

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe

VŠB – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Absolvování individuální odborné praxe
Individual Professional Practice in the Company

Zadání bakalářské práce

Student: **Vojtěch Hašek**
Studijní program: B2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907R001 Elektroenergetika
Téma: **Absolvování individuální odborné praxe**
Individual Professional Practice in the Company
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Student vykoná individuální praxi ve firmě: ELPROM SERVICE s.r.o.
2. Struktura závěrečné zprávy:
 - a. Popis odborného zaměření firmy, u které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta
 - b. Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti
 - c. Zvolený postup řešení zadaných úkolů
 - d. Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe
 - e. Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe
 - f. Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Seznam doporučené odborné literatury:

Podle pokynů konzultanta, který vedl odbornou praxi studenta.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Dr. Ing. Zdeněk Medvec**

Konzultant bakalářské práce: Roman Piskala

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2019





prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry



prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal

V Ostravě dne 15.4.2019

.....
Podpis studenta

Poděkování

Rád bych poděkoval panu doc. Dr. Ing. Zdeňku Medvecovi za vedení a pomoc při mé závěrečné bakalářské práci. Dále mnohokrát děkuji panu Romanu Piskalovi za přijetí ve firmě Elprom Service s.r.o. a pánům Romanu Barabaschovi a Marku Dudkovi za odborný dohled. Děkuji celému kolektivu za cenné pomocné rady při práci ve firmě.

Abstrakt

Bakalářská práce popisuje průběh individuální odborné praxe ve firmě Elprom Service s.r.o.

V závěrečné práci je popsána působnost firmy a její historie. Dále je zmíněno pracovní zařazení studenta. Pokračující text se zaměřuje na pracovní úkoly, které student řešil a jejich časová náročnost.

V závěru jsou vypsány znalosti a zkušenosti, které student získal během absolvování odborné praxe ve firmě a přínos studia na VŠB-TUO, pro praxi ve firmě.

Klíčová slova:

Elprom Service s.r.o.; odborná praxe; výroba rozvaděčů

Abstract

Bachelor thesis describes the individual professional experience in Elprom Service s.r.o

The final work describes the company's business and its history. Further, the student's job is mentioned. The continuing text focuses on the work tasks the student has dealt with and their complexity.

At the end, the knowledge and experience acquired by the student during his professional experience in the company and the contribution of the study at VŠB-TUO, for the practice in the company, are listed.

Key words:

Elprom Service s.r.o.; Professional Practice; manufacture of switchboard;

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Popis odborného zaměření firmy, které student vykonal odbornou praxí a popis pracovního zařazení studenta	12
2.1	Hlavní zaměření firmy	12
3	Pracovní pozice studenta ve firmě.....	15
4	Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti	16
5	Popis výroby rozvaděče	17
5.1	Návrh a objednávka.....	17
5.2	Dokumentace a náhled rozvaděče	17
5.3	Montážní příprava	18
5.3.1	Montáž rámu (kostry).....	18
5.3.2	Montáž panelu	18
5.4	Osazování a popis.....	19
5.5	Svorkovnice.....	20
5.6	Drátování rozvaděče.....	21
5.7	Popis vodičů	22
5.7.1	Popis vodičů pomocí smršťovací bužírky	22
5.7.2	Popis vodičů pomocí plastových štítků	22
5.7.3	Popis vodičů pomocí PA návleček.....	22
5.8	Uzemnění rozvaděče	23
5.9	Příprava skříně, vložení montážního panelu do skříně.....	23
5.10	Zkoušení a kontrola rozvaděče.....	24
5.11	Konečné balení a přeprava rozvaděče	24
6	Výroba konkrétně zadaných rozvaděčů	25
6.1	Výroba nerezového rozvaděče do Japonska.....	25
6.2	Výroba skříní do teplárny v Olomouci.....	28
6.3	Výroba ovládacího pole pro ArcelorMittal	29
7	Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe.....	32
8	Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe	33
9	Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení	34
	Literatura	35
	Seznam příloh:	36

Seznam obrázků

Obr. 1 Popisování přístrojů	19
Obr. 2 Popisování svorkovnic	20
Obr. 3 Popis vodičů smršťovací bužírkou.....	22
Obr. 4 Zemnicí vodiče.....	23
Obr. 5 Výrobní štítek.....	24
Obr. 6 Část zapojení rozvaděče.....	26
Obr. 7 Zapojená ovládací část rozvaděče.....	27
Obr. 8 Ovládací část rozvaděče.....	27
Obr. 9 Svorkovnice rozvaděče	27
Obr. 10 Rozvaděč do teplárny Olomouc	28
Obr. 11 Ovládací pole pro sestavu rozvaděčů.....	30
Obr. 12 Dveře ovládacího rozvaděče	31
Obr. 13 Zapojení dveří rozvaděče	31

Seznam tabulek

Tabulka 1: Minimální a maximální průřezy měděných vodičů	21
--	----

Seznam symbolů a zkratek

<i>A</i>	<i>Ampér</i>
<i>ČR</i>	<i>Česká republika</i>
<i>ČSN</i>	<i>Česká státní norma</i>
<i>DC</i>	<i>Stejnoseměrný proud</i>
<i>In</i>	<i>Jmenovitý proud</i>
<i>IP</i>	<i>Stupeň krytí</i>
<i>L</i>	<i>Fázový vodič</i>
<i>MW</i>	<i>Megawatt</i>
<i>N</i>	<i>Střední vodič</i>
<i>NN</i>	<i>Nízké napětí</i>
<i>PE</i>	<i>Ochranný vodič</i>
<i>UPS</i>	<i>Zdroj nepřetržitého napětí</i>
<i>V</i>	<i>Volt</i>
<i>mm</i>	<i>milimetr</i>
<i>s.r.o.</i>	<i>Společnost s ručeným omezením</i>

1 Úvod

Velkou nedílnou součástí elektrické sítě tvoří elektrické rozvaděče. Jejich využití je prakticky kdekoli. Jejich hlavním úkolem jsou rozvody veškerých kabelů a elektrických prvků pro měření, ovládání a především jištění. Elektrickými rozvaděči jsem se zabýval po celou dobu absolvování odborné praxe ve firmě.

V úvodu práce je popsána historie a působení firmy Elprom Service s.r.o. a mé pracovní zařazení. Dále jsem vypsál úkoly, které mi byly zadány během praxe včetně jejich náročnosti.

Dále je v práci popsána výroba rozvaděče, stručné popsání vybraných úkolů, kterými jsem se zabýval.

2 Popis odborného zaměření firmy, které student vykonal odbornou praxi a popis pracovního zařazení studenta

Tato firma vznikla již v roce 1998 pod názvem Roman Piskala – Projektování elektrických zařízení. Firma se zabývala projekční činností v oblasti průmyslové automatizace, elektrotechnologie NN. [1]

V roce 2005 vznikla firma Roman Piskala – ELPROM SERVICE, která se již zabývá projektováním a realizací zakázek z oblasti elektroinstalace, měření a regulace, elektrotechnologie NN, průmyslová automatizace, telekomunikace a fotovoltaické systémy. [1]

S počátkem roku 2011 se firma postupně stěhovala do nové budovy v blízkosti Ostravy (Ostrava – Ludgeřovice), která vyhovuje požadavkům jak montážním, tak projekčním. Firma se také transformovala na společnost ELPROM SERVICE s.r.o. [1]

2.1 Hlavní zaměření firmy

Silnoproudé a slaboproudé instalace:

- Elektroinstalace domu, bytů a průmyslových staveb
- Montážní práce, opravy, rekonstrukce
- Výroba rozvaděčů NN
- Renovace elektrotechnických zařízení NN
- Přípojky NN [1]

Technologie VN/NN:

- odbočky z vedení VN
- přípojky VN [1]

Fotovoltaické systémy na klíč:

Společnost ELPROM SERVICE s.r.o. působí na trhu fotovoltaických systémů již třetím rokem. Za tuto dobu firma dodala materiál a realizovala fotovoltaické elektrárny v rámci ČR o celkovém výkonu 18 MW. Realizovala fotovoltaické elektrárny jak v režimu zeleného bonusu, tak i přímého prodeje. V současnosti řeší koncepce návrhu hybridních systémů, kdy bude zákazník připojen na systém malé větrné elektrárny v kombinaci s fotovoltaickou elektrárnou, kdy je dosaženo vyšších účinností tohoto systému. Tento systém je možno navrhnout také v režimu ostrovního provozu, kdy zákazník je závislý jen na vlastní výrobě elektrické energie a při výpadku tohoto systému je pomocí automatiky připojen k distribuční síti. [1]

Domovní a průmyslová automatizace:

- Optimální návrh a realizace automatizace
- Dálkové ovládání a automatická regulace topení, klimatizací a vzduchotechniky
- Automatizace pomocí dálkového ovládání garážových vrat, branek, vchodů
- Servis domovní automatizace [1]

Projekční činnost elektrotechnických systémů:

- Realizace technologických celků na klíč
- Strojní konstrukce
- Tvorba výkresových dokumentací
- Projektování elektrotechnických celků
- Návrh elektroinstalací, rozvaděčů a tvorba dokumentace
- Optimalizace výrobních procesů a postupů
- Revize a revizní zkoušky vyhrazených technických zařízení
- Bezpečnost strojních zařízení
- Funkční bezpečnost elektronických systémů
- Supervize technických zařízení v průběhu stavby [1]

Výroba rozvaděčů:

- Průmyslové rozvaděče a rozvodnice
- Rozvodnice pro bytové účely
- Elektroměrové rozvaděče
- Staveništní rozvaděče
- Rozvaděčové ovládací pulty
- Rozvaděče pro pracovní stroje
- Zásuvkové a deblokační skříně
- Rekonstrukce rozvaděčů [1]

Revize elektroinstalací:

Kontrola elektrického zařízení - činnost prováděná na elektrickém zařízení, při které se zjišťuje technický stav elektrického zařízení (např. zkouškou, měřením, prohlídkou apod.)

Revize elektrického zařízení - činnost prováděná na elektrickém zařízení, při které se prohlídkou, měřením a zkoušením zjišťuje stav elektrického zařízení z hlediska jeho bezpečnosti. Součástí revize je vypracování zprávy o revizi. [1]

Dodávky měřicí a regulační techniky:

- Regulovaný systém pro vytápění
- Regulovaný systém pro vzduchotechniku
- Regulovaný systém pro chlazení
- Regulovaný systém solární systémy
- Monitorovací a řídicí systémy
- Řízení systémů budov (inteligentní budovy)
- Měřiče tepla a měřiče pro rozúčtování topných nákladů [1]

Návrhy, revize, montáže a rekonstrukce hromosvodů:

ELPROM SERVICE s.r.o Vám nabízí hromosvody pro všechny druhy střech. Provádí rovněž opravy a udržovací práce. Instalace provádíme v materiálu pozink (FeZn - žárově zinkovaná ocel), měď, hliníkové slitiny dle požadavků zákazníků, projektantů a charakteru budovy. Všechny práce jsou prováděny dle platných norem a předpisů ČSN. [1]

Návrhy, dodávka a montáž osvětlení:

Firma se zabývá realizací osvětlení vnitřních a venkovních prostorů. Pomocí programu Relux navrhne osvětlovací soustavu a její vizualizaci v reálné podobě. Na základě návrhu osvětlovací soustavy poradí také s nevhodnějšími světelnými zdroji tak, aby bylo dosaženo co nejvyšší úspory elektrické energie. Zabývá se náhradou tradičních světelných zdrojů za LED technologii. [1]

Počítačové a datové sítě:

- Realizace rozvodu PC sítí v domácnostech
- Realizace datových komunikací
- Realizace optických komunikací [1]

3 Pracovní pozice studenta ve firmě

Ve firmě Elprom Service s.r.o. jsem začal pracovat od října 2018 po krátké konzultaci s panem Romanem Piskalou, který mě seznámil s firmou, a poté mi ukázal náplň mé práce, kterou jsem se zabýval po celou dobu praxe. První měsíc jsem se musel naučit základům výroby rozvaděčů, začal jsem spíše zámečnickou prací. Tato práce zahrnovala chystání skříní na jejich podstavce, kreslení děrovacích otvorů pro ventilátory, vývodky, tlačítka a kontrolky. Dále chystání kabelů pro uzemňování rozvaděčů. Poté jsem se dostal na pozici elektrotechnika, začal jsem tedy řešit kompletaci a zapojování jednotlivých rozvaděčů.

4 Seznam úkolů zadaných studentovi v průběhu odborné praxe s vyjádřením jejich časové náročnosti

- Výroba rozvaděče (zakázka č. 2) – 18 hodin
- Výroba pultového rozvaděče (zakázka č. 4) – 20 hodin
- Výroba rozvaděče pro firmu Ingeteam (zakázka č. 15) – 32 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka č. 6) – 20 hodin
- Výroba rozvaděčů (zakázka č. 77) – 16 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka č. 63) – 32 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka č. 108) – 40 hodin
- Výroba rozvaděčů (zakázka č. 136) – 80 hodin
- Výroba rozvaděčů do teplárny Olomouc (zakázka č. 100) – 48 hodin
- Výroba rozvaděčů (zakázka č. 28) – 32 hodin
- Výroba ovládacího pole na Arcelor Mittal (zakázka č. 113) – 44 hodin
- Výroba rozvaděčů pro firmu Ingeteam (zakázka č. 24) – 36 hodin
- Výroba rozvaděčů pro firmu Ingeteam (zakázka č. 103) – 24 hodin
- Výroba rozvaděče (zakázka č. 137) – 32 hodin

5 Popis výroby rozvaděče

5.1 Návrh a objednávka

Každý rozvaděč musí mít předem stanové podmínky pro svou funkci tak, aby byli projektanti schopni vytvořit dokumentaci pro daný rozvaděč.

Do těchto podmínek patří jmenovité hodnoty napětí, proudu, zkratového proudu. Dále hodnotu jmenovitého kmitočtu, druhu napěťové soustavy a stupně krytí IP.

Další důležité informace pro výrobu rozvaděče jsou požadavky o použitém materiálu, například když si zákazníci přejí vyhotovení rozvaděče pouze prvky firmou Schrack, Siemens, OEZ... To stejné platí i pro skříně. Ty jsme nejčastěji používali od firmy Rittal, Schneider a Schrack.

Dále je třeba znát rozměry, nebo umístění rozvaděče tak, aby se mohla objednat skříň na míru. Důležitým aspektem je také volba materiálu skříně. Mohou se vyrábět z oceli, nerezové oceli, nebo také plastu.

Také do požadavků zákazníka patří například způsob popisu vodičů, popis použitých přístrojů, umístění přívodních vodičů a umístění přístrojů ve skříni...

5.2 Dokumentace a náhled rozvaděče

Dokumentace je nejdůležitější součástí rozvaděče. Jsou v ní uvedené veškeré podmínky, hodnoty a hlavně zapojení obvodů. V dnešní době se dokumentace vytvářejí především elektronicky v programech. Nejčastěji používané programy jsou například AutoCAD, nebo EPlan.

Náhledy rozvaděčů vycházejí z dokumentací, ve kterých jsou vypsány veškeré použité přístroje. Poté projektanti pomocí programu AutoCAD, vytvoří náhled rozvaděče. Nákres obsahuje přesné umístění přístrojů, montážních kabelových žlabů, DIN lišt, kontrollek, tlačítek či otvoru na ventilátory nebo vývodky. Musí se však nakreslit pohledy všech stran rozváděcí skříně.

5.3 Montážní příprava

Rozvaděče dělíme konstrukčně na dva typy. Prvním jsou montážní rámy, neboli kostry, které lze různě upravovat dle požadavků zákazníka. Druhým typem jsou obvykle používanější montážní panely, které jsou vyrobeny z ocelových či nerezových plechů o minimální tloušťce 1,5 mm. Rozměry plechů jsou dány velikostí skříní.

5.3.1 Montáž rámu (kostry)

Tento typ rozvaděče je specifický tím, že tělo rámu tvoří dvě silné a vysoké bočnice, které mají již od výroby navrtané díry. Pomocí těchto děr, jsme schopni připevnit samořeznými šrouby držáky, na které se připevní DIN lišty, sloužící pro osazování přístrojů. Rámový rozvaděč se drátuje tzv. na volno, to znamená, že vodiče nejsou vedeny ve žlabech, ale jsou vedené za přístroji a svazují se k sobě, aby se volně nepohybovaly při přepravě nebo konečné montáži. Nakonec se tyto rozvaděče uzavírají pomocí plastových krytů a zámků.

5.3.2 Montáž panelu

K tomuto typu rozvaděče je třeba obdržet od projektantů vytvořenou a okótovanou dokumentaci rozmístěných montážních žlabů a DIN lišt. Tuto vytvořenou dokumentaci převedeme pomocí metru a rýsovací jehly na montážní panel. Dále rozmístíme, dle dokumentace, montážní kabelové žlaby a DIN lišty. Kabelové žlaby se vyrábí v různých velikostech a provedení. Používané jsou plastové montážní žlaby o velikostech 25x80, 40x80, 60x80, 80x80, 100x80 a 120x80 mm. Pomocí nůžek na střihání montážních žlabů a nůžek na DIN lišty je zkrátíme na požadovanou délku. Poté je rozmístíme dle dokumentace na určená místa. Každé DIN lišty a montážní žlaby mají od výroby otvory pro uchycení, tyto otvory musíme obkreslit na panel a poté vrtákem o průměru 4,2 mm vyvrtáme. Dále otvory DIN lišt musíme prořezat závitovým vrtákem velikosti 5 mm. U montážních žlabů to není potřeba, protože se uchytávají pomocí plastových nýtů. Po připevnění všech částí musíme v místech překrytu kabelových žlabů vystříhnout otvory, aby vodiče měly volnou trasu. Někdy kabelové žlaby zakrývají otvory pro uchycení montážního panelu ke skříní. Tyto otvory se musí vystříhnout popřípadě vyvrtat. Posledním krokem k přípravě panelu jsou krycí lišty, které slouží pro uzavření montážních žlabů a zároveň ochraně vodičů vedených uvnitř. Tyto lišty nastříháme na požadovanou délku a připevníme. Tímto posledním krokem je panel připraven k osazování a následnému drátování přístrojů.

5.4 Osazování a popis

Všechny přístroje nacházející se v rozvaděči jsou popsány v dokumentaci. Každý přístroj má své specifické číslo nebo kód. Většina výrobců má i své speciální značení. Například Siemens používá kódy kombinací písmen a číslic (5SY6106-6), výrobce Weidmuller pouze číslice (2080490000). Když máme všechny přístroje připravené k montáži, začneme je osazovat na montážní panel. Většinu přístrojů lze uchytit na DIN lištu. Větší přístroje se musí upevnit přímo na panel pomocí šroubů, týká se to převážně velkých odpojovačů, silových stykačů, nebo velkých frekvenčních měničů.

Popis všech přístrojů provádíme z důvodu rychlého nalezení přístroje na montážním panelu a v dokumentaci. Tento popis se většinou provádí pomocí samolepících štítků. Ve firmě jsme používali tiskárnu, která tiskla tyto štítky na stříbrnou pásku. Každý štítek obsahuje název prvku a skupinu, pod kterou prvek spadá. Těmito štítky se označí všechny přístroje na montážním panelu či skříně.



Obr. 1 Popisování přístrojů

5.5 Svorkovnice

Svorky vyrábí nespočet výrobců. Vyrábí se v různých velikostech a barvách. Nejpoužívanější svorky jsou šroubovací (např. WDU nebo RSA) a dále zapichovací WAGO svorky (ZDU nebo ZDK), které vodič drží pomocí pružiny.

Abychom svorky pevně uchytily na DIN lištu, používáme tzv. zarážky. Těmito zarážkami zamezíme svorkám jejich pohyb po liště. Zarážky dáváme na začátek a konec jedné svorkovnice. Na konec každé svorkovnice se také dávají „záda“, což je plast, který zakrývá vodivou část svorky.

Pro vodiče středních nebo ochranných vodičů se někdy využívají tzv. můstky, jsou to svorkovnice obsahující větší počet otvorů pro zapojování N a PE vodičů.

I tyto svorky se popisují, abychom věděli, do které svorkovnice vodič patří. Popisování svorek se provádí pomocí plastových štítků, které se tiskly na tiskárně firmy Weidmuller. Tento výrobce prodává štítky různých velikostí a variant. Mezi nejčastěji používané patří štítky WAD 5 na zarážky, DEK 5/5, DEK 5/6, WS 12/5 na popisování svorek. Tyto popisky se pak jednoduše nadvaknou na jednotlivé svorky. Na popisky zarážek se většinou píše název svorkovnice a skupina.



Obr. 2 Popisování svorkovnic

5.6 Drátování rozvaděče

Než začneme se zapojováním vodičů, musíme vědět, jaké vodiče zákazník požaduje. Jsou dva typy vodičů. A to vodiče z plného drátu, nebo slané, složené z tenkých drátků. Jelikož ne každá země, má stejné normy pro barvy vodičů, je informace ohledně použití barev důležitá.

Používané barvy vodičů:

Černá - fázové vodiče (L1, L2, L3)

Modrá - střední vodiče „N“

Zelenožlutá - zemnicí ochranné vodiče

Tmavě modrá - vodiče pro stejnosměrné obvody 24/12 V

Červená - vodiče pro střídavé ovládací obvody

Oranžová - vodiče pro obvody napájené z cizího zdroje (obvody pod napětím při vypnutém hlavním jističi)

Bílá - vodiče analogových obvodů

Hnědá - vodiče měřících obvodů

Dále je třeba se při zapojování řídit proudovým zatížením vodičů. Pro volbu správného průřezu vodiče se využívá tabulka z ČSN EN 60439-1 příloha A

Tabulka 1: Minimální a maximální průřezy měděných vodičů

Jmenovitý proud [A]	Tuhý a slané vodič průřezy		Ohebný vodič průřezy	
	minimální [mm ²]	maximální [mm ²]	minimální [mm ²]	maximální [mm ²]
6	0,75	1,5	0,5	1,5
8	1	2,5	0,75	2,5
10	1	2,5	0,75	2,5
12	1	2,5	0,75	2,5
16	1,5	4	1	4
20	1,5	6	1	4
25	2,5	6	1,5	4
32	2,5	10	1,5	6
40	4	16	2,5	10
63	6	25	6	16
80	10	35	10	25
100	16	50	16	35
125	25	70	25	50

Zapojováním vodičů se dále řídíme podle dokumentace. Také je vhodné zapojovat kabely co nejkratší trasou v kabelových žlabech. Nejprve začneme zapojovat silový obvod. To znamená, že musíme většinou využít vodiče větších průřezů, a proto je lepší montážní žlaby zaplnit těmito vodiči. Dalším krokem je zapojení obvodu UPS, tedy pokud se v rozvaděči nachází, jelikož je také většinou tažen vodiči větších průřezů.

Poté můžeme zapojovat libovolné obvody například ovládací nebo řídicí. Tyto okruhy jsou většinou taženy vodiči malých průřezů do 4 mm².

Posledním krokem je zapojení ochranných vodičů (PE) a středních vodičů (N).

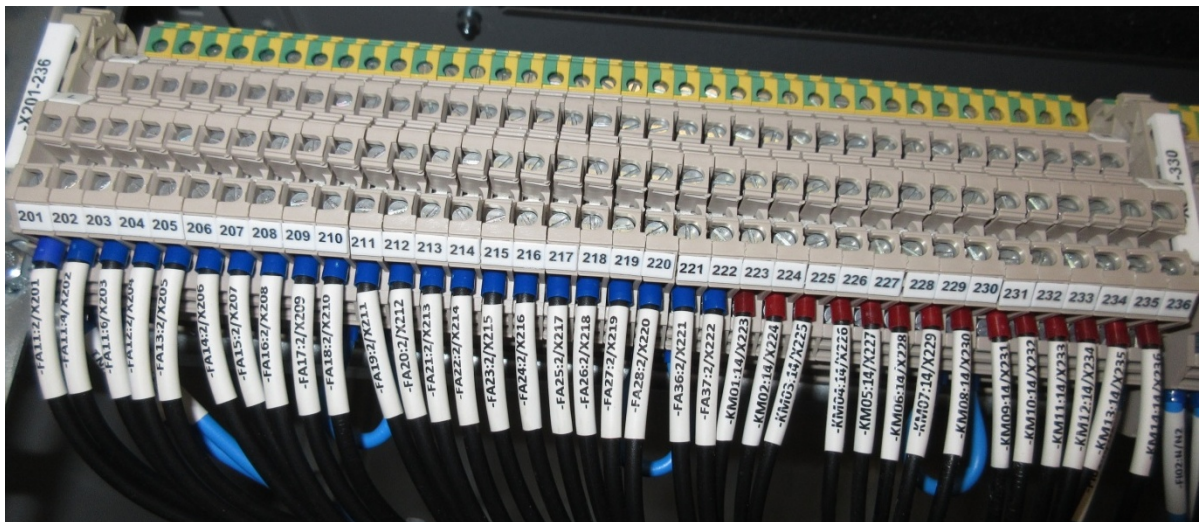
5.7 Popis vodičů

Popisování vodičů se provádí kvůli rychlému určení zapojení obvodu bez dokumentace. Také je to vhodné, pokud se v rozvaděči dělají nějaké opravy, nebo změny přístrojů. Dále pak víme, na jaký přístroj a hlavně na jakou svorku vodič zapojíme. Vodiče popisujeme různými způsoby.

5.7.1 Popis vodičů pomocí smršťovací bužírky

Tento popis vodičů patří k jednomu z nejpoužívanějších. Využívá se k tomu smršťovací bužírka, která se při zahřátí stáhne okolo vodiče. Pomocí tiskárny se na bužírku natiskne text. Většinou odkud a kam vodič vedeme. Jako příklad budeme mít jistič s názvem -FC1 a odpínač -FU2. Pokud budeme chtít výstup jističe (2) připojit na vstup odpínače (1), budou popisky napsány následovně. Popisek u jističe bude -FU2:1/2 a odpínače 1/-FC1:2. Popisky nejsou napsány stejným směrem, jelikož výstup jističe je většinou využíván ze spodu a vstup odpínače shora, musíme popisky psát tak, aby byly čitelné zleva doprava, nebo ze spodu směrem nahoru.

Takovým způsobem musíme popsat veškeré vodiče v rozvaděči. Po dokončení drátování se bužírky upraví, aby byly dobře čitelné, následně se zataví horkovzdušnou pistolí.



Obr. 3 Popis vodičů smršťovací bužírkou

5.7.2 Popis vodičů pomocí plastových štítků

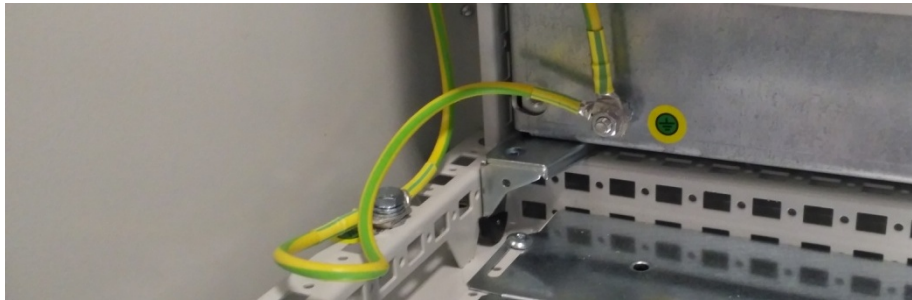
Popis plastovými štítky se převážně využívá u vodičů průřezů větších než 10 mm². Tyto štítky se tisknou na tiskárně. Text píšeme obdobně jako u smršťovací bužírky. Pomocí stahovacího pásku se štítky připevní k vodiči.

5.7.3 Popis vodičů pomocí PA návleček

Dalším způsobem popisování vodičů jsou PA návlečky. Tyto návlečky jsou popsány pouze jedním znakem (0-9; A-Z,...). Jsou vyráběny z PVC materiálu. Většinou popisují pouze místo připojení vodiče. Opět musíme dodržet směr popisu. Tedy zleva doprava, nebo zdola nahoru.

5.8 Uzemnění rozvaděče

Uzemnění, neboli vodivé spojení rozvodů nebo panelu, skříně se zemí. Účelem je ochrana před poruchovým proudem, který je sveden pomocí zemnicích vodičů do země. Při uzemňování rozvaděče musíme spojit veškeré oddělené části skříně. To znamená dveře, zadní a boční stěny, vrchní a spodní části skříně. Taktéž se musí se skříní propojit i montážní panel nebo rám s celou soustavou. Tato zemnicí soustava se vždy propojuje pomocí zelenožlutého vodiče. Nakonec se všechny místa spojení musí označit nálepkou značky uzemnění.



Obr. 4 Zemnicí vodiče

5.9 Příprava skříně, vložení montážního panelu do skříně

Než budeme moci vložit montážní panel do skříně, musíme skříně připravit dle pokynů zákazníka.

Nejprve musíme skříně postavit na její podstavec. Podstavec se většinou skládá ze čtyř dílů, které se sešroubují dohromady. Dále musíme vědět, jak hluboko bude montážní panel zasunut ve skříně. K tomu nám slouží držáky, které jsou již přivezeny se skříně, společně s panelem. Držáky se dají jednoduše posouvat dle potřeby. Dále je důležité připravit spodní část skříně pro přívodní vodiče. To znamená, že musíme na podlahu skříně připevnit plechy, které obsahují molitanovou pěnu pro průchod vodičů. Také si musíme připravit otvory na dveře pro ventilátory, měřicí přístroje, kontrolky a tlačítka. To provedeme pomocí přímočaré pily, nebo hydraulického vykružovačku. Pokud se na vnitřních bocích, nebo spodní části skříně bude nacházet například topení, termostaty či transformátory, musíme připevnit profilové držáky do skříně.

Následně můžeme montážní panel vložit do skříně. Pomocí šroubů připevníme panel k připraveným držákům. Poté musíme spojit zemnicí vodič montážního panelu s uzemňovací soustavou skříně.

Dalším krokem je připevnění ostatních přístrojů do skříně rozvaděče. To znamená, že do dveří připevníme ventilátory, do připravených kruhových otvorů vsadíme kontrolky a tlačítka. Pokud se na spodní části skříně mají nacházet transformátory, nebo ploché přípojnice (N, PE, PEN), přichytíme je přes izolátory. Do horní části skříně přidáme osvětlení, to může být připevněno pomocí magnetů nebo držáků.

Na závěr je třeba veškeré přidané přístroje uvnitř skříně popsat samolepicími štítky. Z venkovní strany se využívají tzv. gravírované štítky, na kterých je napsaný text, například ke kontrolce s funkcí (ZAPNUTO), tyto štítky se nalepí nad, nebo pod danou kontrolku a pomocí malých kovových nýtů, je připevníme ke skříně natrvalo.

Na úplný konec je třeba všechny přístroje zapojit dle dokumentace. Pokud vedeme vodiče z montážního panelu na dveře skříně, musíme vodiče provléct přes chráničku. Chránička s vodiči je pak vedena po vnitřním boku skříně, kolem dveřních závěsů až k daným přístrojům. Posledním krokem je nalepení bezpečnostní tabulky a nálepky s názvem rozvaděče.

5.10 Zkoušení a kontrola rozvaděče

Když je rozvaděč zkompletovaný musíme provést kontrolu a elektrickou zkoušku rozvaděče. Tuto kontrolu může provádět pouze osoba znalá a školená, to znamená například revizní technik.

Kontrola rozvaděče nejprve zahrnuje vizuální a mechanickou kontrolu. Při ní se zaměřujeme na správně dodržené barvy a hlavně průřezy vodičů. Dále je třeba zkontrolovat, zda jsou všechny přístroje a vodiče správně popsány.

Než začneme s elektrickou zkouškou, musíme zkontrolovat, zda jsou všechny vodiče správně zapojeny dle dokumentace a zda jsou vodiče dostatečně dotaženy v přístrojích. Pokud je vše bez problému, můžeme rozvaděč připojit k síti a provést elektrickou funkčnost přístrojů. Jako další zkoušky se mohou provádět testy krytí IP, dielektrických vlastností, mechanických a tepelných vlastností.

Po úplném odzkoušení a zjištění že je rozvaděč v pořádku, musíme nalepit do vnitřní strany dveří výrobní štítek. Výrobní štítek obsahuje název rozvaděče, firmu, která rozvaděč vyhotovila. Dále se uvádí hodnota krytí IP, hodnota jmenovitého proudu In, druh napěťové soustavy a rok výroby.

ELPROM SERVICE, s.r.o. LUDGEŘOVICE, POŽÁRNÍ 2 IČO:28640098 DIČ:CZ28640098		EP ELPROM SERVICE elektrotechnologie	CE
Title: +CP		IP: 54/20	
		In: 32 A	
Serial number 0501-2018		Type: Rittal	
IEC: 61439-2 ed. 2		Manufact. year: 2018	
Voltage system: 3/PEN AC 50Hz, 400/230V TN-C-S 1/N/PE AC 50Hz, 230V/TN-S 2DC, 24V/FELV			

Obr. 5 Výrobní štítek

5.11 Konečné balení a přeprava rozvaděče

Pro každý rozvaděč je vhodné sestavit malou dřevěnou paletu na míru skříně. Je to výhodné z důvodu lepší přepravy pomocí paletového vozíku, aby se rozvaděč jednoduše přemístil bez obav poničení, nebo poškrábání. Podstavce skříně jsou pak přizpůsobené otvory pro přichycení k paletě.

Jelikož rozvaděče přemísťujeme pomocí nákladních automobilů, musíme skříně opatřit kolem něj pěnovými rohy. Jestliže se na rozvaděči nacházejí přístroje, které vystupují směrem ven, musíme je chránit například polystyrénem nebo kartonovým papírem. Posledním krokem je skříně obalit do balicí folie, aby nedošlo k zašpinění nebo poškrábání. Nakonec se rozvaděč pomocí paletového vozíku přemístí do nákladního auta, kde se ukotví řemeny a odveze na místo montáže, nebo k zákazníkovi.

6 Výroba konkrétně zadaných rozvaděčů

6.1 Výroba nerezového rozvaděče do Japonska

Tato zakázka zahrnovala výrobu rozvaděče pro firmu Ingeteam, která jej následně poslala do Japonska, kde má rozvaděč sloužit jako 3D TOP Scanner v tepelné elektrárně. Od firmy Ingeteam, jsme obdrželi veškeré specifikace skříně, včetně materiálu. Naši projektanti nejprve museli podle obdrženého seznamu materiálu nakreslit v programu AutoCAD rozkreslený plán celého rozvaděče.

Další krok bylo tedy skříň rozbalit a vyndat z něj montážní panel, na kterém se mohly pomocí plánu rozkreslit všechny kóty pro DIN lišty a montážní kabelové žlaby. Po zakreslení kót a následném navrtání všech kabelových žlabů i DIN lišt se mohl montážní panel osadit přístroji.

V tomto rozvaděči se na montážním panelu nacházely jističe, odpojovače, zdroje pro 24VDC, relé, stykače, zásuvky a ovládací systém... Po správném osazení montážního panelu, se musely všechny přístroje popsat pomocí samolepících štítků. Dále se v místech rozvaděče, kde se i při vypnutém hlavním vypínači nacházelo napětí, musely nalepit výstražné žluté nálepky.

Poté jsem musel montážní panel osadit svorkami, které odpovídaly japonským normám, a to jsou svorky, do kterých se vodič zapojuje pomocí lisovacích vidlic s izolací. U nás se nejčastěji používají svorky pro vodiče s klasickou lisovací dutinkou. Dále tyto svorky byly specifické tím, že se nepopisovaly plastovými štítky, ale opět se muselo využít samolepících štítků, na které se napsaly čísla pro popis každé jednotlivé svorky. Těchto svorek se v rozvaděči nacházelo přes 100 kusů.

Dále se na dveřích skříně nacházelo několik světelných kontrolky, tlačítek a jeden dotykový displej firmy Siemens. Pro dveře a přístroje byl připraven plán kreslený v programu AutoCAD. Úkolem tedy bylo dveře vysadit z pantů skříně, položit si je opatrně na pomocné stojany a zakreslit veškeré prvky. Dále bylo třeba změřit a nakreslit otvory pro okýnka, která byla na obou dveřích. Tyto dvířka byla osazena zámkem. Na což zakreslené otvory, musel vyvrtat zámečník, který má větší zkušeností s přesným vrtáním. Jelikož se jednalo o nerezovou skříň, bylo vrtání náročné a musely se používat vrtáky na nerezovou ocel. Po odvrtání děr se dveře osadily přístroji a opět se popsaly samolepícími štítky uvnitř dveří.

Po těchto úkonech se mohlo pustit do drátování. Nejprve se začalo montážním panelem. Jako první se začaly zapojovat vodiče pro silový okruh, to znamená, že se nejprve zapojovaly obvody fází L1, L2 a L3. Jelikož hlavním vypínačem protékal proud 32A, používá se černý slaněný vodič o průřezu 10 mm². Dále jsem používal vodiče tmavomodré barvy pro okruhy 24VDC, pro tento okruh se převážně používaly vodiče o průřezu 1 mm². Dále se použily vodiče červené barvy, protože se v rozvaděči nacházel okruh střídavý ovládací. Dalším specifický okruh se týkal ovládacího systému, kde se nacházelo analogové zapojení, tím pádem se využil bílý vodič o průřezu 1 mm². Střední vodiče se propojovaly světle modrým vodičem a žlutozeleným se propojovaly ochranné vodiče.

Všechny vodiče, mimo ochranných žlutozelených, se musely popsat odkud a kam vedou. Pro popis se využila bílá smršťovací bužírka.

Po úplném zapojení všech přístrojů na montážním panelu se mohla připravit skříň tak, aby bylo možno do skříně připevnit panel. Držáky pro panel bylo potřeba posunout úplně do zadní části skříně. Poté se připravily ochranné vodiče na uzemnění, použit byl vodič o průřezu 10 mm². Dále se musely na spodní část skříně přidat plechy s molitanovou pěnou, pro průchod přívodních vodičů. Na bočních stranách se musely přivrtat dvě příčky, jedna nahoře a jedna dole. Na kterých se po vložení montážního panelu nacházelo topení a termostat. Dále se před montážním panelem

na spodní části skříňě nacházely dva transformátory. Nebylo možné je připevnit na panel, jelikož jsou velmi těžké a objemné. A tak se opět pomocí příček připravila místa pro připevnění transformátorů.

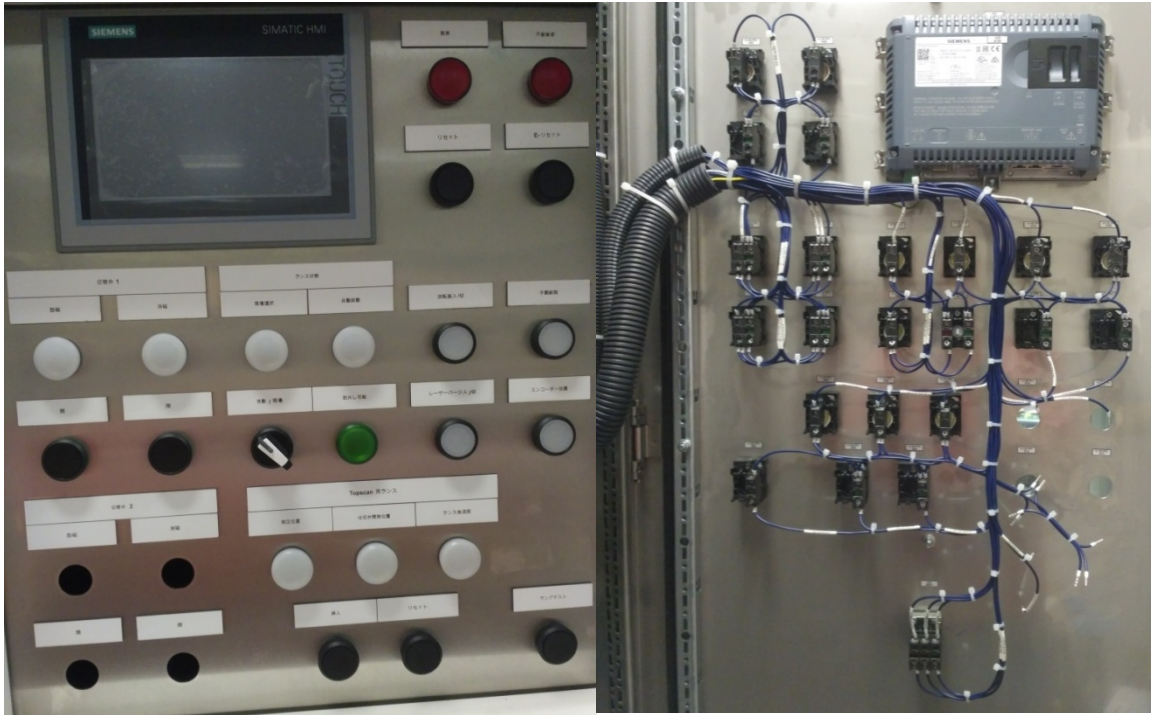
Jakmile byla skříň připravena, mohl se do ní pomocí šroubů upevnit montážní panel. Dále se na připravené příčky mohl osadit termostat, topení a na spodní část dva transformátory. I tyto přístroje jsme popsaly lepicími štítky. Nakonec se do horní části skříňě umístilo svítidlo, které se také zapojilo.

Následovalo zapojení jednotlivých dveří. U těch jsem musel rozměřit délku vodičů připojených na panel, jelikož je jednodušší drátovat rozvaděče na pomocných stojanech. Tímto způsobem se zapojily dveře. Všechny vodiče byly samozřejmě popsány bílou smršťovací bužírkou. Dále se dlouhé konce vodičů, které budou umístěny v kabelových žlabech na montážním panelu, musely protáhnout přes kabelovou chráničku. Po dokončení těchto příprav, se mohly dveře usadit zpět na skříň. Po usazení dveří se kabelová průchodka přichytila pomocí stahovacích pásek a lepicích čtverečků ke skříňi. Konce vodičů se zapojily podle dokumentace do jednotlivých přístrojů.

Nakonec se všechny popisky na vodičích zatáhly pomocí horkovzdušné pistole, na svorky se přidal originální plastový kryt a všechny montážní kabelové žlaby se také zakryly. Před převozem celého rozvaděče na firmu Ingeteam se celá nerezová skříň musela elektricky odzkoušet, dále vysát a vyleštit od všech mastných nečistot. Poté se zabalila do balící folie a odvezla pomocí nákladního auta.



Obr. 6 Část zapojení rozvaděče



Obr. 8 Ovládací část rozvaděče

Obr. 7 Zapojená ovládací část rozvaděče



Obr. 9 Svorkovnice rozvaděče

6.2 Výroba skříní do teplárny v Olomouci

Tato zakázka zahrnovala výrobu 24 kusů skříní, pro ovládání různých částí teplárny v Olomouci.

Nejprve bylo potřeba dle požadovaného materiálu nakreslit dokumentaci v programu AutoCAD, o kterou se postarali naši projektanti. Ve skříní se objevovaly pouze svorky typu ZDU 2,5. Na dveřích se nacházela jedna zelená a bílá svítící kontrolka, dále dvě tlačítka (bílé a zelené barvy) a dvoupolohový přepínač.

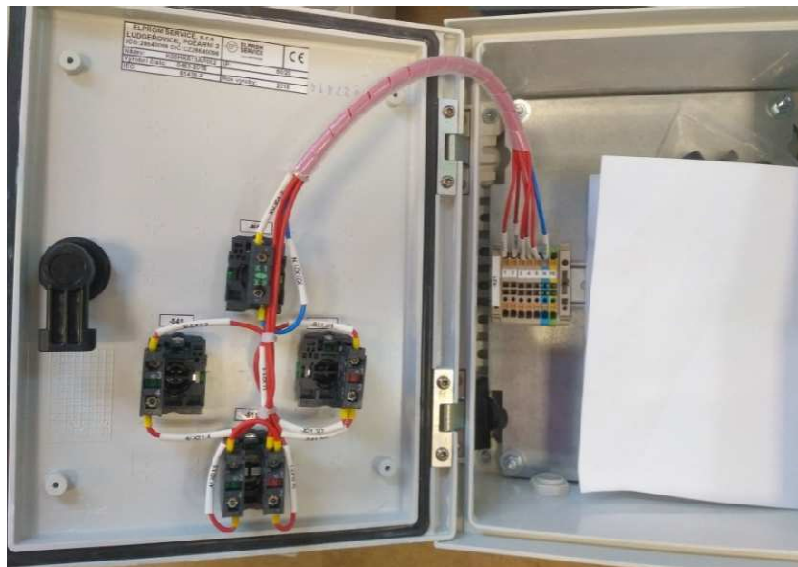
Nejprve se na spodní část skříní musely nakreslit otvory na kabelové vývodky. Na každé se nacházely tři kusy. Poté se pomocí vrtáku o průměru 10mm, vyvrtaly v místě nákresu díry. Dále se pomocí hydraulického prostríhovacího nástroje tyto díry zvětšily na velikost kabelových vývodek.

Dalším krokem bylo rozkreslení děr všech kontrolky a tlačítek na dveřích. Opět se navrtaly díry vrtákem a dále pomocí hydraulického nástroje se díry zvětšily na požadovaný průměr. Poté se do děr upevnily kontrolky, tlačítka a přepínač. Pomocí samolepicích štítků se prvky z vnitřní strany dveří popsaly.

Na montážním panelu se nacházela jedna DIN lišta, bylo tedy třeba dle dokumentace nakreslit její umístění a poté navrtat díry pro uchopení. Na DIN lištu se připevnily pouze zarážky a svorky typu ZDU hnědé, modré a zelené barvy. Svorky a zarážky se pak popsaly pomocí plastových štítků, na které se natiskly čísla 1-12, dále N, PE a SH.

Dále se skřínky podle dokumentace zapojily. Téměř celý rozvaděč se zapojoval červeným drátem o průřezu 1 mm². Dále modrým drátem pro N obvod a zelenožlutý pro PE obvod. Všechny vodiče se popisovaly bílou smršťovací bužírkou a to opět odkud a kam vodič zapojujeme. Nakonec se popisky zatáhly pomocí horkovzdušné pistole.

Posledním krokem bylo odzkoušení rozvaděče, nalepení výrobního štítku na vnitřní stranu dvířek. Na čelní strany dvířek se lepil velký gravírovaný štítek, který obsahoval číslo rozvaděče, dále napětíovou soustavu, frekvenci a napětí sítě. Dále se nad jednotlivé kontrolky, tlačítka a přepínač nalepily menší gravírované štítky s nápisy funkcí těchto prvků. Nakonec se na dvířka nalepil upozorňující štítek s nápisem pozor pod napětím.



Obr. 10 Rozvaděč do teplárny Olomouc

6.3 Výroba ovládacího pole pro ArcelorMittal

Tato zakázka zahrnovala výrobu deseti k sobě připojených skříňových rozvaděčů pro firmu ArcelorMittal. Dokumentaci pro tuto sestavu vytvořili projektanti z téže firmy.

Celá tato sestava se skládala z deseti rozvaděčových skříní seřazených do pomyslného písmene S. Mým úkolem, bylo vyhotovit ovládací část k celé této soustavě. Ovládací část se skládala z posledních tří rozvaděčových skříní.

Levé krajní pole sloužilo jako hlavní přívod sestavy a pravé pole jako záložní přívod. Na obou krajních polích byl osazen kompaktní jistič do 630 A od značky OEZ. Pole uprostřed bylo taktéž rozděleno. A to tak aby bylo jasné, které přístroje slouží pro hlavní přívod a které pro záložní přívod. Oba přívody obsahovaly jeden třífázový a dvoufázový pojistkový odpínač a jistič. Dále svorky typu WDU 2,5. Potom relé, časové relé a hlídací napěťové relé. Nakonec byly na montážním panelu umístěny dva transformátory, které se bohužel zapojovaly až na finální montáži.

Zjednodušený popis výroby rozvaděčů

Prvním krokem bylo potřeba spojit všechny tři skříňe dohromady. Nejprve se musela na boky skříní nalepit izolace. Skříňe se pomocí montážních spojovacích sad sešroubovaly dohromady. Dále se musely montážní panely osadit dle dokumentace a nákresu.

Přes všechny pole vedly ploché přípojnice, které se nacházely v horní části skříní, musely se tedy do všech montážních panelů do stejné výšky připevnit držáky pro přípojnice.

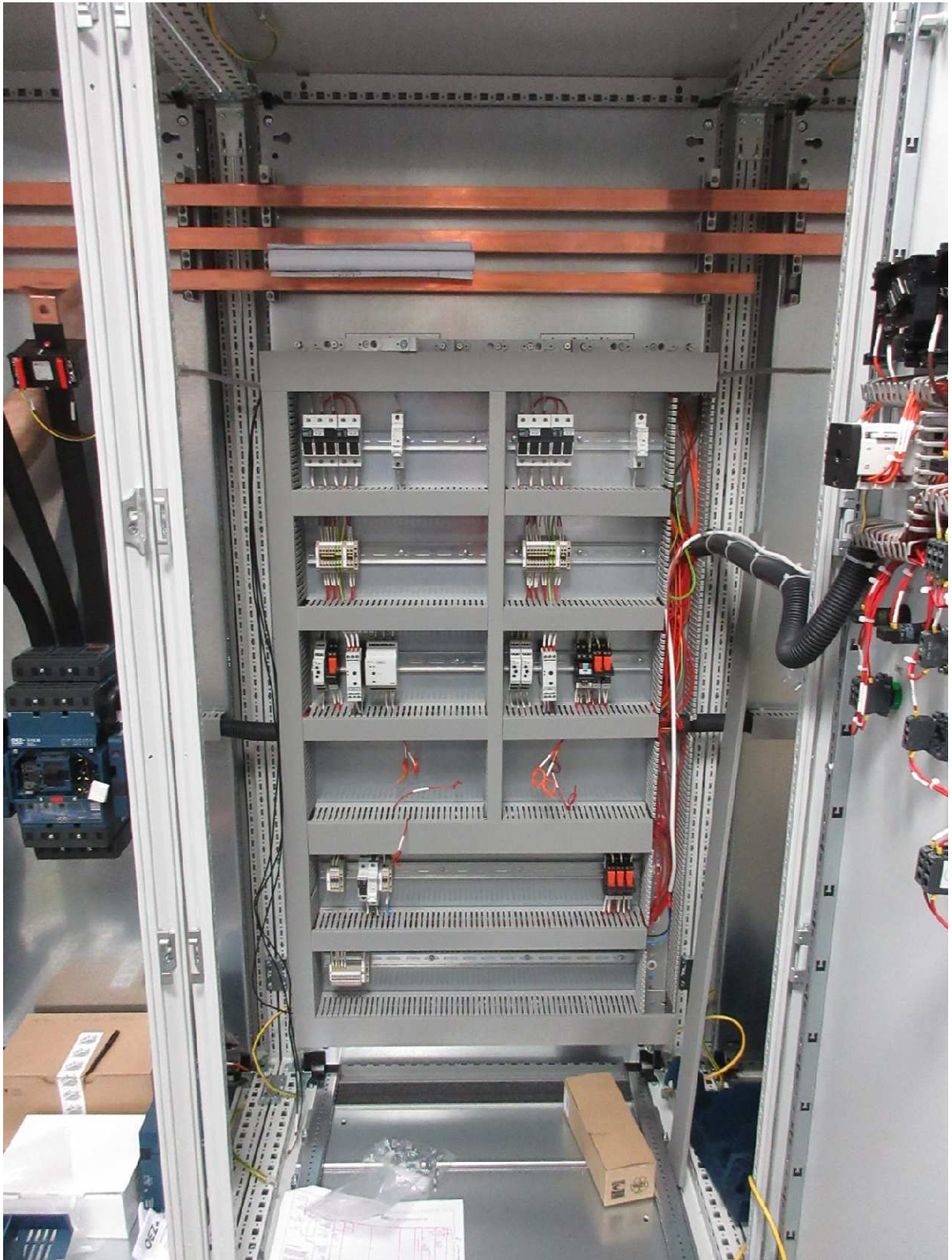
Na dveřích prostředního rozvaděče se nacházely kontrolky, vypínače, ampérmetry a voltmetry. Bylo potřeba na dveře vše rozkreslit a následně vyděrovat a osadit.

Bylo potřeba připojit kompaktní jističe, které se připojovaly přes ploché přípojnice k přípojnicím ve vrchní části skříně. Přípojnice bylo třeba přesně naměřit, zkrátit a vyvrtat do nich díry pro připojení. Na přípojnici pro třetí fázi byl nasunut měřicí transformátor proudu. Bylo potřeba do kompaktních jističů přidat sadu pro motorový pohon.

Dále se podle dokumentace zapojilo střední pole. Skoro celé se zapojovalo pomocí červeného slanénoho vodiče o průřezu 1 mm², jelikož byl celý obvod pod střídavým ovládacím napětím z transformátoru. Dále se v rozvaděči nacházel vodič hnědé barvy, který vedl z měřícího transformátoru proudu na ampérmetr umístěny na dveřích rozvaděče. Všechny vodiče se opět popisovaly bílou smršťovací bužírkou.

Dveře rozvaděče se zapojily dle dokumentace a vodiče se vyvedly po bočním rámu skříně přes plastovou kabelovou průchodku do montážního pole, ze kterého tyto vodiče vedly do bočních skříní s jističi OEZ, kde bylo potřeba na konce vodičů nalisovat piny a ty pak zapojit do svorkovnice pro motorový pohon.

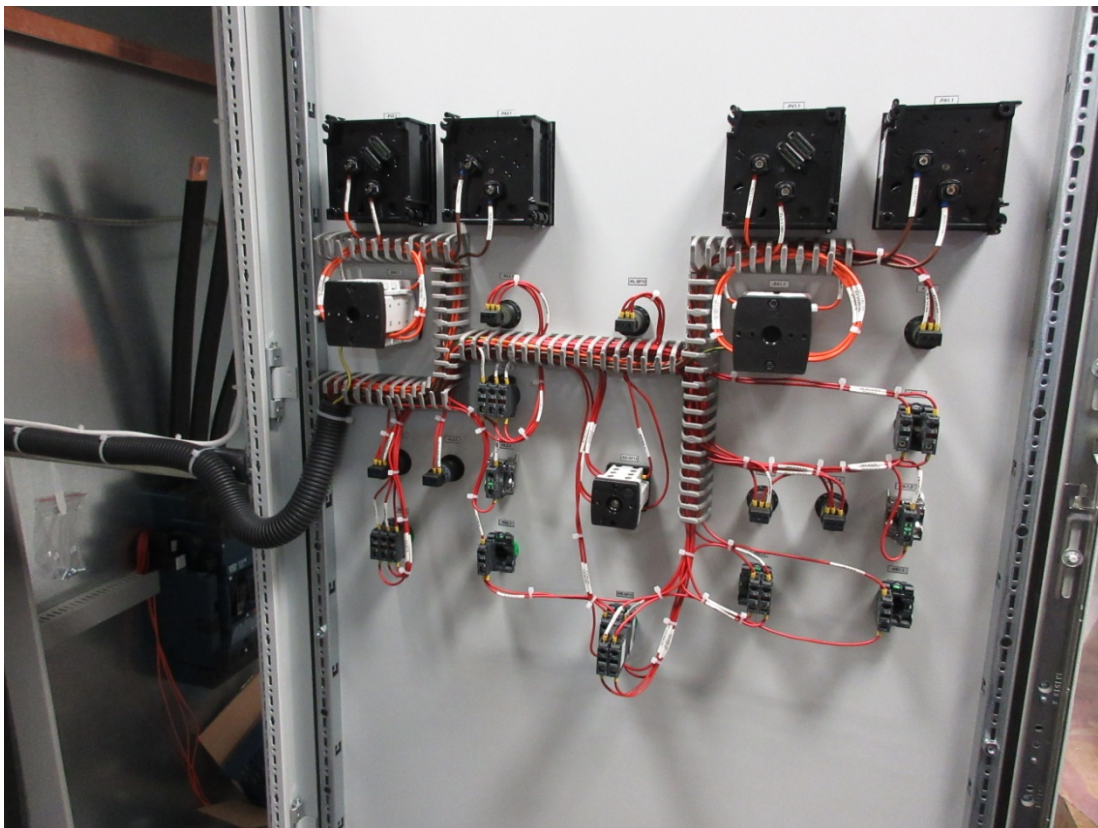
Nakonec se do skříně umístilo a zapojilo svítidlo. Pomocí zelenožlutých vodičů se uzemnila každá část skříní, včetně uzemnění skříní mezi sebou. A veškeré přístroje se popsaly pomocí stříbrných lepicích štítků.



Obr. 11 Ovládací pole pro sestavu rozvaděčů



Obr. 12 Dveře ovládacího rozvaděče



Obr. 13 Zapojení dveří rozvaděče

7 Teoretické a praktické znalosti a dovednosti získané v průběhu studia uplatněné studentem v průběhu odborné praxe

V průběhu celého absolvování odborné praxe ve firmě Elprom Service s.r.o. jsem využíval teoretických znalostí ze studia na vysoké škole. Hlavním zdrojem znalostí byl předmět elektrické stroje a přístroje, jelikož jsem během absolvování praxe přicházel do neustálého styku s přístroji, jako jsou například odpojovače, odpínače, jističe, stykače, různá relé atd. Dále jsem využíval znalosti z předmětu technická dokumentace, kde jsem mohl využít znalosti z kreslení v programu AutoCAD a také jsem se jednodušeji a rychleji orientoval v technických dokumentacích.

8 Znalosti či dovednosti scházející studentovi v průběhu odborné praxe

Během absolvování odborné praxe jsem se ocitl v situacích, kdy mi mé znalosti a dovednosti nestačily. Ze začátku mi muselo být pečlivě vysvětleno, jakým způsobem se připravují montážní panely, jak poznám typy přístrojů v technických dokumentacích pro správné osazení panelu. Dále jsem musel být poučen o správném používání tiskáren pro popis vodičů, svorek a přístrojů, včetně jejich softwarových programů.

Dále jsem měl menší problém v orientování v technických dokumentacích, jelikož už byly více rozsáhlé a objevovalo se tam i více schematických značek. Ale po krátké době se znalosti s technickou dokumentací zlepšily. Dalším scházející znalostí bylo používání barev vodičů pro zapojování různých obvodů.

9 Dosažené výsledky v průběhu odborné praxe a její celkové zhodnocení

Ve firmě Elprom Service s.r.o. hodnotím odbornou praxi velmi pozitivně. Jsem velice rád, že jsem si pro svou praxi vybral právě tuto firmu s tímto zaměřením. Během praxe jsem si mohl ověřit některé znalosti ze studia na vysoké škole a získal jsem bohaté zkušenosti a znalosti do budoucna. Během praxe jsem se dostal k činnostem, ke kterým bych se za normálních situací dostal jen stěží. Dále musím velmi kladně hodnotit vedení firmy a spolupracovníky, kteří se ke mně chovali vždy vstřícně a vždy mi se vším poradili a pomohli.


Literatura

[1] Elprom Service s.r.o. | [online]. [cit. 2019-03-28]. Dostupné z: <http://www.elpromservice.cz/>

Seznam příloh:

- Příloha A: *Interní protokol ze zkoušení rozvaděče*
- Příloha B: *Nákres rozvaděče v programu AutoCAD*

Příloha A: Interní protokol ze zkoušení rozvaděče

Protokol o Interním testu Rozvaděče						
Vypracoval		Radim Vításek			Elprom Service s.r.o.	
Rozvaděč vydrátoval		Vojta Hašek			Požární 1365/2	
Zakázka		18Zak108			Ludgeřovice 747 14	
Název rozvaděče		+CP				
Typ skříně		RITTAL SE8 5855.500				
Datum	30.11.2018	V.Č.:	0501-2018			
Dokument	AC-3613 50033E					
Přehled kontrolovaných bodů						Podpis
Pospojení skříně						✓
Dveře	Záda	Boky	Střecha	M.P.	Plechý	
Dotažení všech kontaktů příslušným momentem						✓
Jističe	Šrouby	Všechny šrouby				
Zkontrolování průřezů vodičů zda odpovídá proudům						✓
Zkontrolování správnost a nastavitelnost prvků						✓
Zkontrolovat správnost barevného označení dle zadání						✓
Zkontrolovat popisy přístrojů						✓
Proměření obvodů v rozvaděči						✓
Kontrola zapojení dle dokumentace						✓
Kontrola stavu skříně (poškrábání atd.)						✓
Kontrola kvality gravírů a rovnost						✓
Dodání výstražných štítků						✓
Kontrola stupně krytí dle dokumentace						✓
Dodání kompletní dokumentace a příbalů						✓
Nafotit rozvaděč a uložit na server						✓
Umístit výrobní štítek						✓
Celková hmotnost						— Kg
Velikost skříně	Š x V x H	1200 x 2000 x 500				
Seznam Nedodělků			Chybí			
			RADAR			
			- A72			
			4x TLACÍTKO			
			KARTY DO SYSTÉMU			

Příloha B: Nákres rozvaděče v programu AutoCAD

