



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ
ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

PŘÍPRAVA ŠKOLICÍCH MATERIÁLŮ PRO ROZVÁDĚČE VYSOKÉHO NAPĚTÍ

PREPARATION OF TRAINING MATERIALS FOR HIGH VOLTAGE SWITCHGEARS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

JAN NOSEK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. ILONA LÁZNIČKOVÁ, Ph.D.



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Jan Nosek

ID: 115245

Ročník: 3

Akademický rok: 2010/2011

NÁZEV TÉMATU:

Příprava školicích materiálů pro rozváděče vysokého napětí

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Produktová řada vzduchem izolovaných rozváděčů vysokého napětí ABB.
2. Podrobné seznámení s rozvaděčem UNIGEAR ZS1.
3. Školení a jejich úrovně.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 7.2.2011

Termín odevzdání: 26.5.2011

Vedoucí práce: doc. Ing. Ilona Lázníčková, Ph.D.

doc. Ing. Petr Toman, Ph.D.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

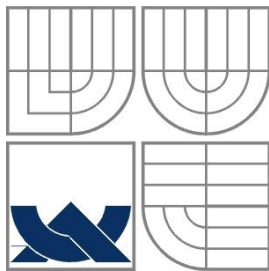
Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných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

Bibliografická citace práce:

NOSEK, J. *Příprava školicích materiálů pro rozváděče vysokého napětí*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2011. 45 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Ilona Lázníčková, Ph.D.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci vypracoval samostatně a použil jsem pouze podklady (literaturu, projekty, SW atd.) uvedené v přiloženém seznamu.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

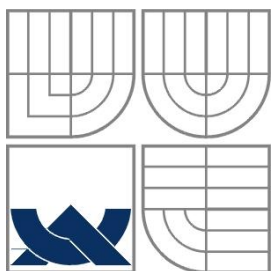
Příprava školicích materiálů pro rozváděče vysokého napětí

Jan Nosek

vedoucí: doc. Ing. Ilona Lázníčková, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2011

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Faculty of Electrical Engineering and Communication

Department of Electrical Power Engineering

Bachelor's Thesis

Preparation of training materials for high voltage switchgears

by

Jan Nosek

Supervisor: doc. Ing. Ilona Lázníčková, Ph.D.

Brno University of Technology, 2011

Brno

ABSTRAKT

Bakalářská práce dokumentuje tvorbu školicích materiálů pro rozváděče vysokého napětí. Převážná část práce je věnována seznámení s produkty firmy ABB, ke kterým jsou školicí materiály vypracovány. Hlavní důraz byl kladen na seznámení s rozváděčem UniGear ZS1, který je hlavním produktem firmy ABB v oblasti rozváděčů vysokého napětí. Poslední kapitola je věnována rozboru jednotlivých úrovní školicích materiálů.

KLÍČOVÁ SLOVA: rozváděč; přípojnice; školení; servis; údržba; konstrukce; blokování; vypínač; instalace.

ABSTRACT

This Bachelor thesis documents the creation of training materials for high voltage switchgear. Most of the work is devoted to introduction of products of ABB company, which the training materials are developed for. The main emphasis was on introduction of the UniGear ZS1 switchgear, which the main product of ABB's high voltage switchgear domain is. The last chapter is devoted to the analysis of the different levels of training materials.

KEY WORDS: switchgear; basbar; training; service; maintenance; structure; interlocks; circuit-breaker; installation.

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ.....	9
SEZNAM TABULEK	10
1 ÚVOD	11
1.1 ABB BRNO	11
1.2 VZDUCHEM IZOLOVANÝ ROZVÁDĚČ UNIGEAR	11
1.3 ŠKOLÍCÍ MATERIÁLY PRO ROZVÁDĚČE VYSOKÉHO NAPĚTÍ	11
2 PRODUKTOVÁ ŘADA VZDUCHEM IZOLOVANÝCH ROZVÁDĚČŮ VYSOKÉHO NAPĚTÍ	
ABB	12
2.1 UNIGEAR ZS1.....	12
2.2 UNIGEAR 550.....	14
2.3 UNIGEAR DVOUÚROVŇOVÉ USPOŘÁDÁNÍ	16
2.4 UNIGEAR DVA SYSTÉMY PŘÍPOJNIC	18
2.5 UNIGEAR ZVC	20
3 PODROBNÉ SEZNÁMENÍ S ROZVÁDĚČEM UNIGEAR ZS1	22
3.1 KONSTRUKCE	22
3.2 BLOKOVÁNÍ	24
3.3 TYPOVÉ ZKOUŠKY	26
3.4 ODOLNOST PROTI VNITŘNÍM OBLOUKOVÝM ZKRATŮM	29
4 ŠKOLENÍ A JEJICH ÚROVNĚ	31
4.1 UNIGEAR – VZDUCHEM IZOLOVANÉ ROZVÁDĚČE PRO APLIKACE 12 kV – 17,5 kV A 24 kV	31
4.2 OBSLUHA ROZVÁDĚČE UNIGEAR ZS1	33
4.3 INSTALACE A ÚDRŽBA ROZVÁDĚČE UNIGEAR ZS1	35
4.4 DOPORUČENÍ VÝROBCE PRO ZKOUŠKY ROZVÁDĚČE UNIGEAR ZS1 PO INSTALACI	37
4.5 NORMY ZAMĚŘENÉ NA OBSLUHU A ÚDRŽBU ROZVÁDĚČE	39
5 ZÁVĚR.....	40
POUŽITÁ LITERATURA	41
PŘÍLOHY	42

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obrázek 2-1 Rozváděč UniGear ZS1</i>	<i>12</i>
<i>Obrázek 2-2 UniGear 550.....</i>	<i>14</i>
<i>Obrázek 2-3 Kompletní dvouúrovňové uspořádání.....</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 2-4 Kombinovaná instalace</i>	<i>17</i>
<i>Obrázek 2-5 Oddíly přípojnic.....</i>	<i>18</i>
<i>Obrázek 2-6 Jednoduchá přípojnicová sekce.....</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 2-7 Zdvojená přípojnicová sekce</i>	<i>19</i>
<i>Obrázek 2-8 Jednotka ZVC se stykačem na servisním vozíku.....</i>	<i>21</i>
<i>Obrázek 3-1 Jednotlivé oddíly rozváděče</i>	<i>22</i>
<i>Obrázek 3-2 Vypínač VD4.....</i>	<i>23</i>
<i>Obrázek 3-3 Zkouška elektrickým obloukem.....</i>	<i>26</i>
<i>Obrázek 3-4 Působení elektrického oblouku.....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázek 4-1 Klasifikace IAC AFLR</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 4-2 Přehled vyráběných rozváděčů.....</i>	<i>32</i>
<i>Obrázek 4-3 Příklad vysvětlení správné manipulace</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 4-4 Příklad vysvětlení blokování zástrčky</i>	<i>34</i>
<i>Obrázek 4-5 Manipulace s jednotkami.....</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 4-6 Údržba rozváděče UniGear ZS1</i>	<i>36</i>
<i>Obrázek 4-7 Zapojení při měření úbytků napětí</i>	<i>38</i>
<i>Obrázek 4-8 Zapojení při vysokonapěťové zkoušce</i>	<i>38</i>

SEZNAM TABULEK

<i>Tabulka 2-1 Elektrické parametry rozváděče UniGear ZS1</i>	<i>13</i>
<i>Tabulka 2-2 Elektrické parametry rozváděče UniGear 550</i>	<i>15</i>
<i>Tabulka 2-3 Elektrické parametry rozváděče UniGear v dvouúrovňovém uspořádání.....</i>	<i>16</i>
<i>Tabulka 2-4 Elektrické parametry rozváděče UniGear se dvěma systémy přípojníc</i>	<i>19</i>
<i>Tabulka 2-5 Elektrické parametry rozváděče UniGear ZVC</i>	<i>20</i>
<i>Tabulka 2-6 Maximální výkon spínaný stykačem s pojistkami.....</i>	<i>21</i>
<i>Tabulka 3-1 Bezpečnostní blokování vyžádané normou</i>	<i>25</i>
<i>Tabulka 3-2 Bezpečnostní blokování na požadavek.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabulka 3-3 Použití klíčů</i>	<i>25</i>
<i>Tabulka 3-4 Použití zámků.....</i>	<i>26</i>

1 ÚVOD

ABB patří mezi přední světové výrobce poskytující technologie pro energetiku a automatizaci. Nové technologie umožňují podnikům zvyšovat svojí výkonnost při snížení dopadu vlastní činnosti na životní prostředí.

1.1 ABB Brno

V České republice působí skupina ABB již od roku 1970 a v současné době má okolo 2 650 zaměstnanců. Společnost může využívat bohaté zkušenosti a mezinárodní know-how. Díky široké síti vlastních inženýrských a servisních center může svým zákazníkům po celém světě nabídnout zázemí silné mezinárodní firmy.

V brněnské pobočce ABB jsou zastoupeny tyto divize: Power Systems (Systémy pro energetiku), Power Products (Výrobky pro energetiku).

Power Systems – Systémy pro energetiku je divize, jejíž hlavní náplní je projektování a výstavba rozveden a transformoven "na klíč", speciální výstavba, systémy automatizace rozveden vvn/vn (ochrany, řídicí systémy), systémy měření a regulace v energetice a dodávka kabelů a kabelových systémů vvn. V oblasti služeb poskytuje modernizaci, opravy, konzultace, poradenství, diagnostiku, servisní aktivity a hot line.

Power Products – Výrobky pro energetiku je divize, zabývající se výrobou a dodávkami produktů pro rozvodny, přístrojů vvn/vn, přístrojů a rozváděčů vn, ochran pro energetiku a průmysl, přístrojových transformátorů a senzorů, výkonových a distribučních transformátorů [1]. V oblasti služeb poskytuje divize modernizaci, opravy, konzultace, školení, poradenství, diagnostiku, servisní aktivity a hot line.

1.2 Vzduchem izolovaný rozváděč UniGear

Rozváděč vysokého napětí patří k nejdůležitějším článkům v distribuci elektrické energie. Pro zajištění této funkce vyvinula firma ABB rozváděč UniGear. Cílem toho rozváděče je uspokojit všechny požadavky zákazníků. UniGear je modulární kovově krytý rozváděč vysokého napětí, který je vhodný pro vnitřní montáž. Je sestaven ze standardizovaných jednotek umístěných vedle sebe. Konstrukční řešení umožňuje snadnou konfiguraci pro různé aplikace.

1.3 Školící materiály pro rozváděče vysokého napětí

Pro zefektivnění přípravy vlastních zaměstnanců a školení zákazníků bylo rozhodnuto o vytvoření sady školících materiálů, které obsáhnou celé portfolio vzduchem izolovaných rozváděčů vysokého napětí řady UniGear. První sada školení bude zaměřena na rozváděč typu UniGear ZS1. V jednotlivých úrovních budou vysvětleny operace obsluhy, instalace, údržby a zkoušky na místě instalace.

Tato práce si klade za cíl v druhé kapitole seznámit čtenáře s jednotlivými typy rozváděčů vysokého napětí. Třetí kapitola se zabývá podrobným popisem rozváděče UniGear ZS1.

2 PRODUKTOVÁ ŘADA VZDUCHEM IZOLOVANÝCH ROZVÁDĚČŮ VYSOKÉHO NAPĚTÍ ABB

V jednotlivých bodech této kapitoly budete seznámeni s produktovou řadou vzduchem izolovaných rozváděčů vysokého napětí firmy ABB. Tyto kapitoly si nekladou za cíl vyčerpávající technický popis, ale pouze seznámení. Důkladný popis jednotky UniGear ZS1 obsahuje kapitola číslo 3 s názvem: PODROBNÉ SEZNÁMENÍ S ROZVÁDĚČEM UNIGEAR ZS1.

2.1 UniGear ZS1

UniGear ZS1 (Obrázek 2-1 [2]) je kovově krytý vzduchem izolovaný rozváděč, který je vhodný pro distribuční síť vysokého napětí. Provedení jednotky zaručuje odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům. Pro UniGear ZS1 byly vyvinuty různé typy spínacích a měřících přístrojů (např. vypínače, transformátory proudů a napětí), které pomáhají v řešení různých instalací. V Tabulce 2-1 [2] jsou vypsány hlavní elektrické parametry pro rozváděč UniGear ZS1.

Při instalaci může být jednotka umístěna ke zdi. Operace uvedení do provozu a údržby mohou být realizovány z přední strany. Ze stejné strany jsou prováděny jednotlivé kroky ovládání. Samozřejmostí je vybavení kompletním blokováním, které zvyšuje bezpečnost provozu. Kromě toho je vybaven uzemňovačem s plnou zapínací schopností.



Obrázek 2-1 Rozváděč UniGear ZS1

Tabulka 2-1 Elektrické parametry rozváděče UniGear ZS1

Jmenovité izolační napětí	kV	7,2	12	17,5	24
Jmenovité krátkodobé výdržné st. napětí (1min)	kV	20	28	38	50
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	kV	60	75	95	125
Jmenovitý kmitočet	Hz	50-60	50-60	50-60	50-60
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud (3 s)	kA	50	50	40	25
Jmenovitý dynamický proud	kA	125	125	100	63
Výdržný proud při vnitřním obloukovém zkratu	(1 s) kA	40	40	40	25
	(0,5 s) kA	50	50		
Jmenovitý proud hlavních přípojníc	A	4000	4000	4000	2500
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	630	630	630	630
		1250	1250	1250	1250
		1600	1600	1600	1600
		2000	2000	2000	2000
		2500	2500	2500	2300
		3150	3150	3150	
Jmenovitý proud připojení odbočky s nuceným chlazením	A	3600	3600	3600	2500
		4000	4000	4000	

Vybavení jednotky UniGear ZS1 a dalších:

- vypínače s plynem SF₆,
- vakuové vypínače,
- stykače a odpínače,
- konvenční nebo integrované řídicí a ochranné jednotky,
- konvenční přístrojové transformátory,
- senzory nové generace.

Takto vybavené jednotky nacházejí uplatnění v širokém spektru oblastí, např.: transformovny, spínací stanice, různé oblasti průmyslu, námořní aplikace, doprava a služby.

Konstrukční řešení rozváděče umožňuje snadnou konfiguraci pro různé aplikace. Přístroje navržené pro rozváděč UniGear ZS1 jsou záměnné uvnitř téže rozváděčové jednotky.

2.2 UniGear 550

Jedna z posledních novinek ve výrobní řadě UniGear nese všechny znaky standardní skříně. Jednotka se vyrábí pro maximální jmenovitý proud 1250 A. Šířka skříně je pouhých 550 mm. Po konstrukční stránce byla skříň vyvinuta tak, že může být přímo spojena s běžnou jednotkou (do maximální hodnoty proudu 4000 A na společné přípojnici).

UniGear 550 (Obrázek 2-2 [2]) je možné postavit ke stěně a všechny činnosti spojené s provozem a údržbou provádět z přední strany. V Tabulce 2-2 [2] jsou vypsány hlavní elektrické parametry pro rozváděč UniGear 550.



Obrázek 2-2 UniGear 550

Podle normy IEC 62271-200 je UniGear 550 stejně jako UniGear ZS1 definován následovně [2]:

- PM (kovové přepážky): Je vybaven kovovými zákryty a přepážkami mezi pracovními částmi a otevřeným oddílem.
- LSC2B (ztráta plynulosti provozu): Provoz hlavní přípojnice a kabelového prostoru je zaručen, když je nutno provádět normální údržbu v jednom z oddílů hlavního obvodu (např. oddílu vypínače).
- IAC AFLR (klasifikovaný pro vnitřní obloukové zkraty): UniGear 550 je klasifikovaný jako IAC AFLR, tj. přístupný z přední strany, boční a zadní strany. Při typových zkouškách byla prokázána bezpečnost při obloukových zkratech sledováním těchto pěti kritérií:
 - I. nedojde k otevření dveří a vík, nedojde k deformaci krytů,
 - II. nedojde ke vzniku úlomků,
 - III. nevzniknou díry na přístupových stranách,
 - IV. nedojde ke vznícení indikátorů,
 - V. nedojde k rozpojení, kryt zůstává spojen se svým uzemňovacím bodem.

Tabulka 2-2 Elektrické parametry rozváděče UniGear 550

Jmenovité izolační napětí	kV	12	12	17,5
Jmenovité krátkodobé výdržné střídavé napětí (1 min)	kV	28	38	38
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	kV	75	95	95
Jmenovitý kmitočet	Hz	50-60	50-60	50-60
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud (3 s)	kA	31,5	31,5	31,5
Jmenovitý dynamický proud	kA	80	80	80
Výdržný proud při vnitřním obloukovém zkratu (1 s)	kA	31,5	31,5	31,5
Jmenovitý proud hlavních přípojníc (do 4000 A při spojení s ostatními jednotkami UniGear)	A	630...4000	630...4000	630...4000
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	630...1250	630...1250	630...1250

Pro připojení jedné fáze je možné použít buď tři kabely o maximálním průřezu 185 mm², nebo dva kabely o maximálním průřezu 300 mm².

Na rozváděči UniGear 550 byly také provedeny zkoušky dle místních norem např. GB (čínská norma) a GOST (ruská norma).

2.3 UniGear dvouúrovňové uspořádání

Rozváděč UniGear s dvouúrovňovým uspořádáním s jedním systémem přípojníc obsahuje dvě zcela nezávislé jednotky. Provedení odpovídá dvěma jednotkám, které by byly postaveny vedle sebe. Toto dispoziční řešení dává uživateli k dispozici více možných kombinací různě vybavených jednotek na menší ploše (úspora až 40 % plochy). Podstatné vybavení jednotky je totožné s běžnou jednotkou (UniGear ZS1 aj.).

Dvouúrovňové uspořádání rozváděče je velkou výhodou v instalacích, kde je velký počet vývodů s vypínači nebo stykači. Jednotky v dvouúrovňovém uspořádání mají stejné elektrické parametry (Tabulka 2-3 [2]) jako jednotky v jednoúrovňovém uspořádání.

Jednoúrovňové provedení může být přímo propojeno s jednotkami v dvouúrovňovém uspořádání. Takto spojené jednotky lze dále rozšiřovat na koncích rozváděče.

Toto provedení rozváděče vyžaduje pro instalační a servisní práce přístup ze zadní strany. Ovládací manipulace jsou prováděny z přední strany.

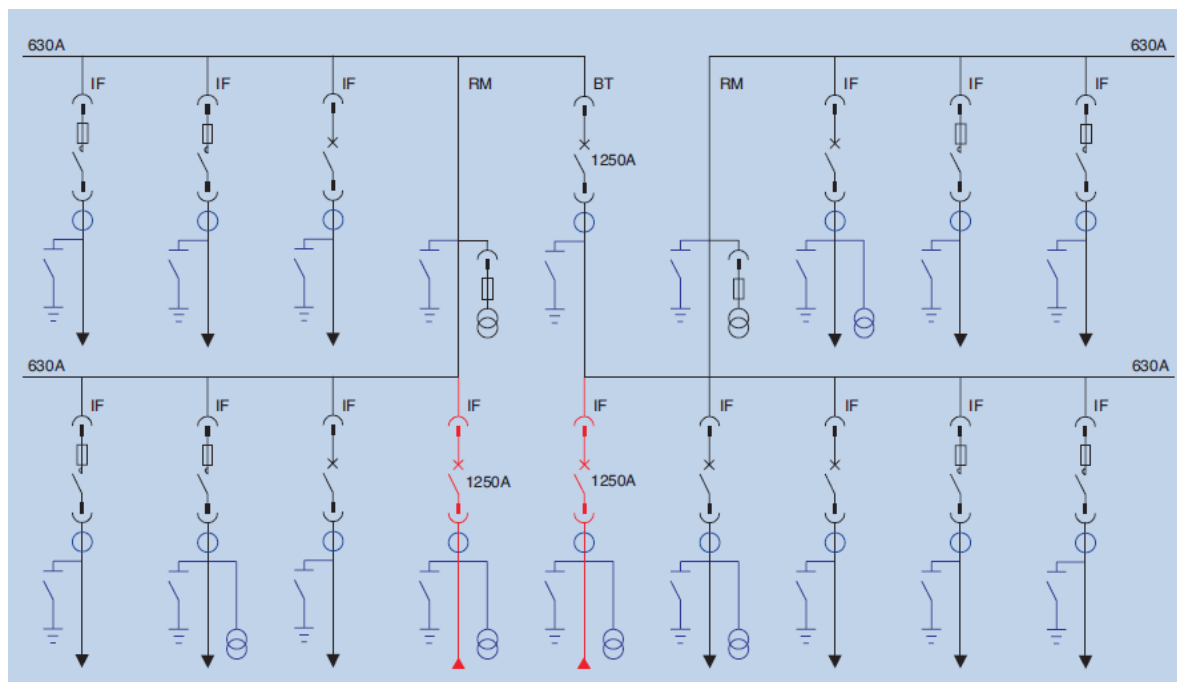
Při instalaci dvouúrovňového uspořádání rozváděče UniGear můžeme využít dvě typické konfigurace:

- kompletní instalace v dvouúrovňovém uspořádání (Obrázek 2-3 [2]),
- instalace kombinovaná z jednotek dvou a jednoúrovňových (Obrázek 2-4 [2]).

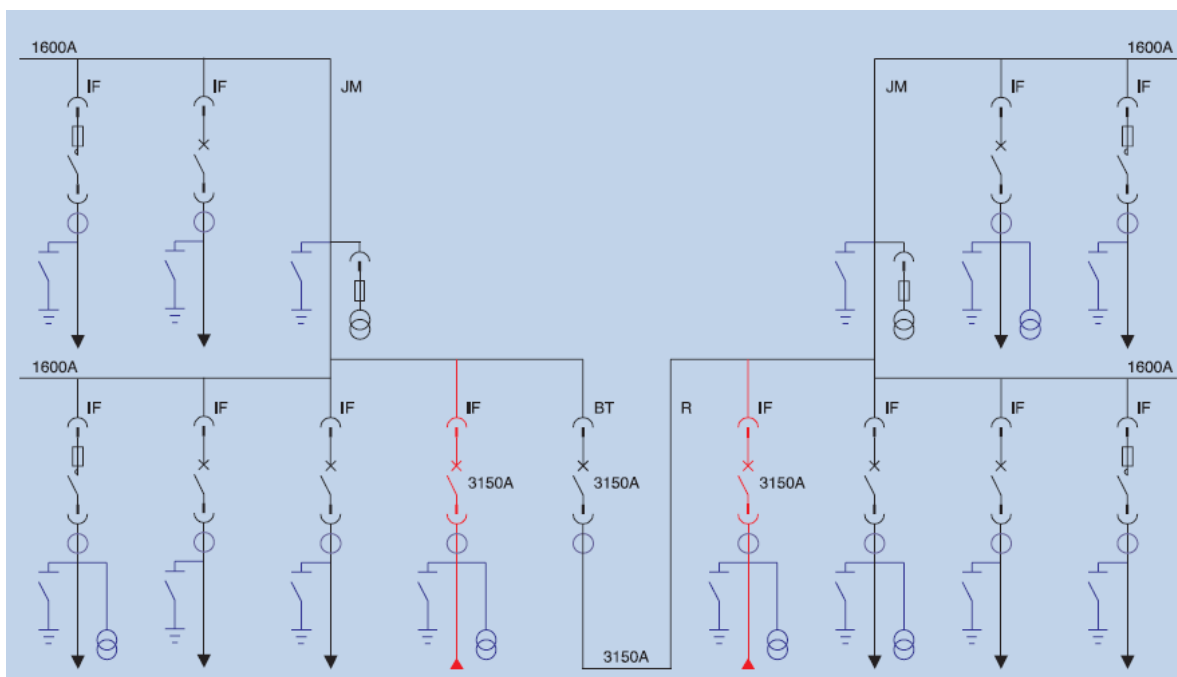
Tabulka 2-3 Elektrické parametry rozváděče UniGear v dvouúrovňovém uspořádání

Jmenovité izolační napětí	kV	7,2	12	17,5
Jmenovité krátkodobé výdržné střídavé napětí (1 min)	kV	20	28	38
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	kV	60	75	95
Jmenovitý kmitočet	Hz	50-60	50-60	50-60
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud (3 s)	kA	50	50	40
Jmenovitý dynamický proud	kA	125	125	100
Výdržný proud při vnitřním obloukovém zkratu	(1 s) kA	40	40	40
	(0,5 s) kA	50	50	
Jmenovitý proud hlavních přípojníc	A	1600	1600	1600
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	630	630	630
		1000	1000	1000
		1250	1250	1250
		1600	1600	1600

V kombinované instalaci dvou a jednoúrovňového provedení se jednoúrovňové jednotky používají pro prostory přívodů, podélné spojky přípojnice a pevné spojky. Dvouúrovňové provedení se používá pro jednotky měření na přípojnících a vývodech. Kompletní dvouúrovňové řešení dosahuje svého cíle maximálně zmenšit rozměry, ale používá se pro relativně omezené jmenovité proudy do 1600 A (proud přívodů) [2]. Kombinovaně řešená instalace se využívá pro maximální jmenovité proudy do 3150 A.



Obrázek 2-3 Kompletní dvouúrovňové uspořádání

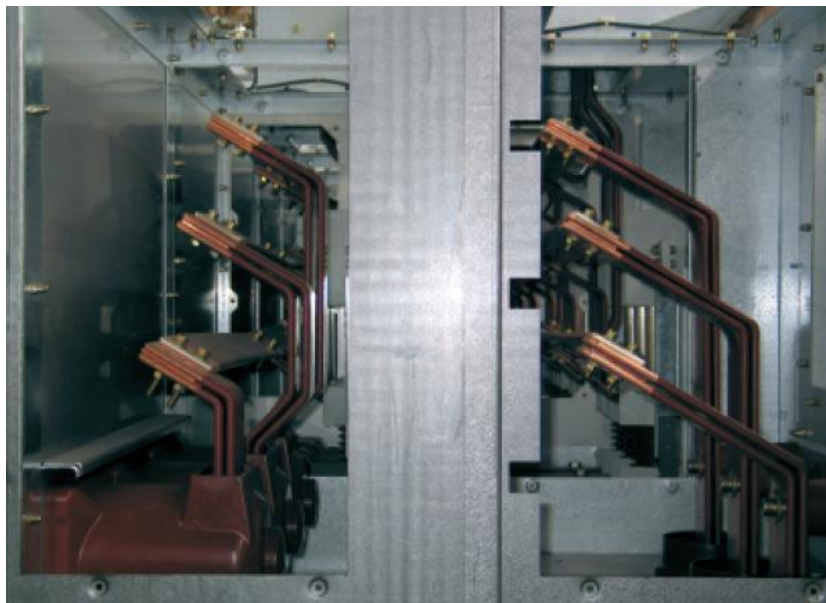


Obrázek 2-4 Kombinovaná instalace

Poznámka: IF – vývod/přívod, BT – podélná spojka přípojníc, R – pevná spojka, RM – pevná spojka s měřením, JM – spojovací jednotka s měřením [2]. Jednotlivé schematické značky jsou vysvětleny v Příloze A.

2.4 UniGear dva systémy přípojníc

UniGear se dvěma systémy přípojníc je další variantou rozváděče, ale může být vybavena stejnými přístroji jako běžná jednotka (UniGear ZS1 aj.). Oddíl přístroje je přístupný z přední strany. Vyjmutí přístroje z rozváděče (vypínače, stykače a podvozky měření) z jejich příslušných oddílů se provádí pomocí jednoho jednoúčelového podvozku. Oddíly přípojníc (Obrázek 2-5 [2]) a kabelů jsou přístupné ze zadní strany rozváděče pomocí odnímatelných panelů. Veškeré provozní manipulace se provádějí z přední strany, zatímco údržba a uvedení do provozu vyžaduje přístup ze zadní strany rozváděče. U rozváděče se dvěma systémy přípojníc není možný úplný přístup z přední strany ke všem oddílům, proto se rozváděč nesmí instalovat ke stěně.



Obrázek 2-5 Oddíly přípojníc

Zapojení se dvěma systémy přípojníc může být provedeno dvěma způsoby [2]:

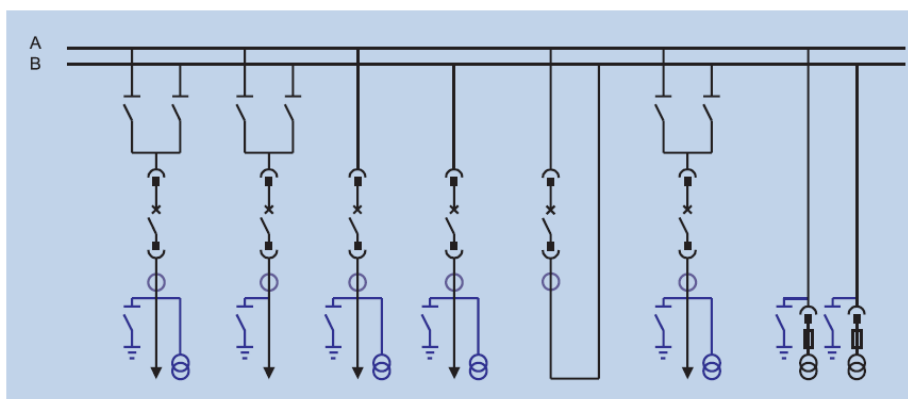
- dva systémy přípojníc, dva odpojovače přípojníc a jeden vypínač,
- dva systémy přípojníc, dva oddíly vypínače s jedním nebo dvěma vypínači.

Obě provedení zaručují úplné zálohování systému přípojníc a nepřerušované provozní podmínky. Hlavní elektrické parametry tohoto rozváděče jsou uvedeny v Tabulce 2-4 [2].

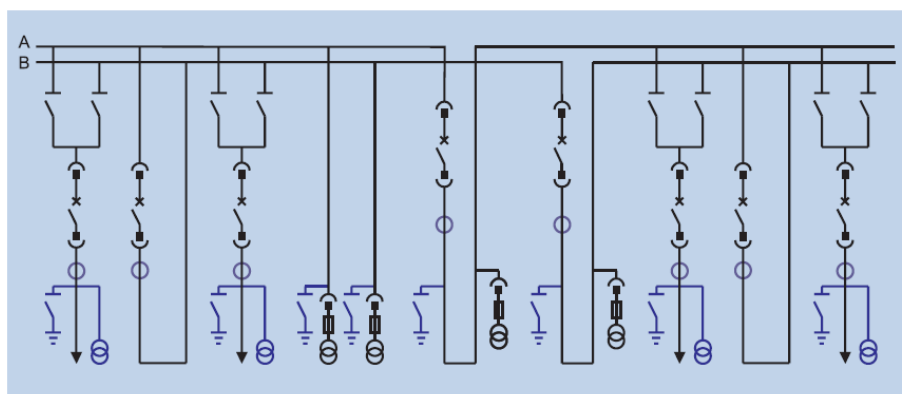
První způsob provedení má dvě výhody ve srovnání s druhým způsobem řešení. Při údržbě je volný přístup do jednoho systému přípojníc. Při výjimečných stavech je možno rychle přepnout na druhý systém přípojníc.

Druhý způsob provedení má tři výhody ve srovnání s prvním způsobem řešení. Přívody a velmi důležité vývody mohou být vybaveny dvěma vypínači tak, aby bylo možné také zálohovat přístroj. Údržba a zkoušení vypínače bez odstavení přívodu umožňuje menší počet komponentů a spínacích prvků [2].

Instalace jednotek může být provedena dle požadavků, ale rozváděč musí dle technické literatury odpovídat jednomu z následujících schémat (Obrázek 2-6 a 2-7 [2]):



Obrázek 2-6 Jednoduchá přípojnicová sekce



Obrázek 2-7 Zdvojená přípojnicová sekce

Schematické značky na obrázcích 2-6 a 2-7 jsou vysvětleny v Příloze A.

Tabulka 2-4 Elektrické parametry rozváděče UniGear se dvěma systémy přípojnic

Jmenovité izolační napětí	kV	12	12	17,5
Jmenovité krátkodobé výdržné střídavé napětí (1 min)	kV	28	38	38
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	kV	75	95	125
Jmenovitý kmitočet	Hz	50-60	50-60	50-60
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud (3 s)	kA	31,5	31,5	31,5
Jmenovitý dynamický proud	kA	80	80	63
Výdržný proud při vnitřním obloukovém zkratu (1 s)	kA	31,5	31,5	31,5
Jmenovitý proud hlavních přípojnic	A	1250...4000	1250...4000	1250...2500
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	630...3150	630...3150	630...2500
Jmenovitý proud připojení odbočky s nenucenou ventilací	A	3600...4000	3600...4000	2500

2.5 UniGear ZVC

UniGear ZVC je kompaktní jednotkou vybavenou stykačem s pojistkami. Jako hlavní akční člen je použit vakuový stykač. Jednotka je uzpůsobena pro spínání motorů, kondenzátorových baterií a transformátorů pro jmenovité napětí do 7,2 kV a jmenovitého proudu 400 A. Pojistka je zde použita jako hlavní prvek jištění a díky ní může být jednotka použita v aplikacích se zkratovými proudy do 50 kA.

UniGear ZVC (Obrázek 2-8 [2]) díky svému konstrukčnímu provedení v sobě spojuje kompaktní rozměry s výbornou přístupností všech komponent. Integrací jednotlivých komponentů bylo docíleno řešení s velmi malou hmotností a malou zastavěnou plochou. Tyto parametry umožňují s jednotkou elektivně využít prostor v elektrické instalaci. S šířkou pouhých 325 mm nachází ideální uplatnění v aplikacích, ve kterých je vyžadován vysoký počet vývodů se stykačem. V Tabulce 2-5 [2] jsou vypsány hlavní elektrické parametry pro rozváděč UniGear ZVC. Seznam možného zatížení pro napěťové hladiny 3,6 kV a 7,2 kV nalezneme v Tabulce 2-6 [2].

Pokud je vyžadován vysoký počet spínacích cyklů za den je tato jednotka vhodnější než použití vypínačů. Stykač je vybaven zhášedly zaručujícími vysoký počet spínacích cyklů (zapnutí - vypnutí), pokud jsou dodrženy optimální podmínky zatížení a maximální jmenovitý zkratový výdržný proud 6 kA. Životnost stykače je v kategorii AC3 určena na 100 000 spínacích cyklů (s vypínacím proudem 400 A). Použitá pojistka jako ochranný prvek snižuje energii zkratového proudu. Díky této vlastnosti mohou být v jednotce montovány uzemňovače pro silové kabely se sníženou zapínací schopností ve srovnání se zbytkem komponentů rozváděče.

Tabulka 2-5 Elektrické parametry rozváděče UniGear ZVC

Jmenovité izolační napětí	kV	3,6	7,2
Jmenovité krátkodobé výdržné střídavé napětí (1 min)	kV	16	20
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	kV	40	60
Jmenovitý kmitočet	Hz	50-60	50-60
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud (omezen pojistkami) (3 s)	kA	50	50
Jmenovitý dynamický proud	kA	125	125
Výdržný proud při vnitřním obloukovém zkratu ⁽¹⁾	(0,5 s) kA	50	50
	(1 s) kA	40	40
Jmenovitý proud hlavních přípojníc	A	4000	4000
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	400	400

⁽¹⁾ Hodnoty jsou zaručeny na straně napájení pojistek konstrukcí rozváděče a na straně zátěže omezujícími vlastnostmi pojistek.

Tabulka 2-6 Maximální výkon spínaný stykačem s pojistkami

Jmenovité napětí	kV	3,6	7,2
Motory	kW	2000	4000
Transformátory	kVA	2250	4500
Kondenzátory	kVAr	1000	2000

*Obrázek 2-8 Jednotka ZVC se stykačem na servisním vozíku*

3 PODROBNÉ SEZNÁMENÍ S ROZVÁDĚČEM UNIGEAR ZS1

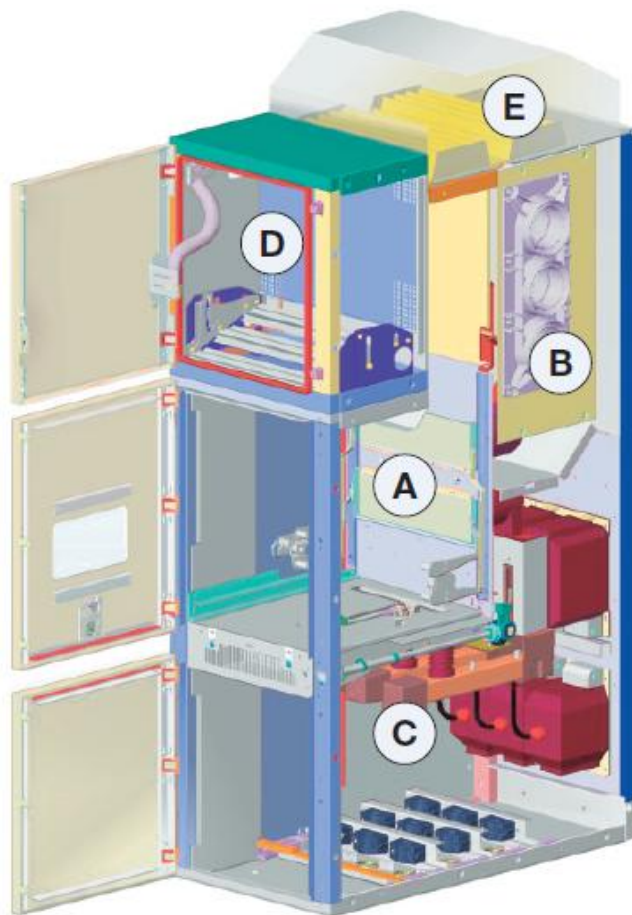
V kapitole 2.1 byl rozváděč UniGear ZS1 popsán jen velmi stručně. Nyní se budeme podrobně zabývat uspořádáním jednotlivých oddílů.

Stupeň krytí rozváděče vyhovuje normě ČSN EN 60529. Jednotky UniGear jsou standardně vyráběny s krytím IP 4X pro externí krytí a IP 2X uvnitř jednotek. Na přání zákazníka může být jednotka vybavena krytím až do hodnoty IP 53. Podle stupně krytí a pracovních podmínek se mohou lišit i elektrické parametry.

3.1 Konstrukce

Jednotka rozváděče UniGear se skládá z pěti oddílů (Obrázek 3-1 [2]):

- přístrojový oddíl (A),
- přípojnícový oddíl (B),
- kabelový oddíl (C),
- pomocný oddíl (D),
- odfukový kanál (E).



Obrázek 3-1 Jednotlivé oddíly rozváděče

Přístrojový oddíl (A) obsahuje veškeré nutné vybavení pro vzájemný provoz výsuvné části (např. vypínače) a skříně. Jsou zde instalovány clony, které se otevírají při zasouvání vypínače do pracovní polohy a zavírají se při vysouvání z pracovní do zkušební/odpojené polohy. V poloze zkušební/odpojené je stále vypínač ve skříní a dveře jsou uzavřené. Tlačítka zapnuto/vypnuto, umístěná na vypínači, a zároveň mechanický ukazatel pro nastřádáno/nenastřádáno jsou vidět průzorem. Spínání se provádí při zavřených dveřích. Výsuvná část s vypínačem se posouvá mezi pracovní a zkušební/odpojenou polohou ručně nebo motorem pomocí šroubového mechanismu. Výsuvné části, které mají stejnou konstrukci, se mohou navzájem zaměnit. V případě, že má výsuvná část stejné rozměry, ale rozdílné parametry, zabrání záměně kódovaná zástrčka ovládacích obvodů. Zástrčka ovládacích obvodů je vidět v horní části Obrázku 3-2 [2]. V prostoru přístroje jsou instalovány jednopólové průchodky z epoxidové pryskyřice, které slouží k propojení přístroje s prostorem hlavních přípojníc a kabelovým oddílem.



Obrázek 3-2 Vypínač VD4

V prostoru přípojníc (B) je spojen přístroj svými horními odpojovacími kontakty s hlavním přípojnícovým systémem pomocí připojovacích pásů. Přípojnice jsou vyrobeny z mědi. Jejich profil je volen podle jmenovitého proudu. Do proudu 2500 A jsou pro vytvoření přípojnícového systému použity ploché vodiče. Pro jmenovité proudy (3150 A, 3600 A a 4000 A) je použit speciální „D” profil. Podle jmenovitého proudu je použito jednoduché nebo dvojité uspořádání. Přípojnice a vodiče odboček pro 17,5 kV a 24 kV jsou izolovány pomocí smršťovacích hadic. Šroubové spoje systému přípojníc 17,5 kV a 24 kV jsou zakryté izolačními kryty. Přípojnice pro jednotky 12 kV do 2000 A jsou bez krytů. Ploché přípojnice 2500 A a přípojnice o průřezu tvaru „D“ 3150 A, 3600 A a 4000 A jsou izolované a spoje jsou zakryté [3].

Kabelový oddíl (C) slouží pro připojení silových kabelů vývodů na spodní odpojovací kontakty přístroje. Vodiče jsou zde pro celé proudové rozmezí vytvořeny z plochých měděných vodičů. Vodiče mohou být opět izolovány. Kabely je možné použít jednožilové nebo třížilové do dvanácti na jednu fázi. Počet kabelů se liší podle jmenovitého napětí, rozměrů jednotky a jejich průřezu. Kabelový oddíl obsahuje proudové transformátory, pevně montované nebo výsuvné napěťové transformátory a uzemňovač podle individuálních požadavků.

V pomocném oddílu (D – přístrojová skříňka) jsou umístěny ovládací, řídicí a pomocné přístroje. Z hlediska všech aspektů ovládání a jištění je tento oddíl vhodný jak pro konvenční, tak pro mikroprocesorovou techniku ovládání. Pokud nejsou řídicí a pomocné přístroje určeny pro montáž na dveře, jsou montovány na speciální kovové lišty. Tento systém montáže dovoluje

provádět dodatečné změny v zapojení. Ve spodní části pomocného oddílu jsou na výklopném držáku lišt instalovány svorkovnice.

Odfukový kanál (E) slouží pro odvod plynů vzniklých při obloukovém zkratu. Každá jednotka je ve své horní části vybavena klapkami, které zajišťují odvod plynů vzniklých při obloukovém zkratu. Pro odvedení těchto plynů mimo prostor rozváděče byl vytvořen kanál, který probíhá po celé jeho délce. Pokud není možnost odvedení plynů mimo prostor rozváděče, je kanál vybaven expanzními komorami, absorpčními filtry a podélnými odváděcími komínky [2].

Uzemňovačem mohou být vybaveny všechny kabelové oddíly. Totožné zařízení může být použito pro uzemnění přípojnicového systému (uzemňovač má zkratovou zapínací schopnost). Přístroj je ovládán z přední strany ručně nebo pomocí motorového pohonu. Na dně jednotky je instalována měděná hlavní uzemňovací přípojnice, která prochází celým rozváděčem.

Všechny vyjmenované jednotky jsou přístupné z přední strany, ze které je možné provádět také údržbu a provozní manipulace. Díky této konstrukci mohou být rozváděče umístěny ke stěně.

Jednotka může být dovybavena nastavbami [2]:

- transformátory napětí a proudu,
- uzemňovačem přípojnicového systému,
- vstupním kanálem v horní části pro propojení různých rozváděčů.

3.2 Blokování

Rozváděč UniGear ZS1 je vybaven blokováním a dalšími přístroji, které zaručují vysokou úroveň ochrany a spolehlivosti provozu. Jednotky rozváděče mohou být vybaveny dvěma úrovněmi blokování. První úroveň splňuje požadavky norem a svou funkcí zajišťuje správný sled operací při ovládání rozváděče. Druhá úroveň se dodává na požadavek a zabráňuje nesprávným postupům obsluhy a údržby. Tato ochrana zaručuje tu nejvyšší úroveň bezpečnosti a spolehlivosti.

Velmi důležitým prvkem v blokování je použití klíčů. S pomocí klíče můžeme například uzamknout vozík přístroje ve zkušební/odpojené poloze nebo polohu uzemňovače. Pomocí visacích zámků mohou být uzamknuty dveře oddílu přístroje a kabelového oddílu. Další místem použití zámků jsou kovové clony v přístrojovém oddílu. Visací zámek se zde dá použít k zamezení manipulace se clonami. Rozváděč je uzpůsoben pro visací zámky o průměru od 4 mm do 8 mm.

Další blokovací zařízení je blokovací magnet. Blokovací magnety se používají pro zajištění automatické blokovací logiky bez zásahu člověka. Tímto systémem blokování může být zamezeno:

- zajíždění a vyjíždění přístroje,
- vypínání a zapínání uzemňovače,
- dveře oddílů přístroje a kabelového oddílu mohou být uzamčeny v uzavřené poloze.

Magnetické blokování je spojeno s aktivní logikou, a proto v důsledku výpadku pomocného napětí je blokování neúčinné.

V následujících tabulkách (Tabulka 3-1 a Tabulka 3-2 [2]) je uvedeno použití blokad a jejich podmínek. V tabulkách (Tabulka 3-3 a Tabulka 3-4 [2]) jsou uvedena místa, kde je možné použít klíče nebo visací zámky pro blokování manipulace a přístupu.

Tabulka 3-1 Bezpečnostní blokování vyžádané normou

Blokováno	Podmínka
Zajíždění a vyjíždění přístroje	Zapnutý přístroj
Zapnutí přístroje	Nedefinovaná poloha podvozku
Zajíždění přístroje	Nepřipojená ovládací zástrčka přístroje
Odpojení ovládací zástrčky přístroje	Podvozek v pracovní nebo nedefinované poloze
Zapnutí uzemňovače	Podvozek v pracovní nebo nedefinované poloze
Zajíždění přístroje	Zapnutý uzemňovač

Tabulka 3-2 Bezpečnostní blokování na požadavek

Blokováno	Podmínka
Otevření dveří oddílu přístroje	Podvozek v pracovní poloze nebo v nedefinované poloze
Zajíždění přístroje	Otevřené dveře oddílu přístroje
Otevření dveří oddílu přívodu	Vypnutý uzemňovač
Vypnutí uzemňovače	Otevřené dveře oddílu přívodu

Tabulka 3-3 Použití klíčů

Místo použití	Situace
Zámek zajíždění přístroje	Klíč se může vyjmout jen při podvozku v odpojené poloze.
Zámek zapnutí uzemňovače	Klíč se může vyjmout jen při vypnutém uzemňovači.
Zámek vypnutí uzemňovače	Klíč se může vyjmout jen při zapnutém uzemňovači.
Nasunutí kliky pro zajíždění a vyjíždění přístroje	Je možno vždy vyjmout
Nasunutí ovládací páky uzemňovače	Je možno vždy vyjmout

Tabulka 3-4 Použití zámků

Zamezení operace
Otevření dveří přístrojového oddílu
Otevření dveří kabelového oddílu
Nasunutí kliky zajištění a vyjždění přístroje
Nasunutí ovládací páky uzemňovače
Otevření nebo uzavření clon

3.3 Typové zkoušky

Rozváděč UniGear prošel předepsanými zkouškami podle norem ČSN, IEC, dále dle norem GB – čínská, GOST – ruská. Obrázek 3-3 [2] znázorňuje únik plynů z prostoru rozváděče při vnitřním obloukovém zkratu. Pro použití rozváděče UniGear v námořních instalacích byl zkoušen dle nejdůležitějších lodních registrů LR, DNV, RINA, BV a GL. Tyto zkoušky byly provedeny na jednotkách považovaných za nejcitlivější. Podle nich pak byl výsledek aplikován na celou řadu jednotek.



Obrázek 3-3 Zkouška elektrickým obloukem

Rozváděč UniGear ZS1 splňuje normy [2]:

- ČSN EN 60694 – pro všeobecné použití (IEC 60694),
- IEC 62271-200 – pro rozváděč,
- ČSN EN 62271-102 – pro uzemňovač (IEC 62271-102),
- ČSN EN 60071-2 – pro koordinaci izolace (IEC 60071-2),
- ČSN EN 62271-100 – pro vypínače (IEC 62271-100),
- ČSN EN 60470 – pro stykač (IEC 60470),
- ČSN EN 60265-1 – pro odpojovač (IEC 60265-1),
- ČSN EN 60529 – pro krytí (IEC 60529).

Pracovní podmínky – normální [2]:

- minimální teplota okolního vzduchu: -5 °C,
- maximální teplota okolního vzduchu: +40 °C,
- maximální relativní vlhkost: 95 %,
- maximální nadmořská výška: 1000 m,
- normální nekorozivní atmosféra,
- neznečištěná atmosféra.

Rozváděčová jednotka se při zkouškách vystavuje i takovým stavům, které v běžné praxi nastávají jen zřídka nebo nemůžou nastat nikdy. Jako příklad může být uvedena zkouška při maximální úrovni proudu, pro který byla jednotka zkonstruována. Ve skutečnosti je rozváděčová jednotka vybavena různými komponenty, které omezují proud (např. kabely).

Kromě těchto zkoušek je každá jednotka po sestavení podrobena kusovým zkouškám, které mají za úkol prověřit funkce jednotky dle požadavků cílové instalace.

Typové zkoušky [2]:

- dynamický a krátkodobý proud,
- oteplení a měření odporu hlavního obvodu,
- vyzkoušení elektrické pevnosti izolace v hlavních a pomocných obvodech,
- zapínací a vypínací schopnost přístrojů,
- zapínací schopnost uzemňovače,
- mechanické funkce.

Dynamický a krátkodobý proud

Zkouškou dynamického a krátkodobého proudu se prokazuje schopnost silových a uzemňovacích obvodů rozváděčové jednotky odolat namáhání zkratovým proudem bez poškození. I v případě zkratu nepodléhají mechanickým ani elektrickým změnám obvodu hlavního přípojniového systému a pásy horních a spodních připojení. Této zkoušce jsou podrobeny jak uzemňovací obvody výsuvného přístroje, tak uzemňovací přípojnice rozváděče.

Oteplení

Během zkoušky oteplení je vystavena rozváděčová jednotka působení jmenovitého proudu. V tomto stavu se sleduje, zda nedojde k nadměrnému oteplení jednotky. Kontrolou během zkoušky prochází všechny přístroje, které mohou být v jednotce umístěny (např. vypínače, stykače) a taktéž i samotná konstrukce rozváděče. Proud, který dokáže rozváděč snést, zaleží také na místě instalace a systému chlazení (přirozené, nucené).

Elektrická pevnost izolace

Zkouškou elektrické pevnosti izolace se ověřuje schopnost rozváděče snést jmenovité výdržné napětí při atmosférickém jmenovitém impulsu a jmenovité střídavé napětí. Tato zkouška jmenovitým výdržným napětím se provádí taktéž jako zkouška kusová.

Zapínací a vypínací schopnost přístrojů

Všechny přístroje jsou podrobeny zkoušce zapínací a vypínací schopnosti (vypínače, stykače atd.). Touto zkouškou prochází při jmenovitém proudu a zkratovém proudu. Dále je zkoušeno vypínání a zapínání různé zátěže (kapacitní a induktivní zátěže, vedení, kondenzátorové baterie).

Zapínací schopnost uzemňovače

Ovládání uzemňovače je při běžném provozu blokováno a nemůže se zapnout, pokud je hlavní obvod pod napětím. Pokud by však přesto došlo k uzemnění obvodu pod napětím, je uzemňovač schopen vydržet zkratový proud a obsluha je plně chráněna.

Mechanické funkce

Všechny součásti rozváděčové jednotky jsou testovány na svojí mechanickou životnost. Přístroje jsou zkoušeny větším počtem operací, než je obvyklé v běžném provozu.

Kusové zkoušky:

- vizuální prohlídka a kontrola,
- mechanické funkční zkoušky,
- kontrola kabeláže,
- elektrické funkční zkoušky,
- zkoušky elektrické pevnosti izolace,
- měření odporu hlavních obvodů.

3.4 Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům

Rozváděč UniGear byl vyvinut a zkoušen za účelem vytvoření velmi bezpečného rozváděče, u kterého je bezpečnost obsluhy na prvním místě. Pro splnění této podmínky musí rozváděč vyhovět vnitřnímu obloukovému zkratu způsobenému zkratovým proudem o stejné hodnotě, jako je maximální hodnota zkratové odolnosti.

Kovově krytá jednotka rozváděče UniGear je schopná ochránit obsluhu pracující blízko rozváděče v okamžiku poruchy (včetně obloukového zkratu).

Jevy, které vyvolá obloukový zkrat v rozváděči [2]:

- zvýšení vnitřního tlaku,
- zvýšení teploty,
- zvukové a vizuální efekty,
- mechanické namáhání konstrukce,
- tavení, rozklad a odpařování materiálů.

Při průběhu zkoušek se dbá na to, aby dveře oddílů zůstaly zavřené a nedocházelo k odlétávání jakýchkoli komponent. Dále aby nedocházelo k žádným únikům plamenů nebo žhavých plynů mimo prostor rozváděče. Mimo to nesmí vznikat díry ve volně přístupných částech krytí rozváděčové jednotky, všechna připojení k uzemňovacímu obvodu musí zůstat funkční a tím zaručit bezpečnost obsluhy i po poruše.

Norma IEC 62271-200 popisuje metody, které je nutné použít pro splnění všech zkoušek, a kritéria, která musí rozváděč splňovat.

Rozváděč UniGear splňuje všechna uvedená kritéria:

- dveře rozváděče musí zůstat zavřené a nesmí dojít k otevření krycích panelů,
- žádná část, která může ohrozit obsluhu, nesmí odlétnout,
- v krytí rozváděče, které je přístupné obsluze, se nesmí objevit díry,
- indikátory z plošné textilie umístěné mimo rozváděč nesmí začít hořet,
- všechna uzemňovací připojení rozváděče musí zůstat účinná.

Pokud je jednotka rozváděče zkouškami ověřena na klasifikaci IAC, je kovově krytý rozváděč specifikován následovně [2]:

- všeobecně – IAC klasifikovaný pro vnitřní obloukové zkraty,
- přístupnost – A, B a C (A – přístupný jen pro pověřené osoby, B – všem, C – nepřístupný následkem instalace),
- zkušební hodnoty: proud v kiloampérech, doba trvání v sekundách.

Rozváděč UniGear je klasifikován jako IAC AFLR a při instalaci se musí uvažovat základní body [2]:

- zkratový proud o velikosti 16 kA až 50 kA,
- doba trvání poruchy 0,1 s až 1 s,
- únikové cesty pro horké plyny,
- rozměry prostoru.

Každé zařízení je specifické, a proto se musí provádět důkladná kontrola odvodu žhavých částic a horkých plynů. Rozváděčové jednotky UniGear disponují kompletním řešením pasivní ochrany proti účinkům poruchy následkem působení obloukového zkratu pomocí své konstrukce po dobu 1 s do proudu 40 kA a 0,5 s při proudu 50 kA.

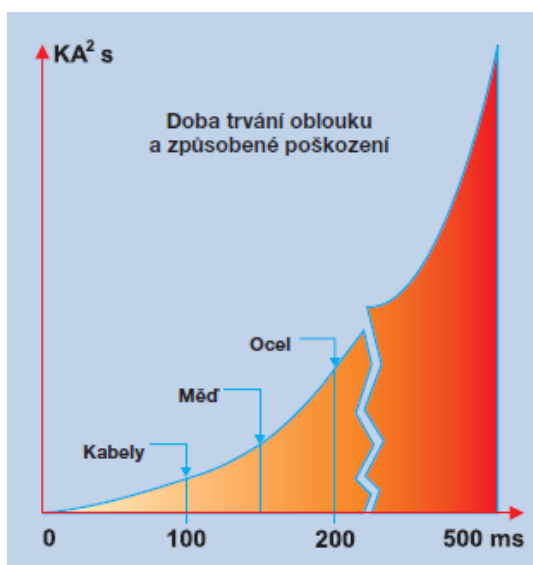
Jako aktivní ochrana rozváděče se využívají různé typy snímačů, které detekují bezprostřední záblesk poruchy a provádějí selektivní odpojení vypínačů. Jedná se například o omezující systémy Ith (doba aktivace 20 ms) a TVOC (doba aktivace 3 ms). Na Obrázku 3-4 [2] je graficky znázorněno působení elektrického oblouku na konstrukci rozváděče. Je z něho patrné, že destrukce kabelů nastává za 100 ms. Omezující systémy odpojí zařízení před dosažením tohoto času.

Systém Ith

Tento omezující systém se skládá ze sady mikrospínačů umístěných v horní části v těsné blízkosti klapky výfuku plynu tří výkonových oddílů (přípojnicového, přístrojového a kabelového). Rázová vlna způsobená obloukovým výbojem otevírá klapky a ty ovládají mikrospínače [2].

Systém TVOC

Hlavní prvkem tohoto systému jsou zábleskové snímače, které jsou rozmístěny v různých výkonových oddílech. Pomocí optických vláken jsou spojeny s řídicí jednotkou umístěnou v pomocném oddíle. Pro ochranu proti náhodnému záblesku a tím ovlivnění systému je nastavena určitá úroveň osvětlení. Řídicí modul může vyslat povel vypínači, jen když obdrží současně světelný signál a signál zkratového proudu.



Obrázek 3-4 Působení elektrického oblouku

4 ŠKOLENÍ A JEJICH ÚROVNĚ

Jako nejlepší pomůcka pro podpoření výkladu školitele byla zadána tvorba sady prezentací. V kombinaci s názornými ukázkami postupů na jednotkách rozváděčů umožní pochopit danou problematiku, se kterou mají být školené osoby seznámeny.

Jednotlivé úrovně prezentací:

1. UniGear – vzduchem izolované rozváděče pro aplikace 12 kV – 17,5 kV a 24 kV
2. Obsluha rozváděče UniGear ZS1
3. Instalace a údržba rozváděče UniGear ZS1
4. Doporučení výrobce pro zkoušky rozváděče UniGear ZS1 po instalaci

Každé prezentaci je věnována samostatná kapitola. První prezentace, která je podrobně popsána v kapitole 4.1, se zabývá vyráběnými typy rozváděčů řady UniGear a jejich základními vlastnostmi. Pro lepší orientaci při vedení školení je prezentace dělena do menších oddílů. Stejný styl je dodržen i v ostatních prezentacích. V následujících kapitolách je upřesněno určení jednotlivých školicích materiálů a vloženy ukázky způsobu vysvětlování dané problematiky. Celé prezentační materiály naleznete na přiloženém DVD nosiči.

4.1 UniGear – vzduchem izolované rozváděče pro aplikace 12 kV – 17,5 kV a 24 kV

Tato úroveň je základním prvkem pro seznámení účastníků školení s řadou rozváděčů UniGear. V úvodu je představen koncern ABB, jeho výrobní portfolium. Největší důraz je kladen na představení rozváděče UniGear ZS1 a jeho vyráběné varianty. Kromě školicích materiálů, které jsou účastníkům poskytnuty, mohou účastníci další informace čerpat z manuálu UniGear ZS1 – Kovově krytý, vzduchem izolovaný rozváděč vysokého napětí, odolný proti vnitřním obloukovým zkratům. Tento manuál je umístěn v elektronické podobě na webových stránkách ABB v české i anglické verzi. Následující obrázky 4-1 a 4-2 ilustrují seznamování s rozváděči vysokého napětí společnosti ABB.

Délka školení: cca 4 hodiny (podle počtu účastníků)

Obsah prezentace:

1. Úvod
2. UniGear ZS1 – základní popis
3. Plynulost provozu
4. Klasifikace pro vnitřní obloukové zkraty
5. Přehled výrobního portfolia – ABB PPMV Brno
 - a) UniGear ZS1 12 kV - 17,5 kV a 24 kV
 - b) UniGear 550 12 kV - 17,5 kV
 - c) UniGear 500R 12 kV
 - d) Jednotky vyráběné v jiných závodech ABB

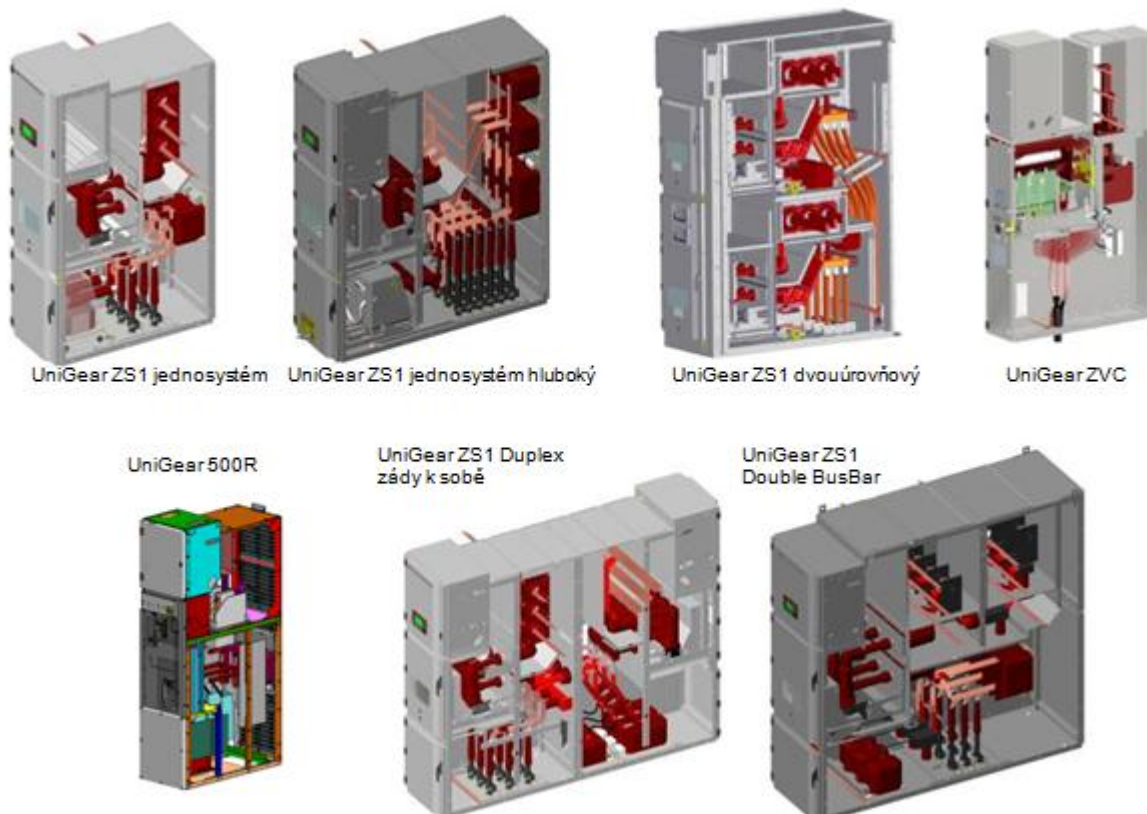
UniGear ZS1- bezpečnostní aspekty Klasifikace IAC AFLR



- UniGear ZS1 je klasifikován jako třída IAC AFLR
 - A – přístup pro autorizované osoby.
 - F, L, R – z přední (front), boční (lateral) a zadní (rear) strany.
- Odolnost proti vnitřnímu obloukovému zkratu v konkrétní aplikaci musí být zvážena v součinnosti s danou instalací (rozvodnou).

Obrázek 4-1 Klasifikace IAC AFLR

UniGear



Obrázek 4-2 Přehled vyráběných rozváděčů

4.2 Obsluha rozváděče UniGear ZS1

Druhá úroveň školení se hlouběji zabývá konstrukcí jednotek rozváděčů UniGear a jejich obsluhou. V dílčích podkapitolách jsou účastníci školení podrobně seznámeni s obsluhou a příslušenstvím rozváděčů. Na obrázcích 4-3 a 4-4 jsou ukázky příkladů obsluhy rozváděče. Po absolvování tohoto školení je účastník schopen správně manipulovat s mechanismy rozváděče.

Délka školení: cca 3 hodiny (podle počtu účastníků)

Obsah prezentace:

1. Přehled jednotek a jejich struktury

- a) Oddíly a komponenty
- b) Standardní uspořádání přívodu/vývodu
- c) Uspořádání panelu měření a pevné spojky
- d) Uspořádání spojky s vypínačem

2. Pomocný oddíl (přístrojová skříňka)

- a) Přístrojová skříňka – vnitřní a vnější vybavení
- b) Svorky v přístrojové skřínce
- c) Průběžné propoje
- d) Připojení externích kabelů NN

3. Obsluha rozváděče UniGear ZS1 s vypínačem

- a) Významový slovník
- b) Provozní příslušenství
- c) Manipulace s vypínačem
- d) Vypínač – mechanické zapnutí/vypnutí
- e) Vypínač – manuální stěhání pružiny
- f) Vysunutí na servisní vozík
- g) Ovládání uzemňovače
- h) Vysunutí napěťových transformátorů
- i) Podvozek zvedání clon

4. Blokady a zámky v rozváděči UniGear ZS1 s vypínačem

- a) Blokování vypínače, podvozku vypínače a uzemňovače
- b) Blokování dveří a clon
- c) Zámky

5. Závady a způsob jejich odstranění

h) Vysunutí napěťových transformátorů



- Podvozek napěťových transformátorů pro měření napětí na kabelech je za dveřmi kabelového oddílu:

- 1 – Odpojte zástrčku sekundárních obvodů a upevněte ji na držák.
- 2 – Uvolněte západky podvozku na obou stranách.
- 3 – Použijte rampu pro vysunutí.
- 4 – Vytáhněte podvozek ze skříně.

Obrázek 4-3 Příklad vysvětlení správné manipulace

a) Blokování vypínače, podvozku vypínače a uzemňovače

- Mechanické blokády skříně zabrání:
 - Odpojení zástrčky ovládání pokud není vypínač ve zkušební poloze.
 - Připojení zástrčky ovládání vypínače pokud má vypínač jiné parametry (kódovaná zástrčka).



Obrázek 4-4 Příklad vysvětlení blokování zástrčky

4.3 Instalace a údržba rozváděče UniGear ZS1

Třetí úroveň školení je určena pro pracovníky, kteří se zabývají montáží jednotek rozváděčů na místech jejich aplikace. Na obrázcích 4-5 a 4-6 jsou ukázky příkladů instalace a údržby rozváděče. Pro další informace je všem účastníkům dostupný též manuál UniGear ZS1 – Návod pro montáž, obsluhu a údržbu, který je umístěn na webových stránkách ABB v české i anglické verzi.

Délka školení: cca 3 hodiny (podle počtu účastníků)

Obsah prezentace:

1. Příprava před instalací

- a) Vnější rozměry a dokumentace k otvorům v podlaze pro VN a NN
- b) Připravené podlahové rámy

2. Instalace skříní

- a) Vybalení
- b) Nástroje, vybavení, počet pracovníků a potřebný čas
- c) Montáž skříní a jejich sestavení
- d) Montáž přípojníc
- e) Propojení pomocných oddílů (NN)
- f) Instalace uzemňovací přípojnice
- g) Nástavba s instalovaným uzemňovačem nebo napět'ovým transformátorem
- h) Instalace přípojnicového mostu
- i) Odfukové klapky a nastavení Ith limitorů
- j) Instalace odfukového kanálu
- k) Upevnění skříní k podlahovému rámu

3. Instalace silových a ovládacích kabelů

- a) Instalace ovládacích kabelů
- b) Příprava na protažení silových kabelů
- c) Vstup silových kabelů

4. Údržba rozváděče UniGear ZS1

- a) Doporučená údržba
- b) Činnosti a intervaly údržby
- c) Prohlídka
- d) Údržba
- e) Opravy
- f) Praktické opravy a řešení problémů

c) Montáž skříní a jejich sestavení

- Při zvedání využít všechny čtyři transportní oka.
- Podpírat obě boční stěny při posouvání.
- Boční stěny nesou celou váhu skříně a přístrojů uvnitř.

Obrázek 4-5 Manipulace s jednotkami

c) Prohlídka

- **Prohlídkou se rozumí především vizuální kontrola koroze, vlhkosti a nečistot:**
 - Účinky vysokých teplot na hlavní obvodech.
- Stopy částečných výbojů na izolačních materiálech.

Obrázek 4-6 Údržba rozváděče UniGear ZS1

4.4 Doporučení výrobce pro zkoušky rozváděče UniGear ZS1 po instalaci

Úkolem tohoto kurzu je seznámit účastníky s metodami provádění zkoušek po dokončení instalace rozváděče na jeho místě. V průběhu školení jsou vysvětleny různé typy zkoušek, které se musí na jednotce rozváděče vykonat před jeho uvedením do provozu. V případě neúspěšné zkoušky se musí příčina selhání najít a opravit. Na obrázcích 4-7 a 4-8 jsou ukázky příkladů zkoušek rozváděče UniGear ZS1 po instalaci.

Délka školení: cca 3 hodiny (podle počtu účastníků)

Obsah prezentace:

1. Základní informace o normách IEC pro rozvodny VN a zkoušky po instalaci

- a) IEC 62271-200
- b) Základní informace o zkouškách po instalaci
- c) Typy elektrických zkoušek

2. Zkoušky vodivosti a izolace před uvedením do provozu

- a) Zkouška vodivosti (úbytky napětí)
- b) Zkouška izolace primárního obvodu (test izolačního odporu, megger test)
- c) Vysokonapěťová zkouška (test výdržným napětím)
- d) Shrnutí

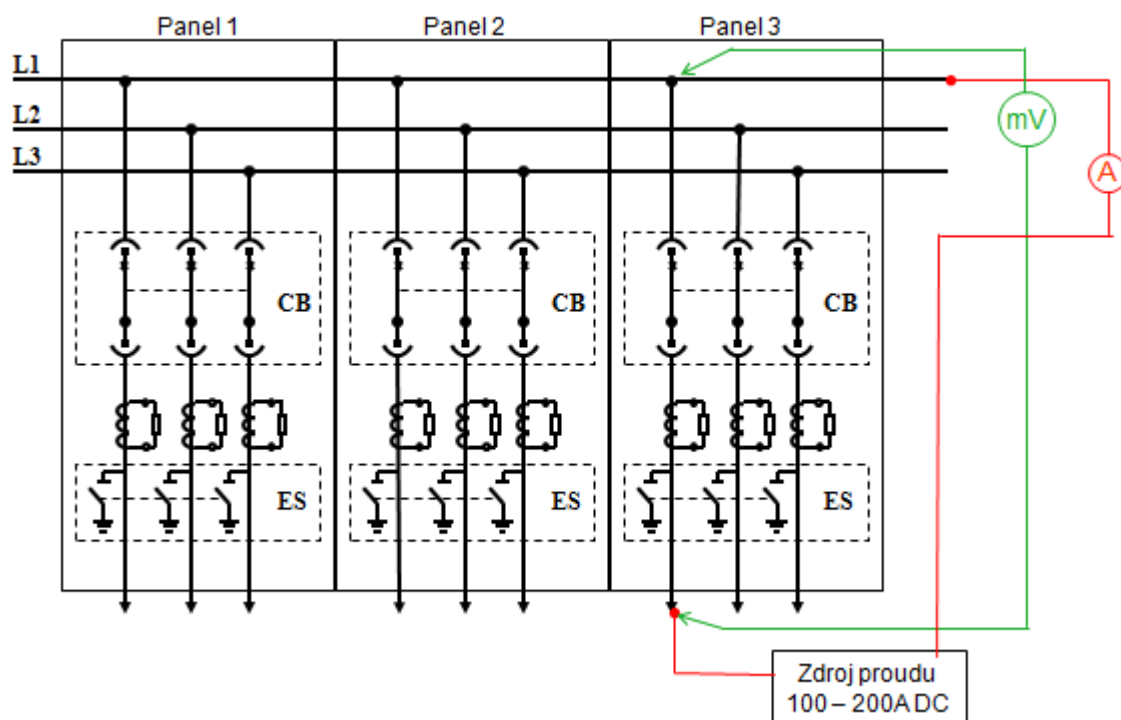
3. Funkční zkoušky před uvedením do provozu

- a) Primární najíždění proudových transformátorů
- b) Zkouška polarity proudových transformátorů
- c) Primární najíždění napěťových transformátorů
- d) Zkouška polarity napěťových transformátorů
- e) Izolační test pomocných obvodů
- f) Shrnutí

4. Funkční testy uvedení do provozu

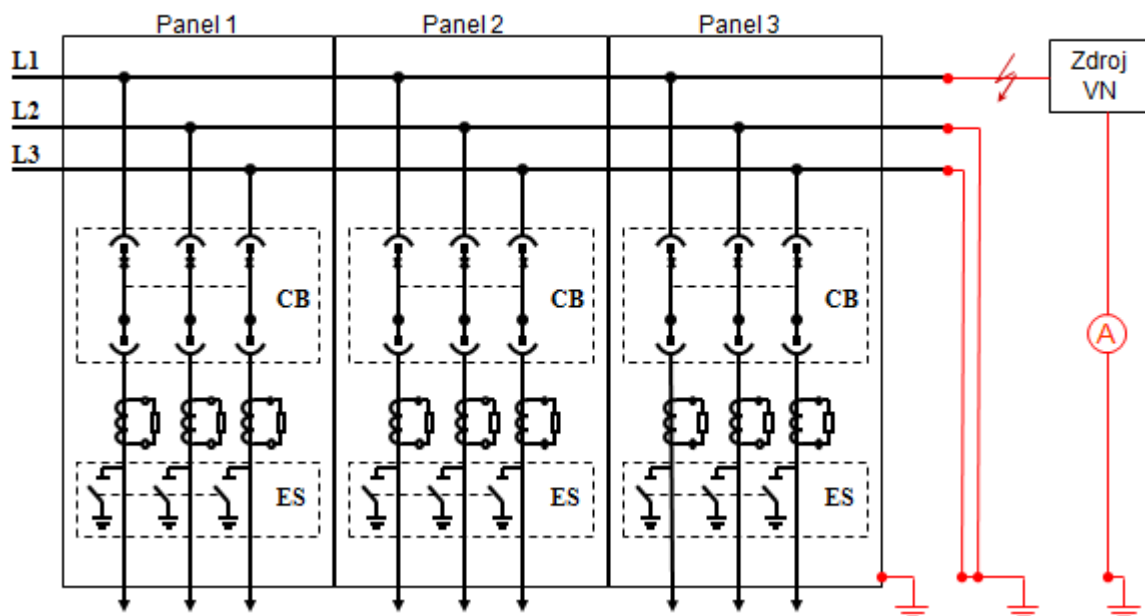
- a) Sekundární najíždění ochranných relé
- b) Testy funkce signálů, automatik a blokad
- c) Testy komunikačních rozhraní rozváděče
- d) Shrnutí

a) Zkouška vodivosti (úbytky napětí)



Obrázek 4-7 Zapojení při měření úbytků napětí

c) Vysokonapěťová zkouška (test výdržným napětím)



Obrázek 4-8 Zapojení při vysokonapěťové zkoušce

4.5 Normy zaměřené na obsluhu a údržbu rozváděče

Předpisy, které upravují tvorbu materiálů pro údržbu a obsluhu jsou tyto:

- ČSN EN 60694
- ČSN EN 62271-1
- ČSN EN 62271-200

Norma ČSN EN 60694 (354205) z března 2000 je doplněna platným zněním normy ČSN EN 62271-200. S účinností od 1. 11. 2011 bude norma ČSN EN 60694 nahrazena normou ČSN EN 62271-1. Do uvedeného data platí obě normy současně.

V uvedených normách se problematikou obsluhy a údržby zabývá kapitola s číslem 10 nazvaná Přeprava, skladování, montáž, obsluha a údržba. Rozdíly mezi dosud platným zněním a zněním nové normy ČSN EN 62271-1 jsou v této kapitole malé.

Úvodní ustanovení desáté kapitoly normy ČSN EN 60694 stanoví následující:

Přeprava, skladování a montáž spínacích zařízení i jejich obsluha a údržba při provozu mají být prováděny podle pokynů uvedených v technické dokumentaci výrobce [4].

Výrobce má vypracovat pokyny k přepravě, skladování, montáži, obsluze a údržbě spínacích a řídicích zařízení. Pokyny k přepravě a skladování mají být předány před dodávkou a pokyny k montáži, obsluze a údržbě mají být předány nejpozději v době dodávky [4]. Doporučuje se, aby pokyny k obsluze byly samostatným dokumentem odděleným od pokynů pro montáž a údržbu [5].

Stanovit nejdůležitější pravidla pro montáž a obsluhu pro každý z různých typů vyráběných zařízení není možné. Nejdůležitější body, které má výrobce udávat v technické dokumentaci jsou uvedeny dále [4].

1. Podmínky pro přepravu, skladování a montáž
2. Uvádění do provozu
 - 2.1. Vybalování a zvedání
 - 2.2. Sestavování
 - 2.3. Montáž
 - 2.4. Připojování
 - 2.5. Konečná kontrola smontovaného zařízení
3. Obsluha
4. Údržba
 - 4.1. Doporučení pro výrobce
 - 4.2. Doporučení pro uživatele
 - 4.3. Hlášení o poruše

5 ZÁVĚR

Účelem této bakalářské práce bylo vytvoření školicích materiálů rozváděčů vysokého napětí. Pro lepší přehlednost byly školicí materiály rozděleny do několika úrovní. Toto dělení si stanovila firma ABB. Výsledkem je celek čtyř prezentací, které obsahují téměř všechny informace potřebné k seznámení s portfoliem vzduchem izolovaných rozváděčů. Tyto prezentace nejsou přímou součástí tištěné formy bakalářské práce. Svojí obsáhlostí by několikanásobně převýšily obsah vlastní práce. Z tohoto důvodu jsou přiloženy na disku DVD, který je nedílnou součástí bakalářské práce. Jednotlivé prezentace jsou uloženy ve formátu pdf. Jednotlivým prezentacím bylo přiřazeno kódové označení pro snazší orientaci mezi úrovněmi.

Názvy školení:

1. UniGear – vzduchem izolované rozváděče pro aplikace 12 kV – 17,5 kV a 24 kV
2. Obsluha rozváděče UniGear ZS1
3. Instalace a údržba rozváděče UniGear ZS1
4. Doporučení výrobce pro zkoušky rozváděče UniGear ZS1 po instalaci

Označení, pod kterým jsou prezentace uloženy na DVD:

1. O401 - Představení rozváděče UniGear, CZ, Rev.1.pdf
2. O402 - Obsluha rozváděče UniGear ZS1, CZ Rev.1.pdf
3. O403 - Instalace a údržba rozváděče UniGear ZS1, CZ Rev.1.pdf
4. O404 - Doporučení výrobce pro zkoušky rozváděče UniGear ZS1 po instalaci, CZ Rev.1.pdf

Vlastní školení zaměstnanců a ostatních pracovníků probíhá v současné době v místnosti, která je přizpůsobena na tento typ školení. Velkou výhodou takto vyhrazené místnosti je její vybavení převážnou většinou vyráběných rozváděčů. To napomáhá školiteli při výkladu látky a poskytuje možnost názorných ukázek na funkčních zařízeních.

Jako další produkt mé práce vzniknul jednoduchý anglicko-český a česko-anglický technický slovník. Slovník obsahuje základní technické pojmy týkající se problematiky rozváděčů vysokého napětí. Tento slovník je přiložen na DVD disku pod názvem Fráze a slovíčka.xlsx.

Pro zachování kvality školicích materiálů je třeba udržovat prezentační materiály v aktuálním stavu, dle vývoje rozváděčů vysokého napětí, a v případě je rozšířit o další oblasti, které zjednoduší práci školitele.

POUŽITÁ LITERATURA

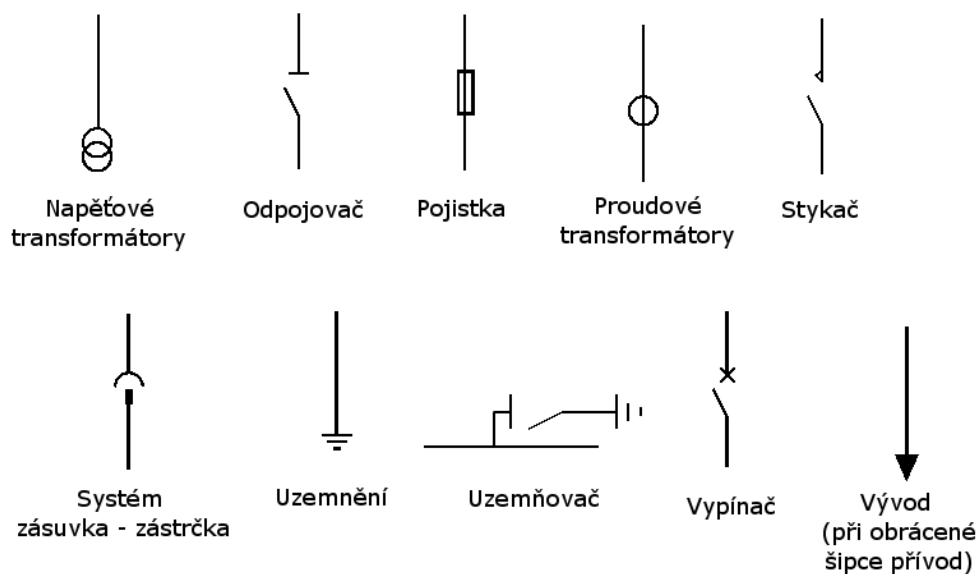
- [1] ABB, s. r. o. *ABB v České republice* [online]. 2010 [cit. 2010-11-28]. Oblasti podnikání. Dostupné z WWW:
<<http://www.abb.cz/cawp/czabb014/3747636fd47bf16bc12575a1003ba5fe.aspx>>.
- [2] ABB, s. r. o. *UniGear typ ZS1 Kovově krytý, vzduchem izolovaný rozváděč vysokého napětí, odolný proti vnitřním obloukovým zkratům*. [s.l.] : [s.n.], 2005. 88 s. Dostupné z WWW:
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/2999fa858de0d3a9c12573e0002ce409/\\$File/CA_UniGear\(CS\)R2-1VCL000010-11.2005.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/2999fa858de0d3a9c12573e0002ce409/$File/CA_UniGear(CS)R2-1VCL000010-11.2005.pdf)>.
- [3] ABB, s. r. o. *UniGear typ ZS1 Návod na montáž, obsluhu a údržbu*. [s.l.] : [s.n.], 2005. 106 s. Dostupné z WWW:
<[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/38e40b58b49a9fd0c12573cb002edafb/\\$File/UniGear%20MA_CS%201VLM000363%20Rev6.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/38e40b58b49a9fd0c12573cb002edafb/$File/UniGear%20MA_CS%201VLM000363%20Rev6.pdf)>.
- [4] ČSN EN 60694. *Společná ustanovení pro vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení*. Praha : Český normalizační institut, 2000. 90 s.
- [5] ČSN EN 62271-1. *Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení : Část 1: Společná ustanovení*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 116 s.

PŘÍLOHY

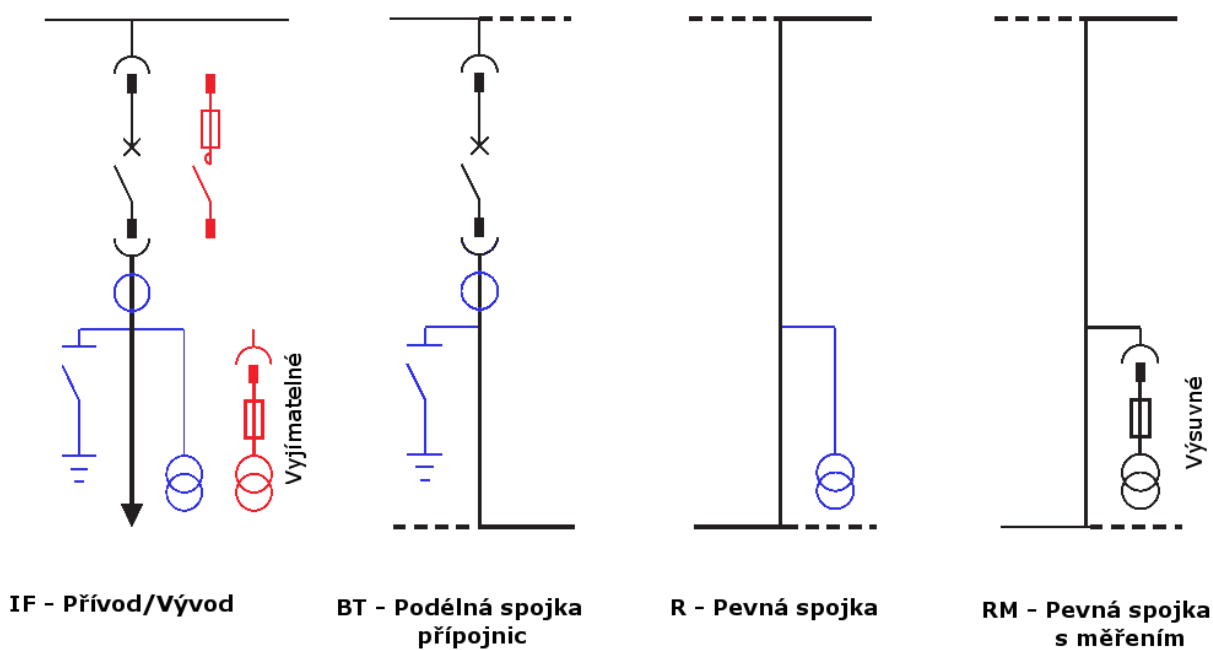
SEZNAM PŘÍLOH

<i>Obrázek A-1 Grafické symboly.....</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek A-2 Jednopolová schémata typových jednotek</i>	<i>44</i>
<i>Obrázek A-3 Dvouúrovňové uspořádání rozváděče.....</i>	<i>45</i>

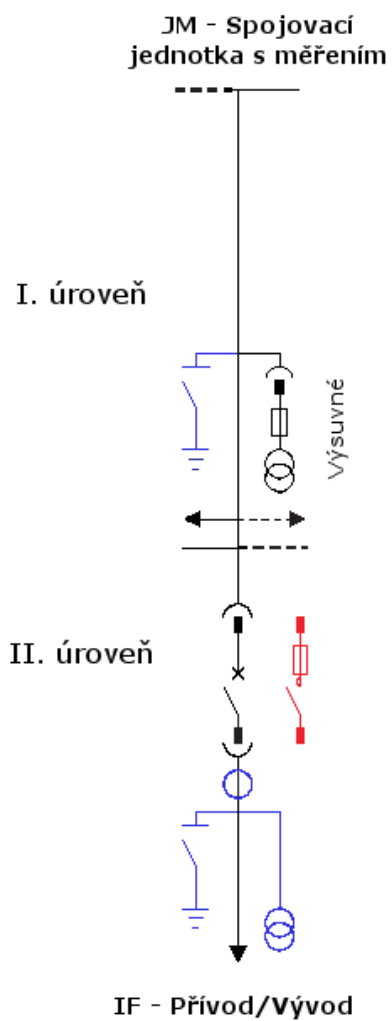
PŘÍLOHA A



Obrázek A-1 Základní schematické značky



Obrázek A-2 Jednopolová schémata typových jednotek



Obrázek A-3 Dvouúrovňové uspořádání rozváděče

Klíč pro použité barvy:

- černá barva – standardní komponenty,
- modrá barva – příslušenství,
- červená barva – alternativní řešení.