

**ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA ELEKTROTECHNICKÁ**

**KATEDRA ELEKTROMECHANIKY A VÝKONOVÉ
ELEKTRONIKY**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

**Řešení napájení vlastní spotřeby transformoven v
ČEZ Distribuci, a.s.**

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

Fakulta elektrotechnická

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jan BERBER**
Osobní číslo: **E17B0003K**
Studijní program: **B2644 Aplikovaná elektrotechnika**
Studijní obor: **Aplikovaná elektrotechnika**
Téma práce: **Řešení napájení vlastní spotřeby transformoven v ČEZ Distribuci, a.s.**
Zadávací katedra: **Katedra elektromechaniky a výkonové elektroniky**

Zásady pro vypracování

1. Popište standardní zapojení vlastní spotřeby uzlové transformovny.
2. Popište možné důsledky nevhodného zapojení vlastní spotřeby na provoz transformovny.
3. Navrhněte pracovní postup pro odzkoušení správné funkce automatických záložních systémů vlastní spotřeby.
4. Vyhodnoťte provedenou zkoušku dle navrženého pracovního postupu.

Rozsah bakalářské práce: **30 – 40 stran**
Rozsah grafických prací: **podle doporučení vedoucího**
Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Mertlová, Noháčová: Elektrické stanice a vedení.
2. Mertlová, Hejtmánková: Teorie přenosu a rozvodu elektrické energie.

Vedoucí bakalářské práce: **Doc. Ing. Konstantin Schejbal, CSc.**
Katedra elektroenergetiky a ekologie

Datum zadání bakalářské práce: **4. října 2019**
Termín odevzdání bakalářské práce: **11. června 2020**



Prof. Ing. Zdeněk Peroutka, Ph.D.
děkan



Prof. Ing. Václav Kůs, CSc.
vedoucí katedry

V Plzni dne 4. října 2019

Anotace

Předkládaná bakalářská práce se zabývá standardním zapojením vlastní spotřeby uzlové transformovny v majetku ČEZd a možnými důsledky při nesprávné funkci automatických záložních systémů na provoz. Práce obsahuje návrh postupu pro odzkoušení automatického zásoku vlastní spotřeby a vyhodnocení provedené praktické zkoušky dle tohoto postupu.

Klíčová slova

Transformovna, vlastní spotřeba, záložní systém, usměrňovač, střídač

Abstract

The bachelor's work presented deals with the standard involvement of the inherent consumption of the node transformers in the CEZd property and the possible consequences when the automatic backup systems malfunction on the operation. The work includes a proposal for a procedure to test the self-consumption auto-skip and an evaluation of the practical test performed under this procedure.

Key words

Transformer substation, internal consumption, back-up system, rectifier, inverter

Prohlášení

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

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

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

V Plzni dne 5. 6. 2020

.....

Jan Berber

Poděkování

Tímto bych velmi rád poděkoval vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Konstantinu Schejbalovi, CSc. za cenné profesionální rady, připomínky a metodické vedení práce.

Dále bych chtěl ještě poděkovat Ing. Michalovi Froňkovi za odbornou pomoc při tvorbě bakalářské práce.

Obsah

OBSAH	7
ÚVOD	8
SEZNAM POJMŮ A ZKRATEK	9
1 STANDARDNÍ ZAPOJENÍ VLASTNÍ SPOTŘEBY UZLOVÉ TRANSFORMOVNY V MAJETKU ČEZd	12
1.1 ROZDĚLENÍ TRANSFORMAČNÍCH STANIC VVN/VN	12
1.2 TR CHOTĚJOVICE 110/35/22/10/0,4kV – TRANSFORMOVNA KATEGORIE TR1	14
1.3 VLASTNÍ SPOTŘEBA ELEKTRICKÉ TRANSFORMOVNY.....	16
1.3.1 Střídavá vlastní spotřeba	18
1.3.2 Stejnoseměrná vlastní spotřeba.....	24
2 DŮSLEDKY NEVHODNÉHO ZAPOJENÍ VLASTNÍ SPOTŘEBY NA PROVOZ TR	28
2.1 ZÁVADY PŘI VÝPADKU STŘÍDAVÉ VLASTNÍ SPOTŘEBY A JEHO MOŽNÉ PŘÍČINY	28
2.2 ZÁVADY PŘI VÝPADKU STEJNOSMĚRNÉHO NAPĚTÍ A JEHO MOŽNÉ PŘÍČINY.....	28
3 NÁVRH PRACOVNÍHO POSTUPU PRO ODZKOUŠENÍ FUNKCE AUTOMATICKÝCH ZÁLOŽNÍCH SYSTÉMŮ VLASTNÍ SPOTŘEBY	29
3.1 POSTUP PRO ODZKOUŠENÍ AUTOMATICKÉHO ZÁSKOKU VLASTNÍ SPOTŘEBY	31
3.2 POSTUP PRO NASIMULOVÁNÍ CELKOVÉ ZTRÁTY STŘÍDAVÉ VLASTNÍ SPOTŘEBY V ROZVÁDĚČI ANH ..	34
4 VYHODNOCENÍ PROVEDENÉ PRAKTICKÉ ZKOUŠKY	35
ZÁVĚR	37
SEZNAM LITERATURY A INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	39
PŘÍLOHY	1
PŘÍLOHA A: PŘEHLEDOVÉ SCHÉMA TR CHOTĚJOVICE	1
PŘÍLOHA B: TR CHOTĚJOVICE – PŘEHLEDOVÉ SCHÉMA VS	2
PŘÍLOHA C: ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE – NAPĚŤOVÁ SOUSTAVA	3
PŘÍLOHA D: TRANSFORMÁTORY ČEZD – ZÁKLADNÍ TECHNICKÉ ÚDAJE	4
PŘÍLOHA E: TR CHOTĚJOVICE – VS – ROZVÁDĚČ ANH	5

Úvod

Vlastní spotřeba elektrické stanice zajišťuje napájení elektrickou energií pro všechny elektrické spotřebiče, nezbytné pro bezpečný a spolehlivý provoz této stanice. Takovými spotřebiči jsou to například pohony vypínačů, odpojovačů, ventilátory pro chlazení transformátorů, osvětlení, temperování technologie, usměrňovače a střídače. Napájení těchto zařízení je rozděleno na střídavou a stejnosměrnou část, dále je dělíme dle způsobu zajištění napájení na nezajištěné, zajištěné a bezvýpadkové. Při výpadku střídavé vlastní spotřeby musí být možnost napájet vybraná zařízení nouzovým zdrojem, jako je zdroj nepřerušovaného napájení ze stejnosměrné akumulátorové baterie přes střídač a v některých případech dieselaagregátem. Napájení z těchto zdrojů je omezeno řádově na hodiny z důvodu kapacity baterie a množstvím pohonných hmot v dieselaagregátu.

Tato práce popisuje funkci automatických záložních systémů vlastní spotřeby TR Chotějovice 110/35/22/10/0,4 kV v majetku ČEZd. Práce obsahuje návrh postupu pro odzkoušení automatických záložních napájecích zdrojů. Dle tohoto postupu se provede praktická zkouška simulace ztráty střídavé vlastní spotřeby a ověření funkčnosti vybraných zařízení mající vliv na provoz elektrické stanice.

Seznam pojmů a zkratk

By-pass..... přemostění obvodů střídače při poruše nebo servisu, přepnutí napájení zátěže ze střídavé sítě je provedeno automaticky nebo ručně.

Dieselagregát.... soustrojí složené ze spalovacího motoru a generátoru. Zařízení je využíváno jako záložní zdroj k zajištění dodávky elektrické energie při výpadku hlavních napájecích zdrojů.

Neživá část..... je to vodivá část, která za normálních okolností není živá, ale v případě jedné poruchy se stát živou může. Této části se lze dotknout.

Práce podle pokynů je činnost, při které jsou vydány nejnnutnější pokyny, vedoucí práce provádí namátkově kontrolu pracoviště. Za dodržování bezpečnosti práce je zodpovědná každá pracující osoba.

Temperování udržení nastavené teploty potřebné k zabezpečení spolehlivého provozu instalovaného zařízení, například v místnosti nebo ovládací skříni.

Sít' TN-C..... Sít' používána do 1500 V AC, kde je uzel transformátoru uzemněn, funkce ochranného a pracovního vodiče je sloučena do jednoho vodiče označeného PEN.

Sít' TN-S..... Sít' používána do 1500 V AC, kde je uzel transformátoru uzemněn, v elektroinstalaci je ochranný a pracovní vodič zapojován samostatně. Z důvodu zajištění správné funkce proudového chrániče se ochranný a pracovní vodič již nesmí za místem rozpojení spojit.

Sít' TN-C-S jedná se o kombinaci, kde v počátku sít' provozujeme jako TN-C a po rozdělení ochranného a pracovního vodiče je provozováno jako TN-S. Platí zde, že za místem rozpojení se nesmí ochranný a pracovní vodič spojit.

Sít' IT..... v této síti jsou všechny živé části odděleny (izolovány) od země, nebo se zemí spojeny přes velkou impedanci. Neživé části jsou přímo spojené se zemí.

Vedoucí práce... je pověřená osoba s potřebnou elektrotechnickou kvalifikací, na daném pracovišti je odpovědná konečnou odpovědností za pracovní činnost a dodržování podmínek bezpečné práce.

Vyhl č. 50/1978 Sb stanovuje stupně odborné způsobilosti pracovníků, kteří se zabývají prací, obsluhou, projektováním a revizemi elektrických zařízení.

Živá část..... je vodivá část, která slouží k vedení elektrického proudu.

AC Střídavý

AlFe..... Hliníkový vodič, který je obtočený okolo ocelového jádra

ANH	Nezajištěný střídavý rozváděč
ANJ	Zajištěný střídavý rozváděč
ANK	Bezvýpadkový střídavý rozváděč
ATEP	Stejnoseměrný rozváděč
BSP	Budova společných provozů
CD	Centrální domek ČEPS
ČEPS	Česká energetická přenosová soustava, a.s.
ČEZd	ČEZ Distribuce, a.s.
ČSN	Česká technická norma
DC	Stejnoseměrný
DO	Domek ochran
DS	Distribuční soustava
FU	Výkonová pojistka
GBP	Akumulátorová baterie
GSN	Střídač
GUP	Usměrňovač
HDO	Hromadné dálkové ovládání
N1	Spínač s motorovým pohonem
PE	Ochranný vodič určený k zajištění bezpečnosti před úrazem el. proudem
PEN	Vodič, který plní současně funkci ochranného a pracovního vodiče
PNE	Podniková norma energetiky
PS	Přenosová soustava
PTZS	Poplachový zabezpečovací a tísňový systém
R	Rozvodna
ŘS	Řídicí systém
SBS	Elektronický přepínač By-passu
SJZ	Systém jednotného značení
SF6	Hexafluorid síry (inertní plyn)
TA	Proudový měnič
TT(r)	Síť nad 1000 V AC přímo uzemněným středem a rychlým vypnutím
TVS	Transformátor vlastní spotřeby
TR	Transformovna (Elektrická transformační stanice)
VTR	Výkonový transformátor
nn	Nízké napětí

vn Vysoké napětí
vvn Velmi vysoké napětí
zvn Zvlášť vysoké napětí
ZN Zadávací návrh stavby
ZPK Záznam o provedené kontrole

1 Standardní zapojení vlastní spotřeby uzlové transformovny v majetku ČEZd

1.1 Rozdělení transformačních stanic vvn/vn [2]

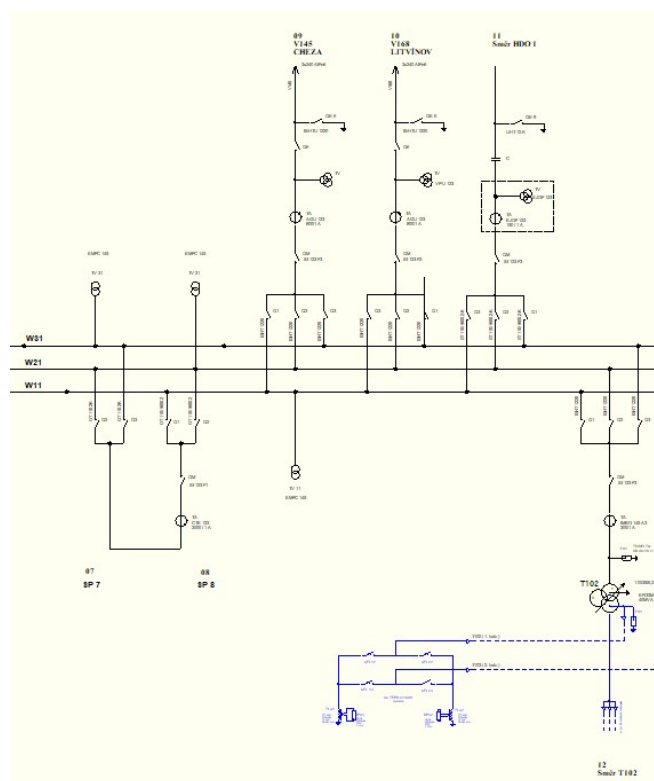
V ČEZd jsou venkovní elektrické transformační stanice vvn/vn rozděleny do tří kategorií. Jak můžete vidět v tabulce 1 na následující straně této bakalářské práce, venkovní elektrické transformační stanice vvn/vn dělíme na kategorii TR 1, kategorii TR 2 a kategorii TR 3.

Kategorie TR 1 je uzlová transformovna

Jedná se o elektrickou stanici, kde transformovna tvoří společný bod mezi okružní přenosovou sítí provozovanou ČEPS a distribuční soustavou provozovanou ČEZd.

Uzlovou transformovnou je v této práci nazývána ta část elektrické stanice, která je v majetku ČEZd.

V transformovně kategorie TR 1 je elektrická energie rozdělována pomocí třech systémů přípojnic (*Obr. 1*) o stejném napětí 110 kV do DS a zároveň ji případně přes VTR vvn/vn transformuje na napětí vn a dále rozděluje do DS.



Obr. 1 – Trojitý systém přípojnic [4]

Kategorie TR 2 je distribuční elektrická stanice

Distribuční elektrická stanice je elektrická stanice, která napětím 110 kV propojuje dvě nebo více oblastí distribuční sítě, případně přes VTR vvn/vn transformuje z hladiny vvn na napětí vn. V této elektrické stanici se rozděluje elektrická energie do DS jak napětím vvn, tak i napětím vn. Distribuční stanice kategorie TR 2 má zpravidla dva systémy přípojníc a počet vvn polí je větší než čtyři.

Kategorie TR 3 je distribuční transformovna typu H

V distribuční transformovně typu H jsou zpravidla dvě přívodní pole vvn a dvě pole VTR vvn/vn. Tato transformovna má jeden systém přípojníc. Jsou-li v transformovně více jak dvě přívodní pole vvn, jedná se o takzvané rozšířené „H“.

Tabulka 1 Hlavní technické parametry venkovních rozveden vvn [2]

Rozvodna vvn	Kategorie TR1	Kategorie TR2	Kategorie TR3
Rozvodná síť	TT (r)		
Jmenovité napětí sítě	110 kV		
Počet fází	3		
Nejvyšší napětí pro zařízení	123 kV		
Jmenovité výdržné napětí při atmosférickém impulzu 1,2/50	550 kV		
Jmenovité krátkodobé výdržné napětí při jmenovitém kmitočtu	230 kV		
Jmenovitý kmitočet	50 Hz		
Zkratová odolnost – tepelná (I_{th}) - 1 sec ¹⁾	40 kA	31,5 kA	31,5 kA (25 kA) ⁵⁾
Zkratová odolnost – dynamická (I_{dyn}) ¹⁾	100 kA	80 kA	80 kA (63 kA) ⁵⁾
Min. jmenovitý proud přípojníc ²⁾	2500 A	1200 A	800 A
Min. jmenovitý proud silového propojení odbočky ²⁾	1250 A	800 A	800 A
Jmenovité napájecí napětí pohonů přístrojů	230/400 V AC		
Jmenovité ovládací napětí přístrojů	220 V DC	110-220 V DC ³⁾	110 V DC
Min. vzdušné vzdálenosti fáze-fáze, fáze-zem, mezi systémy přípojníc a dopravované části od živé části	Dle PNE 33 32 01, ČSN EN 5052 2, ČSN EN 61936-1		
Ochrana živých částí vvn	polohou, min. výška živé části nad terénem dle PNE 33 32 01, ČSN EN 50522, ČSN EN 61936-1		
Ochrana neživých částí vvn	zemněním v síti TT (r) s rychlým vypnutím		
Oblast znečištění	I, II ⁴⁾		
Námrazová oblast	dle lokality a námrazových map, součástí ZN		
¹⁾ Minimální hodnoty – v rámci tvorby ZN je třeba posoudit s ohledem na konfiguraci sítě a výhledových zkratových poměrů dle studie oddělení Koncepce distribuční soustavy ²⁾ Minimální hodnoty – v rámci ZN je třeba posoudit s ohledem na konfiguraci a provozování sítě ³⁾ U rozsáhlejších rozveden bude s ohledem na dovolené úbytky napětí použito 220 V DC ⁴⁾ Vychází se z ČSN 33 0405, oblast III a IV na výjimku ⁵⁾ V případech, kde není dlouhodobý výhled na vyšší zkratovou odolnost (dle rozhodnutí oddělení Koncepce DS v ČEZd může být sycení jader pro PTP dimenzováno na 25/63 kA			

1.2 TR CHotějovice 110/35/22/10/0,4kV – transformovna kategorie TR1 [4]

Elektrická transformační stanice Chotějovice (*Obr.2*) byla uvedena do provozu v roce 1956 a nachází se v Ústeckém kraji mezi městy Teplice v Čechách a Bílinou. Vlastnictví areálu TR je rozděleno mezi společnostmi ČEPS a ČEZd. Tato TR patří do jednoho ze základních uzlů PS a DS, která napájí značnou část území Ústeckého kraje.

Rozdělení vlastnictví, stručný popis a umístění technologie

ČEPS

R400 kV – zapouzdřená, umístěná v budově

R220 kV – venkovní

ČEZd

R110 kV – Venkovní rozvodna o 40 polích s trojitým systémem přípojníc podélně děleným pomocí odpojovače. Systémy přípojníc jsou označeny dle SJZ (W11 a W12, W21 a W22, W31 a W32). Zkratový proud přípojníc je dimenzován na 31,5 kA.

35 kV – Vnitřní kobková rozvodna o 16 polích rozmístěná do dvou nadzemních podlaží v BSP. Dvojitý systém přípojníc podélně dělený s odpojovačem. Systém přípojníc je dimenzován na zkratový proud 16 kA. Přípojnice označeny dle SJZ (W11 a W12, W21 a W22). U vývodů v první polovině rozvodny je instalována pomocná přípojnice značená dle SJZ W5.

22 kV – Vnitřní kobková rozvodna o 8 polích rozmístěná do dvou nadzemních podlaží v BSP s jedním systémem přípojníc dimenzovaným na zkratový proud 16 kA. Systém přípojníc je označen dle SJZ W3.

10 kV – Vnitřní skříňová rozvodna s jedním systémem přípojníc značeným W1 dle SJZ. Systém přípojníc je dimenzován na zkratový proud 13,76 kA. Rozvodna je umístěna v BSP a má 5 polí s možností dalšího rozšíření.



Obr. 2 TR Chotějovice 400/220/110/35/22/10kV letecký snímek [9]

Transformace zvn/vvn

Transformace z hladiny 400/110 kV je provedena přes výkonový transformátor T402 o výkonu 350 MVA. Stání transformátoru je venkovní nezakryté a nachází se v areálu rozvodny ČEPS. Propojení napěťové hladiny 110 kV s rozvodnou R110kV ČEZd je provedeno AlFe vodiči.

Transformace z hladiny 220/110 kV je provedena přes výkonové transformátory T201 a T202, každý o výkonu 200 MVA. Stání transformátorů je venkovní nezakryté a nachází se v areálu rozvodny ČEPS. Napěťová hladina 110 kV je s rozvodnou R110kV ČEZd propojena vodiči AlFe.

Transformace vvn/vn

Transformace z hladiny 110/35 kV je provedena přes výkonové transformátory T102 a T103, každý o výkonu 40MVA. Napěťová hladina 35kV je s vnitřní rozvodnou R35kV propojena vodiči AlFe.

Transformace z hladiny 110/22 kV je provedena přes výkonový transformátor T104 o výkonu 40 MVA. Napěťová hladina 10 kV je s vnitřní rozvodnou R10kV propojena vodiči AlFe.

Transformace vn/vn

Transformace z hladiny 35/10 kV je provedena přes výkonové transformátory T31 a T32, každý o výkonu 6,3 MVA. Napěťová hladina 10kV je s vnitřní rozvodnou R10kV propojena vn kabely.

Jednotlivá nezakrytá stání transformátorů T102, T103, T104, T31 a T32 jsou umístěna v prostoru rozvodny R110kV a jsou navzájem od sebe oddělena protipožární zdi.

Transformace vn/nn

Transformace z hladiny 22/0,4 kV je provedena přes transformátor TVS1 o výkonu 630kVA. TVS1 je umístěno v samostatné místnosti BSP. Propojení transformátoru TVS1 ze strany vn je z rozvodny 22kV provedeno silovými vn kabely. Kabely napěťové hladiny 0,4kV jsou připojeny do rozváděče ANH1/3 v BSP.

Transformace z hladiny 10/0,4kV je provedena přes transformátor TVS2 (T12) o výkonu 630 kVA. TVS2 (T12) je umístěno na nezakrytém stanovišti v R110kV. Transformátor je napájen z terciárního vinutí T202. Kabely napěťové hladiny 0,4 kV jsou připojeny do rozváděče ANH1/5 v BSP.

1.3 Vlastní spotřeba elektrické transformovny

Úkolem vlastní spotřeby transformovny je zajistit elektrickou energii všechny spotřebiče, které jsou potřeba k provozu celé elektrické transformovny. Jsou to například pohony odpojovačů a vypínačů, ventilátory pro chlazení transformátorů, klimatizace, osvětlení, střídače, usměrňovače, akumulátorové baterie, ventilátory pro odvětrání SF6 z vnitřních prostor rozvodny, ochrany technologie a řídicí systém.

Napájení těchto spotřebičů je rozděleno do tří stupňů důležitosti dodávky elektrické energie. [7]

První stupeň

- Z důvodu ohrožení lidských životů a velkých národohospodářských škod, jenž může přerušení dodávky elektrické energie způsobit, musí být za každých okolností zabezpečena dodávka elektrické energie, a to z dvou nezávislých zdrojů (střídač, akumulátorová baterie). Porucha jednoho zdroje neovlivní druhý zdroj. Výkon každého zdroje musí pokrýt elektrickou energií všechny spotřebiče, které jsou zahrnuty v první skupině důležitosti. [7]

Druhý stupeň

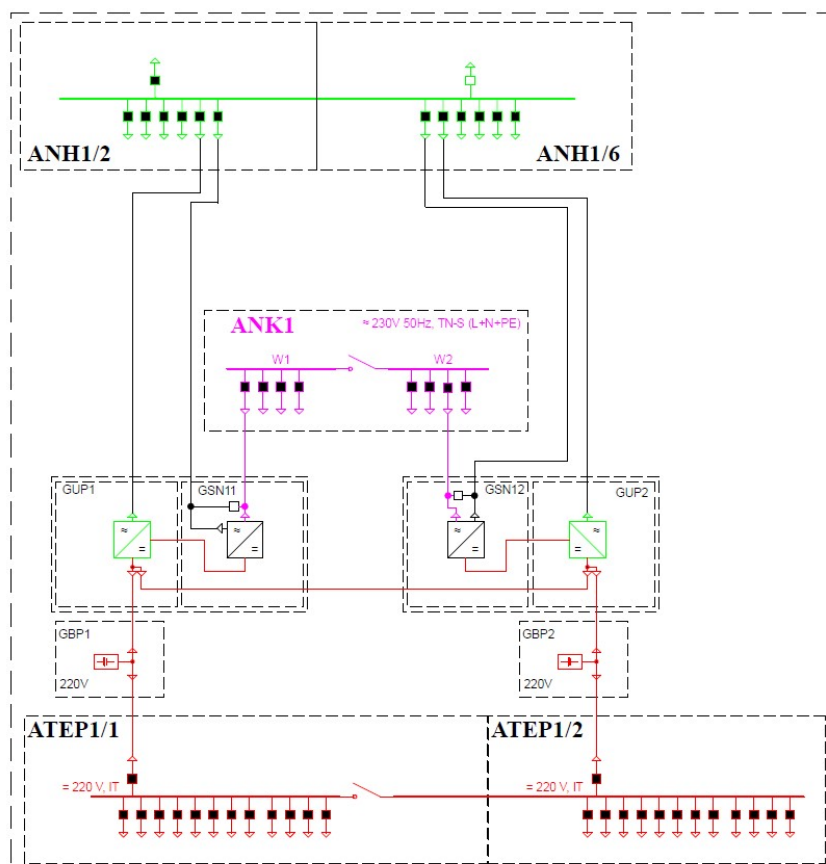
- V případě přerušení dodávky elektrické energie k ohrožení lidských životů nedochází, ale může způsobit útlum nebo zastavení provozu. Z tohoto důvodu je dodávka elektrické energie zabezpečena automatickým zálohováním a zdroje nemusí být nezávislé (dva transformátory o stejném primárním napětí, rozděleno na hlavní a rezervní napájení). [7]

Třetí stupeň

- Dodávka elektrické energie nevyžaduje zvláštní zajištění. K napájení stačí jeden zdroj bez dalších opatření.

Schéma rozvodu elektrické energie vlastní spotřeby je naprojektováno tak, aby dodávka proudu byla zajištěna za všech provozních stavů. [7]

Přehledové schéma rozvodu vlastní spotřeby v TR Chotějovice je znázorněno na obrázku (Obr. 3) [4] této bakalářské práce.



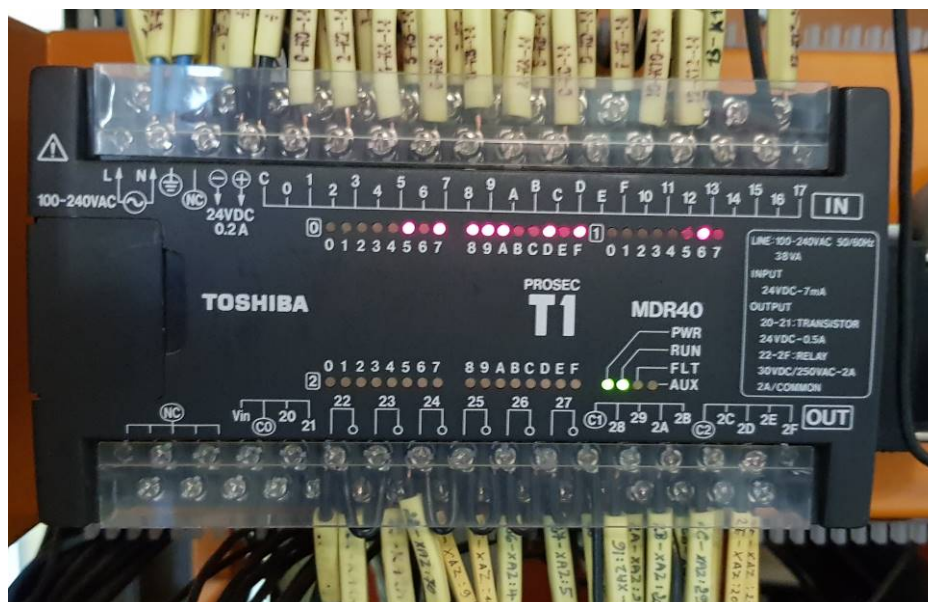
Obr. 3 TR Chotějovice – přehledové schéma vlastní spotřeby [4]

1.3.1 Střídavá vlastní spotřeba

V TR Chotějovice je za normálního provozního stavu prioritním zdrojem napájení vlastní spotřeby transformátor TVS2 (T12), který je napájen z terciárního vinutí silového transformátoru T202. V případě ztráty napětí na TVS2 (T12) dochází k automatickému přepnutí napájení ze zdroje TVS1. Pokud je i tento zdroj bez napětí, přepne se automaticky napájení vlastní spotřeby z rozváděče ANH4, který je umístěn v centrálním domku ČEPS.

Toto plynulé přepínání jednotlivých napájecích zdrojů je při výpadku zdroje řízeno automatikou Toshiba T1-40 (Obr.4) umístěnou v rozváděči ANH1/4, který se nachází v BSP ČEZd.

Pokud by došlo v TR Chotějovice k celkové ztrátě napětí na vlastní spotřebě rozvoden ČEPS i ČEZd, tak společnost ČEPS má v objektu centrálního domku ve vybavení dieselařegát, který při takovémto výpadku automaticky sepne. Dochází k obnovení napětí na vlastní spotřebě a funkcí všech systémů pouze v centrálním domku ČEPS. Teprve cca po 10 minutách má společnost ČEZd možnost napájet svůj objekt tímto zdrojem až do výkonu 320 kVA. Využití tohoto napájecího zdroje není pro ČEZd automatické, ale musí být před každým použitím schváleno odpovědným zástupcem společnosti ČEPS. [4]



Obr. 4 Automatika Toshiba T1-40

Popis činnosti řídicího systému Toshiba T1-40 v TR Chotějovice [4] [5]

Automatický systém Toshiba T1-40 je naprogramován tak, aby svou funkcí zajistil plynulé přepínání jednotlivých napájecích spínačů při výpadku zdroje, který v daném okamžiku napájí obvody vlastní spotřeby. Funkce jednotlivých spínačů při ztrátě vlastní spotřeby je řízena automatikou Toshiba T1-40 takto:

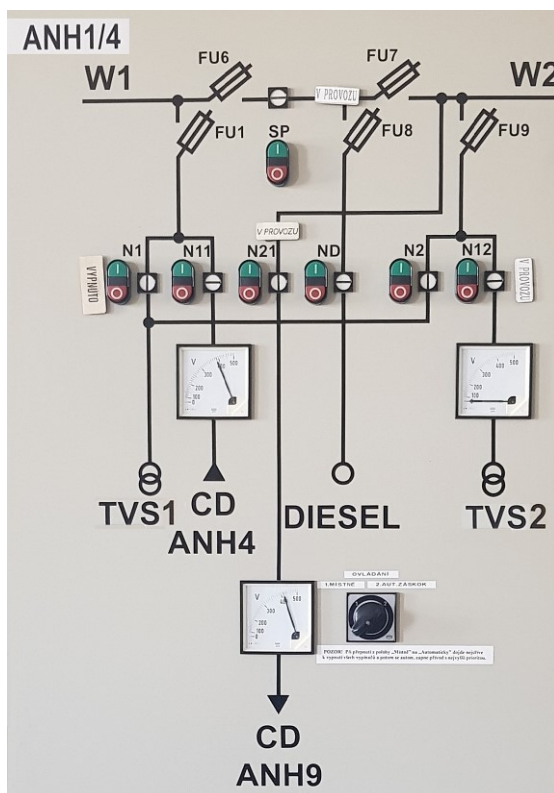
Hlavní napájecí místo je přívod od transformátoru TVS2 (T12) (napájeno z terciárního vinutí T202). Dojde-li ke ztrátě napětí na přívodu transformátoru TVS2 (T12), nebo vypnutí spínače N12, systém Toshiba kontroluje přítomnost napětí na přívodu od TVS1. Pokud na tomto přívodu bude přítomno napětí, dojde je-li sepnut spínač N12 (mohl být vypnut např. nadproudovou ochranou) nejprve k vypnutí tohoto spínače a poté k zapnutí spínače N1 a N2. Spínač N11 vypnut, N21 sepnut. Spínač přípojníc SP je trvale sepnut. V případě obnovení napětí na TVS2 (T12) systém čeká jednu minutu a pokud v průběhu této doby nedojde ke změně (anomálii), dochází k vypnutí spínačů N1, N2 a sepne se spínač N12. Pokud nastane situace, při které dojde současně k beznapěťovému stavu na přívodech TVS2 (T12) a TVS1, systém Toshiba kontroluje, zda spínače N1, N2, N12 jsou ve vypnutém stavu a následně dochází k sepnutí N11. Napájení vlastní spotřeby TR Chotějovice je poté zajištěno z centrálního domku ČEPS. Po obnovení napětí na TVS1 zůstane sepnut N11 a TVS1 je připraven k zásoku. Pokud bude obnoveno napětí na TVS2 (T12), tak po jedné minutě dochází k vyslání vypínacího impulsu na spínač N11 a N12 je sepnut. Spínání je prováděno pomocí spínačů s motorovými pohony se vzájemným blokováním.

Pomocí paketového přepínače, který je umístěn na čelní straně dveří rozváděče ANH1/4, lze volit dva druhy provozu:

„AUT“ automatický provoz s naprogramovanou prioritou přívodu

„RUČ“ ruční volba přívodu, ovládání z místa pomocí ovládacích tlačítek umístěných na čelní straně dveří rozváděče ANH1/4 (*Obr.5*).

Při změně nastavení polohy paketového přepínače z místního ovládání na automatický provoz, je systém Toshiba naprogramován tak, že vypne všechny spínače v rozváděčích ANH1/3 až ANH1/5 a následně dochází k sepnutí těchto spínačů do naprogramovaného základního provozního stavu. „Základní provozní stav prvků v rozváděči ANH je barevně zvýrazněn na schématu uvedeném na straně 30 této bakalářské práce (*Obr.13*).“ Od tohoto okamžiku je funkce automatického přepínání napájecích zdrojů dle nastaveného programu v systému Toshiba aktivní.



Obr.5 Ovládání spínačů s motorickým pohonem z místa

Rozváděč nezajištěné vlastní spotřeby (ANH) [4]

Oceloplechový rozváděč je umístěn v BSP a je složen z osmi polí označených ANH1/1 – ANH1/8, napěťová soustava 3PEN/NPE AC 50 Hz 400/230 V, TN-C-S.

Prívod od TVS1 je přiveden do skříně ANH1/3 a ANH1/5. Prívod od TVS2 (T12) je přiveden do skříně ANH1/5. Spínač přípojnic SP v ANH1/4 je trvale zapnut a manipulace se s ním provádějí jen v krajních případech. Z ANH1/4 je vyveden kabel, který slouží jako záložní napájení pro ČEPS a zaústíuje do ANH9 v centrálním domku. Tento kabel je ze strany ČEZd přes spínač N21 stále pod napětím.

Z centrálního domku ČEPS je ze skříně ANH4 vyveden kabel, který je připojen v ANH 1/3 ČEZd jako záložní zdroj napájení vlastní spotřeby. Tento kabel je ze strany ČEPS stále pod napětím.

V ANH1/4 je vývod DIESEL. Tento vývod není připojen a nevyužívá se.

Z rozváděčů ANH1/1, 1/2, 1/6, 1/7 jsou napájeny:

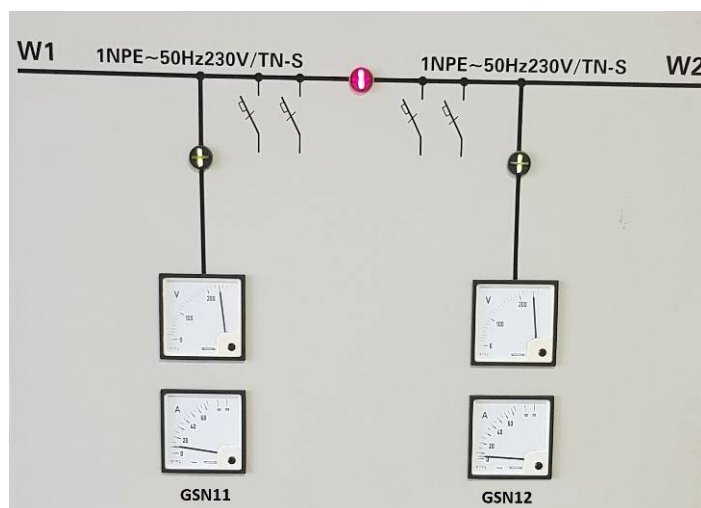
- hlavní a podružné elektroinstalační rozváděče (osvětlení, zásuvky, klimatizace, topení, ohřev vody)
- temperace v BSP a topných těles pohonů venkovní silové technologie
- zařízení nucené ventilace (nezahrnuje odvětrání SF6)
- střadače vypínačů a pohony odpojovačů v rozvodně

- pohony tlumivek
- střídače GSN11 a GSN12 (By-pass)
- usměrňovače
- chlazení silových transformátorů
- regulace silových transformátorů
- čistička zaolejovaných vod
- vlastní spotřeba HDO
- venkovní osvětlení rozvodny, osvětlení příjezdové komunikace a pochůzkové osvětlení

Rozváděč bezvýpadkové vlastní spotřeby (ANK)

Napěťová soustava v ANK: 1NPE AC 50 Hz 230 V/TN-S

Rozváděč ANK1 umístěný v BSP je napájený ze dvou skříňových střídačů GSN11 a GSN12. GSN11 napájí přípojnicí W1 a GSN12 napájí přípojnicí W2. Podélný spínač přípojnic je za normálního provozního stavu vypnutý (*Obr.6*). V případě ztráty napětí na jedné přípojnici přebírá funkci střídač, který je v provozu, automatickým sepnutím podélného spínače přípojnic.

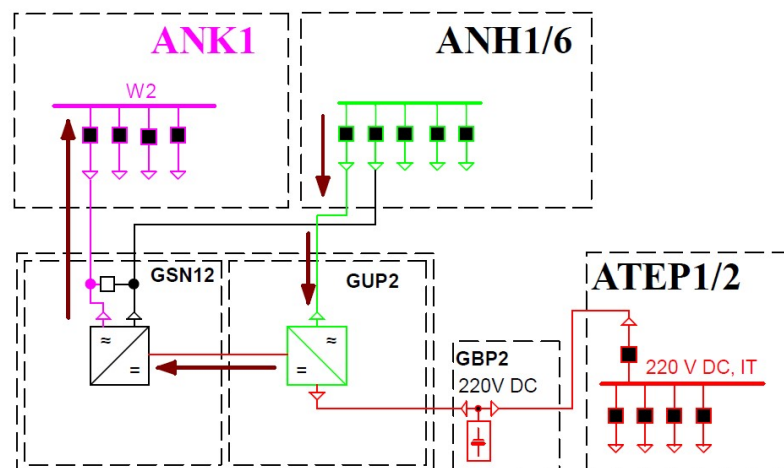


Obr.6 Jednopolové schéma rozváděče ANK1 [4]

Instalované střídače umožňují čtyři provozní režimy:

- provoz GSN12 se stejnosměrným napájením (*Obr.7*)

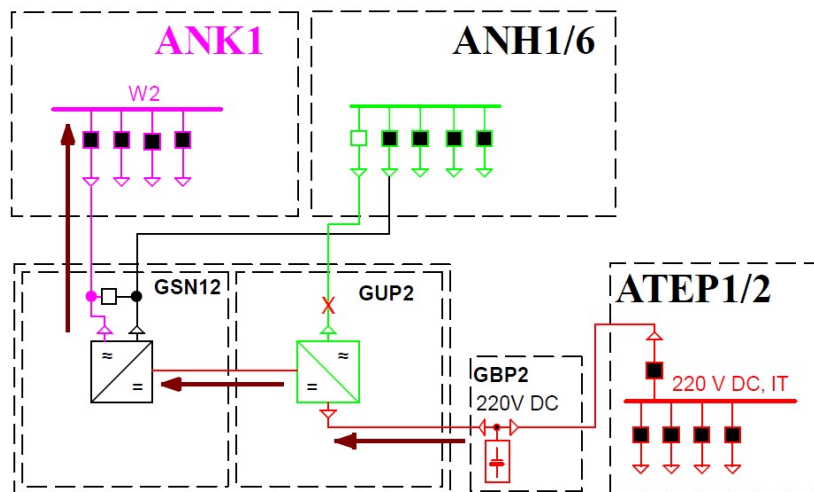
Střídač napájen z usměrňovače nebo akumulátorové baterie. Zátěž v rozváděči ANK1 připojena na výstup střídače. Napětí na výstupu střídače je regulováno sinusovým střídavým napětím. Jedná se o základní provozní stav střídače.



Obr. 7 Směr toku proudu při stejnosměrném napájení

- provoz GSN12 s poruchou usměrňovače (Obr. 8)

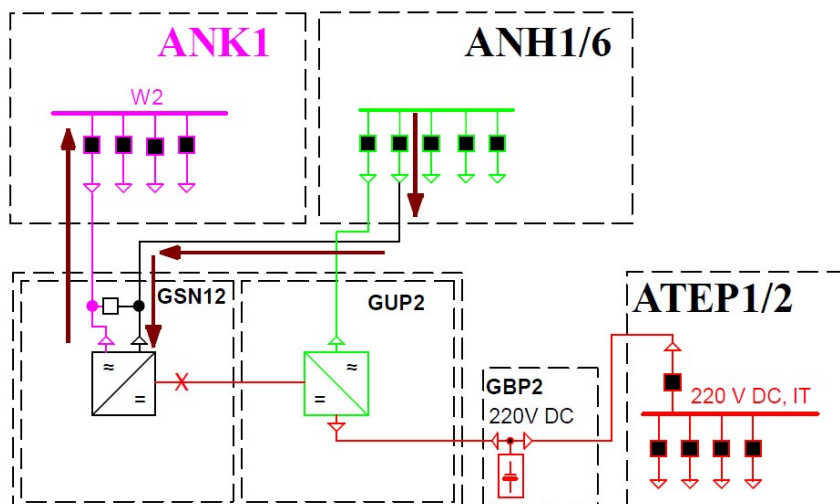
Střídač je z důvodu přerušení napájecího napětí nebo vnitřní poruchy usměrňovače napájen z akumulátorové baterie. Zátěž v rozváděči ANK1 je připojena na výstup střídače. Napětí na výstupu střídače je regulováno sinusovým střídavým napětím.



Obr. 8 Směr toku proudu s poruchou usměrňovače

- provoz GSN12 s vadným střídačem (Obr. 9)

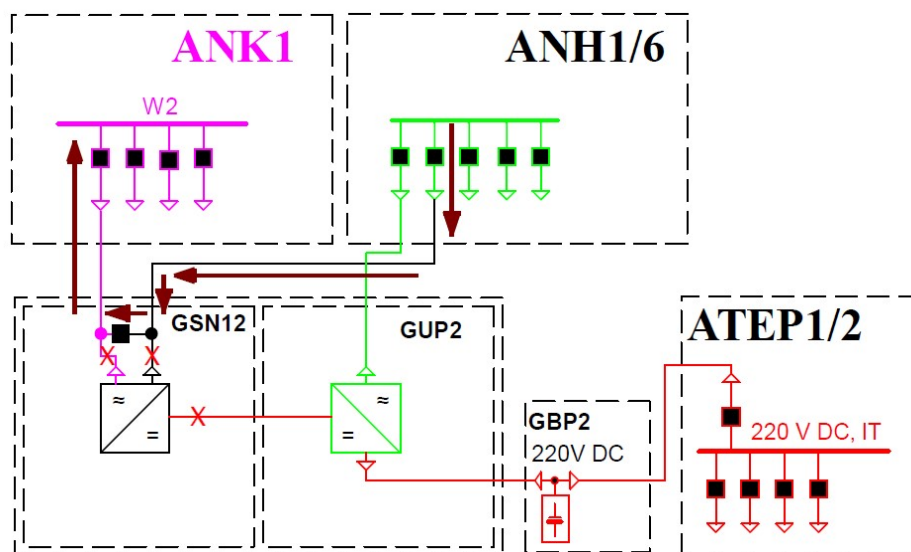
Při poruše střídače je zátěž napájena přes statický přepínač na by-pass. SBS je elektronické zařízení, které přepíná napájení spotřebičů ze střídače na síť a naopak, bez přerušení dodávky elektrické energie. Zařízení SBS má za úkol zajistit stálou frekvenční a fázovou synchronizaci výstupního napětí ze střídače s napětím sítě.



Obr.9 Směr toku proudu při poruše střídače

- provoz GSN12 s ručním by-passem (Obr.10)

Ruční by-pass je určen výhradně pro montážní a údržbové práce na střídači, a tedy není určen pro běžné použití. Dojde-li k poruše nebo odstavení střídače GSN12, je možný provoz přes záložní přívod z rozváděče ANH1/6. [4]



Obr.10 Směr toku proudu při ručním by-passu

Střídač GSN11 má totožné provozní stavy, jako střídač GSN12.

Instalované střídače:

- GSN11: G220 E230/65,2/2rfgWPE15
- GSN12: G216 E230/87/2rfg-P20+EUE

Rozváděč ANK1 napájí:

- PTZS, kamerový systém
- pohon vstupní vjezdové brány
- pracoviště řídicího systému
- nucenou ventilaci pro odvětrání SF6
- radiostanici
- zásuvky ve skříních řídicího systému
- ovládací napětí pro rozváděč ANH4 v DO4
- obchodní měření
- převodníky tlumivek 35 kV a 10 kV

1.3.2 Stejnoseměrná vlastní spotřeba

Stejnoseměrná vlastní spotřeba je složena z:

- usměrňovačů GUP1 a GUP2
- akumulátorových baterií GBP1 a GBP2
- rozváděčů ATEP1/1 a ATEP1/2

V případě výpadku střídavého zdroje napájení usměrňovačů je požadována záloha plného výkonu na každou akumulátorovou baterii po dobu dvou hodin. [2]

Usměrňovač (GUP1, GUP2)

Jedná se o dva samostatné třífázové tyristorové usměrňovače, které pracují v paralelním provozu s baterií. Baterie jsou usměrňovačem trvale dobíjené. Jako řídicí polovodičové součástky jsou použity tyristory, které proud v jednom směru uzavírají, ve druhém propouštějí pomocí řídicích impulsů na řídicí elektrodu. Při průchodu napětí přes nulovou osu se tyristor uzavře a musí být novým impulsem sepnut. Jestliže jsou řídicí impulsy ve své fázové poloze vůči síťovému napětí časově posunuty, následuje sepnutí v různých řídicích úhlech a tím je ovlivňován proud nebo napětí. K posunutí spínacího impulsu dochází v regulátoru. Ten je složen ze zesilovače regulátoru a z připojeného impulsního generátoru. [3]

U usměrňovače GUP1 (GUP2) je možné nastavit dva druhy provozu, “automatické” a “ruční” nabíjení. V automatickém provozu se akumulátorová baterie nabíjí dle IU-charakteristiky. V ručním provozu nabíjení se požadovaný nabíjecí proud a napětí nastaví pomocí potenciometru. Tento provoz se využívá při uvádění baterie do provozu nebo při formování baterie. Napětí baterie lze při tomto provozu nastavit

od 0 V až do napětí při nabitém stavu. U ručního nabíjení je odpojen regulátor, aby nedošlo k překročení jmenovitého proudu, musí se proces nabíjení hlídat. [3]

Navolení provozu usměrňovače lze provádět pouze při odpojeném přístroji.

Usměrňovače jsou dimenzovány na 100% zálohu mezi sebou. [4]

Instalované usměrňovače:

- 2x VARTA D400 G216/160 BWRu-Dt

Akumulátorová baterie (GBP1, GBP2)

Na rozvodně jsou instalovány dvě staniční baterie (*Obr.11*) o jmenovitém napětí 220 V DC a kapacitě každé baterie je 350 Ah. Baterie jsou umístěny v akumulátorovně budovy BSP a teplota místnosti je zde temperována na 15 °C. Každá baterie je složena ze 108 klasických větraných článků. Náplní je elektrolyt, což je rozředěná kyselina sírová o hustotě 1,24 kg/l. Tato hustota elektrolytu se vztahuje k teplotě 20 °C. Při poklesu hladiny elektrolytu na značku minimum se článek baterie může doplnit čištěnou (destilovanou) vodou až na značku maximum. Ideální provozní teplota olověného článku baterie je v rozmezí 10 °C až 30 °C. Nižší teplota snižuje kapacitu baterie, a naopak vyšší teplota zkracuje její životnost. Z důvodu zajištění maximální doby použitelnosti je nutno zamezit vybití článku pod 20 % z celkové kapacity baterie. [10]

Plus i mínus pól GBP1 (GBP2) je v rozváděči ARE1 (ARE2) jištěn předřazenou pojistkou o jmenovité hodnotě 80 A. [4]

Typ instalovaného článku: 5 OPzS 350 LA



Obr.11 Staniční baterie

Stejnoseměrný rozváděč (ATEP1/1, ATEP1/2) [2] [4]

Jedná se o oceloplechové rozváděče napájené z usměrňovačů GUP1 a GUP2. V rozváděči je jednoduchý systém přípojnic podélně dělený a přípojnice jsou označeny takto:

- přípojnice A instalována v rozváděči ATEP1/1
- přípojnice B instalována v rozváděči ATEP1/2

Pomocí paketového přepínače, který je umístěn na čelní straně dveří rozváděče ATEP1/1 lze, volit dva druhy provozu spínače přípojnic:

- „AUT“ automatický provoz
- „RUČ“ ruční provoz

Za normálního provozního stavu je paketový přepínač přepnut na ruční provoz a spínač přípojnic je vypnutý.

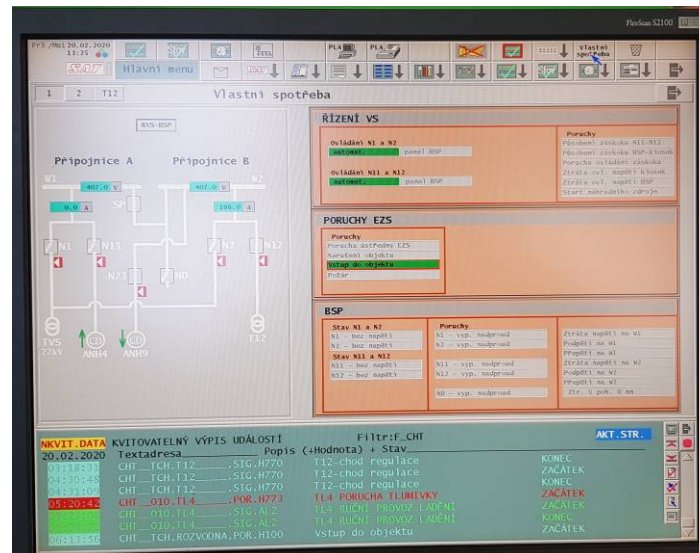
Nastane-li okamžik, kdy dojde k úplné ztrátě stejnosměrné spotřeby, tak na elektrické stanici dochází k havarijnímu stavu. Veškeré zařízení lze ovládat pouze ručně přímo z přístrojů a signalizace je mechanická na daném přístroji.

Napěťová soustava rozváděče ATEP1/1 (ATEP1/2): 220 V DC, IT (L2) [2]

Z rozváděčů ATEP1/1, 1/2 jsou napájeny:

- střídače GSN11 a GSN12
- zásuvky DC
- ústředna pro provozní telefony
- ovládání a signalizace odpojovačů v rozvodně 110 kV
- ovládání a signalizace vypínačů v rozvodně 110 kV
- přípojnicová ochrana umístěná v BSP
- signalizace a ovládání technologie v rozvodně 35/22/10 kV
- ovládací napětí regulace transformátorů a tlumivek
- nouzové osvětlení
- skříň společných provozů v místnosti ŘS
- napájení střadačů a ovládání motorických spouští automatického záskoku

Signalizace poruch a stavu spínačů umístěných v rozváděčích AHN1/3, ANH1/4, ANH1/5, ATEP1/1, ANK1 je přenášena na monitor místního pracoviště ŘS (*Obr.12*) a současně dálkovým přenosem na dispečerské pracoviště ČEZd v Děčíně. Ovládání těchto spínacích prvků z místního pracoviště ŘS a dálkově z dispečerského pracoviště ČEZd není aktivní.



Obr.12 Monitor místního pracoviště ŘS

Seznam signalizovaných poruch přenášených z rozváděčů vlastní spotřeby na monitor místního pracoviště ŘS:

rozdávěč ANH

- ztráta napětí na přípojnicích W1(W2)
- podpětí na přípojnicích W1 (W2)
- přepětí na přípojnicích W1 (W2)
- ztráta napětí pro pohony N1, N2, N11, N12 a SP
- ztráta ovládacích napětí N1, N2, N11, N12 a SP
- N1 (N2, N11, N12) výpadek nadproudovou ochranou

usměrňovač GUP1 (GUP2)

- porucha sítě
- napětí vysoko
- napětí nízko
- svod vůči zemi
- porucha zařízení
- porucha okruhu baterie
- výpadek pojistky

střídač GSN11 (GSN12)

- porucha sítě
- porucha by-pass
- porucha zařízení
- vybíjení baterie
- napětí nízko

2 Důsledky nevhodného zapojení vlastní spotřeby na provoz TR

Vlastní spotřeba je důležitým článkem rozvodny, který má vliv na správné fungování všech systémů elektrické stanice. Při porušení koncepce zapojování spotřebičů do jednotlivých rozváděčů (ANK, ANH, ATEP) může docházet ke stavům, které v případě poruchy (ztráty napětí na zdroji) vedou k závadám ovlivňujících bezpečný a spolehlivý provoz rozvodny, a to jak z hlediska instalovaného zařízení, tak i z pohledu bezpečnosti osob pohybujících se po elektrické stanici.

2.1 Závady při výpadku střídavé vlastní spotřeby a jeho možné příčiny

Výpadek datových přenosů z ŘS na centrální dispečink

- tento stav může nastat zapojením napájecího zdroje řídicího systému nebo technologie sloužící k přenosu dat na centrální dispečink do obvodů nezajištěné střídavé vlastní spotřeby

Porucha PTZS

- nedostatečná kapacita záložní baterie

Nefunkční nouzové osvětlení

- nedostatečná kapacita stejnosměrného záložního zdroje, který je součástí svítidla

Nefunkční nucená ventilace odvětrání SF6

- zapojení obvodu odvětrání do rozváděče ANH

Nefunkční elektrický pohon vstupní brány

- napájení pohonu je zapojeno z nezajištěné střídavé vlastní spotřeby a bez záložního stejnosměrného zdroje

Ztráta měřených veličin (proud, napětí, výkon)

- napájení převodníků zapojeno do rozváděče ANH

Ztráta napětí v rozváděči ANK1

- provoz střídačů zůstal po provedení montážních prací navolen na ruční by-pass. Tento provozní stav je za normálních okolností nepřipustný

2.2 Závady při výpadku stejnosměrného napětí a jeho možné příčiny

Nefunkční nouzové osvětlení

- při poruše usměrňovače nedostatečná kapacita akumulátorové baterie nebo přerušení obvodu baterie vadnou výkonovou pojistkou

Porucha střídače

- závada na výstupu z usměrňovače (přerušená pojistka)
- nedostatečná kapacita akumulátorové baterie
- přerušený obvod akumulátorové baterie při poruše usměrňovače

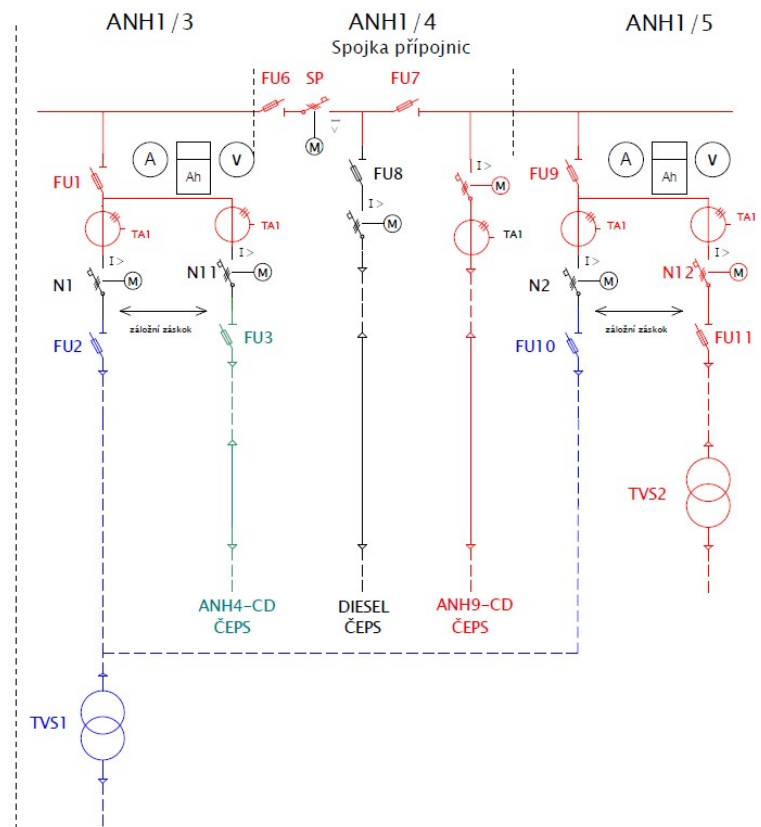
Abychom minimalizovali závady způsobené nevhodným zapojením zařízení při instalaci do rozváděčů vlastní spotřeby nebo poruchy, která není signalizována, je třeba navrhnout pracovní postup, dle kterého se bude minimálně jednou ročně simulovat ztráta napětí na napájecích zdrojích. Tím dojde k ověření funkce automatických záložních systémů, projevení nesignalizované poruchy a ověření navolení provozních stavů instalovaného zařízení.

3 Návrh pracovního postupu pro odzkoušení funkce automatických záložních systémů vlastní spotřeby

Samotné zkoušky předchází shoda v termínu realizace, který navrhne vedoucí zaměstnanec ČEZd odpovědný za provoz TR Chotějovice a nechá si jej odsouhlasit příslušným zaměstnancem ČEPS. Odsouhlasený termín je dále předán na přípravu provozu ČEZd a ČEPS s požadavkem na odstávku zařízení.

Vlastní spotřeba bude v den zkoušky provozována v tomto základním provozním stavu (*Obr.13*):

- TVS1 strana 22kV v provozu
- TVS2 (T12) strana 10kV v provozu
- N12 přívod od TVS2 0,4kV v ANH1/5 - zapnuto
- N2 přívod od TVS1 0,4kV v ANH1/5 - vypnuto
- N1 přívod od TVS1 0,4kV v ANH1/3 - vypnuto
- N11 přívod z CD ANH4 – vypnuto se zpětným napětím
- N21 vývod CD ANH9 – zapnuto
- SP spínač přípojnic – zapnuto
- ND Diesel – vypnuto (pozice se neprovozuje)
- paketový přepínač umístěný na čelní straně rozváděče ANH1/4 je navolen na automatický provoz



Obr.13 Schéma základního provozního stavu vlastní spotřeby v ANH [4]

Den před plánovanou zkouškou obdrží vedoucí práce od vedoucího pracoviště protokol ZPK, do kterého budou v průběhu zkoušky zapisovány (odškrtnuty) provedené úkony, naměřené hodnoty a zjištěné nedostatky.

V den zkoušky před zahájením činnosti provedou provádějící pracovníci kontrolu ochranných a pracovních pomůcek, ověří stav měřících přístrojů dle návodu výrobce. Vedoucí práce provede seznámení s místem výkonu práce a vyhodnocením bezpečnostních rizik, která by mohla při této činnosti vzniknout. Bude provedena kontrola průchodnosti a označení únikových cest.

Před započatím činnosti kontaktuje vedoucí práce centrální dispečink ČEZd a navzájem si odsouhlasí postup úkonů, které budou při zkoušce prováděny. Dispečer ČEZd kontaktuje pracoviště dispečinku ČEPS, v jehož řízení jsou veškeré manipulace prováděné na transformátoru TVS2 (T12). Dispečer ČEPS potvrdí, že je na jejich rozvodně fyzicky přítomen zaměstnanec, jenž bude u zkoušky asistovat pro případ nenadálé situace, která může během této činnosti nastat.

3.1 Postup pro odzkoušení automatického záskoku vlastní spotřeby

Stanovení kvalifikace zaměstnanců, použitých měřících přístrojů, ochranných a pracovních pomůcek

Forma řízení práce dle PNE 330000-6 [6]:

- Dle pokynů

Počet zaměstnanců:

- Dva pracovníci ČEZd a asistence jednoho pracovníka ČEPS

Kvalifikace zaměstnanců dle Vyhl. č. 50/1978 Sb [6]:

- Funkci vedoucího práce bude vykonávat pracovník minimálně znalý s vyšší kvalifikací §7 do i nad 1000 V
- Další pracovník bude mít kvalifikaci minimálně pracovníka znalého dle §5 do i nad 1000 V

Ochranné a pracovní pomůcky:

- Pracovní oděv nehořlavý Nomex
- Pracovní obuv
- Ochranná přilba
- Ochranný obličejový štít
- Ochranné rukavice

Použité měřící přístroje:

- Ruční klešťový ampérmetr KEW SNAP 2055
- Zkoušečka napětí Fluke T110/VDE

Tato část postupu ověří kaskádové přepínání napájecích zdrojů rozváděče ANH systémem Toshiba

- vedoucí práce požádá dispečera ČEZd o zahájení zkoušky
- dispečer ČEZd si vyžádá potřebné manipulace na transformátoru TVS2 (T12) dispečink ČEPS
- dispečer ČEPS provede vypnutí TVS2 (T12) ze strany 10 kV (v tomto okamžiku je TVS2 (T12) bez napětí, systém Toshiba provede automatické vypnutí spínače N12 a sepnutí spínačů N1, N2 napájených z TVS1)
- pracovníci provedou kontrolu působení automatického záskoku vlastní spotřeby z TVS2 (T12) na TVS1

- ověření, zda je na spínači N11 zpětné napětí (pohledová kontrola voltmetru na čelní straně rozváděče ANH1/4, případně fyzická kontrola zkoušečkou napětí nn na přívodu z rozváděče ANH4-CD ČEPS)
- dispečer ČEZd na žádost vedoucího práce vypne v rozvodně 22 kV odpínač v kobce směr TVS1 (v tomto okamžiku je TVS1 bez napětí, systém Toshiba provede automatické vypnutí spínačů N1, N2 a sepne spínač N11. Od tohoto okamžiku je vlastní spotřeba rozvodny TR Chotějovice v majetku ČEZd napájena z vlastní spotřeby ČEPS)
- pracovníci provedou kontrolu působení automatického záskoku z vlastní spotřeby TVS1 na záložní napájení z rozváděče ANH4-CD ČEPS
- dispečer ČEZd na žádost vedoucího práce zapne v rozvodně 22 kV odpínač v kobce směr TVS1 (jakmile se na kontaktech spínačů N1, N2 objeví napětí 0,4 kV od TVS1, systém Toshiba vyhodnotí přítomnost tohoto napětí a začne odpočet časového intervalu, který je nastaven na jednu minutu. Pokud během tohoto časového intervalu nedojde ke ztrátě napětí na TVS1, tak po uplynutí jedné minuty dojde k vypnutí spínače N11 a sepnutí spínačů N1 a N2)
- pracovníci provedou kontrolu zpětného přepnutí spínačů ze záložního napájecího zdroje 0,4 kV ČEPS na napájení z transformátoru TVS1
- vedoucí práce zažádá dispečera ČEZd o zprovoznění transformátoru TVS2 (T12)
- dispečer ČEZd předá požadavek na dispečera ČEPS, ten uvede do provozu transformátor TVS2 (T12), jakmile se na kontaktech spínače N12 objeví napětí 0,4 kV od TVS2 (T12), systém Toshiba vyhodnotí přítomnost tohoto napětí a začne odpočet časového intervalu, který je nastaven na jednu minutu. Pokud během tohoto časového intervalu nedojde ke ztrátě napětí na TVS2 (T12), tak po uplynutí jedné minuty dojde k vypnutí spínačů N1, N2 a sepne spínač N12
- pracovníci provedou kontrolu zpětného přepnutí spínačů automatického záskoku vlastní spotřeby z TVS1 na TVS2 (T12)

V tomto okamžiku je napájení vlastní spotřeby rozváděče ANH opět v základním provozním stavu (*Obr. 13*).

Před pokračováním zkoušky bude provozní stav vlastní spotřeby v rozváděči AHN upraven takto:

- TVS1 strana 22kV vypnuto

- TVS2 (T12) strana 10kV v provozu
- N12 přívod od TVS2 0,4kV v ANH1/5 - zapnuto
- N2 přívod od TVS1 0,4kV v ANH1/5 - vypnuto
- N1 přívod od TVS1 0,4kV v ANH1/3 - vypnuto
- N11 přívod z CD ANH4 – vypnuto se zpětným napětím
- N21 vývod CD ANH9 – zapnuto
- SP spínač přípojnic – zapnuto
- ND Diesel – vypnuto (pozice se neprovozuje)
- paketový přepínač umístěný na čelní straně rozváděče ANH1/4 je navolen na automatický provoz

Výše uvedený provozní stav simuluje odstavený transformátor TVS1 pro případ pravidelné údržby, poruchy nebo rekonstrukce.

Níže uvedený postup simuluje výpadek hlavního napájecího zdroje v rozváděči AHN a automatické přepnutí na záložní zdroj. Následně je ve stejném okamžiku provedeno obnovení napájení u transformátorů TVS2 (T12) a TVS1, které bylo původně odstaveno z provozu.

- vedoucí práce před zahájením zkoušky ověří, zda je na přívodu z ANH4-CD ČEPS zpětné napětí
- vedoucí práce požádá dispečera ČEZd o vypnutí transformátoru TVS2 (T12)
- dispečer ČEZd si vyžádá potřebné manipulace na transformátoru TVS2 (T12) dispečink ČEPS
- dispečer ČEPS provede vypnutí TVS2 (T12) ze strany 10 kV (v tomto okamžiku je TVS2 (T12) bez napětí, systém Toshiba provede automatické vypnutí spínače N12 a sepnutí spínače N11, napájení vlastní spotřeby je zajištěno ze záložního zdroje ANH4-CD ČEPS)
- pracovníci ověří, zda došlo k přepnutí napájení vlastní spotřeby rozváděče ANH z TVS2 (T12) na záložní napájení z rozváděče ANH4-CD ČEPS
- vedoucí práce požádá dispečera ČEZd o zprovoznění TVS1 a TVS2 (T12) pokud možno ve stejném okamžiku
- dispečer ČEZd zprovozní TVS1 ze strany 22 kV a ve stejném okamžiku zprovozní dispečer ČEPS TVS2 (T12) ze strany 10 kV napájeného z terciárního vinutí T202 (v této provozní situaci obdrží systém Toshiba informaci, že na obou napájecích zdrojích došlo k obnovení přítomnosti

napětí, začíná odpočet časového intervalu a pokud nedojde ke ztrátě napětí na těchto zdrojích, vysílá systém Toshiba zapínací impuls na spínač od transformátoru, který má nejvyšší prioritu, v našem případě je to spínač N12 od TVS2 (T12))

- pracovníci ověří, zda došlo k přepnutí napájení vlastní spotřeby na zdroj s nejvyšší prioritou a zda je rozváděč ANH pod napětím
- vedoucí práce provede s dispečerem ČEZd kontrolu, zda do výpisu ŘS přicházely informace o provozních stavech spínačů a poruchy z rozváděče ANH
- vedoucí práce provádí zápis o průběhu zkoušky do protokolu ZPK

3.2 Postup pro nasimulování celkové ztráty střídavé vlastní spotřeby v rozváděči ANH

Provedené manipulace, stanovená kvalifikace zaměstnanců, použité měřicí přístroje, ochranné a pracovní pomůcky jsou totožné s postupem v bodě 3.1, až do bodu, kdy je střídavá vlastní spotřeba ČEZd napájena z vlastní spotřeby ČEPS. To znamená, že spínač N11 v rozváděči ANH1/3 je sepnutý. Od tohoto bodu budou provedeny následující úkony:

- vedoucí práce informuje dispečera ČEZd o záměru vypnout na patnáct minut v rozváděči CD ANH4 vývod směr ANH1/3 ČEZd, jelikož je tato manipulace prováděna pracovníky samostatně z místa a dojde tím k celkové ztrátě střídavé vlastní spotřeby v rozváděči ANH, je třeba dostat k provedení této manipulace souhlas dispečera ČEZd
- vedoucí práce po udělení souhlasu požádá pracovníka ČEPS o vypnutí vývodu v rozváděči CD ANH4 směr ANH1/3 ČEZd (od okamžiku vypnutí je rozváděč ANH1/1 - ANH1/8 bez střídavého napětí)
- pracovníci ČEZd provedou kontrolu přítomnosti střídavého napětí v bezvýpadkovém rozváděči ANK1, stejnosměrných rozváděčích ATEP1/1 a ATEP1/2 (je odzkoušena funkčnost záložního zdroje napájení z akumulátorové baterie)
- po uplynutí patnácti minut provedou pracovníci v akumulátorovně na vývodu z baterie měření protékajícího proudu klešťovým DC ampérmetrem KEW 2055 (měření se provádí na každé baterii zvlášť)
- naměřené hodnoty se zapíše do protokolu ZPK a provede se výpočet výdrže

baterie dle tohoto postupu:

t(čas) = kapacita baterie GBP/odběr z GBP

(příklad výpočtu: kapacita baterie 200Ah, odběr z baterie 14 A $\rightarrow t = 200/14$
 $\rightarrow t = 12,3$ hodin)

- v protokolu ZPK se provede vyhodnocení, zda má baterie dostatečnou kapacitu na dvě hodiny provozu
- zjištěné závady budou zapsány v protokolu ZPK (např. nefunkční: nouzové osvětlení, provozní telefon, ŘS)
- po vyplnění protokolu ZPK vedoucí práce nahlásí dispečerovi ČEZd ukončení prací
- dispečeři ČEZd a ČEPS provedou obnovení dodávky elektrické energie zapnutím transformátorů TVS1 a TVS2 (T12)
- vedoucí práce s dispečerem ČEZd provedou kontrolu provozního stavu v rozváděči vlastní spotřeby AHN s přenosem stavů do ŘS

Po ukončení všech činností předává vedoucí práce protokol ZPK svému nadřízenému a informuje ho o průběhu zkoušky. Dále je protokol ZPK vyhodnocen nadřazeným pracovištěm, na kterém ke zjištěným závadám zakládají zakázky k jejich odstranění. Odstranění závad je realizováno dle priorit do zadaného termínu buď vlastními silami nebo externí firmou.

4 Vyhodnocení provedené praktické zkoušky

Praktická zkouška byla provedena dne 15. 4. 2020 v 9:00 hodin na rozvodně TR Chotějovice, za účasti dvou provozních zaměstnanců ČEZd a dvou zaměstnanců ČEPS. Veškeré provozní manipulace s transformátory TVS1 a TVS2 (T12) z vn strany prováděli dispečeři ČEZd a ČEPS.

První část zkoušky byla provedena dle postupu 3.1 uvedeného v této bakalářské práci. Při postupném vypínání transformátorů vlastní spotřeby TVS2 (T12), TVS1 a následném uvádění těchto strojů do provozu, působil automatický zások vlastní spotřeby v rozváděči ANH dle nastaveného programu systému Toshiba. Následovala změna provozního stavu, kdy byla provedena simulace odstavení transformátoru TVS1 z provozu. Po provedení vypnutí transformátoru TVS2 (T12) došlo k automatickému přepnutí vlastní spotřeby na záložní zdroj napájení z CD ANH4

ČEPS. Poté dispečeri provedli ve stejném okamžiku zapnutí transformátoru TVS2 (T12) a původně odstaveného transformátoru TVS1. Přibližně po jedné minutě byl systémem Toshiba sepnut spínač N12 od TVS2 (T12) a rozváděč ANH byl napájen z teriáru transformátoru T202. **Zkouška dle postupu 3.1 je vyhodnocena jako úspěšná.**

V druhé části zkoušky bylo napájení vlastní spotřeby v rozváděči ANH uvedeno do provozního stavu, kdy byl tento rozváděč napájen z CD ANH4 ČEPS. Pracovníci ČEPS provedli po uděleném souhlasu dispečera v CD ANH4 vypnutí vývodu směr ANH1/3 ČEZd. Po tomto manipulačním úkonu byl střídavý rozváděč ANH uveden do beznapětového stavu. Zároveň systém Toshiba provedl vypnutí spínače N11 v ANH1/3. Odběr elektrické energie z rozváděčů ANK a ATEP v majetku ČEZd byl zajištěn z akumulátorových baterií GBP1 a GBP2. Pracovníci ověřili funkci střídačů, nouzového osvětlení, pracoviště ŘS včetně přenosu informací na dispečink ČEZd, provozní telefon a ventilaci SF6 z vnitřních prostor rozvodny. Po 15 minutách byl na každé baterii změřen klešťovým ampérmetrem protékající proud při celkové ztrátě napětí v rozváděči ANH. Odběry elektrické energie z akumulátorových baterií byly naměřeny takto:

- GBP1 18 A
- GBP2 16 A

Poté byl proveden výpočet výdrže jednotlivých baterií dle uvedeného postupu na straně 34 této bakalářské práce. Výdrž akumulátorových baterií pracovníci vypočetli takto:

- 19,4 hodin u GBP1
- 21,8 hodin u GBP2

Změřené a vypočtené hodnoty byly zapsány do protokolu ZPK s potvrzením, že **baterie mají požadovanou kapacitu na udržení provozu po dobu minimálně dvou hodin.** V této části zkoušky nebyla nalezena anomálie, která by závažným způsobem ovlivnila provoz rozvodny během celkového výpadku střídavého napětí v rozváděči ANH.

Následně vedoucí práce oznámil na dispečink ukončení měření výdrže akumulátorových baterií a odvolání všech pracovníků z místa práce. Přistoupilo se k obnově dodávky elektrické energie do rozváděče ANH. Jako první pracovníci ČEPS obnovili napětí z CD ANH4 do ANH1/3 ČEZd. Zároveň dispečeri zapnuli transformátory TVS1 a TVS2 (T12) ze strany vn. V tomto okamžiku byly spínače N1,

N2, N11, N12 stále ve vypnutém stavu a systém Toshiba vyhodnocoval přítomnost napětí na těchto spínačích. Po jedné minutě došlo k nečekané situaci, kdy systém Toshiba vyslal zapínací impulsy na spínače N1 a N12. V tomto okamžiku byly do sebe spojeny transformátory TVS1 a TVS2 (T12). Ve spínači N1 došlo k záblesku a zapůsobením nadproudové ochrany byl spínač N1 vypnut. K sepnutí spínače N2 při tomto manipulačním kroku nedošlo. Při vzniklém záblesku byl spínač N1 poškozen a tento spínací prvek již nebylo možné použít. Transformátor TVS1 byl odstavený z provozu. Bližším zkoumáním byla zjištěna skutečnost, že během rekonstrukce rozvodny realizované v předchozích letech, došlo v rozváděči ANH1/3 až ANH1/5 k úpravám zapojení. Pracovníci při zjišťování příčiny nesprávné funkce přepnutí záskoku vlastní spotřeby našli neodborný zásah v automatickém systému Toshiba T1-40. **První dvě části zkoušky dle postupu 3.2 jsou vyhodnoceny jako úspěšné. V poslední části, kdy se zařízení uvádí do provozu, je vyhodnocení zkoušky neúspěšné.**

Zjištěné závady vedoucí práce zapsal do protokolu ZPK s termínem odstranění v co nejbližší době. O vzniklé situaci byl informován příslušný vedoucí zaměstnanec a rozhodl, že dokud nebudou závady odstraněny, bude rozváděč ANH provozován bez napájecího zdroje TVS1.

Závěr

V této bakalářské práci bylo cílem popsat funkci automatických záložních systémů vlastní spotřeby uzlové transformovny TR Chotějovice v majetku ČEZd při výpadku jednoho nebo více napájecích zdrojů.

První část práce popisuje rozdělení transformačních stanic vvn/vn ČEZd do tří kategorií a jsou zde uvedeny hlavní technické parametry venkovních rozvodů, napěťové hladiny, instalované výkonové transformátory a transformace mezi jednotlivými napěťovými hladinami v TR Chotějovice. Je zde popsán základní provozní stav napájení vlastní spotřeby a funkce automatického záskoku pomocí naprogramovaného systému Toshiba při výpadku jednotlivých napájecích zdrojů. V samostatných odstavcích jsou popsány rozváděče AC, DC vlastní spotřeby, usměrňovače, akumulátorové baterie a různé provozní režimy střídačů při ztrátě napájecího napětí, poruchy usměrňovače nebo vnitřní poruchy střídače. V práci jsou vypsány závady, které mohou nastat při výpadku AC, DC vlastní spotřeby a jejich možné příčiny.

V druhé části práce jsou navrženy dva pracovní postupy pro odzkoušení funkce automatických záložních systémů a stanovení výdrže akumulátorové baterie při ztrátě napětí. Podle těchto postupů byla provedena praktická zkouška. V případě prvního postupu uvedeném bodě 3.1 probíhalo přepínání napájecích zdrojů při výpadku napětí dle nastaveného programu Toshiba uvedeném na straně 19 této bakalářské práce. Při zkoušce dle postupu uvedeném v bodě 3.2 došlo při obnovení napětí k nesprávné funkci systému Toshiba, kdy ve stejný okamžik byly sepnuty ze strany nn transformátory TVS1, TVS2 (T12) a u TVS1 zapůsobila nadproudová ochrana. Z tohoto důvodu muselo být TVS1 dočasně odstaveno z provozu. Příčinu tohoto nestandardního působení systému Toshiba lze přičíst faktu, že tento systém byl na rozvodně instalován při rozsáhlé rekonstrukci v roce 1995. V této době bylo na rozvodně jiné složení transformátorů vlastní spotřeby. Později probíhala úprava zapojení v rozváděči ANH a změnil se i počet transformátorů vlastní spotřeby. Systém Toshiba mohl zůstat naprogramován na stav před úpravami rozváděče ANH a při funkčních zkouškách nebyl tento stav simulován.

Jelikož je vlastní spotřeba důležitá k zajištění provozu celé transformační stanice a stáří usměrňovačů, střídačů je více jak 22 let, doporučoval bych s ohledem na vyšší zajištění spolehlivosti provozu obměnu těchto zařízení.

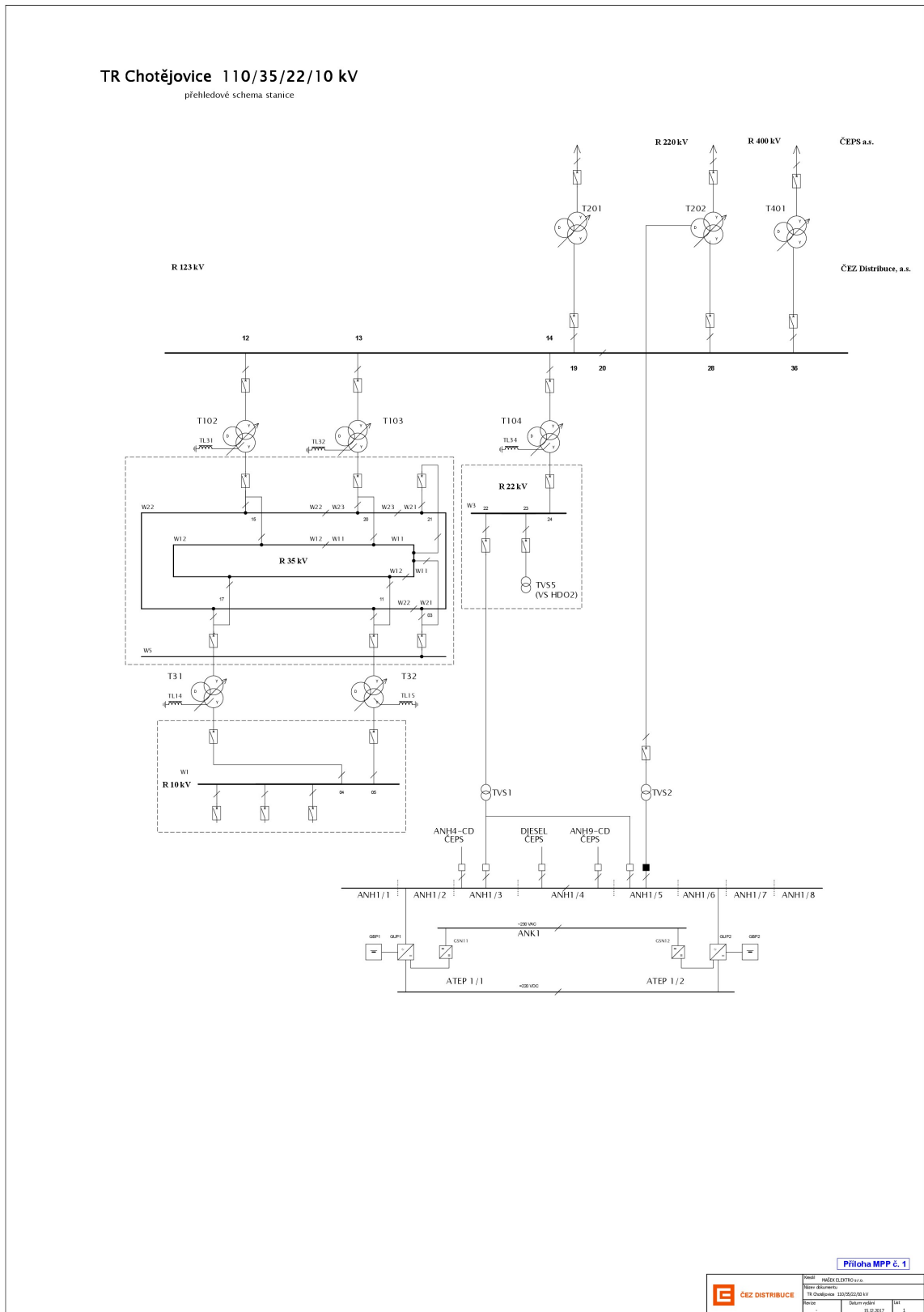
Výdrž akumulátorových baterií odpovídá stávajícímu standardu, ale do budoucna je dle nařízení komise (EU) 2017/2196 ze dne 24. listopadu 2017 počítáno s tím, že u rozvoden zařazených do kritické infrastruktury musí být zajištěn provoz při výpadku hlavních napájecích zdrojů minimálně na 24 hodin. Toto nařízení vlády vejde v platnost 18. 12. 2022. [8] Toho lze na TR Chotějovice za stávajícího odběru elektrické energie při výpadku hlavních napájecích zdrojů z akumulátorových baterií docílit zvýšením kapacity minimálně na 490 Ah na každé baterii nebo kombinací s mobilním generátorem.

Seznam literatury a informačních zdrojů

- [1] *MERTLOVÁ J., NOHÁČOVÁ L.*: Elektrické stanice a vedení. ZČU, Plzeň, 2008. 170 s. ISBN 978-80-7043-724-4.
- [2] *KOSNAR K.*: Metodika ČEZd – Koncepce elektrických stanic VVN/VN, VN/VN a VN
- [3] Návod k obsluze VARTA D400 G216/160 BWRu-Dt
- [4] *BUREŠ V.*: Místní provozní předpisy pro elektrickou stanici TR Chotějovice 400/220/110/35/22/10 kV
- [5] *LINKA*: Projektová dokumentace - Automatický záskok vl.sp. 400/230V v TR Chotějovice, EMG Plzeň, 1998
- [6] PNE 330000-6: Obsluha a práce na elektrických zařízeních pro přenos a distribuci elektrické energie
- [7] ČSN 34 1610: Elektrický silnoproudý rozvod v průmyslových provozovnách
- [8] www.eru.cz - Nařízení komise 2017/2196 ze dne 24.11.2017, kapitola 5, článek 42 – Nástroje a zařízení
- [9] <https://mapy.cz/>
- [10] www.kumer.cz/

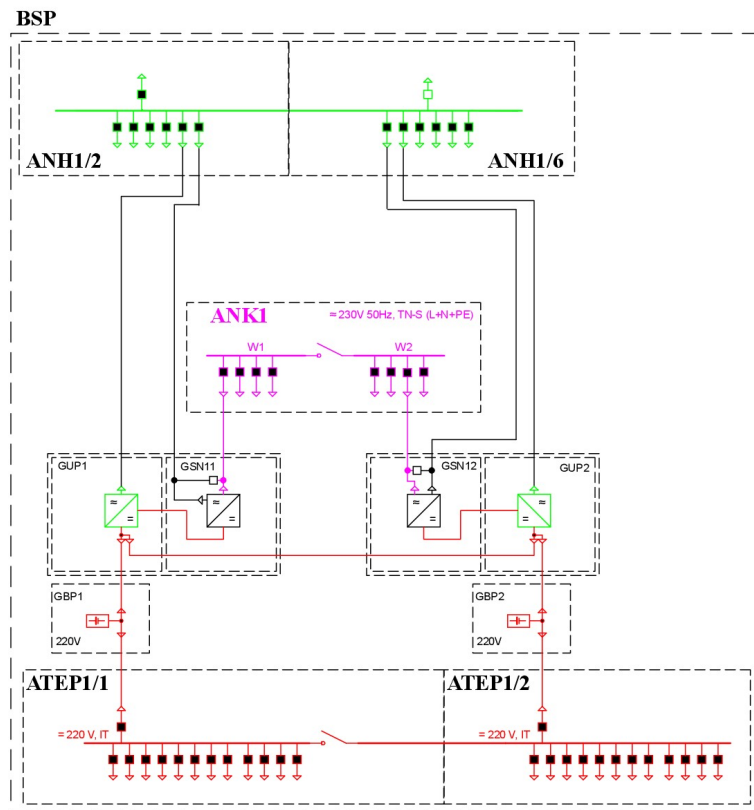
Přílohy

Příloha A: Přehledové schéma TR Chotějovice [4]




Příloha B: TR Chotějovice – přehledové schéma VS [4]

**TR Chotějovice 110/35/22/10kV
schema vlastní spotřeby**



Příloha MPP č. 3

 ČEZ DISTRIBUCE	Kreslil MAŠEK ELEKTRO s.r.o.		
	Název dokumentu TR Chotějovice - přehledové schéma VS		
	Revize	Datum vydání	List
	2016r01	30.3.2017	1

Příloha C: Základní technické údaje – napěťová soustava [4]**Rozvodna 110 kV**

Napěťová soustava	3~50 Hz, 110 kV/TT(r)
Jmenovité napětí	110 kV
Nejvyšší provozní napětí	123 kV
Jmenovitý kmitočet	50 Hz
Zkratová odolnost (1 s)	$I_{ks} = 31,5$ kA
Dynamický proud	$I_{dyn} = 80$ kA
Spojení nulového uzlu se zemí	TT (přímo uzemněný uzel)
Jmenovitý proud přípojníc	2400 A
Nadmožská výška	228 m.n.m.
Oblast znečištění	I
Námrazová oblast	N1
Pohyb vzduchu	II.

Rozvodna 35 kV

Napěťová soustava	3~50 Hz, 35 kV/IT (kompenzovaná síť)
Jmenovité napětí	35 kV
Nejvyšší provozní napětí	38,5 kV
Jmenovitý kmitočet	50 Hz
Zkratová odolnost (1 s)	$I_{ks} = 16$ kA
Dynamický proud	$I_{dyn} = 40$ kA
Spojení nulového uzlu se zemí	IT (nepřímo uzemněný uzel přes zhášecí tlumivku s max. provozem 2 hodiny při zemním spojení)
Jmenovitý proud přípojníc	2400 A
Jmenovitý proud polí	800 A

Rozvodna 22 kV

Soustava	3 ~ 50 Hz, 22 kV/IT (kompenzovaná síť)
Jmenovité napětí	22 kV
Nejvyšší provozní napětí	25 kV
Zkratová odolnost (1 s)	$I_{ks} = 16$ kA
Dynamický proud	$I_{dyn} = 40$ kA
Spojení nulového uzlu se zemí	IT (nepřímo uzemněný uzel přes zhášecí tlumivku s max. provozem 2 hodiny při zemním spojení)
Jmenovitý proud přípojníc	2400 A
Jmenovitý proud polí	800 A

Rozvodna 10 kV

Soustava	3 ~ 50 Hz, 22 kV/IT (kompenzovaná síť)
Jmenovité napětí	10 kV
Nejvyšší provozní napětí	12 kV
Zkratová odolnost (1 s)	$I_{ks} = 13,76$ kA
Dynamický proud	$I_{dyn} = 31,09$ kA
Spojení nulového uzlu se zemí	IT (nepřímo uzemněný uzel přes zhášecí tlumivku s max. provozem 2 hodiny při zemním spojení)
Jmenovitý proud přípojníc	1250 A
Jmenovitý proud polí	630 A

Příloha D: Transformátory ČEZd – základní technické údaje [4]**Transformátor T102:**

Typ	ERZ33M-0, 110±8x2%/36,75/ (23) /6,3kV, 40 MVA
Zapojení	YNyn0(d), napětí nakrátko 10,63 %
Výrobní číslo	0969339, rok výroby 2017
Chlazení nádoby	ONAN/ONAF
Olej	15 000 kg
Hmotnost celková	65 300 kg

Transformátor T103:

Typ	5ER33M, 110±8x2%/36,75/6,3kV, 40 MVA
Zapojení	YNyn0(d), napětí nakrátko 11,40 %
Výrobní číslo	944532, rok výroby 1978
Chlazení nádoby	ONAN/ONAF
Olej	20 700 kg
Hmotnost celková	75 400 kg

Transformátor T104:

Typ	8ERH33M, 110±8x2%/23/6,3kV, 40 MVA
Zapojení	YNyn0(d), napětí nakrátko 11,00 %
Výrobní číslo	944795, rok výroby 1982
Chlazení nádoby	ONAN/ONAF
Olej	19 800 kg
Hmotnost celková	76 600 kg

Transformátor T31:

Typ	TRN630036-B, 35±8x2%/10,5kV, 6,3 MVA
Zapojení	YNyn0(d), napětí nakrátko 6,50 %
Výrobní číslo	459847, rok výroby 1996
Chlazení nádoby	ONAN
Olej	3 300 kg
Hmotnost celková	16 000 kg

Transformátor T32:

Typ	1ER25F, 35±8x2%/10,5kV, 6,3 MVA
Zapojení	YNyn0(d), napětí nakrátko 6,50 %
Výrobní číslo	944795, rok výroby 1958
Chlazení nádoby	ONAN
Olej	5 350 kg
Hmotnost celková	24 105 kg

TVS2(T12)	630kVA	10/0,4kV
typ EFACEC L	vč. 000387	
chlazení nádoby	ONAN	

TVS1	630kVA	22/0,4 kV
typ DOT 630H/20	vč. 370274	
chlazení nádoby	ONAN	

