětlenost. Zdrojový kód programu tvořený v jazyce ST je uveden v příloze této práce.

```

PROGRAM prgMain
VAR_INPUT
END_VAR
VAR_OUTPUT
END_VAR
VAR
    JsemDoma : BOOL;
    Spim      : BOOL;
    RoletaDolu      : BOOL;
    RoletaNahoru   : BOOL;
    RegulaceEnable : BOOL;
    PegulacePomociProgramuNahoru : BOOL;
    IntenzitaOsvetleniNahoru : BOOL;
    SvitimVPokoji  : BOOL;
    TlacitkoRoletaNahoru : BOOL;
END_VAR
VAR_TEMP
END_VAR

If (JsemDoma = TRUE)
then
    IF (Spim = FALSE)
    then
        RegulaceEnable := TRUE;
    else
        RegulaceEnable := FALSE;
    end_if;
    RoletaNahoru := TRUE;
    RoletaDolu   := FALSE;
else
    RoletaNahoru := FALSE;
    RoletaDolu   := TRUE;
end_if;

IF (RegulaceEnable = TRUE)
then
    // tlacitko primeho ovladani rolety
    IF (TlacitkoRoletaNahoru = TRUE)
    THEN
        RoletaNahoru := TRUE;
        RoletaDolu   := FALSE;
    ELSE
        RoletaNahoru := FALSE;
        RoletaDolu   := FALSE;
    END_IF;

    // výstup z knihovny, která ridi, zda v pokoji svitim
    IF (SvitimVPokoji = TRUE)

```

Obr. 7.17: Část testovacího programu z vývojového prostředí Mosaic pro ovládání rolet s vazbou na venkovní osvětlenost

Tab. 7.5: Příklad funkcí systémové instalace v jednotlivých místnostech

Místnost	Popis funkcí	Počet obvodů
Chodba, schodiště	Spínání svítidel pohybovými čidly PIR	...
	Spínání svítidel nástěnnými tlačítky	...
	Centrální vypnutí svítidel v domě	...
Technická místnost	Spínání svítidel nástěnnými tlačítky	...
	Spínání vybraných zásuvek	...
Kuchyň, jídlna	Spínání/stmívání svítidel	...
	Spínání vybraných zásuvek, ovládání stínící techniky	...
Pokoj 1, Pokoj 2	Spínání/stmívání svítidel nástěnnými tlačítky	...
	Spínání zásuvek, ovládání stínící techniky	...
Ložnice	Spínání/stmívání svítidel nástěnnými tlačítky	...
	Centrální vypnutí svítidel v domě	...
	Spínání zásuvek, ovládání stínící techniky	...
Koupelna, WC	Spínání/stmívání svítidel nástěnnými tlačítky	...
	Spínání zásuvek, ovládání stínící techniky	...
Hala	Spínání/stmívání svítidel nástěnnými tlačítky	...
	Dálkové ovládání, světelné scény	...
	Spínání zásuvek, ovládání stínící techniky	...
Šatna	Spínání/stmívání svítidel nástěnnými tlačítky	...
		...
Terasa	Spínání svítidel nástěnnými tlačítky	...
	Spínání zásuvek, ovládání stínící techniky	...
Pracovna	Spínání svítidel nástěnnými tlačítky	...
	Spínání zásuvek	...
Brána, zahradka	Spínání svítidel PIR čidlem	...
Všechny místnosti	Podlahové topení - řízení teploty	...
		...
Vazby na povětrnostní podmínky	Ovládání stínící techniky z vazbou na meteostanici <sup>1</sup>	...
	Vyhřívání venkovních ploch a okapů	...
		...

<sup>1</sup> Měření meteorologických veličin (rychlost a směr větru, vlhkosti, teploty, tlaku vzduchu, množství srážek, intenzitu slunečního záření, apod.) z meteostanice.

## 8 OCHRANA PŘED BLESKEM A PŘEPĚTÍM

Protože se jedná o důležitou část neopomenutelnou při návrhu elektroinstalace jakékoli stavby bude následující problematice věnována patřičná pozornost.

Na ochranu objektů před bleskem je nutné vybudovat podle souboru norem ČSN 62 305 systém ochrany před bleskem LPS, sestávající v provedení vnější a vnitřní ochrany objektu.

### 8.1 Řízení rizik

Pro kvalifikované posouzení potřeby a rozsahu provedení ochranných opatření na uvažované stavbě musíme provést důkladnou analýzu možných rizik dle [6]. Cílem při ochraně před bleskem je, aby skutečné riziko vyvolané úderem blesku do stavby (nebo v blízkosti) bylo sníženo pod nebo na hodnotu přípustného rizika  $R_T$ . Toho je možné dosáhnout provedením účinných ochranných opatření popsanych v [40, 42].

Pro provedení analýzy rizika u budov, které chceme / musíme chránit (viz podkapitola 2.1), je třeba zohlednit rizika pro stavby, ve kterých se nacházejí osoby. Důležitou součástí procesu řízení rizika v ochraně před bleskem dle [6] je stanovení úrovně rizika požáru, jemuž může být objekt vystaven. Uvedená problematika tedy také souvisí s požární bezpečností stavebních objektů a požární ochrany, která se prolíná do mnoha technických oblastí. Některé z nich byly zmíněny v podkapitole 3.1.3 v souvislosti s elektrickou požární signalizací.

Výsledkem je správné zařazení budovy do hladiny LPL<sup>42</sup> a následný návrh systému ochrany před bleskem a přepětím pomocí vnějšího a vnitřního systému ochrany před bleskem.

Tabulka 8.1 uvádí parametry bleskového proudu, které je třeba znát při návrhu všech částí ochrany před bleskem. Maximální hodnoty bleskového proudu jsou důležité pro návrh komponentů na LP a pro výpočet dostatečné vzdálenosti  $s$ .

### 8.2 Zóny ochrany před bleskem

V ČSN 62 305 byly definovány tzv. zóny LPZ vně a uvnitř uvažovaného objektu z hlediska přímého i nepřímého úderu blesku. Jejich rozdělení přibližuje tabulka 8.2. Pro snížení nebezpečných vlivů přepětí na bezpečnou úroveň je třeba na rozhraní

---

<sup>42</sup>Lightning protection level – hladina ochrany před bleskem

Tab. 8.1: Maximální parametry bleskových výbojů v závislosti na LPL [44, 45]

Označení	Jednotka	Parametry bleskového proudu	Hladina LPL			
			I	II	III	IV
<b>První proudový impuls</b>						
$I$	kA	vrcholová hodnota proudu	200	150	100	
$Q_{\text{imp}}$	C	náboj proudového impulsu	100	75	50	
$W/R$	$\text{kJ}/\Omega$	specifická energie	10000	5600	2500	
$T_1/T_2$	$\mu\text{s}/\mu\text{s}$	časové hodnoty	10/350			
<b>Následné proudové impulsy</b>						
$I$	kA	vrcholová hodnota proudu	50	37,5	25	
$di/dt$	$\text{kA}/\mu\text{s}$	střední strmost	200	150	100	
$T_1/T_2$	$\mu\text{s}/\mu\text{s}$	časové hodnoty	0,25/100			
<b>Dlouhá proudová vlna</b>						
$Q_{\text{long}}$	C	náboj dlouhé vlny	200	150	100	
$T_{\text{long}}$	s	časové hodnoty	0,5			
<b>Celkový výboj</b>						
$Q_{\text{flash}}$	C	celkový náboj blesku	300	225	150	

jednotlivých zón provést vyrovnání potenciálů (pospojování) se současným umístěním zařízení na ochranu před přepětím (SPD<sup>43</sup>).

Tab. 8.2: Rozdělení jednotlivých zón LPZ

#### Vnější zóny

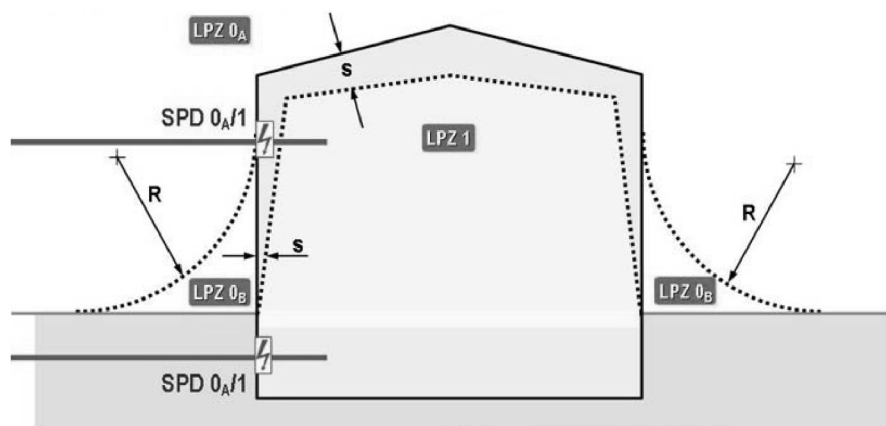
LPZ 0 <sub>A</sub>	Prostor s možným přímým úderem blesku Impulsní proudy jsou maximální, elektromagnetické pole je netlumené
LPZ 0 <sub>B</sub>	Prostor chráněný před přímým úderem blesku Impulsní proudy dosahují hodnoty dílčích bleskových proudů, elektromagnetické pole výboje je netlumené

#### Vnitřní zóny

LPZ 1	Prostor za obvodovými zdmi a pod střechou objektu Impulsní proudy jsou rozděleny a omezeny svodiči, elektromagnetické pole je tlumené prostorovým stíněním
LPZ 2	Prostor za vnitřními stěnami objektu Impulsní proudy jsou více rozděleny a omezeny svodiči
LPZ 3	oblast s možností výskytu dílčích bleskových proudů, prochází např. vodiči vyrovnání potenciálu. Elektromagnetické pole je tlumeno stavebními konstrukcemi budovy

<sup>43</sup>Surge protective device

Rozmístění jednotlivých zón včetně umístění SPD na rozhraní zón LPZ 0 → 1 je patrné z obrázku 8.1. Pro případné další požadované snížení svodových proudů nebo elektromagnetických polí je třeba v projektu určit další zóny. Následné rozhraní z LPZ 2 → 3 je vhodné pro zvláště chráněná zařízení, které je doporučeno zajistit průchozí ochranou třídy III s vysokofrekvenčním filtrem. Pokud silové a sdělovací kabely spojují dvě sousední stavby jejich uzemňovací systémy by měly být propojeny vytvořením mnoha paralelních cest za účelem snížení proudů v kabelech.



Obr. 8.1: Zóny ochrany před bleskem LPZ [46]

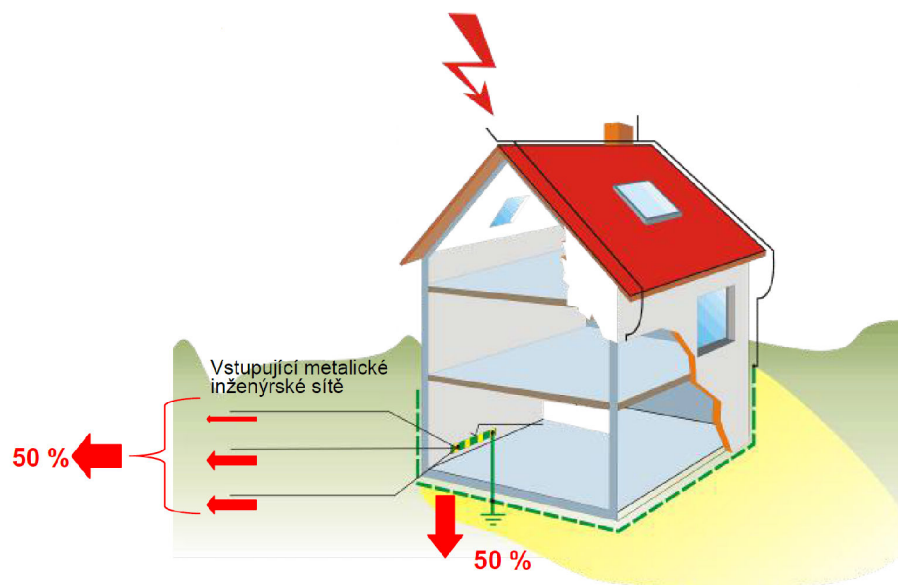
Po úderu blesku přímo do budovy nebo v jeho blízkosti dochází ke zvýšení potenciálu celé uzemňovací soustavy budovy. Obrázek 8.2 ukazuje, jak zvýšením potenciálu dojde k rozdělení bleskového proudu tak, že asi 50 % poteče zemnicí soustavou do země a zbylých 50 % přibližně rovnoměrně do vodivých systémů, které jsou přivedeny do budovy (inženýrské metalické sítě vstupující do objektu).

Následující text této kapitoly je zaměřen převážně na problematiku vnitřní ochrany před bleskem (přepětím), která více souvisí se systémovou elektroinstalací navrhovanou ve stavbě. Pro komplexní ochranu celé budovy včetně vnitřních silnoproudých i slaboproudých rozvodů, instalovaných zařízení a přístrojů je samozřejmě nutné provést i vnější systém LPS. Bližší informace k vnější i vnitřní části ochrany před bleskem lze nalézt v [40, 42].

### 8.3 Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím

Vnitřní systém ochrany před bleskem je tvořen z ekvipotenciálního pospojování proti blesku (EB<sup>44</sup>) a/nebo elektrickou izolací hromosvodu. Pokud je propojeno ekvipo-

<sup>44</sup>Lightning equipotential bonding - jde o připojení oddělených kovových prvků k LPS přímým spojením nebo připojením přes přepětivé ochrany ke snížení rozdílu potenciálu způsobených



Obr. 8.2: Rozdělení bleskového proudu – uvažovaná amplituda bleskového proudu závisí na zvolené hladině LPL [25]

tenciální pospojování proti blesku s vnitřními systémy, může část bleskových proudů téci také vnitřními systémy.

Trvalé poruchy výše uvedených systémů mohou být způsobeny LEMP na základě:

- přepětím šířených po vedení a indukovaným přepětím
- účinky vyzařovaných elektromagnetických polí přímo v zařízení

Dnešní moderní elektrické a elektronické systémy, zařízení spotřební elektroniky a řídicí systémy kladou vysoké nároky na jejich elektromagnetickou kompatibilitu. Jsou citlivé na elektromagnetické rušení a přepětí a ohroženy elektromagnetickým impulzem vyvolaným bleskem (LEMP). Pro snížení nebezpečí jejich možného poškození na minimum je potřebné zajistit účinná ochranná opatření (SPM).

Ochranná opatření před elektromagnetickým rušením jsou řešena v ČSN 33 2000-4-444 [43] a dále v souboru norem řady ČSN EN 61000 pro elektromagnetickou kompatibilitu (EMC).

Pro zmírnění elektromagnetického rušení (EMI) se musí projektant (nejen) při návrhu klasické, ale zvláště systémové elektroinstalace zabývat opatřeními určenými pro zmírnění elektrických a magnetických účinků na elektrická zařízení.

Z výše uvedeného důvodu nemají být proto elektrická zařízení citlivá na elektromagnetické rušení umístována v blízkosti zdrojů EMI. V následujícím seznamu jsou

bleskem

uvedeny zdroje, které mohou způsobovat taková rušení:

- Osvětlení se zářivkami, LED
- Elektromotory
- Spínací přístroje pro induktivní zátěže
- Svařovací stroje
- Střídače
- Frekvenční měniče
- Podružné rozváděče
- a další. . .

Podrobnosti k této problematice lze nalézt v citované [43].

Možností, jak snížit EMI je aplikovat některá z následujících opatření:

- pro ochranu před atmosférickými jevy a zlepšení elektromagnetické kompatibility instalací přepětových ochran a/nebo filtrů
- stínění kabelů by mělo být spojeno s CBN<sup>45</sup>
- vhodnou volbou tras silových a datových vedení pro zabránění vzniku indukčních smyček
- používáním koncentrických kabelů pro snížení proudů indukovaných do ochranného vodiče
- prostorovým oddělením kabelů od svodů LPS dodržáním dostatečné vzdálenosti  $s$  nebo stíněním dle [40].

## 8.4 Přepětí

Osoby, hospodářská zvířata i majetek musí být chráněny v důsledku přepětí, které vzniká z atmosférických vlivů nebo ze spínacích přepětí [44]. Vzniklá přepětí je nutné omezit instalací SPD.

### 8.4.1 Ochrany před přepětím - SPD

Podle ČSN EN 61643-11 ed. 2 [47] označujeme svodiče bleskových proudů a svodiče přepětí jako svodiče typu 1, typu 2 a typu 3.

Uvedené SPD použijeme na rozhraní zón:

- LPZ 0 → 1 – 1. stupeň ochrany (svodič bleskového proudu typu 1)
- LPZ 1 → 2 – 2. stupeň ochrany (SPD typu 2)
- LPZ 2 → 3 – 3. stupeň ochrany (SPD typu 3), je doporučeno instalovat po cca 10 m podél navazujícího vedení.

---

<sup>45</sup>Common bonding network - společná soustava pospojování, společná soustava na vyrovnání potenciálů, která zajišťuje ochranné a případné pracovní pospojování



Ve spojení s normou [47] je požadováno používat technickou specifikaci ČSN CL-C/TS 61643-12 [49].

Rozhodující parametry pro určení vhodné SPD:

- Napájecí síť
- Nejvyšší provozní trvalé napětí  $U_c$
- Impulsní proud  $I_{imp}$  (10/350  $\mu$ s)
- Jmenovitý výbojový proud  $I_n$  (8/20  $\mu$ s)
- Napěťová ochranná hladina  $U_p$

### Základní ochranná opatření před LEMP

- Uzemnění a pospojování
- Magnetické stínění a trasy vedení
- Koordinovaný SPD systém

Další podrobnosti jsou popsány v [42].

### 8.4.2 Energetická koordinace svodičů

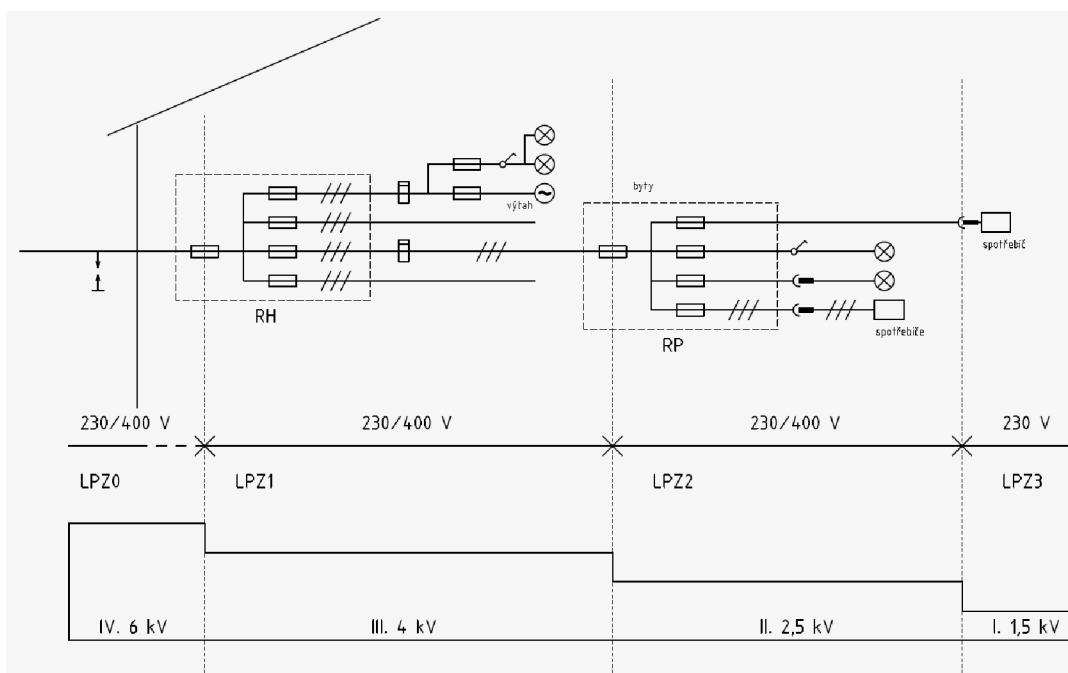
Jedná se o postupné snižování energie přepětí vzniklé v budově dokud nebude sníženo na takovou úroveň, aby nedošlo ke zničení chráněného zařízení ani použitých přepětových ochranných. Pro dodržení koordinace (zajištění minimální požadované impedance) musí být mezi jednotlivými stupni SPD alespoň 10 m (dle výrobce DEHN + SÖHNE 15 m), v opačném případě je třeba do série mezi jednotlivé stupně vložit oddělovací tlumivky s indukčností až 15  $\mu$ H.

Ochranná opatření pro vnitřní systém ochrany před LEMP (SPM) pro ochranu zařízení před účinky přivedených a indukovaných přepětí přes připojené elektroinstalace mají používat koordinované systémy SPD. SPD musí být umístěna na vstupu vedení do každé LPZ [42].

V ČSN 33 2000-4-443 ed.2 [50] je provedeno rozdělení rozvodů sítí nn do čtyř kategorií (IV, III, II, I) a jsou určena tzv. maximální impulsní výdržná přepětí (ochranné úrovně). Svodiče musí zajistit, že nedojde k překročení stanovené hladiny maximálního přepětí.

### Požadovaná výdržná napětí

- Zařízení kategorie IV (6 kV)
  - jsou určena pro použití na začátku elektrických instalací v budovách před hlavním rozváděčem (přípojkové skříně, elektroměrové rozváděče apod.)
- Zařízení kategorie III (4 kV)



Obr. 8.3: Impulsní výdržné kategorie pro elektrická zařízení [46]

- patří do pevné instalace (rozdávěče, kabely, apod.)
- Zařízení kategorie II (2,5 kV)
  - připojené k pevné instalaci (spotřebiče pro domácnost, ruční nářadí apod.)
- Zařízení kategorie I (1,5 kV)
  - připojené k pevné instalaci (počítače, ústředny apod.)

Účinná ochrana elektrické (i systémové) instalace je podmíněna použitím více typů zařízení SPD. A to podle kategorie přepětí chráněného zařízení a podle provedení elektroinstalace (délka kabelu, trasování. . .) Příklady k prověření účinnosti správně provedené koordinace lze nalézt v [49]. Podmínkou správné instalace a koordinace je použít přepětové ochrany od jednoho výrobce a podle dokumentace a návodů tohoto výrobce.

### 8.4.3 Druhy vazeb (pronikání) přepětí

Rušivé energie (v podobě napětí, proudů, polí) pronikají do budovy formou různých vazeb. Důležitou souvislost s tímto problémem zde má kabeláž a její prostorové rozložení. Následuje výčet nejdůležitějších vazeb [46].

### **Galvanická vazba**

V důsledku přímých a blízkých úderů blesku do staveb a jejich hromosvodní soustavy dochází k přepětí vlivem galvanické vazby. Galvanická vazba je dána tím, že zemní potenciály podél stavebního objektu mají různou velikost. Ochranným opatřením pro vyrovnaní potenciálu se dosáhne jistého zploštění potenciálového trychtýře, čímž dojde k zmenšení rozdílů potenciálů vzhledem k jeho středu (místu úderu). Z důvodu nezanedbatelné impedance země a impedance vyrovnávacích vedení je však nelze eliminovat úplně.

### **Induktivní vazba**

Mezi zdrojem a přijímačem rušení existuje vždy induktivní vazba (magnetické pole). Čím větší je strmota čela rušivého proudového impulsu  $di/dt$ , který magnetické pole vyvolává, tím větší je rušivý signál.

### **Kapacitní vazba**

Mezi zdrojem a přijímačem rušení existuje vždy kapacitní vazba. Čím vyšší je strmota čela rušivého napěťového impulsu  $du/dt$ , tím silnější je jeho rušivý účinek.

### **Vazba vyzařováním**

vzniká mezi vzdáleným rušivým zdrojem a daným biologickým objektem.

## **8.4.4 Ochranná opatření volbou trasy a stíněním**

Volbou trasy a stíněním lze účinně snížit indukovaná přepětí, uvedená ochranná opatření jsou důležitá zvláště při nedostatečném prostorovém stínění LPZ 1.

Ochranu zlepšíme zajištěním následujících opatření:

- minimalizací plochy indukční smyčky
- vyloučením napájení nového zařízení z existující sítě
- použitím stíněných kabelů
- dobrým elektrickým propojením při použití kovových kabelových kanálů

## **Školení a podpora od výrobce**

Pro zájemce o systémové elektroinstalace firma TECO a.s. pořádá pravidelná praktická školení pro projektanty, elektroinstalatéry pro prvotní i hlubší seznámení se systémy Tecomat Foxtrot, CFox a RFox (viz příloha, str. 100). Další podobná školení existují také pro programátory ve vývojovém prostředí Mosaic a FoxTool.

# PŘEHLED ZÁKLADNÍCH A SOUVISEJÍCÍCH ČSN PRO ELEKTRICKÉ INSTALACE V BUDO- VÁCH

Tab. 8.3: Základní a související normy pro elektrické instalace v budovách

Soubor ČSN 33 2000	<i>Elektrické instalace nízkého napětí.</i>
ČSN 33 2000-1 ed. 2:2009	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 1: Základní hlediska, stanovení základních charakteristik, definice.</i>
ČSN 33 2000-4-41 ed. 2:2007	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem.</i>
ČSN 33 2000-4-42 ed. 2:2012	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-42: Bezpečnost–Ochrana před účinky tepla.</i>
ČSN 33 2000-4-43 ed. 2:2011	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-43: Bezpečnost–Ochrana před nadproudy.</i>
ČSN 33 2000-4-443 ed. 2:2007	<i>Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením – Kapitola 443: Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím.</i>
ČSN 33 2000-4-444:2011	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-444: Bezpečnost – Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením.</i>
ČSN 33 2000-4-46 ed. 2	<i>Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení – Část 4: Bezpečnost–Kapitola 46: Odpojování a spínání.</i>
ČSN 33 2000-5-51 ed. 3:2011	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy.</i>
ČSN 33 2000-5-52 ed. 2:2012	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Elektrická vedení.</i>
ČSN 33 2000-5-534 ed. 2:2009	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-53: Výběr a stavba elektrických zařízení – Odpojování, spínání a řízení – Oddíl 534: Přepěťová ochranná zařízení.</i>

ČSN 33 2000-5-537:2001	<i>Elektrotechnické předpisy – Elektrická zařízení – Část 5: Výběr a stavba elektrických zařízení – Kapitola 53: Spínací a řídicí přístroje – Oddíl 537: Přístroje pro odpojování a spínání.</i>
ČSN 33 2000-5-54 ed. 3:2013	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče.</i>
ČSN 33 2000-5-56 ed. 2:2010	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-56: Výběr a stavba elektrických zařízení – Zařízení pro bezpečnostní účely.</i>
ČSN 33 2000-5-57:2014	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-57: Koordinace elektrických zařízení pro ochranu, odpojování, spínání a řízení.</i>
ČSN 33 2000-6:2007	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 6: Revize.</i>
ČSN 33 2000-7-701 ed. 2:2007	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Prostory s vanou nebo sprchou.</i>
ČSN 33 2000-7-712:2007	<i>Elektrické instalace budov – Část 7-712: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Solární fotovoltaické (PV) napájecí systémy.</i>
ČSN 33 2000-7-714 ed. 2:2013	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-714: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Venkovní světelné instalace.</i>
ČSN 33 2000-7-715 ed. 2:2013	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-715: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Světelná instalace napájená malým napětím.</i>
ČSN 33 2000-7-753:2003	<i>Elektrické instalace budov – Část 7: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Oddíl 753: Podlahové a stropní vytápění.</i>
ČSN 33 2000-7-753 ed. 2:2015	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-753: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Topné kabely a pevně instalované topné systémy.</i>
ČSN 33 2130 ed. 3:2014	<i>Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody.</i>
ČSN 33 1310 ed. 2:2009	<i>Bezpečnostní požadavky na elektrické instalace a spotřebiče určené k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace.</i>

ČSN EN 60445 ed. 4:2011	<i>Základní a bezpečnostní zásady pro rozhraní člověk-stroj, značení a identifikace – Identifikace svorek předmětů, konců vodičů a vodičů.</i>
ČSN 33 0165 ed. 2:2014	<i>Značení vodičů barvami nebo číslicemi. Prováděcí ustanovení.</i>
ČSN 33 0166 ed. 2:2002	<i>Označování žil kabelů a ohebných šňůr.</i>
ČSN 34 2300:1977	<i>Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích zařízení.</i>
ČSN 34 2300 ed. 2:2014	<i>Předpisy pro vnitřní rozvody vedení elektronických komunikací.</i>
ČSN 33 2312 ed. 2:2014	<i>Elektrická instalace nízkého napětí – Elektrická zařízení v hořlavých látkách a na nich.</i>
ČSN 33 0010 ed. 2:2014	<i>Elektrická zařízení – Rozdělení a pojmy.</i>
ČSN IEC 449:1996	<i>Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách.</i>
ČSN EN 60038:2012	<i>Jmenovitá napětí CENELEC.</i>
ČSN EN 60670-24:2014	<i>Krabice a úplné kryty pro elektrická příslušenství pro domovní a podobné pevné elektrické instalace – Část 24: Zvláštní požadavky na úplné kryty pro umístění ochranných zařízení a jiných elektrických zařízení rozptylujících výkon.</i>
ČSN EN 60 529:1993	<i>Stupně ochrany krytem (Krytí – IP kód).</i>

Tab. 8.5: Normy související s energetickou náročností budov

ČSN EN 15232:2012	<i>Energetická náročnost budov – Vliv automatizace, řízení a správy budov.</i>
ČSN EN 15193:2008	<i>Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení.</i>
TNI 73 0327:2011	<i>Energetická náročnost budov – Energetické požadavky na osvětlení.</i>

Tab. 8.6: Normy související s osvětlením

ČSN 73 4301:2004	<i>Obytné domy.</i>
ČSN 73 4301 Z1:2005	<i>Obytné domy.</i>
ČSN 73 0580-1:2007	<i>Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky</i>
ČSN 36 0020:2015	<i>Sdružené osvětlení</i>

ČSN EN 1838:2014	<i>Světlo a osvětlení – Nouzové osvětlení.</i>
ČSN EN 50172:2005	<i>Systémy nouzového únikového osvětlení.</i>
ČSN EN 12464-1:2012	<i>Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 1: Vnitřní pracovní prostory.</i>
ČSN EN 12464-2:2014	<i>Světlo a osvětlení – Osvětlení pracovních prostorů – Část 2: Venkovní pracovní prostory.</i>
ČSN EN 12665-2:2012	<i>Světlo a osvětlení – Základní termíny a kritéria pro stanovení požadavků na osvětlení.</i>
TNI 36 0450:2004	<i>Rušivé oslnění při osvětlení vnitřních prostorů</i>

Tab. 8.7: Normy související s EPS a požární bezpečností staveb

ČSN 34 2710:2011	<i>Elektrická požární signalizace – Projektování, montáž, užívání, provoz, kontrola, servis a údržba.</i>
Soubor ČSN EN 54-1	<i>Elektrická požární signalizace.</i>
ČSN 73 0802:2008	<i>Požární bezpečnost staveb – Nevýrobní objekty.</i>
ČSN 73 0804:2010	<i>Požární bezpečnost staveb – Výrobní objekty.</i>
ČSN 73 0810:2009	<i>Požární bezpečnost staveb – Společná ustanovení.</i>
ČSN 73 0833:2010	<i>Požární bezpečnost staveb – Budovy pro bydlení a ubytování.</i>
ČSN 73 0818:1997	<i>Požární bezpečnost staveb – Obsazení objektů osobami.</i>
ČSN 73 0848:2009	<i>Požární bezpečnost staveb – Kabelové rozvody.</i>
ČSN 73 0872:1996	<i>Požární bezpečnost staveb – Ochrana staveb proti šíření požáru vzduchotechnickým zařízením.</i>
ČSN 73 0873:2003	<i>Požární bezpečnost staveb – Zásobování požární vodou.</i>
ČSN 73 0875:2011	<i>Požární bezpečnost staveb – Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požární bezpečnostního řešení.</i>

Tab. 8.8: Normy související s PZTS

Soubor ČSN EN 50131	<i>Poplachové systémy – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy.</i>
ČSN CLC/TS 50131-7:2011	<i>Poplachové systémy – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy – Část 7: Pokyny pro aplikace.</i>



TNI 33 4591-1:2012	<i>Poplachové systémy – Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy – Část 1: Návrh systému PZTS – Komentář k ČSN CLC/TS 50131-7:2011.</i>
Soubor ČSN EN 50132	<i>Poplachové systémy – CCTV sledovací systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích (kamery, video přenosy).</i>
ČSN EN 50132-7 ed. 2:2013	<i>Poplachové systémy – CCTV dohledové systémy pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 7: Pokyny pro aplikace.</i>
ČSN EN 50133-1:2001	<i>Poplachové systémy – Systémy kontroly vstupů pro použití v bezpečnostních aplikacích – Část 1: Systémové požadavky.</i>
ČSN CLC/TS 50398:2009	<i>Poplachové systémy – Kombinované a integrované systémy – Všeobecné požadavky.</i>

## 9 ZÁVĚR

Pro zpracování diplomové práce jsem nastudoval problematiku chytrých domů, provedl rešerši nejpoužívanějších technologií a systémů v nich v souvislosti s obsáhlým výčtem a přiblížením používaných, ale i málo známých technických norem pro systémové elektroinstalace v budovách. Jedná se o velmi zajímavé, ale také z pohledu rozsahu potřebných informací náročnější téma, které lze jen těžko vměstnat do předepsaného počtu stran.

Celou diplomovou práci jsem logicky rozdělil do několika kapitol. V úvodu práce jsem zdůraznil potřebu integrace systémů v inteligentní budově s nutností jejich vzájemné spolupráce a komunikace. Základem takové integrace je vhodně zvolený řídicí systém budovy včetně všech použitých technologií. Požadavky právních předpisů a platných technických norem týkajících se staveb ve vztahu k řídicím systémům jsou popsány v kapitole 2. Některé z nich jsou vylíčeny přímo v jednotlivých částech diplomové práce. Následuje vyjmenování a krátký popis technických zařízení a systémů používaných v dnešních budovách (kapitola 3). Práce pokračuje stručnou analýzou používaných sběrníkových systémů a protokolů v inteligentních budovách (kapitola 4). Postupy projektanta s nastíněním jednotlivých fází projektu, předpisy a normy důležité pro návrh systémové elektroinstalace jsou podrobně rozvedeny včetně zvoleného řídicího systému (kapitoly 5, 6, 7). Nedílnou součástí je ochrana před bleskem a přepětím ve vztahu nejen k inteligentním budovám (kapitola 8).

V závěru práce (strana 84–88) jsem vytvořil přehled základních a souvisejících norem pro elektrické instalace v budovách. Jedná se převážně o normy, z nichž většina by měla být zahrnuta v technické zprávě zpracované dokumentace.

Domnívám se, že tato práce může být přínosem nejen pro zájemce z řad začínajících projektantů inteligentních instalací, ale také konvenčních, a jako celek může být považována za příručku projektanta.

## LITERATURA

- [1] GARLÍK, B.: *Inteligentní budovy*. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2012. 360 s. ISBN 978-80-7300-440-8.
- [2] GARLÍK, B. *Inteligentní budovy. Elektro*. Praha: FCC Public s.r.o., 2013-5. s.6-9. ISSN 1210-0889.
- [3] TZB INFO. *Inteligentní budovy* [online]. 2004 [cit. 2015-2-11]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/2271-inteligentni-budovy>>.
- [4] HONEYWELL. *Building Solutions* [online]. 2014 [cit. 2015-2-11]. Dostupné z: <<https://buildingsolutions.honeywell.com/en-US/industries/commercialbuildings/Pages/default.aspx>>.
- [5] Vyhláška MMR č. 268/2009 Sb. ze dne 12. srpna 2009, o požadavcích na stavby. In: *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2009, částka 81, s. 3702–3722. Ve znění pozdějších předpisů. Dostupné z: <<http://www.mmr.cz/getmedia/2bf72909-e837-4dc8-9488-599950e8f9f6/Vyhlaska-MMR-268-2009>>.
- [6] ČSN EN 62 305-2: 2006-11: *Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika*.
- [7] ÚNMZ. *Seznam ČSN – Vyhledávání v seznamu normativních dokumentů ÚNMZ* [online]. [cit. 2015-2-12]. Dostupné z: <<http://seznamcsn.unmz.cz/>>.
- [8] Zákon č. 406/2000 Sb. ze dne 25. října 2000, o hospodaření energií. In: *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2000, částka 115, s. 5314-5319. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3503>>.
- [9] ČSN EN 15232: 2012-6: *Energetická náročnost budov – Vliv automatizace, řízení a správy budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012, 116 s.
- [10] TZB INFO. *Zpětné získávání tepla a větrání objektů* [online]. 2010 [cit. 2015-2-12]. Dostupné z: <<http://vetrani.tzb-info.cz/rekuperace-tepla/6325-zpetne-ziskavani-tepla-a-vetrani-objektu>>.
- [11] ČSN EN 15665: 2009-11: *Větrání budov – Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 32 s.
- [12] ČSN EN 1838: 2014-5: *Světlo a osvětlení - Nouzové osvětlení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014, 20 s.

- [13] Vyhláška č. 246/2001 Sb. ze dne 29. června 2001, o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci) In: *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2001, částka 95, s. 5446–5489. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=3673>>.
- [14] TZB INFO. *Požárně bezpečnostní řešení stavby* [online]. 2001 [cit. 2015-2-12]. Dostupné z: <<http://www.tzb-info.cz/475-pozarne-bezpecnostni-reseni-stavby>>.
- [15] NOTEBOOK. *ZigBee - když je pomalejší síť výhodnější* [online]. 2011 [cit. 2015-4-20]. Dostupné z: <<http://notebook.cz/clanky/technologie/2011/ZigBee>>.
- [16] Vyhláška č. 23/2008 Sb. ze dne 29. ledna 2008, o technických podmínkách požární ochrany staveb. In: *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2008, částka 10, s. 478–506. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=5235>>.
- [17] VARIANT plus, spol. s r.o. [online], 2015, [cit 2015-4-20]. Dostupné z: <<http://www.variant.cz/zbozi/0908-113-hdv-3000-o-os>>
- [18] ČSN EN 60849: 1999-8: *Nouzové zvukové systémy*. Praha: Český normalizační institut, 1999, 24 s.
- [19] ČSN EN 50131-1 ed. 2: 2001-3: *Poplachové systémy - Poplachové zabezpečovací a tísňové systémy - Část 1: Systémové požadavky*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 40 s.
- [20] Vyhláška č. 101/2000 Sb. ze dne 14. března 2013, kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb In: *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2013, částka 28, s. 466–517. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=6383>>.
- [21] WAGO-Elektro spol. s r.o. [online], 2015, [cit 2015-5-10]. Dostupné z: <[http://www.wago.cz/media/country\\_local\\_content/czech/pdf/brozura\\_wago\\_io\\_system\\_cz.pdf](http://www.wago.cz/media/country_local_content/czech/pdf/brozura_wago_io_system_cz.pdf)>
- [22] SIEMENS AG. [online], 2015, [cit 2015-5-20]. Dostupné z: <<http://www.siemens.com/>>
- [23] BACnet. [online], 2015, [cit 2015-5-10]. Dostupné z: <<http://www.bacnet.org/>>

- [24] TZB INFO. *Instalace komunikační sběrnice M-Bus, 1. část* [online]. 2013 [cit. 2015-2-12]. Dostupné z: <<http://elektro.tzb-info.cz/merici-a-regulacni-technika/>>.
- [25] TECO, a.s. *Příručka projektanta systému Foxtrot* [online]. TXV00416 rev.3b. Kolín, 2015, [cit. 2015-5-10]. Dostupné z: <[http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00416\\_01\\_CFoxRFoxProjektovani\\_cz.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00416_01_CFoxRFoxProjektovani_cz.pdf)>
- [26] OSRAM GmbH. [online], 2015, [cit 2015-5-10]. Dostupné z: <<http://www.osram.cz/>>
- [27] TotalISB - Inteligentní domy. *Bezdrátová technologie EnOcean* [online], 2015, [cit 2015-3-11]. Dostupné z: <<http://www.inteligentni-dum.eu/technologie-enocean/>>
- [28] TECO, a.s. *Knihovna DMX512lib Komunikace protokolem DMX512* [online]. TXV00361.01 1. vyd. Kolín, srpen 2010 [cit. 2015-5-10]. Dostupné z: <[http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00361\\_01\\_Mosaic\\_DMXLib.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00361_01_Mosaic_DMXLib.pdf)>
- [29] TECO, a.s. [online], 2015, [cit 2015-5-10]. Dostupné z: <<http://www.tecomat.com/>>
- [30] Zákon č. 183/2006 Sb. ze dne 14. března 2006, o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon). In: *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2006, částka 63, s. 2226–2290. ISSN 1211-1244. Dostupný z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=4909>>.
- [31] HLA VATÝ, Jan. Základní legislativní přehled. In: *Sborník prezentací č. 5*. Brno: L.P.Elektro s.r.o. 2014. 1–11.
- [32] ČSN 33 2000-4-41 ed. 2: 2007-8: *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti – Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 52 s.
- [33] Vyhláška č. 62/2013 Sb. ze dne 14. března 2013, kterou se mění vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb In: *Sbírka zákonů, Česká republika*. 2013, částka 28, s. 466–517. ISSN 1211-1244. Dostupné z: <<http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ViewFile.aspx?type=c&id=6383>>.
- [34] ČSN 33 2130 ed. 2: *Elektrické instalace nízkého napětí – Vnitřní elektrické rozvody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009, 40 s.

- [35] ČSN 33 2000-7-701 ed. 2: 2007-9 *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech – Prostory s vanou nebo sprchou*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 20 s.
- [36] ČSN 33 2000-5-51 ed. 3: 2010-4: *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2010, 60 s.
- [37] DVOŘÁČEK, K.: *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací*. 2. vyd. Praha: IN-EL, 2011. 114 s. ISBN 978-80-86230-53-5.
- [38] ČSN IEC 449: 1996-1 *Napěťová pásma pro elektrické instalace v budovách*. Praha: Český normalizační institut, 1996, 4 s.
- [39] ČSN 33 2000-5-54 ed. 3: 2012-4: *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení – Uzemnění a ochranné vodiče*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012, 68 s.
- [40] ČSN EN 62 305-3: 2006-11: *Ochrana před bleskem - Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života*.
- [41] ČSN EN 50 310 ed. 3: 2011-8: *Použití společné soustavy pospojování a zemnění v budovách vybavených zařízením informační technologie*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011, 36 s.
- [42] ČSN EN 62 305-4 ed. 2: 2011-9: *Ochrana před bleskem - Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách*.
- [43] ČSN 33 2000-4-444: 2011-4 *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 4-444: Bezpečnost – Ochrana před napěťovým a elektromagnetickým rušením*. Praha: Český normalizační institut, 2011, 40 s.
- [44] ČSN EN 62 305-1 ed. 2: 2011-9: *Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy*.
- [45] BURANT, J.: *Blesk a přepětí: systémové řešení ochran*. Praha: FCC Public s.r.o., 2006. 252 s. ISBN 80-86534-10-3.
- [46] SALTEK s.r.o. [online]. 2015, [cit 2015-5-10]. Dostupné z: <<http://www.saltek.eu/>>
- [47] ČSN EN 61643-11 ed. 2: 2013-6: *Ochrany před přepětím nízkého napětí - Část 11: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí - Požadavky a zkušební metody*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 84 s.

- [48] TECO, a.s. *Programovatelné automaty TECOMAT FOXTROT CP-1006, CP-1016, CP-1026, CP-1036* [online]. TXV00436.01. 6. vyd. Kolín, říjen 2014 [cit. 2015-5-10]. Dostupné z: <[http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00436\\_01\\_Foxtrot\\_CP\\_1006.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00436_01_Foxtrot_CP_1006.pdf)>
- [49] ČSN CLC/TS 61643-12: 2013-5: *Ochrany před přepětím nízkého napětí - Část 12: Ochrany před přepětím zapojené v sítích nízkého napětí - Zásady pro výběr a instalaci*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013, 72 s.
- [50] ČSN 33 2000-4-443 ed. 2: 2007-2 *Elektrické instalace budov – Část 4-44: Bezpečnost – Ochrana před rušivým napětím a elektromagnetickým rušením–Kapitola 443:Ochrana proti atmosférickým nebo spínacím přepětím*. Praha: Český normalizační institut, 2007, 12 s.
- [51] PARADOX [online], 2015, [cit 2015-5-10].  
Dostupné z: <<http://paradox.com/Products/default.asp?CATID=7&SUBCATID=75&PRD=234>>
- [52] VARIANT plus, spol.s.r.o. [online], 2015, [cit 2015-5-10].  
Dostupné z: <<http://www.variant.cz/>>
- [53] YATUN, s.r.o. *Řídící jednotka HC-800* [online]. [cit. 2015-5-10]. Dostupné z: <<http://www.control4.cz/media/files/katalogove-listy/Control4-HC-800-KL-V2012-04-04.pdf>>
- [54] TECO, a.s. *Programování PLC podle normy IEC 61 131-3 v prostředí Mosaic* [online]. TXV00321.01. Kolín, listopad 2007 [cit. 2015-5-10]. Dostupné z: <[http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00321\\_01\\_Mosaic\\_ProgIEC\\_cz.pdf](http://www.tecomat.com/wpimages/other/DOCS/cze/TXV00321_01_Mosaic_ProgIEC_cz.pdf)>
- [55] ABB *Inteligentní řízení budov Energetická efektivnost v budovách s využitím sběrníkové technologie ABB i-bus® KNX* [online]. 2010 [cit. 2015-2-12]. Dostupné z: <[http://www.casopisstavebnictvi.cz/online/dokumenty/pdf/stavebnictvi\\_2010\\_11-12.pdf](http://www.casopisstavebnictvi.cz/online/dokumenty/pdf/stavebnictvi_2010_11-12.pdf)>.

## SEZNAM SYMBOLŮ, VELIČIN A ZKRATEK

ELF	Velmi nízké frekvence (Extremely Low Frequency)
CPU	Centrální jednotka (Central processor unit)
SELV	Bezpečné malé napětí neuzemněné (Safety extra low voltage)
PSU	Napájecí jednotka (Power supply unit)
PLC	Programovatelný logický automat (Programmable logic controller)
CCTV	Kamerový systém - uzavřený televizní okruh (Closed circuit television)
CBN	Společná soustava pospojování (Common bonding network)
EMC	Elektromagnetická kompatibilita (Electromagnetic compatibility)
EMI	Elektromagnetické rušení (Electromagnetic interference)
UPS	Zdroj nepřerušovaného napájení (Uninterruptible power supply)
PZTS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém (Intrusion and hold-up alarm system - I&HAS)
HVAC	Topení, větrání, klimatizace (Heating, ventilation, air-conditioning)
CIB	Instalační sběrnice (Common installation bus)
HBES	Elektronické systémy pro byty a budovy (Home and Building Electronic Systems)
BACS	Automatizační a řídicí systémy budov (Building Automation and Control Systems)
PIR	Pasivní infračervené čidlo (Passive infra red)
LP	Ochrana před bleskem (Lightning protection)
LEMP	Elektromagnetický impulz vyvolaný bleskem (Lightning electromagnetic impulse)
LPS	Systém ochrany před bleskem (Lightning protection system)
LPZ	Zóna ochrany před bleskem (Lightning protection zone)
LPL	Hladina ochrany před bleskem (Lightning protection level)



SEMP	Spínací přepětí vzniklá při spínání v obvodech a sítích (Switching electromagnetic pulse)
SPD	Přepětové ochranné zařízení (Surge protective device)
SPM	Ochranná opatření pro vnitřní systém ochrany před LEMP (Surge protection measures)
EB	Ekvipotenciální pospojování proti blesku (Lightning equipotential bonding)

# SEZNAM PŘÍLOH

<b>A</b>	<b>Tabulky a další přílohy</b>	<b>98</b>
A.1	Seznam funkcí a třídy energetické účinnosti . . . . .	98
A.2	Příkony a proudové odběry modulů CFox . . . . .	99
A.3	Osvědčení o školení – Projektování systémů Tecomat Foxtrot . . . . .	100
<b>B</b>	<b>Zdrojové kódy</b>	<b>101</b>
B.1	Zdrojový kód programu Rolety . . . . .	101
<b>C</b>	<b>Datové médium</b>	<b>103</b>
C.1	Elektronická verze diplomové práce . . . . .	103
<b>D</b>	<b>Schémata zapojení</b>	<b>104</b>
D.1	Základní zapojení modulů . . . . .	104

# A TABULKY A DALŠÍ PŘÍLOHY

## A.1 Seznam funkcí a třídy energetické účinnosti

Tab. A.1: Seznam funkcí a přiřazení do tříd energetické účinnosti  
(výťah z tab. 2 ČSN EN 15232:2012)[9]

	Řízení topení/chlazení	Ventilace/řízení klimatizace	Osvětlení	Ochrana proti slunečnímu záření
<b>A</b>	Individuální řízení jednotlivých místností s komunikací mezi kontroléry  Vnitřní měření teploty pro řízení teploty ve vodovodní distribuční síti  Úplné vzájemné blokování mezi řídicím systémem vytápění a chlazení	Řízení proudění vzduchu v místnostech v závislosti na požadavcích nebo přítomnosti osob  Nastavení teploty s kompenzací teploty dodávaného vzduchu  Řízení vlhkosti vstupujícího a vystupujícího vzduchu v místnosti	Automatické řízení denního světla  Automatická detekce přítomnosti osob, manuální zapnutí, automatické vypnutí  Automatická detekce přítomnosti, manuální zapnutí/stmívání	Kombinované řízení osvětlení, žaluzií, topení, větrání, klimatizace (HVAC)
<b>B</b>	Individuální řízení jednotlivých místností s komunikací mezi kontroléry  Vnitřní měření teploty pro řízení teploty ve vodovodní distribuční síti  Částečné vzájemné blokování mezi řídicím systémem vytápění a chlazení (nezávisle na systému HVAC)	Časově závislé řízení proudění vzduchu v jednotlivých místnostech  Nastavení teploty s kompenzací teploty dodávaného vzduchu  Řízení vlhkosti vstupujícího a vystupujícího vzduchu v místnosti	Manuální řízení denního světla  Automatická detekce přítomnosti osob, manuální zapnutí / automatické vypnutí  Automatická detekce přítomnosti, manuální zapnutí / stmívání  Automatická detekce přítomnosti, automatické zapnutí / automatické vypnutí  Automatická detekce přítomnosti, automatické zapnutí / stmívání	Motorické ovládání s automatickým řízením žaluzií
<b>C</b>	Individuální automatické řízení jednotlivých místností termostatickými ventily nebo elektronickým řídicím systémem  Kompenzované řízení teploty ve vodovodní distribuční síti podle venkovní teploty  Částečné vzájemné blokování mezi systémy řízení topení / chlazení (závislé na systému HVAC)	Časově závislé řízení proudění vzduchu v jednotlivých místnostech  Konstantní nastavení teploty vzduchu  Omezení vlhkosti vstupujícího vzduchu	Manuální řízení denního světla  Manuální spínač zapnutí / vypnutí + přídatný signál pro rychlé zhasnutí	Motorické ovládání s manuálním ovládáním žaluzií
<b>D</b>	Žádné automatické řízení  Žádné řízení teploty vody v distribuční síti  Žádné vzájemné blokování mezi systémem řízení vytápění / chlazení	Žádné řízení proudění vzduchu v jednotlivých místnostech  Žádné řízení teploty vstupujícího vzduchu  Žádné řízení vlhkosti vzduchu	Manuální řízení denního světla  Manuální spínač pro zapnutí / vypnutí + přídatný signál pro rychlé zhasnutí  Manuální spínač pro zapnutí / vypnutí	Manuální ovládání žaluzií

## A.2 Příkony a proudové odběry modulů CFox

	min. Příkon [W]	Odběr [mA]	max. Příkon [W]	Odběr [mA]	min. Příkon [W]	Odběr [mA]	max. Příkon [W]	Odběr [mA]	min. Příkon [W]	Odběr [mA]	max. Příkon [VA]	Odběr [mA]
CF-1141	-	-	-	-								
C-IT-0200R-ABB	0,3	13	0,4	17								
C-IT-0200R-design	0,3	13	0,4	17								
C-IT-0100H-A	0,2	8	0,3	13								
C-IT-0100H-P	0,2	8	0,3	13								
C-HM-0308M	0,5	21	2,1	88								
C-HM-1113M	0,6	25	3,5	146								
C-HM-1121M	0	0	0	0						13,8	60	
C-IE-0100M												
C-IE-0300M												
C-IT-0200I	0,3	13	1,5	63								
C-DL-0012S	0,5	21	2	83								
C-IR-0202S	0,4	17	0,6	25								
C-IT-0200S	0,25	10	0,3	13								
C-IT-0504S	0,5	21	1,9	79								
C-HC-0101F												
C-WS-0200R-Time	0,3	13	0,4	17								
C-WS-0400R-Time	0,3	13	0,4	17								
C-RC-0002R	0,3	13	0,4	17								
C-IT-0908S	0,3	13	1,5	65								
C-FC-0024X	0	0	0	0	0,3	13	0,9	40				
C-VT-0102B	0,3	13	6	250								
C-AQ-0001R	2	83	2,5	104								
C-AQ-0002R	1,3	54	1,5	63								
C-AQ-0003R	1,1	46	1,3	54								
C-AQ-0004R	1	42	1,2	50								
C-DM-0006M-ULED	0,3	13	0,35	15								
C-DM-0006M-ILED	0,3	13	0,35	15								
C-RI-0401S	0,4	17	0,5	21								
C-HC-0201F-E	0,3	13	1,9	80								
C-RQ-0400S	0,4	17	0,5	21								
C-AM-0600I	1	40	2	80								
C-OR-0202B	0,3	13	1,2	50								
C-OR-0008M	0,6	25	3,5	146	0,6	25	3,5	146				
C-OR-0011M-800	0,6	25	4,8	200	0,6	25	4,8	200				
C-JC-0006M	0,6	25	1,8	78	0,6	25	1,8	78				
C-LC-0202B	0,3	13	1,2	50								
C-JC-0201B	0,3	13	0,8	34								

Obr. A.1: Příkony a proudové odběry modulů CFox [25]

Poznámky:

1. odběr modulu je počítán při jmenovitém napájecím napětí 24 V
2. minimální příkon je uvažován pro zapnutý obsluhovaný modul, všechny výstupy rozepnuté a neaktivní, modul nenapájí žádné další obvody
3. maximální příkon je uvažován pro všechny výstupy sepnuté (relé) a vybuzené na maximální proud ( $A_{out}$ ), všechny vstupy připojené a v aktivním stavu, vnější obvody napájen



## OSVĚDČENÍ O ŠKOLENÍ

**Projektování systémů Tecomat Foxtrot pro Home/Building Automation**

**Luděk Tesař**

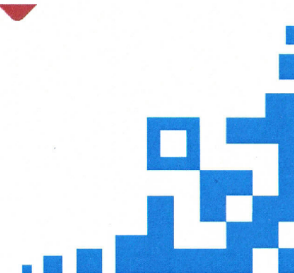
absolvoval ve dnech 7. a 8. 10. 2014 autorizované školení  
a je certifikován firmou Teco a.s. pro aplikační činnost v oblasti řídicích systémů Tecomat.  
Tato činnost zahrnuje projektování, instalace, uvádění do provozu a následný servis.

V Brně 8. 10. 2014

.....  
Ing. Jiří Kovářik,  
ředitel společnosti a člen představenstva



Teco a.s. | Havlíčkova 260 | 280 02 Kolín 4  
www.tecomat.cz | www.ovladejsvujdum.cz  
tel.: +420 321 737 612 | fax: +420 321 737 633



## B ZDROJOVÉ KÓDY

### B.1 Zdrojový kód programu Rolety

```
1 PROGRAM prgMain
2   VAR_INPUT
3   END_VAR
4   VAR_OUTPUT
5   END_VAR
6   VAR
7     JsemDoma : BOOL;
8     Spim      : BOOL;
9     RoletaDolu           : BOOL;
10    RoletaNahoru          : BOOL;
11    RegulaceEnable        : BOOL;
12    RegulacePomociProgramuNahoru : BOOL;
13    IntenzitaOsvetleniNahoru : BOOL;
14    SvitimVPokoji         : BOOL;
15    TlacitkoRoletaNahoru  : BOOL;
16  END_VAR
17  VAR_TEMP
18  END_VAR
19
20
21  If (JsemDoma = TRUE)
22  then
23    IF (Spim = FALSE)
24    then
25      RegulaceEnable := TRUE;
26    else
27      RegulaceEnable := FALSE;
28    end_if;
29    RoletaNahoru := TRUE;
30    RoletaDolu := FALSE;
31  else
32    RoletaNahoru := FALSE;
33    RoletaDolu := TRUE;
34  end_if;
35
36
37  IF (RegulaceEnable = TRUE)
38  then
39    // tlacitko primeho ovladani rolety
40    IF (TlacitkoRoletaNahoru = TRUE)
41    THEN
```

```

42     RoletaNahoru := TRUE;
43     RoletaDolu   := FALSE;
44 ELSE
45     RoletaNahoru := FALSE;
46     RoletaDolu   := FALSE;
47
48     // výstup z knihovny, která řídí, zda v pokoji svítím
49     IF (SvitimVPokoji = TRUE)
50     THEN
51         RoletaNahoru := TRUE;
52         RoletaDolu   := FALSE;
53     ELSE
54         RoletaNahoru := FALSE;
55         RoletaDolu   := FALSE;
56
57     // výstup z knihovny, která řídí intenzitu osvětlení
58     IF (IntenzitaOsvetleniNahoru = TRUE)
59     THEN
60         RoletaNahoru := TRUE;
61         RoletaDolu   := FALSE;
62     ELSE
63         RoletaNahoru := FALSE;
64         RoletaDolu   := FALSE;
65
66     // výstup z knihovny, která řídí programovou regulaci
67     IF (RegulacePomociProgramuNahoru = TRUE)
68     THEN
69         RoletaNahoru := TRUE;
70         RoletaDolu   := FALSE;
71     ELSE
72         RoletaNahoru := FALSE;
73         RoletaDolu   := FALSE;
74     END_IF;
75     END_IF;
76     END_IF;
77     END_IF;
78     END_IF;
79
80 END_PROGRAM

```

## C DATOVÉ MÉDIUM

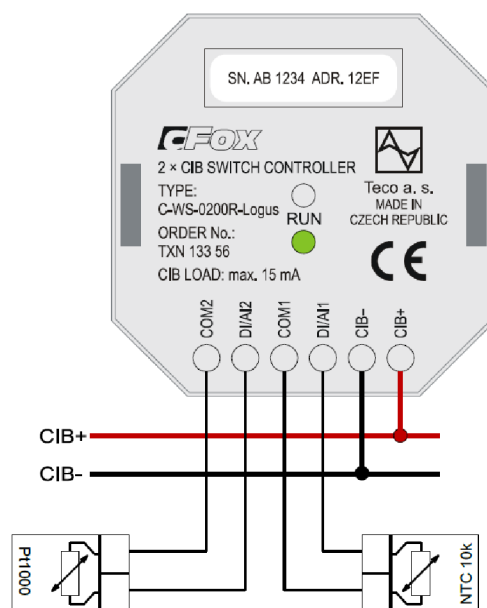
### C.1 Elektronická verze diplomové práce

K diplomové práci je přiloženo datové médium se zdrojovými soubory vytvořenými v programu MiKTeX, zdrojovými kódy programů včetně všech vložených obrázků, pdf a dalších použitých souborů. Na CD je rovněž vložena pdf verze této diplomové práce DP\_106266.pdf.

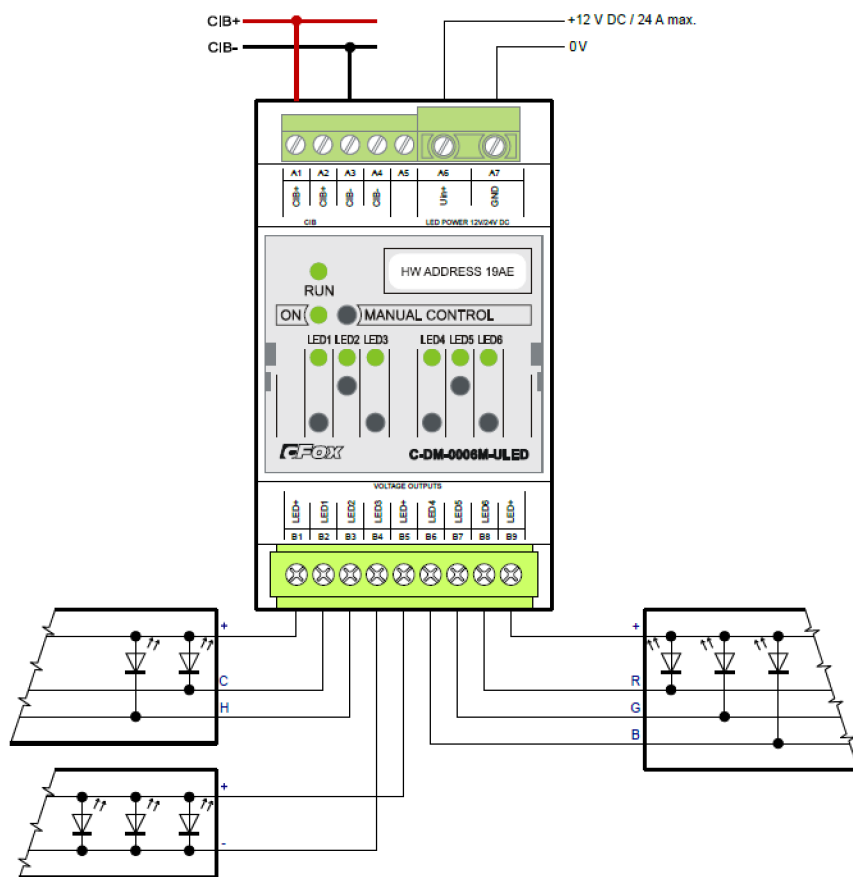


## D SCHÉMATA ZAPOJENÍ

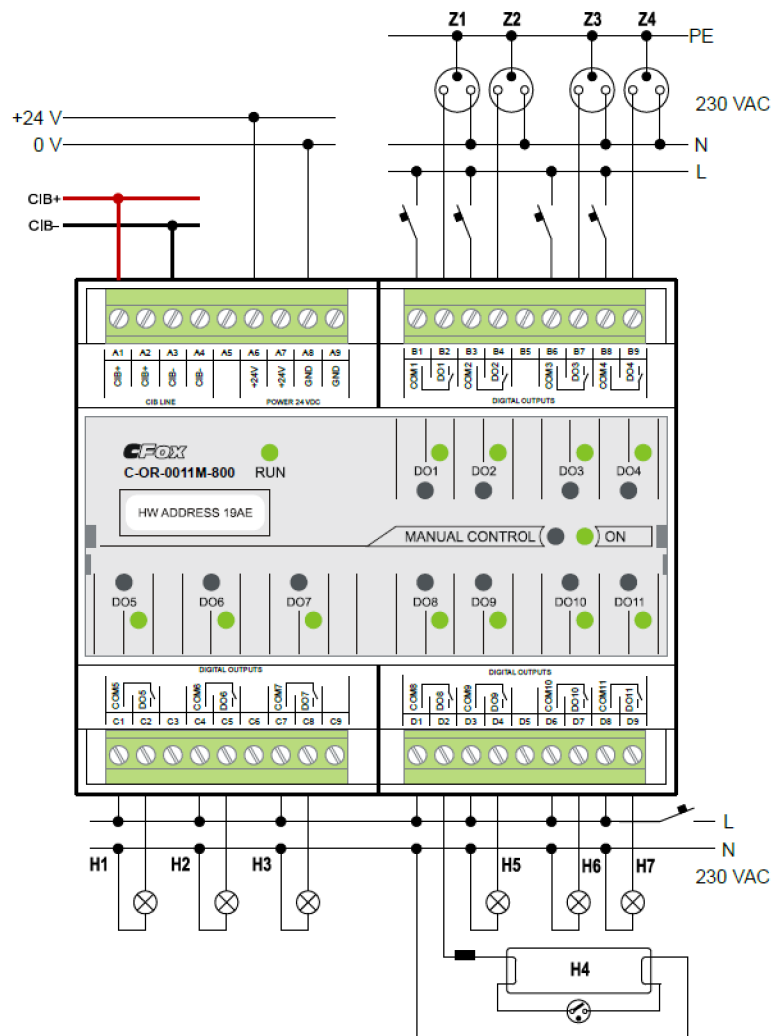
### D.1 Základní zapojení modulů



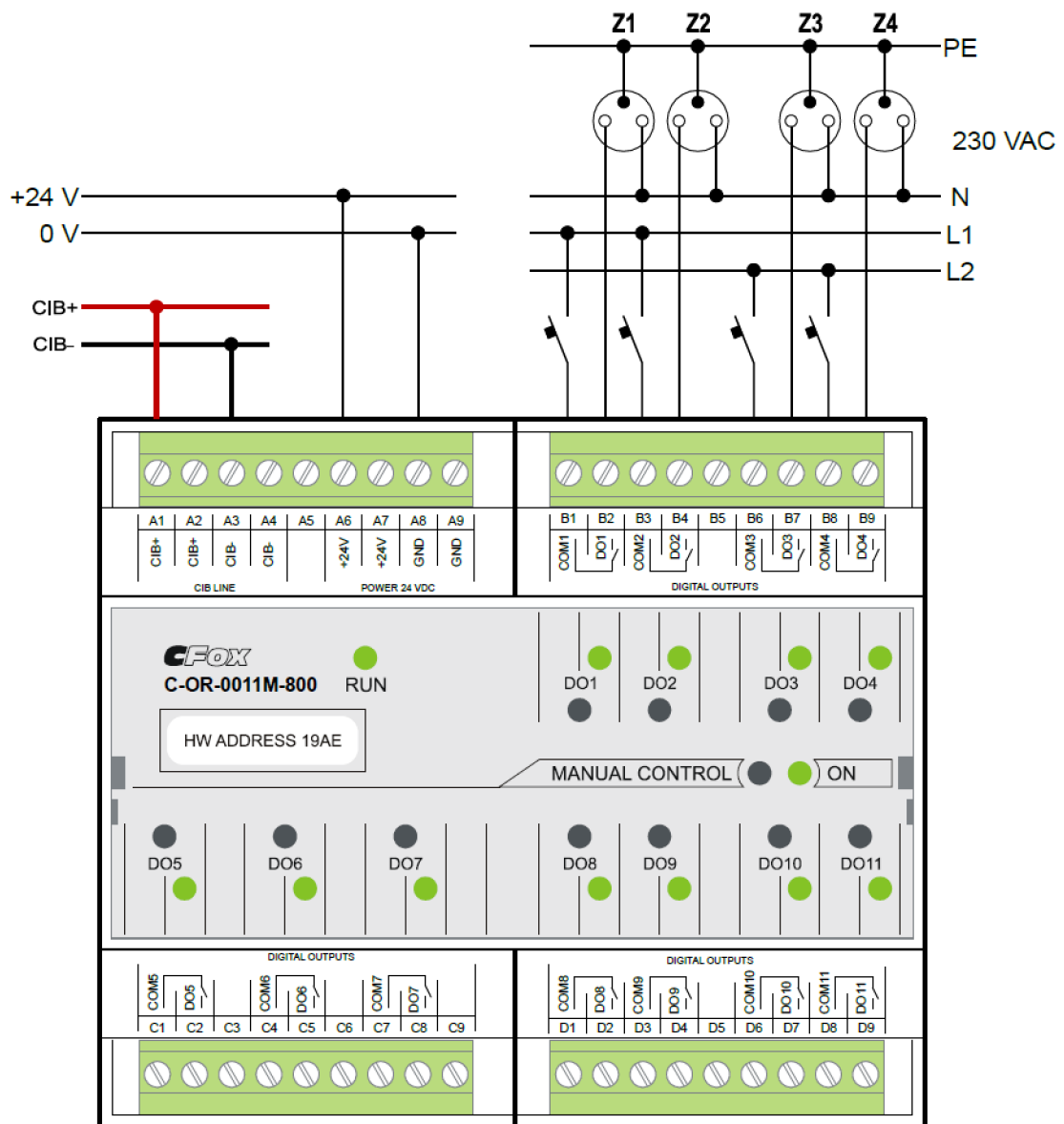
Obr. D.1: Příklad zapojení krátkocestného nástěnného ovladače s možností připojení teplotních senzorů [25]



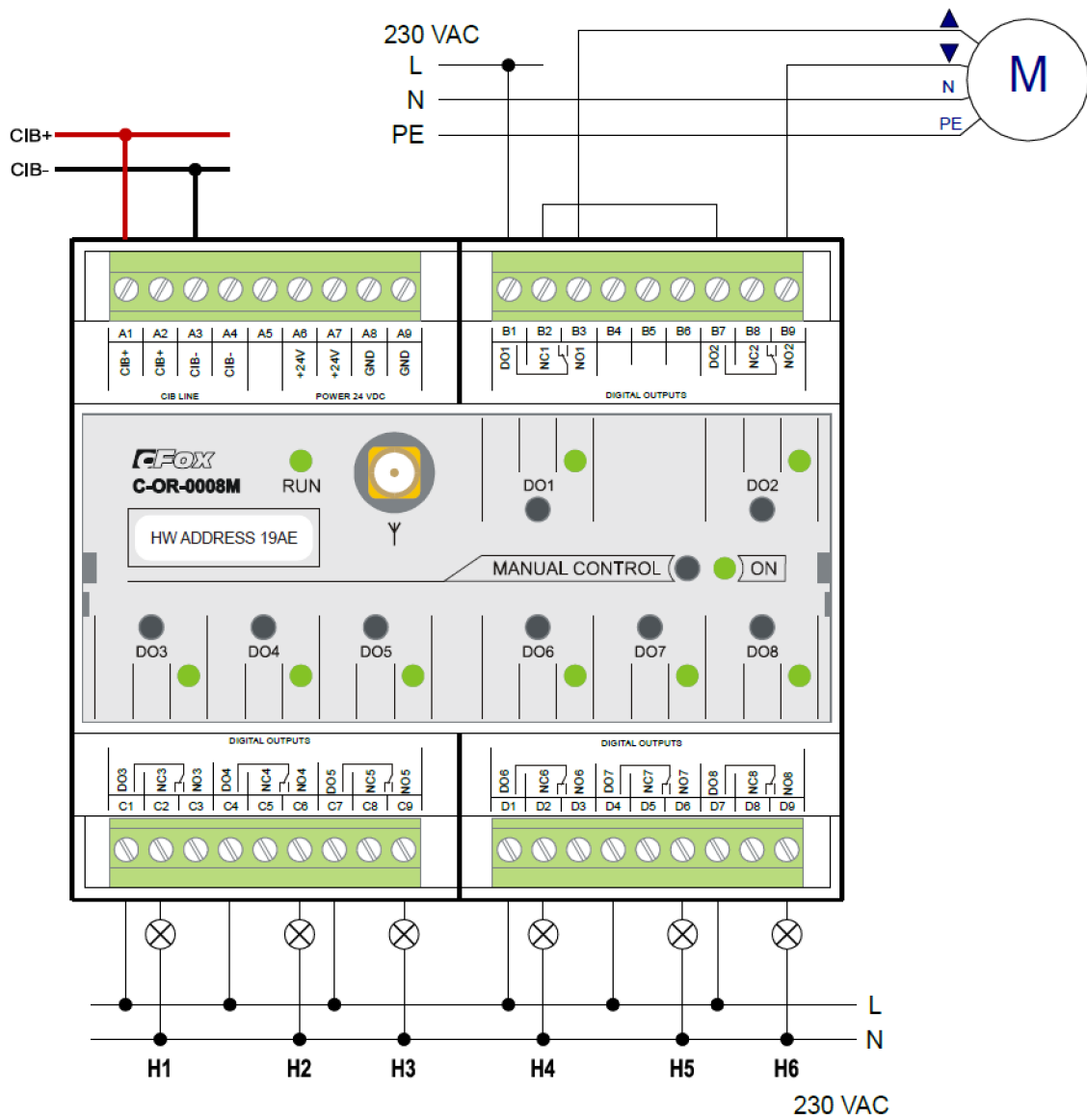
Obr. D.2: Schéma zapojení modulu pro řízení LED pásků 12/24 V



Obr. D.3: Schéma zapojení modulu pro ovládní motoru žaluzií



Obr. D.4: Schéma zapojení modulu pro ovládání zásuvek 230 V



Obr. D.5: Příklad zapojení pro řízení elektrického podlahového vytápění