



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV VÝKONOVÉ ELEKTROTECHNIKY A ELEKTRONIKY

DEPARTMENT OF POWER ELECTRICAL AND ELECTRONIC ENGINEERING

ELEKTROINSTALACE RODINNÉHO DOMU

ELECTRICAL INSTALLATION IN FAMILY HOUSE

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

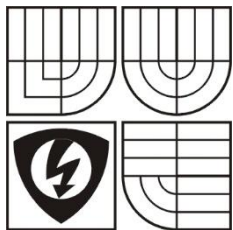
Jan Tesař

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vladimír Ondrejček

BRNO 2016



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav výkonové elektrotechniky a elektroniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Silnoproudá elektrotechnika a výkonová elektronika

Student: Jan Tesař

Ročník: 3

ID: 164425

Akademický rok: 2015/16

NÁZEV TÉMATU:

Elektroinstalace rodinného domu

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Realizujte projektovou dokumentaci elektroinstalace dle pokynů vedoucího.
2. Zpracujte technickou zprávu.
3. Vytvořte dokumentaci rozvaděčů.
4. Proveďte kontrolu navrženého jištění ve vhodném software.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

[1] ČSN 33 2130 ed. 2. Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009.

[2] ING. DVOŘÁČEK, Karel. Elektrické instalace v bytové a občanské zástavbě. 4. dopl. vyd. Praha : [s.n.], 2004. 189 s. ISBN 80-86230-36-8.

Termín zadání: 21.9.2015

Termín odevzdání: 31.5.2016

Vedoucí projektu: Ing. Vladimír Ondřejek

doc. Ing. Petr Toman, CSc.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor práce nesmí při vytváření semestrální 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 § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá návrhem elektroinstalace rodinného domu. Celá práce je rozdělena na dvě části - teoretické podklady a vlastní projekt. V teoretické části je čtenář nejprve seznámen se silnoprůdovou částí, která popisuje elektroinstalaci od přípojky z distribuční sítě po koncové prvky v domě. Další částí jsou slaboprůdové rozvody, kde jsou popsány jednotlivé typy rozvodů a zařízení použitých v civilní zástavbě. Ve třetí části je čtenáři popsán návrh hromosvodu a jednotlivé části vnitřní a vnější ochrany.

Vlastní projekt obsahuje situační schémata zařízení a rozvodů v domě, návrh použitých rozvaděčů, kontrolu jištění a technickou zprávu.

ABSTRACT

This Bachelor Thesis is concerned with the design of the electrical installation of a family house. There are two main parts of the thesis – theoretical basis and the main design. In the theoretical part the reader is at first introduced to a powerline section, in which the electrical installation from the powergrid to a terminal equipment is described. Next part is about a low voltage wiring, where the commonly used types of wiring and devices are described. In the third part the reader can read about a lightning protection and its inner and outer parts.

The main design consist of situational designs of devices and wiring in the house, switchboard designs, revision of the electrical protection and the technical report.

KLÍČOVÁ SLOVA

Elektroinstalace, rozvody, zásuvky, hromosvod, rozvaděč, projektování

KEYWORDS

Electrical installation, wiring, sockets, lightning protection, switchboard, design

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

TESAŘ, J. *Elektroinstalace rodinného domu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2016. 51 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Vladimír Ondrejček.

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Elektroinstalace rodinného domu jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení § 152 trestního zákona č. 140/1961 Sb.

V Brně dne

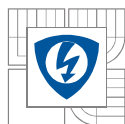
Podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Vladimíru Ondřejčecovi za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

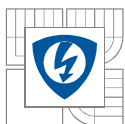
V Brně dne

Podpis autora



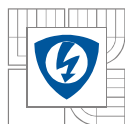
OBSAH

ÚVOD	10
2. PROVÁDĚNÍ SILNOPROUDÉ INSTALACE	11
2.1. PŘIPOJENÍ K ELEKTRICKÉ SÍTI	11
2.1.1. ELEKTRICKÉ PŘÍPOJKY	11
2.1.2. HLAVNÍ DOMOVNÍ VEDENÍ	12
2.1.3. ELEKTROMĚROVÉ ROZVADĚČE	13
2.1.4. ROZVOD ZA ELEKTROMĚREM	13
2.1.5. DOMOVNÍ ROZVADĚČE	13
2.1.6. ROZDÍLY V PŘIPOJOVACÍCH PODMÍNKÁCH DISTRIBUTORŮ	17
2.2. SILNOPROUDÉ OBVODY	17
2.2.1. SVĚTELNÉ OBVODY	18
2.2.2. ZÁSUVKOVÉ OBVODY	18
2.2.3. ZVLÁŠTNÍ OBVODY RODINNÝCH DOMŮ	19
2.2.4. VYBAVENÍ MÍSTNOSTÍ V OBJEKTU ELEKTRICKÝM ZAŘÍZENÍM	20
2.3. UKLÁDÁNÍ VEDENÍ V OBJEKTU	21
2.3.1. ZAPUŠTĚNÉ ROZVODY ELEKTRINY	21
2.3.2. POVRCHOVÉ ROZVODY ELEKTRINY	24
2.3.3. INSTALAČNÍ ZÓNY ROZVODŮ V OBJEKTU	25
2.3.4. ZÓNY V KOUPELNÁCH	26
3. PROVÁDĚNÍ SLABOPROUDÉ INSTALACE	30
3.1. STRUKTUROVANÁ KABELÁŽ (DATOVÉ A TELEFONNÍ ROZVODY)	30
3.2. SPOLEČNÁ TELEVIZNÍ ANTÉNA – STA	30
3.3. DOMÁCÍ DOROZUMÍVACÍ SYSTÉMY – DDS	31
3.4. ELEKTRICKÁ ZABEZPEČOVACÍ SIGNALIZACE – EZS	32
3.4.1. PRVKY POUŽITÉ V SYSTÉMU	32
3.4.2. TYPY ZÓN	35
3.4.3. ZPŮSOBY FUNKCE SYSTÉMU	35
3.4.4. ELEKTRONICKÁ POŽÁRNÍ SIGNALIZACE – EPS	36
3.5. KŘÍŽENÍ A SOUBĚH SLABOPROUDÝCH A SILNOPROUDÝCH ROZVODŮ	36
4. PROVÁDĚNÍ HROMOSVODŮ	37
4.1. VÝPOČET RIZIKA	38
4.2. VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM	38
4.2.1. JÍMAČE	39
4.2.2. SVODY	42
4.2.3. UZEMNĚNÍ	45
4.3. VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM	47
5. PROVÁDĚNÍ ELEKTROINSTALACE	48
5.1. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	48
5.2. ROZVADĚČE	48
5.3. TECHNICKÁ ZPRÁVA	48
ZÁVĚR	49
LITERATURA	50
PŘÍLOHY	50



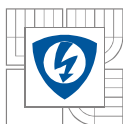
SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 1 - Elektroměrový rozvaděč (vlevo), Hlavní domovní skříň (vpravo)[11]</i>	11
<i>Obrázek 2 - Přípojka ze vzdušného vedení [8]</i>	12
<i>Obrázek 3 - Bytový rozvaděč</i>	14
<i>Obrázek 4 - Vypínací charakteristiky jističe typu B,C a D [1]</i>	15
<i>Obrázek 5 - Proudový chránič 4-pólový [11]</i>	16
<i>Obrázek 6 - Správné ukládání trubek v rozích [2]</i>	22
<i>Obrázek 7- Instalační zóny vedení [1]</i>	26
<i>Obrázek 8 - Bezpečnostní zóny v koupelnách [8]</i>	27
<i>Obrázek 9 - Umývací prostor [2]</i>	29
<i>Obrázek 10 - Datová zásuvka pro připojení k síti LAN [11]</i>	30
<i>Obrázek 11 - Televizní zásuvka vhodná i k připojení satelitu [3]</i>	31
<i>Obrázek 12 - Nástěnný PIR detektor</i>	33
<i>Obrázek 13 - Velikost ochranného úhlu v závislosti na výšce jímáče[1]</i>	39
<i>Obrázek 14 - Použití metod návrhu jímací soustavy</i>	42
<i>Obrázek 15 - Příklad provedení svodu včetně doporučených vzdáleností [11]</i>	43
<i>Obrázek 16 - Minimální délka zemničů dle třídy ochrany LPS [7]</i>	45
<i>Obrázek 17 - Obvodový zemnič [7]</i>	46
<i>Obrázek 18 - Základový zemnič [7]</i>	46



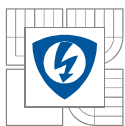
SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 1- Hloubka uložení přívodního vedení</i>	<i>12</i>
<i>Tabulka 2 - Rozdíly v připojovacích podmínkách distributorů ČEZ a E.ON.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabulka 3 - Minimální počty zásuvkových a světelných obvodů v objektu podle plošné výměry ..</i>	<i>18</i>
<i>Tabulka 4 – Minimální počet vývodů v různých místnostech objektu dle ČSN 33 2130.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabulka 5- Počet vývodů v různých místnostech objektu dle evropského standardu.....</i>	<i>20</i>
<i>Tabulka 6 - Počet vývodů v různých místnostech objektu dle zvýšeného evropského standardu ..</i>	<i>21</i>
<i>Tabulka 7 - Rozměry elektroinstalačních trubek dle normované řady používané v ČR</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 8 - Rozměry elektroinstalačních trubek dle mezinárodní normované řady (IEC)</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 9 - Doporučený jmenovitý rozměr trubky podle průřezu a počtu kabelů v jedné trubce ..</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 10 - Doporučená velikost drážky pro uložení trubek dle jejich jmen. rozměru a počtu....</i>	<i>23</i>
<i>Tabulka 11 - Popis bezpečnostních zón používaných v EZS.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabulka 12 - Ochranný úhel prvků do 3 m výšky podle třídy ochrany objektu.....</i>	<i>39</i>
<i>Tabulka 13 - Velikost ok mříže jímací soustavy podle třídy ochrany objektu</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 14 - Poloměr bleskové koule podle třídy ochrany objektu</i>	<i>40</i>
<i>Tabulka 15 – Dimenzování vodičů při realizaci jímáčů, svodů a zemničů</i>	<i>41</i>
<i>Tabulka 16 - Požadovaná tloušťka náhodných jímáčů podle materiálu a přípustnosti propálení ..</i>	<i>42</i>
<i>Tabulka 17 - Doporučená vzdálenost svodů podle třídy ochrany objektu</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 18 - Vzájemná snášlivost materiálů použitých pro realizaci hromosvodu</i>	<i>44</i>
<i>Tabulka 19 - Vlastnosti materiálů použitých pro realizaci hromosvodu</i>	<i>47</i>



SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

DDS	Domácí dorozumivací systém
EPS	Elektronický požární systém
ER	Elektroměrový rozvaděč
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
HDS	Hlavní domovní skříň
HDO	Hromadné dálkové ovládání
LPS	Systém ochrany před bleskem (z angl. Lightning protection system)
PCO	Pult centrální ochrany (Bezpečnostní agentura)
STA	Společná televizní anténa
VAC	Volt střídavého napětí
VDC	Volt stejnosměrného napětí



ÚVOD

Projekce elektroinstalace v občanské výstavbě je po legislativní a odborné stránce velice obsáhlá. Řídí se zákony a technickými normami platnými na území našeho státu, požadavky investora a dalšími požadavky na přípravu elektrotechnické dokumentace. Vypracovaná dokumentace slouží jako podklad pro elektroinstalační firmy i pro výběrová řízení zakázek. Projektant by se měl správně orientovat v předpisech a měl by umět návrh vytvořit tak, aby byl bezpečný, plně funkční, spolehlivý a ekonomicky hospodárný.

Cílem této práce je sdružit základní a důležité poznatky pro návrh elektroinstalace, včetně návrhu slaboproudých rozvodů a hromosvodu, a následně je aplikovat na zadaný projekt elektroinstalace.

2. PROVÁDĚNÍ SILNOPROUDÉ INSTALACE

Silnoproudá instalace zajišťuje přívod elektrické energie ke všem spotřebičům a zařízením v objektu. Začíná u distribučního vedení (ať už kabelového či venkovního) a končí až u zásuvek, světel a různých domácích spotřebičů. V následujících podkapitolách je postupně vysvětlena každá část silnoproudých rozvodů, předepsané normy a doporučené provedení v obytném objektu.

2.1. Připojení k elektrické síti

V rámci připojení objektu k elektrické distribuční síti se připojení řeší dle vyhlášky 51/2006 Sb. Energetického regulačního úřadu (ERÚ). V České republice vystupují tři hlavní distributoři elektrické energie, a to PREdistribuce pro Prahu a blízké okolí, E.ON Distribuce pro Jihočeský, Jihomoravský, Zlínský kraj a kraj Vysočina, a ČEZ Distribuce pro zbytek ČR. Provedení přípojky se v konkrétním případě vždy řeší s provozovatelem distribuční sítě (dále DS).

2.1.1. Elektrické přípojky

Elektrické přípojky podléhají normě ČSN 33 3320 a propojují distribuční síť s hlavní domovní pojistkovou skříní (dále HDS, obr. 1). HDS obsahuje jištění pro každé odběrné místo a každý objekt má mít zřízenou pouze jedinou přípojku. Pro připojení ze vzdušného vedení se HDS instaluje do výšky alespoň 2,5m od terénu po spodní okraj skříně. Pro připojení z kabelového vedení musí HDS být umístěna přímo na daném objektu nebo v pilíři, minimálně 0,6m nad upraveným terénem. Před HDS musí být v celé šířce prostor alespoň 80 cm pro obsluhu.



Obrázek 1 - Elektroměrový rozvaděč (vlevo), Hlavní domovní skříň (vpravo)[11]

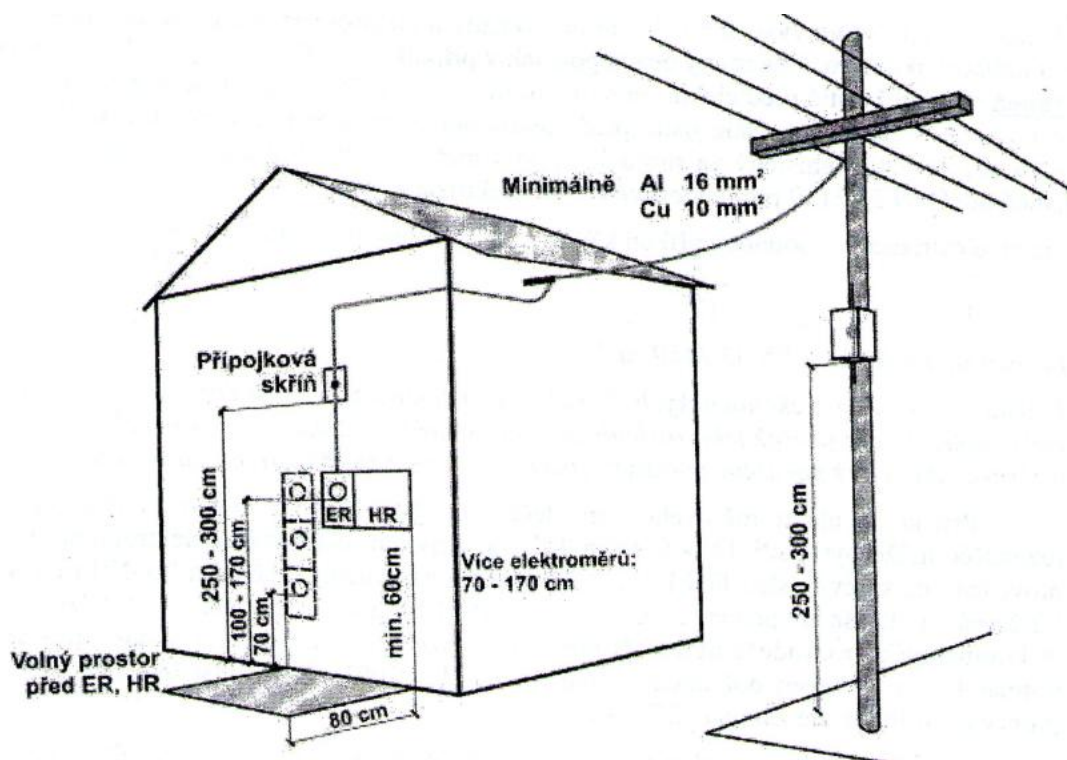
Vzdušné vedení se provádí zpravidla izolovanými vodiči nebo pomocí závěsných kabelů. Závěsné kabely využívají nosné lano upevněné mezi podpěrou distribuční sítě v místě odbočky a daným objektem, například k přípojkovému střešníku na obvodu objektu. Izolované vodiče jsou samonosné a upevňují se například pomocí háků. Vzdušné vedení je levnější varianta připojení, poslední dobou jsou ale stále více požadovány přípojky kabelovým vedením.

Kabelové vedení je žádanější hlavně z důvodu zastaralosti a špatných podmínek pro dimenzování venkovního vedení, nepředvídatelným poruchám vedení povětrnostními vlivy a také kvůli estetice. Oproti vzdušným vedením lze použít i měděné kabely, které jsou tvárnější a odolnější. Vedení se ukládá na 8 cm silnou vrstvu jemného písku, stejná vrstva je i nad ním. Uložení se dále označuje červenou fólií po celé délce, která by měla být 20 až 30 cm nad vrstvou písku. Hloubka uložení kabelu ve výkopu je daná tabulkou 1.

Tabulka 1- Hloubka uložení přírodního vedení

Místo uložení	Terén	Chodník	Vozovka
Hloubka uložení [cm]	70	35	100

Třetí možnost uložení je kombinace obou předchozích, kde se nejprve přivede vzdušné vedení se stožáru do pojistkové skříně a dále se již vede kabelovým vedením v zemi.



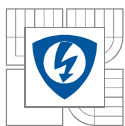
Obrázek 2 - Přípojka ze vzdušného vedení [8]

2.1.2. Hlavní domovní vedení

Hlavní domovní vedení (dále HDV) spojuje HDS s poslední odbočkou k elektroměru. Pro objekty s nejvýše třemi odběrateli se HDV nevyžaduje a odbočky lze realizovat přímo z HDS, musí být ovšem jistěny příslušným počtem jistících prvků. Vedení se provádí v soustavě TN-C¹, průřez se dimenzuje podle požadavků na dimenzování vodičů, uvažuje se při tom také koeficient soudobosti². Minimální průřez je alespoň 4x16 mm² pro hliníkové vodiče (Al) a 4x10 mm² pro vodiče z mědi (Cu).

¹ Soustava TN-C je čtyřvodičová, funkce ochranného a středního vodiče je sloučena ve vodiči PEN

² Koeficient snižuje celkový instalovaný výkon objektu, protože všechny spotřebiče obvykle nefungují naráz, není potom nutné dimenzovat vodiče na plný výkon, ale stačí na nižší hodnotu danou koeficientem soudobosti



2.1.3. Elektroměřové rozvaděče

Z důvodů kontroly a odečtu z elektroměrů je nutnost umisťovat elektroměřové rozvaděče (dále ER, obr. 1) na přístupná místa i v nepřítomnosti odběratele – týká se nových odběrů a rekonstrukcí. V případě rodinných domů se ER umisťují na okraj pozemku do pilíře nebo vnější stěny objektu. V bytových domech se využívá společných rozvaděčů s elektroměry na chodbách či podestách schodišť, nikdy nesmí být na jejich ramenech. Před ER je opět nutný prostor 80 cm v celé šířce pro obsluhu.

Osazení ER je složeno z hlavního jističe, svorkovnice PEN (popř. PE a N při dřívějším rozdělení), elektroměru a eventuálně při duální sazbě energie ještě ze sazbového spínače (přijímače) HDO³ a jističe před HDO. Přímé měření elektroměru se využívá do zátěžného proudu 80 A, pro vyšší hodnoty proudu se musí použít proudový transformátor. Jistič před HDO se využívá do 6A u ČEZu a do 2A u E.Onu. Velikost jističe pře elektroměrem je určena distributorem, ostatní prvky v instalaci se dále určují podle hlavního jističe. Velikost jisticích prvků se vždy volí na základě výpočtu podle plánovaného zatížení objektu a zároveň se tak omezuje rezervovaný příkon od distributora pro daný objekt.

2.1.4. Rozvod za elektroměrem

Vedení z ER přechází do hlavního domovního/bytového rozvaděče. Mělo by být co nejkratší a dimenzované tak, aby nebylo překročeno dovolené zatížení a aby nedošlo k překročení dovoleného úbytku napětí. Pokud je přivedené vedení třífázové, je vhodné zajistit rovnoměrné zatížení jednotlivých fází. V rozvaděči také většinou dochází k rozdělení vodiče PEN na ochranný vodič PE a samostatný střední vodič N, ačkoliv je možné po domluvě s distributorem rozdělit vodič PEN již v ER. Po rozdělení vodiče PEN již není dovoleno jej znovu sloučit. Nové a rekonstruované elektroinstalace se provádí zpravidla jako rozvod TN-S⁴ a to z důvodu ochrany před nebezpečným dotykem.

Úbytek napětí mezi rozvaděčem za elektroměrem a spotřebičem by neměl být větší než 2 % u světlených obvodů, 3 % u obvodů vytápění a varných spotřebičů, a 5 % u ostatních obvodů. Hodnoty úbytků se určují dle jmenovitého napětí soustavy.

2.1.5. Domovní rozvaděče

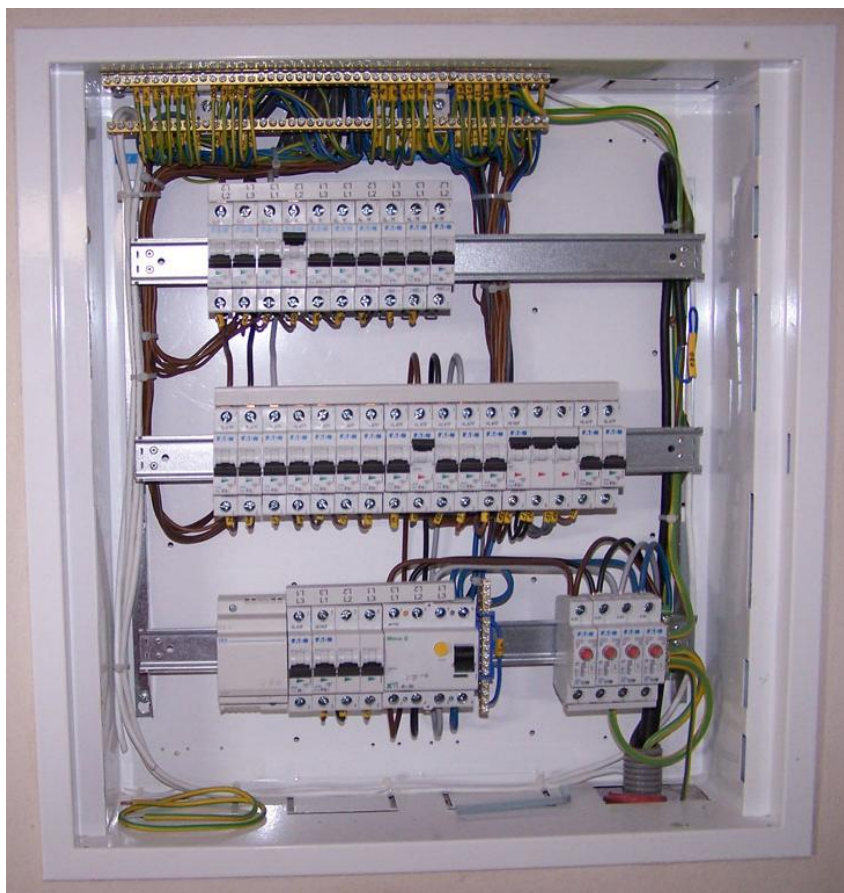
Rozvaděče slouží k rozdělení přívodního vedení do několika obvodů v objektu. Rozvaděče obsahují hlavní vypínač na přívodu, proudové chrániče, jističe a další zařízení pro připojení různých obvodů. Všechny vývody se dimenzují podle plánovaného zatížení a účelu, nejčastěji však na 10 A (světelné obvody) a 16 A (zásuvkové obvody).

Dříve se používaly nástěnné rozvaděčové desky, dnes se v moderních instalacích využívá zpravidla zapuštěných rozvaděčů. Rozvaděče slouží k rozbočení a rozvedení vedení po objektu, a sdružují ochranné prvky, které zajišťují ochranu před úrazem elektrickým proudem. Rozvaděče mají většinou plastová nebo plechová dvířka, v některých případech jsou i průhledná – plastový či prosklený otvor. Materiál skříně se volí podle osazení rozvaděče, při větším zatížení je vhodnější kovová skříň a také větší rozměr, z důvodu chladicí kapacity skříně.

³ Spínač HDO přijímá signály od distributora pro změnu počítadla elektroměru, v určitých hodinách počítá spotřebovanou energii na počítadle s nižším tarifem

⁴ Soustava TN-S je složena z pěti vodičů, vodič PEN je již rozdělen na ochranný vodič PE a střední vodič N

Rozvaděče se osazují po řadách na nosnou lištu, tzv. DIN-lištu, která má tvar „U“, šířku 35 mm a hloubku 7,5 mm. Velikost rozvaděče se volí podle potřebného počtu modulů vybavení a navíc asi 20% rezerva pro dodatečné rozšíření obvodů. Všechny přístroje použité v rozvaděči se rozměrově shodují, liší se pouze šířkou, kterou popisuje počet modulů. Jeden modul popisuje jednopólový přístroj o šířce 17,5 mm.



Obrázek 3 - Bytový rozvaděč

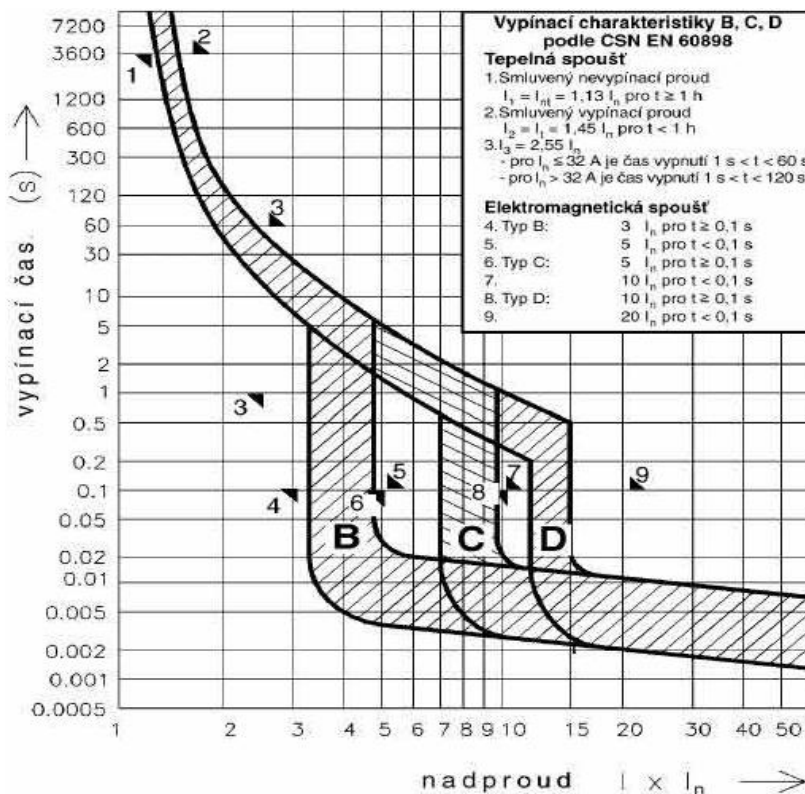
2.1.5.1. Jističe

Hlavním přístrojem v rozvaděči je jistič. Ten se musí použít vždy, když dochází ke změně průřezu nebo parametrů vedení, tedy pro každé dělení do samostatných obvodů. Jističe chrání vedení před zkratovými proudy a nadproudy pomocí dvou mechanismů.

Prvním z nich je bimetalový pásek, který se průchodem proudy vyššího než jmenovitý proud zahřívá, a tím dochází k ohybu. Po dostatečném čase je pásek natolik ohnutý, že rozpojí kontakty jističe. Je tak zajištěno rozpojení obvodu s časovým zpožděním proto, aby jistič nevypnul při každém krátkodobém nárůstu proudu.

U zkratového proudu ovšem musí reagovat co nejrychleji, proto se používá druhý rozpojovací mechanismus, a to elektromagnetický vypínač. Principem je vytvoření elektromagnetického pole pomocí cívky a zkratového proudu, které přitáhne kotvu vypínače a tím rozpojí obvod. Nadproud nevytvoří dostatečně silné pole, aby vybavil jistič, ale zároveň bimetal nereaguje dost rychle na zkratový proud, proto musí jistič obsahovat oba vypínací mechanismy.

U jističů dále rozlišujeme charakteristiky typu B, C a D. Charakteristika jističe ovlivňuje jeho zkratovou vypínací charakteristiku, na ochranu proti nadproudům nemá vliv. Pro běžné účely se využívá jistič s charakteristikou typu B, který vybavuje při trojnásobku jmenovité hodnoty. Typ C je vhodný pro ochranu přístrojů, které mají velký rozběhový proud a vybavuje při pěti až desetinásobku jmenovité hodnoty jističe. Typ D vybavuje teprve při deseti až dvacetinásobku jmenovitého proudu. Konstrukce jističe dále určuje maximální velikost zkratového proudu, který je ještě schopen vypnout. Běžná zkratová vypínací schopnost jističe pro použití v domácnosti je 6 nebo 10 kA.



Obrázek 4 - Vypínací charakteristiky jističe typu B, C a D [1]

2.1.5.2. Proudové chrániče

Proudový chránič je přístroj doplňkové ochrany, který chrání před úrazem elektrickým proudem. Jeho funkce je založena na součtovém transformátoru, kterým prochází všechny pracovní vodiče (tedy ne vodič PE). Pokud někde dojde k dotyku s živou částí, začne proud unikat svodem do země nebo vodičem PE a nebude se tedy „vracet“ přes transformátor. Tím se začne na sekundárním vinutí transformátoru indukovat napětí, které způsobí - po dosažení určité hodnoty - rozepnutí kontaktů proudového chrániče a odpojí obvod od elektřiny. Chrániče se liší svým reziduálním vybavovacím proudem, standardně je to 10 mA, 30 mA, 100 mA a 300 mA.

Vybavovací mechanismus proudového chrániče reaguje velmi rychle (v rámci několika milisekund), zasažená osoba většinou ani nepozná, že se dotkla živé části. Tato rychlost může být ovšem na škodu ve spojení s přepětovými ochranami, jelikož při svodu přepětí nastává krátkodobý zkrat a proudový chránič ho stihne vyhodnotit a následně vybavit, aniž by bylo v ohrožení lidské zdraví. Proto je vhodné v takových případech využít proudové chrániče se zpožděným vypnutím. Velikost zpoždění vypnutí se označuje písmeny „G“ a „S“, kde „G“ je čas vypnutí asi 10 ms a „S“ asi 30 ms. Typ „S“ se používá jako nadřazený prvek pro zajištění selektivity.

Pro bytové instalace je většinou dostatečný jeden proudový chránič. Pro větší objekty je vhodné použít více přístrojů pro zajištění selektivity. V takovém případě se použije chránič s reziduálním proudem 300 mA typu „S“, kterým se navíc zabezpečí objekt proti požáru (důležité zejména u dřevostaveb). Na další obvody se již použije chránič s vybavovacím proudem 30 mA.



Obrázek 5 - Proudový chránič 4-pólový [11]

2.1.5.3. Přepět'ové ochrany

Přepět'ové ochrany slouží ke snížení nárazového napět'ového impulzu na vedení způsobeného například bleskem. Do rozvaděče se instaluje především přepět'ová ochrana typu „B“, která omezuje přepětí na 6 kV, a typu „C“ omezující přepětí na 4 kV. Dále lze instalovat i ochranu typu „D“, která omezuje přepětí na 2,5 kV, tato ochrana se využívá primárně u rozvaděčů s dražší elektronikou (například elektronické regulátory), jinak se umísťuje až v místě připojení drahé elektroniky. Pro sdělovací vedení napájené malým napětím se používá přepět'ová ochrana omezující napětí na 500 V.

2.1.5.4. Další přístroje

Mezi další používané přístroje umístěné v rozvaděči patří stykače. Ty slouží ke spínání spotřebičů na základě časového programu nebo ovládané řídicím obvodem podle čidel. Často jsou spojené s HDO, kde spínají například ohřev vody a elektrické vytápění v době, kdy je elektřina v nižším tarifu.

Dalším přístrojem je impulzní relé. Toto relé reaguje na přírodní signál překlopením stavu a je tedy vhodný jako náhrada střídavých a křížových spínačů na místech, kde je využito větší množství spínačů. Místo obvyklého uspořádání střídavých a křížových spínačů se použijí pouze tlačítkové spínače, které překlápá impulzní relé, a to napájí světelný zdroj v daném prostoru.

Dále do rozvaděče umísťujeme zvonkové transformátory, spínací hodiny, soumrakové spínače, a jiné.

2.1.6. Rozdíly v přípojovacích podmínkách distributorů

Každý poskytovatel uvádí své podmínky pro připojení, které se ovšem v mnohém shodují. Soubory podmínek jsou k nalezení například na webových stránkách distributorů. Dále jsou uvedeny některé rozdíly mezi podmínkami distributorů ČEZ a E.ON.

Tabulka 2 - Rozdíly v přípojovacích podmínkách distributorů ČEZ a E.ON

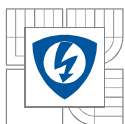
Vybrané rozdíly	ČEZ	E.ON
Rozdělení vodiče PEN	Lze rozdělit již v ER	Povoluje dělení až za ER
Jednofázový odběr	Omezen jističem do 25 A	Neudává
Jistič před HDO	2 – 6 A	2 A
Krytí uzavřeného rozvaděče v normálních prostorech	Vyžaduje IP2X	Vyžaduje IP40
Značení vývodů z elektroměru	L1, L2, L3	L1O, L2O, L3O
Přepět'ová ochrana	Umožňuje po dohodě umístit přepět'ovou ochranu do zvláštní skříňe mezi HDS a ER	Umožňuje po dohodě umístit přepět'ovou ochranu do neměřené části
Ochranné propojení elektroměru a svorkovnice PEN	Provede se plným měděným vodičem o průřezu 4 mm ²	Provede se plným měděným vodičem o průřezu 6 mm ²
Nepřímé měření (s měřícím transformátorem proudu)	Definuje podmínky pouze do 20 m délky	Definuje podmínky až do 60 m délky
Dálkové ovládání elektroměru pro místa s akumulacím ohřevem teplé vody (TUV)	Umožňuje v přímém zapojení ovládat až tři elektroměry jedním vícesystémovým spínačem	Skupinové ovládání není u nových a rekonstruovaných odběrů povoleno

2.2. Silnoproudé obvody

Silnoproudé rozvody navrhujeme tak, aby byla zajištěna bezpečnost osob, zvířat a majetku. Je třeba dbát na přehlednost, spolehlivost i vzhled obvodů. Důležitá je také hospodárnost vedení, která úzce souvisí s umístěním bytového/domovního rozvaděče, ten se umísťuje uvnitř bytu tak, aby byly vzdálenosti jednotlivých vývodů co nejkratší. Dále se umísťuje do prostoru s normálními vnějšími vlivy, a kde nehrozí mechanické poškození (tedy například ne do koupelny).

Obytné prostory rozlišujeme podle stupně elektrizace objektu, kde

- **Stupeň „A“** – využívá elektrické energie na osvětlování a na napájení domovních spotřebičů o příkonu maximálně 3,5 kVA
- **Stupeň „B“** – stejně jako stupeň „A“, ale pro obvody určené k vaření uvažujeme elektrické spotřebiče o příkonu nad 3,5 kVA
- **Stupeň „C“** – stejně jako stupeň „B“, ale navíc se využívá elektrických spotřebičů pro vytápění nebo klimatizaci



Proudové okruhy se dělí podle účelu a provádí se minimálně v počtu udávaném tabulkou 3.

Tabulka 3 - Minimální počty zásuvkových a světelných obvodů v objektu podle plošné výměry

Plošná výměra bytu	Do 50 m ²	Do 75 m ²	Do 100 m ²	Do 125 m ²	Nad 125 m ²
Světelné obvody	1	1	1	2	2
Zásuvkové obvody	1	2	3	3	4

2.2.1. Světelné obvody

Světelné obvody jsou určeny primárně pro pevně připojená svítidla nebo pro svítidla zapojená přes spínanou zásuvku. Obvod je realizován kabelem o průřezu 1,5 mm² Cu a je jištěn standardně jističem prvku o jmenovitém proudu 10 A. Počet připojených svítidel je omezený součtem jejich jmenovitých proudů vypočtených z příkonu, který nesmí přesáhnout jmenovitý proud jističího prvku. Spínače světelných obvodů se obvykle umísťují 1,05 - 1,2 m od podlahy ke středu spínače, a to ke straně otevírání dveří. Spínač musí být vždy zapojen tak, aby se obvod aktivoval stlačením horní části spínače, pro střídavé a křížové spínače toto neplatí.

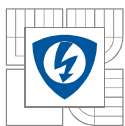
Světelný obvod pro objekt může být jen jeden, pokud má doplňkovou ochranu (proudový chránič), v opačném případě musí být minimálně dva, jelikož světelné obvody v koupelnách musí být jištěny doplňkovou ochranou. Vyšší počet obvodů zvyšuje komfort elektroinstalace, pokud jsou vhodně zvoleny tak, aby nebyly dvě místnosti vedle sebe napájené jedním světelným obvodem, je při výpadku jednoho obvodu zajištěno osvětlení ve vedlejší místnosti z jiného obvodu.

2.2.2. Zásuvkové obvody

Pro připojování elektrických spotřebičů k elektrické síti jsou používány zásuvkové obvody. Při použití více napěťových sítí musí být zásuvky nezáměnné a celá soustava musí být tvořena jedním typem zásuvek. Pro zásuvkové obvody jednofázové a trojfázové se vyžaduje doplňková ochrana realizovaná proudovým chráničem o reziduálním proudu 30 mA. Trojfázové zásuvky s jištěním nad 32 A lze vybavit proudovým chráničem s reziduálním proudem 100 mA. Zásuvkové obvody nepřístupné laikům a také obvody se specifickým užitím jako například zařízení pro chlazení potravin, kde by mohla vzniknout větší hmotná škoda při vypnutí, není nutné chránit doplňkovou ochranou.

2.2.2.1. Jednofázové obvody

Do jednofázového zásuvkového obvodu lze připojovat jednofázové spotřebiče do maximálního příkonu 2000 VA. Jeden obvod může obsahovat maximálně 10 zásuvkových vývodů, přičemž dvojnásobné zásuvky nebo více jednonásobných zásuvek spojených ve vícenásobném rámečku jsou považovány za jediný vývod. Celkový instalovaný příkon takového obvodu nesmí překročit 3680 VA pro obvod jištěný jističem o jmenovitém proudu 16 A, resp. 2300 VA pro jistič se jmenovitým proudem 10 A. Obvody o normálním zatížení, které jsou jištěny jističem na 16 A, jsou provedeny kabelem o průřezu 2,5 mm² Cu, obvody se sníženým zatížením lze jistit jističem o jmenovitém proudu 10 A a použít kabel o průřezu 1,5 mm² Cu.



Zásuvky jsou zapojovány podle ČSN 34 1010 tak, že ochranný vodič musí být vždy přiveden na ochranný kolík, který musí být umístěn nahoře. Střední vodič se připojuje podle ČSN 33 2180 na pravou dutinku při pohledu zepředu a fázový vodič analogicky na levou dutinku.

Pro elektrické spotřebiče s příkonem nad 2kW (např. pračka, bojler, mikrovlnná trouba, varné konvice) se navrhuje samostatný obvod.

2.2.2.2. Trojfázové obvody

Na třífázový obvod lze připojit více třífázových zásuvek, které jsou dimenzovány na stejný jmenovitý proud. Jištění se provádí jističem na stejný proud jako použité zásuvky. Spotřebiče připojené k jednomu obvodu nesmějí součtem výkonů přesáhnout 15 kVA. Trojfázové zásuvky se zřizují hlavně u rodinných domů, chalup a dalších objektů, kde se předpokládá užití spotřebičů s příkonem více než 3 kW. V bytech je třífázový odběr většinou pouze pro vaření (varná deska) nebo případně ohřev vody.

2.2.3. Zvláštní obvody rodinných domů

Oproti bytům se u rodinného domu nachází i další prostory mimo ty určené k obýváním. Mezi ty hlavní patří garáž, půda, venkovní rozvody (zahrada).

2.2.3.1. Garáž

V prostoru garáže se doporučuje světelný a zásuvkový obvod, dále vývod pro napájení otevírání vrat a trojfázová zásuvka pro připojení trojfázových spotřebičů určených například k údržbě objektu.

2.2.3.2. Půdní prostory

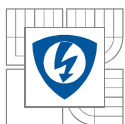
Pokud je možnost a plánuje se využití půdy objektu v budoucnu, je vhodné zvážit přípravu elektrického vedení pro rozšíření či přestavbu půdy. V tomto případě je vhodné přivést na půdu samostatně jištěné zásuvkové a světelné obvody a ukončit je v odbočovací krabici, popřípadě připravit podmínky pro podružný rozvaděč a například i další elektroměr (tato možnost se vždy musí projednat s poskytovatelem elektrické energie již při návrhu novostavby). V případě, že se přestavba půdních prostor neplánuje, přivede se tam alespoň světelný okruh a zásuvkový vývod. Zařízení použitá (přípevněná) na dřevěných krokech střechy musí být ze samozhášivého materiálu.

2.2.3.3. Domácí dílna

Dílnu pro všeobecné požití je vhodné osadit podružným rozvaděčem s hlavním vypínačem. Zásuvkové vývody se doporučuje promyslet podle předpokládaného osazení dílny přístroji, minimálně však alespoň dva vývody nad pracovním stolem. K němu je doporučeno použít také zářivková svítidla pro umělé osvětlení o osvětlenosti alespoň 500 luxů.

2.2.3.4. Venkovní vývody

Další kategorií jsou rozvody pro venkovní zařízení, například bazény, vířivé jednotky a další. Zásuvkové obvody lze připojit k vnitřnímu obvodu, vždy však musí být chráněn proudovým chráničem. Osvětlení může být také napájeno vnitřním světelným obvodem, svítidla musí být ale výrobcem určena pro venkovní použití. Osvětlení u bazénu se doporučuje napájet bezpečným napětím 12V.



2.2.4. Vybavení místností v objektu elektrickým zařízením

Na základě předepsané normy ČSN 33 2130 se jednotlivé typy místností vybavují určitým minimálním počtem vývodů zásuvek, světel a dalších zařízení. Počty pro různé místnosti jsou uvedeny v tabulkách 4-6.

Tabulka 4 – Minimální počet vývodů v různých místnostech objektu dle ČSN 33 2130

Místnost		Zásuvkových vývodů	Světelných vývodů	Vývody pro spotřebiče nad 2 kW	Telefonních vývodů	Televizních vývodů (STA)
Ložnice a obytné místnosti	$\leq 12 \text{ m}^2$	3	1	-	1	1
	$\leq 20 \text{ m}^2$	4	1	-	1	1
	$> 20 \text{ m}^2$	5	2	-	1	1
Kuchyňský kout		5	2	1 – 4	-	-
Kuchyně		7	2	1 – 4	-	-
Koupelna		2	2	0 – 2	-	-
WC		0 – 1	1	-	-	-
Chodba (délka)	$\leq 2,5 \text{ m}$	1	1	-	-	-
	$> 2,5 \text{ m}$	1	1	-	-	-
Sklep nebo půda		-	1	-	-	-
Pro domácí práce		3	1	1 – 3	-	-

Tabulka 5- Počet vývodů v různých místnostech objektu dle evropského standardu

Místnost		Zásuvkových vývodů	Světelných vývodů	Vývody pro spotřebiče nad 2 kW	Telefonních vývodů	Televizních vývodů (STA)
Ložnice a obytné místnosti	$\leq 12 \text{ m}^2$	5	2	1	1	2
	$\leq 20 \text{ m}^2$	7	2	1	1	2
	$> 20 \text{ m}^2$	9	3	1	1	2
Kuchyňský kout		7	2	1 – 4	-	-
Kuchyně		9	3	1 – 4	-	-
Koupelna		4	3	0 – 2	-	-
WC		2	1	-	-	-
Chodba (délka)	$\leq 2,5 \text{ m}$	1	2	-	-	-
	$> 2,5 \text{ m}$	2	2	-	-	-
Sklep nebo půda		2	1	-	-	-
Pro domácí práce		7	2	1 – 3	-	-

Tabulka 6 - Počet vývodů v různých místnostech objektu dle zvýšeného evropského standardu

Místnost		Zásuvkových vývodů	Světelných vývodů	Vývody pro spotřebiče nad 2 kW	Telefonních vývodů	Televizních vývodů (STA)
Ložnice a obytné místnosti	$\leq 12 \text{ m}^2$	7	3	1	1	2
	$\leq 20 \text{ m}^2$	9	3	1	1	2
	$> 20 \text{ m}^2$	11	4	1	1	2
Kuchyňský kout		8	2	1 – 4	1	1
Kuchyně		11	3	1 – 4	1	1
Koupelna		9	3	0 – 2	-	-
WC		2	2	-	-	-
Chodba (délka)	$\leq 2,5 \text{ m}$	1	3	-	-	-
	$> 2,5 \text{ m}$	3	3	-	-	-
Sklep nebo půda		2	1	-	-	-
Pro domácí práce		9	3	1 – 3	-	-

2.3. Ukládání vedení v objektu

V každém objektu je třeba propojit rozvaděč s vývody. Kabelové trasy mohou být zapuštěné a tedy skryté, nebo mohou vést po povrchu například v lištách na stěně. Podle normy ČSN 33 2130 se rozvody ukládají zpravidla skrytě, pouze v nebytových prostorech nebo při dodatečné montáži je možné uložení na povrch.

V následujících kapitolách jsou uvedené jednotlivé typy uložení vedení a také zásady a normy pro jejich trasy.

2.3.1. Zapuštěné rozvody elektřiny

Zapuštěnými rozvody se rozumí vedení skryté v nějaké stavební konstrukci. Konečný povrch stěn nakonec přechází pouze elektrická zařízení (spínače, zásuvky atd.) nebo víčka pomocných krabic. Výhoda takových rozvodů spočívá v tom, že mechanicky chrání vedení, nenarušují estetický vzhled objektu a snižují nároky na údržbu. Na druhou stranu při rekonstrukci nebo potřebné změně je nutný zásah do stavební konstrukce a již při stavbě vyžadují technologické přestávky, čímž prodlužují dobu stavby. Pro vedení se musí hloubit drážky až 60 mm, což snižuje pevnost stavební konstrukce, zvláště u tenkých stěn. Rozlišujeme několik druhů zapuštění vedení.

2.3.1.1. Zapuštění v omítce

Toto uložení se využívá hlavně pro jednofázová zařízení, světelné obvody a zásuvky. Využívá se hlavně plochých nebo můstkových vodičů, a to v případech, kdy se nepředpokládají v budoucnu větší zásahy do rozvodů. K uložení je třeba minimálně 15 mm silná vrstva omítky pro můstkové vodiče, pro ploché je třeba alespoň 2 mm omítky na překrytí vedení.

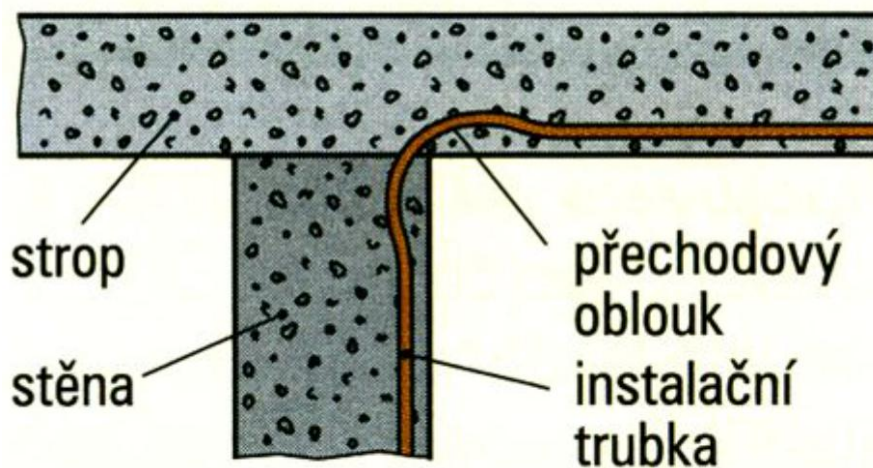
Výhodou jsou nižší požadavky na stavební úpravy a rychlejší montáž. Rozšíření vedení lze provést snadněji než u vedení zapuštěném pod omítkou – stačí vyškrábat drážku do omítky. Nevýhodou je mělké uložení elektrických zařízení, které může narušovat estetický vzhled, dále zvýšená zranitelnost rozvodů.

Při stavbě nového objektu jsou vyžadovány tyto etapy prací:

- Vyznačení tras vedení a rozložení instalačních krabic, hloubení drážek pro kabely a krabice, uložení kabelů a krabic;
- Čištění instalačních krabic, pokud jsou zanesené špínou z postupu instalace;
- Zapojování elektrických zařízení a přístrojů.

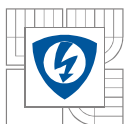
2.3.1.2. Zapuštění pod omítkou

Pro uložení pod omítkou se vedení ukládá do předem připravených drážek a otvorů, které se frézují nebo vysekávají přímo do hrubé stavby, a po instalaci se zakrývají vrstvou omítky. Vedení se často vkládá do instalačních trubek, ale je možné požívat i samotné kabely. Pokud se krabice ukládají do sádky, je třeba dbát na to, aby se sádka nedostala ke vstupním otvorům a neucpala je. Krabice se ukládají zpravidla tak, aby uchycovací šrouby pro přístroje byly vodorovně. Uchycování kabelů nebo ohebných trubek je doporučeno každých 0,4 až 0,6 m, pro tuhé trubky stačí po 1 m. Tuhé trubky se užívají pro rovné trasy, na kolena a ohyby se používají ohebné trubky. Trubky u odbočných krabic se nikdy neohýbají, místo toho se vyhnou ty, které vedou do krabice, aby průběžné zůstaly rovné. Stejně tak trubky vedoucí ze stěny do stropu se ukládají s dostatečným přesahem, aby uložení nevytvářelo zakulacení v rohu, jako na obrázku 6.



Obrázek 6 - Správné ukládání trubek v rozích [2]

Normalizovanou řadu trubek lze najít v tabulce 7, zahraniční výrobci vyrábějí trubky v rozměrech podle normy IEC uvedené v tabulce 8 a doporučený průměr trubky podle počtu a průřezu použitých vodičů v tabulce 9. Při větším počtu kabelů je vhodnější použít více trubek o menším průměru namísto jedné velké trubky, trubky se lépe poskládají do drážky a není potřeba většího stavebního zásahu. Doporučené rozměry drážek jsou v tabulce 10.



Tabulka 7 - Rozměry elektroinstalačních trubek dle normované řady používané v ČR

Druh trubky	Parametr	Jmenovitý rozměr trubky v mm						
		11	13,5	16	23	29	36	48
Pevné trubky	Vnější průměr			21,2	28,5	34,5		
	Vnitřní průměr			16,0	23,0	29,0		
Ohebné trubky	Vnější průměr	15,8	18,7	21,2	28,5	34,5	42,5	54,5
	Vnitřní průměr	11,8	13,5	16,0	22,9	28,4	35,9	47,7

Tabulka 8 - Rozměry elektroinstalačních trubek dle mezinárodní normované řady (IEC)

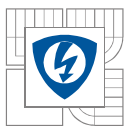
Druh trubky	Parametr	Jmenovitý rozměr trubky, resp. vnější průměr [mm]						
		16	20	25	32	40	50	63
Pevné trubky	Vnitřní průměr	≥ 13,7	≥ 17,4	≥ 22,1	≥ 28,6	≥ 35,8	≥ 45,1	≥ 57,0
Ohebné trubky	trubek v mm	≥ 10,7	≥ 14,1	≥ 18,3	≥ 24,3	≥ 31,2	≥ 39,6	≥ 52,6

Tabulka 9 - Doporučený jmenovitý rozměr trubky podle průřezu a počtu kabelů v jedné trubce

Průřez vodičů v mm ²	Počet kabelů v jedné trubce								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Jmenovitý rozměr trubky v mm								
1,5	11	11	13,5	16	16	16	23	23	23
2,5	11	13,5	16	23	23	23	29	29	29
4	11	16	16	23	23	29	29	29	36
6	13,5	16	23	23	29	29	29	36	36
10	16	23	29	29	29	36	36	36	36

Tabulka 10 - Doporučená velikost drážky pro uložení trubek dle jejich jmen. rozměru a počtu

Jmenovitý rozměr trubky v mm	Rozměry drážek při daném počtu trubek v mm			
	1	2	3	4
13,5	30 x 30	50 x 30	70 x 30	100 x 30
16			nebo 50 x 50	nebo 50 x 60
23	40 x 40	80 x 40	110 x 40	150 x 40
29			nebo 80 x 70	nebo 80 x 80
36	60 x 60	120 x 60	170 x 60	230 x 60
48			nebo 120 x 110	nebo 120 x 120



Výhodou uložení do trubek je možnost výměny nebo rozšíření vedení, pokud je pamatováno na dostatečný průřez trubky. Do jedné trubky je možné společně umístit silové, řídicí, měřicí a jiné pomocné obvody, pokud předpisy nestanoví jinak. Pomocné proudové obvody mohou být v jedné trubce s obvody napájejícími totéž zařízení. Nikdy se ale nesmí do jedné trubky vložit obvody na bezpečné napětí spolu s obvody vyššího napětí.

Při plánování prací se montáž rozděluje do těchto etap:

- Naplňování stavebních úprav;
- Instalace trubek nebo kabelů a krabic;
- Vkládání kabelů do trubek;
- Montáž zařízení a přístrojů.

2.3.1.3. Instalace do dutých stěn

Stavebně se duté stěny provádějí nosnou konstrukcí, na kterou se upevňují sádkartonové desky. Do dutiny se potom vkládá výplň podle požadavků – protipožární, protihluková, izolační a jiné. Instalace rozvodů probíhá současně se stavbou stěn, nejprve se obloží jedna strana konstrukce, potom se rozvede vedení a zaklopí se druhá strana konstrukce. V konstrukci musí být přichystány otvory pro průchod kabelů většinou v trubkách jako ochrana proti mechanickému poškození.

Do sádkartonových desek se upevňují krabice z nehořlavého plastu určené pro duté stěny, ty se umísťují do otvorů vykroužených přesně na daný rozměr. Lze použít i vícenásobné krabice, zmenší se pouze průměr vykružovací hlavy.

2.3.1.4. Instalace do betonu

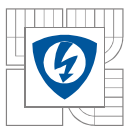
Rozvody do betonu se umísťují do předem připravených dutin v panelu, proto je nutné znát projekt již při výrobě panelů. U betonu litého přímo na stavbě se elektroinstalační materiál umísťuje na bednění a musí být dostatečně mechanicky odolný proti silám při betonování, proti výkyvům teploty (až $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ při betonování a až $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ při tvrdnutí betonu) a musí být dostatečně pevně upevněný k bednění, aby se neposunul, neuvolnil nebo nenatočil při samotné stavbě.

2.3.1.5. Instalace do podlahy a stropu

Elektrické rozvody musí také vést do stropu nebo podlahy (světla, vytápění). V takových případech se vedení ukládá do omítky, do betonu, stropních dutin v betonu (panelu) nebo do vyrovnávací vrstvy podlahy.

2.3.2. Povrchové rozvody elektřiny

Rozvody na povrchu jsou viditelně umístěné na stavební konstrukci. Jedná se o nejstarší způsob ukládání vedení a často se využívá mimo jiné v půdních prostorách, hořlavých objektech či v hospodářských přístavbách (kůlny, dílny, garáže). Jeho výhodou je hlavně přehlednost, nejsou třeba žádné nebo jen minimální stavební úpravy a je možné jednoduše opravit či rozšiřovat stávající vedení. Je ale třeba dbát na pečlivost při montáži, jelikož každá chyba je zřejmá na první pohled. Vedení vedené po povrchu je ovšem zranitelnější, může narušovat estetický vzhled objektu a zvyšuje nároky na údržbu, protože se na něm více usazuje prach a nečistoty. Před samotnou montáží musí být dokončeny úpravy povrchů, vytvořeny prostupy pro vedení a položeny podlahy. Opět rozlišujeme několik druhů povrchového vedení.



2.3.2.1. Rozvody v trubkách

K povrchové montáži se využívá hlavně tuhých plastových trubek nebo ohebných trubek pro kolena. Při zvýšeném namáhání se volí plastové trubky s kovovým pláštěm, v případě velmi vysokého namáhání jsou vhodné ocelové trubky se závitem či pancéřové plastové trubky. Trubky se upevňují do držáků na stěně nebo stropu, což je náročnější na montáž a ne moc pěkné na pohled.

2.3.2.2. Rozvody v nástěnných a stropních lištách (kanálech)

Využití lišt a kanálů povrchovou montáž usnadňuje a navíc mnohem lépe vypadá. Lišty je možné instalovat na podklady všech úrovní hořlavosti⁵. Použitím pokovených a kovových kanálů se dá spolehlivě odstínit rušení způsobené elektromagnetickou interferencí.

2.3.2.3. Rozvody v podlahových lištách (kanálech)

Podlahové lišty jsou většinou uzpůsobeny nejen k uložení kabelů, ale také ke krytí spár mezi podlahou a stěnou. Víka lišt bývají uzpůsobeny tak, aby je bylo možné osadit pásem podlahové krytiny, takže se snižuje estetické narušení interiéru. Přímou z lišty je možné připojit zásuvky, které nemusí splňovat minimální výšku 200 mm.

2.3.2.4. Rozvody kabely na povrchu

V částech objektu, kde nejsou subjektivní požadavky na estetiku, lze vést rozvody elektřiny samostatnými kabely. Takové vedení je dobře přístupné, přehledné, lze jej rozšiřovat bez zásahu do stavební konstrukce a snadno se opravuje a upravuje. Před montáží tohoto typu vedení je třeba, aby byly připraveny prostupy navíc doplněné o PVC trubku kvůli mechanickému poškození, dokončeny povrchové úpravy a položeny podlahy.

Kabely lze klást přímo na povrch, příchytky vodorovného vedení potom musí mít rozteč 0,4 m při průřezu do 16 mm², jinak 0,6 m. Příchytky pro svislé vedení se montují každý 1 m. Kabely lze také na podklad zavěsit, což se provádí obdobně jako kabely přímo na podkladu, jen se využívá distančních příchytek (obr. 7) a nosných lišt v případě více souběžných kabelů. Dále lze kabely klást na nosné dráty a lana, do kabelových žlabů a na kabelové žebříky.

2.3.3. Instalační zóny rozvodů v objektu

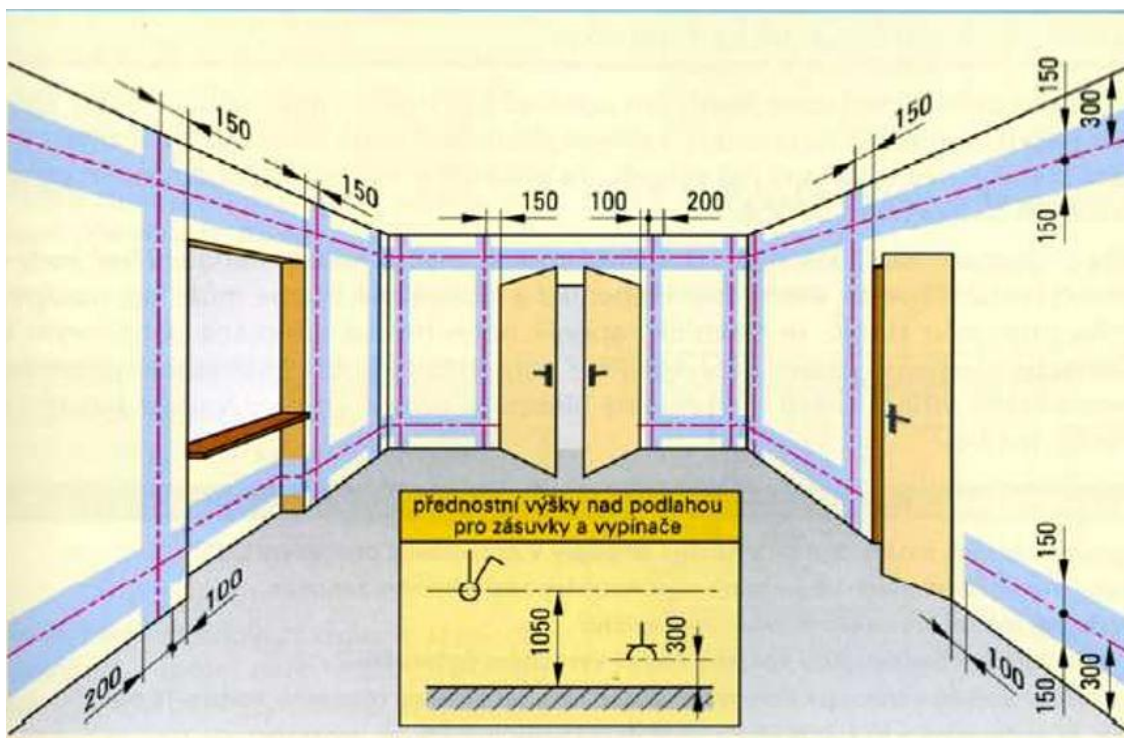
Pro umístování skrytých vedení, vývodů zásuvek a spínačů se užívají jisté zásady, které přesně vymezují zóny, ve kterých se může nacházet vedení. Smyslem je hlavně ochrana vedení před následnými zásahy do povrchu, pod kterým je vedení uloženo. Rozložení je na obrázku 8.

Vodorovné instalační zóny jsou široké 300 mm, vedou od rohu do rohu a dělí se na:

- **Horní** – zóna je umístěná od 150 do 450 mm pod konečnou výškou stropu;
- **Střední** – zóna je umístěná od 900 do 1200 mm nad konečnou výškou podlahy;
- **Dolní** – zóna je umístěná od 150 do 450 mm nad konečnou výškou podlahy.

Střední vodorovná zóna se využívá pouze v místnostech, které mají pracovní plochu u zdi, tj. například kuchyňská deska, pracovní stůl, dílna.

⁵ Hořlavost se hodnotí podle materiálu a chování látky při požáru, dělí se do 5 stupňů, kde stupeň A je nehořlavý, stupeň B je nesnadno hořlavý, stupeň C1 těžce hořlavý, C2 středně hořlavý a C3 lehce hořlavé materiály.



Obrázek 7- Instalační zóny vedení [1]

Svislé instalační zóny jsou široké 200 mm, vedou od podlahy ke stropu a dělí se na:

- **Rohové** – zóna je v rozsahu 100 až 300 mm od rohu místnosti;
- **Dveřní** – zóna je v rozsahu 100 až 300 mm vedle okraje dveří;
- **Okenní** – zóna je v rozsahu 100 až 300 mm vedle okraje okna.

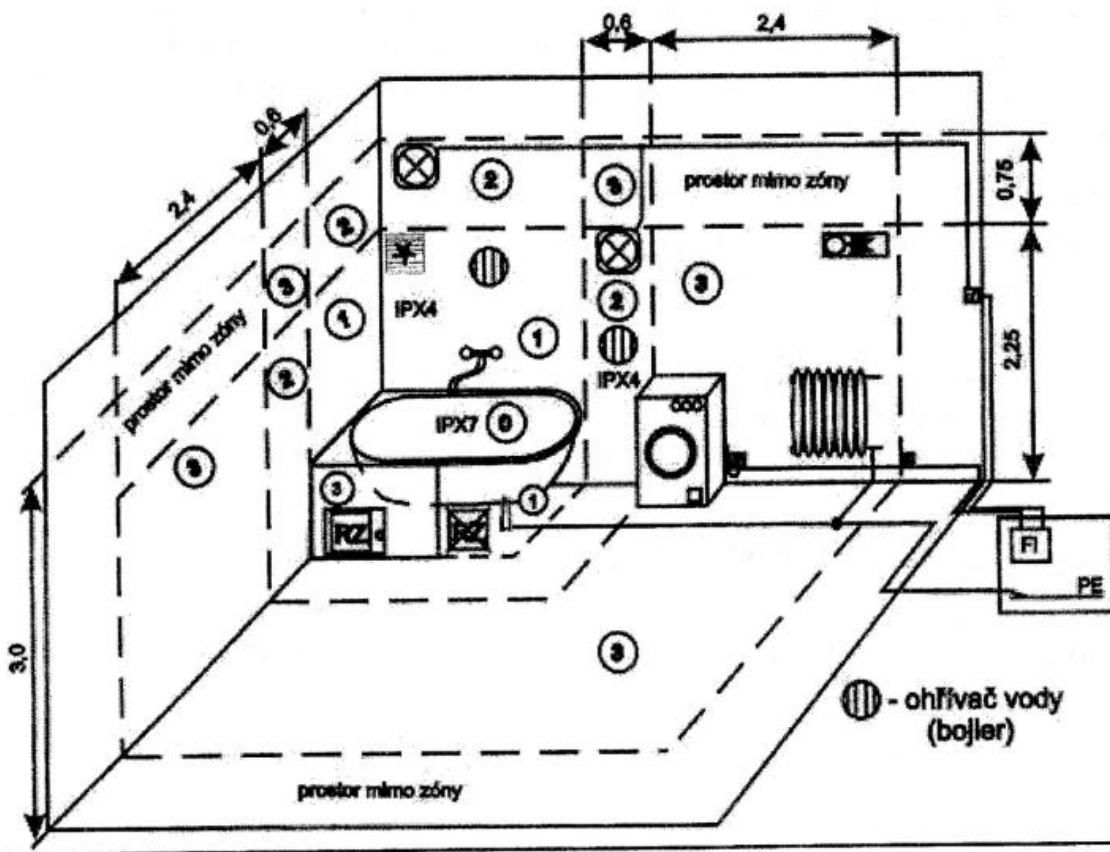
U oken a dvoukřídlých dveří jsou instalační zóny vedeny po obou stranách, zatímco u jednokřídlých jsou vedeny pouze na straně otevírání dveří. V zešíkmených prostorech se zóny vedoucí šikminami považují za svislé.

Vedení se zpravidla umísťuje do středu instalační zóny, tedy 300 mm pod strop a nad podlahu a 1050 mm nad podlahu. Ve svislých zónách se umísťuje 150 mm od vztahné hrany (hrana dveří, roh místnosti).

Spínače světelných obvodů se umísťují do svislých instalačních zón většinou 1050/1200 mm nad podlahu. U zásuvek a spínačů nad pracovními plochami je doporučená výška 1150 mm. Vývody, které jsou navrženy mimo instalační zóny, se připojují z nejbližšího vodorovného vedení svisle nejkratší cestou a ukládají se do trubek nebo prefabrikovaných stěnových dílců a musí nad sebou mít minimálně 60 mm krycí vrstvy.

2.3.4. Zóny v koupelnách

Na prostory koupelen a dalších zvláštních objektů s umývacím prostorem se vztahují požadavky udávané normou ČSN 33 2000-7-701 ed. 2, která dělí vnitřní prostory objektu do zón. Zóny jsou čtyři a jejich umístění je patrné z obrázku 9. Ochrana před úrazem elektrickým proudem v takových prostorech se provádí doplňujícím pospojováním, výjimečně i rozvedem SELV. Doplňujícím pospojováním rozumíme spojení ochranných vodičů s neživými částmi ve všech zónách (kovové vany, části sprch, trubky, vytápění) vodičem o průřezu minimálně 2,5 mm², pokud je chráněn před mechanickým poškozením, nebo 4 mm², pokud není.



Obrázek 8 - Bezpečnostní zóny v koupelnách [8]

2.3.4.1. Zóna 0

Zóna 0 se nachází ve vnitřním prostoru koupací nebo sprchové vany. V prostoru sprchy bez vany je tato zóna vymezena podlahou a horizontální rovinou 5 cm nad podlahou. Vertikální ohraničení je dané prostorem sprchy, pokud není sprchová hlavice pevně připevněna ke zdi. V opačném případě je prostor vymezen plochou o poloměru 0,6(1,2) m od sprchové hlavice.

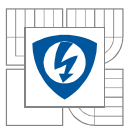
Zařízení použitá v této zóně musí mít stupeň ochrany minimálně IPX7. Elektrické rozvody v této zóně, které jsou vedeny na povrchu nebo ve stěně v hloubce do 50 mm, se musí omezit pouze na nezbytně nutná k napájení zařízení v této zóně. Není dovoleno do zóny umísťovat žádné spínače ani příslušenství, pouze pevně připojená zařízení určená výrobcem pro použití v zóně 0.

2.3.4.2. Zóna 1

Zóna 1 začíná nad zónou 0 a pokračuje ve stejné ploše do výšky 2,25 m. Navíc se jako zóna 1 označuje prostor pod koupací a sprchovací vanou, který je přístupný bez použití nástroje⁶.

Stupeň ochrany zařízení použitých v této zóně je alespoň IPX4, pro zařízení nad úrovní pevně připevněné sprchové hlavice alespoň IPX2. Rozvody po povrchu a skryté do 50 mm se opět musí omezit na nezbytně nutné pro napájení zařízení v zóně 0 a 1. Dále tu nejsou dovoleny žádné spínače a příslušenství, s výjimkou spínačů obvodů SELV s napětím 12 VAC nebo 30 VDC. Zdroj tohoto napětí musí být mimo zóny 0, 1 a 2. Do zóny je možno umístit pevně připevněné zařízení (ohříváč vody a jiná zařízení určená přímo pro zónu 1), musí být ovšem chráněno doplňkovou ochranou.

⁶ Nástrojem se rozumí např. šroubovák, montážní klíč nebo jiná pomůcka pro sejmutí ochranného krytu.



2.3.4.3. Zóna 2

Zóna 2 je na vnější straně zóny 1 v šířce 0,6 m od podlahy do výšky 2,25 m. Dále je také nad zónou 1 tam, kde je strop vyšší než 2,25 m, a to buď ke stropu, nebo do výšky 3 m.

Stupeň ochrany a podmínky elektrických rozvodů jsou shodné s podmínkami v zóně 1, navíc ještě obsahují napájení zařízení v zóně 3 pod koupací či sprchovací vanou. To znamená, že přívod musí být vždy veden ze strany ze zóny 2, nikdy nesmí jít přes zónu 0 či 1. Spínače a příslušenství v této zóně lze instalovat, pouze pokud se jedná o spínače a zásuvky obvodu SELV nebo o napájecí jednotky holících strojů definovaných v ČSN IEC 742, kapitola 2, oddíl 1. Dále sem lze umístit pevně připojená zařízení určená do zóny 1, navíc ještě svítidla, ventilátory, topná zařízení a jednotky vířivých van, pokud jsou chráněny doplňkovou ochranou.

2.3.4.4. Zóna 3

Tato zóna se nachází vně zóny 2 v šířce 2,4 m od podlahy až do výšky 2,25 m. Tam, kde je strop vyšší než 2,25 m, je zóna 3 nad zónou 2 až ke stropu nebo do výšky 3 m. Zóna 3 také zahrnuje prostor pod sprchovací nebo koupací vanou, je-li přístupný pouze za použití nástroje.

Podmínky na stupeň ochrany zařízení v bytových zástavbách nejsou uvedené. Přes zónu 3 procházejí rozvody do ostatních zón a navíc obsahuje rozvody pro zařízení umístěná uvnitř této zóny. Zásuvky v zóně 3 mohou být instalovány za předpokladu, že jsou chráněny oddělovacím transformátorem, nebo jsou napájené z obvodu SELV, nebo jsou chráněny samočinným odpojením od zdroje⁷ s použitím doplňkové ochrany proudového chrániče s reziduálním proudem 30 mA. Zásuvky mimo zónu 3 ale ve stejné místnosti musí být chráněny stejným způsobem jako uvnitř zóny. To je důležité, pokud je koupelna propojena s další místností bez dveří, celá vedlejší místnost stále podléhá těmto podmínkám.

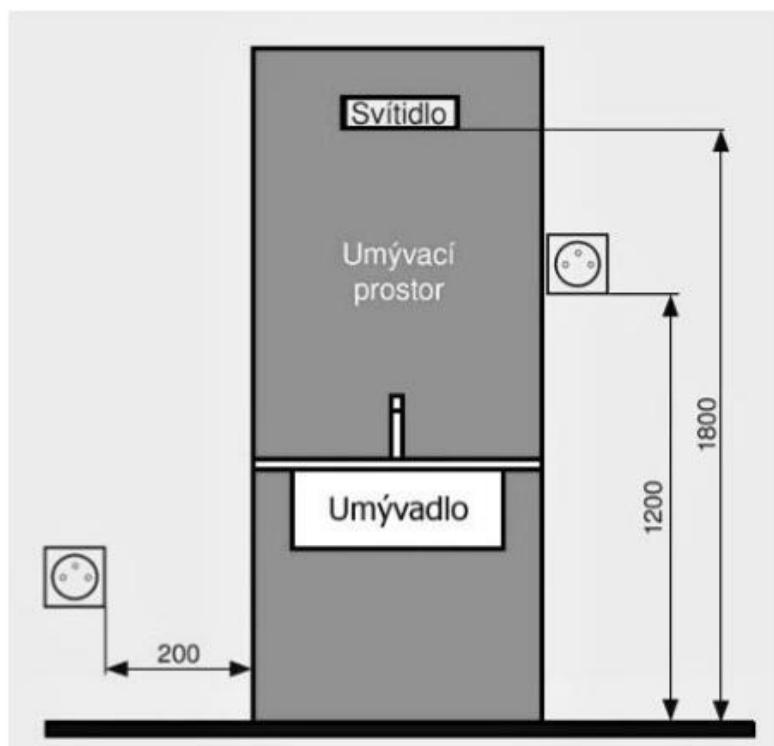
Pokud je navrženo vytápění v koupelně pomocí topného žebříku, umísťuje se do zóny 3. Pouze v případě nedostatečného prostoru je dovoleno topidlo umístit do zóny 2, připojovací zásuvka musí vyhovět ČSN 33 200-7-701.

2.3.4.5. Umývací prostor

Prostor je vymezen šířkou umyvadla (dřezu) od podlahy ke stropu nebo do výšky 3 m. Pokud je umyvadlo pevně zabudované do pracovní desky (kuchyňský drez), prostor pod umyvadlem již není považován za umývací a lze do něj umístit i zásuvku. Do umývacího prostoru lze umístit svítidlo, musí ale být minimálně 1,8 m nad podlahou a s tvrzeným ochranným sklem z trvanlivého izolantu. Svítidlo můžeme umístit i níže, ale musí být chráněno ochranným krytem proti mechanickému poškození a odpovídat stupni krytí IPX1, nikdy ovšem nesmí být níže než 0,4 m nad rovinou umyvadla.

Zásuvky a spínače u umývadla a dřezů musí být vždy vně umývacího prostoru. Pokud jsou ve výšce alespoň 1,2 m, mohou být umístěny přímo na okraji umývacího prostoru, jinak je vyžadována mezera alespoň 0,2 m. Zásuvky umístěné pod těsně připevněným dzezem do pracovní desky jsou zpravidla využívány pro připojení myčky, eventuálně elektrického ohřívače vody. Rozmístění je patrné z obrázku 9.

⁷ Ochrana v případě poruchy odpojuje zařízení od napájecího zdroje. Čas odpojení pro síť 230 VAC je 0,4 s. Odpojení je zajištěno, pokud je úbytek napětí na impedanci poruchové smyčky menší nebo roven napájecímu napětí.



Obrázek 9 - Umývací prostor [2]

3. PROVÁDĚNÍ SLABOPROUDÉ INSTALACE

Slaboproudé rozvody a přístroje jsou dnes nedílnou součástí elektroinstalace. Již při samotné výstavbě domu je třeba myslet na slaboproudou instalaci a minimálně připravit trubkový rozvod v objektu, pozdější montáž bez přípravy by mohlo velmi narušit vnitřní prostory domu.

Primární funkcí sdělovacího vedení je přenos signálů s nepatrnou energetickou úrovní do připojených zařízení, kde se dále zpracovávají. Napájení těchto zařízení je realizováno ze silnoproudých rozvodů, pouze telefonní zásuvky jsou uzpůsobené k přenosu informací a zároveň napájení připojeného zařízení.

Slaboproudé rozvody lze rozdělit do následujících podkapitol.

3.1. Strukturovaná kabeláž (datové a telefonní rozvody)

Strukturovaná kabeláž v objektu patří do komunikační části sdělovací instalace. Telekomunikační zařízení jsou spojeny přes veřejnou telekomunikační síť. Vnější kabel se přivádí do přípojkové skříně v objektu, vzdálenost mezi připojovacím kabelem a dalšími rozvody v objektu musí být alespoň 0,5 m. Vedení se vždy provádí tak, aby byla zajištěna možnost výměny, tedy například v trubkách. Minimální průměr trubky pro přípojku je alespoň 29 mm, tedy trubka M40.

Vedení se přivede do určené skříně (často ve sklepě nebo na půdě), kde je umístěný router a popřípadě modem nebo splitter pro transformaci a rozdělení signálu na datový a telefonní. Z tohoto místa se nadále vedení přivádí hvězdicově ke koncovým zásuvkám. Datové vedení se provádí kabelem UTP 4x2x0,5 mm² Cat5e nebo Cat6, což označuje kategorie kabelu. Telefonní vedení se provádí UTP 2x2x0,5 mm² Cat3. V současnosti je kategorie 3 (Cat3) používána pro telefonní rozvody, Cat5e je nejrozšířenější kategorií pro datové rozvody a Cat6 je její nástupce. Kategorie se od sebe liší hlavně přenosovou rychlostí. Maximální délka UTP kabelu je omezena na přibližně 100 m. Zásuvky datových rozvodů jsou osmipólové, určené pro připojení UTP kabelu s konektorem RJ-45, pro telefon se využívá konektor RJ-11.



Obrázek 10 - Datová zásuvka pro připojení k síti LAN [11]

3.2. Společná televizní anténa – STA

Další ze souboru komunikačních rozvodů elektroinstalace je společná televizní anténa (STA). Anténní zásuvky se začaly hojně využívat v době rozšíření společných televizních antén.

V dnešní době se současně využívají i pro připojení kabelové televize. V bytové výstavbě se nejčastěji využívá průchozí zapojení anténních zásuvek, které ale není vhodné pro satelitní příjem

z důvodu rušení signálu jednotlivých zásuvek na stejné větvi. Vhodnějším uspořádáním pro satelitní příjem jsou paprskové rozvody, kde se anténní zásuvka užívá jako koncového zařízení.



Obrázek 11 - Televizní zásuvka vhodná i k připojení satelitu [3]

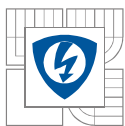
Příjem rozhlasového a televizního signálu zajišťuje anténa pro příjem pozemního signálu, satelitní anténa, nebo kabelová síť. Antény se umísťují na střechu domu nebo obvodové zdi do takové výšky, aby měla anténa co nejlepší příjem. Při tom se uvažuje okolní zástavba (i plánovaná, pokud je známá), poloha vysílače (satelitu) a mimo jiné také venkovní vedení (minimální vzdálenost 1 m) a ostatní antény (minimální vzdálenost 5 m, na společném stožáru alespoň 0,8 m).

Vedení STA se zpravidla provádí pomocí koaxiálního kabelu VCEUE nebo VCEUY s měděným vodičem a stíněním, polyetylénovou izolací a plastovým či polyetylénovým pláštěm o odporu 75 Ω . Pro satelitní a kabelová zařízení je z důvodu vysokých frekvencí třeba dvojité stínění.

3.3. Domácí dorozumívací systémy – DDS

Do této kategorie lze zařadit domovní zvonky a domácí telefony. Domovní zvonek je většinou tlačítko u vstupu do domu nebo na pozemek, které je spojeno zvonkovým plášťovým nebo zvonkovým plochým vodičem se zvonkem či bzučákem uvnitř objektu. Zvonek lze umístit přímo do rozvaděče jako další modul, v dnešní době je ovšem rozšířené používání nástěnných zvonků nebo bezdrátových zařízení trvale umístěných do zásuvky.

Domácí telefon nám umožňuje spojit vchod do objektu s vnitřkem objektu, a to i na více místech. Pro zvýšení komfortu lze například umístit domácí telefon do každého poschodí vícepodlažního domu. V rámci funkce rozlišujeme dva druhy telefonů, a to přepínací telefon a duplexní telefon. Přepínací telefon má pouze jeden komunikační okruh a hovorovým tlačítkem ovládáme funkci telefonu jako mikrofon nebo jako reproduktor. Duplexní telefon má dva hovorové okruhy, které jsou nezávislé a fungují současně. Každý obvod má zdroj proudu, mikrofon a reproduktor. Více stanic v objektu se provádí paralelním zapojením. Sluchátko při zvednutí spojí hovorový obvod a tím aktivuje stanici. Pokud je současně zvednuto více sluchátek, je možné odposlouchávat hovory v ostatních stanicích. Tomu lze předejít použitím blokovacích diod. Venkovní stanice obsahuje zvonkové tlačítko, vnitřní stanice mají zvonek a tlačítko elektronického vrátného pro otevření venkovního vstupu (je potřeba elektronický vrátný v kování



dveří). Napájení hovorových okruhů je stejnosměrné (např. 9 V), zvonek a elektrický vrátný se napájí střídavě (např. 15 V). Jako spojovací kabel se využívá většinou UTP

Za zmínku jistě stojí také videotelefon, který je v dnešní době moderním prvkem projektů rodinných domů. Toto zařízení usnadňuje identifikaci osob před vstupní jednotkou, šetří cestu ke dveřím a zpět, hlavně u vícepodlažních a rozsáhlejších objektů. Mimo to lze videotelefon považovat za bezpečnostní prvek, který umožňuje kontrolu prostoru před vstupem, aniž bychom museli vycházet z domu nebo vůbec otevřít dveře. Videotelefon se skládá z venkovní jednotky s kamerou, mikrofonom a reproduktorem, zvonkem a popřípadě infračervené přisvícení pro noční vidění, dále má vnitřní jednotku, na které je zobrazovací monitor, opět reproduktor s mikrofonom a ovládací tlačítka. Videotelefon lze propojit například kabelem UTP nebo SYKFY 5x2x0,5 mm².

3.4. Elektrická zabezpečovací signalizace – EZS

Zabezpečovací zařízení slouží jako ochrana objektu před vnikem třetí osoby a před požárem. Rozšířenými výrobci u nás jsou například Jablotron, Honeywell a jiní. Cena zabezpečovacího systému není závratně vysoká, záleží samozřejmě na velikosti objektu a použitých zařízeních. EZS používá detektory po celém objektu, které hlásí poruchu nebo narušení ústředně a ta ji dále vyhodnocuje a spouští alarm, popřípadě celou událost oznamuje na PCO⁸ pomocí telefonního komunikačního. V dalších podkapitolách bude vysvětlení režimů systému a prvků použitých v zabezpečení.

3.4.1. Prvky použité v systému

Obecně se systém skládá z ústředny, napájení, čidel, detektorů, ovládacího zařízení a poplašného zařízení. Prvky mohou být spojeny bezdrátově, což je méně náročná, ale dražší a méně spolehlivá varianta, nebo pomocí drátového vedení, kde je třeba stavebních příprav nebo úprav, ale zajišťuje vyšší bezpečnost a většinou menší finanční zátěž. Pospojování prvků v drátovém systému se provádí sdělovacím kabelem o průřezu alespoň 0,22 mm². Kabel bývá často přesně určen výrobcem

3.4.1.1. Ústředna

Ústředna je mozkiem celého systému, vyhodnocuje signály z čidel, zpracovává signály z ovládacího panelu pro přístup, napájí prvky zabezpečení a nakonec také vysílá poplašný signál do sirén nebo PCO. Pro zabezpečovací prvky je standardem napájení 12 VDC z výstupu ústředny (např. AUX). Výstup je proudově omezen, proto je třeba nepřekročit daný limit, jinak by se přerušila pojistka. Ta je většinou řešena elektronicky, po odeznění poruchy se sama vrátí do původního stavu. Pojistka ovšem není určena pro proudové přetížení, ale jako ochrana proti sabotáži, kdy například dojde ke zkratování vodičů. Proudové zatížení se předem počítá a při překročení se používá pomocný zdroj.

Dalším výstupem ústředny je výstup sirény (často označován Bell). Při vyhodnocení narušení přivede ústředna na výstupní svorky napětí a zaktivuje sirénu. Systém hlídá pomocí zbytkového proudu přítomnost sirény, proto se musí svorky propojit odporem, pokud není žádná siréna připojena.

⁸ Pult centrální ochrany, jiný název pro bezpečnostní agenturu zajišťující ochranu objektu

Ústředna je charakterizována hlavně počtem zón, které dokáže sledovat. Zónu většinou tvoří jeden detektor. Vyhodnocení potom probíhá na základě zapojení dané smyčky.

3.4.1.2. Napájení

Ústřednu většinou napájíme 16 VAC z transformátoru 230/16 VAC, který dimenzujeme na proudový odběr celého systému. Doporučuje se počítat nejhorší možný stav ústředny a proud trochu naddimenzovat, používá se tedy předpokládaný odběr navýšený o 30 %.

Pro zajištění dodávky energie se používá záložní akumulátor, který napájí ústřednu a celý systém po určenou dobu při výpadku. Akumulátor je olověný a bezúdržbový s napětím 12 VDC. Jeho kapacita je dána odebíraným proudem a časem, po který musí zůstat systém aktivní při výpadku (při nízkém stupni zabezpečení je to 12 h, při vysokém až 60 h). Zároveň musí být ústředna schopná dobít akumulátor v požadovaném čase (maximálně 72 h při nízkém stupni zabezpečení a 24 h při vysokém). Celková kapacita nikdy nemá být větší než dvacetinásobek dobíjecího proudu.

3.4.1.3. Čidla

Detektory jsou nedílnou součástí systému, hlídají jednotlivé části objektu před narušením. Většinou se používá relátko detektoru se sepnutým kontaktem v klidovém stavu - NC⁹, čímž je zároveň zabezpečena i detekce poruchy. Dalším prvkem v detektoru je „tamper“ – kontakt, který zaznamenává otevření vnějšího krytu. Stejně jako relátko je i tamper proveden jako NC. Zajišťuje ochranu i při vypnutém ochranném systému.

Mezi základní detektory patří detektory pohybu PIR¹⁰. Senzor snímá tepelné (infračervené - IR) záření v hlídaném prostoru. Snímání prostoru je realizováno v paprscích, kdy při pohybu osoby přes paprsek dochází k nárůstu IR signálu a při vystoupení naopak pokles IR signálu. Detektor je třeba umisťovat tak, aby se co nejvíce zamezilo falešným poplachům. To znamená zamezit, aby čidlo snímalo zdroje tepla (topení, infrazářiče, kamna a krby). Dále není vhodné, aby snímalo okna, jelikož Slunce je velmi silný infrazářič a mohlo by způsobovat falešné poplachy.

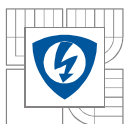


Obrázek 12 - Nástěnný PIR detektor

Detektor PIR má různá provedení, nejčastěji na zeď, ale může být i na strop nebo třeba odolný proti zvířatům. Zvláštním typem je PIR detektor pro venkovní použití. Ten je vybaven clonou proti slunečnímu záření a s lepším krytím. Používá se ve venkovním prostředí, ale spíše pro uzavřený objekt, není určen pro plošné zabezpečení. I u něj je třeba dbát na vhodné umístění.

⁹ Normally closed – v klidovém stavu je kontakt sepnutý, umožňuje průchod signálu

¹⁰ Passive infrared detektor – Pasivní infračervený detektor pohybu



Dalším přístrojem je detektor pohybu MW¹¹. Detektor je aktivní a obsahuje v sobě přijímač a vysílač mikrovlnného signálu. Detekce pohybu je na základě Dopplerova jevu, vlnová délka odražené vlny se při pohybu osoby změní a detektor vyhlásí narušení. MW detektor je ovšem velmi citlivý, dokáže zaznamenávat pohyb například i přes slabší zeď, a proto se používá výhradně tam, kde nelze umístit PIR detektor.

Zvláštním typem detektoru pohybu je kombinovaný PIR + MW. Určenou plochu snímá oběma typy detektorů a jako narušení vyhodnotí pouze, pokud oba dva zaznamenají pohyb.

Magnetický kontakt je nejjednodušší snímač bez potřebného napájení. Používá se na okna, dveře a jiné pohyblivé části. Skládá se z jazýčkového relé, které se zapouští do rámu, a magnetu, který je přichycen k pohyblivé části. V zavřeném stavu je kontakt sepnutý. Magnetický kontakt detekuje otevření průchodu, nesnímá ale rozbití.

Z toho důvodu se jako doplněk používá detektor tříštění skla. Detektor je akustický, snímá mikrofonom zvuk v prostředí a také tlakovou vlnu, která při rozbití vzniká. Detektor je schopen snímat pouze určitou plochu, při větším okně je třeba použít i více detektorů. Důležitým faktorem je i schopnost hlídat sklo s bezpečnostní folií, které se při rozbití neroztříští.

Další detektory jsou například infrazávory nebo otřesové detektory hlídající plochy, které se musí k překonání zničit.

3.4.1.4. Ovládací panel

Osoby využívající objekt musí mít možnost zabezpečení vypnout. K tomu se užívá ovládacího panelu, který se umísťuje dovnitř objektu blízko vstupu. Ovládací panel slouží k zadání kódy, kterým se vypne, resp. zapne zabezpečení. Standardně je zabezpečovacím programem nastavena zóna se zpožděním, ve které je panel umístěn. Po zadání přístupového kódu se spustí časovač k opuštění objektu před zapnutím ochrany. Stejně tak se při otevření stanovené přístupové cesty a například detekce pohybu v dané zóně spustí čas pro příchod, ve kterém musí uživatel zadat platný kód, jinak se vstup vyhodnotí jako narušení objektu. Panel může být v provedení s klávesnicí nebo například se snímačem rádiového signálu či čtečkou karty nebo čipu.

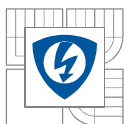
3.4.1.5. Poplachová zařízení

Po vyhodnocení poplachu ústředna vyšle signál na poplachové zařízení. Tím je většinou siréna, a to venkovní nebo vnitřní.

Vnitřní sirény se umísťují pod strop tak, aby nebyly snadno dosažitelné. Většinou se jedná o piezoměniče, po přivedení napětí vydávají akustický signál. Mohou být navíc vybaveny i optickou signalizací (stroboskop, žárovka). Hlavním cílem vnitřní sirény je odradit narušitele.

Venkovní sirény se provádějí také jako piezoměniče nebo jako magnetodynamické měniče. Obsahují tamper a často i záložní zdroj. Venkovní sirény slouží k přilákání pozornosti okolí při narušení.

¹¹ Microwave – mikrovlnný detektor pohybu



3.4.2. Typy zón

Zabezpečený objekt je třeba rozdělit do zón, aby bylo možné určit vznik poplachu nebo poruchy. Rozeznáváme několik základních zón uvedených v tabulce 11, kde jsou uvedeny reakce systému při vyhodnocení narušení při vypnutí a zapnutí ochrany.

Tabulka 11 - Popis bezpečnostních zón používaných v EZS

Zóna	Vypnutý systém	Zapnutý systém
Okamžitá	Nereaguje	Okamžitý poplach
Zpožděná	Nereaguje	Spustí časovač, po jehož vypršení je spuštěn poplach, pokud není zadán přístupový kód
Podmínečně zpožděná	Nereaguje	Souvisí se zpožděnou zónou, spouští poplach až po uplynutí časovače, pokud není zadán přístupový kód
24 hodinová	Okamžitý poplach	Okamžitý poplach
Plášťová (tzv. STAY)	Nereaguje	Plášťová zóna nereaguje, ale ostatní zóny mohou poplach vyhlásit

3.4.3. Způsoby funkce systému

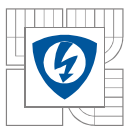
Na ovládacím panelu je většinou možné nastavit několik různých způsobů hlídání objektu. Tyto způsoby využívají různé typy zón a nastavují se na ovládacím panelu.

Základní funkcí je „Zapnuto (ARM)“, pro tuto funkci je důležité, aby všechny zóny byly v klidovém stavu. Po zapnutí funkce dojde ke spuštění časovače odchodu, ve kterém musí uživatel například otevřít dveře a opustit objekt.

Navazující funkcí je „Vypnuto (DISARM)“, při které se veškerá zabezpečení – kromě 24 hodinových zón – deaktivují. K vypnutí musí uživatel přijít přes přístupovou cestu, která leží ve zpožděné zóně. Po otevření dveří se spustí časovač příchodu, ve kterém se musí zadat na ovládacím panelu přístupový kód, jinak spustí alarm.

Při narušení zabezpečení se ústředna přepne do režimu „Poplach (ALARM)“. Podle programu systému se spustí sirény, případně je přenesena zpráva na PCO. Pro vypnutí Poplachu je třeba zadat přístupový kód.

Pro zabezpečení objektu při současném užívání slouží „Plášťová ochrana (STAY)“. Pokud je zapnuta, všechny vnější detektory (nejčastěji magnetické kontakty a detektory tříštění skla) jsou aktivovány, zatímco detektory v zónách uvnitř objektu s nastavením STAY jsou vypnuté. Uživatel se může pohybovat ve vypnutých zónách, ostatní zóny při narušení vyhlásují poplach. Zóna s ovládacím panelem se nastavuje jako zpožděná, opět s časovačem pro odchod a příchod.



3.4.4. Elektronická požární signalizace – EPS

Samostatnou částí zabezpečovacího systému je požární signalizace. Skládá se také z ústředny, detektorů požáru, napájení a poplašných hlásičů. Ústředna je napájena ze sítě, pro případ výpadku má záložní akumulátor, který musí zajistit provoz na dalších 72 hodin. Detektory jsou napájeny přes vedení z ústředny nebo mohou mít vlastní zdroj (baterie). V EPS se využívá několika druhů detektorů, zpravidla se umísťují na strop.

Asi nejpoužívanějším je optický detektor. Detekce kouře je založena na principu vniku kouře do vyhodnocovací komory s přijímací a vysílací IR diodou. Kouř mění odrazové parametry prostředí, při požáru se změní svit diody na přijímač a detektor spustí poplach. Tento typ není vhodný pro použití například v koupelně, protože neumí rozlišit mezi kouřem a vodní párou.

Dalším typem je tepelný detektor, který vyhláší poplach při nárůstu teploty termistoru nad 57 °C. S ním souvisí i diferenciální tepelný hlásič, který vyhláší poplach při prudkém nárůstu teploty.

Mezi ostatními lze zmínit například plamenový hlásič, který reaguje na ultrafialovou složku záření plamenů, nebo ionizační hlásič, ve kterém se vlivem kouře mění odpor senzoru.

3.5. Křížení a souběh slaboproudých a silnoproudých rozvodů

Sdělovací vedení je možné pokládat přímo na hořlavé podklady. Provádí se zpravidla plnými vodiči a spojují se tak, aby přechodový odpor byl permanentně co nejnižší. Při uložení v trubkách musí být vedení EPS vedeno samostatně v jiné trubce. Některá vedení (např. telefon a domácí telefon) lze vést i jedním společným kabelem.

Souběhu silnoproudého a sdělovacího vedení je třeba co nejvíce zamezit. Při uložení v trubkách se obě vedení mohou dotýkat, při souběhu kabelů se mohou dotýkat, pokud je silové vedení odzkoušené napětím alespoň 4 kV, jinak je vyžadována mezera alespoň 15 cm.

Podle ČSN 33 2000-5-52 je pro souběh telefonního a rozhlasového vedení do 5 m předepsaný odstup 3 cm při souběhu přes 5 m alespoň 10 cm. Při křížení nemají být vodiče blíže než 1 cm.

Mezi strukturovanou kabeláží a silovým vedením nemusí být podle ČSN EN 50174-2:2001 při souběhu do 35 m žádný odstup, při delším souběhu stanovuje norma rozestupy v závislosti na tom, jestli je kabel stíněný a jestli je od silového vedení nějak oddělený.

4. PROVÁDĚNÍ HROMOSVODŮ

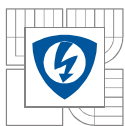
S nárůstem moderní elektroniky a elektrotechniky se zvyšuje i jejich citlivost na různé druhy elektromagnetického rušení, které může dočasně zamezit jejich funkci nebo vést k trvalému poškození. Velkým problémem jsou elektromagnetické výboje v atmosféře (blesky), jejichž intenzita proudu může dosahovat až stovek kiloampér a jsou tedy nejsilnějším projevem přepětí v technické praxi. Při úderu blesku do objektu potom vznikají jeho působením negativní účinky, a to především tepelné, mechanické a elektrodynamické. Při úderu do objektu bez ochrany před bleskem nemá výboj jasně stanovenou proudovou dráhu a prochází nekontrolovatelně přes všemožné prvky stavby, například přes stavební konstrukci, elektroinstalaci nebo vnitřní vybavení. Vlivem nenulového odporu této dráhy se část energie výboje rozptýlí v materiálu, čímž může dojít k místnímu oteplování materiálu s nebezpečím požáru a k vzniku rozdílu potenciálů s nebezpečím úrazu nebo přímým ohrožením lidského života.

Z tohoto důvodu se zavádí systém ochrany před bleskem (dále LPS – z angličtiny Lighting Protector Systém). Úder blesku do chráněného objektu má potom přesně danou proudovou dráhu a dovnitř objektu by ideálně žádná část blesku neměla proniknout, ve skutečnosti ovšem není LPS tak dokonalý. Při průchodu bleskového proudu přes ochranný systém vzniká v důsledku nenulového odporu navýšení potenciálu soustavy. Rozdíl potenciálů mezi objektem a jeho okolím potom může dosahovat až stovek tisíc voltů a může například zničit izolaci vodičů nebo způsobit vznik obrovských vyrovnávacích proudů. Rozsah škod lze ovlivnit například propojením všech vodivých vedení s uzemňovací soustavou, uzemňovací vodiče lze propojit přímo, pracovní vodiče využívají přepětiových ochran, které při nárůstu napětí prudce sníží svůj odpor a svedou vyrovnávací proud do uzemnění.

Pro LPS jsou v souladu s mezinárodní normou IEC 62305-1 stanoveny třídy ochrany před bleskem. Na základě dlouhodobého sledování bleskových výbojů bylo vyhodnoceno, že maximální možná hodnota proudu blesku je 200 kA a jeho náboj 100 C. Tyto hodnoty charakterizují nejhorší možný výboj, pro který je stanovena třída ochrany I. Od první třídy se dále odvozují tři další, kde třída ochrany II odpovídá parametrově 75 % a třída III a IV odpovídá 50% první třídy. Chráněné objekty jsou potom podle doporučení rozříděny do jednotlivých tříd LPS.

- **Třída ochrany I** – budovy s nebezpečím výbuchu, budovy s vysoce náročnou výrobou, nemocnice, elektrárny, vysílací stanice mobilních operátorů, řídicí věže letiště
- **Třída ochrany II** – supermarkety, školy, muzea, katedrály, prostory s nebezpečím požáru, výškové stavby nad 100 m, akvaparky, rodinné domy s nadstandardní výbavou
- **Třída ochrany III** – rodinné domy, obytné budovy, zemědělské stavby, administrativní stavby
- **Třída ochrany IV** – budovy v ochranném pásmu jiných budov, obyčejné sklady, stavby a haly bez výskytu osob a vnitřního vybavení

Při návrhu hromosvodu se vychází z určení třídy LPS, výpočtu rizika (tzv. ocenění rizika), následuje výběr typu hromosvody, návrh jímací soustavy, svodů a uzemnění. Pro návrh a realizaci hromosvodu jsou platné normy obsažené v ČSN 62305 ed. 2. Systém ochrany je z důvodu účinků bleskového výboje řešen jako vnější, který zachycuje blesky v okolí objektu a svádí je na zem, a jako vnitřní, který je tvořen různými opatřeními pro zmírnění elektromagnetických účinků spojených s bleskem.



4.1. Výpočet rizika

Jelikož nelze předejít vzniku nežádoucího přepětí, musíme ochranou hlavně omezit následné nežádoucí účinky. Proto je nutné LPS nebo alespoň jeho části, u nichž je možnost přímého kontaktu s výbojem, správně dimenzovat. Důležitým vstupem pro návrh vhodného ochranného systému je výpočet rizika. Pro jeho výpočet je třeba stanovit maximální přípustné riziko pro daný objekt podle typu a použití objektu a zároveň určit skutečné riziko podle jeho vlastností, účelu, polohy a podobně. Skutečné riziko by mělo vždy být menší, než maximální přípustné riziko. Pokud není tato podmínka splněna, je třeba přidat další ochranu. Může se stát, že objekt vyhoví dle rizika i bez vnější ochrany, potom záleží pouze na investitorovi, zda ji chce instalovat.

Pro posouzení rizika rozlišujeme dílčí složky rizika, dané zdrojem, příčinou nebo druhem škody. Zdroje škod dělíme na:

- S1 – Přímý úder do objektu
- S2 – Úder do země vedle objektu
- S3 – Přímý úder do napájecího vedení
- S4 – Úder do země vedle napájecího vedení

Příčiny škod jsou potom:

- C1 – elektrický šok u živých tvorů, vyvolaný dotykovým nebo krokovým napětím
- C2 – fyzikální škody (např. účinky požáru nebo exploze)
- C3 – rušení elektronických systémů přepětím

Druhy škod dělíme na:

- D1 – Ztráty na lidských životech (včetně poranění)
- D2 – Ztráty služeb pro obyvatelstvo
- D3 – Ztráty kulturního bohatství (např. poškození památek, kostelů a jině)
- D4 – Hospodářské ztráty

Podle zdroje, příčiny a druhu škod lze tedy určit dílčí riziko, pro obytné objekty je důležité hlavně kombinace S1 – D1, kde vznikají dílčí rizika R_A , R_B a R_C . Výpočet dílčího rizika obecně vychází z četnosti výskytu nebezpečné události v daném místě, pravděpodobnosti vzniku škod a činitele druhu škody. Pro všechna dílčí rizika se uvažuje mnoho koeficientů, které ovlivňují výsledné číslo, samotný výpočet je proto velmi složitý. Tato práce se výpočtem rizika nezabývá, podstatné je pouze to, že vypočtené riziko má být nižší než přípustné riziko. V případě vytvoření LPS třídy III se celé vypočtené dílčí riziko R_A sníží na desetinu původní hodnoty, u třídy II dokonce na pět tisícín původní hodnoty, čímž se aktivně snižuje riziko objektu.

4.2. Vnější ochrana před bleskem

Dle mezinárodní normy IEC 62305-3 nebo i české normy ČSN 34 1390 zahrnuje vnější LPS tři hlavní části, a to jímáče, svody a uzemnění. Normy se ale také liší, a to například způsobem výpočtu rizika nebo výběrem návrhové metody vnějšího ochranného systému. Hlavní cílem stále zůstává vytvoření spolehlivého systému k ochraně objektu bez poškození žádné jeho části. Systém by měl mít dostatečnou životnost, s čímž souvisí možnost opakovaného zachycení výboje bez poruchy nebo destrukce systému.

4.2.1. Jímače

Hlavní funkcí jímače je zachycení bleskového výboje v okolí objektu. Konstrukčně se provádí z tyčí, zavěšených lan nebo speciálních vedení. Lze rozlišit dva typy jímačů – strojené, které se účelně vytváří pro ochranu objektu, a náhodné, tvořené z již dostupných částí objektu, jako je kovová střecha či kovové zábradlí.

Pro návrh jímače rozlišuje ČSN 34 1390 dvě metody návrhu, které jsou vhodné vždy jen pro určitý typ objektu, mezinárodní norma k nim přidává ještě třetí univerzální metodu. Těmito metodami se u objektu stanovuje tzv. ochranný prostor, který je charakterizuje působení daného jímače.

První metodou je „**Metoda ochranného úhlu**“. Návrh dle této metody je považován za zjednodušený, lze ho tedy aplikovat pouze na jednodušší stavby s tyčovými jímači a hřebenovou jímací soustavou. Ochranný prostor je dán kuzelem kolem jímače, jehož stěna svírá s jímačem úhel α . Tento úhel je stanoven normou a závisí na třídě ochrany před bleskem daného objektu a výšce jímače podle obrázku 13. Metoda je omezena výškou objektů, například pro I. třídu ochrany ji lze využít pouze pro jímače do výšky 20m (maximální výška je vidět v obrázku). Pro prvky do výšky 3 m se uvažuje konstantní ochranný úhel daný tabulkou 12.

Tabulka 12 - Ochranný úhel prvků do 3 m výšky podle třídy ochrany objektu

Třída ochrany objektu	Ochranný úhel pro prvky do 3 m
I	70°
II	72°
III	76°
IV	79°



Obrázek 13 - Velikost ochranného úhlu v závislosti na výšce jímače[1]

Další metodou je „**Metoda mřížové soustavy**“. Zpravidla se používá u objektů s rovnými střechami. Mřížovou soustavou se rozumí vytvoření mříže (sítě) z vodivých vedení, která se navzájem kříží a propojují. Pro výběžky nebo technologická zařízení se používají vertikální jímáče, které se také umísťují do rohů střechy. Mřížová soustava je typická pro administrativní budovy, sklady, haly a jiné. Vodiče se na podklad většinou ukládají na speciálních podpěrkách, na okrajích střechy se připevňují k možným kovovým prvkům. Velikost ok vytvořených mřížovou soustavou je opět určena třídou ochrany objektu a je uvedena v tabulce 13. Při výšce objektu nad asi 60 m navíc hrozí také boční úder blesku, proto je stanovena ochrana i na bočních stěnách. Opatření se provádí pro posledních 20 % výšky objektu, ve které se umístí horizontální vodič obepínající objekt a připojí se k mřížové soustavě.

Tabulka 13 - Velikost ok mříže jímací soustavy podle třídy ochrany objektu

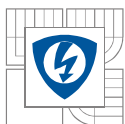
Třída ochrany objektu	Velikost ok [m]
I	5x5
II	10x10
III	15x15
IV	20x20

Poslední metodou je „**Metoda bleskové koule**“, která není uvedena v ČSN 34 3190, ale IEC 62305-3 ji využívá jako univerzální metodu návrhu jímací soustavy. Metoda vznikla na základě sledování úderů blesku do velkých objektů, svou podstatou je tedy vhodná hlavně pro složité objekty nebo objekty v husté zástavbě. Ochranný prostor je definovaný pohybem koule o poloměru dle tabulky 14 po zemském povrchu, poloměr je závislý na třídě ochrany objektu. Výsledný prostor je menší než u předchozích metod, lze tedy říci, že je metoda přísnější.

Tabulka 14 - Poloměr bleskové koule podle třídy ochrany objektu

Třída ochrany objektu	Poloměr bleskové koule [m]
I	20
II	30
III	45
IV	60

Jímací soustavu lze sestavit z tzv. strojených a náhodných prvků. Strojené prvky jsou vyrobeny speciálně za účelem ochrany objektu před bleskovým výbojem, zatímco náhodné prvky jsou již součástí objektu (např. kovové stavební díly).

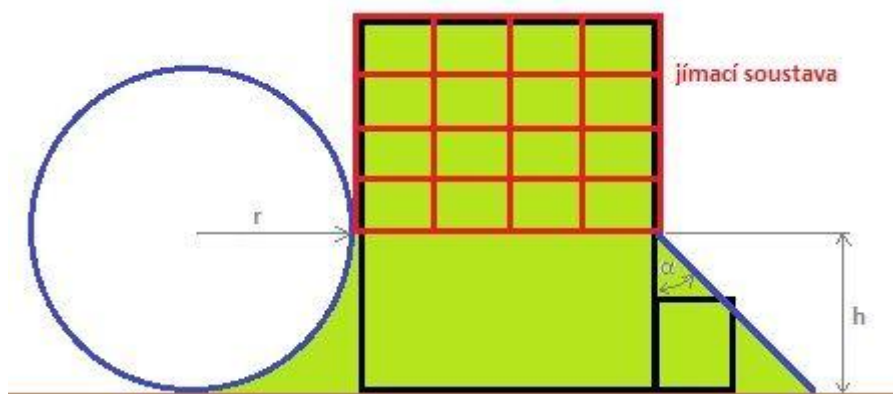


Strojené jímáče lze uložit přímo na povrch střech z nehořlavého materiálu, u hořlavých materiálů je již třeba dodržet předepsané minimální vzdálenosti od povrchu. Pro běžně hořlavé materiály se považuje za bezpečný odstup 50 až 100 mm, u lehce hořlavých materiálů se vzdálenost může zvýšit až na 400 mm. Zvláštním případem je plechová střecha, u které může dojít k zásahu i přes jímací soustavu. Střešní plech se může při zásahu bleskem silně zahřát a může dojít k jeho propálení, což je nepřipustné, pokud je pod ním hořlavý materiál. Řešením může být například zvýšením hustoty jímací sítě, její oddálení od povrchu, nebo navýšení počtu jímacích tyčí na střeše.

Všechny vodivé části musejí mít odpovídající průřez, který závisí na materiálu a typu vodiče. Základní údaje jsou uvedené v tabulce 15.

Tabulka 15 – Dimenzování vodičů při realizaci jímáčů, svodů a zemničů

Materiál	Typ vodiče	Minimální průřez [mm²]	Minimální průměr [mm]
Měď	Pásek	50	2 (tloušťka)
	Drát	50	8
	Lano	50	1,7 (každý pramen)
	Kulatina	200	16 (jímací tyče a zemniče)
Hliník	Pásek	70	3 (tloušťka)
	Drát	50	8
	Lano	50	1,7 (každý pramen)
Al slitina (např. AlMgSi)	Pásek	50	2,5 (tloušťka)
	Drát	50	8
	Lano	50	1,7 (každý pramen)
	Kulatina	200	16 (jímací tyče a zemniče)
Pozinkovaná ocel	Pásek	50	2,5 (tloušťka)
	Drát	50	8
	Lano	50	1,7 (každý pramen)
	Kulatina	200	16 (jímací tyče a zemniče)
Korozivzdorná ocel	Pásek	50	2 (tloušťka)
	Drát	50	8
	Lano	70	1,7 (každý pramen)
	Kulatina	200	16 (jímací tyče a zemniče)



Obrázek 14 - Použití metod návrhu jímací soustavy

Náhodné jímače mohou být například klempířské plechy, kovové části střech (žlaby, zábradlí, ozdoby), kovové trubky a nádrže na střechách, a dokonce i trubky a nádrže s hořlavým nebo výbušným obsahem, které ovšem musejí být dostatečně dimenzované tak, aby nevzniklo při zásahu bleskem navýšení teploty na takovou hodnotu, která by mohla vznítit vnitřní látku. Potrubí, které není spolehlivě vodivě propojeno nebo má nekovová těsnění, nelze použít jako náhodný jímač. Ostatní prvky musí svojí tloušťkou splňovat požadavky podle tabulky 16, která ještě závisí na přijatelnosti propálení materiálu. Vždy je třeba určit, zdali je přípustné, aby použitým prvkem procházely dílčí bleskové proudy.

Tabulka 16 - Požadovaná tloušťka náhodných jímačů podle materiálu a přípustnosti propálení

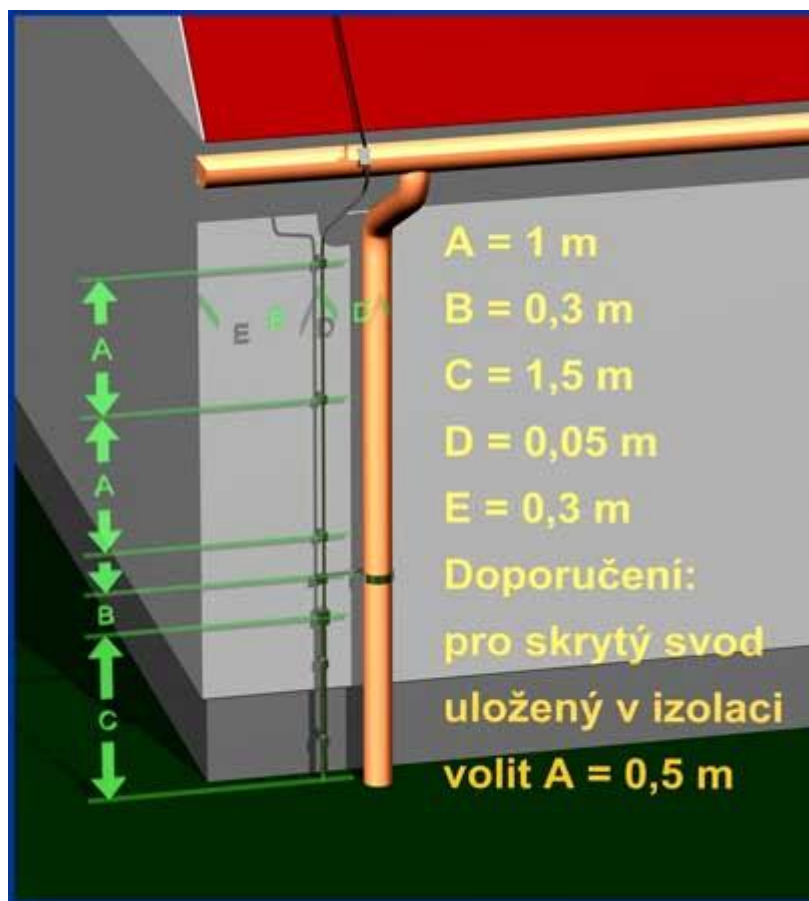
Materiál	Železo (Fe)	Hliník (Al)	Měď (Cu)	Korozivzdorná ocel
Tloušťka při možnosti propálení	0,5	0,7	0,5	0,7
Tloušťka bez možnosti propálení	4	5	7	7

Zvláštním případem jsou oddálené jímače, které obsahují ve svém ochranném prostoru celý chráněný objekt. Jsou tvořeny stožárovým jímačem dostatečné výšce, lanovým závěsným systémem v dostatečné výšce, nebo mřížový či klecový jímací systém tvořený z lan apod. nad chráněným objektem. Výhodou tohoto systému je, že bleskový proud neprochází chráněným objektem, což je využitelné hlavně v případě střech a zdí z hořlavých materiálů. Jeho konstrukce je ovšem náročnější než u obyčejného hromosvodu.

4.2.2. Svody

Svodem rozumíme část hromosvodu, která přenáší bleskovou energii z jímací do uzemňovací soustavy. V minulosti se svody vytvářely výhradně na vnější straně objektu, dnes již není výjimkou skrytý svod uvnitř pláště nebo i uvnitř objektu. Při návrhu svodů je třeba myslet na několik pravidel, a to zejména na vedení svodů co nepřímější cestou k zemi (nejlépe jako pokračování jímací soustavy), rozmístění svodů rovnoměrně po obvodu objektu, dostatečný počet svodů (vytvoření několika paralelních cest bleskového proudu), dobré spojení a propojení svodů a jejich vzájemné propojení (opět je cílem dělení bleskového proudu do více cest), a také dimenzování použitých vodičů (podle tabulky X).

Svody se zpravidla umísťují k rohům objektu a rovnoměrně na obvodové zdi. K jímací soustavě se připojují přes speciální svorky k tomu určené, nebo napevno pájením a svařováním, nejlepší možností však je navázat svod přímo na jímací soustavu jako jeden celek bez přerušení až ke zkušební svorce¹². Svod by měl vést přímo svisle k zemi, je nutné se vyhnout zbytečným obloukům a smyčkám. U smyček hrozí průraz bleskové energie skrz stavební prvek, místo toho aby bleskový proud dále pokračoval po (třeba i) o několik metrů delším svodu. Kvůli vlhkosti nelze ukládat svody do okapů nebo odpadních trubek, zvyšuje se tím nebezpečí koroze.



Obrázek 15 - Příklad provedení svodu včetně doporučených vzdáleností [11]

Podle ČSN 34 3190 se pro návrh počtu svodů vychází z několika parametrů objektu:

- Pro obdélníkové objekty s poměrem kratší/delší strana pod 1:5 nebo objekty s výškou nad 30 m se uvažuje jeden svod na každých započatých 15 m délky
- Pro obdélníkové objekty s poměrem kratší/delší strana nad 1:5 nebo objekty se složitějším půdorysem se uvažuje jeden svod na každých započatých 30 m délky
- Malé objekty nebo vysoké a štíhlé objekty nad 30 m mají být vybaveny alespoň 2 svody co nejdál od sebe (výjimku tvoří jednopodlažní domy s obvodem menším než 40 m a delší stranou pod 15 m, kde postačí jeden svod pro celý objekt)

Mezinárodní norma IEC 62305-3 vzdálenost mezi dvěma svody stanovuje opět na základě třídy ochrany objektu (tabulka 17), mimo to také počítají s vyšším využitím kovových částí staveb.

¹² Rozpojitelná součást hromosvodu, spojující svody s uzemněním, umísťuje se asi 1,5 – 2 m nad upravený povrch, provádí se na ní elektrické zkoušky hromosvodu

Tabulka 17 - Doporučená vzdálenost svodů podle třídy ochrany objektu

Třída ochrany objektu	Doporučená vzdálenost [m]
I	10
II	10
III	15
IV	20

Svody lze pokládat přímo na nebo uvnitř stěny z nehořlavého materiálu, u hořlavých stěn smí být na stěně pouze za předpokladu, že průchod proudu nezpůsobí takové oteplení, aby zapálilo či jinak poškodilo stěnu. V praxi je velmi těžké tento příklad vyhodnotit, vhodnější řešení je oddálit svod od stěny na 100 mm nebo zvýšit průřez svodu na 100 mm² (odpovídá průměru 12 mm). Další možností je vložit mezi stěnu a svod protipožární vrstvu, což ale není běžné řešení a používá se v krajní nouzi. Podpěry svodu se umísťují přibližně každý 1 m, a to do 20 m výšky, potom je třeba zvýšit počet podpěr a to přibližně na podpěru každých 0,5 m.

Kolem svodu vzniká působením bleskové energie nebezpečná zóna. Tekoucí proud vytváří v okolí svodu magnetické pole, krokové nebo dotykové napětí, a také může dojít k přeskoku (jedná se o přibližně 3 m okruh kolem svodu). Není tedy vhodné, aby se v době úderu blesku vyskytovali v okolí svodu lidé. Zabránit nežádoucím účinkům lze několika způsoby, a to například omezením přístupu lidí ke svodu (svody se nachází mimo chodníky), ohrazením zábranou, izolací povrchu kolem svodu (např. asfaltem nebo šterkovou vrstvou), nebo použitím vodiče HVI¹³. Pokud nelze tyto body nijak vykonat, je vhodnější svod v daném místě vůbec nenavrhovat a přesunout ho do lepšího místa i za cenu zhoršení parametrů ochrany.

Svody za zkušební svorkou (umístěnou obvykle ve výšce asi 1,5 m nad zemí) jsou řešeny speciálními prvky (tzv. vývody zemničů), které jsou tvořeny tyčemi o průměru 16 mm. V ČR se oproti tomu stále využívá plného kruhového vodiče, který se navíc musí mechanicky chránit, nejčastěji použitím kovového úhelníku nebo trubky. Přechod ze vzduchu do země se dodatečně izoluje v obou případech alespoň 30 cm na obě strany.

Je vhodné také zmínit vzájemné kombinace materiálů použitých při realizaci hromosvodu. Ne vždy se použité materiály navzájem „snášejí“ a spojením dvou různých se může zvýšit i nebezpečí koroze. Vhodné kombinace jsou v tabulce 18.

Tabulka 18 - Vzájemná snášenlivost materiálů použitých pro realizaci hromosvodu

Materiál	Pozinkovaná ocel	Korozivzdorná ocel	Hliník	Měď
Pozinkovaná ocel	Doporučené	Vhodné	Vhodné	Nevhodné
Korozivzdorná ocel	Vhodné	Doporučené	Vhodné	Vhodné
Hliník	Vhodné	Vhodné	Doporučené	Nevhodné
Měď	Nevhodné	Vhodné	Nevhodné	Doporučené

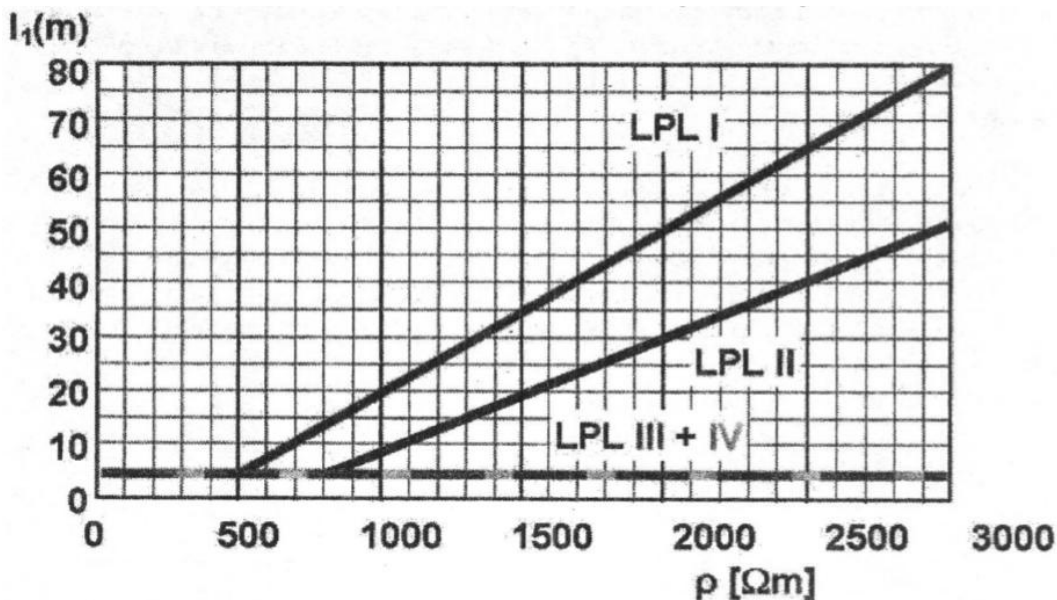
¹³ Izolovaný vodič vhodný pro izolované, skryté nebo vnitřní svody

4.2.3. Uzemnění

Poslední částí hromosvodu je uzemňovací soustava. Jejím účelem je převzít náboj z ostatních částí hromosvodu a rozptýlit ho do zemních vrstev pod povrchem. Důležitými parametry soustavy jsou potom rozměry a tvar. Podle ČSN 34 3190 lze svody připojit na jednu zemnicí soustavu nebo vytvořit pro každý svod samostatný zemnič (parametry podle tabulky X). Kvalitu uzemnění lze následovně určit podle zemního odporu, který by neměl přesáhnout 15Ω (při propojení zemnicí soustavy a uzemnění elektrorozvodné soustavy je přípustný odpor maximálně 2Ω).

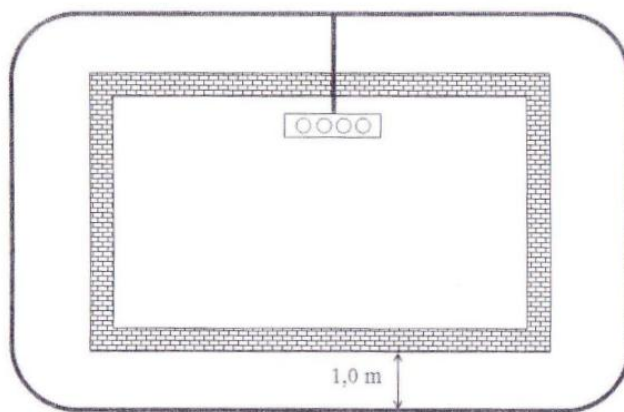
Současné mezinárodní normy ovšem nestanovují žádné maximální hodnoty odporu, za důležité považují hlavně tvar a rozměry použitého zemniče. Přesto uvádějí pro zemní odpor jistou vhodnou minimální hranici, a to 10Ω . Zemnicí soustavu potom lze rozdělit do tří kategorií.

Za prvé je to „**Hlubkový zemnič**“, který může být vertikální nebo horizontální. Provádí se pro každý svod zvlášť a měl by být alespoň 2,5 m do hloubky nebo 5 m ve vodorovném provedení (hodnoty jsou pro třídu LPS III a IV, u vyšších tříd délka zemniče roste s měrným odporem půdy, viz obr. X). Horizontální zemnič se využívá pouze zřídka, vertikální je ovšem velmi častý. Tento typ zemniče je vhodný hlavně pro rekonstruované stavby, protože není nutné narušit okolní zpevněné plochy a tím snižuje náklady. Využívá se pro něj hlavně vodičů o průměru alespoň 20 mm nebo pásků s rozměry alespoň 30x3,5 mm, a to nejčastěji z pozinkované oceli, eventuálně korozivzdorné oceli v prostředí se zvýšeným nebezpečím koroze.



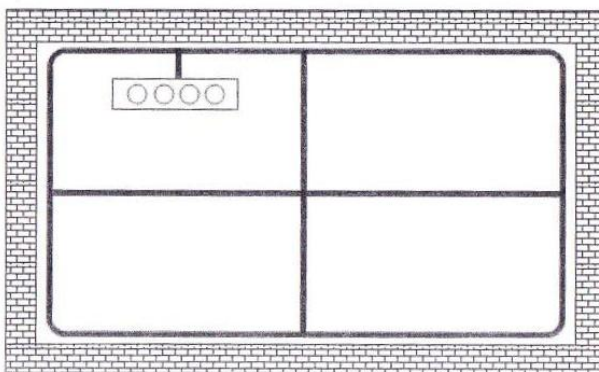
Obrázek 16 - Minimální délka zemničů dle třídy ochrany LPS [7]

Druhým typem je „**Kruhový zemnič**“. Jedná se o povrchový zemnič tvořící uzavřený prstenec 1 m od objektu v hloubce asi 0,5 m. Pro splnění svého účelu je třeba, aby alespoň 80 % délky zemniče bylo v kontaktu se zemí. Pro kruhový zemnič platí podmínka, že poloměr ekvivalentní kruhové plochy musí být větší než délka potřebná pro hloubkové zemniče (u staveb v třídě ochrany III a IV je to 5 m, odpovídá ploše asi 50 m²). Pokud je ekvivalentní poloměr menší než minimální délka zemniče, je třeba kruhový zemnič rozšířit hloubkovým zemničem, který svou délkou doplní ekvivalentní poloměr tak, aby byla splněna podmínka (platí pro horizontální zemnič, vertikální opět stačí poloviční). Kruhový zemnič je vhodný jak pro novostavby, tak pro rekonstrukce objektů, kde ještě nejsou hotové finální úpravy okolního terénu. Pro zemnění se využívá opět pásků o rozměrech 30x3,5 mm nebo kruhových vodičů s průměrem 10 mm, a materiál stejně jako u hloubkových zemničů.



Obrázek 17 - Obvodový zemnič [7]

Třetím a posledním typem je „**Základový zemnič**“, z principu využívaný pouze u novostaveb. Pokud je armatura základů správně dimenzovaná, lze získat velmi kvalitní uzemnění s vysokou životností. Pro připojení svodů lze snadno vyvést přípojnice v potřebném počtu. Pro základový zemnič platí stejná podmínka délky jako u kruhového zemniče, při nesplnění se doplňuje o hloubkový zemnič. Základový zemnič má oproti kruhovému malý nedostatek, a to zvýšené nebezpečí v místech, kde zemnič vychází z betonu (přechod do země). Je nutné zajistit kvalitní izolaci ve všech těchto místech, eventuelně použít korozivzdornou ocel.



Obrázek 18 - Základový zemnič [7]

Pro materiály všech částí hromosvodu platí určitá pravidla, nastíněná v tabulce 19. Je z ní patrné, že například hliník není vhodný pro použití v zemi, zemniče se provádí hlavně z oceli.

Tabulka 19 - Vlastnosti materiálů použitých pro realizaci hromosvodu

Materiál	Použití			Koroze		
	Vzduch	Země	Beton	Odolnost	Nebezpečí při působení	Poškození vodivým spojením s
Měď	Drát, lano	Drát, lano	Drát, lano	Dobrá všude	Sírných sloučenin a organiky	-
Pozinkovaná ocel	Drát, lano	Drát	Drát, lano	Dobrá ve vzduchu a betonu	Vysokou koncentrací chloridů	Mědí, armovaným betonem
Korozivzdorná ocel	Drát, lano	Drát	Drát, lano	Dobrá všude	Volných chloridů	-
Hliník	Drát, lano	Nelze	Nelze	Dobrá ve vzduchu	Základních roztoků	Mědí

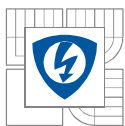
4.3. Vnitřní ochrana před bleskem

Při úderu blesku do objektu tedy dochází k průchodu bleskového proudu vnějším ochranným systémem. Jelikož vodiče nejsou ideální a mají určitý odpor, vzniká na hromosvodu velký rozdíl potenciálů, což může vést k vzdušnému průrazu a jiskření mezi hromosvodem a vodivými částmi chráněného objektu. Proti případným nežádoucím účinkům bleskového výboje tekoucího vnějším LPS je třeba také zamezit. Vnitřní ochranu potom lze rozdělit následovně.

Za prvé jde o „**Ekvipotenciální pospojování**“, dále EP. Snahou je pospojovat všechny vodivé prvky s hromosvodem, aby při vzniku napětí na vodivých částech došlo k vzájemnému zkratování. EP se umísťuje blízko úrovně terénu a poblíž vstupu napájecího vedení do objektu. Spojení vnější ochrany s EP lze provést pomocí vodiče z mědi o průřezu alespoň 16 mm^2 , z hliníku o průřezu alespoň 25 mm^2 a z oceli o průřezu alespoň 50 mm^2 . Vnitřní propojení vodivých prvků s EP lze provést pomocí vodičů z mědi o průřezu alespoň 6 mm^2 , z hliníku o průřezu alespoň 10 mm^2 a z oceli o průřezu alespoň 16 mm^2 . Někdy je vhodné vytvořit několik pomocných přípojníc EP připojených k jedné hlavní. U budov s výškou nad 30 m je doporučeno zřizovat přípojnice každých 20 m.

Druhou možností je „**Izolace vnějšího LPS**“. Elektrická izolace je vhodnější řešení vnitřní ochrany, ne v každém případě jde ovšem provést. Principiálně jde o to, udržet mezi vnější ochranou a vnitřními vodivými prvky dostatečnou vzdálenost, která zamezí průrazu a jiskření. Tato vzdálenost závisí na velikosti bleskového proudu, délce proudovodné dráhy a izolačním materiálu.

Mezi další ochrany patří stínění objektu (hlavně vodičů) a použití přepětových ochran (viz. kapitola 2.1.5.3).



5. PROVÁDĚNÍ ELEKTROINSTALACE

Cílem této bakalářské práce je vytvořit kompletní dokumentaci jako návrh elektroinstalace rodinného domu. Dokumentace obsahuje situační výkresy zařízení a rozvodů, návrh rozvaděčů a technickou zprávu.

Vypracované dokumenty jsou přiloženy k bakalářské práci jako příloha.

5.1. Výkresová dokumentace

Výkresová dokumentace pro bakalářskou práci byla vytvořena dle podkladů ze semestrální práce. Obsahuje výkresy zásuvkových obvodů, světelných obvodů, slaboproudých zařízení a hromosvodu. Přiložené výkresy jsou vytvořeny dle platných technických norem, pomocí programu ElProCAD od společnosti Astra SW.

Do bakalářské práce jsou zařazeny jako Příloha A.

5.2. Rozvaděče

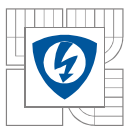
Návrh rozvaděčů je vytvořen pomocí programu Sichr od společnosti OEZ. Dle rozvržení byly vybrány i vhodné rozvaděčové skříně, popsané v technické zprávě. Ověření jističů je provedené také pomocí programu Sichr a vypočtené hodnoty jsou uvedeny v příloze.

Do bakalářské práce jsou zařazeny jako Příloha B.

5.3. Technická zpráva

Poslední částí dokumentace je technická zpráva. Technická zpráva sdružuje podrobnosti o provedení elektroinstalace, tedy podrobnější popis a poznámky k situačním výkresům, použitý materiál, způsob provedení a nakonec souhrn použitých norem.

Do bakalářské práce je zařazena jako Příloha C.



ZÁVĚR

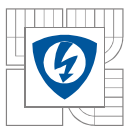
Bakalářská práce je zaměřena na téma návrhu elektroinstalace rodinného domu. Zabývá se teoretickými podklady pro vytváření elektroinstalace a návrhem vlastní elektroinstalace dle zadaného půdorysu a požadavků investora.

Druhá kapitola se zabývá silnoproudou částí elektroinstalace a skládá se z několika podkapitol. Nejprve popisuje způsob připojení objektu k elektrické síti, a to od distribučních rozvodů až po domovní rozvaděč v objektu. Mimo to také uvádí několik rozdílů v připojovacích podmínkách distributorů ČEZ a E.ON. Další podkapitola se již zabývá jednotlivými rozvody v objektu. Popisuje zásuvkové a světelné obvody v objektu, jejich provedení, zvláštní obvody v rodinných domech (např. garáž) oproti bytové výstavbě a nakonec také předepsané minimální počty obvodů a vývodů podle typu objektu. V poslední části druhé kapitoly je řešena problematika uložení elektroinstalace, tedy způsoby ukládání vodičů, instalační zóny, zóny v koupelnách.

Následující kapitola je určena slaboproudým rozvodům. Postupně projednává jednotlivé typy, konkrétně telefon a datovou kabeláž, STA, dorozumívací systémy, zabezpečovací a požární systémy. U každého typu je uveden typický příklad, tedy zařízení a používaná kabeláž. U EZS jsou popsány hlavní části systému (detektory, ústředna, napájení aj.), dále jsou vysvětleny jednotlivé režimy provozu zabezpečení a typické zóny používané v objektu.

Čtvrtá kapitola se zabývá problematikou hromosvodů. Opět je rozdělena na několik podkapitol, v první řadě nastiňuje výchozí podmínky pro návrh hromosvodu (rozdělení objektů do tříd, výpočet rizika aj.), dále popisuje vnější ochranný systém objektu proti úderu blesku, kde řeší postupně způsoby návrhu jímací soustavy, poté návrh svodů a nakonec uzemnění, včetně předepsaných materiálů a minimálních průřezů pro realizaci LPS. V poslední části kapitoly je popsána vnitřní ochrana před účinky bleskových výbojů, a to primárně ekvipotenciální pospojování a izolace vnější ochrany od objektu.

Poslední kapitola popisuje hlavní část bakalářské práce, součástí této kapitoly jsou také přílohy A – C, obsahující vytvořenou dokumentaci. V příloze A jsou situační schémata elektrických zařízení a rozvodů vytvořených dle požadavků investora a vedoucího práce. Schémata jsou vytvořena na základě půdorysu stavby dodané investorem, dále bylo zohledněno rozmístění zařízení v domě dle požadavků investora. Všechny výkresy byly tvořeny podle platných technických norem ČSN. Součástí návrhu elektroinstalace je návrh osazení použitých rozvaděčů, včetně kontroly navrženého jištění. Veškeré podklady se nachází v příloze B. Jištění je navrženo tak, aby zachovalo selektivitu předřazených prvků a byla zajištěna ochrana automatickým odpojením od zdroje. Poslední částí projektu je technická zpráva v příloze C. Technická zpráva shrnuje celý návrh a uvádí další podrobnosti pro realizaci elektroinstalace.



POUŽITÁ LITERATURA

Knihy:

- [1] BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. Vyd. 1. Praha: Europa - Sobotáles cz., 2004, 295 s. ISBN 80-86706-07-9.
- [2] DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. 6. vyd. V Brně: CPress, 2012, 152 s. Stavíme. ISBN 978-80-264-0013-4.
- [3] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem*. 2., zcela přeprac. vyd. Praha: Grada, 2010, 120 s. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-3249-7.
- [4] KUNC, Josef. *Rekonstrukce elektroinstalace*. 1. vyd. Praha: Grada, 2013, 102 s. Profi & hobby. ISBN 978-80-247-4789-7.
- [5] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. 5., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2012, 104 s. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-57-3.
- [6] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. 5., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2012, 104 s. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-57-3.
- [7] KLIMŠA, David. *Vnější a vnitřní ochrana před bleskem*. 2., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2014, 138 s. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-98-6.
- [8] Kolektiv autorů. *Elektro v praxi*. Olomouc: Solid Elektro Team, 2013, 146 s.

WWW stránky:

- [9] Elektřina. *Skupina ČEZ*. [online]. ©2015 [cit. 2015-12-03]. Dostupné z: <http://www.cez.cz/cs/elektrina.html>.
- [10] E.ON. *Požadavky na umístění, provedení a zapojení měřících souprav* [online]. 2013 [cit. 2015-11-15]. Dostupné z: <http://www.eon.cz/-a6627?field=data>.
- [11] OEZ. [online]. ©2014 [cit. 2015-12-04]. Dostupné z: <http://www.oez.cz>.
- [12] ElektriKa.cz [online]. ©2015 [cit. 2015-12-15]. Dostupné z: <http://www.elektrika.cz>.
- [13] Odbornecasopisy.cz [online]. Praha : FCC Public s.r.o, 2000-2015 [cit. 2015-12-12]. Dostupné z: www.odbornecasopisy.cz.

PŘÍLOHY

Příloha A – Výkresová dokumentace

Příloha B – Návrh rozvaděčů

Příloha C – Technická zpráva