

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky a
komunikačních technologií

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Brno, 2021

Michal Homola



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

PROJEKT HYBRIDNÍ ELEKTROINSTALACE PRO KOMERČNÍ OBJEKT

HYBRID ELECTRICAL INSTALLATION FOR COMMERCIAL BUILDING

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Michal Homola

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. Petr Mastný, Ph.D.

BRNO 2021

Bakalářská práce

bakalářský studijní program **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Michal Homola

ID: 211451

Ročník: 3

Akademický rok: 2020/21

NÁZEV TÉMATU:

Projekt hybridní elektroinstalace pro komerční objekt

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Seznámení s problematikou silových a datových instalací
2. Definice zásad pro tvorbu projektové dokumentace elektro
3. Osvojení základních dovedností s projekčními programy
4. Zpracování realizačního projektu elektroinstalace pro komerční objekt (výkresová i textová část)

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího bakalářské práce

Termín zadání: 8.2.2021

Termín odevzdání: 1.6.2021

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

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

UPOZORNĚNÍ:

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

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá projektováním hybridní elektroinstalace pro komerční projekt. V rámci teoretické přípravy jsou zde popsána problematika projektování silových a datových rozvodů, inteligentních elektroinstalací, úvod do problematiky konstruování LPS systémů a definovány zásady pro tvorbu projektové dokumentace elektro. V praktické části, která za teorií následovala, byly osvojeny základní dovednosti s projekčními programy jako je BricsCAD, WILS, Astra, Verox a Sichr. V programu BricsCAD byl proveden návrh veškeré výkresové dokumentace k instalaci. Práce obsahuje výkresovou a textovou dokumentaci k silnoproudé instalaci zásuvek, osvětlení a návrhu rozvaděče, datové instalaci telefonu, ethernetu a elektrického vrátného a v neposlední řadě inteligentní část instalace, která byla realizována pomocí centrální jednotky iNELS RF. Po dokončení výkresové části byl zpracován rozpočet veškerých investičních nákladů. V poslední řadě byla vypracována technická zpráva projektu. Veškerá výkresová a textová dokumentace a rozpočet jsou doloženy v přílohách.

Klíčová slova

elektroinstalace, silová instalace, technické normy, projektování, hybridní elektroinstalace, inteligentní elektroinstalace, lps, komerční budovy

Abstract

The bachelors thesis goes about the design of a hybrid electrical installation for a commercial building. Within the theoretical preparation are discussed the problematics of power and data installations, intelligent installations, introduction into LPS systems construction and electrical project documentation making. Within the following practical part of this final thesis the basic principles of projection programs were be mastered and the process of making the text and design part of the hybrid electrical installation for a commercial building were explained. The thesis contains drawing and text documentation for high-current installation of sockets, lighting and switchboard design, data installation of telephone, ethernet and electric intercom and last but not least the intelligent part of the installation, which was realized using the central unit iNELS RF. After the completion of the drawing part, the budget of all investment costs was prepared. Last but not least, a technical report of the project was prepared. All drawing and text documentation and budget are documented in the appendices.

Keywords

electrical installation, intelligent installation, design, lps, commercial building

Bibliografická citace

HOMOLA, Michal. *Projekt hybridní elektroinstalace pro komerční objekt*. Brno, 2021. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/134936>.
Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Petr Mastný.

Prohlášení autora o původnosti díla

Jméno a příjmení studenta: *Michal Homola*

VUT ID studenta: *211451*

Typ práce: *Závěrečná práce*

Akademický rok: *2020/21*

Téma závěrečné práce: *Projekt hybridní elektroinstalace pro
komerční objekt*

Prohlašuji, že svou závěrečnou práci jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucí/ho závěrečné práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené závěrečné práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této závěrečné práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: 1. červen 2021

podpis autora

Poděkování

Příklad:

Děkuji vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Mastnému, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé bakalářské práce.

V Brně dne: 1. červen 2021

podpis autora

Obsah

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
SEZNAM OBRÁZKŮ	11
SEZNAM TABULEK.....	12
ÚVOD	13
1. SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU SILOVÝCH A DATOVÝCH INSTALACÍ.....	14
1.1 SILOVÁ ELEKTROINSTALACE	14
1.1.1 Výhody a klasické elektroinstalace	14
1.1.2 Nevýhody klasické elektroinstalace.....	14
1.2 ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA ELEKTRICKÉ ROZVODY	15
1.3 BEZPEČNOST OSOB A VĚCÍ.....	15
1.4 SPOLEHLIVOST PROVOZU	15
1.4.1 Dodávky prvního stupně (se zvýšenou provozní spolehlivostí)	16
1.4.2 Dodávky druhého stupně (s obvyklou provozní spolehlivostí)	16
1.4.3 Dodávky třetího stupně (jednoduchá zařízení).....	16
1.5 HOSPODÁRNOST	16
1.6 PODMÍNKY PRO PŘIPOJENÍ K SÍTI	16
1.6.1 Vnější připojení.....	16
1.6.2 Vnitřní připojení.....	16
1.6.3 Podzemní připojení	17
1.6.4 Normy a jiné předpisy stanovující požadavky na připojení silových rozvodů.....	17
1.7 SILOVÉ ROZVODY	17
1.7.1 Protipožární zabezpečení.....	17
1.8 JISTÍCÍ PŘÍSTROJE	18
1.8.1 Základní požadavky na jistící přístroje	18
1.8.2 Jištění	18
1.8.3 Selektivita a kaskádování.....	18
1.8.4 Automatické odpojení od zdroje.....	18
1.8.5 Připojitelnost.....	18
1.8.6 Dálková signalizace a ovládání	19
1.9 ROZVADĚČE A ROZVODNICE.....	19
1.10 SVĚTELNÉ OBVODY	19
1.10.1 Zapojení světelných obvodů	19
1.10.2 Spínače světelných obvodů.....	20
1.10.3 Jištění světelných obvodů	20
1.11 ZÁSUVKOVÉ OBVODY	20
1.11.1 Zapojování zásuvkových obvodů	20
1.11.2 Trojfázové zásuvky	21
1.11.3 Dimenzování a jištění zásuvkových obvodů	21
1.12 OBVODY PRO PEVNĚ PŘIPOJENÉ SPOTŘEBIČE	21
1.12.1 Jištění obvodů pro pevně připojené spotřebiče	21
1.13 INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE	22
1.13.1 Inteligentní elektroinstalace v závislosti na aplikace	22
1.13.2 Výhody inteligentních elektroinstalací	23

1.13.3	<i>Nevýhody inteligentních elektroinstalací</i>	23
1.13.4	<i>Příklady funkcí inteligentní elektroinstalace</i>	23
1.14	SBĚRNICOVÉ SYSTÉMY	24
1.14.1	<i>Senzory</i>	24
1.14.2	<i>Aktory</i>	24
1.14.3	<i>Centralizovaný sběrniceový systém</i>	24
1.14.4	<i>Decentralizovaný sběrniceový systém</i>	25
1.14.5	<i>Hybridní systém</i>	25
2.	DEFINICE ZÁSAD PRO TVORBU PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE ELEKTRO	26
2.1	LEGISLATIVA	26
2.2	TECHNICKÁ NORMA	26
2.3	ZÁKLADNÍ SLOŽKY PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	26
2.4	TEXTOVÁ ČÁST	26
2.5	VÝKRESOVÁ ČÁST	27
3.	LPS (LIGHTNING PROTECTION SYSTÉM)	28
3.1	OCHRANNÁ OPATŘENÍ	28
3.1.1	<i>Ochranná opatření pro omezení úrazů živých bytostí</i>	28
3.1.2	<i>Ochranná opatření pro omezení vzniku hmotných škod</i>	28
3.1.3	<i>Ochranná opatření pro snížení poruch elektrických a elektronických systémů</i>	28
3.2	MOŽNÉ PŘÍČINY A TYPY POŠKOZENÍ STAVEB	28
3.2.1	<i>Úder do stavby</i>	29
3.2.2	<i>Úder v blízkosti stavby</i>	29
3.2.3	<i>Úder do sítě připojené ke stavbě</i>	29
3.2.4	<i>Úder v blízkosti sítě připojených ke stavbě</i>	29
3.3	ZÁKLADNÍ KRITÉRIA PRO OCHRANU STAVEB A INŽENÝRSKÝCH SÍTÍ	29
3.4	OCHRANA STAVEB	30
3.4.1	<i>Vnější LPS</i>	30
3.4.2	<i>Vnitřní LPS</i>	30
3.4.3	<i>Ochrana pro snížení poruch vnitřních elektronických systémů</i>	30
4.	REALIZACE INTELIGENTNÍ ČÁSTI ELEKTROINSTALACE	31
4.1	PROJEKČNÍ PROGRAMY POUŽITÉ V RÁMCI PROJEKTU	31
4.2	SILNOPROUDÉ ROZVODY	31
4.2.1	<i>Rozvaděč</i>	33
4.3	SLABOPROUDÉ ROZVODY	33
4.4	iNELS	34
4.4.1	<i>iNELS RF</i>	34
4.5	PRVKY POUŽITÉ PRO NÁVRH ELEKTROINSTALACE	34
4.5.1	<i>RF Touch</i>	35
4.5.2	<i>Termohlavice RFATV-1</i>	35
4.5.3	<i>Detektor otevření oken / dveří RFWD-100</i>	36
4.5.4	<i>Pohybový detektor RFMD-100</i>	37
4.5.5	<i>Kouřový detektor RFSD-101</i>	38
4.5.6	<i>Spínací prvek RFSA-61B / 230 V</i>	38
4.6	NÁVRH INTELIGENTNÍ ELEKTROINSTALACE	39
4.7	ROZPOČET	40

5. ZÁVĚR.....	41
LITERATURA.....	42
SEZNAM PŘÍLOH.....	43

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

Zkratky:

LPS	Lightning Protection System
RF	Radio Frequency
BPS	Bezpečnostní Požární Systém
EZS	Elektronický Zabezpečovací Signalizace

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Příklad schématu klasické elektroinstalace [1].....	14
Obrázek 2 Příklad schématu inteligentní elektroinstalace [1].....	22
Obrázek 3 Spínavý zdroj MEAN WELL EDR-120-12 [13].....	34
Obrázek 4 Topologie centrály iNELS RF Touch [11]	35
Obrázek 5 Termohlavice RFATV-1 [11].....	36
Obrázek 6 Detektor otevření oken / dveří RFWD-100 [11].....	37
Obrázek 7 Pohybový detektor RFMD-100 [11].....	38
Obrázek 8 Kouřový detektor RFSD-101 [11].....	38
Obrázek 9 Spínací prvek RFSA-61B / 230 V [11]	39

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Počet jednotlivých prvků v inteligentní instalaci	34
Tabulka 2 Hlavní požadavky na inteligentní prvky v konkrétních místnostech	39

ÚVOD

Bakalářská práce se řeší projektování hybridní elektroinstalace pro komerční objekt. V úvodní části bude teoreticky rozebrána problematika silových a datových instalací, budou vysvětleny hlavní rozdíly mezi instalací klasickou a systémovou. Bude popsáno, jak systémová instalace vypadá a jaké má výhody a nevýhody oproti instalaci klasické. Zároveň v rámci přípravy na realizační projekt instalace bude řešena problematika LPS a budou vysloveny základní požadavky na tvorbu výkresové i textové části projektové dokumentace elektro.

Za teoretickým úvodem bude následovat krátké seznámení s projekčními programy jako BricsCAD, WILS, Sichr, Astra a Verox, které budou v průběhu tvorby dokumentace používány.

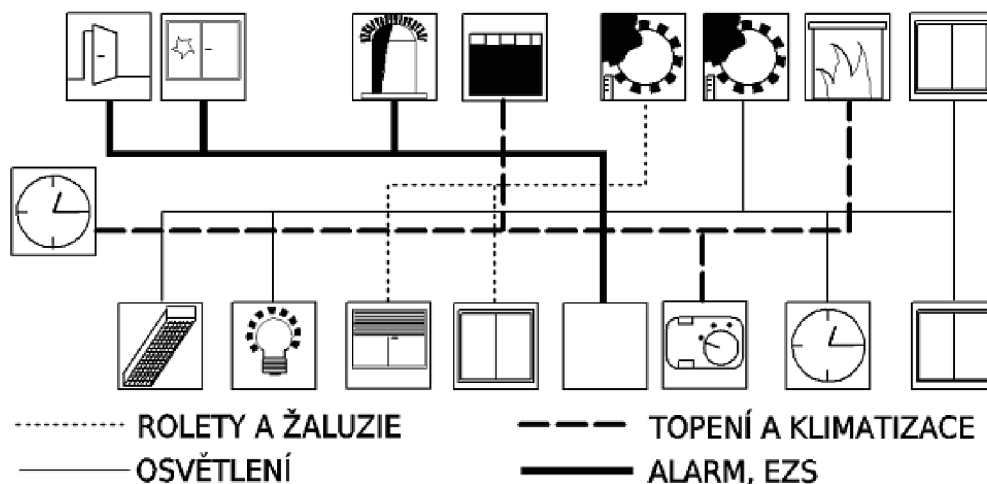
Následně započne samotná tvorba výkresové a textové části projektu realizace.

1. SEZNÁMENÍ S PROBLEMATIKOU SILOVÝCH A DATOVÝCH INSTALACÍ

1.1 Silová elektroinstalace

Silová elektroinstalace, také nazývána „klasická“, je typ elektroinstalace určený pouze pro vykonávání těch nejzákladnějších funkcí. Patří sem rozvody pro pevné spotřebiče a osvětlení, které se potom skládají z dalších samostatných celků jako např. ovládání osvětlení nebo ovládání topení. [1]

U silových elektroinstalací na rozdíl od těch inteligentních nedochází k výměně informací mezi jednotlivými ovládanými prvky a řídicí jednotkou. To znamená, že jediná funkce silové elektroinstalace je manuální spínání a rozepínání obvodů příslušných spotřebičů. [1]



Obrázek 1 Příklad schématu klasické elektroinstalace [1]

1.1.1 Výhody a klasické elektroinstalace

1. Jednoduchost a dlouhodobá spolehlivost při jednoduchých aplikacích
2. Finanční nenáročnost při jednoduchých aplikacích
3. Velké množství kvalitních živnostníků a firem na trhu [1]

1.1.2 Nevýhody klasické elektroinstalace

1. Neumožňuje přidávání a kombinování dalších funkcí (bez nutnosti stavebních prací)
2. Spolehlivost a nenáročnost u složitějších aplikací klesá (velký počet kabelů může být nepřehledný a jejich vzájemné propojování může způsobovat problémy)
3. Neumožňuje dálkové řízení
4. Cena se složitostí aplikace výrazně roste [1]

1.2 Základní požadavky na elektrické rozvody

Elektrické rozvody musí podle druhu aplikace splňovat některé bezpečnostní, ekonomické a estetické požadavky.

- a) Elektrické rozvody musí za normálního stavu i při předpokládaných poruchových událostech dbát na bezpečnosti člověka, majetku a chovaných zvířat.
- b) Provoz musí být v daném prostředí spolehlivý a přehledný s možností rychlé lokalizace a odstranění případných poruch.
- c) Rozvody musí být navrhovány tak, aby při přemísťování elektrických zařízení a strojů byly přizpůsobivé.
- d) Návrh rozvodu musí být prováděn s ohledem na hospodárnost v obou investičních a provozních nákladech.
- e) Využití typizovaných jednotek a celků, jako jsou rozvodnice, rozvaděče, transformovny musí být prováděno s ohledem na hospodárnost instalace.
- f) Instalace musí být prováděna s ohledem na vzhled a přehlednost rozvodu.
- g) Je nutné zamezit nepříznivým vlivům při souběhu a křížování rušivých silových obvodů se sdělovacím vedením.
- h) Nutnost zajistit dostatečnou elektromagnetickou kompatibilitu a odolnost, aby instalovaná zařízení v jejich elektromagnetickém prostředí dobře fungovala, aniž by sama ohrožovala jiná zařízení svým nepříznivým elektromagnetickým rušením. [2]

1.3 Bezpečnost osob a věcí

Každý instalovaný elektrický rozvod, který je připojen na dostatečně vysoké napětí musí být navrhován s ohledem na bezpečnost a spolehlivost po celou dobu svého provozu. To znamená, že všechny části daného rozvodu musí být řádně koncipovány tak, aby nemohlo dojít k neúmyslnému dotyku živých částí či úrazu v rámci poruchy části zařízení. Dále musí být elektrická zařízení jištěna proti krizovým situacím jako jsou nadproudy a zkratky, při kterých dochází k uvolňování velkého množství tepelné energie do blízkého okolí. Taková porucha může být velice nebezpečná z důvodu rizika požáru či poškození dalších zařízení připojených na daný rozvod. [3]

1.4 Spolehlivost provozu

Spolehlivostí se v distribuci elektrické energie myslí zajištění nepřetržité dodávky požadovaného elektrické energie spotřebiteli. Jednotlivé napájené objekty mají vlastní hierarchii důležitosti v rámci nepřetržité dodávky elektrické energie, která se člení do tří stupňů. [3]

1.4.1 Dodávky prvního stupně (se zvýšenou provozní spolehlivostí)

Pod první stupeň spadají zařízení, ve kterých by kvůli přerušení dodávky elektrické energie mohlo dojít k ohrožení na životech nebo velkým finančním ztrátám. Patří mezi ně například operační sály v nemocnicích, důlní ventilátory, těžební zařízení apod.). [3]

1.4.2 Dodávky druhého stupně (s obvyklou provozní spolehlivostí)

Pod druhý stupeň spadají zařízení, ve kterých by kvůli přerušení dodávky elektrické energie mohlo dojít k zastavení výroby, a tedy velkým finančním ztrátám, aniž by došlo k ohrožení lidských životů. Patří mezi ně například objekty využívající různé obráběcí stroje, automatické linky, pásové a řetězové dopravníky apod. [3]

1.4.3 Dodávky třetího stupně (jednoduchá zařízení)

Pod třetí stupeň spadají zařízení, ve kterých by kvůli přerušení došlo jen k velmi malým nebo žádným finančním ztrátám, a tudíž nemusí být nijak zvlášť zajištěny. Běžně se připojují na jediný zdroj elektrické energie. Patří mezi ně například běžné domácnosti a veřejné budovy (např. školy, správní budovy, sportoviště a jiné). [3]

1.5 Hospodárnost

Při návrhu každého elektrického rozvodu či zařízení je třeba dbát kromě pořizovacích nákladů i na náklady provozní. Z toho důvodu musí být všechna zařízení koncipována s co nejmenší ztrátovostí a tím pádem s co největší účinností, aby nedocházelo ke zbytečným energetickým ztrátám. U návrhu silového rozvodu bychom měli tedy brát v potaz hlavně správné dimenzování tloušťky a materiálu použitých vodičů s ohledem na požadované výsledné zatížení. [3]

1.6 Podmínky pro připojení k síti

1.6.1 Vnější připojení

Jsou prováděny stavební úpravy v souladu s projektovanou vnější sítí. Je tedy potřeba vyhradit dostatečný prostor pro umístění rozvaděčů elektronických komunikací (nejlépe samostatná místnost). [2]

1.6.2 Vnitřní připojení

Prochází-li vedení konstrukčními prvky stavby, jako například podlahou, stěnou či protipožární zábranou, je třeba otvory vytvořené pro průchod potřebné kabeláže dostatečně utěsnit v souladu se stupněm požární odolnosti, jenž byl pro daný konstrukční prvek před provedením úprav předepsán. [2]

1.6.3 Podzemní připojení

Je-li vedení do budovy přiváděno v podzemí, je třeba prostupy kabelů z terénu do budovy dostatečně zajistit proti vniku vlhkosti do budovy. Pro případ, kdy je v těchto místech rozveden plyn, je potřeba zároveň prostupy kabelů dostatečně zajistit proti průniku plynu. [2]

1.6.4 Normy a jiné předpisy stanovující požadavky na připojení silových rozvodů

- Pro připojení odběru na veřejný rozvod elektřiny se vztahují Pravidla provozování distribučních soustav
- Pro přípojky platí technická norma ČSN 33 3320
- Vnější vlivy v prostorách navrhovaných elektrických rozvodů zaopatrjuje norma ČSN 33 2000-5-51 ed.3
- Pro revize platí ČSN 33 2000-6 a ČSN 33 1500
- Průřezy vedení a jejich jištění se volí podle ČSN 33 2000-5-52 ed. 2
- a ČSN 33 2000-4-43 ed. 2
- Pro hromosvody platí norma ČSN EN 62305 [2]

1.7 Silové rozvody

Abychom byli schopni posoudit bezpečnost a spolehlivost připojených spotřebičů, je potřeba při zapojení do sítě všechny pevně připojit. Takto budeme moci zároveň porovnat připojovaný výkon s rezervovaným příkonem. [2]

Není-li možné tuto zkoušku uskutečnit, musí být všechny nepřipojené vývody zajištěny před nebezpečným dotykem (izolovanou svorkovnicí). [2]

1.7.1 Protipožární zabezpečení

Veškerá zařízení sloužící k plnění této funkce musí být připojena svým vlastním samostatným vedením přímo z rozvaděče (rozvodnice), který slouží pouze pro napájení těchto bezpečnostních prvků. [2]

Zabezpečovací protipožární zařízení musí být napájeno takovým způsobem, aby zůstala pod napětím i po odpojení všech ostatních elektrických zařízení, které jsou připojeny v přípojkové skříně nebo v hlavním rozvaděči. Dále pro tato zařízení musí být zajištěna nepřetržitá dodávka alespoň ze dvou a více na sobě nezávislých zdrojů. Všechny tyto zdroje musí být samostatně schopny dodat dostatečný výkon, aby při přerušení dodávky jednoho nebo více z nich nedošlo k ukončení napájení připojeného protipožárního zařízení po celou dobu odstavení zdrojů. Takovéto nepřetržité dodávky se dá dosáhnout například připojením na mřížovou síť, připojením na distribuční síť smyčkou nebo připojením na distribuční síť za doprovodu samostatného generátoru. [2]

1.8 Jistící přístroje

V celém prostou elektrické instalace, kromě přípojkové skříně nebo rozvaděče a rozvodnice (k těm mají přístup pouze osoby k tomu pověřené), se musí pro jištění používat jen pojistky s krytem a uzavřeným tavným mechanismem, jističe, proudové chrániče nebo jiné jištění stejně bezpečného. [2]

1.8.1 Základní požadavky na jistící přístroje

1. Jištění
2. Selektivita a kaskádování
3. Automatické odpojení od zdroje
4. Připojitelnost
5. Dálková signalizace a ovládání [2]

1.8.2 Jištění

Jistící prvek správně připojený k jištěnému elektrickému zařízení musí fungovat následovně. Za normálního provozu musí takový prvek zajistit průchod trvalého jmenovitého zatížení pro dané elektrické zařízení. Dojde-li k přetížení nebo průtoku zkratového proudu jištěným zařízením, musí jistící prvek vybavit. Zároveň nesmíme opomínat, že tento jistící prvek ve většině případů zároveň s chráněným zařízením chrání před nadproudy a zkraty i použité přívodní vedení. [2]

1.8.3 Selektivita a kaskádování

Aby byla co nejlépe zajištěna nepřetržitá dodávka elektrické energie bez zbytečných výpadků, je jednou z možností, jak vypínat poruchy pouze v jejich konkrétním místě právě selektivita jističů, která zajišťuje, že při každém přetížení nebo zkratu vybaví právě ten jistící prvek, jemuž je daná větev přiřazena. [2]

Při kaskádování používáme v obvodu jistící přístroj s nižší vypínací schopností, než je zkratový proud daného rozvodu, čímž zavádíme omezovací přístroj přímo do obvodu. Tímto způsobem jsme schopni snížit náklady na jistící přístroje. [2]

1.8.4 Automatické odpojení od zdroje

Ochrana před úrazem přímým dotykem neživé části při poruše. K odpojení od zdroje musí dojít v určitém časovém intervalu, jenž stanovuje norma ČSN 33 2000-4-41 v závislosti na typu obvodu, sítě a hodnotě napětí vůči zemi. [2]

1.8.5 Připojitelnost

Připojitelností je u jistících zařízení myšlena kompatibilita těchto zařízení s různou variabilitou připojovacích kabelů přímo nebo za použití kabelových ok při dodržení vysoké spolehlivosti. Zároveň je důležité, aby vlastní svorky a jejich příslušenství umožňovaly připojení vodičů o různých průřezech. Menší přístroje se většinou propojují pomocí propojovacích lišt. [2]

1.8.6 Dálková signalizace a ovládání

Dálková signalizace většinou provádí přenos některých základních hodnot o stavu a funkci přístroje (např. stavy ON / OFF, ruční vypnutí obsluhou, poruchy způsobující vypnutí, měření). [2]

Dálkové ovládání většinou zastává tyto důležité základní funkce: dálkové vypnutí a zapnutí, blokování proti manuálnímu zapnutí. [2]

1.9 Rozvaděče a rozvodnice

Na místech s přístupností stanovenou provozními a bezpečnostními podmínkami se rozvaděče a rozvodnice osazují svle k zemi s volným prostorem o hloubce alespoň 80 cm (pro osoby s pohybovým postižením alespoň 100 cm x 120 cm). V případě širšího rozvaděče je pro bezpečnou manipulaci s ním nutné zajistit prostor o šířce minimálně v půdoryse. Nemá-li za dvířky zařízení ochranu alespoň IP 20, nesmí být tyto prvky dostupné k otevření bez použití nástroje a musí být označeny výstražnou tabulkou. [2]

Máme-li v rozvaděči instalovaná zařízení s vysokými výkonovými ztrátami, jako jsou například stmívače, je zapotřebí provést kontrolu oteplení takového rozvaděče. Jedná se především o inteligentní elektroinstalace, které v rozvaděči obsahují přímo prvky pro ovládání jednotlivých obvodů. [2]

1.10 Světelné obvody

1.10.1 Zapojení světelných obvodů

Pokud připojujeme více svítidel na jeden světelný obvod, pak výsledný součet jejich jmenovitých proudů nesmí být vyšší než proud jisticího prvku pro daný obvod. Jmenovitý proud jednotlivých svítidel se stanovuje z jejich maximálního příkonu, na který jsou typovány. Zároveň se pro aplikace, vyžadující pro svůj alespoň orientační osvětlení, zřizují minimálně dva světelné obvody, aby při poruše byla zabezpečena aspoň základní viditelnost. [2]

Osvětlujeme-li velkou plochu, ale není potřeba ji osvětlovat celou naráz, použijeme větší počet světelných obvodů, které budou samostatně ovládané. Takové rozčlenění nám umožní optimálně regulovat osvětlení a zároveň šetřit energii. [2]

V případě, kde má světelný obvod přiřazené zásuvky ovládané spínači, je nutností, aby předřazená pojistka byla dimenzována na proud menší, než je jmenovitý proud spínače. [2]

U výbojkových svítidel, které ovládáme běžnými spínači, se doporučuje dimenzovat jmenovité hodnoty použitých spínačů tak, aby hodnota v proudu obvodu nepřekračovala 25 % jejich jmenovité hodnoty. [2]

Pokud světlo připevňujeme na pevný podklad, je nutné, aby tento podklad měl nosnost minimálně 5 kg. V případě těžkého lustru či jiného hmotnějšího svítidla nad 5 kg je nutné instalaci takového svítidla zhodnotit na základě statického posouzení. [2]

Světelné zdroje není třeba nijak jistit, proti nadproudu se jistí pouze přívodní vedení. [2]

1.10.2 Spínače světelných obvodů

Obvykle jsou při návrhu světelného obvodu situovány u vchodových dveří do místnosti obsahující daný světelný obvod po straně kliky dveří. Není-li takové umístění vyžadováno, mohou být umístěny i jinde (například v rozvodnici k ovládání). [2]

Kolébkové spínače se v praxi osazují takovým způsobem, aby při zapnutí spínače bylo nutné stlačit kolébku nahore. Páčkové se osazují zase tak, aby při zapnutí spínače bylo nutné posunout páčku směrem vzhůru. [2]

Pro autonomní spínače reagující na pohyb či zvuk je potřeba umístit tak, aby jejich reakce na podněty byla dostatečně rychlá a spolehlivá. Právě proto je při osvětlování schodišť a jiných potenciálně nebezpečných částí budovy nutné zajistit dostatečný předstih zapnutí takového osvětlení. [2]

1.10.3 Jištění světelných obvodů

Světelné obvody se obvykle jistí jističi, pojistkami nebo jinými jisticími prvky se jmenovitým proudem nejvýše 25 A. Vedení zároveň musí být dimenzované dostatečným průřezem, aby mohlo být daným jisticím prvkem jištěno proti přetížení i zkratu. [2]

Při použití proudových chráničů nesmí být žádný z nich chránit více než jeden světelný obvod. [2]

1.11 Zásuvkové obvody

Zásuvkové obvody slouží k libovolnému připojování či odpojování spotřebičů do sítě pomocí zásuvkových vidlic. Podle potřeby lze do zásuvky pevně připojit pro krátké použití jednoúčelový spotřebič o maximálním příkonu 2000 VA.

Zásuvky volíme s ohledem na volbu napěťové a proudové soustavy. Používali-li dvou takových soustav, musíme volit zásuvky nezáměnné. [2]

1.11.1 Zapojování zásuvkových obvodů

Umísťování, osazování a zapojování se věnuje norma ČSN 33 2180. Zásuvky zároveň musí vyhovovat požadavkům normě ČSN EN 60309-1 ed.3 nebo pro případ, kdy je požadována zaměnitelnost normě ČSN EN 60309-2 ed.2. Zásuvky se jmenovitým proudem nepřesahující 16 A těmto normám musí též odpovídat. [2]

Z jednoho zásuvkového obvodu je možné vyvést maximálně 10 zásuvkových vývodů. Nezávisle na počtu zásuvek nesmí celkový instalovaný příkon spotřebičů

zapojených do těchto zásuvek překročit 3680 VA při jištění 16 A nebo 2300 VA při jištění 10 A. [2]

Elektrické spotřebiče vyšších příkonů, u nichž to výrobce žádá, se musí zřídit samostatný zásuvkový obvod. [2]

1.11.2 Trojfázové zásuvky

Na jeden třífázový obvod je možné připojit více trojfázových zásuvek se stejným jmenovitým proudem a to až dokud celkový výkon všech trojfázových spotřebičů v obvodu nepřesáhne 15 kW. Mají-li trojfázové zásuvky různý jmenovitý proud, nesmí se zapojovat do stejného obvodu. [2]

1.11.3 Dimenzování a jištění zásuvkových obvodů

Zásuvkové obvody obvykle se jistí jističi, pojistkami nebo jinými jisticími prvky se jmenovitým proudem nejvýše stejným jako je jmenovitý proud zásuvky. Vedení zároveň musí být dimenzované dostatečným průřezem, aby mohlo být daným jisticím prvkem jištěno proti přetížení i zkratu. Zároveň musí být všechny svorky, jimiž zásuvkový obvod prochází dimenzovány alespoň na jmenovitý proud předřazeného jisticího prvku, jenž obvod jistí. [2]

Pro zásuvky do 20 A je nutná doplňková ochrana realizována proudovým chráničem s vybavovacím residuálním proudem, který nebude vyšší než 30 mA. Totéž platí pro třífázové zásuvky jištěné pro stejný proud. [2]

Pro trojfázové zásuvky se jmenovitým proudem v intervalu 20 A až 32 A je doporučeno doplnit již zmiňovanou ochranu ještě druhým proudovým chráničem o residuálním proudu 100 mA. [2]

1.12 Obvody pro pevně připojené spotřebiče

U všech pevně připojených jednofázových spotřebičů do příkonu 2 000 VA není potřeba jištění. Pokud je hranice 2 000 VA překročena, je potřeba obvod daného spotřebiče jistit.

Dimenzujeme-li přívody k motorům či jiným výkonovým zařízením, vycházíme ze jmenovitých proudů jisticích přístrojů daného zařízení (jističe, pojistky) a jejich jištění je ustanoveno normou ČSN EN 60204-1 ed. 2. Vedení zároveň musí být dimenzované dostatečným průřezem, aby mohlo být daným jisticím prvkem chráněno. [2]

1.12.1 Jištění obvodů pro pevně připojené spotřebiče

U tepelných spotřebičů s vestavěnými ochranami (např. vestavěný regulační termostat, tepelná pojistka) se žádné vlastní jištění potřeba není, jištění je tedy pouze jejich přívodní vedení. [2]

Ochranné transformátorky bez vlastní ochrany proti zkratu se na primární straně jistí jističem nebo zkratovou pojistkou. Pokud ochranný transformátovek vlastní ochranu proti zkratu má, tak se nejistí za podmínky, že vestavěné jištění vyhovuje zkratovým

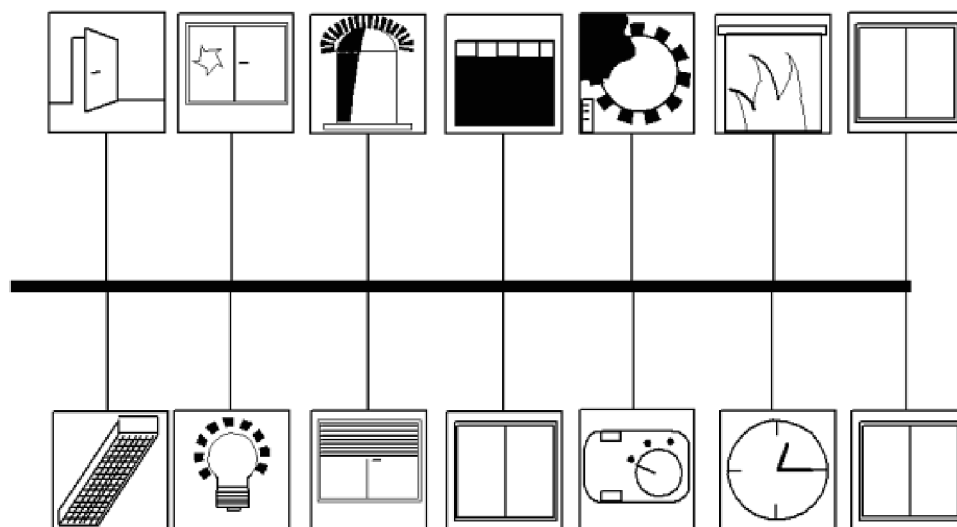
parametrům napájecího obvodu. Při jištění pouze z jejich sekundární strany vinutí (když není jištění článkem transformátoru dostatečné) se přidává jištění i na jejich primární straně. [2]

1.13 Inteligentní elektroinstalace

Cílem inteligentní elektroinstalace je co nejvíce ulehčit její obsluhu uživateli s ohledem na komfort, flexibilitu a spotřebu energie. Inteligentní elektroinstalace, na rozdíl od té klasické, se snaží řízení všech svých procesů a spotřebičů sloučit do jednoho funkčního celku. Z toho plyne jedna z hlavních výhod inteligentní elektroinstalace, kterou je koordinace více zařízení.

Takovýto celek je navržený modulárně, což znamená, že všechny ovládané prvky jsou vzájemně propojeny sběrníkovým kabelem.

Všechny funkční prvky jsou připojeny na vlastním dvou vodičovém vedení, což umožňuje velmi snadné projektování a manipulaci s danými prvky v rámci celku, neboť neobsahují další různorodé elektrické systémy. [5]



Obrázek 2 Příklad schématu inteligentní elektroinstalace [1]

1.13.1 Inteligentní elektroinstalace v závislosti na aplikaci

Jak už bylo zmíněno v úvodním odstavci, hlavními výhodami inteligentní elektroinstalace mohou být komfort, flexibilita a spotřeba energie. U větších komerčních prostor však může být inteligentní elektroinstalace jedinou možností. [1]

Pokud si představíme obrovskou mnohapatrovou komerční budovu se všemi potřebnými náležitostmi jako je osvětlení, vytápění, ověřovací turnikety vstupu atd., musíme nějak zajistit, aby veškeré její funkce nějak přehledně a sofistikovaně fungovaly.

V takových případech může být inteligentní elektroinstalace nejen výrazně jednodušší, ale v některých případech dokonce ekonomicky výhodnější. [1]

Tato finanční výhodnost u rozsáhlých staveb se však může nerovnoměrně projevat u staveb menších rozměrů. V případě rodinného domu jiných menších aplikací se spíše jedná o otázku komfortu a prestiže ze strany investora, který nejčastěji bývá i konečným uživatelem. Další nevýhodou může být nedostatek odborných firem na českém trhu, což se projevuje vyššími cenami instalačních materiálů. [1]

1.13.2 Výhody inteligentních elektroinstalací

1. Komfort, flexibilita, ekonomičtější využívání energie
2. Možnost dálkového ovládání
3. U složitějších aplikací mnohem jednodušší instalace
4. Možnost provádět změny v rámci systému bez nutnosti stavebních prací [1]

1.13.3 Nevýhody inteligentních elektroinstalací

1. Pro malé aplikace je výrazně dražší než instalace klasická
2. Málo specializovaných firem na trhu [1]

1.13.4 Příklady funkcí inteligentní elektroinstalace

Automatizace

- Automatické provádění naprogramovaných funkcí podle snímaných veličin (teplo, pohyb, sluneční světlo, čas)
- Kombinování vícero funkcí naráz (při rozsvícení se začne místnost vytápět, při detekci stmívání se zatáhnou okna)
- Ověřování vstupu do budovy / nastavení funkcí spotřebiče podle rozpoznávaného uživatele [1]

Komfort

- Centralizované dálkové ovládání (ovladačem, telefonem, přes internet nebo dotykovým panelem ve stěně)
- Možnost ovládání hlasem
- Nastavitelná regulace teploty v budově
- Stmívání rolet a žaluzií [1]

Úspory

- Na základě času, nastavení, či jiných podnětů můžeme regulovat vytápění nebo klimatizaci
- Regulace intenzity osvětlení na základě denní doby nebo pomocí pohybových čidel
- Vypínání momentálně nevyužívaných spotřebičů
- Zapínání náročnějších spotřebičů pouze v čase nižšího tarifu [1]

Bezpečnost

- Alarm a jeho rozšířené funkce bývají součástí systému
- Možnost chránit budovu při špatném počasí (zatažení rolet při prudkém větru)
- Možnost chránit budovu při nečekaných událostech (poruchy v síti)
- Veškeré nastavení jsou heslována na několika úrovních [1]

1.14 Sběrníkové systémy

Ke svému fungování tyto systémy využívají tzv. instalační sběrnici, tento termín tedy označuje přenosné médium, ke kterému lze připojit různá elektrická zařízení (tzv. účastníci). [4]

Systémová sběrnice zajišťuje celý provoz inteligentní elektroinstalace. Tvoří vzájemné propojení všech senzorů a aktorů. Umožňuje snadné projektování svojí jednoduchostí a přehledností. Sběrníkový systém přímo neposílá potřebný příkon do spotřebiče, ale posílá pouze signál k sepnutí silového obvodu. Sběrnice sama o sobě je napájena bezpečným malým napětím SELV. [4]

Účastníky v rámci systémových sběrnic máme dva:

1. Sensory
2. Aktory

1.14.1 Sensory

Funkcí senzoru je sběr informací z vnějšího prostředí, ve kterém se senzor nachází a posílat nasbírané informace po sběrnici. Mezi typické senzory můžou patřit např. snímače teploty, snímače tlaku, snímače rychlosti větru, PIR, vypínače atd. [4]

1.14.2 Aktory

Funkcí aktoru je vykonání požadovaného úkonu na základě přijaté informace. Aktory neboli akční členy jsou připojeny na silový rozvod a při jejich instalaci je nutné jištění jejich okruhů za dodržování základních pravidel pro tvorbu elektroinstalací. Patří mezi ně například elektrické spotřebiče, motory čerpadel, servomotory na ovládání žaluzií, spínače světel a podobně. [4]

1.14.3 Centralizovaný sběrníkový systém

V centralizovaném typu sběrníkového systému jsou všechny vstupy hvězdicově vedeny do centrálního zařízení, například počítače nebo centrální řídicí jednotky. Po přijetí signálu tato řídicí jednotka rozpozná, o který signál se jedná a následně ho buď pošle dál nebo jej vyhodnotí a zareaguje na něj. Na vstupy takového sběrníkového systému můžeme pomocí senzorů přivádět signály binárního charakteru (například pohybový PIR senzor) nebo analogového charakteru (teploměry, senzory intenzity světla apod.). Na

výstup takového sběrnicevého systému připojujeme binární akční členy (např. spínače osvětlení) nebo analogové akční členy (stmívače světel, regulace topení, ventilace).

Kvůli svojí náročné kabeláži k vzájemnému propojení všech akčních členů a snímačů s řídicí jednotkou je tento systém vhodný spíše pro méně rozsáhlé stavby. Jeho výhodou je potom nízká cena akčních členů a snímačů. V současné době je však tento centralizovaný způsob užíván jen velmi zřídka. [5]

1.14.4 Decentralizovaný sběrnicevý systém

Na rozdíl od centralizovaného systému, ten decentralizovaný k plnění svých funkcí nepotřebuje centrální jednotku. Ke společné sběrnici jsou v decentralizovaném systému do kruhu připojeny všechny prvky vstupního i výstupního charakteru. Hlavním rozdílem v komunikaci oproti systému centralizovanému je schopnost aktivovaného čidla při komunikaci po sběrnici přímo komunikovat s požadovaným cílovým zařízením pomocí rozlišovací adresy bez nutnosti centrální jednotky jako zprostředkovatele. [5]

Díky jednoduchosti takového zapojení a jeho uspořádání je šetřeno množství potřebné kabeláže a práce při její instalaci. Decentralizovaný systém poskytuje obrovskou variabilitu, co se týče možností zapojení senzorů a aktorů na sběrnici, neboť pro požadovanou změnu vždy stačí jen přeprogramování chtěných prvků. Na druhou stranu mohou být senzory a aktory dražší než ty pro systémy centralizované. [5]

1.14.5 Hybridní systém

U hybridního systému je ovládání zprostředkováno centrálním systémem PLC za doprovodu se sériové sběrnice. Můžeme si tedy vybrat, které prvky chceme přímo připojit na vstupy a výstupy programovatelného automatu PLC. Ostatní prvky můžeme připojit na sběrnici, která zajistí komunikaci s centrálním modulem PLC a budou tedy jeho vzdálenými vstupy a výstupy. [5]

Hybridním řešením jsou spojeny výhody obou centralizovaných i decentralizovaných systémů. To znamená že disponuje vyšší inteligencí a centralizovanou komunikací umožňující bezdrátovou komunikaci (např. přes internet) či komunikaci po jiných standardních sběrnících. Použitá sběrnice usnadňuje řešení instalace a šetří kabeláž, zatímco umožňuje dostatečnou otevřenost k možným budoucím požadavkům zákazníka. Další způsob, kterým hybridní instalace šetří peníze je použití senzorů a aktorů s nižší inteligencí. Pro aplikace velkých rozsahů se však stále více vyplatí systém plně decentralizovaný. [5]

2. DEFINICE ZÁSAD PRO TVORBU PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE ELEKTRO

2.1 Legislativa

Úkolem každého projektanta při zpracovávání jakéhokoliv projektu je zařídit, aby jeho projekt splňoval všechny platné zákony, normy a předpisy, které jsou v danou dobu platné v tom státě, pro který je daný projekt určen. [7] [8]

2.2 Technická norma

Technická norma je souhrn závazných dokumentovaných pravidel obsahující pokyny k provádění určitých činností nebo pro kontrolu zhotovených výsledků těchto činností. Technická norma tedy zajišťuje, že veškeré náležitosti ohledně daného postupu či zhotoveného výrobku budou vyhovovat jejich danému účelu s ohledem na bezpečnost. [7] [8]

2.3 Základní složky projektové dokumentace

Projektová dokumentace se sestává z veškerých dokumentů v souvislosti s realizovaným projektem. Je složena ze dvou částí, a to textové a výkresové. [7] [8]

2.4 Textová část

Textová část projektové dokumentace obsahuje výpis použitého materiálu, rozpočet a technickou zprávu. Samotný obsah a uspořádání závisí na projektantovi samém, musí však zařídit, aby obsahovala veškeré potřebné náležitosti k realizaci projektu. Textová část tedy musí provést seznámení s projektem samotným včetně veškerých jeho náležitostí v celém rozsahu působení. [7] [8]

První a nejdůležitější částí textové dokumentace je technická zpráva. Ta slouží jako průvodce celým projektem včetně jeho provedení a její osnova je dána vyhláškou o dokumentaci staveb č.499/2006 Sb. Technickou dokumentací se tedy rozumí seznam všech částí projektové dokumentace jak textových, tak výkresových. Popisuje, o jaký druh projektu se jedná a jakým způsobem má být celý projekt realizován. Obsahuje všechny základní technické údaje, jako je potřebná napěťová soustava, rozvodná soustava, stupeň důležitosti dodávky, veškeré informace o měření spotřeby elektrické energie, a tedy i energetická náročnost, na základě které je potřeba určit velikost hlavního jističe před elektroměrem, popis prostředí, ve kterém se projekt realizuje a o všech vnějších vlivech, které by projekt mohly ovlivňovat podle normy ČSN 33 2000-5-51 ed.3. Zároveň musí obsahovat návrh ochrany před úrazem elektrickým proudem s ohledem na živé i neživé části elektrických zařízení. V technické zprávě ještě nesmí chybět informace

o tom, kdo zajistí připojení k distribuční síti a informace o tom, jak bude prováděno měření odebrané elektrické energie. Způsob řešení silnoproudých a slaboproudých elektroinstalací včetně bleskosvodu je taktéž obsaženo v technické zprávě v souladu se všemi předpisy o bezpečnosti práce a vypsány normami souvisejícími s danou aplikací. Ke konci je dále potřeba zajistit výpis použitých materiálů, který bude následně sloužit jako podklad pro výpočet rozpočtu celého projektu, zhodnocení průběhu a výsledků v rámci projektu a výpis povinností investora včetně všech doporučení pro konečného uživatele elektroinstalace. [7] [8]

2.5 Výkresová část

Výkresová část projektové dokumentace obsahuje výkresy půdorysů jednotlivých poschodí objektu, schéma celého rozvodu, výkresy půdorysů a bokorysu střechy, který bude sloužit pro návrh bleskosvodu a základů stavby pro návrh jejího uzemnění. Tvorba výkresové dokumentace je podmíněna těmito normami, jimiž se projektant při návrhu musí řídit: [7] [8]

- ČSN EN 61082-1 ed.3
- ČSN ISO 14617
- ČSN EN 61175 ed.2
- IEC 60617 DB

Do výkresu půdorysů v doporučeném měřítku 1:50 nebo 1:100 se pro jednotlivá poschodí zakreslují silnoproudé rozvody a zároveň všechny ostatní prvky, které se na rozvodu elektrické energie podílí včetně těch koncových (svítidla, zásuvky, vypínače, rozvaděče, bleskosvod apod.). Výkresová část musí obsahovat schémata rozvaděčů a úplné schéma všech hlavních napájecích rozvodů včetně jejich základních technických údajů. Součástí může být i vyznačení prvků elektronické požární signalizace (EPS) a elektronických zabezpečovacích systémů (EVS). Výkresy můžeme zhotovit jak rýsováním na papír, tak digitální formou. Výkresová dokumentace elektroinstalace spadá pod normu ČSN EN 61082-1 ed.3 a musí se jí řídit v celém svém rozsahu včetně všech dalších jiných platných nařízení, jinak by nemusela vyhovovat technickým standardům a nebylo by možné podle ní projekt realizovat. [7] [8]

3. LPS (LIGHTNING PROTECTION SYSTÉM)

3.1 Ochranná opatření

Ochranná opatření jsou zaváděna z důvodů rizik, jež úder blesku (tedy bleskový proud) může způsobit. Tato opatření se snaží co nejvíce předejít jak úrazu živých bytostí, tak hmotným ztrátám. Výběr takových opatření provádí projektant a samotný majitel chráněného objektu na základě míry možného rizika škody, jež by úder blesku mohl způsobit. Kritéria pro výběr nejvhodnější ochrany jsou sepsána v IEC 62305-2. [9]

3.1.1 Ochranná opatření pro omezení úrazů živých bytostí

- dostatečné odizolování nechráněných vodivých částí
- využití mřížové uzemňovací soustavy pro vyrovnání potenciálu
- výstražné tabulky a použití fyzických překážek
- ekvipotenciální pospojování [9]

3.1.2 Ochranná opatření pro omezení vzniku hmotných škod

Tato ochranná opatření zahrnují již samotný systém ochrany před bleskem (LPS)

- jímací systém a svody
- uzemňovací soustava
- ekvipotenciální pospojování
- izolace proti vnějším LPS [9]

3.1.3 Ochranná opatření pro snížení poruch elektrických a elektronických systémů

- uzemnění a ekvipotenciální pospojování
- využití magnetického stínění
- směrování vedení
- izolační rozhraní
- koordinovaná ochrana pomocí SPD systému (přepět'ové ochranné zařízení) [9]

3.2 Možné příčiny a typy poškození staveb

Příčiny a typy poškození se rozdělují do několika podkategorií v závislosti na poloze místa úderu blesku vzhledem ke stavbě. Bleskový proud ve většině případů napáčí největší škody v bezprostřední blízkosti jeho úderu, tudíž je nutné brát v potaz tyto možné situace:

- a. S1: úder do stavby
- b. S2: úder v blízkosti stavby
- c. S3: údery do sítí připojených do staveb

d. S4: údery v blízkosti sítí připojených ke stavbě [9]

3.2.1 Úder do stavby

Přímým úder do stavby může dojít k přímému mechanickému poškození zasažené budovy, požáru nebo dokonce výbuchu nahromaděného horkého plazmatu, který bleskový oblouk vytvořil. Proud svedený bleskem do zasažené budovy může způsobit odporové ohřátí vodičů a tím je přehřát nebo dokonce roztavit. V některých případech může vzniklé krokové a dotykové napětí představovat nebezpečí živým bytostem. Dále může poškodit nebo omezit činnost vnitřních elektronických systémů v důsledku LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse). [9]

3.2.2 Úder v blízkosti stavby

V takovém případě může dojít k poruše či omezení činnosti vnitřních elektronických systémů v důsledku LEMP a nebezpečí živých bytostí v důsledku krokového napětí. [9]

3.2.3 Úder do sítě připojené ke stavbě

Tento typ úderu se nejčastěji vyznačuje omezením či poškozením činnosti vnitřních elektronických systémů. Po úderu blesku do připojené sítě vzniká přepětí, které po přenesení do stavby může napáchat škody. Další způsob, kterým může být úder do připojené sítě nebezpečný je vznik jisker, které také v daný moment vznikají v důsledku přepětí a mohou vést k požáru nebo výbuchu okolních staveb apod. Dále může způsobit ohrožení živých bytostí v důsledku dotykového a krokového napětí po jeho přenesení do obývané budovy vlivem přenesení do stavby po připojeném vedení. [9]

3.2.4 Úder v blízkosti sítí připojených ke stavbě

Pro tento případ je udávána pouze poruchovost či omezená činnost vnitřních elektronických zařízení v důsledku přepětí přeneseným do stavby připojeným vedením. [9]

3.3 Základní kritéria pro ochranu staveb a inženýrských sítí

V ideálním případě by nejlepší možnou ochranou stavby proti blesku bylo její kompletní uzavření do dokonale souvislého vodivého uzemněného stínění. Taková ochrana by byla schopna zabránit pronikání bleskem svedeného proudu a s ním souvisejícího magnetického pole, tepelných účinků, přepětí a jiskření. Takové řešení však v reálných podmínkách buď není vůbec možné nebo je ekonomicky nevýhodné. Protože taková stínění k dispozici nemáme, musíme počítat s možnými riziky, které nedostatečná souvislost a tloušťka stínění může přinést a způsobit. Mezi hlavní rizika tedy patří již zmiňované hmotné škody, ohrožení živých bytostí a poruchovost vnitřních elektronických systémů. [9]

3.4 Ochrana staveb

Dostatečné ochrany stavby dosahujeme užitím systému ochrany před bleskem neboli LPS. Ten se skládá z vnitřního i vnějšího systému ochrany. [9]

3.4.1 Vnější LPS

Účelem vnějšího LPS je svedení jímací soustavou blesku do stavby a svodovou soustavou vzniklý bleskový proud bezpečně svést do země, kde se rozptýlí v uzemňovací soustavě. [9]

3.4.2 Vnitřní LPS

Účelem vnitřního LPS je vyvarovat se možnému jiskření uvnitř stavby způsobeným svedením bleskového proudu. Takového výsledku se nejlépe je-li použité ekvipotenciální pospojování nebo jsou všechny součásti LPS od ostatních vodivých prvků uvnitř stavby dostatečně vzdáleny. [9]

3.4.3 Ochrana pro snížení poruch vnitřních elektronických systémů

Vnitřní elektrické systémy v chráníme tím, že se co nejvíce snažíme omezovat účinky bleskového elektromagnetického pulzu LEMP (Lightning Electromagnetic Pulse). Mezi takové účinky patří:

1. Odporová induktivní vazba po zásahu do stavby způsobí rázovou vlnu
2. Induktivní vazba po zásahu budovy způsobí rázovou vlnu
3. Připojené vedení po zásahu přenesou rázovou vlnu
4. Vzniklé magnetické pole bude mít přímou vazbu s přístroji [9]

4. REALIZACE INTELIGENTNÍ ČÁSTI ELEKTROINSTALACE

4.1 Projekční programy použité v rámci projektu

BricsCAD – tvorbu výkresů a schémat

WILS – výpočet osvětlenosti, výběr svítidel

Sichr – návrh rozvaděče, jisticích prvků a kabeláž

Astra – systematičnost projektu a databáze

Verox – rozpočet projektu

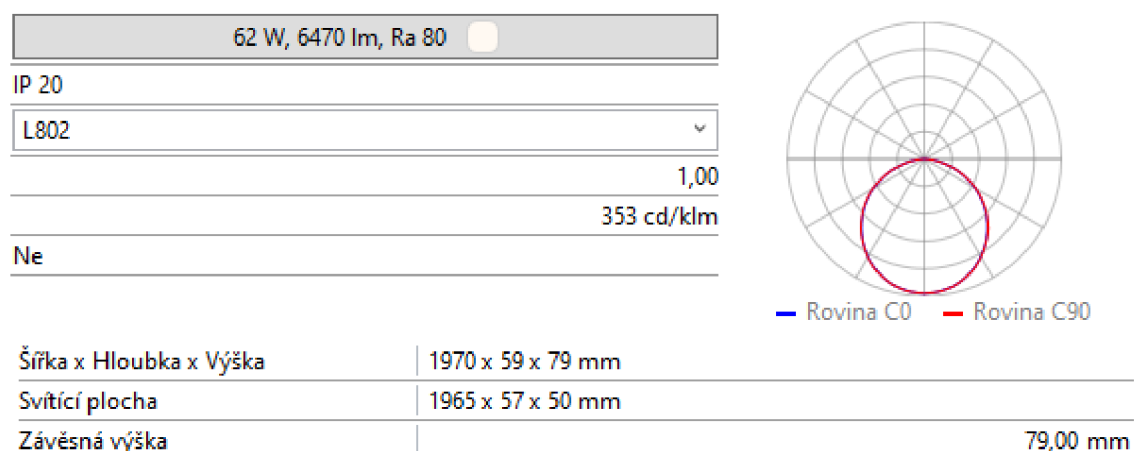
4.2 Silnoproudé rozvody

Do silnoproudých rozvodů projektovaných v rámci instalace patřily zásuvkové obvody a světelné obvody. S výjimkou sporáku, konvertomatu a světelných obvodů byly všechny silové rozvody realizovány kabelem CYKY-J 3x2,5 mm, u již zmiňovaného sporáku a konvertomatu byl kvůli jejich výkonové náročnosti pro jistotu zvolen kabel CYKY-J 5x2,5 mm. Světelné obvody byly realizovány kabelem CYKY-J 3x1,5 mm. Vývod pro požární tlačítko a sirénu je řešen žáruvzdorným kabelem. Všechny rozvody musely být řádně jištěny. Detailní výpis pokračuje v příloze H a v příloze E_1 a E_2.

4.2.1 Světelné obvody

Výpočty osvětlení byly zhotoveny v program WILS pro každou místnost zvlášť. V rámci výpočtu bylo zvolena potřebná osvětlenost, která se následně pro danou místnost splnila odpovídajícím světelným zdrojem.

Výkresy a podrobnosti jsou uvedeny v přílohách A_1, A_2, B_1, B_2, H.



Obrázek 3 Charakteristika svítidla MAWERICK-LED-9100-4K (WILS)

Svítlidlo	Množství	Příkon [W]
1.1 - Herna1		
MAWERICK-LED-9100-4K	8	496,0
1.2 - Herna2		
MAWERICK-LED-9100-4K	8	496,0
1.3 - Lehárna1		
BARBET-LED-SQ-OP-T-4050-3K	3	84,0
1.4 - Lehárna2		
BARBET-LED-SQ-OP-T-4050-3K	3	84,0
1.5 - ToaletyDetske		
MAWERICK-LED-9100-4K	2	124,0
1.6 - ToaletyDetske2		
MAWERICK-LED-9100-4K	2	124,0
1.7 - ŠatnaDěti1		
MAWERICK-LED-6550-4K	2	88,0
1.8 - ŠatnaDěti2		
MAWERICK-LED-6550-4K	2	88,0
1.9 - Ředitelna		
MAWERICK-LED-9100-4K	2	124,0
1.10 - Účtárna		
MAWERICK-LED-9100-4K	2	124,0
1.11 - ChodbaPrvniPatro		
BANDOG-SQUARE180-LED-3000-4K	6	156,0
1.12 - Technická místnost		
BANDOG-SQUARE235-LED-3000-4K	1	26,0
1.13 - Úklid školka		
BANDOG-SQUARE235-LED-2000-4K	1	18,0
1.14 - WCučitelky		
BANDOG-SQUARE235-LED-2000-4K	2	36,0
1.15 - ŠatnaUčitelek		
BANDOG-SQUARE235-LED-3000-4K	2	52,0
1.16 - SchodištěSklep		
MAWERICK-LED-9100-4K	1	62,0
1.17 - Únikový východ		
MAWERICK-LED-9100-4K	1	62,0
1.18 - SchodištěStřecha		
MAWERICK-LED-9100-4K	1	62,0

Obrázek 4 Přehled svítidel pro jednotlivé místnosti v prvním patře (WILS)

Svítidlo	Množství	Příkon [W]
1.1 - Varna		
MAWERICK-LED-9100-4K	6	372,0
1.2 - Chodba		
MAWERICK-LED-5900-4K	3	120,0
1.3 - Vozík		
BANDOG-SQUARE180-LED-2000-4K	1	18,0
1.4 - Prádelna		
MAWERICK-LED-7400-4K	2	102,0
1.5 - SkladLednice		
BANDOG-SQUARE235-LED-3000-4K	2	52,0
1.6 - HrubáPřípravná		
MAWERICK2-LED-7850-4K	3	153,0
1.7 - Šatna+soczar		
BANDOG-SQUARE235-LED-3000-4K	4	104,0
1.8 - PříjemPotravin		
MAWERICK-LED-7400-4K	2	102,0
1.9 - Příjem		
BANDOG-SQUARE235-LED-2000-4K	1	18,0
1.10 - Východ		
BANDOG-SQUARE180-LED-3000-4K	1	26,0

Obrázek 5 Přehled svítidel pro jednotlivé místnosti podsklepní část (WILS)

Detailní rozpis veškerých svítidel a osvětleností se nachází v příloze F.

4.2.2 Rozvaděč

Jako hlavní domovní rozvaděč byl zvolen typ RZBN-N-3S72, jedná se o modulový rozvaděč se třemi řadami po 24 modulech, tedy celkem 72, což je odpovídající vůči přibližně 50 aktuálně zabraným modulům v rozvaděči.

Výkresy a podrobnosti jsou uvedeny v přílohách E_1, E_2, H.

4.3 Slaboproudé rozvody

Koncepční řešení na slaboproudé rozvody vyplývalo z požadavků na ethernet, rozvod domovní komunikace a pevnou linku. Veškerá kabeláž ve slaboproudých rozvodech je realizována kabelem UTP Cat.6.

Rozvod domovní komunikace je realizován elektrickým vrátným s elektronickým zámekem s dálkovým ovládním. Elektrický vrátný je připojen na tři ovládací panely, kdy do každé herny připadne jeden a třetí bude umístěn do ředitelny.

Napájení slaboproudých rozvodů zajišťuje 12 V spínavý zdroj připevněný do rozvaděče na DIN lištu.

Výkresy a podrobnosti jsou uvedeny v přílohách C_1, C_2, H.



Obrázek 6 Spínavý zdroj MEAN WELL EDR-120-12 [13]

4.4 iNELS

Jedná se o produktovou řadu pro řešení inteligentních elektroinstalací od firmy ELKO EP existující od roku 2007. Aktuálně je zaměřena na komplexní řešení všech typů budov, od bytů po komerční a industriální objekty. Inteligentní elektroinstalace jsou koncipovány dvěma způsoby, a to po sběrnici CIB nebo v bezdrátovém provedení RF, které je mimo jiné použité v projektu této práce. [11] [12]

4.4.1 iNELS RF

iNELS RF nabízí bezdrátové řešení inteligentní elektroinstalace. Komunikace s jednotlivými prvky neprobíhá po sběrnici jako u klasické inteligentní elektroinstalace, ale prostřednictvím centrální jednotky RF Touch a to až pro 40 prvků a do vzdálenosti 100 m ve volném prostoru, pomocí opakovačů lze dosáhnout vzdálenosti vyšší. Jednotlivé prvky v tomto typu instalace jsou napájeny bateriemi [11]

4.5 Prvky použité pro návrh elektroinstalace

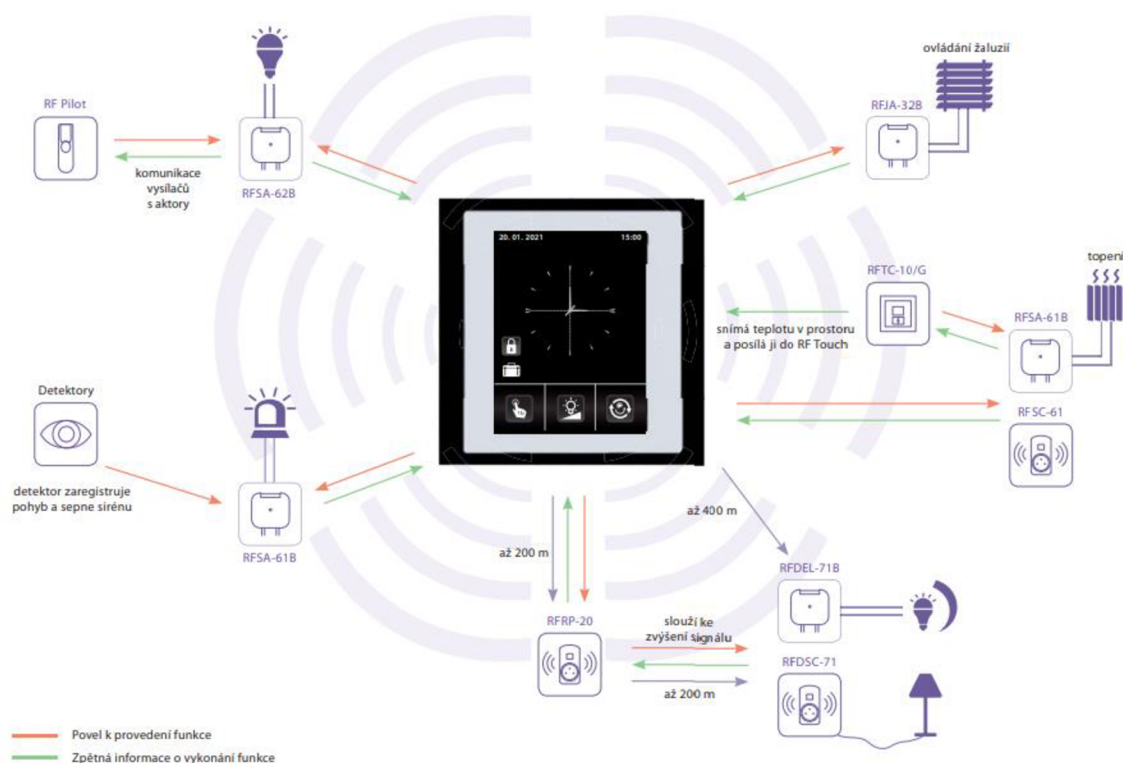
Tabulka 1 Počet jednotlivých prvků v inteligentní instalaci

Označení	Název prvku	Počet
-	Bezdrátová centrála RF Touch	1
TH	Bezdrátová termohlavice RFATV-1	16
PIR	Bezdrátový PIR detektor RFMD-100	2
DD	Bezdrátový detektor otevřených dveří RFWD-100	4
KD	Bezdrátový kouřový detektor RFSD-101	21
SP	Spínací prvek RFSA-61B	1

4.5.1 RF Touch

Nejdůležitějším prvkem inteligentní elektroinstalace. Dotyková jednotka s možností ovládání vytápění, spínání elektrospotřebičů, stmívání světel, ovládání žaluzií apod. bude sloužit pro řízení veškerých procesů v elektroinstalaci. Jednotku lze napájet z adaptéru 12 V DC, který je součástí balení nebo přímo ze sítě 100-230 V AC. [11]

- Vizualizace stavu díky obousměrné komunikaci.
- Automatické ovládání pomocí přednastaveného týdenního programu.
- Komunikační protokol RFIO2
- Frekvence v rozsahu 866-922 MHz (pro Evropu 868.5 MHz)
- Možnost připojení až 40 prvků iNELS RF Control + 30 detektorů [11]



Obrázek 7 Topologie centrály iNELS RF Touch [11]

4.5.2 Termohlavice RFATV-1

Pomocí termohlavice bude v rámci inteligentní elektroinstalace řízeno vytápění celého objektu. Obsahuje zabudovaný teploměr, na jehož základě vyhodnocuje ovládání ventilu radiátoru. V kombinaci s RF Touch naměřenou teplotu posílá centrále v pětiminutových intervalech. K jedné centrále RF Touch je možné přiřadit až 30 termohlavice. [11]

- Měření teploty v rozsahu 0–32 °C.
- Funkce hlídání otevřeného okna – na základě přednastavení při detekci prudké změny teploty uzavírá ventil radiátoru.
- Montáž přímo na ventil radiátoru.
- Bateriové napájení 1,5 V / 2 x AA (výdrž přibližně 1 rok dle četnosti používání).
- Slabá baterie indikována na displeji systémového prvku či v aplikaci. [11]



Obrázek 8 Termohlavice RFATV-1 [11]

4.5.3 Detektor otevření oken / dveří RFWD-100

Detektor sloužící pro detekci otevření oken / dveří. K aktivaci dochází po oddálení magnetu od senzoru. Detektor je kompatibilní se spínacími prvky s protokolem RFIO2 a systémovými prvky eLAN-RF. Pomocí chytré krabičky je možné alarmy zobrazovat přímo v telefonu pomocí aplikace iHC. [11]

- Anti-sabotážní funkce brání nedovolenému zásahu.
- Signalizace vybité baterie formou aplikace iHC.
- Bateriové napájení 1 x 3 V CR 2032 s životností nejméně 1 rok. [11]



Obrázek 9 Detektor otevření oken / dveří RFWD-100 [11]

4.5.4 Pohybový detektor RFMD-100

Pohybový detektor PIR sloužící k detekci vniku do budovy s možností nastavení citlivosti proti nežádoucímu spínání. Detektor pracuje v zorném poli s úhlem 120°. Detektor je kompatibilní se spínacími prvky s protokolem RFIO2 a systémovými prvky eLAN-RF. [11]

- Anti-sabotážní funkce brání nedovolenému zásahu.
- Signalizace vybité baterie formou aplikace iHC nebo LED diodou.
- Bateriové napájení 2 x 1,5 V baterie AA s životností nejméně 1 rok. [11]



Obrázek 10 Pohybový detektor RFMD-100 [11]

4.5.5 Kouřový detektor RFSD-101

Optický kouřový detektor sloužící k varování před vznikajícím požárem. Detektor funguje autonomně a obsahuje vnitřní sirénu. Detektor je kompatibilní se spínacími prvky s protokolem RFIO2 a systémovými prvky eLAN-RF. Používá se spínacím prvkem lze použít pro externí signalizaci. [11]

- Anti-sabotážní funkce brání nedovolenému zásahu.
- Signalizace vybité baterie formou aplikace iHC, LED diodou nebo akustickým signálem.
- Bateriové napájení 4 x 1,5 V baterie AA s životností nejméně 1 rok.
- Detekční plocha max 40 m³.
- Akustický signál větší než 85 dB ve vzdálenosti 3 m. [11]



Obrázek 11 Kouřový detektor RFSD-101 [11]

4.5.6 Spínací prvek RFSA-61B / 230 V

Spínací prvek s jedním výstupním kontaktem do 16 A. Používá se k ovládání elektrických spotřebičů, zásuvek, světel. V rámci inteligentní elektroinstalace jej lze kombinovat s ovladači, detektory, senzory iNELS RF Control. Komunikuje v obou směrech s protokolem RFIO2. V provedení BOX jej lze instalovat přímo do instalační krabice nebo krytu spotřebiče. [11]



Obrázek 12 Spínací prvek RFSA-61B / 230 V [11]

4.6 Návrh inteligentní elektroinstalace

Jako objekt pro realizaci byla vybrána mateřská školka s kuchyní ve sklepní části. Z počátku bylo třeba se s objektem seznámit a po poradě s vedoucím práce se rozhodnou o rozsahu klasické a inteligentní instalace v objektu. Klasicky byly v projektu realizovány rozvody pro spotřebiče, zásuvky, osvětlení v silnoproudé a ethernet a telefonní kabely včetně elektrického vrátného v datové části. V rámci inteligentní instalace byla za pomoci iNELS RF navržena bezdrátová regulace teploty, bezdrátové EPS a EZS. Následovně byly provedeny návrhy obou elektroinstalací v programu AutoCAD. Tabulky pro spotřebiče a kabeláž byly zprostředkovány programem Astra. [10]

Instalace byla koncipována tak, aby byla zachována uživatelská jednoduchost, kterou přináší elektroinstalace klasická s přidanými prvky instalace inteligentní. Použití bezdrátové instalace s centrálou byla zavedena z důvodu její jednoduché obsluhy, možnosti ovládání z jediného místa v objektu a jednoduchosti v případě budoucího rozšiřování.

Tabulka 2 Hlavní požadavky na inteligentní prvky v konkrétních místnostech

Místnost	Inteligentní prvky
Herna 1	Regulace vytápění, měření teploty
Lehárna 1	Regulace vytápění, měření teploty
Herna 2	Regulace vytápění, měření teploty
Lehárna 2	Regulace vytápění, měření teploty
Ředitelna	Pohybový senzor, regulace vytápění, měření teploty
Účtárna	Pohybový senzor, regulace vytápění, měření teploty
Chodba patro 1	Pohybový senzor, detekce otevřených dveří, regulace vytápění, měření teploty
Varna	Pohybový senzor, regulace vytápění, měření teploty

Inteligentní instalace v objektu zastává mimo jiné funkce EZS a EPS, a proto byla téměř každá místnost v objektu doplněna o bezdrátový požární detektor RFSD-101. V místnostech, které bylo v objektu vhodné zabezpečit, jako je například ředitelna a účtárna, byl použit pohybový PIR senzor. U všech vchodových dveří do objektu byl použit detektor otevření dveří. Všechny zabezpečovací senzory a detektory jsou pomocí centrální jednotky připojeny na sirénu umístěnou u vchodových dveří školy přes spínací prvek RFSA 11-B.

Výkresy a podrobnosti jsou uvedeny v přílohách D_1, D_2, H.

4.7 Rozpočet

Celková cena projektu hybridní elektroinstalace pro komerční projekt po sečtení všech investičních nákladů činí 488 374 Kč.

Detaily rozpočtu jsou uvedeny v příloze F.

5. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo seznámení s problematikou projektování silových rozvodů, datových rozvodů, LPS, zpracovávání výkresové i textové realizační projektové dokumentace elektro, práce s projekčními programy a samotná realizace realizačního projektu pro hybridní elektroinstalaci mateřské školky.

V teoretické části byla detailně probrána problematika samotného projektování jak silových a datových instalací, tak kreslení výkresů a psaní technické zprávy. Došlo ke srovnání klasické a inteligentní elektroinstalace a k jejich důslednému popisu a jmenování rozdílů mezi nimi. Také byly zmíněny jejich výhody a nevýhody.

V praktické části došlo k seznámení s projekčními programy jako je BricsCAD, WILS, Sichr, Astra, Verox a následovně k samotnému projektování elektroinstalace. Byly zpracovány výkresy pro zásuvkové obvody, světelné obvody, datové obvody, inteligentní část dohromady s EPS a EZS. Po dokončení výkresů v půdorysu byl vytvořen návrh rozvaděče včetně všech potřebných jistících prvků a byl exportován na vlastní výkres. Závěrem praktické části bylo zhotovení technické zprávy, který je doložena jako příloha H a rozpočtu, který na celou instalaci vyšel 488 373,64 Kč.

LITERATURA

- [1] HALUZA, Miroslav. Klasická versus inteligentní elektroinstalace. Tzbinfo: Elektro [online]. Praha: © Topinfo s.r.o. 2001-2020, 2001, 19. 9. 2011 [cit. 2020-12-18]. Dostupné z: <https://elektro.tzb-info.cz/domovni-elektroinstalace/7842-klasicka-versus-inteligentni-elektroinstalace>
- [2] ČSN 33 2130. Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody. 3 Praha : © ÚNMZ, 2014
- [3] Vrána, Václav. Stupně jištění dodávky elektrické energie a záložní zdroje. VŠBTU Ostrava. Ostrava : autor neznámý, 2006. Elektronické skriptum.
- [4] Vanuš, Jan. Systémová technika budov a bytů. VŠB-TU Ostrava. Ostrava : autor neznámý, 2003. Elektronické skriptum.
- [5] Pravda, Ivan. Systémy pro inteligentní budovy. 1. Praha : © 2015 ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, 2015.
- [6] Technická normalizace. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. [Online] <https://www.unmz.cz/caste-dotazy/casto-kladene-otazkytechnicka-normalizace/>.
- [7] Jaroš, Zdeněk. Zpracování projektové dokumentace elektro s částečnou automatizací v rozsahu pro realizaci stavby RD. Vysoké učení technické v Brně. Brno: 2018. Bakalářská práce.
- [8] Kroutil, Roman. Elektroinstalace multifunkčního objektu s využitím inteligentního řízení. Vysoké učení technické v Brně. Brno : 2014. Bakalářská práce.
- [9] ČSN EN 62305-1. Ochrana před bleskem: Část 1: Obecné principy. 1 Praha : © ÚNMZ, 2011.
- [10] VALO, Marek. Návrh a realizace systémové elektroinstalace v bytové jednotce s vizualizací. Brno, 2017. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Branislav Bátora, Ph.D.
- [11] ELKO EP. Bezdrátová elektroinstalace: Katalogy produktů. ELKO ep [online]. Holešov: © 2021 ELKO EP [cit. 2021-6-2]. Dostupné z: <https://www.elkoep.cz/katalogy-inels-rf-control>
- [12] INELS: O nás [online]. Holešov: © 2017 iNELS 2018 [cit. 2021-6-2]. Dostupné z: <https://www.inels.cz/o-nas>
- [13] GM Electronics. GM Electronics [online]. 1990–2021 GM electronic, spol., 1990 [cit. 2021-6-2]. Dostupné z: <https://www.gme.cz/>

SEZNAM PŘÍLOH

- Příloha A_1 – Silnoproudé rozvody – První patro
- Příloha A_2 – Silnoproudé rozvody – Podsklepné patro
- Příloha B_1 – Světelné obvody – První patro
- Příloha B_2 – Světelné obvody – Podsklepné patro
- Příloha C_1 – Datové rozvody – První patro
- Příloha C_2 – Datové rozvody – Podsklepné patro
- Příloha D_1 – Systémová instalace – První patro
- Příloha D_2 – Systémová instalace – Podsklepné patro
- Příloha E_1 – Schéma rozvaděče
- Příloha E_2 – Schéma rozvaděče
- Příloha F – Svítidla
- Příloha G – Rozpočet
- Příloha H – Technická zpráva