

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**

KONTAJNEROVÉ VN A NN ROZVODNE

(s rozvádzači od ABB)

**BAKALÁRSKÁ PRÁCA
BACHELOR'S THESIS**

**AUTOR PRÁCE
AUTHOR**

MIROSLAV MENDROŠ

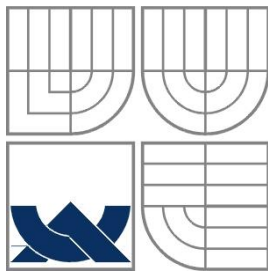
BRNO 2013

Bibliografická citácia práce:

MENDROŠ, M. Kontajnerové VN a NN rozvodne s rozvádzačmi od ABB. Bakalárska práca. Brno: Ústav elektroenergetiky FEKT VUT v Brne, 2013, 56 strán.

Ako autor uvedenej bakalárskej práce ďalej prehlasujem, že v súvislosti s vytvorením tejto bakalárskej práce som neporušil autorské práva tretích osôb, obzvlášť som nezasiahol nedovoleným spôsobom do cudzích autorských práv osobnostných a som si plne vedomý následkov porušenia ustanovení § 11 a nasledujúcich autorského zákona č. 121/2000 Zb., vrátane možných trestnoprávných dôsledkov vyplývajúcich z ustanovení časti druhej, hlavy VI. Díl 4 Trestného zákonníka č. 40/2009 Zb.

.....



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ



Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií
Ústav elektroenergetiky

Bakalárska práca

Kontajnerové VN a NN rozvodne

(s rozvádzačmi od ABB)

Miroslav Mendoš

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

oponent : Ing. Evžen Loutocký

Ústav elektroenergetiky, FEKT VUT v Brne, 2013

Brno



BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**Faculty of Electrical Engineering and Communication
Department of Electrical Power Engineering**

Bachelor's Thesis

MV and LV switchgears placed into containers (equipped with ABB panels)

By

Miroslav Mendroš

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

Consultant: Ing. Evžen Loutocký

Brno University of Technology, 2013

Brno

ABSTRAKT

V tejto bakalárskej práci autor rozoberá vlastnosti rozvodní umiestnených v kovových kontajneroch konštrukčne vychádzajúcich z ISO kontajnerov primárne určených na prepravu tovaru.

Na začiatku práce autor píše o základných požiadavkách na realizáciu takéhoto objektu, základné vlastnosti ISO kontajnerov, výhody a úpravy nutné na kontajnery pre realizáciu takejto rozvodne. Pokračuje prebráním problematiky dopadu na životné prostredie.

V ďalšej časti sa venuje popisu najdôležitejších elektrických zariadení, strojov a prístrojov, ako sú VN a NN rozvádzače od ABB, transformátory a ďalšie používané prístroje.

Následne je riešená problematika otvorov pre vodiče, priechodky, návrh klimatizácie, ventilácie a chladiacich otvorov. Spolu s tým je prevedený výpočet/návrh osvetlenia, všetko pre konkrétny už riešený projekt pre SNOS v Salavate.

V závere je pre názornú ukážku uvedený export z programu DIALux so znázornenou intenzitou osvetlenia v miestnosti.

Prílohy obsahujú fotografie a obrázky pre lepšie pochopenie problematiky a tabuľky pre výpočty tepelných ziskov stenami.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: kontajnerové rozvodne; ISO kontajner, rozvodne s UniGear rozvádzačmi, kioskové trafostanice

ABSTRACT

In this thesis author discuss main facilities of switchgear-rooms placed into metallic containers based on ISO containers primary used for transport.

In the beginning of this thesis, author writes about the basic requirements needed for realization of switchgear-rooms placed into metallic containers. Paragraph includes parameters of ISO containers, benefits and necessary modifications of containers for substations. Author continues with environment impact of this solution.

In the next paragraph author describes most important electrical devices, machines and components such as HV and LV ABB switchgears, transformers and other used devices and components.

Next part deals with dimensions of holes for cables, air-conditioning and ventilators and calculations for light and air-conditioning proposal for concrete substation solved for SNOS in Salavat.

Final part includes DIALux export to show light intensity in different nodes of grid in switchgear room.

Enclosure contains pictures and photographs for a better understanding of this unique solution and tables for proposal of heat profits from walls.

KEY WORDS: UniGears placed into metallic containers; ISO containers, kiosk transformer stations

OBSAH

ZOZNAM OBRÁZKOV.....	4
ZOZNAM TABULIEK.....	5
ZOZNAM SYMBOLOV A SKRATIEK.....	6
1 ÚVOD.....	7
2 ZÁKLADNÉ POŽIADAVKY NA REALIZÁCIU.....	8
1.1 ZÁKLADNÉ PARAMETRE ISO KONTAJNEROV	8
1.1.1 ROZDELENIE ISO KONTAJNEROV PODĽA ROZMEROV A NOSNOSTI.....	8
1.1.2 KONŠTRUKCIA ISO KONTAJNEROV	9
1.2 VÝHODY ROZVODNE UMIESTNENEJ V KONTAJNEROCH VYCHÁDZAJÚCICH Z ISO	9
1.3 POTREBNÉ MODIFIKÁCIE KONTAJNEROV PRE ÚČEL ROZVODNE	10
1.4 POPIS MOŽNÝCH SEGMENTOV POUŽITIA	12
1.5 DOPAD NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE	13
2 ZÁKLADNÝ POPIS PRVKOV POUŽÍVANÝCH V KONTAJNEROVEJ ROZVODNI.....	15
2.1 SPOLOČNÉ VLASTNOSTI ROZVÁDZAČOV OD ABB [1], [4], [9].....	15
2.2 VN ROZVÁDZAČE OD ABB URČENÉ NA PRIMÁRNU DISTRIBÚCIU.....	18
2.2.1 VZDUCHOM IZOLOVANÉ.....	18
2.2.2 PLYNOM SF ₆ IZOLOVANÉ [7], [11]	22
2.3 VN ROZVÁDZAČE OD ABB URČENÉ NA SEKUNDÁRNU DISTRIBÚCIU [23].....	24
2.3.1 VZDUCHOM IZOLOVANÉ.....	24
2.3.2 PLYNOM SF ₆ IZOLOVANÉ.....	25
2.4 NN ROZVÁDZAČE OD ABB [18], [19], [23]	25
2.5 POUŽÍVANÉ TRANSFORMÁTORY VN/NN A ICH VLASTNOSTI	25
2.5.1 TECHNICKÉ ÚDAJE TRANSFORMÁTOROV OD VÝROBCU EXIMET	26
2.5.2 TECHNICKÉ ÚDAJE TRANSFORMÁTOROV OD VÝROBCU BEZ	27
2.5.3 TECHNICKÉ ÚDAJE TRANSFORMÁTOROV OD VÝROBCU ABB RESIBLOC	27
2.6 OSTATNÉ POUŽÍVANÉ PRÍSTROJE A ZARIADENIA A ICH ZÁKLADNÝ POPIS	28
3 PRAKTICKÁ APLIKÁCIA.....	29
3.1 VÝBER TRANSFORMÁTORA.....	29
3.2 NÁVRH VEĽKOSTI KONTAJNERA A ROZMIESTNENIA JEHO OBSAHU.....	29
3.3 NÁVRH OTVOROV PRE KÁBLE A UPEVNENIA TRANSFORMÁTORA.....	30
3.4 NÁVRH A VÝPOČET INTENZITY OSVETLENIA.....	31
3.5 NÁVRH A VÝPOČET VÝKONU CHLADIČA PODĽA STN 730548.....	32
4 ZÁVER.....	38
5 POUŽITÁ LITERATÚRA	39
6 PRÍLOHY	41
6.1 EXPORT Z PROGRAMU DIALUX LIGHT.....	41

6.2	ROVNOCENNÉ SLNEČNÉ TEPLoty VZDUCHU.....	42
6.3	SÚČINITEĽ TEPELNEJ VODIVOSTI STAVEBNÝCH MATERIÁLOV	43
6.4	TECHNICKÉ ÚDAJE TRANSFORMÁTOROV BEZ.....	48
6.5	ODKAZY NA STRÁNKY VÝROBCOV ZARIADENÍ POTREBNÝCH V ROZVODNI	51
6.6	FOTOGRAFIE A OBRÁZKY	53

ZOZNAM OBRÁZKOV

<i>Obrázok 2.1 Rozmery a vzdialenosti kontajneru naloženého na vagón od trakčného vedenia</i>	<i>12</i>
<i>Obrázok 2.1 Oddiely rozvádzača UniGear ZS1</i>	<i>20</i>
<i>Obrázok 2.2 Prepočítavací faktor v závislosti na nadmorskej výške pre rozvádzač UniGear</i>	<i>21</i>
<i>Obrázok 2.3 Kompaktný kanál na odvod horúcich plynov a častíc pri poruche</i>	<i>21</i>
<i>Obrázok 2.4 Popis rozmerov pre použitý transformátor [14]</i>	<i>26</i>
<i>Obrázok 3.1 Náčrt rozloženia rozvádzača a transformátorov v kontajnery.....</i>	<i>30</i>
<i>Obrázok 3.2 Hotový projekt rozvodne , pohľad zhora</i>	<i>31</i>
<i>Obrázok 6.1 Rohový prvok ISO kontajneru</i>	<i>53</i>
<i>Obrázok 6.2 Posunuté rohové prvky u predĺženého ISO kontajneru</i>	<i>53</i>
<i>Obrázok 6.3 Kostra konštrukcie na bázi ISO kontajneru (firma Kovar Leskovec).....</i>	<i>54</i>
<i>Obrázok 6.4 Preprava kontajnerovej rozvodne železničným vagónom.....</i>	<i>54</i>
<i>Obrázok 6.5 Preprava kontajnerovej rozvodne kamiónom - manipulácia pomocou žeriavu.....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázok 6.6 Záťažový diagram žeriavu LiebHerr LTM 1050.....</i>	<i>55</i>
<i>Obrázok 6.7 Úprava kontajneru pre upevnenie rozvádzačov a otvory pre prírodné vodiče</i>	<i>56</i>
<i>Obrázok 6.8 Rozvádzače ZX zľava doprava a dole : ZX0, ZX0.2, ZX1.2, ZX2 a ZX 2.2</i>	<i>56</i>

ZOZNAM TABULIEK

<i>Tabuľka 2.1 Rozdelenie kontajnerov podľa rozmerov a nosnosti.....</i>	<i>8</i>
<i>Tabuľka 2.2 Rozdelenie kontajnerov ISO rady 1</i>	<i>8</i>
<i>Tabuľka 2.3 Základné prípustné miery podľa smerníc 96/53/ES [21].....</i>	<i>11</i>
<i>Tabuľka 2.4 Maximálne rozmery nákladu bez nutnosti špeciálneho povolenia[21]</i>	<i>11</i>
<i>Tabuľka 2.5 Rozvodne umiestnené v kontajneroch dodané spoločnosťou ABB s.r.o., divízia PPMV, Brno a LPLS v rokoch 2005 – 2012.....</i>	<i>13</i>
<i>Tabuľka 2.6 Možnosti recyklácie jednotlivých surovín rozvádzača SafeRing/SafePlus [40].....</i>	<i>14</i>
<i>Tabuľka 2.1 Elektrické vlastnosti rozvádzača typu UniGear ZS1</i>	<i>20</i>
<i>Tabuľka 2.2 Potrebná výška stropu pre umiestnenie rozvádzača UniGear s kompaktným kanálom na odvod plynu v závislosti na skratovom prúde</i>	<i>21</i>
<i>Tabuľka 2.3 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX0.....</i>	<i>22</i>
<i>Tabuľka 2.4 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX0.2.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabuľka 2.5 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX1.2.....</i>	<i>23</i>
<i>Tabuľka 2.6 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX2.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabuľka 2.7 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX2.2.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabuľka 2.8 Technické údaje suchých transformátorov od spoločnosti EXIMET podľa výkonov</i>	<i>26</i>
<i>Tabuľka 2.9 Technické údaje suchých transformátorov od spoločnosti BEZ podľa výkonov</i>	<i>27</i>
<i>Tabuľka 2.10 Technické údaje suchých transformátorov EcoDry^{Basic} od spoločnosti ABB podľa výkonov.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabuľka 6.1 Rovnocenné slnečné teploty vzduchu</i>	<i>42</i>

ZOZNAM SYMBOLOV A SKRATIEK

AFLR	A – iba oprávnené osoby (Authorised personnel only); F – predná (Front), L – bočná (Lateral). R – zadná (Rear) strana
AN	Vzduchom chladené
AS/NZS	Normy platné pre Austráliu a nový Zéland (Australian/New Zealand standards)
ČSN	České technické normy
EN	Europské normy
ENA	Asociácia energetických sietí (The Energy Networks Association)
GB	Čínske národné normy (Guobiao)
GOST	Ruské národné normy (Gosstandard)
IEC	Medzinárodné elektrotechnické normy (International Electrotechnical Classified)
IP	Stupeň krytia elektrického zariadenia proti vniknutiu cudzích telies a vody (Ingress protection)
ISO	Medzinárodná organizácia pre normalizáciu (International Organization for Standardization)
LSC	Stráta plynulosti funkčnosti (Loss of Service Continuity)
NN	Nízke napätie
SCADA	Systémy pre priemyslové riadenie a zber dát (Supervisory Control and Data Acquisition)
SF ₆	Fluorid sírový
STN	Slovenská technická norma
UPS	Nepretržitelný zdroj energie/záložný zdroj (Uninterruptable power supply)
VN	Vysoké napätie

1 ÚVOD

V súčasnosti je zaistenie dodávky elektrickej energie nevyhnutnou požiadavkou pri akejkolvek ľudskej činnosti ako je priemyselná činnosť, ťažba nerastných surovín, transport a pod. Narastá potreba zaistiť prísun elektrickej energie rýchlo, efektívne a prakticky na akékoľvek miesto na zemi. Jednou zo základných častí systému dodávky elektrickej energie sú rozvodne vysokého a nízkeho napätia.

Pri potrebe zaistenia výstavby elektrických rozvodní v odľahlých a neprístupných územiach s extrémnymi klimatickými podmienkami, ako sú púšte, savany, tundry, poprípade hory a pod. sa elektrické rozvodne z ekonomických a i z technických dôvodov začali inštalovať mimo iné do kovových kontajnerov, ktoré vychádzajú konštrukčne zo štandardných ISO kontajnerov.

Hlavným dôvodom pri použití kontajnerových VN a NN rozvodní/transformovni je uľahčiť a urýchliť celkovú dobu inštalácie priamo na mieste u zákazníka, kedy často klimatické (ale aj iné) podmienky neumožňujú výstavbu klasických rozvodní, umiestnených v murovaných objektoch.

Tieto štandardizované prepravné jednotky môžu dosahovať rozmery až 15000 x 4000 x 4000 mm a hmotnosť spolu s obsahom do 30 ton. Vďaka svojej konštrukcii na báze ISO kontajnerov sa môžu znížiť celkové výrobné náklady a náklady na uvedenie do prevádzky rozvodne z dôvodu možnosti jej zhotovenia, montáže a celkového otestovania u výrobcu, bezproblémového transportu na miesto určenia železničnou, lodnou či nákladnou dopravou a jednoduchej inštalácii priamo na mieste u zákazníka. Taktiež je možné znížiť prevádzkové náklady keďže zariadenie je kompaktné a obsahuje množstvo monitorovacích prostriedkov. Kontajner je možné vyrobiť s krytím (podľa potreby zákazníka) IP44 až IP56, čím sú prístroje chránené pred vonkajšími vplyvmi.

Využitie kontajnerového systému je veľmi variabilné a univerzálne. Jednotlivé kontajnery sa dajú klásť i vzájomne spájať vedľa seba a vytvárať tak väčšie a variabilnejšie rozvodne.

Cieľom tejto práce je :

- Zhrnúť základné požiadavky na realizáciu
- Zhrnúť základné technické normy a štandardy týkajúce sa kontajnerových VN a NN rozvodní, ktoré vychádzajú konštrukčne z ISO kontajnerov
- Upozorniť na výhody takehoto riešenia
- Popísať prístroje používané v kontajnerových rozvodniach
- Rozobrať postup pri návrhu takejto rozvodne

2 ZÁKLADNÉ POŽIADAVKY NA REALIZÁCIU

1.1 Základné parametre ISO kontajnerov

V tejto kapitole si priblížime základné technické informácie o tom, čo ISO kontajner vlastne je a prečo sa dajú jeho základné konštrukčné prvky využiť pre výrobu kompaktnej transportovateľnej rozvodne s inštalovanými rozvádzačmi VN alebo/a NN a ich príslušenstvom.

ISO kontajnery boli primárne určené pre transport tovaru a materiálov. Preprava fungovala po železnici, na prívesoch kamiónov a na lodiach [15], [16].

Pre bezproblémovú vnútroštátnu a medzinárodnú dopravu sa parametre kontajnerov celosvetovo normalizovali spoločnosťou International Organization for Standardization (ISO).

1.1.1 Rozdelenie ISO kontajnerov podľa rozmerov a nosnosti

Podľa nosnosti sa ISO kontajnery delia na tri základné rady uvedené v **Tabuľka 2.1** [15], [16].

Rada 1	Kontajnery s celkovou hmotnosťou od 10 do 30 ton (s výnimkou 1E a 1F)
Rada 2	Kontajnery s celkovou hmotnosťou od 5 do 7 ton
Rada 3	Kontajnery s celkovou hmotnosťou do 5 ton

Tabuľka 2.1 Rozdelenie kontajnerov podľa rozmerov a nosnosti

Pre našu problematiku je použiteľná predovšetkým rada 1 - kontajnery s celkovou hmotnosťou od 10 do 30 ton, preto sa s nimi bližšie zoznámime.

1.1.1.1 Kontajnery rady 1

Najpoužívanéjšie kontajnery rady 1 sa delia podľa ich vonkajších rozmerov ako uvádza **Tabuľka 2.2**.

Typ kontajneru	Výška		Šírka		Dĺžka	
	[mm]	[stôp]	[mm]	[stôp]	[mm]	[stôp]
1A	2438	8	2438	8	12192	40
1AA	2591	8,5	2438	8	12192	40
1AAA	2896	9	2438	8	12192	40
1B	2438	8	2438	8	9125	30
1C	2438	8	2438	8	6058	20*
1CC	2591	8,5	2438	8	6058	20*
1D	2438	8	2438	8	2991	
1E	2438	8	2438	8	1968	
1F	2438	8	2438	8	1460	

Tabuľka 2.2 Rozdelenie kontajnerov ISO rady 1

*poznámka : 20 stopové kontajnery sú o 1,5 palca kratšie ako skutočných 20 stôp pre jednoduchšie stohovanie so 40 stopovými kontajnermi.

1.1.2 Konštrukcia ISO kontajnerov

Pri konštrukcii ISO kontajnerov sa musí predpokladať nasledovné :

- Pri manipulácii s plne naloženými kontajnermi nesmie dôjsť k ich deformácii ohybom
- Pri stohovaní musia odolať vysokému tlaku (aj 5-6 kontajnerov na sebe)
- Pre lepšiu manipuláciu musia byť vybavené 4 hornými a 4 dolnými rohovými ISO prvkami - **Obrázok 6.1** Rohový prvok ISO kontajneru, (pri predĺžených kontajneroch sa rohové prvky umiestňujú v rovnakej vzdialenosti ako pri 40 stopových kontajneroch **Obrázok 6.2**).
- Žiadna časť kontajneru nesmie pri prevoze presiahnuť jeho vonkajšie rozmery
- ISO kontajnery sú konštruované v sústave britských dĺžkových mier (v palcoch, stopách), avšak kontajnery pre naše účely sú konštruované klasicky v metrickej sústave
- Kontajner obsahuje tepelnú izoláciu (minerálna vata), izoláciu z PE fólie a vonkajší plášť z vystuženého pozinkovaného plechu s náterom odolným voči nepriaznivým klimatickým vplyvom.

Tieto základné konštrukčné podmienky je možné aplikovať aj na kontajner pre potrebu rozvodne vychádzajúci z ISO kontajneru, samozrejme pri zohľadnení požiadaviek na inštaláciu elektrických zariadení, keďže každé riešenie je unikátne.

1.2 Výhody rozvodne umiestnenej v kontajneroch vychádzajúcich z ISO

- Minimálna nutnosť zásahu pracovníkov montážnej firmy u zákazníka - kompletná elektroinštalácia sa prevedie u výrobcu. Na mieste osadenia rozvodne je potrebný iba minimálny zásah pracovníkov pre jej inštaláciu a uvedenie do prevádzky. (Pripojenie prívodu, konfigurácia a doladenie softwaru, prepojenie jednotlivých kontajnerov navzájom - v prípade kombinovania viacerých vedľa seba).
- Balenie jednotlivých častí (panelov, káblov atď.) nie je potrebné – kontajner rozvodne slúži zároveň ako transportný obal
- Jednoduchá manipulácia (napr. žeriavom - **Obrázok 6.5**) a rýchla preprava na miesto určenia železničnou (**Obrázok 6.4**) i cestnou (**Obrázok 6.5**) dopravou vďaka ISO manipulačným prvkom pre transport
- Integrované opatrenia proti mechanickým a tepelným účinkom elektrického oblúku pri skrate [4]
- Klimatizované prostredie s reguláciou teploty výkonovo dimenzované podľa konkrétnych klimatických podmienok miesta určenia
- Vysoká odolnosť proti extrémnym klimatickým podmienkam, v ktorých sa často tieto zariadenia používajú (púšte, tajgy, savany atď.)
- Možnosť integrácie bezpečnostných prvkov slúžiacich na ochranu pred požiarom alebo neželaným vniknutím cudzích osôb do konštrukcie kontajnerovej rozvodne

- Jednoduché monitorovanie vstupných a výstupných veličín, diaľkové monitorovanie a ovládanie, ktoré môže pomôcť pri znížení nákladov na obsluhu
- Zabezpečovacie a protipožiarne systémy pre ochranu inštalovaných komponentov
- Možnosť flexibilnej demontáže kontajnerovej VN alebo NN rozvodne a jej transport na iné miesto inštalácie, poprípade jej eventuálna likvidácia po skončení jej životnosti.

1.3 Potrebné modifikácie kontajnerov pre účel rozvodne

Rozmery kontajnerov s rozvodňou sa nemusia vždy zhodovať s rozmermi ISO kontajnerov. Je to z dôvodu kompromisu medzi požiadavkami na (1) dostatočný priestor pre umiestnenie elektrických zariadení a manipuláciou s nimi (bezpečnosť inštalácie), (2) zabezpečenie jednoduchého naloženia a prevozu (pri použití štandardných žeriavov) a (3) požiadavky na jednoduchú celkovú inštaláciu u koncového užívateľa.

1. Dostatočný priestor pre umiestnenie elektrických zariadení a manipuláciu s nimi

- Modifikácia pre upevnenie rozvádzačov a otvory pre prírodné káble (zospodu kvôli zachovaniu krytia IP 44) je znázornená na **Obrázok 6.7**.
- Veľmi dôležitý je pre nás výber rozvádzača najmä kvôli jeho výške, podrobné informácie o jednotlivých rozvádzačoch, ktoré sú použiteľné v kontajnery sú uvedené v kapitolách **2.2, 2.3 a 2.4**
- Keďže nadmorská výška má nepriaznivý vplyv na izolačné vlastnosti vzduchu, je pri návrhu kontajneru určeného do nadmorskej výšky nad 1000 m.n.m. potrebné uvažovať prepočítavací faktor z **Obrázok 2.2** a prepočítať izolačné skúšobné napätia podľa postupu uvedenom v [1]
- Významnou úpravou sú rôzne otvory v stenách kontajnera – otvory pre umiestnenie klimatizácie a ventilátorov a otvory na výfukové kanály pre odvod plynov vysokej teploty vznikajúcich ako produkty horenia pri vzniku elektrického oblúku v poruchovom stave
- Únikové východy sú ďalšou neoddeliteľnou súčasťou spolu s vlastnými silovými rozvodmi pre osvetlenie a zásuvky pre zariadenia potrebné pri revízii a údržbe. Norma uvádza, že v takomto objekte je maximálna prípustná vzdialenosť z najvzdialenejšieho miesta rozvodne k najbližšiemu únikovému východu 7 m. to znamená, že pri dĺžke kontajnera napríklad 9 m je potrebné dvere umiestniť buď približne do stredu, poprípade ak je jediné prípustné riešenie dvere umiestniť na bočnú stenu kontajneru, je nutné osadiť druhé dvere tak aby zo žiadneho miesta v rozvodni nebola vzdialenosť k najbližšiemu únikovému východu väčšia ako 7 m.
- Ďalšie modifikácie vyplývajú zo: značenia únikových ciest, núdzového osvetlenia, protipožiarnej ochrany a zabezpečovacieho systému
- V prípade umiestnenia transformátora do jedného kontajnera spolu s rozvodňou je vhodné oddeliť ich priečkou a zaistiť dostatočný odvod tepla, ktoré vzniká pri ich prevádzke (v pokoji alebo pri zaťažení menovitým výkonom).

2. Zabezpečenie jednoduchého naloženia a prevozu (pri použití štandardných žeriavov)

a) Cestná preprava :

Na **Obrázok 6.5** je spôsob naloženia kontajneru na kamiónový príves. Keďže hmotnosť kontajneru nepresiahne 30 ton, nie sú potrebné žiadne špeciálne žeriavy a postačia klasické od 40 – 80 ton. Na **Obrázok 6.6** je vidieť, že pre jednoduché naloženie prípadne vyloženie kontajneru z/na príves kamiónu postačí bežne dostupný žeriav ako je napríklad LiebHerr LTM 1050.

Pri preprave po cestných komunikáciách sú rozmery obmedzené najmä z dôvodu značného zvyšovania finančných nákladov na prepravu s rastúcimi rozmermi. Ak rozmery nákladu neprekročia tie z **Tabuľka 2.3**, je náklad považovaný za normálny, a tak nie sú potrebné žiadne špeciálne povolenia a cena ostáva bežná. Pri nadrozmerných nákladoch sú uvedené tri klasifikácie podľa rozmerov. Podľa smernice 96/53/ES sú maximálne povolené rozmery bez toho aby bol náklad považovaný za nadrozmerný uvedené v **Tabuľka 2.3**. [21] Maximálne dovolené rozmery (aj keď už sú považované za nadrozmerné) bez nutnosti špeciálneho povolenia sú uvedené v **Tabuľka 2.4** a preto sa snažíme kontajnery konštruovať práve do týchto rozmerov. Pri väčších rozmeroch je totiž potrebné vybaviť nutné povolenia a sprievodné vozidlá, čím rastie cena, čas a náročnosť transportu. Sprievodné vozidlá nielen upozorňujú ostatných účastníkov cestnej premávky na prekážku na ceste v podobe nadrozmerného nákladu, ale aj pomáhajú pri prekonávaní rizikových úsekov.

Maximálna dĺžka pre súpravu motorového vozidla s návěsom (návěsová súprava)	16,5 m
Maximálna šírka pre všetky vozidlá	2,55 m
Maximálna výška (akékoľvek vozidlo)	4 m
Celková hmotnosť jazdnej súpravy	48t

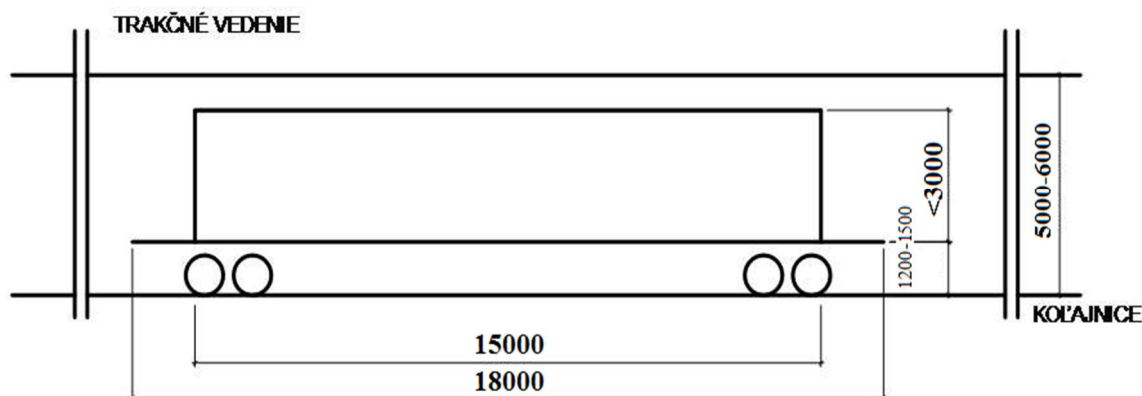
Tabuľka 2.3 Základné prípustné miery podľa smerníc 96/53/ES [21]

Celková dovolená dĺžka	24 m
Maximálna šírka pre všetky vozidlá	3 m
Maximálna výška (akékoľvek vozidlo)	4 m

Tabuľka 2.4 Maximálne rozmery nákladu bez nutnosti špeciálneho povolenia[21]

b) Železničná preprava :

Medzi kontajnerom naloženým na vagón a trakčným vedením musí byť dostatočná vzdialenosť, aby nedošlo k prierazu prostredia elektrickým oblúkom a šírka kontajneru by nemala prekračovať 3 m z dôvodu problémov pri prevoze starými tunelmi. Dĺžka ložného priestoru plošinových vozňov je rôzna, približne do 18,5 m, preto sa kontajnery konštruujú o dĺžke do 16 m. Výška ložného priestoru vagóna od koľajníc sa u plošinových vagónov pohybuje od cca 1200 – 1500 mm. Podľa prílohy č. 16 vyhlášky č. 350/2010 Z. z. je minimálna výška trolejového drôtu trakčného vedenia železničných dráh normálneho rozchodu pre trate s rýchlosťou do 160 km/h striedavej trakčnej napäťovej sústavy 5000 mm od roviny spojnice temien koľajových pásov [22]. Ako dostatočnú ochranu proti oblúku môžeme považovať vzdialenosť kontajneru od vedenia 500 mm. Z uvedeného vyplýva, že výška kontajneru je obmedzená na 3000 mm (je možné skonštruovať aj vyšší kontajner, no následne rastú náklady potrebné na prepravu).



Obrázok 2.1 Rozmery a vzdialenosti kontajneru naloženého na vagón od trakčného vedenia

3. Požiadavky na jednoduchú celkovú inštaláciu u koncového užívateľa

K umiestneniu kontajneru sú potrebné iba minimálne úpravy terénu (betónové stĺpiky) alebo v prípade umiestnenia na pozinkovanej konštrukcii - žiadne úpravy terénu (za predpokladu rovnej plochy). Umiestnenie kontajneru na pozinkovanej konštrukcii je k betónovým základom najlepšie pripevniť chemickou kotvou, vid' **Príloha 6.5** - chemická kotva. Odpadá preto zásah do terénu ťažkou technikou. Po použití je možné kontajner jednoducho premiestniť na iné pracovisko, v prípade ukončenia životnosti recyklovať (kovy, plasty atď.).

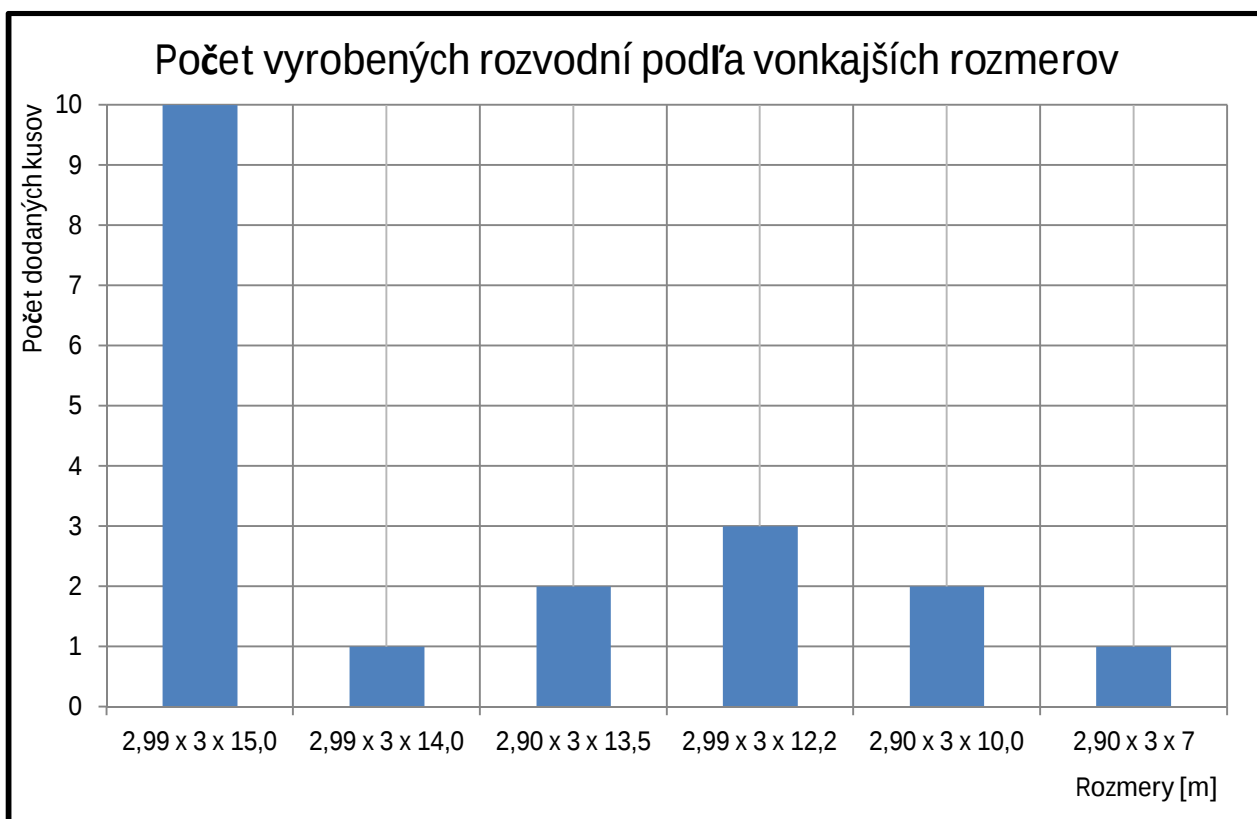
1.4 Popis možných segmentov použitia

V súvislosti s elektrickými zariadeniami nemusia byť vnútri kontajneru iba rozvodne alebo trafostanice. Ponúkajú nám množstvo iných variácií a modifikácií pre širokú škálu uplatnenia v rôznych odvetviach priemyslu. Medzi najčastejšie aplikácie patria predovšetkým :

- Rozvodné stanice (napríklad pri solárnych alebo veterných elektrárňach) a trafostanice; vďaka inštalácii rozvádzačov typu UniGear ZS1/550R/500, ktoré sú podrobované náročným záťažovým skúškam, ich môžeme využívať aj v nehostinných podmienkach ako sú bane, lode, ropné plošiny (petrochemický priemysel) alebo odľahlé oblasti (sibírska tajga, stepi Kazachstanu, a i.).
- Umiestnenie elektrocentrály ako záložného zdroja (UPS – uninterruptable power supply) napríklad pre nemocnice alebo serverovne.
- Dočasné VN / NN transformovne a rozvodne pri veľkých konštrukčných stavbách a pod.
- Umiestnenie systémov pre monitorovanie, reguláciu a riadenie (napr. systém MicroSCADA od ABB)
- Umiestnenie serverov, ktoré musia byť dostatočne chránené pred vonkajšími vplyvmi

Typy kontajnerových staníc :

- VN rozvodňa
- VN/NN trafostanica (transformátor môže, no nemusí byť umiestnený vnútri kontajneru)
- NN rozvodňa – transformátor je umiestnený mimo kontajneru



Graf 2.1 Dodané rozvodne podľa rozmerov v rokoch 2005 - 2012

Názov projektu	Un (kV)	In (A)	Ik (kA)	Rozmery (š - v - d) (m)	Počet kontaj- nerov	Počet panelov	Rok
Projekt Naftan LV SWG-s	0,4		50		3		2005
Projekt P10977 REDUT	10	1250	20	2,99 x 3 x 12,2	2	22	2006
Projekt P11079 Phyztekh	6/ 20	1250	20	2,99 x 3 x 12,2	1	12	2007
Projekt Naftan aux.power supply	6	1250	25	2,90 x 3 x 7,0	1	7	2008
Projekt P11995 Solenaya	6	1250	20	2,99 x 3 x 14,0	1	14	2009
Projekt P12168 North Buzachi	20	1250	20	2,99 x 3 x 15,0	2	28	2010
Projekt P12394 Beyneu	6	1250	20	2,90 x 3 x 13,5	2	30	2010
Projekt P12395 Bozoy	6	630	20	2,90 x 3 x 10,0	2	19	2010
Projekt Naftan LV SWG-s	0,4		50		3		2010
Projekt SNOS	0,4		50		1		2011
Projekt North Buzachi	20	1250	20	2,99 x 3 x 15,0	8	56	2012
Celkovo :					26	188	

Tabuľka 2.5 Rozvodne umiestnené v kontajneroch dodané spoločnosťou ABB s.r.o., divízia PPMV, Brno a LPLS v rokoch 2005 – 2012

1.5 Dopad na životné prostredie

V súčasnej dobe každý výrobca dbá o produkciu ekologicky nezávadných výrobkov, ktoré počas svojej životnosti nemajú zásadný vplyv na životné prostredie a po uplynutí ich životnosti

ich je možné recyklovať a použiť na výrobu nových produktov. Použité rozvádzače (pre názornú ukážku SafeRing/SafePlus) majú ekologický certifikát:

- **Pracovná životnosť výrobku** – výrobok bol vyvinutý v súlade s požiadavkami uvedenými v ČSN EN 622071-200 (IEC 62271-200). Navrhnutá konštrukcia zahŕňa životnosť viac než 30 rokov pri pracovných podmienkach vo vnútornom prostredí. Rozvádzač je plynottesný, s očakávanou difúznou rýchlosťou menšou ako 0,1% za rok. S odvolaním na referenčný tlak 1,4 baru, udrží si rozvádzač po dobu navrhutej životnosti plynottesnosť a tlak plynu lepši ako 1,3 baru (pri teplote 20°C).
- **Ukončenie životnosti** - ABB dodržiava normu ISO 14001. Povinnosťou ABB je po skončení životnosti výrobku uľahčiť recykláciu. Neexistujú presné požiadavky ako zaobchádzať s vyradenými rozvádzačmi na konci životnosti. Recyklácia v rámci ABB odpovedá norme ČSN IEC 1634 (IEC 61634), vydanie 1995, časť 6: „Konec životnosti zařízení plněných SF6“.
- **Príklad možnosti recyklácie** rozvádzačov SafeRing alebo SafePlus je vidieť z **Tabuľka 2.6**

Surovina	Hmotnosť	% celkovej hmotnosti	Možnosť recyklácie	Ekologické vplyvy a procesy recyklácie
Železo	132,80 kg	42,53%	Áno	Separovať, využiť namiesto nového zdroja(ruda)
Nerezová oceľ	83,20 kg	24,93%	Áno	
Meď	43,98 kg	14,09%	Áno	
Mosadz	2,30 kg	0,74%	Áno	
Hliník	8,55 kg	2,74%	Áno	
Zinok	3,90 kg	1,25%	Áno	
Striebro	0,075 kg	0,024%	Áno	Elektrolýza, využiť namiesto nového zdroja
Termoplast	5,2 kg	1,63%	Áno	Vytvoriť granulát, spätne využiť alebo použiť ako prísadu pri spaľovaní odpadu
Epoxidová živica ¹⁾	26,75 kg	8,35%	Áno	Rozomlieť na prášok a použiť ako prísadu v cementárni
Guma	1,35 kg	0,42%	Áno	Rozomlieť na prášok a použiť ako prísadu v cementárni
Transformátorový olej	0,21 kg	0,066%	Áno	Regenerovať alebo použiť ako prísadu pri spaľovaní odpadu
Plyn SF ₆	3,24 kg	1,04%	Áno	Použitý plyn SF ₆ je regenerovaný firmou ABB
Celkové množstvo k recyklácii	311,4 kg	97,25%		
Nešpecifikované ²⁾ Celková hmotnosť ³⁾	9,00 kg 320,00 kg	2,81% 100%		
Baliace fólie	0,2 kg		Áno	Vysoko kvalitná energetická prísada pri spaľovaní odpadu Znovu použiť alebo využiť ako energetickú prísadu pri spaľovaní odpadu
Drevené palety	21,5 kg		Áno	

¹⁾ Vrátane 60% kremenného piesku

²⁾ Nálepky, filmové fólie, práškové farebné nátery, skrutky, matice, súčiastky, mazací tuk...

Tabuľka 2.6 Možnosti recyklácie jednotlivých surovín rozvádzača SafeRing/SafePlus [39]

2 ZÁKLADNÝ POPIS PRVKOV POUŽÍVANÝCH V KONTAJNEROVEJ ROZVODNI

V tejto kapitole boli použité zdroje: [1]-[14], [17]-[19].

Okrem rozvádzačov a VN/NN transformátorov nájdeme v rozvodni množstvo iných zariadení a komponentov. Patria medzi ne napríklad silové rozvody NN pre vlastné okruhy rozvodne ako sú osvetľovacie telesá, zásuvky, vypínače. Ďalej slaboprúdové okruhy pre napájanie požiarnych hlásičov, internetu a pod. Prístroje povinné pre ochranu osôb a majetku, požiarnu bezpečnosť a voliteľné prvky pre zabezpečenie objektu pred cudzím poškodením a vniknutím.

Použitelnosť rozvádzačov a transformátorov v kontajneroch konštrukčne vychádzajúcich z ISO kontajnerov závisí najmä na ich rozmeroch, ktoré sú dané menovitými hodnotami prúdu a napätia. Z kapitoly 2.3 je zrejmé, že pre splnenie spomenutých podmienok sú rozmery kontajneru obmedzené na približne 15 x 3 x 3 m, pričom vnútorné rozmery sú maximálne 14,8 x 2,8 x 2,8 m. Týmto rozmermi sa treba riadiť pri výbere rozvádzačov VN a NN. Rozvádzače VN sa rozdeľujú :

- podľa určenia na primárnu a sekundárnu distribúciu
- podľa izolačného média na vzduchu a plynom (SF₆) izolované
- motorové riadiace centrá
- rozvádzače pre trakčné vedenia

Rozvádzače NN sa používajú typu MNS.

V kapitolách 2.2 - 2.6 si rozoberieme hlavné vlastnosti používaných prístrojov ako sú rozmery a menovité hodnoty elektrických veličín. Kompletné informácie sú potom možné k vyhľadaniu na stránkach a v katalógoch spoločnosti ABB.

2.1 Spoločné vlastnosti rozvádzačov od ABB [1], [4], [9]

- Rozvádzače sú vybavené kompletným blokováním a príslušenstvom potrebným pre zaručenie vysokej úrovne bezpečnosti a spoľahlivosti ako pre inštaláciu tak pre obsluhu.
- Rozvádzače zvyčajne vyberáme podľa menovitých hodnôt napätí (1 - 40 kV) a prúdov (630 - 4000 A). Najdôležitejšie technické údaje jednotlivých rozvádzačov pre našu problematiku sú popísané v kapitolách 2.2 - 2.4.
- Stupeň krytia rozvádzačov vyhovuje norme ČSN EN 60529 (IEC 60529). Rozvádzače sú obvyčajne dodávané s týmto štandardným stupňom krytia:
 - IP 4X na externom krytí
 - IP 2X vo vnútri jednotiek

Výrobca je schopný na požiadanie dodať externé krytie až do stupňa IP 53.

- Rozvádzač a v ňom obsiahnuté prístroje odpovedajú týmto normám :
 - ČSN EN 60694 (IEC 60694) pre všeobecné použitie
 - IEC 62271-200 pre rozvádzač
 - ČSN EN 62271-102 (IEC 62271-102) pre uzemňovač
 - ČSN EN 60071-2 (IEC 60071-2) pre koordináciu izolácie
 - ČSN EN 60470 (IEC 60470) pre stýkač

- ČSN EN 60265-1 (IEC 60265-1) pre odpojovač
- Rozvádzače sú podrobované všetkým skúškam požadovaným normami ČSN, medzinárodnými normami IEC a miestnymi normami (napríklad čínska norma GB a ruská norma GOST). Okrem toho boli vykonané skúšky najväčšími lodnými registrami pre použitie rozvádzačov v námorných inštaláciách. Skúšky simulujú situácie, ktoré sa vyskytujú veľmi zriedkavo alebo vôbec. Vykonávajú sa tri základné typy skúšok, ktoré sa delia na jednotlivé simulácie :

Typové skúšky:

- Krátkodobý a dynamický prúd
- Oteplenie a meranie odporu hlavného obvodu
- Skúšky elektrickej pevnosti izolácie na hlavných a pomocných obvodoch
- Zapínacia a vypínacia schopnosť prístrojov
- Zapínacia schopnosť uzemňovača
- Mechanické funkcie

Typové skúšky požadované lodnými registrami:

- Vysoké teploty okolitého vzduchu
- Sklon
- Vibrácie

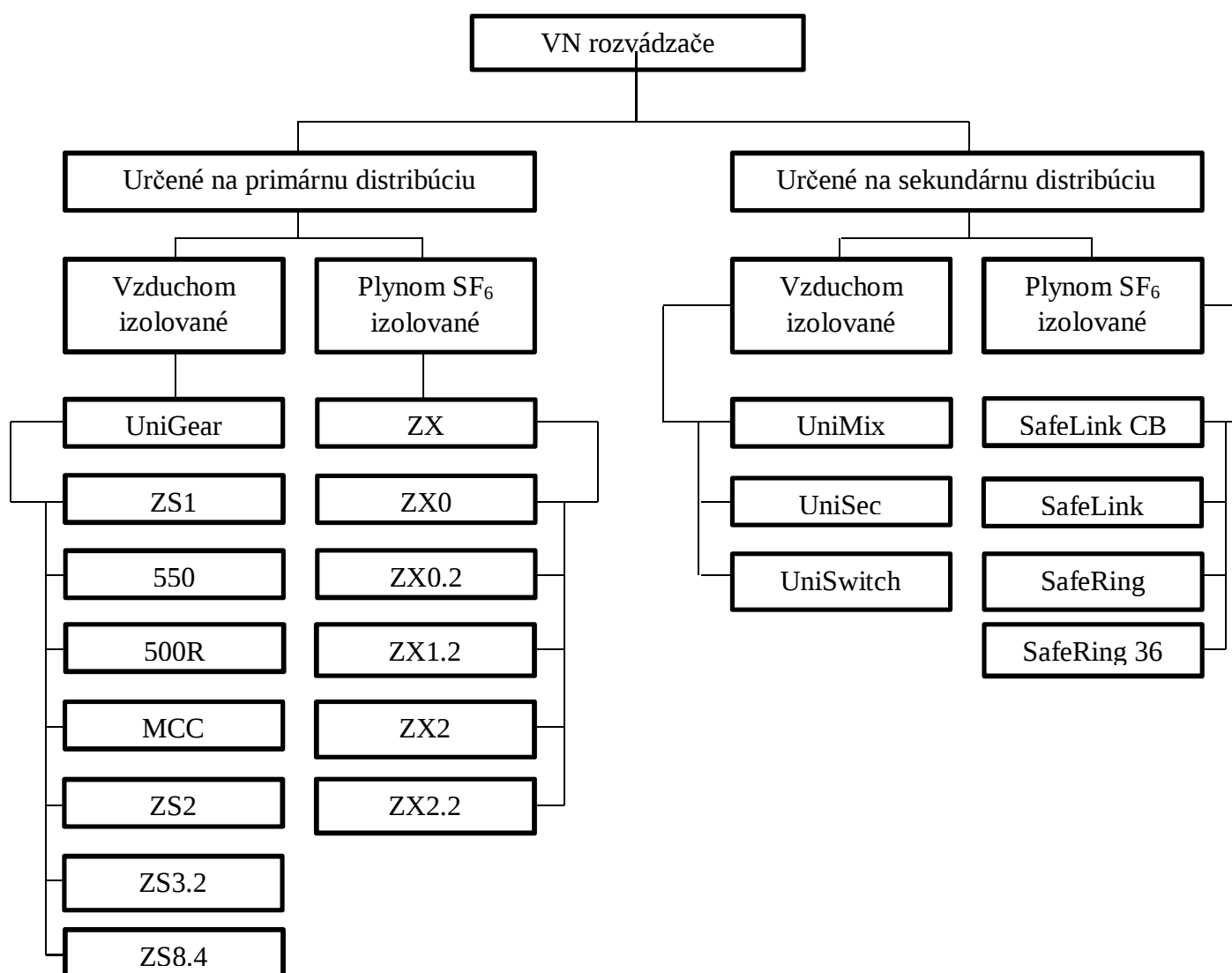
Kusové skúšky v závode:

- Vizuálna prehliadka a kontrola
- Mechanický sled funkcií
- Kontrola kabeláže
- Elektrický sled funkcií
- Skúšky elektrickej pevnosti izolácie
- Meranie odporu hlavných obvodov
- Rozvádzač VN musí byť odolný voči vnútorným oblúkovým skratom. Nesmie dôjsť k ohrozeniu života obsluhovanej osoby. Rozvádzače od ABB sú vybavené kompletným rozsahom riešenia pre zvládnutie horúcich plynov. Zvyčajne spočíva riešenie vo výfukových kanáloch, kedy sa horúci plyn jednoducho odvedie z miestnosti. V prípade lodných inštalácií kedy toto nie je možné sa použije kanál s uzavretými koncami s komínom navrchu alebo s pohlcovačmi. Pri inštalácii rozvádzača musíme dbať na niektoré základné body :
- Veľkosť skratového prúdu býva 16 až 50 kA
- Doba trvania poruchy je 0,1 až 1 s
- Únikové cesty pre horúce a toxické plyny uvoľňované horením materiálu
- Rozmery priestoru so zvláštnou pozornosťou pre výšku vid'. **Tabuľka 2.2**

Rozvádzače vyhovujú norme IEC 62271-200 :

- Dvere rozvádzača musia ostať zatvorené a nesmie dôjsť k otvoreniu krytov.
- Žiadna časť rozvádzača, ktorá môže byť nebezpečná pre obsluhu nesmie odpadnúť.

- V externej časti rozvádzača v častiach prístupných obsluhu sa nesmú objaviť žiadne diery
- Vertikálne a horizontálne usporiadané indikátory z plošnej textílie umiestnené mimo rozvádzač nesmú začať horieť.
- Akékoľvek uzemňovacie pripojenie rozvádzača musí ostať účinné
- Pri rozvádzači VN sa vykonáva aj skúška preukazujúca, že pri vnútornom oblúkovom skrate nedôjde k ohrozeniu zdravia obsluhy nachádzajúcej sa pri rozvádzači.
- Rozdelenie ABB VN rozvádzačov [23]:



2.2 VN rozvádzače od ABB určené na primárnu distribúciu

Rozvádzač vysokého napätia je jedným z najdôležitejších článkov v reťazci distribúcie elektrickej energie. VN rozvádzač je modulárny a je zostavený umiestnením štandardizovaných jednotiek vedľa seba. Konfigurácia rozvádzača je jednoduchá a výber spínacích prístrojov a prístrojového vybavenia nepredpokladá jednoúčelové riešenia. Pre funkčné jednotky rozvádzača je zaručená odolnosť voči oblúkovým skratom podľa normy IEC 62271-200. Všetky operácie uvedenia do prevádzky, údržby a obsluhy je možné vykonávať z prednej strany. Spínacie prístroje a uzemňovače sa ovládajú spredu pri zavretých dvierkach. Obsahujú vákuové a plynové (SF₆) vypínače a vákuové stýkače a poistky. Rozvádzač môže byť vybavený konvenčnými komponentmi merania a istenia (transformátory a relé) alebo inovačnými (senzory a viacúčelová jednotka). [10]

Primárne rozvádzače slúžia na distribúciu v prúdovej oblasti ktorá pokrýva všetky možné technické kombinácie s ohľadom na IEC požiadavky (do 4000 A), rozpätie napätia je 1 – 40 kV.

2.2.1 Vzduchom izolované

Patria sem pre nás najdôležitejšie rozvádzače rady UniGear, ktoré sa zhotovujú v niekoľkých variantách líšiacich sa od seba najmä v menovitých hodnotách napätí a prúdov, rozmeroch a zameraním. V tejto kapitole sú uvedené najzákladnejšie technické údaje pre vytvorenie predstavy o tom, s akými rozvádzačmi môžeme pri návrhu počítať, a to na základe tabuliek, v ktorých sú uvedené menovité hodnoty prúdov a napätí spolu s rozmermi. Bližšie informácie potrebné ku konkrétnemu návrhu sú na stránkach [23] a v katalógoch ABB.

2.2.1.1 Varianty rozvádzačov rady UniGear [4], [23]

- **ZS1**

Jedná sa o kovovo krytý vzduchom izolovaný rozvádzač vysokého napätia, ktorý obsahuje jeden vákuový alebo SF₆ vypínač alebo stýkač a môže obsahovať jeden skratovač v káblovom priestore a druhý v nadstavbe. Splňa štandardy IEC aj ruské GOST a spadá do triedy bezpečnosti LSC-2B a triedy prípustnosti A FLR. Jeho šírka býva 650 mm, 800 mm a 1000 mm podľa menovitých prúdov a napätí. Pracuje pri frekvencii 50-60 Hz.

Menovité napätia 7,2 kV; 12 kV; 17,5 kV a 24 kV.

Menovité prúdy pre 7,2 kV; 12 kV a 17,5 kV do 4000 A, pre 24 kV do 3150 A.

Meranie sa môže skladať z prúdových alebo napäťových senzorov, poprípade meracích transformátorov alebo aj ich kombináciou.

- **550**

Splňa štandardy IEC aj ruské GOST a čínske GB a spadá do triedy bezpečnosti LSC-2B a triedy prípustnosti A FLR. Podobný so ZS1 ale jeho šírka je iba 550 mm a max. menovité napätie je 17,5 kV a na meranie sa štandardne používajú toroidné transformátory (dajú sa použiť aj iné). Obsahuje vypínač Vmax/L a uzemňovač ST1-UG.

- **500R**

Jeho šírka je iba 500 mm okrem IEC splňa aj štátnu normu pre Veľkú Britániu ENATS 41-36. Poznáme 2 verzie a to IEC a ENA. Rozvádzače sú konštruované do menovitého napätia 12 kV. Obsahuje rovnaký vypínač ako UniGear 550 ale odnímateľný a trojpólový odpojovač ovládaný z prednej strany.

IEC spadá do triedy bezpečnosti LSC-2B a triedy prípustnosti A FLR a je pod krytím IP4X. Oproti ENA je o 200 mm hlbší a na prednej strane má okienko na vizuálnu kontrolu odpojovača.

ENA spadá do triedy prípustnosti A F, musí byť preto od steny vzdialený minimálne 600 mm. Nemá teda ani žiadny výfukový kanál. Stupeň krytia je IP3X. Obsahuje zariadenie na testovanie káblov z prednej strany.

- **ZVC**

Obsahuje vákuový stýkač a poistky preto sa používa prevažne ku spínaniu motorov, transformátorov a kondenzátorových batérií. Jeho šírka je 325 mm. Okrem IEC odpovedá aj AS/NZS a GB normám. Spadá do triedy bezpečnosti LSC-2B a triedy prípustnosti A FLR a jeho menovité napätie je 3,6 - 7,2 kV. Môže obsahovať vákuový stýkač V7 s pružinovým pohonom alebo VSC7 s magnetický pohonom.

- **MCC**

Jedná sa o kovovo kryté vzduchom izolované riadiace centrum motorov. Je vybavené stýkačom s poistkami a stýkačom VSC s magnetickým pohonom. Jeho šírka je 400 mm a uplatňuje sa podobne ako ZVC ku spínaniu motorov, transformátorov a kondenzátorových batérií s menovitým napätím do 7,2 kV.

- **ZS2**

Je to UniGear s jedným systémom prípojnic kovovo krytý a vzduchom izolovaný rozvádzač ktorého menovité napätie je až 36 kV. Opäť spĺňa všetky normy a smernice ako predošlé varianty. Keďže je určený pre riešenia nad 24 kV, má preto aj hlboké pole. Z tohto hľadiska by bolo nutné použiť širší kontajner, čo by mohlo obmedziť prepravné možnosti, poprípade zvýšiť náklady na transport ak by prekročil rozmery uvedené v **Tabuľka 2.4**. Všetko závisí na potrebách konkrétnej zákazky.

- **ZS3.2**

Kovovo krytý vzduchom izolovaný rozvádzač so šírkou 1200 mm, hĺbkou 2565 mm a výškou 2400 mm je dimenzovaný na napätia 36 kV a 40,5 kV. Obsahuje vypínač VD4 s pružinovým pohonom alebo HD4 s plynom SF₆ a taktiež pružinovým pohonom. Pre rozmery (hlbka) je opäť možné umiestniť ich iba do širších kontajnerov.

- **ZS8.4**

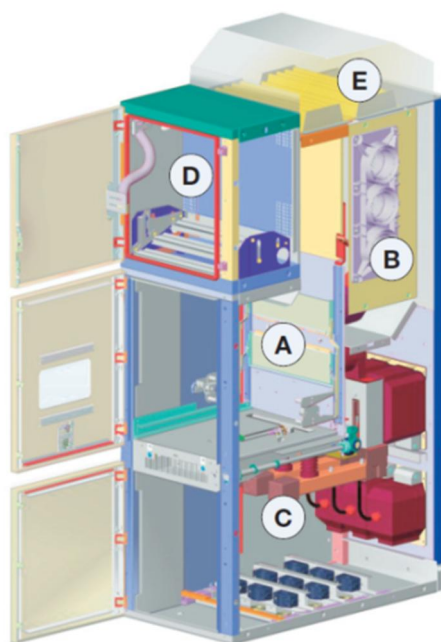
Moderný vzduchom izolovaný rozvádzač. Je univerzálnym riešením pre aplikácie od kompaktných rozvádzačov s okružným napájačom až po komplexné elektrické distribučné systémy.

Tri priestory vysokého napätia sú vybavené samostatným zariadením pre odľahčenie tlaku. Skrine rozvádzača ZS8.4 obsahujú výsuvné moduly, na ktorých sú namontované príslušné spínacie prístroje. Tieto moduly môžu byť vybavené vákuovým vypínačom VM1, VD4 a odpínačom C4. Menovité napätia 12-24 kV, prúdy 630 – 1250 A.[40]

2.2.1.2 Parametre rozvádzačov rady UniGear

Každá jednotka sa skladá z piatich oddielov, z toho tri sú silové: prístroje (A), prípojnice (B) a prívod (C). Jednotka (D) slúži na uloženie prístrojov a káblov. Na odvod plynov vytváraných oblúkom slúži kanál (E). Všetky oddiely sú prístupné z prednej strany a sú oddelené kovovými prepážkami (viď).

Obrázok 2.1).[6]



Obrázok 2.1 Oddiely rozvádzača UniGear ZS1

Menovité charakteristiky rozvádzača sú zaručené pri nasledujúcich pracovných podmienkach :

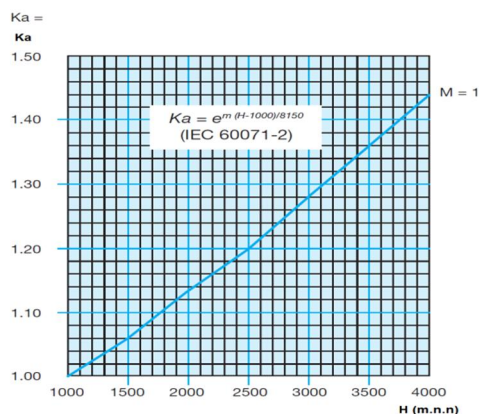
- Minimálna teplota okolitého vzduchu: -5°C
- Maximálna teplota okolitého vzduchu: $+40^{\circ}\text{C}$
- Maximálna relatívna vlhkosť: 95%
- Maximálna nadmorská výška: 1000 m
- Normálna nekorozívna a neznečistená atmosféra

Základné elektrické parametre :

Maximálne prevádzkové napätie	kV	12	17,5	24
Menovitý krátkodobý výdržný prúd	kA	...50	...40	...25
Menovitý prúd hlavných prípojnic	A	...4000	...4000	...3150

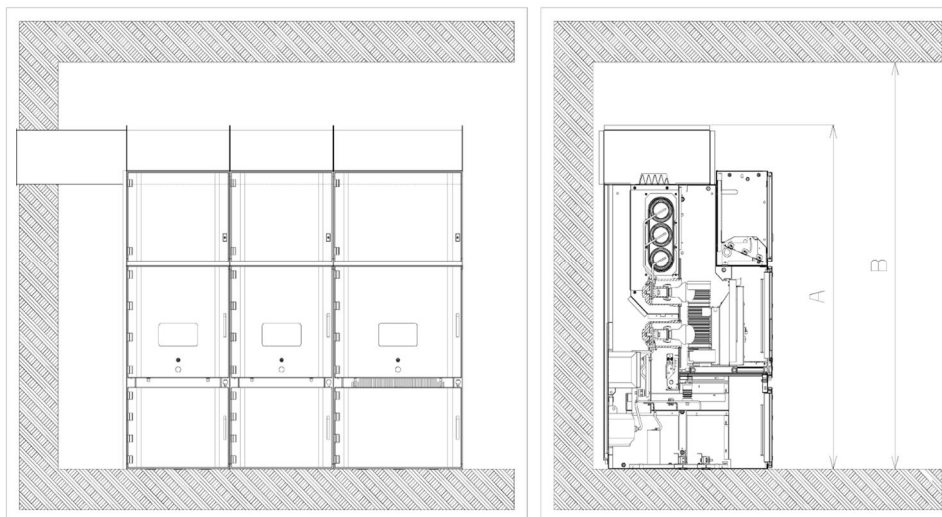
Tabuľka 2.1 Elektrické vlastnosti rozvádzača typu UniGear ZS1

Menovité stupne izolačného napätia sú garantované pre nadmorskú výšku hladiny mora a normálne atmosférické podmienky (IEC 60071-2, tlak 1013 hPa, teplota 20°C , relatívna vlhkosť 11g/m^3). Schopnosť izolácie vzduchom rapídne klesá s rastúcou nadmorskou výškou, v každom prípade však menovité hodnoty platia do nadmorskej výšky 1000 m.n.m. Vo väčších výškach je nutné pri návrhu použiť prepočítavací koeficient z **Obrázok 2.2** a vynásobiť ním hodnotu testového napätia pri klasickej frekvencii a taktiež hodnotu impulzného výdržného napätia. Príklad výpočtu je v [1].



Obrázok 2.2 Prepočítavací faktor v závislosti na nadmorskej výške pre rozvádzač UniGear

Pre výškové obmedzenie je nutné zvoliť redukovaný výfukový kanál tzv. kompaktný, ktorý je menších rozmerov ako štandardný, ktorým sa preto v tejto práci nebudeme zaoberať. Nákres inštalovania výfukového kanála v rozvodnej miestnosti je na **Obrázok 3.3** s rozmermi opísanými v **Tabuľka 3.2**.



Obrázok 2.3 Kompaktný kanál na odvod horúcich plynov a častíc pri poruche

Výška stropu B	Skratový prúd [kA]	20		25		31,5		40		50
	Doba skratu [s]	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	0,5
	$B \geq 4 \text{ m}$	Áno	Áno	Áno	Áno	Áno	Áno	(*)	(*)	(*)
	$3,5 \text{ m} \leq B < 4 \text{ m}$	Áno	Áno	Áno	Áno	Áno	Áno	(*)	(*)	(*)
	$3 \text{ m} \leq B < 3,5 \text{ m}$	Áno	Áno	Áno	Áno	Áno	Áno	(*)	(*)	(*)
	$2,8 \text{ m} \leq B < 3 \text{ m}$	Áno	Áno	Áno	Áno	Áno	Áno	(*)	(*)	(*)
	$2,5 \text{ m} \leq B < 2,8 \text{ m}$	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie	Nie
Menovité napätie		12/17,5 kV						24		
Výška rozvádzača A [mm] (705 mm výška NN oddielu)		2500						2500		

*) povinné zariadenie pre zabránenie vzniku skratu

Tabuľka 2.2 Potrebná výška stropu pre umiestnenie rozvádzača UniGear s kompaktným kanálom na odvod plynu v závislosti na skratovom prúde

2.2.2 Plynom SF₆ izolované [7], [11]

Jedná sa o kovovo krytý laserom zvaraný, plynotesný rozvádzač, ktorého každý oddiel je hermeticky uzatvorený tlakový systém. Podobne ako u rozvádzačov UniGear sú určené pre montáž k stene a vyrábajú sa s jedným systémom prípojníc. Sú modulárnej konštrukcie so zásuvnými prípojnícovými konektormi bez zásahu do plynového systému SF₆. Prístup ku káblom je spredu.

Medzi najväčšie výhody patria :

- Vysokonapäťová časť je úplne nezávislá na vplyvoch prostredia
- Bez vplyvu na dielektrické namáhanie a preto nezávislosť na nadmorskej výške (v prípade použitia poistiek VN treba počítať s korekčným činiteľom).
- Vďaka SF₆ izolácii minimálne požiadavky na priestor
- Minimálne náklady na prevádzku, údržbu v dôsledku nezávislosti na prostredí

ABB vyrába 5 druhov rozvádzačov rady ZX, a to : ZX0, ZX0.2, ZX1.2, ZX2 a ZX2.2.

2.2.2.1 Rozvádzač ZX0

Tento typ sa vyrába v troch prevedeniach a to :

(1.1) Nezávislá konštrukcia v blokoch

Ručný pohon 630 A s ovládaním bez pomocného napätia, s manometrom a mechanickým blokováním a signalizáciou polohy. Určené pre použitie v elektrárnach rozvodniach a spínacích staniciach.

(2.1) Komfortná konštrukcia v blokoch

Elektrické ovládanie 630 A a 1250 A s napájaním pomocným napätím, obsahuje detekciu polohy so snímačmi, monitorovanie každého plynového oddielu. Možnosť digitálneho ochranného a riadiaceho vybavenia : nadprúdová ochrana, distančná ochrana, blokovacie funkcie ovládané programovateľnou logikou, riadiaca jednotka REF542 plus.

(3.1) Konvekčná konštrukcia s oddelením jednotlivých skrií

Oddelenie jednotlivých skrií pre skrine s vypínačom 630 A a 1250 A. Šírka skrine 600 mm, ručné ovládanie spolu s mechanickou signalizáciou stavu. Mechanické pomocné spínače pre indikáciu polohy, voliteľné diaľkové ovládanie.

Maximálne prevádzkové napätie	kV	12	17,5	24
Menovitý krátkodobý výdržný prúd	kA	...25	...25	...25
Menovitý prúd hlavných prípojníc	A	...1250	...1250	...1250
Šírka a	mm	400/600 ¹⁾		
Výška b	mm	2100 alebo 2250		
Hĺbka c - pri inštalácii na stenu	mm	850/1000 ¹⁾		
- voľne stojací		1185		

*) Pre prúdy prívodu > 800A; a pre jednotlivo oddelené skrine

Tabuľka 2.3 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX0

2.2.2.2 Rozvádzač ZX0.2

Ide o panely, ktoré sú univerzálne v aplikáciách a pokrývajú široké spektrum konfigurácií prístrojových transformátorov s možnosťou výberu typu inštalácie.

Tento systém poskytuje možnosť bežného ovládania s manuálne ovládaným odpínačom v troch pozíciách a zároveň ponúka všetky podmienky pre možnosť diaľkového ovládania s ochrannou jednotkou s celkovým zabezpečením ochrany, riadenia, signalizácie, merania a monitoringu. Je ideálnym riešením pre mestá a podniky, pre priemyselné aplikácie a verejné budovy.

Maximálne prevádzkové napätie	kV	12	24	36
Menovitý krátkodobý výdržný prúd	kA	...31,5	...31,5	...31,5
Menovitý prúd hlavných prípojnic	A	1250...2500	1250...2500	1250...2500
Šírka a	mm	600/1200 ¹⁾		
Výška b	mm	2400		
Hĺbka c	mm	1330		

¹⁾ V závislosti na prúde

Tabuľka 2.4 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX0.2

2.2.2.3 Rozvádzač ZX1.2

Tento rozvádzač je zostavený z kovovo oddeleného vypínača a plynového prípojnicového oddielu s jedným systémom prípojnic. Káble sú dosiahnuteľné zo zadnej časti. Všetky ovládacie prvky môžu byť riadené diaľkovým ovládaním. Extrémna dĺžka životnosti vďaka SF₆ izolácii. K dispozícii je signálna detekcia pomocou senzorov alebo prístrojových transformátorov priamo do automatického systému alebo konvenčným spojením do riadiaceho centra.

Maximálne prevádzkové napätie	kV	12	24	36	40,5
Menovitý krátkodobý výdržný prúd	kA	...31,5	...31,5	...31,5	...31,5
Menovitý prúd hlavných prípojnic	A	1250...2500	1250...2500	1250...2500	1250...2500
Šírka a	mm	600/800 ¹⁾		600/800 ¹⁾	
Výška b	mm	2100			
Hĺbka c	mm	1300-1800 ²⁾			

¹⁾ Menovitý prúd nad 1250 A

²⁾ V závislosti na počte káblov na fázu

Tabuľka 2.5 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX1.2

2.2.2.4 Rozvádzač ZX2

Kovovo krytý rozvádzač s jedným alebo dvojitém systémom prípojníc. Možnosť ovládania na diaľku. Je zabezpečená komunikácia medzi rôznymi typmi výrobkov od rôznych výrobcov.

Maximálne prevádzkové napätie	kV	12/17,5	24	36	40,5
Menovitý krátkodobý výdržný prúd	kA	...40	...40	...40	...40
Menovitý prúd hlavných prípojníc	A	630...2500	630...2500	1250...2500	1250...2500
Šírka a	m	400/600/800	400/600/800	600/800	600/800
Výška b	m			2300	
Hĺbka c	m			1760	

Tabuľka 2.6 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX2

2.2.2.5 Rozvádzač ZX2.2

Kovovo krytý rozvádzač pre aplikácie s jednoduchým a dvojitém systémom prípojníc alebo pre aplikáciu s pomocnou prípojniciou. Vybavený vákuovým vypínačom. Obsahuje trojpolohové spínače na oboch stranách vypínača a prídavný spínač na uzemnenie. Obsahuje komponenty nevyžadujúce údržbu ako sú spínacie zariadenia v plynnom izolovanom puzdre z nerezovej ocele.

Maximálne prevádzkové napätie	kV	38(42 na požiadanie)
Menovitý krátkodobý výdržný prúd	kA	...40
Menovitý prúd hlavných prípojníc	A	...4000
Šírka a	mm	800
Výška b	mm	2310
Hĺbka c	mm	2060

Tabuľka 2.7 Elektrické vlastnosti a rozmery rozvádzača ZX2.2

2.3 VN rozvádzače od ABB určené na sekundárnu distribúciu [23]

Sekundárne rozvádzače slúžia na distribúciu v prúdovej oblasti (do 1600 A), ktorá pokrýva všetky možné technické kombinácie s ohľadom na IEC požiadavky, rozpätie napätia je rovnako ako pri VN rozvádzačoch 1 – 40 kV. Rovnako ako pri primárnej distribúcii aj sekundárne rozvádzače rozdeľujeme podľa izolácie do dvoch kategórií na vzduchom a plynom SF₆ izolované.

2.3.1 Vzduchom izolované

Medzi vzduchom izolované patria rozvádzače **UniMix**, **UniSec** a **UniSwitch**. Všetky tri rozvádzače majú podobné vlastnosti, preto ich nebudeme rozoberať zvlášť, ich konkrétne parametre sú k dispozícii na stránkach výrobcu. Menovité prúdy sú od 400 do 1250 A, menovité napätie do 25 kV a krátkodobý výdržný prúd do 25 kA. Ich použitie je rôzne, od letiskových aplikácií až po tie v metre. Sú vhodné pre automatizované distribučné siete.

2.3.2 Plynom SF₆ izolované

Plynom izolované rozvádzače určené na sekundárnu distribúciu poznáme od ABB 4 typy. Sú to **SafeLink CB** (určený do 12 kV s krátkodobým výdržným prúdom do 21 kA a s menovitým prúdom 630 A), **SafeLink**, **Safering** (určené do 24 kV a 21kA krátkodobý výdržný prúd a menovitý prúd 630 A) a **SafeRing 36** určený do 36 kV (maximálne do 40 kV) pre menovitú hodnotu prúdov do 630 A.

2.4 NN rozvádzače od ABB [18], [19], [23]

Pri požiadavke rozvodne NN sa používa rozvádzač typu MNS, ktorý je vhodný pre aplikácie vo všetkých oblastiach výroby, rozvodu a využitia elektrickej energie. Použitie je možné v energetických spoločnostiach, elektrárňach, rafinériách, na vrtných a ropných plošinách, na lodiach a v mnoho ďalších objektoch. Rozvádzačový systém MNS je veľmi variabilný vďaka rámovej konštrukcii so skrutkovým pripojením, ktorý nevyžaduje údržbu. Zostavený rám je potom možné vybaviť podľa potreby štandardizovanými súčiastkami a prispôbiť akejkoľvek aplikácii. Krytie je možné zvoliť podľa okolitých podmienok až do IP54. Konštrukcia a použitý materiál zabraňuje vzniku elektrického oblúku, poprípade jeho uhasenie v krátkom časovom intervale. Všetky plastové materiály majú samozhasínací charakter.

Ich menovité napätie môže byť 400/690 V, menovitý prúd hlavnými prípojnícami do 6300 A a krátkodobý výdržný prúd 250 kA. Rozmery v mm sú (š - v - h) 400/600/800/1000/1200 x 2200 x 400/600/800/1000/1200. Rozvádzač je rozdelený do troch poli : prístrojový priestor pre prístrojové moduly, priestor prípojnic pre prípojnice a distribučné prípojnice a káblový priestor pre prichádzajúce a odchádzajúce káble, vodiče pre pripojenie modulov, pomocné zariadenia (káblové svorky, pripojovacie dielce káblov, vodičové kanále atď.). Prístrojové moduly, funkčné priestory a polia sú ďalej delené podľa potreby. Polia môžu byť ovládané z jednej alebo z dvoch strán.

Rozvádzače majú množstvo rôznych spôsobov zhotovenia a moduly sa vyberajú podľa potreby. Z tohto dôvodu nie je možné detailne sa nimi zaoberať. Potrebné informácie sú v [18].

2.5 Používané transformátory VN/NN a ich vlastnosti

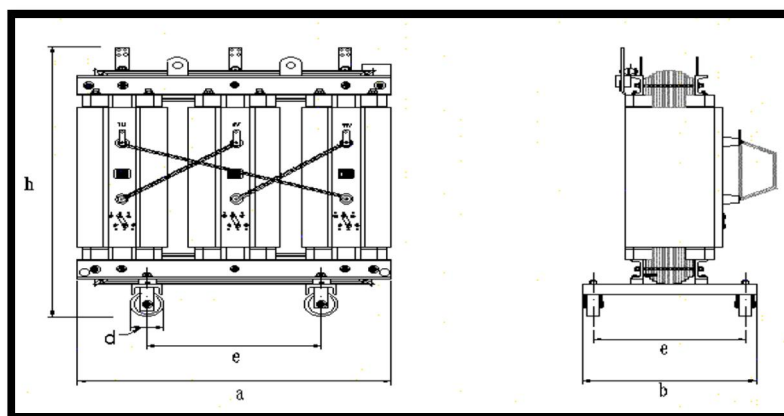
V prípade inštalovania transformátoru do kontajnerovej rozvodne (nie vždy je transformátor v kontajnery spolu s rozvodňou) sa musí počítať so systémom chladenia. Pri olejových transformátoroch je chladenie značne jednoduchšie no aj napriek tejto výhode sa v kontajneroch používajú výhradne suché transformátory. Je to z dôvodu požiarnej ochrany rozvodne - pri vzniku požiaru by olejový transformátor mohol spôsobiť škody väčšieho rozsahu ako transformátor suchý. Pre potreby VN/NN rozvodní/transformovní sa používajú suché transformátory o výkonoch 200 kVA – 2500 kVA.

Výhody suchých transformátory : nie sú škodlivé pre majetok a osoby, sú ekologické, neznečisťujú prírodu, nehrozí riziko požiaru, jednoduchá inštalácia, výborná odolnosť voči skratovým prúdom, skvelá kapacita pre vysporiadanie sa s preťažením, odolnosť voči zemetraseniam, zníženie nákladov vďaka redukcii civilných prác a protipožiarneho systému.

2.5.1 Technické údaje transformátorov od výrobcu EXIMET

Suché transformátory od spoločnosti EXIMET spĺňajú normy ČSN EN 60076, IEC 60076 a CEI 14-8. K štandardnej výbave patria teplotné snímače, k zvláštnej ukazovaci merací prístroj popri prípade teplotná monitorovacia jednotka a protiotrasové izolátory vibrácii. Vyrábajú sa od výkonov 25 kVA – 2500 kVA. V **Tabuľka 2.8** sú uvedené technické údaje transformátorov od spoločnosti EXIMET s výkonmi od 200 – 2500 kVA. Údaje o transformátoroch iných výkonov sú k dohľadaniu na stránke výrobcu [14].

- **Menovité napätie VN** : 6, 10, 12, 22 kV
- **Odbočky** : $\pm 2 \times 2,5 \%$
- **Menovité napätie NN** : 0,400; 0,415; 0,420 kV
- **Frekvencia** : 50/60 Hz
- **Druh spojenia** : Yzn1, Dyn1 (štandardné)
- **Trieda izolácie** : F (155 °C)
- **Chladenie** : AN (prirodzené vzduchové)
- **Vinutie** : Al alebo Cu, možnosť vývodov NN zdola alebo do strán
- **Stupeň krytia** : IP00 (IP20, IP23 a IP31), prevedenie do vnútorného aj vonkajšieho prostredia [14]



Obrázok 2.4 Popis rozmerov pre použitý transformátor [14]

Výkon (kVA)	Trieda (kV)	U _k (V)	P ₀ (W)	P _{k75°C} (W)	Rozmery (mm)					Hmotnosť (kg)
					a	b	h	e	d	
200	6÷22	6	800	2850	1250	620	1300	520	100	870
250	6÷22	6	900	3300	1350	620	1350	520	100	970
315	6÷22	6	1050	4050	1450	800	1400	520	125	1100
400	6÷22	6	1200	4700	1450	800	1450	670	125	1400
630	6÷22	6	1850	6800	1630	850	1600	670	150	1750
800	6÷22	6	2100	8180	1500	850	1730	670	150	2150
1000	6÷22	6	2300	9700	1700	1000	1900	820	150	2420
1250	6÷22	6	2700	11400	1900	1000	1970	820	150	3050
1600	6÷22	6	3100	14100	2000	1000	2200	820	150	3350
2000	6÷22	6	3900	17300	2100	1300	2300	1070	150	3820
2500	6÷22	6	5000	20000	2200	1300	2350	1070	150	4200

Tabuľka 2.8 Technické údaje suchých transformátorov od spoločnosti EXIMET podľa výkonov

2.5.2 Technické údaje transformátorov od výrobcu BEZ

BEZ má v porovnaní so spoločnosťou EXIMET širšiu ponuku transformátorov, preto tu uvedieme iba jeden typ, zvyšné je možné dohľadať na stránkach výrobcu [13]. Možnosť prevedenia z jadrom z amorfného kovu.

Transformátory spĺňajú štandardy STN EN 60076, STN EN 60076-11, STN 35 1110-1 (HD 538.1 S1). Tepelnú ochranu zabezpečujú pozistory alebo PT100.

- **Menovité napätie VN** : 6, 10, 12, 22 kV
- **Odbočky** : $\pm 2 \times 2,5 \%$
- **Menovité napätie NN** : 0,400; 0,415; 0,420 kV
- **Frekvencia** : 50 Hz
- **Druh spojenia** : Dyn1 (iné na požiadavku)
- **Trieda izolácie** : F (155 °C)
- **Chladenie** : AN (prirodzené vzduchové)
- **Vinutie** : Al alebo Cu
- **Stupeň krytia** : IP00 (Voľby – IP 21, IP23), vyhotovenie pre vnútornú montáž
- **Trieda požiarnej odolnosti** : F1
- **Trieda okolitého prostredia** : E2
- **Trieda klimatickej odolnosti** : C2
- **Tepelná odolnosť** : do – 60 °C
- **Zaťaženie** : trvalé

Výkon (kVA)	Trieda (kV)	U _k (V)	P ₀ (W)	P _{k75°C} (W)	Rozmery pre IP 00 (mm)			Hmotnosť (kg)	
					dĺžka	šírka	výška	IP00	IP23
100	6÷22	6	360	1900	980	575	1060	640	840
160	6÷22	6	610	2720	1150	620	1140	800	1000
250	6÷22	6	820	3660	1250	635	1195	1000	1350
400	6÷22	6	1110	4900	1545	785	1410	1560	1770
630	6÷22	6	1370	6700	1705	830	1600	2100	2500
800	6÷22	6	1700	7700	1750	900	1760	2350	2750
1000	6÷22	6	2000	8800	1840	855	1740	2950	3350
1250	6÷22	6	2500	10500	1900	900	1955	3020	3450
1600	6÷22	6	2800	12300	2095	880	2015	4200	4700
2000	6÷22	6	3500	14900	2120	980	2165	4800	5300
2500	6÷22	6	4300	18300	2435	1020	2135	5480	6030

Tabuľka 2.9 Technické údaje suchých transformátorov od spoločnosti BEZ podľa výkonov

* Poznámka k tabuľke 3.9 – spoločnosť BEZ ponúka rôzne druhy suchých transformátorov, preto sa technické údaje na stránke výrobcu môžu od tých v tabuľke líšiť

2.5.3 Technické údaje transformátorov od výrobcu ABB Resibloc

Spoločnosť ABB vyrába transformátory výkonov od 50 kVA až po 63 MVA o napätí až do 72,5 kV. Výrobca používa vysokokvalitné materiály (amorfné kovy) čím dokáže znížiť straty o 70% (na základe normy HD538) [26]. Každý transformátor je možné vyhotoviť bez krytia IP00 alebo s krytím IP23 a z oboch je na výber z troch typov:

- EcoDry^{Basic} transformátory pre bežné aplikácie s nízkym priemerným zaťažením

- EcoDry^{99Plus} transformátory pre aplikácie s vysokým alebo veľmi vysokým zaťažením
- EcoDry^{Ultra} sa používa pri transformátoroch s častými výkyvmi vysokého a nízkeho zaťaženia, poprípade ak je hodnota zaťaženia na strednej úrovni [25].

Výkon (kVA)	Trieda (kV)	U _k (V)	P ₀ (W)	P _{k120°C} (W)	Rozmery pre IP 00 (mm)			Hmotnosť (kg)	
					dĺžka	šírka	výška	IP00	IP23
630	6÷22	4	430	5400	1650	840	1870	2900	3400
800	6÷22	6	490	7640	1590	800	1790	3000	3500
1000	6÷22	6	530	9500	1580	980	1980	3300	3900
1250	6÷22	6	600	12000	1650	980	2170	4100	4700
1600	6÷22	6	810	14000	1770	980	2070	4700	5500
2000	6÷22	6	1020	18000	1860	1020	2460	5400	6200
2500	6÷22	6	1220	22000	1920	1270	2650	6700	7600

Tabuľka 2.10 Technické údaje suchých transformátorov EcoDry^{Basic} od spoločnosti ABB podľa výkonov

* Poznámka k tabuľke 3.10 – neuvedené menovité výkony sú dostupné na požiadanie

2.6 Ostatné používané prístroje a zariadenia a ich základný popis

Okrem veľkých prístrojov ako sú VN/NN transformátory a rozvádzače sa do kontajnerových rozvodní, tak ako aj do rozvodní klasických inštalujú tiež menšie prístroje na ochranu, monitorovanie, automatizáciu, údržbu a chladenie/ohrievanie. Popis týchto prístrojov presahuje rámec práce, ale pre zjednodušenie vyhľadania zariadení a prístrojov pri návrhu sú tieto prístroje a zariadenia sú spolu aj s výrobcami a odkazmi na ich web stránky prehľadne uvedené v prílohe 0. Medzi prístroje nevyhnutné k správnej funkcii rozvodne a k jej zabezpečeniu patria :

- Spoločné zariadenia : zariadenia pre vlastnú spotrebu, striedavá aj jednosmerná časť, núdzové zdroje, akumulátorové batérie, striedače, výroba a rozvod stlačeného vzduchu, menič frekvencie, ochrany, meranie a signalizácia, stroje a prístroje používané pri revíziách a údržbe.
- Protipožiarne zariadenia
- Zariadenia a prostriedky na ochranu zdravia a pre hygienu pri práci, ako pre personál rozvodne, tak aj pre revízne a pracovné skupiny
- Ochranné a bezpečnostné pomôcky : dielektrické rukavice, ochranný odev, prilba, záchranné háky, skúšačky, výstražné značky a i.
- Kompenzačné zariadenia
- Zabezpečovacie systémy : kamery, poplašné zariadenia, senzory atď.
- Klimatizačné zariadenia : klimatizácia, radiátory, ventilátory, výhrevné telesá a pod.

3 PRAKTICKÁ APLIKÁCIA

V tejto kapitole si na konkrétnom projekte riešenom pre SNOS v Salavate v roku 2011 popíšeme, ako sa postupuje pri návrhu takejto rozvodne za predpokladu určitých východiskových faktorov. Takýmto faktorom je schéma rozvodne zostavená na základe potrieb zákazníka. Na báze tejto schémy sa postupne vyvíja rozvodňa so všetkými potrebnými zariadeniami.

Najdôležitejším krokom na začiatku návrhu je zhromaždiť vstupné údaje. Naše zadanie vyzeralo nasledovne :

- Ako rozvádzač NN bude použitý typ MNS – motorové riadiace centrum, ktoré ako celok poskladaný zo všetkých blokov má rozmery (d x š x v) 4000 x 600 x 2200 mm
- V kovovom kontajneri budú umiestnené tiež dva suché distribučné transformátory 6 / 0,4 kV každý o výkone 400 kVA
- Kontajner musí byť odolný voči extrémnym teplotám, a to jak vysokým tak nízkym. V Salavate (miesto inštalácie v Baškirsku - Rusko) sú totiž teploty v lete bežne nad 45°C a v zime okolo -50°C

3.1 Výber transformátora

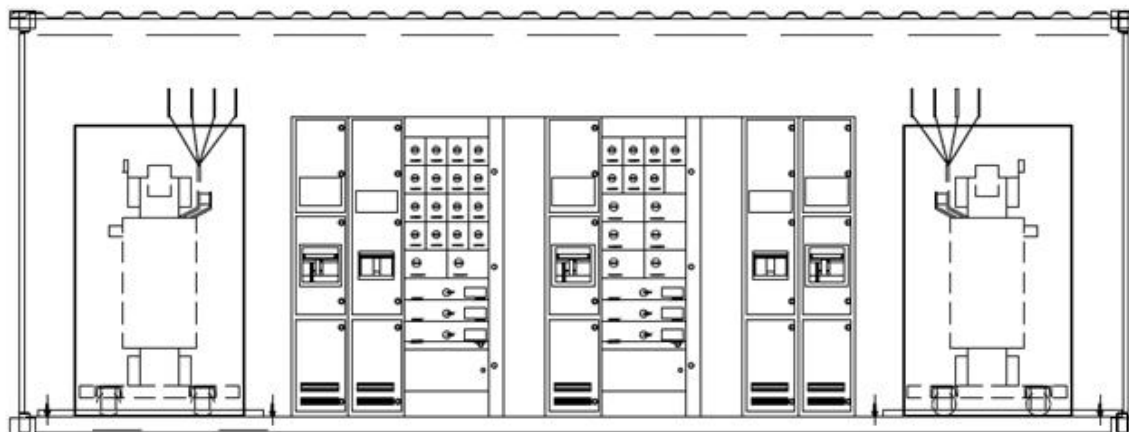
Z výrobcov uvedených v kapitole 2.5, poprípade iných, si vyberieme suchý transformátor odpovedajúci požadovaným parametrom, a to na základe priorít zákazníka – cena, kvalita, životnosť, náklady na prevádzku a údržbu atď. Transformátor musí byť suchý, kvôli bezpečnosti pri požiari.

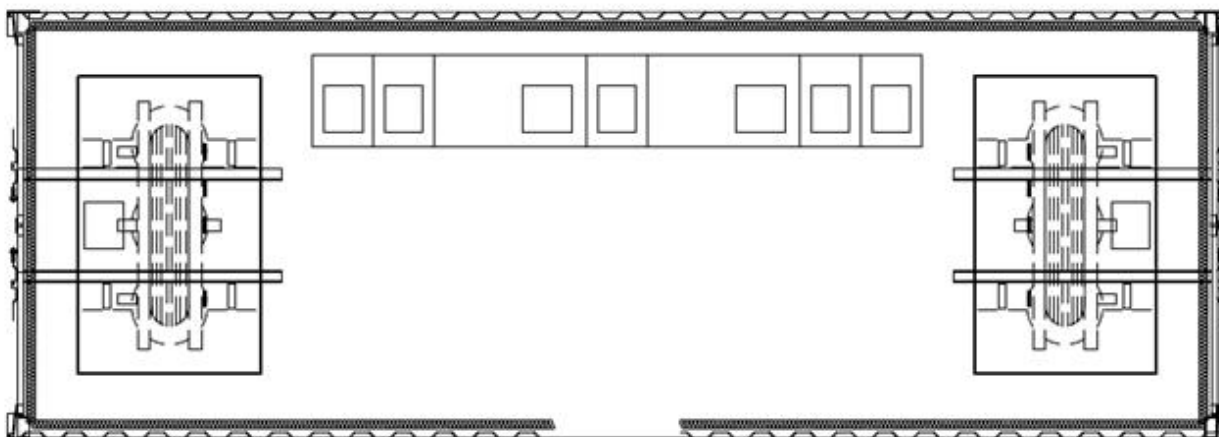
Zvolíme 2 ks transformátorov od spoločnosti BEZ Slovensko, s výkonom po 400 kVA a krytím IP23 . Zo stránky výrobcu si stiahneme PDF s potrebnými informáciami o daných transformátoroch ako sú straty naprázdno a nakrátko (pre výpočet stratového tepla) a rozmery (s krytím IP23) pre návrh / výber veľkosti kontajneru :

Parametre vybraného transformátoru : viď kapitola 2.5.2, a príloha 6.4.

3.2 Návrh veľkosti kontajnera a rozmiestnenia jeho obsahu

Pre návrh veľkosti kontajnera sú určujúce predovšetkým rozmery jeho obsahu, ako sú rozvádzače a transformátory. Ďalej sú rozmery kontajneru obmedzené prepravnými podmienkami ako je uvedené v kapitole 1.3 v bode 2. Predbežné rozmiestnenie rozvádzača a transformátorov v kontajnery bude vyzerať ako na náčrte na **Obrázok 3.1**.





Obrázok 3.1 Náčrt rozloženia rozvádzača a transformátorov v kontajnery

1. Dĺžka : MNS Rozvádzač má dĺžku 4000 mm, transformátor s krytím IP23 je hlboký 970 mm. Z daného sa ako vhodná vonkajšia dĺžka kontajneru zvolí 8 m s rezervami na manipuláciu, údržbu a bezpečné vzdialenosti.

2. Šírka : šírka kontajneru závisí na dĺžke transformátorov, ktorá je 1900 mm, preto zvolíme vonkajší rozmer kontajneru na 2,8 m.

3. Výška : výška kontajneru je daná výškou MNS rozvádzača s kanálmi na prívod nn z transformátorov. Tá je podľa zadania približne 2200 mm. Výšku kontajnera teda zvolíme opäť s rezervou na 3 m.

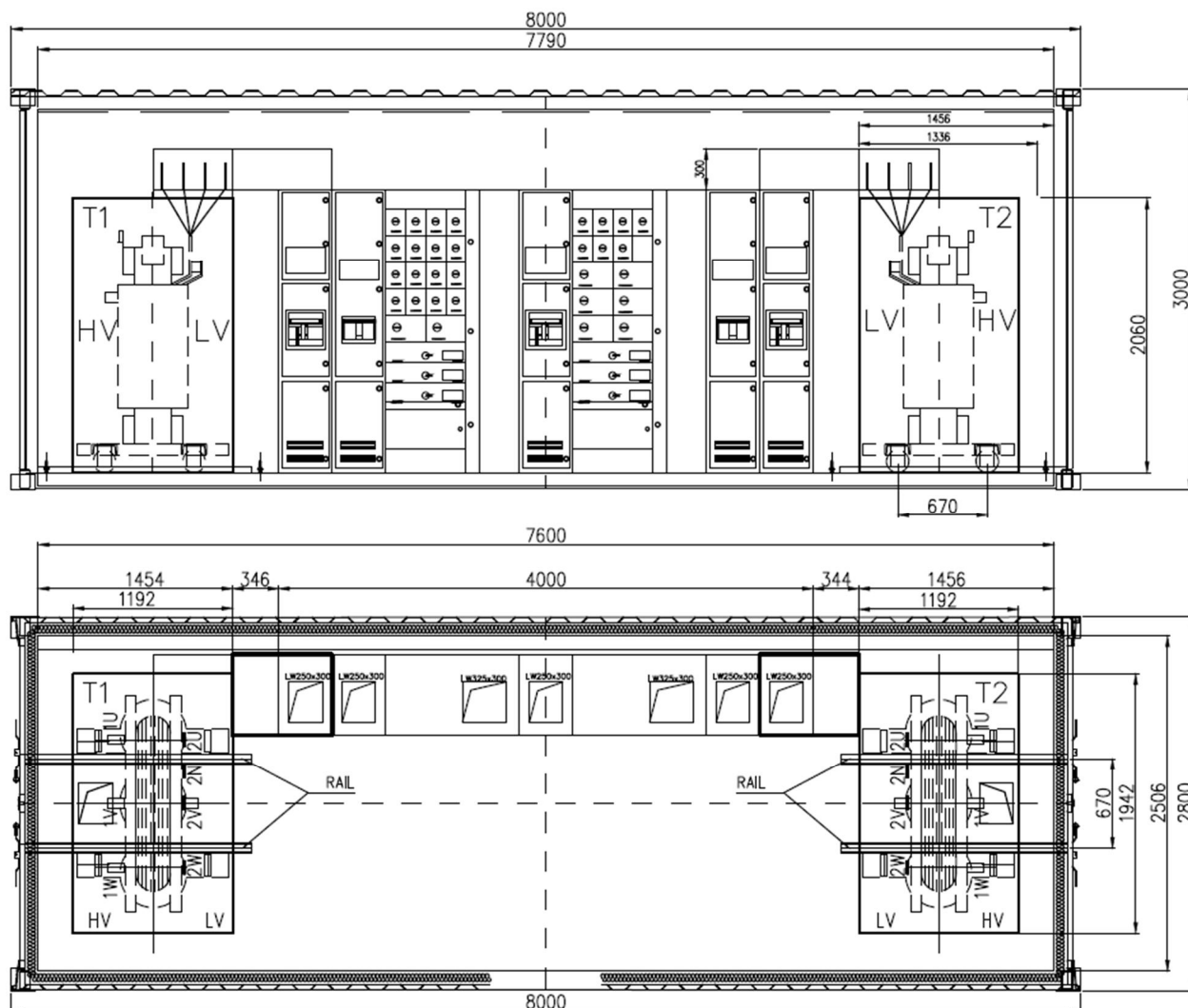
Vonkajšie rozmery kontajnera budú teda (d x š x v) 8000 x 2800 x 3000 mm.

3.3 Návrh otvorov pre káble a upevnenia transformátora

V ďalšom postupe, je dôležité počítať s niekoľkými aspektmi :

1. s koľajnicovým systémom pre uloženie transformátorov
2. s podlahovými otvormi pre prívodné vodiče do transformátorov
3. s podlahovými otvormi pre prívodné a vývodné vodiče z rozvádzača MNS
4. s kanálom pre prívod nn z transformátora zhora
5. dvere (únikový východ) postačia jedny, pretože vzdialenosť od najvzdialenejšieho miesta od dverí nepresahuje 7 m . Vždy sa musia otvárať dovonku (v smere úniku) a musia byť vybavené únikovou kľukou.

Po zhotovení otvorov sa prekryjú hliníkovým 4 mm hrubým plechom a skrutkami sa uchytiť zospodu ku konštrukcii kontajneru. Spôsob vedenia vodičov skrz otvory závisí od zákazníka. Jednou z možností je použitie prechodového systému od spoločnosti Roxtec. Druhým spôsobom je odobratie krytu a inštalácii káblov bez ďalších komplikácií (závisí na zákazníkovi a na konkrétnom riešení). Tretím spôsobom je prevrtanie Al plechu, zavedenie priechodiek a zapenenie protipožiarnou izolačnou penou napríklad : CFS-F FX od spoločnosti HILTI, čo je najvýhodnejším riešením.



Obrázok 3.2 Hotový projekt rozvodne , pohľad zhora

3.4 Návrh a výpočet intenzity osvetlenia

Podľa ČSN EN 12464-1 (36 0450) je v rozvodni nutná intenzita osvetlenia E_m minimálne 200 lx s indexom farebného podania $R_a = 60$. Jednoduchým výpočtom pomocou tokovej metódy si vieme určiť koľko svietidiel určitého výkonu budeme potrebovať. U tokovej metódy sa určuje svetelný tok zdroja potrebný pre zistenie požadovanej hodnoty osvetlenia.

Prvým krokom pri návrhu je voľba svietidla. Môžeme si vybrať niektoré z ponuky od výrobcov v prílohe 6.2. . Vybrali sme svietidlo BEGHELLI 14804 Acciaio T8 1 x 58 W so svetelným tokom všetkých zdrojov v svietidle 5200 lm a účinnosťou svietidla $\eta_{os} = 68\%$.

Potrebný počet svietidiel sa určí zo vzťahu :

$$n_s = \frac{E_m \cdot S}{\eta_{os} \cdot \Phi_s \cdot z} \quad (4.1)$$

kde

n_s je počet svietidiel osvetľovacej sústavy (ks)

E_m udržiavaná osvetlenosť priestoru (lx)

S	plocha priestoru (m^2)
η_{os}	činiteľ využitia osvetľovacej sústavy (%), ktorý nájdeme v katalógových listoch výrobcu svietidiel v závislosti na číneli miestnosti a odraznosti povrchu miestnosti
Φ_s	svetelný tok všetkých zdrojov jedného svietidla (lm)
z	udržiavací činiteľ ($0,45 \div 0,65$), ktorý sa určí ako súčin jednotlivých činiteľov :
z_z	svetelných zdroju,
z_s	znečistenie svietidiel,
z_p	znečistenie plôch osvetľovaného priestoru
z_{tz}	funkčná spoľahlivosť svietidiel

Konkrétny výpočet počtu svietidiel podľa rov.(4.1) :

$$n_s = \frac{E_m \cdot \check{s} \cdot d}{\eta_{os} \cdot \Phi_s \cdot z} = \frac{200 \text{ lx} \cdot 7,6 \text{ m} \cdot 2,506 \text{ m}}{0,68 \cdot 5200 \cdot 0,5} = 2,15 \text{ ks}$$

Zvolíme teda 3 svietidlá BEGHELLI 14804 Acciaio T8. Pracovná plocha sa uvažuje pre výšku 0,75 m po celej ploche okrem pásu 0,5 m okolo stien. Hodnota intenzity osvetlenia bude v rozvodni vyššia ako 200 lx, pretože svietidlá nebudú v strede rozvodne, ale v strede užitočnej plochy. T.j. tam, kde nie sú transformátory ani rozvádzače. Pre názornú ukážku je v prílohe uvedený export z programu DiaLUX light, viď príloha 6.1. Je z nej vidieť rozmery miestnosti, súradnice umiestnenia svietidiel aj so znázornením a taktiež rozloženie intenzity osvetlenia.

3.5 Návrh a výpočet výkonu chladiča podľa STN 730548

Táto norma slúži na výpočet tepelnej záťaže a tepelných ziskov v priestoroch so stálou vnútornou teplotou. Výsledky výpočtov použijeme ako podklad na dimenzovanie klimatizačných zariadení. Výpočet stanovíme pre najhoršie možné podmienky, t.j. pre čas kedy sú tepelné zisky budovy najväčšie.

Keďže v okolí Salavatu sú teploty v zime pod -50°C a v lete nad 45°C je nutné rozvodňu vhodne klimatizovať. Pracovné podmienky zariadení sú väčšinou od -30°C do 35°C pričom transformátory s rozvádzačmi produkujú teplo, preto nie je nutné v zime túto rozvodňu stanicu vyhrievať. Aj napriek tomu je v rozvodni nainštalovaný elektrický radiátor s výkonom 2 kW, slúžiaci napríklad pre zvýšenie vnútornej teploty pri revízii zariadení. Väčší problém nastáva v lete pri vonkajších teplotách okolo 45°C . Vnútornej teplote vzduchu 35°C odpovedá povrchová teplota na transformátore 60°C . Vtedy dochádza k hrozbe nedostačujúceho chladenia čisto odvetrávaním cez vetracie otvory (prirodzeným chladením), dokonca dostačujúce nemusí byť ani chladenie s ventilátormi (nútené chladenie). Tak by sa mohli zariadenia prehriať nad prevádzkovú teplotu následkom čoho by vybavilo tepelné relé. Preto je nutné počítať s klimatizačnou jednotkou, ktorej výkon vieme navrhnuť na základe súčtu všetkých tepelných ziskov, pri najhorších možných podmienkach nasledovne:

1. Produkcia tepla od ľudí

Teplo získané n počtom ľudí si vieme určiť z nasledujúceho vzťahu :

$$Q_r = n \cdot 6,2 \cdot (36 - \vartheta_i) \quad (4.2)$$

Pri návrhu treba počítať s najhorším prípadom. Počet ľudí pracujúcich v miestnosti súčasne volím na 4. Teplo nimi produkované bude teda pri vnútornej teplote 20°C :

$$Q_l = n \cdot 6,2 \cdot (36 - \vartheta_i) = 4 \cdot 6,2 \cdot (36 - 20) = 396,8 \text{ W}$$

2. Produkcia tepla z osvetlenia

Pre výpočet sa používa príkon svietidiel, ktorý je v našom prípade podľa exportu z programu DiaLUX 3 x 45 W.

$$Q_{sv} = 135 \text{ W}$$

3. Produkcia tepla z transformátorov

Výpočet chladenia pre suchý transformátor podľa STN 33 3240 (počítame aj s toleranciou 15% udávanou od výrobcu) . Predovšetkým si zo strát naprázdno a strát nakrátko vypočítame celkový stratový výkon, z ktorého si určíme výkon potrebný na chladenie :

$$P_{celk} = P_0 + N^2 \cdot P_k \quad (4.3)$$

$$Q_{TR} = n \cdot 0,6 \cdot P_{celk} \quad (4.4)$$

kde

P_0 sú straty naprázdno [W]

P_k sú straty nakrátko [W]

N súčiniteľ skutočného zaťaženia transformátora $N = S_{skut} / S_{men} = 1,1 [-]$

S_{skut} skutočné zaťaženie transformátoru [VA]

S_{men} menovitý výkon transformátora [VA]

Q_{TR} potrebný chladiaci výkon oboch transformátorov [W]

n počet transformátorov [-]

P_{celk} celkový stratový výkon [W]

$$P_0 = 1100 \text{ W} + 0,15 \cdot 1100 \text{ W} = 1265 \text{ W}$$

$$P_k = 4900 \text{ W} + 0,15 \cdot 4900 \text{ W} = 5635 \text{ W}$$

Maximálny možný stratový výkon garantovaný výrobcom pri zaťažení S_{skut} po dosadení do rov.(4.3) bude :

$$P_{celk} = P_0 + N^2 \cdot P_k = 1265 + 1,1^2 \cdot 5635 = 8083,35 \text{ W}$$

Výkon potrebný k chladeniu oboch transformátorov je :

$$Q_{TR} = 2 \cdot 0,6 \cdot P_{celk} = 2 \cdot 0,6 \cdot 8083,35 = 9700,02 \text{ W}$$

Podľa vypočítaného chladiaceho výkonu vyššie si vieme dopočítať vetracie otvory pre prívod čerstvého vzduchu pri dostatočnom tepelnom spáde pre jeden transformátor nasledovne :

$$S_p = 0,1942 \cdot \frac{Q_{TR}}{2 \cdot \sqrt{h}} = 0,1942 \cdot \frac{9,7}{2 \cdot \sqrt{2}} = 0,666 \text{ m}^2 \quad (4.5)$$

Kde $h \doteq 2 \text{ m}$ je vertikálna vzdialenosť prívodných a odvetrávacích otvorov. Pre odvetrávacie otvory platí:

$$S_o = 0,2007 \cdot \frac{Q_{TR}}{\sqrt{h}} = 0,2007 \cdot \frac{9,7}{2 \cdot \sqrt{2}} = 0,688 \text{ m}^2 \quad (4.6)$$

Ak by nebolo možné zabezpečiť dostatočne veľké otvory, je možné použiť nútené chladenie s ventilátormi. V projekte SNOS bolo chladenie riešené kombináciou prirodzeného, núteného a klimatizačného chladenia. V zimnom období bude pomocou teplotných snímačov kontrolovaný prísun chladiaceho vzduchu prostredníctvom vetracích otvorov a ventilátorov. Za teplých letných dní, kedy takéto chladenie pravdepodobne nebude dostačujúce sa otvory zavrú a zapnú sa klimatizačné jednotky.

4. Produkcia tepla rozvádzača MNS

Rozvádzače produkujú teplo od 1-3 kW v závislosti na type a prúde ním prechádzajúcim. Pri MNS rozvádzači uvažujeme :

$$Q_R \doteq 3000 \text{ W}$$

5. Produkcia tepla od elektronických zariadení

Uvažujeme 1 PC :

$$Q_{PC} \doteq 400 \text{ W}$$

6. Tepelné zisky stenami

Pre výpočet tepelných ziskov stredne ťažkej steny si musíme podľa skladby steny určiť tepelný odpor, z ktorého si vieme vypočítať súčiniteľ prechodu tepla. Ďalej si potrebujeme určiť plochy jednotlivých stien s odčítanými otvormi. Keďže teploty v tabuľkách poznáme iba pre ČR, kde sú teploty podstatne nižšie, zjednodušíme si výpočet tým, že budeme uvažovať teplotu v interiéri 20°C (dovolené je až 35°C , no tabuľky uvádzajú max. teplotu exteriéru $30,2^\circ\text{C}$ a my máme v exteriéri vyše 45°C , preto pre zachovanie pomerov uvažujeme s teplotou 20°C). Z prílohy 6.2 si určíme priemernú rovnocennú teplotu vonkajšieho vzduchu t_{rm} za 24 hodín a rovnocennú slnečnú teplotu $t_{r\psi}$ v dobe o ψ hodín skôr ako uvažujeme výpočet. Tepelný zisk sa počíta pre každú stenu zvlášť, keďže nevieme ako bude objekt orientovaný vypočítame tepelný zisk za predpokladu, že vchod bude z južnej strany. Uvažujeme stredne ťažkú stenu, pretože stena kontajneru je hrubšia ako 0,08 m a tenšia ako 0,45 m. Pre tepelný zisk stredne ťažkej steny platí :

$$Q_s = U_s \cdot S_{st} \cdot (t_{rm} - t_i) + m \cdot (t_{r\psi} - t_{rm}) \quad (4.7)$$

Pre výsledné tepelné zisky stenami si budeme musieť určiť nasledovné :

1. U_s je súčiniteľ prechodu tepla, ktorý vypočítame z rov.(4.7) [$\text{Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$]
2. S_{st} je plocha stien s odčítanou plochou otvorov [m^2]
3. t_{rm} je priemerná rovnocenná teplota vonkajšieho vzduchu za 24 hodín [$^\circ\text{C}$]
 t_i je teplota interiéru [$^\circ\text{C}$]
4. $t_{r\psi}$ je rovnocenná teplota vonk. vzduchu o ψ hodín skôr ako uvažujeme výpočet [$^\circ\text{C}$]

5. m je súčiniteľ zmenšenia teplotného kolísania a určí sa z rov.(4.8) [-]

Pri sendvičovej konštrukcii je stená zložená z nasledovných zložiek :

ad 1) z prílohy 6.3 si určíme súčiniteľ tepelnej vodivosti λ pre zložky steny :

1. plech : $d_1 = 2 \text{ mm}, \lambda_1 = 20 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
2. tepelná izolácia: $d_2 = 150 \text{ mm}, \lambda_2 = 0,064 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
3. plech: $d_3 = 2 \text{ mm}, \lambda_3 = 20 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

Problém nastane, ak konštrukcia obsahuje nosníky ako na **Obrázok 6.3** Kostra konštrukcie na bázi ISO kontajneru (firma Kovar Leskovec). Vtedy budeme uvažovať, že pre 10% plochy steny je zloženie nasledovné :

1. plech : $d_1' = 2 \text{ mm}, \lambda_1 = 20 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
2. stavebná oceľ: $d_2' = 150 \text{ mm}, \lambda_2 = 50 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$
3. plech: $d_3' = 2 \text{ mm}, \lambda_3 = 20 \text{ Wm}^{-1}\text{K}^{-1}$

Vypočítame si tepelný odpor steny R :

$$R = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} = \frac{0,002}{20} + \frac{0,15}{0,064} + \frac{0,002}{20} = 2,344 \text{ m}^2\text{KW}^{-1} \quad (4.8)$$

$$R' = \frac{d_1'}{\lambda_1} + \frac{d_2'}{\lambda_2} + \frac{d_3'}{\lambda_3} = \frac{0,002}{20} + \frac{0,15}{50} + \frac{0,002}{20} = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$$

δ je hrúbka steny [m], $\delta \doteq 0,154 \text{ m}$

$$U_s = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + 2,344 + 0,07} = 0,393 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1} \quad (4.9)$$

$$U_s' = \frac{1}{R_{si} + R' + R_{se}} = \frac{1}{0,13 + 0,0032 + 0,07} = 4,9213 \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-1}$$

R_{si} je odpor tep. toku vodorovne v interiéri (normová hodnota $R_{si}=0,13 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$)

R_{se} je odpor tep. toku vodorovne v exteriéri (normová hodnota $R_{si}=0,07 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$)

ad 2) Plochy jednotlivých stien po odčítaní otvorov :

$$\begin{aligned} S_J &= 23,075 \text{ m}^2 \\ S_Z &= 7,91 \text{ m}^2 \\ S_S &= 23,075 \text{ m}^2 \\ S_V &= 7,91 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

Pre sendvičovú časť steny budeme uvažovať 90% celkovej plochy steny a pre časť steny s nosníkmi 10%.

ad 3) Priemerná rovnocenná teplota vonkajšieho vzduchu za 24 hodín pre jednotlivé svetové strany

$$\begin{aligned} t_{rmJ} &= 29,6 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_{rmZ} &= 29,7 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_{rmS} &= 26,2 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_{rmV} &= 29,7 \text{ }^\circ\text{C} \\ t_i &= 20 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

ad 4) Výpočet uvažujeme o 16:00 hod. takže $\psi = 32\delta - 0,5$, $\psi = 4,3$ hod. Od času uvažovaného výpočtu odčítame hodnotu ψ takto : $16-4,3=11,7$ preto $t_{r\psi}$ - rovnocennú teplotu vonkajšieho vzduchu o ψ hodín skôr si vyhladáme v prílohe 6.2 pre čas 12:00 hodín.

$$t_{r\psi J} = 50,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{r\psi Z} = 34,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{r\psi S} = 34,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

$$t_{r\psi V} = 34,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$$

ad 5) Výpočet súčiniteľa zmenšenia teplotného kolísania :

$$m = \frac{1 + 7,6 \cdot \delta}{2500^{\delta}} = \frac{1 + 7,6 \cdot 0,15}{2500^{0,15}} = 0,662 \quad (4.10)$$

Podľa rovnice 4.5 si vypočítame tepelné zisky jednotlivých stien :

Južná stena :

$$Q_{sJ} = 0,9 \cdot 0,393 \cdot 23,075 \cdot (29,6 - 20) + 0,662 \cdot (50,2 - 29,6) = 91,99 \text{ W}$$

$$Q_{sJ}' = 0,1 \cdot 4,9213 \cdot 23,075 \cdot (29,6 - 20) + 0,662 \cdot (50,2 - 29,6) = 122,65 \text{ W}$$

Západná stena :

$$Q_{sZ} = 0,9 \cdot 0,393 \cdot 7,91 \cdot (29,7 - 20) + 0,662 \cdot (34,6 - 29,7) = 30,38 \text{ W}$$

$$Q_{sZ}' = 0,1 \cdot 4,9213 \cdot 7,91 \cdot (29,7 - 20) + 0,662 \cdot (34,6 - 29,7) = 41 \text{ W}$$

Severná stena :

$$Q_{sS} = 0,9 \cdot 0,393 \cdot 23,075 \cdot (26,2 - 20) + 0,662 \cdot (34,6 - 26,2) = 56,16 \text{ W}$$

$$Q_{sS}' = 0,1 \cdot 4,9213 \cdot 23,075 \cdot (26,2 - 20) + 0,662 \cdot (34,6 - 26,2) = 75,97 \text{ W}$$

Východná stena :

$$Q_{sV} = 0,9 \cdot 0,393 \cdot 7,91 \cdot (29,7 - 20) + 0,662 \cdot (34,6 - 29,7) = 30,38 \text{ W}$$

$$Q_{sV}' = 0,1 \cdot 4,9213 \cdot 7,91 \cdot (29,7 - 20) + 0,662 \cdot (34,6 - 29,7) = 41 \text{ W}$$

Celkové tepelné zisky stenami :

$$\begin{aligned} Q_s &= Q_{sJ} + Q_{sJ}' + Q_{sZ} + Q_{sZ}' + Q_{sS} + Q_{sS}' + Q_{sV} + Q_{sV}' \\ &= 91,99 + 122,65 + 30,38 + 41 + 56,16 + 75,97 + 30,38 + 41 \\ &= 489,53 \text{ W} \end{aligned}$$

Po zhodnotení tepelných ziskov stenami sa konečne dostávame k celkovému výkonu potrebnému pre chladenie objektu, ktorý vypočítame nasledovne :

$$Q_{celk} = Q_I + Q_{sv} + Q_{TR} + Q_R + Q_{PC} + Q_s$$

$$Q_{celk} = 396,8 + 135 + 9700,02 + 3000 + 400 + 489,53$$

$$Q_{celk} = 14121,35 \text{ W}$$

Výrobca a typ klimatizácie sa vyberie na základe vypočítaného výkonu, ceny, životnosti a ekonomickosti prevádzky. V projekte SNOS boli zvolené 4 klimatizácie typu FUJITSU AFY16-U každá s výkonom 4,55 kW, čo v konečnom dôsledku dáva chladiaci výkon 18,2 kW. Klimatizáciu je vhodné mierne predimenzovať, čo síce navýši jej cenu, no v konečnom dôsledku je to ekonomické, pretože vďaka tomu nemusí ísť na plný výkon, čím sa predlžuje jej životnosť a znižuje riziko prehriatia pri poruche, vďaka výkonovej rezerve.

V niektorých prípadoch, kedy je teplotný spád medzi vonkajším a vnútorným prostredím dostatočne veľký, je postačujúce používať iba prirodzené chladenie prúdením vzduchu cez vetracie/chladiace otvory. Veľkosť týchto otvorov je možné spočítať podľa rovnice (4.5) a (4.6). Teplý vzduch z transformátora stúpa nahor vďaka jeho menšej hustote a uniká cez prieduchy von z kontajnera, čím je odvádzané teplo z transformátora. Prívod vzduchu je zabezpečený spodnými vetrákmi.

V prípade nedostačujúceho tepelného spádu sa použijú ventilátory, ktoré zvýšia objem prúdiaceho vzduchu za jednotku času a tým aj účinnosť a výkon chladenia. V extrémnych prípadoch kedy je hodnota Jouloveho tepla z elektrických prístrojov príliš vysoká, respektíve teplotný spád medzi vonkajším a vnútorným prostredím je nedostačujúci či záporný a na chladenie nestačí ani nútené chladenie ventilátormi, použije sa jedna alebo viac klimatických jednotiek, pričom navrhnuté otvory sú počas chodu klimatizácie uzavreté.

4 ZÁVER

V tejto práci je prebraná možnosť umiestnenia rozvodní, poprípadе transformovní do kovových kontajnerov konštrukčne vychádzajúcich z ISO kontajnerov pre prepravu. Takéto riešenie sa ukázalo ako veľmi výhodné obzvlášť v aplikáciách kedy výstavba klasických murovaných rozvodní nie je z rôznych dôvodov realizovateľná, poprípadе je taká realizácia nerentabilná.

V prvej časti je stručný úvod do problematiky a oboznámenie čitateľa so základnými princípmi takéhoto riešenia.

V druhej časti práca pojednáva o úpravách a opatreniach potrebných k realizácii rozvodne, a to najmä z hľadiska jej vonkajších rozmerov, ktoré majú vplyv na cenu a realizovateľnosť dopravy na miesto určenia, vnútornými rozmermi, ktoré predurčujú typ rozvádzača, otvormi pre klimatické zariadenia a vodiče a únikovými východmi. Ďalej sa zaoberá výhodami takejto rozvodne a popisom možných segmentov použitia a samozrejme dopadom na životné prostredie, pre ktoré je takáto rozvodňa veľmi šetrná. Táto časť má slúžiť pre budúcich inžinierov v ABB pre uľahčenie riešenia nových projektov.

V tretej časti sú prehľadne uvedené prístroje, stroje a zariadenia, ktoré môžeme v rozvodni nájsť. Najdetailnejšie sú prebrané rozvádzače VN, ktoré sú prehľadne rozdelené a popísané. (najmä však UniGear, ktoré boli súčasťou doposiaľ každého riešeného projektu od spoločnosti ABB v súvislosti s kontajnerovými rozvodňami). Ďalej sú spomenuté aj transformátory od ABB Resibloc a dvoch ďalších výrobcov a ostatné prístroje, ktoré sú neodmysliteľnou súčasťou kontajnerovej rozvodne.

Posledná časť pojednáva o riešení problémov pri návrhu konkrétneho projektu pre SNOS v Salavate v Rusku ako výber vhodného transformátora, návrh otvorov pre chladenie, klimatizáciu a prechody pre káble, návrh osvetlenia aby spĺňalo normu a návrh výkonu chladiča. Výkon chladiča sme určili na 14121,35 W, čo v praxi odpovedá realite, kedy navrhnutá klimatizácia mala výkon 18,2 kW. V prílohách je uvedený export z výpočtového programu DiaLUX light v 11.0 na výpočet osvetlenia, z ktorého je vidieť, že navrhnuté osvetlenie spĺňa normu.

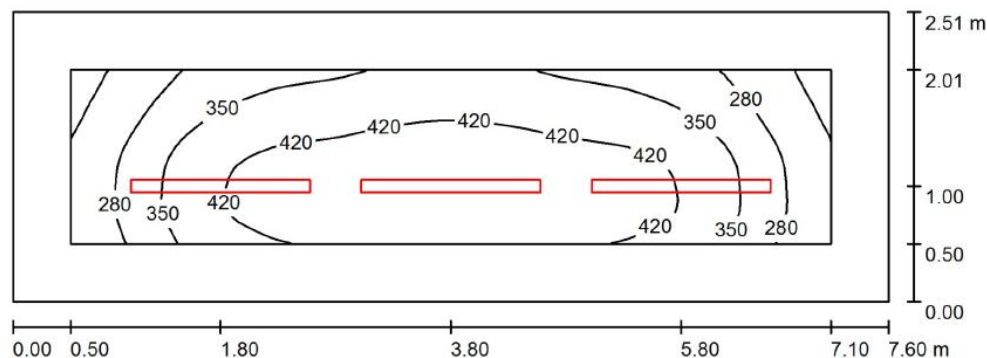
5 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ABB s.r.o. *UniGear : Technical guide*. 2008-01-31. 156 s. Document ID: 1VLM000005-Rev. 8, en
- [2] ABB s.r.o. *UniGear : Technical guide*. 2005-11-07. 147 s. Document ID: 1VLM000005-Rev. 5, en
- [3] ABB s.r.o. *UniGear type ZS1 : Installation, service and maintenance instruction manual*. 2007-09-11. 106 s. Document ID: 1VLM000363-Rev. 6, en
- [4] ABB s.r.o. *UniGear type ZS1 : Medium voltage, arc-proof, air-insulated, metal-clad switchgear*. 2005-11. 88 s. Document ID: 1VCP0000138-Rev.B, en
- [5] ORSÁGOVÁ, Jaroslava. *Rozvodná zařízení*. [s.l.] : [s.n.], 2011. 145 s.
- [6] JANEČKA, J. *Popis elektrických a mechanických bloků 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.
- [7] ABB s.r.o. *ZX-Family : Gas-insulated medium voltage switchgear*. 2011. 6 s. Document ID: DEABB 2471, en
- [8] ABB s.r.o. *SafeRing/SafePlus : Kompaktní distribuční rozváděč izolovaný plynem SF₆ a Modulární kompaktní rozváděč izolovaný plynem SF₆, Návod na montáž, obsluhu a údržbu*. 2007-04-07. 24 s. Document ID: 1VDD005976 GB, cs
- [9] ABB s.r.o. *SafeRing/SafePlus : Modulární kompaktní rozváděč izolovaný plynem SF₆ typu SafePlus a kompaktní distribuční rozváděč izolovaný plynem SF₆ typu SafeRing 12/25 kV*. 2007-11. 80 s. Document ID: 1VDD006104 GB Edition 3, cs
- [10] ABB s.r.o. *UniGear typ ZS1 : Kovově krytý, vzduchem izolovaný rozváděč vysokého napětí, odolný proti vnitřním obloukovým zkratům*. 2005-11. 91 s. Document ID: 1VCL000010 – Rev.2, cs
- [11] ABB s.r.o. *ZX0 : Rozváděče vysokého napětí izolované plynem*. 2004-03-16. 16 s. Document ID: 1VLC000016 – Rev -, cs
- [12] ABB s.r.o. *SafeRing/SafePlus : Blokový a kompaktní rozváděč izolovaný SF₆*. 2001-07. 24 s. Document ID: NOPOWSR5976 SK, sk
- [13] BEZ transformátory: Suché transformátory. *BEZ* [online]. 2009 [cit. 2012-12-06]. Dostupné z WWW:
<http://www.bez.sk/transformatory/index.php?goto=text&sekce=ho73CTpq&tid=vciUgDeP&lng=cz>
- [14] EXIMET Trafo, spol. s.r.o. *Suché distribuční transformátory s litou izolací* [online]. [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: http://www.eximettrafo.cz/02_sucha_trafa
- [15] CIHLÁŘ, M. *Konstrukční návrh kontejneru na transport sypaných hmot*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2011. 28 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Tomáš Léta.
- [16] HOLEŠOVSKÝ, J. *Členění kontejnerů a požadavky na kontejner ISO 1-C*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Provozně ekonomická fakulta, 2008-12-16. 12 s. Semestrální práce.

- [17] ABB s.r.o. *Containerized MV substations with UniGear ZS1 : Switchgear substations 12-17,5kV and 24kV*. 2009-07-22. 2 s. Document ID: 1VLC000033 – Rev.1, en
- [18] ABB s.r.o. *Technické informácie : rozváděč MNS*. 40 s. cs
- [19] ABB s.r.o. *Motorové řídicí centrum MNS iS : Úvod do systému*. 2010. 58 s. Document ID: 1TGC910001B0204, cs
- [20] LIEBHERR. *LTM 1050-3.1: All terrain mobile crane* [online]. [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: http://www.liebherr.com/AT/en-GB/products_at.wfw/id-8606-0/measurement/tab-6044_1477
- [21] EUR-Lex: Přístup k právu Evropské unie. *SMĚRNICE RADY 96/53/ES* [online]. 25.7.1996 [cit. 2012-12-06]. Dostupné z: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1996L0053:20020309:CS:PDF>
- [22] Slovenská republika. VYHLÁŠKA: Ministerstva dopravy, pôšt a telekomunikácií Slovenskej republiky z 19. augusta 2010 o stavebnom a technickom poriadku dráh. In: *Zbierka zákonov č. 350/2010*. 2010. Dostupné z: http://www.zsr.sk/buxus/docs//legislative/350_2010
- [23] ABB. *ABB v České republice* [online]. 2012 [cit. 2012-12-07]. Dostupné z: <http://www.abb.cz>
- [24] ABB. *ABB S.R.O. Vzduchom izolovaný rozvádzač ZS8.4* [online]. 2013 [cit. 2013-04-10]. Dostupné z: <http://www.abb.com/product/db0003db004279/c125739900636470c1256ec100326990.aspx>
- [25] ABB. *Technical data EcoDry dry-type transformers Ultra-efficient dry-type transformers – a safe and economical solution* [online]. 2013 [cit. 2013-04-10]. ISBN 1LDE000121. Dostupné z: [http://www05.abb.com/global/scot/scot252.nsf/veritydisplay/abd1bfc019d73d1dc1257b34005b8b48/\\$file/1LDE000121%20en%20data%20sheet%20EcoDry%20transformer.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot252.nsf/veritydisplay/abd1bfc019d73d1dc1257b34005b8b48/$file/1LDE000121%20en%20data%20sheet%20EcoDry%20transformer.pdf)
- [26] SZÉKYOVÁ, Marta, Juraj IHRADSKÝ, Peter LEIMBERGER a Peter MIKUŠKA. SLOVENSKÁ TECHNICKÁ UNIVERZITA V BRATISLAVE. *Technické zariadenia budov III: Vetranie a klimatizácia - Ateliérová tvorba a cvičenia*. 1. vydanie. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 2001, 272 s. 4924. ISBN 80-227-1590-5.

6 PRÍLOHY

6.1 Export z programu DialUX Light



Height of Room: 2.680 m, Mounting Height: 2.680 m, Maintenance factor: 0.80

Values in Lux, Scale 1:55

Surface	ρ [%]	E_{av} [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	u_0
Workplane	/	373	183	486	0.492
Floor	20	253	132	348	0.524
Ceiling	70	67	42	86	0.622
Walls (4)	50	156	47	375	/

Workplane:

Height: 0.750 m
Grid: 64 x 16 Points
Boundary Zone: 0.500 m

Illuminance Quotient (according to LG7): Walls / Working Plane: 0.431, Ceiling / Working Plane: 0.180.

Proportion of points with less than 400 lx (for IEQ-7): 55.47%.

Luminaire Parts List

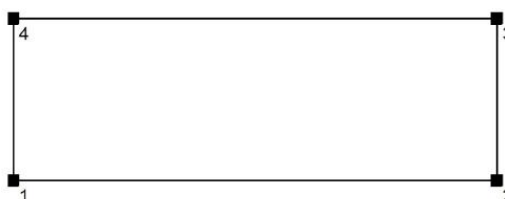
No.	Pieces	Designation (Correction Factor)	Φ (Luminaire) [lm]	Φ (Lamps) [lm]	P [W]
1	3	BEGHELLI 14804 Acciaio T8 (1.000)	3544	5200	45.0
Total:			10631	15600	135.0

Specific connected load: $7.09 \text{ W/m}^2 = 1.90 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Ground area: 19.05 m^2)

Height of working plane: 0.750 m
Boundary Zone: 0.500 m

Maintenance factor: 0.80

Height of Room: 2.680 m
Ground area: 19.05 m^2



Surface	Rho [%]	from ([m] [m])	towards ([m] [m])	Length [m]
Floor	20	/	/	/
Ceiling	70	/	/	/
Wall 1	50	(0.000 0.000)	(7.600 0.000)	7.600
Wall 2	50	(7.600 0.000)	(7.600 2.506)	2.506
Wall 3	50	(7.600 2.506)	(0.000 2.506)	7.600
Wall 4	50	(0.000 2.506)	(0.000 0.000)	2.506

6.2 Rovnocenné slnečné teploty vzduchu

Rovnocenné slnečné teploty vzduchu t_r pre $t_{e,max} = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$

$t_{e,max} - t_{e,min} = 14\text{ K}$

Tabuľka 2.7

Hodiny	t_e	Rovnocenná slnečná teplota t_r pre plochu ($^{\circ}\text{C}$)								
		HOR	S	SV	V	JV	J	JZ	Z	SZ
2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
3	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0
4	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2	16,2
5	16,9	19,1	19,3	20,9	20,8	19,1	18,1	18,1	18,1	18,1
6	18,1	25,1	23,5	31,4	32,9	27,2	20,9	20,6	20,6	20,6
7	19,5	32,8	23,9	36,8	41,7	35,8	23,2	23,2	23,2	23,2
8	21,2	40,8	25,9	37,9	46,3	42,8	29,3	25,9	25,9	25,9
9	23,0	48,4	28,5	36,0	47,2	47,4	36,6	28,5	28,5	28,5
10	24,8	54,7	30,9	32,4	45,0	49,4	43,0	30,9	30,9	30,9
11	26,5	59,3	33,0	33,0	40,6	48,7	47,7	38,1	33,0	33,0
12	27,9	61,7	34,6	34,6	34,6	45,6	50,2	45,6	34,6	34,6
13	29,1	61,8	35,6	35,6	35,6	40,6	50,3	51,3	43,1	35,6
14	29,8	59,6	35,9	35,9	35,9	35,9	47,9	54,4	50,0	37,3
15	30,0	55,4	35,5	35,5	35,5	35,5	43,6	54,4	54,2	43,0
16	29,8	49,4	34,4	34,4	34,4	34,4	37,9	51,3	54,9	46,4
17	29,1	42,3	33,5	32,7	32,7	32,7	32,7	45,3	51,3	46,4
18	27,9	35,0	33,4	30,5	30,5	30,5	30,5	37,1	42,8	41,3
19	26,5	28,7	28,9	27,6	27,6	27,6	27,6	28,7	30,4	30,4
20	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8	24,8
21	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0	23,0
22	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2	21,2
23	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5	19,5
24	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1
t_{rm}	23	33,6	26,2	27,8	29,7	30,2	29,6	30,2	29,7	27,8

Tabuľka 6.1 Rovnocenné slnečné teploty vzduchu

6.3 Súčiniteľ tepelnej vodivosti stavebných materiálov

DRUH	ρ [Kg/m ³]	λ [W/(m.K)]	
		vonkajšie	vnútorné
DREVO			
Borovica, smrek, jedľa, osika, topol, lipa	500(600)	-	-
Dub, breza, buk, javor, agát	700(800)	-	-
drevo tvrdé			
-teplýtok kolmo na vlákna	600	0,22	0,18
-teplýtok rovnobežne s vláknami		0,49	0,42
drevo mäkké			
-teplýtok kolmo na vlákna	400	0,18	0,15
-teplýtok rovnobežne s vláknami		0,41	0,35
DOSKY			
drevotrieškové	750	0,11	0,10
drevovláknité nelisované mäkké (hobra)	300	0,046	0,042
drevovláknité lisované (sololit)	850	0,15	0,14
dosky z korku lisované	150	0,064	0,058
dosky z dreveného odpadu s cementom	300-1200	0,11-0,35	0,1-0,26
lisované drevovláknité dosky	200-1000	0,075-0,17	0,07-0,16
KOVY			
bronz	8800	70	70
hliník	2700	204	204
nikel	7100	67	67
liatina	7200	58	58
meď	8900	372	372
mosadz	8600	102	102
ocel stavebná uhlíková	7850	50	50
ocel zliatinová, žiaruvzdorná	8000	15-40	15-40
zinok, odliatky	6900	113	113
HORNINY			
čadič, diabas, gabro	3000	2,9	-
mramor, serpentín	2800	2,0	-
pieskovec, zlepenec, kremenec	2600	1,7	-
bridlica ílovitá	2600	1,7	-
vápenec hutný	2500	1,4	-

ZEMINY			
suchá hĺina	1600	0,7	0,45
vlhké	1800	1,4	-
veľmi vlhké	2000	2,3	-
TEHL Y PALENE			
plné pálené tehly	1800	0,86	0,77
plné s vyššou objemovou hmotnosťou	1900	0,90	0,82
murivo z tehál metrickeho formátu s rozmermi 240/115/113	1400	0,74	0,6
murivo z tehál metrickeho formátu s rozmermi 240/240/113	1350-1550	0,71-0,77	0,51-0,55
murivo z tehál metrickeho formátu s rozmermi 240/375/113	1450-1550	0,69-0,73	0,52-0,57
murivo z priečne dierovaných PDT 240/240/113	1200-1250	0,63-0,67	0,59-0,64
murivo z priečne dierovaných PDT 240/240/140	1150-1250	0,62-0,69	0,58-0,65
murivo z priečne dierovaných PDT 320/240/113	1200-1300	0,63	0,49
murivo z priečne dierovaných PDT 320/240/140	1150-1250	0,52-0,58	0,44-0,49
murivo z pozdĺžne dierovaných tehál s rozmermi 140/290/140	750-850	0,49-0,55	0,49-0,55
murivo z pozdĺžne dierovaných tehál s rozmermi 290/290/140	800-850	0,58-0,60	0,55-0,58
KVÁDRE			
pálené líčové CKI	1250	0,65	0,59
vápennocementové VKD	1750	0,86	0,77
TVÁRNICE			
plné betónové	2200	1,30	1,10
plné kremeľinové	850	0,50	0,45
pórobetónové pri 50% rel.vlhk.vzd.	600	0,20	0,20
pórobetónové pri 85% rel.vlhk.vzd.	650	0,23	0,23
dierované keramické stropné	600	0,20	0,20
OBKLADACIE DOSKY			
kameňinové	2300	-	-
terazzové	2300	-	-
xyrolitové	1900	-	-

DLAŽDICE A OBKLADAČKY			
asfaltové	2000	-	-
betónové	2300	-	-
kameňarové	2300	-	-
keramické	2200	-	-
plastbetónové	2200	-	-
STREŠNÉ KRYTINY			
pálené	1800	-	-
cementové	2300	-	-
CEMENT			
čerstvo nasypávaný	1200	-	-
nasypávané uhlý	1600	-	-
VÁPNO			
nehasené s kúskami nad 100mm	1200	-	-
nehasené s kúskami do 100mm	900	-	-
hasené nasucho	700	-	-
vápenná kaša	1400	-	-
ZÁSYPKOVÉ MATERIÁLY			
Suchá hĺna	1600	0,70	0,45
Prírodná pôda	2000	2,3	-
tehlové drť	1200	-	-
kameňná drť z hutného kameňa	1800	-	-
kameňná drť z pórovitého kameňa	1500	-	-
keramzit netriedený 0-32mm	600	-	-
keramzit 0-4mm	900	-	-
keramzit 4-8mm, 8-16mm	500	-	-
pílina	200	-	-
piesok	1750	-	-
popolček	785-1050	-	-
tuf	1000-1700	-	-
štrk drtený z hutného kameňa	1700	-	-
štrk drtený z pórovitého kameňa	1500	-	-
MALTY, OMIETKY, POTERY			
cementové	2100	1,16	1,02
hlinité	1800	0,7-1,16	0,58-1,02
vápenné	1600	0,88	0,70
polymercementový poter	1200	1,10	0,96
liata samonivelačná podlaha	1600	-	0,16
perlitová omietka	250-500	0,10-0,18	0,095-0,16
vápennocementové	2000	0,99	0,88

BETÓNY			
Obyčajný hutný betón	2100-2300	1,23-1,36	1,05-1,16
železobetón	2300-2500	1,43-1,74	1,22-1,48
Plastbetón	1400	0,82	0,74
toskopemzový betón	1200-1700	0,55-0,84	0,44-0,76
Betón z expandovanej bridlice	900-1300	0,48-0,61	0,38-0,54
Škvarový betón	700-1700	0-1,3	0,23-1,25
pilínobetón	850	0,25	0,20
Perlitový betón	300-600	0,091-0,16	0,085-0,15
Troskopazderový betón	700-1200	0,18-0,35	0,15-0,30
Lávový betón	1200-1700	0,48-0,73	0,44-0,67
Tufový betón	1400-1800	0,50-0,80	0,45-0,63
Teľový betón	1300-1800	0,52-0,89	0,43-0,80
Pilínový betón	500-1000	0,18-0,32	0,14-0,25
Vápenoškvarový betón	1000-1200	0,44-0,58	0,33-0,47
plastperlit	160	0,11	0,091
TEPELNOIZOLAČNÉ MATERIÁLY			
vypenovaný penový polystyrén	10-60	0,051-0,039	0,050-0,038
vyláčaný penový polystyrén EXP	30	0,034	0,034
dosky z minerálnej vlny (v konštr.vyrábaných morkým procesom)	60-155	0,091-0,10	0,064-0,076
dosky z minerálnej vlny (v konštr.vyrábaných suchým procesom)	60-155	0,072-0,081	0,064-0,076
rohož v stlačenom stave zo sklennej vaty čadičovej vlny	260	0,07	0,048
sklená vata, trosková, čadičová vlna	120	0,047	0,039
materiály zo sklennej plsti	15-35	0,046-0,05	0,042-0,046
materiály z kamennej vlny	75-200	-	-
TUHÉ PLASTY NEPENENÉ			
linoleum	1200	0,19	0,19
polyetylén	930	0,35	0,34
pertinax	1400	0,22	0,22
celuloid	1400	0,21	0,21
plexisklo	1180	0,19	0,19
novodur	1380	0,17	0,17
polystyrén	1050	0,13	0,13
PVC	1380	0,20	0,20
silón	1150	0,26	0,26
teflón	2100	0,24	0,24
SKLO			
stavebné sklo	2600	0,76	0,76
dosky z penového skla	140-180	0,06	0,06
HYDROIZOLÁCIE			
asfaltové pásy a lepenky	1400	0,21	0,21
fólie z PVC	1400	0,16	0,16
fólie z PE	1470	0,35	0,35

STREŠNÉ LEPENKY A FÓLIE			
hliníkové fólie	2700	-	-
asfaltové pásy	900-1300	-	-
IPA	1280	-	-
IPA 400 SH	900	-	-
bitagit	1345	-	-
butylkaučuková fólia	1360	-	-
foalbit	1270	-	-
fólie PVC	1400	-	-
A400H	900	-	-
A500H	1070	-	-
B500	845	-	-
R380SH	700	-	-
R400SH	900	-	-
pebit	1350	-	-
polyetylénová fólia	980	-	-
ruberoid	1155	-	-
optifol C	1600	-	-
oprifol E	1700	-	-
optifol K	1300	-	-
pebit A	1100	-	-
pebit R	1100	-	-
pebit S	1100	-	-
perbitegit	1100	-	-
sklobit	930-1220	-	-

6.4 Technické údaje transformátorov BEZ



Trojfázové distribučné transformátory s liatou izoláciou výkon 100 - 2500 kVA, napätie 6, 10 kV



Všeobecná charakteristika

Vyhotovenie: podľa:

- súbor STN EN 60076 (351100)
- STN 351110 (Cenelec HD538.1S1)

Chladienie AN

Zaťaženie trvalé

Trieda izolácie F

Odbočky na vinutí vyššieho napätia $\pm 2 \times 2,5\%$

Vinutie Al

Trieda požiarnej vlastností F1

Trieda odolnosti voči prostrediu E 2

Trieda klimatickej odolnosti C 2

Krytie IP 00 (IP 23 na požiadavku)

Frekvencia 50 HZ

Vyhotovenie pre vnútornú montáž

Skupina spojenia do výkonu 160 kVA

Yyn0 pri 231V, Yzn1 pri 400 a 420 V, Yy0 pri 525 V

Skupina spojenia od výkonu 250 kVA

Dyn 1 pri 400 a 420 V, Dy 1 pri 525 V

Izolačná hladina 6 kV Um 7,2 kV LI 60 AC 20

Izolačná hladina 10 kV Um 12 kV LI 75 AC 28

Tepelná ochrana (pozistory alebo PT 100)

Tolerancie	
Straty naprázdno P_o	+ 15%
Straty nárátko P_k	+ 15%
Celkové straty $P_o + P_k$	+ 15%
Napätie nárátko $\pm$	± 10

Technické údaje

Menovitý výkon	kVA	100	160	250	400	630	800	1000	1250	1600	2000	2500
Typ	aTSE	692/10	712/10	732.10	752/10	772/10	782/10	792/10	802/10	812/10	822/10	832/10
Menovité vyššie napätie	(V)	6 000, 10 000										
Menovité nižšie napätie	(V)	400/231, 420/242 V (iné napätie na požiadavku)										
Straty naprázdno	P_o (W)	360	610	820	1110	1370	1700	2000	2500	2800	3500	4300
Straty nárátko 75°C	P_k (W)	1900	2720	3660	4900	6700	7700	8800	10500	12300	14900	18300
Prúd naprázdno	I_o (%)	0,80	0,60	0,55	0,4	0,35	0,35	0,3	0,3	0,25	0,25	0,2
Napätie nárátko 75°C	U_k (%)	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
Akustický tlak [dB(A)]	L_{pA} (1m) IP00	46	48	50	53	55	55	56	56	58	60	61
Akustický výkon [dB]	L_{WA} IP00	57	60	63	67	70	70	71	71	75	77	79
Akustický tlak [dB(A)]	L_{pA} (1m) IP23	45	46	49	52	54	54	55	55	57	59	60
Akustický výkon [dB]	L_{WA} IP23	60	62	65	58	72	72	73	73	77	76	77
Rozmery [mm]	dĺžka IP00	980	1150	1250	1545	1705	1750	1840	1900	2095	2120	2435
	šírka IP00	575	620	635	785	830	900	855	900	880	980	1020
	výška IP00	1060	1140	1195	1410	1600	1760	1740	1955	2015	2165	2135
Hmotnosť	(kg) IP00	640	800	1000	1560	2100	2350	2950	3020	4200	4800	5480
	(kg) IP23	840	1000	1350	1770	2500	2750	3350	3450	4700	5300	6030

BEZ TRANSFORMÁTORY a.s., Rybníčná 40, Bratislava, Slovenská Republika, tel.: +421(0) 2 49611200, fax: +421(0) 2 4488 7188, email: bez.or@bez.sk, www.bez.sk



Trojfázové distribučné transformátory s liatou izoláciou 6,10 kV



Člen skupiny International BEZ Group

Rozmery

Výkon (kVA)	100		160		250	
Stupeň krytia	IP00	IP23	IP00	IP23	IP00	IP23
Typ - aTSE	692/10	692/10A	712/10	712/10A	732/10	732/10A
A	980	1520	1150	1520	1250	1650
B1	575	1080	620	1080	635	1080
B2	560		560		560	
C	1060	1540	1140	1540	1195	1650
E	420		550		550	
F	420		420		420	
G	765	315	810	355	870	375
H	325		385		420	
I	285		310		345	
J	210	290	235	330	215	340
L		200		235		235
M		100		100		100



Výkon (kVA)	400		630		800		1000		1250		1600		2000		2500	
Stupeň krytia	IP00	IP23	IP00	IP23	IP00	IP23	IP00	IP23	IP00	IP23	IP00	IP23	IP00	IP23	IP00	IP23
Typ - aTSE	752/10	752/10A	772/10	772/10A	782/10	782/10A	792/10	792/10A	802/10	802/10A	812/10	812/10A	822/10	822/10A	832/10	832/10A
A	1545	1900	1705	2100	1750	2100	1840	2250	1900	2250	2095	2600	2120	2600	2435	2700
B1	785	970	830	1130	900	1130	855	1130	855	1130	880	1250	980	1250	1020	1250
B2	850		900		900		900		900		900		900		1020	
C	1410	1760	1600	2060	1760	2060	1740	2220	1955	2220	2015	2680	2165	2620	2135	2620
E	680		680		880		880		880		880		880		1000	
F	550		550		680		680		680		680		680		750	
G	450		485		480		485		490		520		575		680	
H	450		495		510		545		530		590		610		710	
I	360		380		355		405		415		430		475		470	
K	860		965		990		1025		1110		1195		1215		1375	
L	360		450		460		480		480		500		485		600	
M		15														

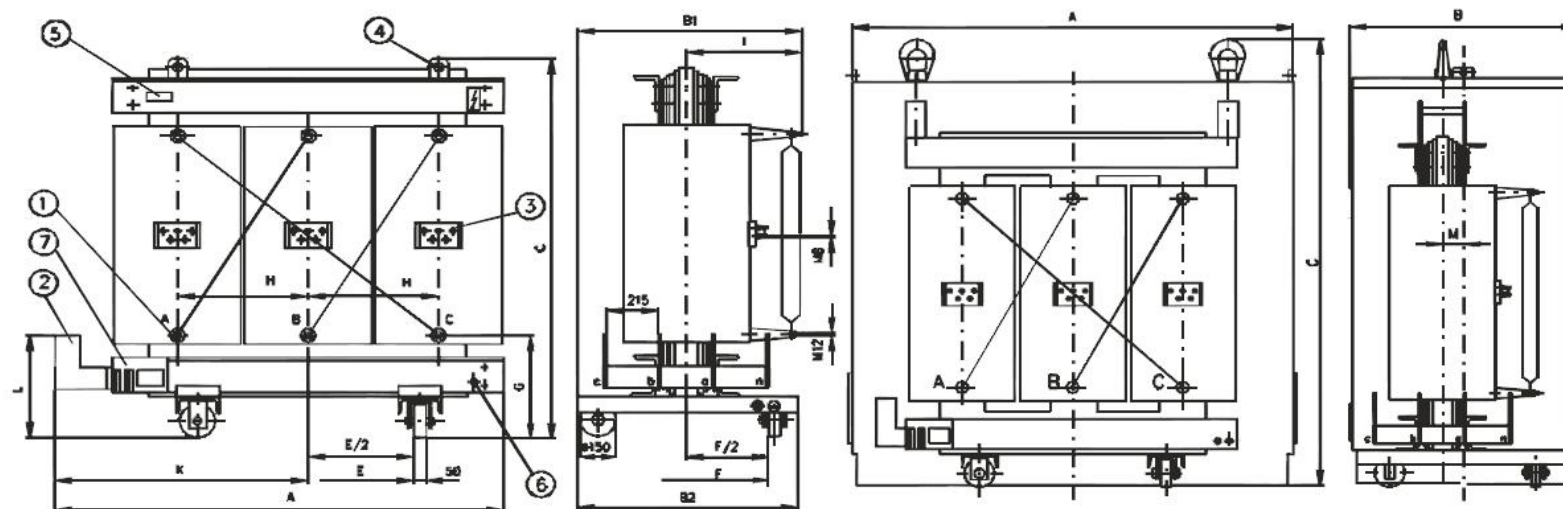
BEZ TRANSFORMÁTORY a.s., Rybníčná 40, Bratislava, Slovenská Republika, tel.: +421(0) 2 49 611 200, fax: +421(0) 2 4488 7188, email: bez.or@bez.sk, www.bez.sk

Trojfázové distribučné transformátory s liatou izoláciou, 6, 10 kV



IP 00 400 - 2500 kVA

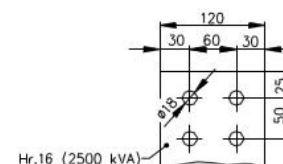
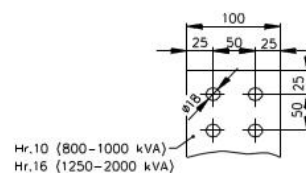
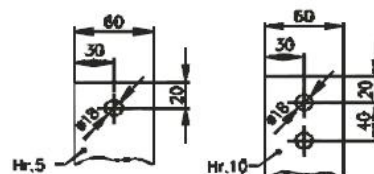
IP 23 400 - 2500 kVA



Ukončenie vývodov nn
400 kVA 630 kVA

800 kVA - 2000 kVA

2500 kVA



- 1 - pripojenie vn
- 2 - pripojenie nn
- 3 - odbočky
- 4 - závesné oko
- 5 - výkonostný štítok
- 6 - uzemňovacia svorka
- 7 - tepelná ochrana

1-S.3.04

6.5 Odkazy na stránky výrobcov zariadení potrebných v rozvodni

Transformátory :

<http://www.eximettrafo.cz/>

<http://www.bez.sk/transformatory/>

<http://www.abb.com/product/db0003db004283/ff731848d9f5c833c125773800743a28.aspx>

<http://www.elpro-energo.cz/>

<http://www.trafocz.cz/>

Svietidlá :

<http://www.beghelli.cz/cz/cze/main.html>

<http://www.a-solutions.sk/>

<http://www.elektrosvit.eu>

<http://www.havells-sylvania.com/>

<http://www.restoreone.cz/cz/>

<http://www.heliosnet.sk/>

<http://neo-neon.cz/>

Chladenie, vykurovanie :

<http://www.lennox.com/>

<http://www.teknopoint.sk/>

<http://www.samsung.com/sk/consumer/home-appliances/air-conditioners/>

<http://www.toshiba.com/tai/>

<http://www.daikin.sk/>

<http://www.maico-ventilatoren.com/>

<http://www.oerre.com>

<http://www.klimavex.sk/>

Vodiče a káble :

<http://lappczech.lappgroup.com/>

<http://www.helukabel.cz/>

Zabezpečovacie systémy, kamerové systémy a protipožiarne systémy:

<http://e-shop.jablotron.sk/>

<http://www.sicurit.cz/cze/>

<http://www.viakom.cz/>

Náradie, ochranné a bezpečnostné pomôcky :

<http://www.cimco.cz/sk/uvod/>

<http://www.ngtool.cz/>

http://www.weidmuller.com/85851/Home/cw_start_v2.aspx

<http://www.wurth.sk/sk/uvod>

<http://www.knipex.com/>

Elektroinštalčné zariadenia :

<http://www.abb.cz/elektropraga>

<http://www.sez.sk/>

<http://www.legrand.sk/>

<http://www.oez.sk/>

<http://www.generi.cz/>

<http://www.noark-electric.sk/>

<http://www.hensel-electric.eu/>

<http://www.rittal.cz/>

Chemická kotva :

<http://www.henkel.cz/>

Protipožiarna izolačná pena:

<http://www.hilti.cz/>

6.6 Fotografie a obrázky



Obrázok 6.1 Rohový prvok ISO kontajneru



Obrázok 6.2 Posunuté rohové prvky u predĺženého ISO kontajneru



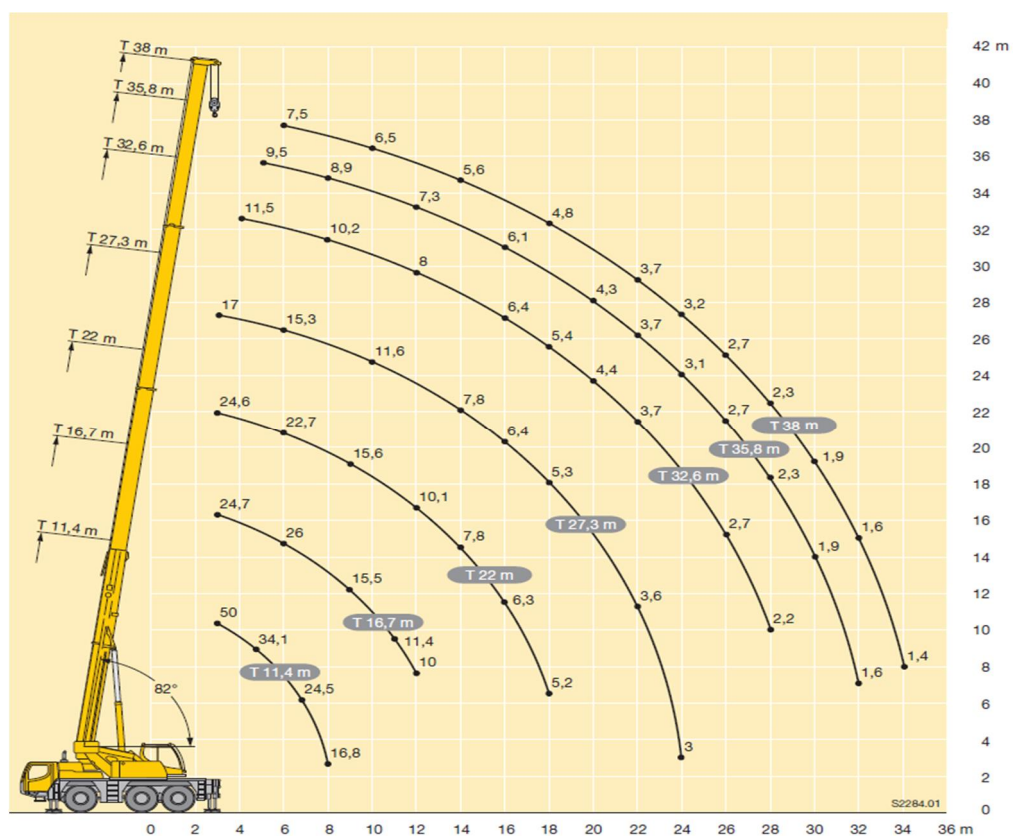
Obrázok 6.3 Kostra konštrukcie na bázi ISO kontajneru (firma Kovar Leskovec)



Obrázok 6.4 Preprava kontajnerovej rozvodne železničným vagónom



Obrázok 6.5 Preprava kontajnerovej rozvodne kamiónom - manipulácia pomocou žeriavu



Obrázok 6.6 Záťažový diagram žeriavu Liebherr LTM 1050



Obrázok 6.7 Úprava kontajneru pre upevnenie rozvádzačov a otvory pre prírodné vodiče



Obrázok 6.8 Rozvádzače ZX zľava doprava a dole : ZX0, ZX0.2, ZX1.2, ZX2 a ZX 2.2