



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV AUTOMATIZACE A INFORMATIKY

INSTITUTE OF AUTOMATION AND COMPUTER SCIENCE

DOMOVNÍ ELEKTROINSTALACE

HOUSE WIRING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Filip Pospíšil

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.

BRNO 2021

Zadaní bakalářské práce

Ústav:	Ústav automatizace a informatiky
Student:	Filip Pospíšil
Studijní program:	Strojírenství
Studijní obor:	Aplikovaná informatika a řízení
Vedoucí práce:	doc. Ing. Miloš Hammer, CSc.
Akademický rok:	2020/21

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Domovní elektroinstalace

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

S domovními elektroinstalacemi se běžně setkáváme při každodenním životě. Proto je třeba znát základní jejich vlastnosti, a to i z hlediska návrhu a provedení. S tímto je spojena nutná znalost příslušných předpisů a norem. Uvedené se týká připojení objektu k distribuční síti až po samotnou realizaci. Bakalářská práce je zaměřena na rozbor základů vlastností elektroinstalace rodinného domu, součástí je také její návrh v uvedeném objektu.

Cíle bakalářské práce:

Rozeberte předpisy a normy pro elektroinstalace.

Navrhněte způsob připojení rodinného domu na distribuční síť.

Navrhněte elektroinstalaci vybraného rodinného domu včetně slaboproudé části.

Proveďte výpočty související s návrhem elektroinstalace pro rodinný dům, a to včetně nákladů na její realizaci.

Seznam doporučené literatury:

Vyhláška č.50/1978 Sb. - vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice, aktuální znění z 1.9.1982 (verze 2).

GARLÍK, Bohumír. Technická zařízení budov - Elektrická instalace v budovách. 1. vydání. Praha: Česká technika-nakladatelství ČVUT Praha, 2017. 414 s. ISBN 978-80-01-06342-2.

DVOŘÁČEK, Karel. Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě. 7. aktualizované vydání. Pardubice IN-EL, spol.s.r.o., 2019. 114 s. ISBN 978-80-87942-52-9.

KŘÍŽ, Michal. Dimenzování a jistění elektrických zařízení – tabulky a příklady. 5. aktualizované vydání. Pardubice: Vydavatelství IN-EL, spol. s r.o., 2019. 224 s. ISBN 978-80-87942-49-9.

ŠTĚPÁN, František. Proudové chrániče. 3. aktualizované vydání. Pardubice: Vydavatelství IN-EL, spol. s r.o., 2015. 144 s. ISBN 978-80-87942-11-6.

KŘÍŽ, Michal. Značky, barevné a alfanumerické značení v elektrotechnice. 1. vyd. el. Praha: Vydavatelství IN-EL, spol. s r.o., 2012. 130 s. ISBN 80-86230-62-7.

KŘÍŽ, Michal. Praktické pomůcky a tabulky pro elektrotechniky. 3. aktualizované vydání. Pardubice: Vydavatelství IN-EL, spol. s r.o., 2017. 65 s. ISBN 978-80-87942-28-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2020/21

V Brně, dne

L. S.

doc. Ing. Radomil Matoušek, Ph.D.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

ABSTRAKT

V bakalářské práci byla řešena problematika domovní elektroinstalace. Cílem bylo vybrat elektroinstalaci, popsat její vlastnosti a rozebrat návrh v konkrétním stavebním objektu. Bylo zvoleno řešení elektroinstalace s prvky inteligentní domácnosti od firmy HDL Automation s.r.o. , a to systém HDL Buspro. Při řešení práce se vycházelo ze současně platné legislativy, způsobu připojení rodinného domu na distribuční síť a návrhu elektroinstalace. Práce je doplněna o některé elektrotechnické a ekonomické výpočty, následně je provedeno zhodnocení, diskuze a závěr.

ABSTRACT

The bachelor's thesis addressed the issue of home wiring. The aim was to select the electrical installation, describe its properties and analyze the design in a specific building. An electrical installation, with intelligent home elements from HDL Automation Ltd. Company, was chosen, namely the HDL Buspro system. The work was based on the currently valid legislation, the method of connecting a family house to the distribution network and the design of electrical installations. The thesis is supplemented by some electro technical and economic calculations, followed by an evaluation, discussion and conclusion.

KLÍČOVÁ SLOVA

Domovní elektroinstalace, legislativa v elektroinstalacích, inteligentní domácnost, distribuční síť, HDL Buspro, cenové vyhodnocení

KEYWORDS

House wiring, legislation in wiring, smart home, distribution networks, HDL Buspro, price evaluation



2021

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

POSPÍŠIL, Filip. Domovní elektroinstalace. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/132174>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, Ústav automatizace a informatiky. Vedoucí práce Miloš Hammer.

PODĚKOVÁNÍ

Touto formou bych si dovolil vřele poděkovat mému vedoucímu práce panu docentu Miloši Hammerovi za jeho profesionální přístup a vedení při tvorbě mé bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat kolektivu firmy VEOS Pospíšil s.r.o. za cenné rady a odbornou praxi, díky které jsem nasbíral vzácné zkušenosti v oboru elektrotechniky. V neposlední řadě děkuji rodině a přátelům za podporu a pochopení po celou dobu mého studia

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tato práce je mým původním dílem, vypracoval jsem ji samostatně pod vedením vedoucího práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury.

Jako autor uvedené práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následku porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona c. 121/2000 Sb., včetně možných trestně právních důsledků.

V Brně dne 22. 5. 2021

.....

Filip Pospíšil

OBSAH

1	ÚVOD.....	15
2	LEGISLATIVA V ELEKTROINSTALACÍCH.....	16
2.1	Zákony a nařízení vlády	16
2.2	Normy	18
3	PŘIPOJENÍ K DISTRIBUČNÍ SÍTI	20
3.1	Elektroenergetická soustava	20
3.2	Druhy distribučních sítí	21
3.3	Odběr energie z distribuční sítě	24
4	SILNOPROUDÁ A SLABOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE	25
4.1	Elektroměrový rozvaděč	25
4.2	Rozvaděč	26
4.2.1	Přepěťová ochrana	27
4.2.2	Proudový chránič	28
4.2.3	Jističe	28
4.2.4	Stykače.....	29
4.2.5	Relé.....	30
4.2.6	Transformátory	30
4.2.7	Stmívače osvětlení s použitím pro domácnost	30
4.2.8	Komunikační brána.....	31
4.3	Kabelové rozvody	32
4.3.1	Silnoproudé kabely	32
4.3.2	Slaboproudé kabely	33
4.3.3	Pospojování	35
4.3.4	Způsoby uložení vedení.....	36
4.3.5	Koupelňové rozvody.....	37
4.4	Koncové prvky	38
4.4.1	Zásuvky – provedení, zapojení	38
4.4.2	Světelné obvody	39
4.4.3	Spínače osvětlení	39
4.5	Hromosvod	40
4.5.1	Základní části a provedení hromosvodu	41
4.5.2	Stanovení rizika a třídy ochrany před bleskem (LPS).....	41
4.5.3	Metoda návrhu jímací soustavy	42
5	VLASTNÍ NÁVRH ELEKTROINSTALACE	43
5.1	Systém inteligentní domácnosti HDL Buspro	43
5.2	Blokové schéma komunikace HDL Buspro	45
5.3	Moduly HDL umístěné v rozvaděčích.....	46
5.3.1	Zdroj 230 V / 24 V	46
5.3.2	Ethernetová brána	47
5.3.3	Logický binární modul	47
5.3.4	Komunikační brána Buspro – RS232 / RS485	47
5.3.5	Reléová spínací jednotka pro ovládání topení.....	47
5.3.6	Reléové spínací jednotky pro ovládání osvětlení	48
5.3.7	Stmívače	48
5.3.8	Modul k ovládání pohonu žaluzií	48

5.3.9	Modul rozbočovače pro 6 linek Buspro	49
5.3.10	Modul pro 24 bezpotenciálních kontaktů	49
5.4	Komponenty HDL umístěny mimo rozvaděče	49
5.4.1	Modul vstupů bezpotenciálních kontaktů	49
5.4.2	Víceúčelový senzor	50
5.4.3	LCD ovládací panel.....	51
5.5	Osvětlení	52
5.6	Zásuvkové obvody	53
5.7	Vytápění domu	54
5.7.1	Vytápění topnými kabely	54
5.7.2	Vytápění rekuperací	55
5.8	Žaluzie.....	56
5.9	Dveřní videotelefon.....	56
5.10	Elektronický zabezpečovací systém.....	57
5.10.1	Ústředna EZS	57
5.10.2	Komunikační modul.....	57
5.10.3	Modul pro bezdrátové rozšíření	58
5.10.4	Pohybový detektor	58
5.10.5	Detektor tříštění skla	58
5.10.6	Detektor kouře a tepla	59
5.10.7	Magnetické kontakty	59
5.10.8	Siréna.....	59
5.10.9	Ovládací zařízení.....	59
5.11	Datový rozvaděč a rozvody.....	60
5.12	Konfigurace inteligentní domácnosti	60
5.12.1	Konfigurační program HBST II	60
5.12.2	Mobilní aplikace HDL ON.....	62
6	VÝPOČET SOUVISEJÍCÍ S NÁVRHEM ELEKTROINSTALACE	63
6.1	Určení výpočtového zatížení a proudu.....	63
6.2	Cenové vyhodnocení skutečného stavu	65
7	ZHODNOCENÍ A DISKUZE	72
8	ZÁVĚR.....	74
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	75
10	SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK.....	81
10.1	Seznam symbolů a zkratk.....	81
10.2	Seznam obrázků	83
10.3	Seznam tabulek	84
11	SEZNAM PŘÍLOH	85
12	PŘÍLOHY	86

1 ÚVOD

Předložená bakalářská práce pojednává o možnostech řešení a konečném návrhu elektroinstalace rodinného domu, situovaného do nové zástavby na Hodonínsku, jehož výstavba započala v červnu roku 2019. Návrh byl proveden na základě stavební projektové dokumentace a v souladu s platnými normami ČSN. Projektová dokumentace byla vypracována na základě požadavků investora ve spolupráci s projekčním oddělením firmy HDL Automation s.r.o a konzultována s projektantem elektro. Po dokončení výstavby v roce 2021 proběhla pasportizace a cenové vyhodnocení dle skutečného stavu. Součástí projektové dokumentace je půdorysné zpracování elektro rozvodů domu a výrobní plány rozvaděčů.

Práce se soustřeďuje na silnoproudou i slaboproudou elektroinstalaci s prvky inteligentní domácnosti od firmy HDL Automation s.r.o., která má snahu sdružit většinu technologií domu do jednoho komplexu a zajistit společnou duplexní komunikaci po sběrnici. Všechny spínače, čidla a ovladače na stěnách, komunikující po sběrnici, ovládají prostřednictvím akčních členů v rozvaděči elektrické vytápění, osvětlení, elektrické žaluzie aj. Výsledkem distribuovaného systému je energetická úspora, uživatelský komfort a snadné ovládání. Na rozdíl od jiných poskytovatelů systému inteligentní domácnosti, systém HDL Buspro nemá centrální jednotku, která v případě výpadku způsobí nefunkčnost celého systému. Pokud na sběrnici selže nějaký prvek, komunikaci systému to nepřerušuje a funkční prvky tak mohou fungovat dál, což je velkou výhodou tohoto systému. Díky tomu, že je distribuovaný, řeší se jeho oživení a nastavení parametrizací pomocí programového nástroje HDL Buspro Setup Tool 2. Společnost pravidelně koná školicí akce na seznámení se a práci se softwarem, kterých jsem se dříve zúčastnil.

I přes rozsáhlé využití systému inteligentní domácnosti se instalace elektrotechnických rozvodů ve své podstatě nemění. Celý návrh vychází z předpisů a teoretických znalostí v oboru elektro, které jsou popsány v první části práce.

Mimo systém inteligentní domácnosti je v práci řešena ochrana před bleskem a také systém EZS, který s HDL Buspro není z důvodu bezpečnosti spojený. Obsažen je zde i návrh na připojení objektu k distribuční síti. Součástí praktické části je také výpočet výkonu domu, pomocí kterého byl dimenzován průřez vodiče a hodnota hlavního jističe.

2 LEGISLATIVA V ELEKTROINSTALACÍCH

Legislativa ČR oplývá velkým množstvím různých zákonů, nařízení a vyhlášek, které se postupem času neustále mění. Ovšem, jako u všech zákonů, jejich neznalost v konečném důsledku neomlouvá. Proto je důležité mít alespoň základní přehled o zákonech, vyhláškách, nařízeních a normách týkající se oboru, ve kterém se daná osoba pohybuje. V této kapitole se vyskytují pouze výpisky z platných zákonů, vyhlášek, nařízeních a norem, které se snaží vystihnout pouze to nejdůležitější týkající se obsahu bakalářské práce. Pro přesnější definici a širší informovanost je nutné nahlédnout do níže zmíněných dokumentů.

2.1 Zákony a nařízení vlády

Zákon č. 174/1968 Sb. opravňuje Technickou inspekci České republiky (TIČR) vykonávat dozor nad bezpečností vyhrazených technických zařízení. TIČR je organizací státního odborného dozoru. Působnost TIČR se vztahuje na všechny právnické osoby a na fyzické osoby vykonávající podnikatelskou činnost. Nevztahuje se však na pracoviště a technická zařízení podléhající zákonům nebo nařízením vlády nadřazeným nad tímto zákonem nebo podléhající zvláštním předpisům Ministerstva vnitra. Organizace státního odborného dozoru podávají odborná a závazná stanoviska, zda jsou při projektování, konstrukci, výrobě, montáži, provozu, obsluze, opravách, údržbě a revizi technických zařízení splněny požadavky bezpečnosti technických zařízení. Dále je oprávněna vykonávat prohlídky, zkoušky, prověřovat odbornou způsobilost a to podle §6a při provádění dozoru. TIČR nemůže ukládat pokuty, jelikož jí tato pravomoc není organizací státního odborného dozoru zákonem přidělena [1].

Státní úřad inspekce práce řídí oblastní inspektoráty práce, odborně je vede, poskytuje jim odbornou pomoc, koordinuje kontrolu prováděnou inspektoráty, ukládá opatření k odstranění nedostatků zjištěných při kontrole a další činnosti dle zákona č. 251/2005 Sb. o inspekci práce. Uloží-li kontrolované osobě opatření k odstranění nedostatků zjištěných při kontrole, které nebudou v termínu určeném státním úřadem inspekce práce odstraněny, může úřad této osobě uložit pokutu [1].

Problematiku revizí elektroinstalací zastřešuje §9 vyhlášky č. 50/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice opravňující osoby, které mohou tuto činnost vykonávat. Další paragrafy definují osoby, které jsou oprávněny vykonávat úkony s elektrotechnickými zařízeními a práci s těmito úkony spojenou. O uznání odborné kvalifikace a jiné způsobilosti rozhoduje zákon č. 18/2004 Sb. Tento zákon kontroluje, zdali vydané oprávnění jiným orgánem (v našem případě Českým úřadem bezpečnosti práce a Českým báňským úřadem) splňuje požadavky právního předpisu členského státu, původu stanovujícího podmínku odborné kvalifikace pro vykonávání činnosti a potvrzuje vzdělání a přípravu

uchazeče. Poplatek za činnost revizního technika a vydání oprávnění stanovuje vyhláška č. 398/2001 Sb. [1; 2; 3].

Účelem zákona č. 505/1990 Sb. je ujednocení správnosti měřidel a měření. Zákon mluví o správných a schválených typech měřidel, o návaznostech, používání, kalibraci a ověření měřidel, které podle tohoto zákona používají jednotky, označování, definice násobky a díly stanovené vyhláškou. Tímto zákonem se řídí a jeho činnost vykonává Český metrologický ústav, který mimo jiné poskytuje odborné služby v oblasti metrologie a schvaluje typy měřidel. Kontrolu jeho činností vykonává Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví [4].

Při výkonu práce je povinností dodržovat pravidla a opatření bezpečnosti práce vycházející ze zákoníku práce č. 262/2006 Sb. Soubor těchto předpisů je znám pod zkratkou BOZP, celým názvem Bezpečnost a ochrana zdraví při práci, jehož úkolem je předejít rizikům možného ohrožení na zdraví a životě při výkonu práce. Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. upravuje další požadavky na bezpečnost práce na staveništích. Z hlediska elektrotechniky nařízení vlády předepisuje, co musí splňovat elektrická zařízení používaná na staveništích [1].

Základní požadavky na územně technické řešení staveb stanovuje vyhláška č. 137/1998 Sb. vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj o obecných technických požadavcích na výstavbu. Podle této vyhlášky se postupuje při návrhu a projektování územně plánovací dokumentace a podkladů pro stavební objekty. Vyhláška mimo jiné řeší i úřední dokument k povolení stavby a také konečnou kolaudaci [5].

O stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení pojednává vyhláška č. 73/2010 Sb. Nahrazuje několik starších vyhlášek Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu. Rozřazuje elektrická technická zařízení do tříd a skupin podle způsobu použití a pojednává o jejich bližších podmínkách bezpečnosti zařízení. Vyhláška dále zmiňuje obsah revizní zprávy a rozčlenění objektů pro jejich účely.

Provozními bezpečnostními předpisy podle nařízení vlády č. 378/2001 Sb. se rozumí činnost spojená s používáním strojů, práce v nebezpečných prostorech ohrožující zdraví pracovníků, ochrana zdraví pracovníků, návody a předpisy k obsluze strojů a provozní dokumentace. Provozní bezpečnostní předpisy platí jak při práci v prostorech vnitřních, tak i ve venkovních objektech [1].

Obecné technické požadavky na strojní zařízení jsou popsány v nařízení vlády č. 176/2008 Sb. Zařízení musí splňovat harmonizované evropské normy a harmonizované české normy, které přejímá z evropských norem. Toto nařízení zpracovává příslušné předpisy Evropské unie. Před uvedením zařízení nebo výrobku na trh nebo do provozu výrobce zajišťuje posouzení shody EU [6; 7].

Distribovní síť a určení ochranných pásem elektrizační soustavy řeší energetický zákon č. 458/200 Sb. Ochranným pásmem se rozumí prostor v bezprostřední blízkosti zařízení, který zajišťuje bezpečný provoz a ochranu zdraví. Do ochranného pásma spadá nadzemní vedení, podzemní vedení, elektrické transformační stanice, elektrárny, vedení měřicí, řídicí, informační a telekomunikační techniky. Velikost ochranného pásma se odvíjí od velikosti napětí soustavy a izolačních schopností vedení [1].

2.2 Normy

Nařízení vlády a zákony jsou podpořeny patřičnými technickými normami ČSN, které podrobně popisují a předepisují pracovní postupy, materiály, výrobky nebo součásti. Normy vydává Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví a tyto normy harmonizují s mezinárodními normami. V oboru elektrotechniky existuje velké množství ČSN norem, které se neustále mění a editují. Komplexní popis a rozbor by značně přesáhl obsahový rámec této bakalářské práce. Proto jsou zde uvedeny pouze normy, ze kterých bylo čerpáno a jsou později v textu opět zmíněny.

Názvem ČSN 33 2000 je označen komplex 7 souborů norem, které platí pro elektrické instalace v různých objektech a prostorech. Pro elektrotechniku jsou určeny třídy norem 33-37. Normy ČSN EN jsou harmonizované normy převzaté z evropských norem.

Normy používané v elektrotechnických oborech kladou největší důraz na bezpečnost instalace nebo zařízení. ČSN 33 2000-4-41 ed. 3 se zabývá ochranou před zásahem elektrickým proudem včetně základní ochrany (ochrana před přímým dotykem) a ochrany při poruše (ochrana před nepřímým dotykem). Základní pravidlo ochrany říká, že nebezpečné živé části nesmějí být za normálních podmínek přístupné. Pokud jsou vodivé části přístupné, nesmějí být nebezpečné ani za normálních podmínek ani v případě poruchy [8].

Projektování a provádění instalace v domě popisuje norma ČSN 33 2130 ed.3, která vešla v platnost v prosinci 2014. Norma se zaměřuje především na správné a bezpečné provedení vnitřních elektrických rozvodů domovních objektů, dbá na spolehlivost, přehlednost, hospodárnost a vzhled rozvodů. Součástí obsahu je připojení k distribuční síti včetně podmínek pro připojení. Zvláštní podmínky jsou stanoveny v normě ČSN 33 2000-7-701 zabývající se způsobem instalace elektrického zařízení v prostorách s koupací vanou nebo sprchou. Takové prostory dělí na zóny, ve kterých platí předpisy, která určují vlastnosti elektrických zařízení a jejich umístění a tím zajišťují ochranu před zásahem elektrickým proudem [9; 10].

Správným provedením uzemnění a ochranného pospojení se zabývá norma ČSN 33 2000-5-54 ed. 3. Uzemnění domu slouží pro ochranu objektu před nebezpečnými dynamickými účinky zásahu bleskem. S tím souvisí norma ČSN EN 62305 o ochranných opatřeních před zásahem blesku. Norma definuje způsoby provedení hromosvodu [11; 12].

Výběrem a stavbou elektrických vedení a působením fyzikálních jevů na vedení, které by mohly způsobit jeho degradaci, jiné vodivé vlastnosti nebo nebezpečný provoz, se zabývá norma ČSN 33 2000-5-52 ed. 2. Pro značení kabelů a vodičů kódovým označením platí norma ČSN 34 7409 a barevné značení vodičů určuje ČSN 33 0166 ed. 2 [13; 14; 15].

Norma ČSN EN 61349-1 ed. 2 uvádí do souladu všechna ustanovení a požadavky, platná pro rozvaděče nízkého napětí, jejichž jmenovité napětí nepřesahuje 1 000 V střídavého proudu nebo 1 500 V stejnosměrného proudu. Norma je nápomocná pro projektování a výpočty, nutné k návrhu rozvaděče, pro výrobu a montáž, určuje

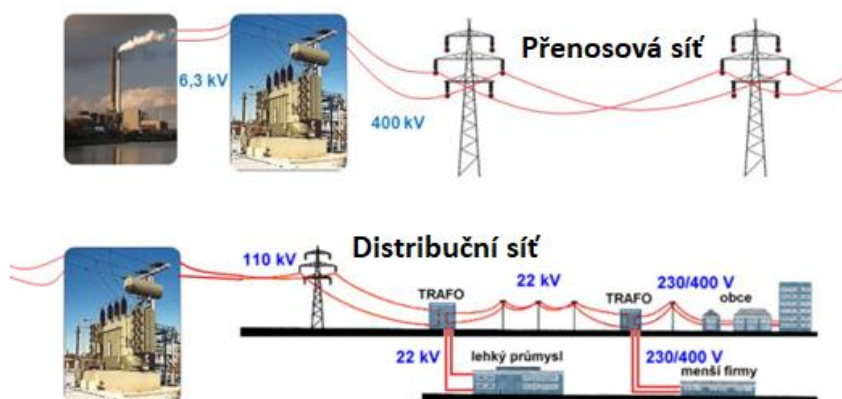
podmínky k vystavení EU prohlášení o shodě a kusového ověření rozvaděče. Bližší požadavky pro rozvaděče určené pro domovní elektroinstalaci definuje norma ČSN EN 61439-3 Rozvodnice určené pro napájení laiky [16; 17].

3 PŘIPOJENÍ K DISTRIBUČNÍ SÍTI

Pro přivedení elektrické energie je nutné připojit objekt k distribuční soustavě, kterou poskytuje energetická společnost. Aby bylo připojení možné, je nutné o připojení nejprve požádat a splnit podmínky pro připojení, které jsou stanoveny konkrétním dodavatelem v souladu se zákonem. Dále je nutné dodat situační schéma nebo geodetické zaměření pozemku a podepsat smlouvu o připojení, která s sebou nese povinnost uhradit podíl na připojení, jehož výši určí energetická společnost na základě složitosti připojení k síti [18].

3.1 Elektroenergetická soustava

Zdrojem elektrické energie je elektrárna, která je počátkem celé elektroenergetické soustavy. Rozvod je realizován pomocí elektrických sítí, což je soubor vedení a stanic téhož napětí rozvádějící elektrickou energii. Z elektrárny energie vstupuje na přenosovou síť vedoucí do stanic, kde je napětí transformováno a přenášeno přes distribuční síť až ke koncovým uživatelům. V České republice je napětí na přenosové síti především 400 kV, 220 kV nebo 110 kV. Na distribuční síti napětí činí 110 kV, 22 kV a v okolí odběrných míst 230/400 V [19].



Obr. 1: Schéma elektrizační soustavy [19]

V naší rozvodné síti je používána trojfázová proudová soustava s kmitočtem 50 Hz. Domácnosti a objekty bez nutnosti velkého odběru energie (např. administrativní budovy) jsou připojeni k síti nízkého napětí nn. Dělení napětí je zřejmé z Tab. 1:

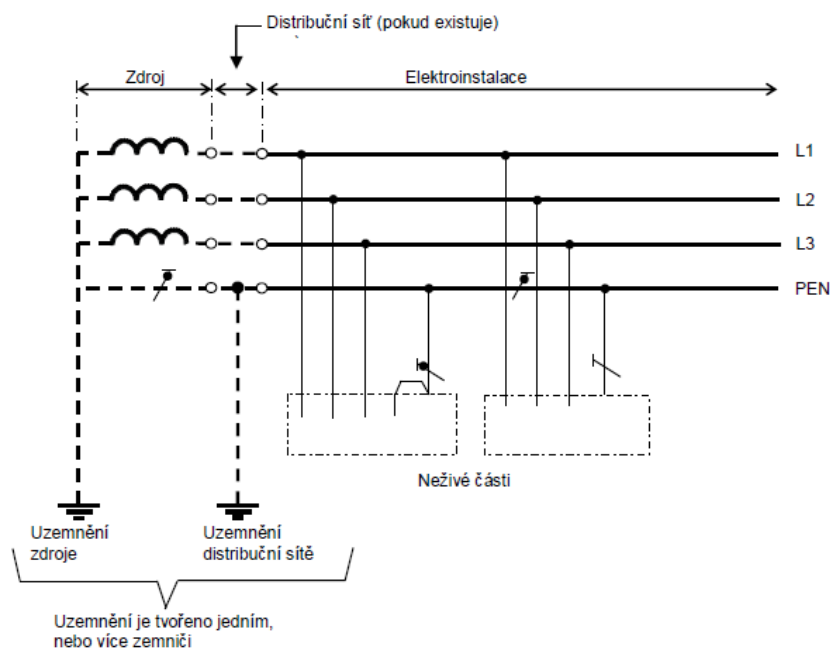
Tab. 1: Dělení napětí [20]

Název	ozn.	Jmenovité napětí mezi vodiči
malé napětí	mn	do 50 V
nízké napětí	nn	od 50 V do 1 kV
vysoké napětí	vn	od 1 kV do 52 kV
velmi vysoké napětí	vvn	od 52 kV do 300 kV
zvlášť vysoké napětí	zvn	od 300 kV do 800 kV
ultravysoké napětí	unv	nad 800 kV

3.2 Druhy distribučních sítí

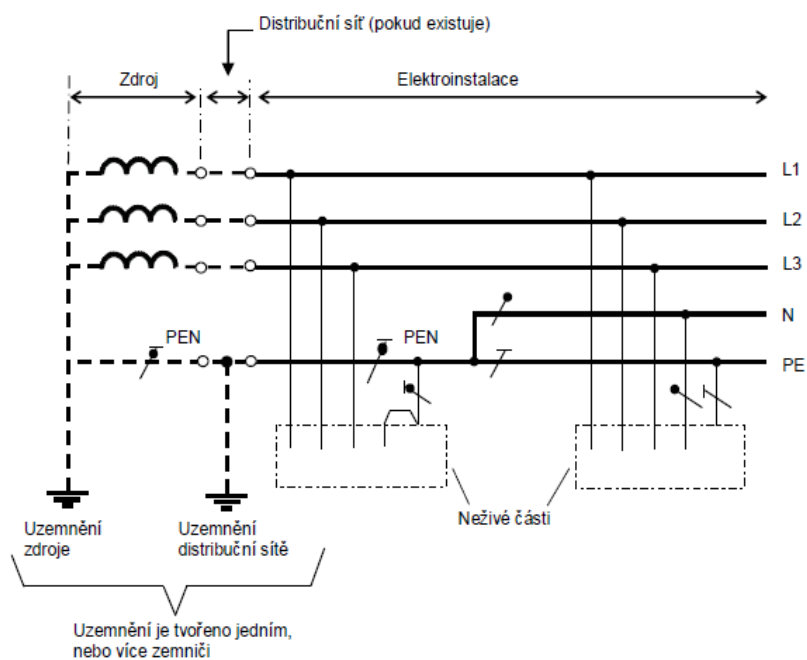
Distribuční soustavu tvoří síť vzájemně propojených vedení. Může být vedená vzduchem nebo také v zemi. K distribuční síti TN-C-S v napětové soustavě nn je připojen také objekt, který je předmětem této bakalářské práce. Zmíněná síť je popsána v této kapitole.

TN-C je třífázová síť s ochranným vodičem PEN, který zároveň plní funkci pracovního vodiče. Spojením uzemňovacího bodu s neživými částmi pomocí ochranného vodiče je zajištěna ochrana před nebezpečným dotykovým napětím [18; 20].



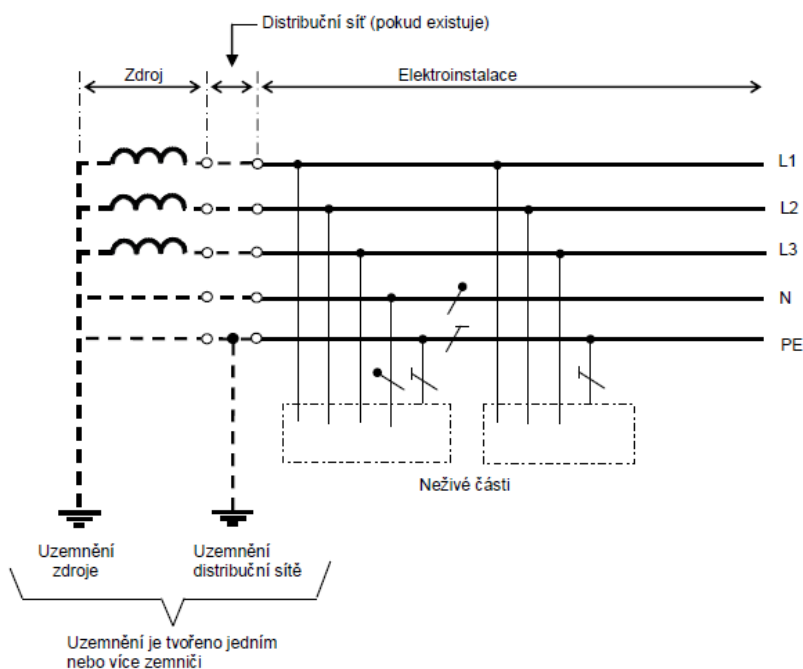
Obr. 2: Schéma sítě TN-C [19]

TN-C-S je třífázová síť, která má v první části vodič PEN plnící funkci ochranného i středního vodiče, v druhé části je pak ochranný vodič (PE) a střední vodič (N) proveden odděleně. Místo rozdělení je většinou v elektroměrovém rozvaděči, v hlavní bytové rozvodnici nebo v hlavní rozvaděči. Za rozdělovacím místem se již vodiče PE a N nesmí za žádných podmínek spojit [18; 20].



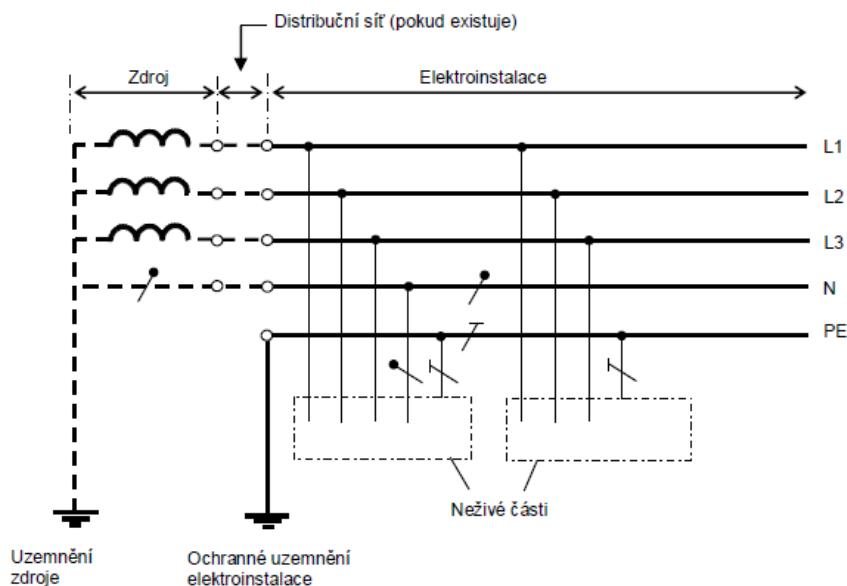
Obr. 3: Schéma sítě TN-C-S [19]

TN-S je třífázová síť, která má po celé své délce ochranný vodič zvlášť od vodiče středního. Existují i provedení sítě TN-S bez středního vodiče [18; 20].



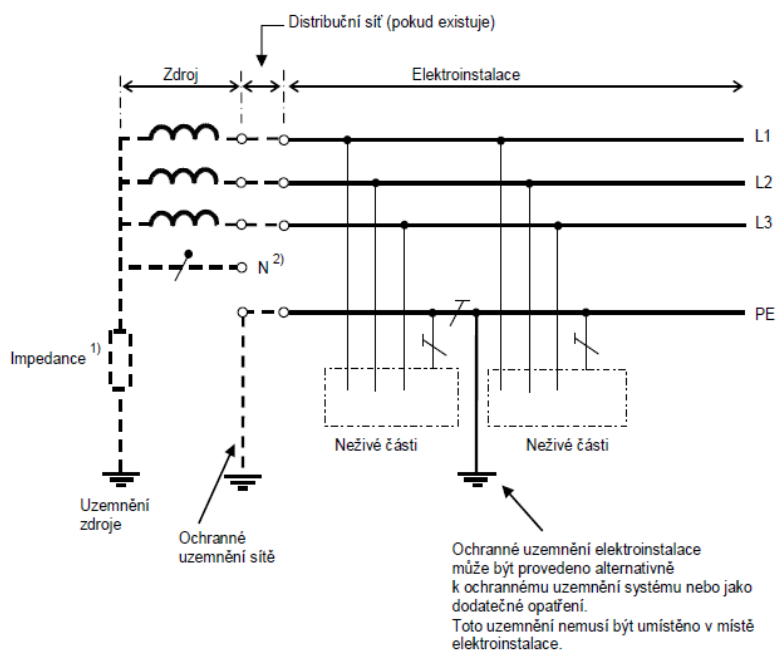
Obr. 4: Schéma sítě TN-S [19]

TT je třífázová síť s vyvedeným ochranným vodičem a středním vodičem, uzemněná s neživými částmi prostřednictvím zemnicí soustavy. Neživé části jsou pomocí ochranného vodiče spojeny se zemněním. Existuje i provedení bez středního vodiče [18; 20].



Obr. 5: Schéma sítě TT [19]

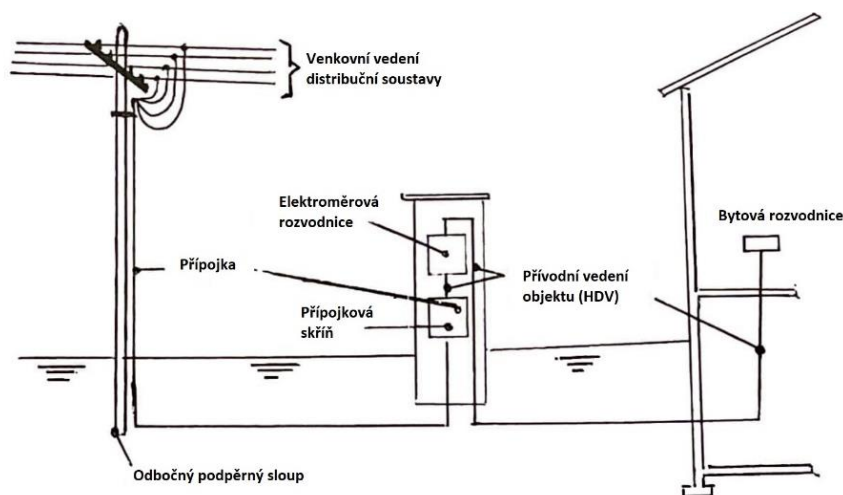
IT je izolovaná třífázová síť uzemněná, stejně jako všechny neživé části, samostatně. Uzemnění je možné provést více způsoby, např. přes impedanci nebo průrazku. Neživé části jsou chráněny před dotykovým napětím odpojením sítě od zdroje [18; 20].



Obr. 6: Schéma sítě IT [19]

3.3 Odběr energie z distribuční sítě

Za počátek elektrické přípojky se považuje první odbočení od venkovního vedení distribuční sítě. Pro každý dům se zřizuje pouze jedna elektrická přípojka zakončená přípojkovou skříň. Z té je vyvedeno přívodní vedení objektu (HDV) přes rozvodnici s elektroměrem (více v kap. 4.1 Elektroměrový rozvaděč) až do hlavního rozvaděče. Přípojka se už nepovažuje za část distribuční soustavy, Přesto spadá spolu s přípojkovou skříň do vlastnictví poskytovatele sítě [18].



Obr. 7: Příklad připojení objektu pomocí kabelové přípojky od distribučního venkovního vedení [18].

Za konec přípojky se běžně bere přípojková skříň, což může být i hlavní domovní pojistková skříň v případě, že je přípojka provedena venkovním vedením. Je-li přípojka řešena kabelovým vedením, pak se jedná o hlavní domovní kabelovou skříň [18].

Odvod z elektroměrového rozvaděče je veden 4 žilovým silovým kabelem s CU jádrem o průřezu minimálně 10 mm² do rozvaděče. Průřez kabelu závisí na předpokládaném výkonu objektu. Kabel je uložen do výkopu hlubokého 80 cm a z bezpečnostních předpisů je přikryt červenou výstražnou fólií nebo protažený v červené ochranné korugované trubce z dvoustranného ohebného plastu [18].

4 SILNOPROUDÁ A SLABOPROUDÁ ELEKTROINSTALACE

Silnoproudý rozvod elektrické energie je součástí celého komplexu elektrického zařízení domu, což bývá v energetice označováno pod pojmem odběrné zařízení. Silnoproud nese využití výhradně v napájení jednotlivých zařízení, což mohou být zásuvky, svítidla, domácí elektrospotřebiče napájené na přímo, jako je například varná deska v kuchyni nebo motorový pohon žaluzií, ale také různé technologie určené k vytápění, rekuperaci vzduchu apod. V případě slaboproudých rozvodů je řeč mimo jiné o rozvodech řešících přenos signálů a informací. Typickou slaboproudou instalací je např. ethernetová síť nebo komunikace technologií jako je třeba zabezpečovací systém nebo řízení vytápění [21].

4.1 Elektroměrový rozvaděč

Elektroměrový rozvaděč slouží pro měření spotřeby elektrické energie na přívodu z distribuční sítě a jeho celkové řešení podléhá normě ČSN 61439-3. Instaluje se na okraji pozemku nebo na volně přístupném místě, nejlépe u vchodu do domu. Rozvaděč musí být přístupný pro pracovníka z energetické společnosti i v případě, že obyvatelé domu nebudou přítomni [18].

Neodmyslitelnou součástí elektroměrového rozvaděče je elektroměr, který může být jednosazbový nebo dvousazbový. Při výstavbě nových domů se instaluje už pouze dvousazbový se spínáním HDO s jištěním o hodnotě max. 6 A. Hromadné dálkové ovládání slouží k přepínání mezi nízkým a vysokým tarifem. Časový plán nízkého a vysokého tarifu tvoří energetická společnost, se kterou má vlastník objektu podepsanou smlouvu o dodávce elektrické energie. Důvodem dvou tarifů je vykrytí odběrových špiček, tedy vysoký tarif je v čase, kdy je průměrný odběr všech odběrných zařízení v daném okolí nejvyšší. Jelikož během vysokého tarifu je cena za 1 kWh v průměru téměř dvounásobná oproti nízkému tarifu, instalují se některá zařízení domu, které mají velký výkon, právě za jistič ovládání HDO, aby v době vysokého tarifu nebyla v provozu [18; 22].

Před elektroměrem je instalován jistič s charakteristikou typu B pojmenovaný jako hlavní domovní jistič. U třífázových elektroměrů je nutné dodržet správný sled fází. Před elektroměr se musí umístit hlavní jistič, který brání překročení odběru přes maximální hladinu rezervovaného příkonu v odběrném místě. Jištění v přípojkové skříní musí být alespoň o řád vyšší než jištění před elektroměrem. K jištění lze použít pojistky závitové, nožové apod. [18]

V elektroměrovém rozvaděči může, ale nemusí být místo rozdělení vodiče PEN na ochranný (PE) a pracovní (N) vodič. Není-li místo rozdělení u elektroměru, musí být provedeno nejpozději v hlavní rozvaděčové skříní. Elektroměrové rozvaděče se osazují ve svislé poloze chráněné před mechanickým poškozením s krytím uzavřeného rozvaděče minimálně IP 40 pro vnitřní montáž a IP 43 pro venkovní montáž. Umístěn musí být ve

výšce nejméně 600 mm od země. Přesné místo upevnění rozvaděče se musí konzultovat s pracovníkem energetické společnosti [18; 21].

Technik poskytovatele distribuční sítě pravidelně jednou za rok provede z elektroměru odečet spotřeby elektrické energie. Při instalaci elektroměru technik zabezpečí elektroměr proti nepovolené manipulaci a jakémukoliv zásahu do elektroměru pomocí speciálních plomb. Pokud by jiná osoba, například technik z elektromontážní firmy chtěl provádět takový zásah do elektroměrového rozvaděče, kterému předchází odstranění plomb, musí být tento zásah předem plánovaný a nahlášený poskytovateli, jinak při dalším odečítání spotřeby energie hrozí vysoká pokuta. I přesto je možné odstranit plomby pouze na jistící svorkovnici elektroměru, nikoliv však plombu cejchovní, která brání vniknutí do vnitřní části elektroměru [23].

4.2 Rozvaděč

Rozvaděč nebo taky rozváděč je elektrické rozvodné zařízení tvořené z více funkčních elektrotechnických prvků uložených v rozvaděčové skříni a tvořící tak jeden celek, který je sestaven odbornou firmou ve výrobním závodě, nesoucí označení výrobek dané firmy, je-li vyroben podle normy ČSN EN 61439-1 ed.2 [18].

Každý rozvaděč se musí dát samostatně vypnout, standardně prostřednictvím vypínacího tlačítka umístěného viditelně na dveřích rozvaděče nebo z boku rozvaděče a označeného štítkem s nápisem „Hlavní vypínač“ [18].

Rozvaděče mohou být nástěnné, zapuštěné ve stěně nebo skříňové postavené na zemi. Rozvaděčové skříňe jsou vyrobeny z izolantu (obvykle PVC nebo slitiny plastů) nebo z ocelového plechu, který musí mít všechny kovové části ekvipotenciálně spojené a označené značkou uzemnění (více o pospojování v kap. 4.3.3 Pospojování). Skříň musí mít stupeň ochrany minimálně IP 2X. Výrobce po dokončení výrobku připevní na dobře viditelné místo na rozvaděči tabulku s technickými daty rozvaděče.

Stupeň krytí IP, doprovazený dvoučíselným označením, vypovídá o odolnosti proti vniknutí nežádoucích předmětů nebo kapaliny do vnitřních prostorů zařízení, které by mohly poškodit nebo zničit zařízení nebo by ohrozily bezpečnostní opatření proti úrazu. První číslice na stupnici 1-6 označuje odolnost před vniknutím cizího předmětu a druhá číslice na stupnici 1-9 je stupeň krytí proti vniknutí vody. Není-li v jednom z těchto dvou aspektů zajištěna odolnost vůči vniknutí, píšeme místo číslice písmeno X [18].

Výrobce je povinen vystavit na každý typ rozvaděče prohlášení o shodě EU podléhající požadavkům konkrétního nařízení vlády a je ve shodě s normami [24]:

- ČSN EN 61439-2 ed.2: 12 včetně změn
- ČSN EN 61439-1 ed.1: 12 včetně změn
- zákonem č.22/1997 Sb. §12, odstavec 4., písmeno a) a zákonem č. 90/2016 Sb.
- Směrnicemi EP a Rady 2014/35EU, nařízení vlády č. 118/2016 Sb., nařízení vlády č. 117/2016 Sb.

Toto prohlášení vystavuje Elektrotechnický zkušební ústav, s.p. V rámci prohlášení vchází v platnost certifikát EZÚ na základě zkušebního protokolu EZÚ [24].

Dalším dokumentem, který je nutné k rozvaděči doložit, je protokol o kusovém ověření rozvaděče. Jedná se o osvědčení o jakosti a kompletnosti výrobku. Zákazník má tedy jistotu, že rozvaděč byl před exportem z výroby pod napětím a kompletně zkontrolován a proměřen a že vyhověl funkčním a ostatním zkouškám [25].

Po kompletaci rozvaděče na stavbě, tedy po zapojení všech přívodních a odvodních kabelů, se musí všechny tyto kabely podrobit revizní zkoušce, kterou může vykonávat pouze osoba oprávněná platným certifikátem o zdárně vykonané elektrotechnické zkoušce podle vyhlášky č.50 §9 – pracovník pro provádění revizí [20].

Hlavní domovní rozvaděč (RH) je první zařízení na trase vedení přívodu od elektroměrového rozvaděče. Nachází se zde rozdělení vodiče PEN na ochranný vodič PE a střední vodič N. Zahrnuje elektrická zařízení určená pro rozvod napájení, spínání a ochranu obvodů [18].

Podružný domovní rozvaděč je napájený z hlavního domovního rozvaděče. Obvykle je umístěn v jiném patře než RH a slouží pro napájení zařízení nacházející se v daném patře [18].

4.2.1 Přepět'ová ochrana

Přepět'ová ochrana (bleskojistky nebo také svodič přepětí) se používá pro ochranu izolace elektrických zařízení před poškozením způsobeného přepětím na síti. Přepětí se definuje jako napětí dvakrát větší, než je jmenovité napětí U_n . Přepět'ová ochrana se instaluje za přívodem tak, aby byly všechny obvody rozvaděče chráněny. Při výběru přepět'ové ochrany je nutné brát v potaz, v jaké síti bude přepět'ová ochrana použita, jelikož se konstrukčně pro každou distribuční síť liší [26; 27].

Hlavní prvek pro svedení přepětí je jiskřiště nebo varistor. Princip fungování varistoru je snížení impedance při nárůstu napětí na hodnotu tak nízkou, až se vyrovnají potenciály. Varistor oproti jiskřišti podléhá rychleji opotřebení. V jiskřišti se při přepětí „zapálí“ oblouk mezi elektrodami, čímž začne fungovat jako svodič. Princip fungování je téměř stejný jako u varistoru, liší se pouze ve schopnosti svádět větší proudy, aniž by podléhal tak velkému opotřebení jako varistor [26; 27].

Tab. 2: Rozdělení přepět'ových ochran podle typu [27]:

typ	stupeň	ochrana a použití
T1	1.	ochrana bleskových proudů, celkové vyrovnání potenciálu objektu
T2	2.	pevně uložené instalace
T3	3.	spotřebiče
T1+2	1.+2.	stejně jako u 1. a 2. stupně

Typ přepět'ové ochrany je určen podle stupně použití. Jejich umístění se odvíjí od rozdělení bleskové ochrany na zóny.

Tab. 3: Zóny bleskové ochrany s přiřazením přepětových ochran [26; 27].

blesková ochrana	zóna bleskové ochrany	výdržné napětí	kategorie napětí	přepětová ochrana
LPZ 0A	bez ochrany	6 kV	IV	1. stupně
LPZ 0B	chráněný jímači			
LPZ 1	za svodičem bleskových proudů	4 kV	III	2. stupně
LPZ 2	za přepětovými ochranami	2,5 kV	III	
LPZ 3	zvláště citlivých zařízení	1,5 kV	I	3. stupně

Pozn.: přepětová ochrana se instaluje na pomezí dvou zón

4.2.2 Proudový chránič

Proudový chránič (ozn. FI nebo hovorově „fíčko“) zajišťuje ochranu zdraví člověka před zásahem elektrickým proudem při nežádoucím dotyku vodiče nebo živé části. Proudový chránič porovnává proud tekoucí do obvodu a proud vracející se zpět. Ve chvíli, kdy se člověk dotkne vodiče, proudový chránič vybaví a tím přeruší dodávku elektrické energie do obvodu. Průdu, které FI porovnává, se od sebe liší o hodnotu vyšší, než je jmenovitá hodnota reziduálního proudu, což je minimální hodnota, při které proudový chránič přeruší obvod. Tato hodnota je uvedena na krytu proudového chrániče, obvykle to však bývá 30 mA.

4.2.3 Jističe

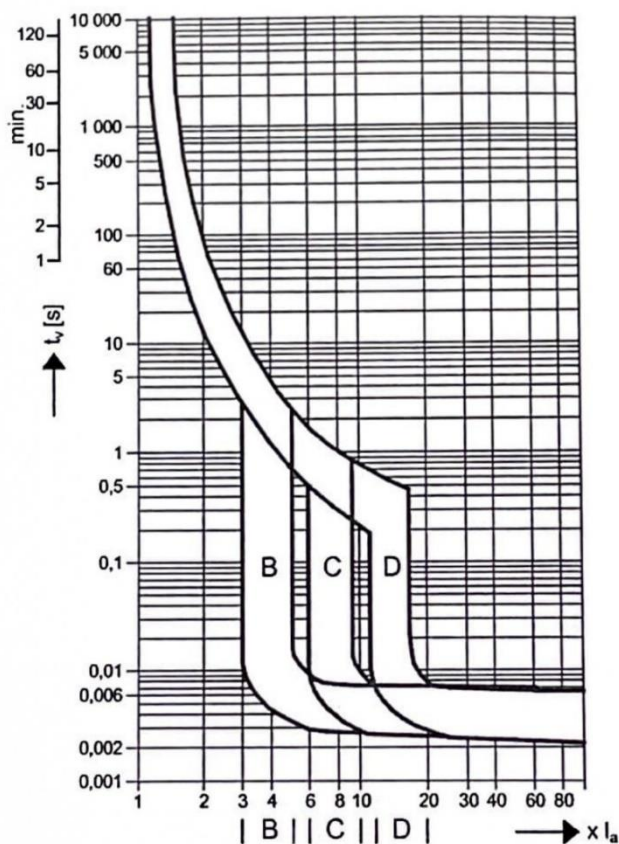
Jistič je samočinný rozpínací přístroj s velkým vypínacím proudem, který rozpojí elektrický obvod v případě zkratu, což je vodivé spojení mezi vodiči fází s rozdílným potenciálem. Tím zabezpečí ochranu před možným úrazem elektrickým proudem a ochrání zařízení připojené na okruhu před vážným poškozením, které by mohlo působením dynamických a tepelných vlastností zkratu vzniknout. Při zkratu klesá napětí a impedance a v jeho místě vzniká vzrůstá proud. Nadproud je způsoben přetížením sítě nebo spotřebiče, poruchou v izolaci nebo úderem blesku apod. Krajiní hodnota nadproudu se nazývá zkratový proud [18; 28].

Jisticí prvek musí být vždy na začátku každého chráněného úseku, při změně průřezu vodiče na menší a v místě, kde se snižuje odběr. Velikost jmenovité hodnoty jističů se odvíjí od celkového výkonu zařízení na okruhu. V závislosti na velikosti hodnoty jističe, tedy na odebíraném výkonu na okruhu, se volí správný průřez vodiče. Pro větší výkon potřebujeme větší průřez. U jističů se udává jmenovité napětí U_n , jmenovitý proud I_n , vypínací schopnost a vypínací charakteristika [18].

Podle vypínací charakteristiky rozlišujeme typy jističů:

- Typ B – vypíná při pětinasobku jmenovitého proudu, je vhodný pro jištění zařízení, které nezpůsobuje proudové rázy
- Typ C – vypíná při desetinásobku jmenovitého proudu, je vhodný pro jištění zařízení způsobující proudové rázy

- Typ D – vypíná při dvacetinásobku jmenovitého proudu, je vhodný pro jištění zařízení s vysokými proudovými rázy



Obr. 8: Vypínací charakteristiky jističů [18]

4.2.4 Stykače

Stykač je samočinný spínací přístroj pro časté spínání spotřebičů. V elektrickém obvodu se instaluje za jistič. Podle proudu je dělíme na stejnosměrné a střídavé. V běžné praxi se nejčastěji setkáme s elektromagnetickými stykači s jednou klidovou polohou (obvykle vypnuto) a jednou pracovní polohou (zapnuto). Spínání do pracovní polohy je provedeno prostřednictvím kotvy elektromagnetu, která po přivedení napětí na svorky cívky vytvoří elektromagnetické pole a tím přitáhne pomocné kontakty k hlavním kontaktům. Silou elektromagnetu drží kontakty v sepnutém stavu. Jakmile přestane působení síly elektromagnetu, kontakty se do vypnutého stavu dostanou pomocí vypínací pružiny nebo samotíhou (v případě svislého uspořádání). Součástí stykače je stykačové relé, které slouží jako tepelná ochrana. Při průchodu nadproudu se relé z dvojkovu působením většího tepla vychýlí a způsobí vybavení stykače [28; 29].

Dimenzování stykače se odvíjí od hodnoty jmenovitého proudu protékající elektrickým obvodem. Standardně se volí o řád vyšší, než je hodnota zvoleného jističe náležící pro daný obvod. Dále se rozlišuje počet hlavních zapínacích kontaktů. Nejčastěji používané jsou dvoupólové a čtyřpólové.

4.2.5 Relé

Na stejném principu jako stykače fungují relé, jen je jejich použití výhradně u menších proudů. Relé na rozdíl od stykače neobsahuje pomocné kontakty [29].

- Nadproudové relé – sepne, dosáhne-li proud v obvodu určité velikosti
- Podproudové relé – sepne, klesne-li proud v obvodu pod určitou mez
- Podpět'ové relé – sepne, klesne-li napětí v obvodu pod určitou mez
- Zpětné relé – spíná při změně směru proudu
- Časové relé – spíná/rozpíná s časovým zpožděním [29].

4.2.6 Transformátory

Slouží pro převedení elektrické energie o určité napět'ové hodnotě na jinou hodnotu napětí. Jedná se o netočivý stroj, složený z magnetického obvodu a primárního a sekundárního vinutí. Do primárního vinutí se přivádí elektrická energie a ze sekundárního vinutí se odvádí. Vinutí se liší v počtu závitů. Poměr závitů lze určit ze vztahu:

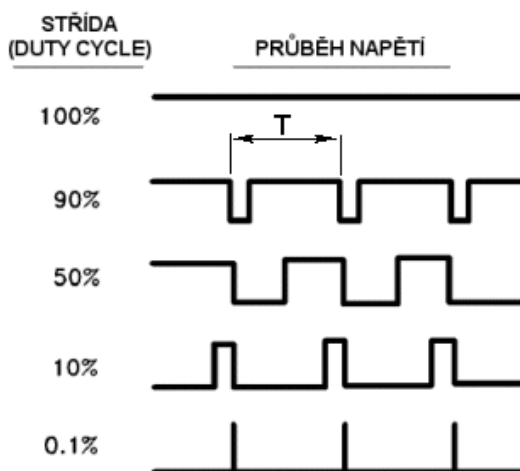
$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} \quad (-) \quad (1)$$

Kde N_1 a N_2 vyjadřuje počet závitů na primárním a sekundárním vinutí a velikosti vstupního a výstupního napětí je vyjádřeno jako U_1 a U_2 .

4.2.7 Stmívače osvětlení s použitím pro domácnost

Možností, jak stmívat světla v domě, je spousta. Od spínačů s regulátorem osvětlení pro daný okruh až po protokoly řízení osvětlení ve velkých budovách, jako je např. DALI. Všechny jsou však založené na jednom ze tří následujících principů:

Mikrokontrolér s logickým výstupem zajišťující pulzně šířkovou modulaci (PWM), využívá velmi časté přepínání logické 1 a 0, čímž se mění střída v rozsahu 0-100 %. Střída je poměr délky pulsu logické 1 ku logické 0 a projeví se velikostí ovládacího napětí, které mění svítivost světla. Na tomto principu funguje protokol DALI, který řídí LED osvětlení pro velké budovy z jednoho centrálního počítače [30].



Obr. 9: Pulzně šířková modulace [31]

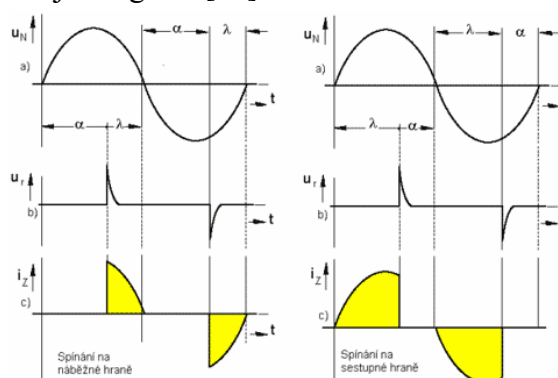
MOSFET je unipolární tranzistor řízený elektrickým polem, jehož vodivost je řízena změnou průřezu vodivého kanálu rozšiřováním přechodu PN. Elektrická vodivost vychází ze vztahu:

$$G = \frac{I}{U} \quad (S) \quad (2)$$

Vodivost s jednotkou Siemens vyjadřuje elektrický proud I a napětí U , které je neměnné. Z toho vyplývá, že výkon světla je omezen změnou proudu, čehož se využívá pro řízení LED svítidel.

Obecně takový tranzistor je značen zkratkou FET (Field effect transistor). Elektroda je tvořena kovem (**M**etal) a je oddělena od polovodiče vrstvou oxidu křemíku (**O**xide), který je vytvořen na polovodičové desce (**S**emiconductor) – odtud označení MOSFET. Tranzistory jsou řízené mikroprocesorem [32; 33].

Triak je označení pro obousměrný triodový tyristor NPNPN, který se používá pro řízení osvětlení deformací harmonického napětí. Původní harmonický průběh napětí se pomocí fázového řízení zdeformuje a tím se omezí výkon světelného zdroje. Fázové řízení je vyjádřeno v následujícím grafu [34]:



Obr. 10: Fázové řízení pomocí triaku [34]

4.2.8 Komunikační brána

Může se stát, že bude potřeba propojit mezi sebou dvě odlišné sítě, dvě technologie nebo připojit technologii k lokální síti, kdy obě zařízení pracují na jiném komunikačním protokolu. Častým požadavkem je propojení technologií komunikující po různých linkách např. propojení sériové linky RS232 nebo RS485 s ethernetovou sítí. V komunikačních technologiích existuje termín brána (Gateway) zajišťující duplexní komunikaci mezi oběma sítěmi. Existuje více typů bran, které se liší podle vrstvy referenčního modelu ISO/OSI, ve které jednotlivé brány pracují. Někdy je brána ztotožňována jen se směrovačem využívající síťové vrstvy. Existují ale i brány, využívající transportní a vyšší vrstvy, které běžně transformují datagramy z jedné sítě do druhé. Velmi často pracují brány až na nejvyšší úrovni, tj. na aplikační vrstvě modelu, v níž přijímá celý obsah zprávy, kterou převede do vhodného formátu dle požadavků cílového uživatele [35].

4.3 Kabelové rozvody











Elektrotechnické rozvody v domě dělíme na silnoproudé a slaboproudé rozvody. Jak již bylo zmíněno, přívod do domu je proveden třífázovým silnoproudým kabelem s napětím 400 V. Pro napájení do 50 V, což odpovídá malému napětí, je potřeba použít transformátor. Silnoproudé rozvody se vyznačují použitím výhradně pro napájení zařízení, kdežto slaboproudé rozvody kromě napájení řeší i komunikační a datovou linku. Pro oba typy rozvodů je instalace provedena odlišnými kabely. Pro označení kabelů platí norma ČSN 34 7409, ale v praxi se vyskytuje zaužívané označení kabelů, jako je např. CYA.

4.3.1 Silnoproudé kabely

CYKY je označení vícežilových kabelů s pevným Cu jádrem pro použití do 1 kV. Jednotlivé vodiče jsou obaleny vnitřní PVC izolací a jsou barevně odlišeny. Vnější PVC izolace kabelu má černou barvu. Barevné značení žil popisuje norma ČSN 33 0166 ed.2. Je-li součástí kabelu ochranný vodič (značení PE), je označen zelenožlutou barvou po celé délce vodiče a jeho přeznačování je normou zakázané. Ochranný vodič nesmí být použit pro žádný jiný účel a zelenožlutou barvou nesmí být označen žádný jiný vodič kromě ochranného vodiče. Označení pro vodič s ochranným vodičem je CYKY-J, bez ochranného vodiče CYKY-O. Střední vodič má světle modrou barvu izolace. Pokud žila se světle modrou barvou není použita jako střední nebo neutrální vodič, může být použita i pro jiný účel. Fázové vodiče jsou barevně odlišeny barvami černá, hnědá a šedá. Průřez jádra vodiče je 1,5 – 240 mm². Nejpoužívanější typy jsou CYKY-J 3x1,5 a 3x2,5.

Norma: ČSN 33 0166 ed.2: 2002, STN 34 7411 ed. 10. 2003, HD 308 S2

Standard: ČSN 33 0166 ed.2: 2002, STN 34 7411 ed. 10. 2003, HD 308 S2

Kabely pro pevné uložení Fixed cables		
Počet žil Number of cores	se žž (-J) with yel. grn.	bez žž (-O) without yel. grn.
2-žilové 2 cores		
3-žilové 3 cores		
4-žilové 4 cores		
5-žilové 5 cores		
mnohožilové multiple cores	 směrová direction  číslované counting	 číslované counting

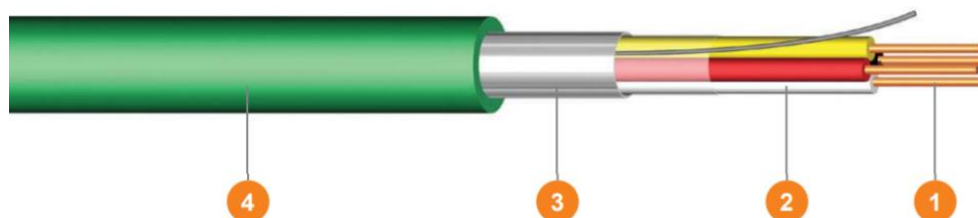
Obr. 11: Barevné značení žil podle normy ČSN 33 0166 ed.2 [36]

CYA neboli **H07V-K** jsou jednožilové kabely se slaněným Cu jádrem a žlutozelenou PVC izolací. Použití má ve funkci ochranného vodiče a platí pro něj pravidla stejná jako pro ochranný vodič popsán u kabelů CYKY. Dále se využívá pro vyrovnání potenciálu, které je popsáno v kap. 4.3.3 Pospojování.

4.3.2 Slaboproudé kabely

J-Y(St)Y jsou vícežilové sdělovací kabely s pevným Cu jádrem a stíněním z hliníkové fólie. Vodiče jsou kroucené v párech a vyskytují se ve variantách od 2 párů až po 100 a více párů o průřezu 0,6 nebo 0,8 mm². Tyto informace plynou z označení, které je napsané za názvem kabelu ve tvaru *počet párů x 2 x průřez jádra*. Spolu s vodiči se pod stíněním nachází neizolovaný ochranný vodič s pevným CuSn jádrem o průřezu 0,4 mm². Barevné značení žil popisuje norma DIN VDE 0815. Vnější PVC izolace je šedé barvy [37].

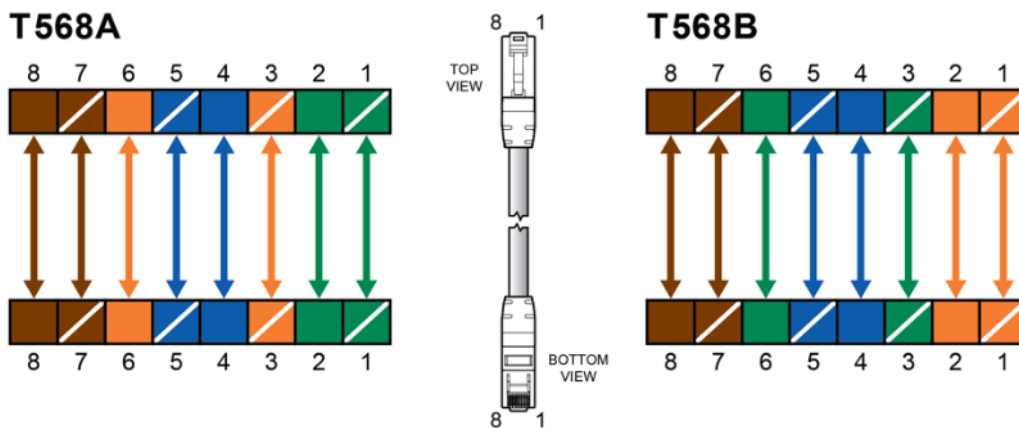
EIB-BUS je sdělovací kabel, který je stavbou podobný kabelu J-Y(St)Y. Označení BUS znamená v češtině sběrnice, z čehož vyplývá, že je určen především pro datovou komunikaci sběrnice topologie. EIB-BUS má však vždy jen 4 vodiče s plným Cu jádrem o průřezu 0,8 mm² kroucené ve dvou párech. Vodiče jsou rozlišené barevnou izolací. Červený a černý vodič je napájecí 24 VDC, žlutý a bílý vodič odesílá Data+ a Data-. Podél vodičů jsou vedeny dva neizolované zemnicí dráty CuSn o průřezu 0,4 mm². Pod zelenou bezhalogenovou PVC izolací jsou vodiče stíněny hliníkovou folií. Díky stínění je možné EIB-BUS vést na kratší vzdálenost podél silových kabelů, aniž by nastávalo rušení.



Obr. 12: Řez kabelem E-BUS 2x2x0,8. [38]

Pozn.: Vodič s pevným Cu jádrem (1), bezhalogenová izolace vodičů (2), hliníková izolace s CuSn zemnicími dráty (3), behalogenová izolace kabelu (4).

UTP (unshielded twisted pair) je v překladu nestíněná kroucená dvoulinka a řadí se do skupiny symetrických kabelů používaných pro datový přenos dvoudobového spoje, který zajišťuje 8 vodičů kroucených v párech (4 x 2 páry) se slaněným Cu jádrem. Kroucení vodičů zmenšuje elektrickou interferenci mezi dvojicí vodičů zakroucených do sebe. Barevné označení vodičů a zapojení kabelu na konektor RJ 45 podle ANSI/TIA/EIA 568 vysvětluje Obr. 13:



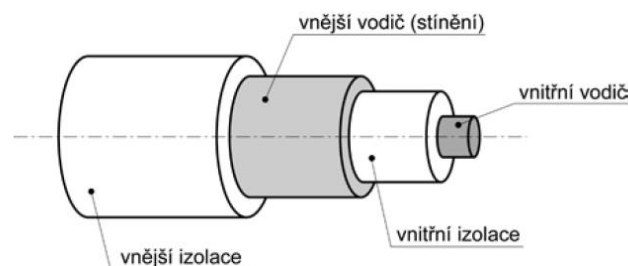
Obr. 13: Barevné značení kabelu UTP a zapojení na konektor RJ45 [39]

Nestíněné dvoulinky se podle svých parametrů a vhodnosti pro určitou oblast využití člení do několika kategorií. Nejstandardněji používána v oblasti ethernetu je kategorie 5 nebo 5e. Postupně ale začíná převládat kategorie 6 nebo dokonce i 7, což je dvoulinka stíněná s přenosovou rychlostí až 1 Gbit/s [39].

Tab. 4: Přehled kategorií UTP kabelů (převzato z [39] a upraveno)

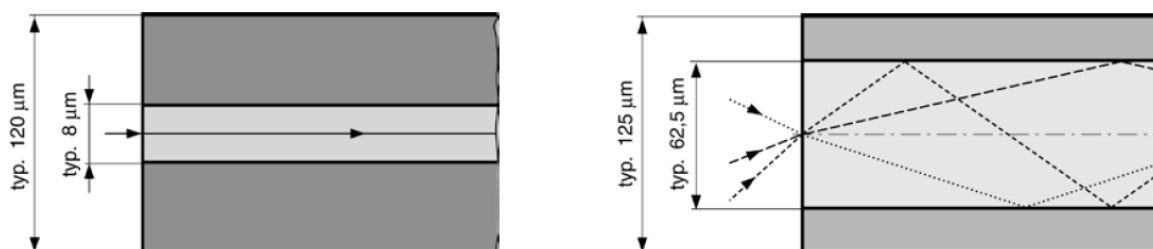
Kategorie	Mezní frekvence	Použití
Cat3	16 MHz	Ethernet (10BASE-T, 100BASE-T)
Cat4	20 MHz	Token Ring, Ethernet (10BASE-T, 100BASE-T)
Cat5	100 MHz	Ethernet (až do 1000BASE-T)
Cat5e	100 MHz	Ethernet 1000BASE-T (náhrada za Cat5)
Cat6	250 MHz	Ethernet 1000BASE-T

Koaxiální kabel patří do skupiny nesymetrických metalických kabelů určených k přenosu elektrických datových signálů. Kabel je tvořen dvěma vodiči v provedení vnitřního vodiče s pevného Cu jádra, který je nosič signálu a je obalen vnějším vodičem, který bývá uzemněn a tvoří stínění. Díky stínění je kabel odolný vůči elektromagnetickému rušení a zároveň sám prakticky zdrojem rušení není. Typické použití pro koaxiální kabely mohou být např. anténní rozvody, rozvody kabelové televize a další. Koaxiální kabely jsou využívány především pro dvoubodové spoje nebo pro sítě se sběrníkovou topologií. Pro připojování se používají koaxiální konektory, např. konektory BNC s bajonetovým jištěním. Pro připojení uzlů nebo odbočky se používají T-odbočky nebo propichovací odbočky [39].



Obr. 14: Struktura koaxiálního kabelu [39]

Optický kabel je složen z několika optických vláken, která umožňují přenos signálu vysláním světelných paprsků na vzdálenost desítek kilometrů, bez potřeby opakovačů. Přenosové médium se nazývá optické vlákno, které se obvykle skládá ze skleněného jádra pláště, lišící se v indexu lomu světla. Optické kabely se liší v typu vláken. Dělíme je na mnohovidová (MM), jednovidová (SM) a gradientní. Mnohovidová vlákna umožňují přenos více vidů a dosahují vysokých přenosových rychlostí. Používají se na kratší vzdálenosti, především v lokálních sítích. Jednovidová vlákna přenáší pouze jeden vid, a to v ose jádra. Využívají se především pro přenosy na velké vzdálenosti, v telekomunikacích a páteřních sítích MAN a WAN. Přenos vidů v SM a MM vláknech lze vidět na Obr. 15: . Gradientní vlákna jsou svými parametry někde na pomezí SM a MM vláken. Trasa přenášených vidů připomíná spíše sinusovku. Jsou schopná dosáhnout relativně vysokých přenosových rychlostí na poměrně velké vzdálenosti [39].



Obr. 15: Jednovidová (vlevo) a mnohovidová (vpravo) optická vlákna

Kabely se označují počtem vláken a zlomkem, který v čitateli vyjadřuje průměr jádra a ve jmenovateli průměr pláště (obě hodnoty v mikrometrech). Jednou z největších výhod optického kabelu je velká šířka pásma, díky které lze dosahovat vysokých přenosových rychlostí. V případě potřeby lze po jednom vlákně přenášet více kanálů současně. Další výhodou je menší energetická ztráta při přenosu a výrazně nižší útlum. Ve sdělovací technice je velkým pozitivem optického kabelu absolutní odolnost vůči rušení a odposlouchávání. Všechny tyto velké výhody oproti metalickým kabelům jsou doprovázeny vyšší pořizovací cenou jak kabelů, tak i přijímačů a vysílačů. Při montáži se musí brát v potaz vysoká křehkost optických vláken, která by se mohla při větším ohybu poškodit, či úplně zlomit [39].

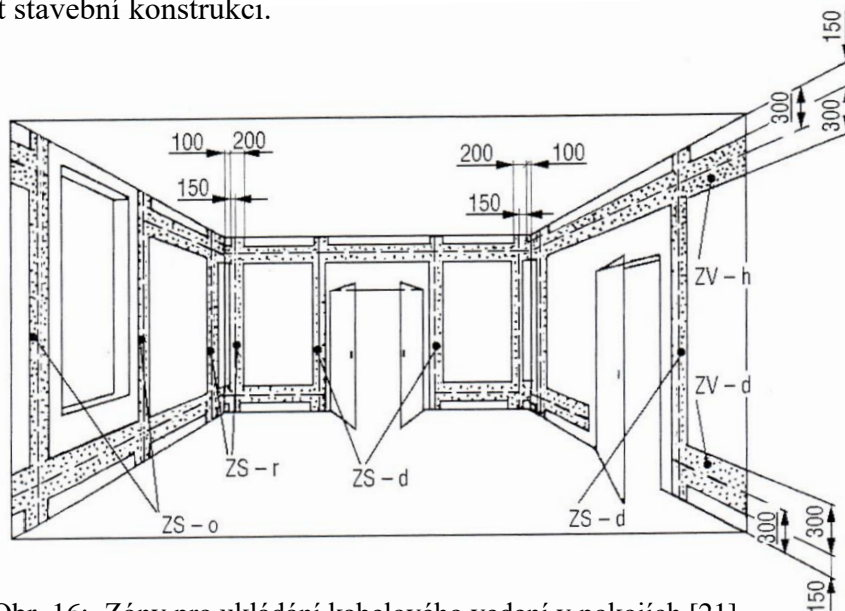
4.3.3 Pospojování

Pospojování se považuje za ochranné opatření při poruše, pokud by náhodou nedošlo k včasnému odpojení okruhu v rozvaděči. Pospojování musí být tvořeno kovovými vodičivě propojenými konstrukčními částmi a musí zahrnovat veškeré neživé a cizí vodičivé části, které jsou současně přístupné dotyku. Všechny neživé části musí být kromě toho spojeny ochrannými vodiči, které jsou součástí vedení stejně jako pracovní vodiče daného obvodu nebo jsou v bezprostřední blízkosti tohoto vedení a jejich průřezy musí odpovídat ČSN 33 2000-5-54 ed. 3 [40].

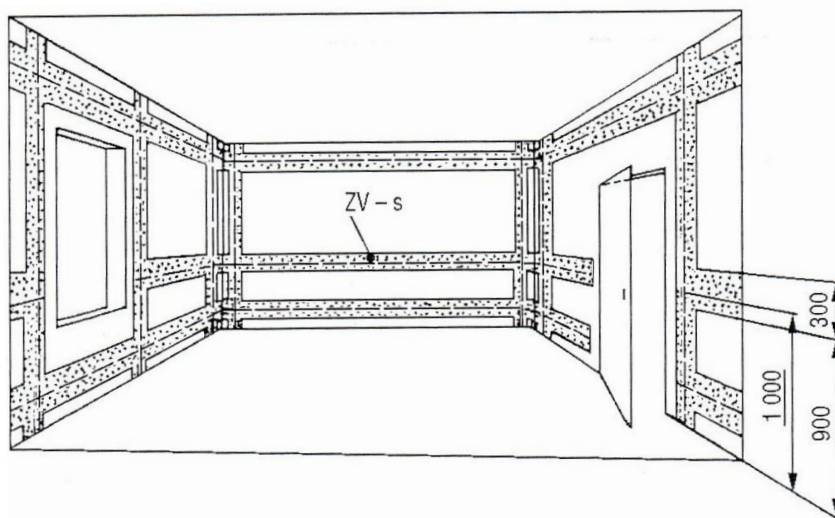
4.3.4 Způsoby uložení vedení

Vedení kabelů se v bytových prostorách zásadně ukládají jako skrytá. V nebytových prostorách (tj. sklady, průmysl apod.) je možno ukládat vedení viditelně na povrchu.

Vedení zapuštěné ve stěně nebo v omítce je vedení uložené pod povrchem a nesmí narušovat stavební konstrukci.



Obr. 16: Zóny pro ukládání kabelového vedení v pokojích [21]



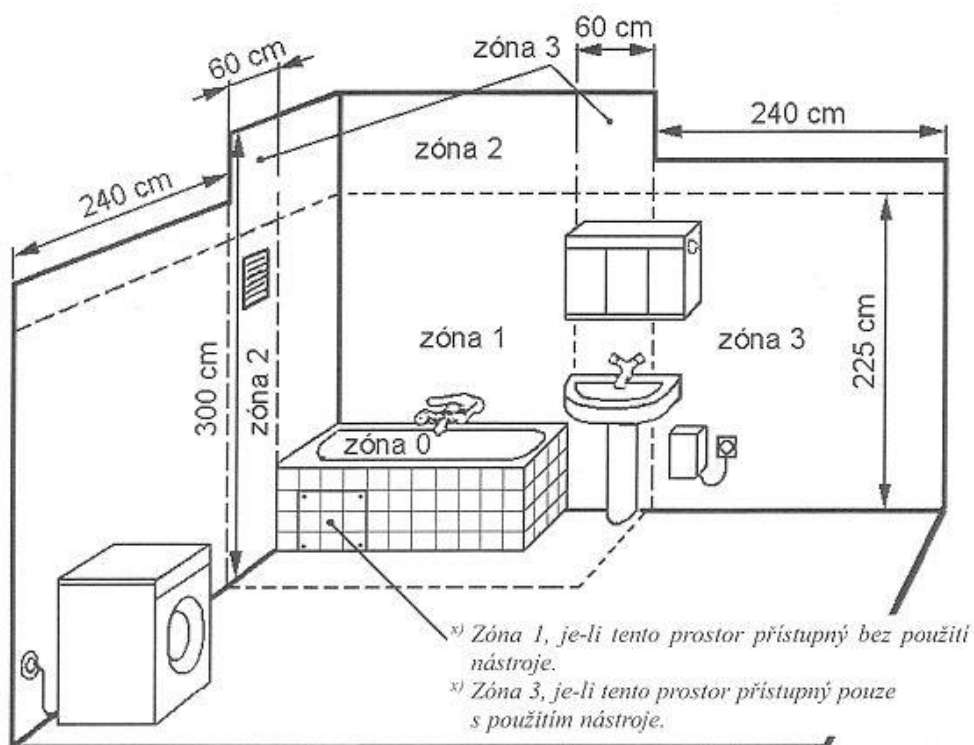
Obr. 17: Zóny pro ukládání kabelového vedení v kuchyni a pracovně [21]

Vedení uložené v elektroinstalačních kanálech se považuje za skryté uložení. Elektroinstalačními kanály se myslí oceloplechové a mřížové žlaby, parapetní kanály, podlahové kanály, plastové lišty apod.

Volně uložené vedení je takové vedení, které není nijak připevněno. Takové uložení kabelu je povoleno pouze v místech, kde nehrozí nebezpečí, že by v běžném užívání došlo ke změně místa vedení.

4.3.5 Koupelnové rozvody

Zvláštní požadavky na rozvody elektrické energie v prostorách s vanou nebo sprchou a umývacím prostorem kladou důraz především na bezpečnost vůči přímému i nepřímému zásahu elektrickým proudem. Tyto požadavky vyplývají z normy ČSN 33 2000-7-701 ed. 2. Na kuchyňské prostory se speciální norma nevztahuje a také se tedy řídí předpisy této normy. Tyto předpisy popisují rozdělení na 4 rozměrové zóny, které jsou vyznačeny na Obr. 18: [18; 21]

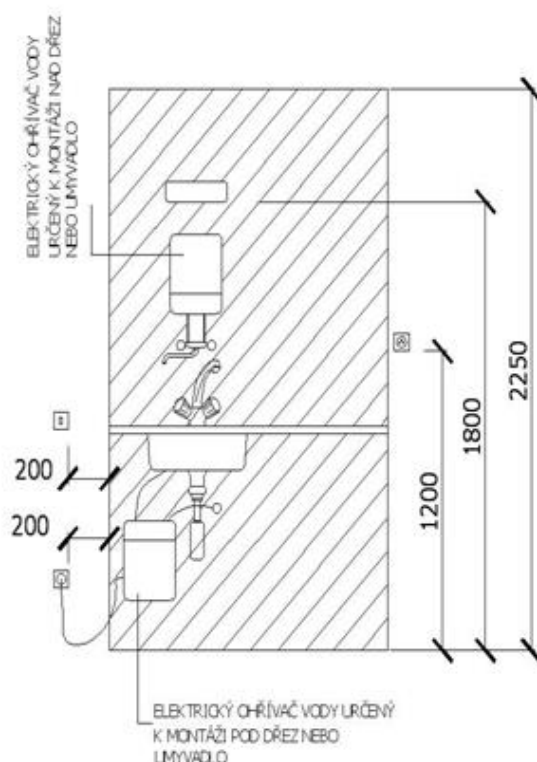


Obr. 18: Schématické naznačení instalačních zón v koupelně [18]

- **Zóna 0:** elektrická zařízení musí splňovat krytí IPX7; nesmí zde být elektrické rozvody s výjimkou bezpečného malého napětí 12 VAC a 30 VDC; nesmí se instalovat žádný spínač; smí se používat upevněná elektrická zařízení, která jsou určena do této zóny; povolena je ochrana pomocí SELV
- **Zóna 1:** elektrická zařízení musí splňovat krytí IPX5 (nad sprchou IPX2); elektroinstalace je omezena pouze na napájení zařízení nezbytně nutná pro zóny 0 a 1 (např. napájení vířivé vany), jinak ostatní elektrické obvody napájené 12 VAC a 30 VDC jsou povolené, mají-li ochranu pomocí SELV nebo PELV
- **Zóna 2:** elektrická zařízení musí splňovat krytí IPX5 (nad sprchou IPX2); nesmí se instalovat žádné spínače, zásuvky nebo příslušenství, s výjimkou zásuvek a spínačů obvodů SELV a jednotky napájecí holicí strojky; mohou se instalovat tato zařízení: sprchové čerpadlo, ohřívač vody, otopná zařízení, ventilátory a svítidla

- **Zóna 3:** je povoleno instalovat zásuvky, pokud jsou chráněné proudovým chráničem nebo oddělovacím transformátorem nebo pomocí SELV;
Pozn.: význam zkratk je k nahlédnutí na str. 81 - Seznam zkratk, symbolů, obrázků a tabulek

V umývacím prostoru má být světlo s krytím alespoň IPX5, ve výšce 1,8 m od podlahy po dolní hranu světla. Zásuvky a spínače musí být umístěny mimo umývací prostor ve výšce 1,2 m od podlahy. Ostatní zařízení se zde instalovat mohou, avšak pouze pokud jsou určeny pro montáž do umývacího prostoru [18; 21].



Obr. 19: Zóny v umývacím prostoru [18]

4.4 Koncové prvky

Za koncový prvek se bere každé zařízení, ve kterém je zakončen kabel vedený od rozvaděče. Většinou se jedná o zařízení, které je používané uživatelem jako je spínač, zásuvka, světlo, ale také se tímto názvem mohou označovat zařízení zajišťující funkci nějaké technologie, jako například senzor, ventilátor apod.

4.4.1 Zásuvky – provedení, zapojení

Běžně používané zásuvky v domácnostech jsou jednofázové a třífázové, kdy v interiéru se vyskytují zásadně jednofázové. Třífázové zásuvky mají své opodstatnění spíše v technických prostorech pro připojení výkonných pracovních strojů, kterým může být např. stojanová vrtačka. V České republice jsou používány zásuvky typu E.

V současné době je jediné možné zapojení zásuvek 230 V v síti TN-S. Zásuvka je realizována nejčastěji kabelem CYKY-J 3x2,5, montuje se ochranným kolíkem nahoru, na nějž je přiveden ochranný zelenožlutý vodič. Na levé zdířce je přivedena fáze a na pravé je připojen pracovní vodič (nula). Na jeden zásuvkový okruh lze připojit maximálně 10 zásuvkových obvodů, přičemž instalovaný příkon nesmí překročit 3 680 VA při jistění 16 A. Trojfázových zásuvek lze zapojit na jeden okruh několik, musí však mít stejný jmenovitý proud.

Některé spotřebiče se musí zapojit do zásuvky na samostatný okruh kvůli velikosti zátěže nebo to předepisuje výrobce spotřebiče. Pro zásuvkové okruhy do 20 A platí ustanovení o použití doplňkové ochrany formou proudového chrániče s vybavovacím residuálním proudem nepřekračující 30 mA v souladu s ČSN 33 2000-4-41 ed.3. Toto ustanovení se nemusí uplatňovat v případě zásuvek nepřístupné laické veřejnosti a zásuvek vyhrazené pro napájení speciálních zařízení [18].

4.4.2 Světelné obvody

Na jeden světelný okruh může být připojeno maximálně tolik světel, aby součet jejich jmenovitých proudů nepřekročil jmenovitý proud jistícího přístroje obvodu. Jmenovitý proud svítidel odpovídá svítidlem odebíranému proudu při maximálním příkonu, který je u svítidla předepsaný jeho výrobcem. Podle nové změny Z1 normy ČSN 33 2130 ed.3 je nyní navíc povinnost chránit obvod spolu s jističem i proudovým chráničem. Na jeden proudový chránič nesmí připadat více než jeden světelný okruh. Více o zapojení a provedení osvětlení v kapitole 5.5 Osvětlení [41; 42].

4.4.3 Spínače osvětlení

Spínač je elektrické zařízení používané pro zapínání a vypínání spotřebiče nebo spotřebičů, nejčastěji svítidel. Pro spínání světelných obvodů se spínače instalují poblíž vchodových dveří.

Rozlišujeme vypínače, přepínače a tlačítka. Spínače dále dělíme:

- podle řazení (řazení 1, řazení 6, ...)
- podle způsobu montáže (přisazený, zapuštěný, ...)
- podle způsobu použití (venkovní, interiérové, ...)
- podle způsobu ovládání (kolébkové, tlačítkové, ...)

Řazení objasňuje způsob využití a zapojení spínače. Je-li požadavek spínat světlo z jednoho místa, použije se spínač s řazením 1. Je-li naopak požadavek ovládat světlo ze dvou míst (tzv. schodišťový přepínač), musí být použit spínač s řazením 6. Více možností provedení spínačů a jejich zapojení znázorněno na Obr. 20: [18; 21]

Řazení	Název	Poloha				Schéma zapojení
		1	2	3	4	
1	Jednopolový vypínač					
2	Dvoupólový vypínač					
5	Sériový přepínač					
5 A	Sériový přepínač střídavý					
5B	Dvojitý přepínač střídavý					
6	Střídavý přepínač					
7	Křížový přepínač					
10	Zapínací tlačítkový ovladač					

Obr. 20: Řazení spínačů [18]

V praktické části této práce není využito ani jedno z výše zmiňovaných zapojení, jelikož se jedná o zapojení spínačů na sběrnici s použitím výhradně tlačítkových ovládačů. Přesnější popis a schéma zapojení je k dispozici na str. 52 v kap. 5.5 Osvětlení.

4.5 Hromosvod

Hromosvod se instaluje za účelem ochrany budovy před následky způsobené zásahem blesku. Zachytí-li hromosvodová soustava úder bleskem, svede jej do země, kde ztrácí svůj potenciál a budova tak nezaznamená žádné poškození [28].

4.5.1 Základní části a provedení hromosvodu

Hromosvod má tři části:

- a) Jímací zařízení – zachycuje blesk, instaluje se na střechu objektu
- b) Svody – vedou zachycený blesk do země; za svod se považuje vedení od jímacího zařízení do země
- c) Uzemnění – zajišťuje přechod blesku do země; je instalováno cca 1 m pod zemským povrchem [28]

Hromosvod je tvořen kovovými obvykle neizolovanými dráty, nejčastěji ze slitiny železa a zinku (FeZn). V současné době se v případě nové výstavby nebo rekonstrukce objektu docela hojně začíná nahrazovat jímací soustava a svody drátem ze slitiny hliníku, hořčíku a křemíku (AlMgSi), který má lepší vodivostní vlastnosti než FeZn, menší průměr, je lehčí a je s ním lepší manipulace při instalaci. Drát AlMgSi se ovšem nesmí instalovat do země, jelikož by v případě delšího styku s vodou mohl začít korodovat. Uzemnění tedy musí být provedeno drátem nebo ještě lépe páskem FeZn. V případě zvláštních požadavků může být hromosvod proveden izolovaným vodičem HVI. Ovšem cena realizace se oproti klasické instalaci hromosvodu rapidně zvyšuje.

Hromosvody se dále rozlišují podle způsobu provedení jímací soustavy:

- hromosvod s hřebenovou soustavou
- hromosvod s mřížovou soustavou
- tyčový hromosvod
- oddálený hromosvod [28]

4.5.2 Stanovení rizika a třídy ochrany před bleskem (LPS)

Ještě před realizací a vůbec před návrhem hromosvodové soustavy je nutné stanovit rizika ztrát pro objekt, pro který chceme hromosvod navrhnout. Uvažují se čtyři typy rizik ztrát:

- riziko ztrát na lidských životech
- riziko ztrát na veřejných službách
- riziko ztrát na kulturním dědictví
- riziko ztrát ekonomických hodnot

Skutečné riziko musí být vždy menší než riziko přípustné. Výpočet rizika ztrát je náročný matematický proces, který se vykonává prostřednictvím softwaru. Pro základní zařazení objektů do třídy ochrany před bleskem (LPS) lze využít této tabulky [43]:

Tab. 5: Zařazení objektů do třídy ochrany před bleskem (LPS) [43]

Třída ochrany před bleskem	Druh objektu
I	Energetické zdroje, budovy s prostředím s nebezpečím výbuchu, chemická výroba
II	Supermarkety, školy, muzea, nemocnice
III	Administrativní budovy, obytné budovy
IV	Sklady

4.5.3 Metoda návrhu jímací soustavy

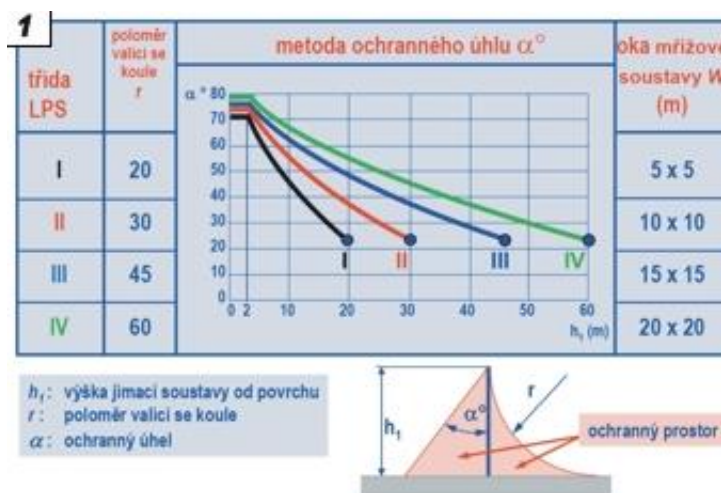
Jímací soustava bezpečně zachycuje a vede blesk pomocí svodů do země. Správné rozvržení jímací soustavy lze určit pomocí tří metod, které lze mezi sebou libovolně kombinovat [26]:

- metoda valící se koule
- metoda ochranného úhlu
- metoda mřížové sítě

Metoda valící se koule definuje ochranný prostor budovy před pomyslnou valící se koulí po zemském povrchu, která se přes tento prostor nedostane. Koule se musí dotýkat pouze jímací soustavy a země, s žádnou jinou částí objektu nesmí přijít do kontaktu, jinak by hrozilo riziko úrazu bleskem do jiného místa objektu než do jímací soustavy. Poloměr valící se koule určuje zvolená třída LPS viz. Obr. 21: [26].

Metoda ochranného úhlu vychází z metody valící se koule. Ochranný prostor se nachází pod přímkou vedenou od vrcholu jímací soustavy po zemský povrch pod určitým úhlem. Velikost tohoto ochranného úhlu určuje třída LPS a výška jímací soustavy. Rozdíly ve tvaru ochranného prostoru určeného pomocí těchto dvou metod lze vidět na Obr. 21: [26].

Metoda mřížové sítě je určena pro návrh jímací soustavy na plochých a sedlových střeších. Na střeše se pomocí vodičů FeZn nebo AlMgSi vytvoří mřížová soustava s oky o rozměrech uvedených na Obr. 21: [26].



Obr. 21: Metody návrhu jímací soustavy [44]

5 VLASTNÍ NÁVRH ELEKTROINSTALACE

Řešení kompletní elektroinstalace je možné naprojektovat po konečném vyhotovení půdorysu všech podlaží rodinného domu stavebním projektantem na základě požadavků investora, který si určí celkovou dispozici domu, tedy přesněji rozvržení místností a vybavení. Při návrhu elektroinstalace se musí dbát na funkčnost a logiku rozmístění prvků. Je důležité, aby jednotlivé přívody elektrické energie byly rozvrženy dle potřeby napájení spotřebičů a využití uživatelem. Zvláště pak musí být celý návrh proveditelný a odpovídající platným normám. Kompletní projektová dokumentace je zkreslena v programu AutoCad.

Dům je situován do nové zástavby v obci Dolní Bojanovice, okres Hodonín, v ulici Myslivecká. Jedná se o třípodlažní dům zasazený do mírného svahu, se suterénem, přízemím a prvním patrem. Vstup do domu od silnice je možný přes suterén nebo přízemí, z opačné strany od zahrady je možný pouze přes suterén. Vytápění domu v přízemí a prvním patře je řešeno podlahovými topnými kabely, v suterénu je vytápění pouze v případě potřeby lokálními elektrickými přímotopy. Rekuperační jednotka zajišťuje hygienické větrání domu systémem přivedení čerstvého vzduchu do obývaných místností pomocí vzduchotechnických rozvodů. Spolu s hlavním domovním vedením je přiveden i optický kabel pro přívod vysokorychlostního internetového připojení, který je zakončen v datovém rozvaděči. Dům je zabezpečen systémem EZS od firmy Paradox.

5.1 Systém inteligentní domácnosti HDL Buspro

Koncepce domu se snaží co nejvíce přiblížit inteligentní domácnosti. Právě proto je zde jako stěžejní systém pro inteligentní řízení domácnosti zvolen systém od firmy HDL. Řešení se sběrníkovou topologií v našem případě poskytuje řízení osvětlení, žaluzií a vytápění, regulaci rekuperace a nastavení časových a uživatelských scén. Budovu lze řídit buďto lokálně z nástěnných ovládacích panelů a spínačů nebo vzdáleně prostřednictvím mobilní aplikace HDL ON. Produkty HDL pracují i se standardy KNX, DALI, DMX atd., čímž se nabízí možnost sdružit více standardů do jednoho systému. Pro budoucí rozšíření systému firma nabízí bezdrátové komponenty HDL Buspro wireless, které lze snadno do systému přidat a vyhnout se tak sekání do zdi a dalším nákladným zásahům, kvůli přivedení kabeláže [45].

Výrobce udává energetickou úsporu řízením osvětlení 25 %. Efektivní regulace vytápění a klimatizace pak dělá úsporu až 30 % a spolu s automatickým ovládním žaluzií, které zatemňují nebo odtemňují podle slunce to dělá úsporu na regulaci teploty dalších 15 % [45].

Výhody a nevýhody systému

Systém inteligentní domácnosti s sebou nese řadu uživatelských výhod, které jsou bohužel doplněné i o nevýhody.

Výhody:

- Sdružení technologií do jednoho systému – rychlejší a přehlednější ovládání, a to i prostřednictvím telefonu.
- Energetická úspora díky řízení osvětlení, žaluzií a topení
- Možnost nastavení scén a časových plánů
- Uživatelsky příjemné prostředí
- Jednoduchá rozšiřitelnost systému
- Schopnost komunikovat s jinými standardy
- Výpadek jednoho zařízení neovlivní chod celého systému

Nevýhody:

- Vyšší pořizovací cena oproti klasické elektroinstalaci
- Porucha zdroje ovlivní chod celého systému
- V případě poruchy systému je nutné volat softwarového technika

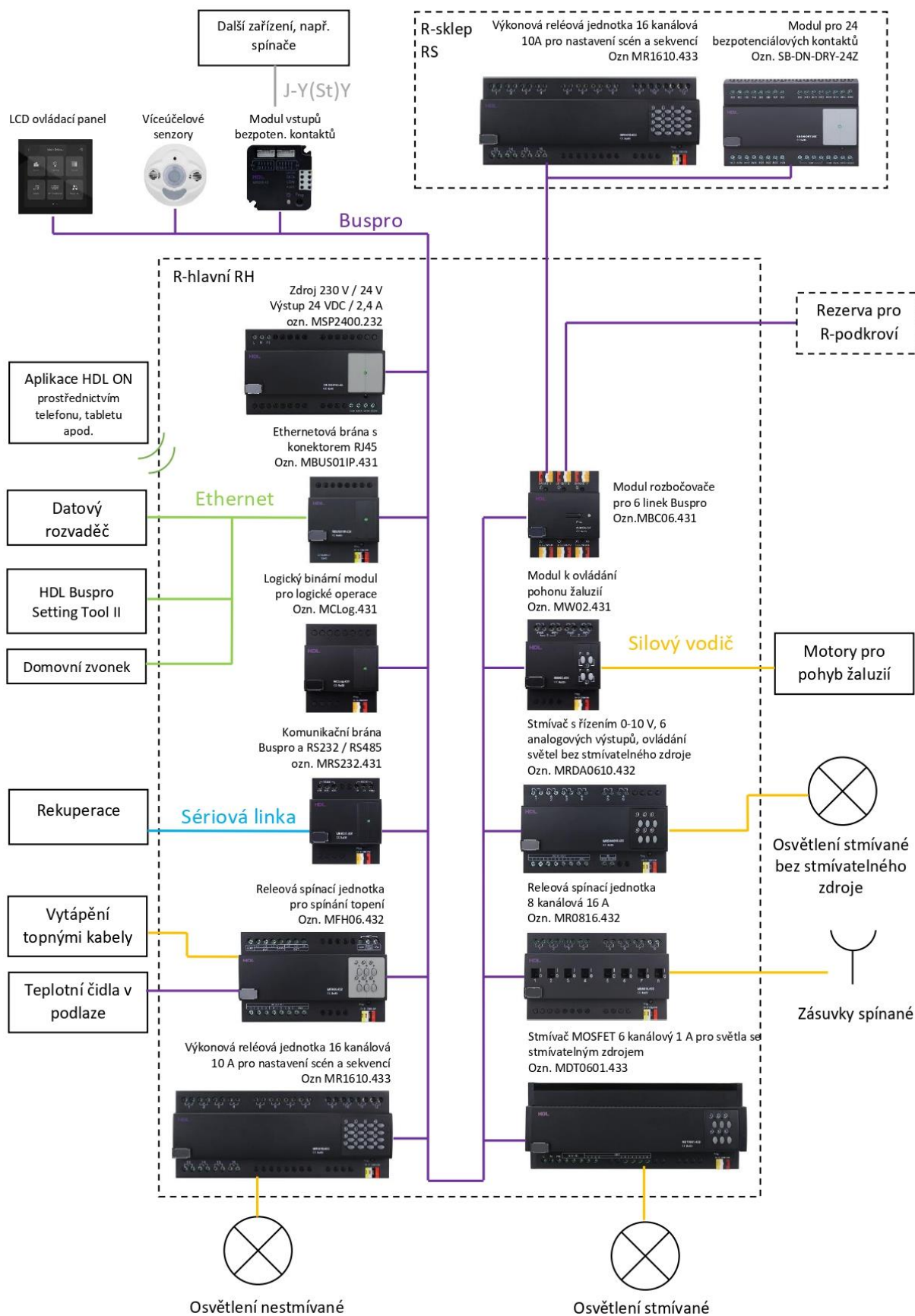
Důvodem výběru HDL Buspro pro tuto práci byla celková koncepce systému. Na rozdíl od jiných systémů inteligentní domácnosti, které jsou řízené centrálním serverem, má každý rozvaděčový modul svůj vlastní firmware. Tím pádem se nemůže stát, že by kvůli systémové chybě přestal celý dům během chvíle kompletně fungovat, nebereme-li v potaz výpadek elektrické energie na přívodu do domu nebo poruchu zdroje 24 VDC. Dokonce i v případě poruchy zdroje jsou všechny technologie spínané přes systém HDL nadále funkční, není je však možné dále ovládat [45].

Na trhu se vyskytuje velké množství výrobců inteligentních systémů pro domácnosti a otázkou zůstává, který s nich je ten nejlepší. Tato otázka zůstává nezodpovězená, jelikož každý výrobce nabízí vždy něco lehce odlišného. Skutečností však je, že firma HDL se automatizací budov zabývá již od roku 1985.

Jedním z konkurentů HDL je firma Loxone. Ta je principem fungování inteligentní domácnosti nejbližší. Odlišná je topologie sítě, po které Loxone funguje. Jelikož mozek celého systému tvoří centrální miniserver, jsou všechna zařízení zapojena do hvězdicové topologie. Zde nastává riziko výpadku celé sítě v případě selhání serveru.

Lidé velmi často vyhledávají smart home od světově známých značek jako jsou Apple nebo Google. Tyto značky primárně nabízejí komponenty pro rozšíření již stávající elektroinstalace a jsou zaměřeny především na komfort uživatele. Primární rozdíl tvoří struktura komunikace, jelikož všechny komponenty jsou wireless, propojení komponentů je zajištěno pomocí Wi-Fi, Bluetooth nebo bridge. Smart home data odesílá dle nastavení buď do lokálního úložiště nebo do cloudu.

5.2 Blokové schéma komunikace HDL Buspro



Obr. 22: Blokové schéma vytvořené na základě přílohy A – PD rozvaděč R-hlavní RH

Sběrniceová komunikace je provedena sběrnicovým kabelem EIB-BUS 2x2x0,8, což je 4 vodičový kabel s plným Cu jádrem o průřezu 0,8 mm². Namísto standardního sběrnicového kabelu je možné použít i kabel UTP cat 5e, ale ten má odpor vodičů 5 Ω, zatímco vodiče sběrnicového kabelu mají odpor 3,5 Ω. V případě sběrnicového kabelu jsou menší úbytky napětí na sběrnici, proto je jeho použití výhodnější [46; 47].

Výhodou sběrnicové topologie je fakt, že výpadek zařízení na sběrnici nezpůsobí výpadek celé sítě. Zapojení do hvězdy je možné, ale nedoporučuje se, protože zvyšuje odraz signálu a snižuje se poměr signálu a šumu. Funguje pouze v případě menšího množství prvků. Kruhová topologie je zakázána. Vyslaný signál by nemusel být přijat žádným akčním členem, takže by se zacyklil a tím by došlo k zahlcení sběrnice a následnému selhání komunikace [47].

5.3 Moduly HDL umístěné v rozvaděčích

V této kapitole jsou na základě blokového schématu popsány jednotlivé komponenty HDL pro řízení inteligentní domácnosti, které jsou umístěny v hlavním domovním rozvaděči RH a podružném rozvaděči RS.

5.3.1 Zdroj 230 V / 24 V

Zdalo by se, že tak jako je prvním zařízením na sběrnici zdroj, tak i volba správného typu zdroje je otázkou číslo jedna. Opak je ale pravdou. Typ zdroje se odvíjí od celkového odebíraného proudu všech napájených jednotek připojených na sběrnici. Odebíraný proud každého zařízení určuje výrobce a tuto informaci uvádí v technickém listě zařízení [48].

Tab. 6: Odběr proudu na sběrnici Buspro

Název	Označení	Maximální proud komponentu (mA)	Kusů	Maximální odebíraný proud (mA)
Ethernetová brána	MBUS01P.431	40	1	40
Logický binární modul	Mclog.431	15	1	15
Komunikační brána RS232/RS485	MRS232.431	15	1	15
Modul topení	MFH06.432	30	2	60
Modul spínané zásuvky	MR0816.432	10	1	10
Modul pohon žaluzie	MW02.431	35	2	70
Modul osvětlení	MR1610.433	15	3	45
Stmívač MOSFET	MDT0601.433	25	1	25
Stmívač 0-10 V	MRDA0610.432	30	1	30
Přepínač pro rozšíření sítě	MBR06.431	15	1	15
Modul 24 bezpoten. kontaktů	SB-DN-DRY-24Z	12	1	12
Modul 8 bezpoten. kontaktů	MSD08.40	10	11	110
Snímač 12v1	MS12.2C	40	3	120
LCD panel	MPTL4C.48	120	8	960
Teplotní čidlo	TC/S	15	12	180

Maximální proud celého systému odebíraný ze sběrnice		1 707	mA
Modul zdroje	MSP2400.232	2 400	mA
Rezerva		693	mA

HDL nabízí tři druhy zdrojů s maximálním výstupním proudem 750 mA, 1 200 mA nebo 2 400 mA. V našem případě maximální možný proud na sběrnici činí 1 707 mA, proto volíme nejsilnější zdroj s výstupem 2,4 A.

5.3.2 Ethernetová brána

Prostřednictvím ethernetové brány pro komunikaci mezi ethernetovou sítí a sběrniceovou sítí Buspro, je systém HDL schopný duplexní komunikace s uživatelem po síti. Výhodou je možnost nastavování systému bez nutnosti fyzického připojení počítače ke sběrniceové síti Buspro, jak po lokální síti, tak distančně, ale i v samotném uživatelském ovládní přes mobilní aplikaci. Brána dokáže řídit datový tok, čímž je síť zabezpečena proti zahlcení [49].

5.3.3 Logický binární modul

Další v řadě ovládacích a komunikačních prvků se vyskytuje logický modul nabízející možnost logického řízení s kapacitou až 960 logických programovatelných bloků. Výstupem lze ovládat scény, kanály relé, spínat a ovládat zařízení (žaluzie apod.). Poskytuje možnost nastavení událostí na každý den. Primární důvod použití tohoto prvku v naší elektroinstalaci je možnost ovládní a natáčení žaluzií podle času a svitu slunce. K tomu se v programu využívají hodiny reálného času, který je v logickém modulu obsažen. S východem slunce se žaluzie otevřou, aby byl možný průnik slunečního svitu skrze okenní tabule do domu. Jakmile slunce večer zajde za obzor, žaluzie se zavřou. V principu pokyn do motoru žaluzií neposílá logický modul, ale přímo modul k ovládní pohonu žaluzií MW02.431 (viz. kapitola 5.3.8), který dostane povel od logického modulu. Nicméně možností využití tohoto modulu je nespočet [50].

5.3.4 Komunikační brána Buspro – RS232 / RS485

Komunikační brána pro komunikaci mezi sítěmi Buspro a RS232 nebo RS485 slouží v našem případě pro komunikaci s rekuperační jednotkou od firmy Pichler, která má vlastní řídicí jednotku. Brána zajišťuje obousměrnou datovou komunikaci využívající řídicích znaků ASCII. O množství odeslaných a přijatých informací rozhoduje nastavení jak systému rekuperace, tak systému inteligentní domácnosti. Rekuperace pravidelně posílá informace o stavu vnitřních technologií (výkon rekuperace vzduchu apod), ovšem nedovolí síti Buspro přístup do její řídicí jednotky. HDL reguluje konečnou teplotu v domě a množství přísunu čerstvého vzduchu, ale jakým způsobem tyto požadavky budou provedeny, je otázkou systému rekuperace [51].

5.3.5 Reléová spínací jednotka pro ovládní topení

Pro řízení topení je použita reléová spínací jednotka se zabudovaným PI regulátorem, pro 6 topných okruhů, tj. 6 výstupů spínaných buď na kontakt relé nebo 0-10 V k proporcionalnímu ovládní. K modulu se po sběrnici připojují teplotní čidla a lze jich připojit maximálně 13. V programovacím prostředí se dají nastavit maximální a

minimální hodnoty vytápění pro každý topný okruh samostatně a různé režimy vytápění včetně časového spínání [52].

5.3.6 Reléové spínací jednotky pro ovládání osvětlení

Reléových spínacích modulů od HDL je v rozvaděči více. Jsou využité pro spínání světel a zásuvek. Každé relé má jeden spínací kontakt

- Pro spínání zásuvek: Modul pro 8 výstupních kontaktů po 16 A
- Pro spínání světel 0/1: Modul pro 16 výstupních kontaktů po 10 A

Okruh je vždy chráněn jističem s maximální vypínací hodnotou stejnou, jako je maximální předepsaný proud v kanálu. Každému kontaktu přísluší možnost nastavení oblasti, která může mít max. 16 scén, v případě světelného modulu až 32 scén. Na každém kanálu lze nastavit zpoždění odtahu nebo přitahu až o 25 s. Nastane-li zapnutí modulu, kterému předcházela ztráta napětí, lze v programovacím prostředí určit, bude-li zapnuta výchozí scéna nebo poslední scéna před ztrátou napětí [53; 54].

Modul pro 16 výstupních kontaktů je nainstalován i v rozvaděči RS pro spínání osvětlení a také pro ovládání garážových vrat a anemometr pro snímání síly větru.

5.3.7 Stmívače

Některé světelné okruhy jsou stmívané. O jejich správné ovládání se starají stmívače. V rozvaděči nalezneme dva druhy stmívačů.

Pro spínání a stmívání světel s elektrickými předřadníky se využívá stmívač MOSFET, s 6 analogovými kanály, každý s maximálním odebíraným proudem 1 A. Tento typ stmívače je vhodný i pro svítidla, která jsou ovládaná proudem, tzn. pro LED svítidla. Vzhledem k typu a charakteristice světla se dá v programovacím prostředí nastavit, jestli bude světlo stmívané na náběžnou nebo sestupnou hranu. Pro každý kanál lze určit nízký, vysoký a maximální práh. To znamená, že například LED svítidlo s předřadníkem nastavíme tak, aby svítilo na 20-80 % výkonu, kdy 80 % je maximální práh, přes který intenzita nikdy nepřejde a 20 % je nízký práh. Pokud by měla intenzita klesnout pod 20 % výkonu, světlo se vypne. [55].

Druhý stmívač s mikrokontroléry ovládá světla změnou stejnosměrného napětí 0-10 V. Modul pracuje se 6 analogovými výstupy a 6 reléovými kontakty, Stejně jako MOSFET má i tento stmívač možnost nastavení prahové hodnoty [56].

5.3.8 Modul k ovládání pohonu žaluzií

Slouží pro ovládání žaluzií s motorovým pohonem. Jedním modulem lze ovládat dva motory, kdy jeden motor obsadí dva výstupní kontakty pro pohyb nahoru a dolů. Jakmile sepne první kontakt, žaluzie se vytahuje. Sepne druhý kontakt, žaluzie se zatahuje nebo obráceně. Není-li sepnutý žádný ze dvou kontaktů, pak motor nevykonává pohyb. Krátkodobý pohon motoru se využívá pro natočení žaluzií. V samotném modulu je integrována funkce maximální doby pohonu žaluzie, z důvodu předejití větší škody na žaluziích nebo motoru kvůli možnému poškození koncových spínačů [57].

5.3.9 Modul rozbočovače pro 6 linek Buspro

Řadu komponentů HDL v rozvaděči RH uzavírá rozbočovač pro rozšíření sítě. Ten je zde nainstalován z důvodu jednoduchého rozšíření sběrnice sítě do podružných rozvaděčů a ujednocení systému. Svým způsobem se jedná o takový nadstandard sítě, kdy sběrniceovou topologií rozšíříme o další větve. Na jeden modul lze připojit dalších 6 linek, kdy se na každé lince může vyskytnout až 63 zařízení. V případě naší elektroinstalace máme na modul připojeny další dvě linky. První linku tvoří moduly v rozvaděči RS. V něm se vyskytují pouze 2 zařízení a proudový odběr není natolik velký, aby bylo nutné instalovat nový zdroj. Prvky jsou tedy napájené ze zdroje v RH. Druhá větev je rezervní pro případné budoucí doplnění rozvaděče do podkroví [58].

5.3.10 Modul pro 24 bezpotenciálních kontaktů

Abychom mohli technologie spínat pomocí mechanického zařízení, musíme signál z něj přivést na sběrnici Buspro. Nejčastěji jím je klasický nástěnný spínač od různých výrobců. Na vstup modulu je přiveden signál ze spínače pomocí stíněného kabelu J-Y(St)Y 2x2x0,8, odkud je dále posílán po sběrnici do příslušných modulů na základě adresy, kterou daný impuls poslaný z tlačítka nese. Tlačítko lze v programu dále definovat a přiřadit mu až 49 koncových zařízení. Výrobce doporučuje instalovat zařízení s bezpotenciálními vstupy do vzdálenosti 20 m od zdroje elektrické energie, který je umístěn v rozvaděči. Tento modul je umístěn v rozvaděči RS a slouží pro kontakty v místnostech 1. podzemního podlaží [59].

5.4 Komponenty HDL umístěny mimo rozvaděče

Téměř v každé místnosti domu nalezneme ovládací prvek HDL, posílající informaci do modulů v rozvaděči, která je poté vyhodnocena a vyslána do akčního členu. Ať už jsou to tlačítka s modulem pro připojení bezpotenciálních kontaktů, víceúčelová čidla nebo uživatelská rozhraní.

5.4.1 Modul vstupů bezpotenciálních kontaktů

Namísto rozvaděčového modulu, který je popsán v kapitole 5.3.10 je v 1.NP a 2.NP použit modul pro 8 bezpotenciálních kontaktů, který se instaluje do instalační krabice pod tlačítko. Modul je připojen ke sběrnici a na jeho vstupy jsou připojena tlačítka pomocí kabelu J-Y(St)Y 2x2x0,8.

V případě použití těchto modulů pod tlačítko se projevuje úspora na celkové délce spotřebovaného kabelu, oproti použití rozvaděčového modulu pro 24 bezpotenciálních kontaktů. Nicméně ekonomická úspora se zde nenaskytá, obě řešení by v obou případech vyšla finančně stejně. Ovšem použití rozvaděčového modulu lze považovat z hlediska montáže a budoucího rozšíření systému za jednodušší.

5.4.2 Víceúčelový senzor

Často používaným zdrojem informace bývá senzor. Výrobce HDL nabízí více druhů senzorů. Od klasických PIR čidel až po sofistikovanější senzory. Jeden z takových senzorů nese název 12v1, kvůli 12 funkcím, které nabízí:

1. Teplotní čidlo
2. PIR čidlo
3. Ultrazvukové čidlo
4. Čidlo intenzity osvětlení
5. Vstupy pro 2 bezpotenciální kontakty
6. 2 relé každé s jedním spínacím kontaktem o 5 A
7. Vysílač IR signálu
8. Přijímač IR signálu
9. Možnost nastavení logických vazeb
10. Možnost použití pro zabezpečení a zastřežení objektu
11. Funkce konstantní úrovně osvětlení
12. Podpora programování a nastavování online

Čidlo je umístěno v každém podlaží, vždy v chodbě. Primárně je využíváno pro funkci teplotního čidla, které hlídá teplotu v místnosti a tuto informaci posílá do modulu topení, kde je následně informace zpracována. Je zde využito PIR čidlo pro spínání svítidel v chodbě. Na noc je aktivována scéna spínání nočního osvětlení, kdy se při zaznamenání pohybu PIR čidlem zapnou světla, ovšem pouze na 20 %.

Pomocí logických funkcí je možné nastavit různé scény. V konfiguračním prostředí lze nastavit, co má systém při určité situaci provést. Například při příchodu majitele do domu systém sepne světelnou scénu v obývacím pokoji a zapne kávovar, aby se nahřál. Často je dále čidlo využito pro zabezpečení a zastřežení objektu, což v našem případě není využito. Z důvodu větší bezpečnosti je systém EZS řešen odděleným systémem od inteligentní domácnosti [60].

5.4.3 LCD ovládací panel

Společnost HDL nabízí velkou řadu ovládacích zařízení, od základních mechanických tlačítek, přes tlačítka s kapacitním displejem, až po dotykové displeje a všechny různé kombinace. Zde byl zvolen designový ovládací dotykový LCD panel řady granite v černošedém provedení [61].



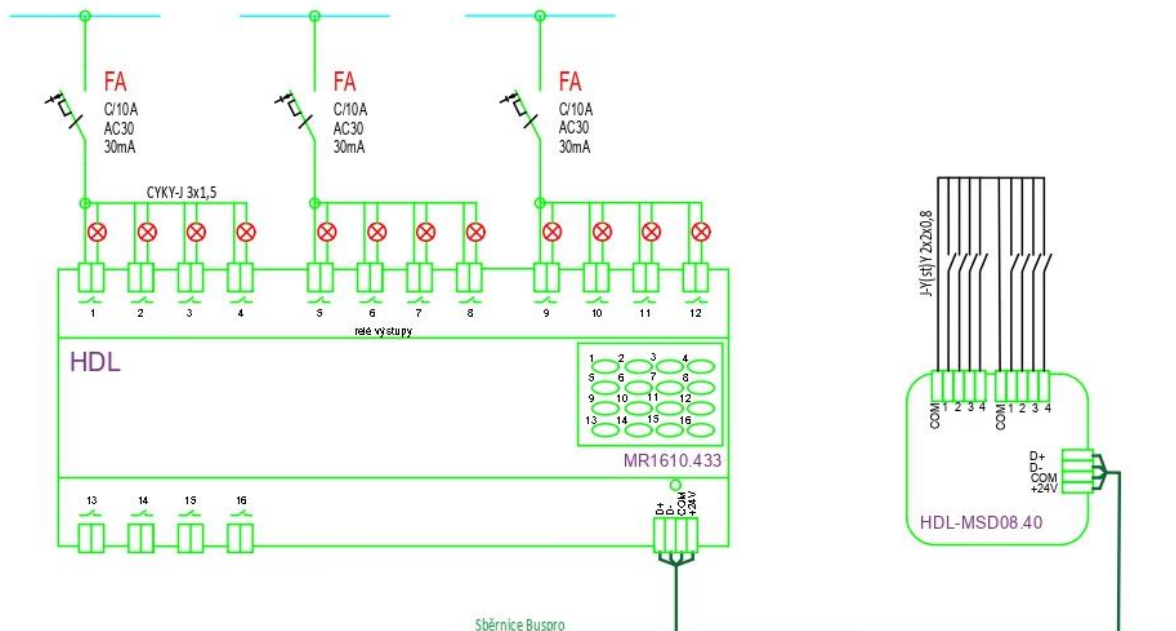
Obr. 23: LCD ovládací panel Granite

Panel je nainstalovaný v každé ložnici a obývacím pokoji vždy u vstupu do místnosti. V případě obývacího pokoje je jeden panel umístěný u vstupu z chodby a druhý panel je u vstupu ze zahrady, každý má však část funkcí odlišných. Instaluje se do montážní krabice zapuštěné ve stěně, do které je přiveden sběrníkový kabel. Ten je připojen na sběrníkovou spojku, která je přišroubována ke krabici. Vodováhou se vycentruje na šroubech tak, aby měla horní hranu v přesné horizontální poloze. Sběrníková spojka je opatřena osmipinovým konektorem, kterým se spojí s LCD displejem. Díky plastovým úchytům na displeji není dále potřeba displej ke spojce jakkoliv fixovat [62].

Obecně lze přes granite displeje řídit osvětlení, topení, rekuperace, žaluzie a scény. Dále MP3 přehrávač a další zařízení, ale tyto funkce v našem případě nejsou využity. Uživatel si určí, jaké části domu bude přes jednotlivé panely ovládat. Standardně panely ovládají příslušnou ložnici, popřípadě další místnosti spjaté s ložnicí, jako je šatna nebo koupelna.

5.5 Osvětlení

Rozvod světelných obvodů je lehce odlišný od klasické elektroinstalace. Realizace od spínače, přes rozvaděč až do světla jde nejlépe vidět na schématu zapojení.



Obr. 24: Schéma zapojení spínání svítidel

Spínání je řešeno tlačítky o velikosti jednoho modulu (22,5 x 45 mm) od firmy Legrand. Jedná se o typ Living light v antracitové barvě, řady Bticino. Vodiče se zapojují na bezšroubové wago svorky. Spínače jsou situovány vedle dveří, před vstupem do chodby, v případě obývacího pokoje jsou také vedle sedací soupravy.



Obr. 25: Spínač řady Bticino

Od spínače je vedený stíněný kabel J-Y(St)Y 2x2x0,8 do modulu vstupů bezpotenciálních kontaktů, který je napojený na sběrnici. Tento modul je umístěn v krabici pod jedním z tlačítek, které je v něm zapojeno. Aby bylo možné montáž provést, je nutné použít hlubší montážní krabici. Signál ze spínače je zpracován reléovou spínací jednotkou pro ovládání osvětlení, která rozhodne, jaký kanál má sepnout. Napájení světla je od rozvaděče vedeno kabelem CYKY-J 3x1,5. Všechny světelné okruhy jsou jističy 10 A. Jelikož se jedná o LED svítidla, pro které je typický vyšší nárazový proud při rozsvícení, je zde použit jistič s vypínací charakteristikou typu C. Kabele jsou uloženy pod omítkou ve stěně a nad sádkartonovým podhledem. Použitím sběrnicových ovládačů by sice montáž byla o něco jednodušší, ovšem použitím klasických spínačů s připojením na vstupy bezpotenciálních kontaktů vznikla úspora téměř 40.000 Kč.

5.6 Zásuvkové obvody

Rozlišujeme zásuvky spínané a klasické, nespínané. Instalace se liší jen v zapojení v rozvaděči, kde se spínané zásuvky zapojují na modul reléové spínací jednotky. Použití stykače zde není nutné, jelikož se nepředpokládá, že se zásuvka bude spínat několikrát za den. Spínané jsou zásuvky pro topné žebříky v koupelnách, pro sporák a zásuvky u postele v každém pokoji. Využit těchto zásuvek lze v uživateli nastavených scénách, ale častější je spínání na časový plán nebo manuální ovládání přes mobilní aplikaci.

Všechny zásuvkové obvody 230 V jsou realizovány kabelem CYKY-J 3x2,5 a jističy 16 A s charakteristikou B, s výjimkou zásuvky pro rekuperaci, která má charakteristiku typu C. Na jeden jistič může být maximálně 10 zásuvek. Pro spínané zásuvky není nutné mít samostatné jištění. Pod jedním jističem může být jak spínaná, tak nespínaná zásuvka. Rozvody jsou umístěny pod omítku do stěny. V 1. a 2. NP jsou zásuvky stejného typu jako spínače od firmy Legrand, umístěny 30 cm od země. V kuchyni jsou zásuvky nainstalovány v kuchyňské lince. Je zde využito výsuvné krabice typu Pop-up značky Legrand se dvěma zásuvkami, která je zapuštěna v lince a po stisknutí mechanického tlačítka zásuvky z linky vyjedou. V garáži je nutné mít kvůli prachu zásuvky s krytím minimálně IP44, proto jsou zde nainstalovány zásuvky s krytkou typu Variant od firmy ABB. Kabelové rozvody jsou zde přiznané v bezhalogenových PVC trubkách od firmy IES a v mřížových kabelových žlabech od firmy Arkys.



Obr. 26: Výsuvná zásuvková krabice Pop-up

V dílně a garáži v 1. PP jsou nainstalovány 2 zásuvky 16 A / 400 V pro připojení výkonnějšího zařízení. Zásuvka je napájena po kabelu CYKY-J 5x2,5 a je připevněna na stěně ve výšce 1,2 m.

Koupelny podléhají normě ČSN 33 2000-7-701 ed.2, která definuje rozdělení na zóny, aby elektroinstalace byla bezpečná. Zásuvky jsou nainstalovány pouze u umyvadla ve výšce 1,2 m od podlahy, mimo umývací prostor a v bezpečné vzdálenosti od vany a sprchového koutu, což odpovídá zóně 3. Druhá zásuvka na protější stěně slouží pro napájení topného žebříku. Může být umístěna 30 cm od podlahy, jelikož už nepodléhá žádným zónám, protože je v dostatečné vzdálenosti od umyvadla a jiných zdrojů vody.

5.7 Vytápění domu

Vytápění 1. a 2. podlaží je řešeno topnými kabely. V případě ne příliš nízkých teplot lze dům vytápět pomocí rekuperační jednotky. V suterénu zatím topení řešeno není, uvažuje se s lokálními elektrickými přímotopy.

5.7.1 Vytápění topnými kabely

Každá místnost je na jeden topný okruh s jedním teplotním čidlem PT100. Před realizací je nutné poslat výrobci kabelů půdorys místností, ve kterých je pokládka topných kabelů plánována. Ten pak spočítá, kolik metrů kabelu bude potřeba pro každou místnost, jelikož se dodávají již v přesných délkách a opatřené koncovkou. Důvodem takové dodávky není ani tak kvůli kabelové koncovce, ale kvůli měření ohmického a izolačního odporu kabelu, jelikož kabely o rozdílných délkách mají odlišný odpor. Hodnota odporu se při nastavování topení zapisuje do systému. Doporučuje se po instalaci kabelu jeho hodnotu odporu ještě jednou změřit, jelikož se může vlivem prostředí a rozteče kabelu lehce lišit od hodnoty předepsané výrobcem. Kabel se začne pokládat z jednoho rohu místnosti, přes celou délku stěny s roztečí 8-12 cm.

Na každý okruh přísluší jedno teplotní čidlo, které se ukládá do podlahy, min. 20 cm od stěny, zatažené v ohebné PVC trubce, aby bylo chráněno před poškozením. Koncovka čidla se nesmí dotýkat, ani být v těsné blízkosti topnému kabelu, aby nenastalo zkreslení, při vyhodnocování teploty. Teplotní čidlo hlídá pouze teplotu podlahy, nikoliv teplotu v místnosti. Maximální možná teplota podlahy se liší dle typu a materiálu podlahy. Bezpečnou maximální přípustnou hodnotu teploty udává výrobce podlahové krytiny. Podlahy v domě tvoří v přízemí dřevěné parkety, v patře vinylové desky a v koupelnách, na záchodě a technické místnosti je položena keramická dlažba. Pro vinylovou a parketovou krytinu je předepsaná maximální teplota podlahy 27 °C, pro dlažbu až 32 °C. Vyšší teplota by mohla způsobit popraskání nebo zvlhnutí podlahy.



Obr. 27: Teplotní čidlo PT100

Vytápění je ovládáno z LCD panelů Granite s integrovaným termostatem. Uživatel na displeji zadá požadovanou teplotu, kterou chce mít v místnosti. Termostat porovná aktuální a požadovanou teplotu a informaci pošle po sběrnici do modulu vytápění, který rozhodne, zda v dané místnosti sepne topení. Jelikož vytápění sepne v zimním období i několikrát za den, je samotné spínání vytápění řešeno přes stykač. Relé v modulu vyšle signál, aby stykač sepnul kontakt, přes který začne téct proud do topných kabelů, které jsou napájené kabelem CYKY-J 3x2,5 a jištěné jednofázovým jističem 16 A s charakteristikou B. Všechny topné okruhy jsou spínané v nízkém tarifu pomocí stykače ovládaného HDO z elektroměrového rozvaděče. Na jeden jistič připadají 2 topné okruhy. Pouze v dolní části, kde se nachází obývací pokoj s jídelnou a kuchyní, je výjimečně kvůli velikosti vytápěné plochy použit třífázový jistič a pětižilový kabel. Obvody jsou chráněné čtyřpólovým proudovým chráničem o velikosti 25 A, vždy jeden na 6 okruhů.

Jelikož se nejedná o samoregulační kabely, je na spínání, z hlediska doby náběhu a doběhu topného kabele, nastavena hystereze. Ta se projevuje minimální dobou vytápění, která činí 15 minut. Jakmile teplota v místnosti dosáhne požadované teploty nebo se teplota podlahy přiblíží k maximální přípustné nastavené hodnotě, stykač rozezne a kabel přestane topit. Teplota v každém pokoji se reguluje samostatně na LCD displeji pokoje. Chodby, toalety a koupelny jsou regulovány spolu s obývacím pokojem.

5.7.2 Vytápění rekuperací

V domě jsou nainstalovány vzduchotechnické rozvody s vyústěním uprostřed stropu každé místnosti. Vzduch je rozváděn z centrální rekuperační jednotky typu PKOM 4 od firmy Pichler. Jedná se o aktivní rekuperaci čili mimo rozváděcí ventilátory a klapky je napájen i ohřev vzduchu fungující na principu tepelného čerpadla. Z hlediska silnoproudých rozvodů jde pouze o přivedení napájecího kabele CYKY-J 3x2,5, který je zakončen zásuvkou ve stěně a jištěná jističem 16 A s charakteristikou C, kvůli velkým nárazovým proudům při rozběhu rekuperace. Vnitřní kabelové rozvody jednotky instaluje

přímo dodavatel rekuperace již ve výrobní dílně a zpravidla není v době instalace nutný zásah do elektroniky [63].

Rekuperace obsahuje čtyři základní funkce. Větrání, vytápění, chlazení a ohřev vody. Hlavní funkcí rekuperace je výměna venkovního a vnitřního vzduchu. Princip vytápění funguje na ohřevu venkovního vzduchu přiváděného do jednotky pomocí tepelného čerpadla. Zároveň se přiváděný vzduch částečně ohřívá i vzduchem, který je jednotkou nasáván z interiéru domu a odváděn ven. V zimním období dokáže udržovat pokojovou teplotu v domě, pokud je venku nejméně 5 °C. Při nižší teplotě už musí zapnout podlahové topení. V letních měsících lze rekuperace využít ke chlazení domu. Je zde řešen i ohřev vody v bojleru, který je vsazený uvnitř rekuperace [63].

5.8 Žaluzie

Všechny čtyři motorem poháněné žaluzie v domě napájí kabel CYKY-J 4x1,5 s dvěma ovládacími fázemi a jsou jištěné jednopólovým jističem do 10 A. Jedna fáze slouží pro pohyb žaluzií nahoru a druhá fáze pro pohyb dolů. Vzhledem k velkému nárazovému proudu při startu motoru má jistič vypínací charakteristiku typu C.

Žaluzie ovládané motorem jsou nainstalovány pouze v 1. NP v obývacím pokoji, v kuchyni, v ložnici a v technické místnosti čili. V druhém patře jsou pouze střešní okna s klasickými látkovými roletami.

5.9 Dveřní videotelefon

Na místo klasického akustického zvonku je zde využito videotelefonní sady. Kromě zvukové signalizace, pokud nějaká osoba stojící před domem zmáčkla tlačítko panelu, který je umístěný vedle dveří, je navíc tento panel opatřen kamerou, která snímá obraz před dveřmi a vysílá ho na 7“ LCD displej nainstalovaný v obývacím pokoji na stěně. Mimo jiné jsou obě zařízení opatřena mikrofony, přes které je možné komunikovat. Systém video telefonu podporuje komunikaci přes Wi-Fi. Je tak možné nahlédnout do systému a ovládat jej pomocí smartphonu. To je vhodné v případě, když nikdo není doma a před domem stojící osoba zazvoní. Lze s ní přes mobilní telefon komunikovat, vidět ji na displeji a případně na dálku otevřít dveře. Panel dále obsahuje čtečku elektronických čipů, které jsou součástí balení. Tímto je zajištěn bezpečný přístupový systém do domu a není potřeba klíče od dveří.

V případě panelu i LCD displeje se jedná o zapuštěnou montáž do stěny. Komunikaci mezi panelem a displejem zajišťuje kabel UTP cat5e, který je od panelu veden do zdroje v datovém rozvaděči a ze zdroje je napojen do LCD displeje. Zdroj tak rozděljuje komunikaci na vnitřní a venkovní sběrnici. Od panelu je dále přiveden kabel J-Y(Y(St)Y 2x2x0,8 na relé umístěné v krabici zapuštěné ve stěně vedle vstupních dveří. Relé spíná kontakt pro otevření dveří, dostane-li informaci z LCD displeje nebo z mobilního telefonu.

5.10 Elektronický zabezpečovací systém

Elektronický zabezpečovací systém (zkr. EZS), nově také poplachový zabezpečovací a tísňový systém (zkr. PZTS), je určen pro detekci neoprávněného vstupu, pokusu o vstup či přítomnosti neoprávněné osoby v domě a následnou akustickou případně i optickou signalizaci. Systém se skládá dle požadavků investora. Základem je ústředna, což je mozek celého systému, různé senzory, pro lepší odlišení od jiných senzorů instalovaných v domě je označujeme jako detektory, dále hlásiče a ovládací zařízení. Komplexní systém se dá řešit instalací drátovou, bezdrátovou nebo i kombinací obou uvedených způsobů [64; 43].

5.10.1 Ústředna EZS

Základní typy ústředen se dělí podle způsobu propojení s detektory:

- Smyčkové
- Sběrníkové
- Bezdrátové

Nejběžněji používaný typ ústředny je se sběrníkovým propojením detektorů, nebo také s označením ústředna s přímou adresací. Tento typ je použit v našem případě. Základní viditelný rozdíl mezi smyčkovým a sběrníkovým propojením je v použití typu kabelu a zapojení. Smyčkové zapojení využívá dvou zapojených smyček přes spínací kontakty, kdy první smyčka slouží pro ochranu proti otevření detektoru a druhá smyčka pro spuštění alarmu. Sběrníkové zapojení využívá, jak už z názvu vyplývá, komunikaci po sběrnici. Nutností je, aby každý detektor měl v sobě komunikační modul. Z toho vyplývá, že tyto dva typy nelze kombinovat dohromady, jelikož vnitřní struktura ústředny je jiná. Ovšem možné je kombinovat bezdrátovou variantu se sběrníkovým zapojením [64; 43; 65].

Ochranu proti sejmutí nebo otevření krytu zařízení hlídá tamper kontakt. Jedná se o mikrospínač ve variantě s kontaktem NO nebo NC, který po otevření krytu zařízení sepne nebo rozepne kontakt na obvodě a tím spustí alarm. Tímto kontaktem jsou opatřena všechna elektronická zařízení systému EZS [66].

Ústředna je v případě výpadku elektrické energie zálohována akumulátorem. Dojde-li k výpadku, ústředna jednou za několik vteřin hlasitě pípne. Tím indikuje výpadek elektrické energie ze sítě a že je právě napájena ze záložního akumulátoru.

5.10.2 Komunikační modul

Slouží pro přenos systémových událostí prostřednictvím GPRS nebo GSM sítě na monitorovací přijímač. Informace o systému komunikátor posílá koncovému uživateli ve formě SMS. Lze nakonfigurovat, jaké množství informací uživatel ze systému obdrží. Primárně musí uživateli přijít zpráva spuštění poplachu. Dále je tímto způsobem uživatel informovaný o poruše a obnovení systému, při zapnutí nebo vypnutí [66].

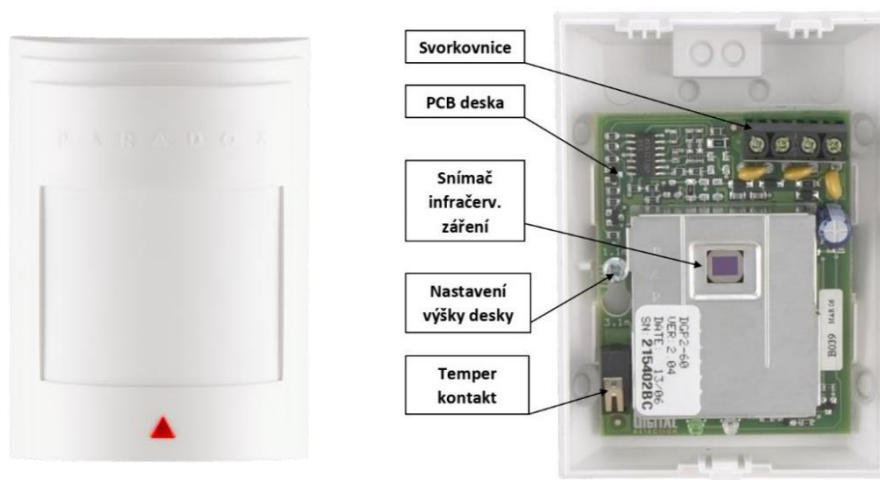
Modul lze instalovat max do 2 m od ústředny a je s ústřednou propojen sběrníkovým kabelem. Aby bylo možné z komunikátoru odesílat SMS, je nutné jej doplnit o aktivní SIM kartu [66].

5.10.3 Modul pro bezdrátové rozšíření

Po několika letech od výstavby domu může nastat chvíle, kdy bude potřeba systém EZS rozšířit, např. z důvodu realizace přístavby domu apod. Aby se předešlo značným zásahům do stěn, z důvodu složitého protahování kabelů, instaluje se spolu k ústředně navíc modul pro bezdrátové připojení. K němu je možné zapojit až 32 bezdrátových detektorů, hlásičů a jiných zařízení. Komunikace probíhá na radiofrekvencích o kmitočtu 868 MHz [66].

5.10.4 Pohybový detektor

Sběrníkový digitální PIR detektor se čtyřnásobným prvkem zachycující infračervené záření, které vyzařuje člověk, je v domě použit ve dvou variantách. Nejčastější nástěnné detektory se instalují do rohu místnosti, do kterých je možné se dostat zvenčí. Doporučená výška montáže je 2,1 m od země. Bude-li detektor namontován v jiné výšce, musí se PCB deska v detektoru posunout a otestovat, že detektor zaznamenává dobře. V obývacím pokoji je na stropě umístěn PIR detektor určený pro stropní montáž. Výhodou oproti nástěnnému detektoru je větší pokrytí hlídané plochy [66].



Obr. 28: Pohybový detektor [66]

5.10.5 Detektor tříštění skla

Digitální detektor s označením GlassTrek využívá mikrofónu pro detekci rozbití skleněných tabulí, temperovaného nebo laminovaného skla pro všechny standartní tloušťky tabulí (0,3 až 0,6 mm). Čidlo detekuje dvě frekvence vzniklé při poruše skla. Nízkofrekvenční vlnu nárazu a vysokou frekvenci tříštění skla. Pokud čidlo nezachytí obě frekvence zároveň, nedojde k vyhodnocení poplachu. Na detektoru lze nastavit jeden ze

dvou detekčních rozsahů 4,5 m a 9 m. Hlídaná skleněná plocha musí být větší než 40 x 60 cm, strop musí být nižší jak 5 m a velikost místnosti musí být větší než 3 x 3 m [66].



Obr. 29: Detektor tříštění skla

5.10.6 Detektor kouře a tepla

Kromě zabezpečení proti vloupání do domu se dá EZS využít i k detekci požáru. V každém patře je proto nainstalován optický a kouřový multisenzor. Detekuje velké částice kouře, např. z doutnajícího ohně a malé částičky a vzestup teploty z rychle planoucího ohně. Opticko-teplotní detekce s sebou nese nevýhodu vysoké citlivosti, což může vést k vyvolání falešného poplachu. Ovšem pravděpodobnost je zde stále menší ve srovnání s ionizačními nebo optickými senzory [66].

Detektor je určen pro stropní montáž a napájení 4 vodičovým kabelem, stejně jako ostatní detektory. Na každé poschodí stačí jeden detektor. Instaluje se do otevřeného prostoru přibližně doprostřed poschodí.

5.10.7 Magnetické kontakty

Jedná se o jednoduché detektory k zastřežení vstupních vrat, dveří a oken fungující na principu relé a permanentního magnetu. Jazyčkové relátko se upevňuje k nepohyblivé konstrukci a magnet na pohyblivou část vstupního systému, jako jsou dveře nebo okno. Při zavřeném stavu je relé a magnet v těsné blízkosti. Otevřením dveří nebo okna se magnet od relátka vzdálí, čímž se přeruší obvod. Po přerušení dojde k odeslání signálu do ústředny, která začne odpočítávat dobu do spuštění alarmu [43; 66].

5.10.8 Siréna

Slouží pro signalizaci poplachu EZS, ať už v případě narušení zastřeženého objektu nebo v případě požáru. Projevuje se velmi hlasitou akustickou signalizací doprovobenou o výrazné červené blikání majáku. Siréna by měla být namontována na špatně dostupném místě, aby se předešlo její nežádoucí demontáži [43].

5.10.9 Ovládací zařízení

Uživatelské rozhraní a přístup do systému je zajištěno prostřednictvím ovládacího zařízení. Primárně je využíváno k uvedení celého systému do klidového stavu nebo k zastřežení objektu. Před uvedením do provozu si uživatel zvolí alespoň čtyřmístný kód,

kterým může zapínat a vypínat zastřežení. Do uživatelského rozhraní se dá dostat prostřednictvím plně dotykových LCD klávesnic nebo mechanických klávesnic s displejem, které jsou nainstalovány u každého vchodu do domu. EZS je možné ovládat i přes mobilní aplikaci v telefonu nebo pomocí dálkového ovladače. Na displeji klávesnic se v případě poplachu objeví veškeré informace o poplachu, jako co přesně poplach způsobilo, ve které části domu tento poplach vznikl, v kolik hodin byl poplach spuštěn a případně i vypnut. V uživatelském rozhraní je možné přidat dalšího uživatele a určit mu přístupy do systému, tedy jaké zásahy do systému může udělat [43; 66].

5.11 Datový rozvaděč a rozvody

Internetové připojení je standardem každé domácnosti čili jeho zprostředkování je neodmyslitelnou částí při instalaci elektrotechnických rozvodů. Datový rozvaděč tvoří oceloplechová skříň s prosklenými dveřmi zvaná rack. Přívod do datového rozvaděče je zajištěn jednovidovým optickým kabelem vedeným ve speciální plastové trubičce, které se hovorově říká optotrubka. Optický kabel se do optotrubky zavádí zafukovacím strojem. Ten pomocí vzduchového polštáře, který je vytvořen kompresorem, vede bezpečně kabel do trubičky konstantní rychlostí. V datovém rozvaděči je zapojen do switche, který je spojen s dvěma patch panely. Prostřednictvím kabelů UTP cat 5e je realizován datový rozvod po domě. Díky patch panelu je možné propojit datové zásuvky v domě se switchem. V každé místnosti se vyskytují minimálně dvě datové zásuvky, ve které je zakončen UTP kabel na konektoru zvaný keystone.

Mimo jiné je v rozvaděči na DIN liště namontovaný zdroj pro domovní video telefon, který je také napojen na switch, aby bylo možné skrze něj komunikovat po síti.

5.12 Konfigurace inteligentní domácnosti

Oživení celého systému inteligentní domácnosti je záležitostí několika hodin práce odborného technika oprávněného certifikátem o absolvování školení práce v softwaru HDL Buspro Setting Tool 2 (zkr. HBST II).

5.12.1 Konfigurační program HBST II

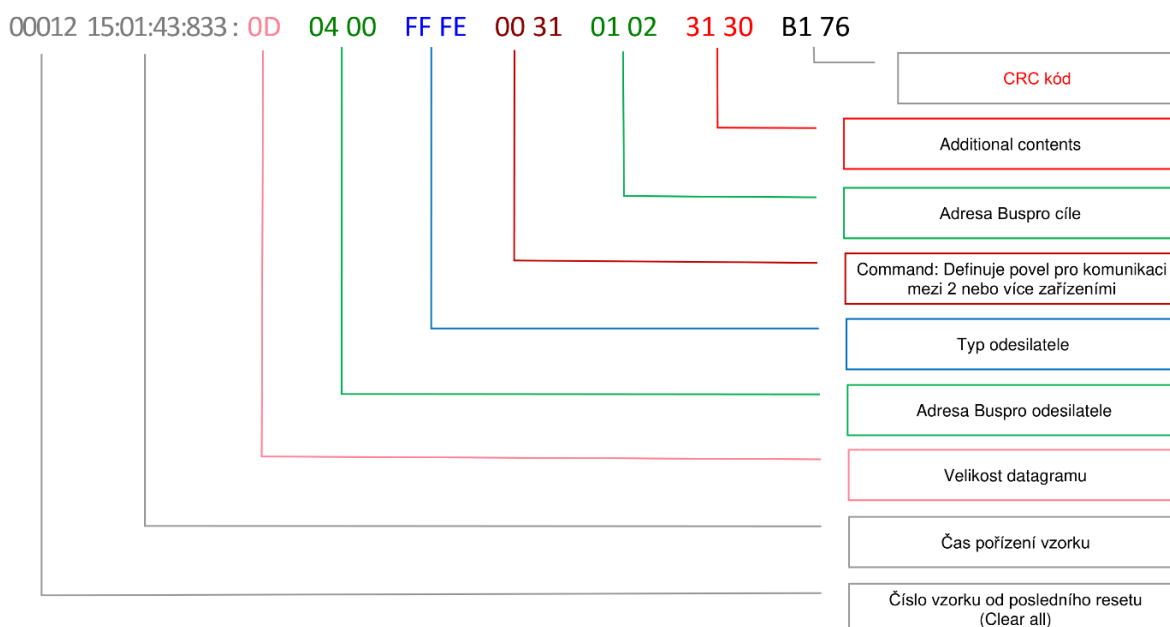
Dalo by se říct, že se jedná spíše o konfiguraci sítě Buspro než o programování, jelikož každý prvek má již z výroby naprogramovanou vnitřní strukturu jako ID zařízení, přiřazení do podsítě, označení a jméno prvku, a hlavně počet aktivních vstupů a výstupů. V konečném výsledku jde tedy jen o parametrizaci akčních členů a koncových prvků, jejich síťové propojení a nastavení jejich funkcí.

Pro připojení do sítě Buspro je nutné mít na sběrnici připojený modul s ethernetovým portem. Ten musí být připojen k lokální síti. Ethernetový modul má z výroby nastavenou IP adresu ve tvaru 192.168.10.250. Aby bylo připojení možné, musí být počítač připojen ke stejné ethernetové síti, ke které je připojena síť Buspro a je

nezbytné změnit IP adresu PC, nastavit stejnou hodnotu segmentu, tedy 192.168.10.xxx, ale jinou koncovou hodnotu. Poté v HBST II již lze vybrat IP adresu PC a připojit se tak k síti Buspro. V konfiguračním programu se načtou všechny prvky na sběrnici a lze jich začít konfigurovat.

Sběrníková síť se dá v programu rozdělit na více podsítí. Toho je často využito v případě víceposchodového domu, kde jedna určitá podsíť náleží jednomu určitému poschodí. Každý prvek v podsíti má přiřazenou vlastní jedinečnou adresu. Na síti Buspro je možné provozovat až 255 podsítí, kdy každá podsíť může obsahovat 64 prvků. Výrobce však doporučuje cca 40 zařízení na jedné síti Buspro, aby nedošlo k přehlcení sítě. V případě více zařízení je lepší vytvořit novou větev s novým zdrojem a obě větve propojit přes ethernetový switch.

Informace posílaná po sběrnici má formu datagramu. Podrobně popsany výpis z datagramu je na Obr. 30:



Obr. 30: Struktura výpisu datagramu Buspro [29]

Nastavení systému začíná uspořádáním jednotlivých adres prvků. Poté konfigurace akčních prvků, tedy jaké koncové prvky budou spínány, a nakonec konfigurace ovladačů, tzn. čím budou koncové prvky ovládané. Akčním členům, se nastavují jednotlivé reléové kontakty, na kterých jsou přivedeny vodiče pro spínání koncových prvků. Při konfigurování ovladačů se volí režim tlačítka (např. Single on, short / long press apod.) a k danému tlačítku se přiřadí cíl, tedy reléový kontakt modulu. Přes ovladače se často ovládají i scény.

Scéna je sepnutí, resp. rozepnutí 2 nebo více kanálů současně. Například pro rozsvícení více světel z různých kanálů jedním tlačítkem se musí nadefinovat scéna.

5.12.2 Mobilní aplikace HDL ON

Společnost HDL nabízí možnost stažení aplikace HDL ON z Google play nebo App store zdarma. Aplikace sdružuje ovladače v telefonu, jehož prostřednictvím lze ovládat všechny funkce inteligentní domácnosti. Pokud jsou prvky ovládané přímo z nástěnných ovladačů přímo v domě, změna stavu každého prvku systému Buspro se vypíše v mobilní aplikaci. Systémové zásahy, jako je např. konfigurace akčních členů, nejsou přes aplikaci možné. Ovládání domu přes mobilní aplikaci jde pouze v případě, je-li telefon připojen k internetu.

6 VÝPOČET SOUVISEJÍCÍ S NÁVRHEM ELEKTROINSTALACE

Práce byla zaměřena na vybrané problémy související s návrhem elektroinstalace pro rodinný dům. Bylo řešeno výpočtové zatížení a proud. Kompletní výpočet návrhu domovní elektroinstalace by přesahoval rámec bakalářské práce. Dále bylo zpracováno podrobné cenové vyúčtování. Výpočet je provedený podle literatury [18].

6.1 Určení výpočtového zatížení a proudu

Pro určení výpočtového proudu domu je nutné nejprve zjistit celkový výkon domu. Za takový výkon se považuje soudobý výkon, pro jehož výpočet použijeme instalovaný výkon všech zařízení P_i a soudobost β (nebo také součinitel náročnosti):

$$P_p = P_i \cdot \beta \quad (W) \quad (3)$$

Stanovení součinitele náročnosti u nových projektů, je-li znám výpis všech hlavních spotřebičů a znám jejich výkon, vychází ze vztahu:

$$\beta = \frac{k_s \cdot k_z}{\eta_m \cdot \eta_s} \quad (-) \quad (4)$$

součinitel současnosti k_s

$$k_s = \frac{P_{ip}}{P_i} \leq 1 \quad (-) \quad (5)$$

součinitel využití k_z

$$k_z = \frac{P_{vp}}{P_{ip}} \leq 1 \quad (-) \quad (6)$$

η_m – účinnost spotřebičů

η_s – účinnost napájecí soustavy

Zvolený koeficient účinnosti spotřebičů η_m a účinnosti napájecí soustavy η_s je 1, vztah pro výpočet soudobosti můžeme upravit na tvar:

$$\beta = k_s \cdot k_z \quad (-) \quad (7)$$

Při výpočtu je nutné zohlednit skutečnost, že je nepravděpodobné, aby všechny spotřebiče běžely současně a téměř nemožné, aby využívaly plný jmenovitý výkon.

Poté se výpočtový proud pro trojfázovou soustavu určí ze vztahu:

$$I_p = \frac{1000 \cdot P_p}{\sqrt{3} U_s \cdot \cos\varphi} \quad (A) \quad (8)$$

Výpočet je proveden pomocí tabulkového editoru Excel. Soupis prvků vychází z projektové dokumentace rozvaděčů, které jsou přílohou této práce:

Tab. 7: Soupis zařízení napájeného z rozvaděče RH a RS, výpočet zatížení a proudu

Soupis spotřebičů	Pi (kW)	ks	kz	Pp (kW)
Rozvaděč RH				
Vytápění 1.NP	9,00	1	9,00	7,20
Vytápění 2.NP	8,00	1	8,00	6,40
Rekuperace	2,80	1	2,80	1,12
EZS	0,01	1	0,01	0,01
Datový rozvaděč	0,50	1	0,50	0,50
Zvlhčovač vzduchu	0,30	1	0,30	0,24
Pračka	1,50	1	1,50	1,05
Sušička	1,50	1	1,50	1,05
Zásuvky 1.NP	1,20	1	1,20	0,36
Zásuvky pergola	1,50	0	0,00	0,00
Zásuvka topný žebřík 2x	0,60	1	0,60	0,60
Zásuvky koupelny	2,00	0	0,00	0,00
Zásuvky kuchyně	2,50	0	0,00	0,00
Lednice	0,30	1	0,30	0,15
Mikrovlákná trouba	1,00	0	0,00	0,00
Varná deska	5,00	1	5,00	2,00
Elektrická trouba	2,00	1	2,00	0,80
Digestoř	0,50	1	0,50	0,20
Myčka	2,00	1	2,00	1,40
Café bar	2,00	0	0,00	0,00
Zásuvky 2.NP	2,70	1	2,70	0,81
Zásuvky chodba 2.NP	0,50	0	0,00	0,00
Žaluzie	0,40	0	0,00	0,00
Osvětlení 1.NP	0,45	1	0,45	0,23
Osvětlení 2.NP	0,15	1	0,15	0,08
Rozvaděč RS				
Mrazáky	0,60	1	0,60	0,30
Zásuvky 1.PP 230 V	1,00	1	1,00	0,30
Zásuvky 1.PP 400 V	4,00	0	0,00	0,00
Garážová vrata	0,30	1	0,30	0,30
Čerpadlo retenční nádrž	0,20	1	0,20	0,10
Osvětlení 1.PP	0,40	1	0,40	0,20
ΣPi	54,91			
ΣPp				25,39
ks - součinitel současnosti				0,74
kz - součinitel využití				0,45
účinník cos φ				0,95
Ip - výpočtový proud (A)				38,58

Podle rovnice 8 byl určen výpočtový proud s hodnotou 38,58 A, proto volím použití hlavního jističe 3x40 A s charakteristikou B.

6.2 Cenové vyhodnocení skutečného stavu

Cenová kalkulace za celé dílo včetně montáží a projektu je vytvořena na základě skutečných stavů. V tabulce jsou vyjádřeny náklady za jednotlivé komponenty elektroinstalace (rozvaděče, EZS, kabely, koncové prvky, ...). Komponenty jsou vyčíslené dle použitého materiálu, přístrojů a zařízení. Poslední položkou každého oddílu je cena za montáž, popřípadě výrobu. Uvedené ceny jsou bez DPH.

Tab. 8: Cenové vyhodnocení skutečného stavu

Položka	jedn.	množství	jedn.cena	celkem cena
Rozvaděč RH	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Rozvaděčový rám nastěný bílý s dveřmi (810 x 1885 x 250) mm (š x v x h), IP20C, s podstavcem a montážní instalační konstrukcí, zn Schrack	ks	1,00	11 800,00	11 800,00
Hlavní vypínač 40 A, 3pólový, zn Schrack	ks	1,00	365,00	365,00
Pojistkový odpínač 3pólový, do 63 A, zn Schrack	ks	1,00	375,00	375,00
Pojistka válcová 50 A, zn Schrack	ks	3,00	29,60	88,80
Svodič přepětí 3 pólový 1.+2. stupeň, 25 kA, zn SALTEC	ks	1,00	7 940,00	7 940,00
Jistič B 2/1, zn Schrack	ks	2,00	170,00	340,00
Jistič B 10/1, zn Schrack	ks	3,00	98,00	294,00
Jistič B 16/1, zn Schrack	ks	38,00	98,00	3 724,00
Jistič C 16/1, zn Schrack	ks	1,00	114,00	114,00
Jistič B 16/3, zn Schrack	ks	2,00	355,00	710,00
Jistič s proudovým chráničem C 10/003, zn Schrack	ks	9,00	1 020,00	9 180,00
Proudový chránič FI - 25/4/003, zn Schrack	ks	8,00	910,00	7 280,00
Stykač 20 A, 1 zapínací kontakt, 230 V, zn Schrack	ks	12,00	293,00	3 516,00
Stykač 25 A, 4 zapínací kontakty, 230 V, zn Schrack	ks	1,00	418,00	418,00
Svorky, propojovací lišty, můstky a další drobný materiál	kpl	1,00	2 450,00	2 450,00
Stmívač MOSFET 6 kanálový 1 A ozn HDL-MDT0601.433	ks	1,00	10 268,00	10 268,00
Reléová spínací jednotka 8 kanálová 16 A ozn HDL-MR0816.432	ks	1,00	6 845,00	6 845,00
Výkonová reléová jednotka 16 kanálová 10 A ozn HDL-MR1610.433	ks	2,00	10 070,00	20 140,00
Stmívač s řízením 0-10 V, 6 analogových výstupů ozn HDL-MRDA0610.432	ks	1,00	7 712,00	7 712,00
Modul k ovládní pohonu žaluzií ozn HDL-MW02.431	ks	2,00	2 784,00	5 568,00
Reléová spínací jednotka pro spínání topení ozn HDL-MFH06.432	ks	2,00	5 520,00	11 040,00
Logický binární modul ozn HDL-MCLog.431	ks	1,00	4 200,00	4 200,00

Ethernetová brána s konektorem RJ45 ozn HDL-MBUS01IP.431	ks	1,00	3 445,00	3 445,00
Komunikační brána Buspro a RS232 / RS485 ozn HDL-MRS232U.431	ks	1,00	3 100,00	3 100,00
Zdroj 230 V/24 V, výstup 24 VDC / 2,4 A ozn HDL-MSP2400.232	ks	1,00	4 470,00	4 470,00
Modul přepínače pro rozšíření sítě Buspro ozn HDL-MBC06.431	ks	1,00	1 689,00	1 689,00
Výroba a kompletace rozvaděče	kpl	1,00	17 480,00	17 480,00
Mezisočet				144 551,80

Rozvaděč RS	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Rozvaděčová skříň nástěnná bílá s dveřmi (600 x 800 x 210) mm (š x v x h), IP66, s montážní instalační konstrukcí, zn Schrack	ks	1,00	5 070,00	5 070,00
Hlavní vypínač 40 A, 3pólový, zn Schrack	ks	1,00	365,00	365,00
Pojistkový odpínač 3pólový, do 63A, zn Schrack	ks	1,00	375,00	375,00
Pojistka válcová 50 A, zn Schrack	ks	3,00	29,60	88,80
Svodič přepětí 3 pólový 1.+2. stupeň, 12,5 kA, zn SALTEC	ks	1,00	2 840,00	2 840,00
Jistič B 6/1, zn Schrack	ks	3,00	126,00	378,00
Jistič B 16/1, zn Schrack	ks	8,00	98,00	784,00
Jistič B 16/3, zn Schrack	ks	2,00	355,00	710,00
Jistič s proudovým chráničem C 10/003, zn Schrack	ks	3,00	1 020,00	3 060,00
Jistič s proudovým chráničem B 16/003, zn Schrack	ks	2,00	825,00	1 650,00
Proudový chránič FI - 25/4/003, zn Schrack	ks	2,00	910,00	1 820,00
Svorky, propojovací lišty, můstky a další drobný materiál	kpl	1,00	1 020,00	1 020,00
Výkonová reléová jednotka 16 kanálová 10 A ozn HDL-MR1610.433	ks	1,00	10 060,00	10 060,00
Modul vstupů pro 24 bezpotenciálových kontaktů typ HDL-MS24.232	ks	1,00	4 998,00	4 998,00
Výroba a kompletace rozvaděče	kpl	1,00	8 970,00	8 970,00
Mezisočet				42 188,80

Datový rozvaděč	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Rack s prosklenými dveřmi, 600x500 mm, zn Schrack	ks	1,00	6 620,00	6 620,00
Patchpanel osazený 24xRJ45, zn Schrack	ks	2,00	2 680,00	5 360,00
Switch HPE 1420-24G	ks	1,00	3 090,00	3 090,00
Police hloubka 350mm	ks	1,00	350,00	350,00
Napájecí panel 5x230 V	ks	1,00	890,00	890,00
Vyvazovací panel	ks	2,00	160,00	320,00
Výroba a kompletace rozvaděče	kpl	1,00	3 450,00	3 450,00
Mezisočet				20 080,00

EZS	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
EVOHD PCB deska ústředny zabezpečovacího a přístupového systému	ks	1,00	2 815,00	2 815,00
Dvoucestný modul pro bezdrátové rozšíření systému	ks	1,00	2 170,00	2 170,00
Rozšiřovací modul pro připojení k ústředně	ks	2,00	575,00	1 150,00
GSM/GPRS/SMS komunikátor PARADOX	ks	1,00	3 850,00	3 850,00
Hlasový telefonní komunikátor pro zaslání hlasové zprávy o poplachu	ks	1,00	1 055,00	1 055,00
Akumulátor 12 V/7 Ah, Faston 4.7	ks	1,00	360,00	360,00
Vnitřní siréna 110 dB s červeným majákem	ks	1,00	236,00	236,00
Infrapasivní sběrníkový pohybový detektor se čtyřnásobným prvkem s úhlem záběru 90°, nástěnný	ks	5,00	745,00	3 725,00
Infrapasivní sběrníkový pohybový detektor se čtyřnásobným prvkem s úhlem záběru 360°, stropní	ks	1,00	745,00	745,00
Detektor tříštění skla	ks	4,00	589,00	2 356,00
Duální požární detektor opticko teplotní	ks	2,00	830,00	1 660,00
Vratový magnetický kontakt	ks	1,00	245,00	245,00
Povrchový magnetický kontakt samolepicí	ks	1,00	66,00	66,00
Klávesnice Digiplex s displejem	ks	2,00	2 915,00	5 830,00
Grafická klávesnice se 7" dotykovým LCD displejem	ks	2,00	4 805,00	9 610,00
Dálkový ovladač	ks	2,00	1 140,00	2 280,00
Kompletace a nastavení systému EZS	kpl	1,00	8 950,00	8 950,00
Mezisoučet				47 103,00

Kabely	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
CYKY-J 4x16	m	45,00	148,00	6 660,00
CYKY-J 5x2,5	m	75,00	22,50	1 687,50
CYKY-J 3x2,5	m	1 280,00	16,20	20 736,00
CYKY-J 7x1,5	m	15,00	26,80	402,00
CYKY-J 5x1,5	m	30,00	18,60	558,00
CYKY-J 4x1,5	m	230,00	16,80	3 864,00
CYKY-J 3x1,5	m	800,00	10,80	8 640,00
CYKY-O 3x1,5	m	30,00	10,80	324,00
CYA 16 zž H07V-K	m	45,00	39,00	1 755,00
CYA 6 zž H07V-K	m	40,00	16,80	672,00
EIB Bus 2x2x0,8 sběrníkový kabel zelený	m	255,00	11,80	3 009,00
J-Y(St)Y 2x2x0,8	m	350,00	8,90	3 115,00
JXFE-R 2X2X0,8 B2CAS1D0	m	130,00	15,00	1 950,00
U/UTP Cat.5e 4x2xAWG24	m	560,00	6,50	3 640,00
FTP 4x2x0,5 CAT 5	m	130,00	8,40	1 092,00
Kabel koaxiální H125 AL PVC 7 mm	m	250,00	10,20	2 550,00
Optický kabel GF008UNI04LU-ECA	m	40,00	10,80	432,00
Svorka WAGO různé	ks	850,00	4,60	3 910,00
Zatažení kabelů	kpl	1,00	58 900,00	58 900,00
Mezisoučet				123 896,50

Kabelové trasy	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Perforovaný kabelový žlab MARS 250/100 zn Kopus	m	6,00	215,00	1 290,00
Mřížový kabelový žlab MERKUR 2 150/50 zn Arkys	m	6,00	115,00	690,00
Mřížový kabelový žlab MERKUR 2 100/50 zn Arkys	m	12,00	88,00	1 056,00
Mřížový kabelový žlab MERKUR 2 50/50 zn Arkys	m	18,00	72,50	1 305,00
Držák MERKUR DZM 13 zn Arkys	ks	70,00	21,50	1 505,00
Spojka MERKUR SZM 4 zn Arkys	ks	20,00	14,20	284,00
Trubka plastová pevná VRM prům. 32 mm	m	20,00	19,00	380,00
Trubka plastová ohebná FX prům. 25 mm	m	25,00	8,75	218,75
Trubka plastová ohebná FX prům. 20 mm	m	120,00	6,00	720,00
Mikrotubička HDPE 10/6 modrá	m	40,00	7,20	288,00
Kabelová rýha do cihlové tvárnice včt děr pro krabice	m	900,00	11,50	10 350,00
Zemní práce - výkop včt záhozu 35x80 cm	m	15,00	350,00	5 250,00
Upevňovací materiál, příchytky, spojky apod.	kpl	1,00	4 360,00	4 360,00
Chránička korungovaná červená Kopoflex 75 mm	m	50,00	34,00	1 700,00
Chránička korungovaná červená Kopoflex 50 mm	m	20,00	18,60	372,00
Mezisoučet				29 768,75

Svítlidla	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Svítlidlo nástěnné LED 2x2,5 W 370 lm, 2700 K, zn Phillips	ks	7,00	1 640,00	11 480,00
Svítlidlo nástěnné kruhové LED 12 W zn Phillips	ks	2,00	560,00	1 120,00
Svítlidlo nástěnné prachotěsné IP66 LED 40 W, 3600 lm, 4000 K, zn Phillips	ks	10,00	730,00	7 300,00
Svítlidlo nástěnné, zářivkové LED 11 W, 790 lm, 3000 K zn Phillips	ks	2,00	750,00	1 500,00
Svítlidlo zápusťné LED 12 W, 1100 lm, 3000 K, zn Phillips	ks	2,00	659,00	1 318,00
Svítlidlo zápusťné LED 12 W, 950 lm, 3000 K, zn Phillips	ks	21,00	230,00	4 830,00
Svítlidlo zápusťné LED 8 W, 650 lm, 3000 K, zn Phillips	ks	4,00	569,00	2 276,00
Svítlidlo zápusťné LED 8 W, 1200 lm, 3000 K, zn Phillips	ks	4,00	810,00	3 240,00
Svítlidlo LIGHTSTRIPS 5M white, 1500 lm, 21 W, 5m,	ks	1,00	659,00	659,00
LED pásek RGB 10 m, stmívatelný, 80 W, včt zdroje a předradníku	ks	1,00	9 890,00	9 890,00
Závěsný lustr, 4 x LED svítlidlo 4,5 W, 2700 K zn Phillips		1,00	2 975,00	2 975,00
Závěsný lustr LED 36 W, 1500 lm, 2700 K, zn Phillips	ks	1,00	1 380,00	1 380,00

Žárovka LED 8 W se závitem E27, 500 lm, měnitelná chromatičnost 2000-2900 K zn Schrack	ks	2,00	1 060,00	2 120,00
Závěsné objímka E27, max. 60 W, kruhové, upevnění do stropu	ks	2,00	650,00	1 300,00
Montáž a zapojení svítidel	kpl	1,00	13 760,00	13 760,00
Mezisoučet				65 148,00

Koncové prvky	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Spínač jednomodulový zn BTICINO včt montážní desky a rámečku	ks	64,00	118,00	7 552,00
Spínač dvojitý řazení 1/0 + 1/0, IP 54 zn ABB Variant, včt instalační krabice pro montáž na stěnu	ks	7,00	225,00	1 575,00
Spínač dvoupolohový, řazení 6/0, IP 54 zn ABB Variant, včt instalační krabice pro montáž na stěnu	ks	1,00	192,00	192,00
Zásuvka 230 V, řazení 2P+T zn BTICINO včt montážní desky a rámečku	ks	84,00	247,00	20 748,00
Zásuvka jednonásobná 230 V, řazení 2P+T, IP 54, s ochranným kolíkem, s víčkem zn ABB Variant	ks	20,00	209,00	4 180,00
Zásuvka nástěnná 32 A / 400 V, 3P+N+E, IP44, s víčkem, zn SEZ	ks	1,00	523,00	523,00
Zásuvka televizní TV+R+SAT zn BTICINO včt montážní desky a rámečku	ks	6,00	790,00	4 740,00
Datová zásuvka UTP cat 5e jednomodulová, zn BTICINO včt montážní desky a rámečku	ks	26,00	209,00	5 434,00
Výsuvné krabice se dvěma zásuvkami pro montáž do stolu nebo linky zn Legrand Pop-up 654002	ks	3,00	1 190,00	3 570,00
Krabice KPR 68 hluboká, montáž do stěny, zn Kopos	ks	32,00	18,90	604,80
Krabice KU 68, montáž do stěny, zn Kopos	ks	138,00	6,50	897,00
Dotykový video telefon s mikrofonom a čtečkou čipů, interiérové komunikační rozhraní s LCD displejem, modulový zdroj pro montáž na DIN lištu, kompletní dodávka sady, zn BTICINO 363911	ks	1,00	15 000,00	15 000,00
Instalační krabice do zdi pro video telefon	ks	2,00	196,00	392,00
LCD ovládací panel řady Granite typ HDL-MPTL4C.48 SILVER	ks	8,00	8 540,00	68 320,00
Sběrníková spojka HDL-MPLPI.48-A	ks	8,00	775,00	6 200,00
Víceúčelové čidlo 12 v 1 typ HDL-MS12.2C	ks	3,00	2 850,00	8 550,00
Modul vstupů bezpotenciálních kontaktů HDL-MSD08.40	ks	11,00	1 480,00	16 280,00
Kompletace koncových prvků	kpl	1,00	29 650,00	29 650,00
Mezisoučet				194 407,80

Vytápění	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Topné kabely DEVIFLEX, různé délky, kompletní dodávka	kpl	1,00	86 630,00	86 630,00
Instalační pás DEVIclip 1 m, bal. 10x1m	bal	50,00	362,00	18 100,00
Teplotní čidla HDL-MFH06.432	ks	13,00	260,00	3 380,00
Pokládka topných kabelů	kpl	1,00	12 500,00	12 500,00
Mezisoučet				120 610,00

Zemnění	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Drát zemnicí FeZn pr.10 mm	m	100,00	24,60	2 460,00
Pás zemnicí FeZn 30/4 mm	m	75,00	39,60	2 970,00
Svorka SR 02b (pás-pás)	ks	10,00	18,90	189,00
Svorka SR 03a (pás-drát)	ks	10,00	29,90	299,00
Ekvipotenciální svorkovnice OBO	ks	2,00	115,00	230,00
Zhotovení uzemnění	kpl	1,00	5 600,00	5 600,00
Mezisoučet				11 748,00

Hromosvod	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Drát AlMgSi T/4 pr.8 mm	m	180,00	22,60	4 068,00
Podpěra vedení PV 17	ks	24,00	18,20	436,80
Jímací tyč 1,5 m, AlMgSI pr. 18/10 mm	ks	2,00	220,00	440,00
Držák jímací tyče DJ4h	ks	3,00	190,00	570,00
Svorka SOC na okapové žlaby	ks	80,00	16,20	1 296,00
Svorka SU univerzální	ks	10,00	16,20	162,00
Svorka SJ 1b (drát-tyč)	ks	2,00	24,00	48,00
Svorka SZb zkušební	ks	2,00	35,00	70,00
Zhotovení uzemnění	kpl	1,00	11 500,00	11 500,00
Mezisoučet				18 590,80

Přípojka NN + elektroměrový rozvaděč	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Elektroměrový rozvaděč PER2	kpl	1,00	7 120,00	7 120,00
Hlavní jistič B 40/3, zn Schrack	kpl	1,00	585,00	585,00
Svorky a další drobný materiál	kpl	1,00	265,00	265,00
Poplatek spojený s připojením na DS (500Kč /1 A)	kpl	1,00	20 000,00	20 000,00
Mezisoučet				27 970,00

Vedlejší náklady	jedn.	množství	jedn.cena	celková cena
Projekční práce	kpl	1,00	12 000,00	12 000,00
Revize	kpl	1,00	8 500,00	8 500,00
Náklady spojené s realizací, koordinace, doprava, odborná konzultace	kpl	1,00	6 800,00	6 800,00
Mezisoučet				27 300,00

Celková cena včt montáže bez DPH				873 363,45
---	--	--	--	-------------------

Na první pohled se celková cena zdá příliš vysoká, ale je důležité si uvědomit, jaké technologie jsou v ceně zahrnuty. Pokud bychom chtěli vyčíslit cenu za klasickou elektroinstalaci a zachovat přitom stejné funkce, jaké má inteligentní domácnost, budeme postupovat následovně. Odečteme všechny prvky HDL za 192 000 Kč, přičteme termostaty, ovládače žaluzií a rekuperace, stmívače a senzory. Vznikne úspora přibližně 60 000 Kč, ovšem dům je ochuzený především o sdružení všech technologií do jednoho systému, které umožňovalo samočinné fungování a komunikaci mezi technologiemi. Odpadá také možnost vzdáleného přístupu, nastavení scén a automatické řízení žaluzií, což tvořilo energetickou úsporu při vytápění nebo chlazení domu. Tedy konkrétně cena klasické instalace v tomto rozsahu vychází na cca 813 000 Kč, zatímco cena inteligentní domácnosti je 873 363 Kč.

7 ZHODNOCENÍ A DISKUZE

Bakalářská práce se zabývá domovními elektroinstalacemi. Jedná se o důležitou problematiku, s kterou se více či méně setkáváme v každodenním životě.

Cílem práce je rozbor legislativy, která má vztah k řešenému tématu. Pozornost je tedy soustředěna na vybrané zákony, nařízení vlády a normy, s kterými je třeba se seznámit, aby byly řádně pochopeny technické i organizační záležitosti související s návrhem i realizací vlastní elektroinstalace.

Za značně důležitou součást vypracované bakalářské práce je třeba považovat i návrh elektroinstalace rodinného domu a také uvedené vybrané výpočty a rovněž i naznačené náklady, což vhodně doplňuje zpracování celé práce.

Na základě výše uvedeného je předkládaná bakalářská práce rozčleněna na příslušné kapitoly.

V Úvodu práce je vysvětleno, na jaký objekt z hlediska elektroinstalace je soustředěna pozornost. Je řešena silnoproudá i slaboproudá elektroinstalace s prvky inteligentní domácnosti od firmy HDL Automation s.r.o. s využitím systému HDL Buspro. Zde je snaha soustředit podstatnou většinu domu do jednoho komplexu a zajistit duplexní komunikaci po sběrnici. Je třeba zmínit, že všechny spínače, čidla a ovladače na stěnách, komunikující po sběrnici a ovládají prostřednictvím akčních členů v rozvaděči elektrické vytápění, osvětlení apod. Výsledkem distribuovaného systému je energetická úspora, uživatelský komfort, a především jednoduchost ovládání. V práci je také řešena ochrana před bleskem a je v ní také uveden návrh na připojení objektu k distribuční síti.

Na základě zadaného cíle práce, což byl rozbor příslušné legislativy, je v kapitole 2 Legislativa v elektroinstalacích pojednáno o nejdůležitějších zákonech, nařízeních vlády a normách, které mají vztah k řešenému tématu. Jsou zde vybrány jen některé, komplexní popis a rozbor by značně přesáhl obsahový rámec této bakalářské práce. Zde je třeba zmínit, že legislativa vztahující se k řešenému tématu je obecně značně obsáhlá, řeší věci souhrnně, ale soustřeďuje se i na dílčí problémy. Z oblasti legislativy lze nalézt v dostupné literatuře velké množství literárních pramenů, veřejně jsou dostupné na internetu příslušné zákony a nařízení vlády. Podobně je to i v oblasti norem, které se v poslední době dají také jednoduše stáhnout např. v rámci VUT v Brně.

Součástí předkládané bakalářské práce je kapitola 3 Připojení k distribuční síti. Je zde obecně popsána elektroenergetická soustava, což je doplněno obrázkem. Je také provedeno rozdělení napětí podle příslušných napěťových hladin. Bakalářská práce se obsahově zaměřuje na distribuční síť, přesněji na části, které jsou nejbližší spotřebiteli. Proto jsou dále v práci rozebrány druhy existujících distribučních sítí. Je uvedeno, že bakalářská práce vychází z hlediska dotčeného objektu ze sítě TN-C-S. Z důvodu odběru elektrické energie z distribuční sítě jsou také popsány náležitosti připojení objektu k distribuční síti.

V kapitole 4 Silnoproudá a slaboproudá elektroinstalace jsou obecně uvedeny podrobnosti z hlediska silnoproudých a slaboproudých rozvodů, což lze považovat za

obecnou přípravu pro následující kapitolu. Je proveden popis vybraných prvků, které se vyskytují v návrhu elektroinstalace domu. Je popsán z hlediska vlastností elektroměrový rozvaděč s elektroměrem a jističem. Dále rozvaděč hlavní domovní a podružný. Je rovněž zmíněna přepěťová ochrana, proudový chránič, jističe, stykače, relé, transformátory, stmívače osvětlení apod. Pozornost je také věnována kabelovým rozvodům (silnoproudé a slaboproudé kabely, koaxiální i optické kabely), a to včetně značení kabelů a možnosti jejich uložení. Je také zmínka o koupelnových rozvodech, kde platí některé odlišnosti. V práci je rovněž proveden stručný rozbor koncových prvků, jako např. zásuvek, světelných obvodů, spínačů osvětlení. Do této části byla zařazena i stručná charakteristika hromosvodů, např. je uveden popis základních částí, stanovení rizika a jsou také zmíněny třídy ochrany před bleskem (LPS) a metody návrhu jímací soustavy.

Z hlediska významu předložené bakalářské práce je důležitá kapitola 5 Vlastní návrh elektroinstalace. Po všeobecném popisujícím úvodu k této rozsáhlé kapitole je dále proveden popis systému inteligentní domácnosti HDL Buspro. Je konstatováno, proč byl zvolen právě systém od firmy HDL. Jsou zde také zmíněny výhody a nevýhody systému. Rozsáhle popsány jsou kapitoly, které jsou zaměřeny na blokové schéma komunikace systému HDL Buspro (včetně popisu) a moduly HDL umístěné v rozvaděčích (zdroj, ethernetová brána, logický binární modul, komunikační brána Buspro – RS232, RS485, reléová spínací jednotka pro ovládání topení, pro ovládání osvětlení, stmívače, modul k ovládání pohonu žaluzií). Dále je proveden popis komponent HDL, které jsou umístěny mimo rozvaděč (víceúčelový senzor, LCD ovládací panel). Následně je realizován popis osvětlení, zásuvkových obvodů, vytápění domu, žaluzií, dveřního videotelefonu, elektronického zabezpečovacího systému a datového rozvaděče. EZS je řešen separátně od systému inteligentní domácnosti vzhledem k většímu zabezpečení objektu. Pro ještě lepší zabezpečení by bylo vhodné přidat kamerový systém snímající okolí objektu. Pro úplné využití inteligentního systému je nutné dokončit autonomní natáčení žaluzií podle informací zasílané meteostanicí. Tato činnost je ovládána programem logického modulu. Zvláštní kapitola rozebírá programování inteligentní domácnosti (konfigurační program HBST II, mobilní aplikace HDL ON).

Kapitola 6 Výpočet související s návrhem elektroinstalace vychází ze zadání bakalářské práce. Jedná se však o problematiku značně rozsáhlou, i když důležitou. V práci je pozornost z důvodu velkého rozsahu věnována jen vybraným problémům a výpočtům. Je naznačen a proveden podle vzoru z literatury výpočet určení výpočtového zatížení a proudu a také cenové vyhodnocení skutečného stavu. Cenová kalkulace je vytvořena na základě skutečných stavů. V této kapitole je kromě cenové kalkulace provedena úvaha nad získanými výsledky, je provedeno i porovnání inteligentní elektroinstalace a instalace klasické. Konkrétně cena klasické instalace v tomto rozsahu vychází na cca 813 000 Kč, zatímco cena inteligentní domácnosti je 873 363 Kč.

Součástí předkládané bakalářské práce je také závěr a seznam použité literatury.

8 ZÁVĚR

Předložená bakalářská práce se zabývá možnostmi řešení návrhu elektroinstalace rodinného domu, jehož výstavba začala v roce 2019. Návrh byl proveden na základě stavební projektové dokumentace a v souladu s platnou legislativou. V práci se vychází z elektroinstalace s prvky inteligentní domácnosti a pro vlastní realizaci byla zvolena metodika a prvky od firmy HDL Automation s.r.o, konkrétně systém HDL Buspro.

Ve smyslu zadání bakalářské práce byl proveden stručný popis a rozbor současně platné legislativy. Tomu je věnována zvláštní kapitola, i když zde jsou vybrány z důvodu značného rozsahu jen některé současně platné zákony, nařízení vlády a normy. Zvláštní význam má v bakalářské práci popis a rozbor skutečností zaměřených na vlastní návrh elektroinstalací. Zde jsou problémy rozebrány poměrně podrobně a je možné si vytvořit představu o možnostech realizace inteligentní elektroinstalace rodinného domu. Z důvodu komplexnějšího pohledu byla mimo systém inteligentní domácnosti řešena i ochrana před bleskem a popis možnosti připojení rodinného domu k distribuční síti, což bývá vždy zahrnuto i při návrhu klasické elektroinstalace. Součástí práce je i vybraný elektrotechnický či ekonomický doprovodný výpočet. Pro potřeby této práce jsou zvoleny jenom některé ukázky problémů, neboť i v tomto případě jsou výpočty značně různorodé a rozsáhlé a přesahují obsahový rámec předložené bakalářské práce.

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] VOZOBULE, Josef. *Učební texty ze zákonů, vyhlášek, předpisů a ČSN určené pro zkoušky revizních techniků elektrických zařízení a ostatní zájemce o elektrická zařízení*. 2., aktualiz. vyd. Praha: Technická inspekce České republiky, 2012.
- [2] Zákon č. 18/2004 Sb.: Zákon o uznávání odborné kvalifikace a jiné způsobilosti státních příslušníků členských států Evropské unie a o změně některých zákonů (zákon o uznávání odborné kvalifikace). *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-18>
- [3] Vyhláška č. 398/2001 Sb.: Vyhláška Ministerstva práce a sociálních věcí o stanovení poplatků za činnosti organizací státního odborného dozoru při provádění dozoru nad bezpečností vyhrazených technických zařízení. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2021-05-14]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-398>
- [4] Zákon č. 505/1990 Sb.: Zákon o metrologii. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1990-505>
- [5] Vyhláška č. 137/1998 Sb.: Vyhláška Ministerstva zdravotnictví o hygienických požadavcích na prodej potravin a rozsah vybavení prodejny. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2021-05-09]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1998-137>
- [6] Vyhláška č. 73/2010 Sb.: Vyhláška o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních). *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2010-73?text=73%2F2010>
- [7] Nařízení vlády č. 176/2008 Sb.: Nařízení vlády o technických požadavcích na strojní zařízení. *Zákony pro lidi.cz* [online]. [cit. 2021-05-13]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-176>
- [8] ČSN 33 2000-4-41 ed.3: *Elektrická instalace nízkého napětí - Část 4-41: Ochranná opatření pro zajištění bezpečnosti - Ochrana před úrazem elektrickým proudem* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [9] ČSN 33 2130 ed.3: *Elektrické instalace nízkého napětí - vnitřní elektrické rozvody* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [10] ČSN 33 2000-7-701 ed.2: *Elektrická instalace nízkého napětí - Část 7-701: Zařízení jednoúčelová a ve zvláštních objektech - Prostory s vanou nebo sprchou*

- [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [11] ČSN 33 2000-5-54 ed.3: *Elektrická instalace nízkého napětí - Část 5-54: Výběr a stavba elektrických zařízení - Uzemnění a ochranné vodiče* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [12] ČSN EN 62305-1: *Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [13] ČSN 33 2000-5-52 ed.2: *Elektrická instalace nízkého napětí - Část 5-52: Výběr a stavba elektrických zařízení - Elektrická vedení* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [14] ČSN 34 7409: *Systém značení kabelů a vodičů* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [15] ČSN 33 0166 ed.2: *Označování žil a kabelů a ohebných šňůr* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [16] ČSN EN 61439-1 ed.2: *Rozváděče nízkého napětí - Část 1: Všeobecná ustanovení* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [17] ČSN EN 61439-3: *Rozváděče nízkého napětí - Část 3: Rozvodnice určené k provozování laiky (DBO)* [online]. Praha: ÚNMZ [cit. 2021-05-10]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [18] GARLÍK, Bohumír. *Technická zařízení budov: elektrická instalace v budovách*. Praha: Česká technika - nakladatelství ČVUT, 2017. ISBN 978-80-01-06342-2.
- [19] HAMMER, Miloš. *Přednášky z předmětu: Odborná způsobilost v elektrotechnice*. Učební text. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, ústav automatizace a informatiky.
- [20] KRÍŽ, Michal. *Příručka pro zkoušky elektrotechniků - požadavky na základní odbornou způsobilost*. Dvanácté - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2020. Elektro (IN-EL). ISBN isbn978-80-87942-68-0.
- [21] DVOŘÁČEK, Karel. *Elektrické instalace v bytové a občanské výstavbě*. Sedmé - aktualizované vydání. Pardubice: IN-EL, 2019. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-87942-51-2.
- [22] Co je to nízký tarif / noční proud?. *Skupina ČEZ* [online]. [cit. 2021-05-04]. Dostupné z: <https://www.cez.cz/cs/podpora/vsechny-clanky/co-je-to-nizky-tarif-nocni-proud-93425>
- [23] Zásah do rozvaděče – nahlášení odplombování. *E-on* [online]. [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/domacnosti/kontakty-podpora/poruchy-a-technicke-dotazy/zasah-do-rozvadecce-nahlaseni-odplombovani/zasah-do-rozvadecce-nahlaseni-odplombovani>

- [24] VEOS POSPÍŠIL S.R.O. *EU Prohlášení o shodě*. Dolní Bojanovice: sídlo firmy VEOS Pospíšil s.r.o, Dlouhá 226, 696 17 Dolní Bojanovice, 2020.
- [25] VEOS POSPÍŠIL S.R.O. *Kusové ověření rozvaděče: Osvědčení o jakosti a kompletnosti*. Dolní Bojanovice: sídlo firmy VEOS Pospíšil s.r.o, Dlouhá 226, 696 17 Dolní Bojanovice, 2020.
- [26] KLIMŠA, David. *Vnější a vnitřní ochrana před bleskem*. 2., aktualiz. vyd. Praha: IN-EL, 2014. Elektro (IN-EL). ISBN 978-80-86230-98-6.
- [27] SUCHOMEL, Zdeněk. Jak vybrat vhodnou přepěťovou ochranu?. *ELEKTRO: odborný časopis pro elektrotechniku*. Praha: FCC Public s.r.o., 2018, **28**(5), 28-30. ISSN 1210-0889.
- [28] HEŘMAN, Josef. *Průručka silnoproudé elektrotechniky*. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1984.
- [29] BAŠTA, Miloš. Stykače a relé. *Studijní materiály elektro: pro učební obor elektrikář - slaboproud* [online]. [cit. 2021-04-21]. Dostupné z: <http://www.mbest.cz/wp-content/uploads/2013/01/T1.2-Stykač-a-relé.pdf>
- [30] VÁVRA, Jan. *Bezdrátově řízený stmívač osvětlení* [online]. Brno, 2014 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: https://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=88241. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, ústav mikroelektroniky. Vedoucí práce Michal Pavlík.
- [31] Pulsně šířková modulace. *DH Servis: Vývoj a výroba elektroniky na zakázku* [online]. Strakonice, www.dhservis.cz [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <http://www.dhservis.cz/psm.htm>
- [32] BEZDĚK, Miloslav. *Elektronika I*. 1. vydání. České Budějovice: nakladatelství KOPP, 2005. ISBN ISBN 80-7232-171-4.
- [33] TICHÝ, Milan. *Elektronika* [online]. Praha, 1998 [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://physics.mff.cuni.cz/kfpp/skripta/elektronika/>
- [34] MICHALEC, Libor. *Jaké jsou možnosti stmívání LED světél?* [online]. In: . [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://vyvoj.hw.cz/teorie-a-praxe/jednoduche-stmivani-svetel.html>
- [35] PETERKA, Jiří. Router, gateway. *Computerworld: Týdeník o informačních technologiích* [online]. Praha: IDG Czechoslovakia, 1993, **4**(4393) [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: <https://www.earchiv.cz/a93/a343c120.php3>
- [36] Silové kabely a vodiče. *NKT s.r.o.* [online]. Kladno, 2018 [cit. 2021-03-11]. Dostupné z: https://nkt.widen.net/content/fd4pnhd0rf/pdf/katalog_Silove_kabely_a_vodice_2019_CZ_EN_elektronicke1.pdf?u=gj0n1y

- [37] Sdělovací kabely: J-Y(St)Y...Lg. *Prakab Pražská kabelovna* [online]. [cit. 2021-04-25]. Dostupné z: https://www.prakab.cz/upload/bilder/Produkte/images-pdfs-EN/telecommunication-cables/J_YStY...Lg_CZ.pdf
- [38] Technical data: EIB BUS kabel. *NKT s.r.o.* [online]. Kladno [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: https://nkt.widen.net/content/cjrzxuqp39/pdf/EIB_BUS_cable_DS_DK.pdf?u=gj0n1y
- [39] ROUPEC, Jan. *Počítačové sítě*. Brno, 2013. Skripta. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, ústav automatizace a informatiky.
- [40] KŘÍŽ, Michal. *Dimenzování a jištění elektrických zařízení - tabulky a příklady*. 5. vydání. Pardubice: IN-EL spol s.r.o., 2019. ISBN 978-80-87942-48-2.
- [41] ČSN 33 2130, ed.2. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2014 [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [42] ČSN 33 2130, Ed.3, změna Z1. *Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody* [online]. Praha: Česká agentura pro standardizaci, 2018 [cit. 2021-05-05]. Dostupné z: <https://csnonlinefirmy.agentura-cas.cz/>
- [43] MAZAČ, Petr. *Připojení rodinného domu na distribuční síť a návrh jeho elektroinstalace*. Praha, 2015. Diplomová práce. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta elektrotechnická, katedra elektroenergetiky. Vedoucí práce Ivan Cimbolínek.
- [44] KUTÁČ, Jiří. LPS podle nového souboru norem ČSN EN 62305 (část 2). *ELEKTRO: časopis pro elektrotechniku* [online]. Praha: FCC Public, (1) [cit. 2021-05-02]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/lps-podle-noveho-souboru-norem-csn-en-62305-cast-2--12757>
- [45] Produktový katalog 2019. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: [https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/marketing/katalogy/katalog_buspro_cz-\(2\)](https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/marketing/katalogy/katalog_buspro_cz-(2))
- [46] Product information: Unitronic ® BUS EIB. *TME electronic components* [online]. 2017 [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: <https://www.tme.eu/Document/3a88a3bacf6643fbfc255f7232eb5be8/BUS-EIB-EN.pdf>
- [47] Zásady instalace HDL Buspro. *HDL Automation s.r.o.* [online]. Praha [cit. 2021-04-20]. Dostupné z: https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/manualy/buspro/komunikacni-brany-a-sbernice/hdla_zasady_instalace_systemu_hdl_buspro
- [48] Datasheet 2400mA Power Supply Module HDL-MSP2400.232. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-18]. Dostupné z: https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/datasheety/hdl_msp2400_232.pdf

- automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/napajeci-zdroje/hdl-msp2400-232_cz-pdf
- [49] Datasheet Modul brány Ethernet HDL-MBUS01IP.431. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/komunikacni-brany/hdl-mbus01ip-431-cz>
- [50] Katalogový list: Logický modul HDL-MCLog.431. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-22]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/zabezpeceni/hdl-mclog-431-cz>
- [51] Katalogový list: Modul brány RS232 / RS485 HDL-MRS232-431. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/komunikacni-brany/hdl-mrs232-431-cz>
- [52] Katalogový list: Modul topení HDL-MFH06.432. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/topeni-a-klimatizace/hdl-mfh06-432-cz>
- [53] Katalogový list: Modul výkonového relé 10 A HDL-MR1610.433. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/spinace-releove/hdl-mr1610-433-cz>
- [54] Katalogový list: Modul výkonového relé 16 A HDL-MR0816.432. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-24]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/spinace-releove/hdl-mr0816-432-cz>
- [55] Katalogový list: Modul stmívače MOSFET HDL-MDT0601.433. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/stmivace/hdl-mdt0601-433-cz>
- [56] Katalogový list: Modul kontrolérů stmívačů s řízením 0-10 V. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-25]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/stmivace/hdl-mrda0610-432-cz>
- [57] Katalogový list: Modul k ovládání 2 pohonů závěsů a žaluzií HDL-MW02.431. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/stinici-systemy/hdl-mw02-431-cz>
- [58] Katalogový list: Modul rozbočovače pro 6 linek Buspro HDL-MBC06.431. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-30]. Dostupné z: <https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/rozbocovace/hdl-mbc06-431-cz>

- automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/systemove-moduly/hdl-mbc06-431-cz
- [59] Katalogový list: Modul vstupů pro 24 bezpotenciálových kontaktů HDL-MS24.232. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/bezpotencialove-kontakty/hdl-ms24-232_cz
- [60] Katalogový list: Čidlo 12 v 1 HDL-MS12.2C. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/cidla/hdl-ms12-2c_cz
- [61] Katalogový list: Ovládací panel Granite Display HDL-MPTL4C.48. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/uzivatelska-rozhrani/granite/hdl-mptl4c-48_granite_display_cz
- [62] Katalogový list: Sběrníková spojka HDL-MPLPI.48. *HDL Automation s.r.o.* [online]. 2019 [cit. 2021-03-31]. Dostupné z: https://b2b.hdl-automation.cz/cz/ke-stazeni/produkty/katalogove-listy/buspro/uzivatelska-rozhrani/sbernicove-spojky/hdl-mplpi-48-a_cz
- [63] Technický list: Kompaktní jednotka pro pasivní domy PKOM4. *PICHLER* [online]. Brno, 2020 [cit. 2021-04-07]. Dostupné z: https://pichlerluft.cz/media/cache/file/fb/Pichler_PKOM4_technický-list_2020_CZ.pdf
- [64] KŘEČEK, Stanislav. *Příručka zabezpečovací techniky*. Blatná: Cricetus, 2003. ISBN ISBN 80-902-9382-4.
- [65] MALÝ, Luděk. *Návrh metodiky řešení elektronického zabezpečení objektu*. Brno, 2008. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav telekomunikací.
- [66] Paradox Security Systems. *Paradox: Česká a Slovenská republika* [online]. [cit. 2021-04-18]. Dostupné z: www.paradox.cz

10 SEZNAM ZKRATEK, SYMBOLŮ, OBRÁZKŮ A TABULEK

10.1 Seznam symbolů a zkratk

AC	<i>Alternating current</i> – střídavé napětí
Al	značka pro hliník dle periodické tabulky prvků
ASCII	<i>American Standard Code for Information Interchange</i>
BNC	<i>Bayonet Neill Concelman connector</i> – konektor pro koaxiální kabely
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
BUS	Sběrnice
Cu	značka pro měď dle periodické tabulky prvků
ČSN	Česká státní norma
DALI	<i>Digital Addressable Lighting Interface</i>
DC	<i>Direct current</i> – stejnosměrné napětí
DIN	<i>Deutsche Industrie-Norm</i> – Německá norma
DMX	<i>Digital Multiplex</i> – digitální multiplex, komunikační protokol osvětlení
DPH	daň z přidané hodnoty
EN	Evropská norma
EZS	Elektrický zabezpečovací systém
Fe	značka pro železo dle periodické tabulky prvků
FI	proudový chránič
GPRS	<i>General Packet Radio Service</i> – služba k přenosu dat mobilními sítěmi
GSM	<i>Groupe Spécial Mobile</i> – telekomunikační standard
HBST II	<i>HDL Buspro Setting Tool 2</i> – konfigurační program HDL
HDO	hromadné dálkové ovládání
HDV	hlavní domovní vedení
HVI	<i>High Voltage Isolation</i> – označení druhu izolovaného vodiče jímací soustavy
ID	zkratka identifikace
IP XX	stupeň ochrany proti vniknutí prachu a vody
IP	<i>Internet Protocol</i>
IR	<i>Infra Red</i> – infračervené
ISO/OSI	Referenční model OSI (<i>Open Systems Interconnection</i>) vypracovaný společností ISO
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i> – displej z tekutých krystalů
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
LPS	<i>Lightning Protection System</i> – třída ochrany před bleskem
MAN	<i>Metropolitan Area Network</i> – metropolitní síť
Mg	značka pro hořčík dle periodické tabulky prvků

MM	<i>Multi Mode</i> – označení vícevidových optických vláken
MOSFET	Metal Oxid Semiconductor Field Effect Transistor
N	pracovní, střední nebo také nulový vodič, často značený modrou izolací
NC	<i>Normaly Close</i> – pomocný kontakt rozpínací
NO	<i>Normaly Open</i> – pomocný kontakt spínací
PC	<i>Personal Computer</i>
PCB	<i>Printed Circuit Board</i> – deska plošných spojů
PD	projektová dokumentace
PE	ochranný vodič, často značený zelenožlutou izolací
PELV	<i>Protective Extra-Low Voltage</i> – způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem
PEN	ochranný vodič plnící funkci ochranného a pracovního vodiče
PI	Proporcionálně-integrační
PIR	<i>Passive Infra Red</i> – pasivní infračervené
PVC	Polyvinylchlorid
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i> – Pulzně šířková modulace
PZTS	poplachový zabezpečovací a tísňový systém
RH	hlavní domovní rozvaděč
RJ 45	koncovka používaná u síťových kabelů
RS	<i>Recommended Standard</i> – sériová sběrnice
SELV	<i>Safety Extra-Low Voltage</i> – způsob ochrany před úrazem elektrickým proudem
Si	značka pro křemík dle periodické tabulky prvků
SM	<i>Single Mode</i> – označení jednovidových optických vláken
SMS	<i>Short Message Service</i> – služba krátkých textových zpráv
Sn	značka pro cín dle periodické tabulky prvků
UTP	<i>Unshielded Twisted Pair</i> – nestíněná kroucená dvoulinka
WAN	<i>Wide Area Network</i> – rozlehlá síť
Wi-Fi	<i>Wireless Ethernet Compatibility Alliance</i>
Zn	značka pro zinek dle periodické tabulky prvků
I_n	jmenovitý elektrický proud (A)
I_p	výpočtový proud (A)
N_1, N_2	primární vinutí transformátoru, sekundární vinutí transformátoru (-)
P_i	instalovaný výkon (W)
P_p	výpočtový výkon (W)
U_1, U_2	napětí na primárním vinutí, napětí na sekundárním vinutí (V)
U_n	jmenovité elektrické napětí (V)
k_s	součinitel současnosti (-)
k_z	součinitel využití (-)
η_m	účinnost spotřebičů (-)
η_s	účinnost napájecí soustavy (-)

A	Ampér – jednotka elektrického proudu
Hz	Herz – jednotka frekvence
K	Kelvin – jednotka termodynamické teploty
lm	Lumen – jednotka pro světelný tok
S	Siemens – jednotka elektrické vodivosti
V	Volt – jednotka elektrického napětí
W	Watt – jednotka výkonu
<i>G</i>	Elektrická vodivost
<i>cosφ</i>	účinník (-)
<i>t</i>	čas (s)
<i>β</i>	soudobost (-)

10.2 Seznam obrázků

Obrázek 1	Schéma elektrizační soustavy
Obrázek 2	Schéma sítě TN-C
Obrázek 3	Schéma sítě TN-C-S
Obrázek 4	Schéma sítě TN-S
Obrázek 5	Schéma sítě TT
Obrázek 6	Schéma sítě IT
Obrázek 7	Příklad připojení objektu pomocí kabelové přípojky od distribučního venkovního vedení
Obrázek 8	Vypínací charakteristiky jističů
Obrázek 9	Pulzně šířková modulace
Obrázek 10	Fázové řízení pomocí triaku
Obrázek 11	Barevné značení žil podle normy ČSN 33 0166 ed.2
Obrázek 12	Řez kabelem E-BUS 2x2x0,8
Obrázek 13	Barevné značení kabelu UTP a zapojení na konektor RJ45
Obrázek 14	Struktura koaxiálního kabelu
Obrázek 15	Jednovidová a mnohovidová optická vlákna
Obrázek 16	Zóny pro ukládání kabelového vedení v pokojích
Obrázek 17	Zóny pro ukládání kabelového vedení v kuchyni a pracovně
Obrázek 18	Schématické naznačení instalačních zón v koupelně
Obrázek 19	Zóny v umývacím prostoru
Obrázek 20	Řazení spínačů
Obrázek 21	Metody návrhu jímací soustavy
Obrázek 22	Blokové schéma vytvořené na základě přílohy B – PD rozvaděč RH Buspro
Obrázek 23	LCD ovládací panel Granite
Obrázek 24	Schéma zapojení spínání svítidel
Obrázek 25	Spínač řady Bticino
Obrázek 26	Výsuvná zásuvka krabice Pop-up
Obrázek 27	Teplotní čidlo PT100

- Obrázek 28 Pohybový detektor
Obrázek 29 Detektor tříštění skla
Obrázek 30 Struktura výpisu datagramu Buspro

10.3 Seznam tabulek

- Tabulka 1 Dělení napětí
Tabulka 2 Rozdělení přepětových ochran podle typu
Tabulka 3 Zóny bleskové ochrany s přiřazením přepětových ochran
Tabulka 4 Přehled kategorií UTP kabelů
Tabulka 5 Zařazení objektů do třídy ochrany před bleskem
Tabulka 6 Odběr proudu na sběrnici Buspro
Tabulka 7 Soupis zařízení napájeného z rozvaděče RH a RS, výpočet zatížení a proudu
Tabulka 8 Cenové vyhodnocení skutečného stavu

11 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – PD rozvaděč R-hlavní RH

Příloha B – PD rozvaděč R-sklep RS

Příloha C – PD půdorys 1.PP

Příloha D – PD půdorys 1.NP

Příloha E – PD půdorys 2.NP

Příloha F – Certifikát Buspro

ROZVADĚČ RH

ROZVADĚČ: PRO NÁSTĚNOU MONTÁŽ, 336 MODULŮ
OCELOPLECHOVÁ, RAL 9016 BÍLÁ

ROZMĚRY: V x Š x H = 1885 x 810 x 250 mm

PŘÍVOD: SHORA

VÝVOD: SHORA

KRYTÍ: IP 20C

VÝROBCE: Schrack, IL006339-F

PRO POUŽITÝ ROZVADĚČ BUDE PROVEDEN VÝPOČET OTEPLENÍ ROZVADĚČE!


ROZVODNÁ SOUSTAVA: 3+N+PE, 400/230 V, 50 Hz, TN-C-S

OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM DLE ČSN 33 2000-4-41, ed. 3
čl. 411.3.1 OCHRANNÉ UZEMNĚNÍ A POSPOJOVÁNÍ
čl. 411.3.2 AUTOMATICKÉ ODPOJENÍ OD ZDROJE
čl. 411.3.3 DOPLŇKOVÉ OCHRANY - PROUDOVÝ CHRÁNIČ
čl. 411.4 SÍŤE TN

PROSTŘEDÍ: DLE ČSN 33 2000-5-53, ed. 3

POZNÁMKA:

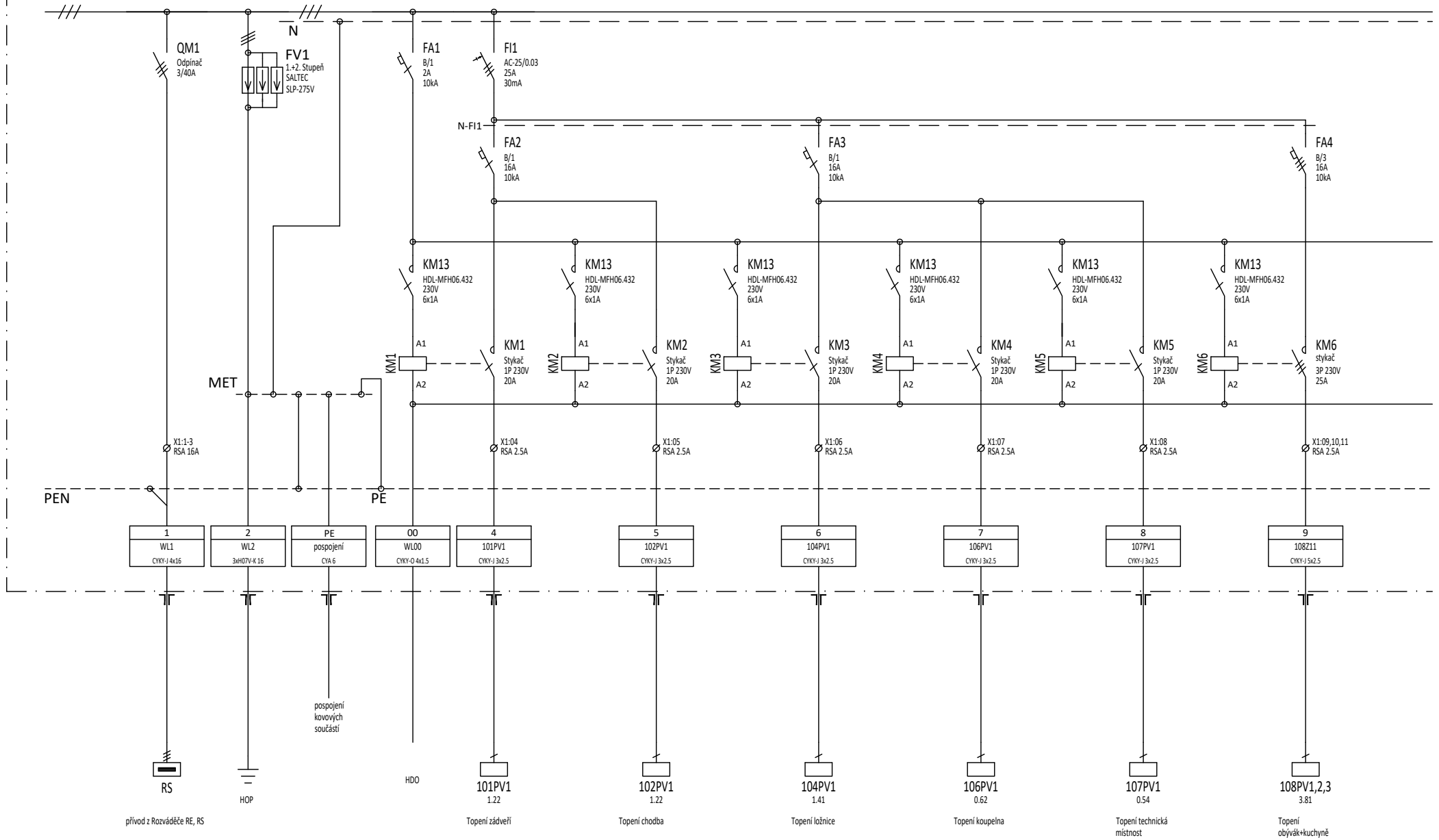
ROZVADĚČ BUDE MIMO POPISU JISTÍCÍCH PRVKŮ A OSTATNÍCH POVINNÝCH ÚDAJŮ
OPATŘEN UPOZORNĚNÍM O NUTNOSTI MIN. 1x ROČNĚ (NEBO PODLE ÚDAJŮ VÝROBCE)
PROVÉST TEST PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ, ABY BYLA ZAJIŠTĚNA JEJICH SPRÁVNÁ FUNKCE

Vypracoval:	Filip Pospíšil	 Realizační firma: VEOS Pospíšil, Dlouhá 226, 696 17 Dolní Bojanovice	
Kontroloval:	Martin Příklad		
Místo:	Myslivecká, 696 17 Dolní Bojanovice		
Investor:	Tomáš Pospíšil Dolní Bojanovice	Datum:	02/2021
Část:	Elektroinstalace	Stupeň:	DSPS
Akce:	RD Dolní Bojanovice ROZVADĚČ R-HLAVNÍ (RH)	Měřítko:	
		Výkres č.:	Paré č.:
		01	

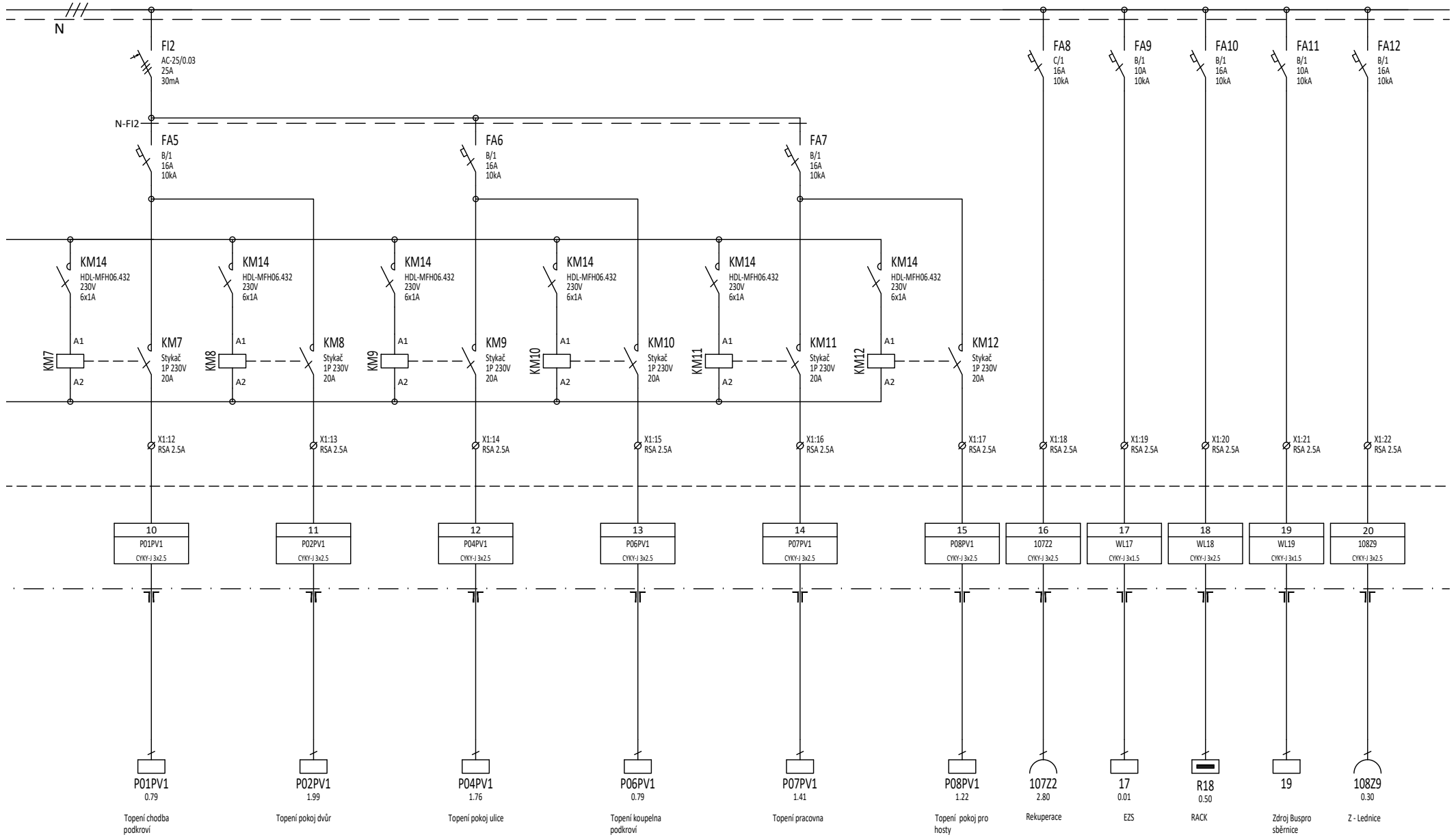
R-HLAVNÍ (RH)

3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-C-S

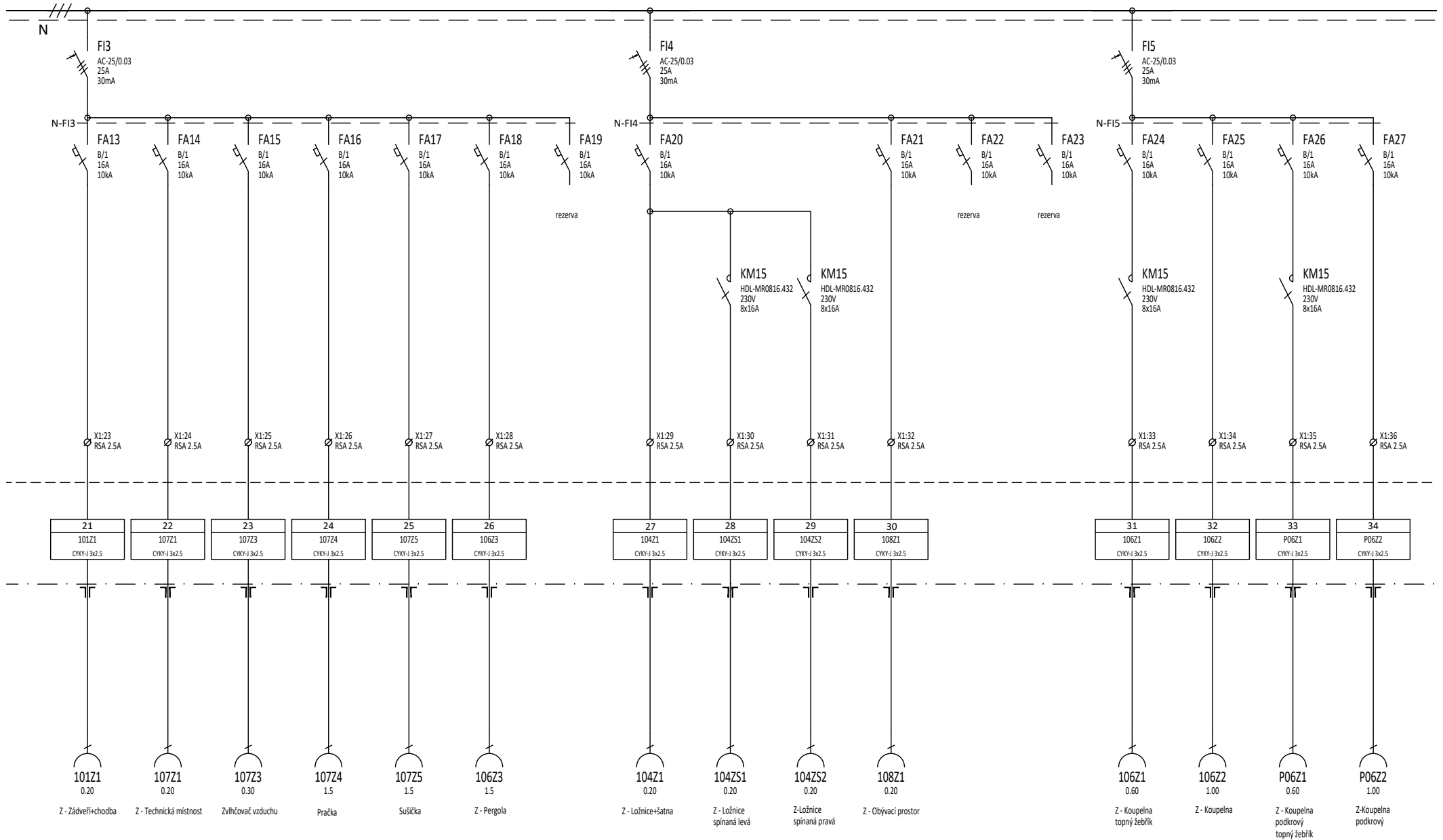
3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S



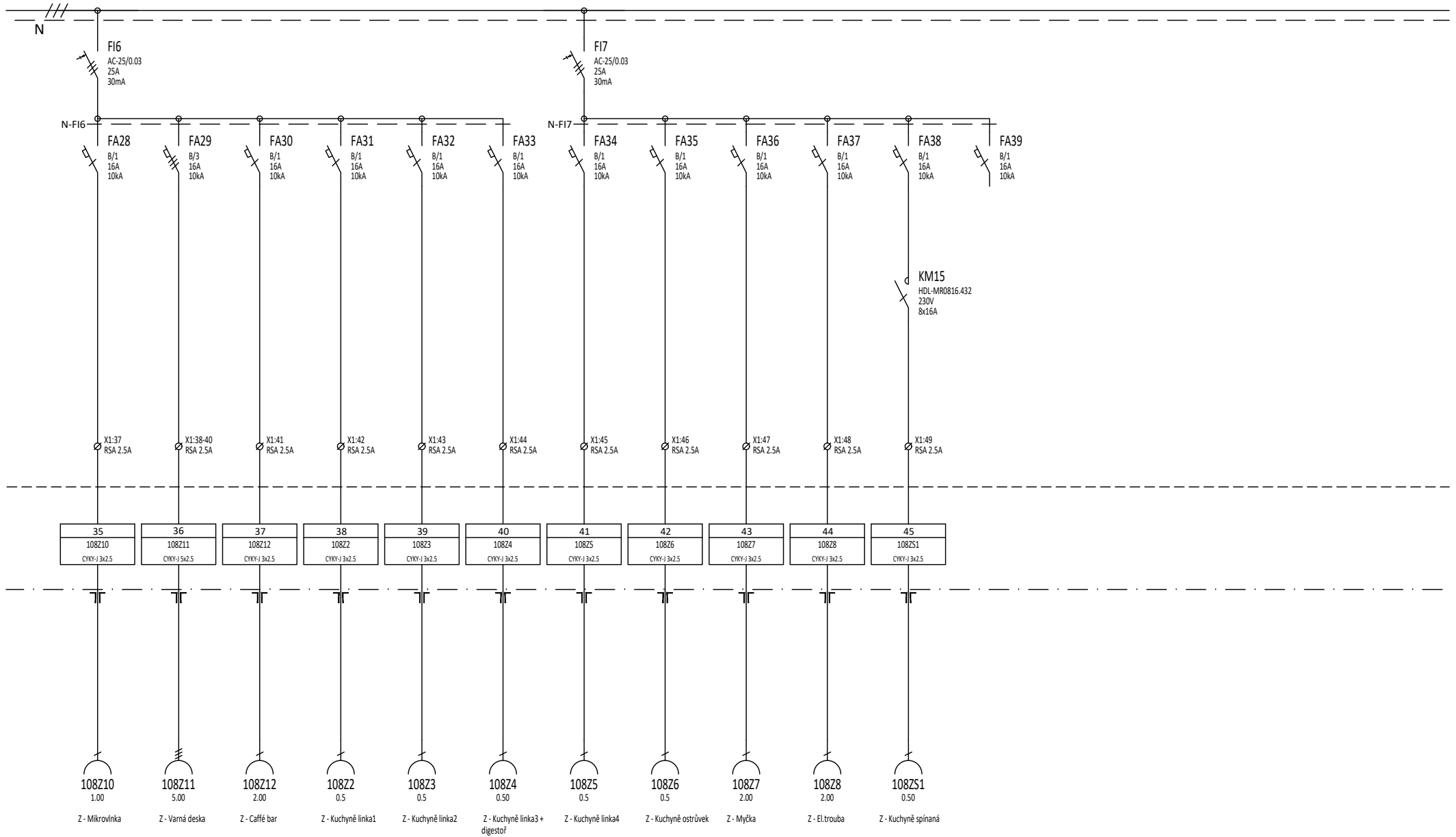
3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S



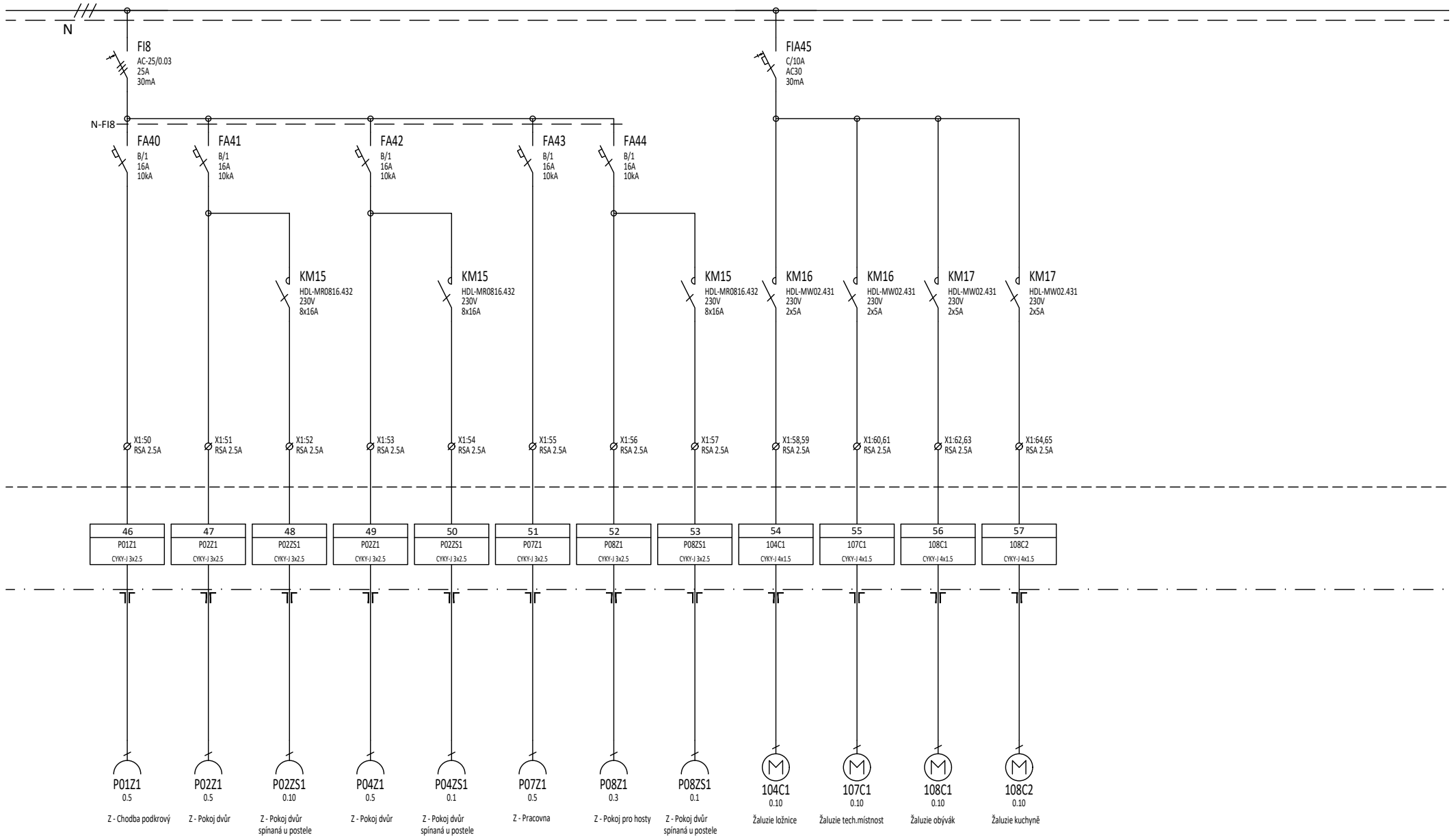
3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S



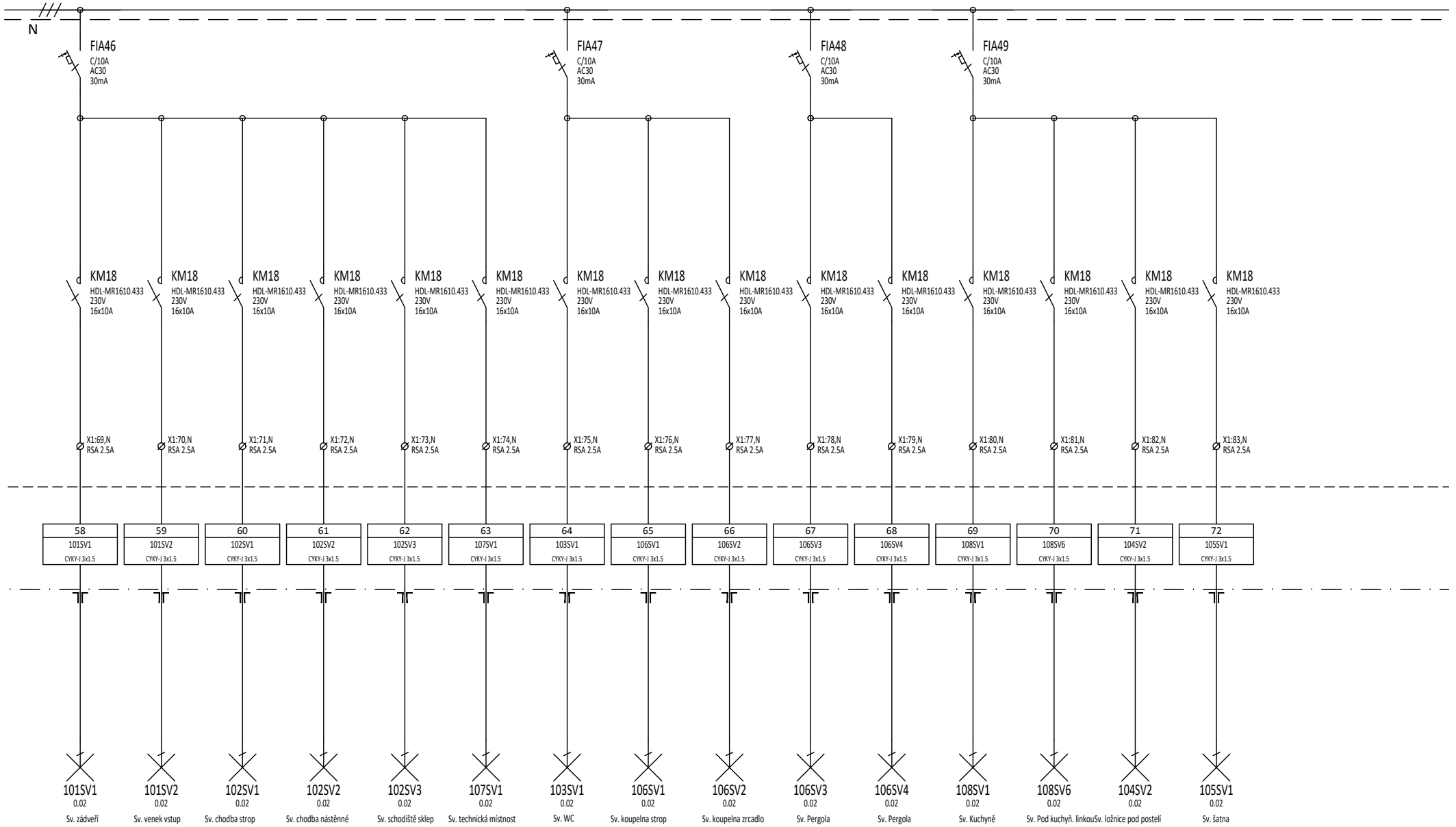
3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S



3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S



3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S



Zakázka :

RD Pospíšil

Rozváděč :

RH - Rozváděč hlavní

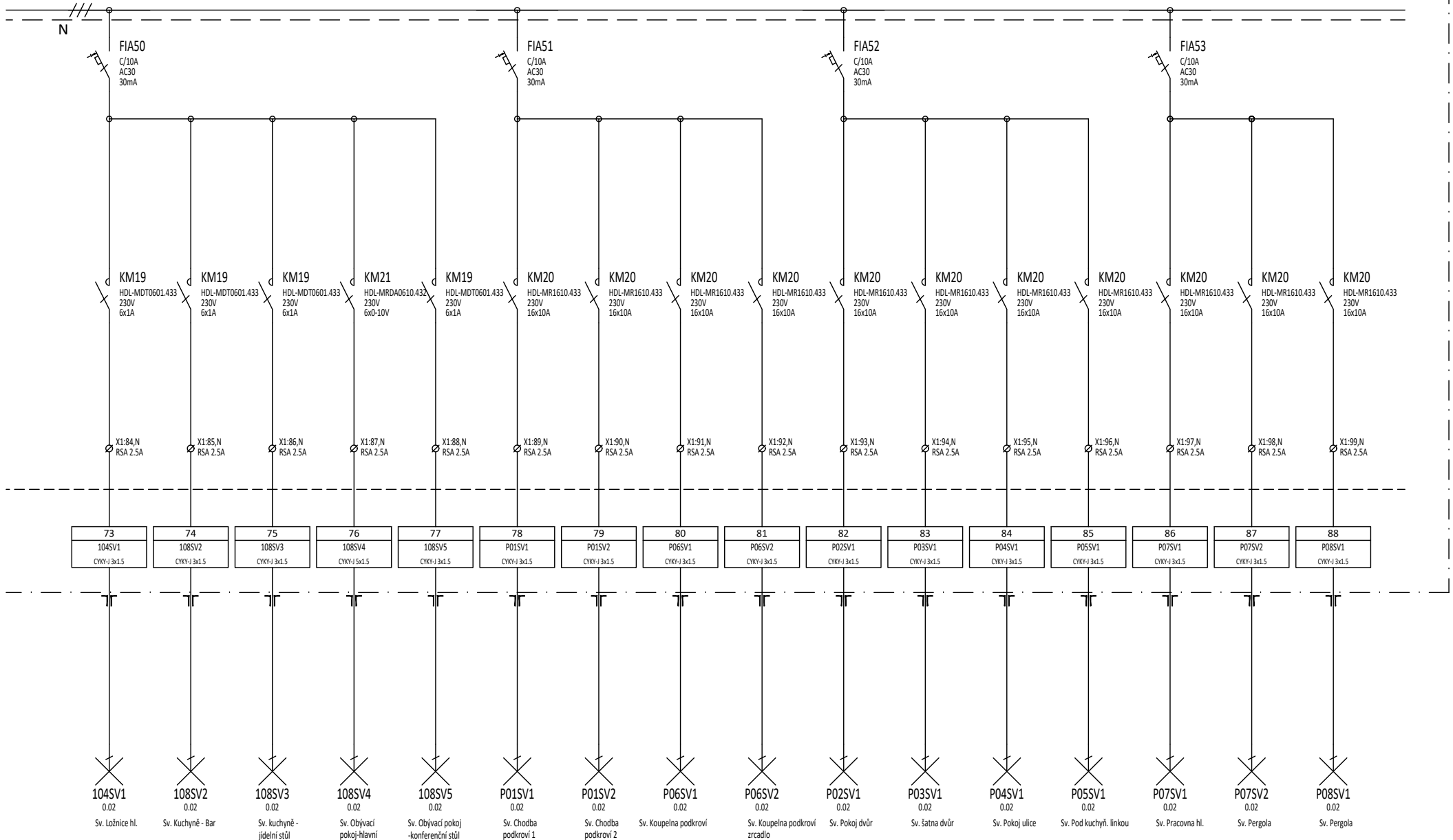
Vypracoval :

Filip Pospíšil

Číslo stránky / z počtu stránek :

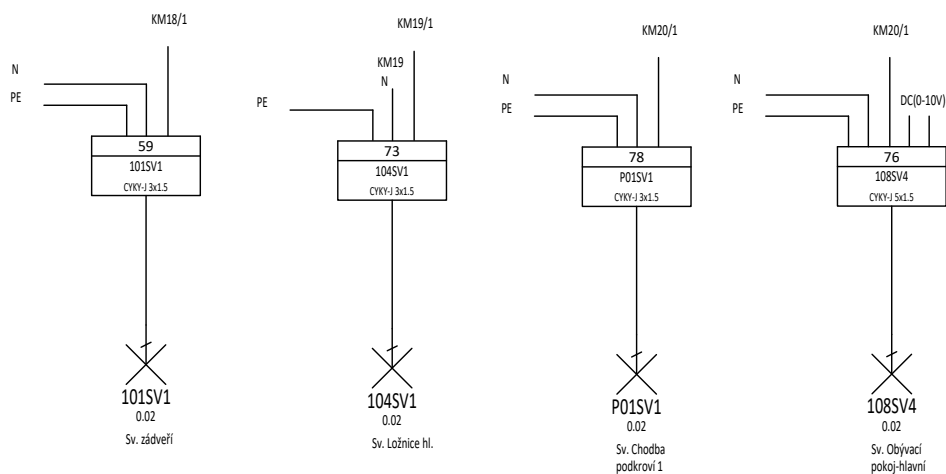
7/12

3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S

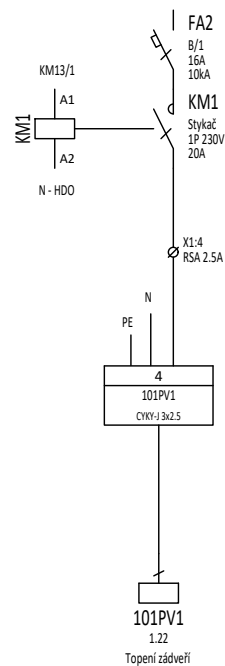


Princip zapojení jednotlivých kabelů do inteligentních částí

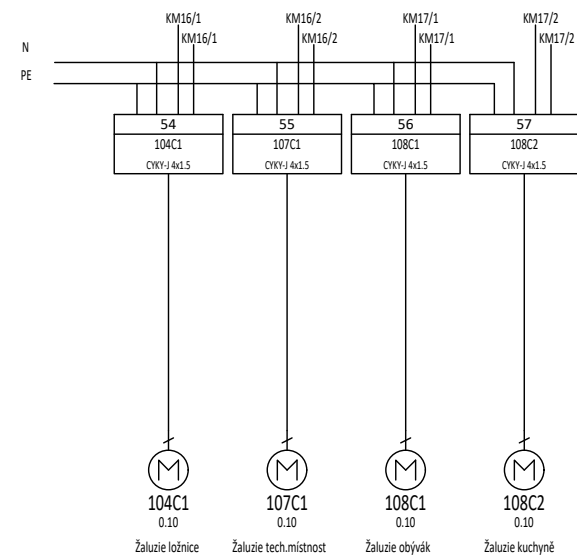
Příklad zapojení osvětlení:



Příklad zapojení topení:

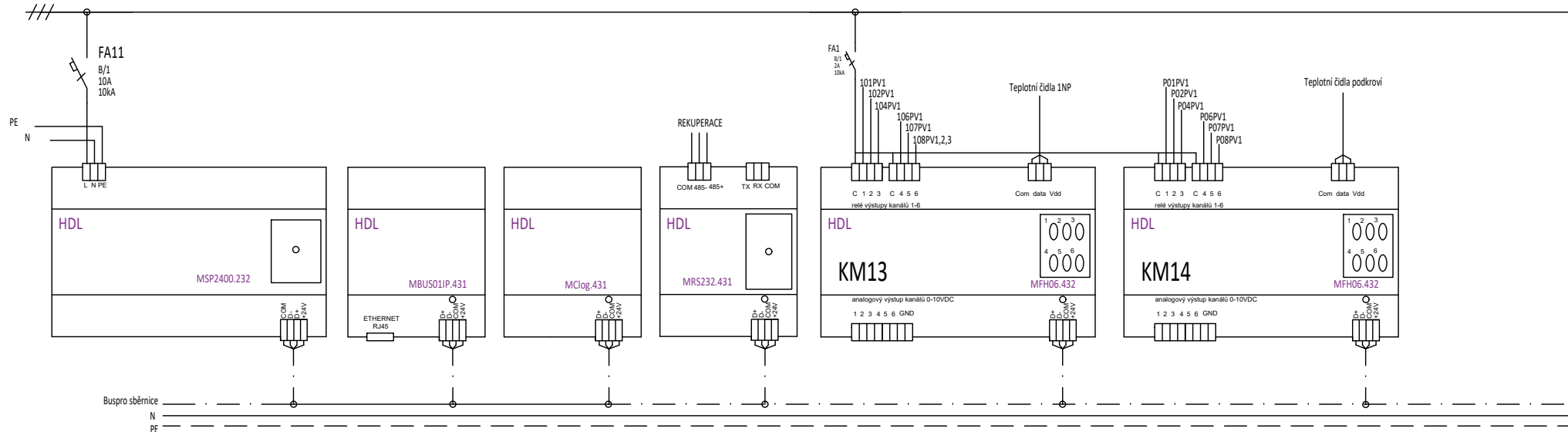


Příklad zapojení žaluzií:



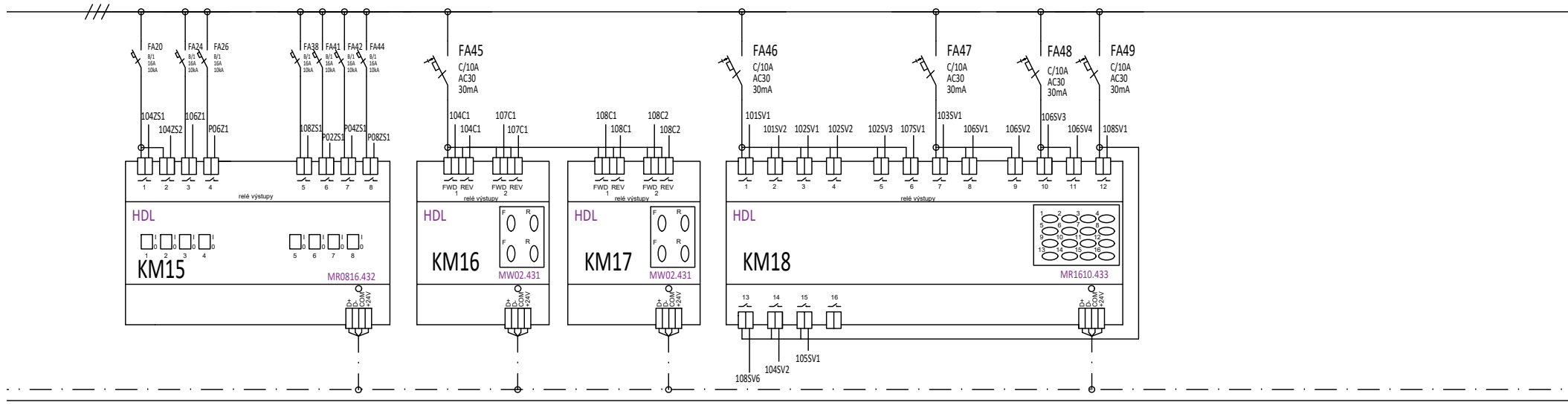
Princip zapojení jednotlivých inteligentních modulů (1/3)

3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S

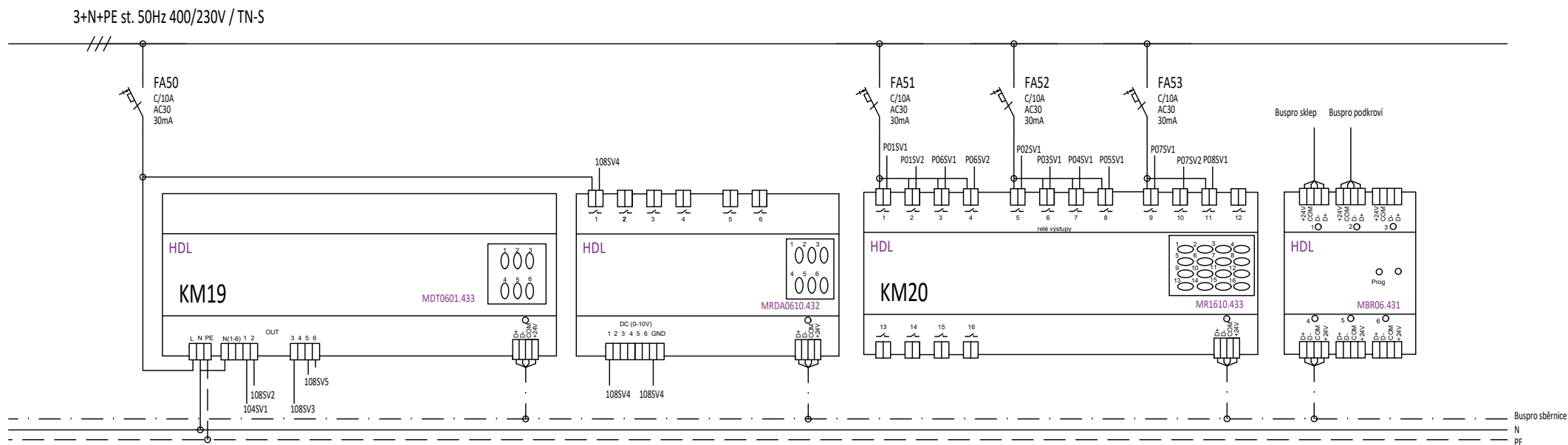


Princip zapojení jednotlivých inteligentních modulů (2/3)

3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S



Princip zapojení jednotlivých inteligentních modulů (3/3)



ROZVADĚČ R SKLEP

ROZVADĚČ: PRO ZAPUŠTĚNOU MONTÁŽ, 120 MODULŮ
OCELOPLECHOVÁ, RAL 9016 BÍLÁ

ROZMĚRY: V x Š x H = 800 x 600 x 210 mm

PŘÍVOD: SHORA, ZESPODU

VÝVOD: SHORA, ZESPODU

KRYTÍ: IP 66

VÝROBCE: SCHRACK WST8060210

PRO POUŽITÝ ROZVADĚČ BUDE PROVEDEN VÝPOČET OTEPLENÍ ROZVADĚČE!


ROZVODNÁ SOUSTAVA: 3+N+PE, 400/230 V, 50 Hz, TN-C-S

OCHRANA: PŘED ÚRAZEM EL. PROUDEM DLE ČSN 33 2000-4-41, ed. 3
čl. 411.3.1 OCHRANNÉ UZEMNĚNÍ A POSPOJOVÁNÍ
čl. 411.3.2 AUTOMATICKÉ ODPOJENÍ OD ZDROJE
čl. 411.3.3 DOPLŇKOVÉ OCHRANY - PROUDOVÝ CHRÁNIČ
čl. 411.4 SÍŤE TN

PROSTŘEDÍ: DLE ČSN 33 2000-5-53, ed. 3

POZNÁMKA:

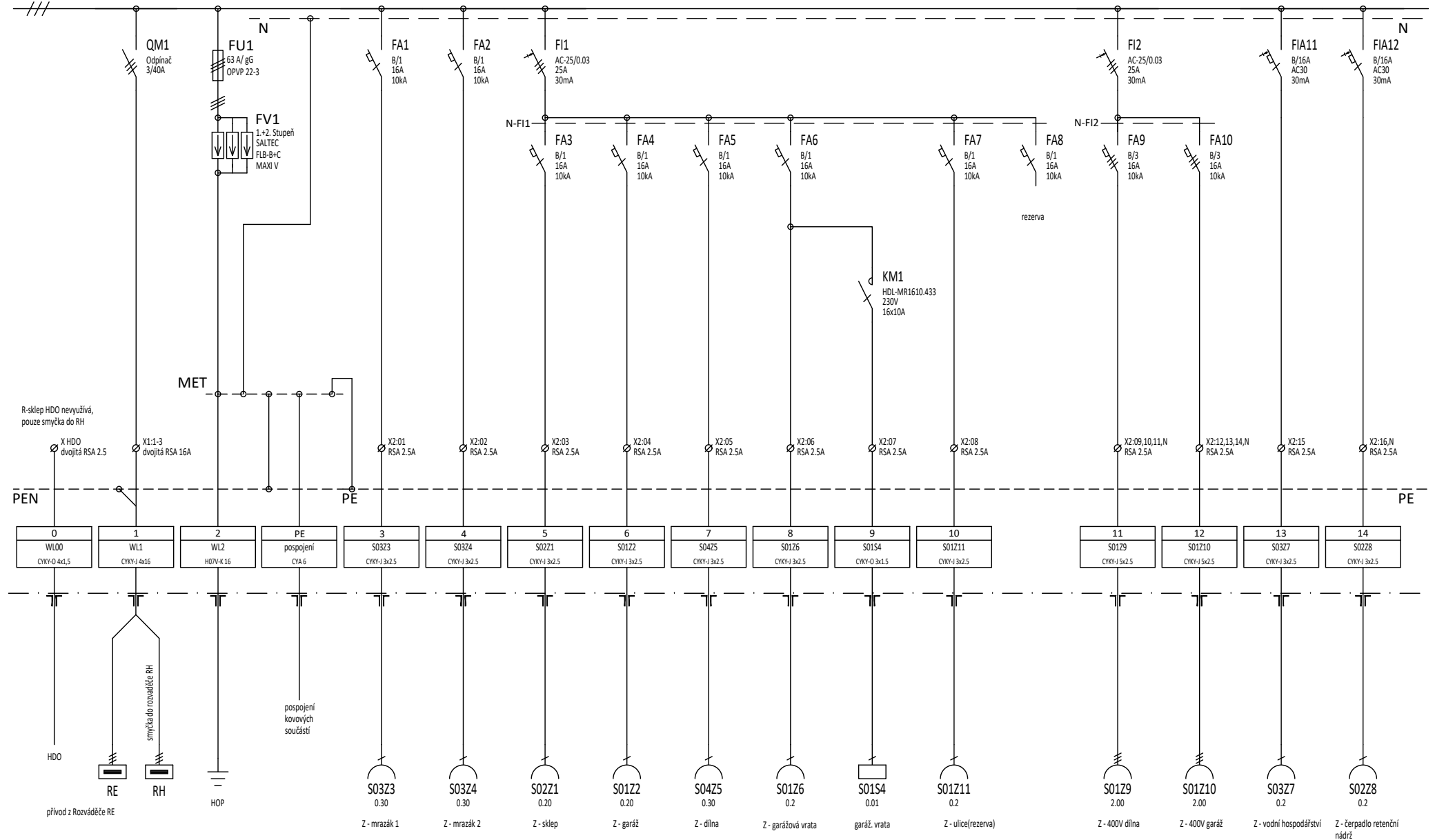
ROZVADĚČ BUDE MIMO POPISU JISTÍCÍCH PRVKŮ A OSTATNÍCH POVINNÝCH ÚDAJŮ
OPATŘEN ÚPOZORNĚNÍM O NUTNOSTI MIN. 1x ROČNĚ (NEBO PODLE ÚDAJŮ VÝROBCE)
PROVÉST TEST PROUDOVÝCH CHRÁNIČŮ, ABY BYLA ZAJIŠTĚNA JEJICH SPRÁVNÁ FUNKCE

Vypracoval:	Filip Pospíšil	 Realizační firma: VEOS Pospíšil, Dlouhá 226, 696 17 Dolní Bojanovice	
Kontroloval:	Martin Příkryl		
Místo:	Myslivecká, 696 17 Dolní Bojanovice	Datum:	02/2021
Investor:	Tomáš Pospíšil Dolní Bojanovice	Stupeň:	DSPS
Část:	Elektroinstalace	Měřítko:	
Akce:	RD Dolní Bojanovice ROZVADĚČ R-SKLEP (RS)	Výkres č.:	Paré č.:
		02	

R-SKLEP (RS)

3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-C-S

3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S



Zakázka :

RD Pospíšil

Rozváděč :

RS - Rozváděč sklep

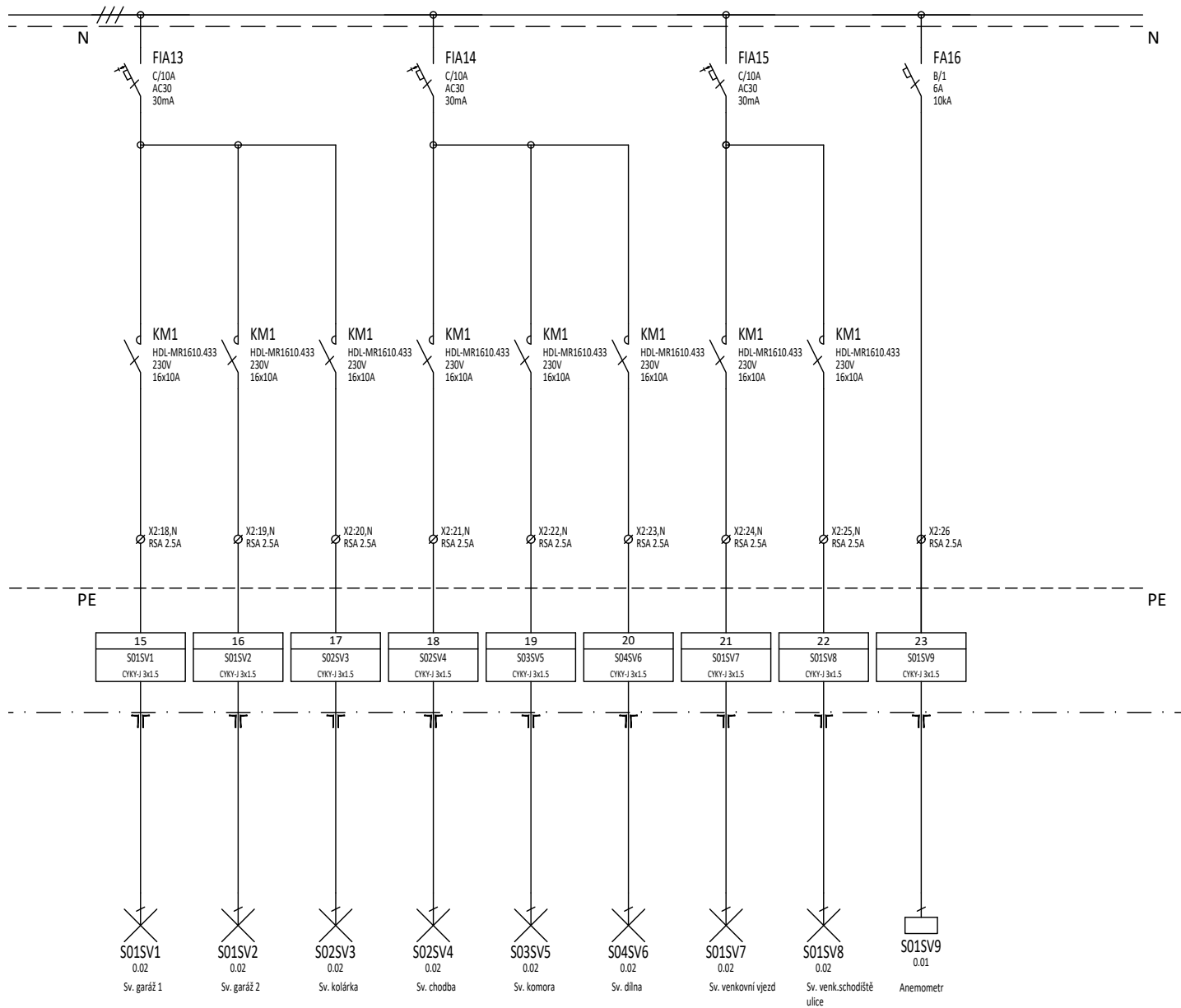
Vypracoval :

Filip Pospíšil

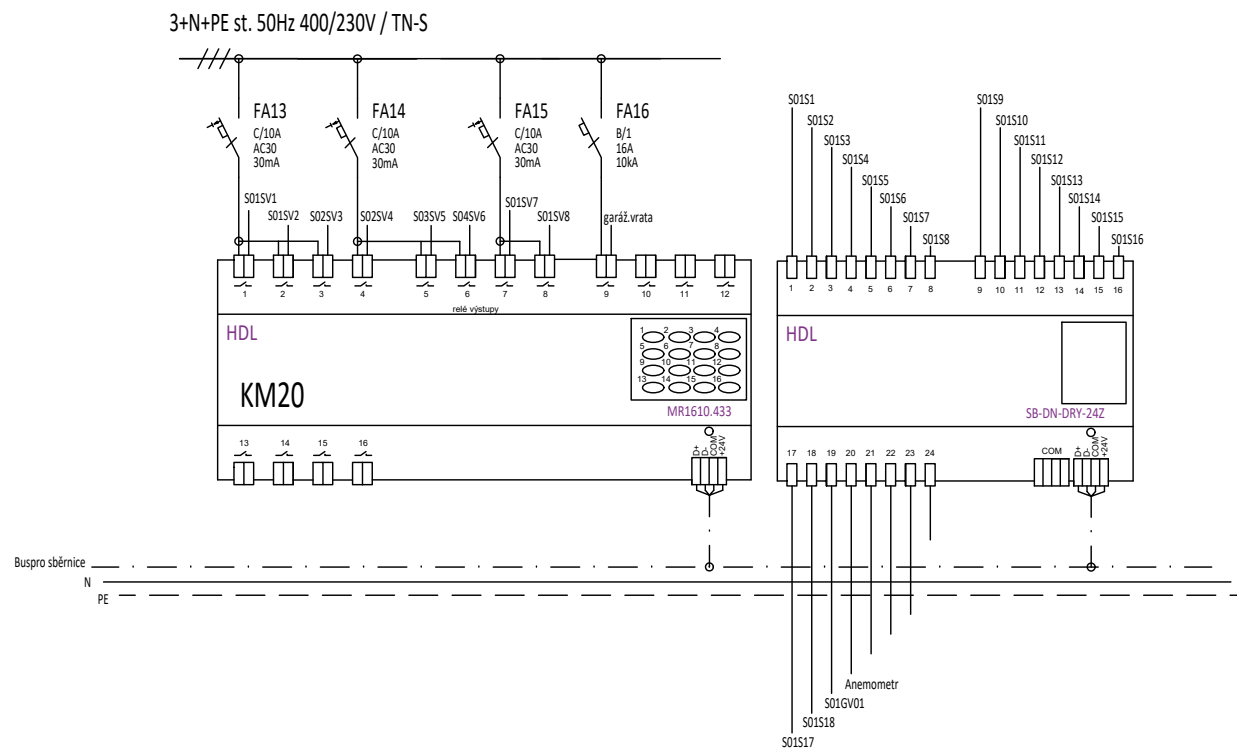
Číslo stránky / z počtu stránek :

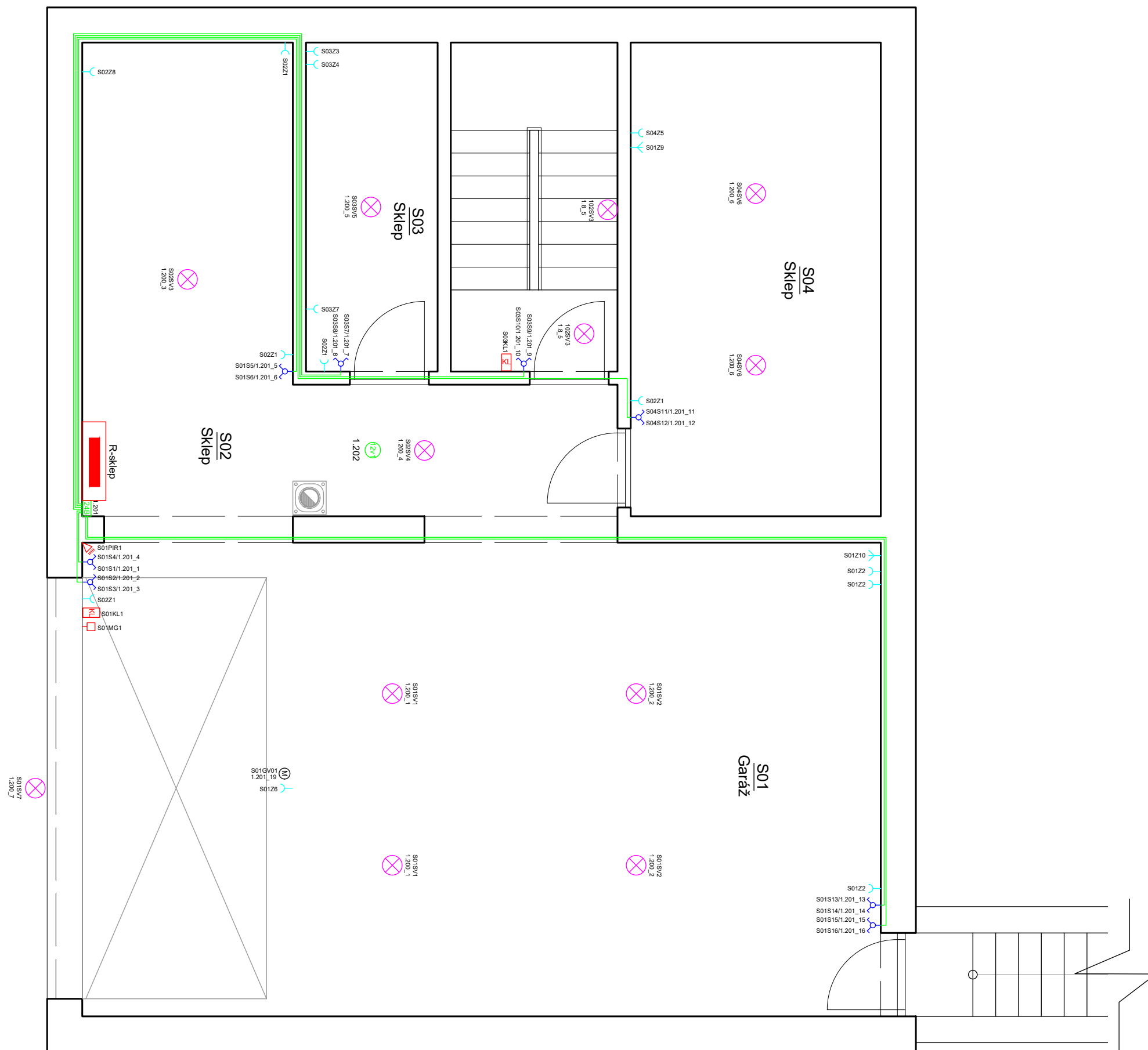
2/4

3+N+PE st. 50Hz 400/230V / TN-S










Princip zapojení jednotlivých inteligentních modulů (1/1)




























LEGENDA:

-  tlačítkový vypínač dvojitý
-  zásuvka 230V
-  zásuvka 380V
-  bezpotenciální kontakt 24 kontaktů
-  čidlo HDL 12v1
-  osvětlení
-  magnetický kontakt
-  čidlo PIR
-  klávesnice zabezpečovacího systému
-  pohon garážových vrat

Vypracoval:		Filip Pospíšil	
Kontroloval:		Martin Příkryl	
 Realizační firma: VEOS Pospíšil, Dlouhá 226, 696 17 Dolní Bojanovice			
Místo:	Myslivecká, 696 17 Dolní Bojanovice		
Investor:	Tomáš Pospíšil Dolní Bojanovice		Datum: 02/2021
Část:	Elektroinstalace		Stupeň: DSPPS
Akce:	RD Dolní Bojanovice Púdorys 1.PP		Měřítko: 1:50
			Výkres č.: 10



- LEGENDA:**
-  tlačítkový vypínač jednoduchý
 -  tlačítkový vypínač dvojitý
 -  zásuvka 230V
 -  zásuvka 380V
 -  zásuvka RJ45
 -  zásuvka anténa
 -  bezpotenciální kontakt 8 kontaktů
 -  ovládací panel DLP Granite
 -  podlahové čidlo teploty HDL
 -  čidlo HDL 12V
 -  osvětlení
 -  osvětlení stmívatelné
 -  LED pásek
 -  LED pásek stmívatelný
 -  magnetický kontakt
 -  čidlo PIR 90°
 -  čidlo PIR 360°
 -  klávesnice EZS
 -  čidlo tříštění skla
 -  videotelefon vnitřní jednotka
 -  videotelefon venkovní jednotka
 -  elektronický dveřní zámek
 -  elektrické podlahové topení
 -  pohon rolet

Vypracoval:		Filip Pospíšil	
Kontroloval:		Martin Příkryl	
Místo:	Myslivecká, 696 17 Dolní Bojanovice		
Investor:	Tomáš Pospíšil Dolní Bojanovice		
Část:	Elektroinstalace		
Akce:	RD Dolní Bojanovice Púdorys 1.NP		
	Datum:		02/2021
	Stupeň:		DSPS
	Měřítko:		1:50
	Paré č.:		



CERTIFIKÁT

Filip Pospíšil

VEOS Pospíšil s.r.o.

úspěšně zakončil školení

HDL Buspro – Základy instalace a programování

a získal technické dovednosti v programování, instalaci
a servisu produktů HDL Buspro.



Ing. Ladislav Mazač
Obchodní a technický ředitel



Ing. Jiří Ullsperger
Produktový manažer

2018