



ZÁPADOČESKÁ  
UNIVERZITA  
V PLZNI

FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ  
KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

# DIPLOMOVÁ PRÁCE

Návrh inteligentního řízení budov

**AUTOR PRÁCE:** Bc. Jiří Vejvoda  
**VEDOUcí PRÁCE:** Ing. David Rot, Ph.D.

PLZEŇ 2019

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2018/2019

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jiří VEJVODA**  
Osobní číslo: **E17N0069P**  
Studijní program: **N2612 Elektrotechnika a informatika**  
Studijní obor: **Technická ekologie**  
Název tématu: **Návrh inteligentního řízení budov**  
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Stručně popište systém KNX.
2. Navrhněte celkovou koncepci inteligentního řízení elektroinstalace a otopné soustavy pro zvolený objekt.
3. Vypracujte kompletní projektovou dokumentaci.
4. Vytvořte systém inteligentní elektroinstalace.
5. Uveďte závěry pro praxi.

Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah kvalifikační práce: 40 - 60 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

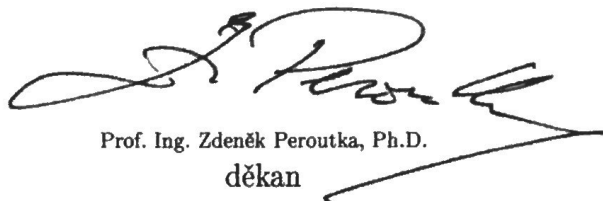
1. **MERZ, Hermann, Thomas HANSEMANN a Christof HÜBNER.**  
Automatizované systémy budov: sdělovací systémy KNX/EIB, LON  
a BACnet. Praha: Grada, 2008. Stavitel. ISBN 978-80-247-2367-9.
2. **MEYER, Willi.** KNX/EIB Engineering Tool Software. 1. Heidelberg,  
Německo: Hüthig, 2015. ISBN 978-3810103710.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. David Rot, Ph.D.**


Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: **5. října 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. května 2019**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.  
děkan



Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.  
vedoucí katedry

V Plzni dne 5. října 2018

# Abstrakt

*Předkládaná diplomová práce se zabývá inteligentním řízením domácnosti pomocí inteligentní instalace vytvořené standartem KNX, PLC WAGO a v kombinaci s dalšími sběrníkovými přístroji. Diplomová práce seznamuje s logikou a strukturou inteligentního systému řízení budov a zároveň prezentuje možnost jeho použití v konkrétní elektroinstalaci. Hlavní částí této práce je vytvoření projektu pro řízení vytápění domu, ohřevu teplé užitkové vody, elektroinstalace a veškerých jeho uživatelských systémů, především za účelem zvýšení komfortu, bezpečí, ale i snížení provozních nákladů budovy.*

---

## Klíčová slova

DALI, ETS5, Inteligentní instalace, KNX, Kotelna, Ohřev vody, Osvětlení, PLC, Sběrnice, Solární kolektor, Tepelné čerpadlo, Vytápění, WAGO

# Abstract

*The presented Master's thesis deals with the smart homes and buildings controlling using the KNX standard, PLC WAGO and in combination with other bus devices. This master thesis introduces the logic and structure of intelligent building management system and at the same time presents the possibility of its use in a single electrical installation. The main part of this work is to create a project for house heating control, domestic water heating, wiring and all its user systems, especially to increase comfort, safety, but also reduce building operating costs.*

---

## Keywords

Boiler room, Bus, DALI, ETS5, Heat pump, Heating, KNX, Lighting, PLC, Smart installation, Solar collector, WAGO, Water heating

## Prohlášení

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

Prohlašuji, že jsem svou závěrečnou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové 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 diplomové 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 § 270 trestního zákona č. 40/2009 Sb.

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

V Plzni dne 21. května 2019

Bc. Jiří Vejvoda

.....  
Podpis

## Poděkování

Tímto bych rád poděkoval vedoucímu diplomové práce Ing. Davidu Rotovi, Ph.D. a konzultantovi práce Ing. Jakobovi Jiřincovi za jejich přístup, metodické pokyny a cenné profesionální rady, které vedly k vypracování této diplomové práce.

# Obsah

<b>Seznam použitých symbolů a zkratk</b>	<b>vii</b>
<b>Seznam obrázků</b>	<b>ix</b>
<b>Seznam tabulek</b>	<b>xi</b>
<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>1 Úvod do systému KNX</b>	<b>2</b>
1.1 Přehled Asociace KNX . . . . .	2
1.2 Činnost Asociace KNX . . . . .	2
1.3 Porovnání systému KNX s konvenční technologií . . . . .	2
1.3.1 Komunikace přístrojů . . . . .	3
1.3.2 Příklady využití . . . . .	4
1.4 Přístroje na sběrnici . . . . .	5
1.4.1 Sběrniceový přístroj . . . . .	5
1.4.2 Možné aplikační funkce . . . . .	6
1.4.3 Minimální instalace KNX . . . . .	8
1.4.4 Adresování . . . . .	9
1.4.4.1 Individuální adresa . . . . .	9
1.4.4.2 Skupinová adresa . . . . .	10
1.4.5 Konfigurace a uvedení do provozu . . . . .	12
1.4.6 Připojení napájecího zdroje ke sběrnici TP . . . . .	14
1.4.7 Délky vedení . . . . .	14
1.4.8 Zásady instalace KNX . . . . .	15
1.4.9 Rozváděč pro přístroj KNX . . . . .	17
1.4.10 Napájecí přístroj . . . . .	17
1.4.11 Kontrola instalace . . . . .	19
1.5 KNX Powerline PL110 . . . . .	20
1.5.1 Přenos telegramu . . . . .	21
1.5.2 Shrnutí Powerline . . . . .	21
1.6 KNX RF . . . . .	22
1.6.1 Propojování přenosových médií . . . . .	24
<b>2 Návrh inteligentní elektroinstalace</b>	<b>25</b>
2.1 Přehledové schéma propojení komunikace s PLC . . . . .	25
2.2 Procesorový modul PCF100 ECO . . . . .	26



2.2.1	Funkce . . . . .	26
2.2.2	Výbava . . . . .	26
2.2.3	Konstrukce . . . . .	27
2.3	Výběr osvětlení . . . . .	28
2.4	EnOcean . . . . .	29
2.4.1	Technologie . . . . .	29
2.4.2	Příklady aplikací . . . . .	30
2.5	Sběrníkový systém DALI . . . . .	31
2.5.1	Princip . . . . .	31
2.5.2	Adresování . . . . .	33
2.5.3	Postup při uvádění do provozu . . . . .	33
2.6	DALI 2 . . . . .	34
2.6.1	Výhody . . . . .	34
2.6.2	Nevýhody . . . . .	35
2.7	EnergyCloud 3f/10,8 kW . . . . .	35
2.7.1	Specifikace . . . . .	37
<b>3</b>	<b>Návrh otopné soustavy pro objekt</b>	<b>38</b>
3.1	Přehledové schéma otopné soustavy . . . . .	38
3.2	Zdroje tepla . . . . .	39
3.2.1	Hydraulická část . . . . .	39
3.3	Elektrická část . . . . .	41
<b>4</b>	<b>Návrh WAGO PLC pro konkrétní instalaci v objektu</b>	<b>42</b>
4.1	Projektová dokumentace . . . . .	43
4.2	Obytná část . . . . .	43
4.3	Kotelna . . . . .	45
4.4	Uživatelské rozhraní pro objekt . . . . .	47
4.4.1	Kotelna . . . . .	48
4.4.2	Obytná část . . . . .	50
<b>5</b>	<b>Implementace prvků KNX</b>	<b>52</b>
5.1	Přehled . . . . .	52
5.2	Postup uvedení do provozu prvků KNX . . . . .	54
5.2.1	Nastavení systému . . . . .	54
5.3	Propojení WAGO systému s KNX systémem . . . . .	57
<b>6</b>	<b>Závěry pro praxi</b>	<b>61</b>
<b>7</b>	<b>Závěr</b>	<b>63</b>
	<b>Seznam použité literatury</b>	<b>63</b>
	<b>Přílohy</b>	<b>66</b>

# Seznam použitých symbolů a zkratek

A . . . . .	Ampér (Jednotka proudu)
AC . . . . .	Střídavé napětí (Alternating Current)
AM . . . . .	Aplikační modul (Application Module)
AP . . . . .	Aplikační program (Application Program)
BCI . . . . .	Batibus Club International
BCU . . . . .	Sběrníková spojka (Bus Coupling Unit)
bit . . . . .	Nejmenší jednotka informace
CPU . . . . .	Centrální procesorová jednotka
dB . . . . .	Úroveň hluku
DC . . . . .	Stejnoseměrné napětí
DIN . . . . .	Deutsche Industrie-Norm
EHS . . . . .	European Home System
EIB . . . . .	Evropská instalační sběrnice (European Installation Bus)
EN . . . . .	Evropská norma
ETS . . . . .	Programovací software pro KNX zařízení
ETS5 . . . . .	Aktuální verze software pro KNX zařízení
FVE . . . . .	Fotovoltaická elektrárna
HTML5 . . . . .	Hypertext Markup Language
Hz . . . . .	Hertz (Jednotka kmitočtu)
I/O . . . . .	Vstup/Výstup (Input/Output)
ID . . . . .	Identifikace
KNX . . . . .	Mezinárodní organizace spravující EIB (Konnex Association)
KNX IP . . . . .	Komunikace KNX po IP sítích
KNX-PL . . . . .	Komunikace KNX po silovém vedení (Power Line)
KNX-RF . . . . .	Komunikace KNX bezdrátovým přenosem (Radio Frequency)
KNX-TP . . . . .	Komunikace KNX po sběrnici (Twisted Pair)
kWh . . . . .	Kilowatthodina
LAN . . . . .	Lokální počítačová síť (Local Area Network)
LED . . . . .	Light Emitting Diode
LiFePo4 . . . . .	Druh akumulátorů
LS . . . . .	Liniová spojka
m . . . . .	Metr (Jednotka délky)
MPPT . . . . .	Maximum Power Point Tracking
ms . . . . .	Milisekunda
OS . . . . .	Oblastní spojka

PC . . . .	Personal computer (Osobní počítač)
PEI . . . .	Aplikační rozhraní (Physical External Interface)
PWC . . .	Pitná studená voda (Potable Water Cold)
PWH . . .	Pitná teplá voda (Potable Water Hot)
PWHC . . .	Pitná teplá voda cirkulační (Potable Water Hot Circulation)
RS485 . . .	Standard pro sériovou komunikaci
SD . . . .	Druh paměťové karty
SELV . . .	Bezpečné malé napětí (Safety Extra Low Voltage)
SSR . . . .	Solid State Relay (Polovodičový spínací prvek)
t . . . . .	Čas
TV . . . .	Televizor
USB . . . .	Universal Serial Bus
UTP . . . .	Nestíněný kroucený pár (Unshielded Twisted Pair)
V . . . . .	Volt (Jednotka napětí)
W . . . . .	Watt (Jednotka výkonu)
WIFI . . . .	Bezdrátová technologie přenosu dat (Wireless Fidelity)
YCYM . . . .	Sběrníkový kabel YCYM 2x2x0,8
$\Omega$ . . . . .	Ohm (Jednotka odporu)

# Seznam obrázků

1.1	Přilad využití[3] . . . . .	4
1.2	Sběrniceová spojka (BCU) a aplikační modul (AM) [1] . . . . .	5
1.3	Struktura sběrniceové spojky [5] . . . . .	6
1.4	Stmívání telegramem start/stop [7] . . . . .	7
1.5	Cyklické stmívání [8] . . . . .	7
1.6	Ovládání žaluzií [8] . . . . .	8
1.7	Minimální instalace [9] . . . . .	9
1.8	Adresování [9] . . . . .	9
1.9	Struktura individuální adresy [10] . . . . .	10
1.10	Struktura skupinové adresy [11] . . . . .	10
1.11	Příklad adres v KNX instalaci [11] . . . . .	13
1.12	Struktura bitu [11] . . . . .	13
1.13	Připojení napájecího zdroje ke sběrnici TP [12] . . . . .	14
1.14	Zkreslení signálu na vedení po 700 m [13] . . . . .	15
1.15	Přehled instalace SELV [14] . . . . .	15
1.16	Detail KNX kabelu [14] . . . . .	16
1.17	Uložení kabelů [14] . . . . .	16
1.18	Příklad napájecího zdroje [15] . . . . .	18
1.19	Zdroj s použitím externí tlumivky pro napájení druhé linie [15] . . . . .	18
1.20	Přenos telegramu [3] . . . . .	21
1.21	Zeslabení signálu po průchodu zdí [17] . . . . .	22
1.22	Radiový stín za kovovými dveřmi, zdmi nebo skříněmi [17] . . . . .	23
1.23	Blokové schéma KNX radiového přenosu [17] . . . . .	23
1.24	Příklad uvedení do provozu[2] . . . . .	24
2.1	Propojení sběrniceových zařízení . . . . .	25
2.2	PFC100; 2× Ethernet; ECO [19] . . . . .	27
2.3	Detailní pohled na PFC 100 [19] . . . . .	27
2.4	Lustr na lanku DALI 3xE27/60W/230V [20] . . . . .	28
2.5	Bezdrátový dálkový ovladač REMOTE Air [21] . . . . .	29
2.6	Vnitřní převodník světla pro sběr sluneční energie [23] . . . . .	30
2.7	Příklad instalace v soustavě KNX [24] . . . . .	30
2.8	Schéma zapojení s protokolem DALI [20] . . . . .	31
2.9	Poměry napětí na sběrnici DALI [20] . . . . .	32
2.10	EnergyCloud 3f/10,8 kW [26] . . . . .	35

2.11	Blokové schéma EnergyCloud 3f/10,8 kW [26] . . . . .	36
2.12	Mobilní aplikace pro přehled výroby stanice EnergyCloud [28] . . . . .	37
3.1	Přehledové schéma otopné soustavy . . . . .	38
3.2	Tepelné čerpadlo VITOCAL 300-A [29] . . . . .	39
3.3	Solární kolektor VITOSOL 300-TM [29] . . . . .	40
3.4	HAAS+SOHN TANAGA 15,3 kWt [29] . . . . .	40
3.5	EnergyCloud řady Home-15 v kombinaci s DC nabíječkou 30 kW [27] . . . . .	41
4.1	Schéma propojení komunikace mezi částmi PLC . . . . .	42
4.2	3D model sestavy pro obytnou část . . . . .	44
4.3	3D model sestavy pro kotelnu . . . . .	46
4.4	Pohled na domovskou obrazovku vizualizace . . . . .	47
4.5	Schéma kotelny objektu . . . . .	48
4.6	Uživatelské rozhraní zobrazené na tabletu . . . . .	49
4.7	Půdorys objektu včetně rozmístění ovládacích prvků Triton . . . . .	50
4.8	Triton prvek ovládací 3- / 6násobný s IR rozhraním . . . . .	51
5.1	Modelové zapojení prvků KNX . . . . .	52
5.2	Pohled na sběrníkové spojky . . . . .	53
5.3	Propojená soustava KNX s PLC WAGO . . . . .	53
5.4	Nahrání aplikačního programu a nastavení adresy . . . . .	54
5.5	Přehled skupinových adres a použití jedné z nich . . . . .	55
5.6	Topologie v obývacím pokoji . . . . .	55
5.7	Diagnostika vytvořené instalace . . . . .	56
5.8	Základní vytvořený projekt . . . . .	57
5.9	Vybrání potřebných příkazů pro komunikaci systémů . . . . .	58
5.10	Export pro program ETS5 . . . . .	58
5.11	Zobrazení a nastavení WAGO PLC v programu ETS5 . . . . .	59
5.12	Nahrání SYM-XML file do programu ETS5 . . . . .	59
5.13	Přiřazení skupinových adres pro WAGO PLC . . . . .	60

# Seznam tabulek

1.1	Používaná přenosová média[2] . . . . .	3
1.2	Struktura [10] . . . . .	11
1.3	Shrnutí adresování [10] . . . . .	12
1.4	Kroky ke kontrole instalace [16] . . . . .	19
1.5	Vzdálenost přístrojů [16] . . . . .	19
2.1	Maximální dovolené průřezy [20] . . . . .	32
4.1	Přehled použitých komponent včetně cen pro obytnou část. . . . .	43
4.2	Přehled použitých komponent včetně cen pro obytnou část . . . . .	45

# Úvod

Informační technologie jsou považovány za důležitý faktor ovlivňující společenský život, a proto se není čemu divit, že pokrok technologií ve všech směrech je jedním z nejrychleji se rozvíjejícím odvětvím. Stejně rychlý pokrok nastává i v oblasti technologií pro řízení administrativních budov a domácností. Vývoj technologií se snaží uspokojit vyšší nároky uživatelů a potřebu inovace. Ačkoliv v České republice zatím není pojem inteligentní elektroinstalace příliš rozšířený, postupem času se na našem trhu objevuje stále více systémů, které toto odvětví posouvají a zlepšují. Inovace technologií pro řízení budov a domácností způsobuje nahrazování běžných elektroinstalací, instalacemi inteligentními.

Inteligentní instalace především kombinují technologický pokrok, ekonomický provoz a sjednocují veškeré technologie budov, čímž vytváří efektivní a uživatelsky velice komfortní prostředí, které je zaměřené na potřeby uživatelů a efektivně, ale i ekonomicky ovládá celý systém. Vytvoření takto fungujícího systému je v počátku finančně náročnější než klasická elektroinstalace, ale nabízí možnost efektivnějšího provozu, snížení provozních nákladů, vyšší flexibilitu.

Jedním z nejrozšířenějších systémů inteligentních instalací je sběrníkový systém KNX, který zároveň vytváří celosvětově rozšířený standard zaměřený na automatizaci budov. Tento standard zajišťuje kompatibilitu veškerých produktů s certifikací KNX od různých výrobců a především celosvětovou síť poskytovatelů a certifikovaných odborníků v daném odvětví. V minulém roce jsem absolvoval odborné školení na systém KNX a získal certifikát opravňující vytváření a úpravu inteligentních instalací KNX.

Teoretická část diplomové práce seznamuje s obecnými principy a možnostmi řízení domácností a budov pomocí sběrníkových systémů. Diplomová práce se dále zabývá inteligentním řízením konkrétní domácnosti pomocí inteligentní instalace vytvořené pomocí standartu KNX, PLC WAGO a v kombinaci s dalšími sběrníkovými přístroji. Hlavní částí této práce bylo vytvoření projektu pro řízení vytápění domu, ohřevu teplé užitkové vody, inteligentní elektroinstalace a veškerých jeho uživatelských systémů, za účelem zvýšit komfort, bezpečí, ale i snížit provozní náklady budovy. Úspora je dále podpořena získáváním zelené energie z fotovoltaické elektrárny na střeše budovy a následným ukládáním energie do bateriového úložiště. Dále bylo vytvořené uživatelské rozhraní pro snadné ovládání jak obytné části, tak kotelny. Vizualizaci je možné ovládat z mobilního telefonu, PC, nebo dotykové obrazovky umístěné v obývací části domu. V přílohách k diplomové práci jsou detailní výkresy obou rozvaděčů, zapojení jednotlivých PLC karet, půdorys objektu a principiální schéma kotelny.

# 1 Úvod do systému KNX

## 1.1 Přehled Asociace KNX

První název Asociace KNX byl „Asociace EIB“. Místem založení byl Brusel v roce 1990. Zaměřena byla na reklamu inteligentních domácností pro domy a budovy, které používají systém EIB. Tato asociace nebyla jediná na trhu a v roce 1999 došlo ke sloučení s dalšími dvěma asociacemi, které sídlily v Evropě. Konkrétně se sloučení týkalo francouzské BCI podporující systém Batibus a firmu European Homa Systems Association z Holandska, která podporuje EHS. Tak vznikla Asociace KNX, což byl výsledek spolupráce při sloučení výše jmenovaných společností. Dále vytvoření obchodní značky KNX jako značky pro kvalitu a komunikaci mezi přístroji různých dodavatelů a stanovení KNX jako evropské a celosvětové normy. Asociace si určila jako cíl definovat nový standart KNX pro inteligentní aplikace pro domy a budovy jako skutečně otevřený. Spojením firem došlo ke kompatibilitě zařízení EIB se systémem KNX a z tohoto důvodu můžou být vybrané přístroje označeny dvojím logem KNX a EIB. [1]

## 1.2 Činnost Asociace KNX

Členské společnosti spolupracují a mají za úkol podporu technického rozvoje standartu KNX. Tím se rozumí vývoj a zlepšování softwaru ETS, který je určen pro zprovoznování instalací. Certifikace a ochranná známka pro kompatibilní výrobky je rovněž poskytována asociací. Další z velice důležitých činností je podpora certifikovaných školících center na národní a nadnárodní úrovni. V době vzniku měla asociace 9 členů a ten vzrostl do roku 2018 nad 500 členů. Jsou podporována školící centra s certifikací nejen s národní, ale i s nadnárodní úrovní. V roce 2003 došlo k odsouhlasení standardů KNX v CENELEC, byly uznány jako evropská norma pro elektronické systémy pro budovy a domy, jako součást řady norem EN 50090. V CEN byl rovněž o něco déle odsouhlasen systém KNX (EN 13321-1 pro media a protokol a EN 13321-2 pro KNXnet/IP). Celosvětově uznávaná norma ISO/IEC 14543-3-1..7 je dalším úspěchem a je uznána i jako čínský a americký standart. [1]





## 1.3 Porovnání systému KNX s konvenční technologií

Při instalaci je nejvíce používán jako medium takzvaný kroucený pár, ten je kladen souběžně se silovým kabelem 230 V. Využití takového média má několik výhod, například menší potřebu silových kabelů při instalaci, navyšující se počet systémových funkcí a dokonce i zvětšený přehled celé elektroinstalace v budově. Sběrníkový kabel řeší propojení akčních členů a současně ve větší části případů přivádí napájení k přístrojům na sběrnici. Vlastní inteligence je jedna z výhod systému KNX. Znamená to, že není potřeba centrální řídicí jednotka (například PC). Díky vlastní inteligenci je možné systémem KNX používat i v instalacích pro velké budovy. [1]



### 1.3.1 Komunikace přístrojů

Pro výměnu informací slouží nejčastěji sběrnový kabel. K provozu systému KNX lze také využít stávající vedení 230 V, KNX Radio Frequency, nebo ethernet /wifi přes KNXIP. V tabulce 1.1 je uveden přehled možností, jak lze jednotlivé druhy přenosu médií využít.

	Médium	Přenos prostřednictvím	Přednostní oblasti využití
	Kroucený pár	Samostatný sběrnový kabel	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nové instalace</li> <li>- Rozsáhlé renovace</li> <li>- Nejvyšší úroveň spolehlivosti přenosu</li> </ul>
	Powerline	Existující síť (Je nezbytný nulový vodič)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tam kde nelze dodatečně nainstalovat ovládací kabel</li> <li>- Kde je k dispozici vedení 230 V</li> </ul>
	Rádio frekvenční	Rádiový přenos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tam kde nelze instalovat kabeláž</li> </ul>
	IP	Ethernet/WIFI	<ul style="list-style-type: none"> <li>- V rozsáhlých instalacích, kde je potřebný velmi rychlý provoz na páteřní linii</li> <li>- Pro komunikaci s mobilními zařízeními</li> </ul>

Tabulka 1.1: Používaná přenosová média[2]

Vzájemná kompatibilita je zaručena díky tomu, že přístroje různých výrobců, které jsou opatřeny ochrannou známkou KNX, používají stejné konfigurační mechanismy, a proto bývají zařazeny do většího systému.

#### Výhody

Chceme-li upozornit na hlavní výhody KNX, je to zvýšená celková bezpečnost instalace, hospodárnost při provozu a možnost přizpůsobení se požadavkům uživatele. Všechny tyto důvody vedou při využívání systému KNX k vysoké spokojenosti u zákazníka.

#### Nevýhody

Za nevýhodu lze považovat vyšší pořizovací náklady a nutnost vyškoleného programátora k oživení a nastavení elektroinstalace.

### 1.3.2 Příklady využití



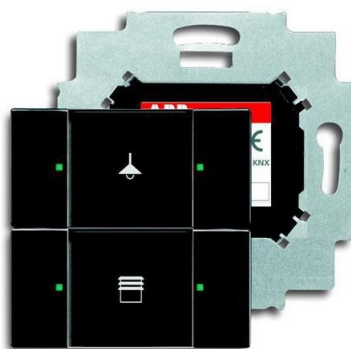
Obrázek 1.1: Příklad využití[3]

Pro lepší představu o možnosti instalací je uvedeno pár příkladů. Jako první je zmíněna možnost centrálních funkcí. Při opuštění budovy dochází k vypnutí veškerého osvětlení, uzavření přívodu plynu, vypnutí vybraných elektrických zásuvek a spotřebičů, například elektrický sporák. Dále je možné přidat automatické řízení budovy dle denní doby a závislosti na okolní teplotě. Vše zmíněné lze realizovat stiskem pouze jednoho tlačítka. Zaměříme se na osvětlení budov. Ve velkých konferenčních sálech, divadlech, přednáškových místnostech lze takto aktivovat různé světelné scény právě podle probíhaných aktivit. Chování místnosti lze naprogramovat tak, aby při přednášce, kde je potřeba datový projektor a audio, byly tyto přístroje po stisknutí jednoho tlačítka automaticky zapnuty. Další možností je automatické vysunutí plátna na promítání a nastavení se osvětlení pouze na 50 % tak, aby byla zajištěná dobrá čitelnost textu. Třetí z příkladu použití je možnost dálkového ovládání pomocí mobilního telefonu, tabletu nebo počítače. Po propojení zařízení KNX k telefonní síti může uživatel dálkově ovládat nebo zjišťovat aktuální stav budovy. Její vytápění, osvětlení, chlazení. Dále lze využít možnosti poplašného hlášení u požárních čidel nebo alarmu rodinného domu. Systém KNX umí simulovat přítomnost majitele domu v případě jeho nepřítomnosti. Pokud odjždíte na dovolenou, systém KNX umí automaticky v předem stanovený čas rozsvítit světla ve vybraných místnostech nebo na zahradě, zatáhnout rolety a třeba i zapnout TV. Zajímavé a velice užitečná je také možnost regulace teploty v každé místnosti odděleně. Vytvořením harmonogramů pro každou místnost podle přítomnosti v ní lze ušetřit až 30 % nákladů za energie na rok. S tím úzce souvisí možnost výroby pouze potřebné energie a ještě větší tepelné úspory. [4]

## 1.4 Přístroje na sběrnici

### 1.4.1 Sběrniceový přístroj

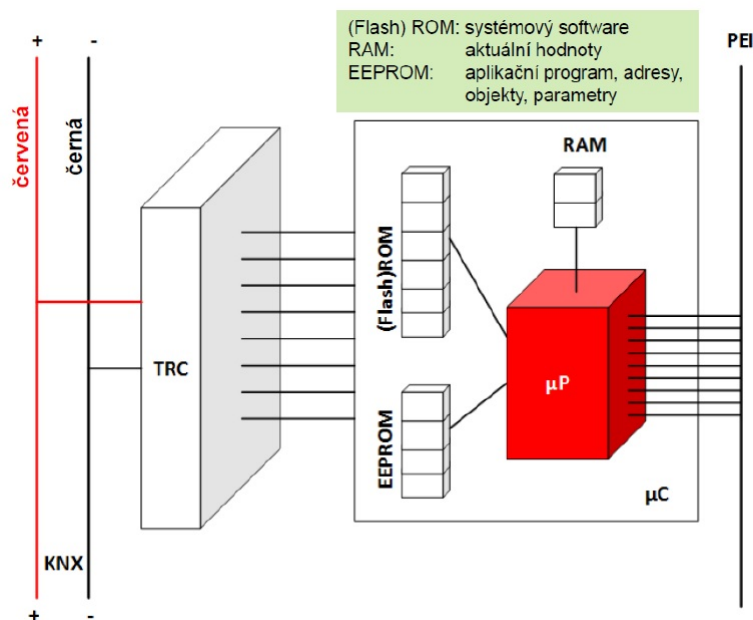
Abychom dosáhli funkčního účastníka na sběrnici, musíme jej složit ze tří odlišných částí. Sběrniceová spojka (BCU) dále aplikačního modulu (AM) a aplikačního programu (AP), který je nahaný pomocí softwaru do sběrniceové spojky. Aplikační modul a sběrniceová spojka se nabízí buď odděleně, nebo v jednom společném krytu. Pokud se jedná o první variantu, kde jsou části oddělené, musí být vybrány od stejného výrobce. Častější využití zařízení je to, kde aplikační modul a sběrniceová spojka jsou oddělené. K jejich vzájemnému propojení slouží standardizovaný konektor PEI. Konektor zajišťuje napájení aplikačního modulu a k výměně hlášení mezi oběma částmi. Kompatibilita a možné vzájemné propojení obou částí je na zodpovědnosti výrobce. [3]



**Obrázek 1.2:** Sběrniceová spojka (BCU) a aplikační modul (AM) [1]

Každý z účastníků na sběrnici má vlastní inteligenci díky integrovanému operačnímu systému a programové paměti v BCU nebo aplikačním modulu. Z tohoto hlavního důvodu KNX pracuje jako decentralizovaný systém a není zapotřebí centrální řídicí jednotka, jako je tomu například u PC. Případný dohled lze v případě potřeby zajistit vizualizačním a řídicím softwarem na PC zajistíme potřebný dohled v případě potřeby. Dle funkcí rozdělujeme přístroje na sběrnici do třech menších skupin. Jsou to akční členy, snímače a kontroléry. V současné době se již nepoužívají z hlediska funkčnosti samotné snímače nebo akční členy. Obvykle ovládací prvky s displejem mohou mít funkce snímače, a naopak snímač může mít funkci akčního členu. V případě snímače předává aplikační modul informace o svých vstupech sběrniceové spojce. Data jsou následně v BCU kódována a odesílána na sběrnici. BCU v pravidelných intervalech kontroluje stav vstupů aplikačního modulu. V případě akčního členu, BCU přijímá telegramy ze sběrnice, dekóduje je a předává zasílané informace aplikačnímu modulu, který následně ovládá vlastní

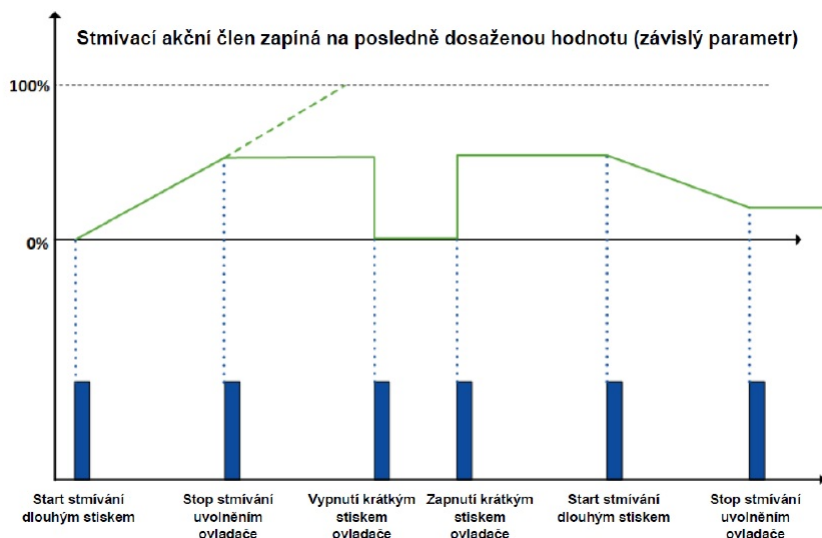
výstupy. Vzájemné působení snímačů ovlivňuje kontrolér. Kompatibilní přístroje KNX obdrží svoji specifickou funkci nahráním aplikačního programu odpovídajícímu aplikačnímu modulu s využitím programu ETS. U přístrojů KNX kompatibilních s režimem E se přístroj dodává již s nainstalovaným aplikačním programem. Možnost propojení takto sestavených přístrojů a jejich nastavení je dáno využitím hardwarového nastavení a nebo centrálního kontroléru. [5]



Obrázek 1.3: Struktura sběrnice spojky [5]

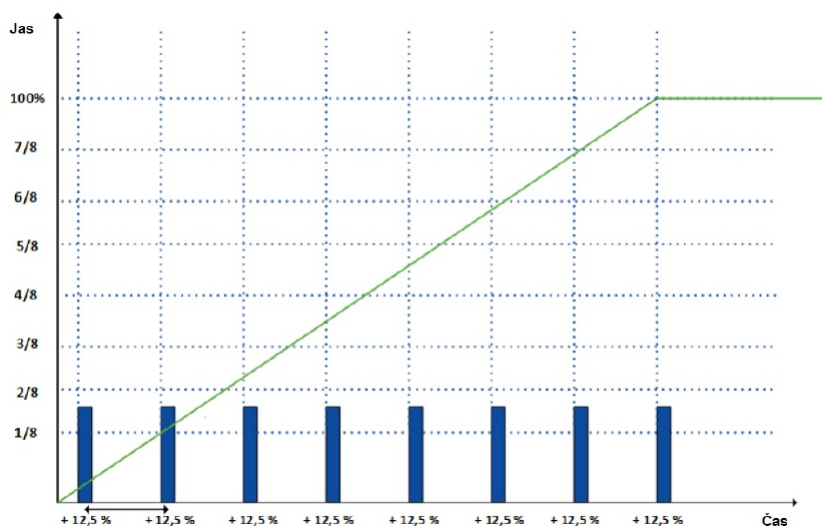
#### 1.4.2 Možné aplikační funkce

Jako první funkce, bude uvedeno stmívání pomocí tlačítka start/stop. Dobou stisku tlačítka určujeme je určeno, zda se aktivuje stmívání, nebo zda bude využita funkce zapínací. Bude-li tlačítko stisknuto po kratší dobu, než je nastaven čas v aplikačním programu (např. <600 ms), bude odeslán spínací telegram. Pokud bude doba stisku delší než 600 ms, odešle se telegram značící start stmívání. Po dobu stisku tlačítka bude stmívání pokračovat do doby uvolnění tlačítka. Doba stmívání je určena dobou, kdy je stisknuto tlačítko. Po uvolnění tlačítka se funkce ukončí. K zajištění správnosti vykonání požadovaných funkcí poslouží telegramy, které jsou odesílány s odlišnými skupinovými adresami. [6]



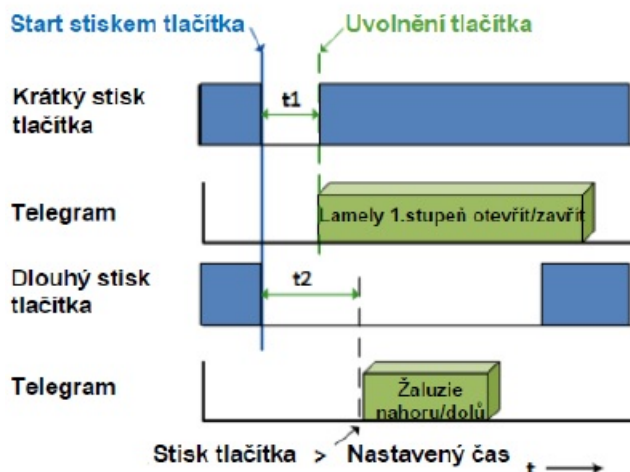
Obrázek 1.4: Stmívání telegramem start/stop [7]

K zajištění větší ochrany a spolehlivosti je využíváno stmívání řízené cyklickými telegramy. Přerušování řízení dálkového systému, který byl ovládán například s pomocí infračerveného ovladače, nastane při průchodu osobou v daném prostoru. Aby se vyloučil tento možný stav a nestalo se, že důležitý telegram například „stop“ by nebyl přijat, je voleno ve většině případů takzvané cyklické odesílání telegramu při parametrizaci infračerveného ovládání. Stav, kdy může dojít k nepřijetí důležitého telegramu jako například „stop“, volí se ve většině případů takzvané cyklické odesílání telegramů při parametrizaci infračerveného ovládání. Při tomto nastavení vysílač odesílá telegram „zvýšit jas o 12,5 %“. Při výpadku takového telegramu nenastávají tak závažné důsledky jako v případě výpadku jednorázově odeslaného telegramu „stop“. [8]



Obrázek 1.5: Cyklické stmívání [8]

Další z možností je funkce řízení pohonu. Je využívána zejména u řízení žaluzií nebo rolet. Je podobná jako řízení stmívání. Rozdíl je ve významu krátkého a dlouhého stisku tlačítka.

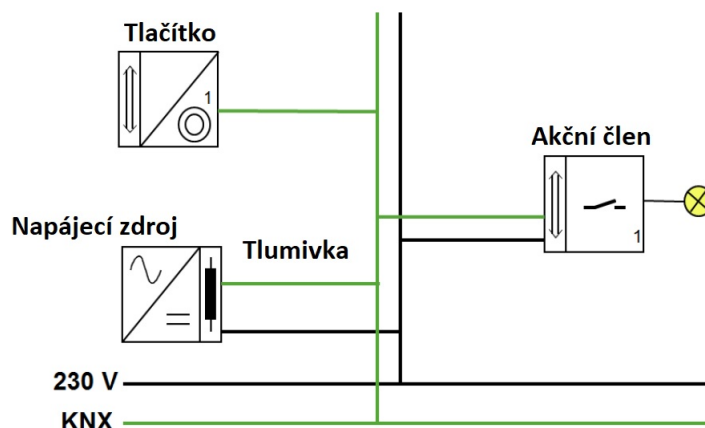


Obrázek 1.6: Ovládání žaluzií [8]

Doba  $t_2$  (např. 600 ms) slouží jako hranice mezi příkazy „lamely krok otevřít nebo zavřít“ a „žaluzie nahoru nebo dolů“. Doba  $t_1$  je určena pro odskoky kontaktu tlačítka. Běžně zde žádný takový čas není. Určujícím rozdílem mezi funkcí stmívání a pohybu je doba stisku tlačítka. Jakmile se při jeho stisku pohon rozjel, bude pokračovat ve svém pohybu do té doby, než bude vyslán krátký telegram k jeho zastavení. Tento postup je dán tím, že rolety nebo žaluzie potřebují delší pracovní dobu než stmívací akční člen k plnému rozsvícení. Krátký stisk má zde dvě různé funkce. Pokud motor není v pohybu a žaluzie umožňují natočení lamel, dojde k jejich natočení. V případě, kdy je možné natáčet lamely a není motor pohybu, dojde při krátkém stisku k jejich natočení. V případě, kdy je motor v pohybu, dojde při krátkém stisku tlačítka k jeho zastavení. Když motor je v pohybu, dojde při krátkém stisku tlačítka k jeho zastavení. Pro využívání všech funkcí k řízení a natáčení rolet je zapotřebí, aby bylo možné využívat jak krátké, tak dlouhé povely pomocí stisku tlačítka. Z toho vyplývá, že pro řízení rolet jsou třeba oba povely a to krátký i dlouhý stisk i v případě, že nedochází k natáčení lamel. [9]

### 1.4.3 Minimální instalace KNX

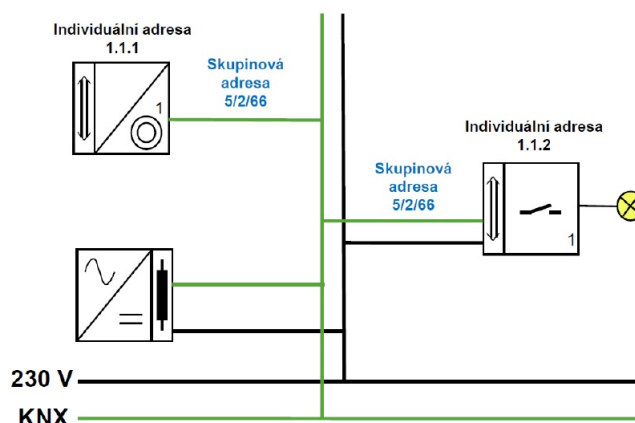
Soustavu, která obsahuje dále vyjmenované přístroje, lze označit za minimální instalaci soustavy KNX. Jsou to KNX napájecí zdroj o stejnosměrném napětí 30 V. Dále tlumivka, která již může být i součástí zdroje. Snímač, který je zpravidla napájený z napájecího zdroje KNX. Využíván je i akční člen a sběrníkové vedení, které propojuje akční členy a KNX napájecí zdroj. Toto slouží pro přenos dat a napájení. Je požadováno, aby bylo dvoužilové (na obrázku zelenou barvou). [9]



Obrázek 1.7: Minimální instalace [9]

#### 1.4.4 Adresování

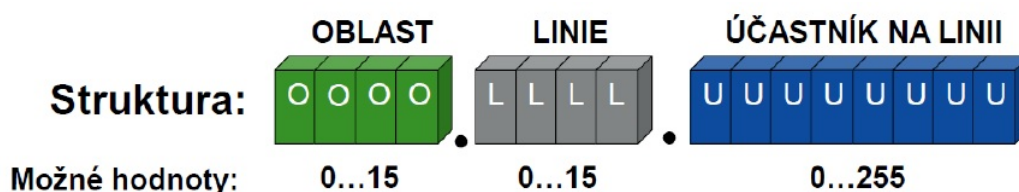
V KNX se vyskytují dva typy adresování, a to individuální a skupinové adresování.



Obrázek 1.8: Adresování [9]

##### 1.4.4.1 Individuální adresa

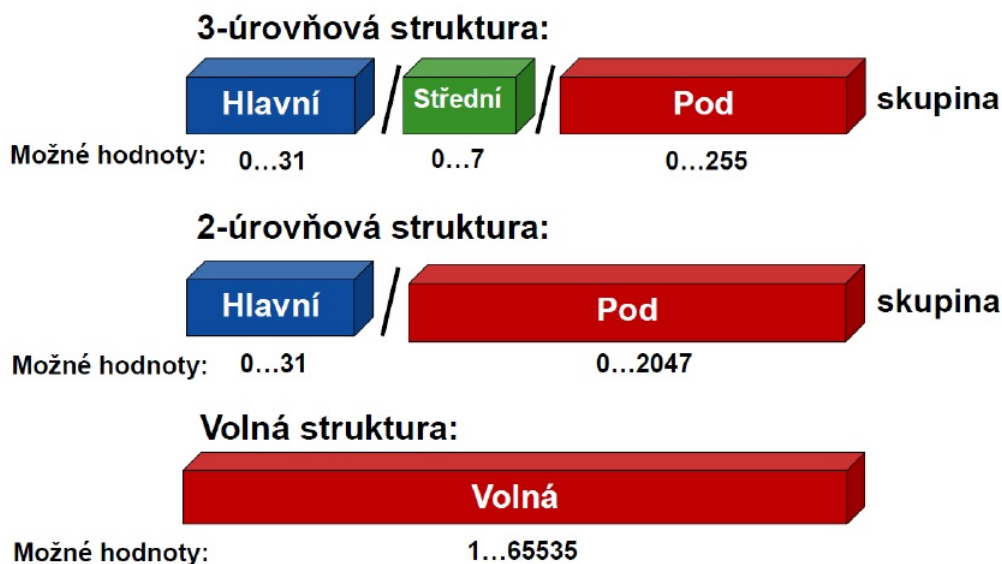
V rámci instalace KNX musí být individuální adresa vždy jedinečná. Jejím hlavním úkolem je, aby program ETS jednoznačně identifikoval správný přístup pro nahrání aplikačních a parametrizačních dat. Individuální adresa má v telegramu pevnou 16ti bitovou strukturu. V ETS a KNX dokumentaci jsou individuální adresy zobrazeny v desítkovém formátu s oddělovacími tečkami. Jakmile účastník na sběrnici stiskne programovací tlačítko na přístroji, je dán předpoklad k tomu, že je připraven přijmout svoji fyzickou adresu. Po stisku, se rozsvítí programovací LED. Individuální adresa se pomocí programu ETS přiděluje sběrnice přístroji natrvalo. Po jejím přidělení je pokračováno s přidělováním potřebné aplikace, konfigurace, parametry nebo skupinové adresy. Je-li dán přístroj do provozu, komunikace probíhá již výhradně pomocí skupinových adres. [9]



Obrázek 1.9: Struktura individuální adresy [10]

#### 1.4.4.2 Skupinová adresa

Komunikace mezi přístroji probíhá běžně prostřednictvím skupinových adres. Projektantem je definována pro každou funkci v instalaci příslušná skupinová adresa. Ten má pro svůj výběr k dispozici celkem až 65 535 skupinových adres. Skupinová adresa 0/0/0 je rezervována pro celoplošná hlášení. Tedy pro telegram, který je určený všem účastníkům. Například jak může probíhat přidělení skupinové adresy. [11]



Obrázek 1.10: Struktura skupinové adresy [11]

Pro každý projekt je možné si zvolit jednu z následujících struktur skupinových adres:

- 3-úrovňová struktura (hlavní skupina/střední skupina/podskupina)
- 2-úrovňová struktura (hlavní skupina/podskupina)
- Volná struktura



Úroveň slouží pouze pro lepší celkový přehled funkcí/skupinových adres vytvořených v ETS. Nejpoužívanější je 3-úrovňová struktura pro její nejlepší přehlednost. Projektant si může měnit úrovně struktur v projektu ETS u každého jednotlivého projektu. Pro lepší představu jsou uvedeny příklady 3-úrovňové struktury:

- 7/5/1 hala číslo 7, spínání světla 1
- 7/5/2 hala číslo 7, spínání světla 2
- 7/5/3 hala číslo 7, spínání všech světel společně
- 9/5/4 centrální ovládání hala 1-7

Volná struktura skupinových adres umožňuje nejpružnější volné členění. Význam jednotlivých členění si projektant zvolí podle potřeby, ale využita bývá nejčastěji tato struktura:

<b>Hlavní skupina</b>	Číslo podlaží
<b>Střední skupina</b>	Funkcionalita (např. 1 = osvětlení, 2 = topení, 3 = stínění, ...)
<b>Podskupina</b>	Konkrétní spotřebič nebo skupina spotřebičů (např. svítidlo 1 R424 zap/vyp, okno ložnice otevřít/zavřít, stropní osvětlení obývací pokoj zap/vyp, stropní osvětlení obývací pokoj stmívání, žaluzie místnost 424 nahoru/dolů,...)

**Tabulka 1.2:** Struktura [10]

Je doporučováno, pro snadnější orientaci v projektech, definovat ve firmě jednotnou strukturu skupinových adres a tu dodržovat ve všech instalacích. Jejich následná editace je pak snadnější pro provádějící osobu. Skupinová adresa může být přidělena sběrnicovému přístroji libovolně, bez ohledu na to, na kterém místě instalace je umístěna. Pokud by měly být shrnuty dosavadní informace, individuální adresa je důležitá při uvádění do provozu a diagnostice prostřednictvím programu ETS z důvodu adresace jednotlivých zařízení. Skupinové adresování převládá při následném provozu soustavy. V tomto stavu má individuální adresa zanedbatelný význam. [10]

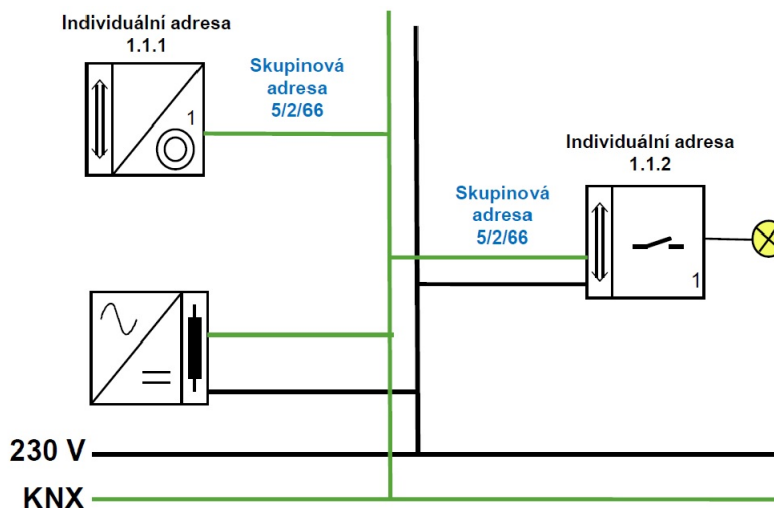
Typ adresy	Použití	Pro názornost příklad z pošty
<b>Individuální adresa</b>	Cílová adresa v ETS “programovacím telegramu” umožňující nahrát do sběrnice přístroje aplikaci a parametry.	Pro Jan Novák Sokolova 12 619 00 Brno
<b>Skupinová adresa</b>	Cílová adresa během “normálního provozu” jako např. “Osvětlení místnosti 424 zap/vyp”	Poštovní balíček: Nabídka domácnostem na instalaci fotovoltaických panelů

**Tabulka 1.3:** Shrnutí adresování [10]

Při vyhodnocení všech dosavadních poznatků můžeme konstatovat, že akčním členům lze přiřadit několik skupinových adres. Snímače ale mohou odeslat jedinou skupinovou adresu v telegramu. [10]

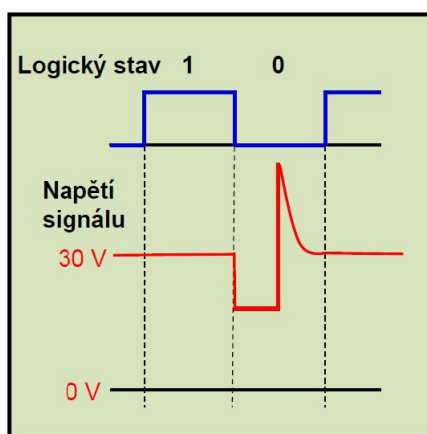
#### 1.4.5 Konfigurace a uvedení do provozu

Přístroj, který chceme připravit k provozu, musíme nejprve umístit do instalace a následně do něj nahrát příslušný aplikační program pomocí softwaru ETS. Před nahráním je nutné provést následující konfigurační kroky v ETS. Přidělení individuálních adres jednotlivým přístrojům, aby bylo možné jednoznačně přístroje identifikovat v celé instalaci. Vybrat vhodný aplikační program pro konkrétní přístroj a poté nastavit jeho parametry. Závěrem přiřadit skupinové adresy, aby došlo k logickému propojení snímačů, akčních členů a realizaci požadovaných funkcí. Po konfiguraci má instalace fungovat následovně. Stiskne-li se horní část kolébky jednonásobného tlačítkového snímače s adresou 1.1.1 (Obrázek 1.8), snímač vyšle telegram, který obsahuje skupinovou adresu 5/2/66 a hodnotu (1=zapnout). Tento telegram přijmou a vyhodnotí všechny připojené sběrnice přístroje. Pouze ale přístroje se shodnou skupinovou adresou vyšlou potvrzovací telegram o správném, nebo chybném přijetí. Zároveň přečtou hodnotu, tu vyhodnotí a podle toho se zachovají. V našem příkladu sepne spínací akční člen s adresou 1.1.2 (Obrázek 1.11) své výstupní relé, kterému je přiřazena skupinová adresa 5/2/66. Při stisku dolní kolébky se odehraje stejný postup, pouze vyslaná hodnota (0=rozepnout) rozpojí výstupní relé akčního členu. [11]



Obrázek 1.11: Příklad adres v KNX instalaci [11]

Jak bylo zmíněné, v systému KNX jsou dva logické stavy a to „0“ a „1“. Jsou to stavy, které může jeden bit nabývat. Pokud bit v KNX má hodnotu logická „0“ protéká proud. Pokud hodnotu „1“, proud neteče. To znamená, že pokud vysílá více účastníků současně, tak ten, který vysílá „0“, smí pokračovat ve vysílání. Během logického stavu „1“ není přítomný napěťový signál. Během logického stavu „0“ proud protéká. Jednoduše řečeno, kdo má „0“ má přednost.

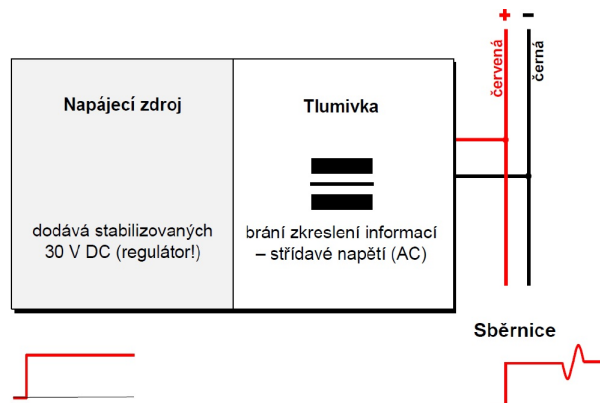


Obrázek 1.12: Struktura bitu [11]

Data se přenáší symetricky po obou vodičích krouceného páru. Ani jeden z vodičů se neuzemňuje ani nepřipojuje k PE svorkovnici. Stejně tak stínění není uzemněné. Sběrníkový přístroj vyhodnocuje rozdíl napětí mezi oběma vodiči. Vyzařované rušení působí na oba vodiče ve stejné polaritě a neovlivní proto rozdíl napětí signálu. [11]

### 1.4.6 Připojení napájecího zdroje ke sběrnici TP

Sběrnice je ze zdroje napájena přes tlumivku. Úprava odchylky od jmenovitého napětí 30 V je prováděna stabilizátorem, který je ve zdroji obsažen. Pokud by byla sběrnice napájena přímo z napájecího zdroje, stabilizátor napětí by se pokoušel korigovat také střídavé napětí, které ale přenáší data. To je nežádoucí a způsobovalo by to „přetahování“ mezi vysílajícími sběrniceovými přístroji a stabilizátorem napětí ve zdroji.

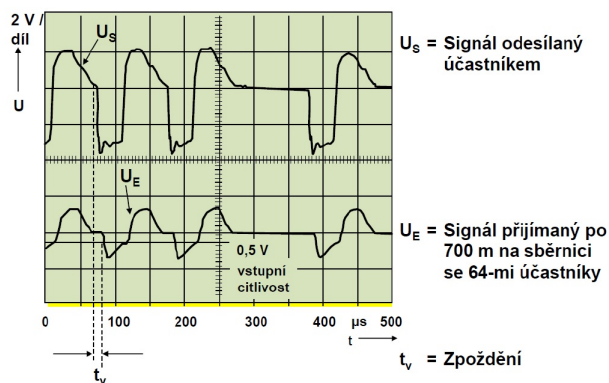


Obrázek 1.13: Připojení napájecího zdroje ke sběrnici TP [12]

To co způsobuje v systému jistou necitlivost, je tlumivka se svou indukčností. Zde jsou dovoleny krátkodobé odchylky od jmenovitého napětí 30 V a zároveň je dovoleno stabilizovat stejnosměrné napájecí napětí. Dalším úkolem tlumivky je generování kladné poloviny střídavého napěťového impulsu. Záporná půlvlna je generována vysílacím zařízením. Tato spolupráce mezi sběrniceovým přístrojem a tlumivkou má za následek střídavý napěťový signál bez stejnosměrné části. Veškerá uvedená činnost v systému je důležitá pro bezchybné vyhodnocení signálu v přijímačích. [12]

### 1.4.7 Délky vedení

Při průzkumech bylo zjištěno, že ztráty při přenosu signálu a jejich rušení nastávají při větších délkách než je 1000 m. Proto je omezena maximální možná délka v liniovém segmentu právě na těchto 1000 m. Při potřebě delšího vedení je možné využít decentralizovaných napájecích zdrojů. Vzdálenosti mezi různými účastníky se liší. Jelikož tlumivka má velký vliv na vytvoření vyrovnávacího pulsu, mohou být sběrniceové přístroje instalovány maximálně ve vzdálenosti 350m od sebe. Proto napájecí zdroj a účastník mohou být od sebe vzdálený maximálně 350 m. Vzdálenost účastník – účastník je dvojnásobná, a to až 700 m. Celková délka vedení může být maximálně 1 000 m. Přenos telegramu po sběrniceovém vedení vyžaduje určitý čas. Při snaze o současné vysílání více sběrniceových přístrojů může nastat kolize, která se může projevit až na vzdálenost 700 m.



Obrázek 1.14: Zkreslení signálu na vedení po 700 m [13]

Maximální počet účastníků na segment vedení závisí na jejich celkové energetické spotřebě. V praxi se nejčastěji používají napájecí zdroje KNX s výstupním proudem 640 mA při stejnosměrném napětí 30 V. [13]

### 1.4.8 Zásady instalace KNX

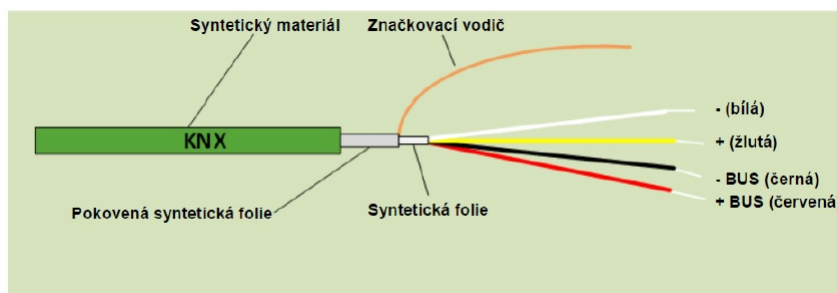
Pro ovládaní systému KNX je tato jeho část provozována na bezpečné napěťové hladině SELV. Dovoleno je napěťový rozsah do 50 V střídavých a nebo 120 V stejnosměrných. Důležitým faktorem je proto fakt, že síť SELV nesmí být uzemněna. Napětí pro sběrnici KNX TP generuje bezpečnostní oddělovací transformátor. Soustava zahrnuje bezpečnostní izolaci pro oddělení od jiných sítí a základní izolaci vůči ochrannému obvodu. Platí zde pravidlo, že kabely určené pro instalaci do silnoproudých sítí, nesmí být používány k instalaci sběrnicových sítí.



Obrázek 1.15: Přehled instalace SELV [14]

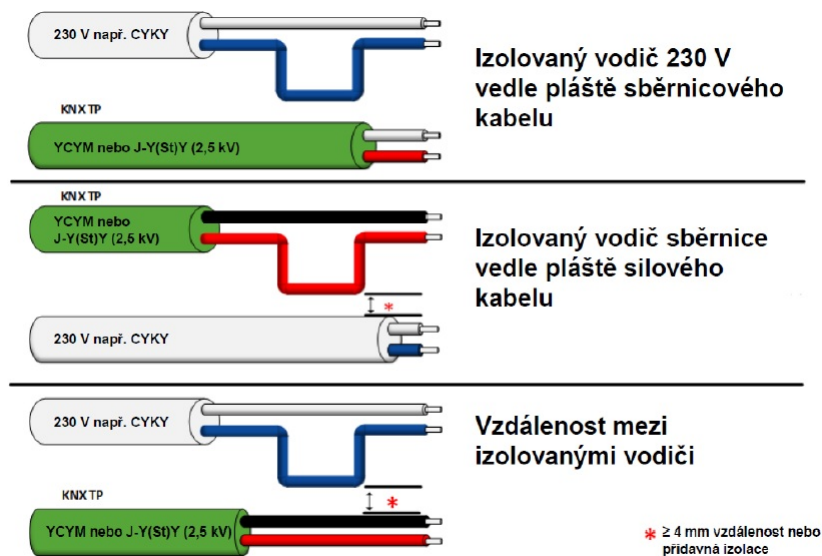
Kabely, které jsou určeny k použití na instalacích KNX, musí splňovat požadavky KNX. Například vodiče YCYM 2x2x0,8 nebo J-Y (St) Y 2x2x0,8. Lze je použít v pevných instalacích, kde jsou suché, vlhké a mokré prostory. Využívány jsou jednak v povrchové montáži, jednak v montáži do trubek. Vodič YCYM 2x2x0,8 lze použít, je-li zajištěna ochrana proti přímému

slunečnímu záření i ve venkovních prostorách. Jeho zkušební napětí je dle EN 50090 4 kV. Druhý z kabelů lze při venkovní montáži použít pouze, pokud bude zapařován v trubkách a jeho zkušební napětí je podle normy EN50090 2,5 kV. [14]



Obrázek 1.16: Detail KNX kabelu [14]

Maximální délka vedení linie, maximální vzdálenost mezi dvěma přístroji v linii a maximální počet účastníků na sběrnici v jedné linii je garantována již zmíněnými kabely, které jsou standardizované. Vše je založeno na odporu smyčky 75 Ω a na parazitní kapacitě smyčky 100 nF na vzdálenost 1 km vedení. Pro kabely je vytvořen katalogový list, kde je u všech ostatních kabelů zaznamenáno jaká musí být dodržena jejich maximální délka. Stínění kabelů se nezapojuje. Při použití standardizovaných kabelů se zkušebním napětím 4 kV platí, že se na červený vodič připojuje plus a na černý mínus. Pro kladení sběrnicových vedení platí v zásadě stejné předpisy a instalační podmínky jako pro instalaci sítí 230/400 V AC. 11



Obrázek 1.17: Uložení kabelů [14]

Co se týče zvláštních požadavků na kladení kabelů v instalaci KNX je důležité dodržet následující kroky:

- Izolovaná vedení silových kabelů s izolačním pláštěm a sběrníková vedení KNX se smí ukládat v těsném souběhu.
- Minimální vzdušná vzdálenost 4 mm musí být dodržena mezi izolovanými jádry vodičů KNX TP odpláštěného sběrníkového kabelu a stejně upravenými vodiči silového vedení, nebo alternativně tyto vodiče musí být opatřeny ekvivalentní izolací. To platí i pro ostatní vedení proudových obvodů jiných než SELV/PELV.
- Dodržení vzdálenosti od svodičů přepětí.

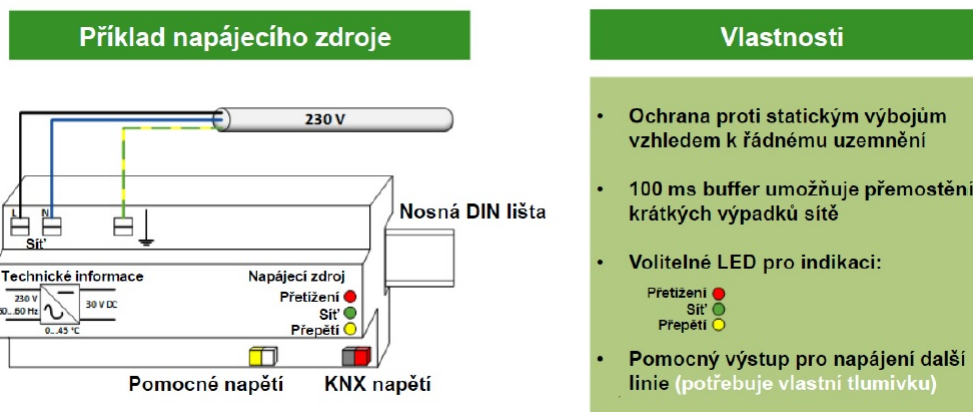
[14]

#### 1.4.9 Rozváděč pro přístroj KNX

Pro účel instalace KNX lze využít i běžné komerční rozvaděče, které jsou vybaveny nosnými lištami DIN 35x7,5 mm dle ČSN EN 50022, na něž se potom montují KNX TP přístroje vybavené možností takové montáže. Zadní přítlační kontakty jsou již ve výbavě u některých přístrojích KNX TP pro montáž na nosnou lištu a pro propojení se standardní datovou přípojnici, vlepenou do nosného profilu. Jiné jsou vybaveny běžnou sběrníkovou svorkovnicí pro připojení sběrníkového vedení. Kryt přípojnice slouží k ochraně nevyužití části vlepené datové přípojnice. Je-li silová část oddělena od sběrníkové části přepážkou, neplatí žádné zvláštní instalační předpisy. Není-li dodrženo toto oddělení přepážkou, je vedeno sběrníkové vedení s pláštěm až k přívodním svorkám přístupů. Je nutno vybrat takový způsob montáže, aby bylo zabráněno přímému dotyku izolovaných vodičů silových a sběrníkových vedení. Silové přístroje s vyššími výkonovými ztrátami vyvíjí teplo, na tuto skutečnost proto musí být brán ohled a z těchto tepelných důvodů by neměly být sběrníkové přístroje instalovány nad silovými přístroji. [15]

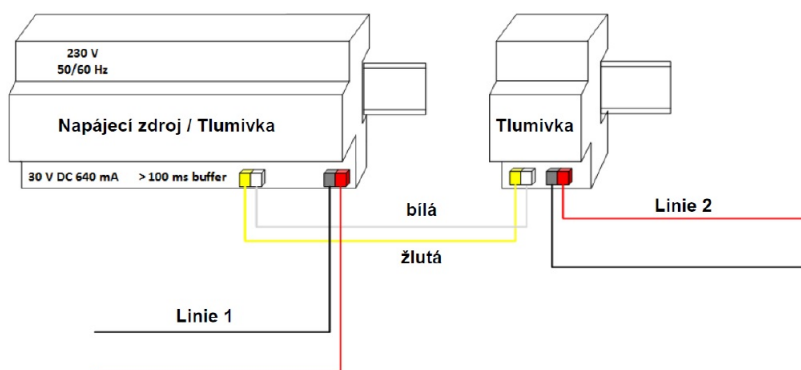
#### 1.4.10 Napájecí přístroj

Úkolem napájecích zdrojů je produkování a kontrola systémového napětí 30 V, potřebné pro provoz instalace KNX TP. Každá z linií vyžaduje vlastní napájecí zdroj pro přístroje na sběrnici. Napájecí zdroj je vybaven napěťovými a proudovými řídicími obvody, a proto je schopen odolávat zkratu. Zdroj je schopen krátkodobě přemostit přerušeni dodávky ze sítě a to až po dobu 100 ms. Sběrníkové přístroje vyžadují napájecí napájení minimálně 21 V. V katalogovém listě od výrobce je uvedena jejich spotřeba energie.



Obrázek 1.18: Příklad napájecího zdroje [15]

Pro ochranu přístrojů na sběrnici před účinky statických nábojů jsou v napájecím zdroji oba póly sběrnice propojeny s ochrannou svorkou vysokou svodovou impedancí. Napájecí zdroj musí být uzemněn. Proto ochranná svorka napájecího zdroje musí být propojena s ochranným obvodem. Toto propojení musí být provedeno zeleno/žlutým vodičem. Takové propojení neplní žádnou ochranu ve smyslu bezpečnostních předpisů a neodporuje tedy ustanovením, která platí pro síť SELV. Téměř všechny napájecí zdroje, nebo samostatné tlumivky mají resetovací spínač a červenou kontrolní LED. Tímto spínačem lze připojenou linii odpojit od napětí. Tlumivky zabraňují zkratu sběrnicových telegramů filtračním a zároveň nabíjecím kondenzátorem zdroje. Podle jmenovitého výstupního proudu jsou k výběru různé napájecí zdroje a to od 160 mA do 640 mA. Počet sběrnicových přístrojů, které lze připojit do jedné linie záleží na výkonu použitého zdroje a odběru těchto přístrojů. Většina napájecích zdrojů obsahuje tlumivku. Pokud součástí zdroje není, je doplněn o externí. [15]



Obrázek 1.19: Zdroj s použitím externí tlumivky pro napájení druhé linie [15]



### 1.4.11 Kontrola instalace

Přehled potřebných kroků k prověření správnosti instalace KNX před jejím spuštěním

<b>Kontrola instalace</b>
<b>1. Prověřit, zda byly dodrženy doporučené délky kabelů</b>
<b>2. Vizuálně prověřit značení konců sběrnicevých kabelů</b>
<b>3. Prověřit instalaci s ohledem na nepřipustné zapojení kabelů</b>
<b>4. Změřit izolační odpor kabelu sběrnice</b>
<b>5. Prověřit polaritu na všech přístrojích na sběrnici</b>
<b>6. Změřit napětí na všech koncích sběrnice (minimum 21 V)</b>
<b>7. Zaznamenat výsledky kontroly instalace</b>

**Tabulka 1.4:** Kroky ke kontrole instalace [16]

Na sběrnicevých vedeních, vlivem jejich ohmického odporu, kapacity a indukčnosti dochází k úbytkům napětí a prodlužování doby přenosu telegramů. V tabulce níže je přehled fyzikálních hranic instalace KNX TP.

Délka jednoho liniového segmentu	<b>max. 1000 m</b>
Vzdálenost mezi napájecím zdrojem a sběrnicevým přístrojem	<b>max. 350 m</b>
Vzdálenost mezi dvěma napájecími zdroji, včetně tlumivek	<b>Podle specifikace výrobce</b>
Vzdálenost mezi dvěma sběrnicevými přístroji	<b>max. 700 m</b>

**Tabulka 1.5:** Vzdálenost přístrojů [16]

Z důvodu následné lepší orientace a jednoznačné identifikace vodičů jsou konce sběrnicevého vedení KNX TP označovány popisem KNX TP nebo BUS. Možné přídatné označení s uvedením oblasti a linie, v které se nachází, usnadňuje následnou lokalizaci konkrétních sběrnicevých vedení při programování, zkouškách a údržbě. Musí být dodržena zásada, že sběrnicevá vedení různých linií nesmí být nikdy navzájem propojena. Chceme-li zjistit skutečnost a provést kontrolu těchto nepřipustných spojení, provedeme je tak, že odpojíme napájecí zdroj na kontrolované linii. Pokud se po stisknutí programovacího tlačítka rozsvítí programovací LED dioda, nastalo nepřipustné spojení. Izolační odpor sběrnicevého vedení se měří stejnosměrným napětím 250 V, který musí dosáhnout hodnoty alespoň 500 k $\Omega$ . Vodič je měřen proti PE, nikoliv vodič proti vodiči. Poškození svodiče přepětí lze předejít tak, že se před měřením odpojí, zároveň tak nedochází k ovlivnění měření. Polaritu lze zkontrolovat u všech sběrnicevých přístrojů. Sběrnicevé přístroje se uvedou do programovacího režimu stiskem jejich programovacích tlačítek. Pokud se rozsvítí jejich LED diody, jsou přístroje připojeny správně. Opět k provozu

je přivedeme tak, že provedeme další stisknutí programovacího tlačítka a programovací LED diody zhasnou. Po montáži všech sběrnicových přístrojů se na těchto zařízeních změří voltmetrem napětí, které musí být alespoň 21 V, ideální je, když je naměřeno více. Všechny výsledky zkoušek se zaznamenají a uvedou v příložené dokumentaci k instalaci KNX TP. [16]

## 1.5 KNX Powerline PL110

KNX PL 100 umožňuje přenos telegramů přímo po síti 230/400 V AC, z tohoto důvodu není třeba samostatného vedení. Telegramy jsou přenášeny po jakémkoliv fázovém a nulovém vodiči, které musí být připojeny ke každému přístroji. Systém je patřičně přizpůsoben přístrojům KNX TP. Proto je možné nasadit třeba aplikační modul „tlačítkový snímač“ na zapuštěnou síťovou hlavní spojku a po sběrnicovém vedení 230/400 V do ní nahrát aplikační software. Zajištění vysoké přenosové bezpečnosti během přenosu telegramu je umožněno díky KNV PL 110 i přes nedefinovatelné přenosové vlastnosti energetické sítě. Toto nastává v případech, kdy neznáme předem parametry sítě, například délku vedení, počet připojených přístrojů a podobně. Systém pracuje obousměrně v poloduplexním provozu, to znamená, že každý připojený přístroj může přijímat i odesílat signál.

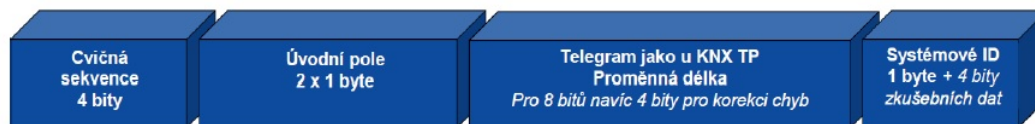
Příklady pro použití KNX PL 110 mohou být:

- Řízení ve světelných instalacích (spínání, stmívání)
- Aplikace s motorovým pohonem (žaluzie, otevírání vrat)
- Hlášení
- Přenos analogových hodnot
- Časově závislé nebo centrálně řízené aplikace
- Simulace přítomnosti
- Vizualizace dotykovými displeji

Přerušení přenosu telegramu může být způsobeno, jsou-li síťové poměry nedefinovatelné. Z tohoto důvodu je nepřípustné realizovat aplikace KNX PL110, u nichž by vynechání telegramu mohlo vést k rozsáhlým následným škodám. Takovou aplikací může být například řízení výtahu. Jedná se o největší nevýhodu a slabinu KNX PL110. [16]

### 1.5.1 Přenos telegramu

V porovnání s telegramem KNX TP vyžaduje přenos telegramu KNX PL110 přídavné informace. Jeho telegram je složitější. Skládá se z cvičné sekce, úvodního pole, samotného telegramu a systémového ID.



Obrázek 1.20: Přenos telegramu [3]

Cvičná sekvence umožňuje automatické nastavení citlivosti všech síťových spojek kromě té, která vysílá. Citlivost všech síťovaných spojek a jejich automatické nastavení je umožňováno cvičnou sekvencí, ovšem bez té, která vysílá. Příjímače nastaví svůj příjem podle aktuálních podmínek v síti. Dvě funkce obsahuje úvodní pole, jedná se o označení začátku přenosu a řízení následného postupu na sběrnici. Následuje vlastní telegram stejně jako u KNX TP, kde každému přenášenému bytu se ještě navíc připojí 4 bity zkušebních informací. Těmi lze korigovat jednobytovou chybu a rozpoznat vícebitovou chybu. Systémové ID je obsaženo ve všech polích, které zakončují všechny telegramy. Pole obsahuje 8 základních bitů a další 4 bity pro zkušební informace. Telegram může být nastaven projektantem mezi 1 až 254. Systémové ID 0 je rezervováno pro informace všem účastníkům. Jejím smyslem je to, že nemůžou být ovlivněny různé instalace KNX PL110, které jsou umístěny ve své blízkosti a leží vedle sebe. Proto je i z těchto důvodů ke každé instalaci přiřazeno vlastní systémové ID. ID je přenášeno jako součást telegramu a tak si každý přijímač může zjistit, zda telegram patří do jeho instalace a dle tohoto příslušně zareagovat. K montáži se využívají veškeré běžné kabely 230/400 V s podmínkou, že neobsahují uzemněné stínění. [3]

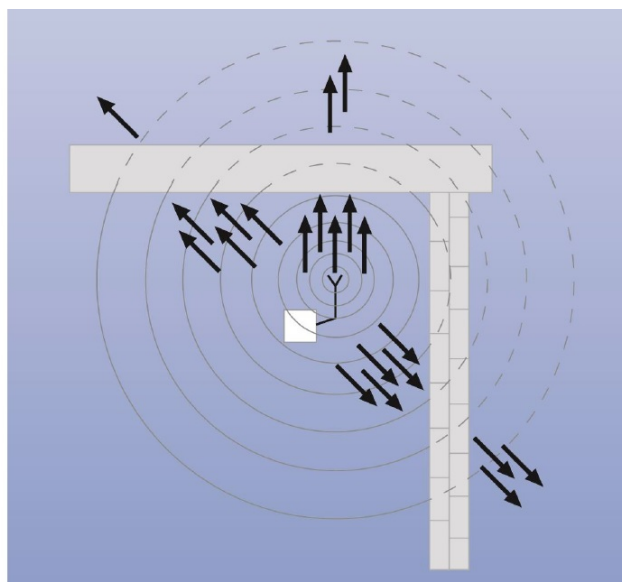
### 1.5.2 Shrnutí Powerline

Zřizování instalací Powerline je možné bez omezení v obytných objektech. Podmínkou ovšem je, že se jedná o uzavřené oblasti. Například instalace za elektroměrem nebo oddělené napájení systémů ve větších budovách. Instalace bývá využívána pro systém osvětlení nebo systém žaluzií v administrativních budovách. Dodržováním zákonných předpisů a norem všech elektrických spotřebičů použitých v instalaci je dosaženo výborné odrušení těchto spotřebičů. Z praxe lze pozorovat, že rušení vyvolaná elektronickými předřadníky a elektronickými transformátory výrazně závisí na správné instalaci těchto přístrojů. Je důležité mít stanovené jednotlivé funkce instalace a požadavky zákazníků jako to bývá stanoveno u KNX TP. Přenosová rychlost je 1 200 bitů/s => lze přenést 6 telegramů za 1 s. Nesmí se používat stíněná vedení, kde jejich stínění bude uzemněné. Jestliže chceme, aby bylo zabráněno vzájemnému rušení a ovlivňování funkcí, je při vzniku více instalací v jedné budově zakázáno ukládání vedení souběžně. Jističe a proudové chrániče se jmenovitým proudem menším, než 10 A vykazují vysoký útlum signálu.

Proto se tyto přístroje nepoužívají a v případě potřeby je lze nahradit tavnou pojistkou. Pro ochranu proti přepětí platí stejné předpisy jako pro instalace 230/400 V. V případě, kdy je ke komunikaci používán transformátor, nesmí být využíván KNX PL 110. V těchto případech bývá nefunkční nebo nepracuje bezchybně. Dále se toto stává v sítích odlišných parametrů, například při napětí 110 V a frekvenci 60 Hz. Problém s přenosem informace nastává také v sítích, kde už jsou použity systémy s jinou nosnou frekvencí pro přenos dat v pásmu 95 kHz – 125 kHz. Nefunkčnost lze očekávat v sítích, které nejsou předpisově odrušeny nebo jsou odrušeny nedostatečně. Problémy vytváří síťové paralelní kondenzátory, usměrňovače, instalace UPS a nedostatečně odrušené průmyslové stroje. Z těchto důvodů jsou použity pro oddělení rušičů pásmové zádrže nebo samostatná vedení. U aplikace související s bezpečností, jako instalace pro monitorování funkcí se zachováním života a funkcí, jejíž selhání by vedlo k rozsáhlým škodám. [3]

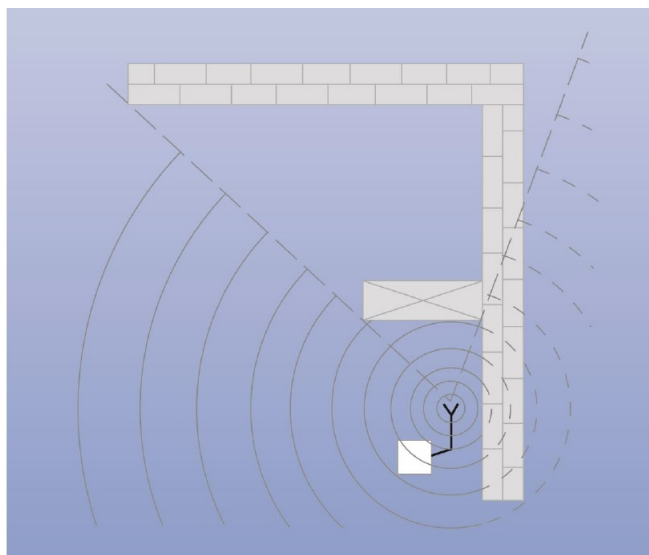
## 1.6 KNX RF

Bez instalace sběrnicového kabelu se obejde KNX RF, který má možnost přenosu telegramů pomocí radiofrekvenčního přenosového média. Vlastností signálu KNX RF je to, že je volně šířitelný a jeho dosah je výrazně vyšší, než jsou potřebné vzdálenosti budov. Z důvodu maximálního dovoleného přenosového výkonu a energetické úspory především přístrojů s akumulátorem, je dosah omezen na přibližně 100 m. Radiofrekvenční signály jsou na cestě mezi vysílačem a přijímačem zeslabeny z celé řady důvodů, a proto je v budovách skutečný dosah nižší. Pro přenos se využívá kmitočtové pásmo 868 MHz. [17]



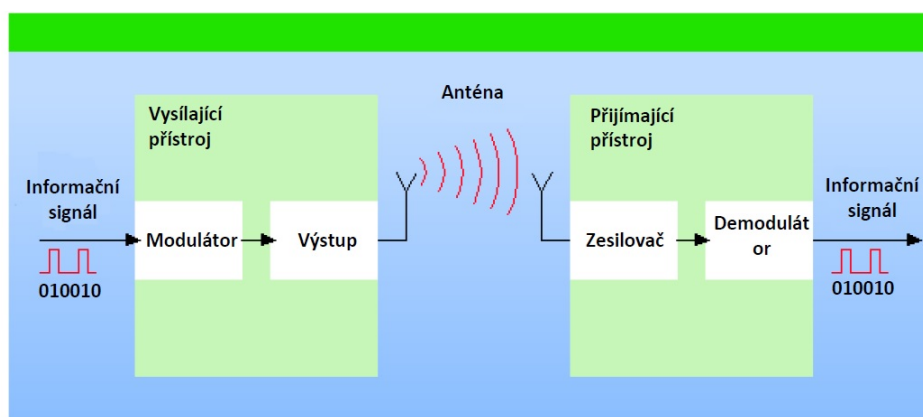
**Obrázek 1.21:** Zeslabení signálu po průchodu zdi [17]

Zeslabení radiových signálů je způsobováno při průchodu stěnami, nábytkem a stropy domů. Znemožnění příjmu signálu způsobují kovové předměty. Od nichž jsou odráženy radiové signály a je za nimi vytvářen radiový stín, který toto neumožňuje. Příklad můžete vidět na obrázku.



**Obrázek 1.22:** Radiový stín za kovovými dveřmi, zdmi nebo skříněmi [17]

Účinky odrazu mohou být jak kladné, tak záporné. Tyto kladné účinky jsou v místech, kde není možný přímý příjem signálu. Naopak záporný účinek mají odrazy v případě, že přijímač přijme jak přímý, tak odražený signál. Z důvodu časového posunu obou signálů přijatých rozličnými cestami, může být běžný signál oslaben ve srovnání s přímo přijatým signálem. Již při sestavování projektu je zapotřebí myslet na veškeré faktory, které mohou ovlivnit přenos signálu. Z těchto důvodů je třeba umístění RF přístrojů pečlivě volit. V nutnosti potřeby, například když v určeném místě není potřebný signál, bývá využit opakovač signálu. Pokud RF přístroj vyžaduje síťové napájení, je třeba zajistit jeho přivedení do konkrétního místa instalace.



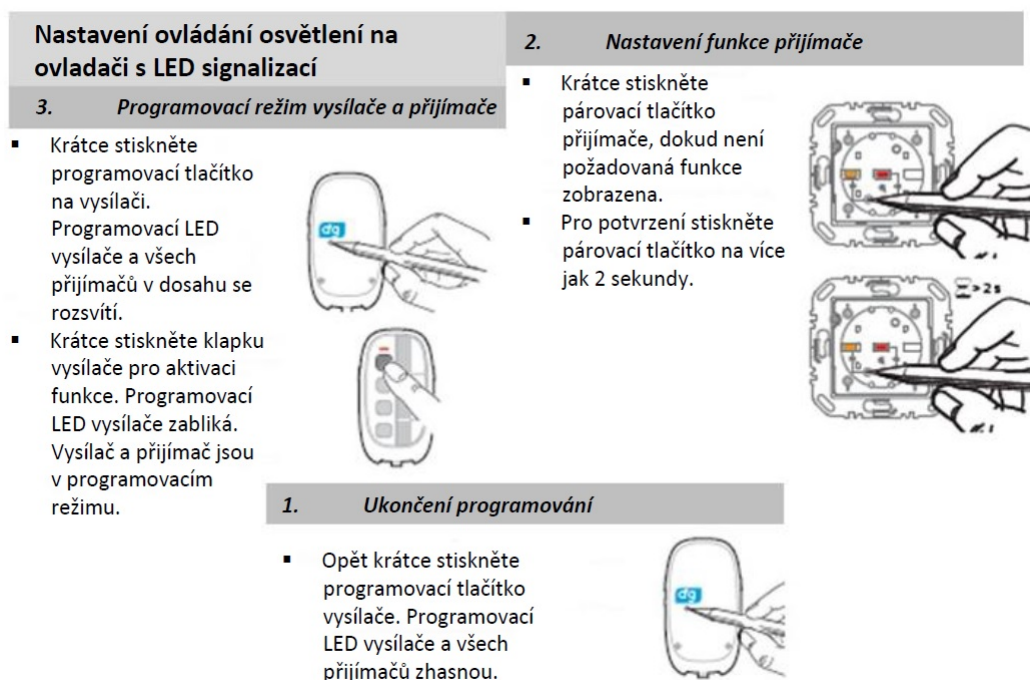
**Obrázek 1.23:** Blokové schéma KNX radiového přenosu [17]

Topologie přístroje v instalaci KNX s radiovým přenosem nemají žádné pevně stanovené umístění. Je-li radiový dosah dostatečný, je komunikace jakéhokoli akčního členu a snímače umožněna. Nezáleží na jejich umístění. Radio přenosové médium ale nemusí být totožné s prostorovým uspořádáním. KNX RF telegram může být také přijat přístrojem nainstalovaným v sousední KNX RF instalaci. Pečlivým výběrem umístění přístroje bude zajištěno omezení chybovosti systému. Součástí telegramu, který bývá odeslán přístrojem je proto i jeho sériové

číslo, z důvodu jednoznačné identifikace zařízení. K přirozenému oddělení sousedních KNX radio instalací a ke snížení dosahu ve stavebách napomáhají také konstrukční prvky budovy. Je kladena důležitost na konstrukci stropů, zdí a umístění nábytku. V případě nutnosti využití přístroje na delší vzdálenost, je její prodloužení signálu řešeno umístěním až dvěma opakovači. [17]

### 1.6.1 Propojování přenosových médií

Jednou z největších výhod KNX je možnost použít různá přenosová média. Jedna instalace může být kombinována s použitím sběrnice kabelu, radiovým přenosem a silovým vedením. Mediální spojky se využívají pro přenos informací a příkazů z přístroje na jednom médiu na přístroj na jiném médiu. Podle druhu spojky závisí, který telegram bude přenesen. Realizaci všeho lze provést dvěma různými způsoby. Při prvním způsobu realizace je využívána pouze ETS, kde je obdobná funkce jako u liniové spojky. Druhou možností je kombinace ETS a mediální spojky. Po ukončení instalace KNX RF systému je třeba systém odzkoušet dle platných předpisů pro instalace. Zjednodušeně se jedná o předpisy platné pro zařízení do 1000 V. Systém KNX RF je do provozu uváděn poměrně snadno propojením jednotlivých radiových vysílačů a přijímačů. Poměrně často je využívána pomoc DIP přepínače nebo spárováním ovladače po montáži. Další možností je využití programu ETS. Jak snímač, tak akční člen se uvedou do programovacího režimu a spárují se pomocí vazebního telegramu. Přesný postup, jak se přístroj uváděn do programovacího režimu najdeme na jeho štítku. V některých případech je třeba pro uvedení do provozu dodatečné nástroje, například PC. [2]

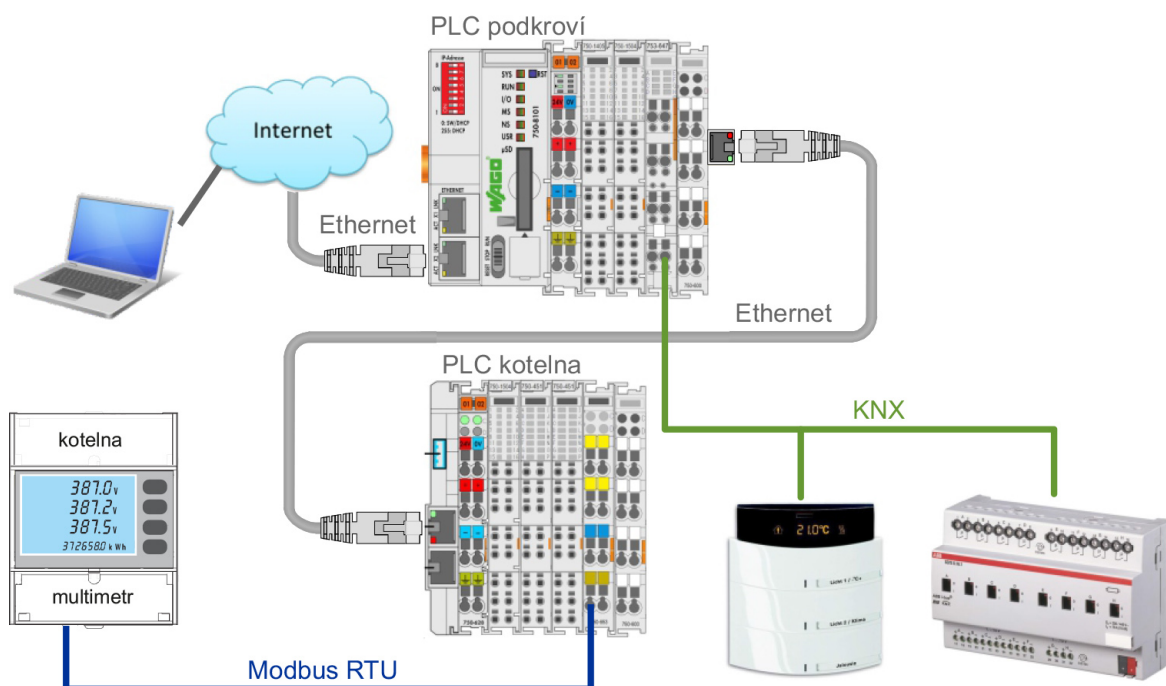


Obrázek 1.24: Příklad uvedení do provozu[2]

## 2 Návrh inteligentní elektroinstalace

Návrh inteligentní elektroinstalace je určen pro konkrétní vícepatrový obytný dům, který se nachází v Domažlicích. Jedná se o starší objekt, který je zařazen do třídy energetické náročnosti C - vyhovující. Požadavkem bylo optimalizovat náklady na elektrickou energii, zvýšit komfort obyvatel a snížit provozní náklady. V objektu se již nacházely krbová kamna s výměníkem umístěná v technické místnosti, tepelné čerpadlo vzduch/voda umístěné ve sklepě objektu a solární kolektor střeše domu. Dalším požadavkem bylo vytvořit inteligentní elektroinstalaci pro podkrovní bytovou jednotku s možností vzdáleného ovládání a zvýšení pohodlí obyvatel. Detailní vypracovaný projekt umístěn v příloze práce.

### 2.1 Přehledové schéma propojení komunikace s PLC



Obrázek 2.1: Propojení sběrníkových zařízení

## 2.2 Procesorový modul PCF100 ECO

Procesorový modul PFC 100 nabízí rychlý CPU v kombinaci s velkou datovou pamětí. Konektivita je zajištěná pomocí softwarové aplikace e!COCKPIT, operačního systému Linux a spoustou dalších rozhraní. O jeho bezpečnost se stará šifrování SSL/TLS, VPN a firewall. Vše je umístěné ve velice kompaktním pouzdře s operačním systémem Linux a vývojového prostředí CODESYS. Mezi jeho další přednosti lze zařadit integrovaný webový server, vizualizace v HTML5, operační systém pracující v reálném čase, možnost nahrávání programu z SD karty, bezpečnost díky výše zmíněnému šifrování a v neposlední řadě výhodná konfigurace pomocí aplikace e!COCKPIT. [18]

### 2.2.1 Funkce

Modul PFC100 lze snadno zařadit do aplikace WAGO e!COCKPIT a konfigurovat v ní hardware, simulovat a programovat řídicí úlohy. Platforma je založena na integrovaném autorizačním softwaru a v kombinaci s řídicí jednotkou představují ideální platformu pro vývoj na bázi prostředí CODESYS. Procesorem podporující protokoly jsou Modbus TCP klient/server nebo TCP/UDP. Pomocí sériového rozhraní lze využít protokol Modbus RTU klient/server. [18]

### 2.2.2 Výbava

Uvnitř programovatelné jednotky PFC 100 se skrývá procesor Cortex A8, který v této třídě nabízí vysoký výpočetní výkon. Podle konkrétních požadavků lze modul nakonfigurovat se třemi různými komunikačními rozhraními. Konkrétně se jedná o rozhraní pro Ethernet, RS-232/RS-485 nebo přepínačem DIP. Oblíbené je používání ethernetových rozhraní jako switch, které umožní vytvořit sběrníkovou topologii. Mezi jejich další výhody lze považovat možnost jednotlivé porty konfigurovat odděleně (DUAL-LAN). To nám umožňuje v případě potřeby vytvořit dvě samostatné sítě. Složitější systémy s webovou vizualizací je ideální uložit na SD kartu. [18]

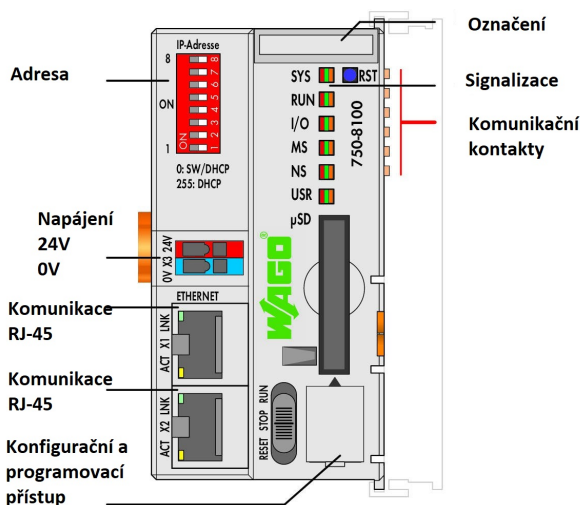




Obrázek 2.2: PFC100; 2× Ethernet; ECO [19]

### 2.2.3 Konstrukce

Díky umístění celého systému a to jak procesorového modulu PFC 100 tak i WAGO-I/O-SYSTEM na DIN lištu, lze ušetřit místo v rozvaděči a tím pádem snížit jeho celkové rozměry. Snížením rozměrů pro potřebný rozvaděč dochází i k finanční úspoře. Webový server pro vizualizaci na bázi jazyka HTML5 je součástí procesorového modulu a umožňuje ovládání instalace přes internet. Jedná se o kompaktní řešení a není nutné pořizovat další doplňkový komponent. Modul nabízí velice široké spektrum bezpečnostních funkcí včetně SSL/TLS,SSH,VPN a firewallu. Díky velice vysokému stupni ochrany PLC zamezuje možným kybernetickým útokům. Uživatelé vyžadující úplnou kontrolu nad systémem a upřednostňují jeho štihlou a bezpečnost mají k dispozici „embedded“ operační systém Linux. Tento systém pracuje v reálném čase a nabízí velkou flexibilitu jež vyplývá z používání softwaru s otevřeným zdrojovým kódem, který lze kdykoliv přizpůsobit velice specifickým požadavkům uživatele.



Obrázek 2.3: Detailní pohled na PFC 100 [19]

Procesové moduly jsou ve standartu kompatibilní s výkonným průmyslovým standartem CODESYS. Lze tak vyvíjet software v programovacích jazycích pro PLC dle normy IEC 61131-3 (ST, FBD, LD, IL, SFC a CFC). Prostředí CODESYS usnadňuje práci vývojářům a bez potřebného přeučování lze rozvíjet a zlepšovat stávající programy. Jeho součástí je podpora moderní vizualizační technologie a třeba i objektově orientované programování (OOP). [19]

## 2.3 Výběr osvětlení

Po výběru PLC pro řízení celého systému, bylo nutné vybrat systém pro ovládání osvětlení v objektu. Po bližším prozkoumání aktuálních možností inteligentního řízení, byly vybrány dvě alternativy. Jako první spínání osvětlení pomocí bezdrátových tlačítek od společnosti EnOcean a jako druhá možnost provedení kompletního osvětlení pomocí systému DALI. Výhody a nevýhody jednotlivých systémů jsou detailněji popsány níže v kapitolách 2.4, 2.5 a 2.6. Po zhodnocení a konzultaci s investorem byl pro naši instalaci vybrán komplexnější systém DALI. DALI v novém standartu DALI 2 nabízí větší spektrum možností nastavení a přizpůsobení instalace pro maximální komfort uživatele. Od možností stmívání LED světel, přes úpravu barevného spektra až k případné jednoduché následné změně konfigurace. EnOcean by bylo výhodnější instalovat například v prosklených kancelářských prostorách, kde není možné snadno rozvést sběrníkové vodiče.



**Obrázek 2.4:** Lustr na lanku DALI 3xE27/60W/230V [20]

## 2.4 EnOcean

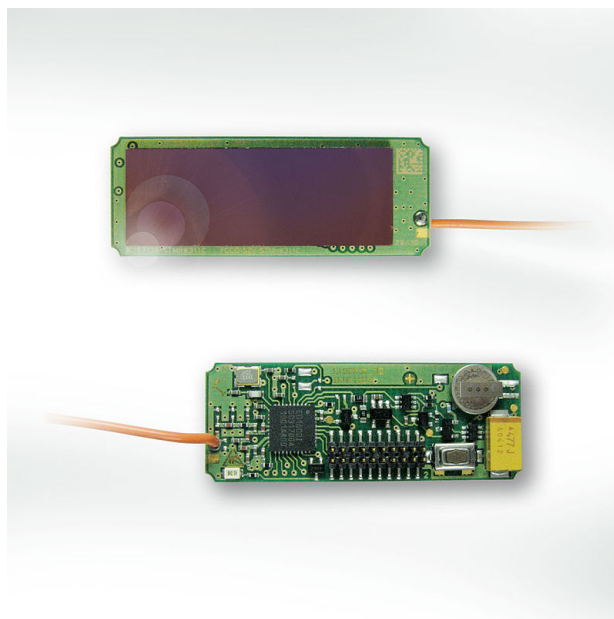
Společnost EnOcean se zabývá a vývojem bezdrátové technologie pro přenos signálů. Ta je prodávána pod značkou Dolphin a Easyfit. Moduly kombinují mikropřevodníky s malým výkonem a umožňují bezdrátovou komunikaci bezdrátových senzorů, přepínačů a regulátorů. Používají se například pro průmyslovou automatizaci, inteligentní domy, řízení LED osvětlení, nebo monitorování venkovního prostředí. [21]



**Obrázek 2.5:** Bezdrátový dálkový ovladač REMOTE Air [21]

### 2.4.1 Technologie

Technologie EnOcean je založena na energeticky efektivním využívání malého mechanického pohybu a dalších potenciálů z okolního prostředí. Zdrojem může být například vnitřní osvětlení, nebo teplotní rozdíly v prostoru. Za účelem transformace těchto kolísajících energií na požadovanou elektrickou energii se používají elektromagnetické, solární a termoelektrické měniče energie. Produkty na bázi EnOceanu pracují jako bezbateriové zařízení a jsou konstruovány tak, aby fungovaly zcela bezúdržbově. Rádiové signály z těchto snímačů a spínačů lze vysílat bezdrátově na vzdálenost až 300 m na otevřeném prostranství a zhruba 30 m ve vnitřních prostorách. Dřívější modely používaly piezoelektrické generátory, ale později byly nahrazeny elektromagnetickými zdroji energie, které snížily nutnou mechanickou energii k vyvolání signálu a prodloužily jejich životnost na zhruba 25 let při až 100 stisknutí za den. Signál se skládá z 14 bajtů a odesílání probíhá při rychlosti 125 kbit/ s. Energie se přenáší pouze pro jednu hodnotu z binárních dat, což snižuje potřebné množství energie. Moduly jsou optimalizované pro spínání aplikací přenášející dodatečné pakety na uvolnění tlačítkových spínačů, což umožňuje další funkce, například stmívání se světel. Pracovní frekvence jsou 902 MHz, 928,35 MHz, 868,3 MHz a 315 MHz. [22]



Obrázek 2.6: Vnitřní převodník světla pro sběr sluneční energie [23]

## 2.4.2 Příklady aplikací

Jedním z příkladů technologie je bezdrátový spínač osvětlení. Jeho velkou výhodou je, že šetří čas a materiál tím, že eliminuje potřebu instalovat vodiče mezi přepínač a ovládané svítidlo. Zároveň se jedná o bezúdržbové zařízení, které neobsahuje baterie. Kromě použití u osvětlovacích zařízení lze aplikace najít jako například čidla vlhkosti, světelné senzory, teplotní čidla a měřící jednotky. [24]



Obrázek 2.7: Příklad instalace v soustavě KNX [24]

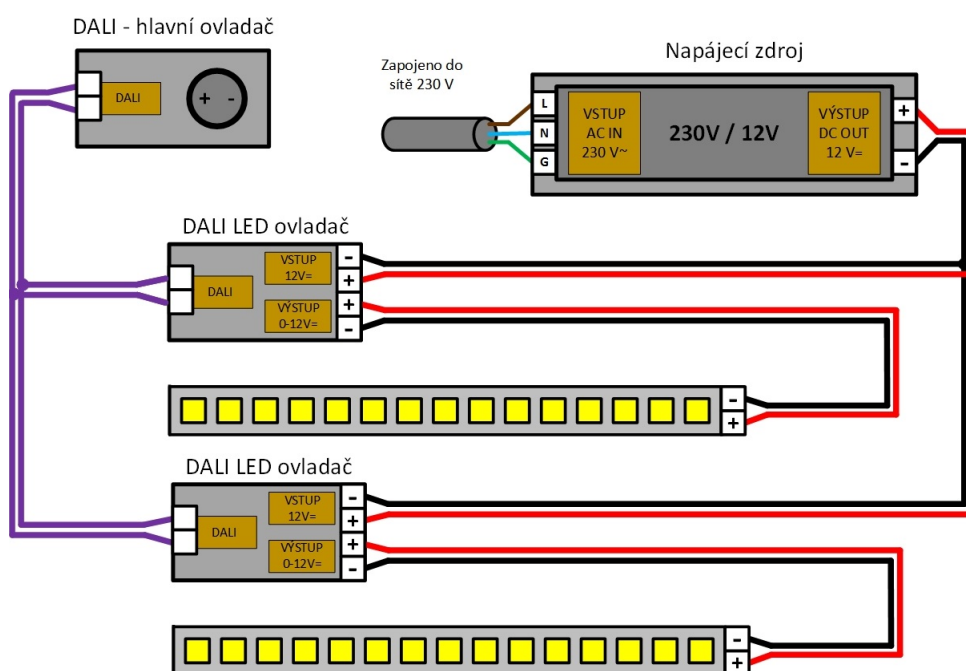
## 2.5 Sběrníkový systém DALI

Sběrníkové řízení osvětlení lze v projektech nacházet častěji a častěji. Sběrnice DALI vznikla v 90. letech. Jedná se o jeden z nejrozšířenějších způsobů řízení osvětlení. Její standart je popsán v normě ČSN EN 62386.

Výhody systému řízení DALI oproti použití standartního způsobu ovládní analogovými stmívači jsou například úspora kabeláže, možnost centrálního a skupinového řízení, zpětná vazba, a především její flexibilita. I při nutnosti propojit komponenty zvláštní komunikační linkou, může být její výsledná topologie téměř libovolná. Mezi oblíbenou funkci systému patří vytváření jednotlivých scén, které lze ovládat jedním povelom. Největší výhoda nastává při řízení velkých prostor, kde změna vzniká nastává okamžitě u všech ovládaných prvků. Zpětná vazba systému nám z celé soustavy dokáže automaticky zasílat informace o poruše. Při zjištění nefunkčnosti některého ze zařízení, odešle automaticky zprávu s tímto protokolem. Sběrnice DALI umožňuje upravovat algoritmy podle potřeby i na dálku, nebo změnit nastavení po uběhnutí zkušebního provozu a zjištění nevyhovujícího primárního nastavení. [20]

### 2.5.1 Princip

Pro lepší představu o sběrnici DALI se jako první seznámíme s tím, jak vypadá složení po stránce hardwaru. DALI je dvou vodičová sběrnice, u které nezáleží při zapojování na polaritě. Sběrníkové vodiče mohou být v jednom kabelu s kombinací vodiče pro 230 V a je dovoleno vícefázové napájení.



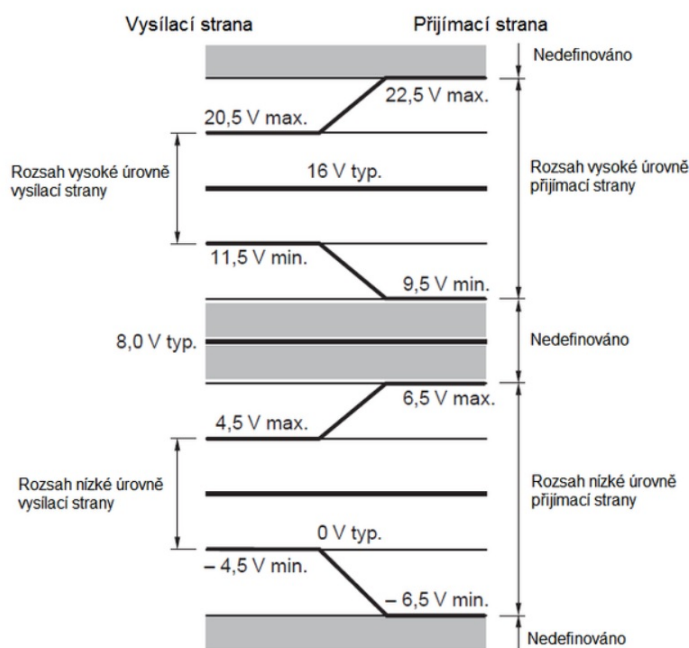
Obrázek 2.8: Schéma zapojení s protokolem DALI [20]

Sběrnice má pevně stanovenou komunikační rychlost a to 1200 bps. Díky této rychlosti je zaručena vysoká odolnost proti rušení, ale zároveň nastávají jistá omezení při propustnosti dat. Ukončení sběrnice není nutné a lze jí libovolně větvit. Podle doporučení není dobré okruh uzavírat do kruhu. Maximální možná délka až 300 m, závisí na průřezu vodiče a úbytku napětí na něm. [20]

Délka vedení	Průřez vodiče
do 100 m	0,5 mm <sup>2</sup>
100 – 150 m	0,75 mm <sup>2</sup>
150 – 300 m (maximum)	1,5 mm <sup>2</sup>

**Tabulka 2.1:** Maximální dovolené průřezy [20]

Každá sběrnice musí mít připojený zdroj, který může být buď jako samostatné zařízení, nebo jak je v instalacích častější, tak jako součást hlavního řídicího členu sběrnice, takzvaného masteru. Každá sběrnice může obsahovat pouze jeden zdroj, aby nedocházelo k toku vyrovnávacích proudů a nebo možnému překročení celkového maximálního proudu na sběrnici. Napětí pro vysokou úroveň je obvykle 16 V. Vlivem úbytků napětí může dojít k jeho poklesu. Jeho nejmenší bezpečnou hladinu definuje standart. [20]



**Obrázek 2.9:** Poměry napětí na sběrnici DALI [20]

Sběrnice je galvanicky oddělená od napájení. Při poruše na sběrnici, tedy při přerušení nebo zkratu se tato porucha projeví nepřítomností napětí na předřadníku a ten následně přechází do nouzového režimu. Hodnota pro nouzový stav je nastavitelná, ale obvykle dochází k rozsvícení světel na 100 %. Maximální proud je stanoven normou na 250 mA. Výrobci ale mohou dodávat zdroje pouze s proudem menším. Zdroj by měl být dodán s dokumentací obsahující maximální

proud při ideálních podmínkách a také garantovanou hodnotou proudu při maximální povolené teplotě zdroje. Na takovou garantovanou hodnotu, která může být menší, než hodnota maximální je vhodné celou soustavu dimenzovat. Celková zátěž se zjistí sečtením všech proudů předřadníků i vstupních zařízeních jako jsou vypínače, čidla a podobné. Jejich jmenovité proudy by měl poskytnout dodavatel přístrojů. [20]

### 2.5.2 Adresování

Na každé sběrnici může být připojeno maximálně 64 předřadníků. Každý z nich má svojí krátkou adresu, která je v rozsahu 0 až 63 a musí být přiřazena adresovacím nástrojem. Modernější standart DALI 2 umožňuje navýšení ze stávajících 64 adres nově na 128 adres. Rozšíření je především pro ovládací rozhraní jako jsou tlačítka, čidla přítomnosti a například senzory osvětlenosti. Uživatelé mohou mít nyní až 128 adres v jediné síti DALI. To znamená, že je možné osvětlovací soustavu vytvořit z menšího počtu produktu a dojde k finanční úspoře na celé instalaci. Jejich adresa musí být vždy unikátní. Pro účely adresování předřadník generuje tříbajtovou náhodnou adresu. Tato adresa je někdy chybně nazývána adresou dlouhou. Tříbajtová adresa nesmí být a není při běžném stavu komunikace nijak využívána. Nové předřadníky nemají přiřazenou žádnou krátkou adresu a tím pádem na krátké adresy nereagují. Reagují pouze na centrální příkazy broadcastů a to lze využít pro zrychlenou kontrolu funkce sběrnice nebo předřadníku. [20]

### 2.5.3 Postup při uvádění do provozu

Broadcastovým příkazem INITIALISE se všechny předřadníky přepnou do stavu, který umožňuje hledání podle náhodných adres a přiřazování krátkých adres. Tento stav je omezen na 30 minut a dá se zrušit příkazem TERMINATE. Broadcastovým příkazem RANDOMISE se všem předřadníkům vydá povel, aby si vygenerovaly náhodné tříbajtové adresy. Pravděpodobnost, že si u DALI první generace vygenerují dvě stejné adresy je pouze  $60/1677216 = 0,004 \%$ . Porovnávacím příkazem COMPARE + hodnota se postupně detekují předřadníky s adresou rovnou nebo menší, než je vyslaná hodnota. Pokud předřadník vyhovuje podmínce, vyšle odpověď, jinak nereaguje. Na sběrnici se odpovědi logicky sčítají, takže pokud odpoví více předřadníků najednou, dojde sice ke kolizi, ale řídicí člen ví, že alespoň jeden předřadník má adresu rovnou nebo menší, než je vyslaná hodnota. Postupným púlením intervalu a snížením hodnoty o 1 se identifikuje nejvyšší náhodná adresa na sběrnici. Předřadníku s touto adresou se příkazem PROGRAM SHORT ADDRESS nastaví požadovaná krátká adresa. Předřadník se pak příkazem WITHDRAW vyřadí z adresovacího procesu na příkaz COMPARE již následně neodpovídá. Opakováním předchozích dvou kroků se postupně naadresují všechny předřadníky. Broadcastovým příkazem TERMINATE se adresovací stav ukončí. Podobné postupy jsou pro přidání nového předřadníku na sběrnici, jeho výměnu nebo změnu krátké adresy. Pro editaci a adresaci dodávají výrobci programy a převodníky, které umožní pomocí PC sběrnici uvést do provozu. [20]

## 2.6 DALI 2

Standart DALI 2 je navržený tak, aby doplňoval mezery v původním standartu a rozšířil možnosti do budoucnosti ve standardizaci zařízeních a rozšířil možnost použití až na kompletní automatizaci budov. Aktualizované DALI umožňuje pro architekty podporu pro kompletní řízení barev ve spektru RGB. Tyto možnosti dávají architektům mnohem větší možnost rovněž řídit teplotu barev podle potřeby v každé místnosti zvlášť. Dále došlo k vylepšení oznamování důležitých informací jako je spotřeba energie, nebo teploty LED, která je považována za její klíčový faktor v životnosti. To je velice důležité pro celkový návrh budovy a umožňuje vytvoření dlouhodobého řešení pro úsporu energie.

Další velkou výhodou DALI 2 je to, že umožňuje navýšení ze stávajících 64 adres nově na 128 adres. Rozšíření je především pro ovládací rozhraní jako jsou tlačítka a senzory. Uživatelé mohou mít nyní až 128 adres v jediné síti DALI. To znamená, že je možné osvětlovací soustavu vytvořit z menšího počtu produktů a dojde k finanční úspoře na celé instalaci. Současně dochází k zřehlednění celé instalace, zajištění větší flexibility v programování a možnost jednoduché následné konfigurace během provozu, protože soustava nebude omezena kabelovou infrastrukturou. Veškeré úpravy a zlepšení mají za cíl snížit náklady a zvýšit návratnost investice do osvětlení. DALI 2 dává především větší volnost při návrhu a ovládání osvětlovacích systémů. Nový standart umožní konfiguraci osvětlovacích skupin a předvoleb, které odpovídají současnému trendu a nabízejí integrované funkce správy energie. Jako otevřený systém DALI umožňuje integraci mnoha dodavatelů při dodržení požadovaných standartu a nabízí tak velké množství alternativ od velkého počtu výrobců. Samozřejmě systém DALI 2 je kompatibilní s dosavadním standardem DALI. [20]

### 2.6.1 Výhody

- Jednoduchá kabeláž při instalaci
- Velké možnosti řízení díky adresování
- Přehledná diagnostika díky automatickému hlášení poruch
- Možnost stmívání
- Možnost nastavení barevného spektra
- Stabilní dvoucestná komunikace
- Programovatelné skupiny
- Programovatelné scény
- Řídící vodiče bez polarity
- Délka vodičů až 300 m
- Použití až 128 adres



## 2.6.2 Nevýhody

- U jednodušších aplikací vyšší pořizovací náklady
- Znalost protokolu a systému DALI, které jsou nad rámec standardní elektrotechnické kvalifikace

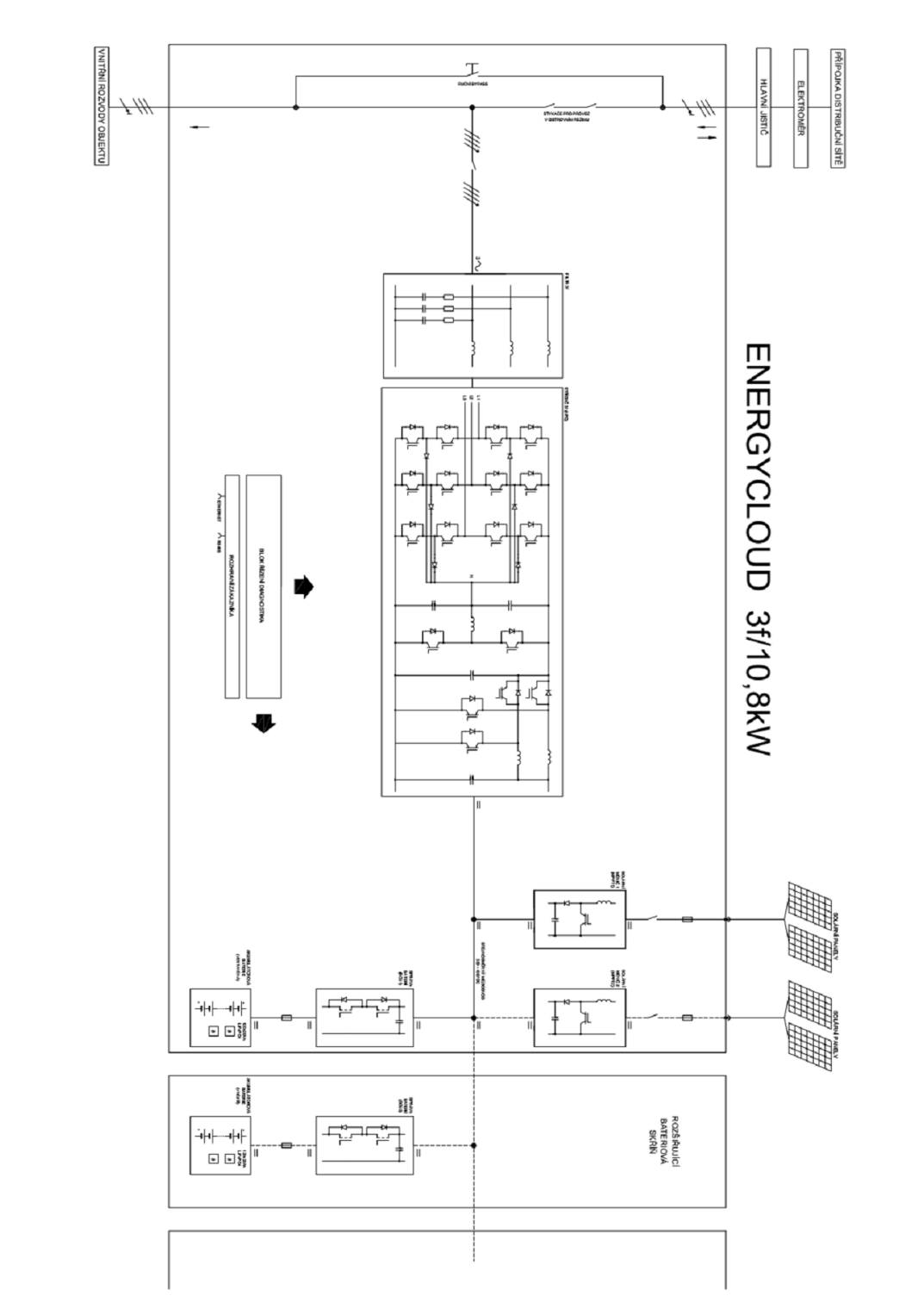
## 2.7 EnergyCloud 3f/10,8 kW

Dalším požadavkem investora bylo zajištění částečné nezávislosti objektu na dodávce elektrické energie a zvýšení využití FVE umístěné na střeše objektu. Jako nejlepší řešení byla zvolena instalace bateriového úložiště EnergyCloud 3f/10,8 kW. Sestava EnergyCloud umožní nepřerušované napájení připojeného objektu. Napájení sestavy EnergyCloud je zajištěno minimálně ze dvou nezávislých zdrojů, a to z dálkového napájení objektu a sestavy dalších zdrojů. Dálkové napájení reprezentuje přípojka elektrické distribuční soustavy (stávající přívod objektu), lokální zdroje jsou zastoupeny v základním provedení fotovoltaickou elektrárnou umístěnou na střeše objektu. Akumulační část navíc umožňuje využití dálkového zdroje v tarifně příznivém režimu – vyrovnává odběrové špičky. [25]



Obrázek 2.10: EnergyCloud 3f/10,8 kW [26]

Sestava dále umožňuje dodávání přebytků energie vyrobených lokálními zdroji do distribuční soustavy, nebo je využít k ohřevu teplé užitkové vody. Pro co nejvyšší účinnost celé stanice EnergyCloud, je střídačová část navržena jako bez transformátorová. Díky tomuto řešení propojení nedochází ke zbytečné změně druhu elektrické energie a ani ke změně velikosti napětí. Paralelně ke stejnosměrnému vstupu střídače je připojena akumulční část. Celková topologie je patrná na přiloženém blokovém schématu.



Obrázek 2.11: Blokové schéma EnergyCloud 3f/10,8 kW [26]

### 2.7.1 Specifikace

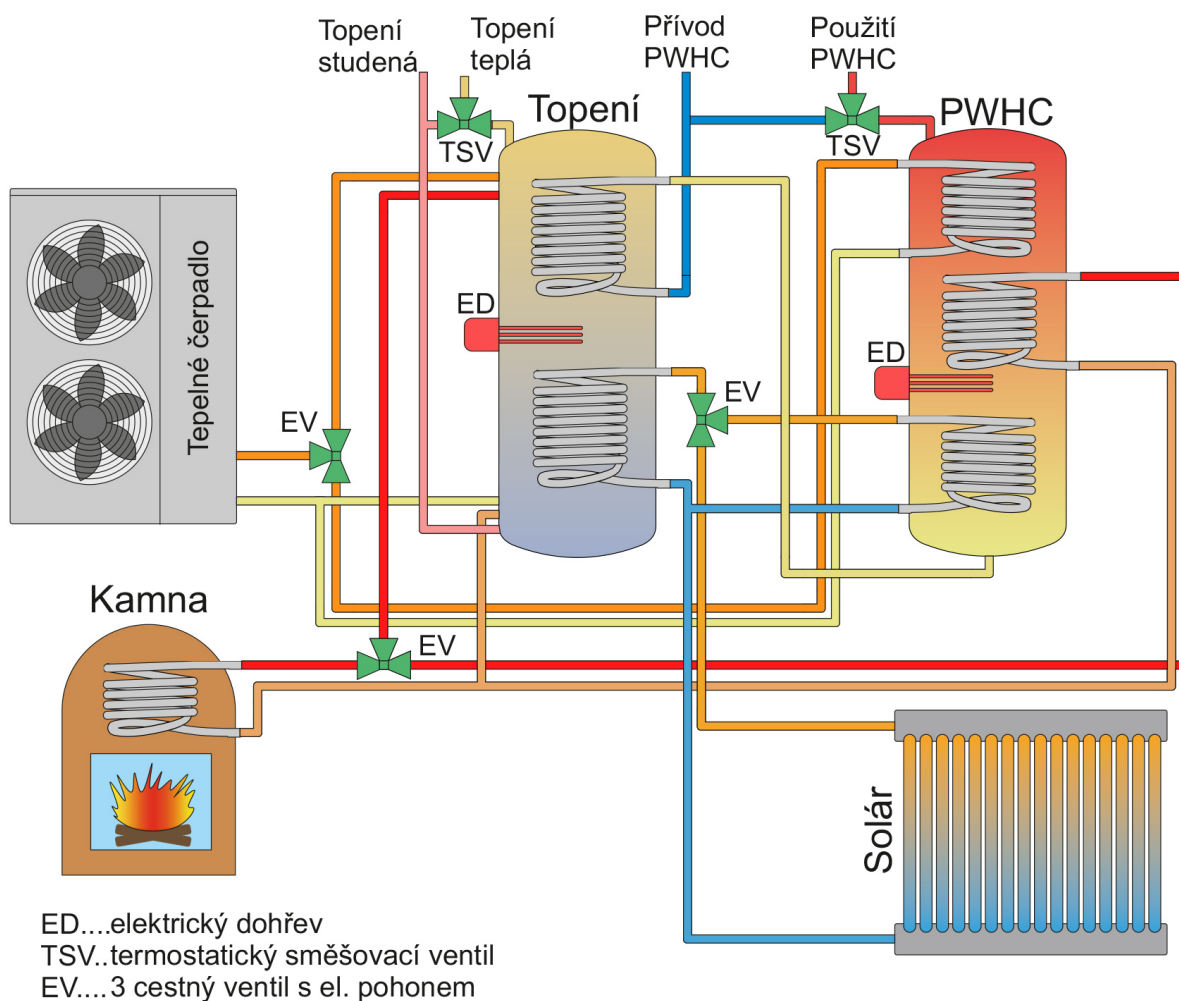
Parametry plánované stanice EnergyCloud vycházejí z návrhu a potřeb konkrétního objektu. Pro naši instalaci byla vybrána jako nejvhodnější varianta 3f/ 10,8 kW s kapacitou akumulátorů 15,36 kWh. Celé zařízení je umístěno v oceloplechové prachotěsné skříni s krytím IP54. Odhadovaná hmotnost zařízení vychází z velikosti akumulátorů asi přibližně 600kg. Připojení zařízení EnergyCloud bude provedené k síti 400V/50 Hz v soustavě TN-S, TN-C. Napětí akumulátorů je 384 V a jejich životnost je cca 10 000 cyklů. Na příslušném objektu budou instalovány celkem 2 solární měniče. Jejich vstupní stejnosměrné napětí je v rozmezí 100-300 V. Jmenovitý výkon solárního měniče MPPT je 5 kW a jeho maximální vstupní proud měniče MPPT je 16,7 A. Akumulátory jsou typu LiFePo4. Komunikace je zajištěna pomocí Ethernetu, Wi-Fi, RS485 a GMS. Hlučnost celého zařízení je pod 45 dB. [27]



**Obrázek 2.12:** Mobilní aplikace pro přehled výroby stanice EnergyCloud [28]

## 3 Návrh otopné soustavy pro objekt

### 3.1 Přehledové schéma otopné soustavy



Obrázek 3.1: Přehledové schéma otopné soustavy

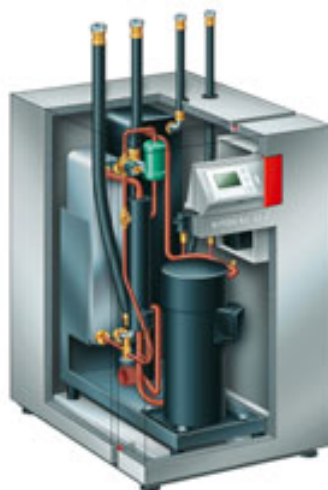
Vytápění a řízení hospodaření s teplou užitkovou vodou a topením je zajištěno pomocí získávání energie z více různých zdrojů tepla. Mezi ně patří tepelné čerpadlo, solární kolektor, krbová kamna a řízení elektrického dohřívání z přebytků fotovoltaické elektrárny. Celý tento systém je řízený pomocí PLC od firmy WAGO. Ohřev vody probíhá ve dvou propojených nádržích, které mají uvnitř více topných těles. Pro zajištění požadované teploty jsou na výstupu nádrží instalovány směšovací ventily, které v případě dosažení požadovaných hodnot zajistí smíšení se studenou vodou v případě užitkové vody a smíšení s vratnou (studenou) vodou v případě otopné soustavy. Každá z nich má kapacitu 500 litrů. Nádrže jsou vybaveny několika výměníky, které umožňují implementaci více otopných zdrojů a jejich efektivní využití v rámci

provozu objektu. Nádrže jsou dále vybaveny elektrickou přímotopnou spirálou, který primárně slouží k regulaci přebytků elektrické energie z FVE. Pro přepínání mezi jednotlivými nádržemi slouží 3-cestné ventily s pružinou, které jsou řízené pomocí PLC. Pro následný oběh média v soustavě je instalováno 6 oběhových čerpadel. Čerpadla jsou využívána po jednom kusu pro solární kolektory, tepelné čerpadlo a krbová kamna. Zbývající tři čerpadla slouží pro oběh média v otopné soustavě (do jednotlivých topných okruhů). Pro snímání teploty v jednotlivých částech otopné soustavy jsou umístěna čidla teploty (Pt1000) u krbových kamen, solárních kolektorů a na obou nádržích. Celá kotelna je připojena na PLC od firmy WAGO, které vyhodnocuje a řídí veškerý průběh rozdělování energie. Bateriové úložiště EnergyCloud je připojené do elektrické soustavy objektu a vyhodnocuje získanou energii z FVE, stav nabití akumulátorů a spotřebu objektu.

## 3.2 Zdroje tepla

### 3.2.1 Hydraulická část

Tepelné čerpadlo od firmy Viessmann VITOCAL 300-A slouží jako primární zdroj dodávky tepla do celého systému. Jedná se o tepelné čerpadlo vzduch/voda, které je umístěné ve sklepě domu. Využívání tepelného čerpadla závisí na teplotě okolí. Získané teplo je pomocí oběhového čerpadla dodáváno do otopné soustavy, popř. k ohřevu PWH. Primárně je teplo přiváděno do nádrže pro otopnou soustavu. Na výstupu čerpadla je připojený trojcestný ventil s pružinkou, který je ovládaný pomocí PLC tak, že pokud je požadavek na dodávku PWH, dojde k přepnutí 3-cestného ventilu do nádrží pro ohřev PWH. Jakmile je dosaženo požadované teploty v aku nádrži PWH, tak dojde přepnutí ventilu zpět do otopné soustavy.



**Obrázek 3.2:** Tepelné čerpadlo VITOCAL 300-A [29]

Solární kolektory výrobce Viessmann Vitosol 300-TM jsou umístěné na střeše budovy. Řídicí systém reguluje dodávku tepla ze solárního panelu mezi otopnou soustavou a PWH. Primárně je

teplo dodáváno do PWH, jakmile dojde k dosažení požadované teploty, tak dochází k přepnutí 3-cestného ventilu do otopné soustavy.



**Obrázek 3.3:** Solární kolektor VITOSOL 300-TM [29]

Krbová kamna od firmy HAAS a SOHN s instalovaným tepelným výměníkem o výkonu 15 kWt jsou využívána především v zimních měsících, kdy zajistí rychlou tepelnou pohodu v objektu a zároveň slouží jako náhradní zdroj tepla. Dodávka tepla z kamen je zajištěn oběhovým čerpadlem. Díky vytvořené regulaci je opět možné přepínání mezi otopnou soustavou a PWH pomocí 3-cestného ventilu



**Obrázek 3.4:** HAAS+SOHN TANAGA 15,3 kWt [29]

### 3.3 Elektrická část

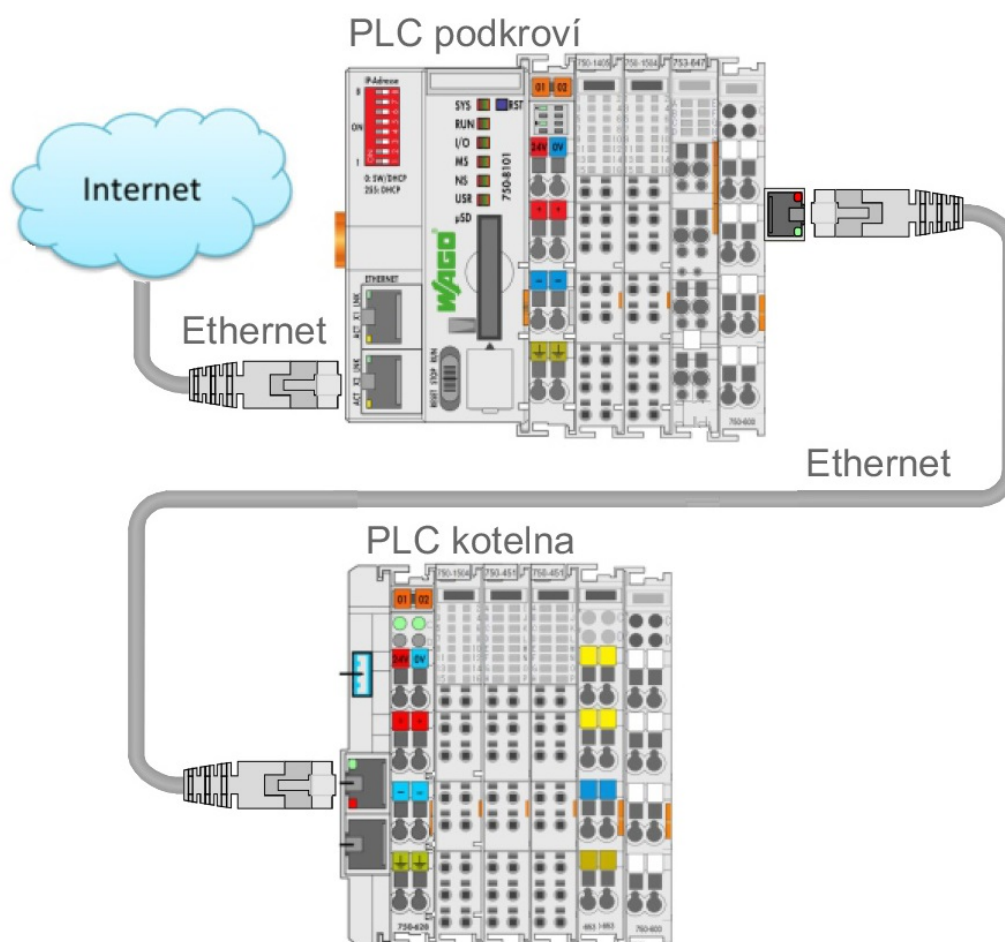
Pro snížení odběru elektrické energie ze sítě a následné finanční úspore, bude na střeše rodného domu umístěna FVE. Ukládání vyrobené energie zajišťuje domácí bateriové úložiště EnergyCloud, které slouží především pro konverzi DC výkonu z fotovoltaických panelů a ukládání přebytků z výroby FVE. Řada domácích bateriových stanic EnergyCloud Home je určena pro využívání elektrické energie získané z menších střešních solárních elektráren, nebo ze sítě v nízkém tarifu pro pozdější využití a pokrytí spotřeby domácnosti. Stanice je vyráběna s kapacitou baterii 8 kWh, 15 kWh a 23 kWh. Ze solárních panelů na střeše domu se zdarma vyrábí elektřina pro domácnost. Získaná elektřina se částečně přímo spotřebuje a přebytek se uloží do domácí baterie. Elektrické spotřebiče v domácnosti tak vždy čerpají nejdříve vlastní energii ze slunce. V případě že solární střešní elektrárna právě nevyrábí dostatek elektřiny, je využívána energie uložená v domácích bateriích, případně dočerpávána elektřina z rozvodné sítě. Do domácího energetického hospodářství je také možné zařadit rychlonabíječku pro elektromobil. Pokud ale nastane stav, kdy jsou baterie zcela nabitě, dům má minimální, nebo žádnou spotřebu dochází k využití energie získané z FVE pro ohřev vody pomocí elektrické spirály, která je součástí nádrží. Pro optimalizování automatizovaného elektroohřevu bude využíván spínací prvek SSR, který nám bude optimalizovat spínání topného tělesa v proměnlivých intervalech za účelem dosažení požadované teploty. Solid state relé je polovodičový spínací prvek, který se nejčastěji používá k náhradě stykače, nebo elektromagnetického relé. Můžeme ho také nazývat polovodičové relé. Tento polovodičový spínací prvek neobsahuje žádné pohyblivé části z toho vyplívají jeho dvě největší přednosti. Nedochozí k opotřebení kontaktů a při spínání nevydávají žádný hluk. Mezi další výhody lze považovat jeho rychlost a menší rozměry. [27]



Obrázek 3.5: EnergyCloud řady Home-15 v kombinaci s DC nabíječkou 30 kW [27]

## 4 Návrh WAGO PLC pro konkrétní instalaci v objektu

Řízení a ovládání v objektu je rozdělené na dvě části. Konkrétně se jedná o rozdělení pro obytnou část a kotelnu. Tyto dvě části jsou vzájemně propojené pomocí ethernetového kabelu. Aby bylo možné takové rozdělení, musí být PLC umístěné v obytné části osazeno zakončovacím modulem WAGO-750-627 k prodloužení sběrnice. Druhá část PLC umístěná v kotelně je vybavena komunikačním modulem k prodloužení vnitřní sběrnice WAGO-750-628.



Obrázek 4.1: Schéma propojení komunikace mezi částmi PLC



## 4.1 Projektová dokumentace

Kompletní projektová dokumentace je vypracována v přílohách práce. Zde se nachází půdorys obytné části (příloha č.1), principiální schéma kotelny (příloha č.8), podrobné zapojení jednotlivých PLC karet (příloha č.7 , příloha č.13, příloha č.14, příloha č.15), rozkreslení zapojení podružného rozvaděče (příloha č.2, příloha č.3, příloha č.4, příloha č.5), rozkreslení zapojení hlavního rozvaděče (příloha č.9, příloha č.10, příloha č.11) , model použitých PLC (příloha č.6 a příloha č.12) a dále položkový rozpočet za materiál a práci.

## 4.2 Obytná část

WAGO PLC pro horní část je konkrétně složena z:

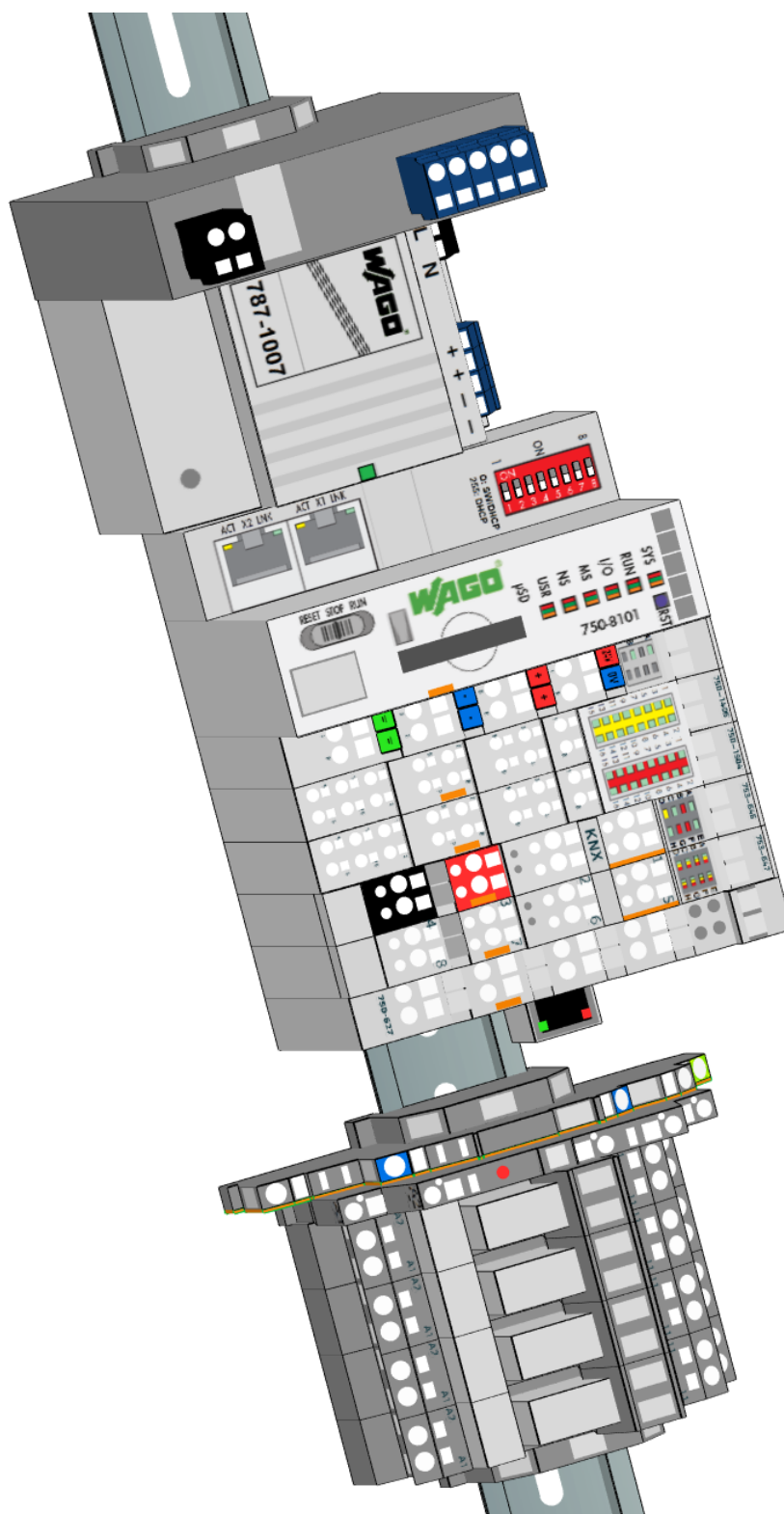
1. Spínaný napájecí zdroj 1f; 24 V
2. Spínaný napájecí zdroj pro modul DALI
3. PFC100 e!COCKPIT, 2xEthernet
4. 16 binárních vstupů 24 V DC; 3,0ms
5. 16 binárních výstupů 24 V DC 0,5 A
6. DALI Multi-Master
7. Prodloužení vnitřní sběrnice-koncový modul
8. Socket with miniature switch. rel.
9. Releový svorkový modul
10. Rozhraní KNX/EIB/TP1
11. Instalační patrová svorka

V tabulce níže lze vidět přehled použitých komponentů, jejich počet, jednotlivé a celkové ceny.

Katalogové označení	Název	Cena za 1ks (Kč)	Počet kusů	Celková cena (Kč)
<a href="#">787-1602</a>	Spínaný napájecí zdroj 24V; 1A	3363,90	1,00	3363,90
<a href="#">787-1007</a>	Spínaný napájecí zdroj; Pro modul DALI	4315,13	1,00	4315,13
<a href="#">750-8101</a>	PFC100 e!COCKPIT, 2xEthernet	16371,72	1,00	16371,72
<a href="#">750-1405</a>	16 binárních vstupů 24V DC; 3,0ms	2833,31	1,00	2833,31
<a href="#">750-1504</a>	16 binárních výstupů 24V DC 0,5 A	3219,65	1,00	3219,65
<a href="#">753-647</a>	DALI Multi-Master	6566,66	1,00	6566,66
<a href="#">750-627</a>	Prodloužení vnitřní sběrnice - koncový modul	1674,28	1,00	1674,28
<a href="#">788-341</a>	Reléový modul DC 24V; 1A	485,79	4,00	1943,17
<a href="#">859-304</a>	Spínací relay řad. svorka	513,95	1,00	513,95
<a href="#">753-646</a>	Rozhraní KNX/EIB/TP1	7468,00	1,00	7468,00
<a href="#">2003-6646</a>	Instalační patrová svorka	124,84	1,00	124,84
			Celková cena instalace:	48394,62

**Tabulka 4.1:** Přehled použitých komponent včetně cen pro obytnou část.

Pro lepší přehlednost a návrh potřebných rozměrů následného rozvaděče byl v programu WAGOsmartDesingner vytvořen 3D model celé sestavy, kterou můžete vidět na obrázku. Sestava je umístěna na standardní DIN liště a místo potřebné pro umístění do rozvaděčové skříně je 266 mm.



Obrázek 4.2: 3D model sestavy pro obytnou část

### 4.3 Kotelna

Při postupu návrhu WAGO PLC pro kotelnu byl postup obdobný. Jako první byly vybrány konkrétní karty do WAGO PLC a teplotní čidla pro získávání naměřených hodnot. WAGO PLC pro kotelnu je konkrétně složena z:

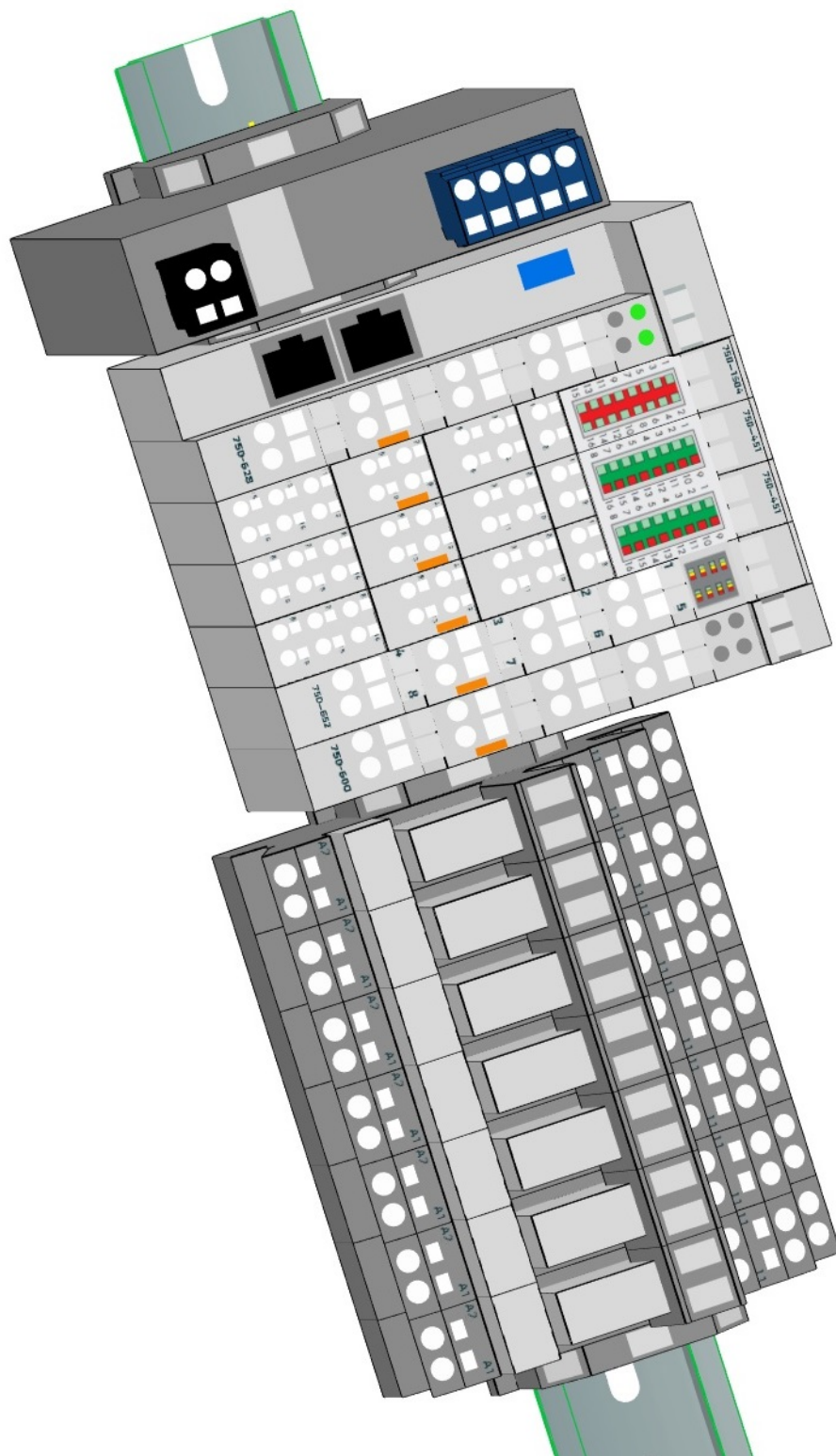
1. Spínaný napájecí zdroj 1f; 24 V
2. Prodloužení vnitřní sběrnice - komunikační modul
3. 16 binárních výstupů 24 V DC 0,5 A
4. 8 analogových vstupů (2-vodiče), odpor. senzory teploty, konfigurovatelné
5. 8 analogových vstupů (2-vodiče), odpor. senzory teploty, konfigurovatelné
6. Zakončovací modul vnitřní sběrnice
7. Kabelové teplotní čidlo Pt1000, 5 m
8. Reléový modul DC 24V
9. Sériové rozhraní RS-232/485

V tabulce níže lze vidět přehled použitých komponentů, jejich počet, jednotlivé a celkové ceny.

Katalogové označení	Název	Cena za 1ks (Kč)	Počet kusů	Celková cena (Kč)
<a href="#">787-1602</a>	Spínaný napájecí zdroj 24V; 1A	3363,90	1,00	3363,90
<a href="#">750-628</a>	Prodloužení vnitřní sběrnice - kom. modul	2532,91	1,00	2532,91
<a href="#">750-1504</a>	16 binárních výstupů 24V DC 0,5 A	3219,65	1,00	3219,65
<a href="#">750-451</a>	8 analogových vstupů (2-vodiče), odpor. senzory teploty	7492,48	1,00	7492,48
<a href="#">750-451</a>	8 analogových vstupů (2-vodiče), odpor. senzory teploty	7492,48	1,00	7492,48
<a href="#">750-600</a>	Zakončovací modul vnitřní sběrnice	406,27	1,00	406,27
<a href="#">EA_SC2-5</a>	Kabelové teplotní čidlo Pt1000, 5 m	409,00	15,00	6135,00
<a href="#">788-341</a>	Reléový modul DC 24V; 1A	485,79	7,00	3400,54
<a href="#">750-652</a>	Sériové rozhraní RS-232/485	6482,69	1,00	6482,69
			Celková cena instalace:	40525,92

**Tabulka 4.2:** Přehled použitých komponent včetně cen pro obytnou část

Pro lepší přehlednost a návrh potřebných rozměrů následného rozvaděče byl také v programu WAGOsmartDesinger vytvořen 3D model celé sestavy, kterou můžete vidět na obrázku. Sestava je umístěna na standardní DIN liště a místo potřebné pro umístění do rozvaděčové skříně je 146 mm.



Obrázek 4.3: 3D model sestavy pro kotelnu

## 4.4 Uživatelské rozhraní pro objekt

Pro vypracovaný projekt inteligentní elektroinstalace rodinného domu byl vytvořen návrh vizualizace, která zajistí funkci instalovaných elektrických zařízení. Vizualizace umožňuje dálkově kontrolovat stav a měnit konfiguraci objektu na požadované hodnoty. Možnost vizualizace umožňuje přímo software e!COCKPIT, který slouží k programování WAGO PLC. Uživatelské rozhraní lze ovládat z mobilního telefonu, PC, nebo tabletu. Vizualizace je rozdělena na dvě části, a to na část obytnou a kotelnu. Po rozkliknutí jedné z těchto částí se otevře další dialog, ve kterém se nachází pohled na vybranou část. V této části je možné vybrat detailnější pohled na konkrétní zařízení a následně ho buď ovládat, nebo zjistit jeho stav. K přístupu je nutné znát IP adresu a pro zajištění bezpečnosti uživatelské jméno a heslo.



**Obrázek 4.4:** Pohled na domovskou obrazovku vizualizace

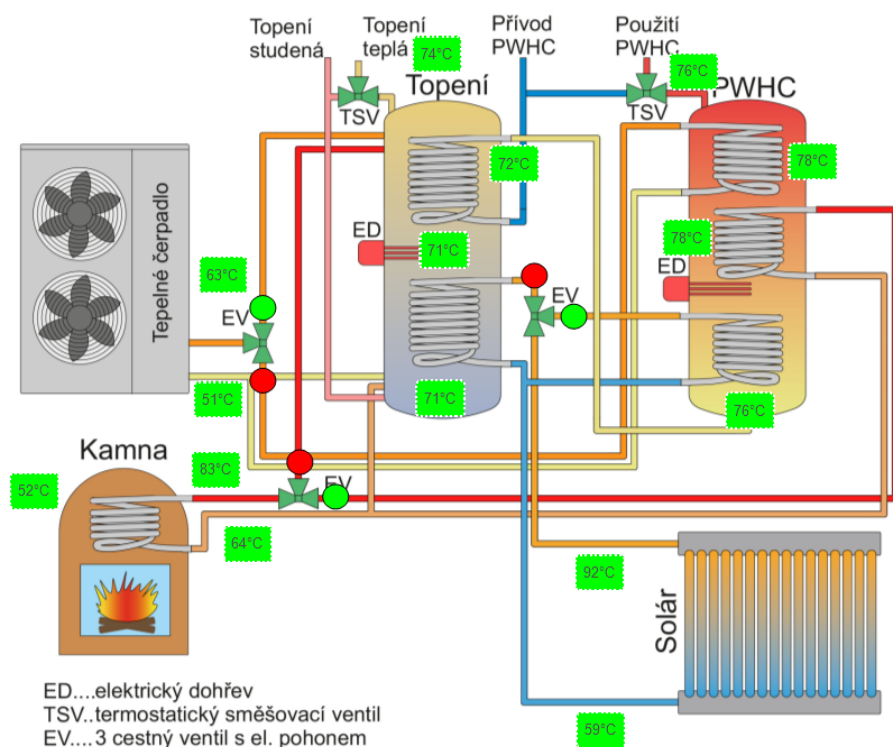
### 4.4.1 Kotelna

Po rozkliknutí části kotelna následuje její přehledové schéma včetně zobrazení aktuálních teplot a indikace směru přepnutí trojcestného ventilu. Měření teplot nádrží probíhá pro větší přesnost na třech místech a to nahoře, dole a uprostřed. U tepelného čerpadla, solárního kolektoru měříme vstupní a výstupní teploty. U krbových kamen probíhá bezpečnostní povrchové měření teploty z důvodu nebezpečí přehřátí.

Zpět

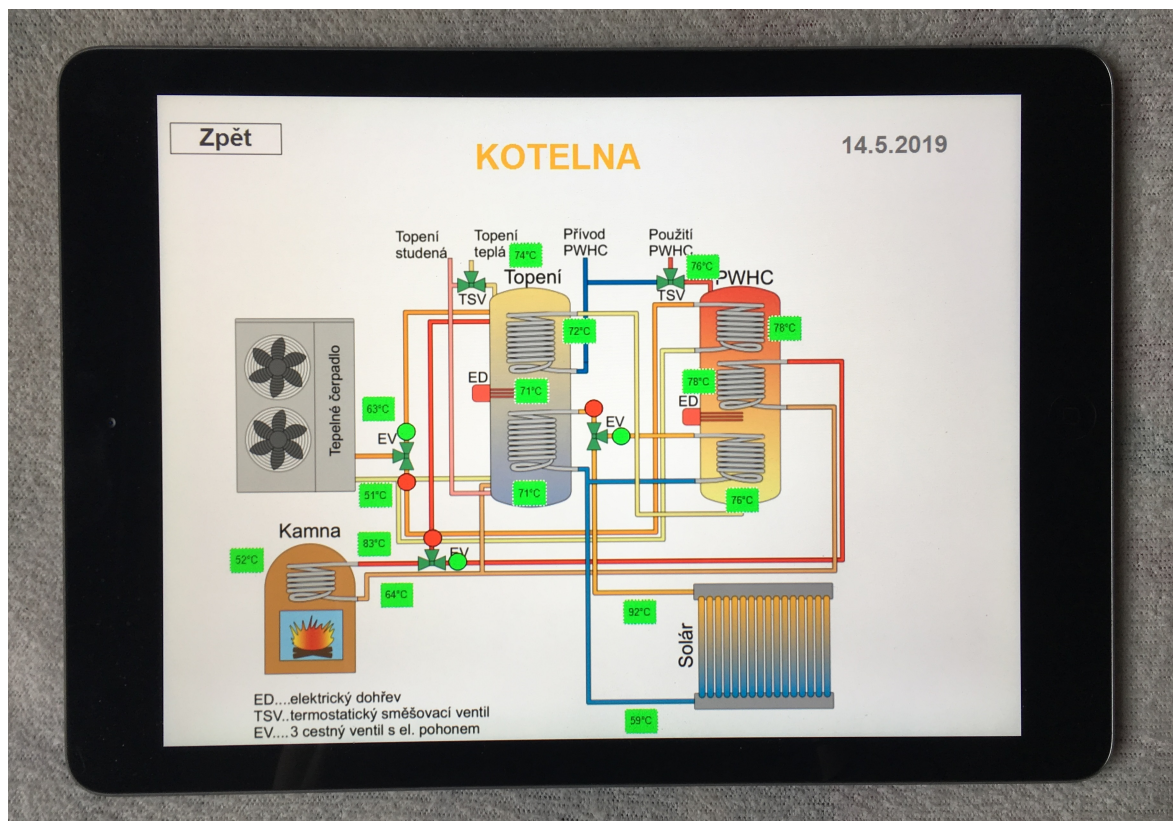
## KOTELNA

14.5.2019



Obrázek 4.5: Schéma kotelny objektu

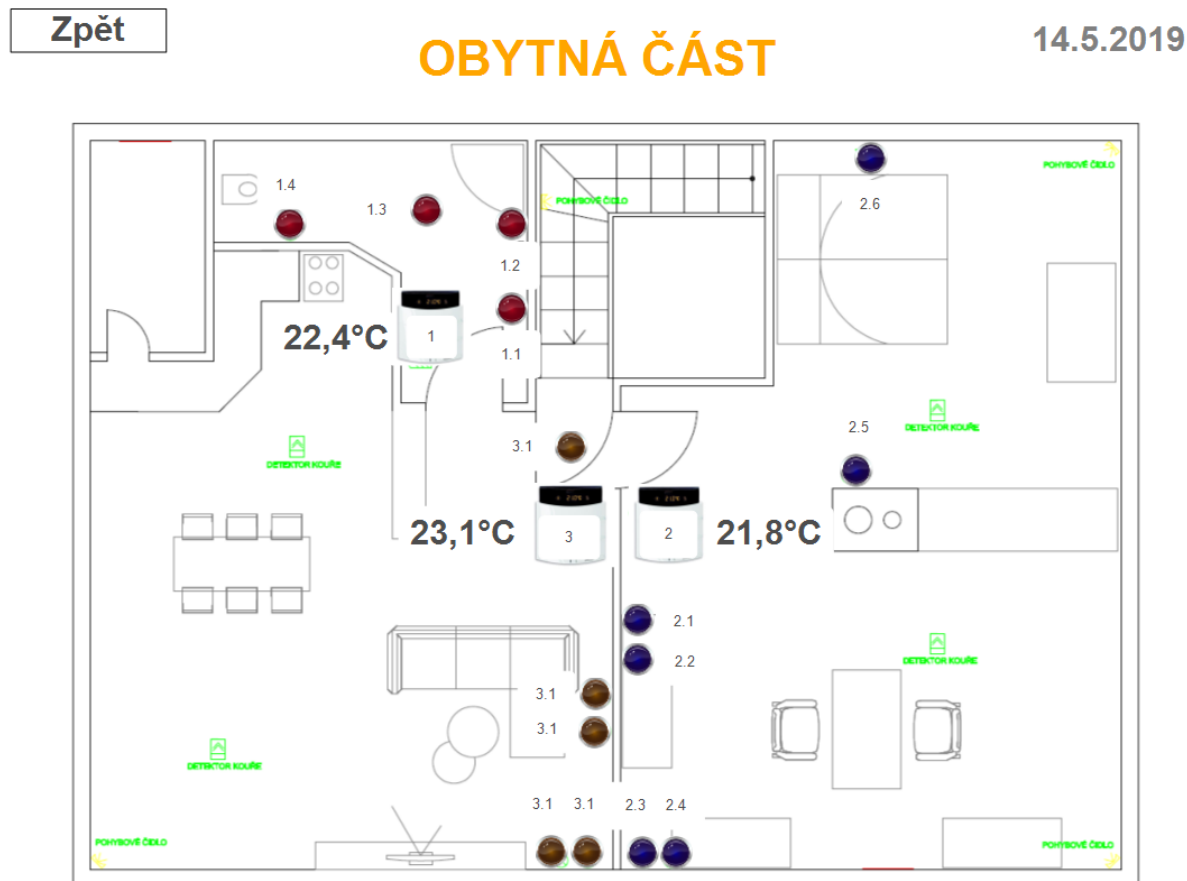
Celý systém řízení kotelny je v reálném čase možné sledovat i na mobilních zařízeních. V zařízení je nutné mít internetové připojení. Stačí pouze vyhledat IP adresu instalace v prohlížeči a následně zadat uživatelské jméno a heslo.



Obrázek 4.6: Uživatelské rozhraní zobrazené na tabletu

#### 4.4.2 Obytná část

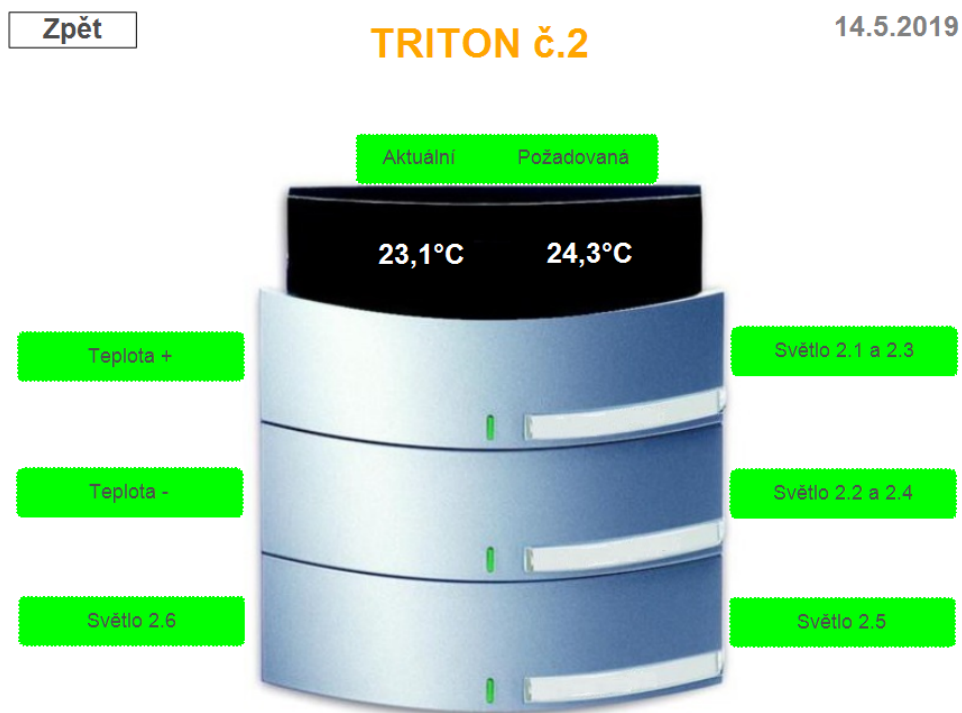
Při volbě obytné části následuje její přehledové schéma, ve kterém si můžete všimnout rozmístění ovládacích prvků Triton a jim příslušných světel.



**Obrázek 4.7:** Půdorys objektu včetně rozmístění ovládacích prvků Triton

Instalované snímače Busch-Triton s instalovanou sběrníkovou spojkou slouží k ovládání osvětlení a zároveň regulaci teploty. Jedná se o 6ti násobný prvek, kterým je možné ovládat více různých světel, nebo nastavit světelné scény. Pro větší komfort uživatele je možné prvek ovládat dálkově přes IR rozhraní. Po rozkliknutí vybraného Tritonu je možné v novém okně dálkově rozsvítit/zhasnout osvětlení v místnosti, nebo regulovat teplotu.





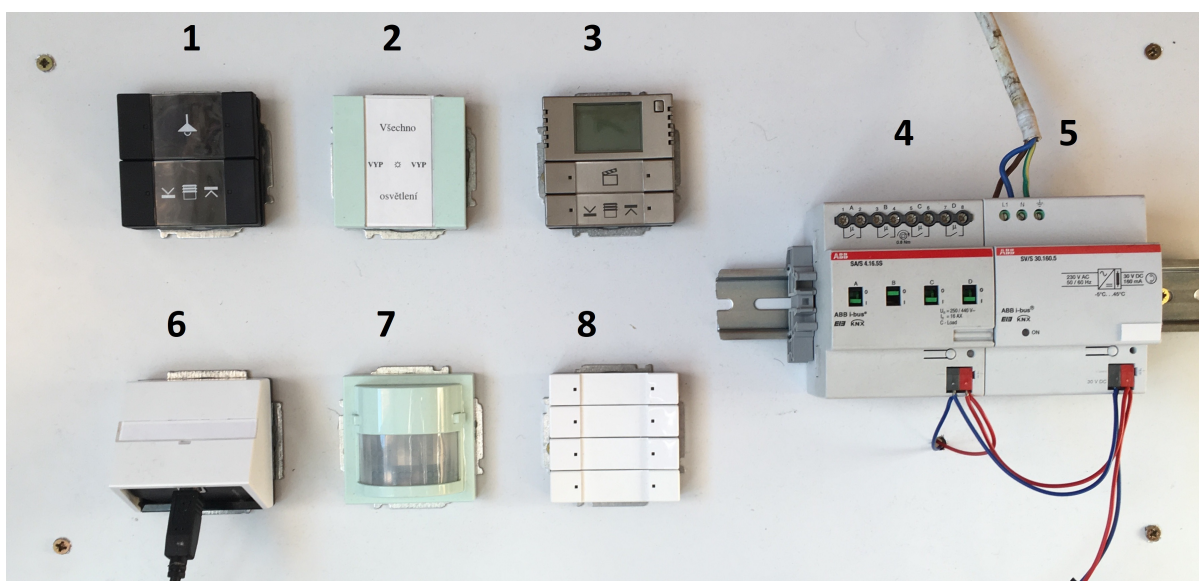
**Obrázek 4.8:** Triton prvek ovládací 3- / 6násobný s IR rozhraním

Do budoucna může být chytrá domácnost doplněna o další funkce a to například o integraci zabezpečovacího systému v kombinaci s kamerovým systémem. Dále je možné doplnit o práci s multimédií a sdílení například filmů, fotek, nebo provázání s integrovanou meteorologickou stanicí.

# 5 Implementace prvků KNX

## 5.1 Přehled

Pomocí prvků KNX byla vytvořena modelová instalace k odzkoušení a přípravě uživatelského rozhraní, která je umístěna na nosné desce. Konkrétně se jedná o čtyři tlačítkové přepínače, pohybové čidlo, servisní USB připojení, zdroj a spínací akční člen s detekcí proudu. Pomocí této sestavy byl vytvořen jeden z možných zapojení v části objektu.



Obrázek 5.1: Modelové zapojení prvků KNX

Konkrétně se jedná o prvky:

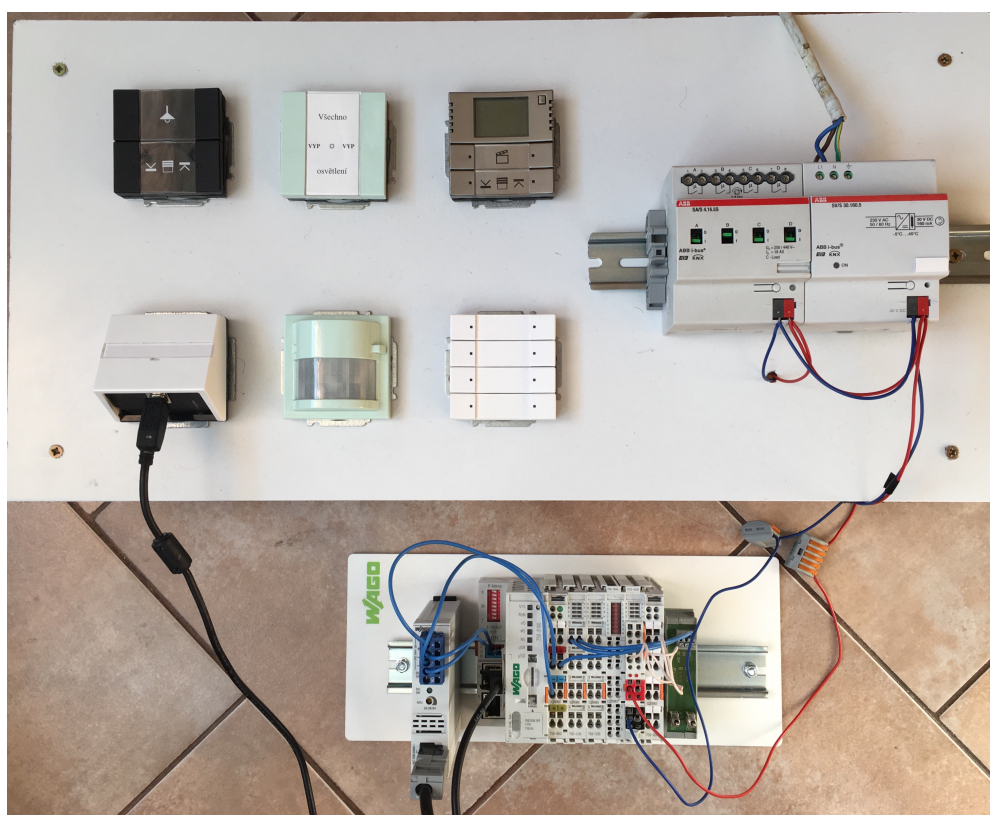
1. Dotykový snímač 2krát 6125/02-81 Busch Jaeger
2. Dotykový senzor 4krát 6127/01-84 Busch Jaeger
3. Pokojový termostat s vypínačem 6128/-885-500 ABB
4. Spínací akční člen 4krát 16/20 SA/S 4.16.6.1 ABB
5. Napájecí zdroj 30 V/160 mA SV/S30.160.1.1 ABB
6. USB Interface 6123-USB-xx-500 ABB
7. Snímač pohybu 6122/02-84 Busch Jaeger
8. Dotykový snímač 4krát 6126/02-81 Busch Jaeger

Přístroje jsou osazené na spojce sběrnice pro domácí automatizaci a následně propojené se zdrojem a spínacím akčním členem.



Obrázek 5.2: Pohled na sběrnivé spojky

Zároveň jsou vyvedené vodiče k propojení do KNX karty v kombinaci s PLC WAGO 750-8-100.



Obrázek 5.3: Propojená soustava KNX s PLC WAGO

## 5.2 Postup uvedení do provozu prvků KNX

Pro konfiguraci a editaci prvků KNX byl použitý program ETS5 v kterém byl vytvořený modelový příklad elektroinstalace. V obývací místnosti byl použitý USB port pro servisní komunikaci, dotykový snímač 2 a 4 klapkový, spínací akční člen a PLC WAGO. Přepínače budou nastavené na spínání a stmívání osvětlení a ovládání žaluzií. Spínací akční člen zajistí spínání ovládání žaluzií.

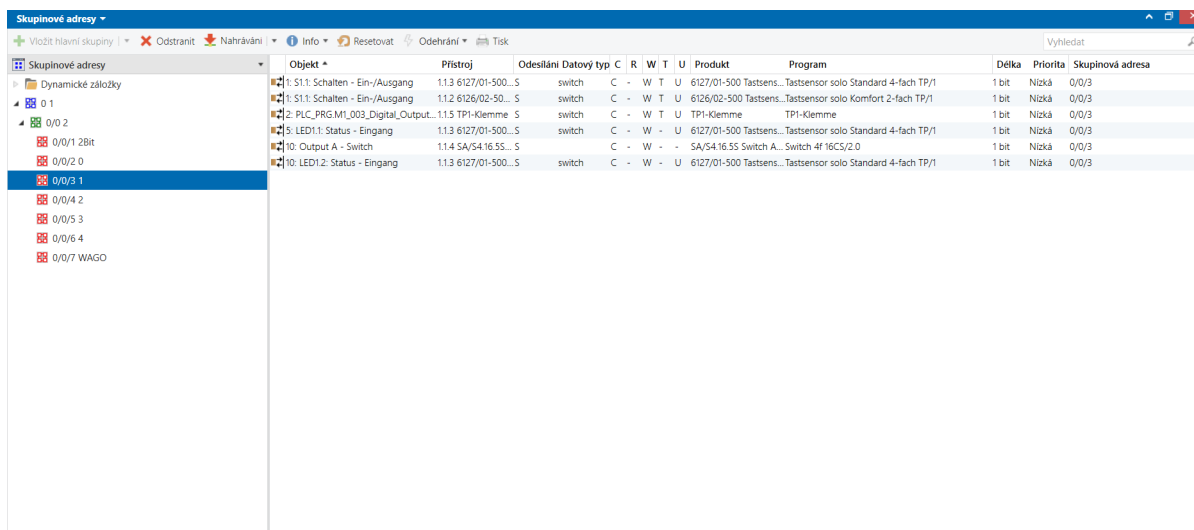
### 5.2.1 Nastavení systému

V prvním kroku bylo nutné nahrát aplikační program jednotlivých komponentů a podle konkrétního aplikačního modulu do sběrnice spojky a nastavit požadované parametry.

Adresa	Místnost	Popis	Aplikační program	Adr	Prg	Par	Grp	Cfg	Výrobce	Objednací	Produkt
1.1.1			USB Interface/1.0a						ABB	ZCDG 110...	USB/S1.1 USB-Schnittstelle.REG
1.1.2			Tastsensor solo Komfort 2-fach TP/1	✓	✓	✓	✓	✓	ABB	6126/02-5006126/02-500	Tastsensor solo Komfort 2-fach, UP
1.1.3	Obývací pokoj		Tastsensor solo Standard 4-fach TP/1	✓	✓	✓	✓	✓	ABB	6127/01-500	6127/01-500 Tastsensor solo Standard 4-fach, UP
1.1.4	Obývací pokoj		Switch 4f 16CS/2.0	✓	✓	✓	✓	✓	ABB	ZCDG 110...	SA/54.16.55 Switch Actuator,4-fold,16A,MDRC
1.1.5	Obývací pokoj		TP1-Klemme	✓	✓	✓	✓	✓	WAGO Kontakttechnik	753-646	TP1-Klemme

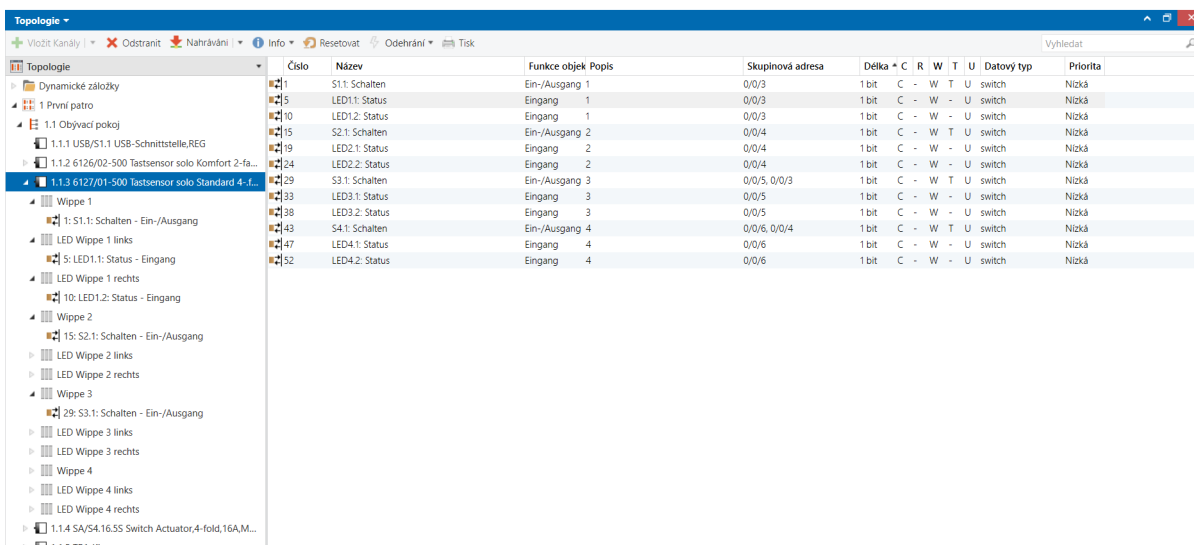
Obrázek 5.4: Nahrání aplikačního programu a nastavení adresy

Poté byly vytvořené jednotlivé skupinové adresy pro komunikaci jednotlivých přístrojů mezi sebou a přiřazeny jednotlivým komponentům. Tím dojde k propojení konkrétních dvou, nebo více zařízení. Stisknutím jedné klapky spínače je možné vykonávat více činností zároveň. Pokud přiřadíme konkrétní skupinovou adresu například spínači pro osvětlení a zároveň žaluziím, je možné jedním stiskem spustit zatažení žaluzie a zapnutí osvětlení na požadovanou úroveň.



Obrázek 5.5: Přehled skupinových adres a použití jedné z nich

V dalším kroku byla nastavena a dokončena topologie celého projektu. V topologii je přehled všech použitých komponentů, jejich skupinové adresy a umístění v objektu. Zde lze také vidět, že tato část projektu se nachází v prvním patře objektu a jedná se přímo o obývací pokoj. Lze si také všimnout, že u jedné klapky spínače je přiřazeno více skupinových adres. Tím zajistíme požadované ovládání více koncových zařízení z jednoho místa.



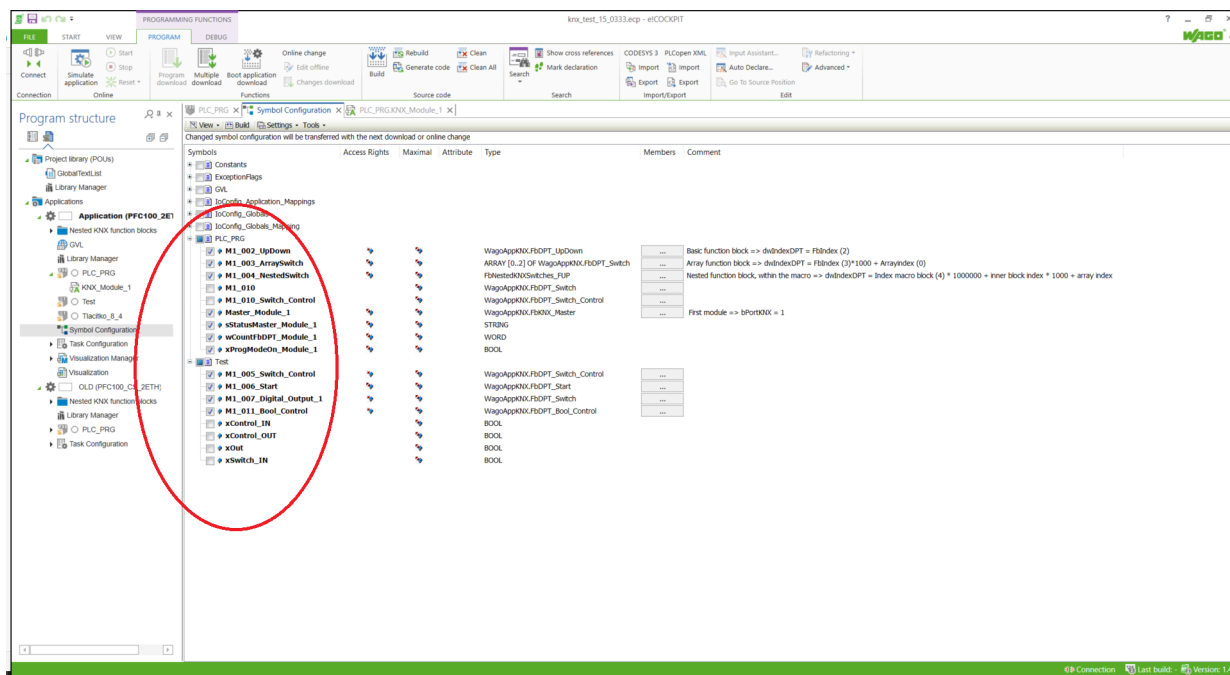
Obrázek 5.6: Topologie v obývacím pokoji

Po nastavení všech komponentů byla provedena diagnostika zapojení a ověření správné funkčnosti. Jedná se o důležitou část, ve které lze ověřit a zkontrolovat funkčnost vytvořeného projektu. Lze zde vyčíst parametry signálů a s jakou prioritou jsou odesílané a odkud. Dále o jaký typ signálu se jedná a jeho místo určení. Na obrázku „diagnostika“ lze vidět, jak zařízení odesílá signály jak v soustavě KNX, tak i do PLC WAGO. Tím lze celou soustavu rozšířit o další prvky třetí strany a celou instalaci maximálně přizpůsobit požadavkům zákazníka.

#	Čas	Servis	Vlajky	Priorita	Zdrojová ad	Název zdroje	Adresa míst	Název místa určení	Smě	Typ	DPT	Info
28	19.04.2019 20:11:23,528	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$01   Zapnuto
29	19.04.2019 20:11:24,140	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/4	2	6	GroupValue...	1.010 start...	\$01   Start
30	19.04.2019 20:11:24,658	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/5	3	6	GroupValue...	1.010 start...	\$01   Start
31	19.04.2019 20:11:24,810	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$00   Vypnuto
32	19.04.2019 20:11:25,504	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/5	3	6	GroupValue...	1.010 start...	\$00   Zastavit
33	19.04.2019 20:11:26,652	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$00   Vypnuto
34	19.04.2019 20:11:27,112	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$00   Vypnuto
35	19.04.2019 20:11:27,474	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$00   Vypnuto
36	19.04.2019 20:11:27,802	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$00   Vypnuto
37	19.04.2019 20:11:28,068	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/4	2	6	GroupValue...	1.010 start...	\$00   Zastavit
38	19.04.2019 20:11:28,554	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/4	2	6	GroupValue...	1.010 start...	\$00   Zastavit
39	19.04.2019 20:11:29,106	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/3	1	6	GroupValue...	1.010 start...	\$00   Zastavit
40	19.04.2019 20:11:29,840	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$00   Vypnuto
41	19.04.2019 20:11:30,373	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/3	1	6	GroupValue...	1.010 start...	\$01   Start
42	19.04.2019 20:11:30,858	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/4	2	6	GroupValue...	1.010 start...	\$01   Start
43	19.04.2019 20:11:31,248	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/5	3	6	GroupValue...	1.010 start...	\$01   Start
44	19.04.2019 20:11:31,878	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$00   Vypnuto
45	19.04.2019 20:11:32,254	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/5	3	6	GroupValue...	1.010 start...	\$00   Zastavit
46	19.04.2019 20:11:33,002	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/6	4	6	GroupValue...	1.010 start...	\$00   Vypnuto
47	19.04.2019 20:11:33,486	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$00   Vypnuto
48	19.04.2019 20:11:34,592	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/6	4	6	GroupValue...	1.010 start...	\$01   Start
49	19.04.2019 20:11:35,210	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/5	3	6	GroupValue...	1.010 start...	\$01   Start
50	19.04.2019 20:11:36,176	ze sběrnice		Nizká	1.12	6126/02-500 Tastsensor solo Ko...	0/0/7	WAGO	6	GroupValue...	1.001 switch	\$01   Zapnuto
51	19.04.2019 20:11:36,444	ze sběrnice		Nizká	1.13	6127/01-500 Tastsensor solo Stan...	0/0/4	2	6	GroupValue...	1.010 start...	\$00   Zastavit
52	19.04.2019 20:11:41,149	Zastavit										Záznam byl zastaven

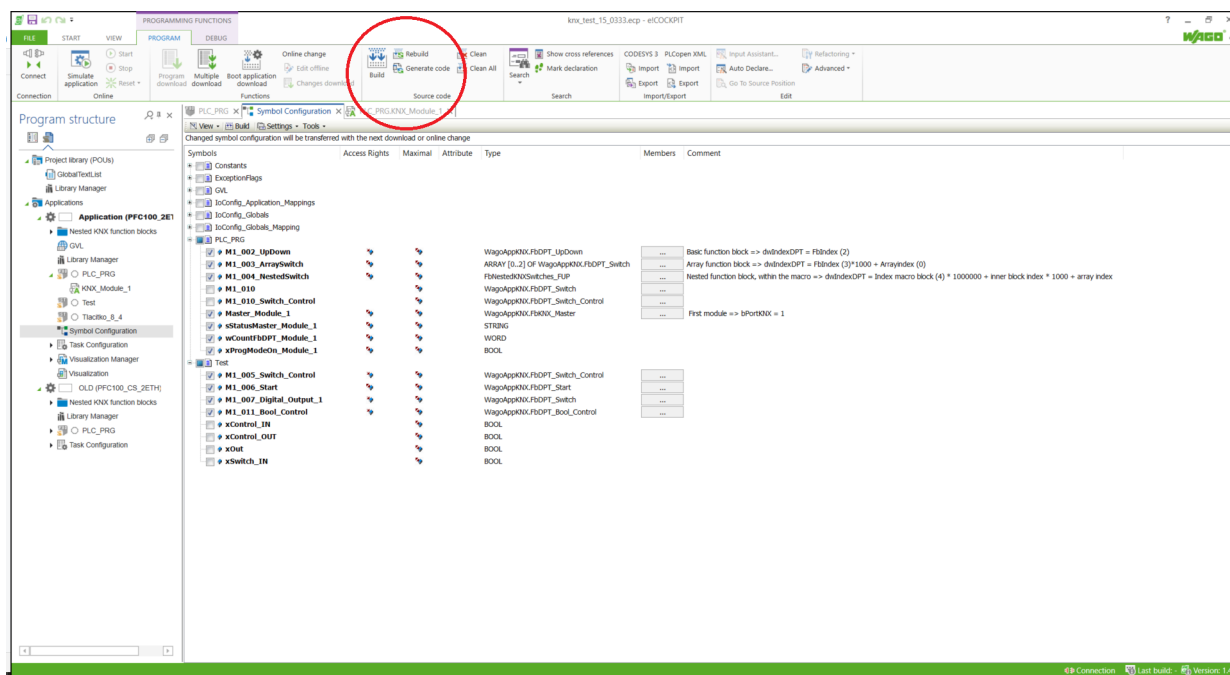
Obrázek 5.7: Diagnostika vytvořené instalace





Obrázek 5.9: Vybrání potřebných příkazů pro komunikaci systémů

Poté bylo nutné vytvořený program vyexportovat z programu e!COCKPIT. To bylo provedeno stiskem tlačítka „Build“ a následně „Generate Code“.

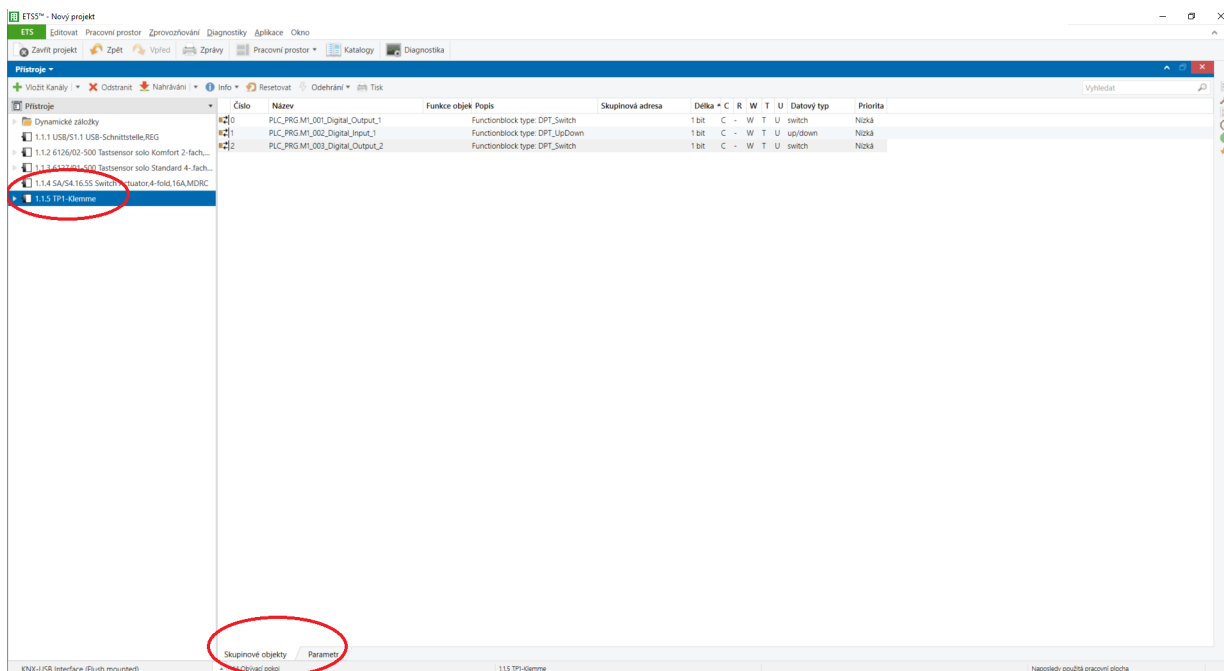


Obrázek 5.10: Export pro program ETS5

Vygenerovaný kód se automaticky uloží do stejné složky, kde je uložený celý projekt. Následně přecházíme do programu ETS5. Zde je potřebné mít mezi přístroji nahrané odpovídající PLC. Nahrávání je totožné jako u ostatních přístrojů KNX.

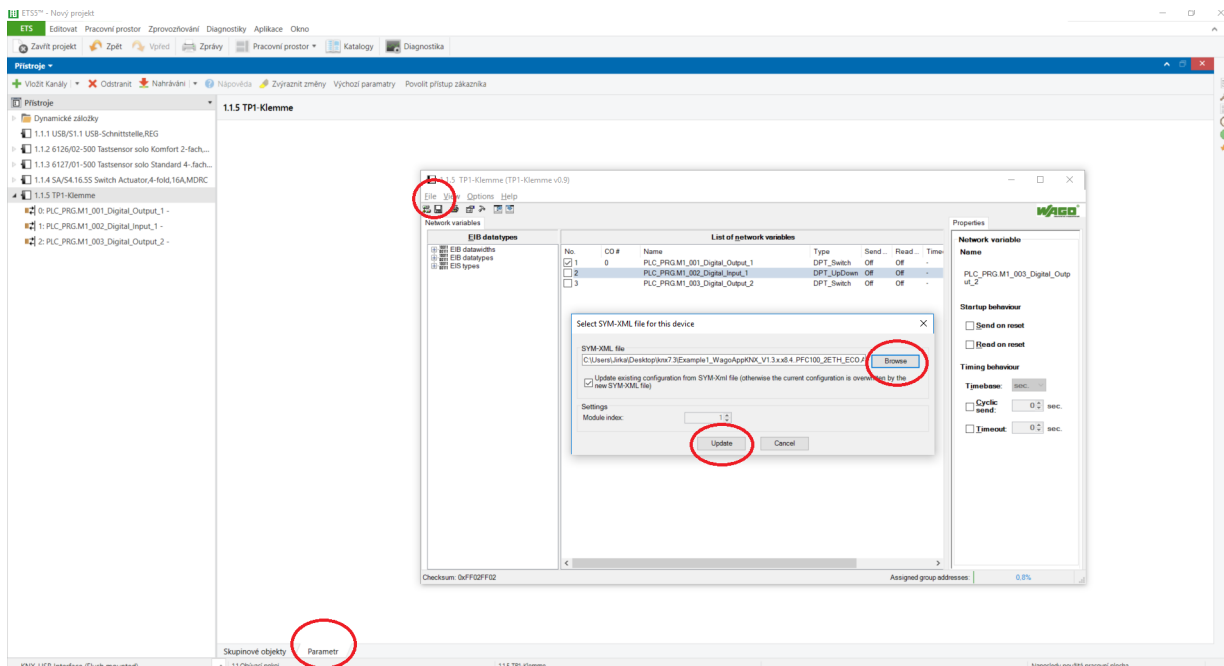


V našem případě je PLC pojmenované TP1-Klemme a má individuální adresu 1.1.5. Po otevření PLC se na spodní liště objeví dvě záložky a to „Skupinové objekty“ a „Parametr“.



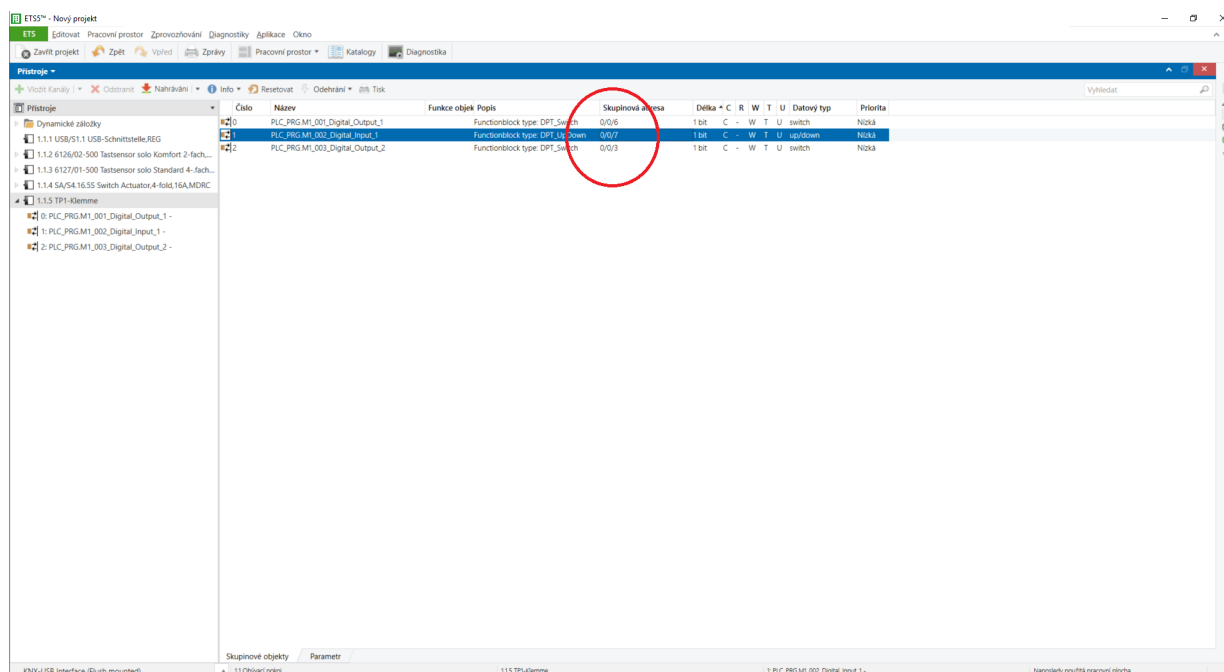
Obrázek 5.11: Zobrazení a nastavení WAGO PLC v programu ETS5

Po rozkliknutí záložky „Parametr“ se zobrazí možnost „Otevřít pro produkt specifické parametrické okno“. To otevřeme a následně v novém okně postupujeme k načítání vytvořeného SYM-XML file. Klikneme na záložku „File“ a následně první volba „Import SYM-XML file“. Pomocí tlačítka „Browse“ najít v počítači potřebný SYM-XML file a ten následně vyčíst do ETS5 a pomocí tlačítka „Update“ nahrát.



Obrázek 5.12: Nahrání SYM-XML file do programu ETS5

Po nahrání souboru vybereme potřebné vstupy/výstupy a okno zavřeme. Propojení je nyní kompletní. Už stačí jen přiřadit skupinové adresy jednotlivým vstupům/výstupům a systémy jsou kompatibilní.



Obrázek 5.13: Přiřazení skupinových adres pro WAGO PLC

Při jakékoliv změně v programu e!COCKPIT je následně nutné celý proces opakovat. Bez opětovného vygenerování a nahrání souboru SYM-XML file nebudou změny provedené v systému e!COCKPIT aktivní v programu ETS5.

## 6 Závěry pro praxi

Vytvořený a předkládaný projekt kombinuje výhody více systémů. Jedná se o kombinaci sběrnice systému KNX a osvětlovacího systému DALI. Řízení celého systému probíhá pomocí WAGO PLC, které umožňuje vzájemné propojení jednotlivých systémů a pomáhá docílit požadovaných funkcí.

Pokud se zaměřím na část kotelny, zde probíhá řízení pouze pomocí WAGO PLC. Díky širokému spektru možností výběru příslušenství a možné kombinace s tímto PLC je možné vytvořit celé ovládání pouze v jednom programovacím prostředí a není nutné pro každou různou část vytvářet odlišný projekt. V praxi to znamená úsporu financí díky potřebě pouze jednoho programu a to e!COCKPIT. S tím je úzce spojena úspora za programátora, který nemusí být odborníkem na více druhů systémů, ale postačí mu znalost jednoho software. Další výhodou přichází v následné snadné údržbě a případné změně konfigurace. Zvolené WAGO PLC zvládá vyčítat hodnoty teplot pro celý systém a po jejich vyhodnocení autonomně upravovat nastavení systému. Díky připojení PLC na internet je možné se k celému systému vzdáleně připojit a zjistit aktuální stav. V případě změny nastavení, nebo drobnějších servisních úkonů zde není potřeba přítomnosti programátora, který se také může k zařízení připojit vzdáleně.

Elektroinstalace je dále doplněna o bateriové úložiště umístěné v technické místnosti v kombinaci s FVE umístěnou na střeše objektu. Jedná se o autonomní systém EnergyCloud 3f/10,8 kW, který dopomáhá zvýšení úspory elektrické energie v objektu. Firma zajišťuje na klíč instalaci jak FVE tak i bateriového úložiště. Vyrobená energie z FVE umístěné na střeše objektu je buď spotřebována pro aktuální odběr domu, nebo uložena v bateriích a následně využívána buď při výpadku distribuční sítě, nebo k pokrývání špiček odběru objektu. V praxi lze očekávat návratnost investice do bateriového úložiště v horizontu dvaceti let. Vybrané bateriové úložiště nabízí možnost dokoupení stejnosměrné rychlonabíječky. Pokud by investor v budoucnu o této volbě uvažoval, je celé zařízení připravené a bez větších úprav lze stejnosměrnou rychlonabíječku připojit. Tím v praxi předpokládám zvýšené využívání elektrické energie pro elektromobil a následné snížení celkové doby návratnosti.

Obytná část přináší na první pohled možná složitější řešení, ale vychází ze snahy co nejvíce vyjít vstříc zákazníkovi. Zvolená kombinace dvou odlišných systémů a jejich následné propojení pomocí WAGO PLC umožňuje širokou škálu možností. Osvětlení pomocí standartu KNX umožní snadné možnosti nastavení přímo na míru požadavkům zákazníka, zvolit zde jednotlivé scény a regulovat teplotu v prostoru. Díky použití ovládacího prvku Triton bylo možné z jednoho místa ovládat více částí prostoru, regulovat teplotu a vytvořit světelné scény. Tím došlo ke snížení nákladů pro více ovládacích prvků osvětlení a lze pomocí Tritonu i regulovat otopnou soustavu. Pro požadavek investora na změnu úrovně a barvy osvětlení byl použitý sběrníkový systém DALI 2, který tyto požadavky splňuje. Je použitý v kuchyni a obývacím prostoru. Instalace prvků DALI 2 je v praxi snadná a díky ochraně proti přepólování, snadné diagnostice a široké škále možností nastavení byla vybrána jako nejlepší alternativa pro splnění požadavků.

Celková elektroinstalace vychází zhruba na 817 046 Kč. Nejdražší položkou je zde bateriové úložiště v kombinaci s FVE, které tvoří téměř polovinu ceny. Vytvořený projekt lze v praxi různě modifikovat a tím zároveň případně snížit celkovou cenu. Pokud nebude požadavek na bateriové úložiště, nebo stmívání a změnu barevného spektra u osvětlení, lze použít například jen prvky KNX pro osvětlení a střídač bez bateriového úložiště.

## 7 Závěr

Hlavním tématem této diplomové práce byl návrh a vytvoření kompletní projektové dokumentace pro inteligentní elektroinstalaci vybraného rodinného domu včetně návrhu kotelny. Pro dosažení tohoto cíle bylo nejprve nutné seznámit se s problematikou inteligentních elektroinstalací, zjistit jejich hlavní přednosti a prozkoumat různé alternativy pro daný objekt. V teoretické části jsem se zaměřil především na sběrníkový systém KNX doplněný o inteligentní osvětlení pomocí EnOcean a DALI. Při návrhu koncepce kotelny pro mne bylo důležité seznámit se s problematikou ohledně technického zařízení budov, způsobu vytápění a možností regulace.

V diplomové práci se prolíná problematika více oborů. Vycházel jsem z konkrétního rodinného domu, ve kterém již byla umístěna část technologie a to solární kolektor, krbová kamna a tepelné čerpadlo. Musel jsem vycházet z těchto předem daných vstupů a nalézt jejich nejefektivnější využívání pro co největší komfort a úsporu energie. Ovládání kotelny jsem navrhl přes WAGO PLC, které splňovalo moje veškeré požadavky. Systém řízení kotelny zároveň komunikuje s vytvořenou inteligentní elektroinstalací pro obytnou část. Tím lze celý systém maximálně přizpůsobit a optimalizovat přáním zákazníka. Objekt je dále doplněný o malou fotovoltaickou elektrárnu umístěnou na střeše domu. Energie z FVE je následně využívána pro vlastní spotřebu objektu. Případné přebytky jsou ukládány do bateriového úložiště umístěného v technické místnosti domu.

Pro navržení celé instalace byla nutná znalost programu ETS5 pro nastavení a ovládání prvků KNX. Zde jsem uplatnil své znalosti z týdenního certifikačního kurzu, který jsem absolvoval. Srdcem celé inteligentní instalace je WAGO PLC, které je doplněné potřebnými kartami KNX a DALI pro vzájemnou kompatibilitu všech zařízení. Pomocí programu od společnosti WAGO - e!COCKPIT, jsem vytvořil řízení pro celou inteligentní instalaci včetně ovládání kotelny a uživatelského rozhraní. Použité WAGO PLC umožňuje vzdálený přístup a uživatelé mohou vzdáleně kontrolovat a ovládat celý objekt.

Pro celou instalaci jsem v programu AutoCAD nakreslil půdorys obytné části, funkční schéma kotelny, hlavní a podružný rozvaděč včetně rozfázování jednotlivých okruhů. Zásuvkové okruhy jsou doplněné o proudový chránič v kombinaci s obloukovou ochranou, která doplňuje selektivitu jištění. Dále jsou v příloze práce výkresy zapojení jednotlivých karet PLC, například zapojení odporových teplotních čidel. Výkresy jsou doplněné o kompletní položkový rozpočet jak za materiál, tak i provedenou práci. Celková cena za navrženou inteligentní elektroinstalaci 817 046 Kč je vyšší než v případě klasické elektroinstalace. Ovšem inteligentní instalace nabízí větší komfort, větší úsporu do budoucna a možnost následné konfigurace podle přání zákazníka.

# Seznam použité literatury

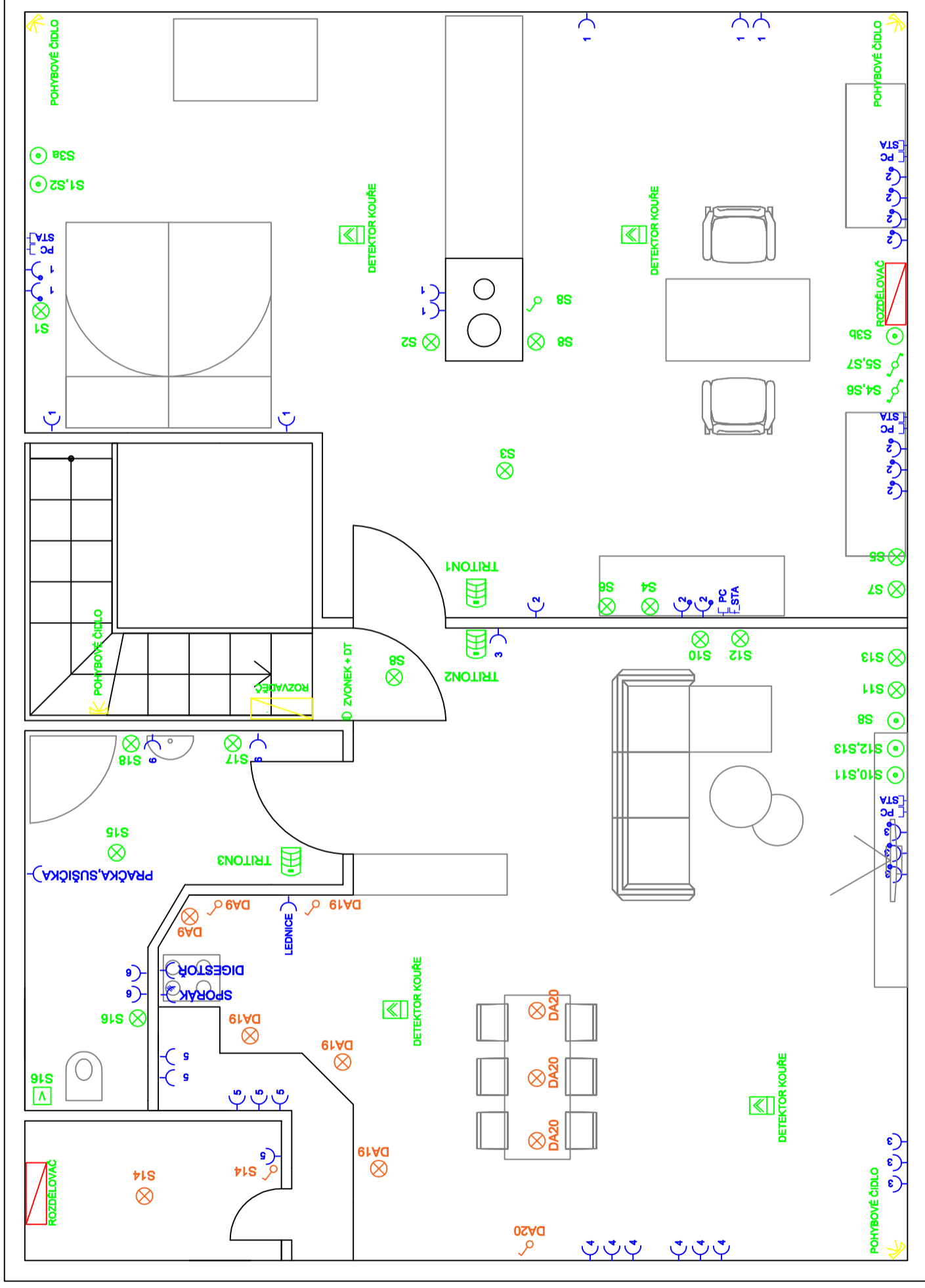
- [1] „Autoři: Karel Sokanský a kolektiv“, tech. zpr. WWW: [http://www.csorsostrava.cz/publikace/inteligentni%7B%5C\\_%7Dridici%7B%5C\\_%7Dsystemy%20-%202003.pdf](http://www.csorsostrava.cz/publikace/inteligentni%7B%5C_%7Dridici%7B%5C_%7Dsystemy%20-%202003.pdf).
- [2] *IME Conto D4-Pt CE4DMID01 MID Certified Four Module Three Phase Network MultiFunction Energy Meter - CT Operated | Rayleigh Instruments*. WWW: <https://www.rayleigh.com/ime-conto-d4ptmid-ce4dmid01-certified-three-phase-network-energy-meter.html> (cit. 11.05.2019).
- [3] *A brief introduction to KNX KNX Association [Official website]*. WWW: <https://www.knx.org/knx-en/for-professionals/What-is-KNX/A-brief-introduction/index.php> (cit. 11.05.2019).
- [4] H. Merz, T. Hansemann a C. Hübner, *Automatizované systémy budov : sdělovací systémy KNX/EIB, LON a BACnet*. Grada, 2008, ISBN: 9788024723679.
- [5] *Co umí chytrá domácnost? Unikátní možnosti systému KNX - ElektroPrůmysl.cz*. WWW: <https://www.elektroprumysl.cz/elektroinstalace/co-umi-chytra-domacnost-unikatni-moznosti-systemu-knx> (cit. 16.05.2019).
- [6] *Chytrá domácnost | Gevara s.r.o.* WWW: <http://www.gevara.cz/chytra-domacnost> (cit. 16.05.2019).
- [7] *Velkoobchod KNX - inteligentní bydlení. - KNXstore*. WWW: <https://www.knxstore.cz/> (cit. 16.05.2019).
- [8] *Inteligentní elektroinstalace KNX — SBS ELEKTRO s.r.o.* WWW: <https://gira.cz/produkty/inteligentni-elektroinstalace/> (cit. 16.05.2019).
- [9] *Systém KNX - systém inteligentního řízení domu s jednoduchým ovládáním - Smarttech spol. s r. o.* WWW: <http://i-smarttech.cz/smarthouse.php?aid=112> (cit. 16.05.2019).
- [10] *ABB i-bus KNX - Automatizace bytů a budov*. WWW: <https://new.abb.com/low-voltage/cs/nizke-napeti/produkty/automatizace-bytu-a-budov/prodtkove-rady/abb-i-bus-knx> (cit. 16.05.2019).
- [11] *Systém KNX | Schneider Electric*. WWW: <https://www.se.com/cz/cs/work/solutions/system/s4/buildings-systems-knx/> (cit. 16.05.2019).
- [12] *Weblet Importer*. WWW: <https://www.knxcz.cz/clanky> (cit. 16.05.2019).
- [13] *Weblet Importer*. WWW: <https://knxcz.cz/tiskoviny-knx> (cit. 16.05.2019).
- [14] *Automatizace domu KNX/SMI*. WWW: [https://www.becker-antriebe.com/cz/produkty/automatizace-domu-knxsmi.html?gclid=CjwKCAjw1PTmBRBoEiwAHqpvhXe5oa4J8ENE86U5kiLMDtcBhc%7B%5C\\_%7DU6iGsYdZGpK05vmQJXm0a-8bishoCJkoQAvD%7B%5C\\_%7DBwE](https://www.becker-antriebe.com/cz/produkty/automatizace-domu-knxsmi.html?gclid=CjwKCAjw1PTmBRBoEiwAHqpvhXe5oa4J8ENE86U5kiLMDtcBhc%7B%5C_%7DU6iGsYdZGpK05vmQJXm0a-8bishoCJkoQAvD%7B%5C_%7DBwE) (cit. 16.05.2019).
- [15] *Premisa TZB, distribuce KNX komponent, inteligentní domy, smart house | KNX ovladače a akční členy MDT*. WWW: <https://inteligentni.house/knx-ovladace-a-akcni-cleny-mdt/> (cit. 16.05.2019).

- [16] *Úvod do KNX / Automatizace.HW.cz*. WWW: <https://automatizace.hw.cz/teorie-a-praxe/knx.html> (cit. 11.05.2019).
- [17] *24/7 Control Room / Control Center solutions / ABB*. WWW: <https://new.abb.com/control-rooms> (cit. 11.05.2019).
- [18] W. E. T. S. Plug-in, *WAGO-Software Manual*, Standard. 2015, ISBN: 1285229289866.
- [19] „Wago-i/o-system 750 753-646“, s. 1–44,
- [20] *Efektivní řízení osvětlení scén DALI Erco - Časopis Světlo - Odborné časopisy*. WWW: <http://www.odbornecasopisy.cz/svetlo/casopis/tema/efektivni-rizeni-osvetleni-scen-dali-erco--15416> (cit. 11.05.2019).
- [21] *EnOcean bezdrátové moduly, Bezdrátové sensorové řešení - Paoli.cz*. WWW: <https://www.paoli.cz/enoclean/> (cit. 16.05.2019).
- [22] *Bezdrátová technologie EnOcean | Inteligentní dům*. WWW: <http://www.inteligentni-dum.eu/technologie-enoclean/> (cit. 16.05.2019).
- [23] *Energy Harvesting Wireless Sensor Solutions and Networks from EnOcean*. WWW: <https://www.enoclean.com/> (cit. 16.05.2019).
- [24] *The Self-powered Wireless Standard for Smart Buildings - EnOcean Alliance*. WWW: <https://www.enoclean-alliance.org/> (cit. 16.05.2019).
- [25] *EnergyCloud vyvíjí unikátní rychlonabíječky elektromobilů - Konstrukter.cz*. WWW: <https://www.konstrukter.cz/energycloud-vyvi-ji-unikatni-rychlonabijecky-elektromobilu/> (cit. 16.05.2019).
- [26] *Česká firma EnergyCloud vyvíjí unikátní rychlonabíječky elektromobilů pro domácnosti | Hybrid.cz*. WWW: <http://www.hybrid.cz/ceska-firma-energycloud-vyvi-ji-unikatni-rychlonabijecky-elektromobilu-pro-domacnosti> (cit. 16.05.2019).
- [27] *ENERGY INDEPENDENCE COST SAVINGS | Energycloud.cz : Energycloud.cz*. WWW: <http://www.energycloud.cz/> (cit. 16.05.2019).
- [28] *Gallery - Energycloud.cz : Energycloud.cz*. WWW: <http://www.energycloud.cz/galerie/> (cit. 16.05.2019).
- [29] W. Meyer, *KNX/EIB Engineering Tool Software : sicherer Ein- und Umstieg von ETS4 auf ETS5 ; das Praxisbuch*. Hüthig, 2015, ISBN: 3810103713.

# Seznam příloh

1. Půdorys objektu
2. Podružný rozvaděč podkroví 1. část
3. Podružný rozvaděč podkroví 2. část
4. Podružný rozvaděč podkroví 3. část
5. Podružný rozvaděč podkroví 4. část
6. 3D model použitého WAGO PLC pro obytnou část
7. Zapojení karet DALI a KNX
8. Přehledové schéma kotelny
9. Hlavní rozvaděč objektu umístěný v kotelně 1.část
10. Hlavní rozvaděč objektu umístěný v kotelně 2.část
11. Hlavní rozvaděč objektu umístěný v kotelně 3.část
12. 3D model použitého WAGO PLC pro kotelnu
13. Popis zapojení teplotních čidel 1. karta 750-451
14. Popis zapojení teplotních čidel 2. karta 750-451
15. Popis zapojení digitálních výstupů karta 750-1504
16. Položkový rozpočet za materiál
17. Položkový rozpočet za materiál
18. Položkový rozpočet za práci

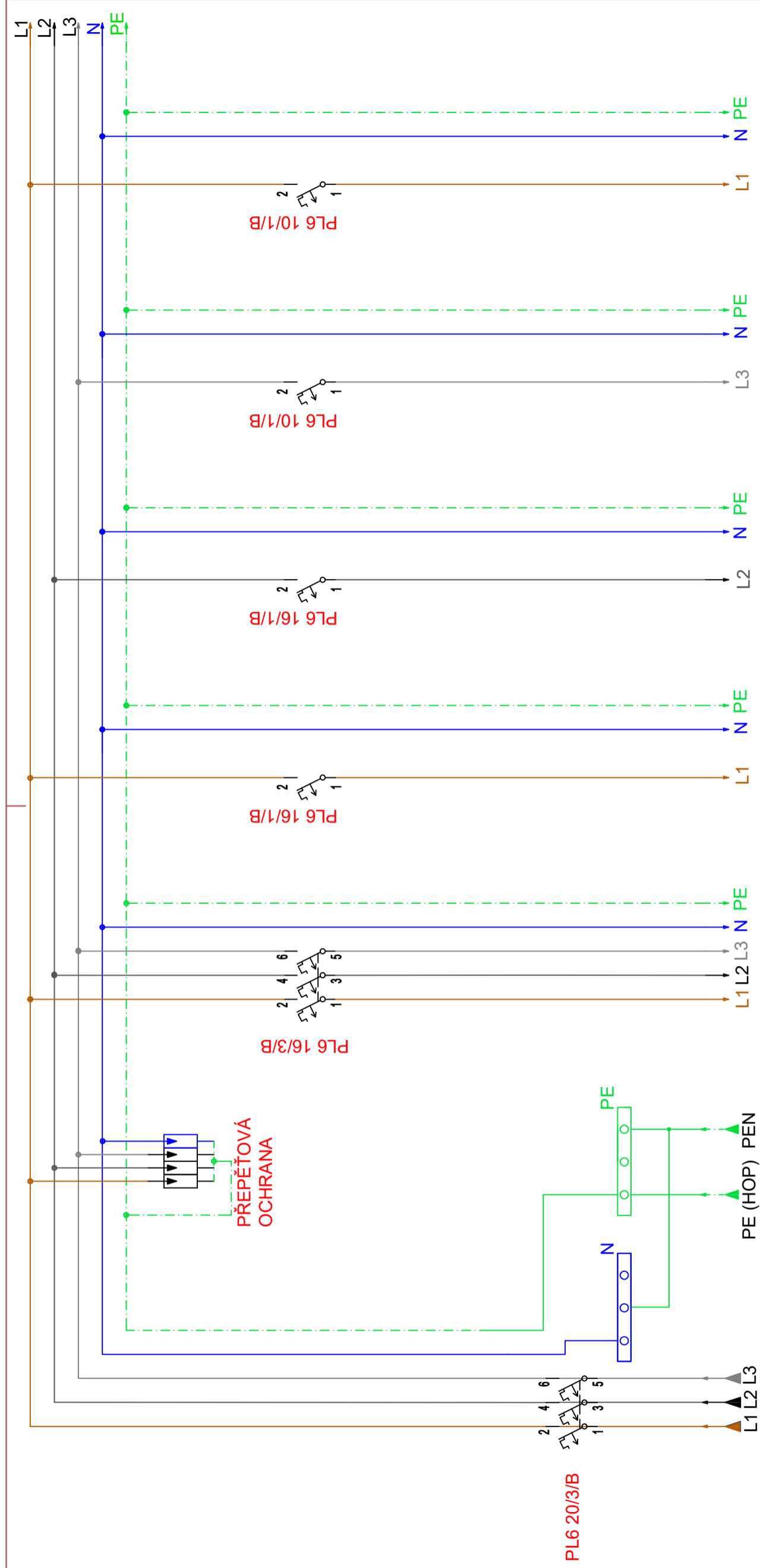




- Legenda:
- Vypínače, piepínače
  - Žárovky 400V
  - Žárovky 230V
  - Žárovkové svítidlo
  - Zvonek + DT
  - Popis sv. vývodu
  - Popis zás. vývodu
  - Rozvaděč
  - Ventilátor
  - Pohybové čidlo
  - Osvětlení pomocí DALI
  - Detektor kouře
  - KNX tlačítkový spínač
  - Žárovky 230V s přepětovou ochranou
  - Rozdělovač; přívod PL6/1P/6A/b
  - KNX - Triton

Odp. projektant Bc. Jiří Vejvoda		Ved. projektant Bc. Jiří Vejvoda	
Místo stavby Domažlice		Příloha č.1	
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>			
Formát	A4	Datum	24.4.2019
Stupeň	realizace	Zakázka	
Meritko	č. výkresu		01

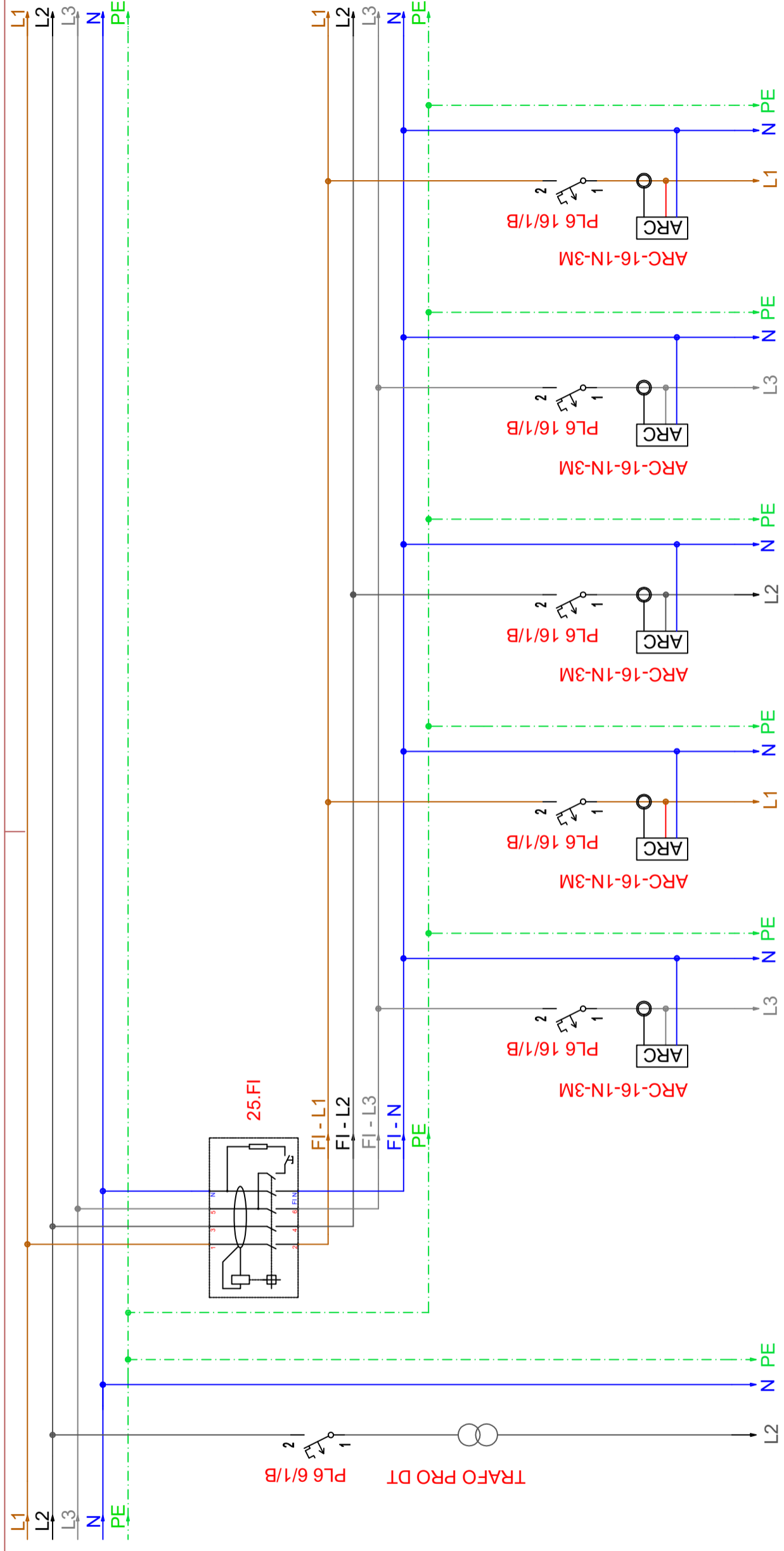
- KNX - Triton1  
Žárovkové svítidlo S1  
Žárovkové svítidlo S2  
Žárovkové svítidlo S4  
Žárovkové svítidlo S6  
Ovládání vytápění v pracovním
- KNX - Triton2  
Žárovkové svítidlo S8  
Žárovkové svítidlo S10  
Žárovkové svítidlo S11  
Ovládání vytápění v obyčejném pokoji
- KNX - Triton3  
Žárovkové svítidlo S15  
Žárovkové svítidlo S16  
Žárovkové svítidlo S17  
Žárovkové svítidlo S18  
Ovládání vytápění v koupelně
- DALI - Osvětlení  
Smlívatelné LED svítidlo S9  
Smlívatelné LED svítidlo S14  
Smlívatelné LED svítidlo s možností změny světelného spektra S19  
Smlívatelné LED svítidlo s možností změny světelného spektra S20



Označení kabelu	Hlavní přívod	Hlavní ochr. přípoj.	Sporák	Lednice	Digestoř	Světla S1-S12	Světla DA9-DA20
Typ kabelu	CYKY	CYA	CYKY	CYKY	CYKY	CYKY	CYKY
Průřez	4Bx10	16	5CX2,5	3CX2,5	3CX2,5	3CX1,5	3CX1,5
Popis	Hl. domovní přívod	Ochr. pospojení HOP	Přívod pro 3f sporák	Přívod pro lednici	Přívod pro digestoř	Svět. okruh pro S1-S12	Svět. okruh pro DALI

**SOUSTAVA:** 3+PE,N,50Hz,400/230V,TN-C-S  
**PROSTŘEDÍ:** NORMÁLNÍ  
**OCHRANA:** POSPOJENÍM A PROUD.CHRÁNIČI

Odp. projektant	Ved. projektant	Příloha č.2	
Bc. Jirf Vejvoda	Bc. Jirf Vejvoda		
Místo stovby	Domážlice	Formát	A4
Alice		Datum	24.4.2019
		Stupeň	realizace
		Zakázka	
		Metriko	č. výkresu
			02
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>			

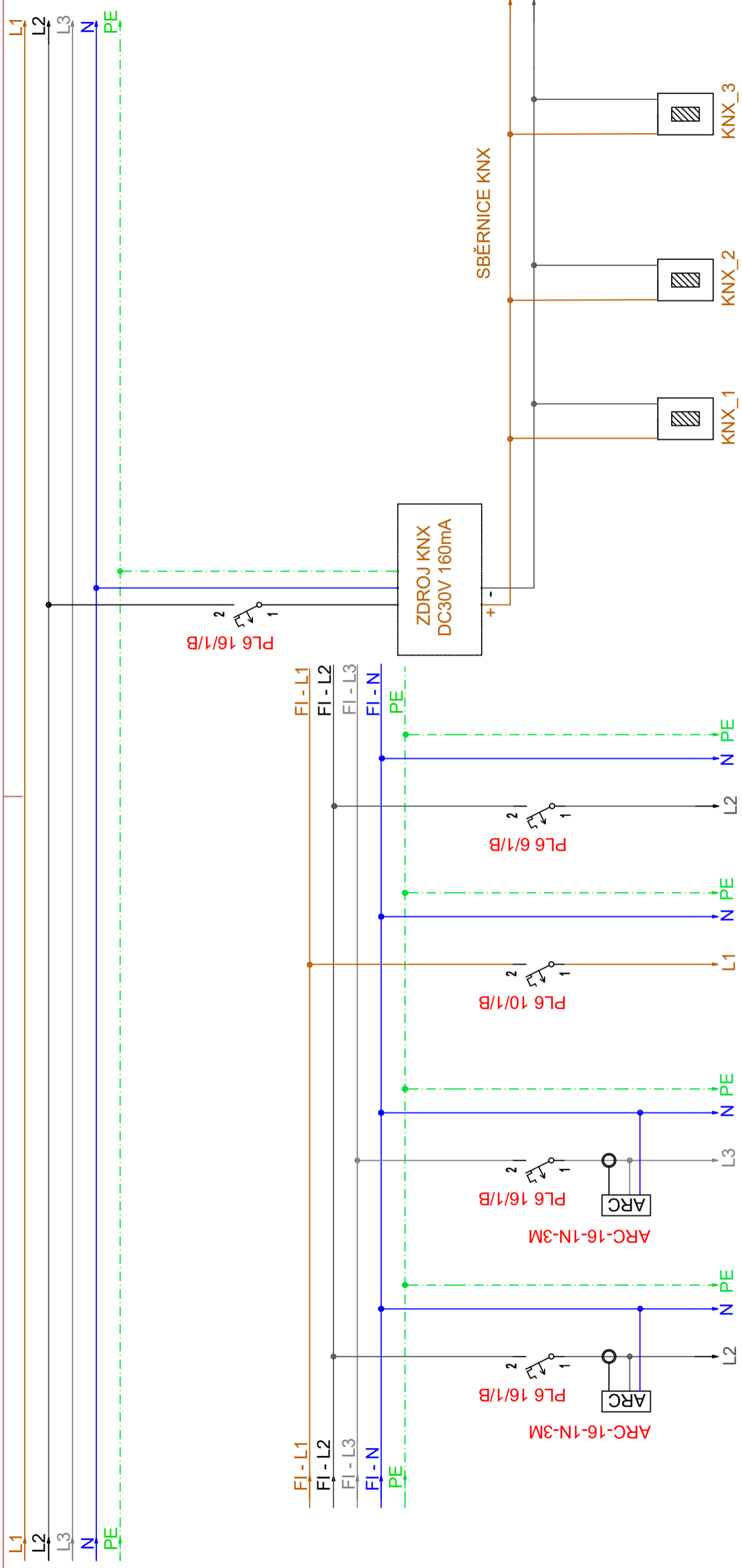


Označení kabelu	Domovní telefon	Pračka, sušička	Z1	Z2	Z3	Z4
Typ kabelu	SYKFY	CYKY	CYKY	CYKY	CYKY	CYKY
Průřez	10X2X0,5	3CX2,5	3CX2,5	3CX2,5	3CX2,5	3CX2,5
Popis	Přívod pro dom. telefon	Přívod pro pračku	Zásuvkový okruh č.1	Zásuvkový okruh č.2	Zásuvkový okruh č.3	Zásuvkový okruh č.4

**SOUSTAVA:** 3+PE,N,50Hz,400/230V,TN-C-S  
**PROSTŘEDÍ:** NORMÁLNÍ  
**OCHRANA:** POSPOJENÍM A PROUD.CHRÁNIČI

Odp. projektant		Ved. projektant	
Bc. Jirí Vejvoda		Bc. Jirí Vejvoda	
Místo stavby		Domažlice	
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>			
Formát		A4	
Datum		24.4.2019	
Stupeň		realizace	
Zadávací		č. výkresu	
Měřítka		03	

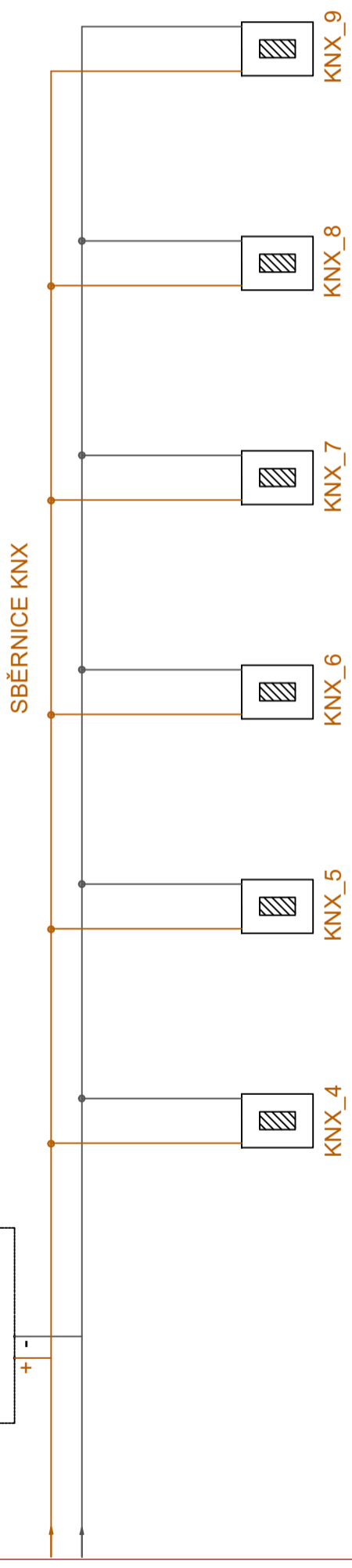
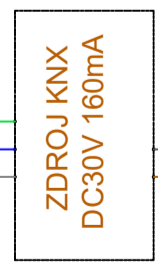
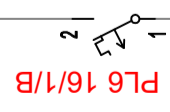
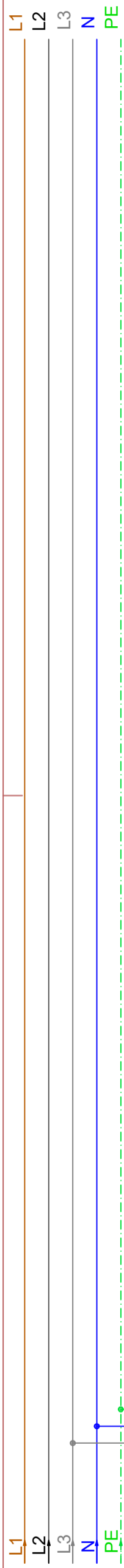
Příloha č.3



Označení kabelu	Z5	Z6	Světla S15-S18	ZDROJ PLC	Triton1	Triton2	Triton3
Typ kabelu	CYKY	CYKY	CYKY	CYA	YCYM	YCYM	YCYM
Průřez	3Cx2,5	3CX2,5	3CX1,5	1,5	2X2X0,8	2X2X0,8	2X2X0,8
Popis	Zásuvkový okruh č.5	Zásuvkový okruh č.6	Svět. okruh pro S15-S18	Napájení pro zdroj 24V	KNX tlačítko	KNX tlačítko	KNX tlačítko

SOUSTAVA: 3+PE,N,50Hz,400/230V,TN-C-S  
 PROSTŘEDÍ: NORMÁLNÍ  
 OCHRANA: POSPOJENÍM A PROUD.CHRÁNIČI

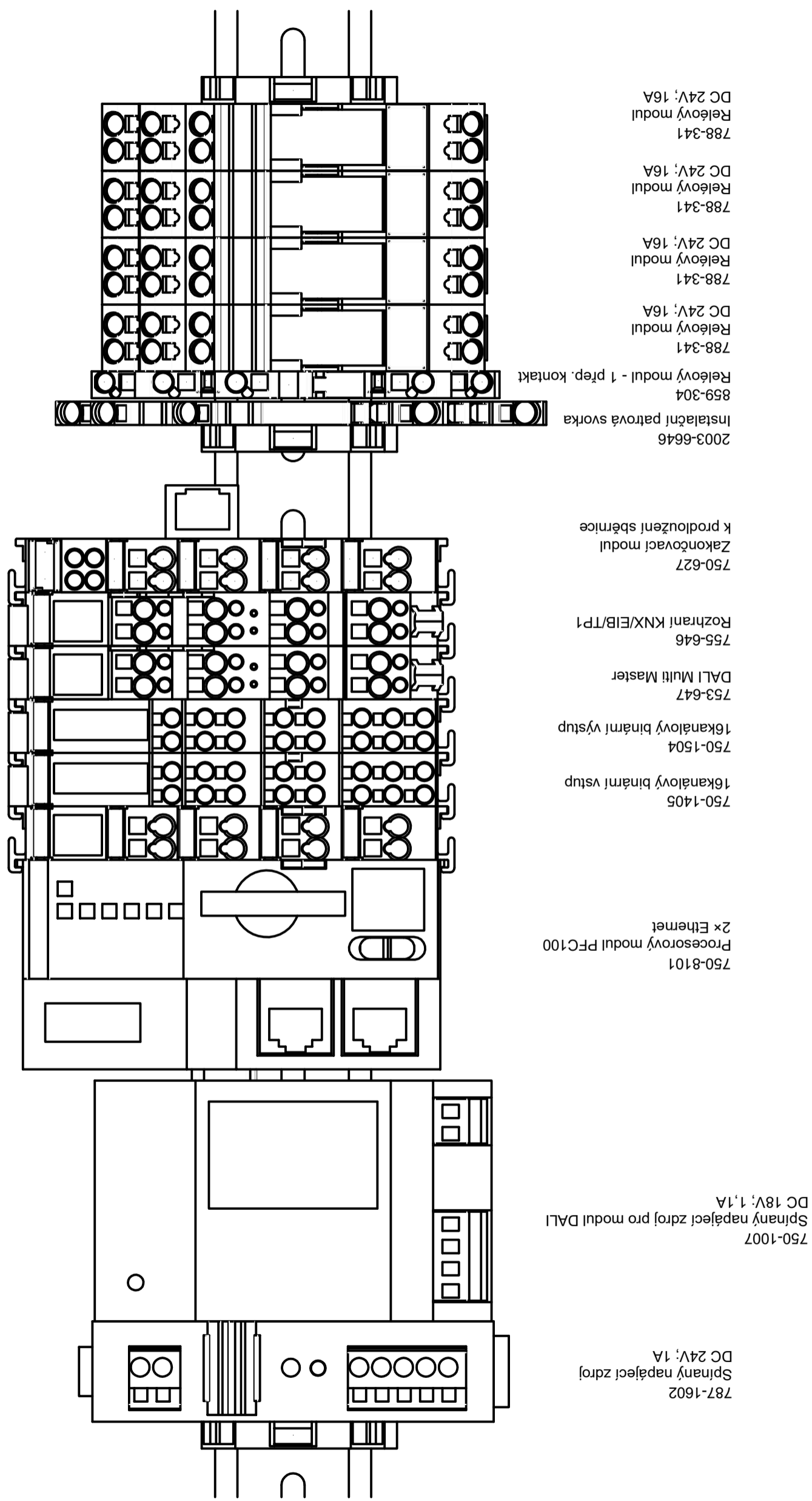
Odp. projektant	Ved. projektant		Příloha č.4			
Bc. Jirí Vejvoda	Bc. Jirí Vejvoda					
Místo stavby	Domazlice		Formát	A4		
Alice			Datum	24.4.2019		
NÁVRH ELEKTROINSTALACE			Stupeň	realizace		
			Zakázka			
			Meřítko	č. výkresu 04		



Označení kabelu	S1,S2	S3a	S3b	S8	S10,S11	S12,S13
Typ kabelu	YCYM	YCYM	YCYM	YCYM	YCYM	YCYM
Průřez	2X2X0,8	2X2X0,8	2X2X0,8	2X2X0,8	2X2X0,8	2X2X0,8
Popis	KNX tlačítko	KNX tlačítko	KNX tlačítko	KNX tlačítko	KNX tlačítko	KNX tlačítko

**SOUSTAVA:** 3+PE,N,50Hz,400/230V,TN-C-S  
**PROSTŘEDÍ:** NORMÁLNÍ  
**OCHRANA:** POSPOJENÍM A PROUD.CHRÁNIČI

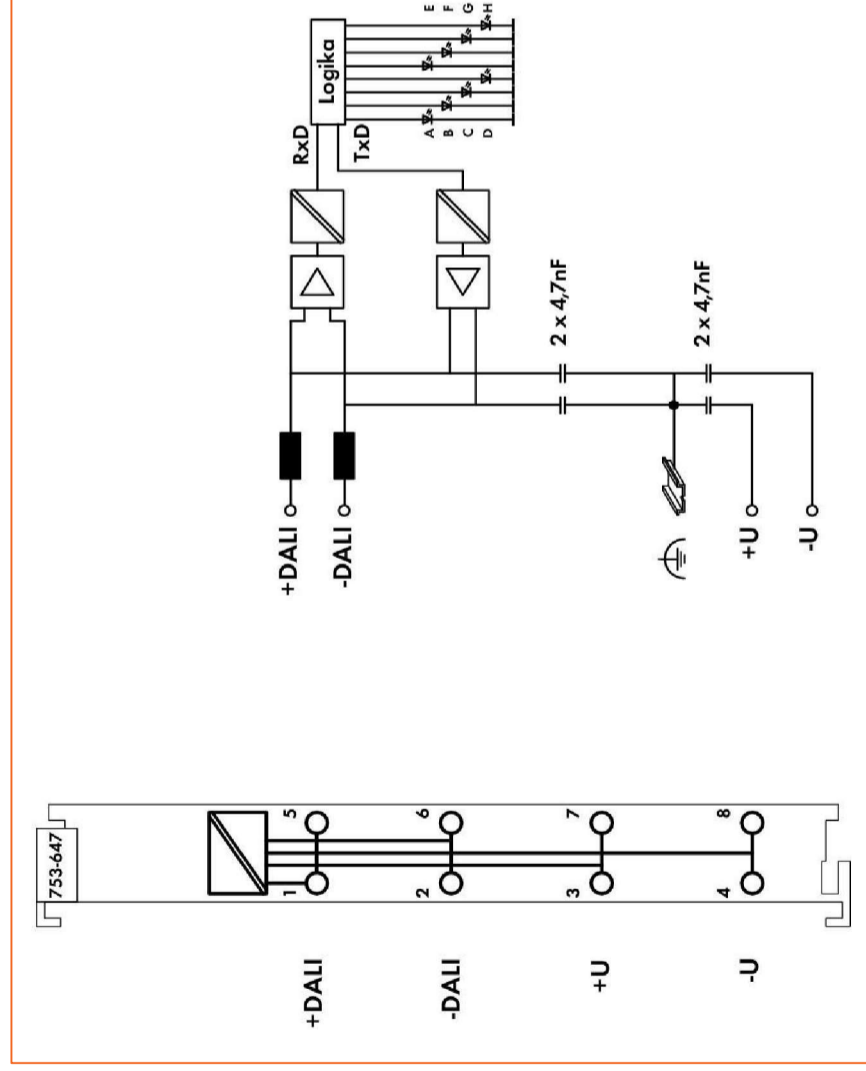
Odp. projektant <b>Bc. Jiří Vejvoda</b>		Ved. projektant <b>Bc. Jiří Vejvoda</b>		Příloha č.5			
Místo stavby Domažlice		Akce					
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>				Formát	A4		
				Datum	24.4.2019		
				Stupeň	realizace		
				Zakázka			
				Meřičko	č. výkresu	05	



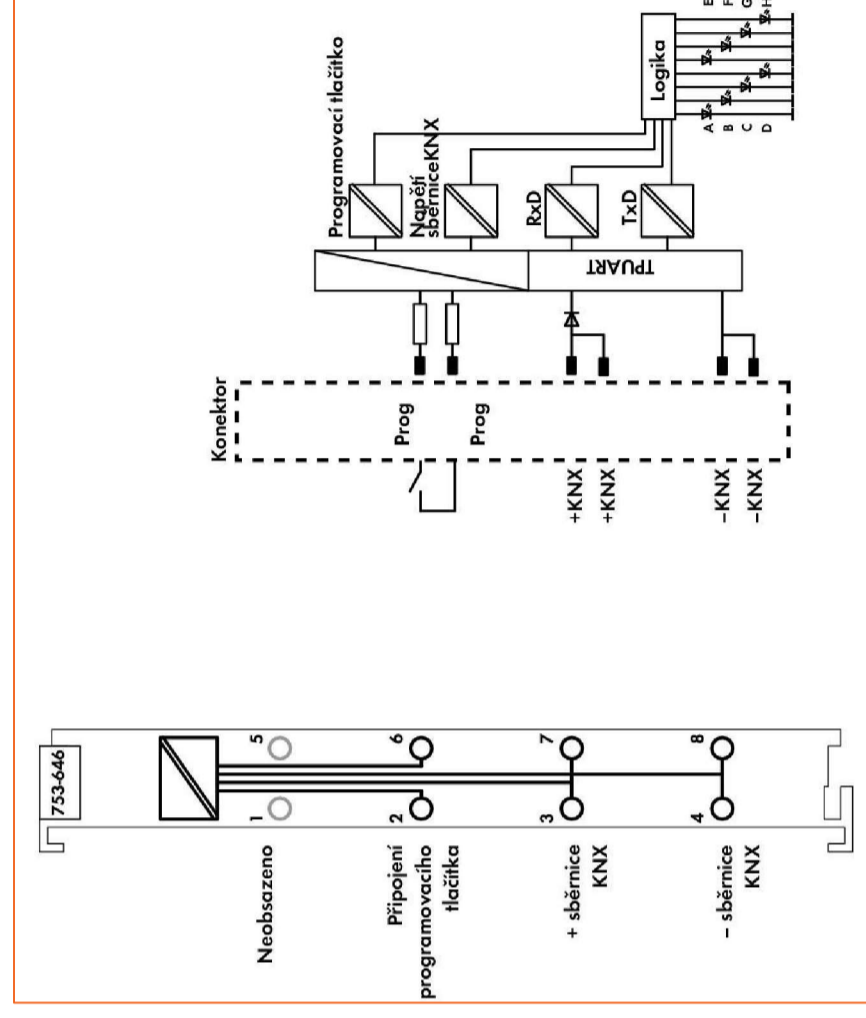
Odp. projektant <b>Bc. Jiří Vejvoda</b>	Ved. projektant <b>Bc. Jiří Vejvoda</b>	<b>Příloha č.6</b>			
Místo stavby Domažlice	<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>				
Akce					

## Schematické zapojení karet DALI a KNX

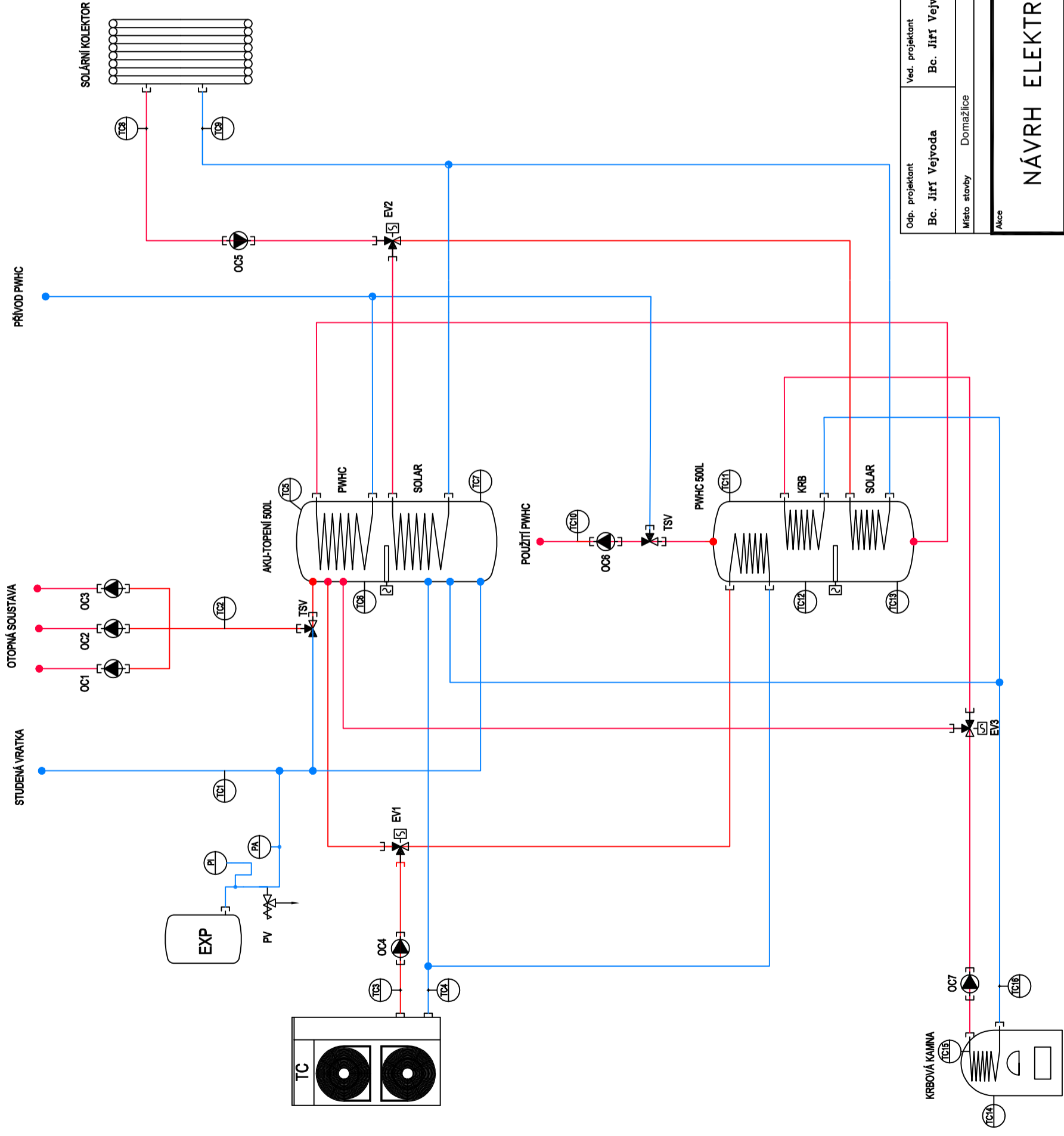
DALI Multi Master 753-647



Rozhraní KNX/EIB/TP1 753-646



Odp. projektant <b>Bc. Jiří Vejvoda</b>	Ved. projektant <b>Bc. Jiří Vejvoda</b>	<b>Příloha č.7</b>	
Místo stavby Domažlice		Formát A4	Č. výkresu 07
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>		Datum 24.4.2019	Stupeň realizace
<b>Akce</b>		Zakázka	

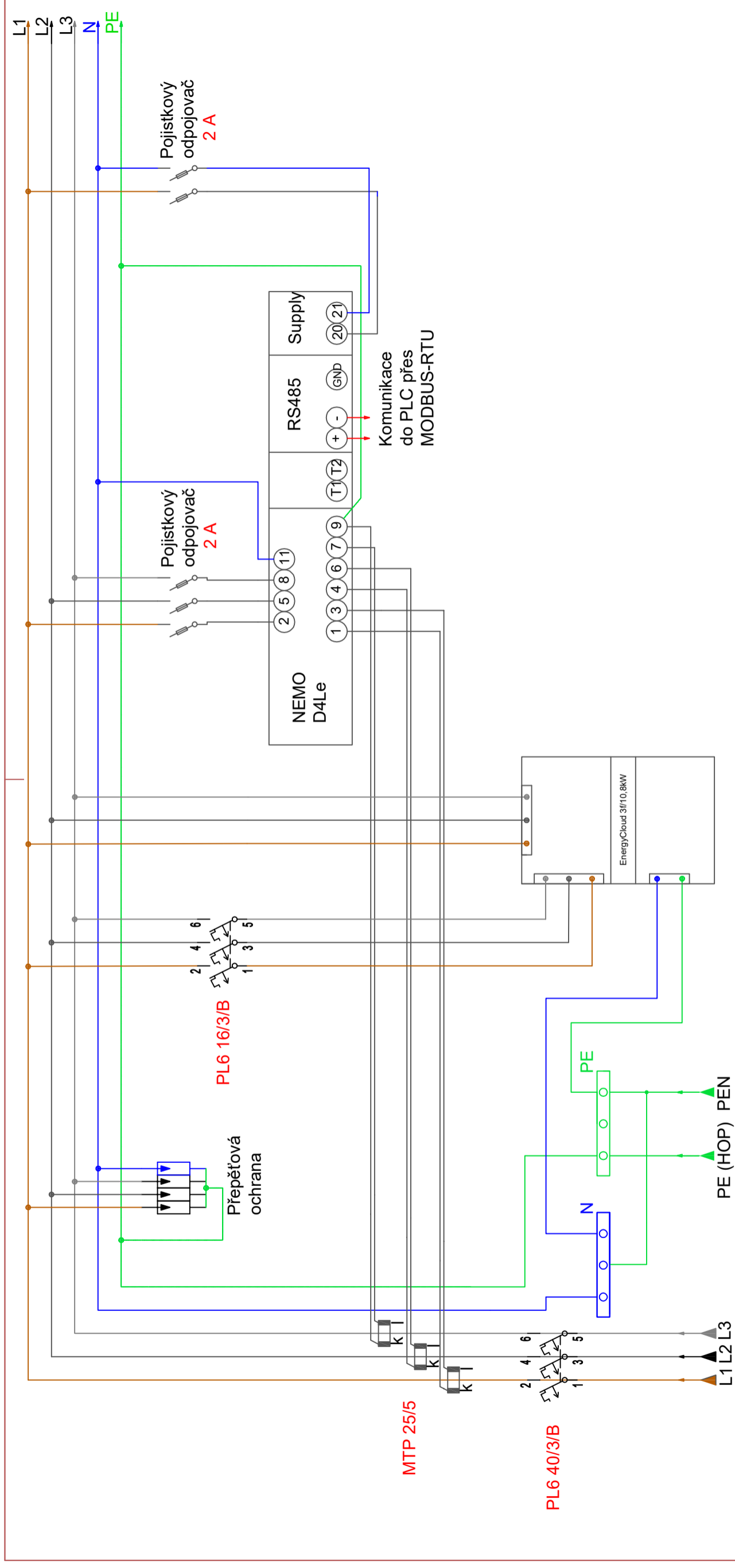


**LEGENDA:**

- OC1 - OBĚHOVÉ ČERPADLO OTOPNÉ SOUSTAVY
- OC2 - OBĚHOVÉ ČERPADLO OTOPNÉ SOUSTAVY
- OC3 - OBĚHOVÉ ČERPADLO OTOPNÉ SOUSTAVY
- OC4 - OBĚHOVÉ ČERPADLO TEPELNÉHO ČERPADLA
- OC5 - OBĚHOVÉ ČERPADLO SOLÁRNÍHO KOLEKTORU
- OC6 - OBĚHOVÉ ČERPADLO PRO POUŽITÍ PWHC
- OC7 - OBĚHOVÉ ČERPADLO KRBVOÝCH KAMEN
- TC - TEPELNÉ ČERPADLO VITOCAL 300-A
- PWHC - PÍTNÁ TEPLÁ VODA CÍRKULAČNÍ
- EV1 - 3-CESTNÝ VENTIL S ELEKTRICKÝM POHONEM
- EV2 - 3-CESTNÝ VENTIL S ELEKTRICKÝM POHONEM
- EV3 - 3-CESTNÝ VENTIL S ELEKTRICKÝM POHONEM
- TSV - TERMOSTATICKÝ SMĚŠOVACÍ VENTIL
- PWHC 500L - AKUMULAČNÍ NÁDRŽ PRO PWHC
- PV - POJISTNÝ VENTIL
- EXP - EXPAZNÍ NÁDOBA
- TC1 - TEPLŮTNÍ ČIDLO VRATKY OTOPNÉ SOUSTAVY
- TC2 - TEPLŮTNÍ ČIDLO VÝSTUPU DO OTOPNÉ SOUSTAVY
- TC3 - TEPLŮTNÍ ČIDLO VÝSTUPU DO TEPELNÉHO ČERPADLA
- TC4 - TEPLŮTNÍ ČIDLO VSTUPU DO TEPELNÉHO ČERPADLA
- TC5 - VRCHNÍ TEPLŮTNÍ ČIDLO AKUMULAČNÍ NÁDOBY &1
- TC6 - STŘEDNÍ TEPLŮTNÍ ČIDLO AKUMULAČNÍ NÁDOBY &1
- TC7 - SPODNÍ TEPLŮTNÍ ČIDLO AKUMULAČNÍ NÁDOBY &1
- TC8 - TEPLŮTNÍ ČIDLO VÝMĚNIKU SOLÁRNÍHO KOLEKTORU
- TC9 - TEPLŮTNÍ ČIDLO VRATKY DO VÝMĚNIKU SOLÁRNÍHO KOLEKTORU
- TC10 - TEPLŮTNÍ ČIDLO TEPLŮTY UŽITKOVÉ VODY PWHC
- TC11 - VRCHNÍ TEPLŮTNÍ ČIDLO AKUMULAČNÍ NÁDOBY &2
- TC12 - STŘEDNÍ TEPLŮTNÍ ČIDLO AKUMULAČNÍ NÁDOBY &2
- TC13 - SPODNÍ TEPLŮTNÍ ČIDLO AKUMULAČNÍ NÁDOBY &2
- TC14 - BEZPEČNOSTNÍ TEPLŮTNÍ ČIDLO POVRCHU KRBVOÝCH KAMEN
- TC15 - TEPLŮTNÍ ČIDLO NA VÝMĚNIKU KRBVOÝCH KAMEN
- TC16 - TEPLŮTNÍ ČIDLO VRATKY DO VÝMĚNIKU KRBVOÝCH KAMEN

Odp. projektant <b>Bc. Jirí Vejvoda</b>	Ved. projektant <b>Bc. Jirí Vejvoda</b>	<b>Příloha č.8</b>	
Místo stavby Domažlice	Formát A4	Datum 24.4.2019	Stupeň realizace
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>		Zakázka	č. výkresu 08

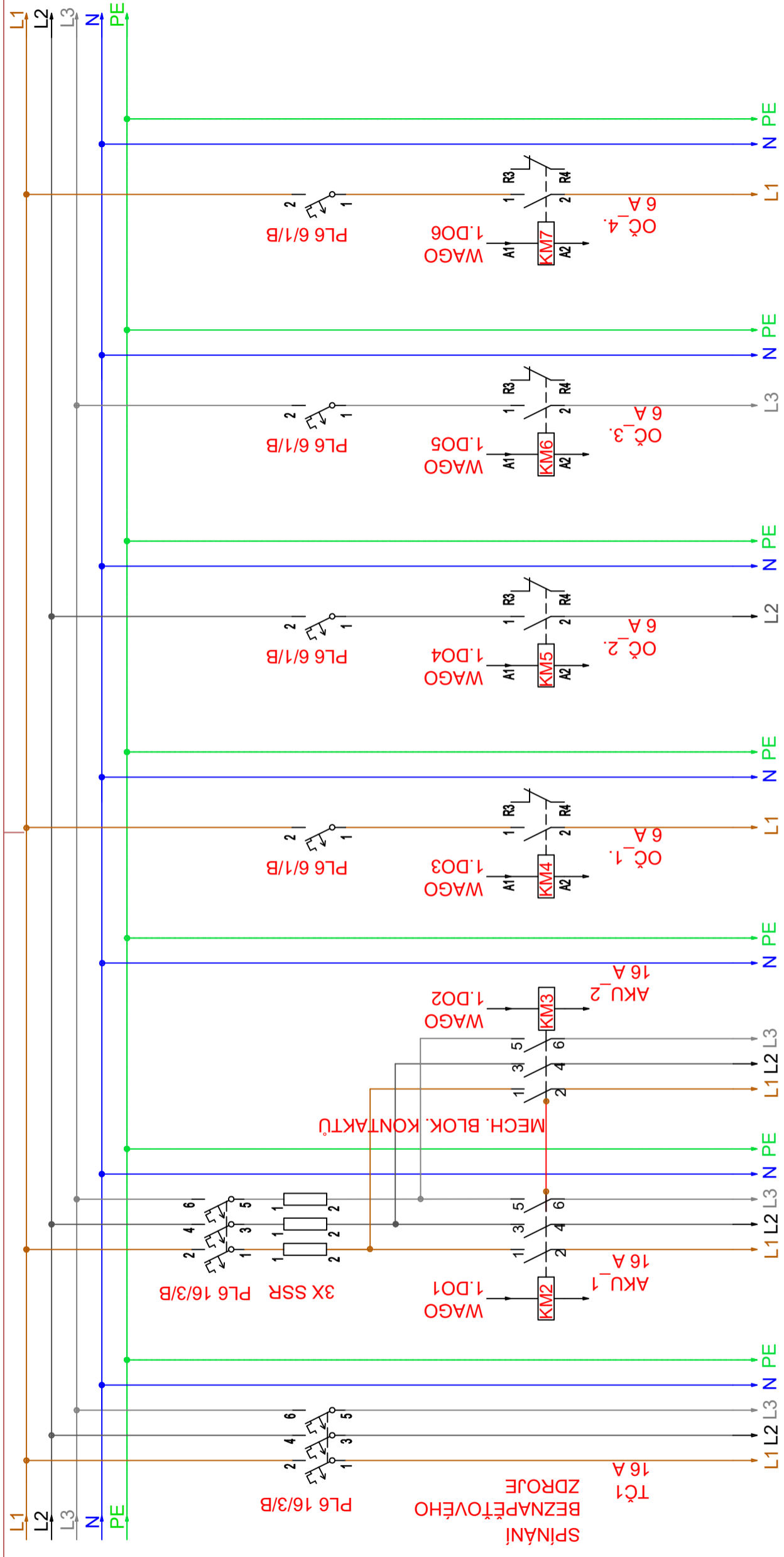




Označení kabelu	Hlavní přívod	Hlavní ochranná přípojnice	Bateriové uložení
Typ kabelu	CYKY	CYA	CYKY
Průřez	4Bx10	16	4Bx6
Popis	Hl. domovní přívod	Ochr. pospojení HOP	Připojení bat. uložení

**SOUSTAVA:** 3+PE,N,50Hz,400/230V,TN-C-S  
**PROSTŘEDÍ:** NORMÁLNÍ  
**OCHRANA:** POSPOJENÍM A PROUD.CHRÁNIČI

Odp. projektant		Ved. projektant	
Bc. Jirí Vejvoda		Bc. Jirí Vejvoda	
Místo stavby		Domažlice	
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>			
Příloha č.9			
Formát	A4	Č. výřezu	09
Datum	24.4.2019	Stupeň realizace	
Zakázka		Meritko	

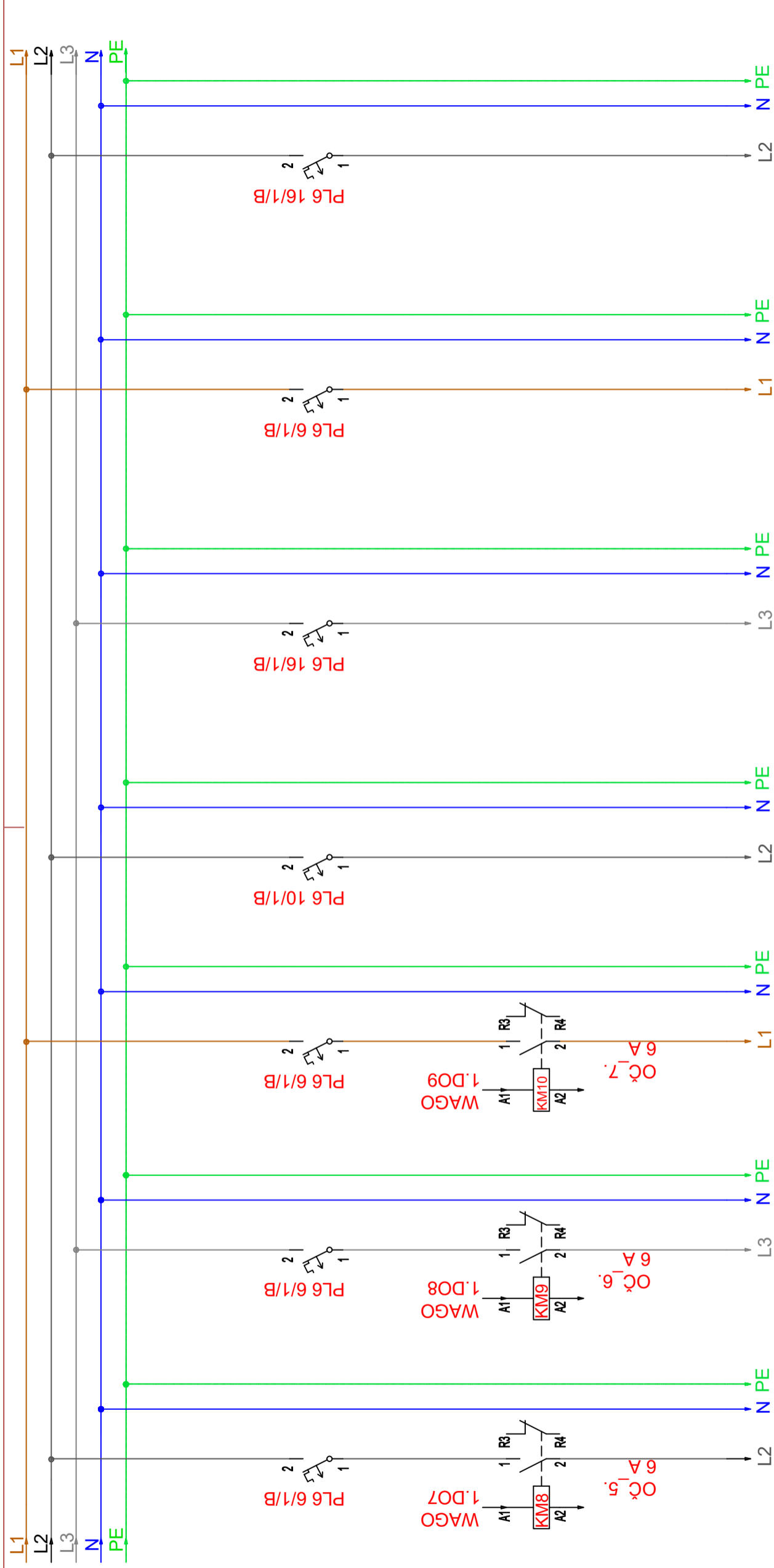


Označení kabelu	TČ1	AKU_1	AKU_2	OČ_1.	OČ_2.	OČ_3.	OČ_4.
Typ kabelu	CYKY	CYKY	CYKY	CYKY	CYKY	CYKY	CYKY
Průřez	5CX2,5	5CX2,5	5CX2,5	3CX1,5	3CX1,5	3CX1,5	3CX1,5
Popis	Přívod pro TČ1	Ohřev AKU-TOPENÍ	Ohřev PWHC	Oběhové čerpadlo otopné soustavy č.1	Oběhové čerpadlo otopné soustavy č.2	Oběhové čerpadlo otopné soustavy č.3	Oběhové čerpadlo tepeiného čerpadla

Odp. projektant		Ved. projektant	
Bc. Jiří Vejvoda		Bc. Jiří Vejvoda	
Místo stavby		Domazlice	
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>			
Formát	A4	Formát	A4
Datum	24.4.2019	Stupeň	realizace
Stupeň	realizace	Zakázka	
Meřítko	č. výkresu	Meřítko	10

**Příloha č.10**

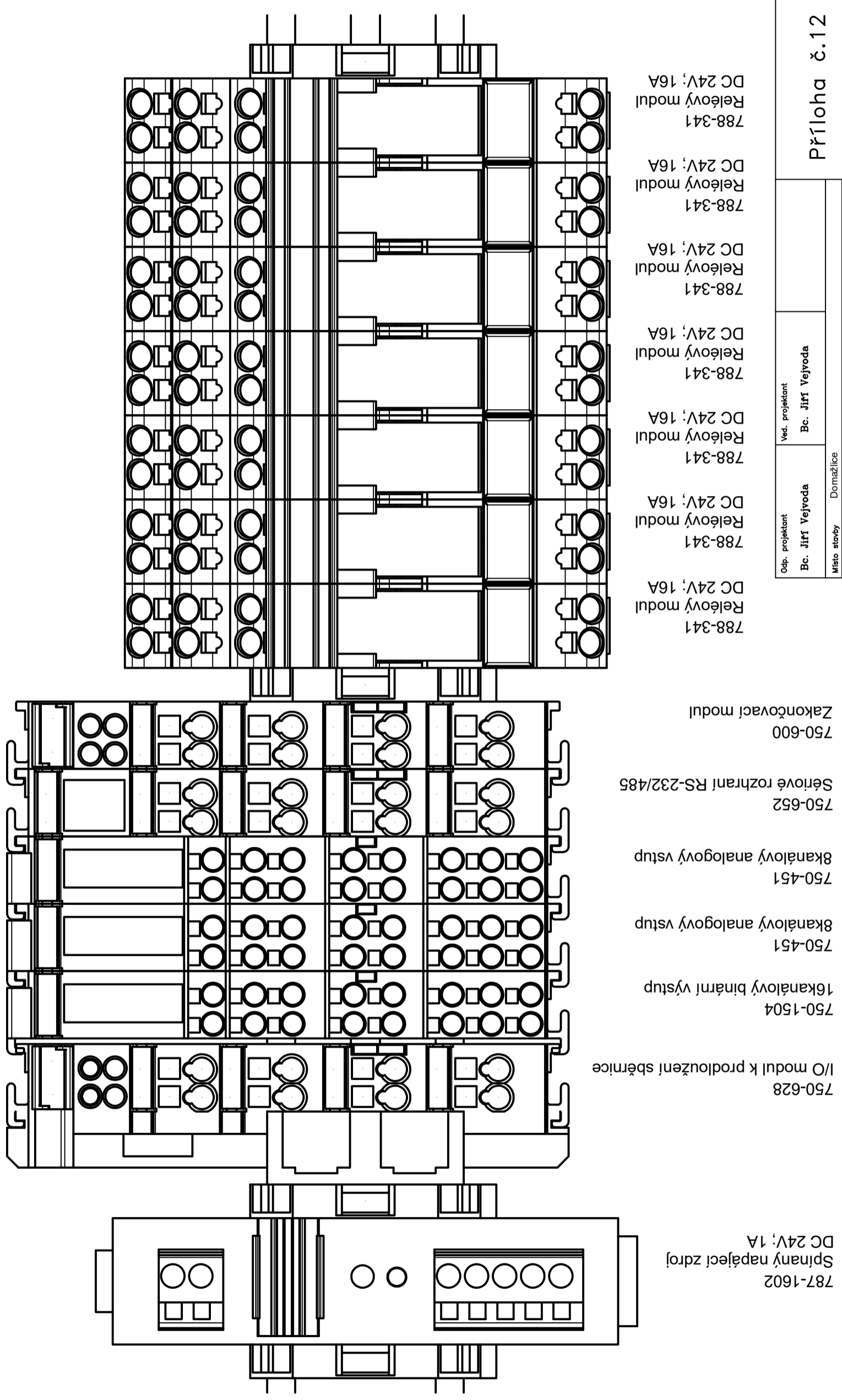
**SOUSTAVA: 3+PE,N,50Hz,400/230V,TN-C-S**  
**PROSTŘEDÍ: NORMÁLNÍ**  
**OCHRANA: POSPOJENÍM A PROUD.CHRÁNIČI**



Označení kabelu	OČ_5.	S1	Z1	ZDROJ PLC	REZERVA
Typ kabelu	CYKY	CYKY	CYKY	CYA	
Průřez	3Cx1,5	3Cx1,5	3CX2,5	1,5	
Popis	Oběhové čerpadlo solárního kolektoru	Světla místnost	Zásuvky místnost	Napájení pro zdroj 24V	REZERVA
	Oběhové čerpadlo pro použití PWHC				
	Oběhové čerpadlo krbových kamen				

**SOUSTAVA:** 3+PE,N,50Hz,400/230V,TN-C-S  
**PROSTŘEDÍ:** NORMÁLNÍ  
**OCHRANA:** POSPOJENÍM A PROUD.CHRÁNIČI

Odp. projektant		Ved. projektant		Příloha č.11			
Bc. Jiří Vejvoda		Bc. Jiří Vejvoda					
Místo stavby		Domažlice		Formát	A4		
Akce		NÁVRH ELEKTROINSTALACE		Datum	24.4.2019		
				Stupeň	realizace		
				Zakázka			
				Meřítko	č. výkresu 11		



787-1602  
Spínaný napájecí zdroj  
DC 24V; 1A

750-628  
I/O modul k prodloužení sběrnice

750-1504  
16kanalový binární výstup

750-451  
8kanalový analogový vstup

750-451  
8kanalový analogový vstup

750-652  
Sériové rozhraní RS-232/485

750-600  
Zakončovací modul

788-341  
Reléový modul  
DC 24V; 16A

788-341  
Reléový modul  
DC 24V; 16A

788-341  
Reléový modul  
DC 24V; 16A

788-341  
Reléový modul  
DC 24V; 16A

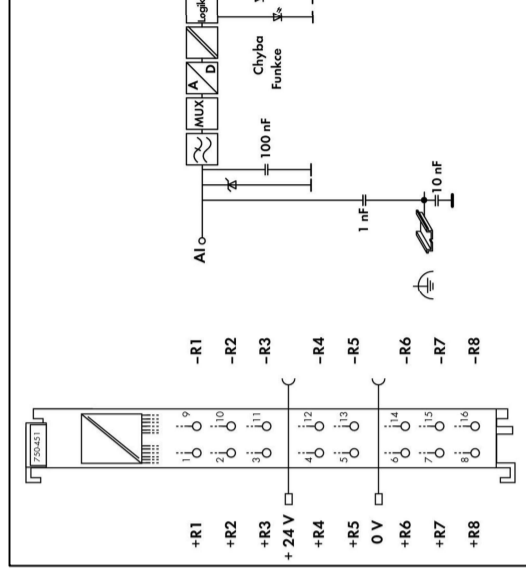
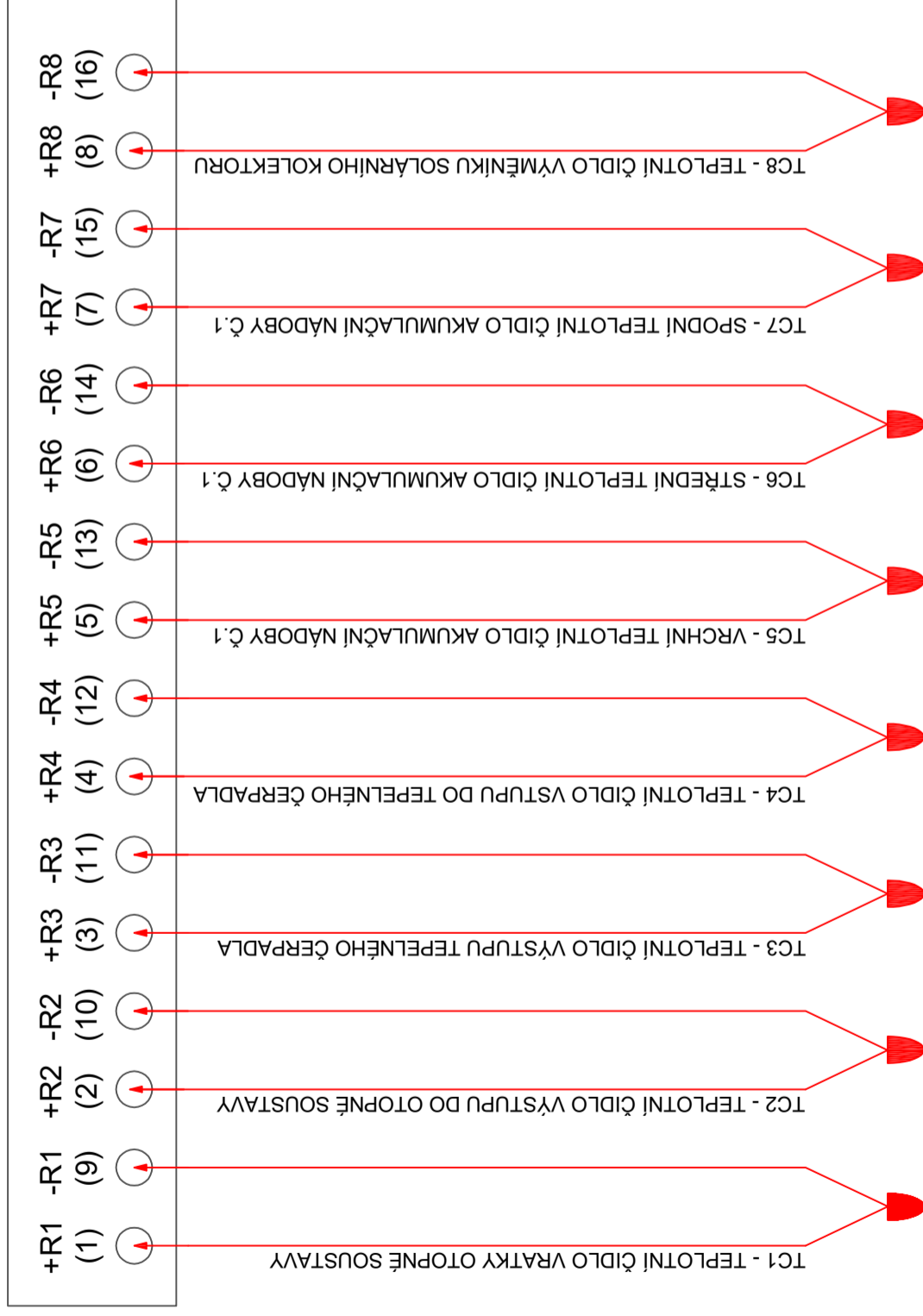
788-341  
Reléový modul  
DC 24V; 16A

788-341  
Reléový modul  
DC 24V; 16A

788-341  
Reléový modul  
DC 24V; 16A

Odp. projektant Bc. Jiří Vejvoda		Ved. projektant Bc. Jiří Vejvoda		Příloha č.12			
Místo stavby Domažlice							
NÁVRH ELEKTROINSTALACE				Formát	A4		
				Datum	24.4.2019		
				Stupeň	realizace		
				Zakázka			
				Měřítka	č. výkresu	12	

KARTA ČÍSLO 4; WAGO 750-451; ANALOGOVÉ VSTUPY; KOTELNA



Odp. projektant  
Bc. Jiří Vejvoda

Ved. projektant  
Bc. Jiří Vejvoda

Místo stavby Domazlice

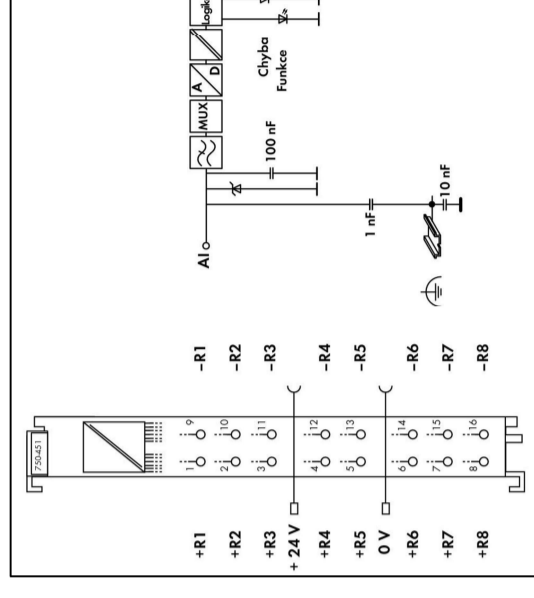
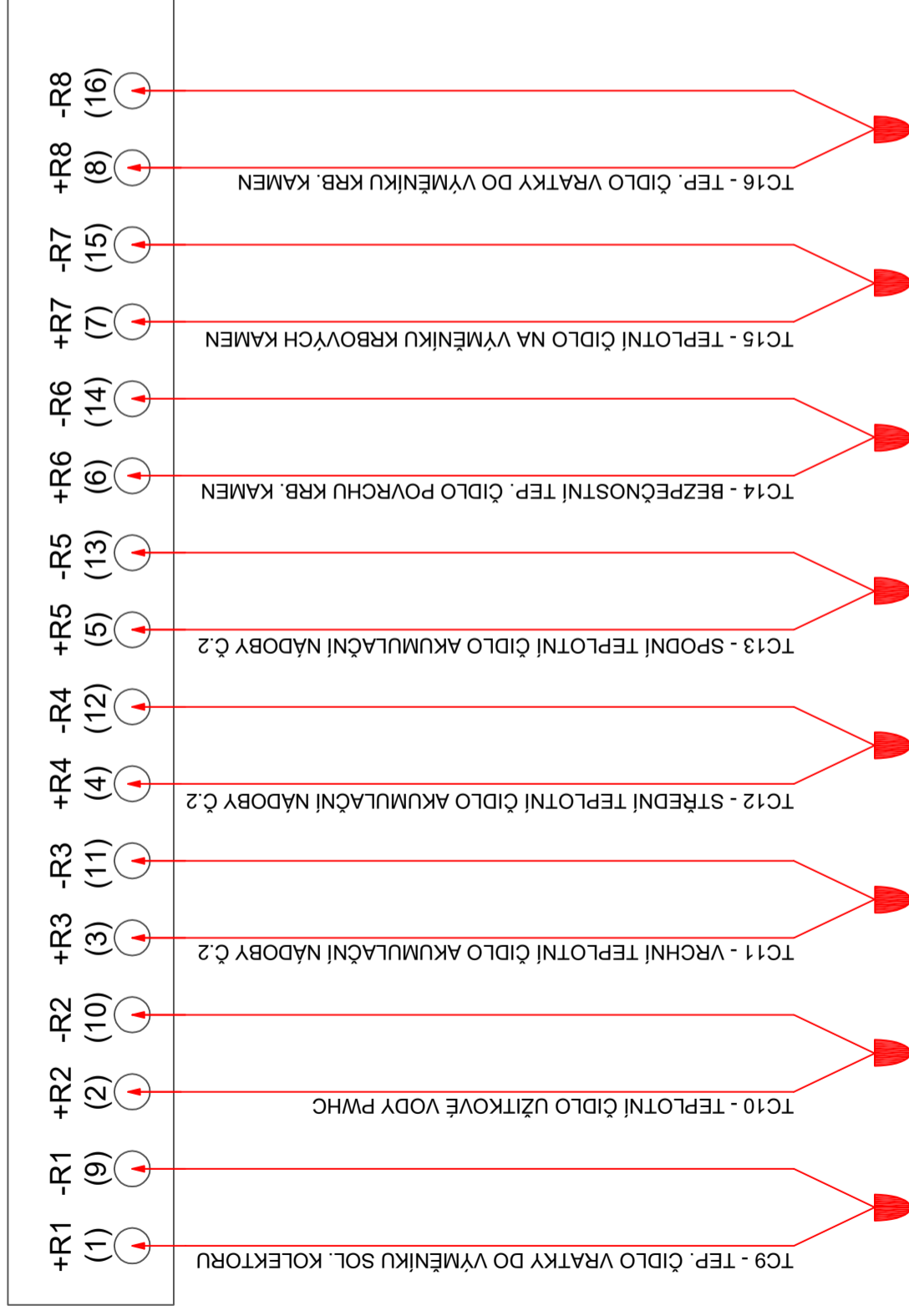
Akce

NÁVRH ELEKTROINSTALACE

Příloha č.13

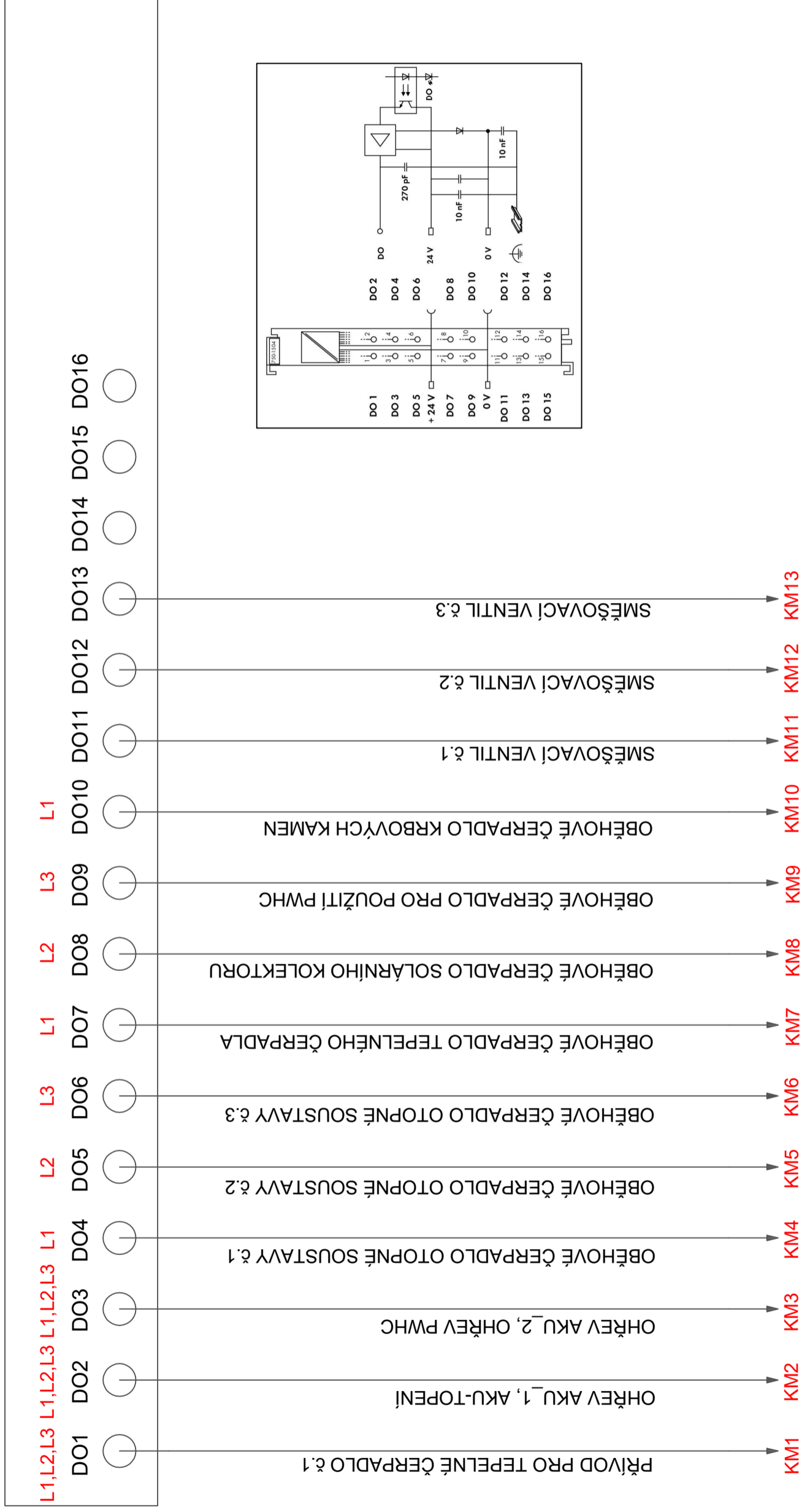
Formát	A4
Datum	24.4.2019
Stupeň	realizace
Zakázka	
Meritko	č. výřezu 13

KARTA ČÍSLO 5; WAGO 750-451; ANALOGOVÉ VSTUPY; KOTELNA



Odp. projektant	Ved. projektant	Příloha č.14	
Bc. Jiří Vejvoda	Bc. Jiří Vejvoda	Formát	A4
Místo stavby	Domažlice	Datum	24.4.2019
		Stupeň	realizace
		Zakázka	
		Merítko	č. výkresu 14
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>			

KARTA ČÍSLO 3; WAGO 750-1504; DIGITÁLNÍ VÝSTUPY; KOTELNA



Odp. projektant		Ved. projektant	
Bc. Jiří Vejvoda		Bc. Jiří Vejvoda	
Místo stavby		Domažlice	
<b>Příloha č.15</b>			
<b>NÁVRH ELEKTROINSTALACE</b>			
Formát	A4	Meritko	č. výřezu
Datum	24.4.2019	Stupeň	realizace
Zakázka		Meritko	15

## Položkový rozpočet

### Materiál:

Název	Označení	Počet (Ks)	Cena za kus bez DPH (Kč)	Celková cena bez DPH(Kč)
EPSITRON® CLASSIC POWER	787-1602	1	3 363,90 Kč	3 363,90 Kč
Primary switch mode power supplies	787-1007	1	4 315,13 Kč	4 315,13 Kč
PFC100 e!COCKPIT, 2xEthernet	750-8101	1	16 371,72 Kč	16 371,72 Kč
16 binárních vstupů 24V DC; 3,0ms	750-1405	1	2 833,31 Kč	2 833,31 Kč
16 binárních výstupů 24V DC 0,5 A	750-1504	1	3 219,65 Kč	3 219,65 Kč
DALI Multi-Master	753-647	1	6 566,66 Kč	6 566,66 Kč
Prodloužení vnitřní sběrnice - koncový modul	750-627	1	1 674,28 Kč	1 674,28 Kč
Socket with miniature switch. rel.	788-341	1	485,79 Kč	485,79 Kč
Spínací relay řad. svorka	859-304	1	513,95 Kč	513,95 Kč
Multilevel installation tb	2003-6646	1	124,84 Kč	124,84 Kč
EPSITRON® CLASSIC POWER	787-1602	1	3 363,90 Kč	3 363,90 Kč
Prodloužení vnitřní sběrnice - komunikační modul	750-628	1	2 532,91 Kč	2 532,91 Kč
16 binárních výstupů 24V DC 0,5 A	750-1504	1	3 219,65 Kč	3 219,65 Kč
8 analogových vstupů (2-vodiče), odpor. senzory teploty, konfigurovatelné	750-451	1	7 492,48 Kč	7 492,48 Kč
8 analogových vstupů (2-vodiče), odpor. senzory teploty, konfigurovatelné	750-451	1	7 492,48 Kč	7 492,48 Kč
Zakončovací modul vnitřní sběrnice	750-600	1	406,27 Kč	406,27 Kč
Kabelové teplotní čidlo Pt1000, 5 m	EA_SC2-5	15	409,00 Kč	6 135,00 Kč
Socket with miniature switch. rel.	788-341	1	485,79 Kč	485,79 Kč
ABB KNX Triton prvek ovládací 3- / 6násobný s IR a termostatem	6321/38-24G-500	3	11 425,00 Kč	34 275,00 Kč
Člen akční spínací a stmívací 1-10V 8-násobný řadový	2CDG110081R0011	2	23 511,00 Kč	47 022,00 Kč
ABB Tango, CAT5E, UTP, 2x Keystone RJ45, pod omítku	RJ-45 kat.5e	5	181,00 Kč	905,00 Kč
Zásuvka TV/R kompletní koncová, Tango bílá	8500082571	5	224,26 Kč	1 121,30 Kč
Pohybový senzor Philips Hue 8718696743171	8718696743171	4	866,94 Kč	3 467,76 Kč
ABB Tango vypínač č.6 IP44 bílá 3558A-06940 B	3558A-06940 B	5	152,33 Kč	761,65 Kč
ABB Tango vypínač č.6+6 dvojitý IP44 šedá 3558A-52940 S	3558A-52940 S	5	239,36 Kč	1 196,80 Kč
ABB Tango dvojjzásuvka bílá 5513A-C02357 B	5513A-C02357 B	24	142,56 Kč	3 421,44 Kč
ABB Tango dvojjzásuvka s přepětovou ochranou šedá 5592A-A2349S	5592A-A2349S	14	559,47 Kč	7 832,58 Kč
Nástěnné LED svítidlo CUPELLA Eglo 96002	EG_96002	15	553,00 Kč	8 295,00 Kč



## Položkový rozpočet

### Materiál:

Přístroj potenciometru pro DALI otoč. ovl. a tlač. Spínání	6599-0-2987		3	914,16 Kč	2 742,48 Kč
Lustr na lanku DALI 2xE27/60W/230V	HE0565		1	1 384,34 Kč	1 384,34 Kč
Rozhraní KNX/EIB/TP1	753-646		1	7468,00	7 468,00 Kč
Sériové rozhraní RS-232/485	750-652		1	6482,69	6 482,69 Kč
Philips 31110/31/P3 - LED stropní svítidlo	31110/31/P3		4	594,00 Kč	2 376,00 Kč
Hlásič kouře Busch-Rauchalarm ProfessionalLINE, s vyměnitelnou baterií ABB	2CKA006800A2719		4	454,73 Kč	1 818,92 Kč
Rámeček pro elektroinstalační přístroje, jednonásobný	2CKA001754A4104		10	205,30 Kč	2 053,00 Kč
Prvek ovládací 1-/2násobný, zapuštěný	2CKA006115A0224		10	1 683,85 Kč	16 838,50 Kč
Spojka sběrnicová, zapuštěná	2CKA006120A0075		10	2 333,72 Kč	23 337,20 Kč
Rozvodnice Eaton BF-U-4/96-C pod omítku bílé dveře 96M 283049	283049		2	3 057,54 Kč	6 115,08 Kč
Napájecí zdroj domácí automatizace KNX 160mA SV/S 30.160.1.	2CDG110144R0011		2	3 002,43 Kč	6 004,86 Kč
Svodič přepětí B+C SPBT12-280/3	158330		1	2 894,23 Kč	2 894,23 Kč
Jistič 3P 20A B, 6kAPL6-B20/3 Eaton	286590		1	290,22 Kč	290,22 Kč
Elektrický jistič B 3pólový 16 A Eaton	236388		4	379,34 Kč	1 517,36 Kč
Jistič Eaton PL6-B16/1 16A	262676		12	95,20 Kč	1 142,40 Kč
Jistič Eaton PL6-B10/1 10A	286519		4	60,22 Kč	240,88 Kč
Jistič Eaton PL6-B6/1 6A	286518		8	80,06 Kč	640,48 Kč
Multimetr Nemo D4Le pulzní výstup + RS485 Modbus	IM_MF96421		1	4 495,00 Kč	4 495,00 Kč
Schneider Electric METSECT5MA020 měř. transf. proudu	METSECT5MA020		3	451,75 Kč	1 355,25 Kč
ABB E 93/32 pojistkový odpojovač E-90 3pol	50551		2	183,60 Kč	367,20 Kč
EnergyCloud 3f/10,8kW včetně FVE a kompletní instalace	3f10,8		1	392 490,00 Kč	392 490,00 Kč
Proudový chránič OEZ LFE-25-4-030AC 25A 30mA	42395		1	641,27 Kč	641,27 Kč
Spoušť obloukové ochrany OEZ ARC-16-1N-3M	45532		7	2 563,42 Kč	17 943,94 Kč
SSR Modul relé, Weidmüller	1123490000		3	501,86 Kč	1 505,58 Kč
Kabel CYKY-J 3x2,5 (CYKY 3Cx2,5) kruh 100m	8500022941		4	1 792,00 Kč	7 168,00 Kč
Kabel CYKY-J 3x1,5 (CYKY 3Cx1,5) kruh 100m	11110100		3	1 090,00 Kč	3 270,00 Kč
Kabel ABB YCYM 2x2x0,8 sběrnicový (100m)	KSK224		2	2 627,68 Kč	5 255,36 Kč
Ventilátor do koupelny CATA e100	00900000		1	875,06 Kč	875,06 Kč
	<b>Celkem materiál:</b>		<b>220</b>	<b>541 818,31 Kč</b>	<b>697 609,55 Kč</b>

## Položkový rozpočet

### Práce:

Název práce	Cena		Počet (Ks)	Celková cena bez DPH (Kč)
Sekání šlicu v ytongu (do šíře 30mm, do hl.30mm)	43	Kč / mb	30	1 290,00 Kč
Vykroužení kapsy pro krabici v ytongu (do pr.80mm)	55	Kč / ks	56	3 080,00 Kč
Sekání kapsy pro rozvaděč v ytongu (do vel.600x1000mm, do hl 100mm)	569	Kč / ks	1	569,00 Kč
Sekání kapsy pro rozvaděč v cihle (do vel.600x1000mm, do hl 100mm)	632	Kč / ks	1	632,00 Kč
Tahání kabelu "CYKY do 3x 2,5mm" ve zdech vč.sádrování	26	Kč / mb	748	19 448,00 Kč
Tahání kabelu koax ve zdech včetně sádrování	23	Kč / mb	67	1 541,00 Kč
Tahání kabelu UTP ve zdech včetně sádrování	23	Kč / mb	64	1 472,00 Kč
Osazení rozvaděče do zdi vč.sádrování (do vel.600x1000mm)	737	Kč / ks	2	1 474,00 Kč
Zapojení třífázového proudového chrániče v rozvaděči vč.okolních propojů	380	Kč / ks	1	380,00 Kč
Zapojení jednofázového jističe v rozvaděči vč.okolních propojů	185	Kč / ks	21	3 885,00 Kč
Zapojení třífázového jističe v rozvaděči vč.okolních propojů	365	Kč / ks	4	1 460,00 Kč
Zapojení zvonku v rozvaděči	132	Kč / ks	1	132,00 Kč
Osazení krabice do zděné konstrukce vč.sádrování	27	Kč / ks	56	1 512,00 Kč
Zapojení vodičů v krabici	26	Kč / ks	56	1 456,00 Kč
Osazení a zapojení zásuvky, dvojjzásuvky	86	Kč / ks	24	2 064,00 Kč
Osazení a zapojení zásuvky TV+R+SAT	118	Kč / ks	8	944,00 Kč
Zapojení digestoře	386	Kč / ks	1	386,00 Kč
Zapojení ventilátoru	386	Kč / ks	1	386,00 Kč
Zapojení elektrické varné desky	386	Kč / ks	1	386,00 Kč
Revize elektroinstalace bytu 2+1 (2+kk)	2150	Kč / ks	1	2 150,00 Kč
Práce programátora	740	Kč/h	63	46 620,00 Kč
Kompletace horního rozvaděče včetně prvků KNX a DALI v rozvaděči	400	Kč/h	29	11 600,00 Kč
Instalace prvků KNX a DALI	3890	Kč / ks	1	3 890,00 Kč
Kompletace dolního rozvaděče	400	Kč/h	22	8 800,00 Kč
Zapojení WAGO PLC	4890	Kč / ks	1	1 890,00 Kč
Instalace a zapojení senzorů, čidel v kotelně	2484	Kč / ks	1	1 990,00 Kč
	<b>Celkem práce:</b>		<b>1261</b>	<b>119 437,00 Kč</b>

**Celková cena materiál + práce: 817 046 Kč**