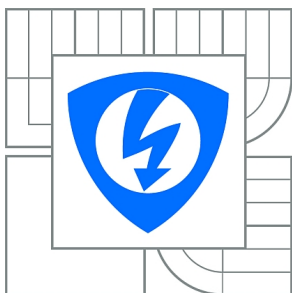


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV ELEKTROENERGETIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF ELECTRICAL POWER ENGINEERING

POPIS ELEKTRICKÝCH A MECHANICKÝCH BLOKÁD NA RŮZNÝCH TYPECH ROZVÁDĚČE UNIGEAR

DESCRIPTION OF ELECTRICAL AND MECHANICAL BLOCKING IN VARIOUS TYPES OF
SWITCHGEAR UNIGEAR

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

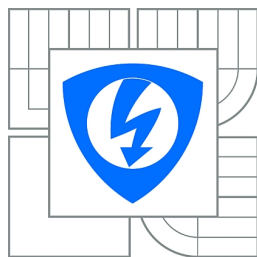
JAROMÍR JANEČKA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. JAROSLAVA ORSÁGOVÁ,
Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ

Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor

Silnoproudá elektrotechnika a elektroenergetika

Student: Jaromír Janečka

ID: 125465

Ročník: 3

Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

**Popis elektrických a mechanických blokad na různých typech rozváděče
UniGear**

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Všeobecný popis rozváděče UniGear.
2. Popis jednotlivých konstrukčních variant rozváděče.
3. Popis elektrických a mechanických blokad v rámci pole rozváděče.
4. Příprava standardního zapojení a řešení blokad v rámci elektrické dokumentace pro jednotlivé typy rozváděčů.
5. Zpracování technických podkladů pro katalogy a jejich rozšíření.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

podle pokynů vedoucího práce

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 25.5.2012

Vedoucí práce: doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

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.

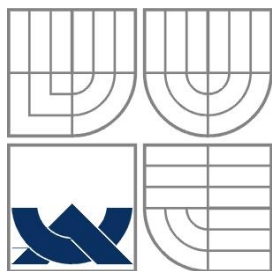
Bibliografická citace práce:

JANEČKA, J. Popis elektrických a mechanických blokad na různých typech rozváděče UniGear. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 78 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

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 vedoucí bakalářské práce paní doc. Ing. Jaroslavě Orságové, Ph.D. za pedagogickou podporu a konzultantovi bakalářské práce panu Bc. Petrovi Kučerovi za vedení při tvorbě této práce.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií

Ústav elektroenergetiky

Bakalářská práce

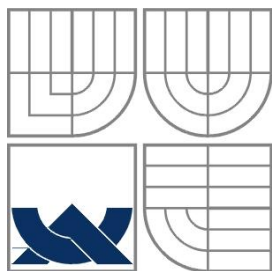
Popis elektrických a mechanických bloků na různých typech rozváděče UniGear

Jaromír Janečka

Vedoucí: doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brně, 2012

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering

Bachelor's Thesis

Description of electrical and mechanical blocking in various type of switchgear UniGear

by

Jaromír Janečka

Supervisor: doc. Ing. Jaroslava Orságová, Ph.D.

Brno University of Technology, 2012

Brno

ABSTRAKT

V této bakalářské práci se autor zabývá vysokonapětovými rozváděči. Konkrétně skříňovými rozváděči vyráběné firmou ABB s.r.o. Je zde proveden popis struktury rozváděče a jeho rozdělení na základní bloky. Jednotlivé bloky jsou popsány a je vysvětlen jejich princip.

Dále následuje představení portfolia rozváděčů UniGear. Jsou zde charakterizovány jednotlivé konstrukční varianty a také uvedena tabulka s hodnotami základních parametrů.

V další části autor vysvětluje problematiku blokování v rozváděči a uvádí konkrétní instalované elektrické, elektromechanické a mechanické blokády.

V závěru jsou vyexportovaná schémata tří modelových rozvodů z programu EPLAN Electric P8, ze kterých lze vyčíst konkrétní zapojení některých bloků užívaných v praxi.

V přílohách jsou uloženy fotografie bloků určené pro rozšíření katalogů.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Vysokonapětový rozváděč, struktura rozváděče, rozváděče UniGear, konstrukční varianty, blokády

ABSTRACT

In this bachelor's thesis author focuses on medium voltage switchgear. Specifically switchgears produced by company ABB s.r.o. There is description of switchgear's structure divided into basic blocks. Function of each block is described in detail.

The second part introduces UniGear family. There is characteristic of their variants with table containing their electrical parameters.

In next part author explains interlocking in switchgear and presents specific electrical, electromechanical and mechanical interlocks in switchgear.

Next part contains exported schematics of three model substations made in EPLAN Electric P8 software, from which specific connections of commonly used interlocks can be read.

Final part includes photographs of interlocks for extension of catalogs.

KEY WORDS:

Medium voltage switchgear, unit compartments, switchgear Unigear, contruction variants, interlocks

OBSAH

SEZNAM OBRÁZKŮ	10
SEZNAM TABULEK.....	12
SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK	13
1 ÚVOD	14
2 VŠEOBECNÝ POPIS ROZVÁDĚČE UNIGEAR.....	15
3 STRUKTURA ROZVÁDĚČE.....	17
3.1 ODDÍL A	18
3.1.1 VYPÍNAČE VAKUOVÉ	18
3.1.2 VYPÍNAČE S PLYNEM SF ₆	20
3.2 ODDÍL B	22
3.3 ODDÍL C	22
3.4 ODDÍL D	22
3.5 ODDÍL E	23
4 TYPICKÉ JEDNOTKY	24
4.1 PŘÍVOD/VÝVOD.....	24
4.2 PODÉLNÁ SPOJKA PŘÍPOJNIC	24
4.3 PŘÍČNÁ SPOJKA PŘÍPOJNIC.....	24
4.4 MĚŘENÍ.....	24
4.5 PŘÍMÝ PŘÍVOD/VÝVOD (S MĚŘENÍM)	24
4.6 JEDNOTKA S ODPÍNAČEM.....	24
5 TRANSFORMÁTORY V ROZVÁDĚČÍCH.....	26
6 POPIS JEDNOTLIVÝCH KONSTRUKČNÍCH VARIANT.....	28
6.1 ROZVÁDĚČ UNIGEAR ZS1.....	28
6.1.1 JEDNODUCHÝ SYSTÉM PŘÍPOJNIC (SINGLE BUSBAR SYSTEM)	28
6.1.2 SYSTÉM DVOJITÝCH PŘÍPOJNIC (DOUBLE BUSBAR SYSTEM)	29
6.1.3 DVOUÚROVŇOVÉ USPOŘÁDÁNÍ (DOUBLE LEVEL).....	32
6.2 ROZVÁDĚČ UNIGEAR 550.....	33
6.3 ROZVÁDĚČ UNIGEAR 500R.....	35
6.4 ROZVÁDĚČ UNIGEAR ZVC	36
6.5 ROZVÁDĚČ UNIGEAR MCC	37
6.6 ROZVÁDĚČ UNIGEAR ZS2.....	38
6.7 ROZVÁDĚČ UNIGEAR ZS3.2.....	39
7 BLOKÁDY	41

7.1 BLOKÁDY ELEKTRICKÉ	41
7.2 BLOKÁDY ELEKTROMECHANICKÉ	41
7.3 BLOKÁDY MECHANICKÉ	41
7.4 BLOKÁDY NA ROZVÁDĚČI UNIGEAR JEDNODUCHÝ SYSTÉM PŘÍPOJNIC.....	42
7.4.1 BLOKOVÁNÍ VYPÍNAČE A ZKRATOVAČE.....	42
7.4.2 BLOKOVÁNÍ DVÍŘEK A CLONEK	44
7.5 MOTOROVĚ OVLÁDANÝ PANEL UNIGEAR JEDNODUCHÝ SYSTÉM PŘÍPOJNIC	45
7.5.1 BLOKÁDY ELEKTRICKÉ	45
7.6 BLOKÁDY NA ROZVÁDĚČI UNIGEAR SYSTÉM DVOJITÝCH PŘÍPOJNIC	46
7.6.1 VERZE STANDARD.....	46
7.6.2 VERZE DUPLEX	46
7.7 ZAMYKÁNÍ	47
7.8 BLOKOVACÍ CÍVKY.....	48
8 ZAPOJENÍ BLOKÁD	49
8.1 ROZVODNA Č. 1.....	51
8.2 ROZVODNA Č. 2.....	53
8.3 ROZVODNA Č. 3.....	59
9 ZÁVĚR	67
POUŽITÁ LITERATURA.....	68
PŘÍLOHY	70
PŘÍLOHA A.....	71
PŘÍLOHA B.....	75
PŘÍLOHA C.....	78

SEZNAM OBRÁZKŮ

OBR. 1 STRUKTURA ROZVÁDĚČE [2].....	17
OBR. 2 STRUKTURA VAKUOVÉHO VYPÍNAČE [21].....	18
OBR. 3 OCHRANA REF 630 [1]	23
OBR. 4 JEDNOPÓLOVÁ SCHÉMATA TYPICKÝCH JEDNOTEK	25
OBR. 5 PROUDOVÝ TRANSFORMÁTOR TPU 1250 A; JEDNOPÓLOVÝ NAPĚŤOVÝ TRANSFORMÁTOR TJC	26
OBR. 6 VARIANTY UMÍSTĚNÍ TRANSFORMÁTORU.....	27
OBR. 7 JEDNODUCHÝ SYSTÉM PŘÍPOJNIC [22]	29
OBR. 8 SYSTÉM DVOJITÝCH PŘÍPOJNIC: VARIANTA STANDARD	30
OBR. 9 SYSTÉM DVOJITÝCH PŘÍPOJNIC: VARIANTA BACK-TO-BACK.....	31
OBR. 10 PŘÍVODY JEDNODUCHÉHO A DVOJITÉHO SYSTÉMU PŘÍPOJNIC.....	31
OBR. 11 DVOUÚROVŇOVÉ USPOŘÁDÁNÍ [22].....	33
OBR. 12 UNIGEAR 550.....	34
OBR. 13 UNIGEAR 500R [11]	36
OBR. 14 UNIGEAR ZVC [14].....	37
OBR. 15 UNIGEAR MCC [15].....	38
OBR. 16 UNIGEAR ZS2 [17]	39
OBR. 17 UNIGEAR ZS3.2 [18]	40
OBR. 18 ROZVODNA SE DVĚMA PŘÍVODY	42
OBR. 19 KÓDOVÁNÍ ZÁSUVKY VYPÍNAČE	44
OBR. 20 BLOKÁDA NA SYSTÉMU DVOJITÝCH PŘÍPOJNIC VERZE DUPLEX (BACK-TO-BACK).....	47
OBR. 21 MOŽNÁ ZAPOJENÍ KONTAKTŮ	49
OBR. 22 LEGENDA	50
OBR. 23 BLOKÁDA DVA ZE TŘÍ	52
OBR. 24 SLD ROZVODNY Č. 2	54
OBR. 25 BLOKOVÁNÍ V ROZVODNĚ Č. 2	55
OBR. 26 BLOKOVÁNÍ V POLI 1	56
OBR. 27 BLOKOVÁNÍ V POLI 2	57
OBR. 28 BLOKOVÁNÍ V POLI 3.....	58
OBR. 29 SLD 1 ROZVODNY Č. 3	60
OBR. 30 SLD 2 ROZVODNY Č.3	61
OBR. 31 BLOKOVÁNÍ V ROZVODNĚ Č. 3	62

Seznam obrázků

OBR. 32 BLOKOVÁNÍ V POLI 1	63
OBR. 33 BLOKOVÁNÍ V POLI 2	64
OBR. 34 BLOKOVÁNÍ V POLI 4	65
OBR. 35 BLOKOVÁNÍ V POLI 5	66
OBR. A1 BLOKÁDA ZAPNUTÍ VYPÍNAČE, OBR. A2 CELEK ROZVÁDĚČOVÉ SKŘÍŇE 1	71
OBR. A3 BLOKÁDA ZKRATOVAČE.....	71
OBR. A4 BLOKÁDA ZAPNUTÍ VYPÍNAČE A, OBR. A5 BLOKÁDA ZAPNUTÍ VYPÍNAČE B.....	72
OBR. A6 CELEK ROZVÁDĚČOVÉ SKŘÍŇE 2	72
OBR. A7 BLOKÁDA ZÁSTRČKY VYPÍNAČE	73
OBR. A8 CELEK ROZVÁDĚČOVÉ SKŘÍŇE 3	73
OBR. A9 BLOKÁDA ZASUNUTÍ VYPÍNAČE	74
OBR. A10 BLOKÁDA KÓDOVÁNÍM ZÁSTRČKY.....	74
OBR. B1 BLOKÁDA OTEVŘENÍ DVÍŘEK A, OBR. B2 BLOKÁDA OTEVŘENÍ DVÍŘEK B	75
OBR. B3 BLOKÁDA POSUNU VYPÍNAČE A, OBR. B4 BLOKÁDA POSUNU VYPÍNAČE B.....	75
OBR. B5 CELEK ROZVÁDĚČOVÉ SKŘÍŇE 4	76
OBR. B6 BLOKÁDA ZKRATOVAČE	76
OBR. B7 BLOKÁDA CLON VE VYPÍNAČOVÉM PROSTORU	77
OBR. C1 BLOKÁDA CLONEK ODPOJOVAČŮ	78

SEZNAM TABULEK

TABULKA 1 PŘEHLED VYPÍNAČŮ DO ROZVÁDĚČŮ UNIGEAR	21
TABULKA 2 PŘEHLED TYPŮ ROZVÁDĚČŮ	28
TABULKA 3 PARAMETRY ROZVÁDĚČE SINGLE BUSBAR	28
TABULKA 4 PARAMETRY ROZVÁDĚČE DBB	30
TABULKA 5 PARAMETRY ROZVÁDĚČE DOUBLE LEVEL	32
TABULKA 6 PARAMETRY ROZVÁDĚČE UNIGEAR 550	34
TABULKA 7 PARAMETRY ROZVÁDĚČE UNIGEAR 500R	35
TABULKA 8 PARAMETRY ROZVÁDĚČE UNIGEAR ZVC	36
TABULKA 9 PARAMETRY ROZVÁDĚČE UNIGEAR MCC	37
TABULKA 10 PARAMETRY ROZVÁDĚČE UNIGEAR ZS2	38
TABULKA 11 PARAMETRY ROZVÁDĚČE UNIGEAR ZS3.2	39
TABULKA 12 OBRAZOVÉ PŘÍLOHY	70

SEZNAM SYMBOLŮ A ZKRATEK

AFLR	A – pouze zmocněné osoby (Authorized personnel only); F – přední (Front), L – postranní (lateral), R – zadní (Rear) strana
AS/NZS	Normy Austrálie a Nového Zélandu (Australian/New Zealand Standards)
ČSN	České technické normy
DBB	Systém dvojitéch přípojníc (Double Busbar)
EN	Evropská norma
ENA	Asociace energetických sítí (The Energy Networks Association)
GB	Čínské národní normy (Guobiao)
GOST	Ruské národní normy (Gosstandart)
IAC	Klasifikace pro vnitřní obloukové zkratky (Internal Arc Classified)
IEC	Mezinárodní normy (International Electrotechnical Commission)
IP	Odolnost elektrospotřebiče, stupeň krytí (Ingress Protection)
LSC	Ztráta plynulosti provozu (Loss of Service Continuity)
MV	Vysoké napětí (Medium Voltage)
NN	Nízké napětí
PVC	Polyvinylchlorid
RAL	Standard pro stupnici barevných odstínů (ReichsAusschuss für Lieferbedingungen)
SBB	Jednoduchý systém přípojníc (Single Busbar)
SF ₆	Fluorid sírový
SLD	Jednopolové schéma (Single Line Diagram)
VN	Vysoké napětí

1 Úvod

S rozvodnými zařízeními vysokého napětí se můžeme setkat ve dvou formách, jsou to kobkové rozvodny a skříňové rozváděče.

Jmenovité napětí těchto zařízení se pohybuje v mezích vysokého napětí. Vysoké napětí (vn) je definováno jako napětí od 1000 V do 52 kV. V anglické literatuře najdeme vysoké napětí pod termínem medium voltage (mv).

Kobkové rozvodny jsou dnes velmi rozšířené díky své dřívější výstavbě. V dnešní době jsou nahrazovány továrně vyráběnými skříňovými rozváděči. Kobkové rozvodny jsou velmi přehledné a jednoduché na údržbu, ale vyžadují kvalifikovanější obsluhu, nesrovnatelně větší plochu k provozu a obsluze poskytují nižší úroveň zabezpečení. Naproti tomu skříňové rozváděče je možno umístit přímo do centra spotřeby elektrické energie. Stále se pracuje na zmenšování jejich rozměrů a zvyšování bezpečnosti vůči obsluze [1].

Do vn rozváděčů lze v dnešní době umístit nepřeborné množství prvků, jako jsou vypínače, odpínače, odpojovače, zkratovače, stykače, napět'ové či proudové transformátory, napět'ové či proudové senzory, pojistky a další.

Můžeme se setkat se dvěma typy vn rozváděčů:

- Vzduchem izolované – prostor rozváděče je vyplněn pouze vzduchem.
- Plynem izolované – prostor rozváděče je vyplněn plynem s izolační schopností (např. SF₆). Jsou náročnější na konstrukci, ovšem jejich spolehlivost je vysoká a díky izolačnímu plynu dovolují zmenšit vzdálenosti jednotlivých komponent a tím i celkové rozměry skříně rozváděče.

Mezi největší výrobce vysokonapět'ových rozváděčů na našem trhu patří například firmy Siemens, ABB a Schneider electric.

2 Všeobecný popis rozváděče UniGear

Následující kapitola byla zpracovávána pomocí zdrojů [2], [3] a [4], [5].

Rozváděče UniGear, vyráběné firmou ABB s. r. o., patří do skupiny vzduchem izolovaných primárních rozváděčů. Rozváděčové skříně jsou kovově kryté – ocelovým plechem zinkovaným ponorem tloušťky 1 až 2 mm. Používají se v rozvodných závodech, elektrárnách, v průmyslu, v dopravě, v oblasti služeb i v námořních aplikacích. Firma ABB dodává rozváděče téměř do celého světa, proto je nutné, aby výrobek splňoval určité národní i nadnárodní normy.

Samotný rozváděč a v něm obsažené hlavní přístroje odpovídají českým technickým normám ČSN, státním normám (čínská norma GB a ruská norma GOST) i mezinárodním normám IEC. IEC je světová organizace vytvářející a vydávající mezinárodní normy pro veškeré elektrické, elektronické a další související technologie. Konkrétně vyhovují normám:

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

Každý typ rozváděče je prověřen typovými zkouškami. Mezi ně patří:

- Krátkodobý dynamický proud.
- Oteplení a měření odporu hlavního obvodu.
- Zkoušky elektrické pevnosti izolace na hlavních a pomocných obvodech.
- Zapínací a vypínací schopnost přístrojů.
- Zapínací schopnost uzemňovače.

Pro námořní aplikace jsou typové zkoušky ještě rozšířeny o zkoušku vysoké teploty okolního vzduchu, sklonu a vibrací.

Největší výhodou řady UniGear je možnost kombinace různých prvků mezi sebou. Vzájemná kompatibilita výrazně zvyšuje použitelnost rozváděčů v různých aplikacích. Ať už se bavíme o výkonové optimalizaci nebo prostorové optimalizaci a v neposlední řadě i finanční dostupnosti.

Rozváděč má jmenovité parametry, které jsou určeny při teplotních pracovních podmínkách od -5 °C až do 40 °C, vlhkost vzduchu nesmí překročit hodnotu 95% a maximální nadmořská výška je stanovena na 1000 m. n. m. Jakékoliv překročení těchto limitů by mohlo mít za následek zhoršení činnosti rozváděče a jeho charakteristiky by neodpovídaly jmenovitým charakteristikám. Pro tyto případy je stanoven takzvaný korekční činitel, který pomáhá správně navrhnout parametry rozváděče pro konkrétní podmínky.

2 Všeobecný popis rozváděče UniGear

Rozváděč má schopnost odolávat vnitřním obloukovým zkratům jak mezi živými částmi navzájem, tak mezi živými částmi a uzemněnými částmi.

Stupeň krytí opět odpovídá mezinárodnímu standardu IEC 60529 i české normě ČSN EN 60529. Většinou se rozváděče konstruují se stupněm krytí IP 4X na externí krytí a IP 2X uvnitř jednotek. Na požadavek může být externí krytí zesíleno až do hodnoty IP 53.

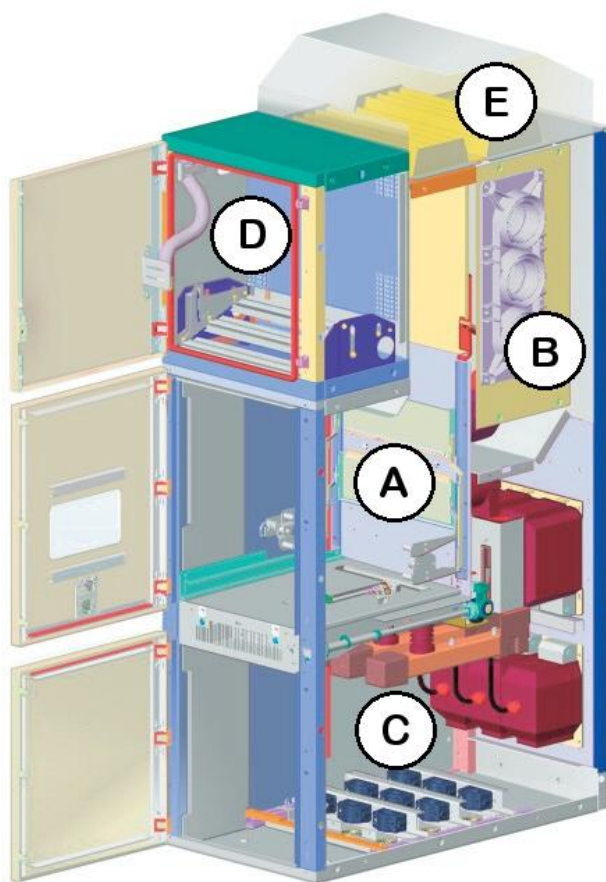
Barva externích ploch skříně bývá obvykle světle šedá (light grey) dle RAL standardu, na požadavek zákazníka lze však barvu změnit.

3 Struktura rozváděče

Tato kapitola byla tvořena s pomocí zdrojů [2], [3], [4], [5], [22].

Každý typ rozváděče je odlišný, tak i jeho vnitřní uspořádání má svá specifika. Pro obecný popis jej ale můžeme rozdělit na pět základních částí, které jsou zobrazeny dole na Obr. 1. Jsou to části:

- A – vypínačový prostor,
- B – oddíl přípojnic,
- C – kabelová a přístrojová část,
- D – nízkonapěťová část,
- E – odfukový kanál.



Obr. 1 Struktura rozváděče [2]

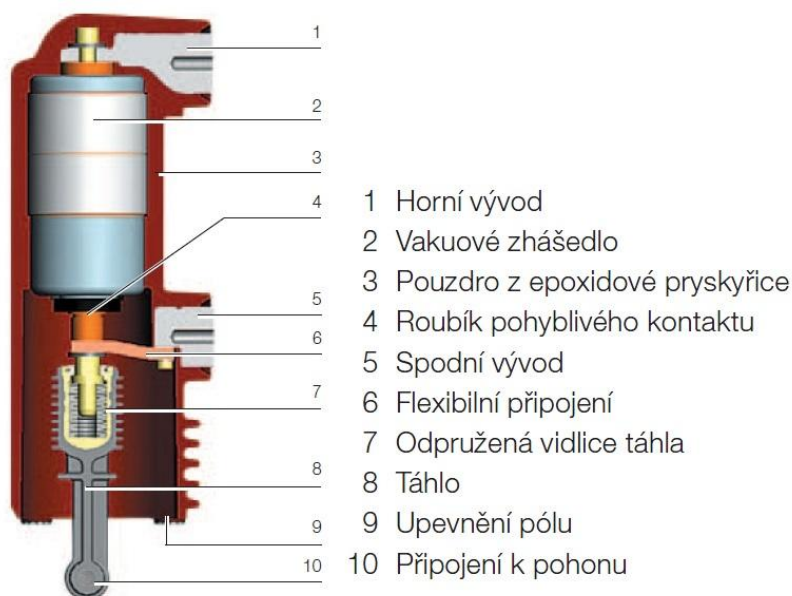
Jednotlivé prostory jsou odděleny kovovými přepážkami. Tento fakt řadí rozváděče UniGear do bezpečnostní třídy LCS-2B. LSC (ztráta plynulosti provozu) značí schopnost bezpečně provádět údržbu v jednom ze zbývajících oddílů při zaručeném provozu hlavní přípojnice a kabelového prostoru. Parametr 2B znamená, že každý oddíl je samostatně oddělen. Některé typy UniGear mají společný vypínačový prostor a kabelovou část a přísluší jim skupina LSC-2A.

3.1 Oddíl A

V tomto prostoru se nachází vypínač. Vypínače na rozdíl od odpínačů dokáží spínat jak jmenovité, tak i poruchové proudy. Do rozváděčů jsou montovány dva základní typy vypínačů. A to vypínače vakuové nebo plněné plynem SF₆. Ve vypínačovém prostoru fyzicky nenajdeme žádný odpojovač, tuto funkci obstarává vysouvací mechanismus. Při vysunutí vypínače do polohy TEST se galvanicky odpojí kontakty před i za vypínačem, čímž je splněna funkce odpojení a po zkratování je možné provádět údržbu.

3.1.1 Vypínače vakuové

Jak nám již název napovídá, ke zhášení elektrických oblouků je zde použito vakuum. Díky vakuu a vypínání při nulovém proudu zde nedochází k jevu opětovného zapálení po vypnutí a obnovení jeho dielektrických vlastností probíhá velmi rychle (několik tisícin sekundy). Vypínač je umístěn na kovovém nosníku a manipulačním podvozku. Podvozek umožňuje jednak manipulace zajiždění do polohy servis (připojený) nebo do polohy test (odpojený) a také zajišťuje uzemnění pomocí kovové konstrukce. Manipulace může být prováděna manuálně či motoricky. Motorická manipulace lze provádět na místě obsluhou, ale i dálkovým systémem. Přístroje splňují opět mezinárodní normu IEC 62271-100 pro vypínače. Skladba vakuového vypínače je zobrazena na Obr. 2.



Obr. 2 Struktura vakuového vypínače [21]

3.1.1.1 Vakuové Vypínače typu VD4

Póly tohoto vypínače jsou zality do pryskyřice, což zvyšuje jejich odolnost a chrání zhášedlo před rázy, usazováním prachu a vlhkosti. Vnější pouzdro zhášedla je z keramického izolátoru uzavřeného na koncích s kryty z nerezové oceli a kontakty jsou vyrobeny z čisté mědi a spékaného chrómu. Ve zhášedle nenajdeme žádný ionizovatelný materiál. Elektrický oblouk, vznikající při odpojení kontaktu, je tvořen výlučně z roztavených a odpařených materiálů kontaktů.

Póly vypínače jsou hermeticky uzavřené tlakové systémy, proto zaručují existenci vakua po dobu své životnosti bez jakékoliv údržby. Pohon je u VD4 realizován z nasrádané mechanické energie v pružině. Tu lze nasrádat ručně klikou nebo převodovým motorem. Vypínač je blokován proti současnému zapínacímu i vypínacímu povelu, zapínacím povelům s nenasrádanými pružinami a manipulaci, dokud kontakty nejsou ve svých koncových polohách.

3.1.1.2 Vakuové Vypínače typu V-max

Tyto vypínače se příliš neliší od řady VD4, své ideální uplatnění nacházejí v rozváděcích UniGear 550. Hlavní odlišnost spočívá v tom, že vypínač místo tří samostatných pólů obsahuje jeden izolační monoblok. V něm jsou umístěna tři vakuová zhášedla. Vypínač požaduje nižší energii pro působení, čímž snižuje opotřebení systému a snižuje požadavky na údržbu. Pohon je založený na stejném principu, opět může být manuální nebo motorový a i podvozek je totožný.

3.1.1.3 Vakuové vypínače typu VM1

Zásadní rozdíl mezi tímto typem a typem VD4 je v realizaci pohonu. Pohon mechanicky nasrádanou pružinou je zde nahrazen magnetickým pohonem. Díky tomu má pohon redukovaný počet komponentů:

- Pohon s permanentními magnety – magnetický pohon provádí manipulace zapínání a vypínání včetně přidržení kontaktů v jejich krajních polohách
- Elektrické ovládací zařízení – veškeré funkce a časování řídí integrovaný elektronický ovladač. Ve vypínači je k dispozici stejnosměrný i střídavý proud.
- Kondenzátory – z kondenzátorové baterie se získává energie potřebná pro spínání pohonu. Nasrádaná energie zaručuje funkci opětného zapínání (Open-Close-Open)
- Polohové snímače – pomocí elektronických bezdotykových spínačů je detekována poloha kontaktů vypínače.

3.1.2 Vypínače s plynem SF₆

Vakuum je v těchto vypínačích nahrazeno plynem SF₆. SF₆ – fluorid sírový (sulfur fluoride) je plyn s izolační schopností. Absolutní tlak plynu ve vypínačích je 380 kPa pro všechny jmenovité úrovně napětí. Vypínače jak vakuové tak s plynem SF₆ mají stejné rozměry, proto je možné je při návrhu rozváděče libovolně zaměňovat. I tento typ vypínačů vyhovuje normě IEC 62271-100 pro vypínač.

3.1.2.1 Vypínače typu HD4

Jeho póly používají vypínací systém automatického ofukování. Prostor vypínače je opět hermeticky uzavřen. Pohon je opět totožný s vypínačem VD4 a to mechanické nastřádání pružiny (manuální i motorové). I podvozek zůstává nezměněn.

3.1.2.2 Vypínače typu HD4-HXA

Jejich předností je schopnost spínat proudy s velkými stejnosměrnými složkami. Vypínače se používají především při spínání ochranných transformátorů pomocných obvodů v elektrárnách. V dalších vlastnostech se neliší od předchozího typu.

3.1.2.3 Vakuové stykače V-Contact

Spínají střídavý elektrický proud a jsou vhodné tam, kde je třeba velký počet spínacích cyklů za hodinu (pro kategorii spínané zátěže AC3 až 100 000 spínacích cyklů vypínaného proudu 400A). To mohou být například aplikace pro ovládání a jištění elektromotorů, transformátorů a kondenzátorových kompenzačních baterií. Stykač je vybaven pojistkami vysokého napětí a pohonem s elektrickou nebo mechanickou západkou (drží stykač zapnutý). Dále může být vybaven i dvoupólovými napěťovými transformátory, které napájí cívky pohonu stykače, popřípadě i jiné komponenty jednotky.

Přehled všech vypínačů včetně jejich vyobrazení najdeme v *Tabulka 1*.

3 Struktura rozváděče

Tabulka 1 Přehled vypínačů do rozváděčů UniGear

Vakuové vypínače		
typ VD4	typ V-max	typ VM1
		
Plynem plněné vypínač		
HD4	HD4-HXA	
		
Vakuový stykač		
V-contact		
		

3.2 Oddíl B

V této části je rozváděč připojen k přípojnícovému systému. Připojení je realizováno pomocí pevných měděných odboček. Systém připojení je vytvořen plochými přípojniciemi do 2500 A a speciálním měděným profilem pro proudy mezi 3150 A a 4000 A. Zde je nutné dodržet bezpečnostní požadavky na minimální vzdálenost mezi přípojniciemi navzájem a také mezi přípojniciemi a kovovou konstrukcí. Odbočky pak vedou přímo k vypínači. V provedení se systémem dvojitých přípojníc je před vypínačem ještě zařazen odpojovač na každém přípojnícovém systému.

Nejen přípojnice, ale i horní a spodní odbočky, odbočky pro proudové a transformátory napětí, kabelová připojení, pevné kontakty uzemňovače a uzemňovací přípojnice jsou vyrobeny z mědi s typovým označením UNI EN 5649 Cu ETP. Pro hladiny 17,5 kV a vyšší jsou hlavní přípojnice a odbočky pokryty izolačním materiálem. Jedná se o speciální PVC materiál, který působením tepla smrští a dokonale pokrývá a kopíruje tvary přípojníc a odboček.

3.3 Oddíl C

V kabelovém prostoru se nenachází jen kabely, jak by mohl někdo odvodit z názvu, ale nalezneme zde i jiné komponenty. Proudovodná dráha zde začíná na svorkách vypínače, může procházet přes měřicí transformátory napětí a měřicí transformátory proudu či senzory a je tvořena plochými měděnými odbočkami. Za měřicími přístroji je provedeno připojení kabelů, kterými energie z rozváděče odchází ven (popřípadě přichází dovnitř) do připojených aplikací. Toto konstrukční řešení umožňuje stavět celé skříně ke stěně (s výjimkou určitých typů), čímž značně zmenšují požadavky na potřebný prostor.

Kabely se používají jednožilové či třížilové pro oba používané typy kabelů. Jedna se o typ SOT 12-35 kV pro standardní aplikace a APIT 12-36 kV pro náročná prostředí. V místě napojení kabelů bývá obvykle i přídavná přepět'ová ochrana. V kabelovém oddílu se nachází i uzemňovací přípojnice a uzemňovač pro uzemnění kabelů.

3.4 Oddíl D

Nízkonapět'ová (NN) skřínka obsahuje „mozek“ celého rozváděče – programovatelnou ochranu. Příklad programovatelné ochrany je zobrazen na Obr. 3. Do ochrany jsou přivedeny signály z měřicích prvků, komunikační signály z ostatních ochranných systémů, rozváděčů a také z relátek a polohových snímačů z blokovacích systémů. Z ochrany vedou opět komunikační vodiče a kabely s ovládacími signály pro vnitřní zařízení. Ochrany lze rozdělit podle toho, co chrání.

- Ochrana přívodních/vývodních jednotek – feeder protection (REF630, REF615, REF610).
- Ochrana transformátoru – transformer protection (RET630, RET615).
- Ochrana motoru – motor protection (REM630, REM615, REM630).

Ochrany nehlídají jen elektrické parametry v obvodu, ze kterých pak vyhodnocují poruchy. Některé mají možnost připojení optických čidel, která reagují na vznik oblouku, nebo je tato funkce realizována zvláštním zařízením, umístěným mimo ochranu v nízkonapěťové skříňce. Tato detekce je rychlejší, ale používá se dohromady s elektrickou analýzou, aby nehlásila falešné poplachy (například záblesky fotoaparátu vně rozváděče). Na dvířkách nn skříňky bývá displej ochrany a přídavná zařízení, jako napěťové indikátory, tlačítka pro ovládání vnitřních komponent, tzv. mimika rozváděče a identifikační štítky (nebo se nachází na dvířkách od vypínačového prostoru). Mimikou rozváděče je myšleno funkční schéma, které zobrazuje, co konkrétní jednotka vykonává, a jeho součástí jsou identifikační LED diody stavů vypínače (nebo mechanické terčíky se stejnou funkcí), odpojovače a zkratovače pro rychlé zjištění aktuálního stavu. Stejné schéma nalezneme i na display ochrany. Uvnitř skříňky jsou lišty se svorkovnicemi, jističe, relé a tělo ochrany (pokud není vcelku s displejem upevněno ve dvířkách). Počet a skladba prvků v nn skříňce je silně závislá na typu jednotky. Každá jednotka má jiný účel, proto i její vybavení se navzájem liší.



Obr. 3 Ochrana REF 630 [1]

3.5 Oddíl E

Odfukový kanál není standardní výbavou rozváděčů, patří do volitelných součástí. Jednotlivé oddíly jsou od sebe odděleny kovovými přepážkami. To nám umožňuje spojit každý oddíl s vrchní částí rozváděče. Horní kryt rozváděče je úmyslně jeho nejslabší místo, co se týče pevnosti konstrukce. Při poruše může dojít k obloukovému zkratu uvnitř rozváděče a horké plyny a žhavé částice odcházejí právě tímto místem. Díky této konstrukci řadíme většinu rozváděčů do třídy přístupnosti IAC AFLR (viz seznam zkratk). V praxi to znamená, že při poruše v rozváděči je jediný nebezpečný prostor nad ním.

V některých aplikacích, kam jsou rozváděče montovány, není žádoucí ani únik plynů přímo nad rozváděč. Proto je na něj možno pořídit odfukový kanál. Ten lze v případě vedle sebe několika stojících skříní propojit a nebezpečné plyny a částice bezpečně odvést do určených prostor, popřípadě i úplně mimo budovu (používá se například v námořních aplikacích).

4 Typické jednotky

Každé pole rozváděče může provádět jinou funkci. Celá rozvodna je pak tvořena z vhodné kombinace různých typů polí. Při popisu typových jednotek bylo čerpáno ze zdrojů [4], [5].

4.1 Přívod/vývod

Je to nejčastěji používaná jednotka. Slouží buď k odvodu energie z rozváděče ke spotřebičům nebo naopak pro přívod energie na přípojnícový systém. Může a nemusí být vybavena měřením.

4.2 Podélná spojka přípojníc

Používá se pro podélné propojení přípojnícového systému. Buď z důvodu dvou nezávislých zdrojů energie, nebo jen kvůli galvanickému oddělení dvou částí. Podélná spojka se vždy dělí do více polí. Jedno pole obsahuje vypínač a další pole slouží jen k napojení k přípojnícím, popřípadě může být vybaveno měřicími komponenty.

4.3 Příčná spojka přípojníc

Vyskytuje se u jednotek, kde je více přípojnícových systémů a ty mezi sebou navzájem propojuje, například rozváděč se systémem dvojitých přípojníc. Obsahuje vypínač a proudový transformátor. Příčná spojka je realizována jedním polem.

4.4 Měření

Toto pole je vybaveno obvykle napětovými transformátory a zkratovačem. Měření lze realizovat i jako vyjímatelné – lze jej bez přerušení provozu rozváděče vyjmout ven.

4.5 Přímý přívod/vývod (s měřením)

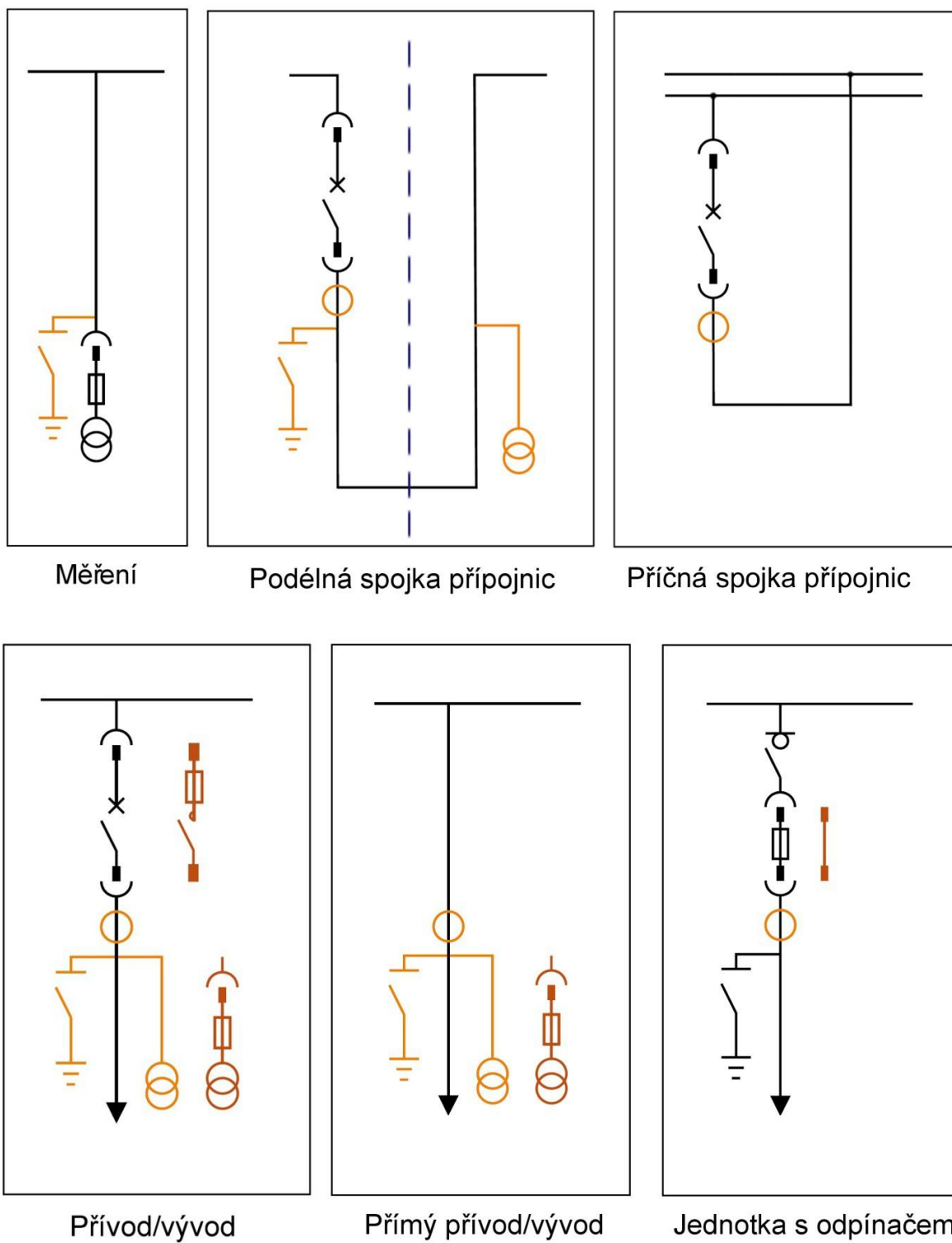
Toto pole je totožné, jako pole přívod/vývod i s přídavným měřením, ale neobsahuje vypínač. Nemůže být galvanicky odděleno od přípojníc.

4.6 Jednotka s odpínačem

Jednotka slouží pro spínání jmenovitých proudů a napětí.

Jednopolová schémata jsou uvedena na *Obr. 4*.

4 Typické jednotky



Obr. 4 Jednopolová schémata typických jednotek

5 Transformátory v rozváděčích

Ve velké většině případů se nacházejí v kabelovém prostoru (pro aplikace odboček), ale lze je umístit i do nástaveb na rozváděčové skříně (pro přípojnícové aplikace). Příklad proudového a napěťového transformátoru je na Obr. 5.

Signál z proudového transformátoru nese velikost hodnoty protékajícího proudu v primárním obvodu a je rozveden do měřicích zařízení a ochranných přístrojů. Proudové transformátory mohou měřit fázové proudy rozváděčové jednotky (umístění v kabelovém prostoru) nebo přípojnícové proudy (v nástavbách). Lze je nahradit proudovými senzory, pracujícími na principu Rogovského cívky bez feromagnetického jádra. Výstupní napěťový signál se pak integrací převede na hodnotu protékajícího proudu. Senzory jsou vysoce přesné, nepotýkají se s přesycením jádra, což zaručuje lineární charakteristiku v celém rozsahu měření, a za situace primární poruchy zůstává výstupní signál stále bezpečný pro měřicí zařízení. Na druhou stranu díky nízkému výstupnímu signálu je problém s jeho vyvedením na větší vzdálenosti.

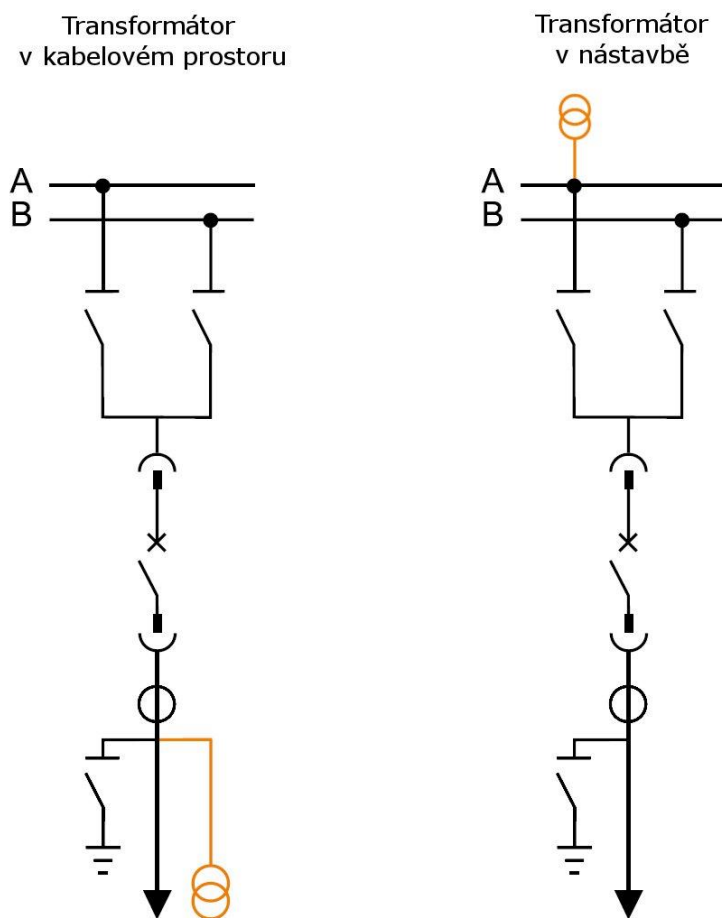
Na výstupu z napěťového transformátoru může být informace o velikosti fázového či sdruženého napětí a pro napájení měřicích zařízení a ochranných přístrojů. I u napěťových transformátorů je dostupná alternativa – napěťový senzor. Ten je založen na principu napěťového děliče. Odporový článek se sestává z keramické tyče. Převodový poměr je 10000/1. Dělič není ovlivněn účinky stejnosměrných složek a nevzniká na něm ferorezonanční jev [2], [3].



Obr. 5 Proudový transformátor TPU 1250 A; jednofázový napěťový transformátor TJC

5 Transformátory v rozváděcích

Pro představu jsou na Obr. 6 uvedeny varianty umístění napěťových transformátorů, jak v kabelovém prostoru, tak v nástavbě v horní části rozváděče.



Obr. 6 Varianty umístění transformátoru

6 Popis jednotlivých konstrukčních variant

V Tabulka 2 je pro přehlednost zobrazen přehled konstrukčních variant rozváděčů.

Tabulka 2 Přehled typů rozváděčů

UniGear ZS1	- Jednoduchý systém přípojníc - Systém dvojitých přípojníc - Standart - Front to front - Back to back - Dvouúrovňové uspořádání
UniGear 550	
UniGear 500	- IEC - ENA
UniGear ZVC	
UniGear MCC	
UniGear ZS2	
UniGear ZS3.2	

6.1 Rozváděč UniGear ZS1

6.1.1 Jednoduchý systém přípojníc (single busbar system)

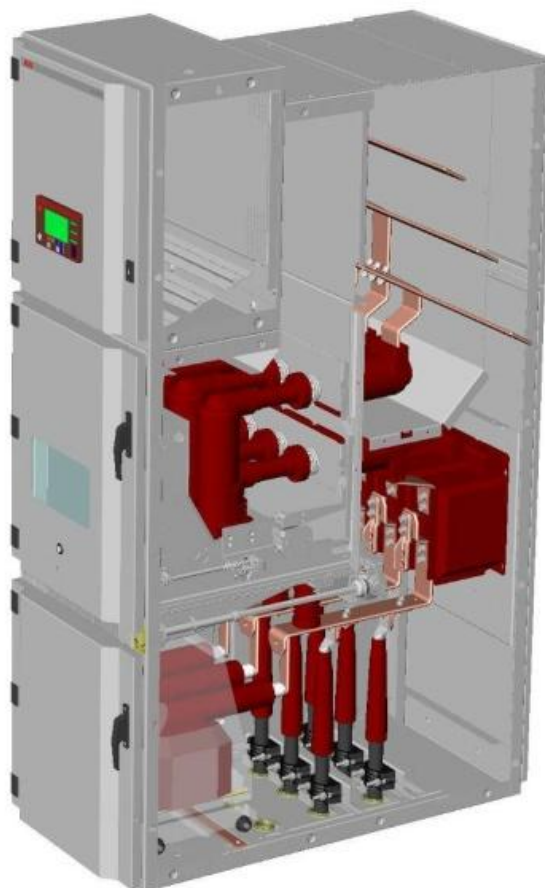
Tento kovově krytý vzduchem izolovaný rozváděč vysokého napětí je navržen tak, že vyhovuje standardům IEC a GOST (ruský standard). Rozváděč je vyobrazen na Obr. 7.

Rozváděč odpovídá normě IEC 62271-200. Patří do třídy bezpečnosti LSC-2B a do třídy přístupnosti A FLR. Pracuje na frekvenci 50 nebo 60 Hz. Rozváděčové skříně mohou mít šířky 650 mm, 800 mm nebo 1000 mm. Je určen pro jmenovitá napětí 7,2 kV, 12 kV, 17,5 kV a 24 kV. Tabulka 3 obsahuje základní parametry rozváděče.

Tabulka 3 Parametry rozváděče single busbar

Jmenovité napětí	kV	7,2	12	17,5	24
Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...4000			...3150
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...4000			...2500
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	50			31,5
Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	50			31,5

Rozváděč má jeden vypínač (vakuový nebo SF₆) či stykač a může obsahovat jeden zkratovač v kabelovém prostoru a druhý v nástavbě. Měření se může skládat z proudových či napěťových senzorů nebo klasických transformátorů nebo jejich kombinací [2],[3], [4], [5].



Obr. 7 Jednoduchý systém přípojníc [22]

6.1.2 Systém dvojitých přípojníc (double busbar system)

UniGear se dvěma systémy přípojníc – taktéž se jedná o kovově krytý vzduchem izolovaný rozváděč vysokého napětí, který vyhovuje standardům IEC a GOST. Rozváděč v obou svých variantách je vyobrazen na Obr. 8 a Obr. 9. Používá se tam, kde je kladen důraz na kontinuitu provozu. Při vhodné kombinaci funkčních jednotek je umožněn okamžitý přechod z jednoho systému na druhý, což zaručí nepřerušeno chodu připojených aplikací při výpadku jednoho ze zdrojů. Dále se může použít tam, kde je třeba odpojení skupiny vývodů od sítě nebo inspekce a údržby bez přerušení zatížení. Systémy se dvěma přípojnícemi se dají rozdělit do dvou skupin:

- Dva systémy přípojníc, dva odpojovače vedení a jeden vypínač (jedna skříň rozváděče pro oba systémy)
- Dva systémy přípojníc, dva oddíly vypínače s jedním nebo dvěma vypínači (duplexový systém ve variantách Back-to-back, kdy obě skříně stojí zadními stranami k sobě, nebo Front-to-front, skříně jsou natočeny dveřmi k sobě a je mezi nimi ulička)

Rozváděč odpovídá normě IEC 62271-200. Patří do třídy bezpečnosti LSC-2B a do třídy přístupnosti A FLR. Pracuje na frekvenci 50 nebo 60 Hz. Skříně mají stejné šířky jako

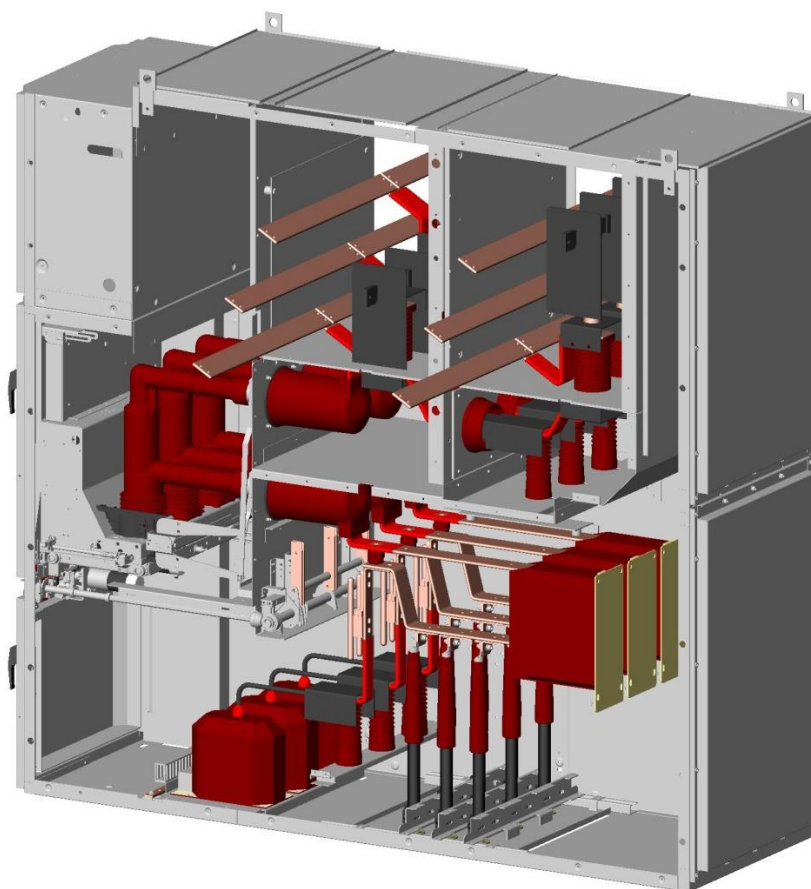
6 Popis jednotlivých konstrukčních variant

předchozí rozváděč s jednoduchým přípojnícovým systémem, ale bývají hlubší. Je určen pro jmenovitá napětí 12 kV, 17,5 kV a 24 kV. Tabulka 4 obsahuje základní parametry rozváděče.

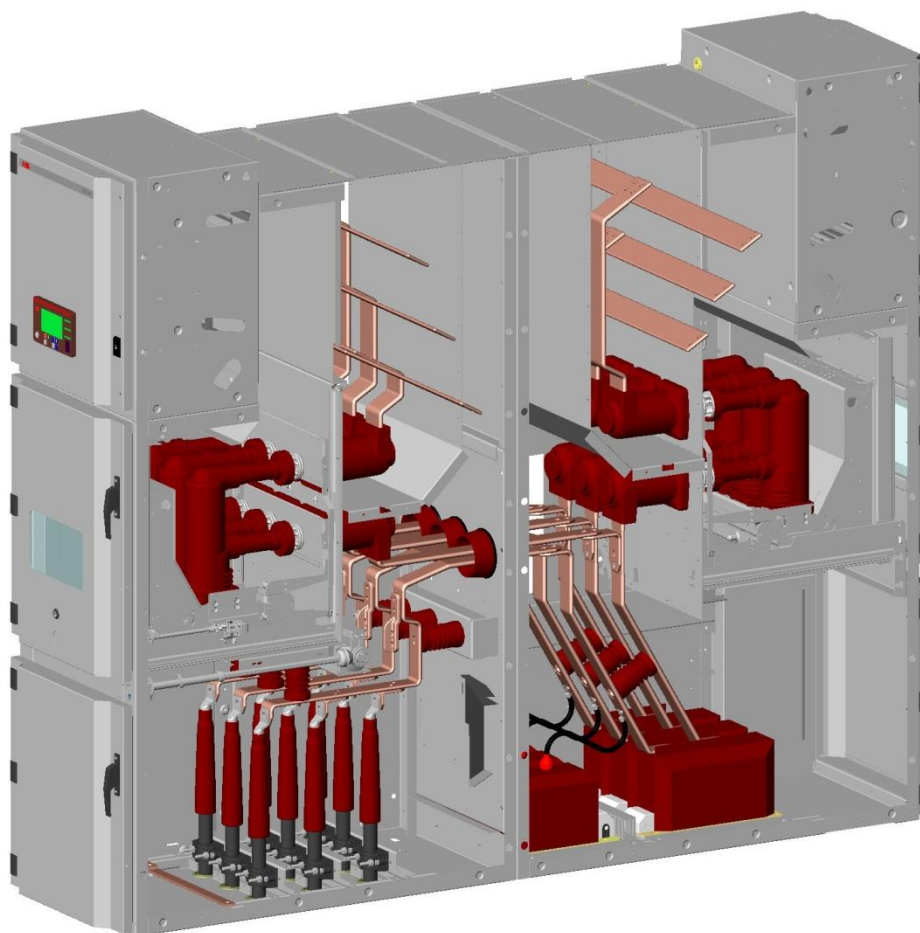
Tabulka 4 Parametry rozváděče DBB

DBB Standard	Jmenovité napětí	kV	12	17,5	24
	Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...4000		...2500
	Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...4000		...2500
	Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	31,5		25
	Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	31,5		25
Duplex Back-to-back	Jmenovité napětí	kV	12	17,5	24
	Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...4000		...2500
	Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...4000		...2500
	Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	31,5		25
	Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	31,5		25

Rozváděč má v sobě zabudovány dva systémy přípojníc se dvěma odpojovači a jeden vypínač (vakuový nebo SF₆) nebo stykač, v duplexovém provedení jsou zde pouze dva vypínače či stykače. Může obsahovat až tři zkratovače. Měření může být opět realizováno proudovými či napěťovými senzory nebo klasickými transformátory nebo jejich kombinací [2], [3], [4], [5], [8].

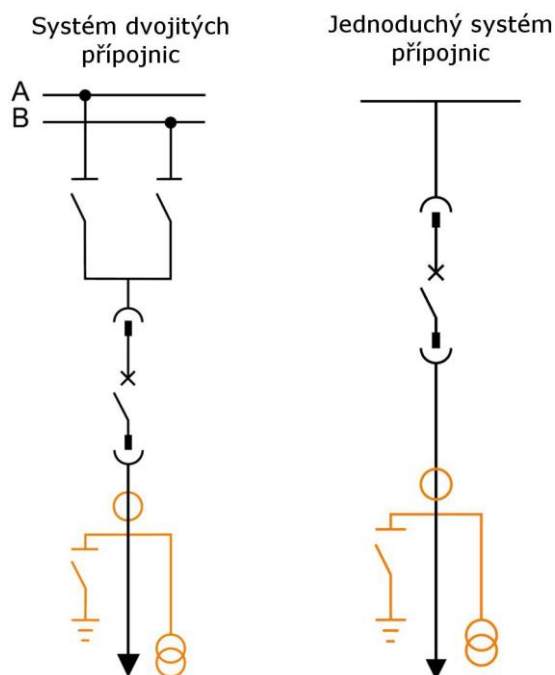


Obr. 8 Systém dvojitého přípojníc: varianta Standard



Obr. 9 Systém dvojitých přípojníc: varianta Back-to-back

Principiální rozdíl mezi jednoduchým systémem přípojníc a dvojitým systémem přípojníc (verze standard) je vyobrazen ve schématech na Obr. 10.



Obr. 10 Příklady jednoduchého a dvojitého systému přípojníc

6.1.3 Dvouúrovňové uspořádání (double level)

Rozváděč s jedním systémem přípojníc ve dvouúrovňovém uspořádání. Každá skříň je složena ze dvou nezávislých nad sebou stojících jednotek. Tímto je ušetřen značný prostor (30 až 40 % v typických konfiguracích). Rozváděč je vyobrazen na Obr. 11. Veškeré elektrické charakteristiky jednotek ve dvouúrovňovém a jednoúrovňovém uspořádání jsou identické až na jmenovitý proud. Ten je dán součtem proudů dvou horních a spodních polovičních přípojníc.

Dvouúrovňové jednotky lze libovolně napojit na klasické jednoúrovňové a tvořit tak jejich vzájemné kombinace. Toho se také využívá a vznikly dvě typické konfigurace:

- Kompletně dvouúrovňové uspořádání – dosahuje maximálních úspor místa, ale za cenu omezení jmenovitých proudů (maximální proud přívodů je 1600 A).
- Složené jednoúrovňové a dvouúrovňové uspořádání – zde se využívá jednoúrovňových přívodních jednotek pro dosažení vyšších jmenovitých proudů (maximálně 3150 A).

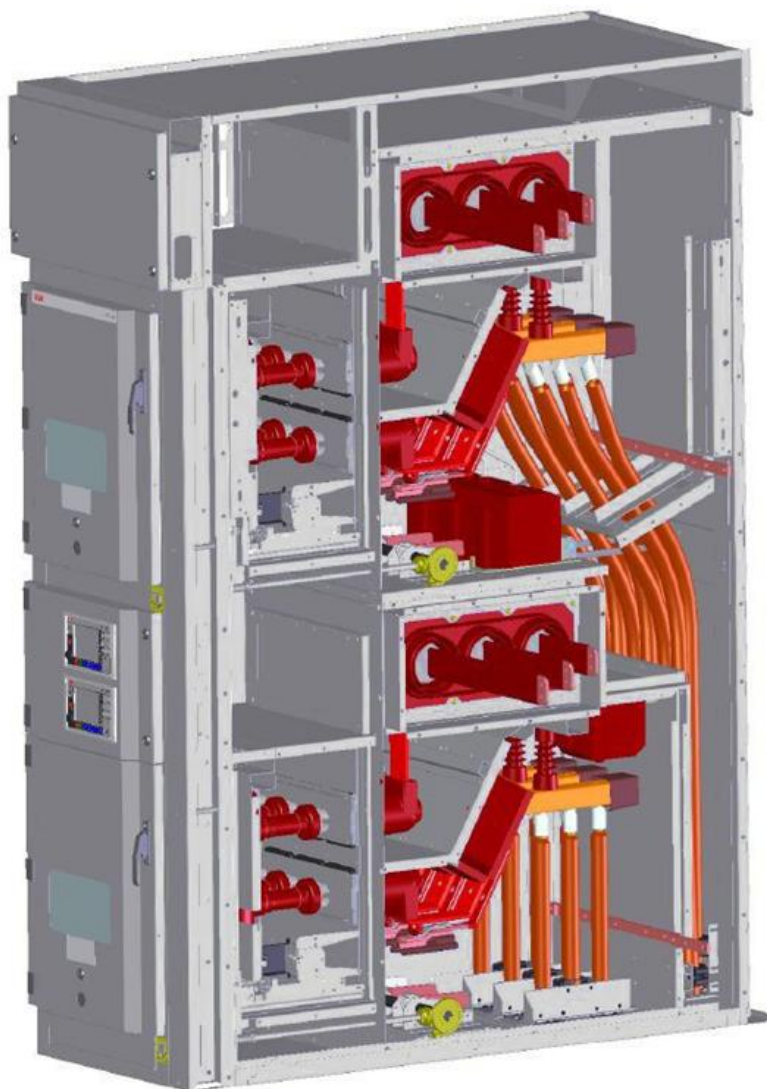
Jako předchozí rozváděče i tento je kovově krytý vzduchem izolovaný.

Odpovídá normě IEC 62271-200. Patří do třídy bezpečnosti LSC-2B a do třídy přístupnosti A FLR, přičemž plyny vzniklé při obloukovém zkratu ve spodní úrovni jsou vyváděny bočním prostorem na pravé straně rozváděče opět do horní, k tomu uzpůsobené, části. Pracuje s frekvencí 50 nebo 60 Hz. Jmenovitá napětí tentokrát končí na hodnotě 17,5 kV. Tabulka 5 obsahuje základní parametry rozváděče.

Tabulka 5 Parametry rozváděče double level

Jmenovité napětí	kV	12	17,5
Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...1600	
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...1600	
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	50	40
Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	40	40

Jak již bylo zmíněno, elektrické charakteristiky rozváděče se nijak neliší od dvou klasických single busbar rozváděčů stojících vedle sebe, proto lze do nich použít zcela identické komponenty [2], [3], [4], [5], [9].



Obr. 11 Dvouúrovňové uspořádání [22]

6.2 Rozváděč UniGear 550

Tento rozváděč se podobá většímu ZS1 single busbar. Opět je kovově krytý vzduchem izolovaný. UniGear byl podroben veškerým zkouškám požadovaných mezinárodními normami (IEC) a státními normami (čínská norma GB a ruská norma GOST). Rozváděč je vyobrazen na *Obr. 12*.

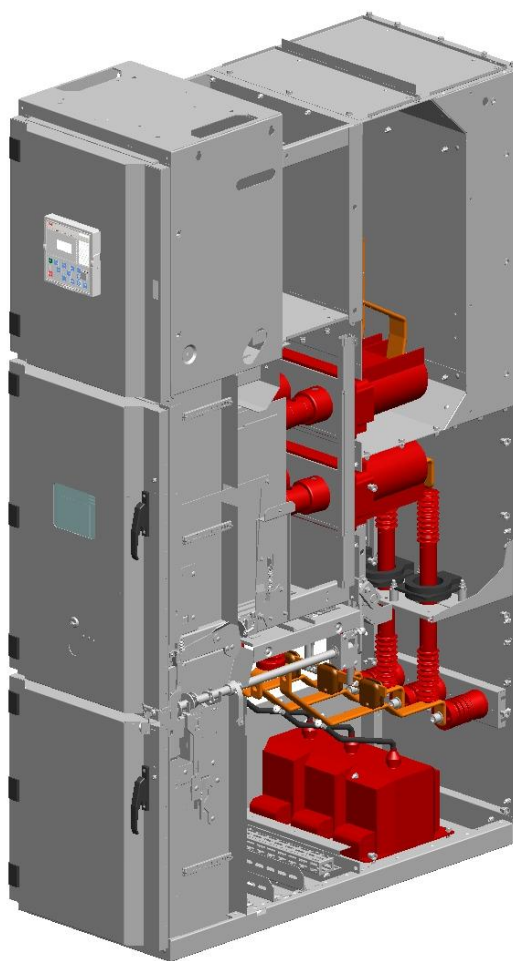
Rozváděč odpovídá normě IEC 62271-200, patří do třídy bezpečnosti LSC-2B a opět do třídy přístupnosti A FLR. Pracuje s frekvencemi 50 nebo 60 Hz. Rozváděč vyniká svou šířkou, která je 550 mm, jinak je na tom rozměrově stejně jako ZS1 SBB. S tímto rozvaděčem je snadno propojitelný. Pracuje se jmenovitými napětími do hodnoty 17,5 kV. *Tabulka 6* obsahuje základní parametry rozváděče.

6 Popis jednotlivých konstrukčních variant

Tabulka 6 Parametry rozváděče UniGear 550

Jmenovité napětí	kV	12	17,5
Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...4000	...4000
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...1250	
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	...31,5	
Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	...31,5	

UniGear 550 používá vypínač určený pro tento typ Vmax/L. Dále používá jako standard toroidní transformátory. Ty jsou upevněny na tyči proudových transformátorů (maximálně pro dva proudové transformátory – měření a jištění) a nad svorkami kabelů. Toroidní proudové transformátory mohou být nahrazeny blokovým proudovým transformátorem (pro přesnější měření) nebo průchodkovým proudovým transformátorem. Pevné napěťové transformátory se nachází v přední části skříně. Skříň je vybavena uzemňovače typu ST1-UG, který je vybaven mžikovým pohonem pro nucené zapínání, zvládne i zapínání do zkratu při jmenovité hodnotě zkratového zapínacího proudu. Při zapnutí spojí uzemňovací nůž všechny tři fáze se zemí. Pro jmenovité proudy do 2500A se používají ploché přípojnice, pro proudy mezi 3150 A a 4000 A je použit speciální D-profil [3], [6], [10], [11].



Obr. 12 UniGear 550

6.3 Rozváděč UniGear 500R

Šířka tohoto rozváděče je pouhých 500 mm. Rozváděč odpovídá mezinárodní normě IEC 62271-200 i státní normě pro Velkou Británii ENATS 41-36. Svou konstrukcí se řadí do třídy bezpečnosti LSC-2A. Rozváděč je vyobrazen na Obr. 13. Jsou dostupné dvě verze toho rozváděče – IEC a ENA.

- Verze IEC spadá do třídy přístupnosti A FLR. Tato verze používá stupeň externího krytí IP4X. Se svou hloubkou 1320 mm je o 200 mm větší, než ENA verze. Díky okýnků na čelní straně rozváděče je možné vizuálně zkontrolovat pozici odpojovače.
- Verze ENA spadá do třídy přístupnosti A F, nelze tedy namontovat přímo ke zdi, vyžaduje vzdálenost alespoň 600 mm od ní. To také znamená, že navrchu na rozváděči nenajdeme přídavný odfukový kanál. Stupeň externího krytí je nižší, a to IP3X. Na rozdíl od předchozí varianty je ENA vybavena zařízením na testování kabelů dostupným z přední strany rozváděče.

Rozváděč je konstruován na jmenovité napětí do 12 kV a pracovní frekvence zůstaly nezměněny (50 a 60 Hz). Tabulka 7 obsahuje základní parametry rozváděče.

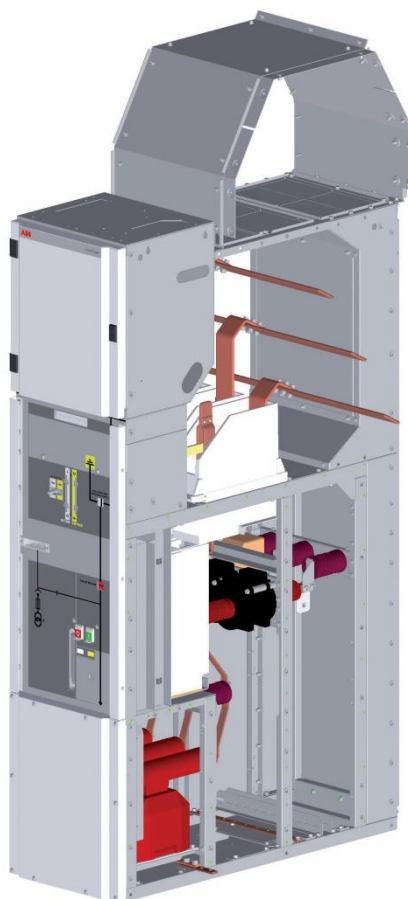
Tabulka 7 Parametry rozváděče UniGear 500R

Verze		IEC	ENA
Jmenovité napětí	kV	12	
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...2000	
Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...4000	
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	...31,5	...25
Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	...31,5	...25

UniGear 500R používá stejný vakuový vypínač, jako 550 Series, ale v odnímatelné verzi. Vypínač se demontuje zřídka kdy (při revizi či jeho nahrazení). 500R obsahuje třípolohový odpojovač, který se ovládá ze přední strany. Má definované tři pozice:

- ON – vypínač je připojený k přípojnicovému systému,
- OFF – vypínač je izolovaný od přípojnicového systému i od země,
- EARTH – vypínač je uzemněný.

Uzemnění se provádí ve dvou krocích. Prvním ovládacím prvkem z pozice ON do pozice OFF a následně druhým ovládacím prvkem z pozice OFF do pozice EARTHING. Ovladače jsou provázány mechanickými blokádami. V rozváděči lze opět použít toroidní či blokové transformátory anebo měřicí senzory. Přípojnice mají taktéž D-profil pro jmenovité proudy v rozmezí 3150 A až 4000 A, jinak jsou ploché [12], [13].



Obr. 13 UniGear 500R [11]

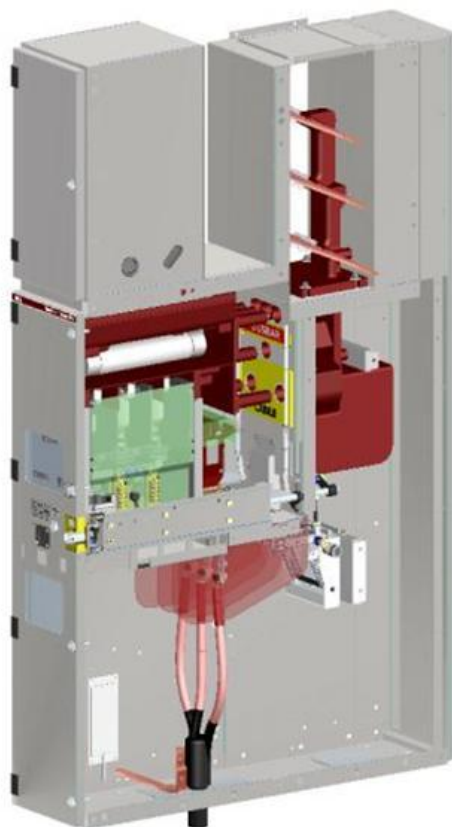
6.4 Rozváděč UniGear ZVC

Jedná se o jednotku s vakuovým stykačem a pojistkami. Stykač dovoluje vyšší četnost spínání, proto se používá ke spínání motorů, transformátorů a kondenzátorových baterií. Jednotka je široká 325 mm. Rozváděč odpovídá normám IEC 62271-200, AS/NZS a GB. Patří do třídy bezpečnosti LSC-2A a do třídy přístupnosti A FLR. Pracuje na frekvencích 50 a 60 Hz. ZVC je určen pro jmenovité napětí 3,6 kV a 7,2 kV. *Tabulka 8* obsahuje základní parametry rozváděče.

Tabulka 8 Parametry rozváděče UniGear ZVC

Jmenovité napětí	kV	7,2
Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...4000
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...400
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	...50
Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	...50

Rozváděč je sestavený kolem tří základních funkčních uspořádání sestávajících z monobloků z epoxidové pryskyřice, ve kterých jsou začleněny komponenty rozváděče. Do ZVC lze použít dva typy vakuových stykačů: V7 s pružinovým pohonem nebo VSC7 s magnetickým pohonem. Rozváděč je vyobrazen na *Obr. 14* [3], [15].



Obr. 14 UniGear ZVC [14]

6.5 Rozváděč UniGear MCC

MCC je kovově krytý vzduchem izolované řídicí centrum motorů. Obsahuje stykač s pojistkami. Používá se ke spínání motorů, transformátorů a kondenzátorových baterií. Šířka jednoho pole je 400 mm. Rozváděč je vyobrazen na Obr. 15.

Rozváděč odpovídá mezinárodní normě IEC 62271-200. Patří do třídy bezpečnosti LSC-2A a do třídy přístupnosti A FLR. Pracuje na frekvenci 50 nebo 60 Hz. Je určen pro jmenovitá napětí do 7,2 kV. Tabulka 9 obsahuje základní parametry rozváděče.

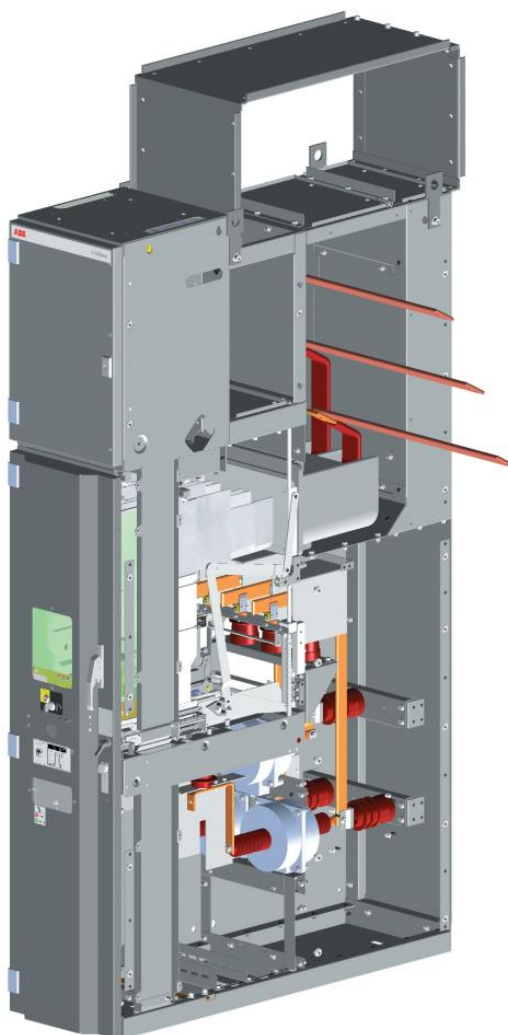
Tabulka 9 Parametry rozváděče UniGear MCC

Jmenovité napětí	kV	7,2
Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...4000
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...400
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	...50
Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	...50

Na přední straně skříně je inspekční otvor pro vizuální kontrolu zkratovače. Do rozváděče MCC se montuje vakuový stykač typu VSC s magnetickým pohonem. Stykač má tři polohy:

- Inserted – stykač je zapnutý, zkratovač je rozepnutý
- Test – stykač je ve střední pozici, zkratovač je rozepnutý
- Removed – stykač je vysunutý a je uzemněno

Činnost uzemňovače je ovládána polohou stykače a je automatická [16], [17].



Obr. 15 UniGear MCC [15]

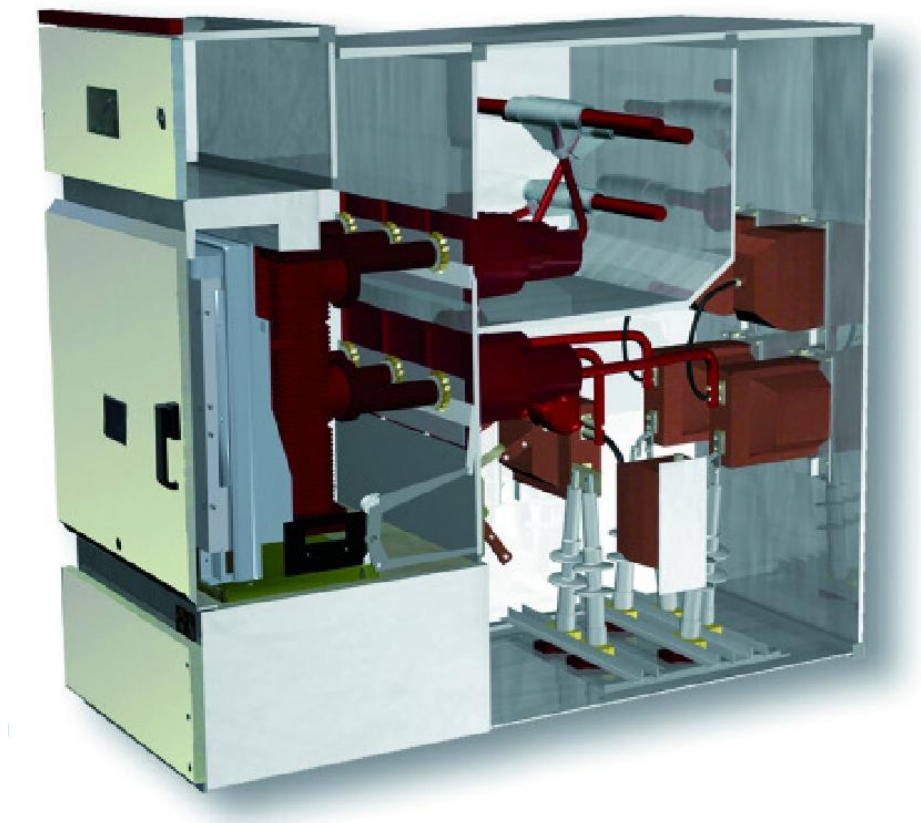
6.6 Rozváděč UniGear ZS2

UniGear s jedním systémem přípojníc, kovově krytý vzduchem izolovaný rozváděč. Vnitřní uspořádání v tomto rozváděči je na Obr. 16.

Rozváděč odpovídá mezinárodní normě IEC 62271-200. Patří do třídy bezpečnosti LSC-2B a do třídy přístupnosti A FLR. Pracovní frekvence jsou 50 a 60 Hz a nejvyšší jmenovité napětí má hodnotu 36 kV. Tabulka 10 obsahuje základní parametry rozváděče [18].

Tabulka 10 Parametry rozváděče UniGear ZS2

Jmenovité napětí	kV	36
Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...3150
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...2000
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	...31,5
Odolnost proti vnitřním obloukovým zkratům	kA / 1s	...31,5



Obr. 16 UniGear ZS2 [17]

6.7 Rozváděč UniGear ZS3.2

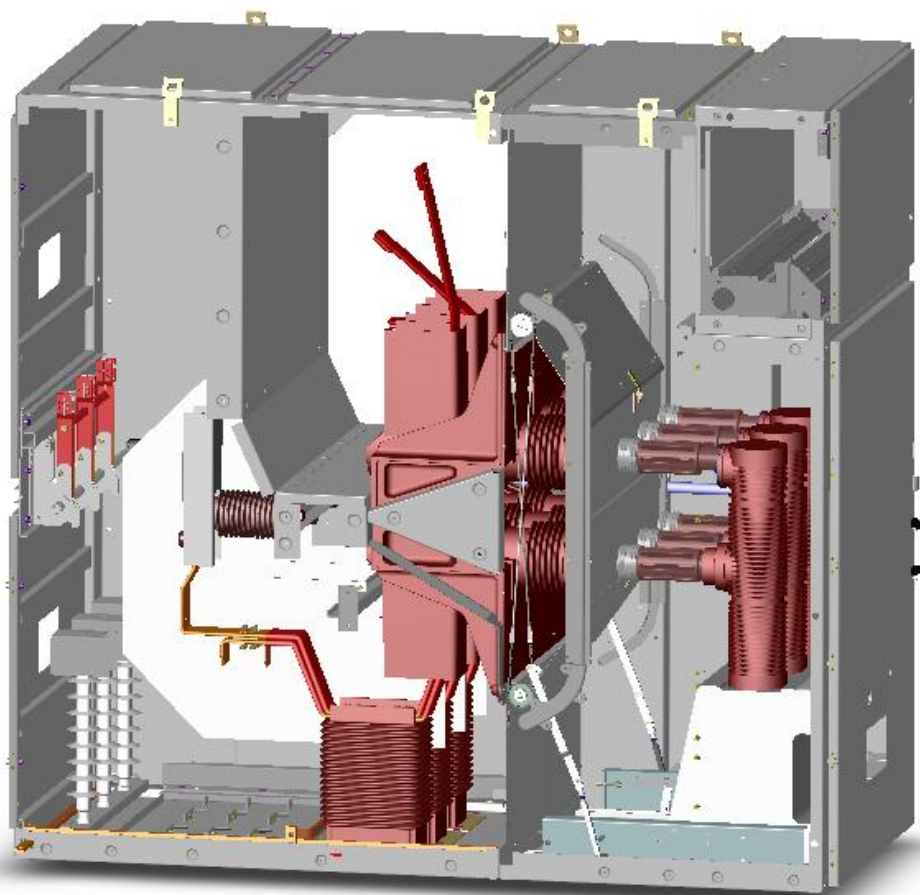
ZS3.2 je kovově krytý vzduchem izolovaný rozváděč. Konstrukce rozváděče vyhovuje standardům mezinárodním (IEC 62271-200) i místním (čínská norma GB). Spadá do třídy bezpečnosti LSC-2B. Rozměry jednoho pole jsou $\bar{S} = 1200$ mm, $H = 2565$ mm, $V = 2400$ mm a je dimenzováno na jmenovité napětí 36 kV a 40,5 kV. Rozváděč je vyobrazen na Obr. 17. Tabulka 11 obsahuje základní parametry rozváděče.

Tabulka 11 Parametry rozváděče UniGear ZS3.2

Jmenovité napětí	kV	40,5
Jmenovitý proud hlavní přípojnice	A	...3150
Jmenovitý proud připojení odbočky	A	...3150*
Jmenovitý krátkodobý výdržný proud	kA / 3s	...31,5

*) s přidavným chlazením

V rozváděči lze použít vakuový vypínač VD4 s pružinovým pohonem nebo vypínač HD4 s plynem SF_6 a pružinovým pohonem. Do rozváděče se montují konvenční proudové a napěťové transformátory izolované v pryskyřici. Pro vnitřní propojení se používají přípojnice trojúhelníkového profilu nebo D-profilu [19].



Obr. 17 UniGear ZS3.2 [18]

7 Blokády

Blokovací systémy na vysokonapětových rozváděčích slouží ke zvýšení bezpečnosti jejich provozu a k eliminaci chyb plynoucích ze špatné obsluhy. Hlavní důvody, proč se blokády na zařízeních vyskytují, jsou bezpečnost obsluhy zařízení, ochrana před zničením rozváděče a s tím spojená i mnohdy vyžadovaná kontinuita provozu zařízení. Blokáda je zařízení, které brání ve vykonání určitého úkonu tak dlouho, dokud není splněna potřebná podmínka (podmínky) [20].

Blokády můžeme rozdělit podle realizace:

7.1 Blokády elektrické

Blokování pomocí elektrických blokad je tvořeno čistě logickými funkcemi, jejichž kombinace jsou naprogramovány v ochraně. Vstupy jsou tvořeny informacemi o stavech vypínačů, zkratovačů atp. a výstup je potom povolení či zablokování požadované operace. Elektrické blokády bývají převážně použity v rámci celé rozvodny, mezi několika poli.

7.2 Blokády elektromechanické

Jsou to blokády, pro jejichž uvolnění je potřeba elektrická energie. Bez působení elektrické energie blokují mechanicky. Jsou sestaveny z prvků jako relátka, mikrospínače apod. Elektrické blokády jsou konstruovány jako aktivní. To znamená, že při výpadku napájení zůstanou zablokované.

7.3 Blokády mechanické

Propojení mezi blokujícím členem a členem hlídajícím podmínku je čistě mechanické a působení blokády není závislé na elektrickém napájení.

Blokády se mohou lišit pro různě vybavené stejné typové jednotky, dále se liší v rámci typových jednotek jednoho rozváděče a liší se i mezi jednotlivými typy rozváděčů (viz popis jednotlivých konstrukčních variant).

7.4 Blokády na rozváděči UniGear jednoduchý systém přípojníc

7.4.1 Blokování vypínače a zkratovače

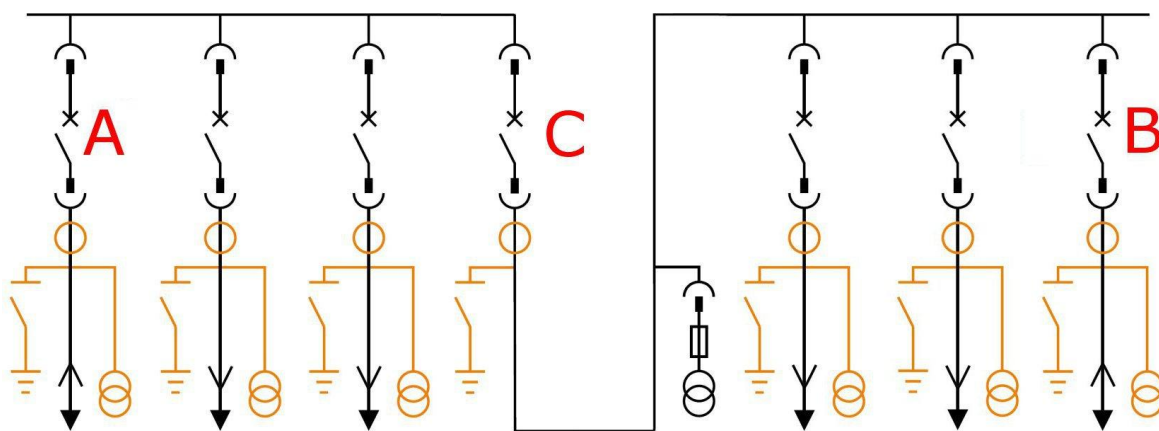
7.4.1.1 Blokády elektrické

1. Přípojnicový uzemňovač je možno zapnout, jen pokud jsou všechny výsuvné části v příslušném úseku přípojníc v poloze test (koncový spínač BT1) nebo jsou vypínačové zásuvky odpojeny.
2. Blokáda dva ze tří

Mohou být sepnuty pouze dva vypínače z celkových tří instalovaných v rozvodně (volitelná). Současně mohou být v zapnutém stavu pouze vypínače A a B, A a C nebo B a C, přičemž třetí zbývajících musí být vždy ve vypnutém stavu. Příklad takové rozvodny s podélnou spojkou přípojníc je na Obr. 18.

3. Blokáda synchro-check

V rozvodně se dvěma přívody (A a B) může být v případě vyššího odběru v jedné sekci sepnuta podélná spojka přípojníc (C) a přiřazován do společné sítě druhý zdroj (při splnění fázovacích podmínek, o které se stará ochrana). Pro představu opět poslouží Obr. 18.



Obr. 18 Rozvodna se dvěma přívody

7.4.1.2 Blokády elektromechanické

1. Nelze zapnout vypínač, není-li přítomno pomocné napětí.

Součástí této blokády je cívka RL1. Bez pomocného napětí mačkáním tlačítka pro zapnutí na vypínači nelze pohybovat s kontakty zapínacího mechanismu. Teprve při přivedení pomocného napětí sepne cívka RL1 a vsune mezi tlačítko a kontakty zapínacího mechanismu pohyblivý člen, který přenesení sílu od tlačítka vypínače dále a umožní zapnutí tlačítkem. Tato blokáda je vyobrazena na obrázku Příloha A1.

2. Nelze zkratovat, není-li přítomno pomocné napájení.

Tuto blokádu řídí cívka RL3. Pro ruční zkratování je třeba vložit kliku do patřičného slotu. Tento slot je chráněn clonkou. Odstranění clonky pohybem dolů je blokováno ocelovým trnem. Pokud je přítomno pomocné napětí, cívka RL3 sepne, trn zajede dovnitř, clonka lze stáhnout, lze nasadit kliku a může se provést operace zkratování. Blokádu lze nalézt na obrázku *Příloha A3*.

3. Nelze zapnout vypínač, klesne-li pomocné napětí pod určitou mez.

Řídicím prvkem je podpěťová cívka MU. Cívka MU vybavuje přímo vypínací cívku.

4. Nelze zasunout vypínač do polohy servis, pokud je jeho zásuvka odpojena.

O tuto blokádu se stará cívka RL2. Ta blokuje při odpojené zásuvce otáčení hřídele pro posun vozíku vypínače.

7.4.1.3 Blokády mechanické

1. Nelze zapnout vypínač, pokud je v mezipoloze (nachází se někde mezi polohou servis a polohou test).

Podobný pohyblivý člen, jako u první elektromechanické blokády, je potřeba opět vložit mezi tlačítko vypínače a kontakty zapínacího mechanismu. U elektromechanické blokády na něj tlačilo jádro cívky seshora, zde se vkládá zespodu pákovým mechanismem. Pokud je vozík vypínače v mezipoloze, lišta pákového mechanismu je dole a vypínač tedy nelze tlačítkem zapnout. Činnost blokády je znázorněna v *Příloze A4* a *Příloze A5*.

2. Vypínač nelze vysunout nebo zasunout, pokud je v zapnutém stavu.

Zde platí opačný princip jako u předchozí blokády. Pokud je vypínač zapnut, je lišta pákového mechanismu nahoře a nelze s ní pohybovat. Pro opuštění vozíku polohy servis či test je nutné, aby byla lišta uvolněna, tedy aby byl vypínač vypnut.

3. Nelze vytáhnout zástrčka vypínače (řídicí a komunikační kabely), pokud není vypínač v pozici test.

Před zásuvku sjede lišta, která blokuje vytáhnutí do ní zapojené zástrčky. Blokáda je zobrazena v *Příloze A7*.

4. Nelze zkratovat, pokud není vypínač v pozici test nebo mimo skříň.

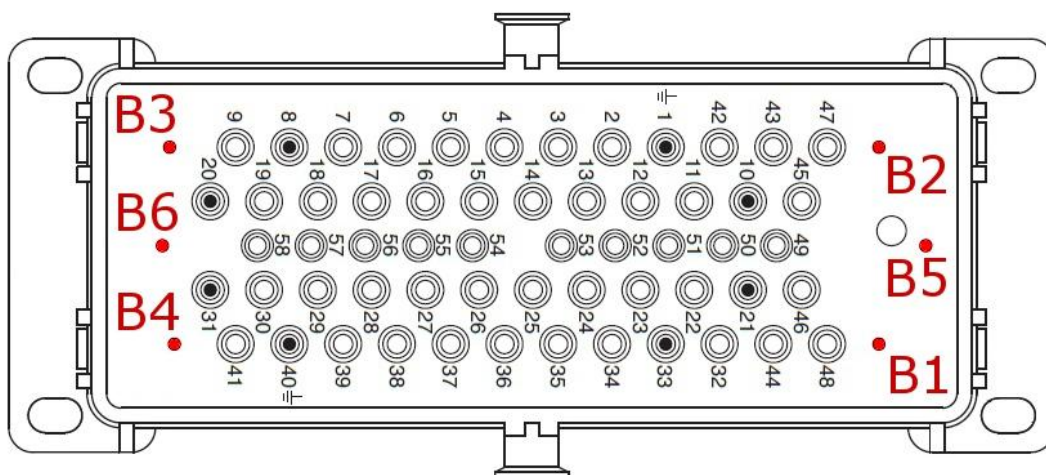
Pohyb hřídele pro zkratování je spojen s vysunutím a zasunutím ocelového jazýčku do dráhy vozíku vypínače. Pokud je vysunutí jazýčku blokováno přítomností vozíku vypínače, znamená to, že se vozík vypínače nachází v pozici servis nebo v mezipoloze – nelze zkratovat. Jakmile se vozík dostane do polohy test nebo je vytáhnut ven ze skříně, jazýček není ničím blokován a lze otáčet s hřídelí pro zkratování. Pro názornost slouží *Příloha A9*.

5. Nelze zasunout vypínač, když je zkratovač zapnutý.

Zde je opačný princip, jako v předchozí blokádě. Pokud je zkratováno, jazýček v dráze vypínačového vozíku blokuje jeho pohyb směrem do skříně (opuštění polohy test).

6. Nelze zapojit zástrčku od vypínače do zásuvky rozváděče, který je konstruován pro vypínač jiných parametrů.

Na zástrčce je k dispozici šest zdírek, B1 až B6, které mohou být osazeny piny. Podle osazených pinů jsou pak vyvrtány díry do zásuvky. Kódovací piny na zásuvce jsou zobrazeny na Obr. 19 a v Příloze A10.



Obr. 19 Kódování zásuvky vypínače

7.4.2 Blokování dvířek a clonek

7.4.2.1 Blokády mechanické

1. Nelze otevřít dvířka od vypínačového prostoru, pokud je vypínač v mezipoloze nebo poloze servis.

Jakmile se vypínačový vozík dostane z polohy test do mezipolohy, vysune se ze skříně do výřezu ve dvířkách od vypínačového prostoru ocelový jazýček. Při otevírání dvířek klikou se výřez vlivem dvou protichůdných plechů zmenší. Pokud je jazýček ve dvířkách, brání pohybu plechům a tím i v pohybu klikou. Princip blokády je vyobrazen v Příloze B1 a Příloze B2.

2. Nelze zasunout vypínač, pokud jsou dvířka od vypínačového prostoru otevřena.

Při zavřených dveřích tlačí ocelový jazýček, připevněný ke dveřím, na mechanismus, který se stará o odtažení ocelového trnu ze slotu pro nasazení kliky pro posun vypínačovým vozíkem. Pokud jsou dvířka otevřena, trn blokuje nasazení kliky. Blokádu lze nalézt v *Příloze B3* a v *Příloze B4*.

3. Nelze otevřít dvířka od kabelového prostoru, pokud není zapnutý zkratovač.

Tato blokáda funguje na zcela totožném principu, jako mechanická blokáda číslo jedna v tomto seznamu. Pokud je zkratováno, je klika dvířek kabelového prostoru blokována ocelovým jazýčkem, vysunutým ze skříně.

4. Nelze ovládat zkratovač, pokud jsou otevřená dvířka od kabelového prostoru.

Jedná se opět o stejný mechanismus jako v bodě dva tohoto seznamu, aplikovaný na kabelový prostor a dvířka od něj. Vyobrazení blokády je na obrázku *Příloha B6*.

5. Clony ve vypínačovém prostoru pro kontakty vypínače na straně od hlavních přípojníc i od kabelů nejdou otevřít rukou.

Tělo vozíku vypínače tlačí na mechanismus, který dovoluje clonám pohyb dolů a odkrýt tak kontakty. Aby bylo možné se ke clonám dostat, musí být vypínač mimo skříň. V tom případě mechanismus blokuje pohyb clon, které zakrývají kontakty. Pohled na clony lze nalézt v *Příloze A8* a blokovací mechanismus je v *Příloze B7*.

7.5 Motorově ovládaný panel UniGear jednoduchý systém přípojníc

Rozváděče UniGear nabízejí variantu s motorově poháněným vozíkem vypínače a motorově poháněným zkratovačem. U Takovýchto panelů některé blokády chybí a některé mechanické jsou nahrazeny elektrickými.

1. Nelze zasunout vypínač do polohy servis, pokud je jeho zásuvka odpojena – tato mechanická blokáda zde chybí. Posun vozíku vypínače do polohy servis pomocí motoru je sice blokován, ale ručně za pomoci kliky jím pohybovat lze.
2. Nelze zkratovat, není-li přítomno pomocné napájení – tato elektromechanická blokáda v takovýchto rozváděcích také schází. Pokud není přítomno pomocné napětí, chybí energie k provozu motorového posunu, ale opět ručně pomocí kliky lze zkratovat.
3. Nelze zasunout vypínač, pokud jsou dvířka od vypínačového prostoru otevřena.

7.5.1 Blokády elektrické

1. Nelze vypnout zkratovač, pokud jsou otevřena dvířka od kabelového prostoru.
2. Nelze zasunout vypínač, pokud jsou otevřena dvířka od vypínačového prostoru.
3. Pokud je vložena klika od zkratovače, nelze motorově zkratovat.

7.6 Blokády na rozváděči UniGear systém dvojitého přípojníc

U varianty rozváděče double busbar, který pracuje se dvěma systémy přípojníc, jsou navíc další blokovací podmínky, i díky tomu, že obsahuje dva odpojovače. Ostatní blokády se neliší od blokad na UniGear ZS1.

7.6.1 Verze Standard

7.6.1.1 Blokády elektrické

1. Oba odpojovače se mohou připojit současně jen tehdy, je-li spojena příčná spojka.
2. Pokud odpojovačem teče proud, nelze ho odpojit. Výjimku tvoří stav, kdy je sepnut vypínač rozváděče, vypínač příčné spojky i připojeny oba dva odpojovače. V takovém případě lze jeden libovolný odpojovač odpojit (nedojde k vytažení oblouku) za podmínky, že vždy zůstane alespoň jeden odpojovač připojený.
3. Příčná spojka nesmí být rozepnuta, pokud jsou v libovolném poli připojené oba dva odpojovače současně.
4. Přípojnici A lze zkratovat pouze tehdy, jsou-li odpojovače všech polí v rozvodně, které pracují s přípojnici A, odpojeny (totéž platí i pro přípojnici B).
5. Nelze manipulovat s odpojovačem BB1, před dokončením manipulace s odpojovačem BB2 (a naopak).

7.6.1.2 Blokády elektromechanické

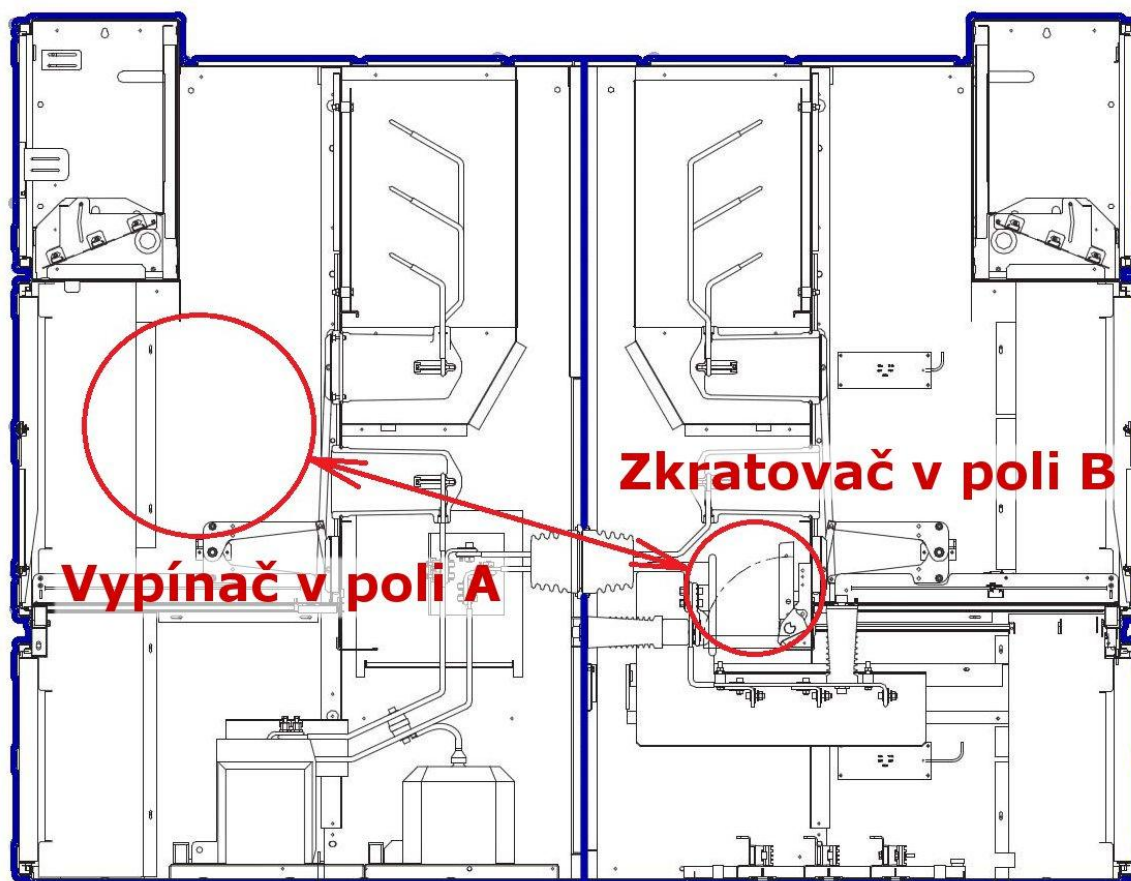
1. Nelze manuálně manipulovat s odpojovačem, když není v rozváděči přítomno pomocné napětí.

O blokování se stará dvojice blokovacích cívek RL6 a RL7. Pohyb clonek je vyobrazen v *Příloze C1*.

2. Nelze zkratovat, není-li přítomno pomocné napájení (nelze nasadit klika zkratovače).

7.6.2 Verze Duplex

1. Blokáda mezi zkratovačem a vypínačem protějšího pole (v rámci jednoho pole je tato blokáda mechanická, ale do druhého pole lze realizovat pouze elektricky).
Viz *Obr. 20*.
2. Nemohou být zapnuté vypínače v obou polích současně (vypínač v poli A a v poli B; volitelná blokáda).



Obr. 20 Blokáda na systému dvojitých přípojníc verze Duplex (Back-to-back)

7.7 Zamykání

Blokování pomocí zabudovaného zámku na klíč, visacího zámku nebo na double bit (speciálně profilovaný klíč) jsou další možnosti, jak zamezit nechtěné manipulaci s rozváděčem. Blokáda pracuje svým způsobem automaticky a čeká pouze na splnění určitých podmínek. Naproti tomu k překonání zámků je potřeba úkon, provedený člověkem (zamykání pracuje závisle na člověku).

1. Blokování dvířek nízkonapětového prostoru pomocí rukojeti se zámkem na double bit nebo double bit a visací zámek
2. Blokování dvířek vypínačového a kabelového prostoru pomocí rukojeti s visacím zámkem a s double bit nebo bez něj.
3. Blokování krytky na slotu pro ovládání posuvu vypínače pomocí visacího zámku, zabudovaného zámku nebo zámku na double bit.
4. Blokování krytky na slotu pro ovládání zkratovače lze provést pomocí zabudovaného zámku nebo visacího zámku.
5. Blokování tlačítek na vypínači lze provést pomocí visacího zámku.

6. Blokování tlačítek na dvířkách od vypínačového prostoru pouze pomocí visacího zámku.
7. Clony ve vypínačovém prostoru mohou být zamknuty pomocí visacího zámku.

7.8 Blokovací cívky

Elektromagnetická blokovací cívka v okamžiku, kdy je na ni přivedeno napětí, přitáhne blokovací magnet, čímž mechanicky odblokuje provedení některých činností. Napětí na cívku je přivedeno až po splnění podmínek, daných logikou zapojení. Pomocí blokovacích cívek jsou realizovány některé elektromechanické blokády, viz kapitola 7.4.1.2 *Blokády elektromechanické*. Přehled nejpoužívanějších blokovacích cívek v rozváděcích UniGear:

- RL1 – pokud není cívka pod napětím, blokuje mechanicky zapnutí vypínače v rozváděči pomocí tlačítek. Tuto cívku lze najít na obrázku *Příloha A1*.
- RL2 – jestliže na ni není přivedeno napětí je blokován posun vypínačového vozíku, tedy i operace zasunutí/vysunutí vypínače. Cívka RL1 a RL2 jsou součástí vypínače.
- RL3 – přivedením napětí na cívku je odblokována clonka pro nasazení kliky od zkratovače. Cívka je zachycena na obrázku *Příloha A3*. Cívka RL3 může být použita jak pro zkratovač v kabelovém prostoru, tak i pro přípojnícový zkratovač v nástavbě.
- RL6, RL7 – tato dvojice cívek blokuje clonky pro nasazení kliky pro pohyb s odpojovači u systému dvojitých přípojníc (pracuje na stejném principu, jako RL3 u jednoduchého systému přípojníc).

8 Zapojení blokády

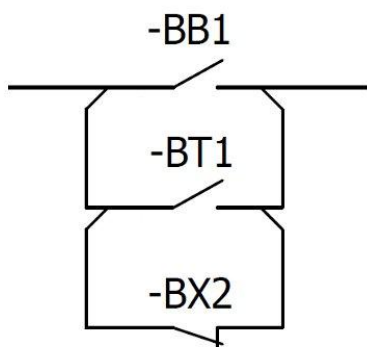
Zapojení blokády v rámci jedné rozvodny bývá často velice odlišné. Hlavním důvodem je, že každá rozvodna je složena z různých počtů různých typů polí. Dalšími důvody jsou zvyklosti a požadavky zákazníka, příslušné normy dané země apod. V zásadě platí, že čím rozsáhlejší rozvodna, tím je složitější zapojení blokády. Návrh a řešení blokády má na starosti projektant dané zakázky.

Vždy však platí, že zapojení musí splňovat požadavky na bezpečnost provozu. Tyto požadavky vycházejí ze základních blokády, popsaných v kapitole 7 *Blokády*.

Pro nakreslení schémat rozveden posloužil firemní software z ABB s názvem EPLAN Electric P8. Platforma EPLAN nabízí několik modulů pro mechanické či elektrotechnické projektování. Pro účely návrhu rozváděčů UniGear je využíván modul Electric P8.

K vytváření podmínek pro fungování blokády se používá kontaktů elektromagnetických relé, na jejichž cívky je dle splnění daných podmínek přivedeno napětí a jejich kontakty uzavírají či rozpojují obvody. Kontakty jsou řazeny buď paralelně (logická funkce OR) nebo sériově (logická funkce AND). Příklady zapojení jsou na *Obr. 21*. V případě varianty a) projde signál, bude-li sepnutý alespoň jeden z kontaktů BB1, BT1 nebo BX2. Pro průchod signálu v případě b) musí být sepnuty oba dva kontakty současně.

a) Paralelní zapojení
funkce OR (nebo)



b) sériové zapojení
funkce AND (a zároveň)

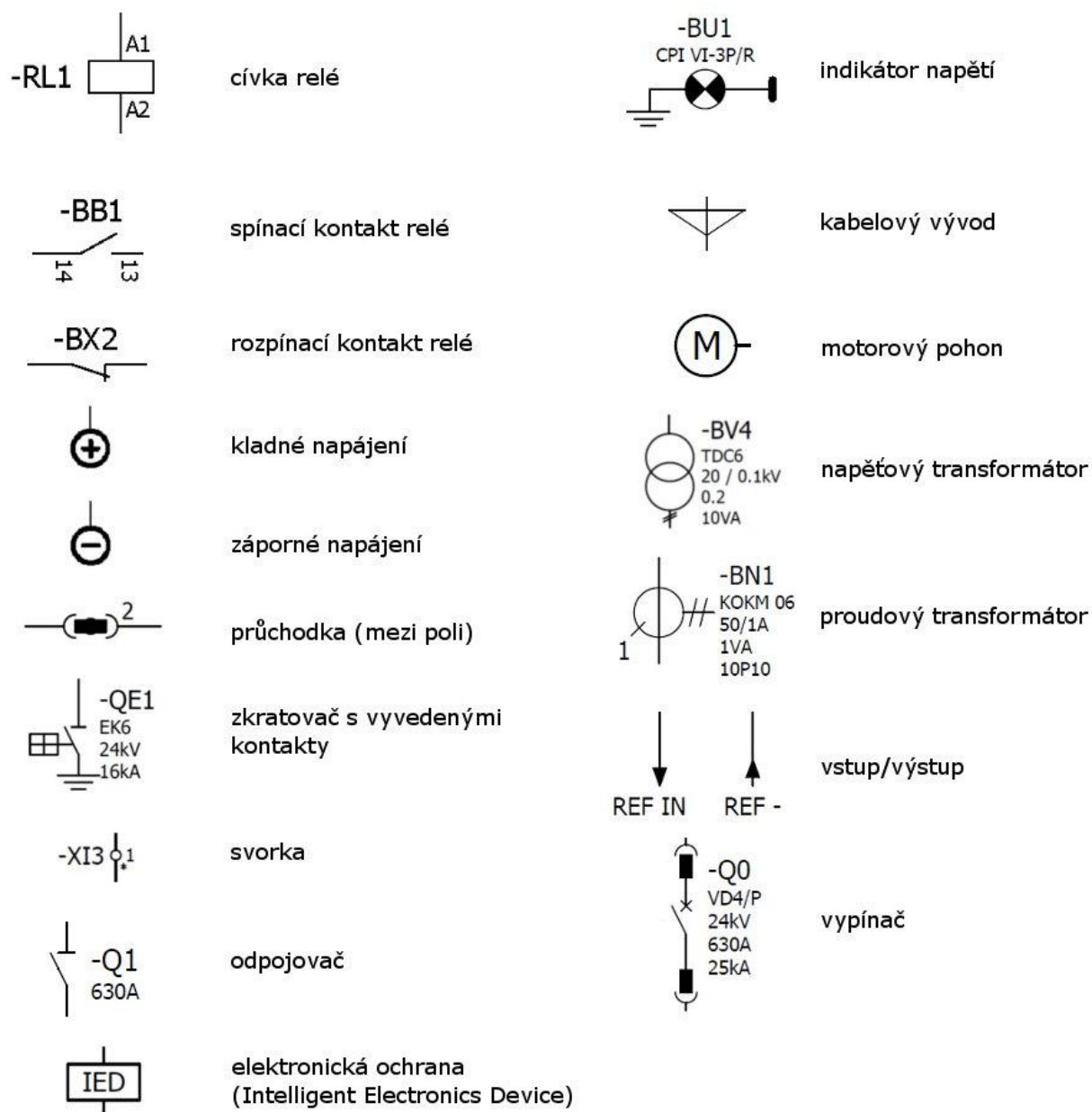


Obr. 21 Možná zapojení kontaktů

Jako příklady možného základního zapojení blokády byly vybrány a vytvořeny tři rozvodny: jedna rozvodna o šesti polích, kde je demonstrována elektrická blokáda dva ze tří, dále menší rozvodna s jednoduchým systémem přípojníc a rozvodna s dvojitým systémem přípojníc.

8 Zapojení bloků

Legenda ke schémátům je na Obr. 22. Názvy a hodnoty u značek jsou pouze příkladné.



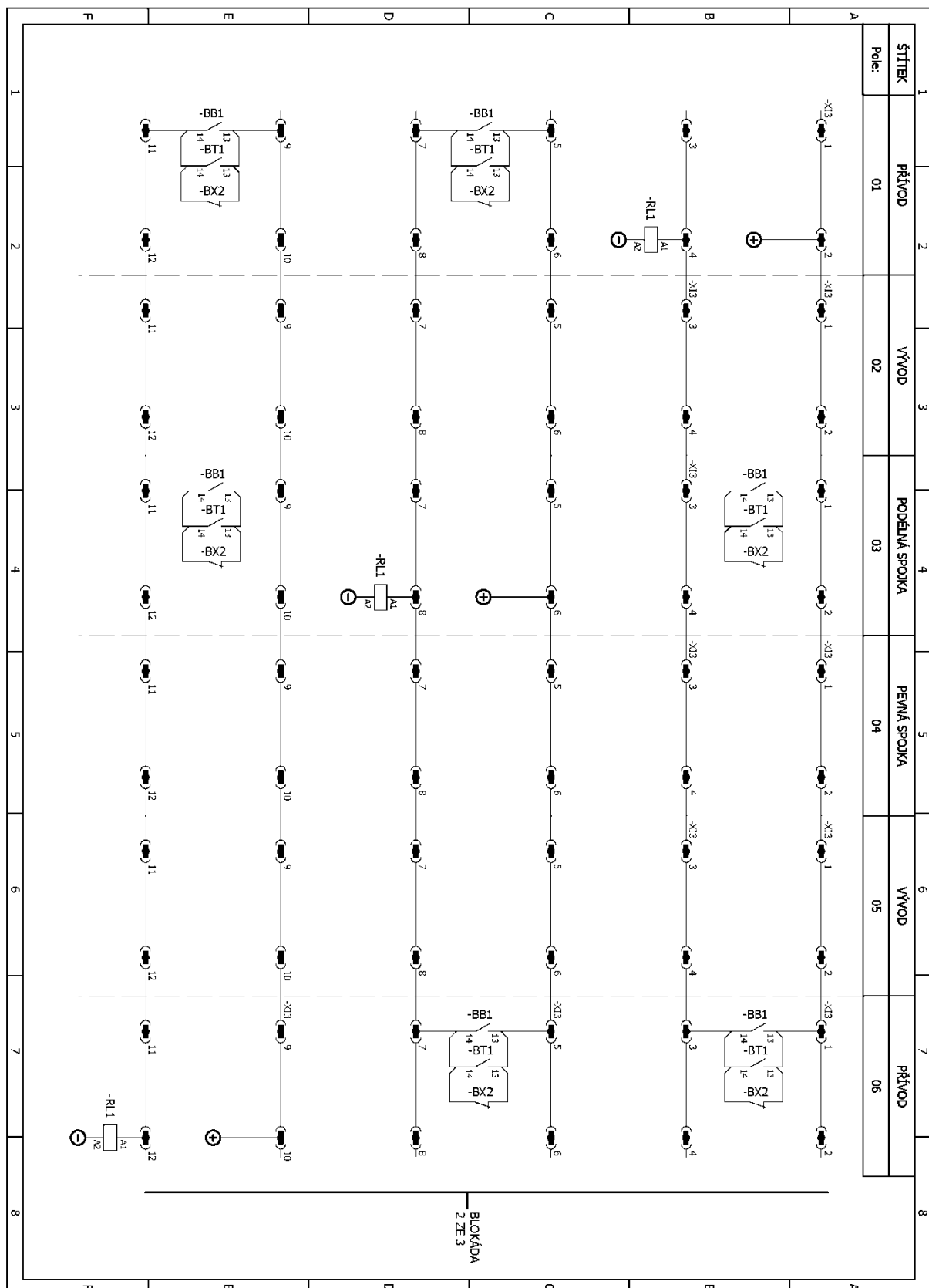
Obr. 22 Legenda

8.1 Rozvodna č. 1

Je tvořena šesti poli, z nichž dva jsou vývody, dvě pole jsou přívodní a uprostřed je podélná spojka přípojníc, realizována dvěma poli, polem 3 a 4. Schéma blokády dva ze tří v rozvodně č. 1 najdeme na *Obr. 23*.

Kontakt BB1 je sepnutý, pokud je vypínač (rozdávěčový) ve vypnutém stavu, kontakt BT1 je sepnutý, pokud je vypínač v poloze test a kontakt BX2 je sepnutý, pokud je odpojena zásuvka vypínače. Pokud není blokovací cívka RL1 pod napětím, nelze zapnout vypínač. Napětí k cívce RL1 v prvním poli se dostane, pouze pokud bude vypínač ve třetím nebo šestém poli rozepnutý nebo se bude nacházet v pozici test (tím je zaručeno, že přes něj nemůže energie odcházet do kabelového připojení) anebo bude alespoň jedna zásuvka od vypínačů odpojena (opět je tímto zaručena poloha vypínače test nebo je mimo skříň). Pokud budou například sepnuty oba dva vypínače v polích 3 a 6, cívka RL1 nebude pod napětím a zabrání tak sepnutí třetího vypínače v rozvodně, což odpovídá funkci blokády dva ze tří.

8 Zapojení blokád



Obr. 23 Blokáda dva ze tří

8.2 Rozvodna č. 2

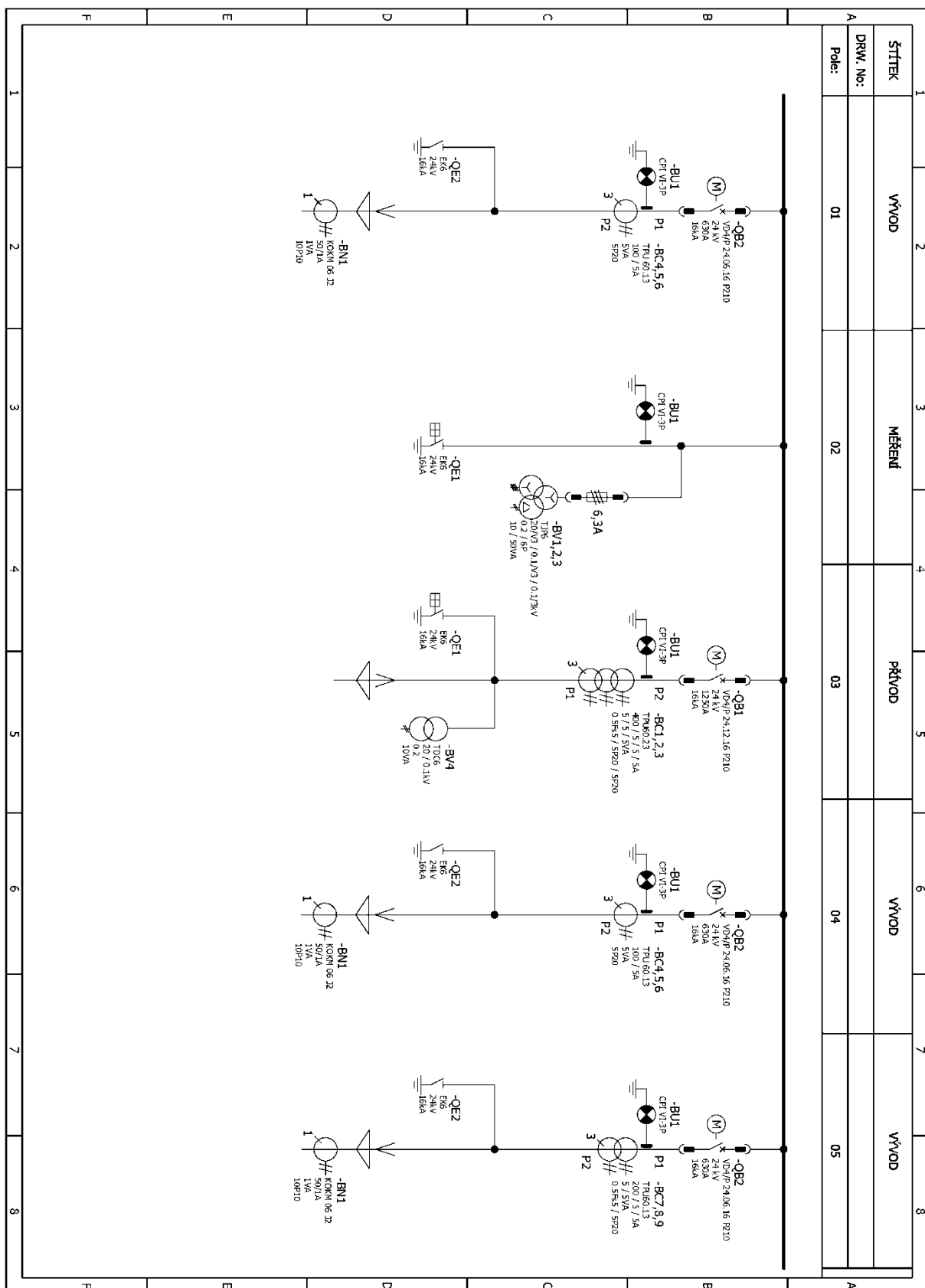
Tato rozvodna obsahuje jednoduchý systém přípojníc a sestává z pěti polí – tři vývody, pole měření a přívodní pole.

První je jednopólové schéma (SLD) na *Obr. 24* a dává čtenáři přehled o uspořádání jednotlivých polí v rámci rozvodny. Druhé schéma na *Obr. 25* již znázorňuje jen propojení týkající se blokování. Je zde vyobrazen celek rozvodny s propojením všech polí dohromady. Následující tři obrázky (*Obr. 26*, *Obr. 27* a *Obr. 28*) nabízí pohled do jednotlivých polí. Jedná se o tři představitele, tj. pole, která zastupují skupinu identických rozváděčů, které se vyskytují v rozvodně vícekrát, vývod, přívod a měření.

U každého kontaktu je vypsána podmínka (podmínky), při jejímž splnění se spínací (rozpínací) kontakt dostane do polohy znázorněné ve schématu. V opačném případě spínací kontakt obvod spojí a rozpínací kontakt obvod přeruší.

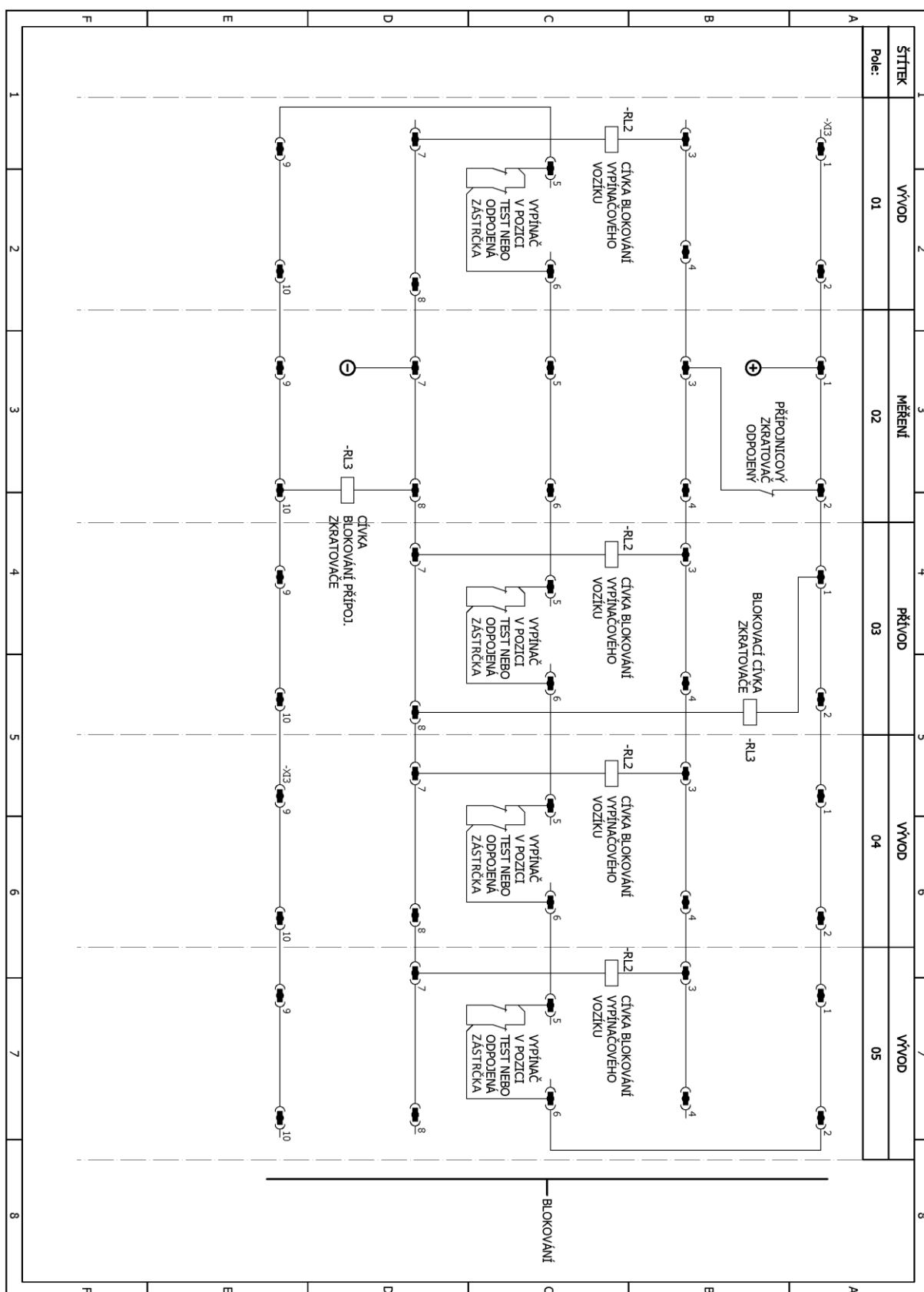
V této rozvodně je realizována blokáda zkratovače při výpadku napájení v poli 3 pomocí blokovací cívky RL3. Dále blokáda přípojnicového zkratovače v poli 2. Její činnost je však ovlivněna podmínkami ve zbylých čtyřech polích. Poslední blokádou je blokování posunu vypínačového vozíku ve vývodových a přívodových polích pomocí cívky RL2. Na ni bude přivedeno napětí (začne blokovat posun), když se v poli 2 připojí přípojnicový zkratovač.

8 Zapojení blokád



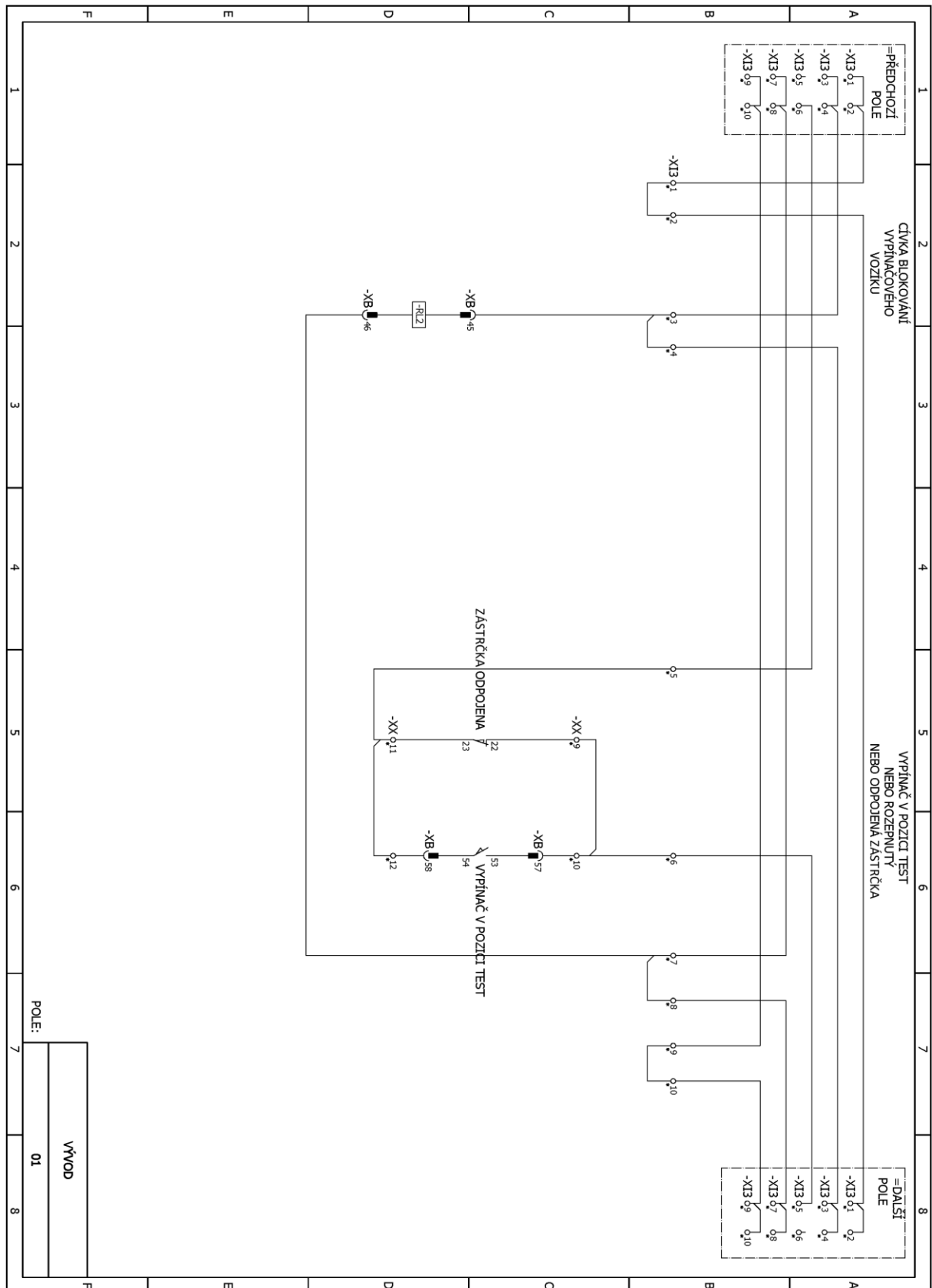
Obr. 24 SLD rozvodny č. 2

8 Zapojení blokad

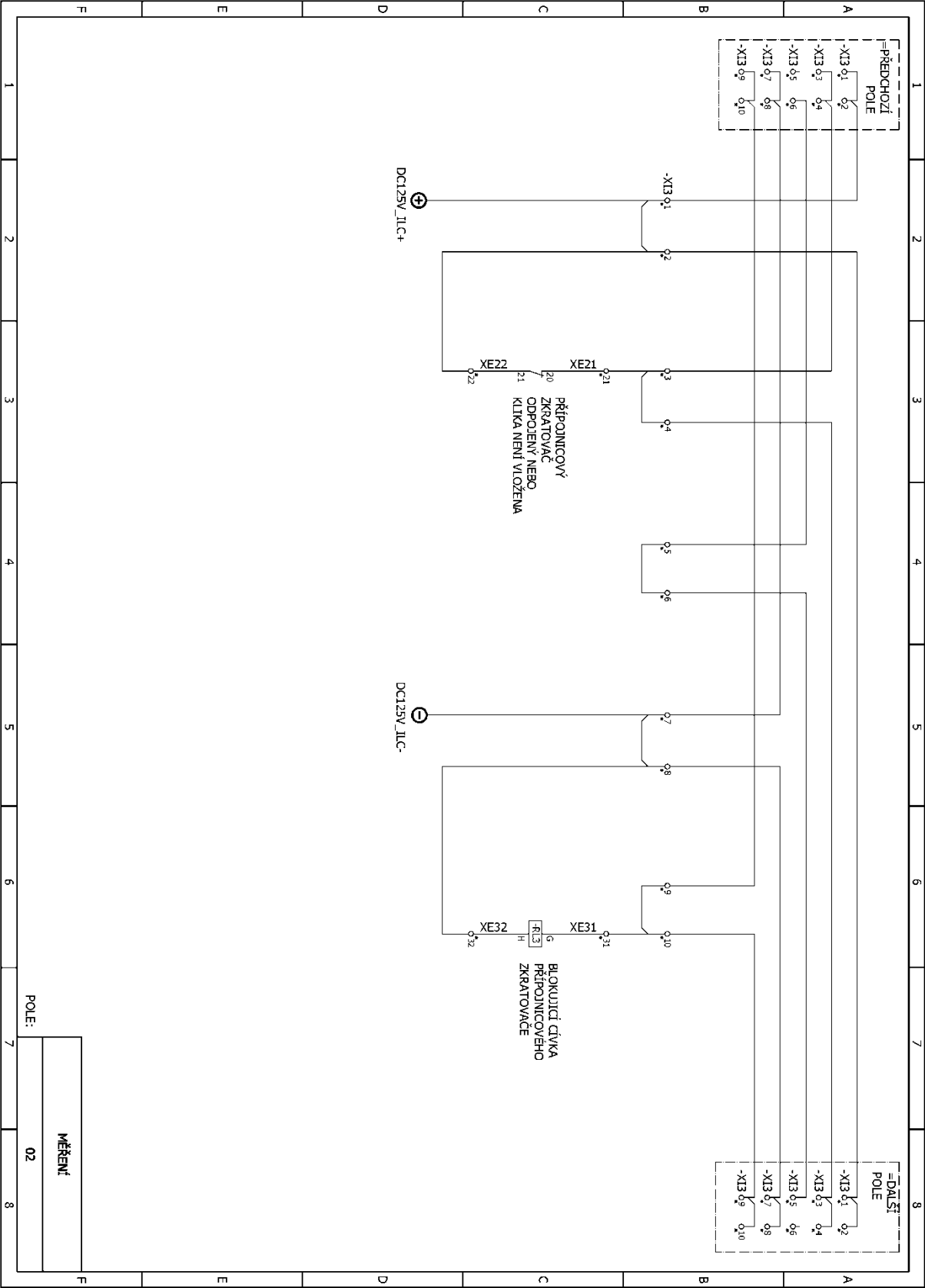


Obr. 25 Blokování v rozvodně č. 2

8 Zapojení bloků

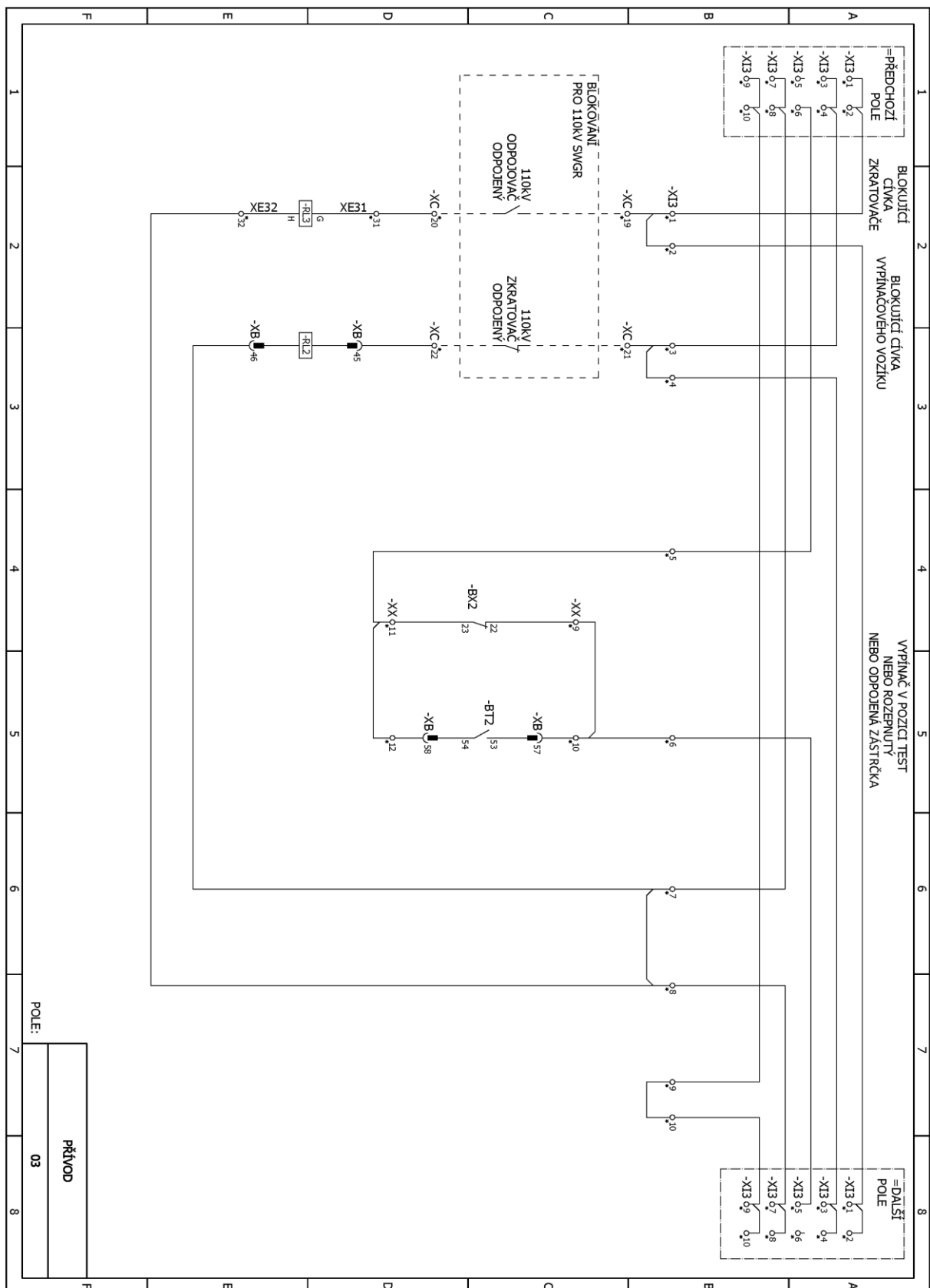


Obr. 26 Blokování v poli 1



Obr. 27 Blokování v poli 2

8 Zapojení blokad



Obr. 28 Blokování v poli 3

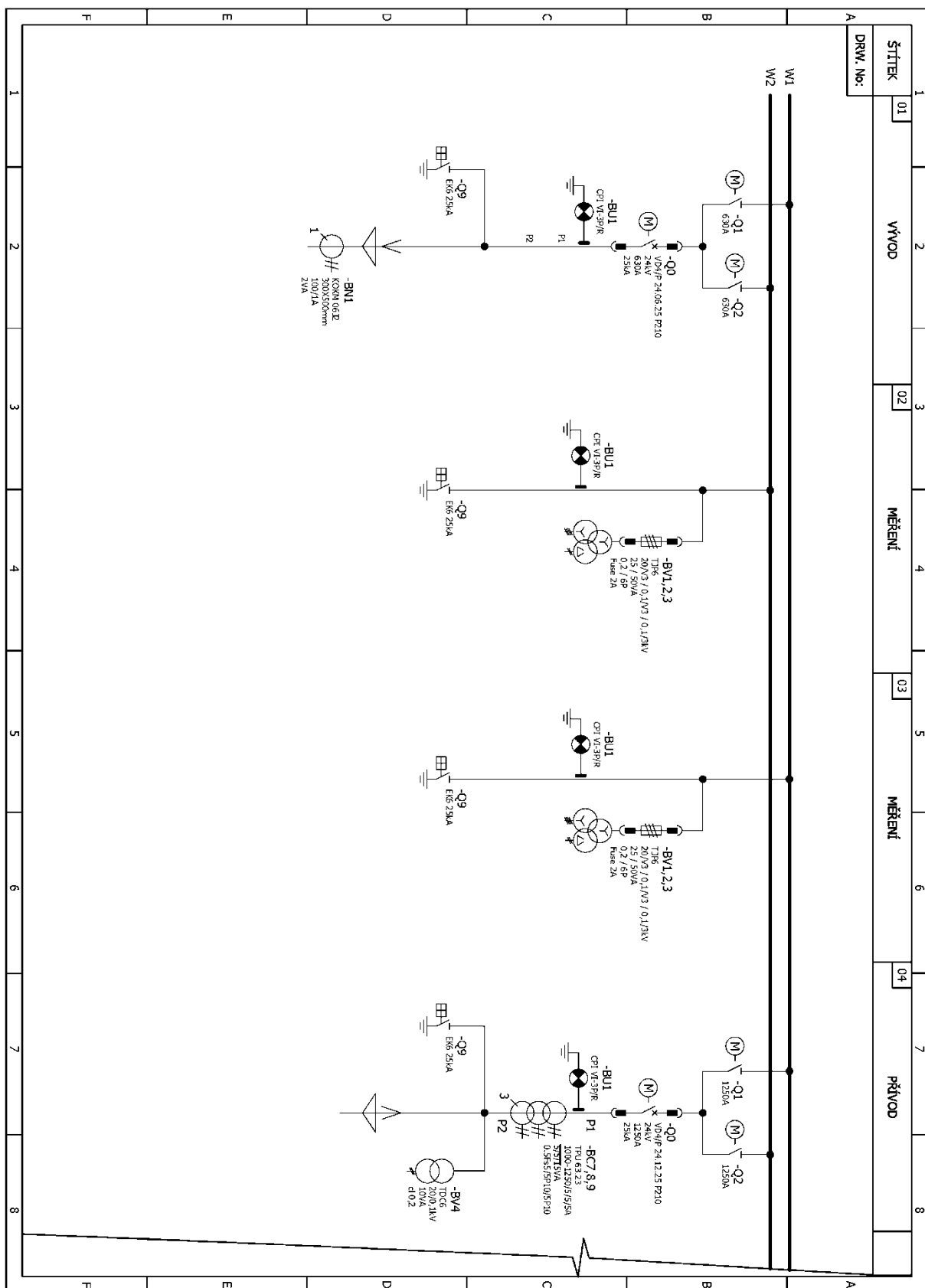
8.3 Rozvodna č. 3

Třetí modelová rozvodna je založena na dvojitém systému přípojníc. Rozvodna se skládá z šesti polí. Obsahuje dvě vývodní pole, dvě pole měření, jeden přívod a jednu příčnou spojku, která na jednoduchém systému přípojníc realizovat nelze.

Uspořádání schémat je obdobné, jako u rozvodny č. 2, tedy první je SLD (*Obr. 29 a Obr. 30*), následuje celek rozvodny z pohledu blokování (*Obr. 31*) a na konci jsou detailně rozkreslená zapojení čtyř představitelů (*Obr. 32 – 35*).

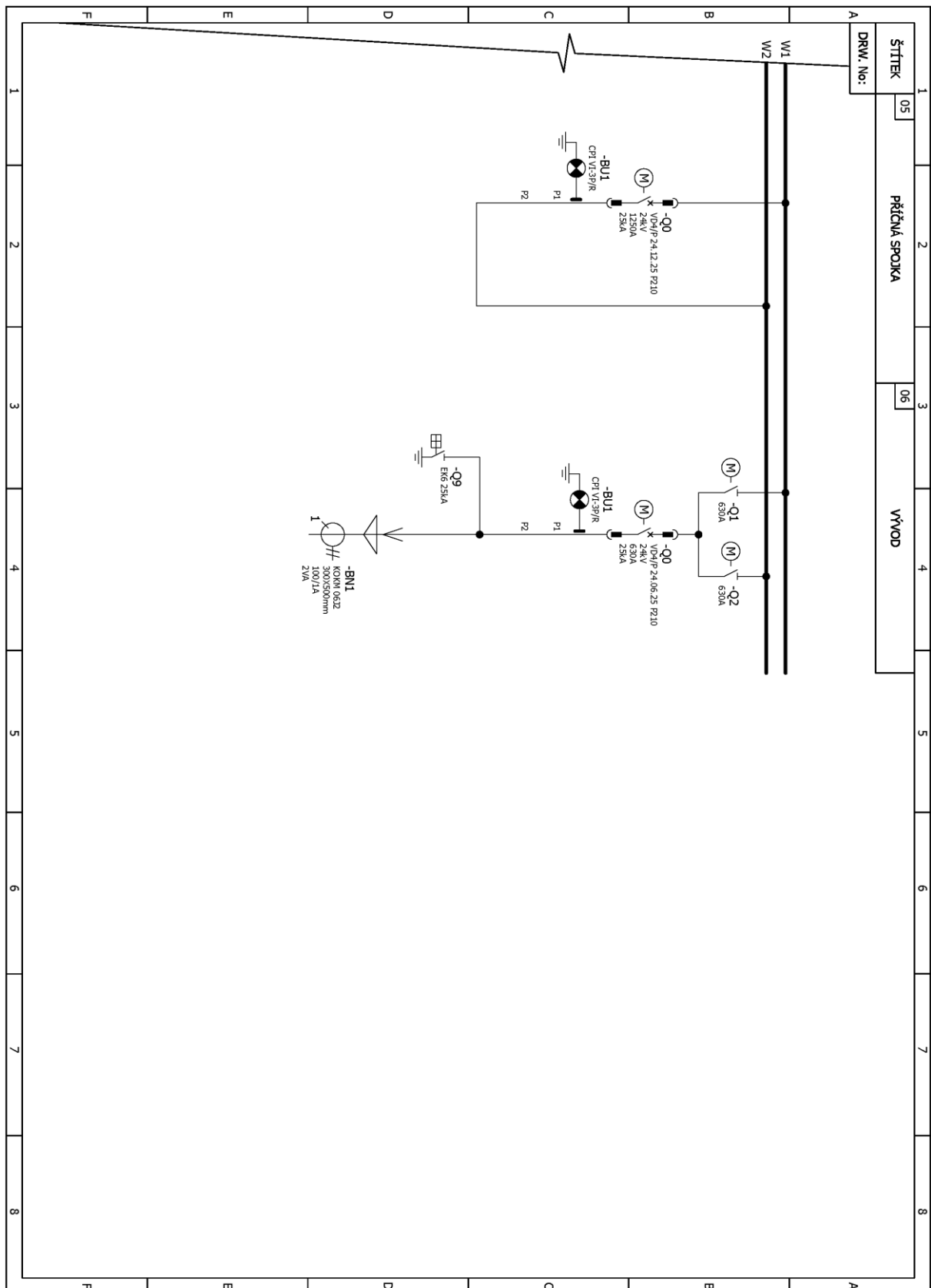
V této rozvodně je realizována blokáda vypínače příčné spojky a blokáda zkratovačů obou přípojníc. Dále jsou elektronickou ochranou shromažďovány údaje o stavu obou přípojnícových zkratovačích a signál o stavu a poloze vypínače příčné spojky.

8 Zapojení bloků



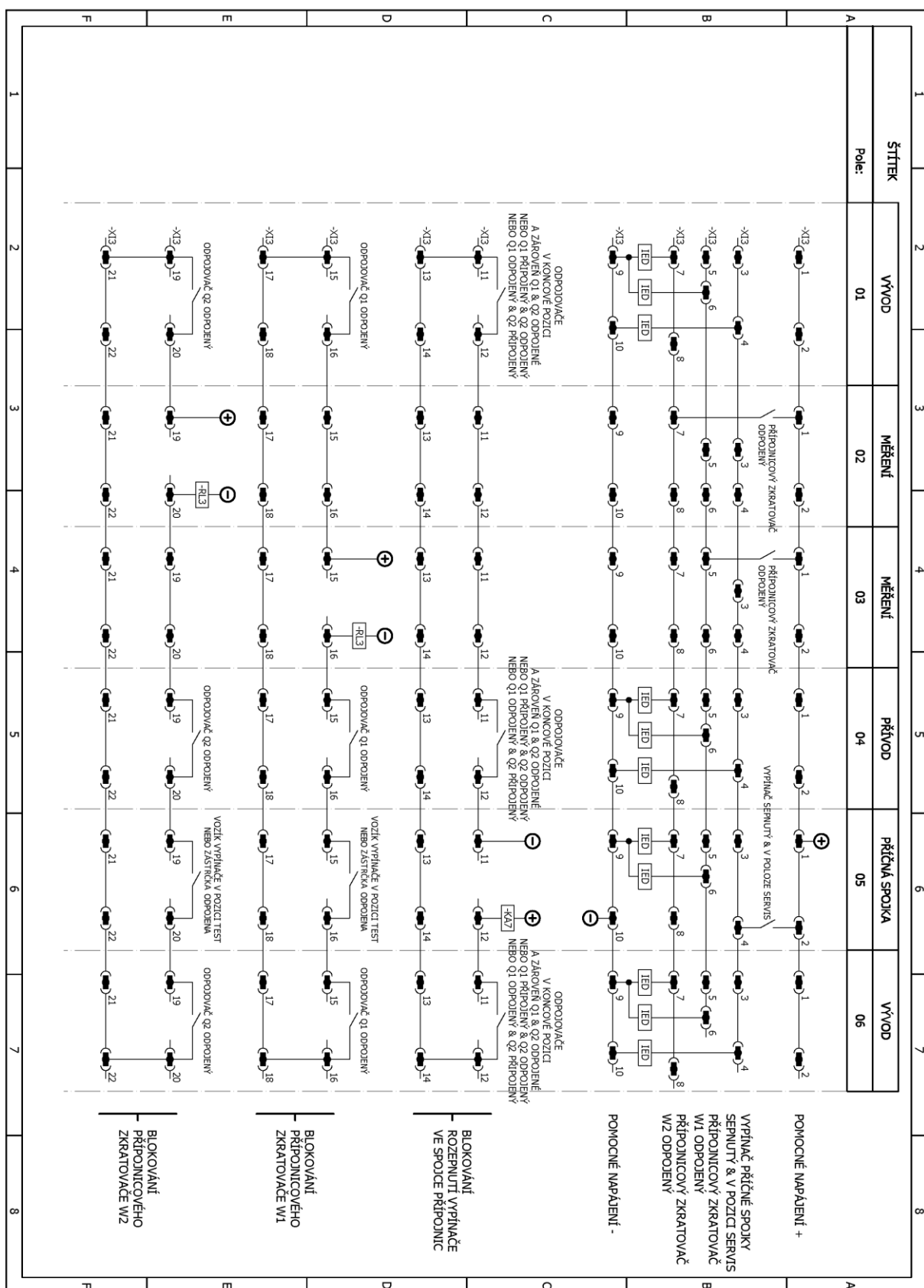
Obr. 29 SLD I rozvodny č. 3

8 Zapojení blokád



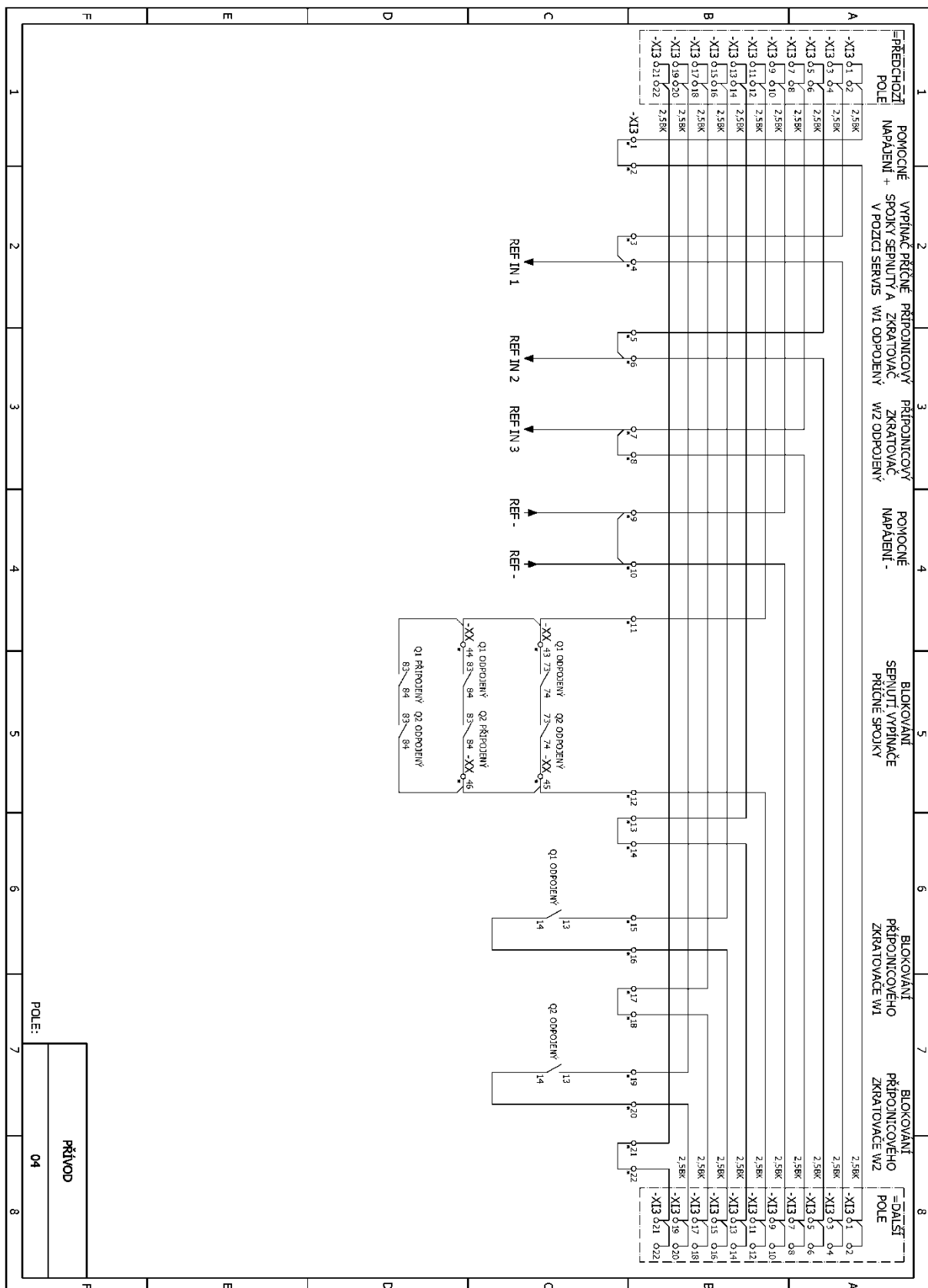
Obr. 30 SLD 2 rozvodny č.3

8 Zapojení blokad



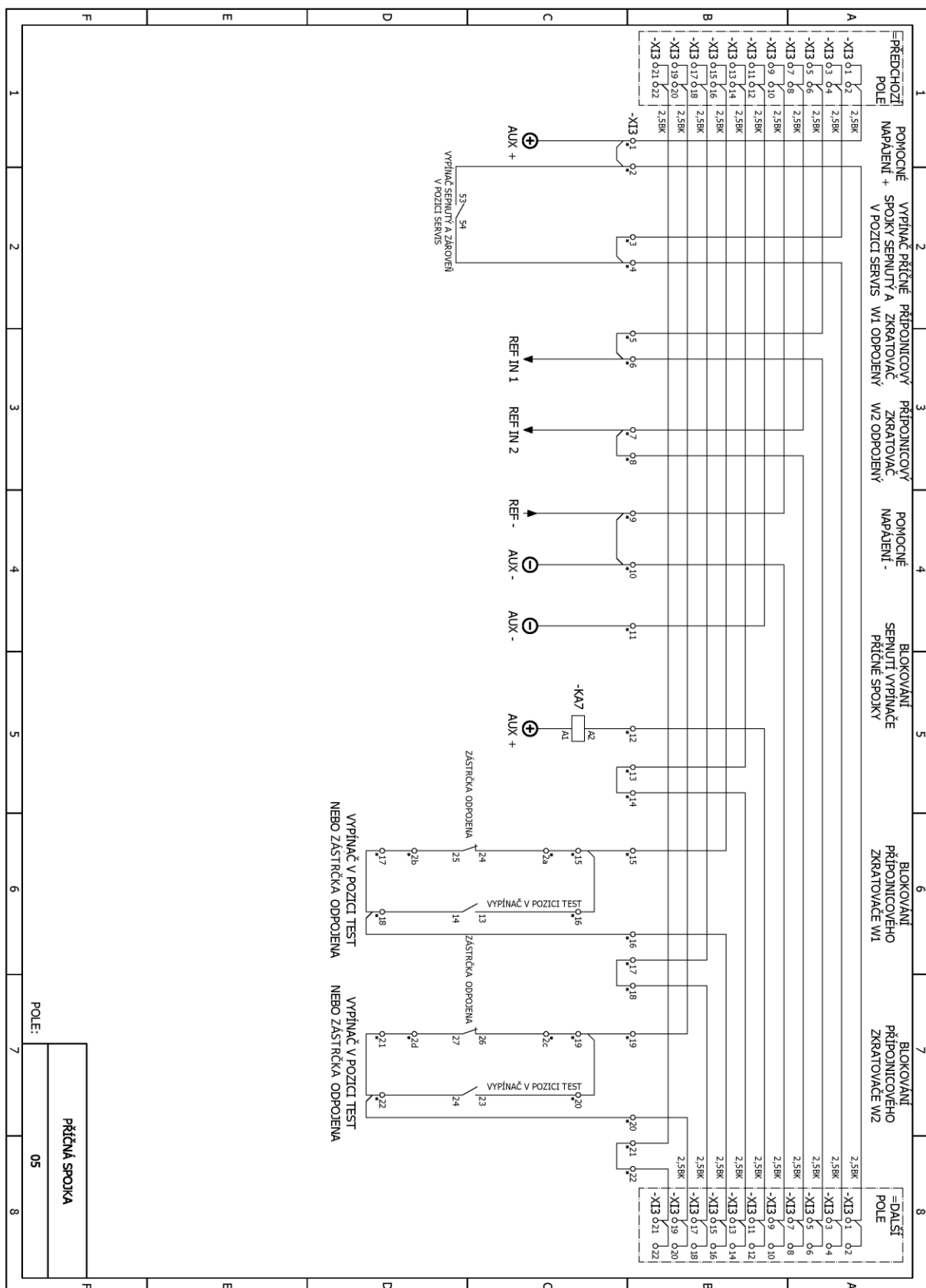
Obr. 31 Blokování v rozvodně č. 3

8 Zapojení blokad



Obr. 34 Blokování v poli 4

8 Zapojení bloků



Obr. 35 Blokování v poli 5

9 Závěr

Tato práce pojednává o vysokonapětových rozváděcích, vyráběných firmou ABB s.r.o. Vysokonapětové skříňové rozváděče jsou v průmyslu používány k rozvodu elektrické energie do různých aplikací v průmyslu či ve službách nebo ke chránění elektrických zařízení. V první části je rozváděč rozdělen na pět základních celků. Zde jsou jednotlivé bloky popsány, objasněn princip jejich fungování a popsány komponenty, které zde lze nalézt.

V další části je představeno portfolio rozváděčů UniGear a rozčlenění jednotlivých typů rozváděčů do skupin. U jednotlivých konstrukčních variant jsou uvedena jeho specifika, stručný přehled jeho hlavních parametrů a možnosti použitých komponent.

Další část práce se věnuje problematice blokování v rozváděči. Blokády jsou instalovány do rozváděče kvůli dvěma základním požadavkům. Aby byla chráněna obsluha rozváděče a aby nedošlo k majetným škodám. Blokády jsou děleny dle realizace do tří skupin. Jde o elektrické, elektromechanické a mechanické blokády. Název každé blokády osahuje podmínku, při níž je popsána činnost blokována. Pod názvem blokády je rozvedený její popis pro pochopení její realizace. Seznam blokád je doplněn o přehled nejpoužívanějších blokovacích cívek v elektromechanických blokáдах. Doposud nebyly blokády pro různé typy rozváděčů takto pohromadě nikde sepsané, popsané a fotograficky zdokumentované. Výtažek z této bakalářské práce by měl v budoucnu tvořit část manuálu pro nastupující projektanty do firmy ABB, aby se v blokáдах, se kterými se budou v průběhu své práce velice často setkávat, dokázali snadno zorientovat, poznali jejich principy fungování a fyzikální provedení.

V závěrečné části práce jsou uvedena schémata zapojení některých základních elektrických a elektromechanických blokád pro tři modelové rozvodny, vyexportovaná ze softwaru EPLAN Electric P8. Dvě z nich jsou rozvodny s jednoduchým systémem přípojníc a třetí rozvodna ukazuje zapojení blokád v případě výskytu dvojitého systému přípojníc. V této kapitole je možné nalézt jednopólová schémata rozvodny, zapojení blokád v rámci celé rozvodny i detailní rozkreslení zapojení v jednotlivých polích. Rozvodny jsou fiktivní a jsou sestaveny pouze pro ilustraci blokád. Jsou sestaveny tak, aby bylo viditelné vzájemné propojení mezi poli. Nejen pro zobrazení blokování v rámci jednoho rozváděče, ale i pro zobrazení např. blokování v určitém poli na základě podmínek v ostatních polích.

Poslední výstup z práce je k dispozici v přílohách. Zde se nachází autorem práce pořízené a upravené fotografie s vysokým rozlišením dokumentující mechanické a elektromechanické blokády a naznačující princip jejich činnosti pro účely snadnějšího pochopení textového popisu a také pro rozšíření katalogů firmy ABB.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ORSÁGOVÁ, Jaroslava. Rozvodná zařízení. [s.l.] : [s.n.], 2011. 145 s.
- [2] ABB s.r.o. *UniGear ZS1 : Technical catalogue*. 2011-02. 92 s. Document ID: 1VCP000138 - Rev. D, en
- [3] ABB s.r.o. *UniGear ZS1 : Technický katalog*. 2005-11. 91 s. Document ID: 1VCL000010 - Rev. 2, cs
- [4] ABB s.r.o. *UniGear : Technical guide*. 2008-01-31. 159 s. Document ID: 1VLM000005 - Rev. 8, en
- [5] ABB s.r.o. *UniGear : Technická příručka*. 2010-09-12. 159 s. Document ID: 1VLM000005 - Rev. 9, cs
- [6] ABB s.r.o. *PPMV Brno Factory : Production and Services Overview*. 2010-05-11. 44 s. Document ID: VLG000003 Rev. 1, en
- [7] ABB s.r.o. *O402 : UniGear ZS1 operation*. 2010-11-04. 61 s. en.
- [8] ABB s.r.o. *UniGear ZS1 : Double busbar system – Back to back*. 2009-10. 2 s. Document ID: 1VCP000275, en. Dostupný z WWW:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/160936936d7f1842c1257893003833a1/\\$file/le_unigear-zs1-btb\(en\)-_1vcp000275-0910.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/160936936d7f1842c1257893003833a1/$file/le_unigear-zs1-btb(en)-_1vcp000275-0910.pdf)
- [9] ABB s.r.o. *UniGear ZS1 : Double level*. 2009-09. 2 s. Document ID: 1VCP000276, en. Dostupný z WWW:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/acf6f322a2d9ea5cc12578930037d907/\\$file/le_unigear-zs1-%20dl\(en\)-_1vcp000276-0909.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/acf6f322a2d9ea5cc12578930037d907/$file/le_unigear-zs1-%20dl(en)-_1vcp000276-0909.pdf)
- [10] ABB s.r.o. *UniGear 550*. 2011-03. 48 s. Document ID: 1VCP000327, en. Dostupný z WWW:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/6d8a69b50f83c5ecc12578fe0046df6b/\\$file/CA_UNIGEAR-550\(EN\)-_1VCP000327-1103.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/6d8a69b50f83c5ecc12578fe0046df6b/$file/CA_UNIGEAR-550(EN)-_1VCP000327-1103.pdf)
- [11] ABB s.r.o. *UniGear 550 : Single busbar system*. 2009-09. 2 s. Document ID: VLG000003 Rev. 1, en
- [12] ABB s.r.o. *UniGear 500R*. 2011-05. 48 s. Document ID: 1VCP000285, en
- [13] ABB s.r.o. *UniGear 500R : ENA version*. 2011-06-08. 21 s.
- [14] ABB s.r.o. *UniGear 500R : IEC version*. 2011-06-08. 20 s.
- [15] ABB s.r.o. *UniGear ZVC*. 2010-02. 2 s. Document ID: 1VGA672001 – Rev. F, en. Dostupný z WWW:
[http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/db2ab635d99c878e482576ce002a5f6f/\\$file/1vga672001%20-%20revf.%20unigear%20zvc%20catalogue.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot235.nsf/veritydisplay/db2ab635d99c878e482576ce002a5f6f/$file/1vga672001%20-%20revf.%20unigear%20zvc%20catalogue.pdf)
- [16] ABB s.r.o. *UniGear MCC*. 2011-07. 48 s. Document ID: 1VCP000405, en.
- [17] ABB s.r.o. *UniGear MCC*. 2011-03. 2 s. Document ID: 1VCP000329, en.
- [18] ABB s.r.o. *UniGear type ZS2*. 2004. 26 s. Document ID: 1YTS030001 – Rev. A, en.
- [19] ABB s.r.o. *UniGear type ZS3.2*. 2006-01-19. 54 s. en.

- [20] DOLEŽAL, Radomír. Blokovací systémy v zařízení vn. 2008-11-25, [cit. 2011-12-1]. Dostupný z WWW:
<http://www.etm.cz/rubriky/praxe/185-blokovaci-systemy-v-zarizeni-vn>
- [21] ABB s.r.o. *VD4 : Vakuové vypínače vysokého napětí*. 2010-02. 88 s. Document ID: 1VCL000006 - Rev. N, cs
- [22] ABB s.r.o. *UniGear : Product presentation*. 2003-03-12. 68 s. en