ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra technologií a měření

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Projektování elektroinstalace v moderních bytových objektech

vedoucí práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.** **2012**
konzultant: **Ing. Radomil Coufal**
autor: **Bc. Vít Purnoch**

Anotace

Předkládaná diplomová práce se zabývá problematikou projektování elektroinstalace v moderních bytových objektech. Uvádí základní teoretické poznatky z klasické a moderní elektroinstalace, ochrany před bleskem a přepětím, legislativních požadavků na projektování a příklady použití projekčních softwarů. V praktické části řešení diplomové práce je uveden projekt elektroinstalace v rodinném domě včetně managementu řízeného rizika.

Klíčová slova

Klasická elektroinstalace, připojení objektu k síti, hlavní domovní skříň, hlavní domovní vedení, rozvaděč, domovní elektroinstalace, montáž elektroinstalace, moderní elektroinstalace, inteligentní elektroinstalace, elektroinstalace Egon®, sběrnice, systém KNX/EIB, iNels, sběrnice CIB, řízení rizika, vnější ochrana před bleskem, vnitřní ochrana před bleskem, přepěťová ochrana, projektování elektroinstalace, legislativní požadavky, software, projektová dokumentace, výkresová část, technická zpráva, výpočty, ekonomická bilance.

Abstract

The presented master's degree dissertation deals with designing of modern electrical installations in residential buildings. It presents fundamental theoretical knowledge of classical and modern electrical installations, surge protection, lightning conductors, legislative requirements for designing and it also deals with examples of using of digital projecting software. Practical part of the dissertation presents a particular electrical installation design for a one-family house including a creation risk of a management plan.

Key Words

Classical electrical installation, connecting an object to power grid, main home switchboard, main home wiring, distribution board, house electrical installation, electrical cabling installation, modern installation, intelligent installation, Ego-n® installation, bus bar, KNX/EIB system, iNels, common installation bus, risk management, indoor lightning protection system, outdoor lightning protection system, surge protection, electrical installation designing, legislative requirements, software, project documentation, technical drawings, technical report, calculations, financial analysis of the cost and benefits including a budget.

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce, je legální.

V Plzni dne 1. 5. 2012 ……

Vít Purnoch

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Doc. Ing. Zbyňkovi Martínkovi za profesionální rady, připomínky a metodické vedení diplomové práce a Ing. Radomilu Coufalovi za poskytnutí cenných odborných rad a materiálů především při řešení praktické části diplomové práce.

Obsah

OBSAH **7**

ÚVOD **10**

SEZNAM SYMBOLŮ **12**

1 KLASICKÁ ELEKTROINSTALACE **17**

1.1 PŘIPOJENÍ OBJEKTU K SÍTI DODAVATELE ELEKTRICKÉ ENERGIE 18
1.1.1 Hlavní domovní skříň *18*
1.1.2 Hlavní domovní vedení a odbočky k elektroměrům *19*
1.1.3 Elektroměrový rozvaděč *20*
1.2 DOMOVNÍ ELEKTROINSTALACE 22
1.2.1 Rozvaděče a podružné rozvaděče za elektroměrem *22*
1.2.2 Světelné okruhy *23*
1.2.3 Zásuvkové okruhy silové a sdělovací *26*
1.3 PROVEDENÍ DOMOVNÍ ELEKTROINSTALACE 29
1.3.1 Skrytá montáž vodičů a kabelů *29*
1.3.2 Povrchová montáž vodičů a kabelů *31*
1.3.3 Nástěnné, stropní a soklové kanály *31*
1.3.4 Montáž elektroinstalace v prostorách s vyšším rizikem úrazu elektrickým proudem *33*
1.4 VÝHODY A NEVÝHODY KLASICKÉ ELEKTROINSTALACE 34

2 MODERNÍ ELEKTROINSTALACE **35**

2.1 MODERNÍ ELEKTROINSTALACE V OBYTNÝCH BUDOVÁCH 36
2.2 INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE EGO-N® 37
2.2.1 Základní informace o systému Ego-n® *37*
2.2.2 Primární a sekundární sběrnice *39*
2.2.3 Prvky systému Ego-n® *42*
2.3 KOMUNIKAČNÍ SYSTÉM KNX/EIB 48
2.4 IINELS A SBĚRNICE CIB 51
2.5 VÝHODY A NEVÝHODY INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE 53

3 OCHRANA PŘED ATMOSFÉRICKÝM NAPĚTÍM A PŘEPĚTÍM **54**

3.1 ČSN EN 62 305 OCHRANA PŘED BLESKEM 55
3.2 ŘÍZENÍ RIZIKA 56
3.3 VNĚJŠÍ OCHRANA PŘED BLESKEM 61
3.3.1 Jímací soustava *62*
3.3.2 Soustava svodů *64*
3.3.3 Uzemňovací soustava *65*
3.3.4 Ekvipotencionální pospojování proti blesku *66*
3.4 VNITŘNÍ OCHRANA PŘED BLESKEM A PŘEPĚTÍM 67
3.4.1 Přepěťové ochrany v silových obvodech nízkého napětí *69*
3.4.2 Svodiče přepětí pro sdělovací rozvody *72*

4 PROJEKTOVÁNÍ ELEKTROINSTALACE **73**

4.1 LEGISLATIVNÍ POŽADAVKY NA PROJEKTANTA A PROJEKTOVOU DOKUMENTACI 74
4.1.1 Zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání *74*
4.1.2 Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) *74*
4.1.3 Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků ve výstavbě *75*
4.1.4 Vyhláška č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice *75*
4.1.5 Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb *76*
4.1.6 Další legislativní předpisy *77*

4.2 SOFTWAROVÉ VYBAVENÍ PROJEKČNÍCH KANCELÁŘÍ ... 77
4.2.1 Autodesk AutoCAD a Bricscad ... 78
4.2.2 ASTRA MS Software ... 79
4.2.3 Další programy pro projektování elektroinstalace ... 82
4.2.4 3D Software ... 85
4.3 POPIS PRAKTICKÉ ČÁSTI PROJEKTU ELEKTROINSTALACE ... 86
4.3.1 Zadání projektu ... 86
4.3.2 Rozsah a obsah projektové dokumentace ... 89
4.3.3 Návrh projektu elektroinstalace rodinného domu ... 90

ZÁVĚR ... 94

POUŽITÁ LITERATURA ... 96

PŘÍLOHY ... 1

GRAFICKÁ ČÁST: ... 1

TECHNICKÁ ZPRÁVA ... 2

1 IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE ... 3

2 ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE ... 4

3 PROJEKTOVÉ PODKLADY ... 6

4 TECHNICKÝ POPIS ... 8

4.1 POPIS STAVBY ... 8
4.2 OBJEM PRACÍ ... 8
4.3 SILNOPROUDÝ ROZVOD ... 9
4.3.1 Přípojka a rozvodnice ... 9
4.3.2 Hlavní ochranná přípojnice a ochranné rozvody ... 11
4.3.3 Elektroinstalace nn ... 11
4.3.4 Osvětlení ... 12
4.3.5 Zásuvky ... 14
4.4 SLABOPROUDÝ ROZVOD ... 18
4.4.1 Vnitřní rozvody elektroinstalace mn ... 18
4.4.2 Sdělovací domácí obvody – domácí telefon ... 19
4.4.3 Rozvody TV/SAT ... 20
4.4.4 Telefonní a internetový rozvod ... 20
4.4.5 Zabezpečení objektu ... 21
4.4.6 Autonomní hlásiče požáru ... 21
4.5 OCHRANA PŘED ATMOSFÉRICKÝM NAPĚTÍM A PŘEPĚTÍM ... 22
4.5.1 Vnější ochrana před bleskem ... 22
4.5.2 Vnitřní ochrana před bleskem ... 24

5 DIMENZOVÁNÍ A KONTROLY ... 25

5.1 KONTROLA HLAVNÍ PŘÍPOJKY OBJEKTU NA ÚBYTEK NAPĚTÍ ... 26
5.2 NÁVRH JIŠTĚNÍ HLAVNÍ PŘÍPOJKY OBJEKTU ... 26
5.3 VÝPOČET ZKRATOVÝCH POMĚRŮ ... 27

6 EKONOMICKÁ BILANCE ... 29

6.1 VARIANTA A – KLASIK ... 29
6.2 VARIANTA B – MODERNÍ ... 35
6.3 REKAPITULACE ... 42

OCHRANA PŘED BLESKEM A MANAGEMENT ŘÍZENÉHO RIZIKA **43**

1 ÚVOD **44**

2 PRÁVNÍ ZÁVAZNOST **44**

3 NORMATIVNÍ PODKLADY PRO ČESKOU REPUBLIKU **45**

4 PROJEKČNÍ PODKLADY **45**

4.1 ZOHLEDNĚNÁ RIZIKA 45
4.2 PARAMETRY STAVBY 45
4.3 ZEMĚPISNÉ PARAMETRY 46
4.4 INŽENÝRSKÉ SÍTĚ 46
4.5 ZÓNY OCHRANY PŘED BLESKEM/ROZDĚLENÍ DO ZÓN 46

5 OCENĚNÍ RIZIKA **46**

5.1 OCENĚNÍ RIZIKA R1, ZTRÁT NA LIDSKÝCH ŽIVOTECH 46

6 VÝBĚR OCHRANNÝCH OPATŘENÍ **47**

6.1 ZÓNA OCHRANY PŘED BLESKEM LPZ 0B 47

7 OCENĚNÍ RIZIKA R4, EKONOMIKA OCHRANNÝCH OPATŘENÍ **48**

7.1 VÝPOČTOVÝ PARAMETR PRO ROČNÍ NÁKLADY OCHRANNÝCH OPATŘENÍ 48
7.2 NÁKLADY STAVBY VČETNĚ NÁSLEDNÝCH ZTRÁT 48
7.3 OCENĚNÍ RIZIKA R4 48

8 VŠEOBECNÉ INFORMACE **49**

8.1 SOUČÁSTI VNĚJŠÍ OCHRANY PŘED BLESKEM 49
8.1.1 ČSN EN 50164-1:2008 Požadavky na spojovací součásti 49
8.1.2 ČSN EN 50164-2:2008 Požadavky na vodiče a zemniče 49
8.1.3 ČSN EN 50164-3:2006 + A1:2009 Požadavky na oddělovací jiskřiště 50
8.1.4 ČSN EN 50164-4:2008 Požadavky na podpěry vodičů 50
8.1.5 ČSN EN 50164-5:2009 Požadavky na revizní skříně a provedení zemničů 50

Úvod

Předkládaná práce se zabývá problematikou projektování elektroinstalace v moderních bytových objektech. Je rozdělena do čtyř kapitol.

První kapitola zahrnuje základní poznatky z problematiky klasické elektroinstalace, které jsou využitelné i pro projektování elektroinstalace v moderních bytových objektech. Nejprve se zabývá připojením objektu k síti dodavatele elektrické energie. Blíže specifikuje hlavní domovní skříň, hlavní domovní vedení a odbočky k elektroměrům a elektroměrový rozvaděč. Dále se věnuje domovní elektroinstalaci, tj. rozvaděčům a podružným rozvaděčům za elektroměrem, světelným okruhům a zásuvkovým okruhům silovým a sdělovacím. Následující část podává praktické informace o provedení domovní elektroinstalace, především o způsobech montáže. Závěr kapitoly shrnuje výhody a nevýhody klasické elektroinstalace.

Druhá kapitola se věnuje moderní elektroinstalaci v obytných budovách. Nejprve uvádí do obecné problematiky moderní elektroinstalace. Poté se podrobně věnuje inteligentní elektroinstalaci Ego-n®. Analyzuje základní informace o tomto systému a jeho topologii. Popisuje primární a sekundární sběrnici a jednotlivé prvky systému (základní prvky, snímače, akční členy a prvky na sekundární sběrnici) a příklady zapojení. Dále informuje o komunikačním systému KNX/EIB, o elektroinstalaci iNels a sběrnici CIB. Závěr kapitoly shrnuje výhody a nevýhody inteligentní elektroinstalace.

Třetí kapitola se věnuje ochraně před atmosférickým napětím a přepětím. Stručně uvádí základní informace z normy ČSN EN 62 305 Ochrana před bleskem a podrobněji rozvádí problematiku řízení rizika. V části věnované vnější ochraně před bleskem rozpracovává základní části LPS – jímací soustavu, soustavu svodů, uzemňovací soustavu a ekvipotencionální pospojování proti blesku. Závěr kapitoly řeší vnitřní ochranu před bleskem a přepětím. Uvádí informace o přepěťové ochraně v silových obvodech nízkého napětí a o svodičích přepětí pro sdělovací rozvody.

Poslední čtvrtá kapitola se zabývá projektováním elektroinstalace. Uvádí legislativní požadavky na projektanta a projektovou dokumentaci. Představuje některé softwarové produkty vhodné pro projektování. V závěru kapitoly je popsána praktická část projektu elektroinstalace, tj. zadání, rozsah a obsah projektové dokumentace a popsáno řešení projektu elektroinstalace rodinného domu ve dvou variantách – klasické a moderní.

Seznam symbolů

CIB	Common Installation Bus
ČSN	Česká technická norma
EN	Evropská norma
LPS	Lightning Protection System, systém ochrany před bleskem
EZS	Elektronický zabezpečovací systém
HDS	Hlavní domovní skříň
nn	Nízké napětí
ČEZ	České energetické závody
HDV	Hlavní domovní vedení
TN-C	Síť se společným ochranným a pracovním vodičem
TN-S	Síť s rozděleným ochranným a pracovním vodičem
mn	Malé napětí
TN-C-S	Kombinace sítí TN-C a TN-S
IP	Ingress Protection (Stupeň ochrany používaný u elektrických přístrojů - ochrana proti vniknutí vody a částic)
PE	Ochranný vodič
N	Pracovní vodič
HDO	Hromadné dálkové ovládání
PEN	Protect engrounded and neutral conductor (kombinovaný ochranný a pracovní vodič)
CYKY	Kulatý instalační kabel
NYM	Instalační kabel s PVC pláštěm
CYKYLO	Plochý instalační kabel
L1 L2 L3	Fázové vodiče
PVC	PolyVinylChlorid
TNI	Technická normalizační informace
SELV	Safety Extra-Low Voltage
LON	Local Operating Network
EIB	Evropská instalační sběrnice
KNX	Konex
EIBA	European Instalation Bus Association

RF	Radio Frequency
GSM	Global System for Mobile communications
DIN	Normy EU
KSE	Sběrnicový kabel
LCD	Liquid Crystal Display
SMS	Short message service
Bus/KNX	Sběrnice/Konex
PLC	Programmable Logic Controller
IEC	International Electrotechnical Commision
S1	Údery blesku do stavby
S2	Údery v blízkosti stavby
S3	Údery blesku do inženýrských sítí
S4	Údery blesku v blízkosti inženýrských sítí
D1	Úraz živých bytostí
D2	Hmotná škoda
D3	Porucha elektrických a elektronických systémů
L1	Ztráty na lidských životech
L2	Ztráty na veřejných službách
L3	Ztráty na kulturním dědictví
L4	Ztráty ekonomické hodnoty
R	Riziko
R_t	Přípustné riziko
R_1	Riziko ztát na lidských životech
R_2	Riziko ztát na veřejných službách
R_3	Riziko ztrát na kulturním dědictví
R_4	Riziko ztrát ekonomických hodnot
R_d	Riziko vnější
R_i	Riziko vnitřní
SPD	Surge Protection Device, svodič přepětí
LPZ	Lightning Protection Zone, zóna ochrany před bleskem
LEMP	Lightning Electromagnetic Pulze
SPM	Ochranná opatření pro vnitřní systém ochrany před elektromagnetickými účinky bleskového proudu

PP	Přípojnice pospojování
Vf	Vysoko frekvenční
MaR, MAR	Měření a regulace
ASŘ	Automatický systém řízení
EPS	Elektrická požární signalizace
DT	Domácí telefon
STA	Rozvod televizního signálu
AC	Kontrola vstupu
CCTV	Orientační a informační systém a kamerový systém
TZB	Technické zařízení budov
DWG, dwg	Device Working Group
CAD	Computer Aided Design
vn	Vysoké napětí
LED	Light Emitting Diode
1f	Jednofázový
3f	Trojfázový
TV	Televize, televizní
p. č.	Parcela číslo
k. ú.	Katastrální území
β [-]	Součinitel soudobosti
P_β [W]	Soudobý příkon
P_i [W]	Instalovaný příkon
ed.	Edice
NP	Nadzemní podlaží
FM	Frekvenční modulace
AM	Amplitudová modulace
WiFi	Wireless Fidelity
UTP	Unshielded Twisted Pair
PCO	Pult centrální ochrany
cos β [-]	Účiník
t [°C]	Teplota
U_s [V]	Sdružené napětí
I [A]	Proud

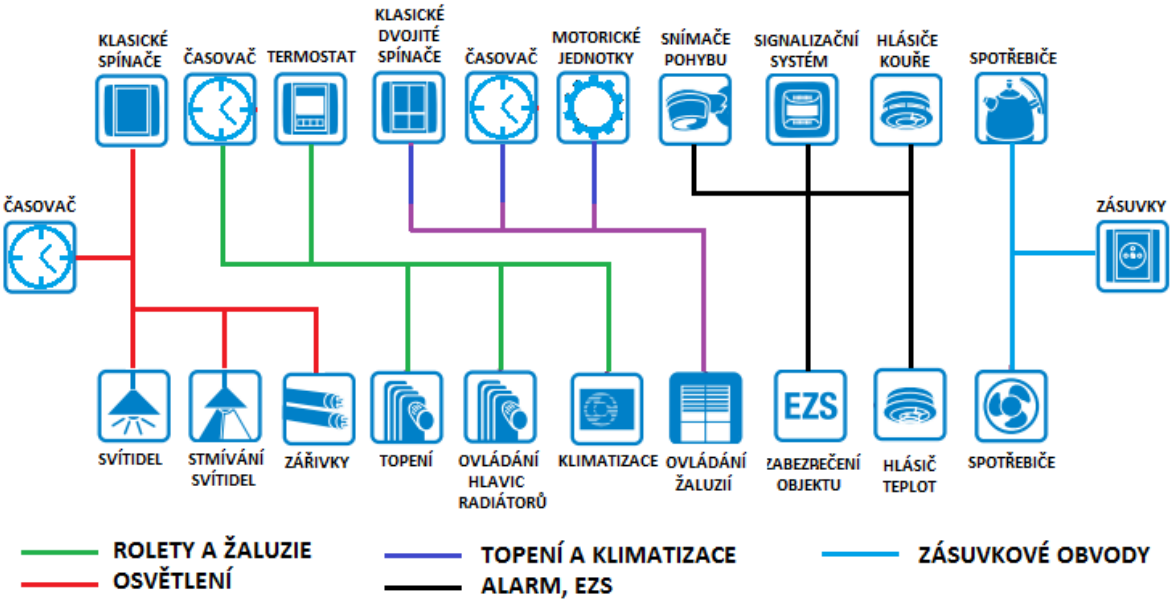
I_P [A]	Proud protékající přípojkou
I_{dov} [A]	Dovolený proud
k_1 [-], k_2 [-]	Součinitel proudové zatížitelnosti
I_{nz} [A]	Hodnota jmenovité proudové zatížitelnosti
l [m]	Délka
S [mm^2]	Plocha
R_k [Ω]	Odpor kabelu
Δ	Úbytek
U_f [V]	Fázové napětí
γ [-]	Konduktivita
X_k [Ω]	Reaktance kabelu
I_{nj} [A]	Jmenovitý proud
R [Ω]	Odpor
X [Ω]	Reaktance
R_s [Ω]	Odpor sítě
R_T [Ω]	Odpor transformátoru
X_S [Ω]	Reaktance sítě
X_T [Ω]	Reaktance transformátoru
Z [Ω]	Impedance
Z_S [Ω]	Impedance sítě
Z_T [Ω]	Impedance transformátoru
Z_C [Ω]	Celková impedance
p [-]	Převod transformátoru
u_{kr} [%]	Napětí na krátko
S_T [VA]	Zdánlivý výkon transformátoru
S_C [VA]	Zdánlivý výkon celkový
u_{rr} [%]	Napětí naprázdno
c [-]	Konstanta
S_K [VA]	Zdánlivý výkon kabelu
I_k'' [A]	Souměrný zkratový proud
I_{KE} [A]	Ekvivalentní oteplovací proud
ke [-]	Koeficient oteplení
S_{min} [mm^2]	Minimální průřez kabelu

t_k [s]	Doba vybavení
C_{db} [-]	Činitel polohy
T_d [den]	Počet bouřkových dní za rok
N_g [km^2/rok]	Hustota úderů do země
N_d [1/rok]	Počet nebezpečných událostí vlivem úderů do stavby
pEB	Pospojování proti blesku
Pa	Vnější ochrana před úrazem
H,N	Očekávané zatížení

1 Klasická elektroinstalace

Počátek historie klasické elektroinstalace se datuje na konec 19. století, kdy byl od uživatelů požadavek pouze na ovládání několika svítidel a zásuvek v domě. Zájem o elektrickou energii neustále stoupal. Do roku 1918 mělo přístup k elektřině 34 % obyvatel českých zemí. Velkým podnětem pro další rozvoj byl v roce 1919 přijatý zákon o všeobecné elektrizaci. České země byly celé elektrifikovány v roce 1955 a řadily se ke světové špičce.

V současnosti se klasická elektroinstalace stále hojně využívá pro ovládání osvětlení a zásuvek, ale také pro ovládání žaluzií, topení a dalších spotřebičů. Pro každý systémový prvek je nutné samostatné vedení a každý řídící systém vyžaduje samostatnou komunikační cestu.
[16, 18]



Obr. 1 Schéma zapojení elektroinstalace [18, 54]

1.1 Připojení objektu k síti dodavatele elektrické energie

K rozvodu dodavatele elektrické energie je odběrné zařízení (rodinný dům) napojeno přípojkou. Přípojková skříň, tzv. hlavní domovní skříň (HDS), je připojovacím místem odběrného zařízení. Provozovatel distribuční soustavy si stanovuje tzv. připojovací podmínky pro osazení měřících zařízení v odběrných místech napojených z distribuční sítě nn. Tyto podmínky vychází ze zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon), v platném znění. Dle § 24 vyhlášky č. 501/2006 Sb., v platném znění se rozvodná energetická vedení v zastavěném území obcí umisťují pouze pod zem. [1, 2, 4, 5, 12, 13, 20]

1.1.1 Hlavní domovní skříň

Hlavní domovní skříň zajišťuje jištění odběrného zařízení proti zkratu domovního vedení a umožňuje jeho odpojení. Např. ČEZ Distribuce, a.s. požaduje pro HDS tyto podmínky: trvalou přístupnost s volným prostorem před HDS min. 800 mm, ochranu před neoprávněnou manipulací (polohou, energetickým klíčen, zaplombování), jištění v HDS o jeden stupeň vyšší než před elektroměrem, je-li HDS majetkem distributora, nesmí být součástí elektroměrového plastového pilíře. [1, 2, 4, 5, 12, 13, 20]

Obr. 2 Hlavní domovní skříň

Pokud je HDS připojena z venkovního vedení, musí být umístěno na objektu nebo podpěrném bodě ve výšce 2,5 až 3 m (spodní okraj skříně) nad definitivně upraveným terénem. Pakliže je HDS připojena z kabelového vedení, musí být umístěna na objektu nebo v pilíři. Spodní okraj skříně musí být umístěn zpravidla minimálně 0,6 m nad definitivně upraveným terénem. [1, 2, 4, 5, 12, 13, 20]

1.1.2 Hlavní domovní vedení a odbočky k elektroměrům

Vedení od HDS až k odbočce k poslednímu elektroměru se nazývá hlavní domovní vedení (HDV). HDV se navrhuje podle dispozice objektu. Pokud se v objektu nachází nejvýše tři odběratelé (rodinné domy), není povinnost zřizovat HDV, odbočky se k elektroměrům napojí přímo z HDS. V objektech s více než třemi odběrateli se od HDS provádí rozbočení na jedno nebo více HDV. HDV je nutné jistit v přípojkové skříni příslušně dimenzovanou pojistkou. Elektrická zařízení pro evakuaci obyvatel a protipožární zařízení musí být připojena tak, aby po odpojení ostatních elektrických zařízení v přípojkové skříni nebo hlavním rozvaděči zůstala pod napětím. Např. ČEZ Distribuce, a.s. požaduje pro HDV: soulad s technickými normami, provedení v soustavě TN-C co nejkratší trasou, ztěžující neoprávněný odběr elektřiny, možnost výměny bez stavebních zásahů. Vodiče musí mít stejný průřez po celé délce vedení a nesmí být přerušeny, s výjimkou odboček k elektroměrům z kmenového HDV, a musí umožnit osazení plomby, instalace vně budovy musí být uložena v omítce, instalace procházející půdou a nevedené ve zdivu musí být provedeny v pancéřových nebo ocelových trubkách s utěsněnými spoji bez krabic. Průřez HDV se navrhuje ve vztahu k očekávanému zatížení (minimálně 4x16 mm^2 Al nebo 4x10 mm^2 Cu).

Odbočky k elektroměrům jsou vedení odbočující od HDV (popř. přímo z HDS) pro připojení jednotlivých měřicích míst. Stejně jako HDV musí být provedeny v soustavě TN-C a pro jejich provedení platí obdobná pravidla. Jsou navrhovány buď jednofázové, nebo třífázové. Průřezy vodičů musí být navrženy tak, aby dovolená proudová zatížitelnost vodičů vyhovovala výpočtovému proudu soudobého příkonu bytu (minimální průřez 6 mm^2 Cu). Pokud je odbočka delší než 3 m, musí být jištěna v místě odbočení z HDV. Jednofázové odbočky lze provádět u bytů stupně elektrizace A s maximálním soudobým příkonem do 5,5 kW. Jednofázové odbočky by měly být rozděleny mezi jednotlivé fáze HDV rovnoměrně.
[1, 2, 4, 5, 12, 13, 20]

1.1.3 Elektroměrový rozvaděč

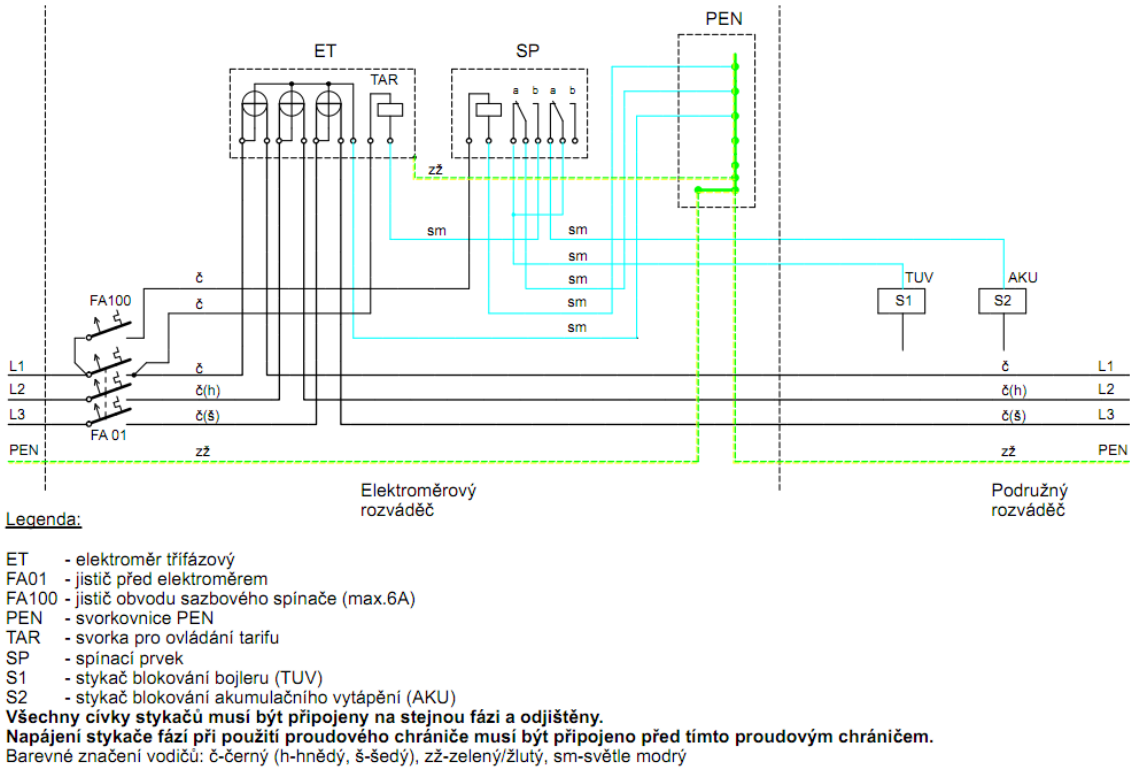
Elektroměrové rozvaděče musí být trvale přístupné (volný prostor před zařízením k provádění prací o hloubce a šířce min. 0,8 m), chráněné před vlivy prostředí a mechanickým poškozením. V bytových domech se umisťují do společných chodeb nebo na podestách schodiště (ne na ramenech), mohou být i v podzemním podlaží s normálními vlivy. Nesmí být osazeny do společných skříní s plynoměry (mimo schválené výjimky). Umisťují se na vnější stranu objektu nebo jsou osazeny v pilířích měření, co nejblíže místa připojení (otevírání dvířek musí být z vnější přístupné strany pozemku). Střed elektroměru musí být ve výšce 1,0 až 1,7 m (v případě umístění více elektroměrů 0,7 až 1,7 m), spodní hrana rozvaděče minimálně 0,6 m od podlahy nebo definitivně upraveného terénu.

Všechna měřící místa se provádí v soustavě napětí TN-C (přívod), TN-C nebo TN-C-S (vývod). Třífázové elektroměry musí být zapojeny na správný sled fází (L1, L2, L3). Rozvaděče, rozvodná jádra a elektroměrové desky musí být provedeny s příslušným stupněm krytí (IP 2X nebo IP XXB v normálních prostorech, IP 43 uzavřený rozvaděč ve venkovních prostorech, IP 44 uzavřený rozvaděč u okraje komunikace). Živé části měřeného rozvodu mají být odděleny od prostoru pro elektroměry a spínací prvky.

V elektroměrovém rozvaděči mohou být instalovány jen elektroměry, sazbový spínač, přijímač HDO, hlavní jistič před elektroměrem, jistící zařízení obvodu sazbového spínače (max. 6 A), ovládací relé nebo stykač, svorkovnice nebo přípojnice PEN (popř. svorkovnice nebo přípojnice PE a N). Hlavní jistič před elektroměrem slouží k jištění odbočky k elektroměru a tím i přívodu do bytu. Je určen výší rezervovaného příkonu, proudová hodnota je součástí sjednané sazby, má stejný počet pólů jako má elektroměr fází. Hlavní jistič před elektroměrem musí odpovídat ČSN EN 60 898 a ČSN EN 60 947-2 s charakteristikou typu B (charakteristiku typu C a D musí odsouhlasit distributor) ve jmenovité řadě 6, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 A. Nadproudová spoušť musí být v rozsahu tří až pětinásobku I_n v čase 0,2 s, ve jmenovité řadě 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630 A. Maximální přípustná hodnota jističe pro jednofázové odběry je 25 A.

[1, 2, 4, 5, 12, 13, 20]

Veškerá vedení a zařízení musí být provedena tak, aby zamezovala neoprávněnému přístupu k neměřeným živým částem bez porušení plomb. [20]



Obr. 3 Zapojení třífázového dvoutarifního elektroměru s vícepovelovým spínacím prvkem – soustava TN-C s blokováním instalovaných akumulačních spotřebičů o celkovém příkonu nad 10 kW [20]

Z elektroměrového rozvaděče vede do podružných rozvaděčů přívodní vedení. Odbočky jsou jednofázové nebo trojfázové a platí pro ně stejná pravidla jako pro odbočky k elektroměrům. Průřezy vodičů pro přívody a vývody elektroměrů jsou stejné a odpovídají předpokládanému proudovému zatížení (minimální průřez 6 mm^2 Cu a maximální 16 mm^2 Cu). Ovládací vodiče tarifů, stykačů a spínacích prvků musí mít průřez 1 až 1,5 mm^2 Cu.

[1, 2, 4, 5, 12, 13]

1.2 Domovní elektroinstalace

Z přívodního vedení je elektrická energie distribuována přes rozvaděče do jednotlivých okruhů. Při návrhu elektroinstalace se vychází z koncepce, že v každé obytné místnosti mají být minimálně dva okruhy, každý samostatně jištěný (jeden světelný a jeden zásuvkový). Elektrické rozvody se provádí v systému sítě TN-S. V domovní elektroinstalaci se v současnosti převážně používají kabely s měděnými vodiči typu CYKY nebo NYM a CYKYLO. [1, 2, 4, 5, 12, 13]

Tab. č. 1 Uspořádání kabelů [1, 5]

	Kabely pro pevné uložení		Šňůry a ohebné kabely	
	-J (se ZŽ)	-O (bez ZŽ)	G (se ZŽ)	X (bez ZŽ)
2 žilové				
3 žilové				
4 žilové				
5 žilové				

1.2.1 Rozvaděče a podružné rozvaděče za elektroměrem

Dříve se používala koncepce jednoho rozvaděče pro celý bytový objekt. Dnes se v objektech s větším počtem místností využívá hlavní rozvaděč a potřebný počet podružných skříní, každá pro čtyři až šest místností v okolí rozvaděče. Tato koncepce výrazně zjednoduší silové elektrické rozvody, vedení se značně zkrátí a je přehlednější a sníží se využití nehezkých odbočovacích krabic. Tato koncepce je zvláště vhodná při použití systémových elektrických instalací.

Rozvaděče se umisťují tak, aby byly chráněny proti mechanickému poškození, spodním okrajem min. 1,5 m od podlahy. Na rozvodnicích musí být jasně označen účel jednotlivých obvodů. Nejpozději v bytové rozvodnici se musí rozdělit vodič PEN na PE a N. Rozvaděče jsou konstrukčně řešeny jako skříně plastové nebo z ocelového plechu s uzavíratelnými dvířky pro zapuštěnou nebo nástěnnou montáž. Rozvaděč musí být zabezpečen proti úrazu elektrickým proudem a musí být zabezpečen proti neoprávněnému přístupu. Při volbě rozvaděče vycházíme z počtu přístrojů, které do něj mají být umístěny, a z hlediska jejich tepelných ztát (ČSN EN 60670-24) a je vhodné počítat s 20 % prostorovou rezervou.

Elektrické přístroje v rozvaděči jsou v modulových rozměrech (1M = 18 mm) na nosné kovové liště šířky 35 mm.

Na přívodu do rozvaděče bývá umístěn hlavní vypínač. Dále jsou zde umisťovány např. jističe, tavné pojistky (u starších instalací), proudové chrániče, přepěťové ochrany, stykače, instalační relé. Jednotlivé vývody jsou jištěny proti zkratům a nadproudům jističi. Dle normy ČSN 33 2130 ed. 2 musí být všechny okruhy vybaveny proudovými chrániči.
[1, 2, 3, 4, 5, 12, 13]

1.2.2 Světelné okruhy

Při navrhování světelných okruhů by měl projektant vycházet z doporučeného minimálního počtu svítidel v jednotlivých místnostech (viz tab. 2). Z toho pak vyplývá počet světelných okruhů. Počet svítidel připojených na jeden světelný okruh nesmí přesáhnout jmenovitý proud jistícího prvku. Jmenovitý proud svítidel se určí z maximálního příkonu, pro něhož jsou svítidla charakterizována. Světelné okruhy jsou převážně určeny pro napájení pevných svítidel. [1, 2, 4, 5, 12, 13]

Tab. č. 2 Doporučený minimální počet svítidel v jednotlivých místnostech [4]

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obytný pokoj do 20 m^2	1	2	3
Obytný pokoj nad 20 m^2	2	3	4
Ložnice do 20 m^2	1	2	3
Ložnice nad 20 m^2	2	3	4
Kuchyně	2	2	2
Koupelna	2	3	3
WC	1	1	2
Domácí dílna, pracovna	1	2	2
Chodba	1	2	3
Místnost pro domácí práce	1	2	3
Sklípek, komora	1	1	1
Terasa	1	1	2
Obytná lodžie, atrium	1	1	2

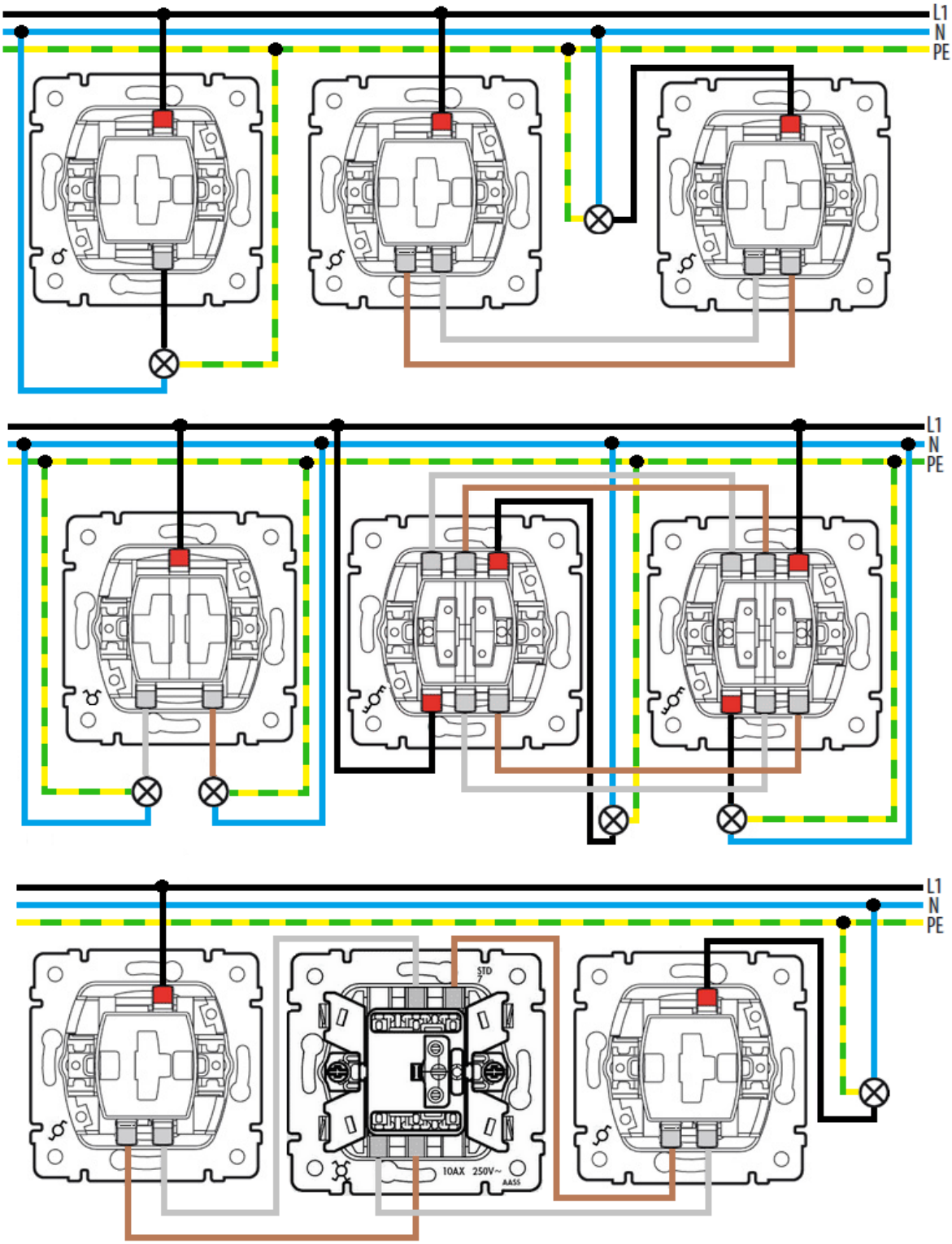
Pro jištění světelných okruhů se používají tavné pojistky nebo jističe se jmenovitým proudem maximálně 25 A, obvykle 10 A (charakteristika typu B). Průřez vedení musí být navržen tak, aby předřazený jistící prvek jistil vedení před přetížením i zkratem. Pro světelné obvody se zpravidla používají kabely s měděným jádrem o průřezu 1,5 mm^2.
[1, 2, 4, 5, 12, 13]

Při navrhování počtu spínačů osvětlení se vychází nejen z počtu světelných okruhů, ale i z počtu ovládacích míst. Umístění spínačů osvětlení má být projektováno tak, aby bylo snadno dostupné. Obvykle se umisťuje v blízkosti dveří na straně dveřního zámku (většinou uvnitř osvětlované místnosti) ve výšce od 1,2 do 1,4 m od podlahy. Pro nenáročné spínací funkce jsou nejvhodnější elektromechanické spínače. Parametry spínacího prvku musí být dimenzovány na jmenovitý proud jistícího prvku. Spínače se dělí na vypínače, přepínače a tlačítkové ovladače. Pro jednotlivá řazení spínacích prvků je určen číselný kód, dle účelu spínacího prvku rozdělujeme spínače dle tab. 3.

Tab. č. 3 Přehled řazení spínačů v elektrických instalacích[4]

Číselný kód	Funkce spínače
1	jednopólový vypínač
1+1	dvojitý jednopólový vypínač
1/0	zapínací tlačítkový vypínač
1/0 + 1/0	dvojitý zapínací tlačítkový vypínač
0/1	vypínací tlačítkový ovladač
2	dvojpólový vypínač
3	trojpólový vypínač
03	trojpólový vypínač se spínaným středním vodičem
4	skupinový přepínač
5	sériový přepínač (lustrový spínač)
6	střídavý (schodišťový) přepínač
6+6	dvojitý střídavý přepínač
6/0	přepínací tlačítkový ovladač
6/0 + 6/0	dvojitý přepínací tlačítkový ovladač
7	křížový přepínač

Pro náročnější aplikace můžeme spínání osvětlení doplnit o stmívače, spínání polohou a přítomností a časové spínače. [1, 2, 3, 4, 5, 12, 13]



Obr. 4 Schémata zapojení vypínačům - shora vypínače č. 1, č. 6, č. 4, č. 6+6, č. 7 [1, 4, 25]

1.2.3 Zásuvkové okruhy silové a sdělovací

Jednofázové zásuvky

Při navrhování zásuvkových okruhů by měl projektant vycházet z doporučeného minimálního počtu zásuvek v jednotlivých místnostech (viz tab. 4). Jednotlivé zásuvkové vývody mají být vhodně rozmístěny, aby se omezila možnost překrytí zásuvkového vývodu budoucím zařízením místnosti. Na jeden okruh lze připojit pouze 10 zásuvkových vývodů (vícenásobná zásuvka se pokládá za jeden zásuvkový vývod). Celkový instalovaný příkon nesmí překročit 3 680 VA při jištění 16 A jističem. Je vhodné mít v jedné místnosti více zásuvkových okruhů. Zásuvky jsou instalovány ve výšce cca 0,3 m nad podlahou (kuchyně, pracovny, dílny… 0,9 až 1,2 m). Zásuvkový systém je normalizován a v České republice se uplatňuje varianta evropského systému u domovních chráněných jednofázových zásuvek 16 A, 250 V, vybavených dvěma pracovními kontakty (L, N) ve tvaru dutinek a ochranným kolíkem (PE). [1, 2, 3, 4, 5, 12, 13]

Tab. č. 4 Doporučený minimální počet zásuvek v jednotlivých místnostech [4]

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obytný pokoj do 20 m^2	4	7	9
Obytný pokoj nad 20 m^2	5	9	11
Ložnice do 12 m^2	3	5	7
Ložnice do 20 m^2	4	7	9
Ložnice nad 20 m^2	5	9	11
Kuchyně	3	7	8
Koupelna	2	4	9
WC	1	2	2
Domácí dílna, pracovna	3	5	7
Chodba	1	2	3
Místnost pro domácí práce	3	7	9
Sklípek, komora	0	2	2
Terasa	1	1	3
Obytná lodžie, atrium	1	1	3

Vývody pro spotřebiče nad 2 kW by měly být samostatně jištěny a v objektu rozmístěny dle tabulky 5.

Tab. č. 5 Základní vybavenost místností silovými vývody nad 2 kW [4]

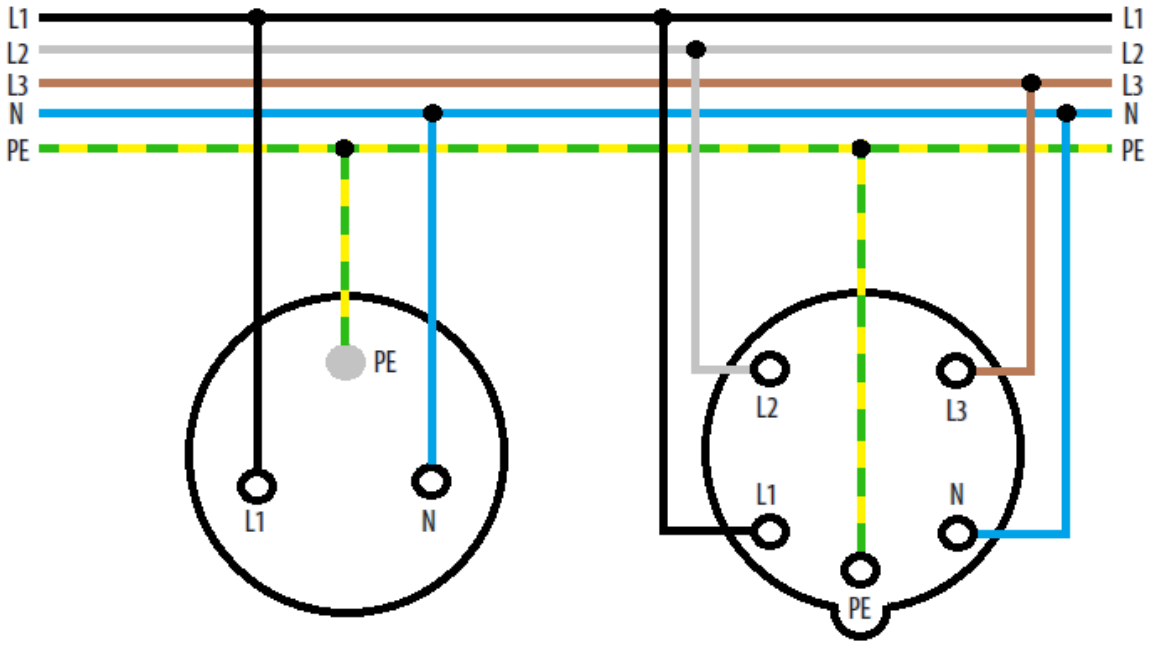
Místnost		ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obývací pokoj		1	1	1
Ložnice		*	*	*
Kuchyně	Elektrický sporák	1	1	1
	Chladnička	1	1	1
	Myčka nádobí	1	1	1
	Ohřívač vody	1	1	1
Koupelna	Automatická pračka	1	1	1
	Ohřívač vody	1	1	1
Místnost pro domácí práce	Pračka	1	1	1
	Sušička	1	1	1
	Mandl	1	1	1

** Jen v případě použití obvodů klimatizace a vytápění*

Pro jištění zásuvkových okruhů se používají tavné pojistky nebo jističe se jmenovitým proudem, který odpovídá jmenovitému proudu zásuvky. Průřez vedení musí být navržen tak, aby předřazený jistící prvek jistil vedení před přetížením i zkratem. Také všechny svorky musí být dimenzovány minimálně na jmenovitý proud jistících prvků obvodu. Pro zásuvkové obvody se zpravidla používají kabely s měděným jádrem o průřezu 2,5 mm^2.
[1, 2, 4, 5, 12, 13]

Trojfázové zásuvky a vývody

Trojfázové zásuvky a vývody se používají v domech s předpokládaným připojením elektrických spotřebičů s příkonem vyšším než 3 000 W (sporák, kotel, bojler…) nebo příležitostným používáním mobilních třífázových spotřebičů (nejčastěji se uplatňují pětipólové průmyslové zásuvky a vidlice 16 A, 400 V). Na jeden trojfázový okruh je možno připojit několik trojfázových zásuvek stejného jmenovitého proudu. Pro jištění, chránění a dimenzování platí obdobná pravidla jako pro jednofázové zásuvky.
[1, 2, 4, 5, 12, 13]



Obr. 5 Zapojení zásuvek 230 V a 400 V [1, 2, 10]

Sdělovací zásuvky

Sdělovací zásuvky slouží pro přenos různých signálů, které jsou dále zpracovávány v připojených zařízeních. Telefonní zásuvky jsou obvykle šestipólové, počítačové osmipólové, mohou být i koaxiální. Zásuvky jsou řazeny podle účelu do určitých kategorií v závislosti na přenosových vlastnostech (pro analogové telefonní sítě zásuvky kategorie 3, počítačové sítě nejméně kategorie 5). Využívají se koncepce stavebnicových montážních celků. Anténní zásuvky umožňují připojení rozhlasového, televizního a satelitního přijímače, pro přívod se zpravidla využívá koaxiální kabel. Dále existují různé typy konektorů pro strukturované sítě, elektroakustická zařízení, pro optické kabely atd. [1, 2, 4, 5, 12, 13]

Obr. 6 Sdělovací zásuvky - zleva zásuvky anténní televizní, telefonní dvojnásobná a ISDN [25]

1.3 Provedení domovní elektroinstalace

Provedení všech vedení, instalačních krabic, rozvodek a přístrojů musí umožňovat po ukončení instalace jejich elektrické zkoušení a odborný přístup ke svorkám v krabicích pro možnost údržby. Vedení samozřejmě musí být bezpečné a nesmí překážet obvyklému používání objektu, nemá být vystaveno nebezpečí mechanického poškození nebo být dostatečně chráněno. Vedení mají být přehledná, co nejkratší a co nejméně se mají křížit. Vedení se klade přímočaře (svisle a vodorovně), aby stěny zůstaly pokud možno volné. Je-li v místnosti více obvodů, mají být příslušné krabice a rozvodky ve stejné výšce. Pro ukládání vodičů a kabelů existují různé úložné soustavy. Vždy je nutno brát také zřetel na materiálové řešení stavební konstrukce, např. na její hořlavost, a postupovat pak v souladu s příslušnými normami (např. sádrokartonové stěny ČSN 33 2000-4-482).
[1, 2, 4, 5, 12, 13]

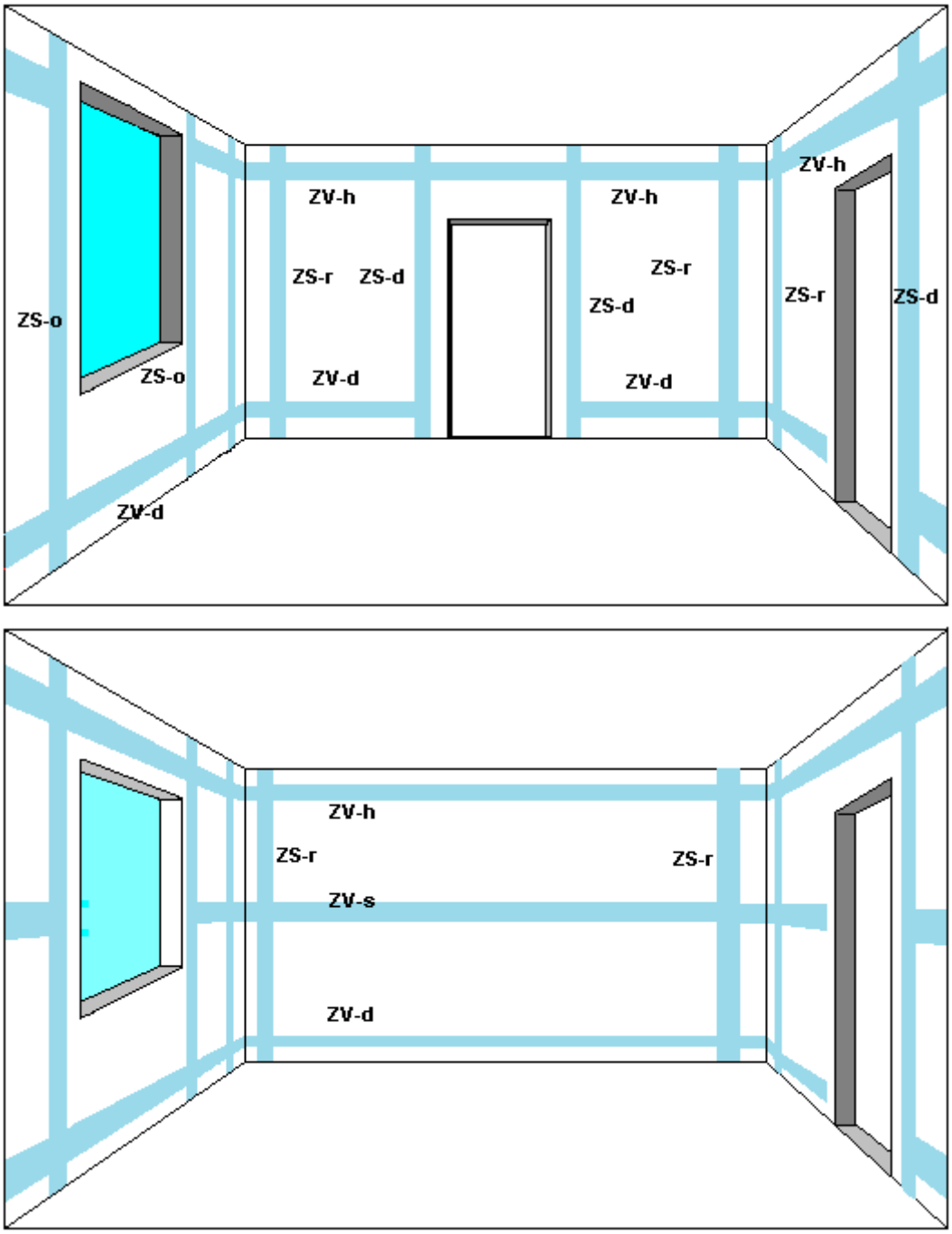
Tab. č. 6 Převod stupňů hořlavosti na třídu reakce na oheň [4]

Stupeň hořlavosti	Příklady materiálů	Třída reakce na oheň
A – nehořlavé	Pískovec, žula, cihly, beton, keramika	A1
B - nesnadno hořlavé	Heraklit, minerální vlna	A2
C1 - těžce hořlavé	Tvrdé dřevo	B
C2 - středně hořlavé	Jehličnatá dřeva	C nebo D
C3 - lehce hořlavé	Listové dřevo	E nebo F

Navržená úložná soustava má s rezervou pojmout požadovaný počet vodičů a kabelů požadovaných průřezů. Není vhodný velký počet souběžně vedených kabelů po dlouhých trasách. Přehlednějším a lépe kontrolovatelným řešením je vyšší počet podružných rozvaděčů, propojených jedním silovým vedením vyššího průřezu. [1, 2, 4, 5, 12, 13]

1.3.1 Skrytá montáž vodičů a kabelů

Mezi způsoby skryté montáže vodičů a kabelů se řadí vedení uložená v trubkách pod omítkou, v trubkách zalitých v betonu, v trubkách nebo kabely v dutých příčkách, kabelová vedení v omítce nebo v drážkách pod omítkou. Pro umisťování skrytých vedení, ale i zásuvek, spínačů a vývodů atd. je vymezena instalační zóna (plocha stěn) viz obr. č. 7, aby nedocházelo k poškození při následných pracích. Pro kladení vedení do stropů a podlah platí norma ČSN 37 5245. [1, 2, 4, 5, 11, 12, 13]



Obr. 7 Elektroinstalační zóny [1, 4, 11, 12, 13]

ZV-h *- zóna vodorovná horní. Leží ve výšce 150 až 450mm pod dokončeným stropem. Tam kde to poloha okna dovoluje, může probíhat i nad ním.*
ZV-s *- zóna vodorovná střední. Leží ve výšce 900 až 1200mm nad dokončenou podlahou. Zřizuje se pouze v místnostech s pracovní plochou při zdi (kuchyně)*
ZV-d *- zóna vodorovná dolní. Leží ve výšce 150 až 450mm nad dokončenou podlahou.*
ZS-r *- zóna svislá rohová. Probíhá rovnoběžně s rohem místnosti, ve vzdálenosti 100 až 300mm od rohu v hrubé stavbě.*
ZS-o *- zóna svislá okenní. Probíhá rovnoběžně se svislými hranami otvoru pro okno, ve vzdálenosti 100 až 300 mm od hrany otvoru v hrubé stavbě.*
ZS-d *- zóna svislá dveřní. Probíhá rovnoběžně se svislými hranami dveří. U jednokřídlých dveří leží na straně zámku, u dvoukřídlých dveří se nachází po obou stranách dveřního otvoru. Leží ve vzdálenosti 100 až 300mm od hrany otvoru v hrubé stavbě.*

Mezi výhody skryté montáže patří estetika vzhledu interiéru, ochrana před mechanickým poškozením, minimální údržba, dlouhá životnost. Trubkové vedení umožňuje vytvoření rezervy pro dodatečné úpravy. Nevýhodou je potřeba odbočovacích či protahovacích krabic ve vzdálenosti do 15 m při přímém vedení a do 10 m při vedení s ohyby. Mezi nevýhody může být považována i pracnost se zhotovením drážek a montáž ve více etapách. [1, 2, 4, 5, 11, 12, 13]

1.3.2 Povrchová montáž vodičů a kabelů

Při montáži na povrchu jsou elektrické rozvody umístěny viditelně na konstrukcích stavby. V bytových objektech se používá tam, kde je následně skryta (např. strop podhledem) nebo v půdních prostorech.

Mezi způsoby montáže se řadí jednotlivé kladení kabelů na příchytkách přímo nebo visutě na podkladu nebo ve vkládacích plastových příchytkách upevněných hmoždinkami ke konstrukci. Vedení prostupuje stěnami otvory s vloženými plastovými trubkami. Je možno také využít pro přímé trasy tuhé plastové trubky uložené na povrchu a přichycené příchytkami. V bytových objektech se jen výjimečně používají nástěnné trubkové systémy.

Výhodou povrchové montáže je přehlednost, jednoetapovost, rozšiřitelnost a jednoduchá oprava. Nevýhodou je vzhled a nižší stupeň ochrany před mechanickým poškozením.
[1, 2, 4, 5, 11, 12, 13]

1.3.3 Nástěnné, stropní a soklové kanály

Uložení elektrických rozvodů do kanálů je vylepšenou variantou povrchové montáže, která dosahuje lepšího estetického vzhledu a oproti skryté montáži nižší pracnosti. Základním prvkem povrchových úložných systémů jsou kanály z PVC nebo oceli. Kovové kanály se používají v případě požadavku na vyšší pevnost a odstínění uložených vedení kovovou překážkou nebo jako vývodu z rozvaděčů. Pro bytové elektrické soustavy se používají především kanály z PVC s bohatým příslušenstvím, které obsahuje všechny nutné tvarové díly včetně krabic. Kanály jsou ze dvou dílů, spodní díl se připevňuje lepením, nastřelením, šrouby do hmoždinek apod. Po uložení vodičů se krycí díl zatlačí do zámku spodního dílu.

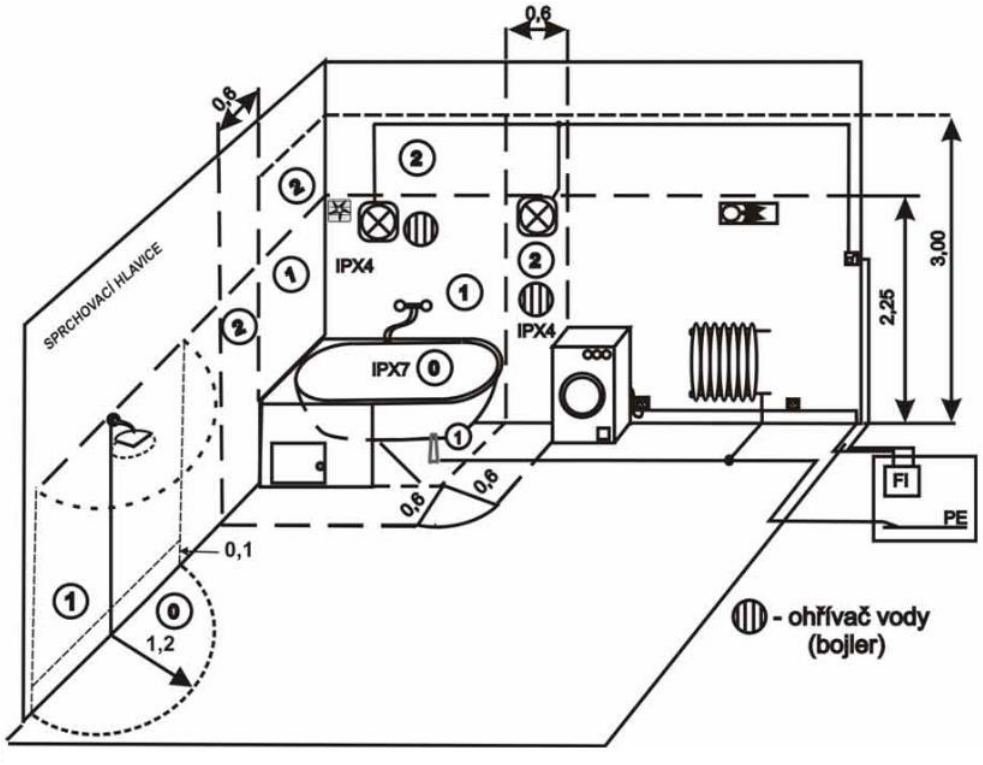
Výhodou elektroinstalačních kanálů je jednoetapovost a čistota a flexibilita montáže a snadná rozšiřitelnost rozvodů. Kanálové instalační úložné systémy se využívají jak v nových objektech, tak především při rekonstrukcích, v panelových domech to často bývá jediné možné řešení. [1, 2, 4, 5, 11, 12, 13]

Obr. 8 Příklady montáží v budovách [2, 4]

1.3.4 Montáž elektroinstalace v prostorách s vyšším rizikem úrazu elektrickým proudem

Vyšší nebezpečí úrazu elektrickým proudem hrozí při použití elektrických zařízení např. v koupelnách (ČSN 33 2000-7-701), v umývacím prostoru (ČSN 33 2130), v bazénech (ČSN 33 2000-7-702, TNI 33 2000-7-702), místnostech se saunovými kamny (ČSN 33 2000-7-703). Tyto prostory jsou rozděleny do zón. [1, 2, 4, 5, 11, 12, 13]

Specifikace zón v koupelnách a sprchových koutech vymezuje ČSN 33 2000-7-701.

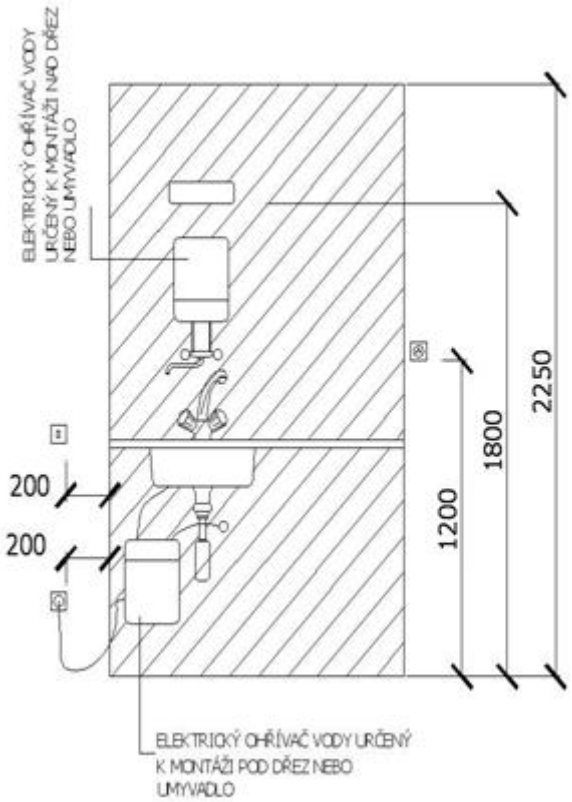


Obr. 9 Koupelna [23]

Pro koupelny platí:

- v zóně 0 nesmí být žádné spínače ani zásuvky
- v zóně 1 mohou být pouze elektrická zařízení na bezpečné malé napětí se střídavým napájením do 12 V nebo stejnosměrná do 25 V (zdroj bezpečného malého napětí musí být mimo zóny 0, 1, 2)
- v zóně 2 mohou být spotřebiče, spínače a zásuvky na bezpečné malé napětí SELV (zdroj bezpečného malého napětí musí být mimo zóny 0, 1, 2)
- mimo zóny 0, 1, 2 mohou být zásuvky, pokud jsou chráněné pomocí oddělovacího transformátoru nebo proudového chrániče se jmenovitým vybavovacím rozdílovým proudem do 30 mA [1, 2, 4, 5, 11, 12, 13, 19]

Specifikace zón v umývacím prostoru (okolí umyvadel a kuchyňských dřezů) vymezuje ČSN 33 2130.



Obr. 10 Provedení elektroinstalace v umývacím prostoru [19]

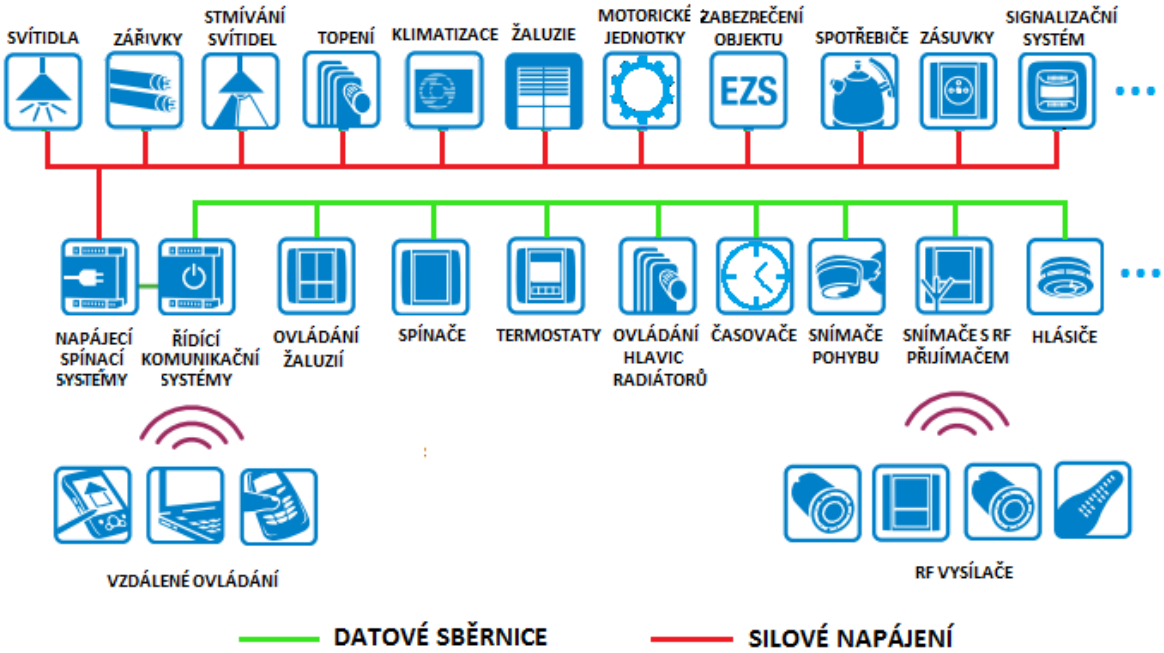
Zásuvky a spínače smí být vně umývacího prostoru, průtokový ohřívač smí být umístěn nad umyvadlem (připojen k zásuvce 0,2 m od hranice umývacího prostoru). Odkládací plochy kolem umyvadla popř. dřezu nejsou součástí umývacího prostoru.
[1, 2, 4, 5, 11, 12, 13]

1.4 Výhody a nevýhody klasické elektroinstalace

Klasická elektroinstalace je především určena pro jednoduché instalace. Předností je, že ji může provádět velké množství dodavatelů bez podstatných technických problémů a vykazuje dlouhou životnost. Relativně není finančně náročná, pokud se nejedná o složité instalace. Klasická instalace má ale také řadu nevýhod, mezi které se řadí nepřehlednost při velkém počtu kabelů, problémy se vzájemným propojením a vysoké náklady související s rostoucími požadavky na množství funkcí a především na změny v elektroinstalaci.
[4, 11, 18, 24]

2 Moderní elektroinstalace

Počátky historie inteligentní elektroinstalace (automatizovaný dům) se datuje do 50. let minulého století. Na počátku se jednalo pouze o automatické řízení vyhřívání a audio – video systém v ústřední místnosti. V Japonsku byl v 60. letech navržen inteligentní dům plně řízený počítačem. Uplatnění v praxi bylo minimální, s ohledem na nízké ceny energie. V Evropě byl průkopníkem centralizovaných systémů Siemens. Sběrnicová technologie byla označena LON – lokálně pracující síť. Dnes je systém LON využíván cca v 15 % domácích aplikací. Spoluprací předních evropských firem v roce 1987 vznikl spolek Instabus-Gemeinschaft, zabývající se vývojem decentralizovaných systémů. V roce 1990 byla založena nadnárodní nezávislá certifikační a koordinační asociace – společnost EIBA. Vizí asociace byla kvalita a kompatibilita výrobků EIB pro systémovou techniku budov. V roce 1993 belgická firma Niko vyvinula systém Nikobus, určený pro domy a byty. V prosinci 2003 byl definován standard kodex KNX. Z mezinárodní asociace EIBA se stala asociace Konnex. EIBA slouží jako označení pro servisní složku asociace Konnex. [15, 18]



Obr. 11 Schéma zapojení inteligentní elektroinstalace [18, 54]

2.1 Moderní elektroinstalace v obytných budovách

V posledních letech roste podíl automatizace v obytných budovách. Příčinou jsou rostoucí nároky uživatelů na pohodlí, ale také význam automatizace budov pro úsporu energie a řízení její hospodárné spotřeby a v neposlední řadě i zajištění bezpečnosti.
V současnosti je na trhu rozsáhlá nabídka různých řídicích systémů.

Vhodný systém by měl:

- zabezpečit požadovanou úroveň řízení
- zjednodušit elektrické instalace
- umět řídit veškeré potřebné funkce
- umožnit rozšíření a změnu bez stavebních zásahů
- případně být vybaven vizualizačními prostředky
- umožnit servis a údržbu i na dálku
- využít požadované designy.

Systém na jedné straně zahrnuje snímače, na druhé straně akční členy. Veškeré prvky zahrnují vhodné elektronické obvody vzájemně propojené instalační sběrnicí. Po této sběrnici je uskutečňována adresná komunikace formou kódovaných zpráv – telegramů. Snímač vydá příkaz, akční člen ho provede a pošle zpět zprávu o provedení. Snímač a akční člen nemusí a ani nebývá přímo propojen silovým vedením. Systémy provozované bez samostatné sběrnice, s komunikací po silových vedeních, jsou vhodné pro rekonstrukce starších elektroinstalací. Pro nové instalace a pro rozsáhlé rekonstrukce jsou nejvhodnější systémy se sběrnicí. Použití prvků s programovatelnými mikroelektronickými obvody vede k podstatnému zjednodušení silových elektrických instalací.

V Evropě nejrozšířenější je celosvětově normalizovaný decentralizovaný systém KNX, který využívá evropskou instalační sběrnici. Po této sběrnici mohou vzájemně komunikovat přístroje více než 160 výrobců z oblasti elektroinstalačního materiálu, klimatizačních prostředků a domácích spotřebičů.

Pro méně náročné instalace lze využít možnosti malých sběrnicových systémů. Jsou především vhodné pro malé a středně velké rodinné domy a byty pro zajištění osvětlení, vytápění, řízení rolet a žaluzií a další funkce, včetně možnosti vzdálených přístupů. Systém konkrétního výrobce většinou neumí spolupracovat s jiným obdobným systémem. Jedná se o systémy s centrální řídící jednotkou v rozvaděči, která je sběrnicovými

vedeními propojená s ovládacími přístroji. Výrobě malosběrnicových systémů se věnuje řada firem. Pro návrh moderní elektroinstalace rodinného domu v této diplomové práci byl vybrán malosběrnicový systém společnosti ABB systém Ego-n®.
[4, 15, 18]

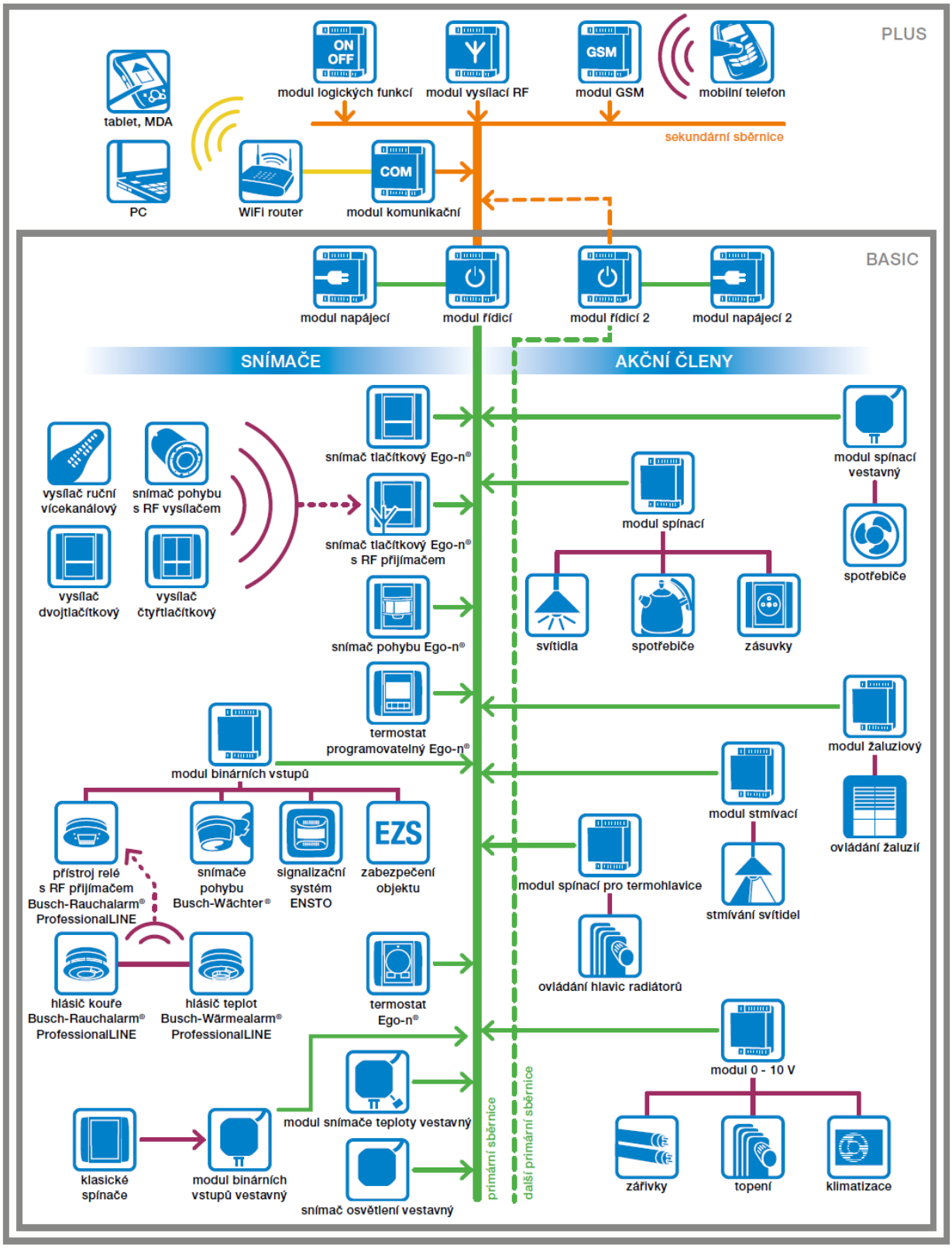
2.2 Inteligentní elektroinstalace Ego-n®

Inteligentní systém Ego-n® je vhodným řešením moderní elektrické instalace v bytových objektech. Lze jej využít při společném řízení osvětlení, okenních žaluzií, vrat, elektrických spotřebičů, vytápění a chlazení, termoelektrických hlavic a klimatizace. Systém dále umožňuje návaznost na EZS, detekci vnitřního a vnějšího pohybu a vizualizaci. Mimo možnost klasického ovládání lze využít dálkové ovládání např. pomocí chytrého telefonu nebo tabletu a vzdálený přístup a ovládání prostřednictvím GSM a internetu. [24, 26, 53, 54]

2.2.1 Základní informace o systému Ego-n®

Systém Ego-n® je centralizovaný systém s řídicí jednotkou. Aktory, akční členy a další systémové prvky jsou ve standardním modulovém provedení na tzv. DIN liště v rozvaděči. Senzory a snímače jsou vyráběny v různých desénových řadách. Do systému lze vložit i bezdrátové rádiové vysílače.

Sběrnicový systém Ego-n® používá pro komunikaci mezi jednotlivými prvky sběrnici, která je tvořena speciálním čtyřžilovým kabelem. Dva vodiče slouží pro napájení prvků systému a dva pro přenos informací. Komunikaci mezi jednotlivými prvky zajišťují dva typy sběrnice, primární a sekundární. Na primární sběrnici jsou připojeny jednotlivé vstupy – snímače (tlačítkové snímače, digitální vstupy…), výstupy-akční členy (modul stmívací, spínací…), vždy modul řídící (zajišťující přenos informací mezi prvky systému) a modul napájecí. Na jednu primární sběrnici lze připojit maximálně 64 prvky systému. Vstupy – snímače převádějí akci na datovou informaci. Ta je odeslána po sběrnici do řídícího modulu, kde je vyhodnocena a zaslána k výstupu, který provede akci. Každý prvek systému má své jedinečné registrační číslo na vyjímatelné paměťové kartě. Sekundární sběrnice propojuje řídící členy primárních sběrnic. Na sekundární sběrnici jsou připojeny vstupně výstupní jednotky – modul komunikací, modul GSM, modul vysílací RF a modul logických funkcí. Řídících modulů propojených sekundární sběrnicí může být maximálně osm. Celkově systém umožňuje vzájemné propojení až 512 systémových prvků. [24, 54]

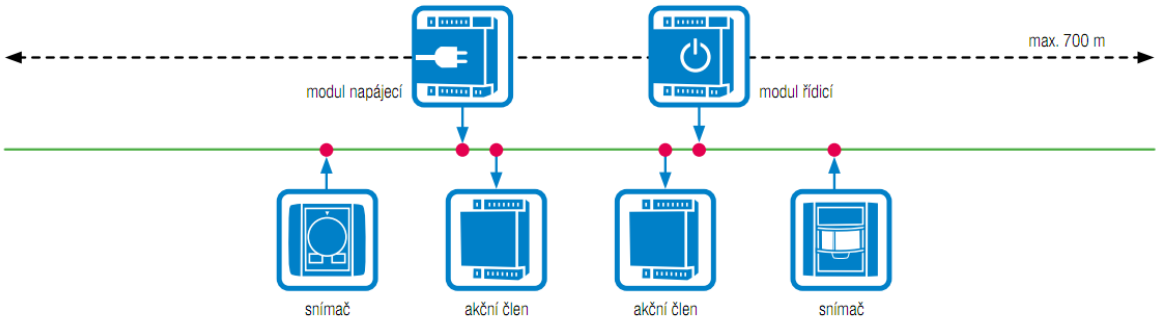


Obr. 12 Základní struktura systému Ego-n® [54]

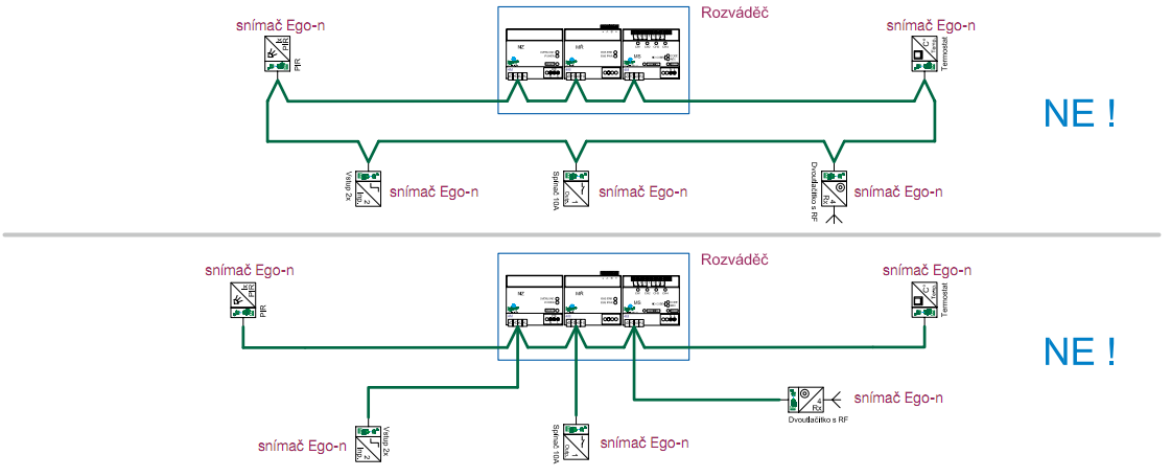
Systém Ego-n® má dvě úrovně, Basic a Plus, ve vazbě na rozsah a požadované funkce. Základní funkce prvků systému se nastavuje v úrovni Basic pomocí tlačítek na snímačích a modulech akčních členů bez potřeby využití počítače. Úroveň Plus je náročnější instalace s pokročilými funkcemi, které se oživují pomocí bezplatného, jednoduchého softwaru Ego-n® Asistent 2. [24, 26, 53, 54]

2.2.2 Primární a sekundární sběrnice

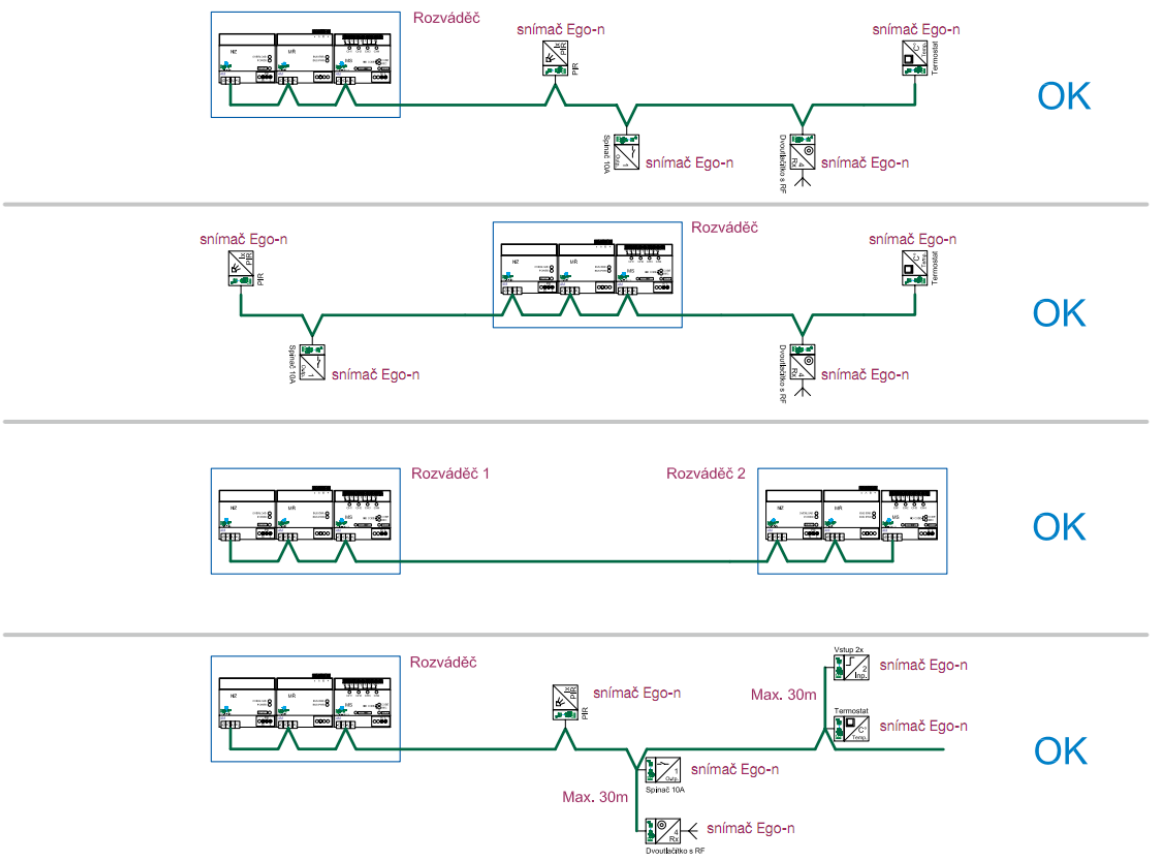
Maximální povolená délka jedné primární sběrnice je 700 m. Využívá se výlučně lineární topologie sběrnice s odbočkami maximálně 30 m. Veškeré prvky sběrnice jsou mezi sebou propojeny paralelně. Doporučuje se vyhotovit kontrolní výpočet zatížení sběrnice. Součet proudů všech modulů nesmí překročit jmenovitý výstupní proud napájecího modulu. Je doporučována vzdálenost mezi řídícím modulem a napájecím zdrojem primární sběrnice maximálně 50 m. [24, 54]



Obr. 13 Primární sběrnice [24, 54]



Obr. 14 Příklady špatných zapojení lineární topologie [24, 54]

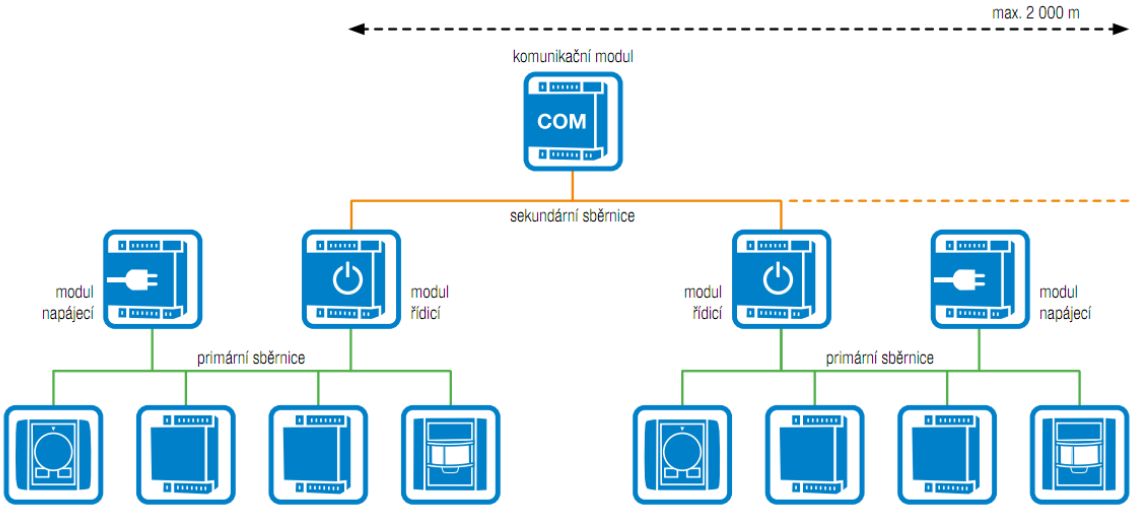


Obr. 15 Příklady správných zapojení lineární topologie [24, 54]

Připojení prvků do primární sběrnice je znázorněno v následujícím obrázku. Při montáži sběrnice je třeba k připojení a k izolačním vzdálenostem přistupovat jako k zařízení SELV. U jednotlivých modulů jsou vodiče sběrnice označeny D+, D-, U+, U-. Vodiče D+, D- jsou datové s barvou izolace zelenou a oranžovou a U+, U- jsou napájecí s barvou izolací šedou a modrou. [24, 54]

Obr. 16 Připojení prvku do primární (levá) a sekundární (pravá) sběrnice [24, 54]

Maximální délka sekundární sběrnice je 2 000 m. Počet připojených prvků je omezen součtem proudů. Ten nesmí překročit jmenovitý výstupní proud komunikačního modulu napájejícího sekundární sběrnici. Po kompletním zapojení všech modulů je třeba aktivovat vždy u prvního a posledního modulu zakončovací odpory. Není doporučováno umisťovat snímače na jedné a akční členy na druhé primární sběrnici, protože by byla podstatně zatížena komunikace přes sekundární sběrnici. Topologie sekundární sběrnice je liniová bez odboček s paralelním připojením prvků. Pro propojení prvků sekundární sběrnice se používá šroubová zásuvková svorkovnice a kabel KSE224. Konektor sekundární sběrnice má na označení pinů +, A, B, -. [24, 54]



Obr. 17 Sekundární sběrnice [24, 54]

Obr. 18 Sběrnicový kabel [24, 54]

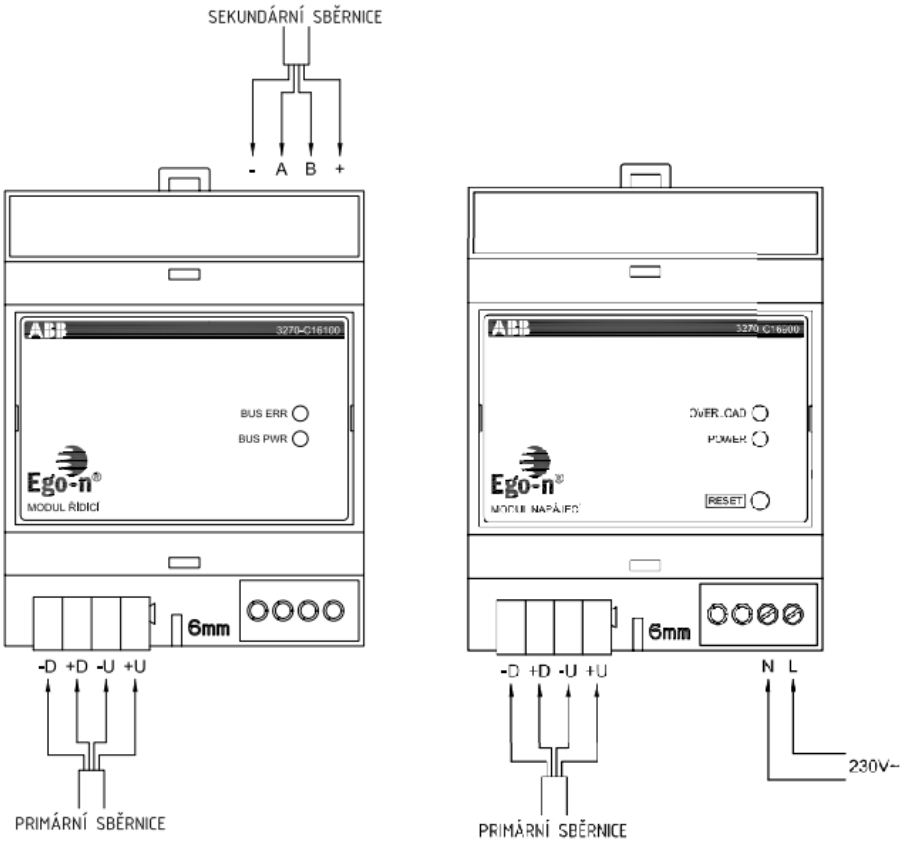
Komponenty systému jsou do sběrnice propojeny speciálním kabelem KSE224, který je čtyřžilový (2x2x0,8 mm), barva pláště zelená s potiskem názvu systému. Barva izolace žil je zelená a oranžová pro přenos dat a šedá a modrá pro napájení prvků systému. Kabel splňuje bezpečnostní požadavky pro souběh se silovým vedením a je odstíněn proti rušení datové komunikace z vnějšího prostředí a je odolný proti šíření plamene. [24, 54]

2.2.3 Prvky systému Ego-n®

Prvky systému Ego-n® jsou rozděleny na základní prvky systému, snímače, akční členy a prvky sekundární sběrnice.

Základní prvky systému:

Základním prvkem primární sběrnice systému je **řídící modul**, který umožňuje komunikaci mezi prvky primárními a zajišťuje připojení sekundární sběrnice a komunikaci mezi dalšími řídícími jednotkami a také detekuje chyby na primární sběrnici. **Napájecí modul** slouží pro napájení primární sběrnice a sběrnicových prvků, které nemají vlastní zdroj. Pro zabezpečení spolehlivé funkce je třeba dostatečně odvádět ztrátové teplo za provozu. [24, 54]



Obr. 19 Řídící a napájecí modul [24, 54]

Snímače:

Systém nabízí **tlačítkový snímač** s LCD, tlačítkový snímač jednonásobný, dvojnásobný, tlačítkový snímač s RF přijímačem jednonásobný, dvojnásobný. Tlačítkové snímače slouží pro pohodlné ovládání zvolených výstupů nebo spotřebičů s možnou vizualizací stavu výstupů a obsahují též časové funkce. Pro ovládání používají buď přímo stisk hmatníku, nebo pomoc RF vysílačů. Bývají vybaveny slabým trvalým osvětlením pro lepší orientaci ve tmě. [24, 54]

Systém dále obsahuje **vysílač** dvoutlačítkový, čtyřtlačítkový a vysílače ruční. Vysílače fungují ve spolupráci se snímači tlačítkovými s RF k dálkovému bezdrátovému ovládání elektrických spotřebičů. Vysílače komunikují s přijímači pomocí kódovaného rádiového signálu. [24, 54]

Obr. 20 Snímače systému Egon [53]

Snímač pohybu je určen k detekci přítomnosti osob a následnému bezdrátovému spínání elektrických spotřebičů. Je používán především k samočinnému bezdotykovému ovládání osvětlení schodišť, chodeb, sociálního zařízení, sklepů a garáží. Zajišťuje tak časově omezené a úsporné ovládání elektrických spotřebičů. Existuje také snímač pohybu s RF vysílačem. [24, 54]

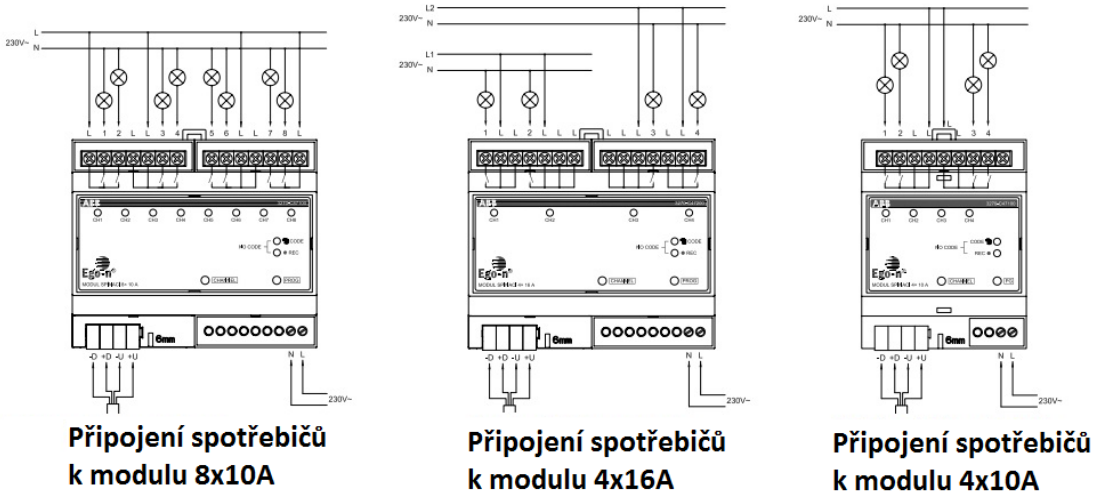
Pro regulaci teploty v místnostech objektů vybavených sběrnicí Ego-n® je určen programovatelný **termostat** nebo termostat s otočným nastavením teploty. **Snímač teploty** se používá především k omezení maximální teploty podlahového vytápění. Může sloužit i jako příložné čidlo pro měření teploty a jako samostatný termostat. [24, 54]

Snímač osvětlení slouží k měření úrovně osvětlení. Změřená hodnota může pomocí akčních členů řídit zapínání a vypínání osvětlení, žaluzie atd. Je možné ho využít ve spolupráci se stmívacím modulem nebo modulem výstupů jako regulátor konstantní úrovně osvětlení. [24, 54]

Moduly digitálních vstupů jsou užívány pro zjištění přítomnosti napětí nebo sepnutí kontaktu. Umožňují připojení jakéhokoliv nesystémového zařízení do systému inteligentního řízení. Jako vstup je možno užít informaci detektorů úniku kouře, okenních kontaktů, z EZS, termostatů a spínačů klasické instalace. [24, 54]

Akční členy systému:

Spínací modul 8x 10 A, 4x 10 A, 4x 16 A řadový je určen pro silové ovládání až osmi spotřebičů, plní funkci spínače, časovače, tlačítka, vypínače a speciální pohodlnou funkci světelných scén. Spínací modul 1x 10A vestavný slouží pro ovládání 1 spotřebiče. [24, 54]



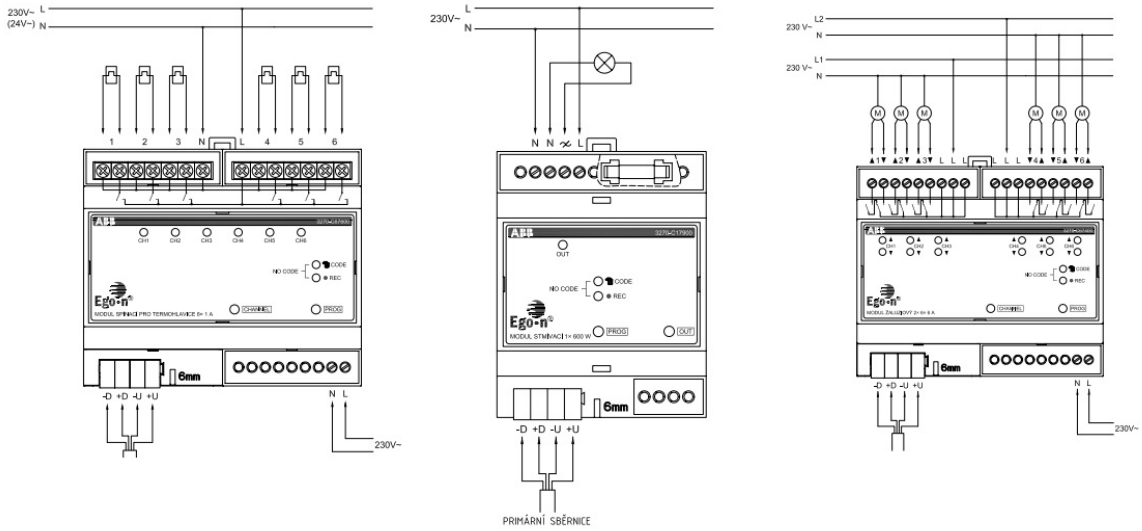
Obr. 21 Spínací moduly [54]

Modul výstupů 2x 0(1) – 10 V, s relé, řadový umožňuje ovládání až 2 přístrojů, řízených napětím 0(1) – 10 V, pro odepnutí napájecího napětí ovládaných zařízení v oblasti regulace na minimum jsou určeny 2 reléové výstupy. Modul výstupu 4x 0(1) – 10 V, řadový slouží převážně pro řízení až 4 servopohonů. [24, 54]

Modul žaluziový je určen pro ovládání až 6 rolet, žaluzií a obdobných elektrických spotřebičů. Maximální spínací výkon je 6 A u odporové zátěže, 1 000 VA pro jednofázový motor s rozběhovým kondenzátorem. [24, 54]

Modul stmívací slouží pro plynulé řízení světelných spotřebičů (žárovky, elektronické stmívatelné transformátory 40 – 600 W/VA). Výstupním prvkem stmívacího modulu je triak. Stmívací modul není určen pro stmívání zářivkových svítidel a kompaktních úsporných žárovek. Pro zabezpečení spolehlivé funkce je třeba dostatečné odvádění ztrátového tepla při provozu. [24, 54]

Modul spínací pro termohlavice slouží pro ovládání až 6 termohlavic ústředního topení popřípadě jiných elektrických spotřebičů s maximálním proudem 1 A. Výstupními prvky spínacího modulu jsou polovodičová relé. [24, 54]



Obr. 22 Akční členy systému – moduly pro termohlavice, stmívací a žaluziový [54]

Prvky sekundární sběrnice:

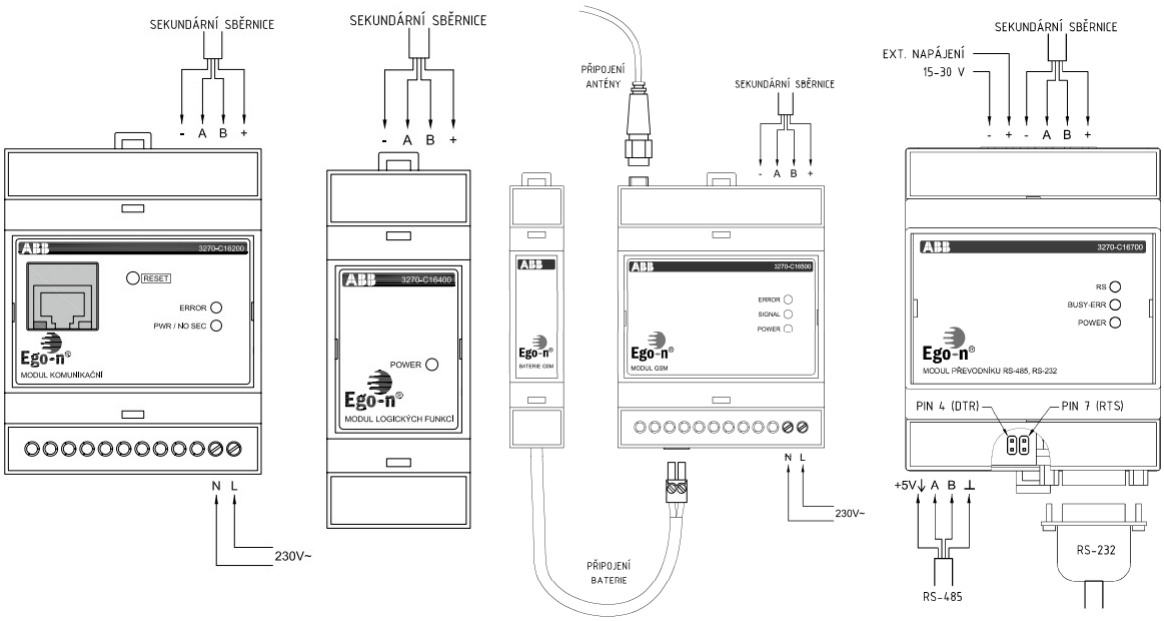
Komunikační modul je základním řídícím prvkem sekundární sběrnice. Je určen především k napájení sekundární sběrnice, zprostředkovává komunikaci mezi jednotlivými prvky sekundární sběrnice a rozšiřuje možnosti ovládání a pohodlné nastavení parametrů jednotlivých komponent celého systému pomocí počítače. Poskytuje připojení do sítě ethernet s možností kontrolovat, ovládat, nastavovat a zobrazovat zvolené parametry přes počítač a internet. Obsahuje 40 časových bloků pro časové ovládání akčních členů sekundární sběrnice. Pokud je v instalaci sekundární sběrnice, musí být modul vždy připojen. Modul má svoji předem definovanou IP adresu, kterou se hlásí do sítě ethernet a registrační číslo. Nastavení a programování vlastností se provádí pomocí Ego-n® Asistent 2. Do sítě ethernet se připojuje pomocí konektoru RJ-45. [24, 54]

Modul logických funkcí umožňuje provádění základních logických funkcí AND, XOR, OR. Logické funkce zajišťují příkazy podmíněné obsahem dvou nebo více vstupních zpráv. Výstupem je zpráva předávaná po sběrnici akčním prvkům. Modul má k dispozici 30 dvojvstupových logických bloků. [24, 54]

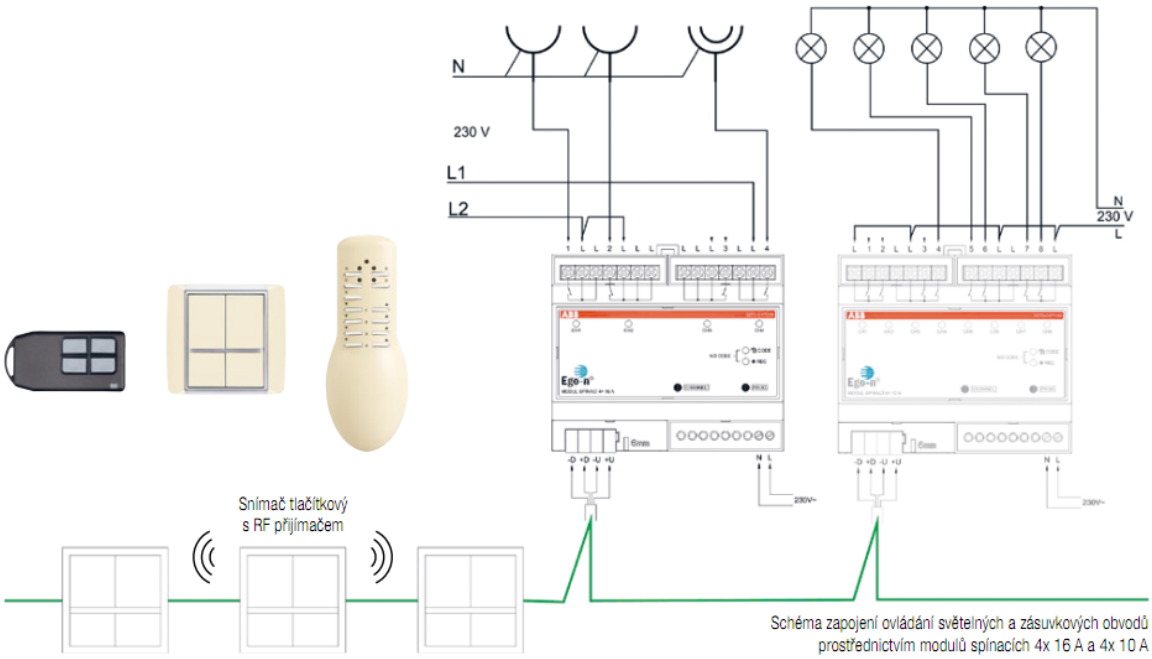
Modul GSM je určen pro ovládání a sledování systémových zařízení pomocí SMS. Díky tomuto modulu lze ze systému získávat informace o jeho stavu a aktuálních událostech. Modul může komunikovat maximálně s 16 telefonními čísly a číslem SMS centra. Maximálně lze přednastavit 40 informačních zpráv a 16 příkazových zpráv.
[24, 54]

Modul vysílací RF slouží k převodu zprávy přenášené po sběrnici na radiofrekvenční signál určený k dálkovému bezdrátovému ovládání kompatibilních RF přijímačů. Maximální počet snímačů v paměti je 64. [24, 54]

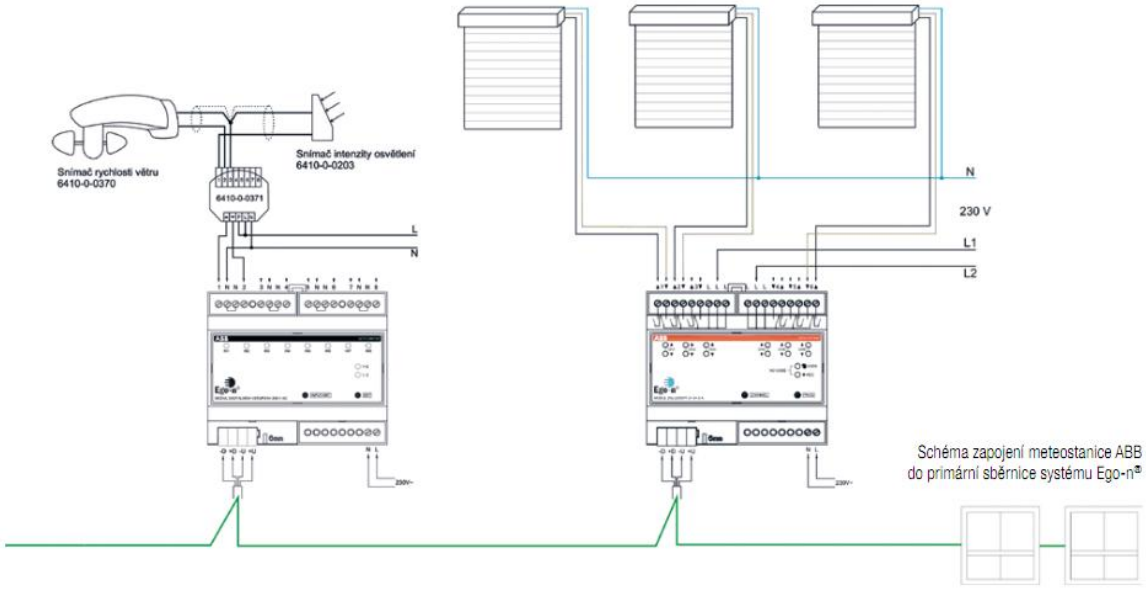
Modul převodníku RS-485, RS-232 je určen k propojení se systémy třetích stran pomocí sériové sběrnice. Porovnává registrační čísla příchozích zpráv po sekundární sběrnici s pamětí a v případě shody vyšle definovaný řetězec znaků do sběrnice RS-485, nebo RS-232 a obdobně při přijetí znaků ze sběrnice. [24, 26]



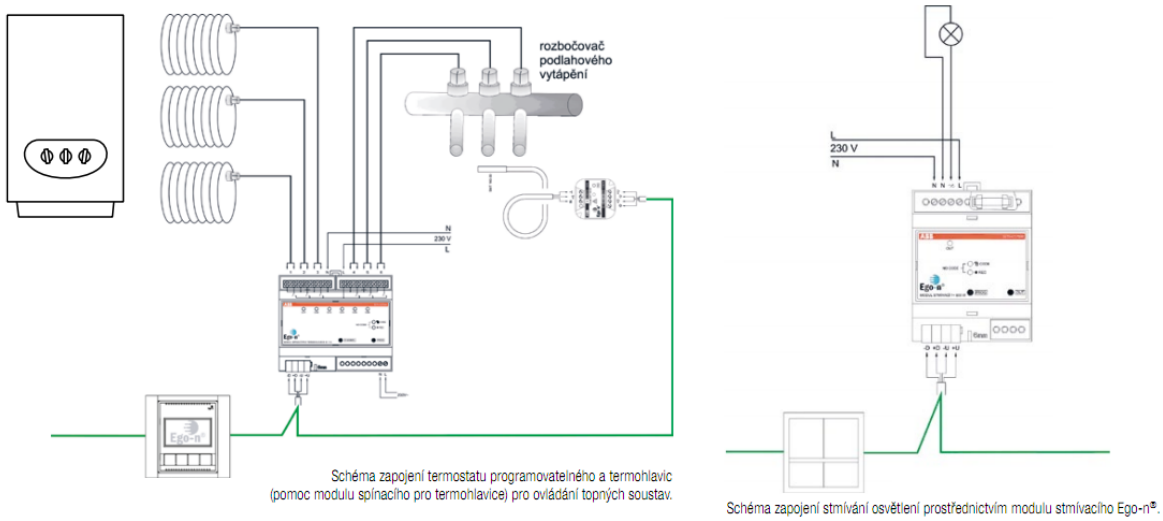
Obr. 23 Prvky sekundární sběrnice:komunikační modul, modul logických funkcí, GSM modul a modul převodníku RS-485, RS-232 [25]



Obr. 24 Příklad zapojení spínání osvětlení a dalších spotřebičů [54]



Obr. 25 Příklad ovládání žaluzií a rolet povětrnostní stanicí [54]

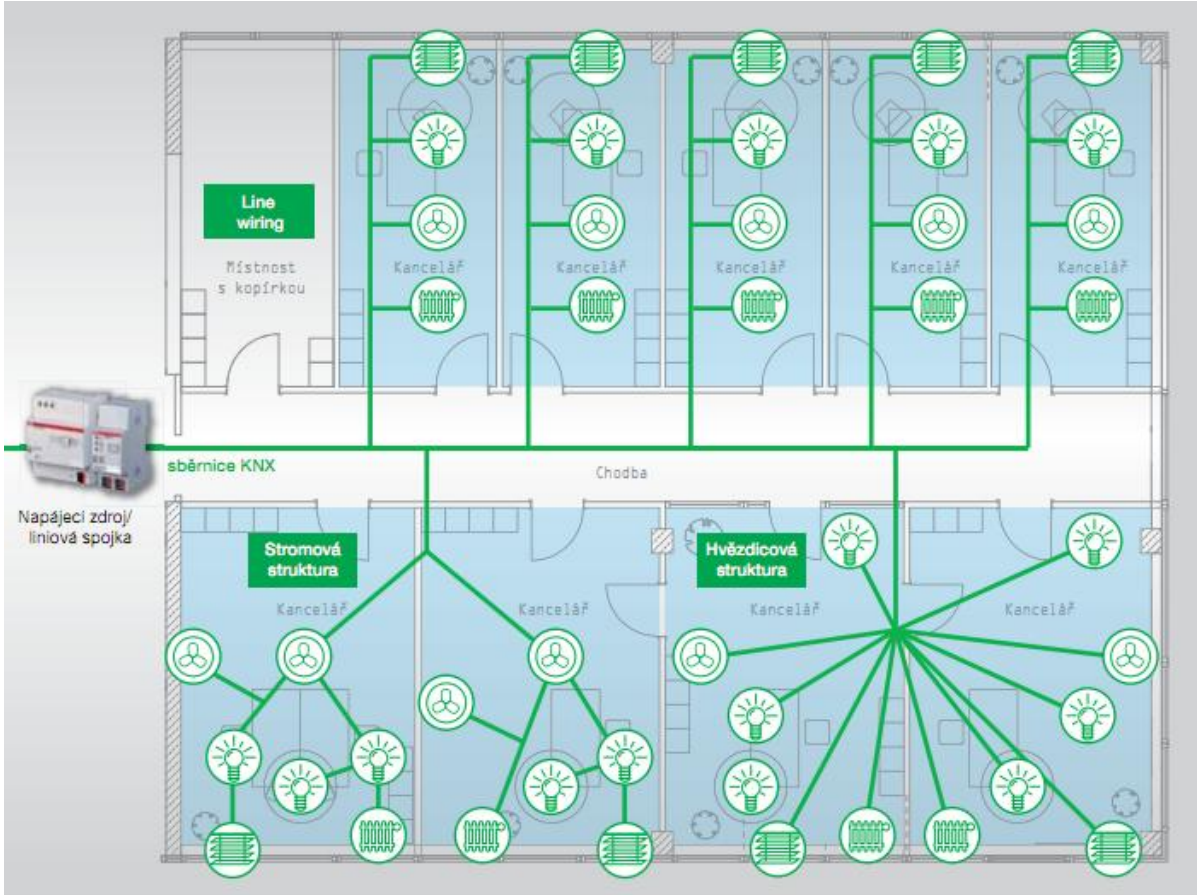


Obr. 26 Příklad zapojení ovládání topení, chlazení, topných soustav a stmívání osvětlení [54]

2.3 Komunikační systém KNX/EIB

„KNX/EIB je standardizovaný komunikační systém podle normy EN 50090, který se v technických systémech budov používá k informativnímu propojení sítí zařízení (snímačů, akčních členů, regulátorů, řídících a regulačních panelů, obslužných, servisních, diagnostických, vizualizačních, operátorských a dispečerských zařízení). Certifikace zařízení KNX/EIB a vývoj sběrnicových systémů je zajišťován v koordinaci s KNX (Konnex) Association. Proto takto certifikované přístroje a sběrnice nesou označení KNX/EIB – Evropská instalační sběrnice – European Installation Bus/KNX.“ [15]

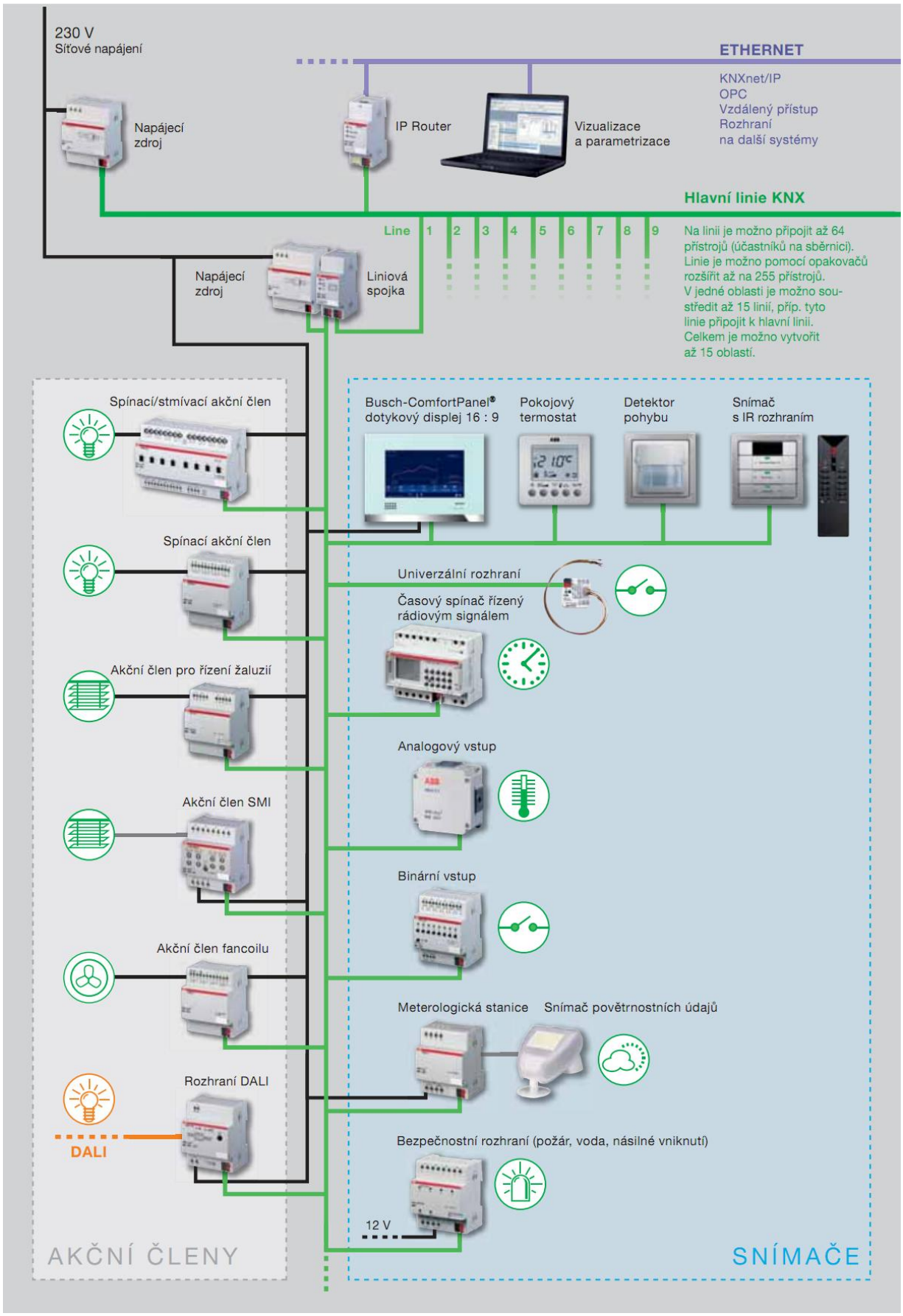
KNX/EIB v bytových objektech je vhodné použít pro rozsáhlejší objekty nebo při požadavcích na velmi vysoký komfort, bezpečnost a multimedialitu objektu. Při navrhování systému KNX/EIB se nejdříve zvolí přenosové médium (kroucený pár, silové vedení, radiový přenos, optický kabel). Pak se vyberou přístroje na sběrnici (systémové přístroje, snímače, akční členy…) splňující potřebné funkce. Hardware přístrojů KNX/EIB se dělí na vnější a vnitřní. Do vnějšího se řadí vnější zakrytování a elektrické přípojky, vnitřní se skládá z různých elektronických stavebních prvků, především z mikrokontrolérů. Pomocí softwaru ETS 3 se přístroje na sběrnici vyprojektují a naprogramují. Výrobková data se importují do projektu. Poté se určí topologie sítě (oblasti, linie, účastníci, individuální adresy) a komunikační vztahy mezi snímači a akčními členy definované přiřazením skupinových objektů skupinovým adresám. Na závěr se zavedou individuální adresy, aplikační programy a jejich parametry do přístrojů na sběrnici. Tak je konfigurace systému připravena k provozu. [15]



Obr. 27 Topologie sítě KNX [55]

V České republice využívá komplexní řešení s využitím sběrnice KNX/EIB např. systém inHome. [27]

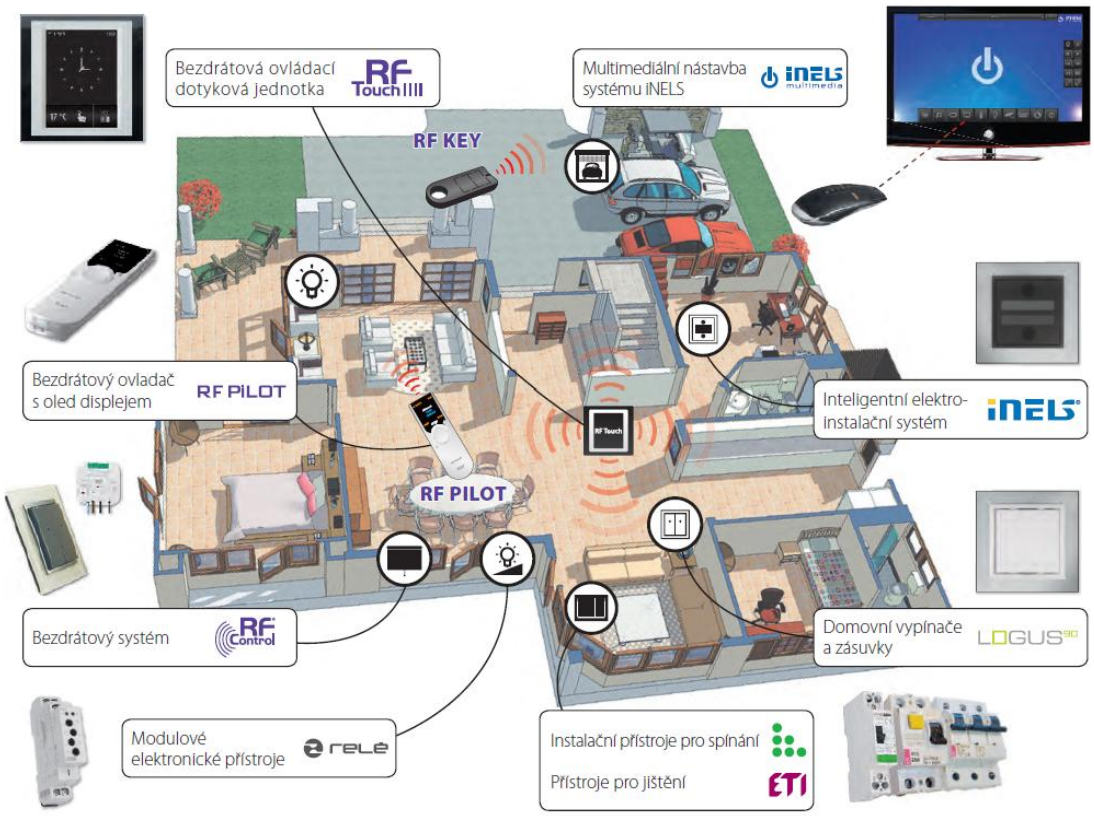
Obr. 28 Prostředí inHome [27]



Obr. 29 Prvky systému na sběrnici KNX [55]

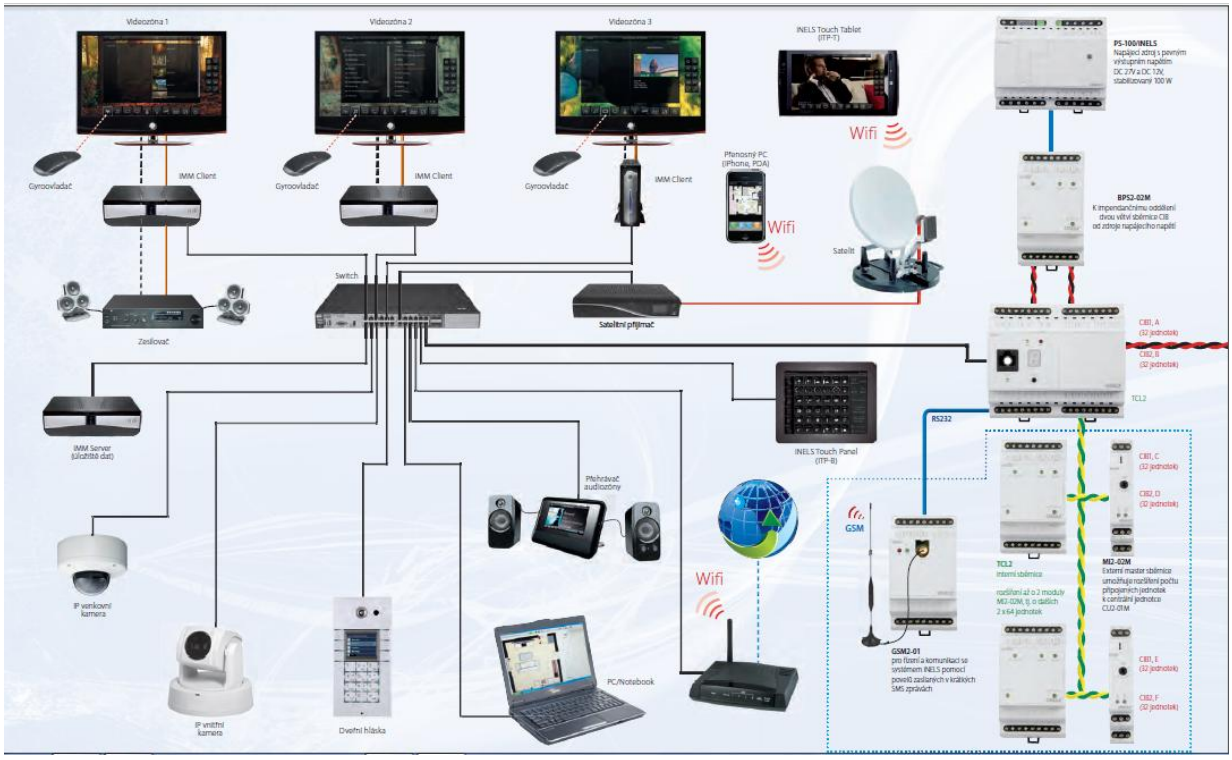
2.4 iNels a sběrnice CIB

Elektroinstalace iNels je založena na spolupráci firem Teco, a. s., a Elko EP, s. r. o. Vychází z technologie firmy Teco. Základ tvoří výkonová centrální jednotka na bázi PLC a dvoudrátová sběrnice CIB (*Common Installation Bus*), která sdružuje rychlou komunikaci a napájení senzorů a akčních členů rozmístěných v objektech, má velký dosah a je lehce rozšiřitelná. Komunikace je založena na principu master−slave. [28, 29, 30, 31]

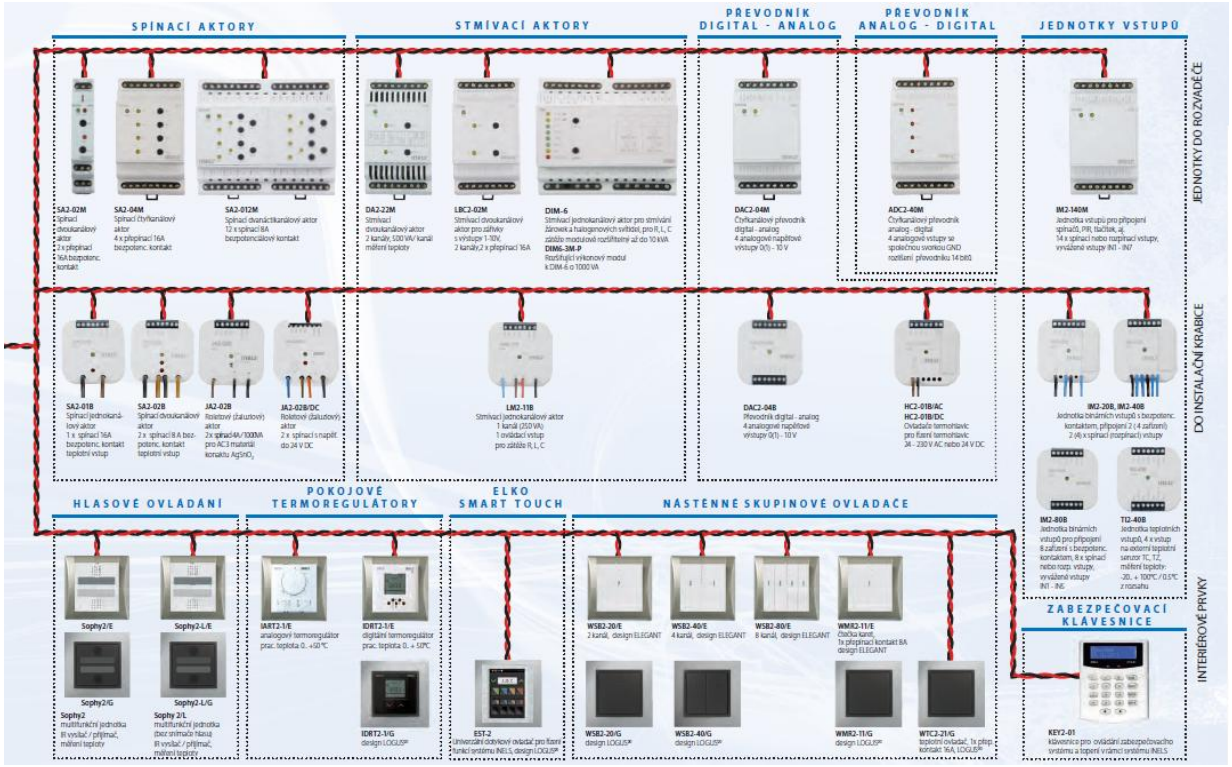


Obr. 30 Prostředí iNels [29]

Z hlediska topologie sběrnice CIB umožňuje libovolné větvení mimo zapojení do kruhu, může být připojeno 32 jednotek. Systém je možno rozšiřovat externími moduly, tím lze podstatně zvětšit rozsáhlost systému (při použití optického kabelu až 1,7 km). Jednotky akčních členů a senzorů jsou propojeny pomocí dvouvodičového kabelu. Tím je minimalizován počet nutných napájení s ohledem na to, že napájecí napětí a data jsou vedena společně po dvou vodičích. Odpadá tak problém se samostatným napájením jednotek na sběrnici CIB. Správné adresaci přispívá, že každá jednotka má svoji jedinečnou adresu. Tato adresa lze zjistit na jednotce popřípadě elektronicky v centrální jednotce. [28, 29, 30, 31]



Obr. 31 Komponenty systému iNels Multimedia [29]



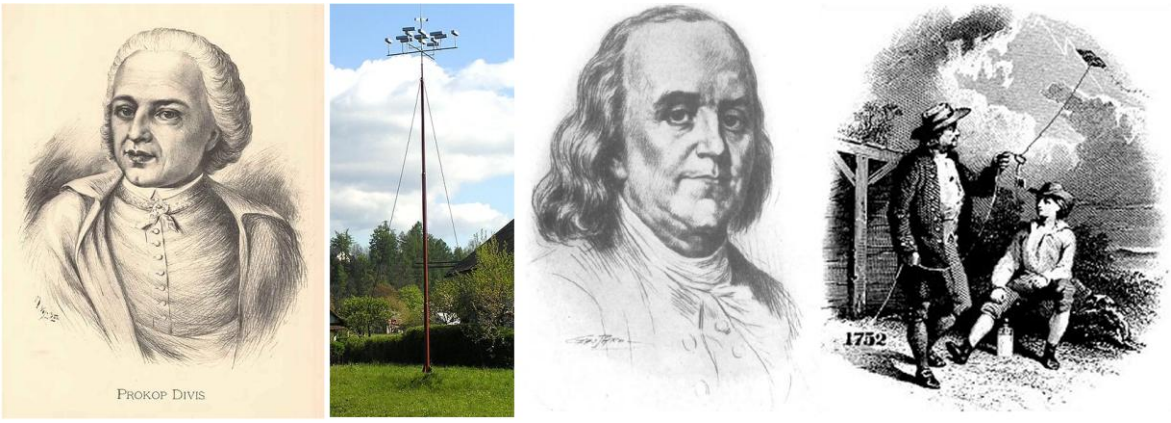
Obr. 32 Komponenty systému iNels Multimedia [29]

2.5 Výhody a nevýhody inteligentní elektroinstalace

Inteligentní instalace především poskytuje vysoký komfort v řízení, ovládání a regulaci spotřeby energie. Z důvodu přehlednosti a komplexnosti je jedinečná u rozsáhlých systémů, u nichž je cenově srovnatelná s klasickou instalací a někdy i levnější. Neoddiskutovatelnou předností je zvláště pak její možnost dodatečně přizpůsobovat a upravovat nastavení systému. Vzhledem k tomu, že sběrnice je napájena malým napětím SELV, je zde vyloučen vliv elektromagnetického vyzařování instalací 230 V. Nevýhodou inteligentní instalace jsou vyšší náklady u jednoduchých instalací, které částečně vyváží pouze prestiž a požadovaný komfort. Podstatnou nevýhodou u nás je její malá rozšířenost a z toho plynoucí finanční náročnost instalačních materiálů a nedostatek zkušených odborných dodavatelů. Nevýhodou u levnějšího malosběrnicového systému je závislost na jednom konkrétním výrobci. Dochází také k poměrně rychlé morální zastaralosti, neboť systémy se stále vyvíjí a zdokonalují. [4, 11, 18, 24]

3 Ochrana před atmosférickým napětím a přepětím

Na počátku oboru ochrany před bleskem je Prokop Diviš a Benjamin Franklin. Princip ochrany budov (jímače – svody – uzemnění) vynalezený Franklinem se do dnešní doby mnoho nezměnil. První hromosvod v Čechách byl postaven v roce 1775 na zámku hraběte Nostice v Měšicích u Prahy. K velkému rozšiřování systému ochrany před bleskem došlo počátkem 19. století, koncem tohoto století se začala řešit elektrická zařízení připojovaná k vedení (ochrana bleskojistkami a od třicátých let zemnícím lanem). Naprostý zlom nastal vývojem polovodičové elektroniky (vynález tranzistoru v roce 1948), která je velmi citlivá na změny elektromagnetického pole a bylo zapotřebí ji ochránit tzv. vnitřní ochranou.
[6, 14, 22, 33]



Obr. 33 Historie hromosvodu: Zleva Prokop Diviš a jeho vynález, Benjamin Franklin a jeho experiment s drakem [6, 14, 22, 33]

Ochranou stavby uvnitř i v jejím blízkém okolí, před hmotnými škodami a ochranou živých bytostí před úrazem dotykovým a krokovým napětím se zabývá norma ČSN EN 62 305. Úkolem projektanta je na základě analýzy rizika dle ČSN EN 62 305-2 zhodnotit zda a v jaké kvalitě zavést v objektu ochranu před bleskem a přepětím. Ochrana se navrhuje v souladu se současnými technickými možnostmi s ohledem na ekonomické hledisko a zároveň je třeba vyhovět architektonickým požadavkům stavby. Systém ochrany před bleskem se skládá ze dvou systémů – vnějšího a vnitřního. [6, 7, 8, 33]

3.1 ČSN EN 62 305 Ochrana před bleskem

Soubor norem ČSN EN 62 305 je totožný s evropskými EN 62 305 a mezinárodními normami IEC 60 305 a platí pro stavby včetně jejich instalací a obsahu, stejně jako osob. Norma byla v roce 2011 částečně novelizována. [6, 7, 52]

ČSN EN 62 305-1 ed. 2 „Ochrana před bleskem – část 1: Obecné principy

První část obsahuje informace o nebezpečí blesku, definuje jeho parametry a odvozené parametry pro simulaci účinků blesku a parametry jejích zkoušek. Dále vysvětluje postupy a zásady ochrany před bleskem. Souběžně s touto normou lze do 13. 1. 2014 používat dosud platnou ČSN EN 62 305-1 (34 1390) z listopadu 2006, v souladu s předmluvou k EN 62 305-1:2011. [6, 7, 52, 59]

ČSN EN 62 305-2 „Ochrana před bleskem – část 2: Řízení rizika

Druhá část se zabývá stanovením odhadu rizika pro stavby nebo inženýrské sítě bleskem mrak – zem a metodami pro odhad rizika. Pokud hodnota skutečného rizika překročí riziko tolerované, umožní specifikované metody volbu vhodných ochranných opatření, která sníží skutečné riziko na nebo pod hodnotu tolerovaného rizika. [6, 7, 52, 60]

ČSN EN 62 305-3 ed. 2 „Ochrana před bleskem – část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života

Třetí část zahrnuje vnější ochranu před bleskem LPS (hromosvodem) a pro ochranu před úrazem osob a zvířat dotykovým a krokovým napětím v blízkosti LPS (viz EN 62305-1). Souběžně s touto normou lze do 2. 1. 2014 používat dosud platnou ČSN EN 62 305-3 (34 1390) z listopadu 2006, v souladu s předmluvou k EN 62 305-3:2011. [6, 7, 52, 61]

ČSN EN 62 305-4 ed. 2 „Ochrana před bleskem – část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách“

Čtvrtá část pojednává o elektrických a elektronických ochranných opatřeních pro vnitřní systém ochrany před elektromagnetickými účinky bleskového proudu ke snížení stálých poruch. Souběžně s touto normou lze do 13. 1. 2014 používat dosud platnou ČSN EN 62 305-4 (34 1390) z listopadu 2006, v souladu s předmluvou k EN 62 305-4:2011.
[6, 7, 52, 62]

3.2 Řízení rizika

Vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby vyžaduje provést výpočet rizika dle ČSN EN 62 305-2 pro vymezené stavby. Norma specifikuje termíny příčiny poškození S (přímé údery blesku, nepřímé údery blesku, přímé údery do okolních staveb, pokud jsou propojeny s chráněnou stavbou), základní typy škod D, typy ztát L. **Příčiny poškození** jsou: S1- údery blesku do stavby, S2 - údery v blízkosti stavby, S3 – údery blesku do inženýrských sítí a S4 – údery blesku v blízkosti inženýrských sítí. **Základní typy škod** způsobené následkem úderu blesku se člení na: D1 – úraz živých bytostí, D2 – hmotná škoda (požár, exploze, mechanické a chemické účinky způsobené fyzikálními účinky bleskového výboje) a D3 – porucha elektrických a elektronických systémů (způsobenými přepětím). **Typy ztrát** jsou specifikovány jako L1 – ztráty na lidských životech, L2 – ztráty na veřejných službách, L3 – ztráty na kulturním dědictví (nenahraditelné) a L4 – ztráty ekonomické hodnoty (stavby včetně jejího obsahu, inženýrské sítě, činnosti). **Riziko R** vyjadřuje hodnotu pravděpodobných průměrných ztrát způsobených vlivem blesku k celkové hodnotě chráněného majetku. Součást rizika R_X představuje dílčí riziko, závisející na zdroji a typu poškození. Maximální hodnota rizika, kterou lze připustit pro chráněnou stavbu, je označována jako **přípustné riziko R_T**. Skutečné riziko R musí být při ochraně před bleskem sníženo na či pod hodnotu přípustného rizika R_T ($R \leq R_T$).

Pro stanovení rizika se nejprve identifikují chráněné stavby a jejich vlastnosti, následuje identifikace typů ztrát a jim odpovídající rizika R (R_1 až R_4). Dále se provede výpočet rizika R pro každý typ ztrát (R_1 až R_4) a vyhodnotí se potřeby ochrany porovnáním rizik R_1 až R_3 pro stavby s přípustným rizikem R_T. Závěrem se provede ekonomické vyhodnocení. Riziko R ve stavbě se dělí na: R_1 – riziko ztrát na lidských životech, R_2 – riziko ztrát na veřejných službách, R_3 – riziko ztrát na kulturním dědictví a R_4 – riziko ztrát ekonomických hodnot. Skutečné riziko pro každý typ ztráty je součtem různých složek rizik R_X viz obr. č 34.
[6, 7, 9, 60]

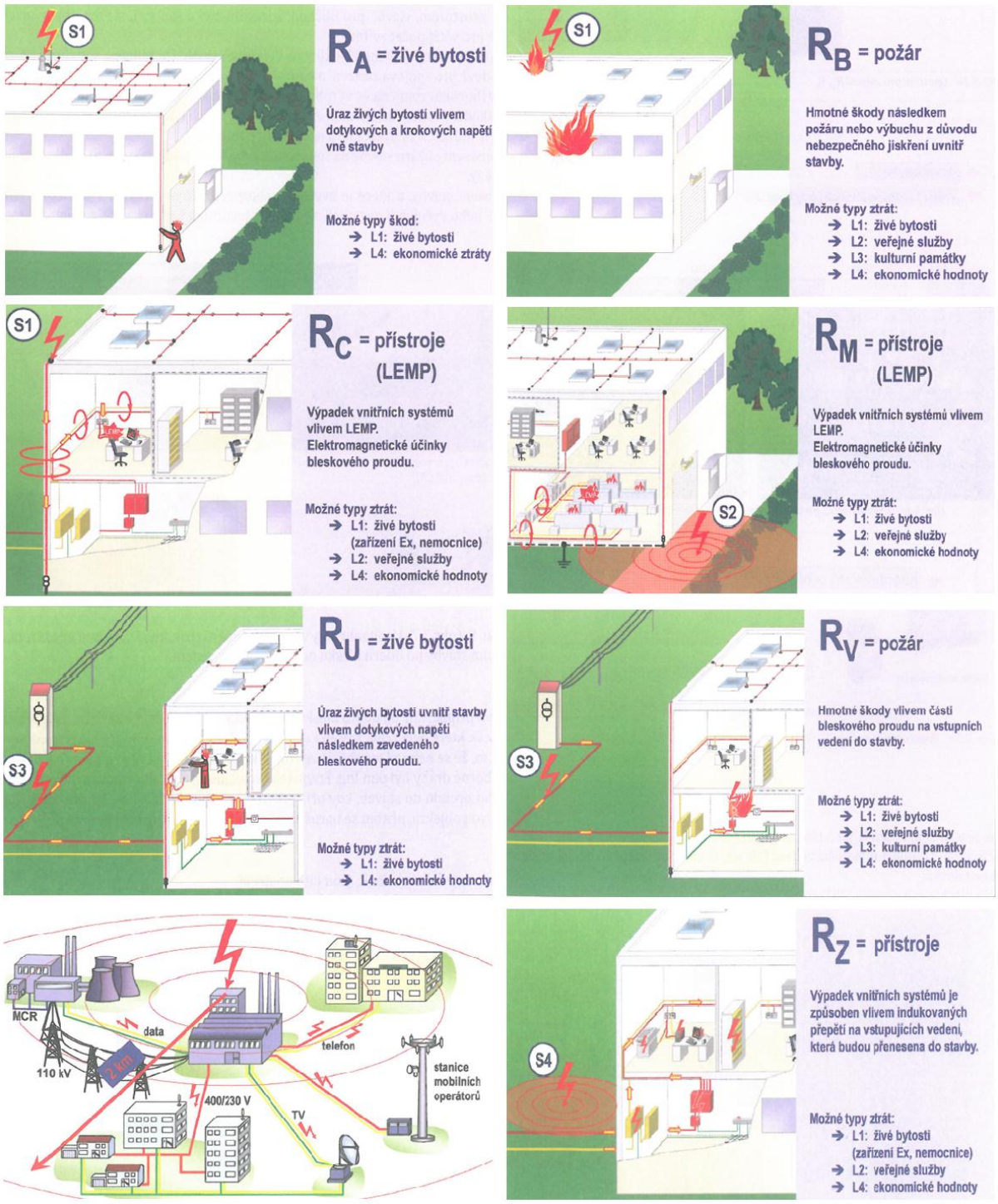
Obr. 34 Stanovení jednotlivých rizik [7]

Riziko R_A – úrazu nebo zranění pro člověka nebo zvířata po přímém úderu blesku do budovy obsahuje vlivy dotykových a krokových napětí vznikajících při přímém úderu blesku do objektu a posléze průchodem bleskového proudu svodem do uzemnění (neživý vodič se změní v živý s proudem dosahujícím až stovky kA).

Riziko R_B – požáru nebo mechanického poškození budovy po přímém úderu blesku do budovy obsahuje vlivy tepelné, mechanické a elektrické. Do budov bez hromosvodu může blesk udeřit do jakékoliv části střechy dle vodivosti stavební konstrukce a pak bleskový proud přeskakuje mezi jednotlivými stavebními konstrukcemi a při jejich hořlavosti je zapálí.

Riziko R_C – pro elektronická zařízení ve stavbách po přímém úderu blesku do budovy je spjato s citlivými elektrickým nebo elektronickým zařízením, které je po přímém úderu bleskem, ovlivněné elektromagnetickým polem.

Riziko R_M - pro elektronická zařízení ve stavbách vzniklé po úderu bleskem v blízkosti budovy vzniká při úderu blesku v blízkosti budovy do vzdálenosti 500 m od objektu a je spojeno s účinky elektromagnetického pole blesku, závisí na vrcholové hodnotě bleskového proudu a vzdálenosti od stavby.
[6, 7, 9, 60]



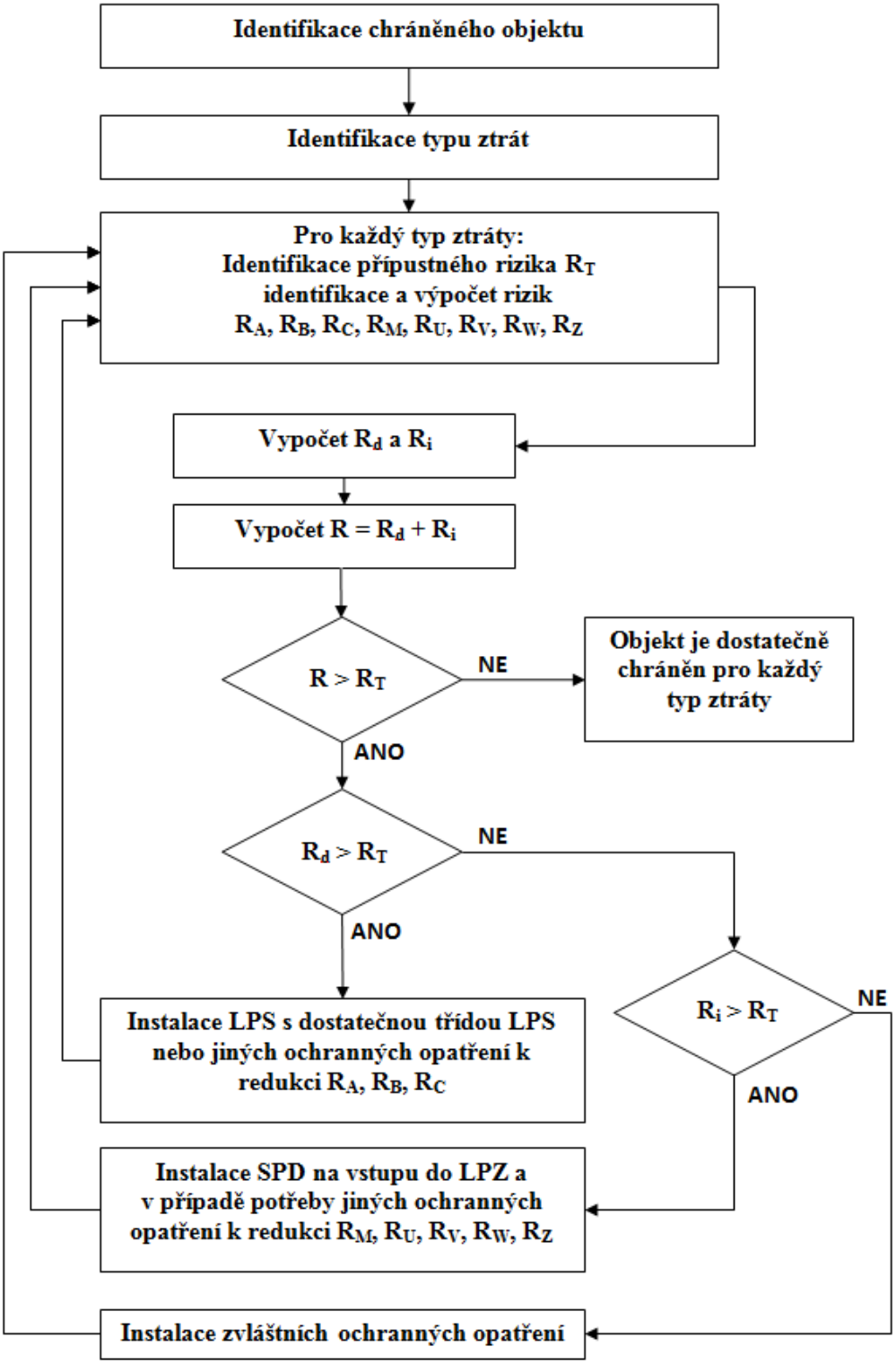
Obr. 35 Rizika [7]

Riziko R_U - je spjato s přeskokem impulsního proudu z kovové sítě na živou bytost po přímém úderu do kovového vedení a to až do vzdálenosti 2 km od místa úderu po kovovém vedení do chráněné budovy.

Riziko R_V - požáru nebo mechanického poškození budovy následkem úderu blesku do kovové sítě obsahuje všechny součásti rizik spjaté s mechanickým poškozením budovy nebo s požárem po úderu blesku do kovové části vedení.

Riziko R_W - pro elektronická zařízení ve stavbách vlivem přímého úderu do kovových sítí zahrnuje škody na citlivém elektronickém zařízení uvnitř budov v důsledku zavlečení bleskového proudu vstupujícími sítěmi.

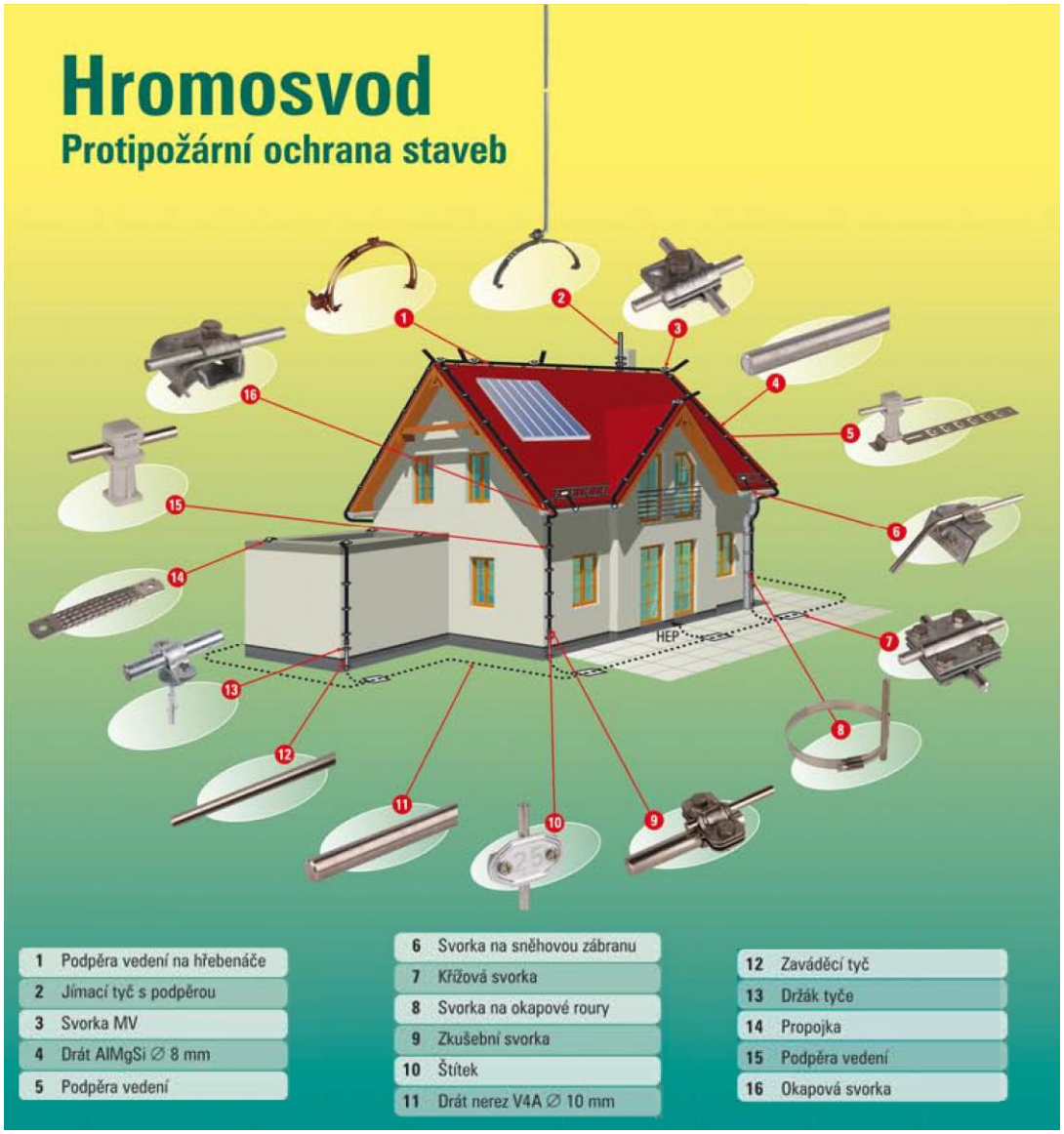
Riziko R_Z - pro elektronická zařízení ve stavbách vzniklé po úderu blesku v blízkosti kovových sítí je určeno působením elektromagnetického pole bleskového výboje v blízkosti inženýrské sítě do vzdálenosti 1,5 až 2 km od osy vedení na každou stranu. Velikost naindukovaného impulzního proudu závisí na vrcholové hodnotě bleskového proudu, vzdálenosti od úderu a na dalších parametrech. Riziko R_Z se uvažuje u budov s cenným vybavením a pro prostředí s nebezpečím výbuchu.
[6, 7, 9, 60]



Obr. 36 Metodika stanovení a posuzování rizik [6]

3.3 Vnější ochrana před bleskem

Norma ČSN 62 305-3 stanovuje systém ochrany před bleskem jako komplexní systém užívaný pro snížení hmotných škod způsobených úderem blesku do stavby. Vnější systém ochrany před bleskem (hromosvod) část LPS se skládá z jímací soustavy, soustavy svodů a uzemnění. Norma dále definuje vnější LPS izolovaný (oddálený) od chráněné stavby jako LPS s jímací soustavou a svody umístěnými tak, že dráha bleskového proudu není v dotyku s chráněnou stavbou a vnější LPS neizolovaný (neoddálený) od chráněné stavby jako LPS s jímací soustavou a svody umístěnými tak, aby dráha bleskového proudu mohla být v dotyku s chráněnou stavbou. Vnitřní systém ochrany před bleskem je definován jako část LPS složený z ekvipotencionálního vyrovnání bleskového proudu či elektrické izolace hromosvodu. [6, 7, 9, 32, 33, 35, 37, 61]



Obr. 37 Komponenty hromosvodu od společnosti DEHN [56]

Vnější ochrana před bleskem slouží k zachycení úderu blesku do stavby pomocí jímací soustavy, k svedení bleskového proudu bezpečně do země za pomoci soustavy svodů, dále k rozptýlení bleskového proudu v zemi uzemňovací soustavou a v neposlední řadě k ekvipotenciálnímu pospojování proti blesku, které vyrovnává potenciál bleskových proudů na vstupu do objektu proti vzniku nebezpečných jiskření mezi různými kovovými částmi.

Materiály a rozměry součástí LPS a stavby musí být navrženy se zřetelem na odolnost proti korozi. Minimální průřezy součásti jímací soustavy a svodů dle materiálu a tvarů a minimální rozměry zemničů dle materiálu a tvarů specifikuje platná ČSN.
[6, 7, 9, 32, 33, 35, 37, 61]

3.3.1 Jímací soustava

Jímací soustava může být navržena kombinací tyčí (samostatně stojících stožárů), zavěšených lan a vodičů mřížové soustavy. K bezpečnému rozdělení bleskového proudu je třeba vzájemně spojit jednotlivé tyče jímací soustavy. Jímací soustava má být rozmístěna na rozích, exponovaných místech a hranách (horní díl fasád) dle metody valící se koule, ochranného úhlu nebo mřížové soustavy. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Metodu valící se koule (geometrickou) lze použít pro veškeré případy s použitím programu Autocad či za pomoci konstrukce zmenšeného modelu popř. za použití vyšetření řezů ve všech směrech dané budovy. Žádný bod chráněné budovy by neměl být v dotyku s poloměrem valící se koule závislém na třídě LPS. Přes chráněnou budovu se koule valí ze všech směrů a dotýká se jen jímací soustavy. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Metoda ochranného úhlu se používá pro jednoduché tvary staveb. Je ohraničena výškou vztaženou k dané úrovni umístění ochranného zařízení. Jímací soustava navržená pomocí tyčového hromosvodu se umisťuje tak, aby vytvořené prostory zcela pokryly chráněnou budovu. Určený prostor se stanovuje na základě skutečných hmotných rozměrů jímací soustavy a třídy LPS. Svislá jímací tyč vymezí ochranný prostor ve tvaru kužele o polovičním vrcholovém úhlu α závislém na třídě LPS a výšce jímací soustavy vztažené k výškové úrovni instalovaného chráněného zařízení. Hřebenová jímací soustava vymezí ochranné prostory definované součtem prostor od skutečných svislých tyčí a drátu umístěného na jejich vrcholech. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Metoda mřížové soustavy se používá pro ochranu rovinných ploch nezávisle na výšce budovy. Vodiče jímací soustavy se umisťují na okrajích, převisech a hřebenech střech (sklon střechy větší než 1:10). Tato metoda se používá také pro rovinné boční plochy k ochraně před bočními údery. Jímací soustava se vždy nejméně na dvou místech spojuje s uzemňovací soustavou co nejpřímější a nejkratší cestou. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Strojené a náhodné jímače

Mezi součásti staveb, které jsou pokládány jako náhodné jímače a součásti LPS se za přesně specifikovaných podmínek řadí kovové oplechování chráněné budovy elektricky propojené mezi různými díly, kovové součásti střechy (např. nosník) pod nekovovou krytinou nepatřící k chráněnému objektu, kovové potrubí a nádrže obsahující hořlavé či výbušné látky, kovové potrubí a nádrže na střeše, kovové díly (ozdoby, zábradlí, krytí parapetů atd.). [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Obr. 38 Jímače

3.3.2 Soustava svodů

Svody musí být navrženy tak, aby spojení místa úderu blesku se zemí bylo pomocí více souběžných drah bleskového proudu, dále tak aby délka svodů, respektive délka dráhy bleskového proudu, byla co nejkratší, a také je nutné ekvipotencionálně pospojovat vodivé součásti stavby. Tak dojde ke snížení pravděpodobnosti škod způsobených protékajícím bleskovým proudem LPS. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Umístění svodů izolovaného (oddáleného) LPS

Pro oddáleně stojící nekovový stožár či stožáry vzájemně nespojené armováním je zapotřebí nejméně jeden svod pro každý stožár. Pro každou konstrukci jímací soustavy sestávající se z napnutých drátů či lan je nutný také jeden svod. Nejméně jeden svod je třeba na každou hranu konstrukce k uchycení drátu či lana pro vodivou mřížovou jímací soustavu. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Umístění neizolovaného (neoddáleného) LPS

Nejméně dva svody musí být navrženy pro každý neizolovaný (neoddálený) LPS. Umístění se řeší pravidelně po obvodu chráněné budovy dle architektonických a uživatelských požadavků. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Počet svodů

Počet svodů se stanoví na podkladě obvodu střešních hran budovy, který se podělí obvyklou vzdáleností mezi svody v závislosti na třídě LPS (třída I a II - 10 m, III - 15 m, IV – 20m) a výsledný počet svodů se rovnoměrně rozmístí po obvodu budovy v toleranci ±20 % tak, aby se k sobě nepřiblížily na 1/3 uvedených hodnot. Svod by měl být umístěn na každém nechráněném rohu. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Upevňování a připojování svodů

Svody se umisťují přímo a svisle, aby se nevytvořily smyčky (mezi dvěma body, které se k sobě navzájem přibližují, musí být dodržena dostatečná vzdálenost). Svody mají být vzdáleny v dostatečné vzdálenosti od oken a dveří a nesmí být uloženy v okapech a okapových rourách. V případě stěny z nehořlavého materiálu mohou být svody neoddálené LPS umístěny na nebo uvnitř stěny, v případě lehce hořlavého materiálu na stěně, není-li to nebezpečné. Pokud to je nebezpečné umisťují se svody ve vzdálenosti větší než 0,1 m (úchytky se smí dotýkat stěny, při nedodržení vzdálenosti má být průřez svodů nejméně 100 mm^2). [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Náhodné svody

Pro náhodné svody lze využít za přesně specifikovaných podmínek tyto části budov: kovové instalace, kovový nebo elektricky spojený železobetonový skelet budovy, vzájemně propojené armování budovy a součásti fasády (profilové lišty, kovové spodní konstrukce fasády apod.). [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Skryté svody

Instalací skrytých svodů dochází ke zmenšení dostatečné vzdálenosti mezi svodem a vnitřním metalickým vedením. Skrytý svod musí být uložen v nehořlavé stěně a svod musí být mechanicky uchycen hlavně v místě ohybu a to především v horní části svodu. S ohledem na možnost elektrochemické reakce se doporučuje používat dráty (AlMgSi) s izolací PVC. Vhodnějším řešením je připevnění svodů přímo na okapy.
[6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Vnitřní svody se mohou uplatnit u plošných rozlehlých objektů převážně nebytových.
[6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Obr. 39 Svody

3.3.3 Uzemňovací soustava

Uzemňovací soustava se skládá ze zemničů, zemního vedení a uzemňovacích přívodů. Uzemňovací soustavu tvoří navzájem trvale spojená uzemnění. Odpor zemnící soustavy by neměl přesáhnout 10 Ω (u novostaveb). Zemnič je definován jako vodivé těleso uložené v zemi nebo betonu tak, že tvoří vodivé spojení se zemí. Strojený zemnič je záměrně zhotovený kvůli zemnění, náhodný zemnič je předmět trvale uložený do země nebo betonu vybudovaný k jinému účelu než uzemnění, ale použitý jako zemnič. [6, 8, 32, 35, 37, 61]

Uzemňovací soustava uspořádání typu A

Uspořádání typu A je složeno ze strojeného svislého či vodorovného zemniče nebo z kombinace obou navzájem spojených se všemi svody. Pro toto uspořádání jsou nutné nejméně dva zemniče a převážně se používá u stávajících staveb (bez základového zemniče) a doplňuje se strojeným zemničem. Také se uplatňuje u staveb třídy LPS I a II (doplnění základového zemniče o další zemnič). [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Uzemňovací soustava uspořádání typu B

Zemnič uspořádání typu B se provádí jako základový či obvodový vně budovy uložený nejméně 80 % délky v půdě. Počet dodatečných zemničů má odpovídat počtu svodů (minimálně ale dva) a mají být propojeny s okružním zemničem uzemňovacími přívody u svodů. Tento typ uzemňovací soustavy se praktikuje u budov vybavených velkým množstvím drahé elektroniky. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

Náhodné zemniče

Jako náhodné součásti zemnící soustavy mohou být pokládány kovové části splňující specifikované tvary, rozměry a materiály dle ČSN. [6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

3.3.4 Ekvipotencionální pospojování proti blesku

Zásadním úkolem ekvipotencionálního pospojování proti blesku je vyloučení bleskového proudu na vstupu do objektu, aby nedošlo k jeho neřízeným přeskokům na vnitřní vedení nebo vnitřní kovové instalace. V praxi to vyžaduje instalaci svodičů bleskových proudů SPD T1. Do vnitřní části instalace se může bleskový proud dostat jímací soustavou, soustavou svodů, uzemňovací soustavou a uzemňovacími přívody nebo kovovými inženýrskými sítěmi vstupujícími do budovy. Z tohoto důvodu se ekvipotencionální pospojování instaluje co nejblíže přechodu všech kovových prvků do stavby. Jsou-li do LPS zapojeny kovové části stavby, kovové instalace, vnitřní systémy a vnější vodivé části a vedení připojená ke stavbě instaluje se ekvipotenciální pospojování.
[6, 8, 32, 33, 35, 37, 61]

3.4 Vnitřní ochrana před bleskem a přepětím

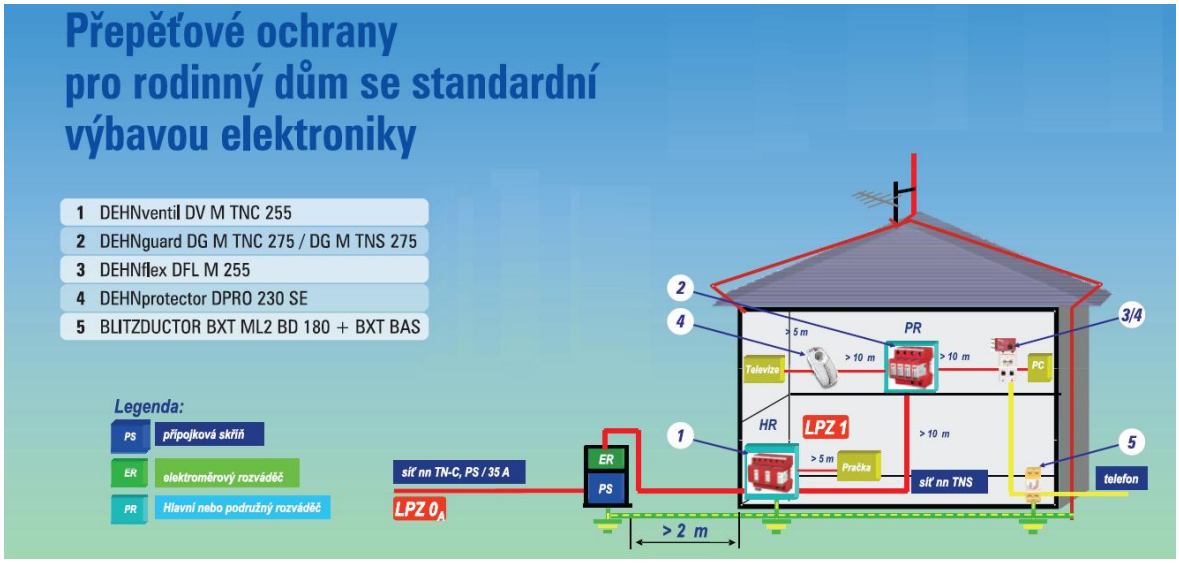
Norma ČSN 62 305-4 uvádí informace pro návrh, instalaci, revizi, údržbu a zkoušení elektrických a elektronických ochranných systémů (SPM) uvnitř staveb, která jsou schopna snížit riziko permanentních trvalých poruch způsobených elektromagnetickým impulzem blesku (LEMP) na základě přepětí šířených po vedení a indukovaných přepětí přenášených přívodními vedeními k zařízení nebo účinky vyzařovaných elektromagnetických polí přímo v zařízení. Přepětí vznikají uvnitř i vně stavby. Různými mechanizmy může vznikat vazba odporová, vazba magnetickým polem či vazba elektrických polí. Vyzařovaná elektromagnetická pole bývají způsobena přímým bleskovým proudem za tekoucím v bleskovém kanálu nebo dílčím bleskovým proudem tekoucím ve vodičích

Vnitřní ochrana před bleskem za pomoci ekvipotenciálního pospojování či dostatečné vzdálenosti mezi vnějšími součástmi ochrany a ostatními vodivými součástmi uvnitř stavby zamezuje nebezpečným jiskřením uvnitř staveb. Nutnost této ochrany vznikla na základě rostoucích nákladů na opravy poruch elektrických a elektronických systémů a potřeby zabezpečit především systémy pro zpracování a archivaci dat, řízení procesů a zabezpečit podniky vysoké pořizovací hodnoty, jejich bezpečnost a nežádoucí výpadky výroby.

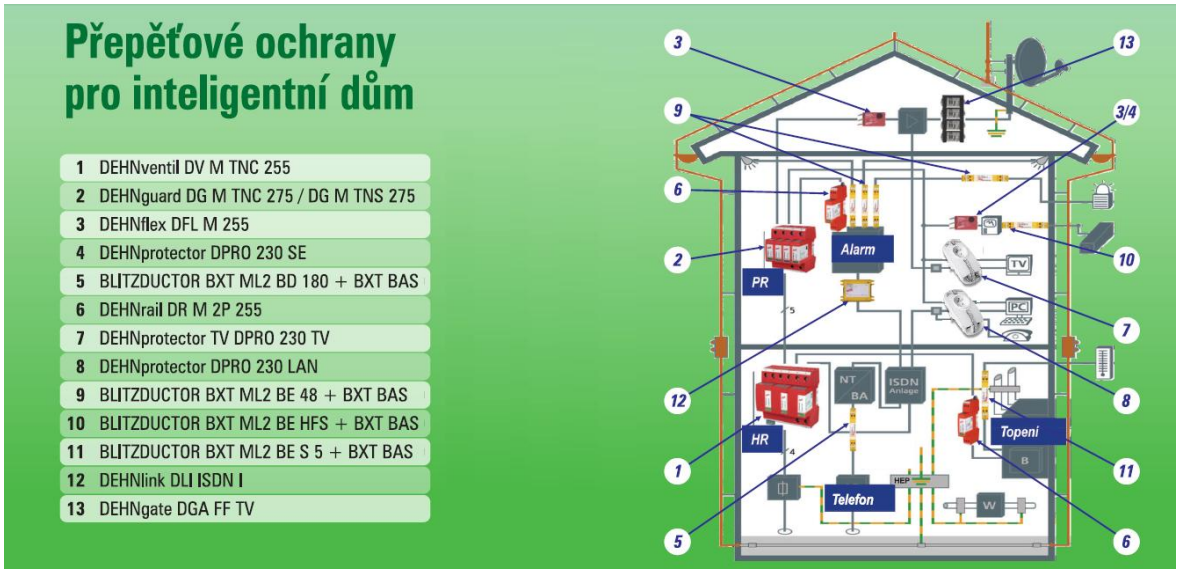
Zóna ochrany před bleskem LPZ je zavedena normou jako zóna, ve které je definováno určité elektromagnetické pole. Vnější zóna ochrany před bleskem LPZ 0 je zóna, kde je ohrožení způsobeno netlumeným elektromagnetickým polem (vnitřní systémy můžou být namáhány plným či dílčím impulzním bleskovým proudem) a dělí se na LPZ 0_A tj. zónu, kde je ohrožení způsobeno přímým úderem blesku a plným magnetickým polem (vnitřní systémy jsou namáhány plným impulzním bleskovým proudem) a dále na LPZ 0_B tj. zónu, která je chráněna před přímým úderem blesku, avšak ohrožení je tu způsobeno plným elektromagnetickým polem (dílčí systémy jsou namáhány dílčími impulzními bleskovými proudy). Vnitřní zóna ochrany před bleskem (chráněná před přímým úderem blesku) LPZ 1 tj. zóna, kde je snížen impulzní proud rozdělením proudu a SPD_S na rozhraních (prostorové stínění je schopno oslabit elektromagnetické pole blesku) a LPZ 2 tj. zóna, kde lze impulzní proud dále snížit rozdělením proudu na rozhraních dalších SPD_S (další dodatečné prostorové stínění je schopno dále oslabit elektromagnetické pole blesku). Jednotlivé zóny se vyznačují podstatnými změnami podmínek elektromagnetického pole na svých hranicích. Vyšší číslo zóny značí nižší parametry okolního elektromagnetického

prostředí. Na hranicích jednotlivých zón musí být vytvořena sběrnice pospojování (ekvipotenciální přípojnice) a stínící opatření. Při návrhu novostavby je vhodné využít náhodných součástí stavby a navrhnout nejvhodnější variantu pro stínění a směr vedení a pro umístění zařízení a tím minimalizovat náklady.

[8, 33,34, 35, 37, 56, 57, 62]



Obr. 40 Přepěťové ochrany pro klasickou elektroinstalaci [56]



Obr. 41 Přepěťové ochrany pro inteligentní dům [56]

3.4.1 Přepěťové ochrany v silových obvodech nízkého napětí

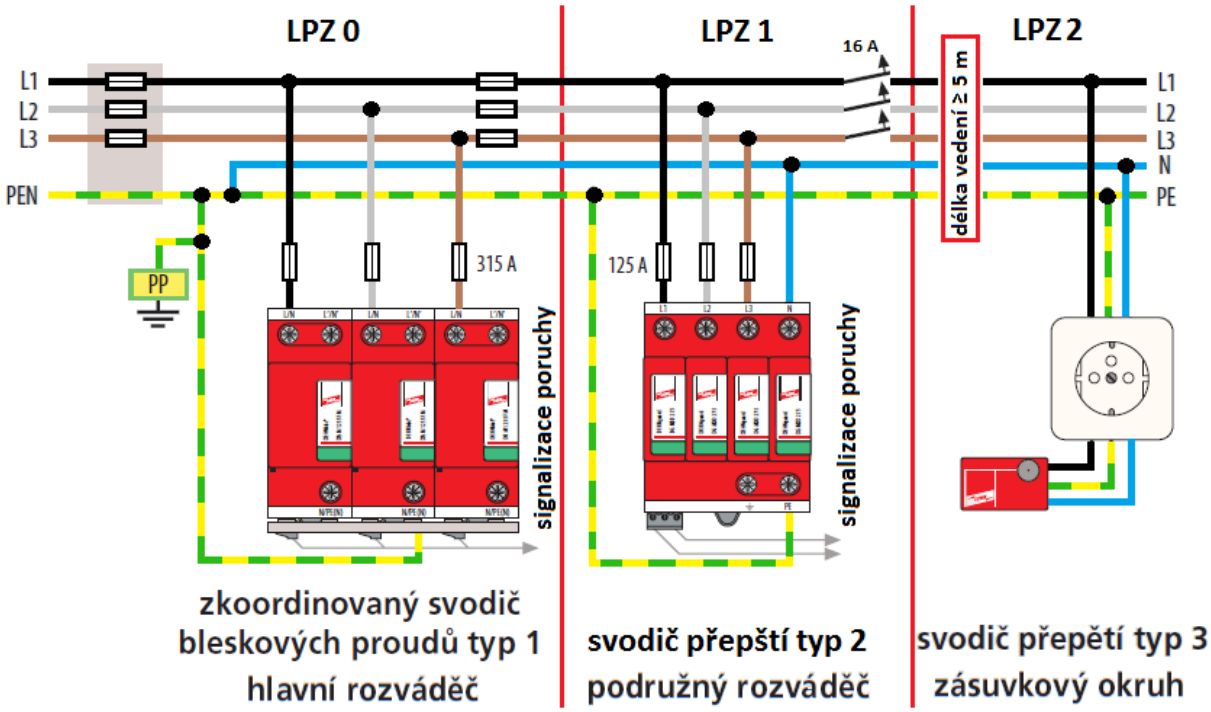
Ochrana před přepětím zahrnuje kromě ochrany před bleskem i ochranu před přepětím jiného původu. Vychází z návrhu vnitřní ochrany před bleskem a musí splňovat i další požadavky. Je doporučována třístupňová ochrana rozvodů nízkého napětí, každý stupeň zmenšuje přepětí na předepsanou mez. Jednotlivé stupně se umisťují na hranice zón bleskové ochrany LPZ. [8, 33,34, 35, 37, 56, 57, 62]

Typ 1 – hrubá ochrana se instaluje mezi zóny LPZ 0 a LPZ 1. K této ochraně se využívají svodiče bleskových proudů, jejichž úkolem je zachytit největší část přepěťové vlny a bez poškození svedou bleskové proudy nebo jejich zásadní část. Tyto svodiče jsou sestaveny na bázi jiskřiště (otevřená či uzavřená). Ochranou úroveň, svodovou schopnost a vlastnosti určující chování jiskřiště při zhášení následných proudů je dána tvarem elektrod, jejich materiálem a vzduchovou mezerou mezi elektrodami. Předností otevřených jiskřišť jsou vysoké svodové schopnostmi. Nedostatkem je ale vyšlehování žhavého plazmatu z pouzdra přepěťového ochranného zařízení při jejich aktivaci bleskovým proudem, to přináší komplikaci při konstrukci rozvaděče ve vztahu k požární bezpečnosti. Uzavřená jiskřiště tento nedostatek nemají, avšak mají snížený parametr samočinně zhášeného následného proudu (používají se převážně do hlavního rozvaděče).
[8, 33,34, 35, 37, 56, 57, 62]

Typ 2 – střední ochrana se instaluje mezi zóny LPZ 1 a LPZ 2. K této ochraně se využívají svodiče přepětí na bázi varistorů. Ty bez poškození svedou atmosférická přepětí či přepětí od spínacích pochodů v síti. Za určitých podmínek je lze instalovat bez předřazeného 1. stupně i do hlavního rozvaděče. Varistory jsou závislé bipolární prvky, u nichž se s přibývajícím napětím výrazně snižuje hodnota odporu. Převážně se montují do podružných rozvaděčů za svodiče bleskových proudů, které sníží přepětí a zredukují energii přepěťové vlny. [8, 33,34, 35, 37, 56, 57, 62]

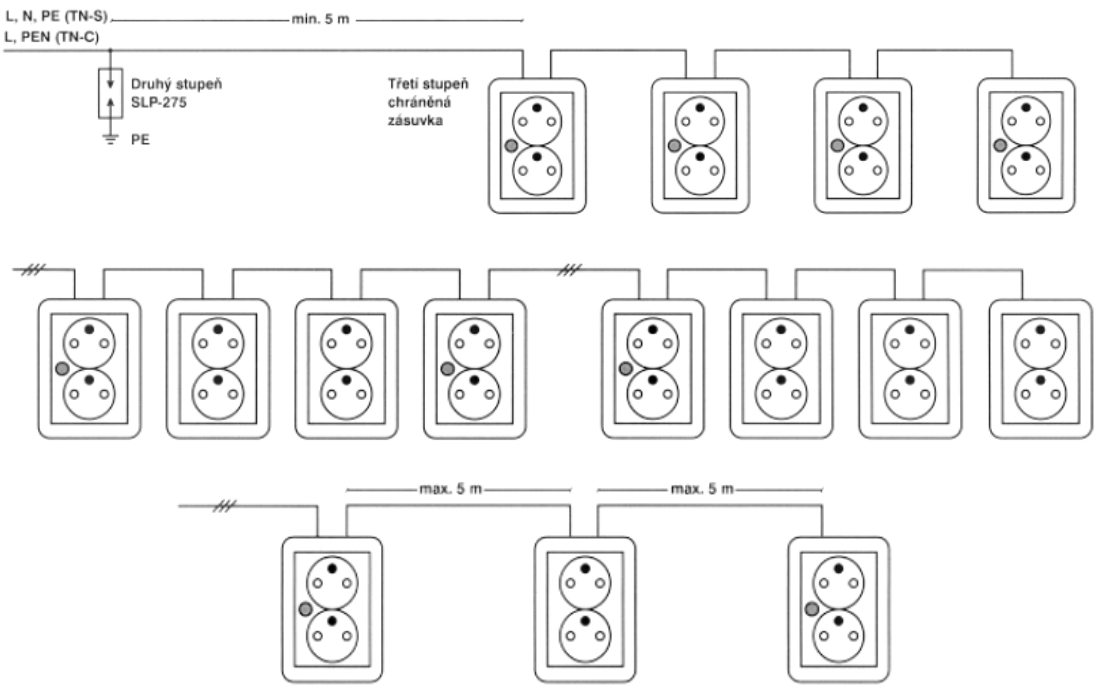
Typ 3 – jemná ochrana se instaluje mezi zóny LPZ 2 a konečné zařízení. Hlavním prvkem jemné ochrany jsou varistory a supresorové diody (rychlé Zenerovy diody s extrémně vysokou strmostí pracovní V-A charakteristiky), které vynikají rychlou odezvou na příchozí přepěťový impulz. Instalace se provádí těsně před chráněnými spotřebiči bez dlouhého elektrického vedení, aby nedošlo ke zvýšení napětí nad přijatelnou mez. Typ T3 se nemusí použít, pokud délka vedení mezi typy T2 a T3 je menší než 5 m.

Pro nenáročné aplikace lze použít přepěťovou ochranu vestavěnou do zásuvky, prodlužovacího přívodu, elektroinstalačních krabic či elektrokanálů. Náročnější aplikace se doplňují o vysokofrekvenční filtr (umístěný do zásuvkových adaptérů) a používají se k zařízením s řídícím procesorem a pamětí (počítače pro řízení výroby, chod bank), zabezpečovací systémy, diagnostické a měřicí přístroje apod. [8, 33,34, 35, 37, 56, 57, 62]



Obr. 42 Příklad instalace v síti – zapojení svodičů v síti TN, bod rozdělení vodiče PEN je v hlavním rozvaděči (PP – přípojnice pospojování) [57]

Zásuvky s vestavěnou přepěťovou ochranou se nejčastěji zapojují základním způsobem (ke každému zařízení, které má být ochráněno). Dále se používá instalace zásuvek do hnízd při instalace tří a více dvojzásuvek vedle sebe se chráněné zásuvky namontují do krajních pozic, potom i zásuvky mezi, jsou považovány za chráněné. Pokud vedení zásuvkového okruhu neprochází rizikovými místy, lze cca 3 až 5 m vedení za chráněnou zásuvkou pokládat za chráněné. [8, 33,34, 35, 37, 56, 57, 62]



Obr. 43 Příklady zapojení zásuvek s ochranou proti přepětí [37]

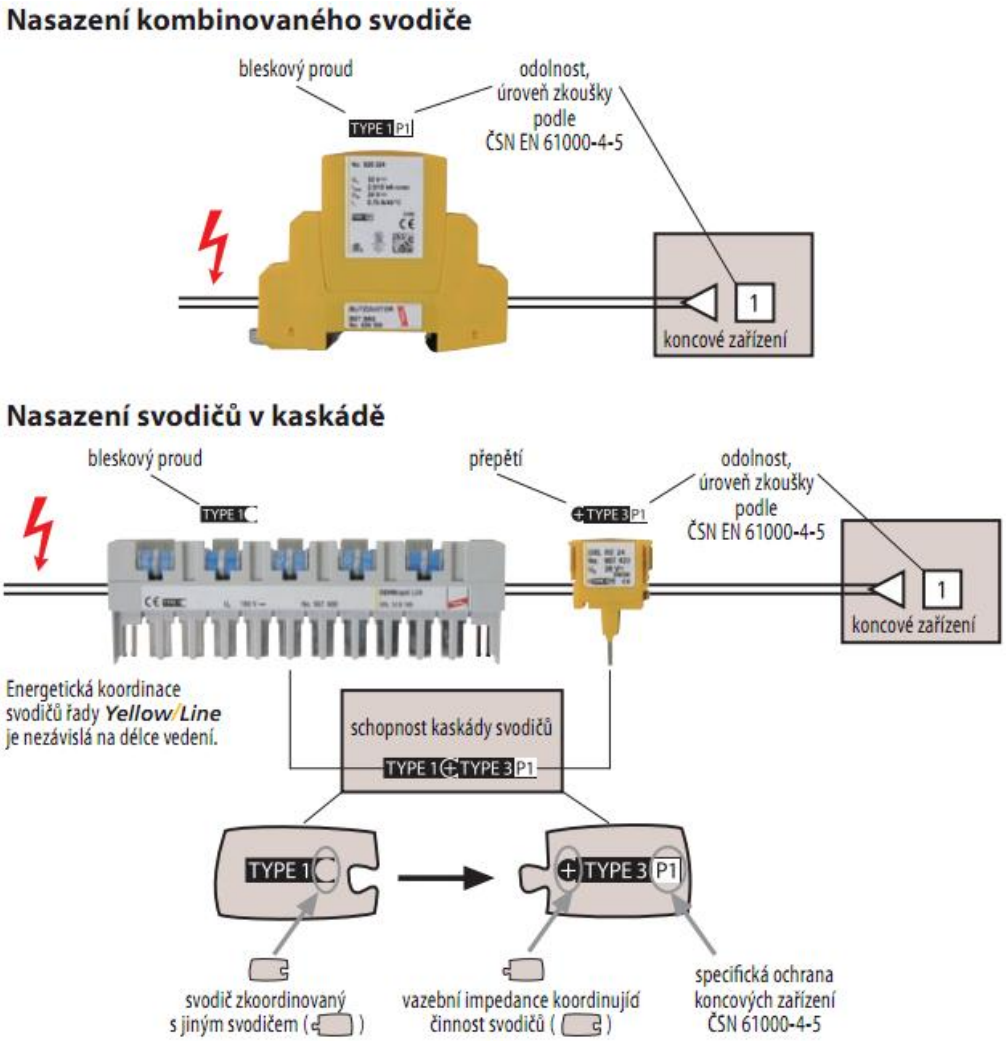
Nejčastěji používané kombinované ochrany (typ 3 a vf filtr) se pokládají zásuvkové adaptéry pro připojení televizí a počítačů.

Obr. 44 Kombinované zásuvkové adaptéry [38]

3.4.2 Svodiče přepětí pro sdělovací rozvody

Svodiče přepětí v informačně-technických sítích musí zredukovat energii přepětí vnikající do těchto sítí na energii přijatelnou pro koncová zařízení. Tyto svodiče přepětí většinou představují omezovače napětí, popřípadě omezovače napětí kombinované s omezovači proudu. Svodiče přepětí o několika stupních jsou sestaveny tak, že je zaručen vzájemný energetický soulad jednotlivých stupňů. Jinak by mohly jednotlivé stupně reagovat jen částečně, a to by vedlo k chybě a k poruše přepěťové ochrany. Výběr svodičů závisí na požadovaném ochranném účinku, systémových parametrech a konstrukčních údajích uvedených v příslušné ČSN. Každý svodič tedy vykazuje tři důležité vlastnosti, a to schopnost ochrany odvádět přepětí o určité energii, dále schopnost snížit přepětí na výstupu pod energii prokazující zkouškami odolnost chráněného zařízení a nakonec způsob energetické koordinace.

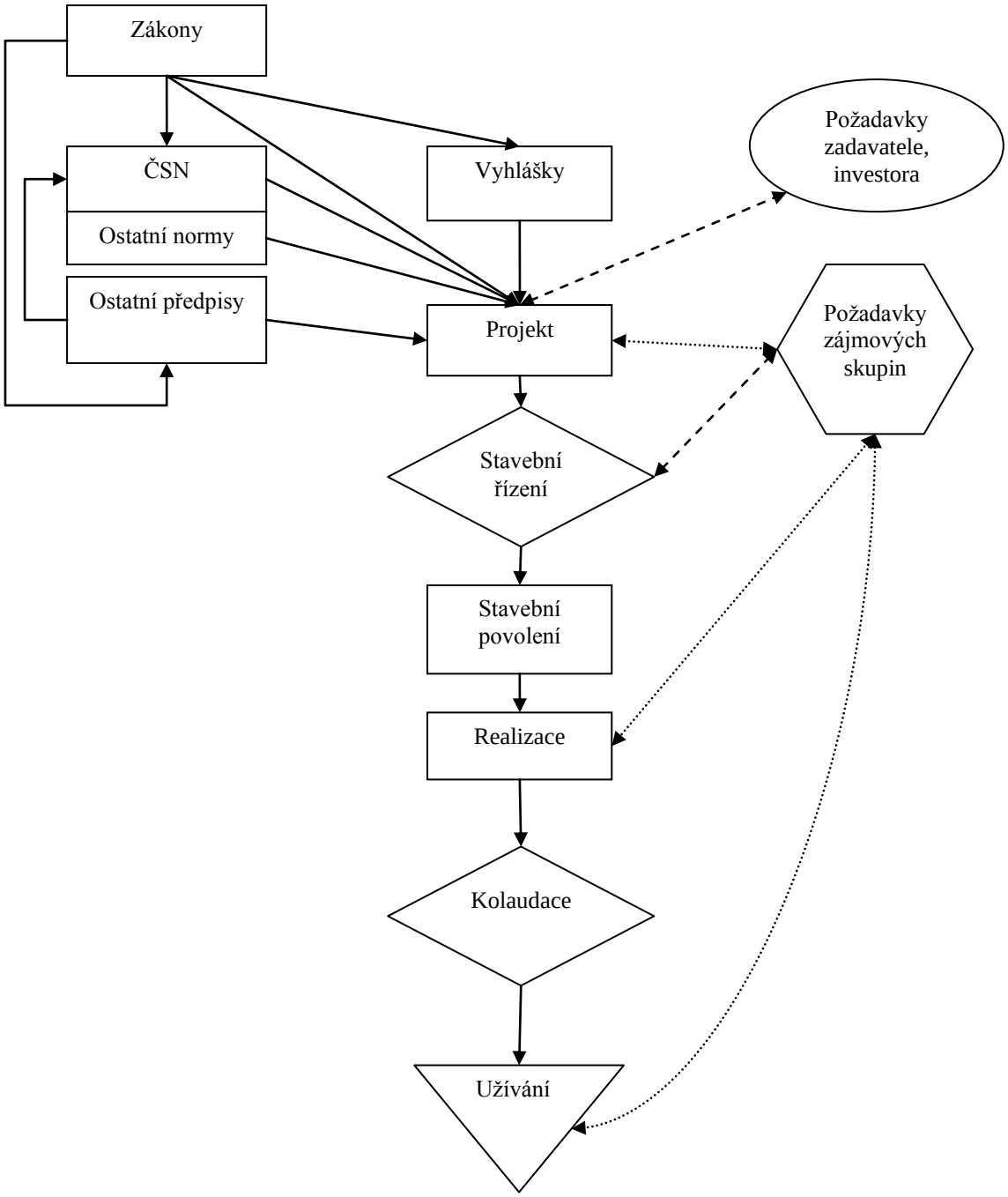
[58]



Obr. 45 Příklad užití svodičů zkoordinovaných podle třídy Yellow/Line DEHN [58]

4 Projektování elektroinstalace

Projekt elektrických rozvodů musí respektovat základní vztahy platné pro výstavbu v České republice.



Obr. 46 Vzájemné vztahy ve výstavbě a postavení projektu elektrických rozvodů [12]

4.1 Legislativní požadavky na projektanta a projektovou dokumentaci

Základem kvality práce projektanta je znalost zákonných předpisů a technických norem. Mezi nejdůležitější legislativní požadavky na projektanta a dokumentaci staveb se řadí zákon o živnostenském podnikání, stavební zákon, zákon o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, dále vyhláška o odborné způsobilosti v elektrotechnice a vyhláška o dokumentaci staveb. Jak legislativní předpisy, tak i technické normy se vyvíjejí, a proto je nutností nestále sledovat tento vývoj.

4.1.1 Zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání

Dle zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání ve znění pozdějších předpisů spadá projektování elektroinstalace do živnosti volné „Výroba, obchod a služby neuvedené v přílohách 1 až 3 živnostenského zákona“ – obor č. 63 Projektování elektrických zařízení. K získání živnostenského oprávnění k provozování této živnosti je třeba splnit pouze všeobecné podmínky provozování živnosti podle ustanovení § 6 odstavce 1 zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání, tj. dosažení věku 18 let, způsobilost k právním úkonům a bezúhonnost. Splnění zvláštních podmínek provozování živnosti není vyžadováno. Jedná-li se o podnikatele, který dosud nevlastní živnostenské oprávnění, činí správní poplatek 1000 Kč, již podnikající osoba hradí pouze 500 Kč, a to i v případě ohlášení více živností či podání více žádostí o koncesi současně. Obsahová náplň uvedeného oboru živnosti je uvedena v nařízení vlády č. 278/2008 Sb., konkrétně v příloze č. 4. [63]

4.1.2 Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)

Zákon č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon) ve znění pozdějších předpisů v § 158 stanovuje, že vybrané činnosti ve výstavbě mohou vykonávat pouze fyzické osoby, které získaly oprávnění k jejich výkonu podle zákona č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě, ve znění pozdějších předpisů. Vybranými činnostmi je i projektová činnost ve výstavbě. Dle § 159 projektant odpovídá za správnost, celistvost, úplnost a bezpečnost stavby provedené podle jím zpracované projektové dokumentace a proveditelnost stavby podle této dokumentace, jakož i za

technickou a ekonomickou úroveň projektu technologického zařízení, včetně vlivů na životní prostředí. Je povinen dbát právních předpisů a obecných požadavků na výstavbu vztahujících se ke konkrétnímu stavebnímu záměru. Výpočty musí být vypracovány tak, aby byly kontrolovatelné. [64]

4.1.3 Zákon č. 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků ve výstavbě

Zákon 360/1992 Sb., o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě ve znění pozdějších předpisů, upravuje také postavení, práva a povinnosti autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě a podmínky pro výkon vybraných činností ve výstavbě. Autorizace v příslušném oboru, popřípadě specializaci podle tohoto zákona opravňuje k výkonu vybraných činností ve výstavbě. Autorizace podle tohoto zákona je zvláštní podmínkou provozování živnosti. Česká komora autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě uděluje autorizovaným inženýrům a autorizovaným technikům autorizaci pro různé obory, mimo jiné i obor technika prostředí staveb. [12]

4.1.4 Vyhláška č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice

Do skupiny vybraných zařízení, která mohou ohrožovat bezpečnost osob, užitkových zvířat a věcí se řadí také elektrické rozvody a zařízení, a proto všechny činnosti spojené s pracemi na těchto zařízeních musí respektovat vyhlášku č. 50/1978 Sb., o odborné způsobilosti v elektrotechnice, ve znění pozdějších předpisů.

Dle § 10 citované vyhlášky pracovníci pro samostatné projektování a pro řízení projektování jsou ti, kteří mají odborné vzdělání a praxi určené zvláštními předpisy a složili zkoušku ze znalosti předpisů k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení a z předpisů souvisejících s projektováním. Zkoušku je povinna zajistit projektující organizace; dále je povinna zajistit nejméně jednou za tři roky přezkoušení pracovníků pro samostatné projektování a pracovníků pro řízení projektování.
[65]

4.1.5 Vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb

Rozsah a obsah projektové dokumentace stanoví vyhláška č. 499/2006 Sb., o dokumentaci staveb.

Dle § 2 vyhlášky č. 499/2006 Sb. rozsah a obsah projektové dokumentace pro ohlášení stavby, k žádosti o stavební povolení a k oznámení stavby ve zkráceném stavebním řízení je stanoven v příloze č. 1 k této vyhlášce. Pro projekt elektroinstalace je v příloze č. 1 podstatná část technika prostředí staveb, která se člení na zařízení pro měření a regulaci, zařízení silnoproudé elektrotechniky včetně bleskosvodů, zařízení slaboproudé elektrotechniky. Samostatně pro jednotlivá zařízení se dokládá technická zpráva, výkresová část a výpočty.

Dle § 3 vyhlášky č. 499/2006 Sb. rozsah a obsah projektové dokumentace pro provádění stavby je stanoven v příloze č. 2 k této vyhlášce. *„Jednotlivé části se zpracovávají podle společných zásad a případné zpětné požadavky na stavební část a ostatní profese jsou podkladem pro celkovou koordinaci dokumentace pro provádění stavby.“* Pro projekt elektroinstalace je zásadní v příloze č. 2, část technika prostředí staveb, která specifikuje požadavky pro technickou zprávu, výkresovou část a výpočty pro kapitoly:

- Měření a regulace (MaR), automatický systém řízení (ASŘ), elektrická požární signalizace (EPS)
- Zařízení silnoproudé elektrotechniky a bleskosvody (zahrnují rozvody elektrické energie, trafostanice, venkovní osvětlení, bleskosvody a firemní označení)
- Slaboproudá zařízení (zahrnují telefonní rozvody, přípravu pro datovou, počítačovou síť (PC), domácí telefon (DT), rozvod televizního signálu (STA), pro elektronický zabezpečovací systém (EZS), kontrolu vstupu (AC), rozhlas, orientační a informační systém a kamerový systém (CCTV).
- Další zařízení techniky prostředí (např. o bazénové technologie, inteligentní budovy (automatizace), zařízení vertikální a horizontální dopravy a další)

[66]

4.1.6 Další legislativní předpisy

Mezi další základní legislativní předpisy patří:

- zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a výkonu státní správy v energetických odvětvích a o znění některých zákonů (energetický zákon) v platném znění
- zákon č. 127/2005 Sb., o elektronických komunikacích a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o elektrických komunikacích)
- zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů v platném znění včetně souboru nařízení vlády navazujících na zákon č. 22/1997 Sb.
- zákon č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií včetně souboru vyhlášek navazujících na zákon č. 406/2000 Sb.
- zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů
- vyhláška č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby
- vyhláška č. 398/2009 Sb., o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání staveb
- vyhláška č. 327/2006 Sb., přiměřené požadavky na připojení k veřejné telefonní síti
- vyhláška č. 73/2010 Sb., o vyhrazených elektrických technických zařízeních

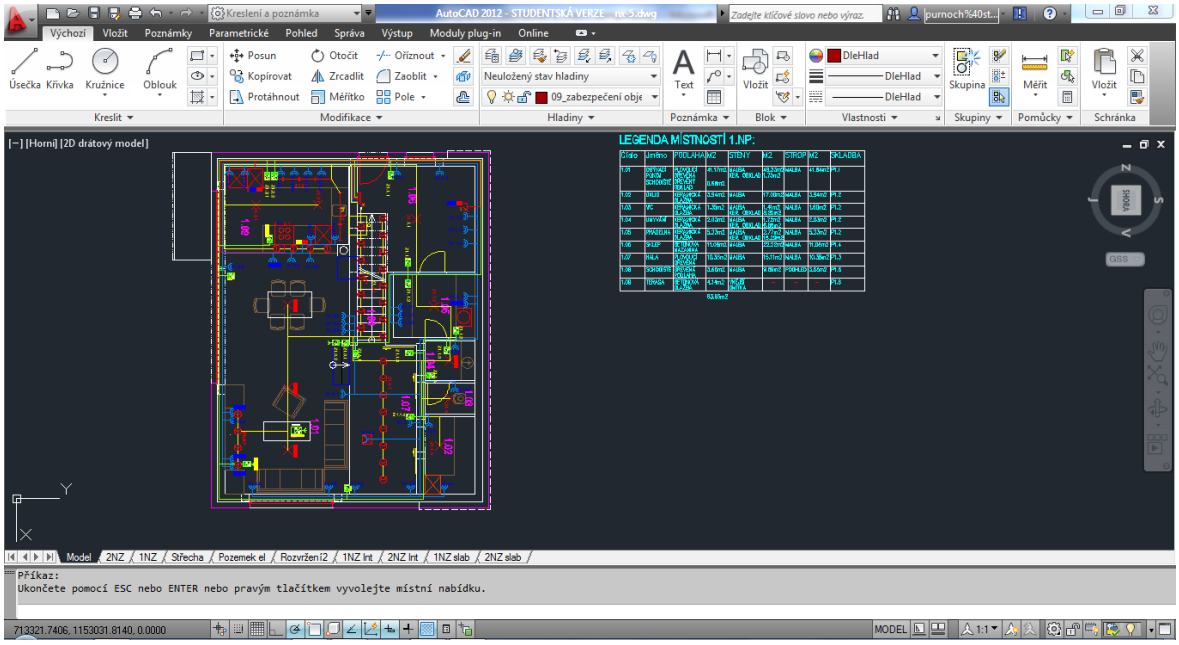
[12]

4.2 Softwarové vybavení projekčních kanceláří

V současné době se na trhu vyskytuje velké množství různých produktů pro vybavení projekčních kanceláří, jak kreslící produkty pro obecné navrhování 2D a 3D a specializované produkty např. pro architekturu, pozemní stavitelství, projektování TZB a pro vlastní návrh elektroinstalací, tak i produkty pro různé výpočty (výpočet zkratových poměrů, dimenzování sítí nn), zprávu technické dokumentace a samozřejmě i pro ekonomické vyhodnocení projektu. V této diplomové práci byly použity tyto produkty: AutoCAD 2011 a 2012, ASTRA, ElProCAD, Wils, Verox, E-CONFIG, ABB EP-CAD, DEHNsupport, SolidWorks a Google SkechUP 8.

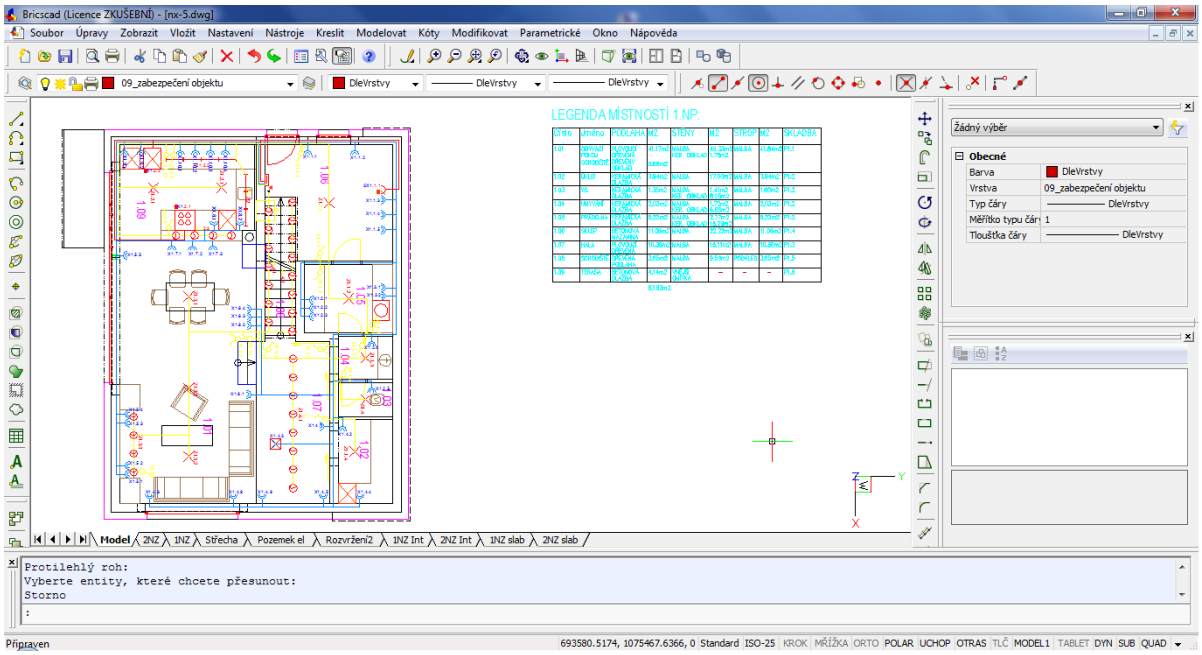
4.2.1 Autodesk AutoCAD a Bricscad

AutoCAD, produkt firmy Autodesk je nejpoužívanější 2D a 3D CAD návrhový nástroj. AutoCAD slouží pro tvorbu technických výkresů a koncepčních 3D modelů. Je využíván i ve stavebnictví, architektuře a elektrotechnice. Formát výkresů AutoCADu DWG je standardem pro předávání technických výkresů a umožňuje tak snadnou komunikaci mezi jednotlivými profesemi. Většina CAD aplikací nabízí možnost exportu a importu výkresů z AutoCADu. Přednostmi programu jsou univerzálnost a možnost přizpůsobení pomocí nadstaveb a doplňkových aplikací. Studentům a pedagogům je AutoCAD for Mac 2012 nabízen zdarma v rámci programu Autodesk Education Community. [39]



Obr. 47 Pracovní plocha AutoCAD 2012

Bricscad je jedničkou mezi alternativními CAD systémy užívajícími formát DWG a nabízí úplnou sadu nástrojů všem profesionálním uživatelům. Bricscad™ načítá a ukládá výkresy přímo ve formátu DWG a je vysoce kompatibilní s programem AutoCAD®. Bricscad™ poprvé uživatelům nabízí možnost navzájem spolupracovat a synchronizovat soubory online. [40]



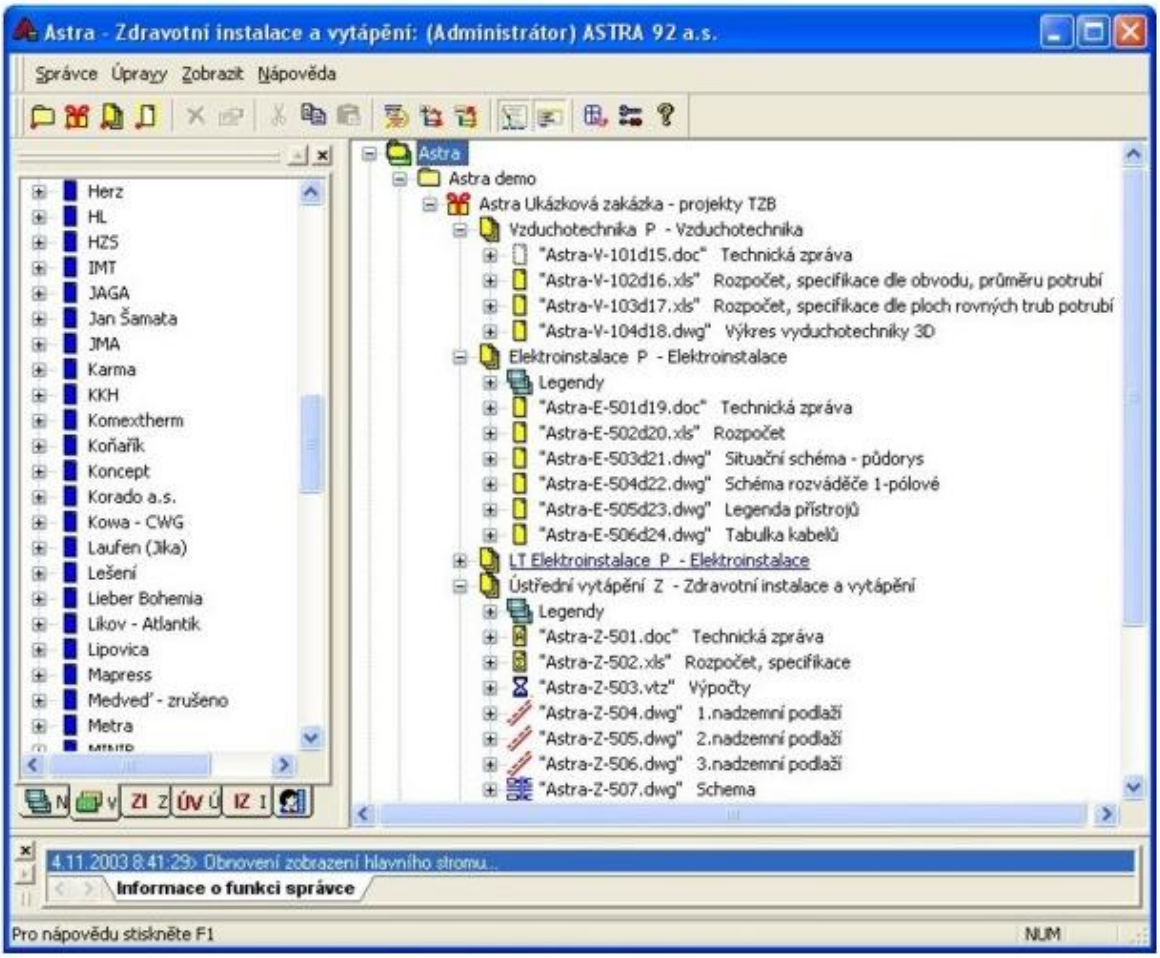
Obr. 48 Pracovní plocha Bricscad

4.2.2 ASTRA MS Software

ASTRA MS Software s.r.o. vyvíjí programy pro projektování v profesích elektrotechnika, vzduchotechnika a potrubní rozvody. Při projektování elektroinstalace lze použít následující produkty: ASTRA pro správu technické dokumentace, ElProCAD k projektování elektrotechniky, Verox k oceňování montážních materiálů a prací, Wils k výpočtům umělého osvětlení. [41]

Obr. 49 Loga produktů ASTRA MS Software [41]

Program ASTRA - správce projektové dokumentace umožňuje přehlednou evidenci zakázek, jejich členění na jednotlivé projekty, zálohování dokumentů a jejich archivování. Vytváří přístup k databázi výrobků. Je průvodcem při zpracování všech částí dokumentace.



Obr. 50 Pracovní plocha Astra [41]

ElPtroCAD je graficko databázový systém počítačové podpory projektování elektrických zařízení. Jedná se o modulární systém s rozsáhlou databází technických dat, kde si uživatel může vybrat sestavu podle vlastní potřeby. Databáze obsahují jednak technická data jednotlivých elektrotechnických zařízení, která jsou používána k dimenzačním i jiným výpočtům a také data cenová pro zpracování specifikací a rozpočtů. Databáze jsou členěny do tří základních skupin, a to na část silnoproudu – EPC, část sdělovacích zařízení – ROS a část měření a regulace – MAR. Produkt nemá vlastní grafický editor, lze použít pouze AutoCAD 32 bit (nepodporuje 64 bit) nebo BricsCAD-IntelliCAD. Produkt má malé hardwarové požadavky (minimální konfigurace počítače je Pentium s 64 MB RAM, objem na disku cca 25-80 MB podle používaných modulů). [41]

Tab. č. 7 Seznam modulů [41]

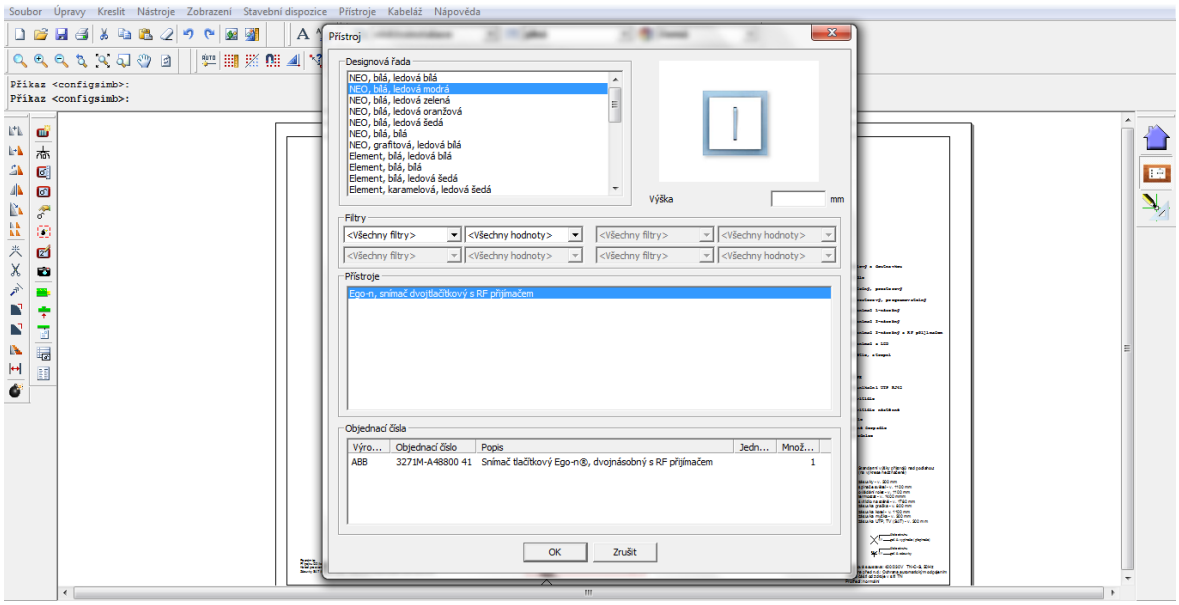
Modul	Popis modulu
Moduly nezávislé na CAD aplikaci	
Astra	správce dokumentace - základ systému
Verox	rozpočty a specifikace
Moduly závislé na grafické CAD aplikaci	
EPC	databáze silnoproudu
ELJ	situační (dispoziční) schéma nn a MAR
ELIK	jednopólová a liniová schémata
ELT	výkresové zpracování tabulek a legend
ELR	osazení skříní rozvaděčů
ELO	situační schéma hromosvodu a uzemnění
ELY	schémata a konstrukční výkresy vn do 22 kV
ELB	venkovní rozvody silnoproudu
ELV	přehledová schémata silnoproudu
ELE	situační (dispoziční) schémata sdělovací a EPS
ELS	přehledová schémata a tabulky SZ a EPS
ELA	trojpólová schémata technologických zařízení
ELM	svorková schémata měření a regulace

Veros slouží ke zpracování rozpočtů a specifikací projektů mimo jiné i elektrotechniky. Obsahuje rozsáhlé ceníkové databáze ve formátu Excel v aktuální cenové úrovni. Systém je řešen modulárně. K dispozici jsou v oblasti elektrotechniky moduly ELE-EPC cenové databáze silnoproudu, ELE-ROS cenové databáze sdělovacích zařízení a EPS a ELE-MAR cenové databáze zařízení měření a regulace.

Wils je vytvořen pro návrh a výpočet umělého osvětlení podle českých a evropských norem. Program poskytuje různé typy výpočtů osvětlení a oslnění. V rámci databáze svítidel je více než 50 000 svítidel různých výrobců. Svítidla lze různě upravovat v prostoru a simulovat různé stínící vlastnosti interiérových a stavebních prvků. Při návrhu osvětlení spolupracuje s kreslícími programy a umožňuje jak import, tak export výsledků v různých formách. Také umožňuje import výsledku výpočtu denního osvětlení z programu Wdls k řešení stmívání nebo sdruženého osvětlení.
[41]

4.2.3 Další programy pro projektování elektroinstalace

Program ABB EP-CAD společnosti ABB s.r.o., Elektro-Praga je 2D program pro návrh elektroinstalací v budovách. Nejedná se o nadstavbu jiného obecného programu. Jde o samostatně fungující program obsahující jak obecné funkce 2D kreslení s doplněním o kreslení stavebních dispozic, tak skupinu funkcí elektroinstalací. Největší výhodou a zároveň nevýhodou je spojení s databází výrobků ABB. Projektant si přímo vybírá různá elektrická zařízení nebo přístroje, přímo zadává i jejich typ, designové provedení a další parametry a komponenty. Velmi praktická je funkce soupisky – výpis všech použitých komponent elektroinstalačního materiálu (spínače, zásuvky) včetně pomocného materiálu (vodiče). [42]

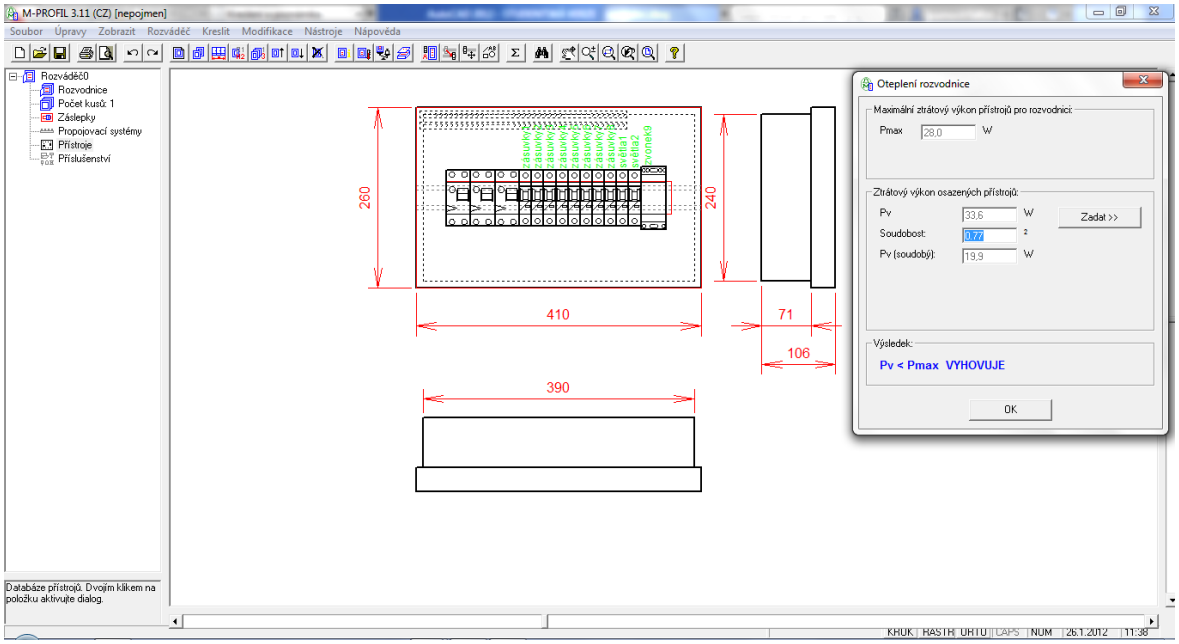


Obr. 51 Pracovní plocha programu ABB EP-CAD

Program CELEKTRO je určen pro stanovení úplné ceny zakázky elektroinstalace. V návaznosti na cenu provádí ekonomický rozbor, přípravu montáže a fakturaci. Obsahuje rozsáhlé ceníky s vazbou na konkrétní dodavatele. Program oceňuje elektromontáže, nátěry, zemní a stavební práce a rozvaděče. Všechny obvyklé typy soupisů poskytuje program buď přímo, nebo v připravených exportech do programu Microsoft Excel. [45]

Z rozsáhlé řady programových produktů společnosti Eaton Elektrotechnika s.r.o. lze uvést např. programy M-PROFIL, PAVOUK, E-CONFIG.

Programový systém M-PROFIL je program pro poloautomatizovaný návrh rozvaděčů nízkého napětí systému ProfiPlus, rozvaděčových skříní XVTL, xEnergy a domovních rozvodnic Global-Line, Xboard osazovaných přístroji Eaton. Program umožňuje návrh rozvaděče, výběr přístrojů z databáze a kontroluje rozměrovou konzistenci jednotlivých částí. Vykresluje čelní pohled na navrhovaný rozvaděč včetně osazení přístrojů a vytváří rozpisku. [44]



Obr. 52 Pracovní plocha M-PROFIL

Programový systém PAVOUK je graficky orientovaný návrhový systém pro dimenzování NN sítí osazených jisticími přístroji Moeller. Pro paprskové i zauzlené sítě provádí výpočet úbytků napětí, rozložení zátěže a zkratových proudů a následně kontrolu vhodnosti použitých kabelů a jisticích přístrojů. Výpočtové postupy vychází z ČSN. M-PROFIL, PAVOUK jsou samostatné programy vyžadující pouze operační systém Windows95 a vyšší.

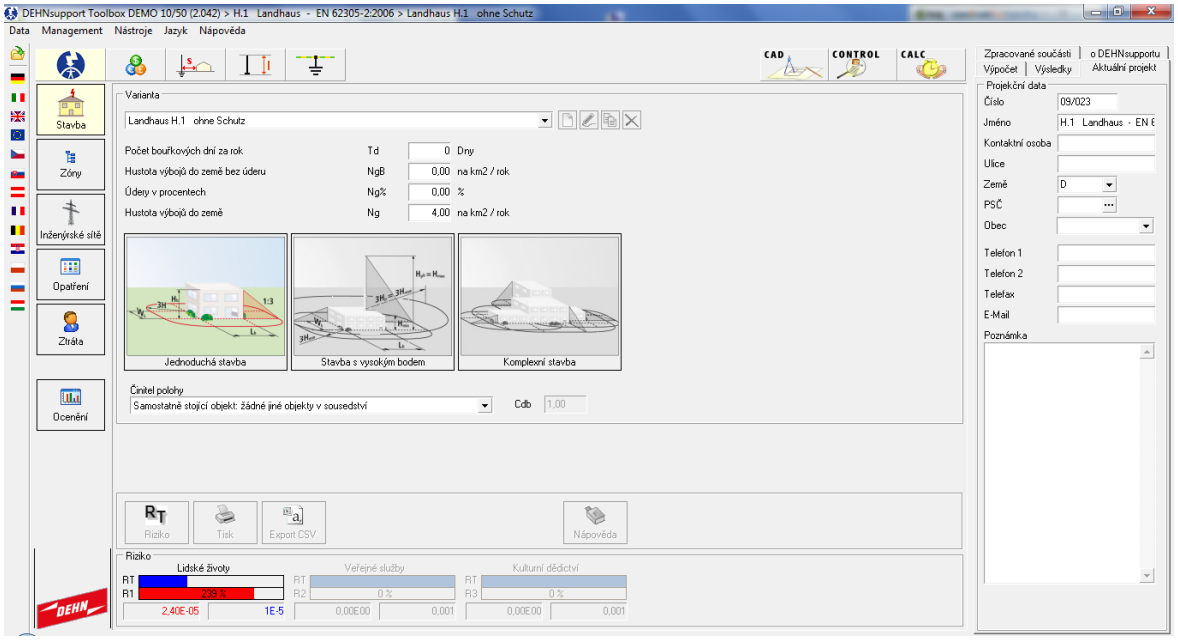
Program E-CONFIG slouží pro tvorbu cenových nabídek a konfiguraci výrobků firmy Eaton. Program umožňuje vytvoření seznamu výrobků z databáze na základě technických parametrů nebo z datové tabulky na základě typového označení. Pro některé skupiny výrobků umožňuje přiřazení příslušenství k základnímu přístroji s kontrolou vzájemných vazeb přístroj / příslušenství a s kontrolou kolizí mezi příslušenstvím. Program zpracovává

cenové nabídky, vytváří seznam výrobků ve formě strukturovaného nebo sumarizačního seznamu. Strukturovaný seznam graficky zvýrazňuje vazby mezi základním přístrojem a příslušenstvím. Databáze obsahuje sortiment výrobků Eaton / Moeller. Kontrola vazeb je k dispozici pro výkonové jističe řady LZM, NZM, IZM a výkonové vypínače řady LN, N, PN, IN. [44]

Program DEHNsupport je výpočetní program pro systémy ochrany před bleskem určený pro návrh a kontrolu řízeného rizika dle ČSN EN 62 305-2. Jedná se o modulární systém složený z modulů:

- volba rozměrů stavby
- zóny ochrany před bleskem
- inženýrské sítě - volba typu sítě a vlastnosti vnitřních systémů
- opatření - volba činitelů a stínění
- definice ztrát
- ocenění ekonomických nákladů ochrany před bleskem
- dostatečné vzdálenosti s
- jímací soustavy
- kontrola zemničů

[46]

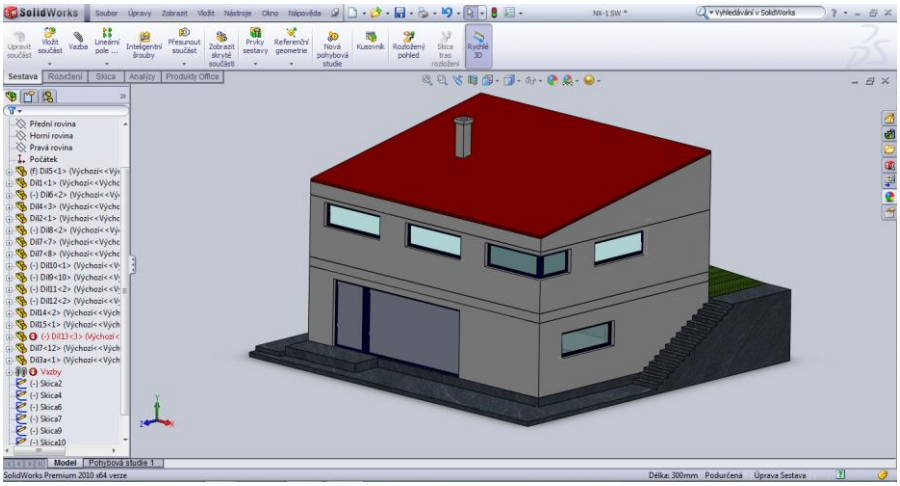


Obr. 53 Pracovní plocha DEHNsupport

4.2.4 3D Software

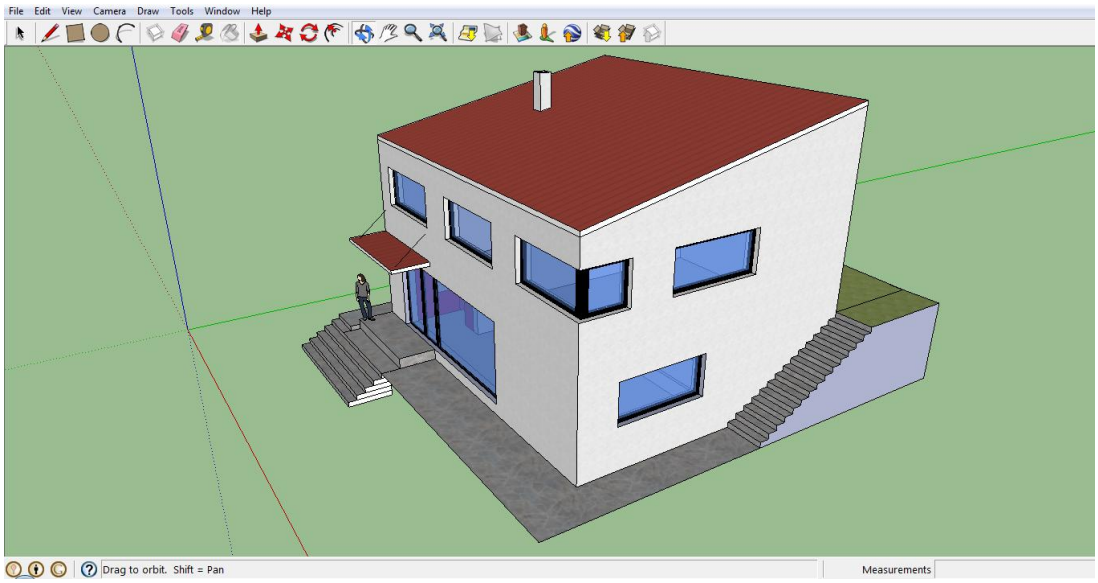
Pro lepší názornost a představu objektu byly použity modelovací programy 3D a to SolidWorks 2010 a Google SketchUp 8.

SolidWorks není přímo určen pro modelování budov. Jedná se o strojírenský 3D CAD systém nabízející výkonné objemové i plošné modelování. Ovládání je založeno na technologii SWIFT, která redukuje potřebu opakujících se úkonů. Na rozdíl od Google SketchUp se jedná o profesionální a složitější program. [47]



Obr. 54 Pracovní plocha SolidWorks 2010

Google SketchUp je nástroj pro tvorbu, úpravu a sdílení 3D modelů. Program je uživatelsky přívětivý, rychlý a jednoduchý. V klasické verzi je zdarma. Umožňuje práci s „galerií komponent“, kde je k dispozici řada hotových 3D modelů. Vytvořené 3D objekty lze vložit do mapy spojením s aplikací Google Earth. Placená verze SketchUp Pro umožňuje export do formátů dwg a dxf. [48]



Obr. 55 Pracovní plocha Google SketchUp

4.3 Popis praktické části projektu elektroinstalace

4.3.1 Zadání projektu

Pro zadání projektu elektroinstalace jsou zásadní představy objednatele a spolupráce s autorizovaným architektem respektive inženýrem, který koordinuje celkovou dokumentaci. Aby nedošlo k různým následným nedorozuměním, je vhodné si hned na začátku jednoznačně definovat požadavky zadané investorem, připojovací podmínky distributorů energií, podmínky dotčených účastníků projektu (např. správců okolních kabelových a trubních rozvodů, telekomunikace). Všechny popisy musí být jednoznačné. K tomu je vhodné např. využít následující tabulku.

Tab. č. 8 Zadání projektu

Zadavatel			
Telefon		email	
Investor			
Telefon		email	
Adresa místa zadání PD:			
Zadání PD:	Studie - ZS - PPSP - PS		
Elektroinstalace nn		ANO	NE
Elektroinstalace mn		ANO	NE
Napojení objektu		ANO	NE
Hromosvod		ANO	NE
Inženýring do stupně		ANO	NE
Jiné			
Provedení dle požadavků EU	minimální	standard	zvýšený standard

Podklady		
1. Projektová dokumentace	ANO	NE
2. Protokol o určení prostředí	ANO	NE
3. Počet uživatelů	ANO	NE
4. Skladování nebezpečných látek	ANO	NE
5. Prostředí	1 2 3 4 5	
6. Účel a využití prostoru	ANO	NE
7. Rozmístění technologie a vybavení	ANO	NE
8. Požární zpráva objektu	ANO	NE
9. Zachování požární odolnosti	ANO	NE
Demontáž	ANO	NE

Skladby objektu			
Podlahy		Obvodové zdivo	
Stropy		Střecha	
Spotřebiče			
Denní osvětlení	Umělé osvětlení	Sdružené osvětlení	
Pobyt lidí 4/<4 hod./den	Pracovní doba		
Pracovníci < 40 let	Interval čištění oken	Interval malování	
Osvětlení			
Nouzové	Úsporné	Automatické	Venkovní/zahradní
Stroboskopický jev	Stropní	Nástěnné	Simulační
Zářivkové	Žárovkové	LED	Halogen
Zásuvky			
1f	3f	12/24/48V	jiné

Zařízení objektu			
Oběhové čerpadlo	Vířivá vana	Náhradní zdroj elektrické energie	Teplovzdušné vytápění
Výrobní technologie	Centrální vysavač	Krbová vložka	
Kuchyň			
Sporák	Myčka nádobí	Automatická pračka	Sušička prádla
Další:			
Vytápění objektu	Temperování	Infrazářič	Žebřík
Regulace topení		TUV	
Podlahové topení		Roletový systém	
Strukturovaná kabeláž		Domovní vrátný, audiorozvody	
EZS		EPS	
Protiplynová ochrana		Automatické řízení EIB	
Vzduchotechnika		STA (TV, rozhlas)	
Telefon		Další	
Jiné			
Příposlechový systém		ANO	NE
Bazén		ANO	NE
Sauna		ANO	NE
Montážní jáma		ANO	NE
Dálkové ovládání		ANO	NE
Přesný čas		ANO	NE
Intercom		ANO	NE
Docházkové hodiny		ANO	NE
Kontrola vstupu		ANO	NE

Kontrola vjezdu	ANO	NE
Registrace návštěv	ANO	NE
Evidence docházky	ANO	NE
Stravování osob	ANO	NE
Evidence výrobních operací	ANO	NE
Bezkontaktní identifikační systém	ANO	NE
Biometrická identifikace	ANO	NE

Elektroinstalace - provedení		
Jádra vodičů	Cu	Al
Zasekání do zdí	ANO	NE
Lišty	ANO	NE
Vytrubkování	ANO	NE
Rošty	ANO	NE
Napájení objektu, umístění inženýrských sítí		

Přepěťová ochrana			
I.	II.	III.	IV.
Bleskosvody			
Materiál		FeZn	Cu
Skryté	Venkovní	Zemnič základový	/ strojený
Typ střechy			
Krytina			
Vzdálenost od sousedního objektu			
Výpočet ocenění rizika stavby dle ČSN EN 62 305-2			
Cena budovy:		Cena obsahu:	
Cena systému:		Cena zvířat:	
Rozpočet, návrh termínů			
Rozpočet		ANO	NE
Návrh termínů			
Cena projektu			
Dle ceníku projektových prací		ANO	NE
Návrh smluvní ceny			
Úhrada			
Převodním příkazem		Hotově	
Náhrada v případě odstoupení od objednávky			
Dodatky:			

Dodavatel: Objednatel:

Podmínky pro připojení k síti je nutno projednat v rámci předprojektové přípravy pro silnoproudá zařízení s dodavatelem elektřiny (žádost o připojení zařízení žadatele k distribuční soustavě se podává před zahájením stavby, před připojením nového zařízení, před zvýšením rezervovaného příkonu nebo výkonu stávajícího připojeného zařízení popř. před podstatnou změnou charakteru odběru), pro telekomunikační zařízení se správcem telekomunikací a pro případné zařízení pro připojení televizního a rozhlasového kabelového rozvodu se správcem tohoto rozvodu. [5]

4.3.2 Rozsah a obsah projektové dokumentace

Rozsah a obsah projektové dokumentace pro ohlášení stavby uvedené v § 104 odst. 2 písm. a) až d) stavebního zákona, k žádosti o stavební povolení podle § 110 odst. 2 písm. b) stavebního zákona a k oznámení stavby ve zkráceném stavebním řízení podle § 117 odst. 2 stavebního zákona stanovuje příloha č. 1 k vyhlášce č. 499/2006 Sb. Projektová dokumentace obsahuje části: průvodní zprávu, souhrnnou technickou zprávu, situaci stavby, dokladovou část, zásady organizace výstavby a dokumentaci objektů. Projektová dokumentace musí vždy obsahovat tyto části členěné na jednotlivé položky s tím, že rozsah jednotlivých částí musí odpovídat druhu a významu stavby, jejímu umístění, stavebně technickému provedení, účelu využití, vlivu na životní prostředí a době trvání stavby.

Dokumentace stavby objektů – technika prostředí staveb – se zpracovává samostatně pro jednotlivá zařízení a obsahuje technickou zprávu, výkresovou část a výpočty. **Technická zpráva** obsahuje základní údaje podle jednotlivých druhů zařízení. Technická zpráva zařízení a regulace obsahuje stručný popis jednotlivých okruhů, jejich funkce, charakteristické údaje měřených a regulovaných médií a charakteristiku provozu prostředí, výchozí parametry pro výpočty zařízení měření a regulace. Technická zpráva zařízení silnoproudé elektrotechniky obsahuje provozní údaje pro jednotlivé prostory, energetickou bilanci instalovaného a maximálního soudobého příkonu, způsob připojení na veřejný rozvod elektrické energie, druh osvětlení s údaji o požadované intenzitě, popis a zdůvodnění koncepce řešení. Technická zpráva pro bleskosvody obsahuje stručný popis zařízení, způsob provedení s uvedením místních uzemňovacích podmínek. Technická zpráva zařízení slaboproudé elektroniky obsahuje popis způsobu technického řešení ve smyslu požadavků na způsob a charakter rozvodů, způsob uložení kabelového vedení vůči stavebním konstrukcím a typy navržených zařízení. **Výkresová část** obsahuje pouze

základní orientační schémata jednotlivých vnitřních rozvodů a zařízení, jejich základní dimenze a vedení. **Výpočty** obsahují zpracování potřebných výpočtů.
[66]

4.3.3 Návrh projektu elektroinstalace rodinného domu

Pro rodinný dům byla zpracována dokumentace stavby elektroinstalace, která obsahuje technickou zprávu, výkresovou část a výpočty včetně ekonomické bilance. Dále dokumentace obsahuje ochranu před bleskem a přepětím včetně managementu řízeného rizika.

Výkresová část obsahuje výkresy situace, elektroinstalace klasická nn v 1.NP a 2.NP, elektroinstalace moderní nn v 1.NP a 2.NP, elektroinstalace mn v 1.NP a 2.NP, elektroinstalace venkovní, rozvaděč klasický a rozvaděč moderní a výkres vnější přepěťové ochrany, které jsou uvedeny v příloze.

Návrh elektroinstalace v rodinném domě vychází z výkonové bilance pro plně elektrizovaný moderní objekt, pro který byl stanoven instalovaný příkon na 33,45 kW. Podrobný rozpis instalovaného příkonu je uveden v příloze (Technická zpráva – 2 Základní technické údaje – tab. 2). Soudobý příkon při použití součinitele soudobosti $\beta = 0{,}77$ byl stanoven na 25,76 kW.

Je navrženo připojení objektu na stávající distribuční síť pomocí kabelu CYKY-J 4x10 mm^2. S ohledem na hospodárnost, bezpečnost a spolehlivost je hlavní kabelová přípojka pro napájení objektu dimenzována na úbytek napětí a na minimální průřez pomocí výpočtu zkratových proudů. Dle výpočtu bude hodnota maximálního protékajícího proudu přípojkou 37,9 A, proto je hlavní jistič navržen na nejbližší vyšší hodnotu tj. 40 A. Tento jistič je kontrolován, zda vyhovuje maximální dovolené hodnotě protékajícího proudu. Jednotlivé výpočtu jsou uvedeny v příloze (Technická zpráva – 5 Dimenzování a kontroly).

V rámci projektu elektroinstalace byla zpracována technická zpráva, varianta A řeší klasickou elektroinstalaci, varianta B doplňuje variantu A o moderní prvky za pomoci systému ABB Egon®. Rozdíly mezi variantou A – klasickou a variantou B - moderní jsou uvedeny v tab. č. 9. Technický popis jednotlivých variant je uveden v příloze (Technická zpráva – 4 Technický popis).

Tab. č. 9 Možnosti elektroinstalace

Oblast	Klasik	Moderní
Elektronické ovládání vrat	+	+
Elektronické zabezpečení objektu	+	+
Elektronický vrátný	+	+
Internetový rozvod	+	+
Kamerový systém vnější	+	+
Ovládání osvětlení pomocí snímačů pohybu vnější	+	+
Ruční ovládání osvětlení pomocí vypínačů (tlačítek)	+	+
Telefonní rozvod	+	+
Televizní a satelitní rozvod	+	+
Video telefon	+	+
Zásuvky 230 V	+	+
Zásuvky 230 V s ochranou proti přepětí	+	+
Zásuvky 400 V	+	+
Automatické a dálkové řízení teploty	-	+
Bezdrátové RF ovládání elektroinstalace	-	+
Dálkové ovládání elektroinstalace pomocí GSM	-	+
Dálkové ovládání elektroinstalace pomocí internetu a ethernetu	-	+
Elektrické ovládání topení a topných soustav	-	+
Elektrické ovládání žaluzií	-	+
Elektronické zabezpečení objektu s kontrolou na dálku	-	+
Informace o provozních a poruchových stavech pomocí GSM	-	+
Informace o provozních a poruchových stavech pomocí internetu	-	+
Kamerový systém vnitřní	-	+
Ovládání osvětlení pomocí snímačů pohybu vnitřní	-	+
Plynulá regulace osvětlení	-	+
Postupné stmívání osvětlení	-	+
Regulace teploty automatická	-	+
Regulace teploty ruční	-	+
Simulace přítomnosti osob	-	+
Snímání intenzity osvětlení	-	+
Snímání povětrnostních podmínek	-	+
Snímání vnitřní a venkovní teploty	-	+
Stmívání svítidel	-	+
Světelné scény	-	+
Využití logických funkcí	-	+

Pro navržené řešení elektroinstalace rodinného domu byla zpracována ekonomická bilance, která je uvedena v příloze (Technická zpráva – 6 Ekonomická bilance). Porovnání souhrnné ekonomické náročnosti řešení klasické a moderní elektroinstalace je uvedeno v tab. č. 10, ze které vyplývá vyšší cena materiálu u moderní varianty, vlastní montáž je cenově srovnatelná (poněkud vyšší cena u moderní je zapříčiněna započtením oživení systému). Celkově je tedy pořizovací cena moderní varianty vyšší, ale lze u ní předpokládat výrazně nižší provozní náklady až o 30 procent. Navržená varianta moderní elektroinstalace na rozdíl od klasické nabízí vyšší komfort viz tab. č. 9. Pokud by byly požadovány stejné funkce u klasické varianty, vedly by k podstatnému snížení rozdílu ceny mezi klasickou a moderní variantou.

Tab. č. 10 Ekonomická bilance

Oblast	Klasik	Moderní	Rozdíl
Elektroměr. rozvaděč, přípojková skříň	14 485,51	14 485,51	0,00
Rozvaděč RD 50.1.a	24 310,23	24 310,23	0,00
Rozvaděč RD 50.1.b	6 830,12	84 701,30	77 871,18
Rozvaděč RD 50.2	16 468,09	66 207,47	49 739,38
Domovní elektroinstalace kabely - materiál	38 501,70	47 263,80	8 762,10
Domovní elektroinstalace - materiál	89 788,62	232 785,46	142 996,84
Zabezpečení - materiál	62 044,00	62 044,00	0,00
Ochrana před atmosférickým přepětím venkovní - materiál	37 452,50	37 452,50	0,00
Svítidla - materiál	94 888,00	94 888,00	0,00
Materiál podružný (3 %)	11 543,06	19 924,15	8 381,09
Domovní elektroinstalace kabely - montáž	56 301,05	62 504,00	6 202,95
Domovní elektroinstalace - montáž	23 937,70	66 482,50	42 544,80
Zabezpečení - montáž	9 710,00	9 710,00	0,00
Ochrana před atmosférickým přepětím venkovní - montáž	7 500,00	7 500,00	0,00
Svítidla - montáž	10 523,20	9 479,20	-1 044,00
Celkem materiál	384 768,77	664 138,27	279 369,50
Celkem montáž	119 515,01	175 599,85	56 084,84
Celkem	504 283,78	839 738,12	335 454,34
DPH 20 %	100 856,76	167 947,62	67 090,87
Celkem včetně DPH	605 140,54	1 007 685,74	402 545,20

Na základě zpracování ochrany před bleskem a managementu řízeného rizika byla v souladu s ČSN EN 62 305 navržena ochrana před bleskem a přepětím, která je uvedena v příloze (Technická zpráva – 4 Technický popis). Vhodnost navrženého řešení bylo zkontrolováno za pomocí programu DEHNsupport viz příloha (Ochrana před bleskem a management řízeného rizika).

Závěr

Diplomová práce byla vypracována na základě informací shromážděných z odborné literatury, elektronických zdrojů (studijní materiály technických škol, odborné časopisy, katalogy výrobců elektroinstalace) a konzultací v projekční kanceláři a odborných firmách. Diplomová práce zahrnuje jak základní teoretické poznatky (klasické a moderní elektroinstalace, ochrany před bleskem a přepětím, legislativní požadavky na projektování a příklady použití projekčních softwarů), tak praktické řešení projektu elektroinstalace v rodinném domě.

Ze shromážděných podkladů i vlastního projektu klasické a moderní elektroinstalace vyplynulo, kdy je vhodné použít klasickou a kdy je možné použít moderní elektroinstalaci. Klasická instalace je nejlepším řešením pro jednoduchou a levnou instalaci pro malý nebo středně velký dům, pro větší domy ji lze využít jen tehdy, pokud se jedná o dům bez složitých systémů či ovládání. Toto řešení umožňuje velký výběr dodavatelů. Moderní elektroinstalace je naopak vhodná, pokud je požadováno univerzální řešení, úspora energií včetně případného zapojení obnovitelných zdrojů nebo možnost ovládání z centrálních míst. Inteligentní elektroinstalace totiž umožňuje bezproblémovou a jednoduchou regulaci osvětlení, vytápění atd. Volbu optimální varianty pro dané zadání jsem posoudil z několika hledisek a to tak, aby byly splněny všechny požadavky na moderní elektroinstalaci.

Z hlediska návrhu systému ochrany před bleskem a přepětím jsem vycházel z ČSN EN 62 305. Na základě analýzy rizika jsem zhodnotil a vypočetl, zda a v jaké kvalitě bude v objektu zavedena ochrana před bleskem a přepětím. Ochranu vnější i vnitřní jsem navrhl v souladu se současnými technickými možnostmi a s ohledem na ekonomické hledisko. Při návrhu jsem přihlédl k architektonickým požadavkům stavby.

Nezbytným předpokladem kvalitní práce projektanta je znalost legislativy související s projektováním a technických norem. Je proto nutné neustále sledovat jejich vývoj a seznamovat se s novými předpisy či změnami. S ohledem na ustavičný vývoj technologických postupů a zařízení v elektroinstalaci je pro projektanta samozřejmě nevyhnutelné soustavné vzdělávání v oboru. V této diplomové práci jsem použil a popsal softwarové produkty, jejichž vývoj je pro projektanta také vhodné stále sledovat.

Návrh vlastního projektu rodinného domu zcela potvrdil teoretickou část diplomové práce. Z řešení vyplynulo, že v současnosti lze z technického hlediska navrhnout mnoho variant řešení elektroinstalace v rodinném domě. Volba nejvýhodnější varianty záleží především na požadavcích a finančních možnostech investora a je vždy určitým kompromisem. Možným pokračováním diplomové práce by mohlo být navržení další varianty s vyšším komfortem moderní elektroinstalace. Vzhledem k vysokým ekonomickým nárokům by taková varianta byla určena pouze pro vyložené technické nadšence nebo za účelem dosažení vysoké prestiže. Také by mohlo následovat zpracování projektové dokumentace pro provádění stavby dle § 3 vyhlášky č. 499/2006 Sb.

Použitá literatura

[1] MARTÍNEK, Zbyněk. *Přednášky z předmětu projektování instalací a el. rozvodů*, KEE/PIR. ZČU Plzeň, 2010 a 2011

[2] KUNC, Josef. *Komfortní a úsporná elektroinstalace*. Brno: ERA, 2002. stavíme. ISBN 80-86517-14-4.

[3] DVOŘÁČEK, Karel. *Správná a bezpečná elektroinstalace*. Brno: ERA, 2001. stavíme. ISBN 80-86517-01-2

[4] KUNC, Josef. *Elektroinstalace krok za krokem*. 2. vyd. Praha: Grada Publishing, 2010. PROFI&HOBY. ISBN 978-80-247-3249-7

[5] ŠTECH, Karel. *Elektroinstalace doma a na chatě*. 3. vyd. Praha: Grada Publishing, 2008. PROFI&HOBY. ISBN 978-80-247-2622-9

[6] KUTÁČ, Jiří, Zdeněk ROUS a Zdeněk HLADNÝ. *Hromosvody a zemniče*. 2. vyd. Praha: IN-EL, 2008. Dílenská příručka, sv. 17. ISBN 978-80-86230-45-0.

[7] KUTÁČ, Jiří a Ján MERAVÝ. *Ochrana před bleskem a přepětím z pohledu soudních znalců = Ochrana pred bleskom a prepätím z pohľadu súdnych znalcov*. Praha: s.n., 2010. ISBN 978-80-7385-081-4

[8] BURANT, Jiří. *Blesk a přepětí: systémová řešení ochran*. Praha: FCC Public, 2006. ISBN 80-86534-10-3

[9] *Lightning protection guide*. 2nd updated ed. Neumarkt: Dehn Söhne, 2007, ISBN 30-001-5975-4

[10] JAN VAŠUT. *Elektroinstalace - Plánování a realizace*: *krok za krokem, od A do Z*... Praha: JAN VAŠUT s.r.o, 2005. Zvládněte to jako profík!. ISBN 80-7236-403-0

[11] POLÁČEK, Dušan, Alen PETRÁSEK a Václav ČERMÁK. *Moderní elektroinstalace*: *elektroinstalační úložné materiály a jejich užití*. Ostrava: MONTANEX a. s., 1998. ISBN 80-85780-81-X

[12] DVOŘÁČEK, Karel. *Příručka pro zkoušky projektantů elektrických instalací*. 2., přeprac. vyd. Praha: IN-EL, 2011, Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-53-5

[13] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě II*. Vyd. 1. Praha: IN-EL, 1998, Elektro. ISBN 80-862-3003-1

[14] MAYER, Daniel. *Stručné dějiny oborů elektrotechnika*. 1. vyd. Praha: Scientia, 2001, 37 s. ISBN 80-718-3234-0

[15] MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER. *Automatizované systémy budov*: *sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. 1. vyd. Praha: Grada, 2008ISBN 978-80-247-2367-9

[16] Internetové stránky Svět průmyslu dostupné z: http://www.svetprumyslu.cz/pred-50-lety-se-ceskoslovensko-stalo-plne-elektrifikovanou-zemi-aac847/ (prosinec 2011)

[17] Internetové stránky Portál TZB-info dostupné z: http://elektro.tzb-info.cz/ (leden 2012)

[18] Internetové stránky Portál TZB-info (Klasická versus moderní elektroinstalace) dostupné z: http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace (19. 9. 2011)

[19] Internetové stránky Portál TZB-info (Elektrické instalace v koupelnách a kuchyních, bytových i nebytových prostorách) dostupné z: http://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/6713-elektricke-instalace-v-koupelnach-a-kuchynich-bytovych-i-nebytovych-prostorach (16. 8. 2010)

[20] Internetové stránky ČEZ Distribuce, a. s. dostupné z: http://www.cezdistribuce.cz/cs/technicke-informace/pripojovaci-podminky.html (leden 2012)

[21] Internetové stránky Elektrika.cz dostupné z: http://elektrika.cz/ (únor 2012)

[22] Internetové stránky Elektrika.tv dostupné z: http://elektrika.tv/ (březen 2012)

[23] Internetové stránky Elektrika.cz dostupné z: http://elektrika.cz/data/clanky/solid-aktualizace-textu-elektro-v-praxi-dil-1 (únor 2012)

[24] Internetové stránky ABB s. r. o., Elektro-Praga (Informační portál o domovní elektroinstalaci - Ego-n®) dostupné z: http://www117.abb.com/index.asp?thema=8919 (prosinec 2011)

[25] Internetové stránky ABB s. r. o., Elektro-Praga (Informační portál o domovní elektroinstalaci - Katalog on-line) dostupné z: http://www117.abb.com/catalog.asp?thema=2688&category=3205 (březen 2012)

[26] Internetové stránky ABB s. r. o., Elektro-Praga (Informační portál o domovní elektroinstalaci - Katalog on-line - Ego-n®) dostupné z: http://www117.abb.com/catalog.asp?thema=10112&category=4179 (březen 2012)

[27] Internetové stránky Insight Home, a.s. dostupné z: http://www.insighthome.eu/ (prosinec 2011)

[28] Internetové stránky ELKO EP, s.r.o. dostupné z: http://www.inels.cz/ (prosinec 2011)

[29] Internetové stránky ELKO EP, s.r.o. (Tiskové materiály) dostupné z: http://www.inels.cz/index.php?sekce=ke_stazeni (leden 2012)

[30] Internetové stránky ATOMA časopis pro automatizační techniku dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=38218 (leden 2012)

[31] Internetové stránky ATOMA časopis pro automatizační techniku (Inels a sběrnice CIB – moderní systém inteligentní elektroinstalace) dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/res/pdf/38218.pdf (prosinec 2008)

[32] Internetové stránky LUMA plus s.r.o. dostupné z: http://www.lumaplus.cz/index.php (únor 2012)

[33] Internetové stránky LUMA plus s.r.o. (První elektronická KníŠka o ochraně před bleskem) dostupné z: http://www.kniska.eu/ (únor 2012)

[34] Internetové stránky DEHN + SÖHNE dostupné z: http://www.dehn.cz/ (leden 2012)

[35] Internetové stránky HW server s.r.o. (Ochrana domu a spotřebičů před účinky blesku) dostupné z: http://automatizace.hw.cz/teorie-a-praxe/mimochodem/ochrana-domu-a-spotrebicu-pred-ucinky-blesku.html (březen 2012)

[36] Internetové stránky Portál TZB-info (Bouřka - co udělá s inteligentní stavbou?) dostupné z: http://elektro.tzb-info.cz/6969-bourka-co-udela-s-inteligentni-stavbou (29.11.2010)

[37] Internetové stránky Vysoká škola báňská – TU Ostrava, Fakulta elektrotechniky a informatiky (Ochrana před bleskem) dostupné z: http://fei1.vsb.cz/kat420/vyuka/Bakalarske/prednasky/pred_ZEP/Ochrana%20pred%20bleskem-CSN.pdf (únor 2012)

[38] Internetové stránky Solidní obchod.cz dostupné z: http://www.solidni-obchod.cz/elektroinstalacni-material/prepetove-ochrany?offset=0 (březen 2012)

[39] Internetové stránky Autodesk (AutoCAD 2012) dostupné z: http://www.autodesk.cz/adsk/servlet/pc/index?siteID=551663&id=14600953 (říjen 2011)

[40] Internetové stránky TPV group s.r.o. (Bricscad) dostupné z: http://www.tpvgroup.cz/bricscad.htm (říjen 2011)

[41] Internetové stránky ASTRA MS Software s.r.o. dostupné z: http://www.astrasw.cz/ (říjen 2011)

[42] Internetové stránky ABB s. r. o., Elektro-Praga (Informační portál o domovní elektroinstalaci - EP-CAD) dostupné z: http://www117.abb.com/index.asp?thema=9456 (listopad 2011)

[43] Internetové stránky Eaton Elektrotechnika s.r.o. dostupné z: http://www.eatonelektrotechnika.cz/produkty (říjen 2011)

[44] Internetové stránky Eaton Elektrotechnika s.r.o. (Software) dostupné z: http://www.eatonelektrotechnika.cz/podpora-software (říjen 2011)

[45] Internetové stránky CELEKTRO dostupné z: http://www.celektro.cz/products.htm (říjen 2011)

[46] Internetové stránky DEHN + SÖHNE (DEHNsupport) dostupné z: http://www.dehn.cz/cz/servis/downloads/dehnsupport.shtml (říjen 2011)

[47] Internetové stránky Dassault Systèmes SolidWorks Corp. (SolidWorks) dostupné z: http://www.solidworks.cz/ (říjen 2011)

[48] Internetové stránky Aplikace Google SketchUp dostupné z: http://sketchup.google.com/ (říjen 2011)

[49] Internetové stránky Stahuj.cz (Magazín - Google SketchUp – jednoduchý 3D návrhář pro každého) dostupné z: http://magazin.stahuj.centrum.cz/google-sketchup-jednoduchy-3d-navrhar-pro-kazdeho/ (18. 06. 2009)

[50] Internetové stránky Ministerstvo vnitra ČR dostupné z: http://aplikace.mvcr.cz/sbirka-zakonu/ (prosinec 2011)

[51] Internetové stránky Ministerstvo pro místní rozvoj ČR dostupné z: http://www.mmr.cz/Uzemni-planovani-a-stavebni-rad/Pravo-Legislativa/Pravni-predpisy/Oblast-uzemniho-planovani-a-stavebniho-radu (prosinec 2011)

[52] Internetové stránky Normy.biz dostupné z: http://shop.normy.biz/ (prosinec 2011)

[53] ABB s. r. o., Elektro-Praga. *Prospekt Ego-n®*: *inteligentní elektroinstalace*. Jablonec nad Nisou, 09/2011. Dostupné z: http://www117.abb.com/order_download.asp?thema=2694&category=4139

[54] ABB s. r. o., Elektro-Praga. *Návrhový a instalační manuál Ego-n®*. 5. vyd. Jablonec nad Nisou, 09/2011. Pro profesionály. Dostupné z: http://www117.abb.com/order_download.asp?thema=10074&category=4141

[55] ABB s. r. o., Elektro-Praga. *Prospekt ABB i-bus® KNX - Preferovaná technologie - Systém inteligentní elektroinstalace a řízení provozu budov*. Jablonec nad Nisou, 13. ledna 2011.

[56] DEHN + SÖHNE GMBH + CO.KG. *Hromosvody - Protipožární ochrana staveb 2011*. Praha, 14. března 2011. Dostupné z: http://www.dehn.cz/cz/servis/downloads/brozury.shtml

[57] DEHN + SÖHNE GMBH + CO.KG. *Přepěťové ochrany Hromosvody a uzemnění Zkrácený katalog 2011*: *Zapojení svodičů v síti nn*. Praha, 5. května 2011. Dostupné z: http://www.dehn.cz/cz/vyrobky/ochrany/red_line.shtml

[58] DEHN + SÖHNE GMBH + CO.KG. *Přepěťové ochrany Hromosvody a uzemnění Zkrácený katalog 2011*: *Přehled výrobků, rozdělení podle účelu použití a podle rozhraní*. Praha, 5. května 2011. Dostupné z: http://www.dehn.cz/cz/vyrobky/ochrany/yellow_line.shtmlads/brozury.shtml

[59] ČSN EN 62 305-1 ed. 2: 2011 „Ochrana před bleskem – část 1: Obecné principy

[60] ČSN EN 62 305-2: 2006 „Ochrana před bleskem – část 2: Řízení rizika

[61] ČSN EN 62 305-3 ed. 2: 2011 „Ochrana před bleskem – část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života

[62] ČSN EN 62 305-4 ed. 2: 2011 „Ochrana před bleskem – část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách“

[63] Česká republika. Zákon o živnostenském podnikání (živnostenský zákon): ve znění pozdějších předpisů: 2011. In: Sbírka zákonů. 15. 11. 1991, roč. 1991, č. 455, 87. Dostupné z: http://www.podnikatel.cz/zakony/zakon-c-455-1991-sb-o-zivnostenskem-podnikani-zivnostensky-zakon/cele-zneni/

[64] Česká republika. Zákon o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon): ve znění zákonů č. 68/2007 Sb., č. 191/2008 Sb., č. 223/2009 Sb., č. 227/2009 Sb., č. 281/2009 Sb., 345/2009 Sb., 379/2009 Sb., č. 424/2010 Sb. a č. 420/2011 Sb. In: Sbírka zákonů. 11. 5. 2006, roč. 2006 č. 183, 63. Dostupné z: http://www.mvcr.cz/clanek/sbirka-zakonu-stejnopisy-sbirky-zakonu.aspx

[65] Česká republika. Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice ve znění vyhlášky 98/1982 Sb. In: Sbírka zákonů. 22. 5. 1978, roč. 1978 č. 50, 11. Dostupné z: http://www.mvcr.cz/clanek/sbirka-zakonu-stejnopisy-sbirky-zakonu.aspx

[66] Česká republika. Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj o dokumentaci staveb. In: Sbírka zákonů. 28. 11. 2006, roč. 2006, č. 499, 163. Dostupné z: http://www.mvcr.cz/clanek/sbirka-zakonu-stejnopisy-sbirky-zakonu.aspx

[67] Česká republika. Zákon o výkonu povolání autorizovaných architektů a o výkonu povolání autorizovaných inženýrů a techniků činných ve výstavbě ve znění zákonů č. 164/1993 Sb., č. 275/1994 Sb., č. 224/2003 Sb., č. 189/2008 Sb. a č. 153/2011 Sb. In: Sbírka zákonů. 7. 7. 1992, roč. 1992, č. 360, 73. Dostupné z: http://www.mvcr.cz/clanek/sbirka-zakonu-stejnopisy-sbirky-zakonu.aspx

Přílohy

Grafická část:

Situace	1
Vnitřní elektrické obvody 1. NP - Klasik	2
Vnitřní elektrické obvody 2. NP - Klasik	3
Vnitřní elektrické obvody mn 1. NP	4
Vnitřní elektrické obvody mn 2. NP	5
Vnitřní elektrické obvody 1. NP - Inteligentní	6
Vnitřní elektrické obvody 2. NP - Inteligentní	7
Venkovní elektrické obvody	8
Vnitřní elektrické obvody rozvaděč - Klasik	9
Vnitřní elektrické obvody rozvaděč - Inteligentní	10
Vnější přepěťová ochrana	11

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra technologií a měření

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Projektování elektroinstalace v moderních bytových objektech

vedoucí práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.** **2012**
konzultant: **Ing. Radomil Coufal**
autor: **Bc. Vít Purnoch**

1 Identifikační údaje

Účel zprávy: Projektová dokumentace k žádosti pro stavební povolení elektroinstalace rodinného domu:

A) klasické elektroinstalace

B) moderní elektroinstalace

Předmět projektu: Projekt elektroinstalace řeší napojení novostavby rodinného domu k veřejné elektrické síti nízkého napětí, měření odběru elektrické energie, páteřní a místní silový rozvod, uzemňovací a jímací soustavy bleskosvodu, přepěťovou ochranu objektu a přípravu pro anténní rozvod.

Tab. č. 1 Obecné údaje

Stavba	rodinný dům
Místo stavby	p. č. …. k. ú. …….
Stavební úřad	Městský úřad …..
Město	…….
Kraj	…….
Zpracoval	Bc. Vít Purnoch
Odborný konzultant	Ing. Radomil Coufal
Vedoucí diplomové práce	Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc
Stavebník	……
Datum zpracování	5. 5. 2012

Obr. 1. Ilustrativní obrázek rodinného domu

2 Základní technické údaje

Rozvodná síť: 3 + PEN, AC, 50Hz, 400/230 V, TN-C

3 + PE+N, AC, 50Hz, 400/230 V, TN-S

Stupeň elektrizace: C

Instalovaný příkon:

Tab. č. 2 Rozpis instalovaného příkonu

Spotřebič	Pi [W]	počet	Celkový Pi [W]
TV technika	1460	1	1460
Počítačová technika	750	1	750
Sporák kombinovaný	6250	1	6250
Myčka	1000	1	1000
Pračka + sušička	4000	1	4000
Světelná technika	40	93	3720
Technická místnost	6000	1	6000
Drobná elektronika	2000	1	2000
Lednice	1200	2	2400
Mraznička	900	1	900
Teplené čerpadlo	2500	1	2500
Rezerva 10%	2469,3	1	2469,3
		Celkem	33449,3

Součinitel soudobosti: $\beta = 0{,}77$

Soudobý příkon: $P_\beta = Pi \cdot \beta = 33\,449 \cdot 0{,}77 = 25{,}76$ kW (2.1)

Hlavní jistič před elektroměrem: třípólový 40 A

Ochrana před nebezpečným dotykem: Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí bude provedena izolací, krytím a doplňková proudovým chráničem. Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí se realizuje samočinným odpojením od zdroje, uzemněním, pospojováním, doplňujícím pospojováním a zvýšenou ochranou proudovým chráničem. Vše dle normy ČSN IEC 33 2000-4-41.

Ochrana proti přetížení a zkratu: Je řešena ve smyslu ČSN IEC 33 2000-5-523 a ČSN 33 2000-4-473. Jednotlivé okruhy budou chráněny jističi nebo pojistkami v příslušných napájecích bodech.

Prostředí ve všech místnostech: AA5 (normální)

Způsob kompenzace účiníku: Charakter zátěže nevyžaduje přídavnou kompenzaci.

Stupeň důležitosti dodávky elektrické energie: Dodávka el. energie pro běžný provoz bude dle ČSN 34 1610 ve stupni č. 3, jde o třetí stupeň důležitosti, tj. bez zajištění zvláštních opatření pro napájení.

Vytápění objektu: Pomocí tepelného čerpadla. A) neelektricky řízené ventily v jednotlivých místnostech B) systém Ego-n® pomocí programovatelných termostatů a snímačů teplot a termohlavic pro ovládání topných soustav

3 Projektové podklady

Podkladem pro vypracování prováděcí projektové dokumentace byly jednotlivé půdorysy a situace ve formátu dwg, požadavky a informace investora, požadavky ostatních profesí, vyjádření ČEZ Distribuce a osobní prohlídka na místě.

Elektroinstalace musí být vyprojektována a provedena v souladu s technickými předpisy a normami ČSN, zejména:

ČSN 33 0150	Označování elektrických zařízení jmenovitými údaji
ČSN 33 1310	Bezpečnostní předpisy pro elektrická zařízení určená k užívání osobami bez elektrotechnické kvalifikace
ČSN 33 0166	Předpisy pro značení vodičů barvami
ČSN 33 2000	Základní ustanovení pro elektrická zařízení
ČSN 33 2000-1	Rozsah platnosti, účel a základní hlediska + změny /1,2/
ČSN 33 2000-3	Stanovení základních charakteristik + změny /1,2/
ČSN 33 2000-4-41	Předpisy pro ochranu před nebezpečným dotykovým napětím
ČSN 33 2000-4-43	Ochrana proti nadproudům
ČSN 33 2000-4-47	Použití ochranných opatření pro zajištění bezpečnosti
ČSN 33 2000-4-473	Opatření k ochraně proti nadproudům
ČSN 33 2000-5-51	Předpisy pro zařízení v různých prostředích
ČSN 33 2000-5-52	Výběr soustav a stavba vedení
ČSN 33 2000-5-523	Dovolené proudy
ČSN 33 2000-5-54	Uzemnění a ochranné vodiče
ČSN 33 2000-6-61	Revize
ČSN 33 2000-7-701	Předpisy pro prostory s vanou, nebo sprchou a umývací prostory
ČSN 33 2030	Elektrostatika – směrnice pro vyloučení nebezpečí od statické elektřiny
ČSN 33 2130	Předpisy pro vnitřní elektrické rozvody
ČSN 33 2180	Předpisy pro připojování elektrických přístrojů a spotřebičů
ČSN 33 4590 a EN 50131	Poplachové systémy – Elektrické zabezpečovací systémy
ČSN 34 2000	Základní předpisy pro elektrická sdělovací zařízení
ČSN 34 2300	Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacího zařízení
ČSN 34 2710 a EN 1838	Předpisy pro zařízení elektrické požární signalizace

ČSN 34 3510	Bezpečnostní tabulky a nápisy pro elektrická zařízení
ČSN 35 7020	Elektroměrové a přístrojové desky
ČSN 35 7030	Rozvodnice a elektrorozvodná jádra
ČSN 37 5245	Kladení elektrického vedení do stropů a podlah
ČSN 37 5050	Používání elektroinstalačních trubek a lišt
ČSN EN 50174-2	Informační technika – Instalace…- Plánování…instalace v budovách
ČSN EN 50174-3	Informační technika- Kabelová vedení – Projektování… vně budov
ČSN EN 50110-1	Obsluha a práce na elektrických zařízení
ČSN EN 60439-1	Rozvaděče nn + změny/01.11.2000/
ČSN EN 60439-3	Rozvaděče nn – Zvláštní požadavky pro rov. nn určené pro prostory s laiky + změny
ČSN EN 61140	ed. 2 ochrana před úrazem elektrickým proudem – společná hlediska pro instalaci a zařízení
ČSN EN 62305	Předpisy pro ochranu před bleskem
ČSN 73 4301	Obytné budovy

4 Technický popis

4.1 Popis stavby

Jedná se o provedení elektroinstalace nn a mn včetně přepěťové ochrany pro novostavbu rodinného domu. Napájení objektu bude kabelovým paprskem ze stávajícího distribučního rozvodu ČEZ. Objekt je nepodsklepený, má dvě nadzemní podlaží. Vzhledem ke konfiguraci terénu 1.NP se nachází v úrovni zahrady, 2.NP pak v úrovni ulice. Při pohledu z ulice dům působí jako jednopodlažní, při pohledu ze zahrady jako dvoupodlažní. Hlavní vstup do domu je situován ve 2.NP. Ze zádveří se vstupuje do schodišťové haly. Po schodech se sestupuje do spodního podlaží, kde je situován obývací pokoj obsahující kuchyňský kout, jídelnu a odpočinkovou zónu. Spodní podlaží je vzhledem k terénním podmínkám rozděleno do dvou výškových úrovní. Z obývacího pokoje je přímý vstup na zahradu. Ve spodní části domu je situováno sociální zařízení, skladovací prostory a technická místnost, která je z exteriéru přístupná samostatným vstupem. V horním podlaží jsou kromě vstupní části situovány tři ložnice s vazbou na koupelnu a WC. Jedna z ložnic je přístupná přímo ze schodišťové haly, takže je alternativně využitelná jako domácí pracovna. Střecha je volena pultová se sklonem cca 12°. Půdorys domu je obdélníkový o stranách cca 9 x 11,5 m. Nosnou konstrukci pultové střechy tvoří krov. Objekt bude napojen z vlastního pozemku přístupovou a příjezdovou cestou na přilehlou komunikaci. Na východní stranu vlastního pozemku budou umístěna napojovací místa na jednotlivé přípojky – elektro, telefonní, splaškové kanalizace a vodovodní. Dům je umístěn přibližně ve středu pozemku ve vzdálenosti 3,5 m od uliční čáry. Na sever od domu budou ve výškové úrovni ulice situována dvě parkovací stání.

4.2 Objem prací

Součástí díla je dodávka a montáž přístrojů, spojovacího a pomocného materiálu, zařízení funkčního a provozního celku technického a technologického zařízení staveb včetně osvětlení a podporující činnost příslušných technologií. Popis provozních, funkčních a jiných možných vazeb je uveden v technické zprávě. Součástí díla se také rozumí pomocné konstrukce pro rošty, žlaby, zakrytí rozvodů proti náhodnému možnému mechanickému poškození, zhotovení a zakrytí rozvodů dílčích otvorů, kapsy pro krabice, drážky pro kabely atd. Protipožární ucpávky budou nárokovány u specializované firmy.
Budou prováděny běžné bourací práce typu vybourání otvorů mezi jednotlivými prostory, vyříznutí rýh, kapes pro úchytné prvky ve stěnách nebo podlahové konstrukci apod. Jako

lešení je uvažováno pomocné lehké řadové lešení šíře do 1 m a výšce do 10 m pro zatížení 1,5 kPa (150 kg/m^2) k montáži stropních svítidel a sádrokartonových podhledů, pod kterými bude procházet vedení. Výkopové práce pro zemniče a kabelové přípojky budou prováděny ručně se zvýšenou pozorností. Výkopová zemina bude zpětně použita na urovnání terénu.

4.3 SILNOPROUDÝ ROZVOD

4.3.1 Přípojka a rozvodnice

Objekt se napájí z veřejné sítě kabelem k HDS typu AYKY 3x120+70, ta je umístěna s elektroměrovým rozvaděčem ERP 1.1 (560x510x250 s krytím IP43) v pilíři oplocení rodinného domu.

Střed okének elektroměru bude ve výšce 1,5 m nad definitivně upraveným povrchem dle ČSN 35 7030.

Jištění v HDS bude provedeno pomocí výkonových pojistek 3x50A. Odběr elektrické energie RD bude měřen trojfázovým vícesazbovým elektroměrem. Před elektroměrem bude trojfázový jistič 40 A . Za elektroměrem dojde k rozdělení vodiče PEN na PE a N, vznikne soustava TN-C-S.

Varianta A

Do domovního rozvaděče RD 50.1a (umístěného v technické místnosti) je z elektroměru veden kabel CYKY-J 4x10 mm^2 soustavou TN-C-S. V domovním rozvaděči bude umístěn třífázový hlavní vypínač (40 A), za ním je umístěn třífázový chránič pro okruhy 3X1.1, 3X1.2 a 3X1.3. Následují tři jednofázové chrániče pro zásuvkové okruhy X1.1 až X1.10 pro vnitřní a X1.19 a X1.20 pro venkovní zásuvkové okruhy. Okruhy 3X1.1 a 3X1.2 budou jištěny třífázovými 16 A jističi. Okruh 3X1.3 pro elektrický sporák bude jištěn 25 A jističem. Každý jednofázový zásuvkový okruh bude jištěn 16 A jističem.

V rozvodnici RD 50.1a je umístěno ovládání tepelného čerpadla pomocí HDO (stykač, jednofázový jistič 6 A a pro tepelné čerpadlo 16 A), z HDO je přiveden kabel CYKY-J 3x1,5 mm^2. Z rozvaděče dále pokračuje kabel CYKY-J 5x6 mm^2 do pomocného rozvaděče pro osvětlení RD 50.1b umístěného v technické místnosti a do pomocného rozvaděče RD 50.2 umístěného v druhém nadzemním podlaží objektu.

V rozvaděči RD 50.1b jsou umístěny tři proudové chrániče pro světelné okruhy Z1.1 až Z1.4 pro vnitřní a Z1.7 až Z1.11 pro venkovní osvětlení objektu. Okruh Z1.4 pro osvětlení chodeb a schodiště bude rozdělen do 4 samostatných okruhů označených Z1.1.a (hala v prvním nadzemním podlaží), Z1.1.b (schodiště levá strana), Z1.1.c (schodiště pravá strana) a Z1.1.d (chodby v druhém nadzemním podlaží). Všechny okruhy budou samostatně jištěny pomocí 10 A jednofázových jističů.

V rozvaděči RD 50.2 jsou umístěny tři proudové chrániče pro světelné a zásuvkové okruhy. Zásuvkové okruhy X2.10 až X2.18 budou jištěny 16 A jednofázovými jističi a světelné okruhy Z2.5 a Z2.6 pomocí 10 A jednofázových jističů. V rozvaděči bude umístěna řídící jednotka systému ABB - Welcome 8300-0-0125.

Varianta B

Do domovního rozvaděče RD 50.1a (umístěného v technické místnosti) je z elektroměru veden kabel CYKY-J 4x10 mm^2 soustavou TN-C-S. V domovním rozvaděči bude umístěn třífázový hlavní vypínač (40 A), za ním je umístěn třífázový chránič pro okruhy 3X1.1, 3X1.2 a 3X1.3. Následují tři jednofázové chrániče pro zásuvkové okruhy X1.1 až X1.10 pro vnitřní a X1.19 a 20 pro venkovní okruhy. Okruhy 3X1.1 a 3X1.2 budou jištěny třífázovými 16 A jističi. Okruh 3X1.3 pro elektrický sporák bude jištěn 25 A jističem. Každý jednofázový zásuvkový okruh bude jištěn 16 A jističem.

V rozvodnici RD 50.1a je umístěno ovládání tepelného čerpadla pomocí HDO (stykač chráněný jednofázovým 6 A jističem a pro tepelné čerpadlo 16 A jistič), z HDO je přiveden kabel CYKY-J 3x1,5 mm^2. Z rozvaděče dále pokračuje kabel CYKY-J 5x6 mm^2 do pomocného rozvaděče RD 50.1b umístěného v technické místnosti a do pomocného rozvaděče RD 50.2 umístěného v druhém nadzemním podlaží objektu.

V rozvaděči RD 50.1b jsou umístěny tři proudové chrániče pro světelné okruhy Z1.1 až Z1.4 pro vnitřní a Z1.7 až Z1.11 pro venkovní osvětlení objektu. Okruh Z1.4 pro osvětlení chodeb a schodiště bude rozdělen do 4 samostatných okruhů označených Z1.1.a (hala v prvním nadzemním podlaží), Z1.1.b (schodiště levá strana), Z1.1.c (schodiště pravá strana) a Z1.1.d (chodby v druhém nadzemním podlaží). Všechny světelné okruhy budou samostatně jištěny pomocí 10 A jednofázových jističů.

V rozvaděči RD 50.1b budou umístěny moduly systému Ego-n®: napájecí, řídící, komunikační, GSM, logických funkcí,modul převodníku RS-485, RS-232, spínací pro osvětlení (dvakrát 8x10 A), stmívací (tři) a spínací pro termohlavice (dvakrát 6x1 A).

Moduly systému Ego-n® budou jištěny 6 A jističem. Okruh X1.24a, X1.24b pro moduly řídící termohlavice budou jištěny 6 A jednofázovým jističem.

V rozvaděči RD 50.2 jsou umístěny čtyři proudové chrániče pro světelné, zásuvkové a žaluziové okruhy. Zásuvkové okruhy X2.11 až X2.18 budou jištěny 16 A jednofázovými jističi. Světelné okruhy Z2.5 a Z2.6 budou jištěny pomocí 10 A jednofázových jističů. Okruhy X2.21, X2.22 a X2.23 pro moduly řídící rolety budou jištěny pomocí 6 A jednofázových jističů. V rozvaděči je umístěna řídící jednotka systému domovního telefonu ABB- Welcome jištěná pomocí 6 A jističe. V rozvaděči RD 50.2 budou umístěny moduly systému Ego-n®: napájecí, řídící, spínací pro osvětlení (4x10 A), stmívací (čtyři) a spínací pro rolety (dvakrát 6x6 A). Moduly systému Ego-n® budou jištěny 6 A jističem.

Prvky systému Ego-n® umístěné v rozvaděči budou na DIN liště 35 mm. Moduly jsou napájeny napětím 230 V připojeným na svorky L (fázový vodič) a N (střední vodič).

4.3.2 Hlavní ochranná přípojnice a ochranné rozvody

Pod rozvodnicí bude provedeno osazení hlavní ochranné přípojnice ABL 1241, na kterou budou připojena veškerá elektrická zařízení. S touto přípojnicí bude spojeno doplňkové pospojování v koupelně a stávající rozvaděč RD 50 bude propojen vodičem CY žlutozelený o průřezu 6 mm^2.

Hodnota uzemnění musí být v souladu s normou a maximálně 10 Ω.

Hlavní ochranné pospojování bude provedeno žlutozeleným vodičem CY 6 mm^2, které bude propojeno na uzemňovací přívod kovové konstrukční části ústředního topení, vodovodního potrubí, kanalizace a všech vodivých částí které přicházejí do objektu. Ochrana před nebezpečným dotykovým napětím bude provedena samočinným odpojením od zdroje dle ČSN IEC 33 2000-4-41. V koupelnách, kuchyni a venku jsou zásuvky i světla chráněny proudovým chráničem s citlivostí do 30 mA.

4.3.3 Elektroinstalace nn

Elektroinstalace bude provedena kabely typu CYKY-J 3/5x1,5/2,5 mm^2 v celém objektu zásadně uložením do PVC trubek pod sádrokartonové podhledy, do PVC lišt nebo do trubek (16 mm horizontální a vertikální vedení a 29 mm páteřní svody) v těsné blízkosti hořlavých popř. dřevěných nosných konstrukcí apod. pro určené prostory. Vedení v mezistropech nesmí být vedení závislé na odnímatelném stropu a protahovací krabice a

rozvodky musí být přístupné a viditelné nebo označené. Vedení na nebo do hořlavého podkladu v nebytových prostorech musí být v utěsněné soustavě s krytím min. IP42 a trubkami z celistvých kusů s lepenými, závitovými nebo jim rovnocennými spoji. V případě, že hrubé montážní práce budou prováděny před pokládáním tepelné izolace a tím i zvyšováním konečné výšky podlahy, může být elektroinstalace provedena buď uložením do betonového žlábku cca 100x100 mm s pískovým lůžkem v podlaze, s vývody u stěn či v podlaze (veškeré vyústění musí být v základním prostoru min. IP43) nebo při pokládání na povrch musí být ihned chráněna obalem z cementové malty M100 o tloušťce min. 250 mm s mírně stoupajícími náběhy nebo jinou rovnocennou ochranou. Elektroinstalace bude provedena dle ČSN 33 2130 Z2. Mimo instalační zóny je možno ukládat za podmínky 4.10.13 této ČSN (60 mm krycí vrstvy). Vedení musí být uložena a provedena tak, aby byla přehledná a aby se křižovala co nejméně. Vedení budou kladena přímočaře, a to svisle nebo vodorovně tak, aby byla co nejkratší a aby stěny zůstaly pokud možno volné. Bude-li v souběhu více vedení nad sebou nebo vedle sebe, mají být krabice, rozvodky a rozvodné skříně jednotlivých vedení vždy ve stejném pořadí. Odchylky od těchto zásad jsou připuštěny jen ve zdůvodněných případech. Instalační krabice, rozvodky a rozvodné skříně musí být uloženy tak, aby byly přístupné a aby bylo možno vedení elektricky zkoušet.

4.3.4 Osvětlení

V objektu budou použita svítidla (LED, úsporná zářivková, zářivková a žárovková) s příslušným stupněm krytí dle provozu, která budou ovládaná u vchodů do příslušných prostor příslušnými vypínači anebo přepínači (doporučená výška 1,2 m). Svítidla jsou navržena převážně stropní. Nástěnná svítidla budou umístěna do výšky min. 2,5 m v kuchyni a koupelně a do doporučené výšky 2 m v ostatních případech. Pro osvětlení kuchyňské linky budou ponechány světelné vývody. Příkon osvětlovacích soustav je omezen pouze velikostí předřazeného jističe. V případě dřevěné nosné konstrukce je nutno elektrické spotřebiče podkládat nehořlavou podložkou o síle 6 mm. Nejvyšší povolená teplota svítidel za normálních podmínek je 90° C a při poruše 115° C. Údržba osvětlení bude prováděna z podlahy běžným způsobem. Vlastní údržba bude spočívat v pravidelném čištění osvětlovacích těles minimálně 1x ročně při intervalu obnovy odrazných povrchů dva roky. Výměna světelných zdrojů bude individuální. Při návrhu osvětlovací soustavy byla uvažována energetická úspora při režimu soustředěné činnosti nebo úklidu rozdělením na několik obvodů. Jako venkovní svítidla jsou navržena výbojková svítidla s krytím pro

venkovní prostory s infračerveným spínáním se stupněm krytí min. IP43. Svítidla musí být umístěna na takových místech, kde nemohou být ani za nejméně příznivých podmínek zakryta.

Varianta B – oproti variantě klasické je varianta moderní rozšířena o možnost stmívání svítidel v místnostech jídelny, obývacího pokoje, ložnice, kanceláře a dětského pokoje. V obývacím pokoji, ložnici a dětském pokoji jsou umístěny RF vysílače pro ovládání svítidel. RF přijímače budou umístěny v obývacím pokoji a v ložnici. Spínání a vypínání je umožněno buď ručně pomocí příslušného tlačítka či pomocí RF ovladače. Tlačítka a tlačítka s RF přijímačem jsou umístěna na sběrnici. Ve všech chodbách a předsíni je spínání osvětlení řešeno pomocí snímačů pohybu. Osvětlení je doplněno o možnost snímání intenzity osvětlení a možnosti simulace přítomnosti. Každé svítidlo je samostatně napájeno z příslušného akčního členu a jeho přívod je řešen pomocí kabelu CYKY-J 3x1,5 mm^2.

Počet a rozmístění svítidel a světelných okruhů:

Svítidla v rodinném domě jsou navržena podle doporučeného minimálního počtu svítidel v místnostech dle tab. 3. V rodinném domě je jedenáct světelných okruhů. Rozdělení podle tab. 4 s daným počtem svítidel uvedených rovněž v tab. 4. Svítidla jsou osazena dle příslušné normy s příslušným krytím.

Tab. č. 3 Doporučený minimální počet svítidel v jednotlivých místnostech

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obytný pokoj do 20 m^2	1	2	3
Obytný pokoj nad 20 m^2	2	3	4
Ložnice do 20 m^2	1	2	3
Ložnice nad 20 m^2	2	3	4
Kuchyně	2	2	2
Koupelna	2	3	3
WC	1	1	2
Domácí dílna, pracovna	1	2	2
Chodba	1	2	3
Místnost pro domácí práce	1	2	3
Sklípek, komora	1	1	1
Terasa	1	1	2
Obytná lodžie, atrium	1	1	2

Tab. č. 4 Počty svítidel a rozmístění světelných okruhů

Číslo	Jméno	Počet	Okruh	Poznámka
1.01	Obývací pokoj + jídelna	7	Z1.3	Z1.3.1 a Z1.3.2 stmívací
1.02	Úklid	1	Z1.1	
1.03	WC	1	Z1.1	
1.04	Umývárna	1	Z1.1	
1.05	Prádelna	1	Z1.1	
1.06	Technická místnost	1	Z1.1	
1.07	Hala	8	Z1.4.a	LED
1.08	Schodiště	15	Z1.4.b,Z1.4c	LED
1.09	Kuchyně	9	Z1.2	Z1.2.2 skříňky
2.01	Předsíň	2	Z1.4.d	
2.02	Hala	3	Z1.4.d	stmívací
2.03	Chodba	1	Z1.4.d	
2.04	Pracovna	1	Z2.6	
2.05	Ložnice	5	Z2.6	Z2.6.3 LED, Z2.6.2 stmívací
2.06	Dětský pokoj	2	Z2.6	Z2.6.1 stmívací
2.07	Koupelna	7	Z2.5	Z2.5.2 oddělovací transformátor mn
2.08	WC	1	Z2.5	IP44
	Parkovací stání	9	Z1.7	Bezkontaktní spínání
	Dům	20	Z1.8,Z1.9,Z1.10,Z1.11	Bezkontaktní a časové spínání
	Celkem	95		

4.3.5 Zásuvky

V instalaci jsou běžné zásuvky ve výši nad 370 mm od podlahy, v kuchyňské lince dle návrhu, v koupelně a venku min. 1200 mm nad podlahou. V rodinném domě jsou chráněny všechny zásuvkové obvody. Chrániče musí mít vybavovací proud do 30 mA. U zásuvek v koupelně pro potřebu přenosných elektrických spotřebičů (holicí strojek, kulma, fén atd.) bude umístěn štítek se symbolem elektrického strojku a hodnotou elektrického napětí ve smyslu č. 5.2.1 ČSN 33 2135. Přes zásuvkový okruh X2.17.3 bude napájeno elektrické zařízení masážní sprchy a vany. Toto zařízení musí splňovat bezpečnostní předpisy. V kuchyni je počítáno se spotřebiči typu mikrovlnná trouba, fritovací hrnec, myčka apod. V pokojích, kde je předpokládána televizní, počítačová a jiná audiotechnika, budou zásuvky vybaveny ochranou proti přepětí. Tyto zásuvkové vývody budou posíleny pro potřeby slučování umístění spotřební elektroniky a ručních spotřebičů skupiny C ve smyslu ČSN 33 1600. Pokoje s předpokládaným pobytem dětí jsou zařazeny do třídy vlivu BA2 (ve smyslu ČSN 33 2000-3-32 jako dětský pokoj), a proto budou zásuvky vybaveny ochrannými clonkami. Venku je navržena možnost instalace jednofázových elektrických

spotřebičů, na západní straně rodinného domu jsou vyvedeny čtyři jednofázové zásuvky a u parkovacího stání dvě jednofázové zásuvky s příslušným stupněm krytí (IP 44).

Přístroje a zařizovací předměty

Vytápění bude tepelným čerpadlem kombinovaným s vestavěným elektrickým přímotopným kotlem pro ohřev teplé vody a přitápění a je ovládaný regulátorem dle dodavatele. U **varianty B** jsou jednotlivé otopné soustavy řízeny pomocí nástěnných termostatů a vestavných snímačů teploty, pomocí kterých je ovládán modul spínací pro termohlavice. Na ovládání topení jsou také napojeny snímače otevření oken přes modul převodníku RS-485. Pomocí komunikačního a GSM modulu je možné ovládání topení na dálku. Jednotlivé termohlavice budou napojeny pomocí kabelu JYTY-O 2x1mm^2. Do koupelny je možné osadit kombinovaný teplovodně – elektrický nebo elektrický přímotopný sušák 1/PE/N AC 230 V max. 100 W sloužící k temperování v letních měsících. Teplá užitková voda bude centrálně ohřívána také výše uvedeným systémem. V koupelně a umývárně jsou v blízkosti umyvadla zásuvky pro možnou instalaci malého zásobníkového přímotopného ohřívače teplé užitkové vody. Výměna vzduchu v objektu je zajištěna přirozeným větráním okny. V kuchyni je navržena digestoř do 200 W. Záchody, umývárny a úklidová komora jsou odvětrány pomocí větráků. Veškerá elektroinstalace v koupelnách bude provedena ve smyslu ustanovení ČSN 33 2000-7-701, kdy je uvažováno se svítidly z trvanlivého izolantu. Dále bude provedeno doplňující pospojení vany, potrubí a dalších kovových konstrukcí vodičem CYY 6 na svorku PE v příslušném rozvaděči. V kuchyni je počítáno s možností instalace elektrického sporáku a dalších jednofázových elektrických spotřebičů viz výše.

Varianta B je doplněna o elektrické ovládání žaluzií pomocí 2 modulů žaluziových systému Ego-n ®. Žaluziové motory jsou propojeny se žaluziovými moduly pomocí kabelu CYKY-J 5x1,5 mm^2. Přes spínací modul je připojena povětrnostní stanice napojená na snímač rychlosti větru. Spolu se snímači osvětlení předává informace o limitních stavech počasí do systému.

Spojovací materiál

Elektroinstalační materiál je uveden ve specifikaci materiálu. Kabely jsou uváděny ve svých délkách pouze informativně, jejich délky je nutno upravit a upřesnit na místě dle dané skutečnosti. Veškeré použité zásuvky 1/PE/A AC 230 V/10/16 A v daném objektu jsou převážně dvojitého provedení. Vypínače a zásuvky budou v souladu s platnými ČSN. Barevné značení vodičů bude dle ČSN 33 0165.

Počet a rozmístění zásuvek a zásuvkových okruhů:

Zásuvky v rodinném domě jsou navržena podle doporučeného minimálního počtu zásuvek do a nad 2 kW z tab. 5 a 6. V rodinném domě je dvacet zásuvkových okruhů. Rozdělení podle tab. 7 s daným počtem zásuvek uvedených rovněž v tab. 7. Rozvody jsou provedeny kabelem CYKY-J 3x2,5 mm^2.

Tab. č. 5 Doporučený minimální počet zásuvek v jednotlivých místnostech

Místnost	ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obytný pokoj do 20 m^2	4	7	9
Obytný pokoj nad 20 m^2	5	9	11
Ložnice do 12 m^2	3	5	7
Ložnice do 20 m^2	4	7	9
Ložnice nad 20 m^2	5	9	11
Kuchyně	3	7	8
Koupelna	2	4	9
WC	1	2	2
Domácí dílna, pracovna	3	5	7
Chodba	1	2	3
Místnost pro domácí práce	3	7	9
Sklípek, komora	0	2	2
Terasa	1	1	3
Obytná lodžie, atrium	1	1	3

Tab. č. 6 Základní vybavenost místností silovými vývody nad 2 kW

Místnost		ČSN 33 2130	Evropský standard	Vyšší evropský standard
Obývací pokoj		1	1	1
Ložnice		*	*	*
Kuchyně	Elektrický sporák	1	1	1
	Chladnička	1	1	1
	Myčka nádobí	1	1	1
	Ohřívač vody	1	1	1
Koupelna	Automatická pračka	1	1	1
	Ohřívač vody	1	1	1
Místnost pro domácí práce	Pračka	1	1	1
	Sušička	1	1	1
	Mandl	1	1	1

** Jen v případě použití obvodů klimatizace a vytápění*

Tab. č. 7 Počty zásuvek a rozmístění zásuvkových okruhů

Číslo	Jméno	Počet	Okruh	Poznámka
1.01	Obývací pokoj + jídelna	14	X1.4,X1.5,X1.6,X1.7	
1.02	Úklid	2	X1.4	IP 44
1.03	WC	1	X1.2	IP 44
1.04	Umývárna	1	X1.2	IP 44
1.05	Prádelna	5	X1.2,X1.3	IP 44
1.06	Technická místnost	5	X1.1	IP 44
1.07	Hala	4	X1.4	X1.4.3 jednoduchá stropní
1.08	Schodiště	0		
1.09	Kuchyně	8	X1.8,X1.9,X1.10	IP 44
2.01	Předsíň	2	X2.11	
2.02	Hala	4	X2.11	
2.03	Chodba	3	x2.18	
2.04	Pracovna	8	X2.12,X2.13,X2.14	
2.05	Ložnice	5	X2.12,X2.14,X2.15	
2.06	Dětský pokoj	11	X2.12,X2.15X,X2.16	
2.07	Koupelna	3	X217	IP44
2.08	WC	1	X2.17	IP44 jednoduchá
	Dům	6	X1.19	
	Parkovací stání	2	X1.20	
	Celkem	85		

V rodinném domě jsou tři trojfázové zásuvkové okruhy. Rozdělení podle tab. 8. V okruhu 3X1.1 je jedna třífázová zásuvka v technické místnosti. Okruh 3X1.2 je určen pro napájení elektrického sporáku a trouby. Venkovní třífázové zásuvky (okruh 3X1.3) jsou provedeny se stupněm krytí IP 44. Dvě jsou umístěny u parkovacího stání a dvě na západní straně rodinného domu. Rozvody jsou provedeny kabelem CYKY-J 5x2,5 mm^2.

Tab. č. 8 Rozmístění třífázových zásuvkových okruhů

Okruh	počet	umístění	poznámka
3X1.1	1	technická místnost	
3X1.2	1	sporák, trouba	sporák vývod
3X1.3	4	pozemek	IP44
celkem	5		

4.4 SLABOPROUDÝ ROZVOD

4.4.1 Vnitřní rozvody elektroinstalace mn

Obvody malého napětí budou provedeny jako typ zařízení s obvyklou provozní spolehlivostí dle schématu vytrubkováním položenými PVC trubkami 16 mm (horizontální a vertikální vedení) a 29 mm (páteřní svody) nebo přímo kabely pod omítkou dle ČSN 33 2130 Z2. Při vytrubkování objektu je nutno provádět při každých dvou odbočení z rovné trasy přerušení trubky formou odbočné krabice nutné k pozdějšímu bezproblémovému protažení příslušného vedení. Provedení izolovanými vodiči v trubkách (nebo přímo kabelech) pod omítkou upravených tak, aby se konce vodičů nepoškodily ostrou hranou. Při souběhu kabelů do 1000 V s vedením elektrického zabezpečení nebo jiným, na kterém závisí bezpečnost a zdraví osob, s vedením mn musí být vzdálenost nejméně 60 mm při souběhu do 5 m a 200 mm při souběhu nad 5 m. Při souběhu s ostatním vedením nn do 1000 V má být mezera nejméně 30 mm. Umístění jednotlivých vývodů zásuvek bude min. 300 mm nad konečnou výškou podlahy, čidla a snímací prvky budou buď ve výšce min. 2200 mm nad konečnou výškou podlahy, anebo ve stropech. Vedení musí být uložena a provedena tak, aby byla přehledná a aby se křižovala co neméně. Vedení budou kladena přímočaře, a to svisle nebo vodorovně tak, aby byla co nejkratší a aby stěny zůstaly pokud možno volné. Bude-li v souběhu více vedení nad sebou nebo vedle sebe, mají být krabice, rozvodky a rozvodné skříně jednotlivých vedení vždy ve stejném pořadí. Odchylky od těchto zásad jsou připuštěny jen ve zdůvodněných případech. Instalační krabice, rozvodky a rozvodné skříně musí být uloženy tak, aby byly přístupné a aby bylo možno vedení

elektricky zkoušet. Přitom je nutno zamezit přístup korozivních činitelů (uzavřením, zalitím, nátěrem vhodným lakem apod.). Sdělovací vedení jednotlivých druhů zařízení budou v samostatných kabelech.

Varianta B sběrnice provedení

Topologie primární sběrnice v systému Ego-n® je výhradně lineární s odbočkami maximálně 30 m. Veškeré prvky sběrnice jsou propojeny paralelně. Na primární sběrnici jsou umístěny všechny snímače, tlačítka, RF přijímače a akční členy, napájecí a řídící modul (umístěny v rozvaděči RD 50.1.b a RD 50.2). Jednotlivé prvky jsou připojeny pomocí bezšroubové svorkovnice. Stínění kabelu nesmí být zapojeno se zemnící svorkou PE. Jednotlivé barvy svorkovnice odpovídají barvám jednotlivých žil sběrnicového kabelu. Při montáži je nutno respektovat shodnou barvu žíly kabelu a příslušného pinu na svorkovnici. Sběrnice považujeme za zařízení SELV. Primární i sekundární sběrnice je provedena pomocí sběrnicového kabelu KSE224. Kabel nesmí být mechanicky namáhán, je nutno dodržet technologický postup uložení. Topologie sekundární sběrnice je liniová bez odboček. Prvky jsou připojeny paralelně šroubovou zásuvkovou svorkovnicí. Na sekundární sběrnici jsou umístěny moduly řídící, komunikační, GSM a logických funkcí. U sekundární sběrnice je třeba po celkovém zapojení modulů aktivovat u prvního a posledního modulu zakončovací odpory.

4.4.2 Sdělovací domácí obvody – domácí telefon

Je uvažováno s komunikací mezi vchodovou brankou na pozemek a prostorem uvnitř objektu. U branky v oplocení objektu a také u hlavních vchodových dveří bude v antivandal modulu umístěn elektrický vrátný. U branky bude umístěna jednotka videotelefonu systému ABB - Welcome 8300-0-0012 dvoutlačítková a u vchodových dveří s hovorovou hlasovou jednotkou systému ABB - Welcome 8300-0-0097 dvoutlačítkovou. V objektu budou umístěny tři videotelefony domovní s dotykovým displejem systému ABB - Welcome 8300-0-0085 sloužící pro interkomovou komunikaci mezi vchodem a jednotlivými telefony. V rozvaděči RD 50.2 bude umístěna řídící jednotka systému ABB - Welcome 8300-0-0125. Vlastní rozvod bude proveden PVC trubkami 16, 29 mm, PVC krabicemi KO68, do kterých je založen vodič JYTY-O 2x1mm^2. Naměřený odpor připojených vodičů k elektrickému zámku má být maximálně 4 Ω, k elektrickému vrátnému maximálně 7 Ω.

4.4.3 Rozvody TV/SAT

Anténní stožár se systémem antén bude upevněn k bloku komínového prostoru. Přijímací antény pro televizi a FM rozhlas musí být galvanicky spojeny se stožárem. Svislá anténa pro příjem AM rozhlasu musí být jištěna jiskřištěm (ČSN 37 8180. čl. 13), které přemosťuje patní izolátor svislé antény. Jeden pól jiskřiště je upevněn u paty svislé tyče (antény pro AM), druhý na konci stožáru. Kapacita jiskřiště tvoří zátěž pro AM anténu a nesmí být větší než 5 pF. Stav jiskřiště musí být patrný od paty stožáru a musí být pravidelně kontrolován. Nosnou část anténní soustavy je možno považovat za jímač. Specifikace kanálových zesilovačů, antén atd. bude určena na základě měření TV signálů. Propojení anténního systému s hlavní stanicí se provede koaxiálním kabelem v trubkách. Anténní vf zesilovače, včetně napájecích zdrojů musí být umístěny tak, aby nemohlo dojít k požáru, a musí být provedeno takové opatření, aby při poruše nebo atmosférickém výboji se požár nepřenesl do okolí. Vytrubkování v půdním prostoru bude provedeno pancéřovými trubkami 29 mm a pancéřovými krabicemi z plastu typ 8115. Další vlastní rozvod bude proveden PVC trubkami 16 mm a PVC krabicemi univerzálními 1901 pod zásuvku STA 6AN 05008, do kterých je založen koaxiální kabel. Jako zdroj signálu je variantně uvažováno s napojením na rozvod kabelové televize. Na čelní straně objektu v obvodové zdi bude osazena skříň typu KT 125 ve výši cca 600 mm nad definitivně upraveným terénem, kde bude ukončena trubka vnitřního rozvodu FM a AM signálu a z této skříně bude proveden přívod pro hlavní připojovací místo.

4.4.4 Telefonní a internetový rozvod

Do objektu bude zavedena telefonní linka z příslušné sítě pro rodinný dům samostatnou přímou účastnickou linkou. Telefonní přípojka bude provedena kabelem typu TCEKPFLE do svorkovnice MRK10/LSA PLUS 2/10 na objektu 600 mm nad definitivně upraveným terénem. Telefonní rozbočovač bude umístěn v pracovně v 2.NP, vývody budou pak rozvedeny do 2 telefonních zásuvek telefonním kabelem RJ11.

V objektu je internetové připojení navrženo pomocí UTP sítě zakončené zásuvkami RJ45 a doplňkové Wi-fi sítě. Wi-fi router je umístěn v TV skříni, kde je do něj přiveden kabel z antény.

4.4.5 Zabezpečení objektu

Zařízení je koncipováno jako objekt ve 2. kategorii tj. objekty s vyššími riziky. Objekt je chráněn plášťově se zesílenou prostorovou ochranou. Vzhledem k použití zařízení PCO a požadavku na toto připojení je pro přenesení poplachové zprávy použita centrální objektová jednotka. Umístění ústředny EZS musí odpovídat ČSN a předpisům výrobce. Výstup centrály je napojen na telefonní linku. Na osazenou centrálu budou napojena všechna prostorová čidla, magnetická čidla otevření, čidla rozbití skla, klíčové spínače a ovládací klávesnice. V celém systému jsou použita prostorová čidla homologovaná pro objekty s největšími riziky. Vzhledem k uvedeným parametrům tato čidla ve všech střežených místnostech plně vykryjí prostor. Prostorová čidla budou instalována do výše 2,0 až 2,5 m podle zvyklostí pro jejich montáž a nastavení. Čidla rozbití skla budou instalována proti prosklené ploše skel dle zvyklostí pro montáž. Magnetická čidla otevření budou instalována v místech možného vniku do objektu. Klíčové spínače budou umístěny společně s klávesnicí u vchodů do domu. U hlavního vchodu do domu bude umístěn ovladač s LCD displejem. Vlastní rozvod bude proveden PVC trubkami 16 a 29 mm, PVC krabicemi KO 68, KO 97 a krabicemi univerzálními 1901 pod zásuvku, do kterých je založen kabel dle dodavatele zařízení. **Varianta B** je doplněna o simulaci přítomnosti osob a o systémová hlášení (přítomnost osob, otevření oken a dveří, kouř).

4.4.6 Autonomní hlásiče požáru

Jedná se o zařízení, které obsahuje v jednom krytu všechny komponenty, mimo případného zdroje energie, nezbytné pro zjištění požáru a vydání akustického poplachu. Zařízení je umístěno v 1.NP v technické místnosti a hale, v 2.NP v hale, chodbě a pracovně.

4.5 Ochrana před atmosférickým napětím a přepětím

4.5.1 Vnější ochrana před bleskem

Půdorys domu je obdélníkový o stranách 8,9 x 11,4 m. Výška budovy je 8,06 m, výška u okapu je 6,16 m, výška komínu je 8,165 m. Střecha je navržena pultová se sklonem cca 12°, střešní krytina je plechová titanzinková. Objekt je zařazen jako objekt LPS III a má prvky opatření ochrany proti blesku včetně přepěťových ochran, základní opatření pro uzemňování a základní opatření proti příliš vysokým dotykovým napětím v zařízení nn ve smyslu čl. 22. ČSN 34 2830.

Soustava jímacího zařízení je složena z 2 hlavních jímačů DEHNcon-H HVI Light III SET. Svody jsou provedeny pomocí kabelu DEHN HVI III dimenzovaného podle příslušných ustanovení normy ČSN EN 62 305 popř. dalších souvisejících platných technických norem ČSN. Byla vypočtena vzdálenost S = 0,4 m, v této vzdálenosti od jímače je zakázáno umisťovat vodivá zařízení, která by umožnila náhodný přeskok. Toto řešení bylo zvoleno z důvodu použití plechové titanzinkové střechy a vzhledem k architektonickému řešení stavby a zabezpečení maximální ochrany. Z důvodu bezpečnosti je okap považován za náhodný jímač, a proto musí být spojen se základovými zemniči. Je možné použít pospojování přivařením. Při připojení vodiče k připojovanému předmětu svářením nebo pájením natvrdo musí být mezi vodičem a připojovaným předmětem styčná plocha rovna alespoň pětinásobku průřezu vodiče.

Svody budou provedeny skrytě, s ohledem na třídu LPS III, na půdorys objektu a na architektonické řešení budovy (rozmístění okenních otvorů) jsou vypočteny a navrženy dva svody. Pro dosažení optimálního rozdělení bleskového proudu jsou dle možností rozmístěny co možná nejrovnoměrněji na vnějších stěnách objektu (severní a jižní) přibližně 3,2 metru od vrcholu stavby. Doporučujeme, aby svody byly od zkušební svorky k jímači z jednoho nepřerušovaného kabelu DEHN HVI III. Vzdálenost podpěr u svisle zavěšených vedení je max. 1 m. Při větším odstupu podpěr je nutno provést mechanický výpočet vodičů i podpěr dle ČSN 33 3300. Zkušební svorky svodu budou označeny pořadovým číslem a provedeny v zkušební krabici DEHN 476 010.

Základový zemnič bude uložen v betonových obvodových základových pasech pod vnějšími obvodovými zdmi a tak zemní odpor bude v této části nahrazen odporem betonu. Nesmí být izolován od okolní zeminy asfaltem, fólií nebo bitumenovu lepenkou. Beton musí krýt zemnič vrstvou minimálně 50 mm a tato poloha musí být zajištěna před vlastní pokládkou betonu např. přirádlováním k betonové výztuži s minimální roztečí 2 m. Dle DIN 1045-12.78 je doporučeno toto množství cementu na 1 m^3 – 280 kg cementu pevnostní třídy 250 nebo 240 kg cementu pevnostní třídy 350 a vyšší. Jako zemnič je možno použít pozinkovanou i nepozinkovanou ocel. Nelze použít ušlechtilou ocel! U železobetonového základu je třeba použít pouze nepozinkovanou ocel.

Vývody (prostupy) základových zemničů budou páskové min. 30x4 mm (průřez 120 mm^2, obvod 68 mm), u drátového zemniče min. 10 mm (průřez 78 mm^2, obvod 31 mm) spojené normalizovanými spojovacími díly opatřené přídavnou izolací proti korozi. Vlastní vývody musí být z pozinkované oceli o délce minimálně 1,5 m mimo beton. V části, kde vývody prochází betonem, musí být potaženy plastem a výstup musí být mechanicky chráněn. Při vlastní stavbě a betonáži se musí praporce označit červenou barvou a chránit před poškozením.

V okolí svodů vně stavby mohou vzniknout za určitých podmínek životu nebezpečná kroková napětí. Toto nebezpečí je zmenšeno na přípustnou úroveň, neboť pravděpodobnost přiblížení nebo výskytu osob v nebezpečném okruhu 3 m od svodů je velmi malá, jelikož se jedná o uložení mimo komunikace (rostlý terén) a navíc v okolí je použit izolační materiál (asfalt) o tloušťce 50 mm nebo vrstva štěrku o tloušťce 150 mm, které obvykle snižují nebezpečí na přípustnou hodnotu. U svodů bude umístěna výstražná tabulka, aby se snížila pravděpodobnost vstupu do nebezpečné oblasti.

<u>Zemní odpor nemá být za obvyklých podmínek větší než 10 Ω.</u>

4.5.2 Vnitřní ochrana před bleskem

Jelikož je předpoklad použití částí elektrických finančně náročných spotřebičů, je navržena přepěťová ochrana pro potřebu zachování dat, elektronického, elektrického zařízení a ochrana zdraví obsluhy k aplikaci ochrany před účinky nadměrného napětí dle ČSN 33 2000-1-131.6.2 (osoby a hospodářská zvířata i majetek musí být chráněny před poškozením v důsledku nadměrného napětí, které může vzniknout z jiných příčin, např. atmosférickými jevy, spínacími přepětími, statickou elektřinou a použitím elektrických předmětů z hlediska kategorie přepětí dle ČSN 3304 20/2.2). Přepěťová ochrana zajišťuje ochranu elektrických rozvodů, připojených citlivých elektronických zařízení např. počítačů, tiskáren, kopírek, faxů, drahých telefonních přístrojů, televizorů, videomagnetofonů, ústředen EPS a EZS. Projekt řeší rozšíření elektroinstalace objektu doplněním o ochranné prostředky firmy DEHN + SÖHNE při současném respektování dvou základních koncepcí – systém ochrany před bleskem (IEC 1024) a požadavku na impulzní odolnost elektrických instalací nn (IEC 664).

Na vstupní svorkovnici přívodního kabelu bude přes pojistky PH01 3x315 A osazen svodič hlavního proudu DEHN bloc M DB M 1 255 FM 961125 napojený kabelem CYKY-J 4x35 mm^2. POZOR! Z hlediska bezpečnosti na dostatečný výfukový prostor za DEHNPORTEM.

Do příslušného rozvaděče RD 50.2 budou dodány pojistky 3x125 A a osazeny svodiče DEHN DEHNguard M DG M TNS 275 FM 952405 napojené kabelem CYKY-J 5x6 mm^2. V případě, že bude rozvaděč umístěný ve vzdálenosti menší než cca 10 m od DEHNPORTU bude napojení realizováno přes oddělovací podélnou impedanci typu DEHNBRIDGE 280.

Mezi stávající zásuvkové vývody a příslušný počítač nebo jiné finančně náročné spotřebiče budou umístěny zásuvky s ochranou před přepětím (5593A-C02357). Dále budou chráněny příslušné informační a sdělovací cesty.

5 Dimenzování a kontroly

Celkový instalovaný příkon:	P_i = 33,449 kW
Soudobost β	β = 0,77
Celkový instalovaný soudobý výkon:	$P_\beta = P_i \cdot \beta = 33\ 449 \cdot 0{,}77 = 25{,}76$ kW
Sdružené napětí:	U_S = 400V
Účiník:	cosφ = 0,98
Teplota okolí:	t = 20 °C

- maximální hodnota proudu protékajícího přípojkou:

$$I_p = \frac{P_\beta}{\sqrt{3}\,U_s \cos\varphi} = \frac{25756}{\sqrt{3}.400.0{,}98} = 37{,}934\ A \qquad (5.1)$$

- hodnota dovoleného proudového proudu I musí být větší, než je maximální hodnota proudu protékajícího přípojkou I_p:

$$I > I_p \Rightarrow k_1\, k_2\, I_{nz} > I_p \Rightarrow I_{nz} > \frac{I_p}{k_1\, k_2} \quad => \quad I_{nz} = \frac{37{,}934}{0{,}95.1} = 39{,}931\ A \qquad (5.2)$$

I_{nz} je hodnota jmenovité proudové zatížitelnosti daného kabelu při uložení v zemi 20 °C,

k_1 je přepočítací součinitel proudové zatížitelnosti pro daný kabel a daný způsob uložení, k_1 = 0,95

k_2 je přepočítací součinitel proudové zatížitelnosti pro daný kabel a danou teplotu prostředí, k_2 = 1

- vyhovuje kabel CYKY-J 4x10 mm^2, jehož I_{nz} = 52 A

$$I_{dov} > I_P \Rightarrow I_{nz} \cdot k_1 \cdot k_2 > I_P \Rightarrow I_{dov} = 52 \cdot 0{,}95 \cdot 1 = 49{,}4 > 37{,}934 \Rightarrow vyhovuje \qquad (5.3)$$

..

5.1 Kontrola hlavní přípojky objektu na úbytek napětí

- hlavní přípojku objektu představuje kabel CYKY-J 4x10 mm^2 délky přibližně 20 m
- úbytek napětí v rozvodu mezi přípojkovou skříní a rozvaděčem za elektroměrem u světelného a smíšeného odběru nemá překročit 2 % U_S:

$$\Delta U_s = \frac{l\,P_\beta}{\gamma\,S\,U_s} < 0{,}02\,U_s \qquad (5.1.1)$$

$$\Delta U_f = I_p \cdot R_k \cdot l + I_p \cdot X_k \cdot l \qquad (5.1.2)$$

Kde: l =20 m; P_β = 25,756 kW; R_k = 2,1764 Ω; S = 10 mm^2; U_s = 400V

$$\Delta U_S = \frac{20 \cdot 25756}{56{,}0538.10.400} = 2{,}297\,V < 8\,V$$

$$\Delta U_f = 37{,}934 \cdot 2{,}1764 \cdot 0{,}02 + 37{,}934 \cdot 0{,}104 \cdot 0{,}02 = 1{,}62\,V$$

$$\Delta U\% = \frac{\sqrt{3} \cdot \Delta U_f}{U_S} = \frac{\sqrt{3} \cdot 1.62}{400} = 0{,}7\ \% \qquad (5.1.3)$$

- z výše uvedeného výpočtu vyplývá, že hlavní přípojka objektu provedená kabelem CYKY-J 4x10 mm^2 délky 20 m vyhovuje z hlediska úbytku napětí

5.2 Návrh jištění hlavní přípojky objektu

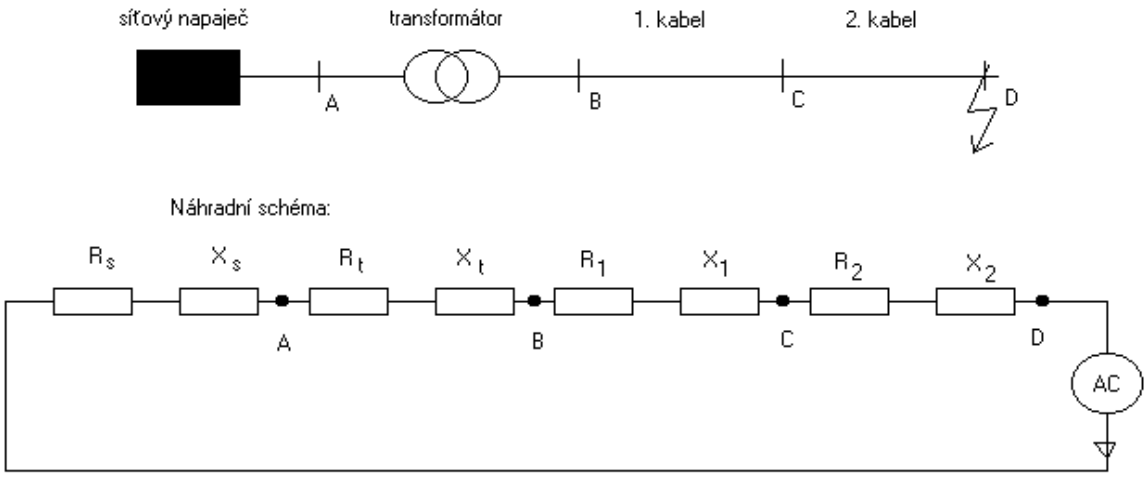
- pro jištění hlavní přípojky objektu bude jako jistící prvek použit jistič před elektroměrem
- hodnota jmenovitého proudu jističe I_{nj} musí být menší než je hodnota dovoleného proudového proudu I_{Ndov}.

$$I_{nj} < I_{dov} \Rightarrow I_{nj} < k_1 \cdot k_2 \cdot I_{nz}$$

$$I_{nj} < 0{,}95 \cdot 1 \cdot 52 = 49{,}4\,A \qquad (5.1.4)$$

- na základě výše uvedených výpočtu volím jistič se jmenovitou hodnotou proudu 40 A.
- jelikož jmenovitá hodnota proudu pojistek před hlavním jističem umístěným v přípojkové skříni má být minimálně o 2 stupně vyšší než je jmenovitá hodnota proudu jističe před elektroměrem, volím výkonové nožové pojistky se jmenovitou hodnotou proudu 63 A

5.3 Výpočet zkratových poměrů



Obr. 2. Ilustrativní obrázek pro výpočet zkratových poměrů

- *Síť*

$$Z_{QT} = \frac{cU_N^2}{S_{KQ}^{''} \cdot t_R{}^2} = \frac{1{,}1 \cdot 10^2}{54{,}5 \cdot 25^2} = 3{,}23 m\Omega \tag{5.3.1}$$

$X_{QT} = 0{,}995 \cdot Z_{QT} = 0{,}995 \cdot 3{,}23 = 3{,}21$ mΩ (5.3.2)

$R_{QT} = 0{,}1 \cdot X_{QT} = 0{,}1 \cdot 3{,}21 = 0{,}321$ mΩ (5.3.3)

- *Transformátor*

$S_K = 54{,}5$ MVA; c = 1,1; $U_N = 10$ kV; p = 25

$S_T = 0{,}4$ MVA; $U_T = 0{,}4$ kV; $u_{KR\%} = 6$ %; $u_{RR\%} = 3{,}2$ %

$$Z_T = \frac{u_{KR\%}}{100} \frac{U_T{}^2}{S_T} = \frac{6}{100} \cdot \frac{(0{,}4 \cdot 10^3)^2}{0{,}4 \cdot 10^6} = 24 m\Omega \tag{5.3.4}$$

$$R_T = \frac{u_{RR\%}}{100} \frac{U_T{}^2}{S_T} = \frac{3{,}2}{100} \cdot \frac{(0{,}4 \cdot 10^3)^2}{0{,}4 \cdot 10^6} = 12{,}8 m\Omega \tag{5.3.5}$$

$$X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} = \sqrt{24^2 - 12{,}8^2} = 20{,}3 m\Omega \tag{5.3.6}$$

- *Kabelová vedení*

Přívodní kabel 1:

AYKY 3x120+70 R = 0,44 Ωkm^{-1}; X = 0,15 H km^{-1}; l = 50 m

$R_1 = R \cdot l = 0{,}44 \cdot 0{,}05 = 0{,}022$ Ω (5.3.7)

$X_1 = X \cdot l = 0{,}15 \cdot 0{,}05 = 0{,}0075$ H (5.3.8)

$$Z_1 = \sqrt{R_1^2 + X_1^2} = \sqrt{0{,}022^2 + 0{,}0075^2} = 23{,}2 m\Omega \tag{5.3.9}$$

Přívodní kabel 2:

CYKY-J 4x10 mm^2: R = 3,62 Ωkm^{-1}, X = 0,104 Hkm^{-1}, l = 20 m

$R_2 = R \cdot l = 0{,}0282 \cdot 0{,}02 = 0{,}564$ mΩ

$X_2 = X \cdot l = 0{,}0127.0{,}02 = 0{,}254$ mH

$Z_2 = \sqrt{R_2^2 + X_2^2} = \sqrt{0{,}564^2 + 0{,}254^2} = 4{,}4\ m\Omega$

Celková náhradní impedance:

$Z_C = Z_S + Z_T + Z_1 + Z_2 = 3{,}23 + 24 + 23{,}2 + 4{,}4 = 54{,}84$ mΩ (5.3.10)

- *Třífázový souměrný zkratový proud:*

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_S}{\sqrt{3} \cdot Z_C} = \frac{1{,}1 \cdot 400}{\sqrt{3} \cdot 54{,}84 \cdot 10^{-3}} = 4{,}6\,kA \qquad (5.3.11)$$

- *Tepelné účinky zkratového proudu*

Ekvivalentní oteplovací proud:

$$I_{KE} = k_E \cdot I_K'' = 1 \cdot 4{,}6 = 4{,}6\,kA \qquad (5.3.12)$$

- *Kontrola na minimální průřez*

Pro náš zvolený kabel CYKY-J 4x10 mm^2 platí:

- provozní teplota jádra kabelu ν_1 = 65 °C
- maximální dovolené oteplení při zkratu ν_K = 200 °C

koeficient k odečteme z grafu pro náš kabel, jeho hodnota je dána veličinami ν_1 a ν_K. Jeho velikost je: k = 500.

$$S_{\min} = \frac{I_{KE}\sqrt{t_K}}{k} = \frac{4{,}6 \cdot 10^3 \cdot \sqrt{1}}{500} = 9{,}26\,mm^2 \qquad (5.3.13)$$

$S_{min} \leq S$, S = 10 mm^2, zvolený kabel vyhovuje tepelným účinkům zkratového proudu.

6 Ekonomická bilance

6.1 Varianta A – Klasik

Tab. č. 9 Elektroměrový rozvaděč a přípojková skříň

Přístroj, materiál:	Typ:	MJ	Množství	Cena MJ:	Cena celkem [Kč]:
Přípojková skříň ER121	DCK Holoubkov PVP7	ks	1	981,00	981,00
Pojistkový spodek SV100	DCK PSP1P	ks	3	800,00	2400,00
Pojistková vložka	PN01 50A	ks	3	220,00	660,00
Elektroměrový rozvaděč ER 1.0P	DCK Holoubkov ER 1.0P	ks	1	5 900,00	5900,00
Elektroměr	ZPA Prešov, ET424	ks	1	3 500,00	3500,00
Jistič, 3-pólový, 40 A	Jistič PL7-40/3/B 40A Eaton	ks	1	545,00	545,00
Jistič, 1-pólový, 6 A	Jistič 6A, PL7- 6/1/B (10kA) Eaton	ks	1	124,51	124,51
Výstražná tabulka na rozvaděči	-	ks	1	5,00	5,00
Pojistky 50 A	-	ks	3	40,00	120,00
Montáž - Elektroměr. rozvaděč, přípojková skříň	-	kpl	1	250,00	250,00

Tab. č. 10 Rozvaděč RD 50.1.a

Přístroj, materiál:	Typ:	MJ	Množství	Cena MJ:	Cena celkem [Kč]:
Jistič, 1-pólový, 16 A	Jistič 16A, PL7-16/1/B (10kA) Eaton	ks	13	98,13	1275,69
Jistič, 1-pólový, 6 A	Jistič 6A, PL7- 6/1/B (10kA) Eaton	ks	1	124,51	124,51
Jistič, 3-pólový, 16 A	Jistič PL7-16/3/B 16A Moeller	ks	2	399,00	798,00
Jistič, 3-pólový, 25 A	Jistič PL7-25/3/B 25A Moeller	ks	1	401,00	401,00
Proudový chránič, 2-pólový, 16 A, 30 mA	Chránič 16A, PF7-16/2/001-A proudový chránič Eaton	ks	3	1522,00	4566,00
Proudový chránič, 4-pólový, 25 A, 30 mA	Chránič 25A, PF7-25/4/003 proudový chránič Eaton	ks	1	1154,00	1154,00
Rozvaděč plastový	Rozvaděč KLV-U-4/56-F pod omítku	ks	1	1203,96	1203,96
Stykač	Moeller Stykač Z-SCH 230V/40-40	ks	1	1260,00	1260,00
Vypínač 40 A	Vypínač Moeller (Eaton) ZP-A40/3, 40A, 3P (248265)	ks	1	500,00	500,00
Montáž - Rozvaděč RD 50.1.a	-	kpl	1	350	350
Svodič bleskových proudů typ 1	DEHN bloc M DB M 1 255 FM *961125	ks	3	4225,69	12677,07

Tab. č. 11 Rozvaděč RD 50.1.b

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Rozvaděč plastový	Rozvaděč KLV-U-2/28-F pod omítku	ks	1	720,00	720,00
Proudový chránič, 2-pólový, 16 A, 30 mA	Chránič 16A, PF7-16/2/001-A proudový chránič Eaton	ks	3	1522,00	4566,00
Jistič, 1-pólový, 10 A	Jistič 10A, PL7-10/1/B (10kA) Eaton	ks	12	114,76	1377,12
Montáž - Rozvaděč RD 50.1.b	-	kpl	1	167,00	167,00

Tab. č. 12 Rozvaděč RD 50.2

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Rozvaděč plastový	Rozvaděč KLV-U-3/42-F pod omítku	ks	1	972,31	972,31
Proudový chránič, 2-pólový, 16 A, 30 mA	Chránič 16A, PF7-16/2/001-A proudový chránič Eaton	ks	3	1522,00	4566,00
Jistič, 1-pólový, 10 A	Jistič 10A, PL7-10/1/B (10kA) Eaton	ks	2	114,76	229,52
Jistič, 3-pólový, 16 A	Jistič PL7-16/3/B 16A Moeller	ks	8	399,00	3192,00
Jednotka řídicí univerzální, řadová	8300-0-0125	ks	1	2352	2352
Svodič bleskových proudů typ 2	DEHN DEHNguard M DG M TNS 275 FM *952405	ks	1	4806,26	4806,26
Montáž - Rozvaděč RD 50.2	-	kpl	1	350	350,00

Tab. č. 13 Domovní elektroinstalace kabely

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
CYKY-J 3x1,5 mm^2	-	m	336	12	4032,00	11,50	3864,00
CYKY-J 3x2,5 mm^2	-	m	347	25	8675,00	11,50	3990,50
CYKY-J 4x10 mm^2	-	m	20	100,00	2000,00	15,90	318,00
CYKY-J 5x1,5 mm^2	-	m	135	16	2160,00	11,50	1552,50
CYKY-J 5x2,5 mm^2	-	m	50	30	1500,00	11,8	590,00
CYKY-J 5x6 mm^2	-	m	10	98	980,00	12,90	129,00
Držák trubky		ks	634	4,6	2916,4	18	11412,00
Držák trubky		ks	1268	4,6	5832,8	18	22824,00
JYTY-O 2x1 mm^2	-	m	25,5	11	280,50	11,50	293,25
Koaxialni	-	m	130	12,5	1625,00	17,00	2210,00
RJ11	-	m	17	9	153,00	15,00	255,00
Trubka ohebná 320N MONOFLEX 16	-	m	115	4	460,00	15,40	1771,00
TRUBKA PVC 29 1429/1 MONOFLEX	-	m	317	20,00	6340,00	15,40	4881,80
UTP	-	m	130	11,9	1547,00	17,00	2210,00

Tab. č. 14 Domovní elektroinstalace

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Spínač jednopólový (č. 1)	3559-A01345	ks	13	74	962	27,4	356,2
Spínač lustrový (č. 5)	3559-A05345	ks	2	100,8	201,6	34,6	69,2
Spínač střídavý (č. 6)	3559-A06345	ks	12	79,2	950,4	48	576
Spínač střídavý (č. 6+6)	3559-A52345	ks	2	130,4	260,8	51,8	103,6
Spínač střídavý (č. 7)	3559-A07345	ks	2	115,2	230,4	82,8	165,6
Zásuvky třífázové	Kombinovaná zásuvka 400V/16A/5	ks	5	391,5	1957,5	117,6	588
Zásuvky jednofázové dvojité, 16 A, 250 V AC, s clonkami, s natočenou dutinou	5513A-C02357 B	ks	37	137,5	5087,5	87,8	3248,6
Zásuvky jednofázové, 16 A, 250 V AC, s ochranným kolíkem, s clonkami	5518A-A2359 B	ks	1	95,5	95,5	87,8	87,8
Zásuvky jednofázové dvojité, 16 A, 250 V AC s ochranou proti přepětí	5593A-C02357 B	ks	13	832	10816	117,6	1528,8
TV/SAT zásuvky	5013A-A00252 B	ks	5	28	140	82,3	411,5
Zásuvka datová 2x RJ45	5013A-A00252 B	ks	6	195	1170	82,3	493,8
Telefonní zásuvky	5013A-A00215 B	ks	2	257	514	82,3	164,6
Maska nosná s 2 otvory	5013A-A00215 B	ks	8	44	352	8	64
Kryt spínače s jednou páčkou	3559M-A00651 41	ks	27	32	864	8	216
Kryt spínače s dvěma páčkami	3559M-A00652 41	ks	4	42	168	8	32
Krabice elektroinstalační 6400-201 bez víčka	-	ks	100	6	600	16,7	1670
Krabice elektroinstalační 6400-221 s víčkem a věnečkem	-	ks	50	29	1450	37,8	1890
Přístroj zásuvky anténní televizní, rozhlasové a satelitní - koncové	5011-A3303	ks	5	204,8	1024	25	125
Přístroj zásuvky ISDN průchozí dvojnásobné	5013U-A00152	ks	6	313,6	1881,6	20	120
Přístroj zásuvky telefonní dvojnásobné	5013U-A00105	ks	2	244,64	489,28	20	40
Rámeček pro elektroinstalační přístroje, jednonásobný	3901A-B10 B	ks	44	18,16	799,04	8	352
Snímače pohybu - osvětlení	-	ks	5	1700	8500	125	625
Elektronický vrátný	-	ks	1	15000	15000	2500	2500

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Elektrické ovládání dveří a branky	-	ks	2	890	1780	450	900
Tablo tlačítkové video, 2tlačítkové	8300-0-0102	ks	1	7700	7700	400	400
Tablo tlačítkové audio, 2tlačítkové	8300-0-0097	ks	1	4875	4875	400	400
Videotelefon domovní, s dotykovým displejem a hands-free ovládáním	8300-0-0085	ks	3	6580	19740	550	1650
Krabice instalační, nástěnná, velikost 1	8300-0-0116	ks	3	400	1200	32	96
Krabice instalační, zapuštěná, velikost 2	8300-0-0249	ks	1	530	530	32	32
Krabice instalační, zapuštěná, velikost 1	8300-0-0248	ks	1	450	450	32	32
Oživení systému TV+SAT+INTERNET+ETHERNET	-	kpl	1	0	0	5000	5000

Tab. č. 15 Zabezpečení objektu

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Senzor otevření okna a dveří	-	ks	12	500	6000	220	2640
Senzor zamčení	-	ks	2	500	1000	220	440
Tříštivé	-	ks	6	650	3900	220	1320
PIR dálkový	-	ks	1	750	750	220	220
PIR klasik	-	ks	3	650	1950	220	660
Pir venkovní	-	ks	6	875	5250	220	1320
Klávesnice	-	ks	2	2600	5200	320	640
Hlásič požáru	-	ks	5	2099	10495	180	900
Ústředna EZS + BOX + Trafo + aku. 15 Ah	-	ks	1	5799	1	320	320
Kamery venkovní	SONYCCD VDA110-E sWDR	ks	3	5100	15300	250	750
Kamery interiérové	VDS120-D15 - CCD PIXIM	ks	2	3200	6400	250	500

Tab. č. 16 Osvětlení objektu

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Bodová svítidla TV	Vestavné bodové svítidlo Massive Heze 59655/48/10	ks	7	638	4466	80	560
Bodová svítidla hala	Vestavné bodové svítidlo Massive Heze 59657/48/10	ks	8	1105	8840	80	640
Bodová svítidla schodiště	INLET S, 350mA, IP20	ks	15	800	12000	115	1725
Kuchyňská linka	Zářivkové	ks	7	500	3500	120	840
Koupelna zrcadlo	SLV L-line 60, svítidlo nad zrcadlo, 1x24W, 60cm, stříbrnošedá, IP43	ks	3	4000	12000	101	303
Koupelna - stropní	Paulmann bodovky Hexa, 12V, chrom, IP44, GU5,3	ks	4	267	1068	125	500
Stropní svítidla předsíň, hala 2. NP, chodba, technická místnost, úklid	Svítidlo stropní 30184/43/10	ks	8	1106	8848	93,6	748,8
Speciální světla - 2 x WC, umývárna, prádelna	32021/11/10	ks	4	721	2884	128	512
Obytné místnosti	Stropní svítidlo Massive Norah 30295/48/10	ks	10	2010	20100	198	1980
Parkovací stání	Svítidlo venkovní 1909/01/47	ks	9	718	6462	93,6	842,4
Venkovní osvětlení	Svítidlo venkovní 1911/01/47	ks	20	736	14720	93,6	1872

Tab. č. 17 Ochrana před atmosférickým přepětím venkovní

Přístroj, materiál:	Typ:	MJ	Množství	Cena MJ:	Cena celkem [Kč]:
CY 6	-	m	30	25	750
Drobný materiál	-	kpl	1	3000	3000
Jímač DEHNcon-H HVI Light III SET	819 263	kpl	2	12200	24400
Kotvení do zdi	105 114	ks	4	450	1800
Krabice + zkušební svorka	476 010	m	2	1131,3	2262,6
Podpěra pro vodič HVI	275 120	ks	25	76,9	1922,5
Propojovací pásek	377 007	ks	3	197	591
Svorka + příslušenství	390 051	ks	2	52,3	104,6
Svorky na průtahy	540 100	ks	4	149	596
Uzemňovací svorka na potrubí	540 100	ks	2	154	308
Zemnící pásek FeZn 30x3	-	m	42	40,9	1717,8
Montáž	-	kpl	1	7500	7500

6.2 VARIANTA B – Moderní

Tab. č. 18 Elektroměrový rozvaděč a přípojková skříň

Přístroj, materiál:	Typ:	MJ	Množství	Cena MJ:	Cena celkem [Kč]:
Přípojková skříň ER121	DCK Holoubkov PVP7	ks	1	981,00	981,00
Pojistkový spodek SV100	DCK PSP1P	ks	3	800,00	2400,00
Pojistková vložka	PN01 50A	ks	3	220,00	660,00
Elektroměrový rozvaděč ER 1.0P	DCK Holoubkov ER 1.0P	ks	1	5 900,00	5900,00
Elektroměr	ZPA Prešov, ET424	ks	1	3 500,00	3500,00
Jistič, 3-pólový, 40 A	Jistič PL7-40/3/B 40A Eaton	ks	1	545,00	545,00
Jistič, 1-pólový, 6 A	Jistič 6A, PL7- 6/1/B (10kA) Eaton	ks	1	124,51	124,51
Výstražná tabulka na rozvaděči	-	ks	1	5,00	5,00
Pojistky 50 A	-	ks	3	40,00	120,00
Montáž - Elektroměr. rozvaděč, přípojková skříň	-	kpl	1	250,00	250,00

Tab. č. 19 Rozvaděč RD 50.1.a

Přístroj, materiál:	Typ:	MJ	Množství	Cena MJ:	Cena celkem [Kč]:
Jistič, 1-pólový, 16 A	Jistič 16A, PL7-16/1/B (10kA) Eaton	ks	13	98,13	1275,69
Jistič, 1-pólový, 6 A	Jistič 6A, PL7- 6/1/B (10kA) Eaton	ks	1	124,51	124,51
Jistič, 3-pólový, 16 A	Jistič PL7-16/3/B 16A Moeller	ks	2	399,00	798,00
Jistič, 3-pólový, 25 A	Jistič PL7-25/3/B 25A Moeller	ks	1	401,00	401,00
Proudový chránič, 2-pólový, 16 A, 30 mA	Chránič 16A, PF7-16/2/001-A proudový chránič Eaton	ks	3	1522,00	4566,00
Proudový chránič, 4-pólový, 25 A, 30 mA	Chránič 25A, PF7-25/4/003 proudový chránič Eaton	ks	1	1154,00	1154,00
Rozvaděč plastový	Rozvaděč KLV-U-4/56-F pod omítku	ks	1	1203,96	1203,96
Stykač	Moeller Stykač Z-SCH 230V/40-40	ks	1	1260,00	1260,00
Vypínač 40 A	Vypínač Moeller (Eaton) ZP-A40/3, 40A, 3P (248265)	ks	1	500,00	500,00
Montáž - Rozvaděč RD 50.1.a	-	kpl	1	350	350
Svodič bleskových proudů typ 1	DEHN bloc M DB M 1 255 FM *961125	ks	3	4225,69	12677,07

Tab. č. 20 Rozvaděč RD 50.1.b

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Rozvaděč plastový	Rozvaděč BF-U-4/96-C velkoobsahový	ks	1	2406,65	2406,65
Proudový chránič, 2-pólový, 16 A, 30 mA	Chránič 16A, PF7-16/2/001-A proudový chránič Eaton	ks	3	1522,00	4566,00
Jistič, 1-pólový, 10 A	Jistič 10A, PL7-10/1/B (10kA) Eaton	ks	12	114,76	1377,12
Jistič, 1-pólový, 6 A	Jistič 6A, PL7- 6/1/B (10kA) Eaton	ks	3	124,51	373,53
Modul napájecí, řadový	3270-C16900	ks	1	3832	3832
Modul řídicí, řadový	3270-C16100	ks	1	7328	7328
Modul komunikační, řadový	3270-C16200	ks	1	8752	8752
Modul převodníku RS-485,RS-232	3270-C16700	ks	1	6070	6070
Modul logických funkcí, řadový	3270-C16400	ks	1	4376	4376
Modul GSM, řadový	3270-C16500	ks	1	11440	11440
Modul spínací pro termohlavice, řadový	3270-C67600	ks	2	4592	9184
Modul spínací 8x 10 A, řadový	3270-C87100	ks	2	4200	8400
Modul stmívací 2kanálový, řadový	3270-C27900	ks	3	5032	15096
Montáž - Rozvaděč RD 50.1.b	-	kpl	1	1500	1500

Tab. č. 21 Rozvaděč RD 50.2

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Rozvaděč plastový	Rozvaděč BF-U-4/96-C velkoobsahový	ks	1	2406,65	2406,65
Proudový chránič, 2-pólový, 16 A, 30 mA	Chránič 16A, PF7-16/2/001-A proudový chránič Eaton	ks	4	1522,00	6088,00
Jistič, 1-pólový, 10 A	Jistič 10A, PL7-10/1/B (10kA) Eaton	ks	2	114,76	229,52
Jistič, 3-pólový, 16 A	Jistič PL7-16/3/B 16A Moeller	ks	9	399,00	3591,00
Jednotka řídicí univerzální, řadová	8300-0-0125	ks	1	2352	2352
Modul napájecí, řadový	3270-C16900	ks	1	3832	3832
Modul řídicí, řadový	3270-C16100	ks	1	7328	7328
Modul spínací 4x 10 A, řadový	3270-C47100	ks	1	3608	3608
Modul žaluziový, řadový	3270-C67400	ks	2	4920	9840
Modul stmívací 2kanálový, řadový	3270-C27900	ks	4	5032	20128
Jistič, 1-pólový, 6 A	Jistič 6A, PL7- 6/1/B (10kA) Eaton	ks	4	124,51	498,04
Svodič bleskových proudů typ 2	DEHN DEHNguard M DG M TNS 275 FM *952405	ks	1	4806,26	4806,26
Montáž - Rozvaděč RD 50.2	-	kpl	1	1500	1500

Tab. č. 22 Domovní elektroinstalace kabely

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
CYKY-J 3x1,5 mm^2	-	m	504	12	6048,00	11,50	5796,00
CYKY-J 3x1,5 mm^2	-	m	175	25	4375,00	11,80	2065,00
CYKY-J 3x2,5 mm^2	-	m	347	25	8675,00	11,50	3990,50
CYKY-J 4x10 mm^2	-	m	20	100,00	2000,00	15,90	318,00
CYKY-J 5x2,5 mm^2	-	m	50	30	1500,00	11,80	590,00
CYKY-J 5x6 mm^2	-	m	10	98	980,00	12,90	129,00
Držák trubky	-	ks	634	4,6	2916,4	18	11412,00
Držák trubky	-	ks	1268	4,6	5832,8	18	22824,00
HDMI	-	m	10	150	1500	20,00	200,00
JYTY-O 2x1 mm^2	-	m	86	11	946,00	11,50	989,00
Koaxialni	-	m	130	12,5	1625,00	17,00	2210,00
KSE224		m	111	17,6	1953,60	11,5	1276,50
RJ11	-	m	17	9	153,00	15,00	255,00
Trubka ohebná 320N MONOFLEX 16	-	m	218	4	872,00	15,40	3357,20
TRUBKA PVC 29 1429/1 MONOFLEX	-	m	317	20,00	6340,00	15,40	4881,80
UTP	-	m	130	11,9	1547,00	17,00	2210,00

Tab. č. 23 Domovní elektroinstalace

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Snímač tlačítkový Ego-n®, jednonásobný	3271M-A28900 41	ks	16	1320	21120	15	240
Snímač tlačítkový Ego-n®, dvojnásobný	3271M-A48900 41	ks	8	1380	11040	15	120
Termostat spínač otočný	3274M-A58200 01	ks	4	1544	6176	15	60
Termostat spínač LCD	3273M-A58100 03	ks	2	2840	5680	15	30
Vysílač radiofrekvenčního (RF) signálu dvoutlačítkový, nástěnný	3299M-A11900 41	ks	4	773,6	3094,4	5	20
Vysílač radiofrekvenčního (RF) signálu vícekanálový, ruční	3299-96900 S	ks	1	1240	1240	5	5
Modul snímače teploty, vestavný	3279-C18010	ks	5	2184	10920	15	75
Snímač rychlosti větru	6410-0-0370	ks	1	2552	2552	220	220
Zásuvky jednofázové dvojité, 16 A, 250 V AC, s clonkami, s natočenou dutinou	5513A-C02357 B	ks	37	137,5	5087,5	87,8	3248,6
Zásuvky jednofázové, 16 A, 250 V AC, s ochranným kolíkem, s clonkami	5518A-A2359 B	ks	1	95,5	95,5	87,8	87,8

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Zásuvky jednofázové dvojité, 16 A, 250 V AC s ochranou proti přepětí	5593A-C02357 B	ks	13	832	10816	117,6	1528,8
TV/SAT zásuvky	5013A-A00252 B	ks	5	28	140	82,3	411,5
Zásuvka datová 2x RJ45	5013A-A00252 B	ks	6	195	1170	82,3	493,8
Telefonní zásuvky	5013A-A00215 B	ks	2	257	514	82,3	164,6
Maska nosná s 2 otvory	5013A-A00215 B	ks	8	44	352	8	64
Kryt spínače s jednou páčkou	3559M-A00651 41	ks	13	32	416	8	104
Kryt spínače s dvěma páčkami	3559M-A00652 41	ks	3	42	126	8	24
Krabice elektroinstalační 6400-201 bez víčka	-	ks	102	6	612	16,7	1703,4
Krabice elektroinstalační 6400-221 s víčkem a věnečkem	-	ks	25	29	725	37,8	945
Přístroj zásuvky anténní televizní, rozhlasové a satelitní - koncové	5011-A3303	ks	5	204,8	1024	25	125
Přístroj zásuvky ISDN průchozí dvojnásobné	5013U-A00152	ks	6	313,6	1881,6	20	120
Přístroj zásuvky telefonní dvojnásobné	5013U-A00105	ks	2	244,64	489,28	20	40
Rámeček pro elektroinstalační přístroje, jednonásobný	3901M-A00110 41	ks	43	18,16	780,88	8	344
Snímač tlačítkový Ego-n®, dvojnásobný s RF přijímačem	3271M-A48800 41	ks	1	2612	2612	5	5
Snímač tlačítkový Ego-n®, jednonásobný s RF přijímačem	3271M-A28800 01	ks	1	2520	2520	5	5
Snímač teploty	3273U-A90100	ks	5	632	3160	20	100
Snímač pohybu Ego-n®	3272M-A18100 03	ks	5	1752	8760	15	75
Hlavice ovládací termoelektrická	2-D42-00-101	ks	11	784	8624	85	935
Snímač osvětlení Ego-n®, vestavný	3279-C18020	ks	5	2036	10180	20	100
Přístroj stanice povětrnostní s ovladačem	6410-0-0371	ks	1	5784,8	5784,8	220	220
Snímače pohybu - osvětlení	-	ks	5	1700	8500	125	625
Elektronický vrátný	-	ks	1	15000	15000	2500	2500

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Elektrické ovládání dveří a branky	-	ks	2	1200	2400	450	900
Elektricky ovládané rolety	-	ks	12	3500	42000	220	2640
Tablo tlačítkové video, 2tlačítkové	8300-0-0102	ks	1	7700	7700	400	400
Tablo tlačítkové audio, 2tlačítkové	8300-0-0097	ks	1	4875	4875	400	400
Videotelefon domovní, s dotykovým displejem a hands-free ovládáním	8300-0-0085	ks	3	6580	19740	550	1650
Krabice instalační, nástěnná, velikost 1	8300-0-0116	ks	3	400	1200	32	96
Krabice instalační, zapuštěná, velikost 2	8300-0-0249	ks	1	530	530	32	32
Krabice instalační, zapuštěná, velikost 1	8300-0-0248	ks	1	450	450	32	32
Vysílač radiofrekvenčního (RF) signálu tlačítkový, nástěnný	3299M-A21900 41	ks	1	740	740	5	5
Zásuvky třífázové	Kombinovaná zásuvka 400V/16A/5	ks	5	391,5	1957,5	117,6	588
Oživení systému TV+SAT+INTERNET+ ETHERNET	-	kpl	1	0	0	5000	5000
Oživení systému Ego-n®	-	kpl	1	0	0	40000	40000

Tab. č. 24 Zabezpečení objektu

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Senzor otevření okna a dveří	-	ks	12	500	6000	220	2640
Senzor zamčení	-	ks	2	500	1000	220	440
Tříštivé	-	ks	6	650	3900	220	1320
PIR dálkový	-	ks	1	750	750	220	220
PIR klasik	-	ks	3	650	1950	220	660
Pir venkovní	-	ks	6	875	5250	220	1320
Klávesnice	-	ks	2	2600	5200	320	640
Hlásič požáru	-	ks	5	2099	10495	180	900
Ústředna EZS + BOX + Trafo + aku. 15 Ah	-	ks	1	5799	5799	320	320
Kamery venkovní	SONYCCD VDA110-E sWDR	ks	3	5100	15300	250	750
Kamery interiérové	VDS120-D15 - CCD PIXIM	ks	2	3200	6400	250	500

Tab. č. 25 Osvětlení objektu

Přístroj, materiál:	*Typ:*	*MJ*	*Množství*	Materiál		Montáž	
				Cena MJ:	*Cena celkem [Kč]:*	*Cena MJ:*	*Cena celkem [Kč]:*
Bodová svítidla TV	Vestavné bodové svítidlo Massive Heze 59655/48/10	ks	7	638	4466	80	560
Bodová svítidla hala	Vestavné bodové svítidlo Massive Heze 59657/48/10	ks	8	1105	8840	80	640
Bodová svítidla schodiště	INLET S, 350mA, IP20	ks	15	800	12000	115	1725
Kuchyňská linka	Zářivkové	ks	7	500	3500	120	840
Koupelna zrcadlo	SLV L-line 60, svítidlo nad zrcadlo, 1x24W, 60cm, stříbrnošedá, IP43	ks	3	4000	12000	101	303
Koupelna - stropní	Paulmann bodovky Hexa, 12V, chrom, IP44, GU5,3	ks	4	267	1068	125	500
Stropní svítidla předsíň, hala 2. NP, chodba, technická místnost, úklid	Svítidlo stropní 30184/43/10	ks	8	1106	8848	93,6	748,8
Speciální světla - 2 x WC, umývárna, prádelna	32021/11/10	ks	4	721	2884	128	512
Obytné místnosti	Stropní svítidlo Massive Norah 30295/48/10	ks	10	2010	20100	198	1980
Parkovací stání	Svítidlo venkovní 1909/01/47	ks	9	718	6462	93,6	842,4
Venkovní osvětlení	Svítidlo venkovní 1911/01/47	ks	20	736	14720	93,6	1872

Tab. č. 26 Ochrana před atmosférickým přepětím venkovní

Přístroj, materiál:	Typ:	MJ	Množství	Cena MJ:	Cena celkem [Kč]:
CY 6	-	m	30	25	750
Drobný materiál	-	kpl	1	3000	3000
Jímač DEHNcon-H HVI Light III SET	819 263	kpl	2	12200	24400
Kotvení do zdi	105 114	ks	4	450	1800
Krabice + zkušební svorka	476 010	m	2	1131,3	2262,6
Podpěra pro vodič HVI	275 120	ks	25	76,9	1922,5
Propojovací pásek	377 007	ks	3	197	591
Svorka + příslušenství	390 051	ks	2	52,3	104,6
Svorky na průtahy	540 100	ks	4	149	596
Uzemňovací svorka na potrubí	540 100	ks	2	154	308
Zemnící pásek FeZn 30x3	-	m	42	40,9	1717,8
Montáž	-	kpl	1	7500	7500

6.3 Rekapitulace

Tab. č.27 Celková ekonomická bilance variant A a B

Oblast	Klasik [Kč]	Moderní [Kč]	Rozdíl [Kč]
Elektroměr. rozvaděč, přípojková skříň	14 485,51	14 485,51	0,00
Rozvaděč RD 50.1.a	24 310,23	24 310,23	0,00
Rozvaděč RD 50.1.b	6 830,12	84 701,30	77 871,18
Rozvaděč RD 50.2	16 468,09	66 207,47	49 739,38
Domovní elektroinstalace kabely - materiál	38 501,70	47 263,80	8 762,10
Domovní elektroinstalace - materiál	89 788,62	232 785,46	142 996,84
Zabezpečení - materiál	62 044,00	62 044,00	0,00
Ochrana před atmosférickým přepětím venkovní - materiál	37 452,50	37 452,50	0,00
Svítidla - materiál	94 888,00	94 888,00	0,00
Materiál podružný (3 %)	11 543,06	19 924,15	8 381,09
Domovní elektroinstalace kabely - montáž	56 301,05	62 504,00	6 202,95
Domovní elektroinstalace - montáž	23 937,70	66 482,50	42 544,80
Zabezpečení - montáž	9 710,00	9 710,00	0,00
Ochrana před atmosférickým přepětím venkovní - montáž	7 500,00	7 500,00	0,00
Svítidla - montáž	10 523,20	9 479,20	-1 044,00
Celkem materiál	384 768,77	664 138,27	279 369,5
Celkem montáž	119 515,01	175 599,85	56 084,84
Celkem	504 283,78	839 738,12	335 454,34
DPH 20 %	100 856,76	167 947,62	67 090,87
Celkem včetně DPH	605 140,54	1 007 685,74	402 545,20

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ

Katedra technologií a měření

Ochrana před bleskem a management řízeného rizika

Projektování elektroinstalace v moderních bytových objektech

vedoucí práce: **Doc. Ing. Zbyněk Martínek, CSc.** **2012**
konzultant: **Ing. Radomil Coufal**
autor: **Bc. Vít Purnoch**

1 Úvod

Cílem ochranných opatření na chráněných stavbách je zabránit škodám v důsledku úderu blesku. Soubor norem v ochraně před bleskem reaguje na dále se prohlubující vědecké poznatky ve výzkumu blesku.

V normě popsaný management rizika obsahuje analýzu rizika, prostřednictvím které může být stanovena potřeba ochrany na stavbě s ohledem na úder blesku.

Cílem ocenění rizika je dosažení snížení skutečné hodnoty rizika, které je způsobeno úderem blesku do stavby, pomocí cílených ochranných opatření na hodnotu tolerovatelnou.

2 Právní závaznost

V příloze uvedené ocenění rizika se vztahuje na údaje od provozovatele stavby, majitele nebo odborníka, které jsou přijaty nebo stanoveny na místě. Po ocenění rizika by měly být tyto údaje ještě jednou zkontrolovány.

Provedené postupy při výpočetním stanovení rizika pomocí softwaru DEHNsupport jsou odvozeny dle normy (IEC 62305-2; DIN EN 62305-2 (VDE 0185-305-2); CEI EN 62305-2; BS EN 62305-2; ČSN EN 62305-2; STN EN 62305-2; ÖVE/ÖNORM EN 62305-2).

Všechny parametry odpovídají normativním požadavkům. Je důrazně upozorněno na to, že pro lepší porozumění byly normativní zkratky částečně ve výrazech přejmenovány.

Je poukázáno na to, že všechny údaje, podklady, zobrazení, výkresy, parametry, jakož i výsledky nemají žádnou právní závaznost pro zhotovitele softwaru.

3 Normativní podklady pro Českou republiku

Soubor norem ČSN EN 62305 se sestává z následujících částí:

ČSN EN 62305-1 „Ochrana před bleskem – Část 1: Obecné principy“

ČSN EN 62305-2 „Ochrana před bleskem – Část 2: Řízení rizika“

ČSN EN 62305-3 „Ochrana před bleskem – Část 3: Hmotné škody na stavbách a nebezpečí života“

ČSN EN 62305-4 „Ochrana před bleskem – Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách“

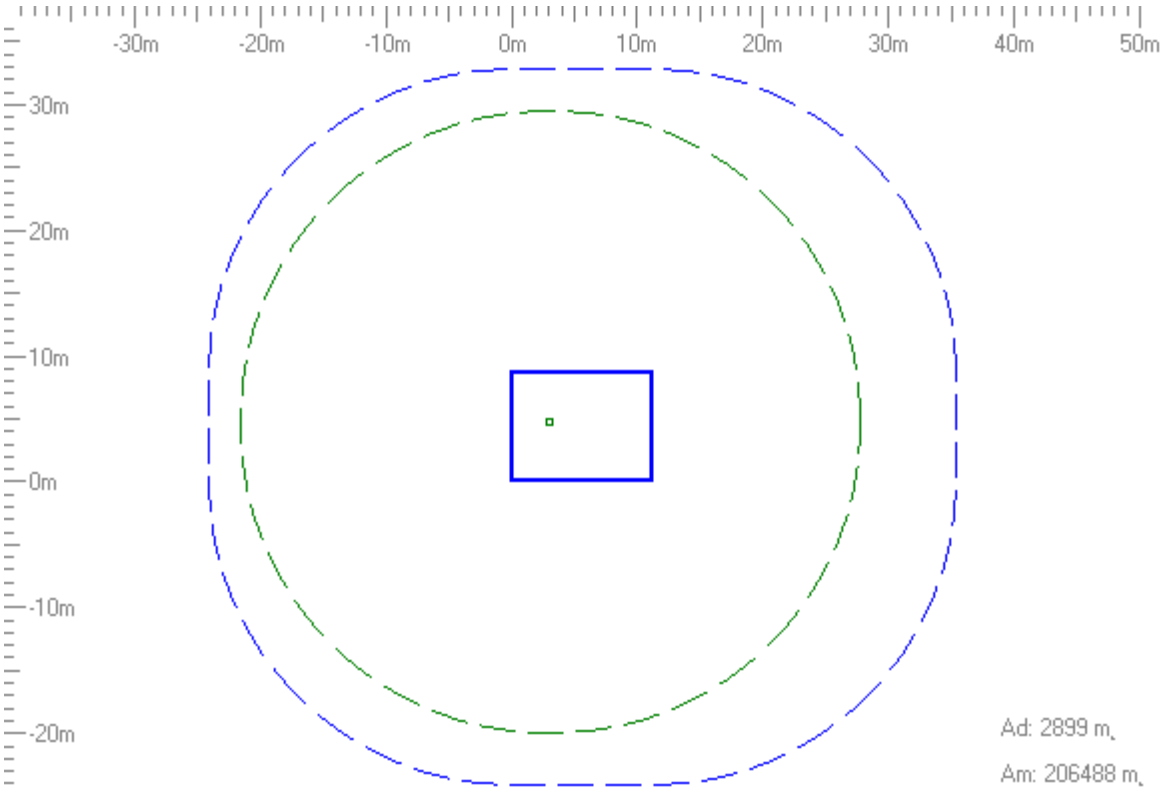
4 Projekční podklady

4.1 Zohledněná rizika

Riziko R_1: Riziko ztrát na lidských životech; R_T: 1E-5

Riziko R_4: Riziko ztrát ekonomických hodnot

4.2 Parametry stavby



C_{db} Činitel polohy: 1

Samostatně stojící objekt: žádné jiné objekty v sousedství

4.3 Zeměpisné parametry

T_d	Počet bouřkových dní za rok:	30 dnů
N_g	Hustota úderu do země:	3 km²/rok
N_d	Počet nebezpečných událostí vlivem úderů do stavby	0,008697 1/rok

4.4 Inženýrské sítě

- Vedení napájecí sítě nn a vnitřní systém
- Telekomunikační vedení a vnitřní systém

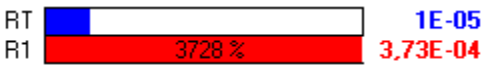
4.5 Zóny ochrany před bleskem/rozdělení do zón

LPZ 0B	Vně budovy, ochráněna před přímým úderem blesku	
	Zóny:	Z1 vnější
LPZ 1	Uvnitř stavby	
	Zóny:	Z2 vnitřní

5 Ocenění rizika

5.1 Ocenění rizika R1, ztrát na lidských životech

bez ochranných opatření



s ochrannými opatřeními

Ochranná opatření, která jsou popsaná v bodu 6, je nutno provést, aby se snížilo skutečné riziko R1.

6 Výběr ochranných opatření

Skutečné riziko bylo sníženo pomocí níže specifikovaných ochranných opatření na tolerovatelnou hodnotu.

Následný výběr ochranných prostředků je část managementu rizika projektu 09/077 a je platný jen ve spojení s tímto.

6.1 Zóna ochrany před bleskem LPZ 0B

pB	systém ochrany před bleskem LPS třída III	0,1
pEB	pospojování proti blesku Pospojování pro LPL I	0,01

Zóny Z1 vnější

Zóny Z2 vnitrní

<u>Inženýrské sítě Vedení napájecí sítě nn a vnitřní systém</u>

pSPD	koordinovaná SPD ochrana LPL 1	0,01

<u>Inženýrské sítě Telekomunikační vedení a vnitřní systém</u>

pSPD	koordinovaná SPD ochrana LPL 1	0,01

7 Ocenění rizika R4, ekonomika ochranných opatření

Pro ekonomické zohlednění je provedeno srovnání rizik R4

- bez ochranných opatření
- s ochrannými opatřeními

Výsledkem tohoto ocenění je, zda jsou náklady provedených ochranných opatření, které jsou vztaženy na hodnotu stavby, ekonomicky smysluplné (včetně následných škod a ztrát, atd).

7.1 Výpočtový parametr pro roční náklady ochranných opatření

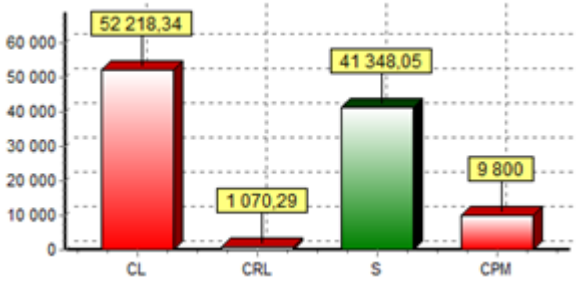
i	úroky:	4 %
at	čas amortizace:	20 let
a	amortizace:	5 %
m	sazba na údržbu:	5 %
Jednorázové náklady ochranných opatření:		70000 Kč

7.2 Náklady stavby včetně následných ztrát

CA	Cena zvířat	5000 Kč
CB	Cena stavby	10000000 Kč
CS	Cena vnitřních systémů	2000000 Kč
CC	Cena obsahu	2000000 Kč

7.3 Ocenění rizika R4

Náklady celkových ztrát následkem účinku blesku bez provedených ochranných opatření (CL) jsou 52218,34 Kč/rok. Zbývající náklady ztrát následkem účinku blesku při použitých ochranných opatřeních činí (CRL) jsou 1070,29 Kč/rok. Roční náklady ochranných opatření, které jsou vztaženy na čas amortizace 20 let (CPM) jsou 9800 Kč/rok. Roční úspora při použitých ochranných opatřeních (S) jsou 41348,05 Kč/rok. Na základě vysokého rizika s ohledem celkových ztrát následkem účinku blesku na stavbě, jsou považovana ochranná opatření jako ekonomická.



8 Všeobecné informace

8.1 Součásti vnější ochrany před bleskem

Hromosvodní součásti, které budou použity pro montáž vnější ochrany před bleskem, musí odpovídat požadavkům kladeným na mechanické a elektrické zkoušky dle souboru norem ČSN EN 50164-x. Tento soubor obsahuje tyto části:

- ČSN EN 50164-1:2008 Požadavky na spojovací součásti
- ČSN EN 50164-2:2008 Požadavky na vodiče a zemniče
- ČSN EN 50164-3:2006 + A1:2009 Požadavky na oddělovací jiskřiště
- ČSN EN 50164-4:2008 Požadavky na podpěry vodičů
- ČSN EN 50164-5:2009 Požadavky na revizní skříně a provedení zemničů

8.1.1 ČSN EN 50164-1:2008 Požadavky na spojovací součásti

Požadavky na spojovací součásti, například svorky, jsou definovány v ČSN EN 50164-1. To znamená pro firmu, která instaluje hromosvod, že spojovací součásti musí být zvoleny pro očekávané zatížení (H nebo N) v místě instalace. Například pro svorku jímací tyče (100% bleskového proudu) je definováno zatížení H (100 kA) a pro svorku instalovanou ve mříži nebo na uzemňovacím přívodu (bleskový proud rozdělen) je zatížení N (50 kA).

Schopnost instalace pro tyto příklady je nutno dokumentovat zkouškami výrobců.

8.1.2 ČSN EN 50164-2:2008 Požadavky na vodiče a zemniče

Vodiče, například jímací tyče a svody, jakož i zemniče, jsou definovány v normě ČSN EN 50164-2 konkrétními požadavky:

- mechanické vlastnosti (minimální pevnost a přetržení při prodloužení),
- elektrické vlastnosti (maximální specifický odpor),
- korozní vlastnosti (umělé stárnutí).

Pro zemniče a hloubkové zemniče jsou stanoveny požadavky v normě ČSN EN 50164-2. Důležité přitom pro všechny materiály je geometrie, minimální rozměry, jakož i mechanické a elektrické vlastnosti.

Tyto požadavky z normy jsou skutečnými vlastnostmi výrobků, které musí dokumentovat výrobce: v podkladech, jakož i výrobkové dokumentaci.

8.1.3 ČSN EN 50164-3:2006 + A1:2009 Požadavky na oddělovací jiskřiště

Oddělovací jiskřiště mohou být použita na galvanické oddělení uzemňovacích soustav.

Požadavky na oddělovací jiskřiště jsou definovány v normě ČSN EN 50164-3 a musí být dimenzována dle této normy. Dále jsou instalována v souladu s návody výrobců, přípustně, stále a bezpečně pro osoby a okolní zařízení.

8.1.4 ČSN EN 50164-4:2008 Požadavky na podpěry vodičů

Norma ČSN EN 50164-4 stanovuje požadavky a zkoušky pro kovové a nekovové podpěry vodičů, které se používají na uchycení jímacích tyčí a svodů.

8.1.5 ČSN EN 50164-5:2009 Požadavky na revizní skříně a provedení zemničů

Všechny revizní skříně a provedení zemničů musí být navrženy a konstruovány tak, aby byly při definovaném použití spolehlivé a nebyly nebezpečné pro osoby a okolí.

ČSN EN 50164-5 stanovuje požadavky a zkoušky pro revizní skříně (například tlakové zatížení) a provedení zemničů (například zkouška těsnosti).

Vypočteno dne 20. 2. 2012 DEHNsupport Toolbox 11/39 (2.044)