



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

ELEKTRICKÁ INSTALACE PRO BYTOVÝ DŮM S ČÁSTEČNOU AUTOMATIZACÍ

ELECTRICAL INSTALLATION FOR APARTMENT BUILDING WITH PARTIAL AUTOMATION

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Marcel Poruba

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

BRNO 2023

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Marcel Poruba

ID: 230413

Ročník: 3

Akademický rok: 2022/23

NÁZEV TÉMATU:

Elektrická instalace pro bytový dům s částečnou automatizací

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení s problematikou realizace silových a datových instalací a systémy pro automatizaci elektrické instalace
2. Definice zásad pro tvorbu projektové dokumentace elektro
3. Osvojení základních dovedností s projekčními programy
4. Zpracování realizačního projektu elektroinstalace pro rodinný dům včetně LPS (výkresová i textová část)

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího závěrečné práce

Termín zadání: 6.2.2023

Termín odevzdání: 29.5.2023

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

prof. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda rady studijního programu

UPOZORNĚNÍ:

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

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou realizace silových a datových instalací a systémy pro automatizaci elektroinstalací. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsou popsány legislativní a bezpečnostní požadavky pro tvorbu projektové dokumentace a způsoby realizace jednotlivých částí elektrických rozvodů včetně části o systémech pro automatizaci elektrické instalace. Popsán je rovněž systém TECOMAT Foxtrot, který je využit v druhé části práce pro řízení elektroinstalace. Praktická část obsahuje kompletní projektovou dokumentaci pro bytový dům ve stupni dokumentace pro provedení stavby. Výkresová část obsahuje výkresy půdorysů objektu, v nichž jsou zakresleny silnoproudé, slaboproudé rozvody včetně řízení systémovou elektroinstalací Foxtrot. Součástí dokumentace jsou schémata zapojení rozváděčů, výkresy bleskosvodu, technická zpráva, rozpočet a výpočet rozváděčů v programu Sichr.

KLÍČOVÁ SLOVA

Systémová elektroinstalace, projektová dokumentace, bytový dům, Tecomat Foxtrot, bleskosvod

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the implementation of power and data installations and systems for the automation of electrical installations. The thesis is divided into theoretical and practical part. The theoretical part describes the legislative and safety requirements for the realisation of project documentation and the methods of implementation of individual parts of electrical distribution systems, including a section on systems for the automation of electrical installations. The TECOMAT Foxtrot system, which is used in the second part of the thesis for controlling electrical installations, is described.

The practical part contains the complete project documentation for the apartment building in the stage of documentation for the construction. The drawing part contains drawings of the floor plans of the building, in which the power wiring and data wiring including the control by the Foxtrot wiring system are drawn. The documentation includes wiring diagrams of switchboards, drawings of lightning protection system, technical report, budget and calculation of switchboards in Sichr software.

KEYWORDS

Systematic installation, project documentation, apartment building, Tecomat Foxtrot, lightning protection system

PORUBA, Marcel. *Elektrická instalace pro bytový dům s částečnou automatizací*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky, 2023, 58 s. Bakalářská práce. Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení autora: Marcel Poruba
VUT ID autora: 230413
Typ práce: Bakalářská práce
Akademický rok: 2022/23
Téma závěrečné práce: Elektrická instalace pro bytový dům s čas-
tečnou automatizací

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné 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 závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné 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*

* Autor podepisuje pouze v tištěné verzi.

PODĚKOVÁNÍ

Chtěl bych věnovat poděkování vedoucímu práce doc. Ing. Petru Mastnému Ph.D. za odborný dohled při práci, cenné připomínky k vypracování a užitečné rady. Poděkování patří také mé rodině a přátelům, kteří mě podporovali v průběhu studia.

Obsah

Úvod	12
1 Legislativa a zákony	13
1.1 Technické normy	13
2 Elektrizace soustava a typy rozvodných sítí v ČR	15
2.1 Druhy rozvodných sítí	15
2.2 Označování sítí podle zapojení uzlu soustavy	16
2.2.1 Síť TN-C	16
2.2.2 Síť TN-S	17
2.2.3 Síť TN-C-S	18
2.2.4 Síť IT	18
2.2.5 Síť TT	19
3 Ochrana před úrazem elektrickým proudem	20
3.1 Třída ochrany elektrických zařízení	20
3.2 Prostředky základní ochrany	21
3.3 Prostředky ochrany při poruše	21
3.4 Prostředky zvýšené ochrany	22
3.5 Doplnková ochrana	22
4 Zřízení elektrické přípojky k objektu	23
4.1 Elektrická přípojka	23
4.1.1 Přípojka	24
4.1.2 Hlavní domovní skříň	24
4.1.3 Hlavní domovní vedení	25
4.1.4 Odbočky k elektroměrům	25
4.1.5 Elektroměrové rozvodnice	26
4.1.6 Hlavní domovní (bytový) rozváděč	26
4.2 Připojovací podmínky distributorů	26
4.3 Výpočtové zatížení hlavního domovního vedení	28
5 Domovní elektroinstalace	30
5.1 Klasická elektroinstalace	30
5.2 Systémová elektroinstalace	31
5.2.1 Centralizovaný systém	31
5.2.2 Decentralizovaný systém	32
5.2.3 Topologie zapojení sběrnic	32

5.3	Systémy pro automatizaci elektroinstalace	33
5.3.1	ABB i-bus KNX	33
5.3.2	ABB-free@home	33
5.3.3	Loxone	34
5.3.4	Loxone Tree	34
5.3.5	Loxone Air	35
5.3.6	EATON xComfort	35
5.3.7	Tecomat Foxtrot	35
6	Silnoproudá elektroinstalace	38
6.1	Zásuvkové obvody	38
6.2	Světelné obvody	38
6.3	Instalační zóny a uložení vodičů	38
6.4	Zóny pro místnosti s umývacími prostory	40
7	Slaboproudá elektroinstalace	41
7.1	Základní zařízení v bytovém domě	41
7.2	Telefon	41
7.3	Zvonková signalizace	41
7.4	Zařízení pro společný příjem a rozvod televizních a rozhlasových signálů	42
7.5	Domácí telefon	42
7.6	Elektrická požární signalizace	42
7.7	Poplachové a zabezpečovací systémy	42
8	Ochrana objektu před bleskem	43
8.1	Výpočet rizika a stanovení třídy LPS	43
8.2	Vnější LPS	44
8.2.1	Izolovaný hromosvod	44
8.2.2	Hromosvod upevněný na stavbě	44
8.3	Jímací soustava	44
8.4	Svody	46
8.5	Uzemnění	46
8.6	Vnitřní LPS	46
9	Projektová dokumentace	47
9.1	Stupně projektové dokumentace	47
9.2	Určení vnějších vlivů	50
9.2.1	Označování vnějších vlivů	50
	Závěr	52

Literatura	53
Seznam symbolů a zkratk	56
Seznam příloh	58

Seznam obrázků

2.1	Sít TN–C	17
2.2	Sít TN–S	17
2.3	Sít TN–C–S	18
2.4	Sít IT	18
2.5	Sít TT	19
4.1	Kombinovaná domovní přípojka provedená kabelovým vedením	24
4.2	Připojovací podmínky distribučních společností	27
5.1	Princip propojení zařízení u klasické domovní elektroinstalace	30
5.2	Princip centralizovaného systému	31
5.3	Princip decentralizovaného systému	32
5.4	Topologie sběrníkových systémů	32
5.5	Možné schéma zapojení systému Loxone Tree	34
5.6	Čelní pohled na moduly Foxtrot	37
6.1	Instalační zóny: a) v obytných místnostech b) v místnostech s pracovní plochou u zdi	39
6.2	Zóny v místnosti s umývacími prostory	40
8.1	Metody určení ochranného prostoru	45

Seznam tabulek

4.1	Stupně elektrizace bytů	28
5.1	Srovnání řešení systémových instalací	37
8.1	Doporučené třídy LPS	43

Úvod

Obsahem této práce je seznámit čtenáře s problematikou realizace elektrických rozvodů v bytovém domě za použití systémové elektroinstalace. Popsána bude realizace jednotlivých částí elektrických rozvodů od připojení objektu na distribuční síť přes samotné řešení zásuvkových a světelných obvodů s využitím systémové elektroinstalace, a také ochrana objektu před bleskem. Tyto všechny části budou detailně popsány a upřesněny v projektové dokumentaci v rozsahu pro realizaci stavby.

Elektrický rozvod energie v objektech pro bydlení je v dnešní době naprostá samozřejmost, a je nutné, aby tyto rozvody byly provedeny s maximálním důrazem na spolehlivost, bezpečnost osob a majetku, a současně aby byly provedeny v hospodárných mezích. Pro realizaci těchto požadavků je, na základě technických vyhlášek a norem, nezbytné vytvořit projektovou dokumentaci, která bude při zhotovování stavby sloužit jako podklad pro elektromontéry a další zúčastněné pracovníky. V poslední době je trendem automatizace obytných a administrativních budov za účelem zvýšení komfortu, a snížení provozních nákladů.

Systémová elektroinstalace dokáže splnit téměř všechny požadavky řízení budov od jednoduchých spínání zásuvkových a světelných obvodů, až po řízení chodu fotovoltaických systémů nebo vytápění objektu. V administrativních budovách je základní požadavek snížení provozních nákladů, přičemž u objektů, které jsou určeny k bydlení je základní požadavek kladen na komfort a jednoduchost ovládání elektroinstalace.

Bakalářská práce je rozdělena do dvou částí. V první části, která je čistě teoretická, je shrnuta obecná problematika realizace elektrických rozvodů v budovách. Je zde popsána struktura legislativy pro řešenou problematiku, dále členění elektrizační soustavy v ČR a požadavky na bezpečný rozvod elektrické energie. V neposlední řadě je objasněno provedení silnoproudé a slaboproudé elektroinstalace včetně systémů pro automatizaci, ochrany objektu před bleskem a požadavky na projektovou dokumentaci ve stupni pro provedení stavby.

Druhá část se zabývá praktickou tvorbou projektové dokumentace pro bytový dům s třemi samostatnými bytovými jednotkami. Vytvořena byla výkresová a textová část projektové dokumentace. Výkresová část obsahuje návrh silnoproudých a slaboproudých obvodů, návrh rozváděčů s moduly Foxtrot od firmy Tecomat, a také návrh bleskosvodu pro objekt. Textová část obsahuje technickou zprávu, ve které je popsána realizace daných částí elektroinstalace. Přiložen k ní je rozpočet a výpočet rozváděčů s ohledem na dimenzování v programu Sichr.

1 Legislativa a zákony

Pro tvorbu technické dokumentace je nutno dodržovat zákony a normy k tomuto určené. Zákony jsou právní předpisy přijaté zákonodárnou mocí ČR (parlamentem). Naproti tomu technické normy nejsou obecně závazné. Vyhlášky a zákony už závazné jsou, a jejich nedodržením se může projektant dopustit trestného činu. Posloupnost (sestupná) dle nadřazenosti těchto předpisů je:

- Ústava ČR
- Nařízení Evropského parlamentu
- Zákony
- Nařízení vlády
- Vyhlášky
- ČSN EN (převzaté Evropské normy)
- ČSN
- IEC (normy Mezinárodní elektrotechnické komise)
- TNI (Technické normalizační informace)
- Podnikové normy[1]

Základním dokumentem shrnujícím obecné technické požadavky na výrobky, které by mohly ve zvýšené míře ohrozit zdraví či bezpečnost osob, zvířat a majetku je zákon č. 22/1997. Mezi další důležité dokumenty pro tvorbu projektové dokumentace patří: Nařízení vlády č. 163/2002 - Technické požadavky na vybrané stavební výrobky, Vyhláška č. 268/2009 o technických požadavcích na stavby a Normy ČSN 33 až 38, věnující se elektrotechnice.

1.1 Technické normy

Technické normy jsou souhrn dokumentů a dohod, které přesně popisují pravidla, postupy, požadavky pro bezpečné a hospodárné výrobky, zařízení či instalace. Samy o sobě nejsou závazné, ale i přes to, že v určitých případech pouze popisují doporučené standardizované postupy při návrhu elektroinstalací, mohou být právně vymahatelné, jelikož se na ně vztahují a odkazují zákony či vyhlášky.

V ČR existují dva typy norem: české technické normy a harmonizované normy. České technické normy jsou označeny **ČSN** (např. ČSN 33 0330) a jsou vytvářeny z důvodu absence mezinárodních norem. Harmonizované evropské normy jsou označeny **ČSN EN** (např. ČSN EN 62305) a tvoří převážnou část užívaných a nových norem.[3]

„Technická norma v novém pojetí pouze rozpracovává do podrobností základní požadavky uvedené v zákonech, směrnicích nebo technických předpisech“.[4] Jestliže se tedy projektant řídí normami, dodrží také vyhlášky a zákony na ně navazující. Z toho do jisté míry vyplývá, že je chráněn zákonem před následky havárií a úrazů, když při vypracování projektu nepochybil.

2 Elektrizační soustava a typy rozvodných sítí v ČR

Pro rozvod elektrické energie bylo potřeba vytvořit elektrizační soustavu, která bude spolehlivě přenášet a napájet konečné odběratele. Elektrizační soustava (ES) je soubor zařízení pro výrobu, přenos, transformaci a distribuci elektrické energie. Označuje celý proces výroby elektrické energie od jejího vzniku v elektrárně, přes její přenos na dlouhé vzdálenosti a distribuci do míst její spotřeby.

Přenosová soustava zajišťuje dodávku elektřiny na dlouhé vzdálenosti. Nízkých přenosových ztrát se docílí vysokou napětovou hladinou vedení. Distribuční soustava zajišťuje dodávku elektřiny již koncovým odběratelům. Distribuce je provozována na nižších napětových hladinách, kvůli izolačním vzdálenostem, nižšímu výkonu a ztrátám a hlavně praktické využitelnosti.

První uživatelé elektrické energie na území ČR byli: Textilní továrna v České Třebové (1878) a plzeňská papírna (1879). Od té doby se ES rozrůstala pomalým tempem, až do doby, kdy byl přijat zákon o soustavné elektrizaci státu (1919). Tímto se vytvořil standard pro distribuci elektrické energie. V 60. letech již bylo elektrifikováno celé území Československa.[6]

2.1 Druhy rozvodných sítí

Elektrickou síť můžeme dělit podle mnoha kritérií, těmi nejhlavnějšími jsou:

- dle velikosti napětí EZ (dle ČSN 33 0010 ed. 2)
- dle napětové hladiny (nn, vn, vvn, zvn)
- dle tvaru, uspořádání sítě (okružní, paprskové, mřížové)
- dle typu vodičů (venkovní, kabelové)
- dle zapojení uzlu soustavy

Poslední dělení dle zapojení uzlu soustavy rozebereme více do hloubky, protože při návrhu projektu musíme znát typ dané sítě, a tím také použitelnost druhů ochran před elektrickým proudem. V různých sítích se přistupuje k návrhu ochran odlišným způsobem. Toto závisí hlavně na tom, zda je zdroj sítě izolován od země nebo zda je některý z vodičů uzemněn.[7]

2.2 Označování sítí podle zapojení uzlu soustavy

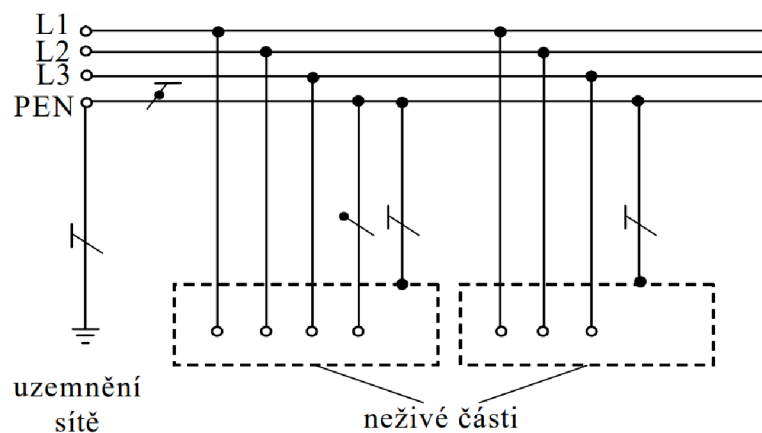
Aby se jednoznačně mohly rozlišit jednotlivé typy sítí, tak vzniklo mezinárodní značení těchto sítí pomocí písmen. První písmeno označuje vztah sítě a uzemnění. Druhé písmeno označuje vztah neživých částí EZ a uzemnění. Další písmena se uvádějí pouze v síti TN a označují uspořádání středního a ochranného vodiče.[1]

- První písmeno
 - **T** – terre (franc.) – Spojení jednoho bodu se zemí
 - **I** – isole (franc.) – Síť oddělená od země nebo připojení jednoho bodu se zemí přes velkou impedanci
- Druhé písmeno
 - **N** – neutre (franc.) – Přímé spojení neživých částí EZ s uzemněným bodem sítě (uzlem)
 - **T** – terre (franc.) – Nepřímé spojení neživých částí EZ s uzemněným bodem sítě zpravidla nezávislým zemničtem
- Další písmena (pouze u sítě TN)
 - **C** – combine (franc.) – Funkci ochranného a nulového vodiče v sobě slučuje jediný vodič (PEN)
 - **S** – separe (franc.) – Ochranný vodič (PE) je veden odděleně od pracovních vodičů

Sítě TN jsou nejpoužívanější druh sítě v ČR, co se týče domovních a bytových elektroinstalací. Síť TT a IT se využívají pro speciální aplikace. Síť TT se stále nachází zejména na Vysočině. Síť IT jsou: „... *využívány v elektrických instalacích do AC 1000 V, zejména v elektrických rozvodech v místnostech pro lékařské účely (ČSN 33 2140) a v dalších elektrických instalacích, kde je nutné, nebo výhodné, aby nedošlo k přerušení dodávky při první poruše.*“ [8]

2.2.1 Síť TN–C

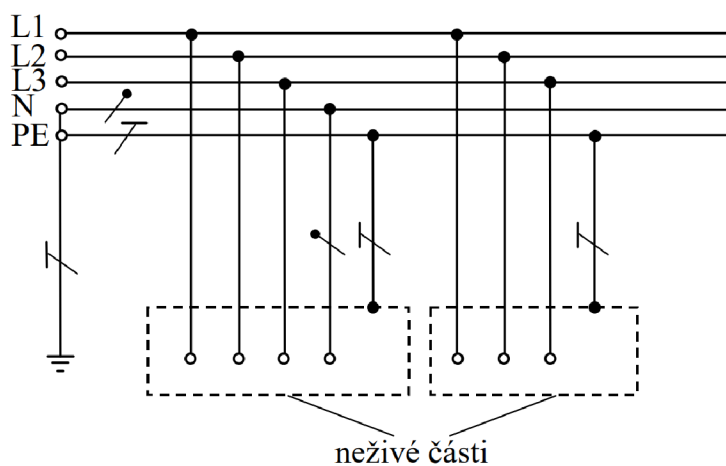
Jedná se o trojfázovou síť, která má uzemněný nulový bod, a jejíž ochranný vodič současně plní funkci středního vodiče (vodič PEN). Toto zapojení se provádělo u domovních instalací dříve, nyní se ním provádí domovní přípojky a hlavní domovní vedení. Pokud se kdekoliv v této síti rozdělí funkce ochranného vodiče, tak se již nejedná o síť TN–C, ale o síť TN–C–S. [7][9]



Obr. 2.1: Síť TN-C [7]

2.2.2 Síť TN-S

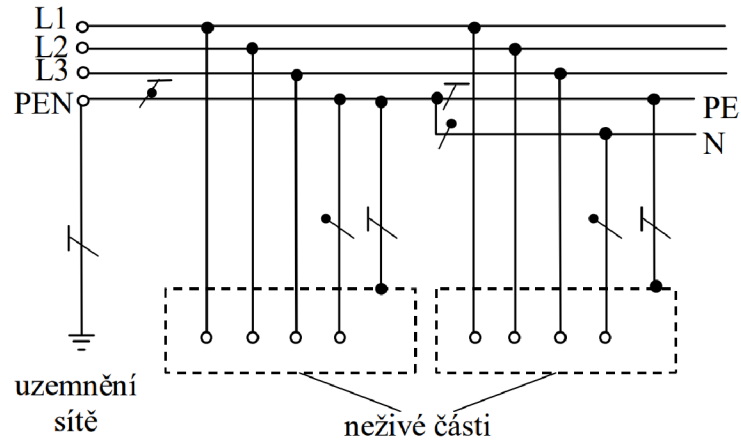
Jedná se o trojfázovou síť, která má uzemněný nulový bod a zároveň odděleně vyvedený ochranný vodič (PE) a střední vodič (N). Ochranný vodič je uzemněn na více místech. Toto zapojení se nejčastěji používá pro domovní elektroinstalace, ale i průmyslové. V těchto sítích se nesmí jistit vodiče PE a N.



Obr. 2.2: Síť TN-S [7]

2.2.3 Síť TN–C–S

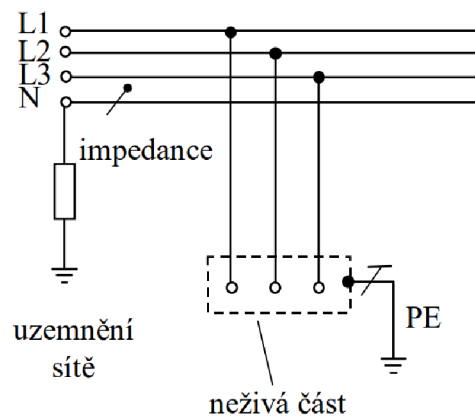
Jedná se o trojfázovou síť, která má jednu část sítě řešenou jako soustava TN–C, ale v určitém bodě (např. bytovém rozváděči) se kombinovaný ochranný vodič se středním vodičem (PEN) rozdělí na ochranný a střední vodič (PE a N). Po rozdělení vodiče PEN nesmí dojít k jeho opětovnému spojení.



Obr. 2.3: Síť TN–C–S [7]

2.2.4 Síť IT

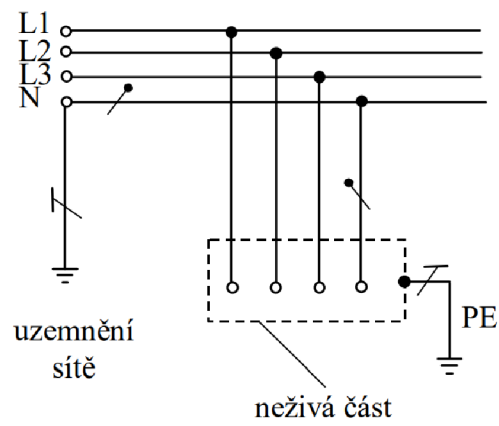
Tato trojfázová síť může mít buď všechny živé části izolované od země nebo jeden pól sítě může být spojený se zemí přes velkou impedanci. Neživé části jsou spojeny se zemí vodičem PE jednotlivě nebo po skupinách.



Obr. 2.4: Síť IT [7]

2.2.5 Síť TT

Síť TT má uzel sítě přímo uzemněný. Neživé části jsou spojeny se zemí nezávisle na uzemněném bodu sítě. Tyto mohou být připojeny individuálně nebo po skupinách.[7][9]



Obr. 2.5: Síť TT [7]

3 Ochrana před úrazem elektrickým proudem

Ochrana před úrazem elektrickým proudem je jeden z nejdůležitějších požadavků na elektrický rozvod v budovách. Účinky elektrického proudu na lidské tělo a jejich závažnost se liší dle mnoha faktorů, ale téměř vždy jsou životu nebezpečné. Hlavními faktory jsou druh proudu, jeho velikost, frekvence a doba trvání průchodu lidským tělem. Proto je nutné zajistit, aby byl rozvod elektrické energie bezpečný a zajišťoval ochranu **při normálním provozu a při poruše**.

Samotnou ochranu před úrazem před elektrickým proudem a požadavky, které musí být splněny při normálním provozu zařízení a při výskytu jedné poruchy, popisují normy ČSN 33 2000-4-41 ed.3 a ČSN EN 61140 ed.3. Základním požadavkem je, že nebezpečné živé části nesmějí být přístupné, a přístupné vodivé části nesmí být nebezpečně živé při těchto dvou stavech.[9][2]

3.1 Třída ochrany elektrických zařízení

Elektrická zařízení dělíme do čtyř tříd dle způsobu, jak je u nich zajištěna základní ochrana a ochrana při poruše. Na každém spotřebiči by tato třída měla být deklarována příslušným symbolem.

Zařízení třídy 0 mají pouze základní izolaci a žádnou ochranu při poruše. Tato jsou v České republice zakázána provozovat.

Zařízení třídy I mají základní ochranu zajištěnou základní izolací, a ochrana při poruše je realizována ochranným pospojováním, čímž se myslí připojení neživých částí zařízení k ochrannému vodiči.

Zařízení třídy II jsou zařízení, která nejsou spojena s ochranným vodičem instalace. Základní ochrana je provedena základní izolací a ochranu při poruše zajišťuje přídavná nebo zesílená izolace.

Zařízení třídy III mají základní ochranu zajištěnou omezením napětí, což je nejúčinnější způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem. Ochrana při poruše se realizuje oddělením od ostatních obvodů.

3.2 Prostředky základní ochrany

Prostředky základní ochrany poskytují ochranu při normálním provozu zařízení. Níže jsou vyjmenovány hlavní způsoby její realizace. [9]

- **Základní izolace** - izolace nebezpečných živých částí. Tato izolace může být odstraněna pouze jejím zničením.
- **Ochrana kryty nebo přepážkami** - tato ochrana je součástí elektrického zařízení a její účel je zabránit dotyku živých částí. Živé části musí být skryté za kryty nebo přepážkami se stupněm krytí minimálně IP2X. Tyto kryty nesmí být odstranitelné bez použití nástrojů.
- **Ochrana zábranou** - ochrana zábranou není součástí zařízení, a chrání pouze před neúmyslným dotykem živých částí. Typickými zábranami jsou např. závary, dveře či mříže.
- **Ochrana polohou** - tento způsob ochrany spočívá v umístění živých částí s rozdílným potenciálem mimo dosah rukou. Vzdálenosti, ve které musí být zařízení při ochraně polohou je specifikována v ČSN 33 2000-4-41 ed.3.
- **Omezení napětí** - princip je v omezení napětí mezi dvěma současně přístupnými částmi zařízení. Tato hodnota napětí je závislá na umístění zařízení, a také zda je zařízení napájeno střídavým nebo stejnosměrným napětím.

3.3 Prostředky ochrany při poruše

Prostředky ochrany při poruše brání nepřímému dotyku za podmínek jedné poruchy.

- **Přídavná izolace** - tato izolace není závislá na izolaci základní, a musí snést minimálně stejné elektrické namáhání jako základní izolace.
- **Ochranné uzemnění a pospojování** - spočívá v připojení všech neživých částí EZ na potenciál země. Toto se týká všech neživých částí, které jsou současně přístupné dotyku. V objektech se zřizuje hlavní ochranná přípojnice (HOP), na kterou jsou připojeny všechny vodivé konstrukce v objektu, kovová potrubí a ochranné vodiče.
- **Automatické odpojení od zdroje** - pro zajištění funkce je nutné, aby všechny neživé části byly připojeny na potenciál země, a také aby uzemnění objektu bylo provedeno správně, co se týče zemního odporu. Samotná ochrana je provedena použitím ochranných přístrojů jako jsou jističe, proudové chrániče či pojistky. Tyto mají odpojit zařízení v předepsaném čase.
- **Jednoduché oddělení obvodů** - obvod je galvanicky oddělen od země použitím oddělovacího zdroje. Neživé části odděleného zařízení musí být vzájemně pospojeny, ale neuzemněny.

3.4 Prostředky zvýšené ochrany

Prostředky zvýšené ochrany zajišťují zároveň základní ochranu i ochranu při poruše. Patří zde ochrana **zesílenou izolací, ochranným oddělením obvodů a zdrojem omezeného proudu.**

3.5 Doplnková ochrana

Doplnková ochrana smí být použita pouze jako doplněk základní ochrany, samotná nemůže zajišťovat ochranu elektrického zařízení. Spadá pod ní **ochrana proudovým chráničem a doplnková izolace.** [9]

4 Zřízení elektrické přípojky k objektu

V ČR je zřízení elektrické přípojky v kompetenci tří distributorů elektrické energie. Jedná se o tyto společnosti: ČEZ Distribuce, a. s. , EG.D (dříve E.ON), a. s. a PREdistribuce, a. s. . Společnost EG.D, a. s. spravuje jižní část ČR a převážnou část Zlínského kraje, a PREdistribuce a. s. zajišťuje distribuci elektřiny v hlavním městě Praha. ČEZ Distribuce, a. s. , se stará o zbytek území.

Přípojení odběrného místa lze rozdělit do dvou částí. První část se nazývá elektrická přípojka a tu zřizuje distributor na svoje náklady (pouze v zastavěném území, mimo něj hradí připojení pouze do 50 m). **Elektrická přípojka** zahrnuje část vedení včetně pojistkové domovní skříň (HDS – hlavní domovní skříň). Druhou částí je **přívodní vedení**, které začíná na vývodních svorkách pojistkové domovní skříňe hlavním domovním vedením (HDV) a skrze elektroměrový rozváděč (ER) pokračuje až do připojovaného objektu. Tuto část už hradí žadatel o připojení. [10]

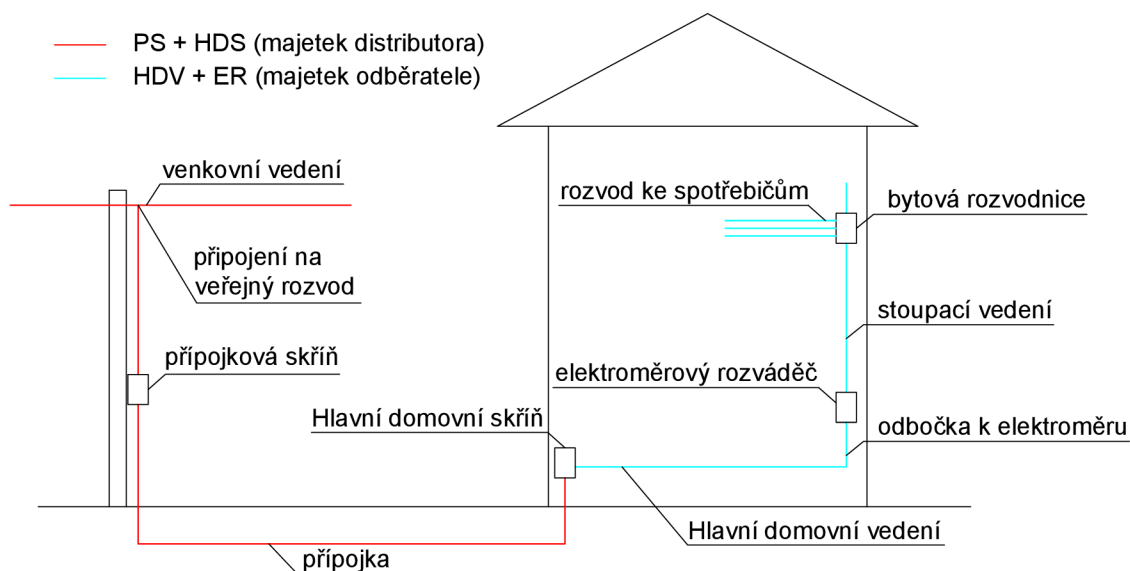
4.1 Elektrická přípojka

Ze zákona č. 458/2000 Sb. (energetický zákon) vyplývá, že provozovatel distribuční soustavy je povinen připojit každého žadatele, který o to požádá, a zároveň splňuje připojovací podmínky daného distributora. Distributor má také právo žadatele nepřipojit do distribuční soustavy, když prokazatelně dokáže nedostatek kapacity zařízení pro distribuci, nebo také když není zajištěna bezpečnost a spolehlivost provozu dané distribuční soustavy.

Požadavky na přípojku jsou upřesněny v § 45 energetického zákona, kde je stanoveno, kdo je povinen přípojku uhradit, a kdo je povinen zajistit její provoz a údržbu. Ze zákona č. 458/2000 Sb. také vychází norma ČSN 33 3320 ed.2, která blíže specifikuje problematiku elektrických přípojek.

Části domovních elektrických rozvodů dělíme na:

- přípojku
- hlavní domovní skříň (HDS)
- hlavní domovní vedení (HDV)
- odbočky z HDV
- elektroměrové rozvodnice (ER)
- bytové rozvodnice
- jednotlivé bytové okruhy[9]



Obr. 4.1: Kombinovaná domovní přípojka provedená kabelovým vedením

4.1.1 Přípojka

Přípojky se dělí podle způsobu provedení na:

- provedené venkovním vedením
- provedené kabelovým vedením

Přípojky provedené venkovním vedením jsou ukončeny v hlavní domovní pojistkové skříni. Pokud není zřízena HDS na odběratelově nemovitosti, tak je ukončení na kotevním bodě nebo na svorkách hlavního jističe. Z AlFe lan přivedených na konzolu objektu odběratele vede dále do HDS izolovaný vodič. Ten se táhne skrze zeď v ochranné trubce.

Přípojky provedené kabelovým vedením jsou ukončeny v hlavní domovní kabelové skříni. Provedení je čtyřžilovým kabelem, přičemž minimální průřez vodičů je 10 mm^2 pro měděné vodiče, a pro hliníkové vodiče je minimální průřez o stupeň vyšší (16 mm^2). [9]

4.1.2 Hlavní domovní skříň

Hlavní domovní skříň je místo, kde jsou pojistky pro jištění jednotlivých fází z distribuční soustavy a také rozvodný pásek pro rozvod vodiče PEN, který je zde uzemněn. HDS bývá zřízena na veřejně přístupném místě, ve většině případů tak bývá na zdi nemovitosti nebo ve sloupku na hranici pozemku. Pojistky v HDS se volí o 2 stupně vyšší, než má hlavní jistič v elektroměrovém rozváděči z důvodu zajištění selektivity. [9]

4.1.3 Hlavní domovní vedení

Hlavní domovní vedení je vedení od hlavní domovní skříně až po poslední odbočku k elektroměru. Jestliže HDV prochází dvěma a více podlažími, tak se jeho svislá část nazývá *hlavní stoupací vedení*. HDV se u rozsáhlejších objektů může dělit na více odboček. Vedení, ze kterého jsou vyvedeny odbočky, se nazývá *hlavní kmenové vedení* a samotné odbočky se nazývají *větve hlavního domovního vedení*. Hlavní domovní vedení musí být umístěno tak, aby byl co nejvíce ztížen nedovolený odběr elektřiny a také, aby byla jeho výměna možná bez stavebních zásahů.

V budovách, kde jsou více než tři odběratelé, se podle potřeby zřizuje jedno i více domovních vedení. Je-li hlavní domovní vedení rozvětveno na dvě a více větví, větvení se provede v odbočovacích rozvodnicích.

Jednotlivá HDV se jistí v přípojkové skříní příslušně dimenzovanou sadou pojistek. HDV má nejčastěji stejný počet pracovních vodičů jako má elektrická přípojka. Ochranný vodič musí vést po celé délce vedení. Průřez vodičů HDV musí být po celé délce vedení stejný. Výjimku tvoří místa, kde jsou odbočky k větším spotřebičům, kde z hlavního kmenového domovního vedení odbočují jednotlivé větve HDV, nebo kde je část HDV od přípojkové skříně k prvnímu odbočení k elektroměru tvořena vodiči jiné konstrukce než má hlavní stoupací vedení.

V bytových domech bývá HDV umístěno vždy na veřejně přístupném místě (scho-diště). U cihlových staveb je zavedeno v trubkách ve zdech, a v panelových domech je zavedeno v elektrorozvodném jádře domu.[11]

4.1.4 Odbočky k elektroměrům

Z hlavního domovního vedení se dělají odbočky k elektroměrům pomocí elektroměrových rozváděčů nebo odbočnými rozvodnicemi. Je-li odbočka provedena pomocí odbočné rozvodnice, musí být umístěna tak, aby její spodní okraj byl ve výšce 1,8 až 2,5 m nad úrovní podlahy. Tyto rozvodnice nesmějí být umístěny v prostoru nad schody, a také by se neměly umísťovat v prostředí jiném než normálním.

Elektroměry a další měřicí zařízení se umísťují obvykle v bezprostřední vzdálenosti od místa připojení. Toto místo musí být také veřejně přístupné a neuzamykatelné. Elektroměry jsou běžně umísťovány v elektroměrových rozváděčích. Pokud jsou umístěny jinde (např. u vchodu do bytu), musí být zřízena samostatná odbočka z hlavního domovního vedení nebo z přípojkové skříně.

Odbočky k elektroměrům jsou prováděny jednofázově nebo třífázově. Pokud je v bytovém domě více připojeno více míst jednofázově, je nutné, aby fáze hlavního domovního vedení byly rovnoměrně zatěžovány. Podle výpočtu maximálního souběžného příkonu bytu se byty rozdělují do elektrizačních stupňů, z čehož se určí mini-

mální průřez vodičů odbočky. Jednofázové odbočky se smí provádět pouze k bytům se soudobým příkonem do 5,5 kW. Pokud je příkon vyšší, vždy je provedení třífázové.

Odbočky k elektroměrům musí být jištěny u HDV ve stejném podlaží, kde se nachází elektroměr. Jestliže mají odbočky méně než 3 m, tak je dovoleno je jistit jističem až před samotným elektroměrem.[11]

4.1.5 Elektroměrové rozvodnice

Elektroměrová rozvodnice (ER) slouží k instalaci měřícího zařízení a také jištění samotné odbočky k elektroměru. V případě, když byt využívá elektrický boiler nebo nějaký jiný akumulární spotřebič, tak se používá dvousazbový elektroměr. U dvousazbového elektroměru bývá součástí přijímač hromadného dálkového ovládní (HDO), kterým se přepíná měření v tzv. nízkém a vysokém tarifu.[9]

4.1.6 Hlavní domovní (bytový) rozváděč

Bytové rozváděče slouží k umístění všech potřebných elektrických přístrojů k bezpečnému elektrickému rozvodu v bytě. Obvyklou výzbrojí bytového rozváděče jsou: jističe, stykače, proudové chrániče, přepětové ochrany atd. Jednotlivé okruhy musí být v rozváděči jednoznačně popsány, a musí být zřejmé k čemu slouží. Bytové rozvodnice nemusí mít hlavní vypínač. Taktéž je zde obvykle rozdělen ochranný vodič PEN na PE a N. Další bytové jednofázové rozvody pokračují v třívodičové kabeláži, pokud se v bytě jedná o síť TN-S.[11][9]

4.2 Připojovací podmínky distributorů

Každá z distribučních společností má svoje technické požadavky na zařízení při připojení objektu k distribuční síti. Tyto požadavky zahrnují část rozvodů od umístění hlavní domovní skříně, přes odbočky k elektroměrům až po samotné elektroměrové rozváděče. Při nesplnění těchto podmínek má distribuční společnost právo nevyhovět požadavku o připojení objektu. V tabulce níže jsou jednotlivé požadavky v závislosti na distribuční společnosti.

Technický požadavek	ČEZ distribuce	EG.D	PRE distribuce
Platnost podmínek	Nové přípojky, rekonstruované, po ukončení rezervace příkonu, změna počtu fází/sazby	Nové přípojky, rekonstruované, po ukončení rezervace příkonu, změna počtu fází/sazby	Nové přípojky, rekonstruované, změna počtu fází/sazby
HDV a odbočky k ER	Vždy v soustavě TN-C, min. průřez 6 mm ² (Cu), max. průřez 16 mm ² (Cu)	Vždy v soustavě TN-C, min. průřez 6 mm ² (Cu), max. průřez 16 mm ² (Cu)	Vždy v soustavě TN-C, min. průřez 6 mm ² (Cu), max. průřez 25 mm ² (Cu)
Rozdělení vodiče PEN	Možnost rozdělení již v ER	Rozdělení až v měřené části instalace	Rozdělení až v měřené části instalace
Hlavní vypínač objektu	Neupřesňuje	U bytových domů lze umístit do neměřené části instalace, ale napájen musí být z měřené části	Neupřesňuje
Hlavní jistič před elektroměrem	S vypínací charakteristikou B, ve výjimečných případech C i D, zkratová schopnost min. 10 kA	S vypínací charakteristikou B, ve výjimečných případech C i D, zkratová schopnost min. 10 kA	S vypínací charakteristikou B, ve výjimečných případech C, zkratová schopnost min. 10 kA
Jistič HDO	Jistič s max. hodnotou 6 A charakteristika B nebo C	Jistič s max. hodnotou 2 A, charakteristika B	Lze napájet ze svorek elektroměru, samostatně jištěn 6A jističem
Umístění ER	Střední číselníků elektroměrů ve výšce 1000 - 1700 mm od podlahy, v provedení více elektroměrů nad sebou mohou být střední číselníků 700 - 1700 mm nad podlahou		
Prostředí ER	Musí vyhovovat vnějším vlivům prostředí, ve kterém se nacházejí, musí být v těchto podmínkách odzkoušeny		
Stupeň krytí ER	min. IP2XC pro vnitřní prostory, min. IP43 ve venkovních prostorech	min. IP2XC pro vnitřní prostory, min. IP43 ve venkovních prostorech	min. IP40 v normálních prostorech, min. IP43 ve venkovních prostorech

Obr. 4.2: Připojovací podmínky distribučních společností [12][13][14]

4.3 Výpočtové zatížení hlavního domovního vedení

Při výpočtu průřezu hlavního domovního vedení z hlediska proudového zatížení je třeba vypočítat maximální soudobé výkony jednotlivých bytů. Z celkového maximálního soudobého výkonu a součinitele náročnosti se poté určí průřez HDV, který vyhovuje všem kontrolovaným parametrům (dovolené oteplení, úbytek napětí, účinky zkratových proudů).

Výpočtové zatížení

Pro výpočet zatížení HDV uvažujeme maximální soudobý příkon jednoho bytu jako příkon fiktivního spotřebiče. Byty rozdělujeme podle příkonu na dvě skupiny:

- **byty stupně elektrizace A** - byty v nichž je uvažováno užití elektřiny pro osvětlení a pro spotřebiče, které nepřesahují svým příkonem hodnotu 3,5 kVA.
- **byty stupně elektrizace B** - byty s uvažovaným užitím elektřiny jako v bytech stupně A, ale s využitím spotřebičů s příkonem nad 3,5 kVA pro vaření či pečení.

Tab. 4.1: Stupně elektrizace bytů [11]

Stupeň elektrizace bytu	Uvažovaná hodnota maximálního soudobého příkonu bytu
stupeň A	$P_b = 7 \text{ kW}$
stupeň B	$P_b = 11 \text{ kW}$

Výpočtové zatížení se určí ze vztahu:

$$P_p = \sum_{i=1}^n P_{bi} \cdot \beta_n, \quad (4.1)$$

kde:

n ...počet bytů připojených na hlavní domovní vedení,

$\sum_{i=1}^n$...součet soudobých příkonů všech bytů připojených na HDV,

β_n ...soudobost pro n bytů.

Výpočtový proud

Pro získání hodnoty výpočtového proudu odpovídajícímu výpočtovému zatížení platí:

$$I_p = \frac{P_p}{\sqrt{3} \cdot U_s \cdot \cos\varphi} \quad (4.2)$$

kde:

U_s ...jmenovité sdružené napětí soustavy,

$\cos\varphi$...průměrný účinník spotřebičů v době maxima spotřeby, u bytů $\cos\varphi = 1$.

Informativní hodnota soudobosti pro skupinu bytů

Pro výpočet činitele soudobosti v soustředěné bytové výstavbě lze použít Ruscův vzorec:

$$\beta_n = \beta_\infty + (1 - \beta_\infty) \cdot \frac{1}{\sqrt{n}}, \quad (4.3)$$

kde:

β_n ...soudobost pro uvažovaný počet bytů ve skupině,

β_∞ ...soudobost pro nekonečný počet bytů,

n ...počet bytů ve skupině.

Za soudobost nekonečného počtu bytů lze považovat hodnotu $\beta_\infty = 0,20$. Takto vypočtené hodnoty součinitele náročnosti lze využít pro výpočet a kontrolu průřezu HDV v objektu. [11]

5 Domovní elektroinstalace

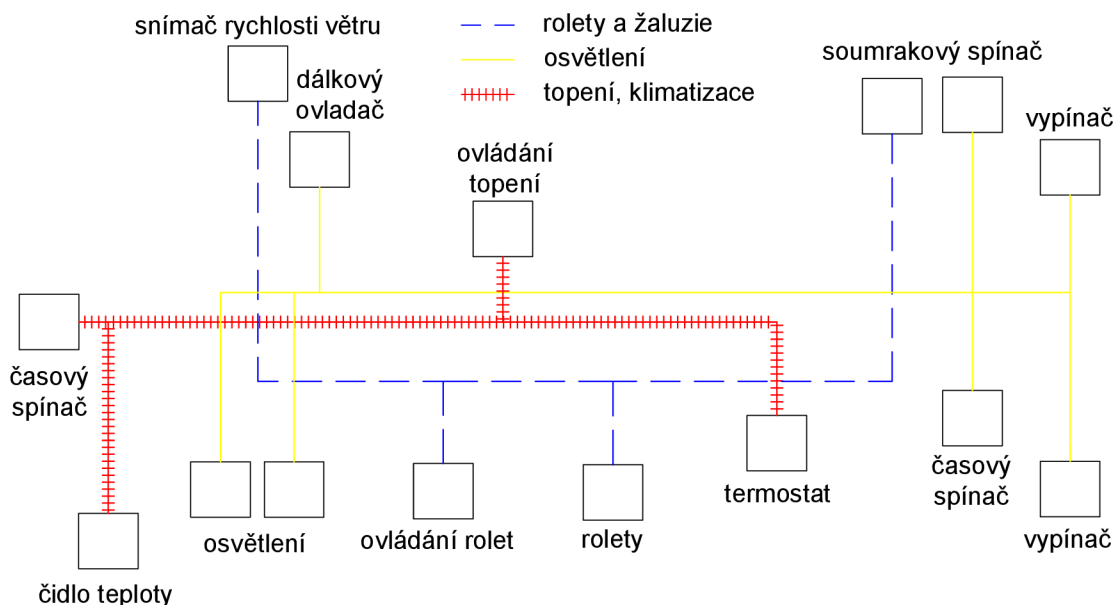
Domovní elektroinstalace je soubor spínacích, výkonových, ovládacích a jistících prvků tvořící funkční celek. Podle způsobu ovládní jednotlivých prvků a jejich způsobu komunikace se dělí na klasickou nebo systémovou elektroinstalaci.

V poslední době se stále více investorů odklání od klasických elektroinstalací a požadují systémovou elektroinstalaci z důvodů zvýšeného komfortu a také energetických úspor. Naopak u klasické elektroinstalace lze počítat s menšími pořizovacími náklady.

5.1 Klasická elektroinstalace

Klasická elektroinstalace se skládá obvykle pouze ze zásuvkových a světelných obvodů. Další funkce elektroinstalace (např. vytápění, klimatizační jednotka či zabezpečení objektu) je nutno řídit specializovanými řídicími systémy. Zapojení a kabeláž v klasické elektroinstalaci je pevné a neměnné, při úpravách je nutnost vysekat nové drážky a tím se zvedají náklady na realizaci.

Další nevýhoda klasických elektroinstalací je komplikovanost rozvodů a množství kabelů při vyšším stupni automatizace budovy. Tyto jednotlivé automatizační systémy nelze prakticky propojit, jelikož komunikují přes různá komunikační rozhraní. Částečnou automatizaci u těchto budov nabízí systém se sériovým sběrníkovým systémem. Topologicky je tento systém zobrazen níže.[15][16]



Obr. 5.1: Princip propojení zařízení u klasické domovní elektroinstalace, podle [16]

5.2 Systémová elektroinstalace

Systémová elektroinstalace je pojem označující elektroinstalaci, která se skládá z dílčích částí schopných vzájemné komunikace a možnosti součinnosti všech těchto částí. Díky vzájemnému propojení všech členů (senzorů a aktorů) po datové sběrnici, má systémová elektroinstalace výhodu vysoké variability možnosti ovládní prvků. Ovládanými spotřebiči mohou například být: osvětlení, spotřebiče zapojené do zásuvky, rolety, žaluzie, klimatizace, vytápění nebo poplachové systémy.

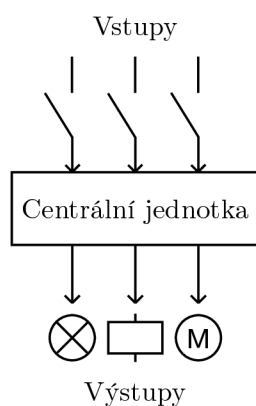
Systémové instalace využívají dva druhy členů: **senzory** a **aktory**. Tyto si vzájemně po sběrnici vyměňují informace. Senzory jsou napájeny ze sběrnice většinou bezpečným malým napětím (SELV). Senzory mohou být například: snímače teploty, vlhkosti, větru nebo vypínače. Aktory jsou součástí silových rozvodů. Mají za úkol vykonat požadovaný úkon na základě informace poslané senzorem.

Senzory a aktory jsou zapojeny paralelně na datovou sběrnici. Toto umožňuje jednoduché rozšíření systému či jeho úpravy. Podle toho jak jsou jednotlivé členy zapojeny na instalační sběrnici a podle toho jakou mají prioritu, rozdělujeme sběrnice systémy na dva druhy: **centralizovaný systém** a **decentralizovaný systém**.

U obou typů systémů jsou všechny aktivní prvky připojeny ke společné sběrnici. Aktivní prvky jsou vybaveny řídicími elektronickými obvody, které umožňují adresnou komunikaci.[15][16]

5.2.1 Centralizovaný systém

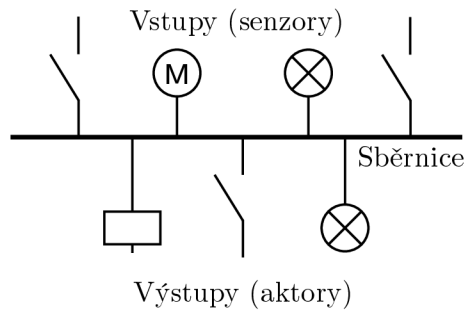
Centralizovaný systém má hlavní řídicí jednotku, která řídí provoz na sběrnici a určuje komu mají být přijaté informace poslány. Na tuto jednotku jsou hvězdicově připojeny všechny prvky systému. Prvky si mezi sebou mohou vyměňovat informace pouze přes tuto řídicí jednotku. Řídicí jednotka posílá informace pouze jednomu z prvků současně. V případě poruchy řídicí jednotky selže celý systém. [16]



Obr. 5.2: Princip centralizovaného systému, podle [16]

5.2.2 Decentralizovaný systém

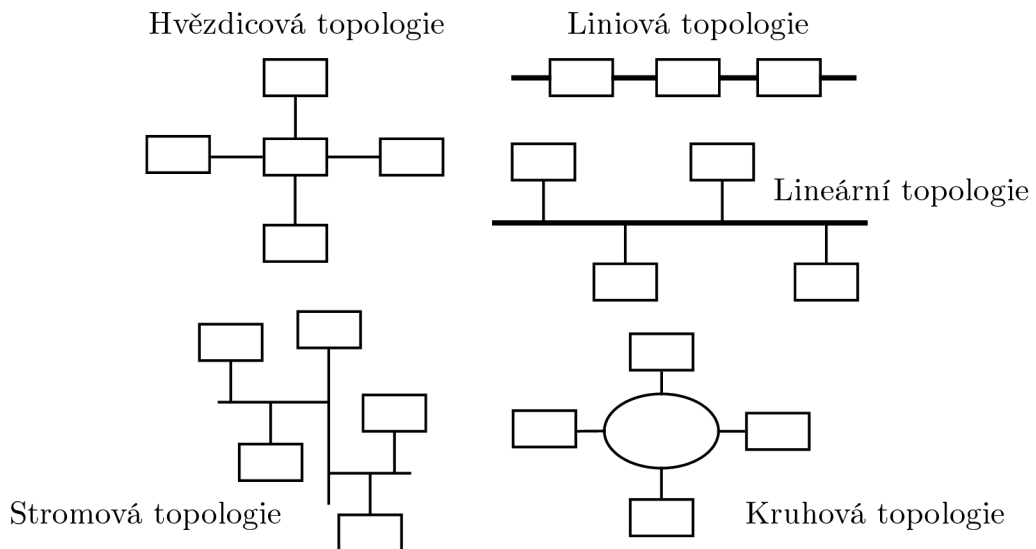
V decentralizovaném systému neexistuje žádná hlavní řídicí jednotka. Všechny senzory a aktory (účastníci) mají vlastní mikroprocesor s pamětí. Všichni účastníci jsou tedy na stejné úrovni z hlediska priority. Každý z účastníků může současně přijímat a vysílat data. V případě poruchy je nefunkční pouze zasažený účastník.[15][16]



Obr. 5.3: Princip decentralizovaného systému, podle [16]

5.2.3 Topologie zapojení sběrnic

Sběrnicevé systémy mohou být zapojeny mnoha způsoby. Prvky instalace mohou být propojeny mezi sebou kabelovým vedením či bezdrátově, nebo komunikují skrze hlavní řídicí jednotku. Základními topologiemi jsou: liniová, hvězdicová, lineární, kruhová, stromová a mesh.



Obr. 5.4: Topologie sběrnicových systémů

5.3 Systémy pro automatizaci elektroinstalace

Mnoho společností se na trhu zabývá řešeními pro automatizaci domovních elektroinstalací. Jejich systémy mohou být centralizované (LOXONE, Tecomat Foxtrot), s rozprostřenou logikou (ABB i-bus KNX) nebo s rozprostřenou logikou včetně centrální jednotky (Eaton Xcomfort).

5.3.1 ABB i-bus KNX

ABB je švédsko-švýcarská nadnárodní korporace, která v Česku působí už od roku 1992. ABB využívá první standardizovaný systém pro automatizaci budov KNX, který je v souladu s mezinárodními standardy.

Systém používá pro propojení prvků datovou sběrnici, nemá hlavní řídicí jednotku. KNX sběrnice se skládá z dvojice kroucených dvojlinek (kabel YCYM 2x2x0,8).

Topologie může být liniová, stromová nebo hvězdicová. Nejnižší úroveň systému se nazývá linie, na kterou může být připojeno až 64 přístrojů. Každá linie musí mít svůj vlastní napájecí zdroj a přepětovou ochranu. Systém lze ovládat skrze Internet či SMS.[17][18]

5.3.2 ABB-free@home

ABB-free@home je další systém z řešení systémových elektroinstalací od firmy ABB. Využívá sběrnicevého kabelu nebo bezsběrnicevého propojení modulů. Možná je i varianta využití obou způsobů propojení. Systém má hlavní řídicí jednotku.

V případě využití sběrnicevého propojení systém vyžaduje napájení (24 V DC) akčních členů pro jejich napájení a vzájemnou komunikaci. Akční členy lze podle podmínek uložit do rozváděče na DIN lištu nebo do elektroinstalačních krabic s tlačítkovým rozhraním. Sběrnice využívá certifikovaný KNX kabel YCYM 2x2x0,8 nebo kabel J-Y(ST)Y 2x2x0,8.

Na sběrnici systému lze připojit maximálně 150 prvků (započítává se i hlavní řídicí jednotka). Topologie sběrnicevého modulu může být libovolná, ale instalace nesmí být provedena do uzavřené smyčky. Délka sběrnice má určitá omezení:

- Maximální délka sběrnice je 1000 m v celém objektu.
- Vzdálenost mezi napájením a nejvzdálenějším prvkem je maximálně 350 m.
- Vzdálenost mezi dvěma prvky na sběrnici nesmí přesáhnout 700 m.

Systém nabízí také možnost bezsběrnicevého propojení modulů. V tomto případě jsou prvky napájeny sítovým napětím 230 V AC. Prvky tak v sobě ukrývají jak snímač, tak i akční člen. Toto provedení je podobné konvenčnímu způsobu instalace. Systém využívá frekvenci 2,4 GHz pro komunikaci a šifrování AES-128. [19][20]

5.3.3 Loxone

Loxone Electronics GmbH je společnost založená v roce 2009 v rakouském Kollerschlagu. Nejdříve bylo zaměření firmy pouze na chytrou domácnost, ale v následujících letech se pole působení rozšířilo i na bytové a průmyslové budovy či jiné aplikace.

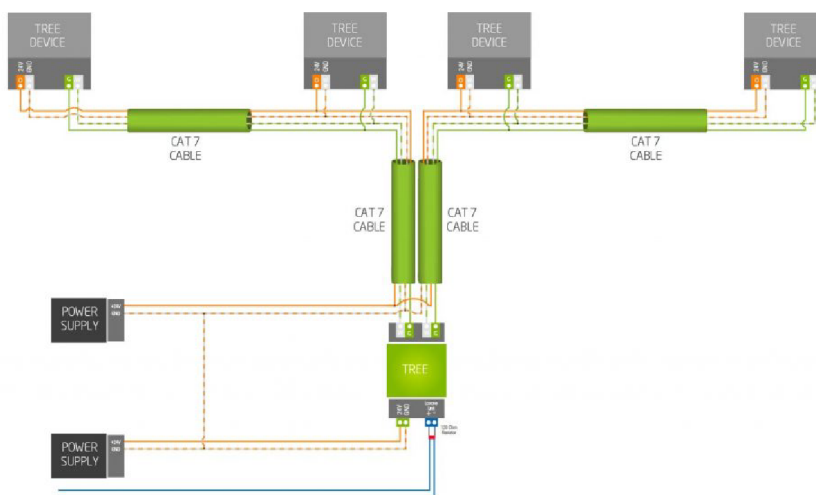
Loxone je centralizovaný systém, který využívá centrální jednotku Loxone Miniserver ve třech provedeních: Miniserver, Miniserver Compact a Miniserver Go. Tato jednotka je umístěna buď na DIN liště (Miniserver, Miniserver Compact) nebo kdekoli v objektu (Miniserver Go).

Systém Loxone může být koncipován bezdrátově (Loxone Air) nebo klasicky kabelově pomocí CAT7 kabelu (Loxone Tree).[21]

5.3.4 Loxone Tree

Loxone Tree je rozšíření centrální jednotky Miniserver, které umožňuje integraci zařízení Tree pomocí CAT7 kabelu do centrální jednotky. CAT7 kabel se skládá ze dvou dvojic vodičů: zeleno-bílý pár je určen pro komunikaci v Tree rozhraní, a oranžovo-bílý pár je určen k napájení nevýkonových prvků (24 V DC).

Možné topologie systému Tree jsou: hvězdicová, liniová, stromová a sběrnicová. Tree Extension obsahuje dvě rozhraní, do kterých se připojují větve elektroinstalace. Ke každé větvi lze připojit maximálně 50 zařízení, přičemž maximální délka kabeláže zeleno-bílého páru pro komunikaci je 500 m. Tato maximální vzdálenost neplatí pro 24V DC napájení prvků systému. Například u napájení osvětlení může být maximální délka kabelu nižší z důvodu úbytku napětí.[21]



Obr. 5.5: Možné schéma zapojení systému Loxone Tree [21]

5.3.5 Loxone Air

Loxone Air je bezdrátová varianta chytrého systému Loxone. Kvůli tomu se hodí už do stávajících objektů bez nutnosti sekání drážek a bourání. Pro zprovoznění je potřeba mít hlavní řídicí jednotku Miniserver Compact/Go nebo dokoupit Air Base Extension.

Systém pracuje na frekvenci 868 MHz, v případě rušení s jiným systémem lze frekvenci změnit. Loxone Air využívá jednotlivé prvky systému jako repeatery, čímž lze dosáhnout připojení i do vzdálenějších míst objektu. Maximální počet zařízení připojených do jednoho Miniserveru je 128.[21]

5.3.6 EATON xComfort

EATON je americko-irská nadnárodní společnost, která nabízí systém xComfort. Systém je navržen pro použití v domácnostech a ve firmách. Senzory jsou napájeny bateriově, akční členy jsou připojeny na síťové napětí 230 V AC. Senzory posílají signály bezdrátově do hlavní řídicí jednotky Smart manager. Signály jsou přenášeny na frekvenci 868,3 MHz. Aktory lze ovládat bezdrátově nebo běžnými vypínači 230 V.

Systémem lze ovládat osvětlení, vytápění, žaluzie, zavlažování či zabezpečovací systémy. Jeho výhodou je snadná instalace do klasických instalací.[24]

5.3.7 Tecomat Foxtrot

Teco a.s. je česká společnost zaměřující se na výrobu průmyslových řídicích systémů kategorie PLC. Společnost vznikla v roce 1993 ze závodu TESLA Kolín. Oblasti použití PLC automatu jsou velice široké, lze je použít v průmyslových budovách, rodinných domech či v speciálních aplikacích vyžadujících specifické požadavky.

Tecomat Foxtrot je systém s hlavní řídicí jednotkou. Lze jej projektovat s centralizovanou kabeláží, kdy je veškerá kabeláž vstupů a výstupů vedena do jednoho či více rozváděčů. Je zde také možnost připojit veškeré aktivní prvky na dvouvoňovou sběrnici CIB o maximální délce 400 m. Sběrnici lze libovolně větvit, nebo uspořádat do jedné z klasických sběrnicových topologií. K centrální jednotce je také možnost připojit moduly Rfox pro bezdrátovou komunikaci.

Většina periferních modulů Cfox (moduly pro sběrnicové připojení) je připojena přes sběrnici CIB, ale systém také podporuje komunikaci přes jiné druhy rozhraní (RS-232, RS-485, Ethernet, USB). Díky tomuto lze systém propojit se zařízeními mimo řadu Cfox. Tyto zařízení zahrnují: zabezpečovací a kamerové systémy, tepelná čerpadla nebo klimatizační jednotky.[22][23]

V této bakalářské práci byl zvolen systém Tecomat Foxtrot z těchto důvodů: systém je od české firmy s dlouhou tradicí s PLC systémy, otevřenost systému, propracovaná příručka pro projektanty s příklady zapojení systému, možnost programování v programu Mosaic, který lze využívat plně za rozumnou cenu a také kompatibilita systému Foxtrot s dalšími technologiemi. Níže jsou popsány jednotlivé moduly systému Foxtrot a jejich specifikace. [23]

Jádrem systému je základní jednotka CP-2000.11NDNN. Montáž modulu je na DIN lištu v rozvodné skříni objektu. Základní modul je třeba napájet externím zdrojem PS2-60/27. Modul obsahuje dva mastery sběrnice CIB, tudíž je možné je připojit dvě datové sběrnice. Systém lze rozšířit ještě sběrnici TCL2 či externími mastery, které jsou připojeny skrze rozhraní LAN. Modul je i ve variantě s vestavěným modulem LTE.

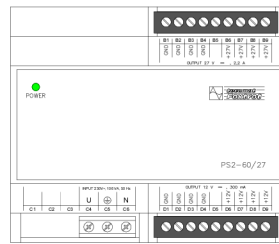
Napájecí zdroj PS2-60/27 zajišťuje napájení základní jednotky a dalších připojených modulů k ní. Napětí na výstupu z modulu je 27,2 V pro prvky systému Foxtrot. Druhou napěťovou hladinou 12 V jsou napájeny externí prvky EPS a EZS. Zdroj splňuje požadavky pro zdroje malého napětí SELV. Celkový výkon, kterým je možné zdroj zatížit je 60 W.

Spínání osvětlení a zásuvek je realizováno pomocí modulu C-OR-0011M-800. Je osazen 11 relé s jmenovitým proudem 16 A. Dokáže vydržet spínací proud až 800 A po dobu 200 μ s, čímž se hodí pro spínání zátěží s velkými zapínacími proudy (např. LED zdroje). Modul může být napájen ze přímo z datové sběrnice CIB nebo z externího zdroje s napětím 24 V DC.

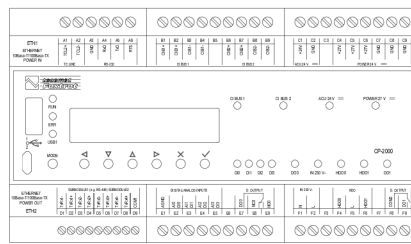
Ovládání žaluzií je zajištěno modulem C-JC-0006M s funkcí blokování sepnutí obou směrů pohybu žaluzií zároveň. Je osazen 6 relé, každé s trvalým proudem 3 A. Modul také umožňuje manuální ovládání žaluzií při výpadku komunikace na datové sběrnici. Je doporučeno napájení ze samostatného zdroje 24 V DC pro odlehčení sběrnice CIB.

Stmívání osvětlení je řízeno modulem C-DM-0402M-RLC s dvěma výstupy. Výstupy jsou fázově řízeny, typ zátěže (RL nebo RC) se volí v softwarové konfiguraci. LED zdroje lze připojit až do příkonu 250 VA. Instalace stmívače zatěžovaného velkým výstupním výkonem je nutná tak, aby nebylo narušeno proudění vzduchu okolo modulu.

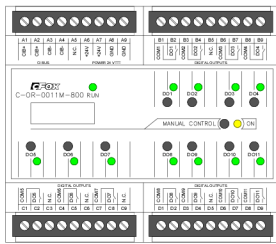
Řízení radiátorových ventilů umožňuje modul C-HC-0201F-E. Hlavice je napájena z CIB sběrnice, a disponuje 2 analogovými vstupy a teplotním čidlem. Hodnotu zdvihu ventilu je třeba zkorigovat v systému Mosaic. Modul by měl být instalován v horní pozici vůči ventilu, kvůli možnosti netěsnosti ventilu. [23]



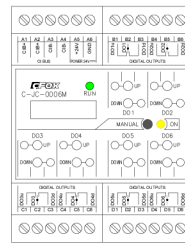
PS2-60/27



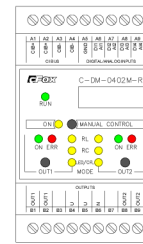
CP-2000



C-OR-0011M-800



C-JC-0006M



C-DM-0402M-RLC

Obr. 5.6: Čelní pohled na moduly Foxtrot [23]

Tab. 5.1: Srovnání řešení systémových instalací

	ABB i-bus KNX	ABB- free@home	Loxone Tree	Loxone Air	Tecomat Foxtrot
Řídící jednotka	Ne	Ano	Ano	Ano	Ano
Propojení prvků	Sběrnice KNX	Sběrnice KNX/RF	Sběrnice CAT7	RF	Sběrnice CIB/RF
Max. počet prvků	Více než 50 000	150	100	128	576
Max. délka připojení	Neuvedeno	1000 m	500 m	Neuvedeno	400 m
Napájení modulů	30 V	30 V/230 V	24 V	Podle modulu	24 V/27,2 V
Připojení přes internet	Ano	Ano	Ano	Ano	Ano

6 Silnoproudá elektroinstalace

6.1 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody jsou zřizovány pro připojení spotřebičů s vidlicí určenou do zásuvky. Provádějí se nejčastěji vodičem CYKY 3x2,5 mm². Na zásuvkové obvody lze pevně připojit jednoúčelové spotřebiče s maximálním příkonem do 2000 VA. Všechny zásuvkové obvody (kromě chladničky/mrazničky) mají být jištěny proudovým chráničem s reziduálním proudem 30 mA.

Zásuvky musí být provedeny s ochranným kolíkem, který je připojen na ochranný vodič. Při pohledu na zásuvku zepředu musí být ochranný kolík umístěný nahoře, umístění fáze může být vpravo nebo vlevo, ale doporučeno je umístění vlevo. Při jiném umístění fázového a středního vodiče musí být všechny zásuvky provedeny stejně v celém objektu.

Na jeden jednofázový obvod je možno připojit maximálně 10 zásuvkových vývodů. Instalovaný příkon nesmí překročit 3520 VA na tomto obvodu (při jištění 16 A). Zásuvky s dvojitými svorkami jsou připojeny smyčkováním a musí být připojeny na jeden obvod. Vícenásobné zásuvky, které jsou připojeny na různé obvody, musí být uvnitř rozděleny izolačními přepážkami. Trojfázové zásuvky se v bytových domech většinou nezřizují.[11]

6.2 Světelné obvody

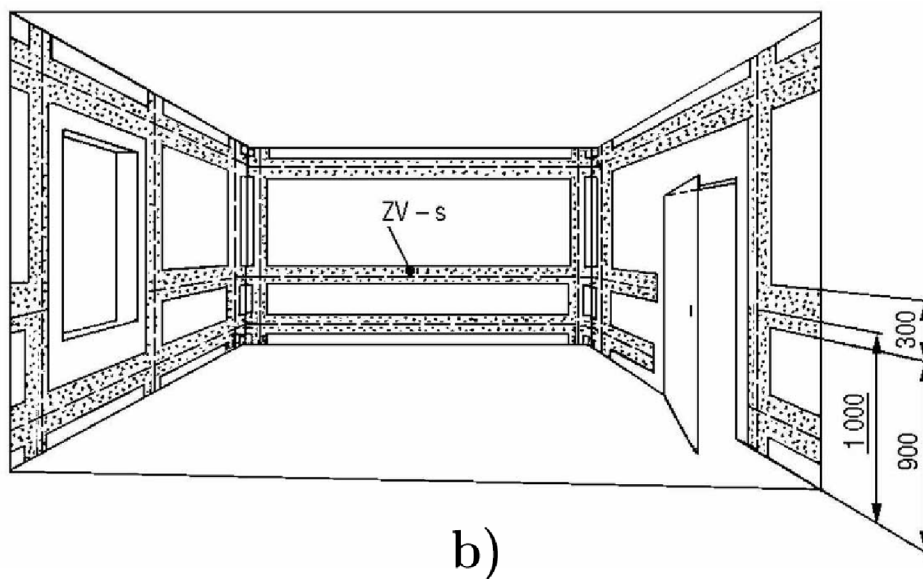
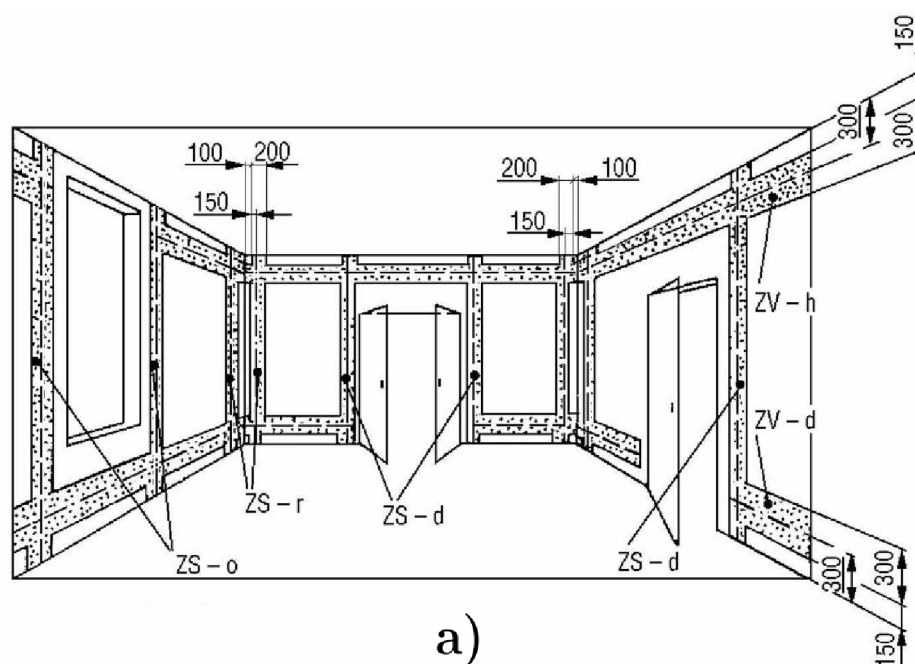
Světelné obvody jsou nejčastěji provedeny vodičem CYKY 3x1,5 mm² a jištěny jističem s jmenovitým proudem 10 A. Světelné obvody bývají chráněny proudovým chráničem s reziduálním proudem do 30 mA. V případě, že je v objektu více proudových chráničů, nesmí jeden proudový chránič chránit více světelných obvodů.

Doporučuje se zřízení alespoň dvou světelných obvodů u míst, kde je nutné zachovat alespoň orientační osvětlení při poruše jednoho z nich. Spínače pro ovládání těchto obvodů se umísťují u vchodových dveří místnosti na straně, kde je klika dveří. Kolébkové spínače jsou osazovány tak, aby při zapnutí obvodu byla stlačena horní část kolébky.[11]

6.3 Instalační zóny a uložení vodičů

Uložení vodičů skrytých vedení podléhá jisté konvenci, co se týče jejich umístění. Tyto zóny vznikly pro vymezení prostoru, v nichž mohou být uložena elektrická vedení. Při dodatečných pracích v objektu (oprava vodovodního potrubí či upevňování

předmětů do stěny) by totiž mohlo dojít k poškození těchto vedení a také k úrazu elektrickým proudem. Tyto zóny jsou vyznačeny níže čerchovanou čarou a okolo nich je šrafována oblast umístění.[11]



Obr. 6.1: Instalační zóny: a) v obytných místnostech b) v místnostech s pracovní plochou u zdi [11]

6.4 Zóny pro místnosti s umývacími prostory

Na místnosti s umývacími prostory se vztahují speciální požadavky dle normy ČSN 33 2000-7-701 ed.2. Upřesňují jednotlivé zóny těchto místností s ohledem na rozměry a umístění umývacího prostoru. Zóny jsou označeny čísly od 0 do 3.

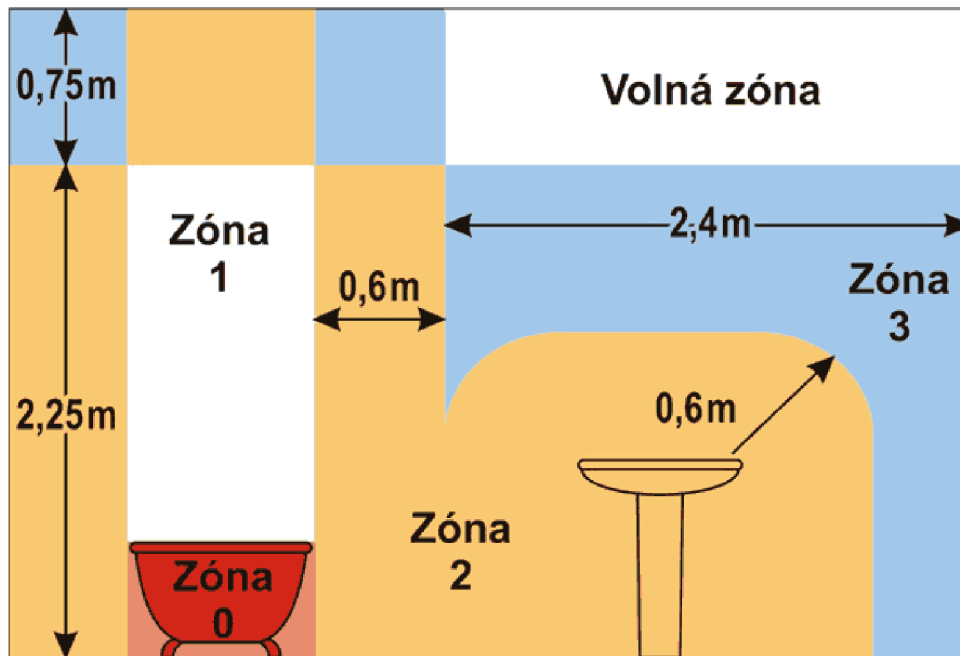
V zóně 0 se mohou instalovat pouze elektrická zařízení se stupněm krytí IPX7. Jestliže nesplňují tyto požadavky, tak se zde nesmí instalovat žádné další spínače či příslušenství.

V zóně 1 je možno instalovat pouze určitá zařízení typu ohřívače vody, ventilátory, svítidla, která splňují podmínky této zóny (SELV nebo PELV, krytí min. IPX4) a jsou vybaveny doplňkovou ochranou proudovým chráničem.

V zóně 2 se nesmí instalovat žádné spínací zařízení včetně zásuvek s výjimkou spínačů a zásuvek obvodů SELV, které mají zdroj bezpečného napětí mimo zóny 0,1 a 2.

V zóně 3 je dovoleno instalovat zásuvky pouze, když jsou chráněny proudovým chráničem, nebo pomocí SELV, nebo oddělovacím transformátorem.

Všechny nechráněné vodivé části a všechny neživé vodivé části upevněných zařízení uvnitř místnosti musí být pospojovány s ochranným vodičem (místní doplňující pospojování). Místní doplňující pospojování může být zřízeno vně nebo uvnitř místnosti, doporučuje se provést na vstupu cizích vodivých částí do místnosti.[11]



Obr. 6.2: Zóny v místnosti s umývacími prostory [25]

7 Slaboproudá elektroinstalace

Slaboproudé systémy lze v zásadě rozdělit na dvě kategorie:

- **Elektronické komunikace** - Systémy zajišťující přenos informací a jejich zprostředkování.
- **Bezpečnostní systémy** - Tyto se dělí ještě na dvě skupiny. První to jsou systémy s požadavkem na funkčnost při požáru. Jsou označovány jako PBZ - požárně bezpečnostní zařízení. Druhou skupinou jsou systémy bezpečnostní. Patří mezi ně poplachový zabezpečovací a tísňový systém (PTZS, dříve EZS), kamerový systém (CCTV) nebo systém kontroly vstupu (ACS).[26]

7.1 Základní zařízení v bytovém domě

Všechny objekty určené pro bydlení mají být vybaveny dorozumívacím a otevíracím zařízením z důvodu bezpečnosti. Základní zařízení elektronických komunikací tvoří:

- domovní telefon nebo videotelefon s ovládáním zámku vstupních dveří domu,
- zvonek s ovládáním od vstupních dveří do bytu,
- rozvody hlasových, datových a audiovizuálních služeb (telefon, internet, televizní rozvod).[11]

7.2 Telefon

Vnitřní rozvody jsou u nových staveb s ohledem na zabezpečení telefonního vedení, možnosti následnému přizpůsobení potřebám uživatelů a estetiku realizovány v trubkových nebo skrytých rozvodech. Těmito se myslí například šachty, podlahové či stropní instalační systémy.

V bytových domech musí být výstavbou umožněno zřízení telefonní stanice v každém bytě. Staniční vedení vedoucí od bytů je propojeno ve soustředovacím bodě (SB). Soustředovací bod je místo, kde jsou připojena všechna zařízení na vnější telefonní síť.

7.3 Zvonková signalizace

U bytových jednotek musí být zřízeno zvonkové zařízení. Je-li v budově instalováno jiné elektrické či mechanické signalizační zařízení se zvonkovou signalizací, odpadá nutnost zřizovat samostatného zvonkového zařízení.

7.4 Zařízení pro společný příjem a rozvod televizních a rozhlasových signálů

V každé budově s více bytovými jednotkami je doporučeno zřízení společné antény pro příjem a rozvod televizních a rozhlasových signálů. Společná anténa může být zřízena pro celou budovu nebo více budov. Pro rozsah společné antény je rozhodující síla a kvalita přijímaného televizního či rozhlasového signálu.

7.5 Domácí telefon

Domácí telefon je zřizován v bytových domech, aby bylo zajištěno spojení s elektrickým vrátným u vchodu do objektu nebo s recepcí v případě výškových budov. Jestliže toto zařízení zajišťuje telefonní styk s elektrickým vrátným u vchodu, obvykle také ovládá elektrický zámek ve vchodových dveřích. Domácí telefon může být kombinovaný s domovní zvonkovou signalizací.

7.6 Elektrická požární signalizace

Elektrická požární signalizace (EPS) je součástí systémů protipožární ochrany objektů. Zajišťuje rychlou a včasnou identifikaci a lokalizaci požáru. Systém EPS tvoří vyhodnocovací ústředna, hlásiče a ovládací zařízení. Úkolem EPS je informovat osoby v objektu o vzniku požáru a také popřípadě hlásit požár na stanoviště poplachového a přijímacího centra příslušného hasičského sboru.[27]

7.7 Poplachové a zabezpečovací systémy

Zařízení poplachových zabezpečovacích a tísňových systémů (PTZS) označují soubor technických prostředků ke zvýšení bezpečnosti objektů. Nejčastěji se jedná o systém informující o nežádoucím cizím vniknutí do objektu. Zařízeními spadající do kategorie PTZS jsou například: detektory narušení, tísňová či výstražná zařízení.[28]

8 Ochrana objektu před bleskem

Blesk je elektrický výboj, ke kterému dochází mezi různými oblaky či mezi oblakem a zemí. Blesky, které udeří mezi nebem a zemí, mohou představovat pro stavby velké riziko. To je kvůli vysoké teplotě způsobené průchodem bleskového proudu, který může dosahovat hodnoty stovek kA. Další problémy vytváří elektromagnetické pole vyvolané průchodem proudu, a tím také dochází ke vzniku elektrodynamických sil.

Jelikož blesk může způsobit hmotné škody na budovách a také způsobit újmu na zdraví obyvatel v nich se nacházejících, tak je třeba tyto objekty chránit systémem ochrany před bleskem. Ta se dělí na vnější a vnitřní ochranu před bleskem, přičemž společně chrání objekt a osoby před účinky blesku.[29]

8.1 Výpočet rizika a stanovení třídy LPS

Před navrhnutím hromosvodu (bleskosvodu) musíme pro daný objekt provést výpočet rizika podle ČSN EN 62305-2 ed. 2. Tato rizika zahrnují újmu na zdraví osob, škody způsobené výpadkem služeb, škody na kulturním dědictví a finanční ztráty. Třídy LPS jsou čtyři, číslované I až IV, přičemž třída I označuje objekty s nejvyšším rizikem. Pokud je vypočítané riziko menší než limitní hodnota určená normou, je hromosvod vyhovující pro daný objekt.[29]

Tab. 8.1: Doporučené třídy LPS [29]

Třída LPS	Druh objektu
I	budovy s vysoce náročnou výrobou, energetické zdroje, budovy s prostředím nebezpečí výbuchu, provozovny s chemickou výrobou, nemocnice, jaderné elektrárny, automobilky, plynárny, vodárny, elektrárny, banky
II	supermarkety, muzea, rodinné domy s nadstandardní výbavou, školy, katedrály, prostory s nebezpečím požáru, výškové stavby nad 100 m, operační a provozní pracoviště hasičů a policie, spediční sklady, aquaparky
III	rodinné domy, administrativní budovy, obytné budovy, zemědělské stavby
IV	budovy stojící v ochranném prostoru jiných objektů (bez vlastního hromosvodu), obyčejné sklady, stavby a haly bez výskytu osob a vnitřního vybavení

8.2 Vnější LPS

Vnější LPS (hromosvod) představuje hlavně protipožární ochranu staveb. Jejím úkolem je bezpečně svést bleskový proud do země. Vnější LPS může být provedena buď izolovaně (oddáleně) nebo neizolovaně od budovy.

8.2.1 Izolovaný hromosvod

Tento typ provedení hromosvodu využívá toho, že je bleskový proud sveden do země, aniž by pronikl do stavby. Izolovaný hromosvod se používá, když může teplo v místě úderu způsobit požár nebo výbuch.

Provedení spočívá v umístění jedné či více jímacích tyčí na stožárech nebo pomocí závěsných lan. Pod těmito jímači vzniká ochranný prostor, v němž musí být celý objekt. Jímací soustava musí být propojena alespoň jedním svodem se zemí.

8.2.2 Hromosvod upevněný na stavbě

Neizolovaný hromosvod může být dvou typů:

- hromosvod elektricky izolovaný od stavby
- hromosvod spojený s vodivými částmi stavby

Elektricky izolovaný hromosvod je izolován od vodivých částí budovy jen po úroveň terénu. Od střechy objektu až po zem musí být dodržena dostatečná vzdálenost s. Výhodou tohoto provedení je jeho jednoduché provedení a možností využití náhodných jímačů a svodů. Jakmile je hromosvod vodivě spojen se stavbou, mohou pronikat do objektu bleskové proudy. Toto se musí řešit zvýšenou vnitřní ochranou proti přepětí.

8.3 Jímací soustava

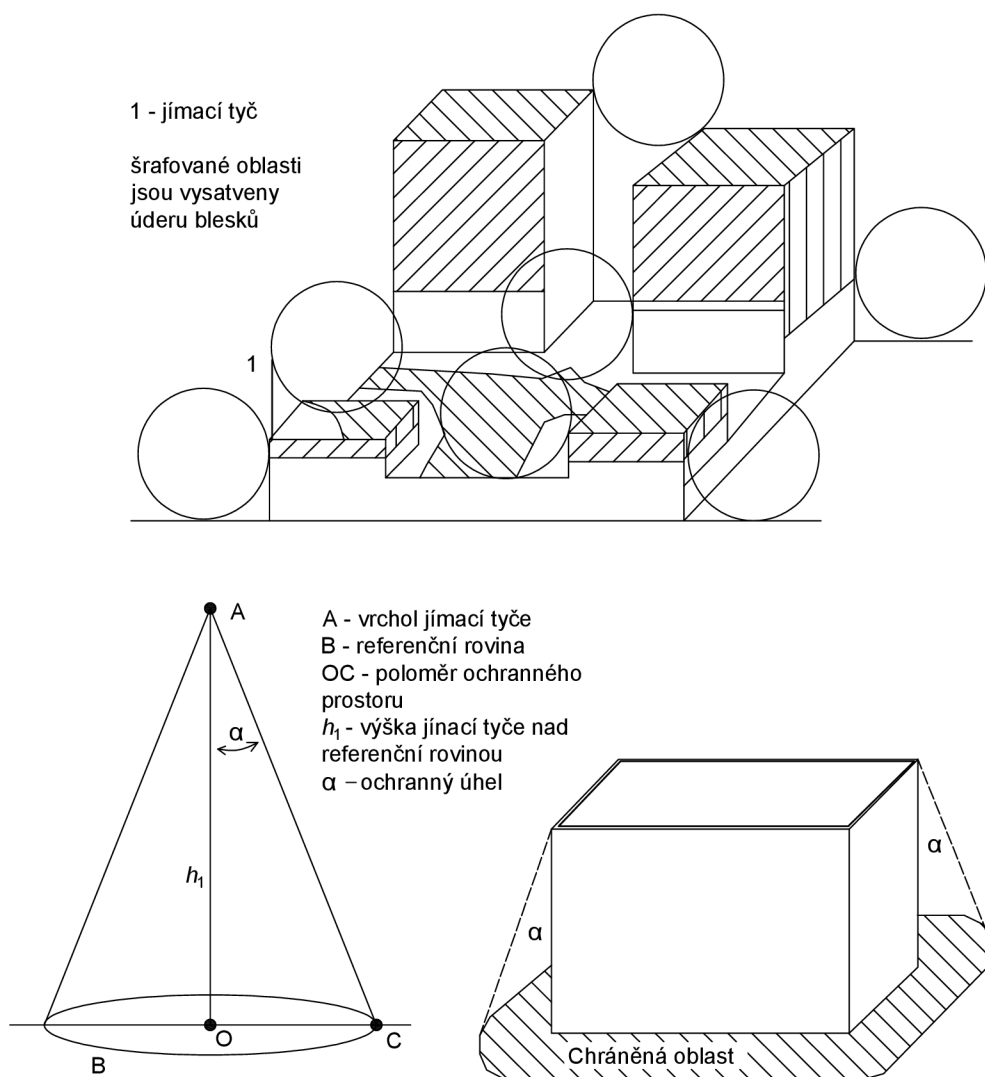
Jímací soustava musí zvládnout zachytit blesk, a bez následků ho přenést skrze svody do země. Jímací soustava musí tedy být adekvátně dimenzována, a také musí být umístěna tak, aby blesk neuhodil do části budovy, která není chráněna touto jímací soustavou.

Jímací soustava může být tvořena:

- jímacími tyčemi nebo soustavou tyčí
- podélným vedením nebo zavěšenými lany
- mřížovou sítí

Každý jímač pod sebou vytváří ochranný prostor. Tento prostor lze určit pomocí těchto metod:

- **metodou valící se koule** - Výchozí metoda pro určení ochranného prostoru. Ochranný prostor je všude, kde se pomyslná koule valící se přes objekty nedostane. Podle třídy LPS má valící se koule určený poloměr.
- **metodou ochranného úhlu** - Tato metoda vychází z metody valící se koule. Vymezení ochranného prostoru je vyjádřeno ve stupních či metrech.
- **metodou mřížové sítě** - Tato metoda se používá na ploché a sedlové střechy. Rozměry ok mřížové sítě jsou určeny dle třídy LPS.[29]



Obr. 8.1: Metody určení ochranného prostoru, upraveno podle [29]

8.4 Svody

Svody slouží ke svedení bleskového proudu do země. Měly by být vedeny co nejpřímější cestou od jímače k zemi. Počet svodů (doporučený) na objektu je určen třídou LPS. Svody by také měly být rovnoměrně rozmístěny po obvodu objektu. Pro jejich správnou funkci musí být dimenzovány a dobře pospojovány k uzemnění či jímací soustavě, aby bez následků přenesly bleskový proud.

Okolo svodů je při průchodu bleskového proudu nebezpečný prostor. Může dojít k přeskokům a účinkem dynamických sil může svod být vytržen ze své původní pozice. Také vzniká nebezpečí dotykového a krokového napětí. Použitím ochrany např. umístěním svodů mimo místa s výskytem lidí nebo použitím vodiče HVI, lze riziko snížit.

8.5 Uzemnění

Část hromosvodu, která zajišťuje dobrý elektrický kontakt s půdou se nazývá uzemnění a je tvořeno zemničem. Uzemnění je vodivě spojeno s jímací soustavou pomocí svodů. Zemnič musí být: dostatečně masivní, kvalitně spojovaný, vhodného tvaru a jeho odpor musí být do 10Ω .

Podle normy ČSN 33 2000-5-54 ed.3 jsou tři základní provedení zemničů (typ A a dva typu B). V praxi se tyto provedení kombinují.

Uspořádání typu A je realizováno pomocí hloubkového zemniče, který je instalovaný pro každý svod. Jedná se většinou o svislou tyč nebo vodorovný paprsek u každého svodu. Minimální délka pro jednotlivý zemnič v třídě LPS III a IV je 2,5 m. Pro třídy LPS I a II délka zemniče roste s měrným odporem půdy.

Uspořádání typu B tvoří buď obvodový nebo základový zemnič. Obvodový zemnič se pokládá do půdy ve tvaru uzavřeného prstence. Instaluje se 1 m od vnějšího základu budovy a alespoň 0,5 m do hloubky. Doporučuje se spíše hloubka 0,8 m, kvůli promrzání půdy může dojít k nestálosti zemního odporu.

Základový zemnič je realizován jako pásek uložený v základech nebo jako mříž s oky maximálně 10 m pod celým základem objektu. Zemnič tím, že je zalitý alespoň 50 mm v betonu, tak je konzervován od vnějších vlivů, a neočekává se jeho koroze.

8.6 Vnitřní LPS

Vnitřní LPS má za úkol likvidovat následky blesků. Proudů vzniklé průchodem blesku na vedení mohou mít škodlivý účinek, tudíž musí vnitřní ochrana vyrovnat proudy mezi zasaženými částmi. Princip přepětových ochran je vždy snížení odporu při překročení určitého napětí.[29]

9 Projektová dokumentace

Každá stavba či rekonstrukce musí být realizována na základě projektové dokumentace. Dle § 158 Stavebního zákona mohou projektovou dokumentaci zpracovávat pouze autorizované osoby. Odbornou způsobilost ověřuje Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků (ČKAIT). Projektanti, kteří projektovou dokumentaci zhotovili, odpovídají za její správnost a úplnost.[4]

Projektovou dokumentaci obecně lze rozdělit do několika fází:

- studie,
- dokumentace pro územní řízení (DÚR),
- dokumentace pro stavební povolení (DSP),
- dokumentace pro výběr zhotovitele (DVZ),
- dokumentace pro provedení stavby (DPS),
- dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS).

9.1 Stupně projektové dokumentace

Studie – Studie stavby se zabývá koncepcí stavby a jejím technickým řešením. Jsou v ní popsány varianty možného řešení a nastíněny požadavky jednotlivých profesí. Projektant elektro v této fázi vypracovává pouze textovou část projektové dokumentace (technická zpráva). Popisuje základní technické údaje: místo připojení, energetickou bilanci objektu či typ napájecí soustavy.[30]

Dokumentace pro územní řízení (DÚR) – Dokumentace pro územní řízení slouží k vydání územního rozhodnutí stavby od stavebního úřadu. Rozsah tohoto stupně PD je uveden ve vyhlášce č. 500/2006 Sb. Stavební úřad má právo vyžadovat další údaje vyplývajícího z charakteru stavby.

Projektová dokumentace ve fázi DÚR by měla obsahovat vyjádření dotčenými orgány, organizacemi a osobami. Textová část PD upřesňuje údaje uvedené ve studii objektu zahrnující například zakreslení přípojky nn v souvislosti s ostatními inženýrskými sítěmi.

Dokumentace pro stavební povolení (DSP) – Dokumentace pro stavební povolení navazuje na stupeň DÚR a jejím výstupem je PD pro podání žádosti na stavební úřad. Náplň a rozsah DSP je blíže určen v příloze č.1 vyhlášky č. 499/2006 Sb. Projektová dokumentace by měla v textové části obsahovat tyto části:

- A Průvodní zpráva
- B Souhrnná technická zpráva
- C Situační výkresy
- D Dokumentace objektů a technických a technologických zařízení

Součástí výkresové části PD by měly být výkresy půdorysu objektu v měřítku 1:100. V těchto výkresech by měly být umístěny pozice přípojkových skříní, rozváděčů, stoupacích vedení a kabelových tras v objektu. Vhodně by měly být uvedeny dimenze jednotlivých zařízení a systémů. Měl by být určen počet koncových prvků (zásuvek, světelných zdrojů, vypínačů) v místnostech. K výkresové části může být přiložen návrh osvětlovací soustavy s grafickým vyznačením intenzity osvětlení v určitých místnostech.[30]

Dokumentace pro výběr zhotovitele (DVZ) – Dokumentace pro výběr zhotovitele je typ dokumentace sloužící k zahájení výběrového řízení. Svým rozsahem a podrobností odpovídá DSP.

Dokumentace pro provedení stavby (DPS) – Dokumentace pro provedení stavby je nejpodrobnější stupeň PD před zahájením stavby. Obsahuje veškeré požadavky na kvalitu, charakteristiky objektu a instalovaných zařízení. Jednotliví dodavatelé profesí jsou už známi, a je možné od nich získat požadavky na jimi dodávané technologie a zařízení. Obsah PD ve fázi DPS je uveden ve vyhlášce č. 499/2006 Sb.

Pro zařízení silnoproudé elektrotechniky (rozvody, transformační stanice) musí PD obsahovat:

Technická zpráva:

- základní technické údaje elektroinstalace, typ napěťové soustavy, určení vnějších vlivů,
- energetickou bilanci objektu, rozdělení spotřebičů na různé druhy a určení instalovaného a soudobého příkonu,
- způsob měření spotřeby elektrické energie, případně technické provedení kompenzace,
- předpokládaná roční spotřeba objektu,
- způsob technického řešení napájecích rozvodů od distribuční sítě (přípojka) po jednotlivé rozvody v objektu k podružným rozváděčům,
- způsob řešení náhradních a zálohovaných zdrojů,
- popis osvětlovací soustavy včetně ovládání,
- popis technického řešení zásuvkových obvodů,
- popis technického řešení napájení vzduchotechniky, chlazení, otopných sys-

témů, požárních a poplachových systémů,

- způsob uložení kabelových vedení vůči stavebním konstrukcím,
- popis uzemňovací soustavy a jejího způsobu provedení,
- seznam použitých norem v projektu.

Výkresová část:

- silnoproudé rozvody včetně použitých zařízení zakreslených do půdorysu v doporučeném měřítku 1:100 nebo 1:50,
- výkresovou dokumentaci půdorysů, vhodné je rozdělení dokumentace na napájecí a osvětlovací rozvody,
- jednopólové schémata rozváděčů doplněná o liniová schémata v případě obsahu pomocných obvodů,
- celkové blokové schéma hlavních rozvodů doplněné o základní technické údaje o instalovaném a soudobém příkonu pro jednotlivé rozváděče, dimenze vedení a zkratové údaje na jednotlivých rozváděcích.[4]

Pro zařízení slaboproudé elektrotechniky (telefonní, televizní a datové rozvody, poplachové systémy) musí PD obsahovat:

Technická zpráva:

- technické řešení, požadavky a způsob provedení rozvodů,
- způsob uložení kabelových slaboproudých rozvodů vůči stavebním konstrukcím a silnoproudým rozvodům,
- typy navržených zařízení,
- seznam použitých norem v projektu a norem potřebných k montáži,
- návrh na komplexní zkoušky.

Výkresová část:

- zakreslení rozvodů a zařízení do půdorysu měřítkem 1:100 nebo 1:50,
- bloková schémata obsahující seznam koncových prvků a jejich logickou polohu,
- základní technické údaje, napájecí napětovou soustavu, způsob ochrany,
- požadavky způsobu provedení a charakteru rozvodů,
- uložení kabelového vedení vůči stavebním konstrukcím a silnoproudým rozvodům. [4]

Dokumentace skutečného provedení stavby (DSPS) – Dokumentace skutečného provedení stavby je dokumentace vyžadována revizním technikem pro vystavení revizní zprávy dle norem ČSN 33 2000–6 ed.2 pro elektroinstalace, ČSN 33 1500 pro ostatní elektrická zařízení a ČSN EN 62305 ed.2 pro ochranu objektu před bleskem.

Tato dokumentace slouží společně s revizní zprávou jako podklad pro kolaudační řízení. Dle § 125 zákona č. 183/2006 Sb. je vlastník stavby povinen uchovávat ověřenou dokumentaci po celou dobu trvání stavby. V případě, že ji nemá, či neexistuje, tak má vlastník povinnost, aby tuto dokumentaci pořídil.[4]

9.2 Určení vnějších vlivů

Vnější vlivy představují soubor všech faktorů prostředí působících na elektrické zařízení a naopak. Tyto vlivy ovlivňují výběr vhodného zařízení do tohoto prostředí. Vnější vlivy nezahrnují jenom atmosférické vlivy, ale i například to, jaké osoby se v určitém prostředí pohybují, jaké činnosti provádí a druh materiálů zde uskladněných.

Každé zařízení musí být navrženo podle vnějších vlivů v daném prostředí viz ČSN 33 2000-5-51 ed. 3+Z1+Z2 *Elektrické instalace nízkého napětí – Část 5-51: Výběr a stavba elektrických zařízení – Všeobecné předpisy.*

Určení jednotlivých vnějších vlivů, které působí na elektrické zařízení se stanovuje do protokolu o vnějších vlivech. Tento protokol je vypracován odbornou komisí, a je součástí projektové dokumentace. Protokol je součástí přílohy ČSN 33 2000-5-51 ed. 3+Z1+Z2.

Součástí dokumentace o určení vnějších vlivů jsou:

- plány a výkresy, v nichž je zaznačen typ a rozsah zón, teplota vznícení plynů v prostorech, kde hrozí únik hořlavých látek
- místa a popis zdrojů úniku těchto látek
- polohy otvorů (dveře, okna) v budově[4]

9.2.1 Označování vnějších vlivů

Vnější vlivy se popisují kódem, obsahujícím dvěma písmeny a číslem. Mohou zde být ještě další písmena či čísla, těmi se blíže specifikují dané vlivy.

- **První písmeno** označuje vnější činitel prostředí. Písmeno „A“ vyjadřuje vlastnosti okolí (teplota, vlhkost, pohyb vzduchu). Písmeno „B“ vyjadřuje způsob využití prostředí (vlastnosti osob, četnost osob, skladované látky). Písmeno „C“ vyjadřuje konstrukci objektu (hořlavost, stabilitu).
- **Druhé písmeno** upřesňuje konkrétní vliv (AC – nadmořská výška, AD – voda, AH - vibrace).
- **Čísla za písmeny** vyjadřují rozsah působení daného vlivu. [4]

Samotné vnější vlivy se dělí na:

- **Vnější vlivy, které nezvyšují nebezpečí úrazu elektrickým proudem** (dříve tyto vnější vlivy označovaly prostory *normální* a *nebezpečné*),
- **Vnější vlivy, které zvyšují nebezpečí úrazu elektrickým proudem** (dříve tyto vnější vlivy označovaly prostory *zvlášť nebezpečné*).[31]

Závěr

Cílem bakalářské práce bylo seznámení s problematikou realizace silových a datových instalací s použitím prvků pro automatizaci elektrické instalace, a dále vypracovat projektovou dokumentaci včetně ochrany objektu před bleskem ve stupni dokumentace pro provedení stavby. Práce byla vypracována za použití příslušných norem vztahujících se k dané problematice, a také odborné literatury uvedené v seznamu literatury. Práce je tématicky dělena na část teoretickou a část praktickou.

Teoretická část práce obsahuje informace a zásady pro projektování elektrických rozvodů. Je zde obsažena kapitola o legislativě a normách. Dále následuje část o elektrizační soustavě a druhů sítí. Popsány jsou také prostředky ochrany před úrazem elektrickým proudem. Rozsáhlá část práce řeší rozvod elektrické energie od připojení objektu k distribuční síti, připojovací podmínky a samotné rozvody v obytných budovách. Přiblížena je i problematika systémových elektroinstalací, jejich rozdělení, topologie a také hlavní zástupci na trhu v oboru automatizace elektroinstalace. V závěru jsou popsány slaboproudé rozvody v budovách, ochrana objektu před bleskem a také požadavky na rozsah projektové dokumentace pro různé stupně.

V části praktické je zpracována projektová dokumentace elektroinstalace pro obytný dům se třemi samostatnými bytovými jednotkami. Pro vypracování výkresové dokumentace byly použity programy pro počítačovou podporu konstruování AutoCAD a BricsCAD s nástavbou pro kreslení elektrických schémat ELProCAD. Výkresová dokumentace obsahuje půdorysná schémata silnoproudých instalací jednotlivých podlaží objektu. Dále jsou zpracovány půdorysy světelných obvodů včetně ovládání systému Foxtrot. Systém Foxtrot v objektu ovládá část světelných obvodů, žaluzie a vytápění v místnostech. Do budoucna je možná rozšířit o další moduly, či ovládání různě modifikovat. Slaboproudá část zahrnuje obvody elektronické požární a zabezpečovací signalizace a také obvody datové, kterými jsou rozvody internetu, televizního signálu a také domovního telefonu. Součástí vypracování byl také projekt bleskosvodu s použitím metody valivé koule a ochranného úhlu. Poslední část výkresů jsou schémata rozváděčů. Druhou částí projektové dokumentace je textová část, která obsahuje technickou zprávu a rozpočet vypracovaný v programu Verox. V příloze jsou výstupní data pro dimenzování prvků rozvodu z programu Sichr.

Literatura

- [1] KADLEC, Radim. *Bezpečná elektrotechnika - Úvodní informace, legislativa, EZ a elektrické sítě a třídění vnějších vlivů*. Brno, 2022.
- [2] KADLEC, Radim. *Bezpečná elektrotechnika - Ochrana před úrazem elektrickým proudem*. Brno, 2022.
- [3] Často kladené otázky: Technická normalizace. ÚNMZ – Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [online]. Česko, 2022 [cit. 2022-11-06]. Dostupné z: <<https://www.unmz.cz/caste-dotazy/casto-kladene-otazky-technicka-normalizace/>>.
- [4] Kolektiv autorů. *Elektro v praxi 6 - Projekce a konstrukce elektro*, Solid Team Olomouc, 2018.
- [5] HLAVATÝ, Jan. *Požadavky norem na projektové dokumentace* [online]. [cit. 2022-11-08]. Dostupné z: <<https://elektrika.cz/data/clanky/hla68-8-pozadavky-norem-na-projektove-dokumentace/view>>.
- [6] SÍTEK, Martin. *Historie a současnost distribuční soustavy v ČR* [online]. 14.7.2020 [cit. 2022-11-12]. Dostupné z: <<https://www.elektrina.cz/historie-a-soucasnost-distribucni-soustavy-v-cr>>.
- [7] MEDUNA, Vladimír a Ctirad KOUDELKA. *Druhy rozvodných sítí* [online]. Ostrava, březen 2006 [cit. 2022-11-12]. Dostupné z: <https://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/prednasky/pred_ZEP/siteF.pdf>.
- [8] Kolektiv autorů. *Příručka elektrikáře* [online]. ČEZ, 2011 [cit. 2022-11-15]. Dostupné z: <<https://projekty.osu.cz/akreditace2017/Prirucka%20pro%20elektrikare%20CEZ.pdf>>.
- [9] MUDRUŇKOVÁ, Anna. *Elektroenergetika I* [online]. 2016 [cit. 2022-11-15]. ISBN 978-80-88058-81-6. Dostupné z: <<https://publi.cz/books/260/01.html>>.
- [10] *Jak zřídit elektrickou přípojku a kolik stojí* [online]. [cit. 2022-11-16]. Dostupné z: <<https://www.elplast-kpz.cz/jak-zridit-elektrickou-pripojku-a-kolik-stoji>>.
- [11] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. Sedmé - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2019. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-51-2.

- [12] *Požadavky na umístění, provedení a zapojení měřicích souprav u zákazníků a malých výroben s připojovaným výkonem do 250 kW připojených k elektrické síti nízkého napětí* [online]. In: egd.cz, 1.7.2022 [cit. 2022-11-16]. Dostupné z: <https://www.egd.cz/sites/default/files/2022-09/egd_2022_pripojovaci_podminky_06.pdf>.
- [13] *PŘIPOJOVACÍ PODMÍNKY NN: pro osazení měřicích zařízení v odběrných místech napojených z distribuční sítě nízkého napětí* [online]. cezdistribuce.cz, 2022, 1.4.2022 [cit. 2022-11-16]. Dostupné z: <<https://www.cezdistribuce.cz/webpublic/file/edee/distribuce/pripojovacipodminkynn.pdf>>.
- [14] KRÁL, Lukáš a Jiří JANDA. *Technické podmínky připojení část A – Obchodní měření* [online]. In: predistribuce.cz, 2021, 24.9.2021 [cit. 2022-11-16]. Dostupné z: <<https://www.predistribuce.cz/cs/potrebuji-zaridit/spolupracujici-firmy/podnikove-normy/podnikove-normy/mereni/mm501/>>.
- [15] KUNC, Josef. *Systémové elektrické instalace* [online]. 8.1.2015 [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <<https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/systemove-elektricke-instalace>>.
- [16] MLČÁK, Tomáš. *Systémová technika budov* [online]. Ostrava, 2006 [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <https://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/STB/1_klasicka_elektroinstalace_a_systemova_tehnika_budov.pdf>.
- [17] *Instalace - ABB i-bus KNX* [online]. [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <<https://new.abb.com/low-voltage/cs/nizke-napeti/produkty/automatizace-bytu-a-budov/produktove-rady/abb-i-bus-knx/system/instalace>>.
- [18] *ABB i-bus® KNX Inteligentní elektroinstalace* [online]. ABB s.r.o., Elektro-Praga Jablonec [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <<https://zdroje.elektrika.cz/book/abb-i-bus-knx-inteligentni-elektroinstalace/page/1>>.
- [19] *Systémová příručka ABB-free@home®* [online]. ABB s.r.o. Elektrotechnika, 2022 [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <https://library.e.abb.com/public/b85dd1f9a67e417ba19068ff99de5ce8/Manual-ABB_FreeHome_systemova-prirucka.pdf>.
- [20] *Instalace chytré domácnosti ABB-free@home®* [online]. [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <<https://new.abb.com/low-voltage/cs/nizke-napeti/produkty/automatizace-bytu-a-budov/produktove-rady/abb-free@home/system/instalace>>.

- [21] *Profesionální chytrá domácnost i komerční objekt: Loxone* [online]. [cit. 2022-12-03]. Dostupné z: <<https://www.loxone.com/cscz/>>.
- [22] *Proč je systém Tecomat Foxtrot tak oblíbený?* [online]. Teco a.s., 10.6.2015 [cit. 2022-12-03]. Dostupné z: <<https://elektro.tzb-info.cz/12831-proc-je-system-tecomat-foxtrot-tak-oblibeny?fbclid=IwAR0Vgu0FMrxJqEaKzUWDLcNi0jTzheZXsKdRi7LlGJbFyPPbiMf20IIFr7s>>.
- [23] *Příručka projektování CFox, RFox a Foxtrot* [online]. Teco a.s., 2016 [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <https://www.tecomat.cz/modules/DownloadManager/download.php?alias=txv00416_01_cfoxrfoxprojektovani_cz>.
- [24] *xComfort EATON - chytrá domácnost, chytrý dům* [online]. [cit. 2022-12-02]. Dostupné z: <<https://xcomfort.net/>>.
- [25] [Zóny v koupelně]. In: svet-svitidel.cz [online]. 5.9.2021 [cit. 2022-12-12]. <<https://www.svet-svitidel.cz/clanky/jake-jsou-bezpecnostni-zony-v-koupelne/>>.
- [26] MIKULA, Tomáš. *Základní rozdělení slaboproudu* [online]. 2014 [cit. 2022-11-30]. Dostupné z: <<https://elektrika.cz/data/clanky/zaklady-znalosti-slaboproudych-rozvodu-pro-silnoproudare/view>>.
- [27] *Elektrická požární signalizace (EPS)* [online]. [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <<https://www.security.cz/elektricka-pozarni-signalizace-eps--2423.html>>.
- [28] *Poplachové a zabezpečovací systémy* [online]. [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <<https://www.tzb-info.cz/poplachove-a-zabezpecovaci-systemy>>.
- [29] KLIMŠA, David. *nější a vnitřní ochrana před bleskem.2.*, aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2014. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-98-6.
- [30] PROCHÁZKA, Radek. *Fáze projektové dokumentace pro silnoproudé rozvody* [online]. 26.2.2007 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <<https://elektro.tzb-info.cz/teorie-elektrotechnika/3917-faze-projektove-dokumentace-pro-silnoproude-rozvody>>.
- [31] HLAVATÝ, Jan. *Jak od července na vnější vlivy* [online]. [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <<https://janhlavaty.cz/2020/05/jak-od-cervence-na-vnejsi-vlivy/>>.

Seznam symbolů a zkratek

AC	Střídavý proud
ACS	Systém řízení přístupu
CIB	Common instalation bus
ČKAIT	Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků
ČSN	Česká technická norma
ČSN EN	Česká technická norma převzatá
DC	Stejnoseměrný proud
DPS	Dokumentace pro provedení stavby
DSP	Dokumentace pro stavební povolení
DSPS	Dokumentace skutečného provedení stavby
DÚR	Dokumentace pro územní řízení
DVZ	Dokumentace pro výběr zhotovitele
EPS	Elektrická požární signalizace
ER	Elektroměrový rozváděč
ES	Elektrizační soustava
EZ	Elektrické zařízení
EZS	Elektronická zabezpečovací signalizace
HDO	Hromadné dálkové ovládání
HDS	Hlavní domovní skříň
HDV	Hlavní domovní vedení
HVI	High voltage insulation
L	Fázový vodič
LPS	Lightning protection system
N	Nulový vodič

PBZ	Požárně bezpečnostní zařízení
PE	Ochranný vodič
PELV	Protective extra-low voltage
PEN	Vodič slučující funkci ochranného a nulového vodiče
PLC	Programovatelný logický automat
PS	Pojistková skříň
PTZS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém
SELV	Separated extra-low voltage
USB	Universal serial bus

Seznam příloh

Příloha 1 - Technická zpráva a rozpočet

Příloha 2 - Výkresová dokumentace

- Výkres č. S1 – Situační schéma
- Výkres č. E1 – Silnoproud – Zásuvkové obvody - I.PP
- Výkres č. E2 – Silnoproud – Zásuvkové obvody - I.NP
- Výkres č. E3 – Silnoproud – Zásuvkové obvody - II.NP
- Výkres č. E4 – Silnoproud – Světelné obvody + Tecomat Foxtrot - I.PP
- Výkres č. E5 – Silnoproud – Světelné obvody + Tecomat Foxtrot - I.NP
- Výkres č. E6 – Silnoproud – Světelné obvody + Tecomat Foxtrot - II.NP
- Výkres č. E7 – Slaboproud – EZS + EPS - I.PP
- Výkres č. E8 – Slaboproud – EZS + EPS - I.NP
- Výkres č. E9 – Slaboproud – EZS + EPS - II.NP
- Výkres č. E10 – Slaboproud – LAN + STA + DT – I.PP
- Výkres č. E11 – Slaboproud – LAN + STA + DT – I.NP
- Výkres č. E12 – Slaboproud – LAN + STA + DT – II.NP
- Výkres č. E13 – Bleskosvod
- Výkres č. E14 – Bleskosvod – pohledy
- Výkres č. R1 – Schéma rozváděče RB1
- Výkres č. R2 – Schéma rozváděče RB2
- Výkres č. R3 – Schéma rozváděče RB3
- Výkres č. R4 – Schéma rozváděče RS
- Výkres č. R5 – Schéma rozváděče RB1 – Foxtrot
- Výkres č. R6 – Schéma rozváděče RB2 – Foxtrot
- Výkres č. R7 – Schéma rozváděče RB3 – Foxtrot
- Výkres č. R8 – Schéma elektroměrového rozváděče
- Výkres č. R9 – Schéma hlavní ochranné přípojnice

Příloha 3 - Výpočty rozváděčů z programu Sichr