

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

KATEDRA ELEKTROENERGETIKY A EKOLOGIE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

**NÁVRH VLASTNÍ SPOTŘEBY TRANSFORMAČNÍ
STANICE 400/110 KV**

**Vedoucí práce: Doc. Ing. Miloslava Tesařová, PhD.
Autor: Bc. Zdeněk Talaváňa**

2014

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
Fakulta elektrotechnická
Akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Zdeněk TALAVÁŇA**
Osobní číslo: **E12N0028K**
Studijní program: **N2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Název tématu: **Návrh vlastní spotřeby transformační stanice 400/110 kV**
Zadávací katedra: **Katedra elektroenergetiky a ekologie**

Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Rozdělte zařízení napájené z vlastní spotřeby do kategorií podle úrovně zajištění dodávky (zařízení nejvyššího významu, důležitá zařízení, normální zařízení, zařízení nižšího významu).
2. Popište střídavou a stejnosměrnou napájecí síť vlastní spotřeby (I. kategorie - bezvýpadková, II. kategorie - zajištěná, III. kategorie - nezajištěná).
3. Navrhněte koncepci napájení vlastní spotřeby konkrétní transformační stanice 400/110 kV a zvolte velikosti transformátorů vlastní spotřeby.
4. Prezentujte přehled údržbových prací dle Řádu preventivní údržby ČEPS, a.s. pro zařízení vlastních spotřeb.
5. Zhodnoťte navržené zařízení (případě uveďte možnosti dalšího vylepšení či rozšíření).



Rozsah grafických prací: podle doporučení vedoucího

Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

Student si vhodnou literaturu vyhledá v dostupných pramenech podle doporučení vedoucího práce.

Vedoucí diplomové práce: Doc. Ing. Miloslava Tesařová, Ph.D.
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání diplomové práce: 14. října 2013

Termín odevzdání diplomové práce: 12. května 2014


Doc. Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D.
děkan




Doc. Ing. Karel Noháč, Ph.D.
vedoucí katedry

V Plzni dne 14. října 2013

Anotace:

Cílem této diplomové práce je popsat a navrhnout koncepci napájení vlastní spotřeby transformační stanice 400/110 kV včetně nadimenzování jejích přívodů a záložních systémů. Diplomová práce uvádí rozdělení zařízení napájené z vlastní spotřeby podle úrovně zajištění dodávky elektrické energie, rozdělení střídavých a stejnosměrných napájecích sítí na kategorie podle zajištění napájení. Představuje navrženou koncepci napájení vlastní spotřeby konkrétní transformační stanice 400/110 kV, vyčíslení potřebného příkonu vlastní spotřeby, návrh přívodního kabelu, transformátoru a záložních zdrojů napájení. Dále zobrazuje přehled údržbových prací dle Řádu preventivní údržby ČEPS, a.s. pro zařízení vlastních spotřeb a v závěru této práce je provedeno zhodnocení navrženého zařízení.

Klíčová slova:

Transformační stanice, vlastní spotřeba, záložní napájení, údržbové práce

Annotation:

The aim of the thesis is to describe and to design the concept of the internal consumption of the 400/110 kV substation, including of supply feeder and backup system rating. There is presented the distribution of equipment powered from internal consumption according to degree of supply reliability, distribution of AC and DC power systems into categories according to meeting their demands for energy. There is designed concept of the internal consumption of the 400/110 kV substation, calculated the required power of the substation internal consumption, and rated supply cable, transformer and backup power supplies, there Finally, there is also presented the list of maintenance work for equipment of substation internal consumption.

Keywords:

Transformer substation, internal consumption, back-up power supply, maintenance

Prohlášení

Předkládám tímto k posouzení a obhajobě diplomovou práci, zpracovanou na závěr studia na Fakultě elektrotechnické Západočeské univerzity v Plzni.

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracoval samostatně, s použitím odborné literatury a pramenů uvedených v seznamu, který je součástí této diplomové práce.

Dále prohlašuji, že veškerý software, použitý při řešení této diplomové práce je legální.

V Plzni dne 4. května 2014

Zdeněk Talaváňa

Poděkování

Tímto bych velmi rád poděkoval vedoucí diplomové práce Doc. Ing. Miloslavě Tesařové, Ph.D. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Obsah

OBSAH.....	7
DEFINICE POJMŮ A ZKRATEK.....	9
ÚVOD.....	13
1 ROZDĚLENÍ ZAŘÍZENÍ NAPÁJENÉ Z VLASTNÍ SPOTŘEBY DO KATEGORIÍ PODLE ÚROVNĚ ZAJIŠTĚNÍ DODÁVKY.....	15
1.1 ZAŘÍZENÍ NEJVYŠŠÍHO VÝZNAMU.....	15
1.2 DŮLEŽITÁ ZAŘÍZENÍ.....	15
1.3 NORMÁLNÍ ZAŘÍZENÍ.....	15
2 STRÍDAVÁ A STEJNOSMĚRNÁ NAPÁJECÍ SÍŤ VLASTNÍ SPOTŘEBY.....	16
2.1 I. KATEGORIE – BEZVÝPADOVÁ.....	16
2.1.1 <i>Střídavá napájecí síť</i>	16
2.1.2 <i>Stejnoseměrná napájecí síť</i>	17
2.2 II. KATEGORIE – ZAJIŠTĚNÁ.....	18
2.3 III. KATEGORIE – NEZAJIŠTĚNÁ.....	20
3 NÁVRH KONCEPCE NAPÁJENÍ VLASTNÍ SPOTŘEBY TRANSFORMAČNÍ STANICE VERNĚŘOV 400/110 KV A DIMENZOVÁNÍ ZDROJŮ VL. SPOTŘEBY.....	21
3.1 ZPŮSOB PROVOZU VLASTNÍ SPOTŘEBY.....	21
3.1.1 <i>Rozdělení zdrojů a způsob spolupráce</i>	21
3.1.2 <i>Provozování vlastní spotřeby</i>	21
3.1.3 <i>Provoz propojovacích kabelů mezi vlastními spotřebami ČEPS, a.s a DPS</i>	22
3.1.4 <i>Bilance příkonu a zálohy transformátoru VLSP</i>	22
3.1.5 <i>Požadavky na PDS</i>	22
3.2 POŽADAVKY NA ZAŘÍZENÍ	23
3.2.1 <i>Všeobecné požadavky</i>	23
3.2.2 <i>Požadavky na vyvedení terciáru silových transformátorů</i>	29
3.2.3 <i>Provedení terciáru transformace 400/110/10 kV</i>	29
3.2.4 <i>Požadavky na venkovní rozvodnu vn</i>	30
3.2.5 <i>Požadavky na vnitřní rozvodnu vn</i>	32
3.2.6 <i>Požadavky na transformaci vn/nn</i>	33
3.3 SOUČASNÝ STAV A VAZBY NA ELEKTRIZAČNÍ SÍŤ ČR.....	35
3.4 POPIS TRANSFORMOVNY VERNĚŘOV 420 KV.....	37
3.5 VYČÍSLENÍ PŘÍKONU VLASTNÍ SPOTŘEBY TRANSFORMOVNY.....	41
3.6 NÁVRH KABELU PROPOJUJÍCÍ AKA01 S AKE01.....	46
3.7 NÁVRH TRANSFORMÁTORŮ VLASTNÍ SPOTŘEBY.....	52
3.8 NÁVRH DIESELGENERÁTORU.....	52
3.9 NÁVRH BATERIÍ 220 V =.....	53
4 PŘEHLED ÚDRŽBOVÝCH PRACÍ DLE ŘÁDU PREVENTIVNÍ ÚDRŽBY ČEPS, A.S. PRO ZAŘÍZENÍ VLASTNÍCH SPOTŘEB	58

4.1	OBNOVA A ÚDRŽBA ZAŘÍZENÍ	58
4.2	TECHNICKÁ NORMA TN22.....	58
4.3	ADRESNÉ PŘÍLOHY ŘÁDU PREVENTIVNÍ ÚDRŽBY.....	59
5	ZÁVĚREČNÉ SHRNUÍ.....	64
	POUŽITÁ LITERATURA.....	65
	PŘÍLOHA 1 - ADRESNÁ PŘÍLOHA TN22 ŘPÚ Č. 220 VYPÍNAČE VN TYPU ABB SFE 24 08....	66
	PŘÍLOHA 2 – ZÁKLADNÍ SCHÉMA TRANSFORMOVNY VERNĚŘOV R420 KV.....	78
	PŘÍLOHA 3 – PŘEHLEDOVÉ SCHÉMA VL. SPOTŘEBY TRANSFORMOVNY VERNĚŘOV...79	
	PŘÍLOHA 4 – SCHÉMA DISTRIBUČNÍCH A PŘENOSOVÝCH SÍTÍ ČR 110-400 KV.....	80
	PŘÍLOHA 5 – PŮDORYS AREÁLŮ ČEPS, A.S. A ABP - TR VERNĚŘOV.....	81
	PŘÍLOHA 6 – TECHNICKÉ PARAMETRY TRANSFORMÁTORU KONČAR 400/110/10,5 KV... 82	
	PŘÍLOHA 7 – TECHNICKÉ PARAMETRY REAKTORU TRENCH 10,5 KV.....	83
	PŘÍLOHA 8 – TECHNICKÉ PARAMETRY TRANSFORMÁTORU EFACEC 10,5/0,4 KV.....	84

Definice pojmů a zkratk

Vlastní spotřeba (VLSP) - elektrická energie potřebná pro zabezpečení provozu elektrické stanice včetně spotřeby pomocných provozů. Zařízení vlastní spotřeby zahrnuje zdroje energie a příslušné systémy rozvodu.

Elektrická zařízení vlastní spotřeby - výrobní a rozvodná zařízení instalovaná v elektrické stanici sloužící pro zajištění vlastní spotřeby elektrické stanice (transformátory, rozváděče, dieselgenerátory, zdroje nepřerušeno napájení, usměrňovače, akumulátorové baterie atd.).

Provozovatel distribuční soustavy (PDS) - právnická osoba provozující v daném regionu distribuční soustavu (dříve REAS).

Pracovní zdroj (hlavní zdroj) - zdroj napájený přímo z hlavních obvodů, které jsou kromě nutných odstávek, stále v provozu např. terciár transformátoru zvn (vvn).

Záložní zdroj (rezervní zdroj) - zdroj určený pro napájení vlastní spotřeby pro případ nutných odstávek nebo poruchy pracovního zdroje např. rozvodna vn PDS, linka vn PDS, terciár druhého transformátoru zvn (vvn), atd.

Nouzový zdroj (náhradní zdroj) - zdroj určený pro napájení vyčleněných spotřebičů, zajišťujících bezpečnost provozu, uchování a přenos informací a ovládání stanice i při poruše záložního a pracovního zdroje (např. dieselgenerátor).

Dieselgenerátor (DG) - elektrické zdrojové soustrojí sestávající z elektrického generátoru s regulátorem napětí, hnacího pístového motoru s regulátorem otáček, skříně automatiky spouštění, palivové nádrže a rámu soustrojí.

Zdroj nepřerušeno napájení (UPS) - zdroj určený pro bezvýpadkové napájení vyčleněných spotřebičů, zajišťujících bezpečnost osob a majetku, uchování a přenos důležitých informací a ovládání důležitých částí stanice i při poruše záložního, pracovního a nouzového zdroje.

Řídicí systém (ŘS) - soubor zařízení určený pro monitorování a ovládání elektrických stanic

Decentralizovaný systém stejnosměrného napájení (1. systém) - je tvořen usměrňovačem (USM) a baterií v jednotlivých prostorech (např. domcích ochran) a zajišťuje napájení prvního systému ochran, signalizací, ovládání a zařízení ŘS atd.

Centralizovaný systém stejnosměrného napájení (2. systém) - je tvořen smyčkami napájenými z centrálních akumulátorových baterií a usměrňovačů (USM) a zajišťuje napájení druhého systému ochran a zařízení ŘS.

Sít' IT - má všechny živé části izolované od země nebo jeden bod spojený se zemí přes velkou impedanci a neživé části elektrických zařízení jsou spojeny se zemí jednotlivě, nebo po skupinách nebo jsou všechny společně spojeny s uzemněním sítě (viz ČSN 33 2000-4-41 článek 411.6).

Sít' TN - má jeden bod přímo uzemněný, neživé části zařízení jsou spojeny s tímto bodem prostřednictvím ochranných vodičů (viz ČSN 33 2000-4-41 článek 411.4). Podle uspořádání středních a ochranných vodičů se rozlišují tyto tři druhy sítí TN.

Sít' TN-S - v celé síti se užívá odděleně vedeného ochranného vodiče.

Sít' TN-C-S - funkce středního a ochranného vodiče je v části sítě sloučena do jediného vodiče.

Sít' TN-C - funkce středního a ochranného vodiče je v celé síti sloučena do jediného vodiče.

Pracovní vodič - vodič proudové soustavy, který slouží k vedení proudu při provozu zařízení. Pracovní vodiče jsou krajní (fázové) a střední.

Vodič N - je střední vodič, který nemá ochrannou funkci. Je schopen přenést elektrickou energii a spojuje střed (uzel) zdroje se středem (uzlem) spotřebičů, zpravidla bývá uzemněný (barevné označení světle modrá).

Vodič PE - je ochranný vodič úmyslně vedený pro spojení neživých částí se zemí za účelem ochrany před nebezpečným dotykem (barevné označení – kombinace žluté a zelené barvy).

Vodič PEN - je uzemněný ochranný vodič, který plní současně funkci vodiče středního. Vodič PEN může být použit v pevných instalacích, pokud průřez krajních vodičů není menší než 10 mm^2 Cu nebo 16 mm^2 Al (barevné označení – kombinace žluté a zelené barvy s modře vyznačenými konci).

Vodič PBE - je pracovní uzemňovací vodič, který slouží k připojení stínění kabelů (barevné označení – kombinace žluté a zelené barvy s bíle vyznačenými konci, případně bílý vodič po celé délce. U holých vodičů se použije zelený podklad s bílými pruhy).

AC - střídavý

DC - stejnosměrný

CCZ - označení zařízení s prokázanou shodou s právními předpisy

CD - centrální domek

UDS - centrální domek

UDC - domek ochran v R420 kV

UDD - domek ochran v R245 kV

- CE** - označení zařízení s prokázanou shodou s právními předpisy
- DG** - dieselgenerátor
- EDS** - elektrostatický výboj
- EMC** - elektromagnetická kompatibilita
- HDO** - hromadné dálkové ovládání
- nn** - nízké napětí
- vn** - vysoké napětí
- vvn** - velmi vysoké napětí
- zvn** - zvlášť vysoké napětí
- PDS** - provozovatel distribuční soustavy
- PMS** - požární monitorovací systém
- PS** - přenosová soustava
- PTN** - přístrojový transformátor napětí
- RAL** - vzorník barev
- ŘS** - řídicí systém
- TSFO** - technický systém fyzické ochrany
- TUV** - teplá užitková voda
- UPS** - zdroj nepřerušného napájení
- USM** - usměrňovač
- VLSP** - vlastní spotřeba
- ŘPÚ** - Řád preventivní údržby
- AP** - Adresná příloha Řádu preventivní údržby
-
- ANA** - podružný rozváděč pro DG
- ANE** - podružný rozváděč pro venkovní osvětlení
- ANH** - hlavní rozváděč střídavé sítě III. kategorie nezajištěné
- ANJ** - hlavní rozváděč střídavé sítě II. kategorie zajištěné
- ANK** - hlavní rozváděč střídavé sítě I. kategorie bezvýpadkové
- ANL** - podružný rozváděč střídavé sítě III. kategorie nezajištěné
- ANM** - podružný rozváděč střídavé sítě II. kategorie zajištěné
- ANQ** - podružný rozváděč pro filtrační zařízení
- ANS** - podružný rozváděč pro klimatizaci
- ANT** - podružný rozváděč pro vnitřní osvětlení a provětrávání

- ATA** - rozváděč převzetí zátěže (automatiky převzetí zátěže) zásoků zdrojů
- ATB** - baterie stejnosměrné sítě I. kategorie bezvýpadkové, 2. systém
- ATF** - usměrňovač stejnosměrné sítě I. kategorie bezvýpadkové, 2. systém
- ATJ** - hlavní rozváděč stejnosměrné sítě I. kategorie bezvýpadkové, 2. systém
- ATP** - rozváděč stejnosměrné sítě I. kategorie bezvýpadkové, 1. systém
- ATQ** - podružný rozváděč stejnosměrné sítě I. kategorie bezvýpadkové, 2. systém
- ATR** - podružný rozváděč stejnosměrné sítě I. kategorie bezvýpadkové, 2. systém
- ATV** - baterie stejnosměrné sítě I. kategorie bezvýpadkové, 1. systém
- ATW** - usměrňovač stejnosměrné sítě I. kategorie bezvýpadkové, 1. systém
- ATU** - sestava zařízení nepřerušného napájení UPS

Úvod

Vlastní spotřeba je odběr (elektrické) energie potřebný pro zabezpečení provozu určitého zařízení či technologického celku, včetně spotřeby pomocných provozů. Pojem vlastní spotřeba se používá u elektroenergetických zařízení, jako např. u transformačních stanic, pro soubor zařízení zajišťujících napájení vlastní spotřeby. Zahrnuje zdroje elektrické energie a příslušné systémy rozvodů elektrické energie instalované v transformační stanici. Většinou se jedná o zdroj napájený přímo z hlavních obvodů, které jsou mimo doby odstávek, stále v provozu. Využívá se k tomuto účelu terciár transformátorů zvláště a velmi vysokého napětí provozovatele přenosové soustavy ČEPS, a.s. Jako záložní zdroj se pro napájení vlastní spotřeby v případě výpadku nebo odstávky těchto transformátorů a jejich terciárů používá rozvodna vysokého napětí nebo vedení provozovatele distribuční soustavy ČEZ, a.s., PRE, a.s. a E.ON, a.s. Při výpadku záložních zdrojů vlastní spotřeby je možnost napájet elektrickou energií vybrané spotřebiče nouzovými zdroji, jako je dieselagregát a zdroj nepřerušeno napájení dodávajícího elektrickou energii ze stejnosměrných baterií přes střídače. Obě tato napájení jsou však časově omezena obvykle na hodiny z důvodu kapacity baterií a zásoby pohonných hmot.

Rozvodny vlastních spotřeb transformačních stanic jsou rozdělené podle jednotlivých provozovatelů. Část zařízení, které tvoří vlastní spotřeby rozveden provozovatele přenosové soustavy 245kV a 420 kV je v majetku ČEPS, a.s. a část zařízení, které tvoří vlastní spotřebu rozveden 123 kV je v majetku provozovatele distribuční soustavy ČEZ, a.s., PRE, a.s. a E.ON, a.s. Rozvodny vlastních spotřeb se dělí na venkovní a vnitřní část. Ve vnitřní rozvodně se transformuje vysoké napětí na nízké napětí a napájecí síť je rozčleněna na střídavou a stejnosměrnou část.

Zařízení napájené z vlastní spotřeby se rozdělují podle důležitosti napájení. Dělí se na zařízení nejvyššího významu, důležitá zařízení a zařízení nižšího významu. Dále je rozdělujeme do kategorií podle způsobu zajištění napájení na nezajištěné, zajištěné a bezvýpadkové.

Vyprojektování vlastní spotřeby provádí projektant výpočty na základě požadavků zadavatele projektu s ohledem na instalované elektrické zařízení v transformační stanici. Řídí se při tom normami ČSN, PNE a TN, které stanovují zásady a požadavky na jejich řešení.

Údržbové práce se na zařízení vlastních spotřeb provádí podle Řádu preventivní údržby elektrických zařízení přenosové soustavy, kde každé zařízení má zpracovanou svojí adresnou přílohu pro údržbu.

1 Rozdělení zařízení napájené z vlastní spotřeby do kategorií podle úrovně zajištění dodávky

Zařízení velkých elektrických stanic elektrizační soustavy napájené z vlastní spotřeby se rozdělují do několika skupin.

1.1 Zařízení nejvyššího významu

Zařízení musí být trvale k dispozici a nepřipouští se ani krátké přerušení napájení. Jsou to například systémy ochran včetně ovládání vypínačů, řídicí a monitorovací systémy, signalizace stavů, informační systémy, telekomunikační systémy, systémy dálkového ovládání, systém obchodního měření, protipožární a bezpečnostní systémy. [1]

1.2 Důležitá zařízení

Zařízení musí být trvale k dispozici a připouští se krátkodobé přerušení napájení po dobu několika až desítek sekund. Jsou to například chladicí systémy transformátorů, tlumivek a synchronních kompenzátorů, ovládání regulace napětí, vnitřní osvětlení, vnitřní klimatizační jednotky skříní a stojanů, usměrňovače akumulátorových baterií, zdroje nepřerušovaného napájení, elektrické pohony vypínačů a odpojovačů, pohony autonomních kompresorů výroby stlačeného vzduchu, temperování skříní přístrojů, odvodňovací čerpadla. [1]

1.3 Normální zařízení

Všechna ostatní zařízení, jejichž výpadek má důsledky až po několika hodinách nebo dnech. Jsou to například provozní dílny, zvedací zařízení, zařízení pro úpravu oleje nebo plynu SF₆, vytápění budov zařízení pro technologii čištění zaolejovaných vod, čistička odpadních vod. [1]

2 Střídavá a stejnosměrná napájecí síť vlastní spotřeby

V zařízení vlastní spotřeby elektrických stanic jsou používány sítě s tímto jmenovitým napětím:

- a) 0,4 kV, 50 Hz, TN-C, TN-S, TN-C-S, 3+PEN, 3+N+PE - síť II. a III. kategorie, zajištěná a nezajištěná
- b) 0,23 kV, 50 Hz, TN-S, 1+N+PE - síť I. kategorie, bezvýpadková
- c) 220 V=, IT, izolovaná - síť I. kategorie, bezvýpadková

Tolerance kolísání napětí je dána potřebami jednotlivých spotřebičů. Pokud tyto potřeby nejsou definovány, je nutno dodržet pro napětí 400 V, 50 Hz toleranci $\pm 5\%$ podle ČSN 38 1120 (tato tolerance je menší než podle ČSN 33 0120, která stanoví obecně $+10\%$, -10%) a pro napětí 220 V= toleranci $+5\%$, -10% na svorkách spotřebiče (tato tolerance je menší než podle ČSN 38 1140, která stanoví $+10\%$, -10%). Pro rozběh asynchronních motorů se připouští úbytek -15% , pro samonajíždění celé vlastní spotřeby se připouští úbytek -35% (podle ČSN 38 1120). Po najetí DG a při postupném připínání zátěže, se v jednotlivých krocích připouští možnost krátkodobého poklesu frekvence o 15% a napětí 20% od nominální hodnoty. Termín výchozí a jmenovitý kmitočet se považuje za identický – nominální hodnota 50 Hz. [2]

2.1 I. kategorie - bezvýpadková

V této síti nesmí dojít ani ke krátkodobé ztrátě napětí.

2.1.1 Střídavá napájecí síť

Tato síť je jednofázová (0,23 kV, 50 Hz, TN-S), výjimečně trojfázová (0,4 kV, 50 Hz, TN-S). Zdroj pro tuto síť jsou dvě UPS v redundantním paralelním zapojení napájené z hlavního rozváděče zajištěné vlastní spotřeby ANJ. Hlavní rozváděč střídavé bezvýpadkové spotřeby ANK má dva systémy přípojníc se dvěma spínacími prvky (jistíči) pro jeden vývod. Přívody od UPS mají rovněž dva spínací prvky a obě UPS pracují paralelně v redundantním provozu do jedné přípojnice. Při revizi a údržbě zařízení na jedné přípojnici se převedou bez přerušení obě UPS a všechny odběry na druhou přípojnici. Přípojnice musí být uspořádány tak, aby bylo možno provádět práce na jednom systému přípojníc, bez nutnosti omezení provozu druhého systému přípojníc.

Z této sítě budou napájena zejména zařízení s bezprostředním vlivem na provoz

přenosové soustavy např. zařízení telekomunikační sítě, systémy obchodního měření, zařízení řídicích systémů, ARN, převodníky a terminály hraničních rozvodů, případně pracovní stanice (PC) systémů důležitého významu.

V rozvodech pro tato zařízení musejí být dodrženy zásady:

- a) za hlavní rozváděč ANK se nesmí vkládat další podružné rozváděče. Z rozváděče ANK je možné napájet zařízení pouze paprskově.
- b) pokud má zařízení vlastní záložní zdroj (UPS nebo baterii), nebude toto zařízení připojeno do sítě I. kategorie - bezvýpadková, ale do sítě II. kategorie – zajištěná. Výjimkou z tohoto pravidla je baterie použitá jako filtr, nikoli jako záložní zdroj.
- c) všechna zařízení vyžadující napájení z této sítě jsou soustředěna v centrálním domku. Ve výjimečných případech (např. vyčleněná část obchodního měření), kdy je napájené zařízení mimo centrální domek (nutná podmínka je, že musí být v objektu ČEPS, a.s.), musí být pro tento obvod provedeno vhodné galvanické oddělení. [2]

2.1.2 Stejnoseměrná napájecí síť

Tato síť se sestává ze dvou oddělených systémů, prvního a druhého. Síť je stejnosměrná (220 V_{DC}, IT), izolovaná. Oba systémy sítě jsou napájeny z akumulátorových baterií, trvale dobíjených usměrňovači. Usměrňovače jsou napájeny z hlavního rozváděče zajištěné vlastní spotřeby ANJ.

Stejnoseměrná síť vlastní spotřeby je opatřena hlídáním zemního spojení. Poruchová signalizace zemního spojení je umístěna pouze v rozváděčích usměrňovačů.

První systém (1.1) je decentralizovaný a je tvořen baterií (ATV), usměrňovačem (ATW) a rozváděčem (ATP) v místě spotřeby (např. v domcích sekundární techniky). Systém obsahuje hlídání zemního spojení. Z tohoto systému je napájena např. úroveň pole (podstanice) ŘS, signalizace, ovládání přístrojů, první systém ochran.

Druhý systém (1.2) je centralizovaný, hlavní rozváděč tohoto systému ATJ má jeden systém přípojnic s podélným dělením odpojovačem. Přípojnice jsou provozovány trvale sepnuté a rozpínají se pouze při revizi a údržbě zařízení. Tento rozváděč je napájen ze dvou akubaterií a usměrňovačů zapojených do obou polovin rozváděče, takže oba zdroje pracují paralelně. Umístění celé této sestavy stejnosměrného centralizovaného zdroje je v centrálním domku. Systém obsahuje hlídání zemního spojení. Napájecí smyčky rozváděčů ATR se připojí do rozváděče ATJ. V těchto podružných rozváděčích ATR se signální relé zemního

spojení neinstalují. Z tohoto systému je napájen druhý systém ochran a druhé napájení úrovně pole ŘS.

U stejnosměrných obvodů I. kategorie jsou rozvedeny oba póly pro možnost spolehlivého zkoušení.

V rozváděči ATR jsou umístěny přepínače pro vytvoření středního napětí (1.0). Z tohoto napětí jsou napájeny společné obvody ochran. Střední napětí je v normálním provozu napájeno z prvního systému (1.1). Jističe, které napájejí přepínače (QM10, QM11, QM12) z druhého systému (1.2) jsou trvale vypnuty a zajištěny ve vypnuté poloze (např. nápisem POZOR! MANIPULOVAT POUZE PODLE PROVOZNÍHO ŘÁDU atp.). Při dlouhodobé ztrátě napětí na prvním systému je možno, po ověření stavu, napájet zařízení z druhého systému. Přepnutí musí být s prodlevou, aby nedošlo ani ke krátkodobému propojení obou systémů. [2]

2.2 II. kategorie – zajištěná

Jedná se o síť, v níž dochází ke ztrátě napětí na dobu řízené beznapět'ové pauzy při přepínání zdrojů. Tato síť je trojfázová (0,4 kV, 50 Hz, TN-C, TN-S, nebo TN-C-S), napájená z hlavního rozváděče nezajištěné vlastní spotřeby ANH a zálohovaná nouzovým zdrojem dieselgenerátorem.

Dieselgenerátor se přednostně umísťuje do místnosti k tomu určené v centrálním domku. Pokud dispozice centrálního domku neumožňuje umístění dieselgenerátoru, tak se stroj umísťuje do jiného vhodného stavebního objektu. Venkovní provedení formou „kontejneru“ není doporučeno a musí být schváleno odborem 16160 Technická politika.

Dieselgenerátor dle odborného výpočtu projektanta VLSP je považován za standardní do hodnoty výkonu 350 kVA. V případě výkonu převyšující 350 kVA je nutné provést:

- a) podrobný rozbor a rozpis bilance DG.
- b) ověřit a písemně doložit tento výpočet odborným vyjádřením a výpočtem dodavatele DG.
- c) konzultace s odborem 16160 Technická politika a dodavatelem DG o dalších možnostech řešení výkonové bilance DG.

Hlavní rozváděč této sítě ANJ má jeden systém přípojnic s podélným dělením odpojovačem. Přípojnice jsou provozovány trvale sepnuté a rozpínají se pouze při revizi a údržbě zařízení. Tento rozváděč také obsahuje vyčleněnou přípojnicí s možností napájení z jedné nebo druhé poloviny hlavní přípojnice.

Z této sítě budou napájeny např. pohony vypínačů, pohony odpojovačů, záložní přívody chlazení transformátorů zvn a vvn, napájení usměrňovačů a zdrojů nepřerušeno napájení (UPS), bezpečnostních systémů TSFO (zajištěné vlastní UPS) včetně kamerových systémů, PMS (zajištěné vlastní UPS), zařízení LAN, převodníků, synchronotaktů, dalších komunikačních zařízení, odvětrání technologických místností, klíčového depozitu, ovládání a pohony vrat a pokud je požadováno tak i vyčleněná zařízení PDS do celkového příkonu 50 kVA. Pro zvýšení fyzické bezpečnosti osob a umožnění provádění oprav a prací i při výpadku nezajištěné sítě vlastní spotřeby bude vnitřní osvětlení centrálního domku a domků sekundární techniky napájeno z této kategorie.

Pokud bude instalováno orientační osvětlení, bude řešeno svítidly s vlastním zdrojem a bude vhodně umístěno tak, aby byla možná evakuace osob z vnitřních prostor. Nouzové osvětlení vnitřních prostor bude realizováno pouze tehdy, pokud jej bude vyžadovat předpis nebo nařízení tento typ osvětlení požadující – např. zákonná norma, vyhláška nebo nařízení vlády ČR, EN nebo ČSN, požární nebo hygienické předpisy atd. Tento předpis musí být konkretizován v technické zprávě s uvedením příslušného článku nebo kapitoly toto nouzové osvětlení ve vnitřních objektech ČEPS nařizující.

Ovládací obvody ventilátorů pro odvětrávání jsou aktivovány těmito způsoby nebo jejich kombinacemi dle charakteru odvětrávaného prostoru (Ruční režim ovládání je vyžadován vždy):

- a) ručním ovládním
 - v prostorech s možností úniků plynu (např. SF₆) se ovládním umístí mimo větraný prostor
 - v ostatních prostorech je umístění ovládním mimo větraný prostor doporučující
- b) automaticky
 - časovým spínačem s omezením doby pro provětrání uzavřeného prostoru
 - detekcí plynu (nepovinné)

Chod ventilátorů pro odvětrávání je pouze v automatickém režimu blokován při působení PMS (požární monitorovací systém). Ruční režim ovládním není od PMS blokován. Provoz chladících (klimatizačních) jednotek je při působení PMS blokován.

Po deaktivaci PMS bude automaticky obnoven normální provoz všech blokováných zařízení.

Ze skříně převzetí zátěže je přímo napájen rozváděč ANJ. Pokud je požadováno

záložní napájení PDS z dieselgenerátoru, osadí se skříň druhým vývodem, z něhož je vyčleněné zařízení PDS napájeno.

Tento vývod v rozváděči ATA pro záložní napájení PDS bude dimenzován na dohodnutý příkon pro PDS, ve výši do 50 kVA. Tato záloha je určena prioritně pro vyčleněné napájení usměrňovačů a UPS v majetku PDS. Pokud by byl potřebný vyšší příkon, je nutné jeho projednání mezi PDS a ČEPS. Limitujícím faktorem je výkon DG a celková bilance zajištěné spotřeby ČEPS, a.s. [2]

2.3 III. kategorie - nezajištěná

Jedná se o síť, v níž může dojít ke ztrátě napětí na dobu několika minut až hodin. Do této kategorie patří síť nízkého napětí 0,4 kV (50 Hz, TN-C, TN-S, TN-C-S). Síť 0,4 kV je třífázová a je napájena z transformátorů vlastní spotřeby vn/nn nebo záložním přívodem od PDS.

Pracovním zdrojem sítě 0,4 kV je transformátor vn/nn napájený ze sítě 35 kV nebo 10 kV z terciáru transformátoru zvn (vvn). Záložním zdrojem je buď další transformátor vn/nn napájený ze sítě 35 kV nebo 10 kV z terciáru druhého transformátoru zvn (vvn), nebo vývod z hlavního rozváděče 0,4 kV PDS, případně oba tyto zdroje. Rezervním zdrojem může být i samostatný transformátor napájený přímo z distribuční sítě PDS, nebo jiný stálý zdroj elektrické energie – provoz tohoto zdroje musí umožňovat pokrytí spotřeby po dobu minimálně 5 dnů.

Pracovní i záložní zdroje jsou zapojeny do hlavního rozváděče této sítě ANH. Ten má jeden hlavní systém přípojnic s podélným dělením odpojovačem. Hlavní přípojnice jsou provozovány trvale sepnuté a rozpínají se pouze při revizi a údržbě zařízení.

Z této sítě budou napájeny např. hlavní přívody chlazení transformátorů a tlumivek, vnější osvětlení, zásuvkové okruhy, zařízení pro úpravu oleje, čističky odpadních a zaolejovaných vod, temperování venkovních skříní a přístrojů a další zařízení, která nejsou napájena ze sítí I. a II. kategorie. Dále bude z této kategorie napájena klimatizace, tzn. topení a chlazení vnitřních prostor objektů. Zapojení ovládání topení a chlazení bude vylučovat vzájemný souběh. Klimatizační obvody nejsou blokovány zařízením HDO nebo jiným časovým omezením a jejich regulace musí zajistit požadované podmínky v daném prostoru. [2]

3 Návrh koncepce napájení vlastní spotřeby transformační stanice Verněřov 400/110 kV a dimenzování zdrojů vlastní spotřeby

3.1 Způsob provozu vlastní spotřeby

Provoz vlastní spotřeby je založen na základě jejího propojení mezi dva provozovatele ČEPS, a.s a DPS.

3.1.1 Rozdělení zdrojů a způsob spolupráce

Navržené řešení vlastní spotřeby je založeno na oboustranně výhodné nouzové výpomoci v poruchových stavech mezi ČEPS, a.s. a PDS pro zajištění napájení vlastní spotřeby celého areálu stanice při vzájemném využití a zálohování zdrojů. V majetku ČEPS, a.s. je hlavní zdroj (terciár transformátoru zvn/vvn nebo vvn/vvn) a nouzový zdroj (dieselgenerátor). V majetku PDS je záložní zdroj (sít' vn). Propojení vlastní spotřeby mezi ČEPS, a.s a PDS je pouze na straně nn po dohodě o vzájemné havarijní výpomoci. Pokud nebude vzájemná výpomoc potvrzena, budou příslušné vývody v rozvaděčích ANH a ATA vyzbrojeny, ale nebudou položeny propojovací kabely.

Navržené schéma vlastní spotřeby má výhodu v tom, že celou napájecí síť lze rozčlenit na dispozičně, elektricky a organizačně nezávislé části, a že v každé této dílčí oblasti je uspořádání podle shodných principů a schémat. [2]

3.1.2 Provozování vlastní spotřeby

V základním stavu je vlastní spotřeba napájena z pracovního zdroje, kterým bude terciár transformátoru. Při poruše napájení z pracovního zdroje se automaticky přepne napájení vlastní spotřeby na zdroj záložní, což je většinou přívod od terciáru druhého transformátoru nebo od PDS. Při poruše pracovního i záložního zdroje ztrácí síť III. kategorie (nezajištěná) napájení a síť II. kategorie (zajištěná) se automaticky přepíná na napájení z nouzového zdroje (dieselgenerátoru). Po obnovení napětí pracovního (záložního) zdroje probíhá automatický zpětný záskok s časovou prodlevou $3 \div 5$ min pro ověření spolehlivosti dodávky energie. Při přepínání jednotlivých zdrojů musí být zajištěno časové prodlení, s definovanou beznapět'ovou pauzou, mezi vypnutím jednoho a zapnutím druhého tak, aby nedošlo ke spojení dvou nesynchronních napětí. [2]

3.1.3 Provoz propojovacích kabelů mezi vlastními spotřebami ČEPS, a.s a PDS

Propojení VLSP ČEPS a PDS je realizováno dvěma kabely. Prvním pro záskok ve směru ČEPS - PDS, druhým pro směr opačný PDS - ČEPS.

Kabel, kterým se provádí záložní napájení ČEPS je trvale zapnutý v rozváděči PDS a záskok se uskuteční v rozváděči ČEPS. Tento kabel musí být dimenzován na celou spotřebu zařízení ČEPS včetně čističky oleje. Této podmínce by měla vyhovovat i dimenze napájecích transformátorů PDS.

Kabel, který napájí PDS je trvale zapnutý v rozváděči ČEPS a záskok se uskuteční v rozváděči PDS. Tento kabel musí být dimenzován na celou technologickou spotřebu zařízení PDS včetně čističky oleje. Této podmínce musí vyhovovat i dimenze napájecích transformátorů ČEPS. [2]

3.1.4 Bilance příkonu a zálohy transformátoru VLSP

Do bilance příkonu transformátoru vlastní spotřeby je nutné zahrnout i spotřebu PDS. Projektující organizace musí vždy s dostatečným časovým předstihem, s ohledem na stupeň projektu, požádat PDS o sdělení požadovaného zálohovaného technologického příkonu pro PDS. Pro výpočty předběžné bilance napájecího transformátoru vlastní spotřeby lze orientačně počítat pro zálohu PDS s hodnotou 350 kVA.

Do bilance zálohy od PDS se nezapočítává příkon pro mobilní zařízení pro filtraci oleje traf. Příkon pro mobilní zařízení filtrace traf se do výkonové bilance napájecích transformátorů VLSP ČEPS započítává pouze 1x. [2]

3.1.5 Požadavky na PDS

Na nn straně v rozváděči PDS musí být provedena taková technická opatření, která zamezí i krátkodobému elektrickému spojení mezi záložním přívodem pro PDS od ČEPS, a.s. a napájecím napětím nn ze strany PDS. Pokud toto technické opatření nebude splněno, bude v rozváděči ČEPS, a.s. tento záložní přívod pro PDS vypnut.

Pokud toto nelze z nějakých důvodů splnit, je nutno specifikovat podmínky provozu zdrojů a z nich plynoucí omezení provozu.

V případě, že je od PDS požadován zálohovaný příkon z dieselgenerátoru ČEPS, a.s., musí být na straně PDS vyčleněna část vlastní spotřeby, která bude napájena z tohoto dieselgenerátoru. V normálním provozu je tato vyčleněná část vlastní spotřeby PDS napájena z hlavního rozváděče nezajištěné spotřeby PDS.

V případě ztráty napětí na hlavním rozváděči PDS se automatickým záskokem přepne napájení rozváděče PDS na hlavní rozváděč ANH v ČEPS, a.s. Pokud se i na rozváděči ANH nezajištěné spotřeby ČEPS, a.s. ztratí napětí, startuje dieselgenerátor. Vyčleněná část vlastní spotřeby PDS se odpojí od hlavního rozváděče PDS a připojí se po nastavené době na vývod z DG. [2]

3.2 Požadavky na zařízení

Zařízení terciáru a vlastní spotřeby vn bude splňovat všechny parametry udané technickými specifikacemi ČEPS, a.s. pro přístroje a zařízení vlastních spotřeb.

3.2.1 Všeobecné požadavky

Dodavatel zařízení musí garantovat pozáruční servis po celou dobu životnosti zařízení včetně dostupnosti náhradních dílů. Výměna zařízení závisí od doporučení výrobce a stavu opotřebení fyzického, morálního a technologického. Předpokládaná doba životnosti je 30 let. Minimální doba záruky musí být v souladu s obchodními podmínkami ČEPS a.s. Požaduje se neprodlené řešení a odstranění poruch na zařízení vlastní spotřeby. Provedena budou taková opatření, aby rozhodující části vlastní spotřeby byly co nejdříve plně funkční bez omezení, bez ohledu na volné dny, dny pracovního klidu a státní svátky.

Použité výrobky musí být označeny značkami CE nebo CCZ. V případech, kdy výrobek není opatřen jednou z výše uvedených značek, bude požadováno předložení prohlášení o shodě.

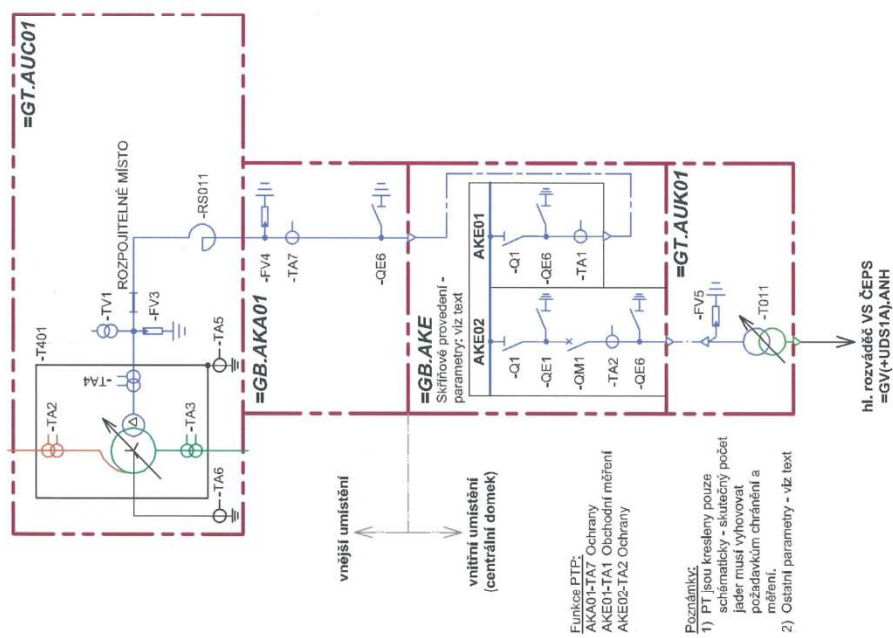
Požaduje se zařízení s vysokou spolehlivostí a s minimálními nároky na provoz a údržbu, protože bude umístěno v areálu bez trvalé obsluhy, s dálkovým ovládáním technologického zařízení pro přenos elektrické energie. S ohledem na charakter celé stanice se požaduje odolnost zařízení proti vlivům elektrického a magnetického pole velmi vysokého napětí (245 kV) a zvláště vysokého napětí (420 kV).

Místnost vnitřní skříňové rozvodny musí splňovat ustanovení TN 60 "Zásady navrhování centrálních domků v elektrických stanicích PS".

Veškeré napájecí silové kabely budou nestíněné v souladu s ustanoveními technické normy TN 19 „EMC ve stanicích PS. Omezení elektromagnetického rušení“. Pokud jsou ze zařízení vlastní spotřeby vyvedeny signály do řídicího systému, bude pro jejich vyvedení použito stíněných kabelů. Stínění kabelů bude uzemněno v souladu s normou TN 19 „EMC ve stanicích PS. Omezení elektromagnetického rušení“. Rovněž ostatní zařízení vlastní

spotřeby musí být v souladu s touto normou. Veškeré kabely připojované do zařízení vlastní spotřeby musí být označeny štítky.

Schémata vyvedení terciárů 400/110/10 kV pro vlastní spotřebu a pro kompenzaci jsou na obrázcích č. 1 až 4 na straně 25 až 28.

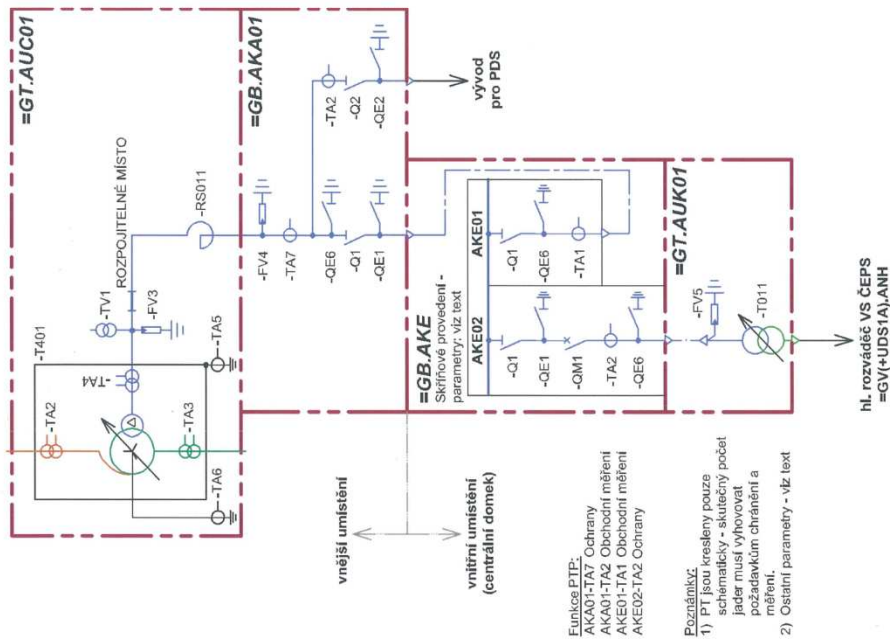


Funkce PTE:
 AKO01-TA7 Ochrany
 AKE01-TA1 Občasná měření
 AKE02-TA2 Ochrany

Poznámky:
 1) PT jsou kresleny pouze schématicky - skutečný počet jader musí vyhovovat požadavkům chránění a měření.
 2) Ostatní parametry - viz text

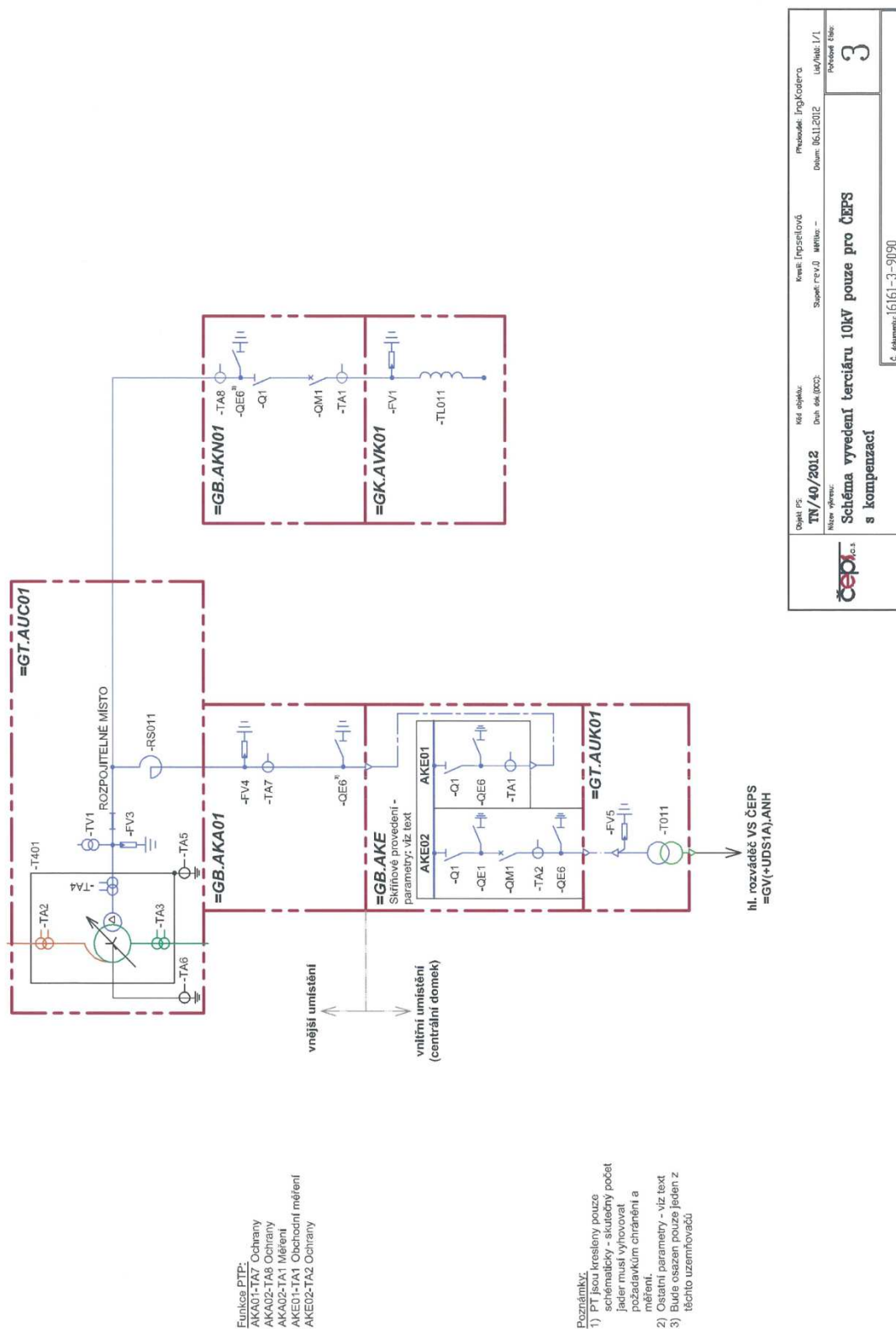
Opatř. PS: TN/40/2012 Město výstavby: ČEPS, a.s.	Kód objektu: Ing. J. Kopecký	Kreslil: Ing. J. Kopecký	Projektant: Ing. K. Čaderník
	Druh dok. (DCC): Super / rev. 0	Mřížka: -	Datum: 06.11.2012
Název výstavby: Schéma vyvedení terciáru 10kV pouze pro ČEPS bez kompenzace			Počet listů: 1
Č. dokumentu: 16161-3-9088			

Obr. č. 1: Schéma vyvedení terciáru 10 kV pouze pro ČEPS, a.s. bez kompenzace [1]

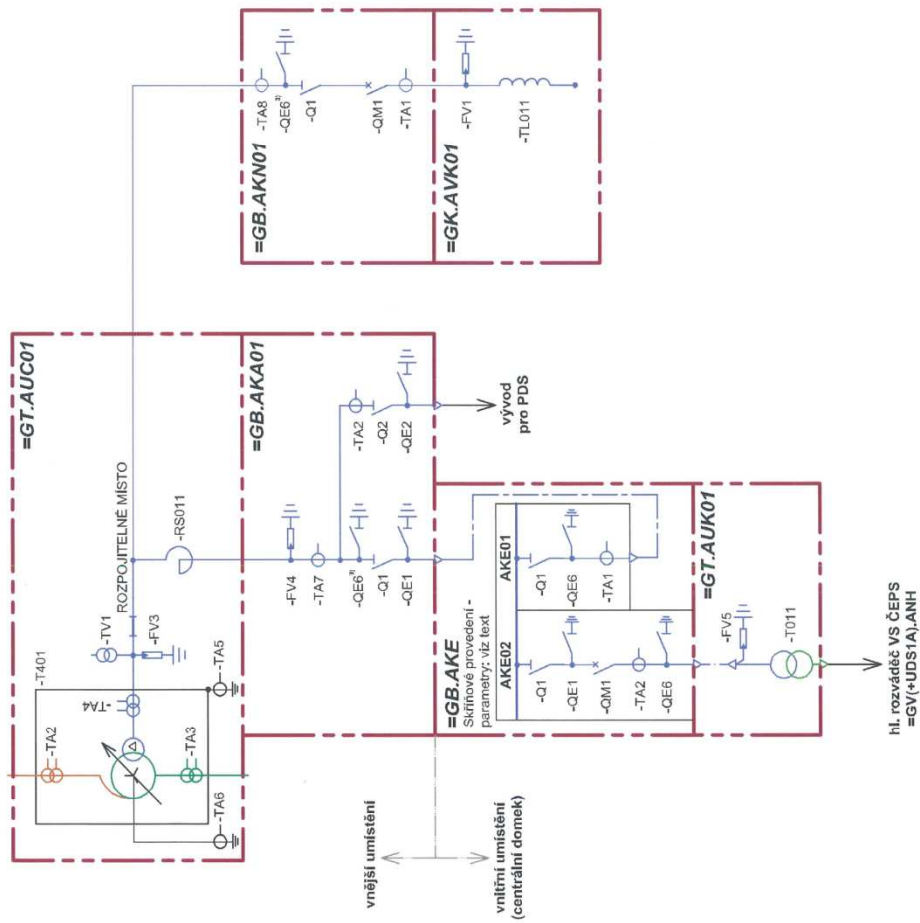


	Objekt PS: TV/40/2012	Kód objektu: Datum (d.m.rrrr):	Kvalifikace: Datum:	Pracovní číslo: 2
	Název výkresu: Schéma vyvedení terciáru 10kV pro ČEPS a PDS bez kompenzace	Stav: rev. 0.0 Měřič: -	Přebudová: Ing.Koděrná Datum: 06.11.2012	Úč./list: 1/1

Obr. č. 2: Schéma vyvedení terciáru 10 kV pro ČEPS, a.s. a PDS bez kompenzace [1]



Obr. č. 3: Schéma vyvedení terciáru 10 kV pouze pro ČEPS, a.s. s kompenzací [1]



Funkce PTP:
 AKA01-TA7 Ochrany
 AKA01-TA2 Obchodní měření
 AKA02-TA8 Ochrany
 AKA02-TA1 Měření
 AKE01-TA1 Obchodní měření
 AKE02-TA2 Ochrany

Poznámky:
 1) PT jsou kresleny pouze schématicky - skutečný počet jader musí vyhovovat požadavkům chřazení a měření.
 2) Ostatní parametry - viz text
 3) Bude osazen pouze jeden z těchto uzemňovačů

	Druh PS: TV/40/2012	Kód objektu: ---	Projekt: Ing.Koděrný
	Město výstavby: ---	Datum rev.0: ---	Datum: 16.11.2012
Název výstavby: Schéma vyvedení terciáru 10kV pro ČEPS a PDS s kompenzací			List/okl. I/1 4
Č. dokumentu: 16161-3-9091			

Obr. č. 4: Schéma vyvedení terciáru 10 kV pro ČEPS, a.s. a PDS s kompenzací [1]

Vyvedení terciárů transformátorů pro napájení vlastní spotřeby a pro kompenzaci musí mít blokové uspořádání bez možnosti vzájemného propojení terciárů dvou (nebo více) transformátorů

Měření elektrické energie ve vlastní spotřebě bude osazeno na vn straně u všech transformátorů vlastní spotřeby a na vn vývodech pro PDS. [1]

3.2.2 Požadavky na vyvedení terciáru silových transformátorů

Vyvedení terciáru silových transformátorů je blokové, tj. že transformátor zvn (vvn)/vvn a zařízení vlastní spotřeby tvoří ucelenou jednotku umožňující samostatný provoz. Terciár venkovní rozvodny vn začíná na terciárních svorkách transformátoru a končí na výstupních svorkách reaktoru. Dále je propojení na vlastní spotřebu (vnitřní skříňová rozvodna vn), případně i na kompenzaci.

Vyvedení terciáru je provedeno holými vodiči na izolátorech. Pokud je osová vzdálenost vodičů menší než 750 mm, musí být vodiče na povrchu opatřeny izolací z důvodu vyloučení mezifázového zkratu. Tato izolace není izolací proti nebezpečnému dotyku.

Pro omezení velikosti zkratových proudů ve vyvedení terciárů pro vlastní spotřebu se u transformátorů 400/121/10,5 kV a 220/121/10,5 kV instalují reaktory. Používaná reaktory jsou suché bez železného jádra, venkovního provedení.

Součástí terciáru jsou svodiče přepětí trvale připojené k terciárnímu vinutí transformátoru, speciální PTN venkovního provedení pro měření napětí a sledování zemního spojení (sekundární vinutí speciálního PTN 100/3 V bude zapojeno v otevřeném trojúhelníku a jeho výstup bude zapojen pro signalizaci zemního spojení v síti vn. Zemní spojení v obvodu terciáru musí být indikováno do řídicího systému a co nejdříve odstraněno) a rozpojitelné místo umožňující odpojení zařízení v případě poruchy. Provedení rozpojitelného místa musí po odpojení umožnit provoz silového transformátoru a práci na odpojené části zařízení. Pro zajištění terciární strany transformátoru pro práce pokud je demontováno rozpojitelné místo, budou použity přenosné zkratovací soupravy v odpovídajícím počtu. [1]

3.2.3 Provedení terciáru transformace 400/110/10 kV

Veškeré přístroje a zařízení (propojení, izolátory, reaktor, odpojovač, vypínač, PTP, PTN, kabel) umístěné v obvodu terciáru silových transformátorů se dimenzují na hladinu pro síť 22 kV:

Jmenovité krátkodobé výdržné napětí 50 Hz	50 kV
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	125 kV
Nejvyšší napětí pro zařízení	25 kV
Jmenovité napětí sítě	22 kV

Propojení terciáru je provedeno holými vodiči na izolátorech. Pokud je osová vzdálenost vodičů menší než 750 mm, musí být vodiče na povrchu opatřeny izolací z důvodu vyloučení mezifázového zkratu. Tato izolace není izolací proti nebezpečnému dotyku.

Použité přístroje a zařízení musí být venkovního provedení a musí vyhovovat klimatickým podmínkám v dané lokalitě. Veškeré přístroje a zařízení v obvodu terciáru musí svým provedením a parametry vyhovovat proudovým a zkratovým poměrům v tomto obvodu. Terciární vinutí silového transformátoru je nutno chránit svodiči přepětí (FV3) trvale připojenými ke svorkám vinutí, protože terciární vinutí silového transformátoru má izolační hladinu nižší než ostatní zařízení. Svodiče budou zapojeny do uzemněné hvězdy, umístěny co nejbližší ke svorkám terciárního vinutí (ale s ohledem na teplo ze stroje ne blíže, než 0,5 m) a svodem s nejmenší indukčností uzemněny na konstrukci terciáru. [1]

3.2.4 Požadavky na venkovní rozvodnu vn

Venkovní rozvodna 12 kV pro vlastní spotřebu je bloková a navazuje za reaktorem na vyvedení terciáru. Venkovní rozvodna pro vlastní spotřebu začíná na výstupních svorkách reaktoru a končí na výstupních svorkách odpojovače (pokud je použit) nebo na uzemňovači. Na tuto venkovní rozvodnu navazuje vnitřní skříňová rozvodna vn.

Veškerá zařízení venkovní rozvodny 12 kV (propojení, izolátory, odpojovače, uzemňovače, PTP) musí být, z důvodů minimalizace vzniku poruch při přepětí, dimenzována minimálně na tuto izolační hladinu:

Jmenovité krátkodobé výdržné napětí 50 Hz	38 kV
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	95 kV
Nejvyšší napětí pro zařízení	17,5 kV

Vzhledem k tomu, že zařízení pro tuto izolační hladinu není v České republice obvyklé, používají se v obvodu terciáru přístroje a zařízení pro izolační hladinu:

Jmenovité krátkodobé výdržné napětí 50 Hz	50 kV
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	125 kV

Nejvyšší napětí pro zařízení	25 kV
Jmenovité napětí sítě	22 kV

Použité přístroje a zařízení jsou venkovního provedení a musí vyhovovat klimatickým podmínkám v dané lokalitě, proudovým a zkratovým poměrům v obvodu za reaktorem.

Venkovní rozvodna 12 kV sestává ze svodičů přepětí trvale připojených k reaktoru (FV4), PTP (TA7) pro ochrany a dálkově ovládaného uzemňovače (QE6). Pokud je uvažováno napájení dalšího odběru (např. PDS), provede se za reaktorem rozbočení odpojovači. Tyto odpojovače s uzemňovačem (Q1, QE1, Q2, QE2) jsou součástí venkovní rozvodny. Pohony odpojovačů Q1, Q2 jsou motorické, pohony uzemňovačů QE1, QE2 jsou ruční. Pro měření odběru PDS je před odpojovačem Q2 umístěn PTP (TA2). V případě, že v době výstavby není požadováno napájení dalšího odběru (PDS), dispoziční řešení rozvodny 12 kV musí umožnit snadné rozšíření pro budoucí další vývod.

Pokud je do této rozvodny zaústěn terciár dalšího transformátoru, je bezpodmínečně nutné splnit podmínku, že nesmí dojít ke spojení terciárů (např. blokování přívodních vypínačů pomocí kontaktů).

Svodiče připojené trvale k reaktoru budou umístěny co nejbližší ke svorkám reaktoru a uzemněny svodem s nejmenší indukčností na ocelovou konstrukci. Použité svodiče jsou stejného typu a provedení jako svodiče připojené na svorky terciárního vinutí.

Venkovní rozvodna 12 kV je propojena kabelem s vnitřní skříňovou rozvodnou. Pokud výjimečně není možno použít řešení s vnitřní skříňovou rozvodnou, bude celá rozvodna 12 kV venkovního provedení (odpojovače s uzemňovačem, PTP, vypínač SF6). Vakuové vypínače jsou pro použití v obvodu terciáru 10,5 kV nevhodné. Převody a parametry PTP musí být navrženy v souladu se systémem chránění.

Provedení venkovní rozvodny 12 kV pro kompenzaci je blokové a navazuje na vyvedení terciáru. Venkovní rozvodna pro kompenzaci začíná na vstupních svorkách PTP (TA8) a končí na výstupních svorkách PTP (TA1). Rozvodna pro kompenzaci je celá venkovního provedení a na tuto rozvodnu navazuje zařízení kompenzace.

Při návrhu této rozvodny je nutno věnovat zvýšenou pozornost použitému vypínači, vzhledem k jeho namáhání častým spínáním vysokých proudů, přepětím a strmostí zotaveného napětí. Podle studie „Analýza přechodových dějů...“ EGU - HV Laboratory a.s. z července 2012 jsou pro spínání suchých tlumivek vhodné vypínače SF6 pro napětí 72,5 kV

a 123 kV s řídicími kondenzátory, které vyhovují jak namáhání přepětím tak strmosti zotaveného napětí, pro spínání olejových tlumivek s jádrem lze použít i vypínače SF6 pro napětí 72,5 kV a 123 kV bez řídicích kondenzátorů, vzhledem k menší strmosti zotaveného napětí.

Na vstupních svorkách kompenzační tlumivky bude umístěna sada svodičů přepětí se stejnými parametry, jako mají svodiče u svorek transformátoru a svodiče za reaktorem.

Převody a parametry PTP musí být navrženy v souladu se systémem chránění. [1]

3.2.5 Požadavky na vnitřní rozvodnu vn

Vnitřní rozvodna 12 kV pro vlastní spotřebu je skříňová a navazuje na venkovní rozvodnu. Vnitřní rozvodna pro vlastní spotřebu začíná na výstupních svorkách odpojovače (pokud je použit) nebo na uzemňovači venkovní rozvodny a končí na výstupních svorkách. Na tuto vnitřní rozvodnu navazuje transformace vn/nn.

Vnitřní rozvodna vn bude v provedení trojpólového kovově krytého skříňového rozváděče vnitřního provedení, sestaveného z jednotlivých samostatných funkčních jednotek.

Vnitřní skříňová rozvodna 12 kV musí být z důvodů minimalizace vzniku poruch při přepětí dimenzována minimálně na tuto izolační hladinu:

Jmenovité krátkodobé výdržné napětí 50 Hz	38 kV
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	95 kV
Nejvyšší napětí pro zařízení	17,5 kV

Vzhledem k tomu, že zařízení pro tuto izolační hladinu není v České republice obvyklé, používají se v obvodu terciáru přístroje a zařízení pro izolační hladinu:

Jmenovité krátkodobé výdržné napětí 50 Hz	50 kV
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulsu	125 kV
Nejvyšší napětí pro zařízení	25 kV
Jmenovité napětí sítě	22 kV

Vnitřní skříňová rozvodna má jeden systémem přípojníc a je sestavená zpravidla z přívodního pole s odpínačem a vývodového pole s vypínačem.

Přístrojové osazení přívodního pole:

- odpínač a uzemňovač s motorickým pohonem

- přístrojový transformátor proudu pro měření
- kapacitní napěťový snímač včetně indikace přítomnosti napětí

Přístrojové osazení vývodového pole:

- odpojovač a uzemňovač s ručním pohonem (pouze pro práci na vlastním zařízení, připouští se společné ovládání a signalizace s vývodovým uzemňovačem)
- pevný vypínač SF6 se střadačovým pohonem (vakuové vypínače jsou pro použití v obvodu terciáru 10 kV nevhodné).
- přístrojový transformátor proudu pro ochrany
- vývodový uzemňovač s ručním pohonem
- kapacitní napěťový snímač včetně indikace přítomnosti napětí

Skříňová rozvodna bude svým provedením a parametry vyhovovat proudovým a zkratovým poměrům v místě instalace a musí splňovat nepřerušenosť provozu kategorie LSC2A, to znamená, že při přístupu k součástkám jedné funkční jednotky mohou ostatní funkční jednotky rozváděče zůstat v provozu. Provedení skříňové rozvodny bude svým provedením splňovat třídu odolnosti proti vnitřnímu oblouku IAC A-FL, která zajišťuje ochranu pracovníků v okolí přední a boční strany rozváděče při vnitřním obloukovém zkratu. Hodnota zkušebního zkratového proudu musí být větší nebo rovna hodnotě zkratů v místě instalace.

Převody a parametry PTP musí být navrženy v souladu se systémem chránění. [1]

3.2.6 Požadavky na transformaci vn/nn

Kolísání napětí terciárních obvodů velkých transformátorů 400 a 220 kV, které napájejí transformátory vlastní spotřeby je závislé na zapojení přepínače v obvodu primárního (vstupního) vinutí. Všechny velké transformátory v PS ČEPS, a.s. jsou autotransformátory a přepínače jsou zapojeny buď v uzlu těchto transformátorů (regulace VFVV), nebo na straně středního napětí a to buď v sérii s primárním (vstupním) vinutím (regulace VFVV), nebo na odbočce z tohoto vinutí (regulace CFVV).

Všechny transformátory 400/110/10 kV (250 MVA, 330 MVA, 350 MVA) mají regulaci VFVV v nulovém bodě a při změně počtu závitů se mění magnetický tok v jádře a tím i napětí na terciárním vinutí transformátoru.

Jednofázové jednotky 220/110/10 kV 66,6 MVA mají regulaci VFVV na straně středního napětí zapojenou v sérii s primárním vinutím a při změně počtu závitů se mění magnetický tok v jádře a tím i napětí na terciárním vinutí transformátoru.

Trojfázové transformátory 220/110/10 kV 200 MVA mají regulaci CFVV na straně středního napětí zapojenou na odbočce tohoto vinutí a při změně počtu závitů se nemění magnetický tok v jádře a tím pádem se nemění napětí na terciárním vinutí transformátoru.

Jednofázové transformátory 400/220/35 kV mají regulaci CFVV na straně středního napětí zapojenou na odbočce tohoto vinutí a při změně počtu závitů se nemění magnetický tok v jádře a tím pádem se nemění napětí na terciárním vinutí transformátoru.

Z uvedených skutečností vyplývá, že při napájení vlastní spotřeby z terciáru 3 fázových transformátorů 400/110/10 kV, nebo z terciáru jednofázových transformátorů 220/110/10 kV, 66,6 MVA je nutné použít regulační transformátory vlastní spotřeby s regulací pod zatížením a s automatickou regulací napětí.

Při napájení vlastní spotřeby z terciáru 3 fázových transformátorů 220/110/10 kV 200 MVA nebo z terciáru jednofázových transformátorů 400/220/35 kV, není nutné použít regulační transformátory vlastní spotřeby.

Pokud je možné připojit do terciáru transformátoru kompenzační zařízení, je nutné v každém případě použít regulační transformátory vlastní spotřeby s regulací pod zatížením a s automatickou regulací napětí.

Transformátor vlastní spotřeby 10/0,4 kV je zpravidla olejový, s regulací pod zatížením nebo s přepojováním, podle druhu regulace velkého transformátoru a podle možnosti připojení kompenzace, venkovního provedení umístěný na krytém stanovišti v centrálním domku. Transformátory jsou zpravidla v zapojení Yy(d) z důvodu správné funkce ochrany a se standardními izolačními hladinami.

Transformátor vlastní spotřeby 35/0,4 kV je zpravidla olejový, s regulací pod zatížením nebo s přepojováním, podle možnosti připojení kompenzace, venkovního provedení umístěný na krytém stanovišti v centrálním domku. Transformátory jsou zpravidla v zapojení Yy(d) z důvodu správné funkce ochrany a se standardními izolačními hladinami.

Na vstupních svorkách vn vinutí transformátoru vlastní spotřeby 10/0,4 kV bude umístěna třetí sada svodičů přepětí se stejnými parametry, jako mají svodiče u svorek transformátoru a svodiče za reaktorem, s tím že energetická třída těchto svodičů však může být nižší, tzn. tř. 1. Připojení svodičů a kabelu vn musí být provedeno tak, aby bylo možno

viditelně umístit zkratovací soupravy při práci na zařízení. Při zapnutém transformátoru není možný přístup do kobky.

Na vstupních svorkách vn vinutí transformátoru vlastní spotřeby 35/0,4 kV bude umístěna druhá sada svodičů přepětí se stejnými parametry, jako mají svodiče u svorek transformátoru, s tím že energetické třída těchto svodičů však může být nižší, tzn. tř. 2. Připojení svodičů a kabelu vn musí být provedeno tak, aby bylo možno viditelně umístit zkratovací soupravy při práci na zařízení. Při zapnutém transformátoru není možný přístup do kobky.

Způsob instalace a navržené parametry všech svodičů je nutno v průběhu projektu vždy posoudit v EGU - HV Laboratory a.s., laboratoř vvn. [1]

3.3 Současný stav a vazby na elektrizační síť ČR

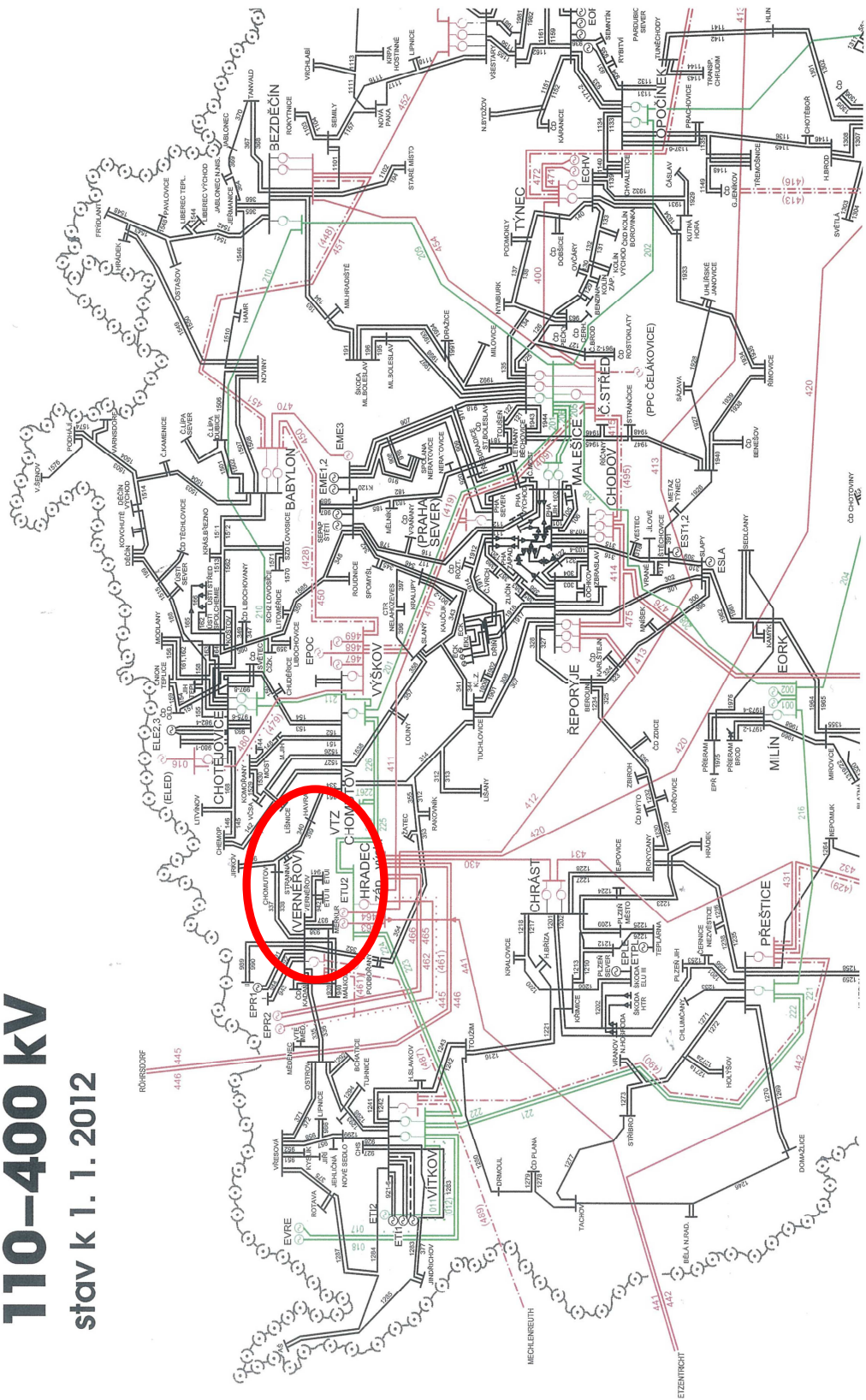
Transformovna 110/22 kV Verněřov se nachází v severních Čechách přibližně 3 km severozápadně od města Kadaně. Vlastníkem transformovny Verněřov je společnost ČEZ Distribuce, a.s. Do stávající transformovny je celkem zaústěno 18 vedení 110 kV. Rozvodna je v dvouřadém uspořádání, zapojení typu 2H+2P, 29 polí, námrazová oblast lehká, oblast znečištění I. Lokace TR Verněřova je na obr. č. 5 na straně 36 a na obr. č. 9 v příloze P4 na straně 80.

V roce 2015 až 2017 je naplánována stavba nové venkovní transformovny 400/110 kV Verněřov s kapacitou 1x350 MVA. Investor a vlastník bude společnost ČEPS, a.s. Důvodem výstavby nové transformační stanice je posílení zásobování elektrickou energií přilehlé oblasti po odstavení elektrárny Pruněřov 1 a zároveň bude sloužit rovněž pro vyvedení výkonu z větrného parku Chomutov, který má vyrůst na hřebenech Krušných hor. Stavět se bude v nové lokalitě přibližně ve vzdálenosti 500 metrů od stávající transformovny. Transformovna Verněřov bude propojena vedením V481 s transformovnou 400/220 kV Hradec u Kadaně a výhledově vedením V487 s transformovnou 400/220/110 kV Vítkov.

SCHÉMA DISTRIBUČNÍCH A PŘENOSOVÝCH SÍŤÍ

110–400 kV

stav k 1. 1. 2012



Obr. č. 5: Lokace transformovny Verněřov - výřez ze schématu distribučních a přenosových sítí ČR 110 – 100 kV [4]

3.4 Popis transformovny Verněřov 420 kV

Nová rozvodna 420 kV bude postavena přibližně 500 metrů od stávající rozvodny Verněřov 110 kV, viz obr. č. 6 na straně 38. Rozmístění technologie rozvodny 110 kV v poli transformátoru T401 svým prostorem umožňuje dvě varianty vývodů do stávající rozvodny 110 kV a to kabelovým vedením VVN nebo vrchním lanovým vedením.

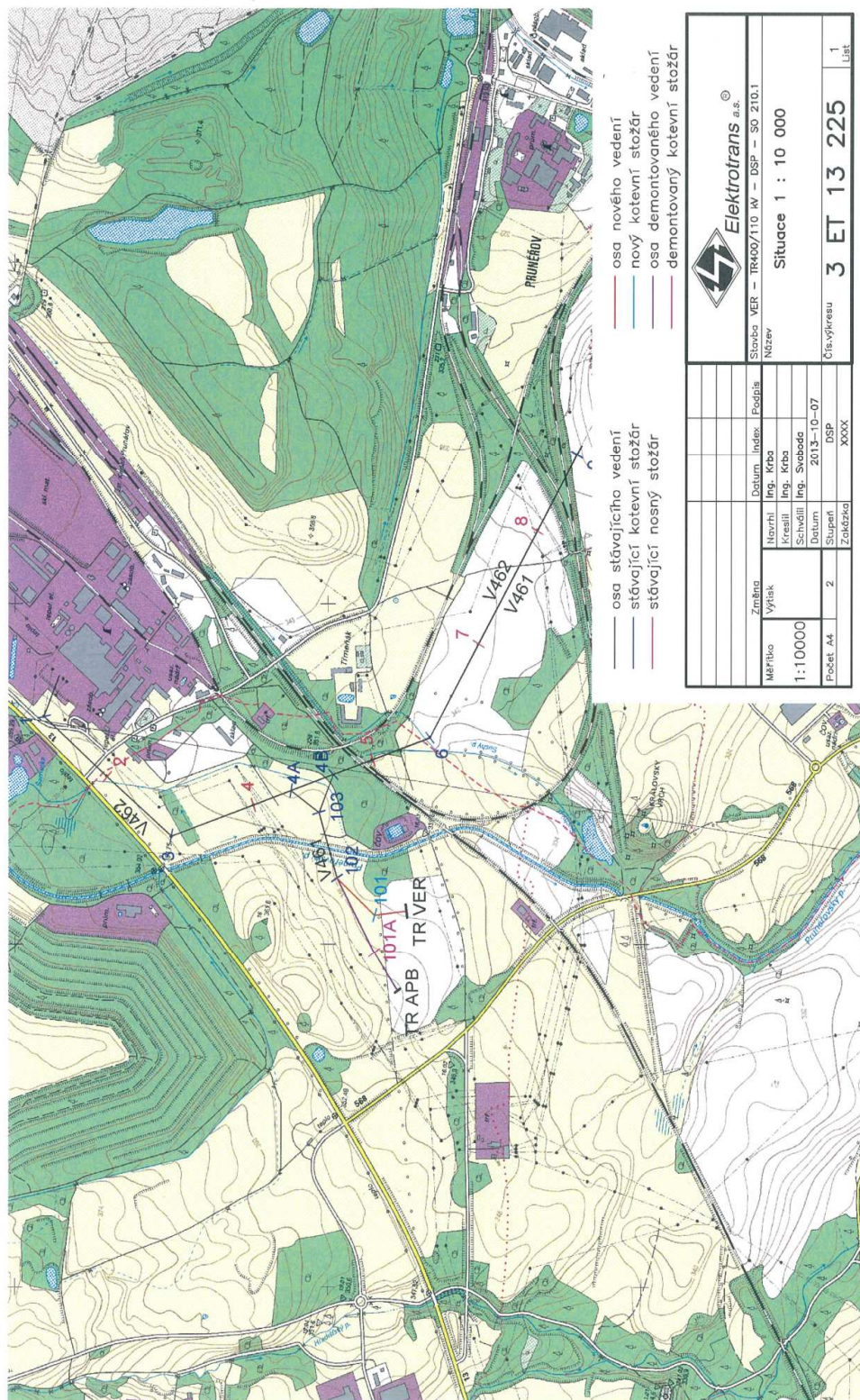
Rozvodna 420 kV

Rozvodna bude mít rozsah 5 plně vyzbrojených polí z celkového počtu 11 polí. Hlavní a pomocné přípojnice budou vybudovány v celém rozsahu rozvodny z trubkového vodiče Ø250 mm. Rozvodna bude sloužit kromě transformace výkonu do sítě 110 kV ČEZ Distribuce i pro připojení obnovitelného zdroje energie „Větrný park Chomutov“. Rozsah plyne z předpokladu uvádění do provozu jednotlivých souvisejících kapacit:

- 2017 – R420kV s T401 Verněřov transformace
- 2017 – Větrný park Chomutov (VPCH - APB)
- 2017 – V481 (Verněřov - Hradec) – napájecí vedení z Tr Hradec
- 2019 – V487 (Verněřov - Vítkov) – další síťové vedení

Proudové dimenzování rozvodny hlavních přípojnic a KSP je projektováno na 4000 A, ostatní odbočky na 2500 A. Zkratové dimenzování konstrukcí, uzemnění, přístrojů a izolátorových závěsů na 50 kA - 0,5 s a 125 kAdyn.

Rozvodna bude jednořadá, systém přípojnic 2 hlavní +1 pomocná. Šířka pole 20 m. Fázová rozteč přístrojů 5 m. Propojení mezi přístroji provedeny podle délky buď svazkovým vodičem 2x758-AL1/43-ST1 o svazkovém kroku 400 mm, nebo trubkovým vodičem AW6101B/T7 o průměru 120 mm. Propojení hlavní přípojnice provedené trubkou materiálu AW6101B/T7 o průměru 250 mm. Fázová rozteč přípojnic 5,5 m. Přípojnice pomocné provedené stejným vodičem. Fázová rozteč však 4,5 m. Všechny přípojnice podepřené podpěrkami ve výšce 12 m. Přetah nad přípojnicemi v KSP proveden svazkovým vodičem z mat. 3x758-AL1/43-ST1, tedy trojsvazek s plochým uspořádáním o kroku 2x200 mm. Ostatní přetahy provedeny dvojsvazkem 2x758-AL1/43-ST1 o svazkovém kroku 400 mm. Výška ukotvení fázových vodičů přetahů, vodičů propojení k transformátoru i vodičů připojených venkovních vedení 23 m nad terénem. Výška ukotvení zemních lan 28 m. Před úderem blesku bude rozvodna chráněna bleskosvody umístěnými na vrcholu vývodových portálů. Základní schéma rozvodny R420 kV je na obr. č. 7 v příloze P2, strana 78.



Obr. č. 6: Situační plán umístění nové transformovny Vernéřov R420 kV [7]

Značení	Určení
W1	přípojnice dále od hlavního transformátoru
W2	přípojnice blíže k hlavnímu transformátoru
W5	přípojnice pomocná
01	pole vývodu na Větrný park Chomutov - APB
02	rezerva, účel zatím neurčen
03	pole transformátoru T403 - rezerva
04	pole vývodu na druhé síťové vedení směr Vítkov - rezerva
05	pole transformátoru T402 - rezerva
06	pole vývodu V487 směr Vítkov
07	pole transformátoru T401
08	pole KSP
09	pole vývodu na vedení - rezerva
10	pole vývodu na síťové vedení V481
61	pole měření na hlavních přípojnicích a uzemnění přípojníc

Tab. č. 1: Označení a popis polí rozvodny a přípojnicových systémů

Provedení vlastní spotřeby a napájení sekundárních obvodů bude dle schématu zobrazeného v příloze P3 na straně 79. Provedení vyvedení terciáru 10 kV bude pouze pro ČEPS, a.s. bez kompenzace, schéma je zobrazeno na obr. č. 1, strana 25.

Umístění	Připojená technologie R420 kV
domek DC01	pole č. 01 - VPCH – APB, 02 - rezerva neurčená
domek DC02	pole č. 03 - rezerva T403, 04 - rezerva Vítkov
domek DC03	pole č. 05 - T402, 06 - V487 Vítkov
domek DC04	pole č. 07 – transformátor T401, pole č. 4 - KSP
domek DC05	pole č. 09 – rezerva Pruněrov, pole č. 10 - V481 Hradec a pole 61- měření napětí na přípojnicích a zemnění přípojníc

Tab. č. 2: Označení a popis domků sekundární techniky

Prostředí v místě instalace zařízení:

- venkovní, rozsah teplot -35 °C až +40 °C, rozsah vlhkosti vzduchu 1-100 %, AB8
- nadmořská výška do 1000 m, AC1
- oblast námrazy lehká – L, AU1
- oblast znečištění II, AF1

Všechny hlavní ocelové konstrukce (HOK) a pomocné ocelové konstrukce (POK) budou provedeny pozinkované v lázni a po montáži budou opatřeny ochranným nátěrem.

Položená napájecí kabeláž (pohony, temperování, ovládací kabeláž, kabeláž SKŘ a el. ochran) bude vyhovovat požadavkům Technických norem ČEPS, a. s.

Položená uzemňovací síť v celém prostoru rozvodny bude vyhovovat pro jednopólový zkratový proud 50 kA po dobu 0,5 s.

Rozvodna 123 kV

S ohledem na vzdálenost rozvodny 110 kV ČEZ Distribuce bude v sekundáru hlavního transformátoru i zařízení 110 kV:

- přístrojové transformátory proudu a napětí pro obchodní měření a pro ochrany transformátoru
- omezovače přepětí na straně 110 kV
- odpojovač s uzemňovači na obou stranách pro uzemnění sekundáru transformátoru a i pro uzemnění propojovacího vedení k ČEZ Distribuce.

Rozvodna 22 kV

Transformátor T21 pro napájení vlastní spotřeby ČEPS, a.s. bude umístěn v novém prefabrikovaném kiosku spolu s přívodním rozvaděčem 22 kV a spolu se sekundárním rozvaděčem 0,4 kV a bude napájen z kabelového přívodu 22 kV od ČEZ Distribuce. Vedení mezi venkovním vedením 22 kV a transformátorem T21 budou realizována kabely 25 kV, zobrazení situace je na obr. č. 8 přílohy P3 na straně 79 a obr. č. 10 přílohy P5 na straně 81.

Požadované parametry transformátoru:

Provedení:	olejový, třífázový, venkovní provedení
Výkon:	předpokládaný výkon cca 630 kVA
Převod:	22/0,4 kV, s ruční regulací odboček bez zatížení
Spojení:	Yyn/(0)

Rozvodna 12 kV

Rozvodnu 12 kV tvoří venkovní rozvodna AKA, vnitřní rozvodna AKE a kabelové vedení propojující rozvodny AKA s AKE. Veškeré zařízení bude izolačně dimenzováno na jmenovité napětí 25 kV. Transformátor T11 pro napájení vlastní spotřeby ČEPS, a. s. bude umístěn v novém centrálním domku, napájení bude realizováno z terciáru transformátoru T401. Vedení mezi vnitřní rozvodnou 12 kV AKE a transformátorem T11 bude realizováno kabely 12,7/22 kV. Vnitřní rozvodna AKE je skříňová, se vzduchem izolovanými přípojnicemi. Bude umístěna v CD.

Požadované parametry transformátoru:

Provedení:	olejový, třífázový, venkovní provedení
Výkon:	předpokládaný výkon cca 630 kVA, bude ověřeno výpočtem v kapitole č. 3.5
Převod:	10/0,4 kV, automatická regulace napětí pod zatížením
Spojení:	Yyn/(d)

3.5 Vyčíslení příkonu vlastní spotřeby transformovny

Chlazení transformátorů

T401 – 4 chladiče = 4 x čerpadlo po 2 kW + 8 ventilátorů po 0,5 kW = 12 kW

T402 – 4 chladiče = 4 x čerpadlo po 2 kW + 8 ventilátorů po 0,5 kW = 12 kW

T403 – 4 chladiče = 4 x čerpadlo po 2 kW + 8 ventilátorů po 0,5 kW = 12 kW

Chlazení celkem = 36 kW

Temperování přístrojů v R420 kV

Vypínače

- pole ACA01-ACA10 = 10 vypínačů,

9 topení po 0,1 kW na 1 vypínač = 0,9 kW

10 vypínačů = 9 kW

Osvětlení řídicí skříně napájené z obvodu topení 1 x 0,06 kW

10 vypínačů = 0,6 kW

Vypínače celkem = 9,6 kW

Odpojovače a uzemňovače

- pole ACA01-ACA07, ACA09-ACA10

21 topení po 0,1 kW v celkem 7 odpojovačích v poli = 2,1 kW

9 polí = 18,9 kW

- ACA08

18 topení po 0,1 kW v celkem 6 odpojovačích v poli = 1,8 kW

1 pole = 1,8 kW

- ACA61

9 topení po 0,1 kW v celkem 3 uzemňovačích v poli = 0,9 kW

Odpojovače a uzemňovače celkem = 21,6 kW

Temperování přístrojů v R110 kV

Odpojovače a uzemňovače

- pole T401/110, T402/110, T403/110

9 topení po 0,1 kW v celkem 3 odpojovačích a uzemňovačích v poli = 0,9 kW

3 pole = 2,7 kW

Odpojovače a uzemňovače celkem = 2,7 kW

Osvětlení v R420 kV

Hlídací osvětlení okolo oplocení

Halogeny 0,150 kW, obvod transformovny je 872 m, stožáry s halogeny jsou od sebe vzdáleny po 30 m.

29 stožárů po 2 halogenech = $58 \times 0,150 \text{ kW} = \underline{8,7 \text{ kW}}$

Provozní osvětlení v rozvodně

Sodíkové výbojky 0,500 kW, celková plocha rozvodny je $230 \times 206 \text{ m} = 47.380 \text{ m}^2$. Z toho je potřeba osvětlovat polovinu plochy rozvodny = 23.690 m^2 . Jedna sodíková výbojka osvětluje plochu 500 m^2 .

Plocha $23.690 : 500 = 47$ výbojek

47 výbojek po 0,5 kW = 23,5 kW

Komunikační osvětlení vozovek

Halogeny 0,150 kW, délka komunikací v rozvodně je 1400 m, stožáry s halogeny jsou od sebe vzdáleny po 25 m.

56 stožárů po 1 halogenu = $56 \times 0,150 \text{ kW} = \underline{8,4 \text{ kW}}$

Osvětlení budov

Centrální domek CD

Přízemí – 22 místností – zářivky $2 \times 0,04 \text{ kW} \times 57$ svítidel = 4,56 kW

- žárovky $4 \times 0,075 \text{ kW} = 0,3 \text{ kW}$

- venkovní halogeny $5 \times 0,15 \text{ kW} = 0,75 \text{ kW}$

- osvětlení 20 skříní rozváděčů $\times 0,06 \text{ kW} = 1,2 \text{ kW}$

Podsklepení – zářivky 2 x 0,04 kW x 12 svítidel = 0,96 kW

Centrální domek CD celkem = 7,77 kW

Domky ochran UDC1, 2, 3, 4, 5

Zářivky 2 x 0,04 kW x 5 svítidel = 0,4 kW

Venkovní halogen 1 x 0,15 kW = 0,15 kW

Osvětlení 16 skříní rozváděčů x 0,06 kW = 0,96 kW

Celkem 1 domek = 1,51 kW

Celkem 5 domků = 7,55 kW

Čistírna zaolejovaných vod ČZV

Zářivky 2 x 0,04 kW x 9 svítidel = 0,72 kW

Venkovní halogeny 3 x 0,15 kW = 0,45 kW

Celkem = 1,17 kW

Technické zázemí

Zářivky 2 x 0,04 kW x 8 svítidel = 0,64 kW

Žárovky 3 x 0,075 kW = 0,225 kW

Venkovní halogeny 3 x 0,15 kW = 0,45 kW

Celkem = 1,315 kW

Vytápění budov

Centrální domek CD

22 místností – přímotop 2,5 kW x 9 = 22,5 kW

- přímotop 2 kW x 2 = 4 kW

- přímotop 1 kW x 2 = 2 kW

Centrální domek CD celkem = 28,5 kW

Domky ochran UDC1, 2, 3, 4, 5

Přímotop 2,5 kW x 1 = 2,5 kW

Přímotop 2 kW x 1 = 2 kW

Celkem 1 domek = 4,5 kW

Celkem 5 domků = 22,5 kW

Čistírna zaolejovaných vod ČZV

Přímotop 2,5 kW x 2 = 5 kW

Celkem = 5 kW

Technické zázemí

Přímotop 2,5 kW x 1 = 2,5 kW

Přímotop 2 kW x 2 = 4 kW

Přímotop 1 kW x 2 = 2 kW

Celkem = 8,5 kW

Ohřev teplé užitkové vody TUV**Centrální domek CD**

Umývárna – průtokový ohřívač 5 kW x 1 = 5 kW

Sprcha – průtokový ohřívač 12 kW x 1 = 12 kW

Kuchyňka – průtokový ohřívač 5 kW x 1 = 5 kW

Centrální domek CD celkem = 22 kW

Technické zázemí

Umývárna – průtokový ohřívač 5 kW x 1 = 5 kW

Sprcha – průtokový ohřívač 12 kW x 1 = 12 kW

Celkem = 17 kW

Usměrňovače a zdroje nepřetržitého napájení UPS

Celkem = 150 kW

Zásuvkové obvody 400 a 230 V**Centrální domek CD**

Zásuvky 230 V, místností 22, v místnosti 3 zásuvky = 66 zásuvek, jištění 1 jistič na 5 zásuvek, celkem 13 jističů x 3,68 kW = 47,84 kW ($P=U \cdot I$; $3680=230 \cdot 16$)

Příkon rozložen do třech fází, celkem = 15,95 kW

Zásuvky 400 V, celkem 4 zásuvky, jištění 1 jistič na 2 zásuvky,

celkem 2 jističe x 22,17 kW = 44,34 kW ($P=\sqrt{3} \cdot U \cdot I$; $22170=\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 32$)

Centrální domek CD celkem = 60,29 kW

Domky ochran UDC1, 2, 3, 4, 5

Zásuvky 230 V, v místnosti 3 zásuvky, jištění 1 jistič na 5 zásuvek, celkem 1 jistič x 3,68 kW = 3,68 kW ($P=U \cdot I$; $3680=230 \cdot 16$)

Celkem 5 domků = 18,4 kW

Příkon rozložen do třech fází, celkem = 6,13 kW

Zásuvky 400 V, celkem 1 zásuvka, jištění 1 jistič na 2 zásuvky, celkem 0,5 jističe x 22,17 kW = 11,08 kW ($P=\sqrt{3} \cdot U \cdot I$; $22170=\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 32$)

Celkem 5 domků = 55,42 kW

Domky ochran celkem = 61,55 kW

Čistírna zaolejovaných vod ČZV

Zásuvky 230 V, v místnosti 3 zásuvky, jištění 1 jistič na 5 zásuvek, celkem 1 jistič x 3,68 kW = 3,68 kW ($P=U \cdot I$; $3680=230 \cdot 16$)

Zásuvky 400 V, celkem 1 zásuvka, jištění 1 jistič na 1 zásuvku, celkem 1 jistič x 22,17 kW = 22,17 kW ($P=\sqrt{3} \cdot U \cdot I$; $22170=\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 32$)

Čistírna zaolejovaných vod celkem = 25,85 kW

Technické zázemí

Zásuvky 230 V, celkem 10 zásuvek, jištění 1 jistič na 5 zásuvek, celkem 2 jističe x 3,68 kW = 7,36 kW ($P=U \cdot I$; $3680=230 \cdot 16$)

Příkon rozložen do třech fází, celkem = 2,45 kW

Zásuvky 400 V, celkem 1 zásuvka, jištění 1 jistič na 1 zásuvku, celkem 1 jistič x 22,17 kW = 22,17 kW ($P=\sqrt{3} \cdot U \cdot I$; $22170=\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 32$)

Technické zázemí celkem = 24,62 kW

Rozvodna

Zásuvky 400 V, 11 polí v R420 kV, 3 pole v R110 kV, celkem 14 zásuvek, jištění 2 jističe na 1 zásuvku, celkem 7 jističů x 22,17 kW = 155,19 kW ($P=\sqrt{3} \cdot U \cdot I$; $22170=\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 32$)

Rekapitulace potřebného příkonu:

Chlazení transformátorů	36,0	kW
Temperování přístrojů v R420 a R 110 kV	33,9	kW
Osvětlení rozvodny	40,6	kW
Osvětlení budov	17,8	kW
Vytápění budov	64,5	kW
Ohřev TUV	39,0	kW
Usměrňovače + UPS	150,0	kW
Zásuvky 400 a 230 V	327,5	kW
Záloha pro ČEZ	150,0	kW

Celkem	859,3	kW
Soudobost $\beta = 0,6$		
Celkem se soudobostí β	515,5	kW

Transformátor vlastní spotřeby volím z nejbližší vyšší řady 630,0 kVA

3.6 Návrh kabelu propojující AKA01 s AKE01

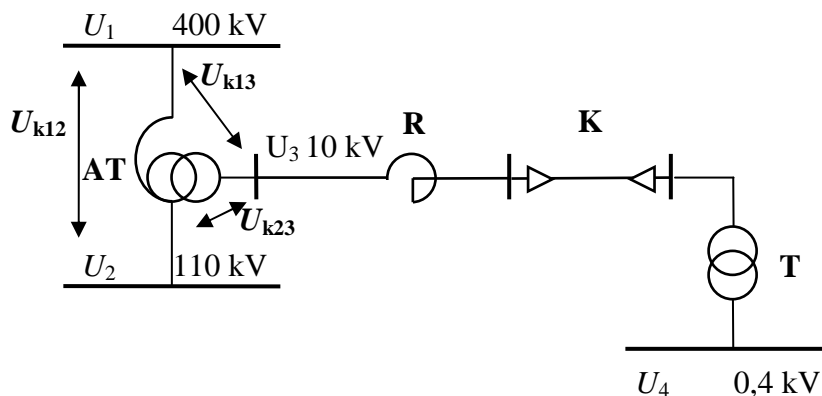
Hodnoty jednotlivých prvků potřebných pro výpočet průřezu kabelu propojující venkovní rozvodnu v terciáru transformátoru AKA01 s vnitřní zapouzdřenou rozvodnou AKE01:

Autotransformátor AT: 400/121/10,5 kV, $S_T = 350/350/100$ MVA, $u_{k12}=14\%$, $u_{k13}=35\%$, $u_{k23}=20\%$

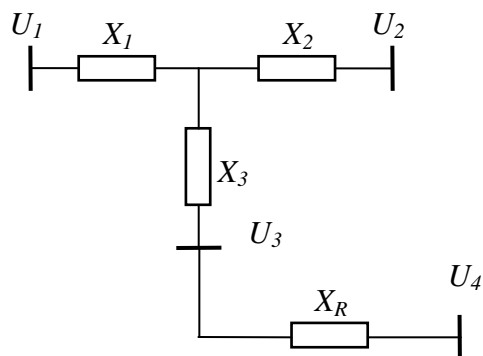
Reaktor R: jm. napětí $U - 10,5$ kV, jm. proud $I - 250$ A, jm. indukčnost $L - 1,484$ mH, jm. impedance $Z - 0,466 \Omega$, odpor $R - 0,0229 \Omega$

Transformátor T: 10/0,4 kV, 630 kVA

Náhradní schéma obvodu:



Náhradní schéma pro výpočet reaktancí:



Výpočet reaktance autotransformátoru AT:

$$x_P = \frac{1}{2} \cdot (u_{k12} + u_{k13} - u_{k23}) = 0,5 \cdot (14 + 35 - 20) = 14,5 \%$$

$$x_S = \frac{1}{2} \cdot (u_{k12} + u_{k23} - u_{k13}) = 0,5 \cdot (14 + 20 - 35) = -0,5 \%$$

$$x_T = \frac{1}{2} \cdot (u_{k13} + u_{k23} - u_{k12}) = 0,5 \cdot (35 + 20 - 14) = 20,5 \%$$

$$X_1 = x_P \cdot \frac{U_{10,5 \text{ kV}}^2}{S_T} = \frac{x_{P\%}}{100} \cdot \frac{U_{10,5 \text{ kV}}^2}{S_T} = \frac{14,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{350} = 0,0456 \Omega$$

$$X_2 = x_S \cdot \frac{U_{10,5 \text{ kV}}^2}{S_T} = \frac{x_{S\%}}{100} \cdot \frac{U_{10,5 \text{ kV}}^2}{S_T} = \frac{-0,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{350} = -0,0015 \Omega$$

$$X_3 = x_T \cdot \frac{U_{10,5 \text{ kV}}^2}{S_T} = \frac{x_{T\%}}{100} \cdot \frac{U_{10,5 \text{ kV}}^2}{S_T} = \frac{20,5}{100} \cdot \frac{10,5^2}{350} = 0,0645 \Omega$$

Výpočet reaktance reaktoru R:

$$X_R = \sqrt{Z^2 - R^2} = \sqrt{0,466^2 - 0,0229^2} = 0,4454 \Omega$$

Výpočet zkratového výkonu rozvodny R400 kV:

$$U_{n \text{ sítě}} = 400 \text{ kV}$$

$$\text{Zkratový proud v R400 kV: } I''_K = 19,69 \text{ kA}$$

$$S''_{K400kV} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{sítě}} \cdot I''_K = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 19,69 = 13,641 \text{ GVA}$$

Výpočet zkratového výkonu rozvodny R110 kV:

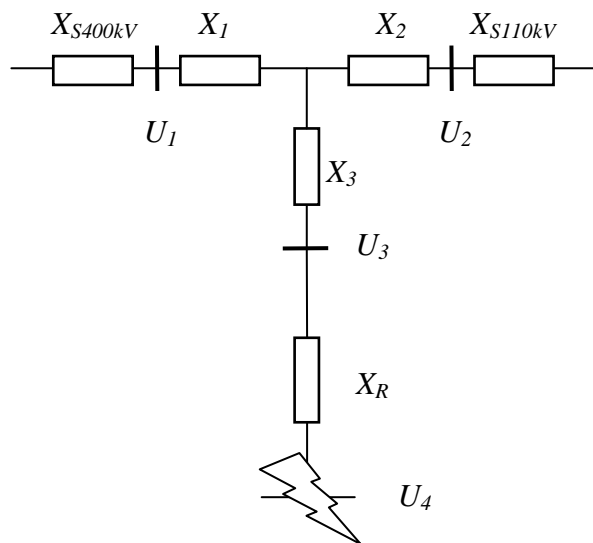
$$U_{n \text{ sítě}} = 110 \text{ kV}$$

$$\text{Zkratový proud v R110 kV: } I''_K = 21,30 \text{ kA}$$

$$S''_{K110kV} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{sítě}} \cdot I''_K = \sqrt{3} \cdot 110 \cdot 21,30 = 4,058 \text{ GVA}$$

Výpočet reaktancí rozveden R400 kV a R110 kV:

Náhradní schéma pro výpočet reaktancí rozveden R400 kV a R110 kV:

**R400 kV**

$$U_{n \text{ sítě}} = 400 \text{ kV}, U_{n1} = 400 \text{ kV}, U_{n2} = 121 \text{ kV}, U_{n3} = 10,5 \text{ kV}$$

$$X_{S400kV} = \frac{c \cdot U_{n \text{ sítě}}^2}{S''_{K400kV}} \cdot \left(\frac{U_{n3}}{U_{n1}}\right)^2 = \frac{1,05 \cdot 400^2}{13641} \cdot \left(\frac{10,5}{400}\right)^2 = 0,008486 \Omega$$

R110 kV

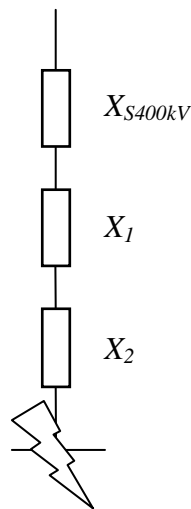
$$U_{n \text{ sítě}} = 110 \text{ kV}, U_{n1} = 400 \text{ kV}, U_{n2} = 121 \text{ kV}, U_{n3} = 10,5 \text{ kV}$$

$$X_{S110kV} = \frac{c \cdot U_n^2 \text{ sítě}}{S_{K110kV}''} \cdot \left(\frac{U_{n3}}{U_{n2}}\right)^2 = \frac{1,1 \cdot 110^2}{4058} \cdot \left(\frac{10,5}{121}\right)^2 = 0,024698 \Omega$$

Výpočet příspěvku $I_{KP110kV}$ sítě 110 kV:

$$X_{S400kV} = 0,008486 \Omega, X_1 = 0,0456 \Omega, X_2 = -0,0015 \Omega, U_{n2} = 121 \text{ kV}, U_{n3} = 10,5 \text{ kV}$$

Náhradní schéma pro výpočet příspěvku $I_{KP110kV}$ sítě 110 kV:



$$X_P = X_{S400kV} + X_1 + X_2 = 0,008486 + 0,0456 + (-0,0015) = 0,052586 \Omega$$

$$X_{P110kV} = X_P \cdot \left(\frac{U_{n2}}{U_{n3}}\right)^2 = 0,052586 \cdot \left(\frac{121}{10,5}\right)^2 = 6,983 \Omega$$

Příspěvek nadřazené sítě 400 kV k celkovému zkratovému proudu v R110 kV:

$$U_{n \text{ sítě}} = 110 \text{ kV}$$

$$I_{k110kV}'' = \frac{U_{vyp}}{X_k} = \frac{c \cdot U_{sítě}}{\sqrt{3} \cdot X_{P110kV}} = \frac{1,1 \cdot 110}{\sqrt{3} \cdot 6,983} = 10,00 \text{ kA}$$

Celkový zkratový proud v R110 kV: $I_K'' = 21,30 \text{ kA}$.

$$\text{Příspěvek sítě 110 kV} = I_K'' - I_{k110kV}'' = 21,30 - 10,00 = 11,30 \text{ kA}$$

$$U_n = 121 \text{ kV}, U_{n3} = 10,5 \text{ kV}$$

$$X'_{S110kV} = \frac{c \cdot U_{n\text{ síť}}^2}{\sqrt{3} \cdot U_{n\text{ síť}} \cdot I_{KP110kV}} \cdot \left(\frac{U_{n3}}{U_n}\right)^2 = \frac{1,1 \cdot 110^2}{\sqrt{3} \cdot 110 \cdot 11,30} \cdot \left(\frac{10,5}{121}\right)^2 = 0,046553 \Omega$$

Výpočet proudu při příkonu S = 515,5 kVA:

$$U_{n\text{ síť}} = 10 \text{ kV}$$

$$I_p = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U_{n\text{ síť}}} = \frac{515,5}{\sqrt{3} \cdot 10} = 29,76 \text{ A}$$

$$I_n = \frac{I_p}{k_1 \cdot k_2} = \frac{29,76}{1,04 \cdot 0,95} = 30,12 \text{ A}$$

k_1 = teplota prostředí 25 °C, nejvyšší dovolená provozní teplota jádra kabelu 90 °C

k_2 = uložení kabelu na neperforované lávce, kabel volně uložený

22-AXEKVCEY (uložení vedle sebe v zemi)				
S (mm ²)	I _d (A)	R (Ω.km ⁻¹)	L (mH.km ⁻¹)	C (μF.km ⁻¹)
35	165	0,868	0,70	0,16
50	195	0,641	0,68	0,18
70	237	0,443	0,66	0,20
95	282	0,320	0,64	0,22
120	319	0,253	0,62	0,24
150	352	0,206	0,60	0,26
185	396	0,164	0,59	0,28
240	455	0,125	0,58	0,30

Tab. č. 3: Parametry kabelu 22-AXEKVCEY

Propojení AKA01 s AKE01 bude provedeno kabelem 22-AXEKVCEY v provedení 3 x jedna fáze. Podle velikosti proudu navrhuji průřez 35 mm².

Výpočet na dovolený úbytek napětí:

- Dovolенý úbytek napětí $\Delta u\% \leq 5\%$

- Činný odpor kabelu 22-AXEKVCEY $R_K = 0,868 \Omega \cdot \text{km}^{-1}$

- Induktivní reaktance kabelu 22-AXEKVCEY $X_K = 0,219 \Omega \cdot \text{km}^{-1}$

- Délka kabelu $l = 338 \text{ m}$

- $U_{n\text{ síť}} = 10 \text{ kV} = 10000 \text{ V}$

$$\Delta U_f = R_k \cdot l \cdot I_p \cdot \cos\varphi + X_k \cdot l \cdot I_p \cdot \sin\varphi$$

$$\Delta U_f = 0,868 \cdot 0,338 \cdot 29,76 \cdot 0,95 + 0,219 \cdot 0,338 \cdot 29,76 \cdot 0,31$$

$$\Delta U_f = 8,294 + 0,682$$

$$\Delta U_f = \underline{8,976 \text{ V}}$$

$$\Delta u_{f\%} = \frac{\sqrt{3} \cdot \Delta U_f}{U_{n \text{ sítě}}} \cdot 100 = \frac{\sqrt{3} \cdot 8,976}{10000} \cdot 100 = 0,155 \% \leq 5 \%$$

Výpočtem na dovolený úbytek napětí vychází průřez 35 mm².

Výpočet na minimální průřez vodiče podle tepelného účinku zkratovým proudem:

$$\begin{aligned} X_k &= (X_{S400kV} + X_1) // (X_2 + X'_{S110kV}) + X_3 + X_R = \\ &= (0,008486 + 0,0456) // (-0,0015 + 0,046553) + 0,0645 + 0,4454 = \\ &= (0,054086) // (0,045053) + 0,5099 = 0,0245 + 0,5099 = 0,53447 \Omega \end{aligned}$$

Celkový zkratový proud:

$$I''_k = \frac{U_{vyp}}{X_k} = \frac{c \cdot U_{n \text{ sítě}}}{\sqrt{3} \cdot X_k} = \frac{1,1 \cdot 10}{\sqrt{3} \cdot 0,53447} = 11,88 \text{ kA}$$

c = napěťový součinitel pro výpočet zkratových proudů, pro vn = 1,1

$$U_{n \text{ sítě}} = 10 \text{ kV}$$

Ekvivalentní oteplovací proud I_{KE} :

$$I_{KE} = k_e \cdot I''_k = 1,07 \cdot 11,88 = 12,711 \text{ kA}$$

k_e = součinitel pro výpočet ekvivalentního oteplovacího proudu I_{KE} , hodnota za transformátorem vvn/vn pro dobu vypnutí $t_k = 0,3$ s je 1,07

Minimální průřez vodiče podle tepelného účinku zkratovým proudem S_{min} :

$$S_{min} = \frac{I_{KE} \cdot \sqrt{t_k}}{K} = \frac{12711 \cdot \sqrt{0,3}}{91} = 76,50 \text{ mm}^2$$

t_k = doba vypnutí 0,3 s

K = koeficient, materiál izolace vodiče – pro 22-AXEKVCEY je izolace XLPE = 91

Po výpočtu na minimální průřez vodiče podle tepelného účinku zkratovým proudem volím minimální průřez vodiče kabelu 22-AXEKVCEY na 95 mm² (viz tabulka č. 3 na straně 50).

3.7 Návrh transformátorů vlastní spotřeby

Transformátor T11:

Velikost příkonu vlastní spotřeby transformovny byla stanovena výpočtem na 515,5 kW. Výkon transformátoru volím z nejbližší vyšší řady – 630 kVA.

Pro příznivý poměr ceny a výkonu transformátoru navrhuji použít transformátor portugalského výrobce Efacec, typ X84.010 – OLTC 630 kVA. Orientační cena transformátoru je přibližně 250.000,- Kč.

Transformátor 10,5/0,4 kV bude v olejovém provedení, hermetizovaný, třífázový, s automatickou regulací odboček pod zatížením na straně vn – 9 odboček.

Polohy odboček (%): -10,0; -7,5; -5,0; -2,5; 0; 2,5; 5,0; 7,5; 10,0

Symbol spojení Yyn0(d1).

Napětí vn: 10500 V

Proud vn: 34,64 A

Napětí nn: 400 V

Proud nn: 909,3 A

Napětí nakrátko (%): 6,0

Frekvence (Hz): 50

Chlazení: ONAN

Transformátor T21:

Transformátor T21 bude včetně připojovacího vedení 22 kV v majetku provozovatele distribuční soustavy ČEZ, a.s. Tato společnost řeší projekt přeložky vedení 22 kV, kabelovou přípojku z vedení 22 kV na transformátor T21 (22/0,4 kV) a volbu transformátoru T21.

3.8 Návrh dieselgenerátoru

Nouzový zdroj je sestaven z dieselgenerátoru, jeho vzduchotechniky a rozvaděče ANA. To vše je umístěno v centrálním domku. Rozvaděč ANA slouží k automatickému nebo ručnímu přepnutí napájení spotřebičů připojených na výstup rozvaděče na napájení z dieselgenerátoru. V rozvaděči ANA je umístěna automatika startu pro dieselgenerátor, který startuje po navolené době po výpadku sítě, přebírá zátěž a napájí rozvaděč zajištěné spotřeby ANJ. Po návratu sítě dieselgenerátor ještě pracuje 5 minut, aby se vyloučila nestabilita sítě

a případné následné drobné výpadky a teprve po ustálení distribuční sítě dojde k přepnutí rozvaděče vlastní spotřeby ANJ na distribuční síť.

Vyčíslení příkonu nouzového napájení dieselgenerátorem:

Chlazení transformátorů (zatím pouze T401)	12,0	kW
Nouzové osvětlení	5,0	kW
Usměrňovače + UPS	80,0	kW
Řídicí systém	10,0	kW
Pohony odpojovačů a vypínačů	10,0	kW
Záloha pro ČEZ	50,0	kW

Celkem	167	kW
--------	-----	----

Velikost výkonu dieselagregátu volím z nejbližší vyšší řady – 220 kVA.

Výrobce:	Phönix - Zeppelin
Typ	GEH 220
Jmenovitý výkon	220 kVA/176 kW- Standby (nepřetížitelný)
Jmenovité napětí	400/230 V
Jmenovitý proud	317 A
Frekvence	50 Hz
Cos φ	0,8
Soustava	3+PEN, TN-C
Vytrvalost	7 hodin

3.9 Návrh baterií 220 V=

Stejnoseměrná napájecí síť - bezvýpadková

Stejnoseměrná síť vlastní spotřeby je provozována pouze jako I. kategorie - bezvýpadková. Jedná se o síť, v níž nesmí dojít ani ke krátkodobé ztrátě napětí. Tato síť sestává ze dvou oddělených systémů, prvního a druhého. Síť je stejnosměrná (220 V DC, IT), izolovaná, napájená z akumulátorových baterií, trvale dobíjených usměrňovačem.

První systém přípojníc (1.1) je decentralizovaný a je tvořen baterií (ATV), usměrňovačem (ATW) a rozvaděčem (ATP) s hlídáním zemního spojení GV relé. Z tohoto systému je přednostně napájena podstanice řídicího systému (RTU), stavová a poruchová signalizace, ovládání odpojovačů, první cívky vypínačů, první systém ochran.

Prvky stejnosměrné sítě budou umístěny v centrálním domku UDS a v domcích ochran UDC01, UDC03, UDC04, UDC05 (usměrňovače ATW, rozvaděč ATP, baterie ATV). Napájení usměrňovače ATW je provedeno z podružného rozvaděče II. kategorie ANJ.

Druhý systém (1.2) je centralizovaný. Rozvaděč ATR je umístěn v domcích ochran UDC01, UDC03, UDC04, UDC05 a v centrálním domku UDS (v rozvaděči ATJ) a je napájen z centrální akumulátorové baterie ATB01 a ATB02 do rozvaděče ATJ, odtud jsou napájeny jednotlivé rozvaděče ATR v decentralizovaných místnostech. Z tohoto systému je napájen druhý systém ochran, druhé napájení podstanice řídicího systému (RTU) a druhé vypínací cívky vypínače. V rozvaděči ATR je nainstalováno zemní GV relé s hlídáním zemního spojení.

V rozvaděči ATR jsou umístěny přepínače pro vytvoření středního napětí 1.0. Z tohoto napětí jsou napájeny společné ochrany, zapínací obvod ochran, strhávání OZ, napájení pro ROP a ASV, zapisovač. Zařízení jsou přednostně napájena z prvního systému. Při ztrátě napětí na prvním systému (přepínače v poloze na 1.1) je možno napájení po ověření stavu zařízení přepnout na druhý systém (přepínače do polohy na 1.2). Přepnutí je prováděno s přerušením, aby nedošlo ani ke krátkodobému propojení obou systémů.

Rozvaděč ATJ

Rozvaděč je s jedním systémem přípojníc W1 a W2, podélně dělený, napájen dvěma přívody. Jeden přívod je z usměrňovače ATF1 (napájen z ANJ1) spínač QM1 a druhý z ATF2 (napájen z ANJ2) spínač QM2. Při ztrátě napájení zdrojů je zajištěno napájení rozvaděče ATJ z baterií ATB1 (zdroj ATF1) a ATB2 (zdroj ATF2). V základním zapojení jsou oba přívody zapnuty, podélné dělení přípojníc sepnuto. Pomocí tohoto rozvaděče se napájí rozvaděče ATR umístěné v místnostech a domcích ochran v R420 kV.

Technická data sítě 220 V=

Napěťová soustava:	220 V DC/IT
Jmenovitý proud:	100 A
Zkratová odolnost I_{th}/I_{dyn} :	10/17 kA

Decentralizované DC zdroje bezvýpadkového napájení ATW, ATV

Sestava se skládá z usměrňovače ATW a akumulátorové baterie ATV, které jsou umístěny v jedné skříni.

Provoz baterie a usměrňovače:	paralelní s trvalým dobíjením
Max. teplota okolí:	40 °C
Min. teplota okolí:	10 °C
Napěťová soustava:	IT, 220 V DC, oba póly izolované

Technická data usměrňovače

Výrobce:	VOIGT&HAEFFNER
Typ:	SVS - 220/60 – 1GRS01
Vstupní napětí:	3 x 240/400 V, 50 Hz
Výstupní proud čtyři moduly:	40 A při 220 V
Výstupní napětí:	220 V DC + 5 % - 10 %

Technická data baterie

Typ článků:	SBS 30
Počet bloků:	18
Jmenovitá desetihodinová kapacita:	38 Ah
Instalovaný výkon:	2,7 kW

Vyčíslení příkonů baterií ATV

Domek ochran UDC01	2,2	kW
Domek ochran UDC03	2,2	kW
Domek ochran UDC04	2,2	kW
Domek ochran UDC05	2,2	kW
Domek ochran UDS	2,2	kW

Pro každý domek ochran UDC a centrální domek UDS postačuje jeden blok baterií (18 ks) o instalovaném výkonu 2,7 kW.

Centrální DC zdroje bezvýpadkového napájení ATF01, ATF02

Sestava se skládá ze dvou usměrňovačů 220 V DC ATF01 a ATF02, které mají za úkol napájet bez přerušení stejnosměrné spotřebiče. Usměrňovače jsou umístěny v centrálním domku CD. Napájení usměrňovačů je ze zajištěného napětí 400/230 V AC z rozvaděče ANJ. Výstupní napětí 220 V DC napájí rozvaděč ATJ, který slouží pro napájení rozvaděčů ATR. Usměrňovače pracují v pohotovostním režimu paralelně s baterií. Baterie jsou označeny ATB01, ATB02.

Technická data usměrňovače

Výrobce:	VOIGT & HAEFFNER
Typ:	SVS - G220/60 - 1GRS
Vstupní napětí:	3 x 240/400 V, 50 Hz
Výstupní napětí:	220 V DC + 5 % - 10 %

Technická data baterie

Typ článků:	SBS 30
Počet bloků:	18
Jmenovitá desetihodinová kapacita:	38 Ah
Instalovaný výkon:	2,7 kW

Vyčíslení příkonů baterií ATR

Domek ochrany UDS	2,3 kW
-------------------	--------

Pro centrální domek UDS postačuje jeden blok baterií (18 ks) o instalovaném výkonu 2,7 kW. Nainstalovány budou 2 bloky baterií s usměrňovači z důvodu rozpojitelné přípojnice v rozvaděči ATJ.

Střídavá napájecí síť I. kategorie – bezvýpadková

Jedná se o síť, v níž nesmí dojít ani ke krátkodobé ztrátě napětí. Tato síť je jednofázová (230 V, 50 Hz, TN-S), napájená ze dvou redundantně zapojených zdrojů ATU1 a ATU2 (nepřerušitelné napájení UPS), umístěných ve VLSP centrálního domku (UDS1). Jednotky UPS - ATU1 a ATU2 jsou napájeny jednofázově z rozvaděče II. kategorie ANJ.

Rozvaděč ANK

Hlavní rozvaděč této sítě ANK umístěný v centrálním domku UDS1 má dva systémy přípojníc se dvěma spínacími prvky. Z této sítě jsou napájeny hlavní stanice řídicího systému, telekomunikační systémy (zařízení digitálního řídicího systému DŘT), systémy obchodního měření, zásuvky pro počítače, technická síť fyzické ochrany objektu TSFO a převodníky.

Technická data

Napěťová soustava:	1+N+PE, ~ 50 Hz, 230 V, TN–C–S
Jmenovitý proud:	100 A
Zkratová odolnost I_{th}/I_{dyn} :	10/17 kA

Zdroje UPS ATU1, ATU2

Systém UPS je kombinace usměřovač/střídač, umožňující nepřetržité zásobování spotřebičů elektrickou energií, která je v případě výpadku napájecí sítě odebírána z akumulátorové baterie zapojené mezi usměřovač a střídač. Stejnoseměrné napětí na vstupu střídače se mění na standardní střídavé napětí na jeho výstupu. Je napájen ze zajištěné spotřeby a napájí bezvýpadkovou síť z rozvaděče ANK.

Technická data:

Typ:	AEG SVS Protect 3.31, provedení 10 kVA
Jmenovité napětí vstupní:	3 x 400 V
Jmenovité napětí výstupní:	1 x 230 V
Baterie:	Power Safe 12 V 30F
Standardní doba zálohy při 100% zátěži:	65 minut/10 kVA
Celková účinnost při nominální zátěži:	až 94 %

Výčíslení příkonů baterií ATU1 a ATU2

Domek ochran UDS	6,5 kW
------------------	--------

Pro centrální domek UDS volím baterie o instalovaném výkonu každé 10 kVA. Nainstalovány budou 2 usměřovače s bateriemi z důvodu redundantního zapojení zdrojů.

4 Přehled údržbových prací dle Řádu preventivní údržby ČEPS, a.s. pro zařízení vlastních spotřeb

Údržbové práce předepisuje technická norma TN22 „Řád preventivní údržby elektrických zařízení přenosové soustavy“, která je základním předpisem pro provádění kontroly a údržby elektrických zařízení přenosové soustavy ČEPS, a.s.

4.1 Obnova a údržba zařízení

Venkovní zařízení terciáru a vlastní spotřeby vn včetně skříňové rozvodny vn má předpokládanou dobu životnosti 30 let. Pokud není stanoveno jinak, potom u zařízení obsahující řídicí nebo výkonovou elektroniku (UPS, usměrňovače, elektronické spouště jisticích prvků, řízení DG, záskokové automatiky) se doporučuje výměna po 15 letech. U baterií se předpokládá skutečná životnost cca 7,5 roků. U zařízení výkonové elektroniky (usměrňovače UPS, elektronické spouště jisticích prvků atd.) se předpokládá u některých komponentů (např. elektrolytických kondenzátorů, ventilátorů chladičů, atd.) kratší životnost než je životnost zařízení a proto je nutná jejich výměna v rámci údržby podle doporučení výrobce. Životnost nebo revitalizace DG a rozváděče ATA a další rozváděče VLSP a kabeláž se při obnově VLSP posuzuje individuálně dle požadavků odborných útvarů 16000 Provoz a správa majetku. [2]

4.2 Technická norma TN22

Technická norma TN 22 „Řád preventivní údržby elektrických zařízení přenosové soustavy“ je základním předpisem pro provádění kontroly a údržby elektrických zařízení přenosové soustavy ČEPS, a.s. Tato technická norma je průběžně aktualizována na základě legislativních předpisů výrobců zařízení a na základě technických a praktických výstupů z provozu a údržby elektrických zařízení PS.

Nedílnou součástí technické normy TN 22 „Řád preventivní údržby elektrických zařízení přenosové soustavy“ jsou adresné přílohy (AP) Řádu preventivní údržby (ŘPÚ).

V distribuční a přenosové soustavě dodavatele elektrické energie se ve smyslu čl. 3.2 ČSN 33 1500 (změna Z2 z dubna 2000) – citace: "nemusí provádět pravidelné revize, pokud bezpečnost elektrického zařízení je zajišťována pravidelnými kontrolami a údržbou podle řádu preventivní údržby". Uvedené ustanovení článku 3.2 ČSN 33 1500 se nevztahuje na zařízení elektroinstalací a hromosvodů stavebních objektů v případě, že pravidelné kontroly

nejsou zapracovány do příslušných adresných příloh (AP) – pak nadále trvá povinnost provádění pravidelných revizí ve lhůtách dle ČSN 33 1500, čl. 3.1.

Technická norma TN 22 se nevztahuje na údržbu zařízení DŘT a dalších technologií pro komunikaci a přenos dat (hraniční terminály, LAN, telefonní zařízení, apod.). Dále se TN22 nevztahuje na údržbu mobilních a přenosných zařízení, vč. ochranných prostředků, elektrospotřebičů a nářadí (např. dle ČSN 33 1610, ČSN 33 1600, apod.).

Technická norma TN 22 "Řád preventivní údržby elektrických zařízení přenosové soustavy" je vydávána v působnosti ČEPS, a.s. a je závazná pro ČEPS, a.s..

Adresné přílohy ŘPÚ jsou vydávány průběžně a samostatně a nejsou doprovázeny revizí samotné TN 22.

Z hlediska zákona 458/2000 Sb. je držitel licence pro přenos elektřiny povinen zajistit, aby práce spojené s výkonem autorizované činnosti vyžadující odbornou způsobilost prováděly pouze osoby s odbornou způsobilostí dle Vyhlášky ČÚBP číslo 50/1978 Sb. [3]

4.3 Adresné přílohy Řádu preventivní údržby

Adresné přílohy ŘPÚ mají jednotnou strukturu. V záhlaví každé strany, stejně jako v nadpisu adresné přílohy jsou obsaženy následující informace:

- číslo TN ŘPÚ
- číslo adresné přílohy
- název adresné přílohy s přesnou specifikací typu zařízení
- číslo revize adresné přílohy.

Odstavce adresných příloh obsahují:

Odstavec 1

Označení výrobce a typu, přehled souvisejících manuálů výrobce s odkazem na jejich příslušné kapitoly, stručný přehled period údržbových prací předepsaných výrobcem a doplněný o požadavky ČEPS, a.s., charakteristiku pracovníků oprávněných provádět předepsané údržbové práce a odkazy na možnost spolupráce s výrobcem, popis principu značení typů údržbových operací a suboperací v SAP.

Odstavec 2

Podrobný popis prací jednotlivých operací a suboperací, který samostatně pro jednotlivé typy preventivní pravidelné údržby (např. pochůzka, funkční kontrola, prohlídka, běžná údržba, generální údržba) charakterizuje jednotlivé úkony včetně předepsaných, respektive doporučených metod, period prací a způsobů vyhodnocení.

Odstavec 3

Podrobný popis diagnostiky stavu zařízení, který specifikuje předepsané, resp. doporučené, metody měření (zkušební obvod a měřicí přístroje), způsob vyhodnocení naměřených dat (limitní charakteristiky) a návrhy na opatření v případě překročení limitních hodnot.

Formuláře protokolů o provedení jednotlivých údržbových prací jsou na konci každé adresné přílohy (pokud je u zařízení údržbová práce prováděna).

Jde o formuláře:

- Protokol o prohlídce.
- Protokol o běžné údržbě.
- Protokol o diagnostice a údržbě založené na výsledku diagnostického měření.
- Protokol o generální údržbě.

Pro řídicí systémy je místo protokolů používána "Zpráva o údržbě ŘS stanice (název stanice)". [3]

Údržbové práce na zařízení jsou prováděny v souladu se stanoveným časovým plánem (viz ČSN EN 62271-1), tzn. provedení údržby buď v pravidelných časových intervalech nebo v čase odvozeném z výsledků a vyhodnocení diagnostických zkoušek nebo monitorování stavu zařízení.

Členění údržbových prací v adresných přílohách Řádu preventivní údržby:

A – Pochůzková kontrola nebo letecká kontrola – spočívá ve vizuálním periodickém vyšetření stavu zařízení za normálního provozu. Provádí se minimálně 1x za měsíc pracovníky ČEPS, a.s.

B – Funkční zkouška – spočívá v ověření funkčnosti zařízení. Provádí se v případě, že zařízení neprovedlo alespoň 5 zapnutí a vypnutí za rok. Funkční zkoušku provádějí pracovníci ČEPS, a.s. nebo pracovníci smluvního dodavatele údržbových prací.

C – Pravidelná prohlídka (ČSN EN 62271-1) – provádí se vizuální kontrola zařízení před skončením garanční doby a intervalová časová prohlídka bez jeho demontáže, avšak za krátké doby mimo provoz. Perioda údržby je určena dle manuálu výrobce anebo Řádem preventivní údržby pro dané zařízení, obvykle 1x za 2 roky (podle typu zařízení případně i 1x za rok). Pravidelnou prohlídku provádějí pracovníci smluvního dodavatele údržbových prací.

D – Běžná údržba (ČSN EN 62271-1 – kontrola) – při běžné údržbě D se provádí pravidelná prohlídka C rozšířená o další údržbové úkony v časovém období 1x za 5 let (podle typu zařízení případně i 1x za 6 let, 1x za 12 let). Zařízení je vypnuto a odpojeno. Běžnou údržbu provádějí servisní pracovníci výrobce zařízení.

E – Diagnostické zkoušky (ČSN EN 62271-1) – měření a diagnostika charakteristických parametrů spínacího, řídicího a pohonného systému zařízení pro ověření jeho funkčnosti a bezpečného provozu. Diagnostika se provádí v časovém období 1x za 5 let (podle typu zařízení případně i 1x za 6 let, 1x za 12 let) současně s Běžnou údržbou D. Zařízení je vypnuto a odpojeno. Diagnostická měření provádějí servisní pracovníci výrobce zařízení a také pracovníci ČEPS, a.s.

E – Monitorování (ČSN EN 62271-1) – nepřetržitě prováděná operace, která spočívá v měření veličin na zařízení a porovnávání jejich hodnot se stanovenými hodnotami za účelem ověření správné funkce zařízení. Monitorování je prováděno za provozu zařízení.

F – Generální údržba (ČSN EN 62271-1) – provádí se opravy nebo náhrady částí zařízení na základě vyhodnocení pravidelné prohlídky C, běžné údržby D, diagnostických zkoušek E, po provedení určitého počtu zapnutí a vypnutí zařízení (např. 4000 cyklů zapnutí a vypnutí) nebo na základě plánu údržby stanoveného výrobcem. Zařízení je vypnuto a odpojeno. Generální údržbu provádějí servisní pracovníci výrobce zařízení.

Revize tlakového zařízení – činnost prováděná na tlakovém zařízení, vymezená v ČSN 690012.

Revize elektrických zařízení – činnost prováděná na elektrickém zařízení, vymezená v ČSN 331500, při které se zjišťuje prohlídkou, měřením a zkoušením stav elektrického zařízení z hlediska bezpečnosti.

Jednotlivé části vlastní spotřeby transformovny mají tyto přístroje a zařízení, ke kterým jsou přiřazeny adresné přílohy Řádu preventivní údržby:

- Venkovní rozvodna GT.AUC01

- přístrojový transformátor napětí TV1 – adresná příloha č. 215
- svodič přepětí FV3 – adresná příloha č. 214
- reaktor RS011 – adresná příloha č. 007F (olejové) a č. 007G (suché)

- Venkovní rozvodna GB.AKA01

- svodič přepětí FV4 – adresná příloha č. 214
- přístrojový transformátor proudu TA7 – adresná příloha č. 215
- odpojovač s uzemňovačem Q1-QE1-QE6 - adresná příloha (AP) dle typu a výrobce (SERW AP č. 209, ABB AP č. 210, SDCEM AP č. 216, pro ostatní výrobce AP č. 217)
- odpojovač s uzemňovačem Q2-QE2 - adresná příloha (AP) dle typu a výrobce (SERW AP č. 209, ABB AP č. 210, SDCEM AP č. 216, pro ostatní výrobce AP č. 217)
- přístrojový transformátor proudu TA2 – adresná příloha č. 215

- Venkovní rozvodna GB.AKN01

- přístrojový transformátor proudu TA8 – adresná příloha č. 215
- přístrojový transformátor proudu TA1 – adresná příloha č. 215
- odpojovač s uzemňovačem Q1-QE6 - adresná příloha (AP) dle typu a výrobce (SERW AP č. 209, ABB AP č. 210, SDCEM AP č. 216, pro ostatní výrobce AP č. 217).
- vypínač QM1 – adresná příloha (AP) dle typu a výrobce (ABB AP č. 211, ABB AP č. 212, ABB AP č. 220, ALSTOM AP č. 219, SERW AP č. 221)

Venkovní rozvodna GB.AVK01

- svodič přepětí FV1 – adresná příloha č. 214
- tlumivka TL011 – adresná příloha č. 007F (olejové) a č. 007G (suché)

- Vnitřní rozvodna GB.AKE

- zapouzdřená rozvodna AKE01, AKE02 – adresná příloha č. 208

- Transformátor vlastní spotřeby GT.AUK01

- svodič přepětí FV5 – adresná příloha č. 214
- transformátor vlastní spotřeby T011 - 10/0,4 kV – adresná příloha č. 007D (olejové) a č. 007E (suché)

- Přístroje a zařízení vlastní spotřeby umístěné v centrálním domku CD (UDS) a v domácích ochran (UDC, UDD)

- rozváděče vlastní spotřeby ANH, ANJ, ANA, ATJ, ATP, ANK, ANM, ANL, ATR, ATF, ATB – adresná příloha č. 201
- dieselgenerátor – adresná příloha dle typu a výrobce (Caterpillar AP č. 204, Cummins AP č. 205, SDMO AP č. 206, FG Wilson AP č. 207, ČKD AP č. 218)
- zdroj zajištěného napětí UPS ATU – adresná příloha č. 202
- usměrňovače ATW, ATF – adresná příloha č. 203
- baterie 220 V= ATV, ATB - adresná příloha č. 203

Ukázka kompletní adresné přílohy č. 220 pro vypínač vn ALSTOM typu ABB SFE 24 08 25 je v příloze P1 na stranách 66 až 77.

5 Závěrečné shrnutí

V této diplomové práci bylo cílem zpracovat řešení vlastní spotřeby transformační stanice přenosové soustavy v působnosti ČEPS, a.s. Verněřov 400/110 kV napájené z terciáru transformátoru zvn/vvn na úrovni vn 10,5 kV.

V úvodu práce je popsáno rozdělení zařízení napájené z vlastní spotřeby do kategorií podle úrovně zajištění dodávky el. energie, vysvětleno je rozdělení střídavé a stejnosměrné napájecí sítě vlastní spotřeby do jednotlivých kategorií. V další stati je proveden návrh koncepce napájení vlastní spotřeby transformační stanice Verněřov 400/110 kV a provedena volba velikosti transformátoru vlastní spotřeby. V jednotlivých podkapitolách návrhu koncepce napájení VLSP jsou definovány způsoby provozu vlastní spotřeby a požadavky na zařízení. Uvedeny jsou informace popisující současný stav transformovny a její vazby na elektrizační síť ČR včetně popisu nové transformovny Verněřov 420 kV. Provedeny jsou výpočty pro navržení propojovacího kabelu vn mezi rozvodnami AKA01 a AKE01, pro určení velikosti výkonu transformátoru vn vlastní spotřeby, dieselaagregátu a baterií.

V závěru diplomové práce je uveden přehled údržbových prací dle Řádu preventivní údržby ČEPS, a.s. pro zařízení vlastních spotřeb.

Vlastní spotřeba nové rozvodny je napájena elektrickou energií z transformátorů vlastní spotřeby, jenž jsou napájeny z terciáru transformátoru 400/110/10kV (T11) a z vedení 22 kV (T21). Tyto transformátory jsou umístěny v centrálním domku R420 kV (T11) nebo v jeho blízkosti (T21). Záložní napájení je řešeno z dieselgenerátoru jako napájení zálohované pro technologii a z UPS jako bezvýpadkové pro řídicí systém, ochrany, měření a další IT zařízení. Zvolená konfigurace zapojení střídavé a stejnosměrné vlastní spotřeby přináší tyto výhody:

- výpadek jedné části VLSP nevede k vyřazení celé stanice či rozvodny
- při rozšíření rozvodného zařízení zvn (vvn) se pouze vybuduje nová část vlastní spotřeby, stejná jako stávající
- možnost podpory jedné části VLSP částí druhou v případě poruchy zdroje zvyšuje disponibilní rezervy
- oboustranně výhodná spolupráce mezi ČEPS, a.s. a PDS při zajištění napájení vlastní spotřeby celého areálu stanice, založená na vzájemném využití a zálohování zdrojů

Vlastní spotřeba je nedílnou a velice důležitou součástí transformační stanice.

Použitá literatura

- [1] Kodera, R., Ullman, I.: TN40 Řešení terciárů a vn vlastní spotřeby stanic, ČEPS, a.s., Praha 2012
- [2] Reimar, V., Mareš, M.: TN25 Zásady řešení vlastní spotřeby nn stanic PS, ČEPS, a.s., Praha 2012
- [3] Spurný, P.: TN22 Řád preventivní údržby elektrických zařízení přenosové soustavy, ČEPS, a.s., Praha 2013
- [4] www.ceps.cz/cepsmapasiti/vedeni/r_vernerov.pdf
- [5] Řád preventivní údržby ČEPS, a.s. - Adresná příloha č. 220, vypínač SF6 pro napětí 24 kV, výroby ABB, typ SFE 24, revize č. 1, Praha 2008
- [6] EET Turnov s.r.o., výkresová dokumentace TR Verněřov – TR 400/110 kV
- [7] Elektrotrans a.s., výkresová dokumentace TR Verněřov – TR 400/110 kV
- [8] ČSN 341610 - Elektrotechnické předpisy ČSN. Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách.
- [9] Mertlová, J., Noháčová, L.: Elektrické stanice a vedení, Západočeská univerzita v Plzni 2008
- [10] Končar Power Transformers Ltd., technické parametry transformátoru 1ARZd 350000-420/D
- [11] Trench Austria GmbH, technické parametry reaktoru CLR 125/250/1,44
- [12] Efacec DT, Distribution Transformers, SA, technické parametry transformátoru OLTC 630 kVA

Příloha 1 - Adresná příloha TN22 ŘPÚ č. 220 vypínače vn typu ABB SFE 24 08 25 [5]

Řád preventivní údržby - Adresná příloha č. 220 Vypínač SF6 pro napětí 24 kV, výroby ABB, typ SFE 24 Revize č. 1

Odstavec 1 - Specifikace

Existuje manuál „SFE, Installation, service and maintenance instruction for M.V. circuit-breakers for outdoor installation“ č. ITNIE 601288/001 (Rev. 12-2000), který se stal podkladem pro zpracování této adresné přílohy.

Údržba musí být prováděna buď pracovníkem ABB nebo příslušně kvalifikovaným pracovníkem zákazníka, který má dostatečné znalosti o zařízení. V případě, že je údržba prováděna pracovníkem zákazníka, za veškeré zákroky zodpovídá zákazník.

Výměna jakýchkoli dílů, které nejsou zahrnuty v „Seznamu náhradních dílů, doplňků a příslušenství“ (kapitola 10. výše uvedeného manuálu) musí být provedena výlučně pracovníkem ABB.

ZNAČENÍ TYPŮ ÚDRŽBOVÝCH OPERACÍ

Typy údržbových prací uvedené v adresné příloze – tabulka „Přehled period údržbových prací“ – první sloupec – odpovídá značení v Řádu preventivní údržby ČEPS. Pro převod adresných příloh do elektronické podoby bylo značení upraveno na třímístné. První písmeno se vždy shoduje s označením v ŘPÚ. (A-pochůzková kontrola, B-funkční zkouška, C-prohlídka, D-běžná údržba, E-diagnostika, F- generální údržba (revize). Druhé místo specifikuje blíže, čeho se údržba týká (S-spínací ústrojí vypínače, K-kabely, U-uvádění do provozu, G-kontrola před koncem záruky, 0-celková, ... apod.) Třetí místo blíže označuje periodicitu údržby (0-základní perioda, 1-další perioda apod.).

Příklady:

D00 – Běžná údržba (D) celková (0) v základní periodě (0)

ED0 – diagnostika (E) prováděná při běžné údržbě (D) v základní periodě (0)

FS0 – generální údržba (revize) (F) spínacího ústrojí (S) v základní periodě (0)

Je-li typ údržby popsán kurzívou, je pouze informativní a má funkci odkazu na jinou AP.

ZNAČENÍ VLASTNÍCH ÚDRŽBOVÝCH SUBOPERACÍ

Pro převod adresných příloh databáze bylo nutné dále zajistit, aby stejné činnosti měly pro všechny zástupce stejného druhu zařízení (např. všechny vypínače) stejné číslo a znění. Proto byl pro každý druh zařízení vytvořen číselník činností, kde jednotlivé suboperace dostaly číslo (kód číselníku). Činnosti se podle tohoto kódu dělí na „mechanické“ a „diagnostické“. Všechny „mechanické práce“ jsou v číselníku označeny písmenem „C“ - bez ohledu na to, ve kterém typu údržby jsou vykonávány (C, D, E, F). Obdobně všechna diagnostická měření jsou v číselníku označena písmenem „E“ bez ohledu na to, ve kterém typu údržby jsou vykonávána.

Složení kódu suboperace je následující: Na prvních dvou místech je uvedena zkratka druhu zařízení (VY - vypínače, OD - odpojovače, TR - transformátory a tlumivky, SV - svodiče, PT

- přístrojové transformátory, VV- venkovní vedení, RO - rozváděče, US - usměrňovače a baterie, RS - řídicí systémy, CH - ochrany, SP - skříňové pole, KA - kabely, ST - stanice vvn a zvn, apod.), na třetím místě následuje „C“ pro mechanické a „E“ pro diagnostické práce (viz výše) a na dalších místech pořadové číslo v číselníku suboperací daného druhu zařízení (např. vypínačů). Příklad: VYC13 - vypínač (VY) - mechanický úkon (C) pořadové číslo 13.

Kódy číselníku (kódy suboperací) jsou uvedeny v prvním sloupci všech tabulek adresné přílohy, které předepisují obsah daného typu údržby. V jejich pořadí není zřetelný žádný systém, pořadová čísla jsou opticky „na přeskáčku“.

Proto druhý sloupec se jménem „kód dle AP“ uvádí původní číslo suboperace vzniklé v původní adresné příloze ve stejném pořadí (za sebou). Pro snazší orientaci před něj bylo pouze doplněno číslo adresné přílohy (Příklad: 31D1 – adresná příloha č. 31, práce běžné údržby č. 1).

Nové značení (např. VYC13) se vyskytuje v SAP.

Přehled period údržbových prací předepsaných výrobcem a ČEPS, a.s.

	Práce 1)	Perioda	Poznámka - stav vypínače
A00	Pochůzková kontrola (dle AP 99)	min. 1x za 1 měsíc (výrobce nepředepisuje požadavek ČEPS)	vypínač v normálním provozu
C00 + (B00)	Pravidelná prohlídka + (Funkční zkouška)	1x za 1 rok nebo po 5000 spínacích cyklech	vypínač vyjmut pro účely prohlídky z normálního provozu
EC0	Diagnostika při pravidelné prohlídce	1x za 3 roky nebo po 5000 spínacích cyklech	vypínač vyjmut pro účely prohlídky z normálního provozu
F00	Generální údržba	1x za 5 let nebo po 10000 spínacích cyklech	vypnut a odpojen

Pozn:

1) Názvosloví viz Řád preventivní údržby.

Charakteristika pracovníků oprávněných provádět jednotlivé práce:

- Práce A00 a B00 provádí obsluha rozvodny.
- Práce C00 a EC0 provádí skupina údržby rozvodu.
- Práce F00 se smí provádět za přítomnosti pracovníka, který je vyškolen firmou ABB pro provádění montáže, uvádění do provozu a údržbu. Zároveň je třeba vždy alespoň uvědomit výrobce a domluvit s ním vhodnou formu spoluúčasti.

Odstavec 2 - Preventivní údržba

Popis práce, použitá metoda, způsob vyhodnocení a opatření jsou popsány v manuálu výrobce. Pokud tomu tak není, je popis uveden v této příloze.

A00. Prohlídka pochůzková dle AP99

Je součástí pochůzkové kontroly rozvodny zvn a vvn, prováděné podle AP99, odst. 1.3 - provede se zejména:

- vizuální kontrola celkového stavu vypínače včetně stavu primárních připojovacích míst (svorek a svodů)

- kontrola výskytu koroze na všech částech vypínače
- kontrola výskytu mechanického poškození porcelánové izolace a kabelových propojení
- kontrola stavu prostoru kolem vypínače

B00. Funkční zkouška

Funkční zkouška se jako samostatná činnost u tohoto vypínače neprovádí, neboť je vždy obsažena v C00 (1x za rok) – viz suboperace 220C8 (VYC 179).

C00. Pravidelná prohlídka

C00 - PRAVIDELNA PROHLÍDKA - 1x za 1 rok nebo po 5000 spínacích operacích			
Kód číselníku	Kód dle AP	Všeobecný popis	Č. manuálu ABB (podrobný popis)
VYC01	220C1	Kontrola počtu operací (odečtení a zápis hodnot): VYP-ZAP (CO).	
VYC04	220C2	Kontrola počtu vypínání zkratových proudů.	
VYC05	220C3	Výpočet Σ počtu výkonových operací.	
VYC12	220C4	Všeobecná vizuální kontrola včetně kontroly koroze, kontrola nátěrů a jejich oprava.	Izolátory musí být čisté bez prachu, špíny, prasklin a stop či ploch po částečných výbojích. Manuál, odst. 8.3.1- 3 . V případě zašpiněných izolátorů je součástí práce i jejich umytí.
VYC15	220C5	Kontrola kabelových spojů + kontrola všech proudových spojů, vč. dotažení, vyčištění a nakonzervování.	Manuál, odst. odst. 6.1- 2 .
VYC18	220C6	Kontrola stavu uzemnění.	Zemnicí svorky musí být bez oxidace a řádně utažené. Manuál, odst. 8.3.1- 4 .
VYC21	220C7	Kontrola přítomnosti ovládacího a pomocného napětí.	Velikost ovládacího a pomocného napětí musí být v mezích 85% - 110% jmenovité hodnoty. Manuál, odst. 8.3.1- 6 .
VYC179	220C8	Ověření funkce ZAP a VYP z místa a z dozorny (dálkově) a ověření funkce signalizace polohy.	Podrobně viz poznámka 1).
VYC54	220C9	Kontrola a vyčištění skříní pohonů (PS) vč. svorkovnic, elektrických a mechanických propojení a konzervace proudovodných spojů.	Vizuální kontrola ovládacího mechanismu a převodu. Díly musí být bez jakýchkoli deformací. Šrouby, matky, apod. musí, být utažené. Manuál, odst. 8.3.1- 1 , 2 .
VYC63	220C10	Kontrola všech pohyblivých částí převodových mechanismů pólu, včetně mazání a utažení spojů, kontrola: táhla; pružiny; ukazatele stavu.	Všechny kluzné části, v nichž dochází ke tření, musí být promazány mazivem MU-EP1 AGIP nebo jeho ekvivalentem. Manuál, odst. 8.3.2.
VYC36	220C11	Kontrola ukazatelů tlaku (hustoty) SF ₆ - v případě potřeby doplnění SF ₆ . Kontrola pohledem.	Tlak SF ₆ v pólech vypínače má být 2,4 bar při 20°C. Závislost tlaku na teplotě je dána grafem na obr. 28 Manuálu, odst. 8.3.3. Pokud je tlak nedostatečný, provede se doplnění dle odst. 8.3.4 Manuálu.
VYC197	220C12	Nepřímá kontrola opotřebením opalovacích kontaktů.	Vzdálenost „a“, dle obr. 30 Manuálu, odst. 8.3.6, na indikátoru opotřebením (ve spodní části krytu pólu) nesmí být větší než 22 mm.

VYC37	220C13	Kontrola skříní s ohledem na: povrchovou úpravu – koroze, těsnost, stav ventilačních otvorů (nepřítomnost vlhkosti), stav svorkovnic a utažení spojů, stav uzemnění, stav kabelových vstupů.	Těsnění musí být dostatečně pružné a správně uloženo v drážce. Kabelové vstupy musí být správně zakryty, utěsněny, případně zabezpečeny. Manuál, odst. 6.1- 15 , 16 .
VYC11	220C14	Kontrola vytápění proti kondenzaci vody (pohony, ovládací skříně)	Topný rezistor se zahřívá do dosažení teploty ve skříní nastavené na termostatu. Manuál, odst. 8.3.1- 18 .

Poznámka 1):

- manuální ZAP/VYP (5x) - Manuál, odst. 6.1-[1](#)
- motorové střádání, ZAP/VYP (5x + 5x; místně + dálkově) - motor střádá po každém ZAP, Manuál, odst. 6.1-[3](#), [5](#), [6](#) a [8](#)
- podpět'ová spoušť (je-li osazena) - při podpětí vypínač vypne; stav je signalizován; Manuál, odst. 6.1-[4](#)
- počítač operací - během výše uvedených operací kontrolujte stav počítače operací, Manuál, odst. 6.1-[11](#)
- zámek ovládání - při uzamčeném ovládání nelze vypínač ZAPnout, Manuál, odst. 6.1-[7](#)

Vypínač musí pracovat normálně bez zastavení v mezipoloze.

EC0. Diagnostika při pravidelné prohlídce

EC0 - DIAGNOSTIKA PŘI PRAVIDELNÉ PROHLÍDCE - 1x za 3 roky nebo po 5000 spínacích cyklech			
Kód číselníku	Kód dle AP	Všeobecný popis	Č. manuálu ABB (podrobný popis)
VYE114	220E1	Měření izolačního odporu obvodů vn	Zkoušečkou 2500 V měřte izolační odpor mezi fázemi a mezi fázemi a zemí. Izolační odpor musí být nejméně 200 MΩ a v každém případě časově konstantní. Manuál, odst. 6.1- 13 .
VYE115	220E2	Měření izolačního odporu pomocných obvodů	Zkoušečkou 500 V (pokud to instalované zařízení dovoluje) měřte izolační odpor mezi pomocnými obvody a zemí. Izolační odpor má být několik MΩ a v každém případě časově konstantní. Manuál, odst. 6.1- 14 . Poznámka: Izolační odpor pomocných obvodů by měl být měřen pouze, když jste si jisti, že nebude poškozeno žádné elektronické zařízení, které je součástí pomocných obvodů. V případech, kdy by k poškození mohlo dojít, přizpůsobte velikost zkušebního napětí.
VYE120	220E3	Ověření funkce pomocných kontaktů	Připojte na pomocné kontakty vhodný signalizační obvod (např. s baterií a žárovkou) a proveďte několik ZAP/VYP operací. Manuál, odst. 6.1- 9 .

F00 Generální údržba

Aby bylo možno provést revizi v co nejkratším čase je nutno před zahájením prací zajistit všechna potřebná zařízení a náhradní díly. Potřebné nástroje, zvedací zařízení, speciální nástroje a zařízení, čisticí prostředky, ochranné pomůcky, měřicí zařízení a náhradní díly.

Přesto doporučujeme, aby se revize zejména kontaktů vypínače dělala pouze za přítomnosti - dozoru specialisty výrobního závodu ABB.

F00 – GENERÁLNÍ ÚDRŽBA – po 5 letech nebo po 10000 spínacích cyklech			
Kód číselníku	Kód dle AP	Všeobecný popis	Č. manuálu ABB (podrobný popis)
VYC189	220F1	Generální údržba	Provedení celkové kontroly vypínače (za účasti výrobce nebo pracovníka, který je vyškolen firmou ABB.

FORMULÁŘE PROTOKOLŮ:

PROTOKOL O PREVENTIVNÍ ÚDRŽBĚ					
Typ údržby	C00 - PRAVIDELNÁ PROHLÍDKA 1x za 1 rok nebo po 5000 spínacích operacích				
Vypínač SF6 VN	Typ SFE 24.08.25	Sériové číslo	..... .....	Ovládací U	..... V
výroby ABB		Rok výroby			
Rozvodna	.....	Č. pole	.....	Vývod	.....

Jméno organizace, která provedla vlastní údržbové práce			
Datum zahájení práce		Datum ukončení práce	
Jméno vedoucího práce		Jména pracovníků	

C00	POPIS PRACÍ	Zjištěný stav (naměřená hodnota)	ANO/NE
220C1	Kontrola počtu operací (odečtení a zápis hodnot): VYP-ZAP (CO).		
220C2	Kontrola počtu vypínání zkratových proudů.		
220C3	Výpočet Σ počtu výkonových operací.		
220C4	Všeobecná vizuální kontrola včetně kontroly koroze, kontrola nátěrů a jejich oprava.		
220C5	Kontrola kabelových spojů + kontrola všech proudových spojů, vč. dotažení, vyčištění a nakonzervování.		
220C6	Kontrola stavu uzemnění.		
220C7	Kontrola přítomnosti ovládacího a pomocného napětí.		
220C8	Ověření funkce ZAP a VYP z místa a z dozorny (dálkově) a ověření funkce signalizace polohy.		
220C9	Kontrola a vyčištění skříní pohonů (PS) vč. svorkovnic, elektrických a mechanických propojení a konzervace proudovodných spojů.		
220C10	Kontrola všech pohyblivých částí převodových mechanismů pólu, včetně mazání a utažení spojů, kontrola: táhla; pružiny; ukazatele stavu.		
220C11	Kontrola ukazatelů tlaku (hustoty) SF ₆ - v případě potřeby doplnění SF ₆ . Kontrola pohledem (měření se provede v rámci diagnostiky).		
220C12	Nepřímá kontrola opotřebení opalovacích kontaktů.		
220C13	Kontrola skříní s ohledem na: povrchovou úpravu – koroze, těsnost, stav ventilačních otvorů (nepřítomnost vlhkosti), stav svorkovnic a utažení spojů, stav uzemnění, stav kabelových vstupů.		
220C14	Kontrola vytápění proti kondenzaci vody (pohony, ovládací skříně)		

POUŽITÉ METODY A MĚŘICÍ PŘÍSTROJE			
DALŠÍ PROVEDENÉ PRÁCE			
NALEZENÉ ZÁVADY A ZPUSOB ODSTRANĚNÍ			
NEODSTRANĚNÉ ZÁVADY (včetně opatření a termínu odstranění)			
KONTROLA ČINNOSTI			ANO - NE
z ovládací skříně			
z velína			
z řídicí skříně			
ZÁVĚREČNÉ PROHLÁŠENÍ - NÁVRHY NA OPATŘENÍ (škrtněte, co se nehodí a doplňte část označenou tečkami)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu BEZ omezení (stav zařízení před zahájením údržby byl takový, že údržbové úkony se jeví jako zbytečné)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu BEZ omezení (údržbové úkony se jeví jako potřebné, všechny závady byly odstraněny)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu S omezením – specifikace omezení:			
.....			
.....			
.....			
Zařízení NENÍ schopno dalšího provozu			
	Datum	Jméno	Podpis
Zařízení předal vedoucí práce			
Zařízení převzal			

PROTOKOL O PREVENTIVNÍ ÚDRŽBĚ					
Typ údržby	EC0 - Diagnostika při pravidelné prohlídce 1x za 3 roky nebo po 5000 spínacích cyklech				
Vypínač SF6 VN výroby ABB	Typ SFE 24.08.25	Sériové číslo	..... .....	Ovládací U	..... V
Rozvodna	.....	Rok výroby Č. pole	.....	Vývod	.....

Jméno(a) organizace(i), která(é) provedla(y) vlastní údržbové práce			
Datum zahájení práce		Datum ukončení práce	
Jméno vedoucího práce		Jména pracovníků	

EC0	POPIS PRACÍ	Číslo protokolu	Zjištěný stav (naměřená hodnota)	ANO /NE
220 E1	Měření izolačního odporu obvodů vn			
220 E2	Měření izolačního odporu pomocných obvodů			
220 E3	Ověření funkce pomocných kontaktů			

POUŽITÉ METODY A MĚŘICÍ PŘÍSTROJE			
DALŠÍ PROVEDENÉ PRÁCE			
NALEZENÉ ZÁVADY A ZPUSOB ODSTRANĚNÍ			
NEODSTRANĚNÉ ZÁVADY (včetně opatření a termínu odstranění)			
ZÁVĚREČNÉ PROHLÁŠENÍ - NÁVRHY NA OPATŘENÍ (škrtněte, co se nehodí, a doplňte část označenou tečkami)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu BEZ omezení (stav zařízení před zahájením údržby byl takový, že údržbové úkony se jevily jako zbytečné)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu BEZ omezení (údržbové úkony se jevily jako potřebné, všechny závady byly odstraněny)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu S omezením – specifikace omezení:			
.....			
.....			
.....			
Zařízení NENÍ schopno dalšího provozu			
	Datum	Jméno	Podpis
Zařízení předal vedoucí práce			
Zařízení převzal			

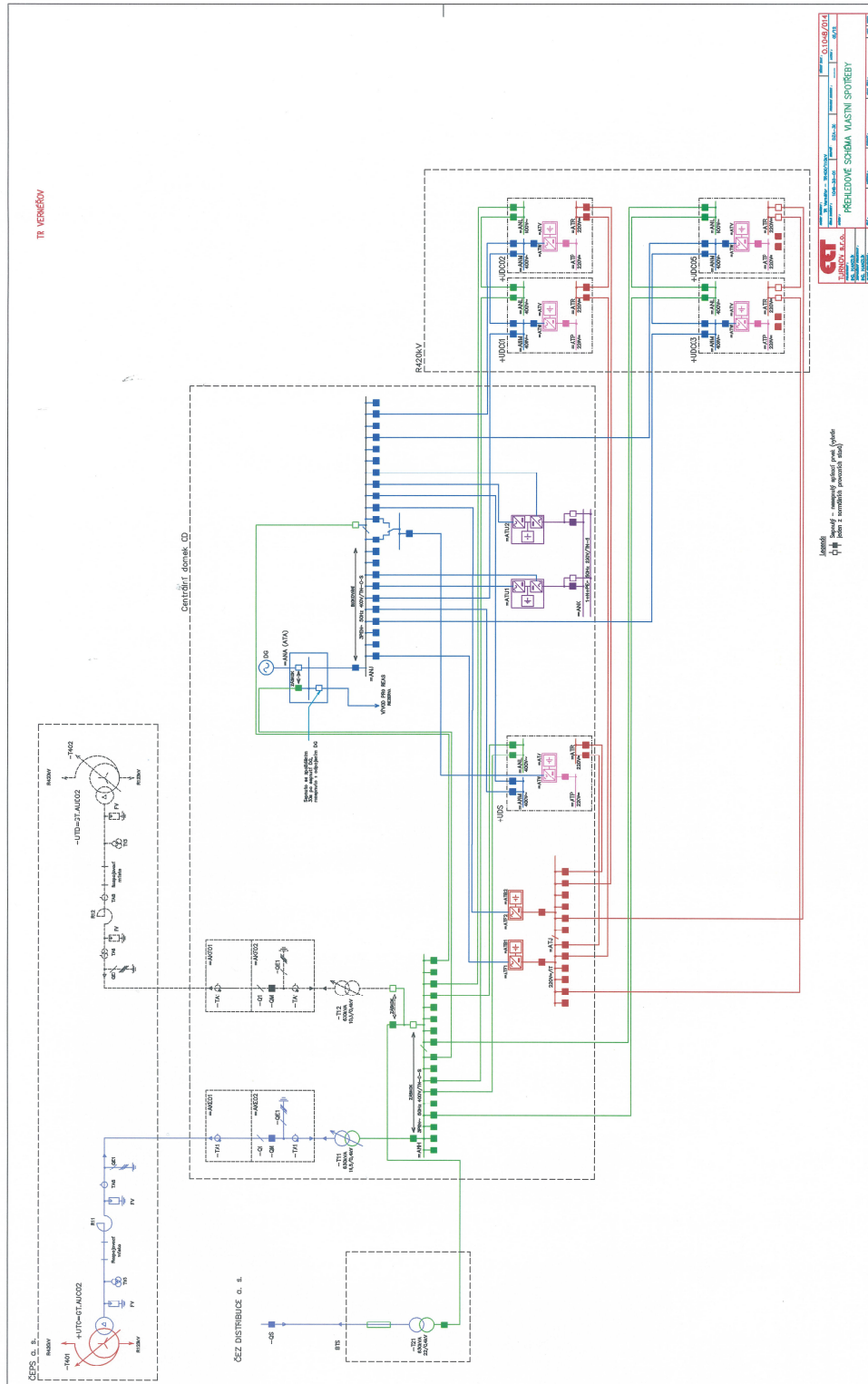
PROTOKOL O PREVENTIVNÍ ÚDRŽBĚ					
Typ údržby	F00 – Generální údržba po 5 letech nebo po 10 000 spínacích cyklech				
Vypínač SF6 VN výroby ABB	Typ SFE 24.08.25	Sériové číslo	..... .....	Ovládací U	..... V
Rozvodna	.....	Rok výroby Č. pole	..... .....	Vývod	..........

Jméno organizace, která provedla vlastní údržbové práce			
Datum zahájení práce		Datum ukončení práce	
Jméno vedoucího práce		Jména pracovníků	

F0 0	POPIS PRACÍ	Zjištěný stav (naměřená hodnota)	ANO /NE
220 F1	Generální údržba		

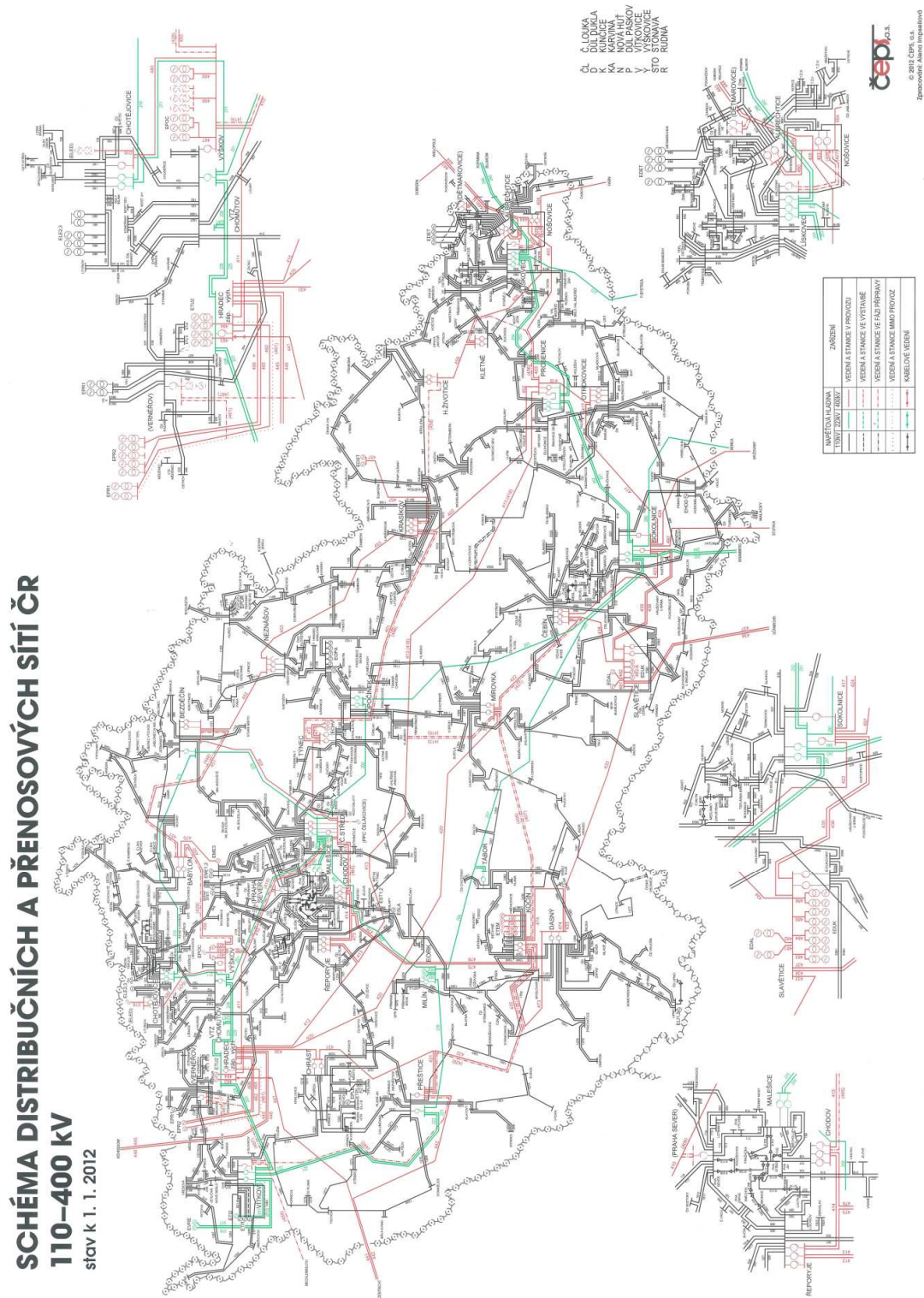
POUŽITÉ METODY A MĚŘICÍ PŘÍSTROJE			
DALŠÍ PROVEDENÉ PRÁCE			
NALEZENÉ ZÁVADY A ZPUSOB ODSTRANĚNÍ			
NEODSTRANĚNÉ ZÁVADY (včetně opatření a termínu odstranění)			
ZÁVĚREČNÉ PROHLÁŠENÍ - NÁVRHY NA OPATŘENÍ (škrtněte, co se nehodí, a doplňte část označenou tečkami)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu BEZ omezení (stav zařízení před zahájením údržby byl takový, že údržbové úkony se jevily jako zbytečné)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu BEZ omezení (údržbové úkony se jevily jako potřebné, všechny závady byly odstraněny)			
Zařízení JE schopno dalšího provozu S omezením – specifikace omezení:			
.....			
.....			
.....			
Zařízení NENÍ schopno dalšího provozu			
	Datum	Jméno	Podpis
Zařízení předal vedoucí práce			
Zařízení převzal			

Příloha 3 – Přehledové schéma vlastní spotřeby transformovny Verněřov



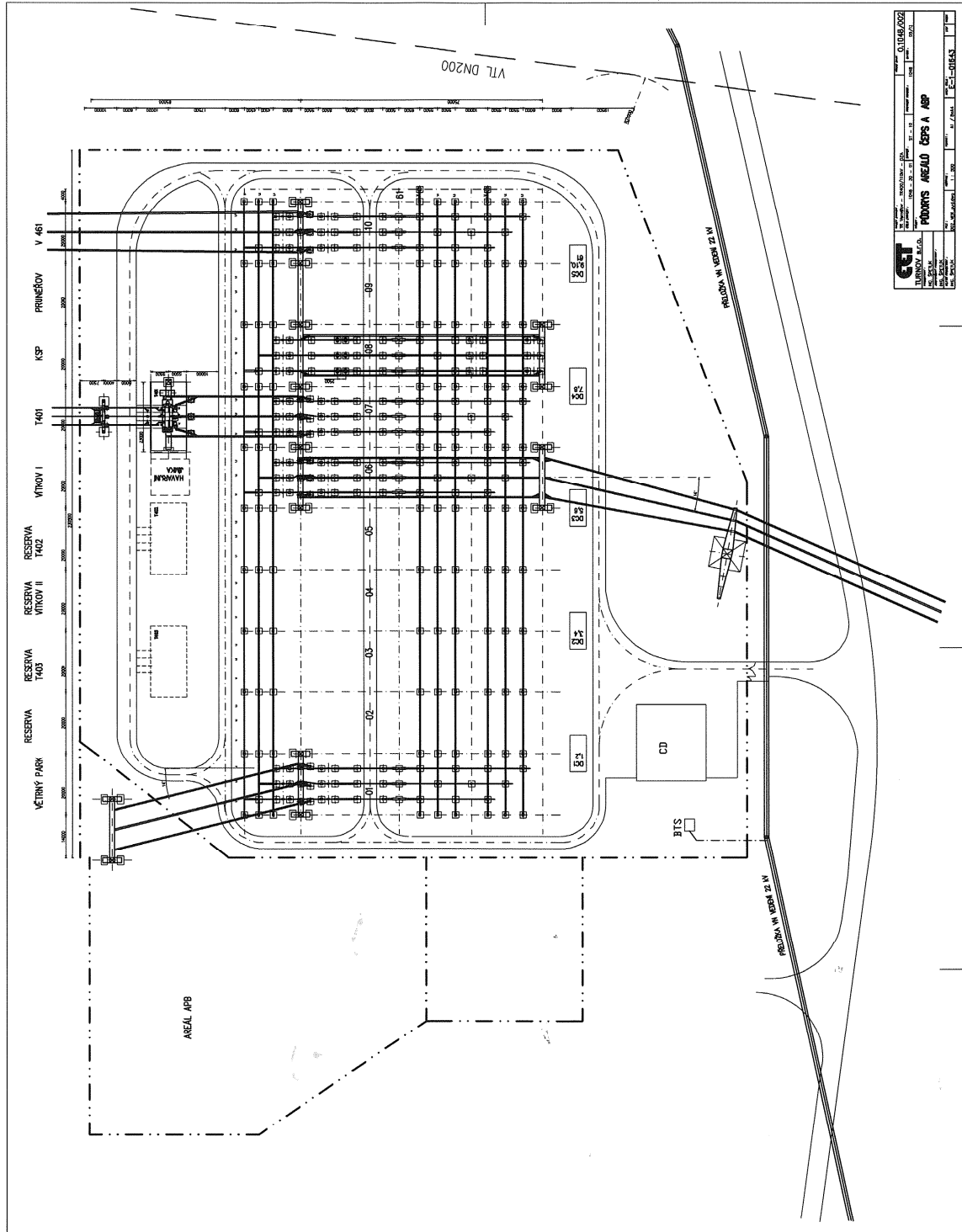
Obr. č. 8: Přehledové schéma vlastní spotřeby transformovny Verněřov [6]

Příloha 4 – Schéma distribučních a přenosových sítí ČR 110 – 100 kV



Obr. č. 9: Schéma distribučních a přenosových sítí ČR 110-400 kV [4]

Příloha 5 – Půdorys areálů ČEPS, a.s. a ABP - TR Verněřov



Obr. č. 10: Půdorys areálu ČEPS, a.s. a ABP – TR Verněřov [6]

Příloha 6 – Technické parametry transformátoru Končar 400/110/10,5 kV

KONČAR Power Transformers Ltd.	Transformátor Technické parametry 1ARZd 350000 – 420/D	Výkres č.. B51 57 132 CZ Strana 1 z 1
---	---	---

Třífázový olejový regulační autotransformátor


1. Typ transformátoru			1 ARZd 350 000 – 420/D
2. Provedení			Venkovní
3. Izolační médium			Minerální olej (Nynas Y 3000)
4. Standard			IEC 60076
5. Jmenovitý výkon			MVA 350 / 350 / 100
6. Typ chlazení			ODAF (4 chladiče + 1 záložní)
7. Počet fází			3
8. Jmenovitý kmitočet		Hz	50
9. Jmenovitá napětí:	primární (HV)	kV	400
	Sekundární (MV)	kV	121 ±8x1.5%
	Terciární (LV)	kV	10,5
10. Druh přepínání napětí na sekundární straně			pod zatížením
11. Skupina zapojení			YNaoD1
12. Izolační hladiny	primární		SI1050 / LI1425 / AC630
	sekundární		LI550 / AC230
	terciární		LI75 / AC28
	neutrála		LI190 / AC75
13. Nejvyšší teplota okolí		°C	40
14. Změny teploty:	vinutí	K	65
	olej v horní vrstvě	K	60
15. Napětí nakrátko vztažená k 350 MVA:			
	HV / MV	%	14
	HV / LV	%	35
	MV / LV	%	20
16. Ztráty naprázdno při jmen. napětí a jmen. kmitočtu		kW	93
17. Ztráty ve vinutí při jmen. výkonu, jmen. Napětí a 75 °C		kW	585
18. provedení vývodů:	HV		Kondenzátorové průchodky
	MV		Kondenzátorové průchodky
	LV		Kondenzátorové průchodky
	neutrála		Kondenzátorové průchodky
19. Druh provedení podvozku			Kolečka (izolovaná)
20. Celkové rozměry:	Délka	mm	11025
	Šířka	mm	6585
	Výška	mm	9435
21. Hmotnosti:	Celkem	kg	~296 000
	Olej	kg	~ 75 000
	Aktivní část	kg	~180 000
	Přepravní	kg	~216 000
	Papír (izolace)	kg	~ 10 000
	Měď	kg	~ 52 000
	Železo	kg	~105 000

Datum: 011-07-2011	Vytvořeno: Tkalčević	Schváleno: Potočki
-----------------------	-------------------------	-----------------------

Obr. č. 11: Technické parametry transformátoru Končar 400/121/10,5 kV [10]

Příloha 7 – Technické parametry reaktoru Trench 10,5 kV

příloha č. 14 - 0 2

Title TEST REPORT Routine tests			Page 3/12	
Document No. TR-92120260-010000	Rev. 0	Author Q-Sne	Released Q-Nr		Date 5.7.2012

1.2 Measurement of impedance and loss

Test standard: IEC 60076-6

Date of testing: 21.06.2012 13:03, Version 0.2.5.0

1.2.1 Test and results

a)

Terminals	T_{amb} in °C	f in Hz	U in V	I in A	P in W
U-X	25.0	49.9	4.903	10.5230	2.1940

b)

Terminals	$T_{ref} = 75\text{ °C}$		$T = 225\text{ °C}$						
	f in Hz	I_{ac} in A	P_{ac} in W	Z in Ω	R_{ac} in m Ω	Q	L in mH	ΔL in %	
U-X	49.9	250.0	1431	0.466	22.90	20	1.484	3.03	

Table 2: a) Measured values b) Calculated values

$$P_{tot} = 1431 \text{ W}$$

1.2.2 Annotation

 T_{amb} = Ambient temperature T_{ref} = Reference temperature T = Temperature constant c = Temperature factor f = Measuring frequency U = Measured voltage I = Measured current P = Measured losses I_{ac} = Rated current P_{ac} = Losses at rated current and reference temperature P_{add} = Additional losses in the winding at ambient temperature R_{ac} = AC resistance at reference temperature L = Inductance Q = Q-factor at reference temperature Z = Impedance at reference temperature P_{tot} = Total losses at reference temperature ΔL = Tolerance of the measured inductance to the rated inductance

$$c = (T + T_{ref}) / (T + T_{amb})$$

$$P_{ac} = R_{dcref} \cdot I_{ac}^2 + P_{add} / c$$

$$P_{add} = P \cdot (I_{ac} / I)^2 - R_{dcref} \cdot I_{ac}^2 / c$$

$$R_{ac} = P_{ac} / I_{ac}^2$$

$$L = \sqrt{[(U / I)^2 - (P / I^2)]} / 2 \cdot \pi \cdot f$$

$$Q = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L / R_{ac}$$

$$Z = \sqrt{[(2 \cdot \pi \cdot f \cdot L)^2 + R_{ac}^2]}$$

$$P_{tot} = \sum P_{ac}$$

$$\Delta L = (L / L_r - 1) \cdot 100$$

Příloha 8 – Technické parametry transformátoru Efacec 10,5/0,4 kV



EFACEC DT, Distribution Transformers, SA

DEPARTMENT OF QUALITY ASSURANCE

ZKUSEBNÍ PROTOKOL REGULACNÍHO TRANSFORMÁTORU:
PROTOKOL ČÍSLO: 06L0011571



Datum zkoušky : 2006.05.25

Výrobní číslo L001157 Projekt: X84.010
Typ: Olejový, hermetizovaný Norma: IEC 60076 Dielektr.: NYNAS
Zákazník EMG, s r.o.
Výkon: 630 kVA Počet fází: 3 Frekvence: 50 Hz
Symbol spojení: Yyn0d1 Uk (%): 6,0
VN: 10500 V 34,64 A
NN: 400 V 909,3 A
VN s regulací pod zatížením - 9 odboček
Polohy (%): -10,0 ; -7,5 ; -5,0 ; -2,5 ; 0 ; 2,5 ; 5,0 ; 7,5 ; 10,0

1 -IZOLACNÍ ODPOR

VN/K:>2000	Mohm	NN/K:>2000	Mohm	VN/NN:>2000	Mohm
------------	------	------------	------	-------------	------

2-ZKOUSKA PRILOZENÝM NAPETÍM Z CIZÍHO ZDROJE

VN:	28 kV	60 sec	NN:	3 kV	60 sec
-----	-------	--------	-----	------	--------

3-PREVOD NAPETÍ

Symbol spojení: Yyn0d1

Odbočka c.:	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Vypoct. hodn.:	23,63	24,28	24,94	25,59	26,25	26,91	27,56	28,22	28,88
1U,1V/2u2v	23,57	24,24	24,91	25,58	26,24	26,91	27,58	28,24	28,91
1V,1W/2v2w	23,57	24,24	24,91	25,58	26,24	26,91	27,58	28,24	28,91
1W,1U/2w2u	23,57	24,24	24,91	25,58	26,24	26,91	27,58	28,24	28,91
Toler. (‰)	-2,33	-1,70	-1,10	-0,54	-0,38	0,14	0,63	0,75	1,21

ODBOCKA ČÍSLO: 5**4-ODPOR VINUTÍ**

Teplota:	20 °C	
Odpor vinutí:	VN: 2,24 Ohm	NN: 0,00286 Ohm
Ztráty v medi:	VN: 4034 W	NN: 3545 W

5-MERENÍ NAPRÁZDNO

	Vstupní NN:				400 V 50 Hz			
	Koef.	Zmereno	Zaruceno	Toler.(%)	Odch.(%)			
I_0 (A):	0,863	0,596	0,818	0,759	2	1,518		
P_0 (W):	134,50	101,20	164,50	400,2	2	800	950	15
								-15,7

6 - ODOLNOST PROTI INDUKOVANÉMU NAPETÍ

Vstupní NN:	800 V	Frekvence:	150 Hz	Doba trvání:	40 sec.
-------------	-------	------------	--------	--------------	---------

7-MERENÍ NAKRÁTKO

Vstupní VN:	477,4 V				Frekvence:	50 Hz	Teplota:	20 °C
					Koef.	Zmereno		
I (A):	0,558	0,559	0,553	0,557	50	27,833		
P (W):	36,10	34,10	34,90	105,1	50	5255		
Přídavné ztráty (75°C):	461 W				Ztráty v medi (75°C):	9214 W		

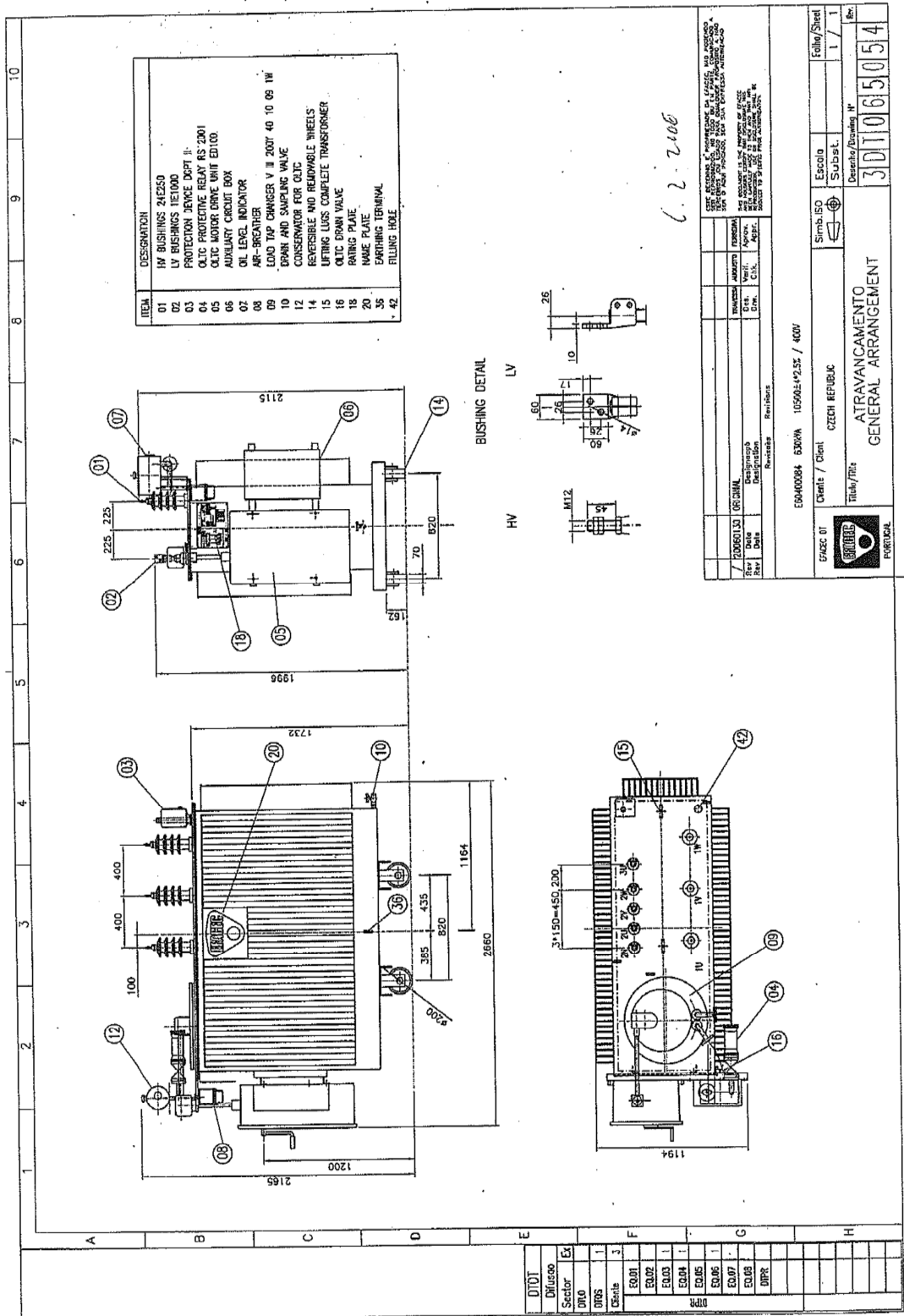
	Zmereno	Zaruceno	Toler.(%)	Odch.(%)
Ztráty nakrátko (75°C) (W):	9675	9650	15	0,26
Ztráty celkem (W):	10476	10600	10	-1,17
Uk (%):	5,72	6,0	±10	-4,68

8 - OVERENÍ SYMBOLU SPOJENÍ - OK**9 - VÝSLEDKY ZKOUSEK ODPOVÍDAJÍ NORME IEC A POZADAVKUM ZÁKAZNÍKA ZE SMLOUVY**

Datum zkoušky: 2006.05.25

Datum potvrz. zákazníka: 2006.05.25

Obr. č. 13: Technické parametry transformátoru Efacec 10,5/0,4 kV [12]



Obr. č. 14: Technické parametry transformátoru Efacec 10,5/0,4 kV [12]