



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

OPTIMALIZACE UMÍSTĚNÍ ZÁSUVKY VÝSUVNÉHO MĚŘENÍ S OHLEDEM NA ZVÝŠENÝ POČET VODIČŮ

EXTENSIBLE MEASUREMENT SOCKET PLACEMENT OPTIMALIZATION WITH RESPECT TO THE HIGHER
NUMBER OF CONDUCTORS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Matěj Šindler

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Vojtěch Wasserbauer

BRNO 2019

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor **Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika**

Ústav elektroenergetiky

Student: Matěj Šindler

ID: 174407

Ročník: 3

Akademický rok: 2018/19

NÁZEV TÉMATU:

Optimalizace umístění zásuvky výsuvného měření s ohledem na zvýšený počet vodičů

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

- 1, Popis rozváděče a jeho součástí
- 2, Popis současného konektoru a jeho umístění
- 3, Volba nového typu konektoru
- 4, Volba umístění nového konektoru

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 4.2.2019

Termín odevzdání: 27.5.2019

Vedoucí práce: Ing. Vojtěch Wasserbauer

Konzultant:

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.
předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

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

Bibliografická citace práce:

ŠINDLER, Matěj. *Optimalizace umístění zásuvky výsuvného měření s ohledem na zvýšený počet vodičů*. Brno, 2019. Dostupné také z: <https://www.vutbr.cz/studenti/zav-prace/detail/119164>. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, Ústav elektroenergetiky. Vedoucí práce Vojtěch Wasserbauer.

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma *Optimalizace umístění zásuvky výsuvného měření s ohledem na zvýšený počet vodičů* jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího semestrální 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 bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.“

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu práce Ing. Vojtěchu Wasserbauerovi za pedagogickou podporu a cenné rady při zpracování mé bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Martinu Čepičkovi za odborné konzultace, podnětné rady a cennou pomoc při získávání informací pro mou bakalářskou práci. V neposlední řadě děkuji své rodině a blízkým za neocenitelnou podporu v dosa-
vadním studiu.

V Brně dne: 27.05.2019

.....

ABSTRAKT

Tato semestrální práce se v úvodu zabývá popisem struktury rozváděče typu UniGear, vyráběného firmou ABB, a popisem jeho základních bloků. Dále tato práce popisuje transformátory proudu a napětí a senzory, které se v těchto rozváděčích často používají.

Hlavní část této práce je věnována vývoji a popisu konektoru, použitého k propojení výsuvného měřicího vozíku s NN skříňkou rozváděče. V další části jsou uvedeny požadavky na nový konektor, který v budoucím řešení nahradí stávající. Následuje výčet různých možností pro tento konektor s uvedením jejich největších předností a slabín a výčet možných alternativních umístění pro nový konektor.

V závěru této práce je zvolen a popsán konkrétní konektor a jeho umístění. Toto řešení je zhodnoceno a podloženo vytvořenými 3D modely.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Rozváděč; UniGear; jednotka rozváděče; měřicí transformátor; transformátor napětí; transformátor proudu; senzor; jednotka; výsuvné; měření; konektor; těžký konektor; modulární konektor.

ABSTRACT

In opening, this semestral thesis is describing structure and basic block description of UniGear switchgear manufactured by ABB company. Then this thesis focus on current and voltage transformers and sensors often used in this type of switchgear.

Main part of this thesis is dedicated to evolution and description of connector, used in connection solution of withdrawable metering unit with low-voltage compartment. Next part states the main requirements for new connector, that will replace current connector in future solution. In following part there is a list of different options for new connector with their biggest strengths and weaknesses pointed out. Then there is list of alternative placements for new connector.

In final part is chosen and described new connector and its placement. This solution is valuated and backed up by created 3D models.

KEY WORDS:

Switchgear; UniGear; switchgear unit; metering transformer; voltage transformer; current transformer; sensor; unit; withdrawable; metering; connector; heavy-duty connector; modular connector.

OBSAH

OBSAH	6
SEZNAM OBRÁZKŮ	8
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	10
1 ÚVOD	11
2 ROZVÁDĚČ UNIGEAR	12
3 STRUKTURA BLOKU ROZVÁDĚČE	13
3.1 ODDÍL A	13
3.2 ODDÍL B	14
3.3 ODDÍL C	14
3.4 ODDÍL D	15
3.5 ODDÍL E	15
4 TYPICKÉ JEDNOTKY ROZVÁDĚČE	16
4.1 PŘÍVOD/VÝVOD	16
4.2 PODÉLNÁ SPOJKA PŘÍPOJNIC	16
4.3 PŘÍMÝ PŘÍVOD/VÝVOD	17
4.4 JEDNOTKA ODPÍNAČE	17
4.5 MĚŘENÍ	18
5 MĚŘÍCÍ TRANSFORMÁTORY	19
5.1 MĚŘÍCÍ TRANSFORMÁTORY PROUDU	19
5.2 MĚŘÍCÍ TRANSFORMÁTORY NAPĚTÍ	21
5.3 SENZORY	23
5.3.1 PROUDOVÉ SENZORY.....	23
5.3.2 NAPĚŤOVÉ SENZORY.....	23
6 POPIS SOUČASNÉHO STAVU	24
6.1 KONEKTOR	24
6.2 ZAPOJENÍ MĚŘÍCÍHO VOZÍKU	26
6.3 AKTUÁLNÍ UMÍSTĚNÍ	26
7 VOLBA NOVÉHO KONEKTORU	27
7.1 POŽADAVKY NA NOVÝ KONEKTOR	27
7.2 PRŮZKUM TRHU	27
7.3 MOŽNOSTI NOVÉHO KONEKTORU	28
7.3.1 MODULÁRNÍ KONEKTOR PHOENIX CONTACT HEAVYCON Evo.....	28
7.3.2 MODULÁRNÍ OBDÉLNÍKOVÝ KONEKTOR PHOENIX CONTACT.....	29
7.3.3 MODULÁRNÍ KONEKTOR WEIDMÜLLER ROCKSTAR MODUPLUG.....	30
7.3.4 KONEKTOR WEIDMÜLLER STV.....	30
7.3.5 MODULÁRNÍ KONEKTOR HARTING HAN.....	30
7.3.6 DOKOVACÍ RÁM HARTING.....	31

7.3.7 ZÁKAZNICKÉ ŘEŠENÍ KONEKTORU WEIDMÜLLER	31
8 VOLBA NOVÉHO UMÍSTĚNÍ.....	32
8.1 ÚPRAVA STÁVAJÍCÍHO UMÍSTĚNÍ.....	32
8.2 UMÍSTĚNÍ DO BOČNÍHO KANÁLU.....	32
8.3 UMÍSTĚNÍ NA VÝSUVNÉM VOZÍKU.....	32
8.4 POUŽITÍ DVOU VOLNÝCH KONEKTORŮ	32
8.5 UMÍSTĚNÍ DO NAJÍŽDĚCÍ POLOHY ZA VOZÍK	33
9 NÁVRH ŘEŠENÍ	33
9.1 ZVOLENÝ KONEKTOR	33
9.2 ZVOLENÉ UMÍSTĚNÍ	35
10 ZÁVĚR.....	39
POUŽITÁ LITERATURA	40
SEZNAM PŘÍLOH	
A. SCHÉMATA ZAPOJENÍ MĚŘÍCÍHO VOZÍKU	

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 3-1</i> Struktura jednotky rozváděče [6]	13
<i>Obr. 3-2</i> Vypínačový prostor [4].....	14
<i>Obr. 3-3</i> Kabelový prostor s výsuvným měřením [4]	14
<i>Obr. 3-4</i> Ochrana REF615 [4].....	15
<i>Obr. 4-1</i> IF Přívod/vývod [1]	16
<i>Obr. 4-2</i> BT+R Podélná spojka přípojníc [1]	17
<i>Obr. 4-3</i> IFD Přímý přívod/vývod [1]	17
<i>Obr. 4-4</i> DF Jednotka odpínače [1].....	18
<i>Obr. 4-5</i> M Měření [1]	18
<i>Obr. 5-1</i> Transformátor CT TPU [8]	19
<i>Obr. 5-2</i> Transformátor CT KOKS 12, 17.5 [8]	20
<i>Obr. 5-3</i> Transformátor CT TTR [8].....	20
<i>Obr. 5-4</i> Transformátor VT TJC [8]	21
<i>Obr. 5-5</i> Transformátor VT TJE [8]	21
<i>Obr. 5-6</i> Transformátor VT TJP.....	22
<i>Obr. 5-7</i> Transformátor VT KGUGI [8]	22
<i>Obr. 5-8</i> Senzor proudu KECA 250 B1[9]	23
<i>Obr. 5-9</i> Senzor napětí KEVA B [9].....	24
<i>Obr. 6-1</i> Konektor Weidmüller STV 2/10 samice [13].....	24
<i>Obr. 6-2</i> Konektor Weidmüller STV 2/10 samec [12].....	24
<i>Obr. 6-3</i> Zdvojený konektor typu Weidmüller STV 2/10 (boční pohled).....	25
<i>Obr. 6-4</i> Zdvojený konektor typu Weidmüller STV 2/10 (přední pohled)	25
<i>Obr. 6-5</i> Výřez do plechu dveří kabelového prostoru rozváděče	26
<i>Obr. 7-1</i> Konektor HEAVYCON Evo [17]	28
<i>Obr. 7-2</i> Modulární obdélníkový konektor – rozložený [18]	29
<i>Obr. 7-3</i> Konektor Weidmüller STV [20]	30
<i>Obr. 7-4</i> Konektor Harting HAN.....	31
<i>Obr. 7-5</i> Dokovací rám Harting [26].....	31
<i>Obr. 9-1</i> Modulární vložka HDC MHD 12 [22]	34
<i>Obr. 9-2</i> Rám HDC MF 6B AB [23]	34
<i>Obr. 9-3</i> Konektorové pouzdro HDC 06B TOLU [24]	35
<i>Obr. 9-4</i> Kabelové šroubení VG H M25 MS [25]	35

<i>Obr. 9-5 Mezera mezi výsuvným vozíkem a dnem.....</i>	<i>35</i>
<i>Obr. 9-6 Plech vozíkové platformy před úpravou.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 9-7 Plech vozíkové platformy po úpravě.....</i>	<i>36</i>
<i>Obr. 9-8 Pevný konektor umístěný v čele výsuvného vozíku.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 9-9 Úchyt vodičového svazku.....</i>	<i>37</i>
<i>Obr. 9-10 Konektor v novém umístění (zapojený).....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. 9-11 Konektor v novém umístění (nezapojený).....</i>	<i>38</i>
<i>Obr. A-1 Schéma zapojení měřicího vozíku s transformátory Y/yd</i>	
<i>Obr. A-2 Schéma zapojení měřicího vozíku s transformátory Y/y</i>	

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

IEC	International Electrotechnical Commission (Mezinárodní technická komise)
LSC	Loss of Service Continuity (Ztráta nepřerušnosti provozu)
IAC	Internal Arc Classification (Klasifikace obloukového zkratu)
IPxx	Ingress Protection Marking (Třída ochrany el. zařízení před vniknutím cizích těles a kapalin)
NN skříňka	skříňka nízkého napětí
REF	Ochrana přívodní/vývodní jednotky
RET	Ochrana transformátorů
REM	Ochrana motorů
IF	Incoming/outgoing Feeder (Přívodní/vývodní přípoj)
BT	Bus Tie (Spínač přípojnic)
R	Bus Rise (Přímé propojení)
IFD	Incoming/outgoing Feeder Direct (Přímý přívodní/vývodní přípoj)
DF	Direct Feeder (Přímý přípoj)
M	Metering (Měření)
CT	Current Transformer (Transformátor proudu)
VT	Voltage Transformer (Transformátor napětí)
Y/d	značení pro zapojení transformátoru tzv. hvězda/trojúhelník
A	Amper (Jednotka proudu)
V	Volt (Jednotka napětí)
mm ²	milimetr čtvereční (Plošná jednotka)
IKxx	Impact Protection (Třídy odolnosti el. zařízení před mechanickým poškozením)
PE	Protective Earthing (Ochranné zemnění – označení pro zemnicí vodič)

1 ÚVOD

V dnešní době stále používané kobkové rozvodny, které jsou díky prostornému řešení velice přehledné, jsou postupně nahrazovány rozváděči skříňovými. Tato varianta nabízí zákazníkovi, resp. uživateli mnoho výhod a je tak vhodnějším řešením pro rozvod vysokého napětí. Skříňové rozváděče nabízí obsluhu mnohem větší úroveň bezpečnosti a zpravidla i jednodušší údržbu. Mimoto vyžadují nesrovnatelně menší plochu k provozu a díky tomu je možné je umístit přímo do místa, kde probíhá spotřeba elektrické energie. Největšími výrobci v oblasti skříňových rozváděčů vysokého napětí jsou firmy Siemens, ABB a Schneider electric.

Firma ABB nabízí širokou škálu variant rozváděčů UniGear, jako například rozváděče s dvojitým či dvouúrovňovým systémem přípojníc nebo rozváděče UniGear 550 nabízející svou užší konstrukcí kompaktnější řešení. Tato práce se bude zabývat převážně typem UniGear ZS1 s jednoduchým systémem přípojníc, který je velmi rozšířený a lze na něm dobře demonstrovat řešený problém.

Tato práce vznikla ve spolupráci s firmou ABB a jejím konstrukčním a projekčním oddělením. Cílem práce je najít řešení elektricky vodivého propojení mezi výsuvným vozíkem s měřícími transformátory napětí a skříňkou nízkého napětí v rámci jednoho bloku rozváděče UniGear. Konektor ve stávajícím řešení se využívá již asi 10 let a pro dnešní použití je zastaralý a nevyhovující. Požadavky na konektory se velice změnilly a proto je nezbytné najít vhodnější variantu, která bude splňovat nynější kritéria. Změnit se musí nejen typ konektoru, z důvodu navýšení počtu vodičů, ale i jeho umístění.

2 ROZVÁDĚČ UNIGEAR

Rozváděč UniGear, vyráběný firmou ABB, je kovově krytý, vzduchem izolovaný rozváděč vysokého napětí vhodný pro vnitřní instalace. Jednotlivé oddíly rozváděče oddělují plechy o tloušťce 1 až 2 mm. Živé části v rozváděči jsou izolované vzduchem. [1][2]

Rozváděče UniGear a všechny jeho komponenty jsou vyrobené a zkonstruované tak, aby plnily mezinárodní normy IEC. Jedná se o normu IEC 62271-200 specifikující požadavky na továrně vyráběné, kovově kryté rozváděče a spínače pro střídavé napětí od 1 kV do 52 kV včetně. [1][3]

V tomto dokumentu byl definován parametr “Ztráta nepřerušnosti provozu” (LSC=Loss of Service Continuity). Rozváděč UniGear splňuje kategorii LSC-2B. To znamená, že hlavní přípojnice, kabelový prostor a sousedící jednotky mohou zůstat pod napětím i při práci na jednom ze zbylých oddílů dané jednotky. Dále se norma zabývá oddělením prostorů s živými částmi. V tomto ohledu rozváděč splňuje třídu PM, tedy oddělení kovovým materiálem. Z přední strany je rozváděč zabezpečený blokováním a pro otevření dveří je nutné splnit nastavené podmínky. Zadní část je z hlediska přístupu klasifikována jako zabezpečena použitím nástrojů. Z hlediska odolnosti proti vnitřnímu obloukovému zkratu má rozváděč klasifikaci IAC AFLR. Ve zkratce AFLR stojí A pro typ přístupu A, tedy přístup omezen pouze pro kvalifikované (autorizované) osoby. FLR pro přístup zepředu (Front), z boku (Lateral) a/nebo zezadu (Rear). [3][4][5]

Dále rozváděč splňuje normy:

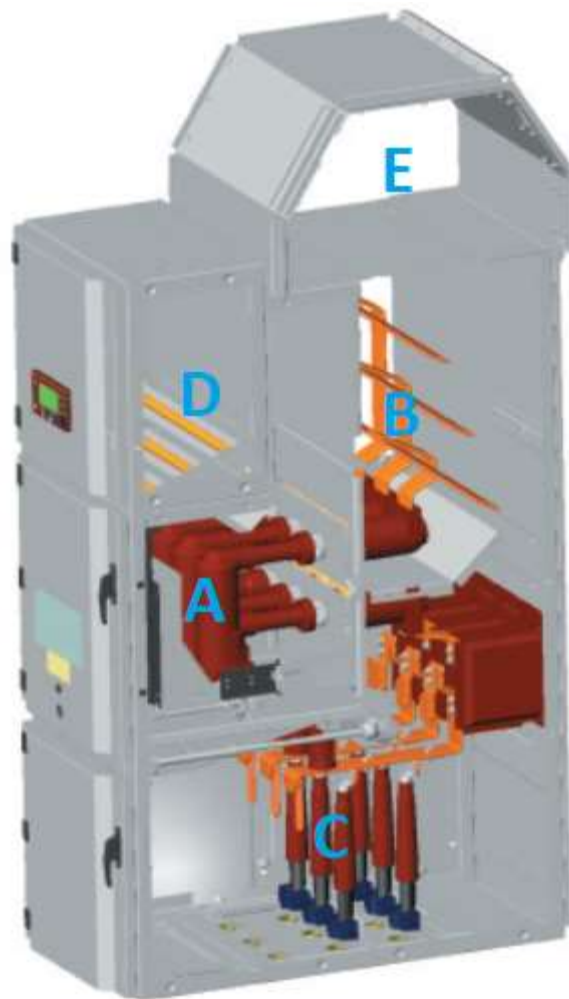
- IEC 62271-1 pro všeobecné aplikace a účely
- IEC 62271-102 pro uzemňovače
- IEC 62271-100 pro vypínače
- IEC 60071-2 pro koordinaci izolace
- IEC 60470 pro stykače
- IEC 60265-1 pro odpínače
- IEC 60529 pro třídy krytí [1]

Třídy krytí v rozváděči UniGear jsou obvykle plněny krytím IP4X pro zapouzdření a opláštění a IP2X pro oddělení mezi prostory. Tyto třídy krytí jsou vyhovující dle výše zmíněné normy IEC 60529. [1][6]

Pro zaručení jmenovitých parametrů a charakteristických vlastností rozváděče je třeba zajistit pracovní prostředí. Teplota vzduchu by se měla pohybovat v rozmezí mezi -5 až +40 °C, ovšem tyto mezní hodnoty se dají na přání zákazníka upravit. Dalším kritériem je relativní vlhkost vzduchu, která nesmí překročit hodnotu 95 % za dobu 24 hodin a maximální provozní nadmořská výška do 1000 m.n.m. [1]

3 STRUKTURA BLOKU ROZVÁDĚČE

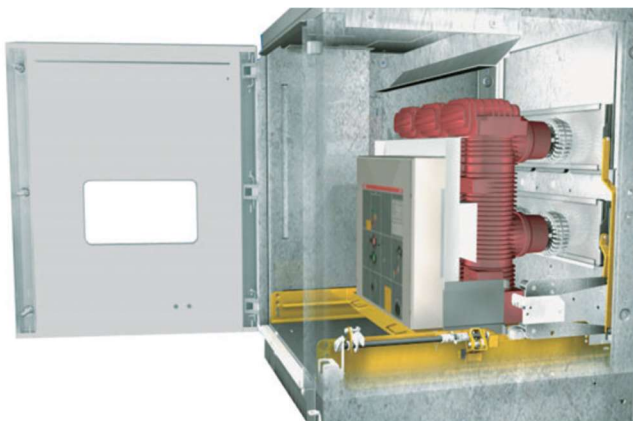
Každá jednotka rozváděče se skládá ze tří silových oddílů: Prostor pro výkonový vypínač (A), prostor podélných přípojnic (B) a prostor kabelového vedení (C). Každá jednotka je také vybavena prostorem nízkého napětí (D), kde jsou umístěny ovládací, měřicí a další přístroje a zařízení. Rozvaděč odolný proti vnitřním obloukovým zkratům může být dále vybaven odfukovým kanálem (E), kterým se odvádějí spaliny vzniklé při hoření elektrického oblouku. Všechny popsané oddíly můžete názorně vidět na Obr. 3-1.[1][4][6][7]



Obr. 3-1 Struktura jednotky rozváděče [6]

3.1 Oddíl A

Oddíl A obsahuje výkonový vypínač. Základní vlastností výkonového vypínače je schopnost vypínat a zapínat nejen jmenovité proudy, ale i poruchové proudy (nadproudy). V rozváděčích se setkáváme se dvěma typy vypínačů, a to s vypínači vakuovými nebo plněnými plynem SF₆. Vakuové výkonové vypínače si ale drží primární postavení a jsou použity v převážné většině rozváděčů. Funkci odpojovače, nezbytnou pro bezpečnost obsluhy při údržbě, zde plní vysouvací mechanismus. Vypínač je umístěn na výsuvném vozíku. Po vyjetí vypínače ze sepnuté polohy dojde ke galvanickému oddělení prostoru vypínače od přípojnicového i kabelového prostoru. Po následném zkratování je možné ve vypínačovém prostoru provádět práce údržby. [1][4][6][7]



Obr. 3-2 Vypínačový prostor [4]

3.2 Oddíl B

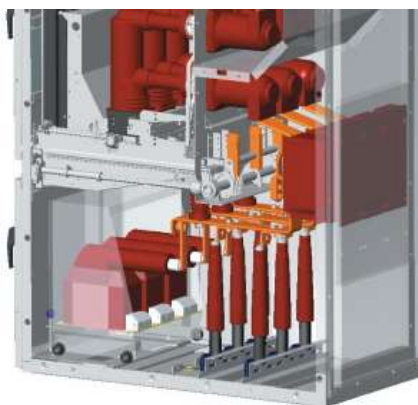
V oddílu B najdeme připojení rozváděče k systému podélných přípojníc. Přípojnice jsou realizovány měděnými profily třech typů. Jednoduchým “I” profilem, dvojitým “I” profilem nebo “D” profilem. Je nezbytné, aby se dodržely požadavky na minimální vzájemnou vzdálenost mezi přípojnícemi a zároveň mezi přípojnícemi a kovovou konstrukcí. Pevné odbočky z měděných profilů jsou pak vyvedeny jako trny, na které najíždí kontakty vypínače. [1][4][6][7]

Přípojnice, odbočky i všechny další měděné prvky v rozváděči jsou vyrobeny z mědi typu EN 13601 Cu-ETP-R250. Pokud je rozváděč připojen na hladinu napětí 17,5 kV a vyšší, jsou měděné profily pokryty izolačním PVC “rukávem”. Měděné profily mohou být na přání zákazníka pokryty také titanovou nebo stříbřenou povrchovou úpravou. [1][4][6][7]

3.3 Oddíl C

Kabelový prostor obsahuje systém odboček pro připojení silových kabelů ke kontaktům výkonového vypínače. V rozváděči mohou být použity jednožilové i třížilové kabely do maximálního počtu 12 kabelů na jednu fázi. [1][4][6][7]

Tento prostor lze také vybavit měřicími transformátory proudu a napětí nebo senzory. Měřicí transformátory napětí mohou být pevné nebo mohou být umístěny na výsuvném vozíku. Tato varianta dává možnost odpojení měřících transformátorů napětí bez přerušení provozu rozváděče. Transformátory umístěné na výsuvném vozíku jsou vybaveny pojistkou. [1][4][6][7]



Obr. 3-3 Kabelový prostor s výsuvným měřením [4]

Kromě toho můžeme do prostoru kabelů umístit uzemňovač pro uzemnění kabelů vývodu či systému přípojnic (jednotky měření a jednotky spínače přípojnic). Uzemňovač má zkratovou zapísnací schopnost a je ovládán ručně prováděnými manipulacemi z přední strany rozváděče nebo motorovým pohonem. [1][4][6][7]

3.4 Oddíl D

Nejvýznamnějším prvkem prostoru nízkého napětí (NN skříňky) jsou programovatelné ochrany. Do ochran se přivádějí nejen signály z měřicích prvků, informace polohových snímačů a relátek blokovacích systémů, ale i informace z ostatních ochran dalších jednotek rozváděče. Z ochran pak vedou řídicí signály pro ovládací prvky v rozváděči. Typy ochran se dělí podle toho, k čemu jsou využívány. [1][4][6][7]

- Feeder protection – Ochrany přívodních/vývodních jednotek (např. REF615).
- Transformer protection – Ochrany transformátorů (např. RET615).
- Motor protection – Ochrany motorů (např. REM615). [6]

Do ochran lze kromě elektrických signálů přivádět také informace z jiných čidel a senzorů, například z optických čidel, která hlídají záblesky obloukového zkratu, a díky kterým je ochrana schopna na vznikající oblouk zareagovat velmi rychle. [1][4][6][7]

Displej ochrany bývá umístěn na dveřích NN skříňky, aby mohla obsluha kontrolovat a případně nastavovat jeho činnost. Mimo to na dveřích NN skříňky (nebo rozšířené i na dveře vypínacového prostoru) najdeme napěťové indikátory, identifikační štítky, zjednodušené jednopólové schéma a v něm indikátory polohy spínačů a identifikační štítky. [1][4][6][7]



Obr. 3-4 Ochrana REF615 [4]

Uvnitř NN skříňky jsou, mimo ochrany, umístěny svorkovnice, jističe a relé. Konkrétní rozložení prvků ve skřínce se velmi liší v závislosti na typu rozváděče a především druhu pole. Různé jednotky se liší svým vybavením, protože plní v rozváděči různou funkci (Přívod/vývod, měřicí pole atd.). [1][4][6][7]

3.5 Oddíl E

Odfukový kanál není základní součástí rozváděče. Není například zapotřebí v případě, kdy nad umístěním rozváděče je dostatečný prostor a není třeba řešit okamžitý odvod spalin pryč z objektu. Odfukový kanál poskytuje výhodu propojení celého rozváděče jednou kouřovodnou drahou a následného vyvedení této dráhy mimo prostory, kde by mohlo dojít ke škodě na zdraví či majetku. [1][4][6][7]

Odfukový kanál je připevněn na střechu rozváděče. Od přípojnícového prostoru ho dělí pouze jeden plech, který je ke konstrukci připevněn plastovými nýty, aby netvořil příliš pevný spoj. V případě vzniku oblouku, kdy se v prostoru vytváří velké teplo a vysoký tlak, je nutné horký vzduch a spaliny okamžitě vyloučit z prostoru. Tlak proto musí bez obtíží vyrazit krycí plech, aby bylo zajištěno odvedení spalin a horkého vzduchu a tak nedocházelo k dalším škodám na zařízení rozváděče způsobeným vysokou teplotou. [1][4][6][7]

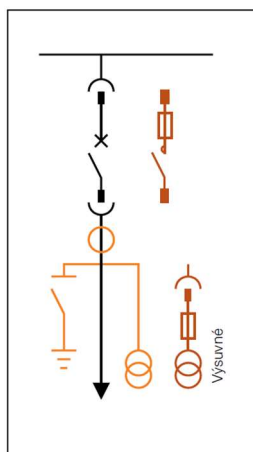
4 TYPICKÉ JEDNOTKY ROZVÁDĚČE

Pro zajištění požadované funkce rozváděče je často třeba kombinovat různé typy jednotek. Každá jednotka může provádět jinou funkci. S danou funkcí se liší i obsah jednotlivých bloků. Typické jednotky rozváděče pospané níže, mohou být dle požadavků dále upravovány. [1][4][6]

4.1 Přívod/vývod

Označení IF (Incoming-outgoing feeder). [1]

Základní jednotka, sloužící pro odvod energie z rozváděče ke spotřebičům nebo naopak pro přívod energie na přípojnícový systém, obsahuje vypínač a odpojovače. Může taktéž obsahovat měřící transformátory (v tom případě je označení IFM) a uzemňovač. [1][4][6]



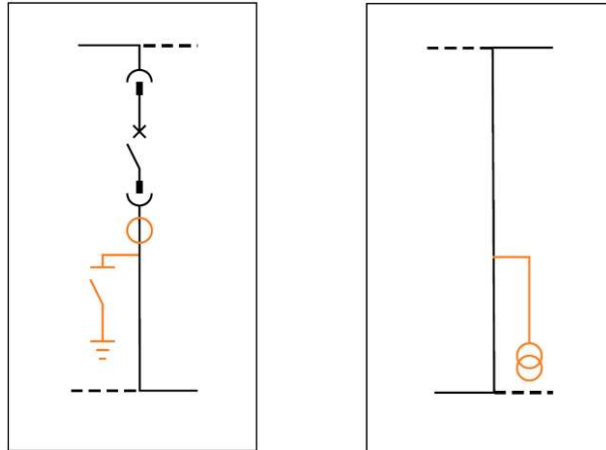
Obr. 4-1 IF Přívod/vývod [1]

4.2 Podélná spojka přípojníc

Používá se pro podélné propojení dvou oddělených přípojnícových systémů. Důvodem může být například potřeba galvanického oddělení přípojníc. [1][4][6]

Podélná spojka jsou prakticky dva bloky, které ale nemusí ležet přímo vedle sebe. Jeden blok je spínač přípojníc (BT = Bus tie) a obsahuje vypínač. Druhý blok je propojení přípojníc (R = Bus rise) a obsahuje jen přímé propojení k přípojnícím. Viz jednopólové schéma na Obr. 6.

Podélnou spojku lze vybavit uzemňovačem a měřením. V takovém případě je měřící transformátor napětí umístěn do jednotky propojení přípojníc a jeho označení je pak RM. [1][4][6]

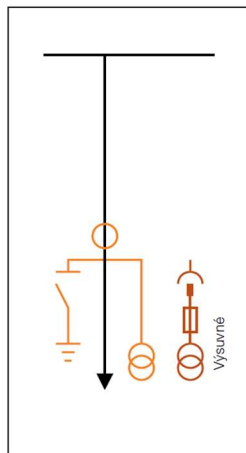


Obr. 4-2 BT+R Podélná spojka přípojníc [1]

4.3 Přímý přívod/vývod

Označení IFD (Incoming-outgoing feeder direct). [1]

Tato jednotka plní obdobnou funkci jako IF (přívod/vývod), ale neobsahuje vypínač ani jiné spínací prvky. Kabelový vývod tedy nelze galvanicky oddělit od systému podélných přípojníc. Používá se v místech, kde není třeba nebo není požadováno odpojení a chránění vývodů. Jako většinu jednotek, i tuto lze vybavit uzemňovačem a/nebo měřícími transformátory (potom označení IFDM). [1][4][6]

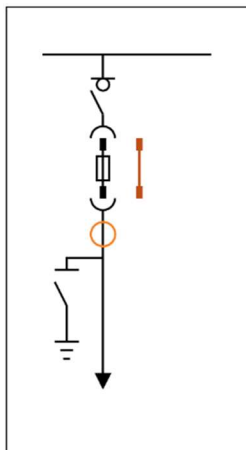


Obr. 4-3 IFD Přímý přívod/vývod [1]

4.4 Jednotka odpínače

Označení DF (Disconnecter feeder). [1]

Toto pole je totožné s polem IF (přívod/vývod). Rozdíl je v použití odpínače, namísto výkonového vypínače, což znamená, že toto pole plní vypínací funkci pouze za jmenovitých hodnot proudů a napětí. Není tedy schopné vypínat nebezpečné poruchové proudy. Tyto jednotky se používají pro spínání a jištění přívodů a transformátorů nebo transformátorů pomocné obsluhy v elektrárnách. [1][4][6]

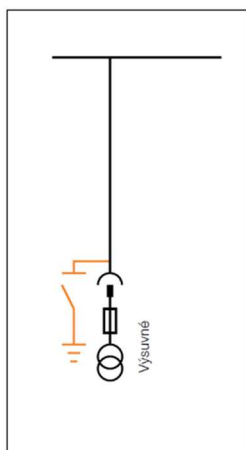


Obr. 4-4 DF Jednotka odpínače [1]

4.5 Měření

Označení M (Measurement unit). [1]

Většinu funkčních polí lze vybavit měřením. Někdy je ovšem vhodné rozváděč rozšířit o samostatné pole měření. Uvnitř pole se obvykle nacházejí napěťové transformátory a uzemňovač. [6]



Obr. 4-5 M Měření [1]

5 MĚŘÍCÍ TRANSFORMÁTORY

Měřicí transformátory napětí a proudu v rozváděči slouží pro získávání dat pro ochrany a jejich napájení (napěťové transformátory). Měřicí transformátory či senzory bývají zpravidla umístěny v kabelovém prostoru, kde měří napětí a proudy na primárním obvodu. Někdy je lze také najít v nástavbě na rozváděčové skříně, kde slouží pro měření přípojnicového systému. [8][9][10]

Přístrojové transformátory se používají:

- Pro převedení velkých napětí (proudů) v primárním obvodu na úroveň vhodnou pro vybavení sekundárního obvodu (relé a měřicí přístroje).
- Pro oddělení primárního a sekundárního obvodu, aby bylo vybavení sekundárního obvodu chráněné před nežádoucími účinky velkého proudu (napětí), objevujícími se během provozu.

Transformátory proudu a napětí jsou konstruovány, testovány a vyrobeny podle mezinárodních (resp. národních) norem dle požadavku zákazníka a dohody mezi zákazníkem a výrobcem. [11]

Vždy je třeba, na základě parametrů, zvážit jaký transformátor je vhodné použít, či zda zvolit jeho alternativu ve formě správně zvoleného senzoru.

5.1 Měřicí transformátory proudu

Měřicí transformátor proudu získává informace o velikosti protékajícího proudu v primárním obvodu. Tyto informace jsou následně vedeny do měřících zařízení a ochranných přístrojů. Proudové transformátory lze umístit do kabelového prostoru, kde mohou měřit fázové proudy rozváděčové jednotky, nebo do nástavby, kde mohou měřit proudy jednotlivých přípojníc. [9][10]

V následujícím výpisu je pro transformátory proudu použito anglické označení CT = Current transformer.

CT TPU

Transformátory určené pro běžná měření, tarifní měření a pro spolupráci s digitálními ochrami. Jsou uzpůsobeny jako podpěra pro vodič nacházející se v primárním okruhu. Mohou být použity ve vzduchem izolovaných rozváděčích i kobkových rozvodnách. [8][9]



Obr. 5-1 Transformátor CT TPU [8]

CT TPE

Tento transformátor je konstruovaný pro nižší jmenovité hodnoty charakteristických veličin. Díky tomu má využití převážně v sekundárních distribučních systémech. [8]

CT KOKS 12, 17.5, 24

Tento typ transformátoru proudu neobsahuje primární vodič. Je určen k nasunutí přímo na měřený vodič či přípojnicí. Varianta pro maximální napětí 24 V je pro své vysoké parametry vhodná k měření na výstupech generátorů. [8][9]



Obr. 5-2 Transformátor CT KOKS 12, 17.5 [8]

CT TTR

Transformátor s tyčovým primárním vodičem zalitým v měřicí cívce. Díky své konstrukci je výhodný pro použití jako průchodka mezi sekcemi rozváděče, různými rozváděči nebo jako průchodka stropem/podlahou v kobkových rozvodnách. [8][9]



Obr. 5-3 Transformátor CT TTR [8]

CT TSR

Transformátor s vinutým primárním vodičem. Díky tomu je určený pro nižší proudy a má lepší citlivost. Konstrukcí se podobá transformátoru TTR a má tedy i obdobné využití. [8]

CT BB, BBO

Transformátor bez primárního vodiče, avšak s izolovanou primární stranou. Díky své konstrukci se často využívá jako průchodka stropem/podlahou v kobkových rozváděcích. [8][9]

CT PR

Specifický transformátor určený pro rozváděč typu IRODEL a je pro něj typově nezaměnitelný. Díky speciálnímu tvaru plní k měření zároveň funkci spodního kontaktu vypínače. [8][9]

5.2 Měřicí transformátory napětí

Měřicí transformátor napětí má na výstupu informace o velikosti fázového nebo sdruženého napětí a mimo to může být použit pro napájení ochranných a měřicích prvků rozváděče. Napěťové transformátory jsou obvykle umístěny v kabelovém prostoru pomocí pevného uložení nebo za pomoci výsuvného vozíku. [8][9]

V následujícím výpisu je pro transformátory napětí použito anglické označení VT = Voltage transformer.

VT TJC

Transformátor určený pro měření fázových napětí. Je vhodný pro použití, jak ve vzduchem izolovaných rozváděčích, tak i v kobkových rozvodnách. [8][9]



Obr. 5-4 Transformátor VT TJC [8]

VT TJE

Transformátor určený pro měření fázového napětí. Vhodný pro použití, jak ve vzduchem izolovaných rozváděčích, tak i v kobkových rozvodnách. Tento typ transformátoru je vybaven vestavěnou pojistkou pro jištění primárního vinutí. [8][9]



Obr. 5-5 Transformátor VT TJE [8]

VT TJP

Transformátor určený pro měření fázového napětí. Vhodný pro použití, jak ve vzduchem izolovaných rozváděcích, tak i v kobkových rozvodnách. Tento typ transformátoru je vybaven vestavěnou pojistkou pro jištění primárního vinutí. [8][9]

Transformátory typu TJP se nejčastěji osazují na vozíky výsuvného měření, kterými se zabývá tato práce.



Obr. 5-6 Transformátor VT TJP

VT TDC

Transformátor určený pro měření sdruženého napětí. Je to dvoupólový transformátor, jehož primární vinutí je zcela izolováno od země. Jmenovité izolační napětí nám zde udává úroveň izolační hladiny. VT TDC je vhodný k použití ve vzduchem izolovaných rozváděcích nebo kobkových rozvodnách. [8][9]

VT KGUGI, KGUG

Transformátor s výkonovým výstupem. Typ KGUGI je jednopólově izolovaný, KGUG dvou-
pólově izolovaný. [8][9]



Obr. 5-7 Transformátor VT KGUGI [8]

5.3 Senzory

Senzory jsou moderní náhradou za měřicí transformátory. Byly vyvinuty za účelem zvýšení bezpečnosti, snížení rozměrů, rozšíření rozsahu jmenovitých parametrů a zvětšení šíře funkčních možností. [8][9][10]

Výhody senzorů oproti klasickým měřicím transformátorům:

- Senzory jsou standardizované a v jediném návrhu mají obsažený široký rozsah parametrů.
- Můžeme na ně připojit různé vybavení/zátěž nebo změnit jejich parametry bez nutnosti výměny senzoru.
- Senzory nejsou ovlivněny ferorezonancí a výstupní signály jsou na úrovni nízkého napětí.
- Jsou velmi přesné.
- Při poruše primárního obvodu zůstává výstupní signál bezpečný pro měřicí zařízení. [10]

Hlavní nevýhodou senzorů je špatná vzdálenost vyvedení signálu z důvodu nízkého výstupního signálu. [9]

5.3.1 Proudové senzory

Proudový senzor pracuje na principu Rogowského cívky. Je konstruován jako cívka navinutá na nemagnetickém jádře. Díky absenci feromagnetického jádra se cívka nepotýká s přesycením jádra a má tedy lineární charakteristiku v celém svém měřicím rozsahu. Výstupním signálem je napětí nepřímo úměrné první derivaci proudu. Po provedení digitální integrace (obvykle přímo v ochraně) získáme hodnotu měřeného proudu. Proudové senzory jsou vhodné pro měřicí i jistící účely. [8][9][10]



Obr. 5-8 Senzor proudu KECA 250 B1[9]

5.3.2 Napěťové senzory

Napěťový senzor svým principem funguje jako odporový nebo kapacitní dělič. Díky tomu mají tyto senzory lineární charakteristiku v celém měřicím rozsahu. Výstupním signálem je napětí nepřímo úměrné napětí na primární straně. [8][9][10]



Obr. 5-9 Senzor napětí KEVA B [9]

6 POPIS SOUČASNÉHO STAVU

Výsuvný vozík měření vznikl pro rozšíření možnosti provádění prací údržby a servisu bez nutnosti odstavit celý blok rozváděče, resp. kabelový prostor, a tím ho zbavit jeho funkce. Jeho základními prvky jsou tři transformátory napětí rozmístěné tak, aby každý měřil jednu fázi na přivedených odbočkách. Tyto transformátory jsou pevně umístěny na kovovém vozíku, který je pro snadnější manipulaci vybaven kolečky. Další důležitou součástí je konektor vyvedený v přední části vozíku. Tento konektor přenáší do NN skříňky signály z měřících transformátorů, případné informace o vybavení pojistek i informace o úspěšném zasunutí vozíku do koncové polohy.

6.1 Konektor

Jeho první provedení s transformátory typu Y/d mělo výstupní signály vyvedeny pomocí svazku jednožilových vodičů do 10ti pólového konektoru typu Weidmüller STV 2/10.



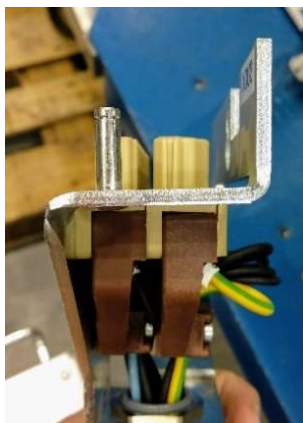
Obr. 6-1 Konektor Weidmüller STV 2/10 samice [13]



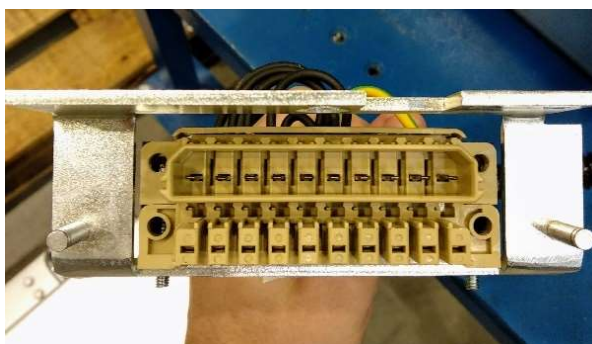
Obr. 6-2 Konektor Weidmüller STV 2/10 samec [12]

Poté se ale na vozíky začaly osazovat přepínatelné transformátory a transformátory s více odbočkami. Jejich přepínání se provádí v NN skříňce rozváděče a tím je zvýšen potřebný počet vodičů. Pro vedení signálu se u těchto transformátorů používá až dvacet vodičů. Jelikož z ekonomického hlediska bylo třeba využít stejný typ konektoru, nejvhodnějším řešením této situace bylo přidání dalšího svazku, a tedy dalšího konektoru. Toto řešení bylo označeno za atypické a nepříliš vhodné jelikož dva oddělené svazky zabírají více místa, snižují flexibilitu provedení apod. Největším problémem nicméně byla nutnost umístění protikusů k tomuto konektoru ve dně rozváděčové skříňce, a tedy osazení dvou konektorů vedle sebe. Toto rozložení je samozřejmě nevhodné, jelikož znesnadňuje užívání měřicího vozíku a snižuje pevnost konstrukce rozváděče kvůli dalším zásahům do částí plechů skříňce a dveří. V neposlední řadě působí negativně na estetiku provedení.

V prozatím finálním a tedy v současné době nepoužívanějším řešení problému se zvýšeným požadovaným počtem vodičů jsou všechny použité žíly k sobě zpevněny a vyvedeny do konektoru. Takto zdvojený konektor je vidět na fotografiích Obr. 6-3 a Obr. 6-4.



Obr. 6-3 Zdvojený konektor typu Weidmüller STV 2/10 (boční pohled)



Obr. 6-4 Zdvojený konektor typu Weidmüller STV 2/10 (přední pohled)

Tento konektor je složený ze dvou výše zmíněných konektorů, a to vždy z jednoho kusu typu samec a jednoho kusu typu samice, připevněných do jednoho kompaktního setu. Spojení zvyšuje bezpečnost, jelikož přes konektor neprochází jen signál z měřících transformátorů směrem do NN skříňky, ale i naopak signál z NN skříňky k měřicímu vozíku. Příkladem tohoto signálu je hlídání zapojení konektoru, a tím kontrola zasunutí vozíku do koncové polohy. Zapojení dvou typů konektoru proti sobě nám dává možnost připojit signál na krytou část konektoru (samici) a tím zamezit nebezpečnému dotyku uživatele s vodičem pod napětím.

6.2 Zapojení měřícího vozíku

Všechny výstupy měřících transformátorů, umístěných na výsuvném vozíku, jsou do NN skříňky vedeny přes konektor. Ten poskytuje základní vlastnost, tedy možnost odpojení a následného vysunutí vozíku. V příloze A jsou zobrazeny příklady schémat zapojení konkrétních měřících vozíků. V případě Obr.A-1 se jedná o vozík osazený přepínatelnými transformátory s odbočkami, zapojenými v zapojení Y/yd. Sekundární vinutí těchto transformátorů je tedy zapojené jak do hvězdy, tak do trojúhelníku, což zvyšuje možnosti práce s měřeným signálem. Tyto výstupy jsou přivedeny na kryté póly zdvojeného konektoru, které jsou ve schématu označeny -XDU1. Přes protichůdný kus konektoru -XDU2 se uzavírají obvody signalizace připojení konektoru, signalizace stavu pojistek a zemnicí vodič. Na Obr.A-2 je zobrazeno řešení s transformátory v zapojení Y/y, což je oproti předchozímu zapojení podstatně jednodušší varianta. Mimo vývody měřících transformátorů je zapojení doplněno o signalizace a zemnění, stejně jako je tomu v předchozím případě.

6.3 Aktuální umístění

Stávající řešení konektoru výsuvného měření není problematické pouze z hlediska nevyhovujícího konektoru, ale i z hlediska jeho umístění. Pevný kus konektoru se nachází ve dně rozváděčové skříňky, kde se k němu připojuje volný protikus společně s masivní ochrannou konstrukcí. Toto řešení bylo původně zvoleno, protože se jednalo o umístění, kde konektor nezasahuje do žádné další části rozváděče. Mimo to bylo umístění využito i z hlediska polohy, jelikož se nachází přímo před výsuvným vozíkem v koncové poloze. Díky tomuto bylo možné po vhodném zapojení popsaném výše, použít konektor k indikaci pozice vozíku v koncové poloze. Nevýhody tohoto umístění se však objevily při dalším vývoji nejen konektoru, ale i výsuvného vozíku a zbylých částí rozváděče. Konektor a k němu přivedený svazek vodičů často překáží obsluze při standartních úkonech (např. zavírání dveří kabelového prostoru rozvodné skříňky).

V určitých typech rozváděčů konektor natolik zasahuje do plechů dveří, že je třeba u těchto dveří vytvořit výřez. Ten však výrazně snižuje pevnost dveří, jelikož se jedná o zásah do příčného plechu sloužícího právě k mechanickému zpevnění rámu dveří. Tento problém je hlavním zdrojem potřeby nalézt nové umístění, které nebude omezovat či zasahovat do dalších dílů rozváděče.



Obr. 6-5 Výřez do plechu dveří kabelového prostoru rozváděče

7 VOLBA NOVÉHO KONEKTORU

Cílem této práce je návrh nového konektoru a optimalizace jeho umístění v rozvodné skříni. Konektor užívaný v současné době se používá již více než deset let a je zastaralý. V průběhu času na něj byly kladeny vyšší nároky, které není schopen uspokojivě plnit. Zejména je třeba konektor nahradit z důvodu navýšení počtu vodičů a z toho vyplývajícího, výše popsáno, nevhodného spojení dvou konektorů v jeden kompaktní celek.

7.1 Požadavky na nový konektor

Nový konektor je třeba vybírat na základě několika hlavních parametrů:

- Konektor by měl mít, oproti stávajícímu, menší rozměry. Tím se bude lépe řešit jeho umístění a zásahy do konstrukčních plechů rozvodné skříně budou menší. Nebudou tedy tolik ovlivňovat mechanickou pevnost rozváděče jako celku, ani jeho dílčích částí. Aktuálně pevný kus konektoru, umístěný ve dně rozváděče, zabírá prostor 103x44 mm. Nový konektor by měl být široký do 30 mm a jeho pevný kus by neměl zabírat plochu větší než 35x90 mm.
- Konektor by měl být schopný pojmout dostatečné množství vodičů. Na základě domluvy s projekčním oddělením bylo rozhodnuto, že konektor musí být schopen poskytnout póly pro 20 vodičů s tím, že se v nejbližší budoucnosti neplánuje další rozšiřování počtu vodičů.
- Na výstupu měřících transformátorů napětí je signál s úrovní napětí 100 V a velikostí proudu méně než 10 A. Konektor musí být tedy dimenzován minimálně na tyto hodnoty. Mimo to by měl být kompaktní, ale se snadnou možností výměny pinů či jiných částí.
- Pro vedení signálu se u měřících vozíků nejčastěji používají vodiče o průřezu 1,5 mm², v některých specifických instalacích a pro zemní vodič se využívají vodiče o průřezu 2,5 mm². Piny užití ve zvoleném konektoru by tedy měly být schopny připojení k vodiči o průřezu alespoň 2,5 mm². Z toho vyplývá požadavek, aby konektor byl schopný výše zmíněných 20 vodičů pojmout nejen počtem pólů, ale i fyzickými rozměry. Tedy aby svazek vodičů mohl do konektoru vstoupit přes zvolenou průchodku.
- Konektor by měl být také dostatečně mechanicky odolný. Musí odolávat případnému nevhodnému zacházení obsluhy či mechanickým rázům. V závislosti na konečném umístění může být také využit pro vymezení pozice měřícího vozíku, jak je tomu u stávajícího řešení.
- V neposlední řadě je třeba brát v úvahu ekonomickou stránku. V tomto ohledu je důležitým faktorem, mimo nákupní ceny, také časová a technická náročnost osazení konektoru. Čas lidské práce se může velice negativně projevit na celkové ceně.

7.2 Průzkum trhu

Pro nalezení vhodného konektoru bylo třeba provést důkladný průzkum nabídky současného trhu s přihlédnutím na spolupráci výrobce s firmou ABB. Na základě dosavadních obchodních kontaktů se široké spektrum výrobců zúžilo na firmy Phoenix Contact, Weidmüller a Harting. S těmito firmami společnost ABB spolupracuje již dlouhou dobu a není tedy třeba navazovat nové obchodní kontakty. Po setkání s obchodními zástupci jednotlivých firem, presentací jejich aktuálního

portfolia i případných alternativních tzv. zákaznických řešení však nedošlo k nalezení produktu, uspokojícího všechny požadavky. Aktuální nabídka trhu svými normalizovanými konektory nedokáže vyhovět náročným parametrům daným složitostí řešeného problému.

Po osobní schůzce s obchodním zástupcem firmy Weidmüller bylo navrženo pár variant konektoru, které lze pro dané zapojení, s akceptováním určitých nedostatků, využít. Z těchto návrhů vyplynuly dvě možnosti dalšího postupu vedoucího k úspěšnému vyřešení problému. Jednou možností je, ve spolupráci s dodavatelskými firmami, vytvořit zcela nový konektor, který bude splňovat určité požadavky na úkor jiných, pro účely tohoto zapojení méně významných parametrů. Druhou možností je vytvořit zcela nové řešení umístění, které přísné parametry zredukuje. Poté by bylo možné zvolit konektor, který se nejvíce přiblížil zadaným parametrům a ten do daného řešení aplikovat.

7.3 Možnosti nového konektoru

Největším problémem, při volbě konektorů se ukázaly malé požadované rozměry, které u nabízených těžkých konektorů byly mnohdy až dvojnásobné. Konektory s vhodnými rozměry pak nevyhověly z pohledu mechanické odolnosti. Do výběru možností byly zvoleny konektory představující vhodný kompromis či alternativní řešení.

7.3.1 Modulární konektor Phoenix Contact HEAVYCON Evo

Konektor HEAVYCON je zvolen pro jeho robustní konstrukci, díky které bude schopen odolávat případnému mechanickému namáhání. Pouzdro tohoto konektoru je zvoleno z produktové řady EVO. Jeho hlavními výhodami jsou odolnost proti nárazu IK09 a stupeň krytí až IP66. Upevnění tohoto konektoru je realizováno podélnou západkou, která poskytuje jednoduché a přesto pevné připojení. Dalším benefitem je i otočné kabelové šroubení s bajonetovým uzávěrem. Díky tomu lze jednoduše při montáži určit směr kabelového vývodu přímo či do boku. [14][15]



Obr. 7-1 Konektor HEAVYCON Evo [17]

U modulárních konektorů je možnost nakombinovat velikost konektoru, kontaktní vložky a použité piny dle požadavků. Jako nejvhodnější se jeví kombinace dvou kontaktních modulů v zapojení proti sobě, tedy v každém konektoru jeden kus typu zásuvka a jeden typu zástrčka. Dle dalších parametrů lze zvolit kontaktní modul se 17ti piny dimenzovaný na zatěžovací napětí 160 V a maximální jmenovitý proud 10 A, nebo modul s 12ti piny dimenzovaný na zatěžovací napětí 250 V a maximální jmenovitý proud 10 A. Je také možné zvolit kombinaci obou. Pro takto zvolenou kombinaci modulů je vhodné zvolit rám nosiče o konstrukční velikosti B6, který je uzpůsoben pro uložení 2 modulů. [15]

Takto zvolený konektor má kryté všechny živé části a splňuje tedy všechny důležité požadavky, které jsou na konektor kladeny. Použitím zvoleného konektorového pouzdra však zůstává problém s většími rozměry. Bude tedy třeba zvolit vhodné umístění, kde větší rozměry nebudou překážkou.

7.3.2 Modulární obdélníkový konektor Phoenix Contact

Podobně jako u těžkých konektorů typu HEAVYCON, je u modulárních obdélníkových konektorů konstrukce tvořena ze dvou hlavních částí. Je to montážní základna, na které jsou dle požadavků osazeny modulární kontaktní vložky a na ní vhodně zvolené konektorové pouzdro. [15][16]



Obr. 7-2 Modulární obdélníkový konektor – rozložený [18]

Konektorové pouzdro musí být co nejmenší a zároveň dostatečné pro zvolené osazení konektoru. Je třeba také správně zvolit kabelové šroubení s průměrem dostatečným pro průchod až 20ti vodičů a jejich chráničky.

Konektor nejlépe vyhovující požadavkům je složen ze čtyř modulů. Dvě kontaktní vložky určené pro 8 pólů, dimenzované na zatěžovací napětí 160 V a maximální jmenovitý proud 10 A. Jedna kontaktní vložka, která může mít 6 nebo 8 pólů v závislosti na aktuální potřebě. Nakonec vložka konstruovaná pro dva póly, dimenzovaná na zatěžovací napětí 400 V a maximální jmenovitý proud 20 A. Je zjevné, že tato kontaktní vložka je silně naddimenzovaná, nicméně je zvolena, protože jako jediná z nabídky je konstruována pro průřez přípoje 2,5 mm² a lze na ni tedy připojit zemnicí vodič, který má vždy průřez 2,5 mm². Další použité vložky slouží pro připojení vodiče o průřezu do 1,5 mm². [16]

Z toho vyplývá hlavní nevýhoda obdélníkových konektorů. Aby mohlo být využito jejich hlavní přednosti, kterou jsou menší rozměry (zejména šířka), je třeba použít modulární vložky, na které nelze připojit vodiče s průřezem větším než 1,5 mm². Další překážkou pro použití těchto konektorů je způsob připojení. Obdélníkové konektory jsou vybaveny nežádoucím, šroubovým spojením a jejich celková mechanická odolnost není dostačující. Proto by tento konektor, bez dodatečných úprav, nemohl být použit například pro vymezení polohy vozíku. Využití tohoto konektoru ve finálním řešení by obnášelo přinejmenším zpevňující konstrukci podobnou té, která se aktuálně využívá.

7.3.3 Modulární konektor Weidmüller RockStar ModuPlug

Konektor RockStar je výrobkem z řady HDC (Heavy Duty Connectors), neboli normalizovaných těžkých konektorů. Pouzdra konektoru RockStar jsou vyrobená z tlakově litého hliníku a díky tomu si i při nízké váze drží výbornou odolnost proti nárazu i korozi. Firma Weidmüller má patentován vlastní zámek, vyrobený z nerezové oceli, který díky pružinovému systému spolehlivě zamezuje náhodnému otevření. Konektorové pouzdro lze volit se stupněm ochrany IP65 nebo IP68 (chráněno vůči trvalému ponoření do vody). [19]

Pro použití v řešeném zapojení je třeba namísto jednotné konektorové vložky zvolit vložky modulární, které poskytují možnost individuálně definovat parametry konektoru a v tomto případě umístit dva moduly protichůdně. Na výběr je široké spektrum modulárních vložek, z nichž nejvhodnější se jeví vložka s 12ti póly nebo vložka s 8mi póly. 12ti pólová vložka má jmenovité napětí 250 V, jmenovitý proud 10 A a jmenovité rázové napětí 4 kV. Vložka s 8mi póly je dimenzována na jmenovité napětí 400 V a jmenovitý proud 16 A. Jmenovité rázové napětí je u této vložky 6 kV, což ji obecně činí naddimenzovanou pro účely řešeného zapojení. Modulární vložky je třeba umístit do rámu, který poskytne pevné uložení a zamezí nežádoucímu pohybu modulů. Pro uspořádání skládající se ze dvou modulů je ideální volbou rám konstrukční velikosti 3, který pojme dva moduly. K tomuto rámu je pak třeba přiřadit odpovídající kryt. [19]

7.3.4 Konektor Weidmüller STV

Jako možná alternativa se mezi těžkými konektory jeví i použití STV konektoru. Tedy použití nové generace aktuálně používaného konektoru. Spolu s úpravou aktuálního nosného rámu, který byl navržen v ABB a je vyráběn externí firmou, by bylo možné docílit určitého snížení rozměrů. Toto snížení by ovšem bylo na úkor dalších parametrů, zejména pevnosti a odolnosti. V neposlední řadě by tento konektor nenabízel možnost výrazné změny v umístění. Osazení tohoto konektoru by nepřineslo žádné inovativní řešení a proto je jeho použití spíše krajní možností. [20]



Obr. 7-3 Konektor Weidmüller STV [20]

7.3.5 Modulární konektor Harting HAN

Těžký konektor Harting se, co se týče splnění požadavků, výrazně neliší od předchozích dvou těžkých konektorů Phoenix Contact a Weidmüller. Rozměry těchto konektorů jsou unifikované normou a nelze tedy čekat výrazné rozdíly. Stejně jako předchozí dva výrobci, nabízí firma Harting provedení v plastu nebo litém hliníku a modulární vložky o počtech pólů 8, 12 a 17 (mimo jiných). Zásadním rozdílem je pak rám modulů, který využívá patentovaný způsob pantového rozevření využívajícího pružinový mechanismus pro snadnější manipulaci. [21]



Obr. 7-4 Konektor Harting HAN

7.3.6 Dokovací rám Harting

Firma Harting nabízí mimo klasického těžkého konektoru s modulárními vložkami, také využití tzv. dokovacích rámců. Jedná se o pevné rámy, do kterých lze variabilně umístit modulární vložky obdobně jako je tomu u těžkých konektorů. Tyto rámy jsou určeny k použití v zásuvných systémech. Tedy tam, kde konektor zajíždí po lineární ose do koncové polohy, ve které dochází ke spojení pohyblivého konektoru s pevným. Rámy pro toto použití musí být pevně uloženy. Jeden v koncové poloze bez možnosti pohybu, druhý na vozíku či posuvníku, vykonávajícím pohyb podél lineární dráhy. Dále musí být vybaveny robustnějšími naváděcími kolíky a zdírkami, které zajistí správné navedení konektoru. Díky těmto kolíkům je tolerance až $\pm 2\text{mm}$ vůle. Tyto kolíky plní také funkci zemnicích kontaktů. [21][26]



Obr. 7-5 Dokovací rám Harting [26]

7.3.7 Zákaznické řešení konektoru Weidmüller

Zákaznické řešení nabízí možnost vytvoření zcela originálního konektoru ve spolupráci s firmou Weidmüller. V navrženém designu by bylo, v ideálním případě, možné zohlednit všechny požadované parametry a vytvořit tak konektor na míru řešenému zadání. Takto navržený konektor by pak představoval perfektní volbu pro nové zapojení výsuvného měřicího vozíku. Reálně však nelze v současné době vytvořit konektor, který by splňoval přísné požadavky a zároveň byl dostatečně mechanicky odolný, kompaktní a finančně v rovnováze vzhledem k aktuálně použitému konektoru. Cena takového dílu by byla vyšší už z toho důvodu, že by firma ABB nebyla schopná svým odběrem pokrýt náklady na jeho výrobu. Čímž by bylo pro dodavatele ekonomicky nevýhodné vyrábět ho za standardní cenu.

8 VOLBA NOVÉHO UMÍSTĚNÍ

Součástí zadání je mimo nalezení nového konektoru také nalezení vhodného umístění pro zvolený konektor. Tato kapitola se věnuje popsání několika teoretických návrhů, z nichž bude vhodnou kombinací s konektorem vybrán ten nejvýhodnější. Při vytváření návrhu je třeba respektovat spoustu omezení. Mimo zřejmých, jako jsou rozměry a pevnost konektoru v daném místě, je třeba brát v potaz i skryté, avšak neméně důležité vlivy. Jedním z nich může být například vyplnění prostoru, do kterého bude konektor zasahovat. Tím se myslí, zda za plechem, ve kterém bude konektor, neprochází například svazek vodičů nebo se zde nenachází jiný díl, součástka a podobně.

8.1 Úprava stávajícího umístění

Možnost úpravy stávajícího řešení by představovala nejmenší změnu ve výrobní dokumentaci rozvodné skříně. Jelikož jedním z hlavních podnětů k řešení toho problému je odstranění nutnosti výřezu v plechu dveří, vyžadovala by tato úprava použití konektoru, který by bez kompromisů splňoval požadavky na rozměry. Poté by bylo možné zmenšit otvor pro pevný kus konektoru a společně s ním všechny otvory a výřezy, do kterých zasahoval. Nové řešení by poté bylo vyhovující i přesto, že nedošlo k žádné výrazné změně.

8.2 Umístění do bočního kanálu

Za předpokladu použití konektoru, který splňuje požadavky na rozměry, se nabízí přesunutí pevného konektoru do bočního kabelového kanálu. K tomuto účelu by bylo třeba použít pravý kanál, protože levý je smluvně rezervován pro případné potřeby zákazníka. Přesunutí konektoru na boční stěnu by představovalo velké změny ve výrobní dokumentaci rozvodné skříně. Mimo odstranění výřezů po starém umístění by bylo nutné vytvořit výkresovou dokumentaci k atypickým dílům bočního kabelového kanálu. Největší komplikací v tomto umístění by bylo vlastní zapojování konektoru v prostoru kabelového kanálu, ve kterém se už nachází další vodiče.

8.3 Umístění na výsuvném vozíku

Tento případ představuje řešení opačné k současnému stavu. Pevný konektor by byl umístěn na výsuvném vozíku a volný konektor by v rozpojeném stavu byl uložen v drážce ve dně rozvodné skříně. Toto řešení vyžaduje značné zásahy do výrobní dokumentace. Mezi výhody však patří jednodušší manipulace s výsuvným vozíkem, který na svém čele nebude mít vyvedený svazek vodičů zakončených objemným konektorem. Další výhodou je možnost použití konektoru nespĺňujícího požadavky na rozměry, protože při uložení ve dně rozvodné skříně je pod výsuvným vozíkem více prostoru na objemnější konektor.

8.4 Použití dvou volných konektorů

V tomto zapojení by došlo k úplnému odstranění pevného konektoru a jeho nahrazení volným konektorem připojeným na svazek vodičů, vedoucí do NN skřínky. Jedná se tedy o kombinaci aktuálně používaného řešení a návrhu, kdy pevný kus konektoru je umístěn na výsuvném vozíku, který je popsán v kapitole 8.3.

Jelikož ke spojení konektorů by docházelo ve volném místě mezi vozíkem a dveřmi kabelového prostoru, nebylo by zapotřebí provádět žádné významné zásahy do plechů ostatních dílů. Tím by nedocházelo k nežádoucímu narušování pevnosti konstrukce rozváděče. Tento dostatečně velký prostor také umožňuje použití konektoru, který jinak nespĺňoval požadavky na rozměry.

Hlavní nevýhodou tohoto řešení by byla jeho složitost. Vyvedení dalšího svazku vodičů do prostoru před výsuvným vozíkem by působilo nepřehledně a zdvojnásobení počtu svazků by komplikovalo práci obsluze při zasunutí či vysunutí vozíku.

8.5 Umístění do najížděcí polohy za vozík

Toto provedení představuje nejvýznamnější změnu. Pevný konektor by byl pevně umístěn na dně rozváděčové skříně bezprostředně za vozík zasunutý v koncové poloze. Volný konektor, umístěný na zadní straně vozíku ve stejné úrovni jako pevný kus, by při zajetí vozíku do koncové polohy provedl elektrické spojení. Nevýhodou tohoto řešení je, že by se jednalo o velké zásahy do provedení jak rozvodné skříně, tak i výsuvného vozíku.

Přesto má toto řešení spoustu výhod. Tou největší je úplné odstranění konektoru z prostoru před výsuvným vozíkem, kde tedy nebude obsluze nic překážet při obsluhování vozíku. Další výhodou je také, že konektor bude spojen pouhým zasunutím vozíku a obsluze tak odpadá nutnost tento spoj provádět ručně. V neposlední řadě je výhodou, že samotné zapojení konektoru indikuje pozici výsuvného vozíku v koncové poloze. Není tedy třeba řešit další ochranné prvky a postací pouze aretace vozíku proti pohybu.

9 NÁVRH ŘEŠENÍ

Jako nejvhodnější kompromis splňující požadavky i nároky na úpravu umístění, se jeví konektor RockStar ModuPlug od firmy Weidmüller v uložení, kdy pevný konektor je umístěn na měřicím výsuvném vozíku. Tato volba představuje nejvhodnější alternativu ke stávajícímu řešení. Výhodou je, že přes významnou změnu v řešení umístění není třeba příliš zasahovat do modelu rozváděče.

9.1 Zvolený konektor

Jako náhrada stávajícího konektoru, plnícího funkci zásuvky výsuvného měření, byl vybrán HDC konektor z řady RockStar ModuPlug od firmy Weidmüller. Jde o těžký konektor osazený modulárními vložkami poskytujícími variabilní konfiguraci konektoru podle přání zákazníka. Zvolená konfigurace, zmíněná v kapitole 7.3.3, je složena z konektorového pouzdra řady RockStar, modulového rámu a dvou modulárních vložek s vhodnými piny.

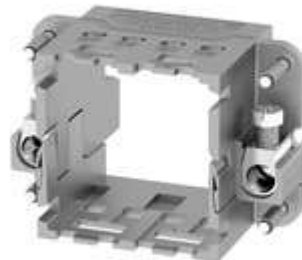
Modulární vložka byla zvolena typu HDC MHD 12. Je to jednoduchý 12ti pólový modul o rozměrech 34 x 14.5 mm s hloubkou 38.9 mm, vyrobený z polykarbonátu zesíleného skelným vláknem. Jmenovité hodnoty proudu a napětí jsou 10 A a 250 V s izolačním odporem 10^{12} Ohm. Díky tomu, že je modul 12ti pólový a bude osazen dvakrát protichůdně vedle sebe, bude konektor splňovat požadavek na počet pólů s přesahem. Konektor bude možno připojit až 24 vodiči a tím je zajištěna možnost dalšího rozšiřování počtu vodičů. Použití modulární technologie navíc nabízí možnost případné výměny za 17ti pólový modul, pokud by bylo třeba dále rozšířit počet vodičů, nebo 8mi pólový modul v případě potřeby zvýšit jmenovitý proud či napětí při nižším počtu vodičů. Díky tomu bude konektor vyhovovat i pokud se požadavky na něj v průběhu dalších let budou měnit. [19][22]



Obr. 9-1 Modulární vložka HDC MHD 12 [22]

Modulární vložku je třeba také vybavit kontakty. Nabídka kontaktů je typově přiřazená jednotlivým vložkám, proto je dimenzování kontaktů zadáno dimenzováním samotného modulu. Pro zvolený modul se jedná o krimpovací kontakty s aretačními pružinami zajišťujícími pevné zasunutí. Vyrobeny jsou ze slitiny mědi s povrchovou úpravou. Tato povrchová úprava lze volit buď pozlacená, vhodnější spíše k malosignálovým aplikacím nebo postříbřená, která je pro malý přechodový odpor vhodná pro výkonové aplikace. Do použitého konektoru tedy budou zvoleny krimpovací kontakty s postříbřenou povrchovou úpravou a průřezem vstupního vodiče až 2.5 mm². [19]

Modulární vložky budou umístěny v rámu HDC MF 6B. Tento rám o rozměrech 51 x 34.4 mm a hloubkou 36.4 mm (interně značeno jako velikost 3) poskytuje místo pro dvě jednoduché modulární vložky. Po stranách tohoto rámu jsou umístěny naváděcí kolíky, které slouží i jako zemnicí kontakty, do kterých lze připojit zemnicí vodič pomocí šroubového spojení. [19][23]



Obr. 9-2 Rám HDC MF 6B AB [23]

Po usazení modulárních vložek v rámu, je třeba pro kompletaci konektoru zvolit správné pouzdro. Vhodnou volbou bude konektorové pouzdro HDC 06B TOLU 1M25G. Je to pouzdro s kabelovým vývodem z hora a velikostí 3. Vnější rozměry pouzdra jsou tedy 60 x 43 mm s výškou 52 mm. K tomuto konektorovému pouzdru je třeba přiřadit odpovídající základnu, tedy pevný kus konektoru. Jelikož pro řešené zapojení je vhodná základna bez bočních kabelových vývodů, protože vodiče budou přivedeny skrz plech, je vhodné zvolit základnu typu HDC 06B ALU. Tato základna typem i rozměry odpovídá zvolenému konektorovému pouzdru. Úchytné šrouby jsou rozmístěny v obdélníkovém rozložení se vzdálenostmi 32x70 mm. V modelu plechu je tedy třeba předem připravit díru o rozměrech 32 x 60 mm, kterou budou vyvedeny připojovací vodiče. [19][24]



Obr. 9-3 Konektorové pouzdro HDC 06B TOLU [24]

Posledním prvkem je kabelové šroubení. Protože je stále třeba brát ohled na celkové rozměry, je třeba vybrat šroubení nejmenších možných rozměrů. S ohledem na zvolené konektorové pouzdro s kabelovým vývodem M 25, je zvoleno šroubení VG H M25 MS zobrazené na Obr. 9-4. Toto šroubení je schopné, i přes jednoduchý uzavírací mechanismus, poskytnout stupeň ochrany IP65. [19][25]

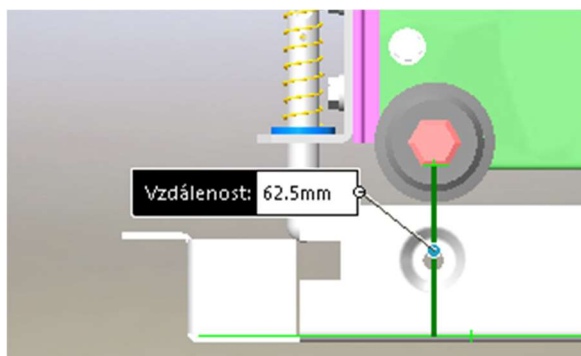


Obr. 9-4 Kabelové šroubení VG H M25 MS [25]

Hlavní nevýhodou tohoto konektoru jsou jeho větší rozměry, dané velikostí konektorového pouzdra. Proto bude třeba zvolit umístění konektoru respektující tyto rozměry. Nicméně naproti tomu konektor splňuje požadavky na počet vodičů a protichůdné vedení. V neposlední řadě je mechanicky velice odolný.

9.2 Zvolené umístění

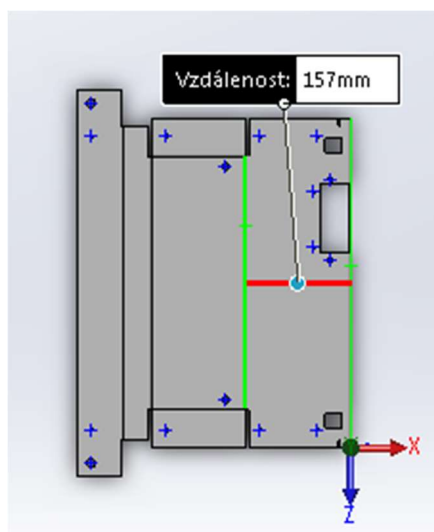
Vzhledem k zvolenému konektoru je třeba vytvořit zcela nové umístění respektující větší rozměry. Z těchto důvodů bylo zvoleno umístění popsané v kapitole 8.3. Jak je již výše zmíněno, jedná se o zapojení opačné k aktuálnímu. Je to hlavně proto, že při hledání nového umístění bylo zjištěno, že mezi výsuvným vozíkem a dnem rozváděčové skříně je mezera o velikosti 62,5 mm.



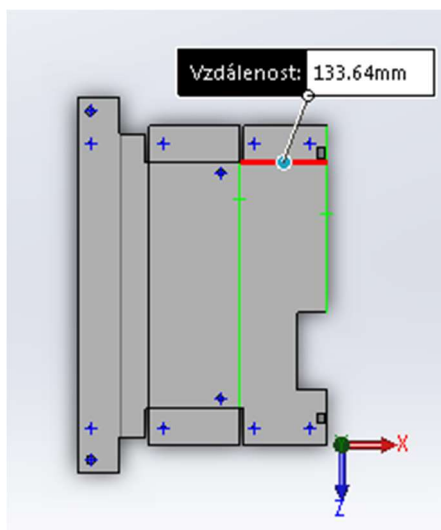
Obr. 9-5 Mezera mezi výsuvným vozíkem a dnem

Tato mezera je dělena pouze plechem, který slouží jako platforma pro koleje výsuvného vozíku. Tento plech je možné ze značné části upravit a jeho tvar tak přizpůsobit uložení konektoru. Konkrétně se jedná o následující úpravy:

- Odstranění výřezů spojených s aktuálním konektorem a jeho umístěním.
- Přidání výřezu určeného pro uložení konektoru v nezapojené poloze, kdy je potřeba aby konektor nepřekážel v dráze výsuvného vozíku. Tento výřez o rozměrech 45 x 120 mm poskytne dostatek prostoru konektoru a bude díky němu možno naplno využít mezery mezi vozíkem a dnem rozváděče.
- Zkrácení přední části plechu o 23,36 mm. Toto zkrácení je nutné z důvodu přívodu vodičů ke konektoru. V aktuálním řešení je před čelem tohoto plechu pouze 11 mm. Proto je třeba plech upravit i v tomto ohledu, aby před ním mohl být veden svazek vodičů o průměru 20 mm.

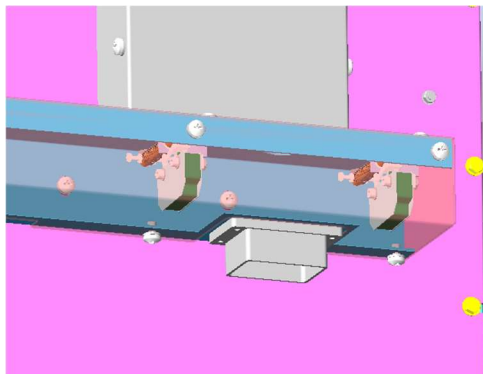


Obr. 9-6 Plech vozíkové platformy před úpravou



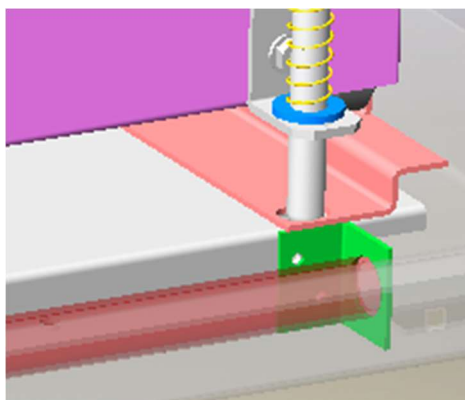
Obr. 9-7 Plech vozíkové platformy po úpravě

Společně s tímto plechem musí dojít i k úpravám v čele výsuvného vozíku. Místo kruhové průchočky, umístěné zespodu na bloku obsahující signalizaci vybavení pojistek, bude ve stejných místech umístěn pevný kus konektoru. Jeho přesné umístění je třeba vycentrovat přesně, aby nezasahoval do mechanismu signalizací. Dále je třeba z čela výsuvného vozíku odstranit prvky sloužící k zavěšení konektorového rámu.



Obr. 9-8 Pevný konektor umístěný v čele výsuvného vozíku

Jediným přidaným prvkem v tomto řešení bude úchyt vodičového svazku, který bude pevně umístěn na čele výše zmíněného plechu vozíkové platformy. Tento úchyt bude plnit jednoduchou funkci základny, do které budou přivedeny samostatné vodiče, a ze které budou tyto vodiče vystupovat svázané v chránící hadici. V plechu vozíkové platformy je tedy třeba předem vytvořit díry pro uchycení tohoto dílu.

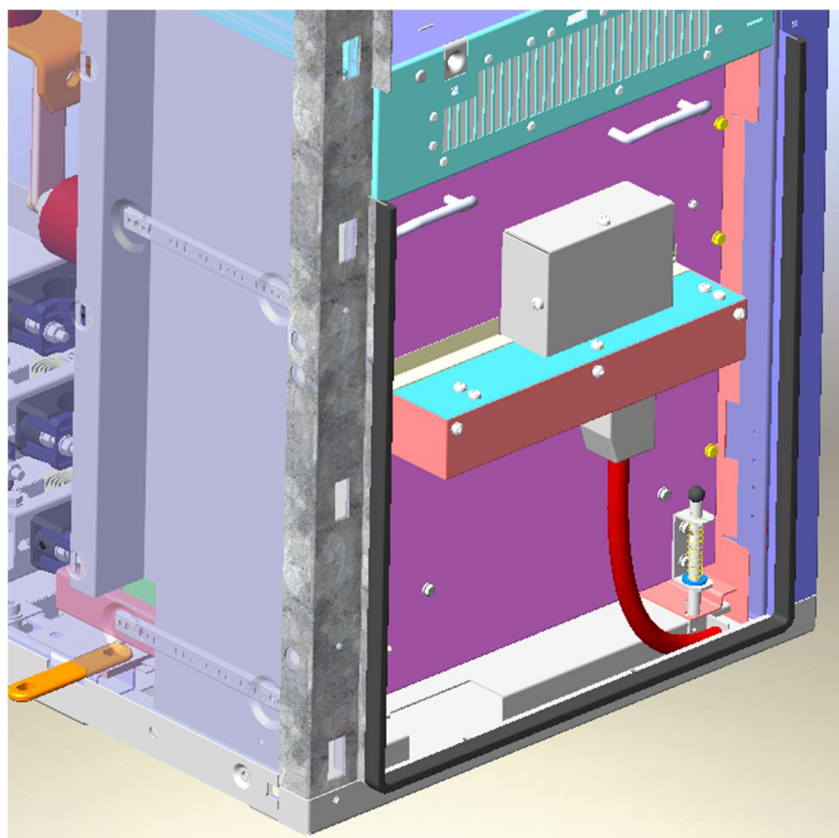


Obr. 9-9 Úchyt vodičového svazku

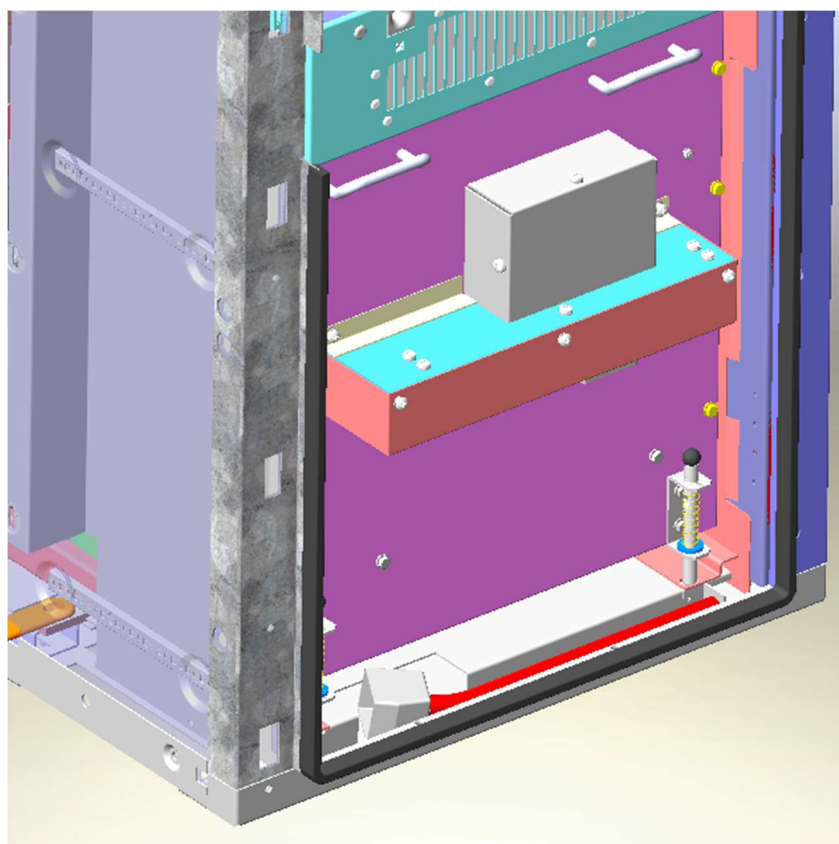
Velkou nevýhodou tohoto řešení je, že ho není možné využít k hlídání koncové polohy výsuvného vozíku. Konektor jako takový je uzpůsobený k přenášení signálu, který tuto polohu signalizuje, avšak jeho umístění není schopné koncovou polohu reálně hlídat a vymezit, jako tomu bylo u předchozího řešení. Je potom jenom na obsluze, aby konektor připojila až v momentě, kdy výsuvný vozík bude v koncové poloze zajištěn aretovacími kolíky.

Předností tohoto řešení je zejména možnost využití konektoru větších rozměrů. Díky tomu není třeba snižovat požadavky na počet vodičů, protichůdné vedení a zejména mechanickou odolnost, které zvolený konektor splňuje s velkým přesahem. Další výhodou je bezpochyby i fakt, že vozík bez nepraktického konektoru bude snadnější k transportu a následné obsluze. V neposlední řadě je řešení výhodné i z estetického hlediska, kdy konektor umístěný ve dně rozváděčové skříně nebude vnímán jako součást samotného měřicího vozíku, ale celého bloku rozváděče.

Výsledný návrh umístění je zobrazen na Obr. 9-10 a Obr. 9-11. Na těchto výřezech z prostředí programu SolidWorks je zobrazen konektor v novém umístění v obou pracovních polohách (zapojené a nezapojené).



Obr. 9-10 Konektor v novém umístění (zapojený)



Obr. 9-11 Konektor v novém umístění (nezapojený)

10 ZÁVĚR

Tato práce se v úvodu zabývá popisem typického bloku rozváděče UniGear typu ZS1. Ten, pokud se nejedná o alternativní řešení, se skládá z pěti hlavních částí. Jsou jimi oddíl přípojníc, kde se realizují odbočky připojené na systém podélných přípojníc, kabelový prostor, kde je připojené napětí rozváděno na kabely vedoucí k centru spotřeby a vypínačový prostor, obvykle osazený výkonovým vypínačem schopným vypínat i velké zkratové proudy mezi odbočkami přípojnicového a kabelového prostoru. Dále se na rozváděči nachází skříňka nízkého napětí, sloužící jako takzvaný mozek rozváděče a nad rozváděčem ležící odfukový kanál.

V dalších kapitolách jsou stručně popsány typické jednotky rozváděče jako jsou například jednotka přívod/vývod nebo jednotka odpínače. Následuje kapitola popisující výrobky z řad měřících transformátorů proudu a měřících transformátorů napětí. Ve výčtu je stručně popsána většina transformátorů nejčastěji užívaných v rozváděcích firmy ABB. Tento seznam je doplněn o proudové a napěťové senzory, které v poslední době v mnoha aplikacích nahrazují klasické měřící transformátory.

Dále je v práci uveden současný stav řešeného problému s krátkým popisem jeho vývoje. Aktuálně užívaný konektor od firmy Weidmüller typu STV 2/10 zdvojený do jednoho kompaktního celku bude v novém řešení nahrazen konektorem schopným pojmout potřebný počet jednožilových vodičů. Konektory vhodné pro tento účel jsou rozvedeny v další kapitole.

Z popisu se jako nejvhodnější volba jeví konektor Weidmüller Rockstar s modulárními vložkami. Pro tento konektor, který rozměrově přesahuje zadané požadavky, bylo třeba nalézt zcela nové řešení umístění. To je realizováno umístěním pevného kusu konektoru přímo do čela výsuvného měřícího vozíku a volného kusu do dna kabelového prostoru rozvodné skříně. Toto řešení nepředstavuje velké zásahy do výkresové dokumentace a s provedením pouze několika změn, bude možné toto řešení přivést do výroby. Tvorba výrobní dokumentace a následné zavedení do výroby bude dalším krokem, navazujícím na výsledky této bakalářské práce.

POUŽITÁ LITERATURA

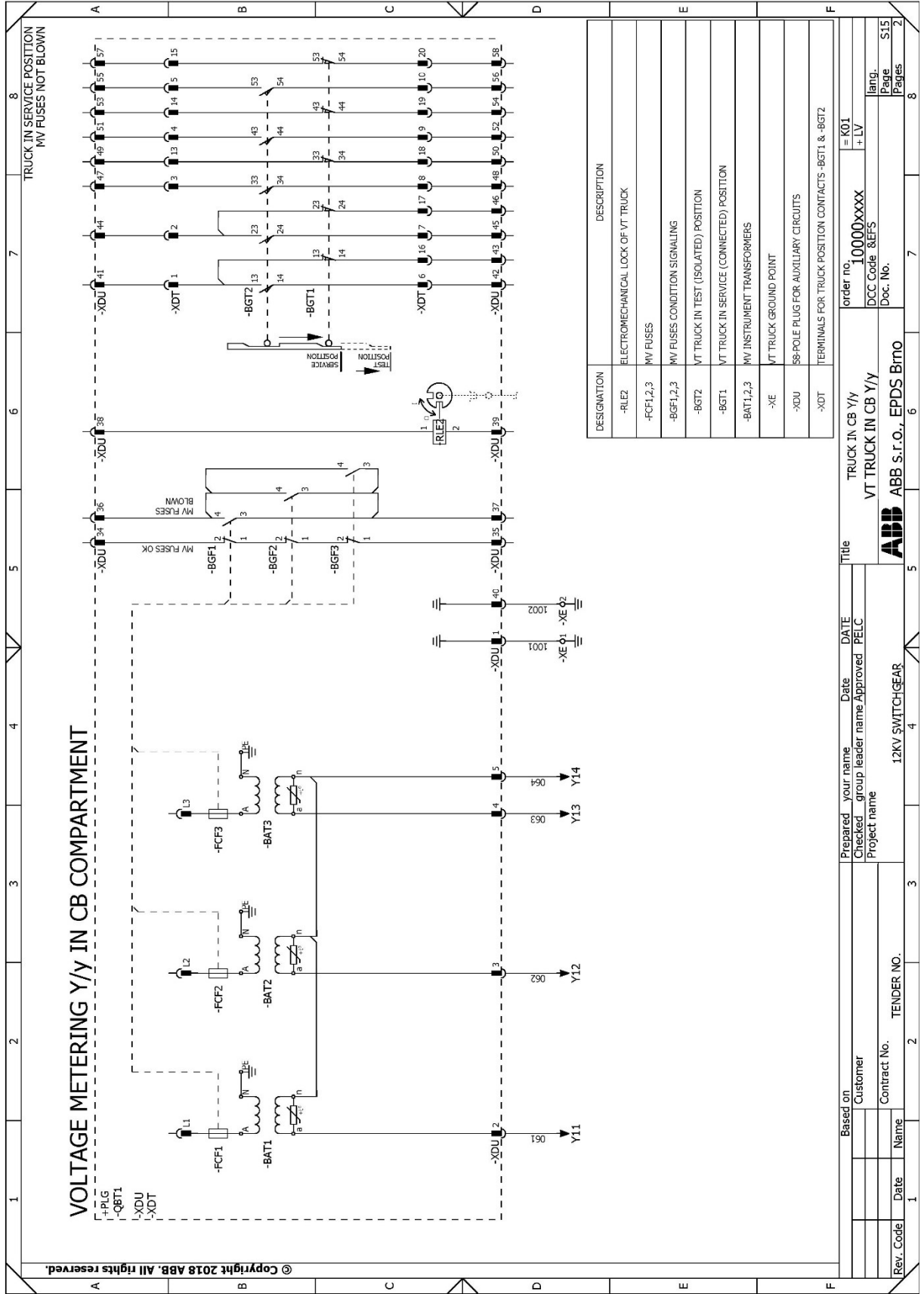
- [1] *Catalogue UG ZS1_en.pdf*. J. ABB, 2018. 1VCP000138. Dostupné také z: <https://search-ext.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=1VCP000138&Language-Code=en&DocumentPartId=&Action=Launch>. 12,21 MB.
- [2] PPMV Brno Factory: Production and services overview. ABB, 2010, 40 s. VLG000003. En.
- [3] *IEC 62271-200:2003*. INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION, 2003. ISBN 2-8318-7240-5.
- [4] UniGear typ ZS1: Kovově krytý, vzduchem izolovaný rozváděč vysokého napětí, odolný proti vnitřním obloukovým zkratům. ABB, 2004, 56 s. 1VLC000010. En.
- [5] JOHNSON, Bryan, ABB. *Standards and the development of MV switchgear rated for arc flash protection*[online]. 2016 [cit. 2019-01-09]. Dostupné z: <http://www.ee.co.za/article/standards-and-the-development-of-mv-switchgear-rated-for-arc-flash-protection.html>
- [6] *UniGear: Technical Guide*. Rev.5. ABB, 2005, 145 s. 1VLM000005. En.
- [7] UniGear ZS1: Installation, operation and maintenance instruction manual. C. ABB, 2017, 114 s. 1VLM000363. En.
- [8] Instrument transformers for indoor applications: Product overview. Rev. 3. ABB, 2018, 14 s. En.
- [9] Přístrojové transformátory a senzory pro vnitřní užití: Přehled výrobků. Rev. -. ABB, 2018, 25 s. 1VLC000574. En.
- [10] Sensors for indoor applications: Product overview. Rev.5. ABB, 2018, 12 s. 1VLC000578. En.
- [11] Proudové a Napěťové Přístrojové Transformátory: Instrukce pro instalaci, použití a údržbu. Rev. 3. ABB, 2009. 1VLM000611. Cs.
- [12] In: *Konektor WEIDMULLER STV 2/10 samec* [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: <https://www.tautec-electronics.de/catalog/images/064516.jpg>
- [13] In: *Konektor WEIDMULLER STV 2/10 samice* [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: <https://www.tautec-electronics.de/catalog/images/130586.jpg>
- [14] Pouzdro. *Phoenix Contact* [online]. [cit. 2018-12-04]. Dostupné z: https://www.phoenixcontact.com/online/portal/cz?1dmy&urilc=wcm%3apath%3a/czcs/web/main/products/subcategory_pages/Housings_P-20-08-02/18e58e3a-dd9c-4b5b-b3c0-87664eed3d0f
- [15] *Kabeláž senzorů/aktorů a konektory: 2017-2018*. Phoenix Contact, 810 s. Katalog produktů. cs.
- [16] *Modular rectangular connectors: Product overview 2018/2019*. Phoenix Contact, 2017, 23 s. DC 10_17.001.L3. Katalog produktů. en.
- [17] In: *Konektor HEAVYCON EVO* [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: https://www.phoenixcontact.com/assets/images_ed/global/web_content/pic_con_a_0062818_int.jpg
- [18] In: *Modulární obdélníkový konektor* [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: https://www.phoenixcontact.com/assets/images_ed/global/web_content_mobile/pic_con_a_0061720_int.jpg
- [19] *Heavy-duty connectors Catalogue 2017/2018*. Germany: Weidmüller Interface GmbH & Co., 2017, 386 s. 2028800000/09/2016/SMKD.

-
- [20] *PCB terminals, PCB Connectors, Through-Panel Terminals: Product Overview*. Germany: Weidmüller Interface GmbH & Co., 42 s. 1366090000/05/2012/SMDM.
- [21] *HARTING Industrial Connectors Han*. Version 02 11.1. HARTING Technology Group, 2019, 1138 s. 98 41 002 0201.
- [22] *ModuPlug HDC MHD 12 FC: Datový list*. Weidmüller Interface GmbH & Co., 2019.
- [23] *ModuPlug HDC MF 6B AB: Datový list*. Weidmüller Interface GmbH & Co., 2019.
- [24] *HDC 06B TOLU 1M25G: Datový list*. Weidmüller Interface GmbH & Co., 2019.
- [25] *VG H (HDC spojovací kabelová průchodka) VG H M25 MS: Datový list*. Weidmüller Interface GmbH & Co., 2019.
- [26] Han-Modular® Docking Frame Metal. In: *Www.harting.com* [online]. [cit. 2019-05-20]. Dostupné z: <https://www.harting.com/DE/en-gb/news/product/robust-metal-docking-frame-easy-connections>

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

A. Schémata zapojení měřícího vozíku



Obr. A-2 Schéma zapojení měřícího vozíku s transformátory Y/y

Rev. Code	Date	Name	TENDER NO.	1
Based on			Customer	2
Checked			group leader name	3
Project name			12KV SWITCHGEAR	4
Prepared			your name	5
Checked			group leader name	6
Approved			PELC	7
Title			TRUCK IN CB Y/y	8
Order no.			1000xxxx	9
DCC Code			&EFS	10
Doc. No.				11
lang.				12
Page			S15	13
Pages			2	14

ABB ABB S.r.o., EPDS Brno