

| | | | | |
|--|--------------------------------|---------------------------|---------------------------------------|---|
| Elektroprojekt spol. s r.o. Košice | | | Číslo zákazky: 10117 | Skartovací znak: 27 |
| Názov stavby : Ekologizácia spoločnosti Martinská Teplárenská, a.s. – Zvýšenie energetickej efektívnosti a ukončenie uhoľnej prevádzky PS 03: Elektro a SR ČPS 03.1: Elektročasť pre kogeneračný zdroj | | | Prevádzkový súbor: ČPS 03.1 | Stupeň: DSP |
| Názov dokumentácie: <div style="text-align: center;"> TECHNICKÁ SPRÁVA E: Technologická časť </div> | | | | Por. číslo: <div style="text-align: center;"> S1 </div> |
| Vypracoval : Ing. Karabinoš | Schválil : Ing. Kmec | HIP : Ing. Kmec | Dátum: 02/2017 | Celkom listov: 41 |
| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 10px;"> Táto dokumentácia je obchodným majetkom firmy Elektroprojekt spol. s r.o. Košice. Žiadna časť tejto dokumentácie nesmie byť reprodukována alebo inak použitá bez písomného povolenia jej vlastníka. </div> | | | | |
| Archívne číslo: 10117-03.1-S1 | | Index: - | | List : 1. |

Obsah:

| | | |
|-------|---|----|
| 1 | Identifikačné údaje stavby a investora | 4 |
| 1.1 | Názov stavby: | 4 |
| 1.2 | Stavebník/investor: | 4 |
| 1.3 | Miesto stavby: | 4 |
| 1.4 | Kraj: | 4 |
| 1.5 | Druh stavby: | 4 |
| 1.6 | Zhotoviteľ projektovej dokumentácie: | 4 |
| 1.7 | Stupeň projektovej dokumentácie: | 4 |
| 2 | Predmet projektu | 4 |
| 2.1 | Projektové podklady | 4 |
| 3 | Rozsah projektu | 5 |
| 3.1 | Projekt rieši: | 5 |
| 3.2 | Projekt nerieši: | 5 |
| 3.3 | Charakteristika územia stavby: | 5 |
| 3.4 | Starostlivosť o životné prostredie | 6 |
| 3.5 | Trvalé a dočasné zábery pôdy | 6 |
| 3.6 | Protipožiarne zabezpečenie stavby | 6 |
| 3.7 | Odpady | 6 |
| 4 | Členenie dokumentácie prevádzkových súborov elektročasti | 6 |
| 5 | Základné technické údaje | 6 |
| 5.1 | Napäťová sústava: | 6 |
| 5.2 | Ochranné opatrenia pred úrazom elektrickým prúdom: | 7 |
| 5.2.1 | Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom – nad 1000 V | 7 |
| 5.2.2 | Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom do 1000 V | 7 |
| 5.3 | Skratové pomery : | 7 |
| 5.4 | Stanovenie vonkajších vplyvov | 7 |
| 5.5 | Stupeň dôležitosti dodávky el. energie | 7 |
| 5.6 | Napäťové pásmo pre elektrickú inštaláciu | 8 |
| 5.7 | Výkonová bilancia KGJ | 8 |
| 6 | Technické, prevádzkové a dodávateľské súvislosti | 8 |
| 6.1 | Prevádzkové súvislosti a podmienky realizácie stavby – elektročasť | 8 |
| 6.2 | Dodávateľské súvislosti elektročasti – rozhrania dodávok | 9 |
| 6.3 | Popis súčasného stavu dotknutých častí vyvedenia výkonu a napájacieho systému vlastnej spotreby | 9 |
| 7 | Popis technického riešenia elektročasti kogeneračného zdroja | 10 |
| 7.1 | Vyvedenie výkonu kogeneračného zdroja do DS 110kV – skratové pomery | 10 |
| 7.1.1 | Pripojenie KGJ – vedenie VN | 16 |
| 7.1.2 | Úpravy pre pripojenie TG3 | 17 |
| 7.1.3 | Úpravy 6 kV prepojení v uzle pripojenia KGJ | 17 |
| 7.2 | Napájanie zariadení VS nového KGJ zdroja a vyvedenie výkonu | 18 |
| 7.2.1 | Rozvádzač VN: - rozvádzač R26 | 18 |
| 7.2.2 | Transformátor T24: | 21 |
| 7.2.3 | NN rozvádzač ANG : | 23 |
| 7.2.4 | Ochranné pomôcky | 24 |
| 7.2.5 | Vnútna uzemňovacia sieť | 24 |
| 7.3 | Technické riešenie prepojenia 6 kV medzi R26 a sekundárom T125 – varianta 2 | 25 |
| 7.3.1 | Podmienky aplikácie variantného riešenia | 27 |
| 7.4 | Zhodnotenie variantných riešení pripojenia KGJ | 28 |
| 7.5 | Systém záložného napájania | 29 |
| 7.6 | Káblové trasy | 29 |
| 7.6.1 | Vonkajšie káblové trasy | 29 |

| | | |
|-------|---|----|
| 7.6.2 | Káblové trasy v priestoroch budovy KGJ | 29 |
| 7.7 | Subsystém kontroly a riadenia a elektrických ochrán elektročasti KGJ zdroja | 29 |
| 7.7.1 | Subsystém elektrických ochrán zdrojovej časti KGJ | 29 |
| 7.7.2 | Subsystém elektrických ochrán 6kV prepojení | 30 |
| 7.7.3 | Subsystém kontroly a riadenia elektročasti | 32 |
| 7.7.4 | Subsystém merania elektrickej energie | 34 |
| 7.7.5 | Väzba na subsystém T-ASDR | 35 |
| 7.7.6 | Komunikačné prepojenia | 36 |
| 8 | Zásady postupu výstavby | 36 |
| 9 | Zoznam použitých predpisov a noriem | 38 |
| 10 | Vyhodnotenie neodstrániteľného ohrozenia podľa zákona č.126 / 2006Z.z. | 38 |
| 11 | Všeobecne | 40 |

1 Identifikačné údaje stavby a investora

1.1 *Názov stavby:*

Ekologizácia spoločnosti Martinská Teplárenská, a.s. – Zvýšenie energetickej efektívnosti a ukončenie uhoľnej prevádzky

1.2 *Stavebník/investor:*

Martinská teplárenská , a.s.

1.3 *Miesto stavby:*

k.ú. Martin

1.4 *Kraj:*

Žilinský

1.5 *Druh stavby:*

Energetická stavba, výroba tepla a elektriny

1.6 *Zhotoviteľ projektovej dokumentácie:*

Elektroprojekt spol. s r.o. Košice, Jantárová 30, 04001 Košice, v subdodávke pre ECONS Energy Košice:

1.7 *Stupeň projektovej dokumentácie:*

Projekt pre stavebné povolenie – DSP

2 Predmet projektu

- Vyvedenie elektrického výkonu z novovybudovaného kogeneračného zdroja tvoreného 3-mi samostatnými jednotkami s výkonom á 12,162 MVA
- Zabezpečenie napájania zariadení vlastnej spotreby kogeneračného zdroja
- Subsystém kontroly, riadenia a elektrických ochrán elektročasti KGJ zdroja
- Subsystém merania elektrickej energie
- Väzba na subsystém „Terminál ASDR“

2.1 *Projektové podklady*

- Zadanie investora
- Dokumentácia existujúceho stavu
- Podkladová dodávateľská dokumentácia vybraných zariadení
- Platné normy a súvisiace predpisy
- Predpisy SEPS, a.s. Bratislava pre pripojenie zdrojov el. energie do systému Podporných služieb pre ES SR.

3 Rozsah projektu

3.1 Projekt rieši:

- Pre vyvedenie elektrického výkonu zo zdroja KGJ:
 - novú skriňovú rozvodňu 6 kV – R26
 - káblové VN prepojenie medzi jednotkami KGJ a R26
 - 6 kV vedenie izolovanými rúrovými vodičmi medzi R26 a T125
 - úpravy v zapojení 6 kV TR110/6 kV (T125) pre pripojenie KGJ a TG3
- Pre zabezpečenie napájania zariadení vlastnej spotreby KGJ:
 - Transformátor T24, 6/0,4 kV
 - Hlavný NN rozvádzač ANG – 0,4 kV
 - Podružné rozvádzače pre jednotlivé KGJ
 - Napájací systém DC 24 V (ako súčasť dodávky KGJ)
 - Napájací systém DC 220 V (ako súčasť dodávky KGJ)
 - Záložné napájanie zo systému elektro – III. etapy
- Pre systém kontroly a riadenia zariadení elektročasti zdroja KGJ:
 - Nový riadiaci a informačný systém (RIS)
 - Ochranné a riadiace terminály pre VN privody a vývody R26
 - spoločnú jednotku RTU pre pripojenie signálov z ostatných častí elektro (0,4kV, DC 24V, DC 220V,...)
 - komunikačné pripojenia
- Pre subsystém merania elektrickej energie:
 - Nový elektromerový rozvádzač, vrátane elektromerov, ich pripojenia a rozširujúcej jednotky DT 300 pre existujúci systém ENER G 600.
- Pre väzbu na terminál T-ASDR:
 - Definovanie požiadaviek na signálové (dátové) rozhranie jednotiek KGJ, ktoré má byť súčasťou dodávky jednotiek KGJ
 - Definovanie požiadaviek na rozšírenie existujúceho systému T-ASDR, ktoré je potrebné pre pripojenie zdroja KGJ do systému “podporných služieb pre ES SR”. Rozšírenie systému bude realizované mimo tejto stavby – ako súvisiaca služba.

3.2 Projekt nerieši:

- Stavebné objekty zdroja KGJ
- Konštrukciu mosta pre 6kV rúrové vedenie
- Rozšírenie T-ASDR (súvisiaca služba)
- Systém kontroly a riadenia strojno- technologickej časti KGJ

3.3 Charakteristika územia stavby:

Navrhované elektrické zariadenia ako súčasť novobudovaného zdroja KGJ sa nachádzajú v areáli existujúceho zdroja tepelnej a elektrickej energie – Tepláreň Martin.

3.4 Starostlivosť o životné prostredie

Samotná stavba je realizovaná za účelom ekologizácie zdrojov tepla a elektrickej energie v Teplárni Martin. Nový zdroj KGJ nahradí staršie výrobné jednotky, ktoré majú negatívny vplyv na životné prostredie. Stavba počas výstavby ani počas prevádzky nebude mať negatívny vplyv na životné prostredie.

3.5 Trvalé a dočasné zábery pôdy

Navrhovaná stavba je realizovaná v existujúcom areáli Tp Martin, ktorý je určený k danému účelu, preto nie sú potrebné nové zábery pôdy.

3.6 Protipožiarne zabezpečenie stavby

Priestory, v ktorých budú inštalované zariadenia tohto ČPS sú rozdelené do samostatných požiarnych úsekov – vid' „Projekt požiarnej ochrany“. Jednotlivé požiarne úseky budú oddelené protipožiarnymi prepážkami s požadovanou požiarnou odolnosťou.

3.7 Odpady

S odpadom, ktorý vznikne pri realizácii stavby, sa bude zaobchádzať v náväznosti na Zákon 223/2001 o odpadoch, jeho zmien a doplnení a s poukazom na Vyhlášku MŽP SR 284/2001 Z.z. „Katalóg odpadov“ – o vykonaní niektorých ustanovení zákona o odpadoch, ktoré upravujú povinnosti a práva pri predchádzaní vzniku odpadov a pri nakladaní s odpadmi.

4 Členenie dokumentácie prevádzkových súborov elektročasti

- PS 03: Elektro a SR
 - ČPS 03.1: Elektročasť pre kogeneračný zdroj
 - ČPS 03.2: Systém riadenia pre kogeneračný zdroj (predmet riešenia a dodávok dodávateľa KGJ)
 - ČPS 03.3: Elektročasť pre horúcovodnú kotolňu
 - ČPS 03.4: Systém riadenia pre horúcovodnú kotolňu (predmet riešenia a dodávok dodávateľa KGJ)

Podružné technologické elektrorozvádzače a elektrické rozvody k technologickým prvkom a pohonom sú predmetom technologických PS 01.

5 Základné technické údaje

5.1 Napätová sústava:

NN strana:

- 3/PEN AC 50 Hz 230/400 V, TN-C
- 3/PE/N AC 50 Hz 230/400 V, TN-C-S
- 1/PE/N AC 50 Hz 230 V, TN-C-S
- DC 24 V / IT, PELV
- 2/PE DC 110V / IT

VN strana:

3 AC 50Hz 6 300V, IT – sústava s izolovaným nulovým bodom

VVN strana:

3 AC 50Hz 110 000V, TT – sústava s priamo uzemneným nulovým bodom

5.2 Ochranné opatrenia pred úrazom elektrickým prúdom:

5.2.1 Ochrana pred úrazom elektrickým prúdom – nad 1000 V

Podľa STN EN 61936-1:2011-08 :

- Opatrenia na ochranu pred priamym dotykcom: (čl. 8.2.2),
 - ochrana umiestnením mimo dosahu
 - ochrana ochrannou zábranou
 - ochrana krytom
- Prostriedky na ochranu osôb pri nepriamom dotyku (čl. 8.3)
 - ochrana uzemnením

5.2.2 Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom do 1000 V

Podľa STN 33 2000-4-41 :

- Základná ochrana (ochrana pred priamym dotykcom) – čl. 411.2
 - základná izolácia živých častí – Príloha A.1
 - zábrany alebo kryty – Príloha A.2
 - umiestnením mimo dosahu – Príloha B.3
- Ochrana pri poruche (ochrana pred nepriamym dotykcom)
 - ochranné uzemnenie a ochranné pospájanie – čl. 411.3.1
 - samočinné odpojenie napájania pri poruche – systém TN – čl. 411.3.2, 411.4
 - samočinné odpojenie napájania pri poruche – systém IT – čl. 411.3.2, 411.6
- Ochranné opatrenie: malým napätím SELV a PELV – čl. 414
- Doplnková Ochrana : prúdové chrániče (RCD) – čl. 415.1

5.3 Skratové pomery :

Napäťová hladina 110 000 V :

- ❖ Stanovené hodnoty skratových pomerov na strane napájania vvn z napájacej stanice ES Martin, v bode pripojenia T125, vedenia V7741 sú:
 - 3-pólový skratový prúd I_{K3} = 7,4 kA,
 - doba trvania skratu na prívodnom vedení do transformovne je daná nastavením skratovej ochrany vývodu na ES v závislosti na reakčný čas vypnutia vypínača:
 - čas vypnutia skratu..... t_K = 0,4 s,
 - čas vypnutia nadprúdu..... t_P = 2 s,

Napäťová hladina 400 V :

Skratové pomery na NN strane transformátora 630 kVA, 6/0,4 kV, Dyn1, uk=6%, Po=1100 W, Pk=7100 W, miesto skratu hlavný rozvádzač R0,4 - ANG:

I_k = 14,9 kA - začiatkový rázový skratový prúd (efektívna hodnota)
 i_p = 33,4 kA – nárazový (špičkový) skratový prúd

5.4 Stanovenie vonkajších vplyvov

Posúdenie vonkajších vplyvov pre priestory, ktoré sú predmetom ČPS elektro-časti v zmysle ustanovení normy STN 33 2000-5-51: 2010 je uvedené v protokole č. 01/2017_16P030, ktorý je súčasťou tejto dokumentácie.

5.5 Stupeň dôležitosti dodávky el. energie

Podľa STN 341610 - stupeň III (§ 16107)

5.6 Napäťové pásmo pre elektrickú inštaláciu

Podľa STN 330110 - pásmo II

5.7 Výkonová bilancia KGJ

Výroba elektrickej energie:

Čistý inštalovaný elektrický výkon KGJ : $P_{KGJ} = 29,19 \text{ MW}$

Predpokladaná ročná výroba elektrickej energie:

- $A_{KGJ} = (P_{KGJ} \times h) = 233,52 \text{ GWh/rok}$ ($h = 8000$)

Spotreba elektrickej energie:

Pri výpočte je uvažované s ustáleným stavom - chodom spotrebičov napájaných z rozvádzača ANG a technologickej časti vlastnej spotreby podľa výkonovej bilancie.

Technologická vlastná spotreba:

$P_i = 246 \text{ kW}$ $\beta = 0,55$ $P_p = 135 \text{ kW}$

Elektroinštalácia:

$P_i = 100 \text{ kW}$ $\beta = 0,75$ $P_p = 75 \text{ kW}$

Energetická bilancia – vlastná spotreba :

Celkový inštalovaný príkon spotrebičov - $P_i = 346 \text{ kW}$

Celkové výpočtové zaťaženie - $P_p = 210 \text{ kW}$

6 Technické, prevádzkové a dodávateľské súvislosti

6.1 Prevádzkové súvislosti a podmienky realizácie stavby – elektročasť

Nový kogeneračný zdroj bude pripojený do existujúcich rozvodov vyvedenia výkonu TG3, v priestoroch rozvodne R25. Budú doplnené odpájače Q13 na privode od KGJ a Q12 na privode od TG3 (viď výkres „Jednopolová schéma pripojenia KGJ“).

Prevádzkové možnosti:

1. Zopnutý Q13, vypnutý Q12, zopnutý Q11 - KGJ pripojená na T125, TG3 pripojená cez R25 do T127
2. Zopnutý Q13, zopnutý Q12, vypnutý Q11 – KGJ pracuje do vlastnej spotreby R25 so zníženým (obmedzeným) výkonom max. 16MVA, prebytok do nadradenej sústavy cez T127, TG3 vyp. Stav, kedy bude T125 v údržbe, príp. poruche.
3. Porucha, resp. údržba T127, KGJ a TG3 pracujú paralelne do T125 a cez R25 do vlastnej spotreby. TG3 s obmedzeným výkonom, aby neboli presiahnuté nominálne hodnoty T125.

Zopnutý Q11, Zopnutý Q12, Zopnutý Q13, Zopnutý QM11 – R25, Vypnutý Q6.1 - T127

4. Vypnutý odpojovač Q4, t.j. TG3 je odstavený a výkon z KGJ (R26) je vyvedený do T125 a do R25

Z hľadiska skratových pomerov je najhorší stav 3 – paralelná spolupráca TG3 a KGJ. V tomto prípade je najviac namáhaný prepój na reaktor L1. Skratové pomery s príspevkom od motorov NN a VN z existujúcich častí Teplárne Martin aj novoinštalovaných zariadení budú zhodnotené v realizačnom projekte, pričom budú zohľadnené demontované pôvodné zariadenia (motory NN a VN) podľa reálneho stavu v dobe realizácie stavby.

V prípade, že existujúca konštrukcia tohto pásového vedenia nebude vyhovujúca pre skutočné skratové namáhanie podľa realizačného projektu, bude tento úsek pásového vedenia konštrukčne upravený tak, aby vyhovoval týmto skratovým pomerom. Napr. doplnené podpory vedenia, zosilnenie nosnej ocelevej konštrukcie vedenia a pod. Tieto úpravy sú zahrnuté do predmetu stavby.

Skratové pomery v bode pripojenia KGJ v takomto prípade budú $I_{k3}=74,4$ kA, $i_p=199,8$ kA.

Z dôvodu možnej paralelnej prevádzky KGJ a TG3 je nutné inštalovať rozvádzač vyvedenia výkonu KGJ – R26 na nasledovné skratové pomery – $I_{k3}=53,3$ kA, $i_p=140,3$ kA.

6.2 Dodávateľské súvislosti elektročasti – rozhrania dodávok

Súčasťou dodávok technológie KGJ (ČPS 01.1 – Kogeneračné jednotky) bude aj elektro príslušenstvo KGJ v rozsahu:

- Rozvádzače výstupu a nuly generátorov KGJ s príslušenstvom
- Komponenty elektrických ochrán sústrojenstiev KGJ a ich výstupných pripojovacích vedení
- Komponenty systému kontroly a riadenia v rozsahu:
 - Ovládacie panely jednotlivých kogeneračných jednotiek (3x)
 - Spoločný ovládací panel
 - Počítačový riadiaci systém technológie kogeneračného zdroja
 - Komponenty napájacieho systému:
 - Systém DC 24V, napájaný zo záložného zdroja tvoreného nabíjacím zariadením a stacionárnou batériou. Kapacita batérie bude 760 Ah.
Záložný systém DC 24V bude slúžiť na napájanie ovládacích, automatizačných a ochranných systémov zdrojovej časti KGJ.
 - Systém DC 220V, napájaný zo záložného zdroja tvoreného nabíjacím zariadením a stacionárnou batériou. Kapacita batérie bude 125 Ah.
Záložný systém DC 220V bude slúžiť na napájanie ovládacích, automatizačných a ochranných systémov elektrorozvodne.

6.3 Popis súčasného stavu dotknutých častí vyvedenia výkonu a napájacieho systému vlastnej spotreby

Výstavbou kogeneračného zdroja sú dotknuté časti systému elektro vybudované v tzv. IV. etape Teplárne Martin:

- T125 – transformátor 110/6 kV, 40 MVA, na ktorý je v súčasnosti pripojené:
 - TG3 – 40 MVA, cez generátorový vypínač
 - 6kV rozvodňa R25 (2500A) cez reaktor L1 ($I_n=2500$ A)
- T127 – transformátor 110/6 kV, 16 MVA, na ktorý je v súčasnosti pripojené:

- 6kV rozvodňa R25 1. sekcia (2500A)
- vývod na 6kV rozvodňu II. Etapy cez reaktor L2 (1250A)
- Z rozvodne R25 sú napájané vn a nn rozvody, vrátane TR 6kV/0,4 kV pre technológiu IV. Etapy Teplárne Martin

Zariadenia elektro IV.etapy sú monitorované a ovládané z:

- elektromechanického ovládacieho a signalizačného systému v elektrovelíne, poruchy sú vyvedené do tabla poruchovej signalizácie. (Do riadiacieho a ovládacieho systému Microscada je vyvedená r 22kV – II.etapa. V súčasnosti je tento systém naplnený a nerozšíriteľný)
- Terminál Automatizovaného systému dispečerského riadenia (T-ASDR), cez ktorý sú zdroje elektrickej energie Teplárne Martin TG2 a TG3 pripojené do systému poskytovania podporných služieb (PpS) pre prenosovú sústavu SEPS, a.s. T-ASDR poskytuje ako službu externá firma Energodata spol. s r.o. Žilina a je komunikačne pripojený do príslušných komunikačných a riadiacich subsystémov na pracovisku SED Žilina.
- Subsystém merania elektrickej energie „RB“ – jednotlivé elektromery z rozvodní 6 kV a 22kV zdrojov TG2 a TG3 v Martinskej teplárni sú komunikačne pripojené do riadiacej jednotky DT 200. Jednotka DT200 je umiestnená v priestore velínu elektro. Jednotka DT100 je umiestnená na velíne 110kV a komunikačne sú pripojené oba jednotky do systému Energ600, ktorého centrála je umiestnená na tepelnom velíne Martinskej teplárne.

7 Popis technického riešenia elektročasti kogeneračného zdroja

7.1 Vyvedenie výkonu kogeneračného zdroja do DS 110kV – skratové pomery

Pre pripojenie výkonu 28,19 MVA kogeneračného zdroja bude využitý existujúci transformátor T125 (40MVA), cez ktorý je v súčasnosti pripojený zdroj TG3 (40MVA). V prípade odstávky T125 bude prevádzka KGJ s obmedzeným výkonom 16MVA vyvedená cez R25 do T127.

Kedže je požadovaná aj paralelná prevádzka TG3 s novým KGJ zdrojom, boli vykonané potrebné výpočty pre dimenzovanie VN prepojení a účinkov skratových prúdov.

Uvažované vstupné parametre pri výpočte skratových pomerov:

| Elektrické parametre generátorov | TG3 | KGJ |
|--|------|------|
| Menovitý zdanlivý výkon (MVA) | 40 | 12,5 |
| Menovité napätie (kV) | 6,3 | 6,3 |
| Menovitý účinník | 0,8 | 0,8 |
| Nasýtená pomerná rázová reaktancia v pozdĺžnej osi - x_d'' (%) | 14,1 | 12 |

| Elektrické parametre transformátorov | T125 | T127 |
|--------------------------------------|---------|---------|
| Menovitý zdanlivý výkon (MVA) | 40 | 16 |
| Menovité napätie (kV) | 121/6,3 | 110/6,3 |
| Menovité napätie nakrátko (%) | 10,95 | 10,3 |
| Regulácia primárneho napätia (%) | ±5% | ±8x2% |

| Elektrické parametre vedení: | | | | | |
|------------------------------|--------|--|-----------|----------|-----------------------|
| Typ vedenia | odkiaľ | kam | Dĺžka (m) | R (Ω/km) | X _L (Ω/km) |
| 240 AlFe | R110 | T125 | 125 | 0,121 | 0,392 |
| E-Al-MgSi 0,5 – 4 000A | R26 | Pásové vodiče vyvedenia výkonu TG3 | 180 | 0,003 | 0,12 |
| 2×3×1×400 10-CXEKCE | KGJ1 | R26 | 75 | 0,047 | 0,097 |
| 2×3×1×400 10-CXEKCE | KGJ2 | R26 | 60 | 0,047 | 0,097 |
| 2×3×1×400 10-CXEKCE | KGJ3 | R26 | 50 | 0,047 | 0,097 |

Základné uvažované údaje zdrojovej časti:

Alternátor:

| | |
|--|------------|
| ➤ typ | synchrónny |
| ➤ zdanlivý menovitý výkon S _{max} (kVA) | 12162 |
| ➤ menovité napätie (V) | 6300 |
| ➤ menovitý prúd (A) | 1115 |
| ➤ menovitý faktor výkonnosti | 0,8 |
| ➤ menovitá frekvencia (Hz) | 50 |
| ➤ otáčky (Rpm) | 750 |

Kontrola dimenzovania zariadení podľa skratových pomerov:

V prípade všetkých výpočtov boli zanedbané príspevky skratových prúdov od VN a NN motorov. Na základe výsledkov výpočtov veľkosti maximálnych hodnôt skratových prúdov sú maximálne príspevky I_{k3}'' od vonkajšej siete, TG3, resp. KGJ bez uvažovania reaktora L3 nasledovné:

- trojfázový skrat na 6,3 kV strane T125:
 - maximálny príspevok I_{k3}'' od vonkajšej siete - 30,2 kA
 - maximálny príspevok I_{k3}'' od TG3 - 28,1 kA
 - maximálny príspevok I_{k3}'' od R26 - 26,1 kA
- trojfázový skrat na prípojnici R26:
 - maximálny príspevok I_{k3}'' iba od vonkajšej siete – 26,0 kA
 - maximálny príspevok I_{k3}'' od vonkajšej siete a TG3 – 44,3 kA
 - maximálny príspevok I_{k3}'' od 3×KGJ – 30,4 kA (maximálny príspevok I_{k3}'' od 1×KGJ – 10,1 kA)

Na základe výsledkov výpočtov skratových pomerov by pri spoločnej prevádzke TG3 a troch plánovaných KGJ, vyvedených do spoločného bodu, došlo k prekročeniu maximálnych dovolených skratových prúdov (najmä nárazových) existujúcich zariadení - rozvádzača R25, generátorového vypínača TG3 – QM1.1 ako aj prekročenie skratových pomerov pre navrhovaný štandardný VN rozvádzač vyvedenia výkonu KGJ v priestoroch rozvodne KGJ. Pre účely dodržania dovolených skratových prúdov boli realizované výpočty parametrov reaktora L3 pre nasledovné režimy prevádzky:

- prevádzka 3×KGJ bez prevádzky TG3
- prevádzka 3×KGJ so súčasnou prevádzkou TG3

Uvažované bolo s rázovou reaktanciou v pozdĺžnej osi KGJ 12 %. Jednotlivé výpočty boli realizované v súlade s normou STN EN 60909-0:

❖ Hodnoty skratových prúdov pri skrate na 6,3 kV strane T125:

| | Bez reaktora L3 | | Návrh reaktora L3 s $I_n=3500$ A | | |
|--------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|-----------------|------------|
| | I_{k3}'' (kA) | i_p (kA) | $u_k(\%)$ | I_{k3}'' (kA) | i_p (kA) |
| Prevádzka 3x KGJ bez TG3 | 56,3 | 152,4 | 8,0 | 47,2 | 129,8 |
| | | | 11,5 | 44,9 | 124,5 |
| Prevádzka 3x KGJ s TG3 | 83,6 | 222,3 | 8,0 | 74,4 | 199,8 |
| | | | 14,0 | 70,9 | 191,0 |

❖ Hodnoty skratových prúdov pri skrate na 6,3 kV na prípojnici R26:

| | Bez reaktora L3 | | Návrh reaktora L3 s $I_n=3500$ A | | |
|--------------------------|-----------------|------------|----------------------------------|-----------------|------------|
| | I_{k3}'' (kA) | i_p (kA) | $u_k(\%)$ | I_{k3}'' (kA) | i_p (kA) |
| Prevádzka 3x KGJ bez TG3 | 56,3 | 150,4 | 8,0 | 47,2 | 124,9 |
| | | | 11,5 | 45,0 | 118,7 |
| Prevádzka 3x KGJ s TG3 | 74,2 | 196,2 | 8,0 | 53,3 | 140,3 |
| | | | 14,0 | 47,3 | 124,1 |

V súčasnosti (pri prevádzke iba TG3) sú pri trojfázovom skrate na 6,3 kV strane T125 nasledovné skratové pomery: $I_{k3}''=57,5$ kA a $i_p=155,5$ kA.

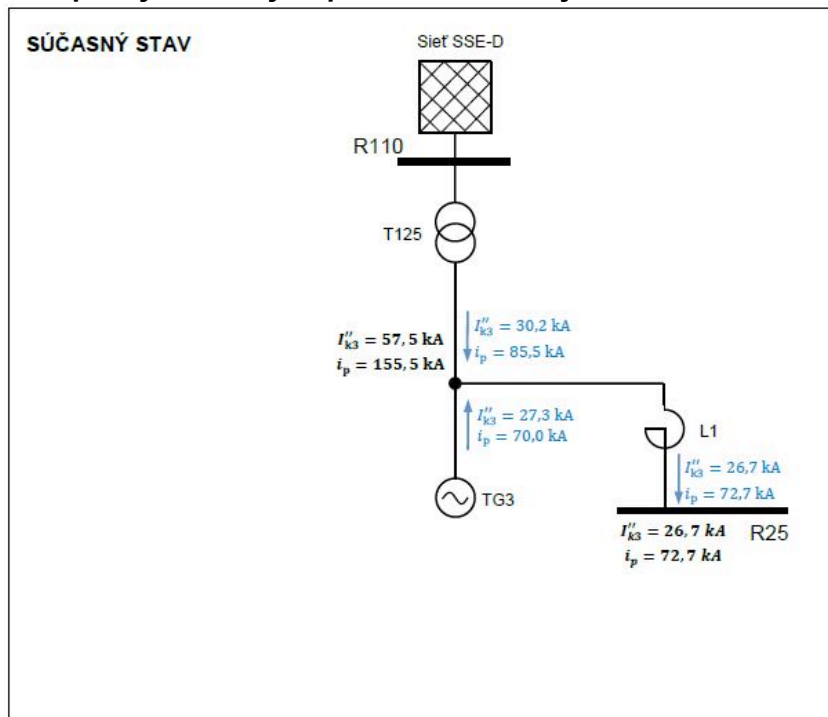
Z výsledkov skratových výpočtov vyplýva, že pre prevádzkový režim súčasnej (paralelnej) prevádzky TG3 a 3xKGJ, ktorý prevádzkovateľ požaduje, sú potrebné komplikované a ekonomicky náročné riešenia vedúce k dodržaniu skratových odolností elektrických zariadení novoinštalovaných a čiastočne aj existujúcich zariadení. Navyše, pri prevádzke reaktorov s $u_k \geq 10\%$, vznikajú na takomto reaktore pomerne vysoké straty činného výkonu ako aj veľké úbytky napätia aj za normálnej prevádzky.

Nižšie sú uvedené skratové príspevky od jednotlivých zdrojov v prípade bez použitia reaktora a príspevky pri použití reaktora L3 s $u_k=8\%$ a $u_k=14\%$.

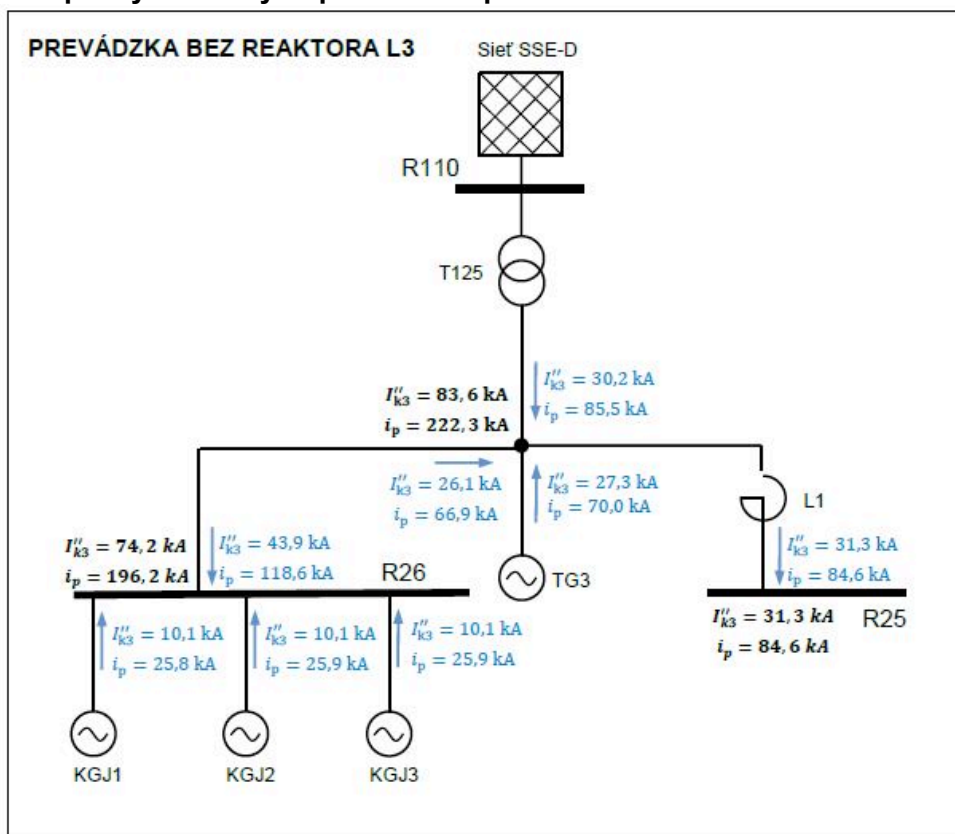
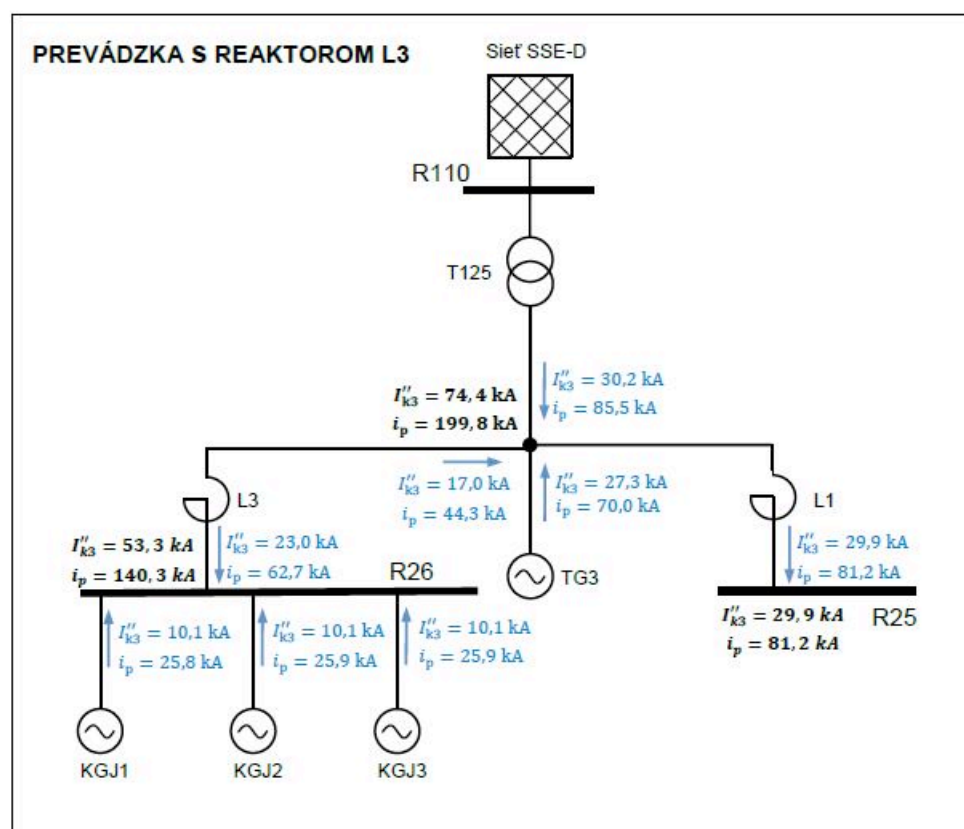
Všetky navrhované zariadenia sú dimenzované na najnepriaznivejší stav a účinky skratových prúdov.

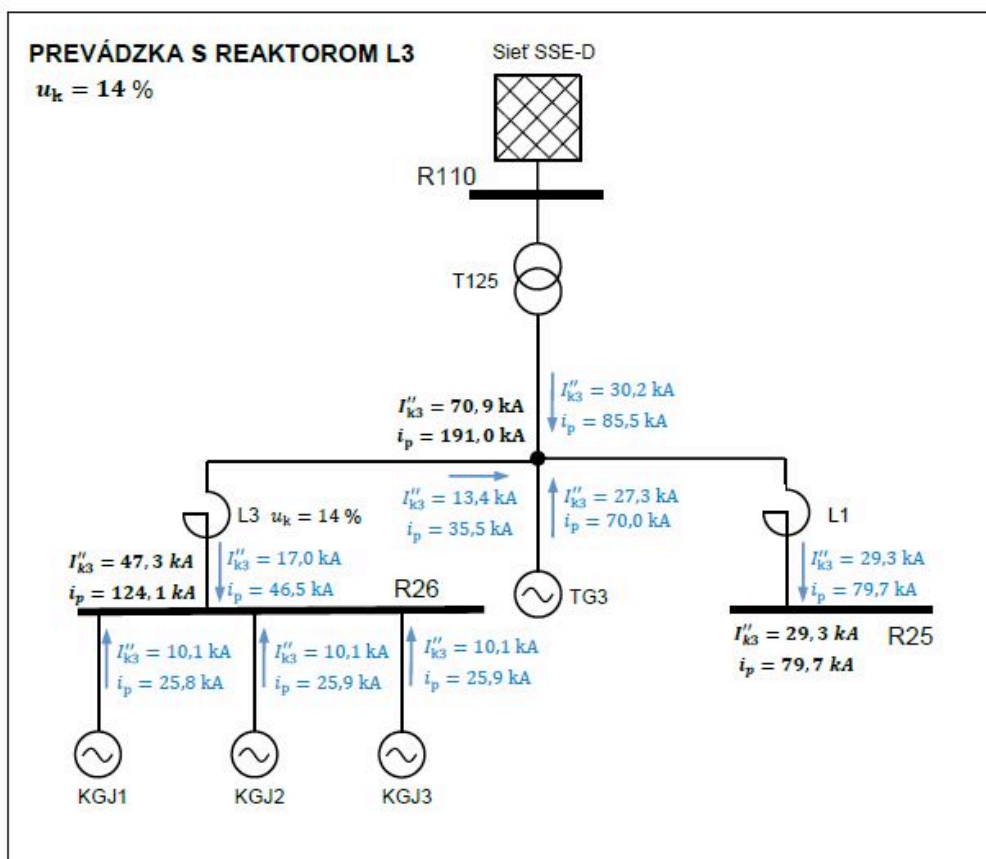
Existujúce zariadenia v pôvodnom VN rozvode vývodu TG3, na ktorý sa pripája vyvedenie výkonu 3xKGJ sa musia skontrolovať vzhľadom na zvýšené skratové zaťaženie po pripojení KGJ.

Príspevky skratových prúdov – súčasný stav:



Príspevky skratových prúdov bez použitia reaktora:

Príspevky skratových prúdov s použitím reaktora s $u_k=8\%$:

Príspevky skratových prúdov s použitím reaktora s $u_k=14\%$:Prevádzka s pripojením KGJ do T125 – blokovaná paralelná prevádzka s TG3:

V prípade prevádzky iba 3xKGJ (KGJ pripojená na T125, TG3 pripojená cez R25 do T127) - zopnutý Q13, vypnutý Q12 - budú skratové hodnoty pri trojfázovom skrate na 6,3 kV strane T125 v existujúcom VN rozvode nižšie ako súčasné pomery aj bez reaktora L3.

Na strane vyvedenia výkonu z KGJ by boli však prekročené skratové pomery štandardného VN rozvádzača. Pre dodržanie dimenzovaných skratových parametrov navrhovaného VN rozvádzača vyvedenia výkonu KGJ - R26 je potrebná inštalácia reaktora L3. Z tohto dôvodu odporúčame inštalovať medzi spoločný bod pripojenia T125, VS a R26 reaktor L3 s menovitými parametrami $I_n=3\,500 \text{ A}$ a $u_k=8 \%$.

V prípade blokovania súčasnej prevádzky KGJ a TG3 je tento návrh hľadiska skratových pomerov v existujúcej sieti vyhovujúci.

Parametre navrhovaných zariadení:

- Reaktor L3 : $I_n = 3500 \text{ A}$, $u_k=8\%$
- VN rozvádzač R26: $I_n=4000 \text{ A}$, $I_{th}=50 \text{ kA}$, $I_{dyn}=125 \text{ kA}$

Zhodnotenie:

Inštalácia štandardných zariadení, bez úpravy existujúcich VN zariadení, obmedzené prevádzkové možnosti.

Prevádzka s možnosťou paralelnej prevádzky KGJ a TG3:

V prípade paralelnej prevádzky 3xKGJ a TG3 - budú hodnoty skratových prúdov pri trojfázovom skrate na 6,3 kV strane v existujúcom VN rozvode vyššie, ako sú dimenzované existujúce zariadenia. Pre obmedzenie skratových príspevkov od navrhovaného zdroja KGJ je možné použiť reaktor, obmedzovač skratových prúdov alebo obmedzovač skratových prúdov v kombinácii s reaktorom.

a) Variant 1: Paralelná prevádzka KGJ a TG3 s inštalovaným reaktorom: -základný technický návrh

➤ L3 s uk = 8%:

V prípade inštalácie reaktora L3 s uk=8%, ako v prípade prevádzky bez TG3, by muselo dôjsť k zvýšeniu skratovej odolnosti existujúcich zariadení ako aj navrhované zariadenia by museli byť dimenzované na vyššie skratové prúdy.

○ Prekročenie skratových odolností existujúcich zariadení:

- Rozvádzač R25 dimenzovaný na $I_{th}=31,5\text{kA}$ a $I_{dyn} = 80\text{kA}$ - nárazový skratový prúd pri skrate $i_p=81,2\text{ kA!!}$
- Výmena vypínača QM1.1 (generátorový TG3) – nárazový skratový prúd pri skrate pred vypínačom $i_p=129,8\text{ kA} > \text{dynamický prúd vypínača } I_{dyn}= 125\text{ kA!!}$
- Kontrola dimenzií odpojovačov Q4 a Q6.1
- Kontrola skratových odolností pásových vodičov existujúceho vývodu TG3 a odbočky na R25. Požadované hodnoty $I_{th} = 80\text{kA}$, $I_{dyn} = 200\text{ kA}$

○ Navrhované zariadenia:

- Rozvádzač R26 musí byť dimenzovaný na min. hodnoty $I_{th}=63\text{ kA}$, $I_{dyn} = 160\text{ kA}$. Špecifický rozvádzač s vyššou skratovou odolnosťou.

➤ L3 s uk = 14%:

Pre obmedzenie skratových prúdov na úroveň, kedy by príspevky od navrhovaného zdroja KGJ neohrozili existujúce zariadenia – z hľadiska dodržania skratových dimenzií existujúcich zariadení – potrebná inštalácia reaktora L3 s min. uk=14%. Aj v takomto prípade by došlo k zvýšeniu skratových pomerov v existujúcej sieti:

○ Existujúce zariadenia:

- Existujúci rozvádzač R25, generátorový vypínač TG3 – vyhovuje skratovou odolnosťou
- Kontrola dimenzií odpojovačov Q4 a Q6.1
- Kontrola skratových odolností pásových vodičov existujúceho vývodu TG3 a odbočky na R25. Požadované hodnoty $I_{th} = 80\text{kA}$, $I_{dyn} = 200\text{ kA}$

○ Navrhované zariadenia:

- Rozvádzač R26 dimenzovaný na $I_{th}=50\text{ kA}$, $I_{dyn} = 125\text{ kA}$. Štandardná rada vzduchových rozvádzačov.

V prípade inštalácie reaktora s vysokým uk (%), odporúčame realizovať aj výpočty napäťových a prúdových (resp. výkonových) pomerov v ustálenom stave za normálnej prevádzky a preveriť skratovú odolnosť vedení v spoločnom bode pripojenia T125, VS, TG3 a R26 v zmysle bodu 7.1 tejto správy.

Základný návrh technického riešenia pripojenia výkonu nového zdroja 3xKGJ do distribučnej sústavy popísaný nižšie v bodoch 7.1 a 7.2 využíva zariadenia s príslušnou skratovou odolnosťou aj s prípadnými úpravami existujúcich pásových prepojení na 6kV strane T125 – podľa detailného riešenia v realizačnom projekte.

b) Variant 2: Paralelná prevádzka KGJ a TG3 s inštalovaným obmedzovačom skratového prúdu

Jedná sa o inštaláciu obmedzovača skratového prúdu do 6 kV prepojenia medzi R26 (6kV) a sekundárom T125.

Týmto riešením by bolo možné:

- Inštalovať R26 (6kV) sa skratovou odolnosťou do 50kA
- Vylúčiť inštaláciu reaktora L3, t.j. zníženie investičných nákladov ale najmä prevádzkových v podobe strát elektrickej energie na tomto reaktore.
- Skratová odolnosť existujúcich zariadení by nebola prekročená.

Pre návrh tohto technického riešenia je však potrebné spracovať podrobný realizačný projekt a súvisiace výpočty aj s väzbami na parametre elektrických zariadení existujúcej časti Tp Martin, ktoré reálne ostanú v prevádzke po výstavbe zdroja KGJ. Tieto práce sú nad rámec dokumentácie pre stavebné povolenie (DSP).

Technické riešenie tejto varianty je popísané v kapitole 7.3.

Pri prevádzke reaktorov s $uk \geq 10$ %, vznikajú na takomto reaktore vysoké straty činného výkonu ako aj veľké úbytky napätia za normálnej prevádzky, je možné zapojiť obmedzovač prúdu aj paralelne k reaktoru L3. V normálnom prevádzkovom stave by tok prúdu bol cez obmedzovač (na reaktore nevznikali straty), po pôsobení obmedzovača pri skrate a do doby repasácie vložky obmedzovača, by mohol byť vývod prevádzkovaný cez reaktor so zvýšenými stratami.

V prípade inštalácie obmedzovača skratových prúdov bez reaktora sa skratové pomery v pôvodnej sieti nezmenia, prípadne len málo významne. VN rozvádzač R26 bude možné dimenzovať na príspevok od VN siete: $I_{k3} = 44,4 \text{ kA}$, $i_p = 119,9 \text{ kA}$.

Technické riešenie tejto varianty je popísané v kapitole 7.3. Z hľadiska dokumentácie DSP sa jedná iba o konštrukčný detail, ktorý bude riešiť vybraný dodávateľ technológie v rámci realizačného projektu.

7.1.1 Pripojenie KGJ – vedenie VN

Vzhľadom na uvedené výsledky výpočtov je navrhnuté nasledovné technické riešenie pripojenia nového KGJ zdroja do DS:

- VN prepojenie KGJ do novej R26:

Prepojenie KGJ s rozvádzačom R26 bude riešené paralelnými VN káblami typu 2x (10-CXEKCE 3x(1x400)) uloženými v priestore strojovne KGJ v káblovom kanále na káblových lávkach. Káblové lávky budú vyzbrojené izolačnými prepážkami, odolávajúcimi el. oblúku. V trase budú káble upevnené káblovými príchytkami, v odstupoch podľa normy STN 341050. VN káble budú ukončené VN káblovými koncovkami.

- VN prepojenie R26 – pásové vodiče T125:

Vyvedenie výkonu KGJ s inštalovaným výkonom 28,19 MW bude realizované VN prípojkou tvorenou izolovanými rúrovými vodičmi s $I_n = 4000\text{A}$. Rúrové vodiče budú vedené vo voľnom priestranstve na navrhovanom moste, vo výške min. 5,6 m nad voľným terénom. V trase vn vývodu, v prípade variantu 1, bude do vedenia vložený reaktor L3.

V priestore budovy výrobného bloku, budú rúrové vodiče pokračovať na stene v priestore rozvodne R25 a cez odpájač Q13 bude VN vývod pripojený na existujúce pásové vedenie pred existujúci odpájač Q11.

Rúrové vodiče budú z materiálu E-AL-MgSi0,5 o priemere 150 mm.

- Úprava pri T125:

Úprava spočíva v pripojení rúrových izolovaných vodičov (vedenie od KGJ) na existujúci vývod pásových vodičov TG3 v mieste rozvodne R25. V bode pripojenia bude na privode od KGJ inštalovaný odpájač Q13, umiestnený vo výške pásových prepojení na závesnej podpernej konštrukcii. Q13 bude prepojený na rúrové izolované vodiče ako aj na existujúci pásový rozvod pásovými vodičmi 3xAL100x16.

Požadované technické parametre Q13:

| | |
|---|----------|
| ▪ Menovité napätie | 12 kV |
| ▪ Prevádzkové napätie | 6,3 kV |
| ▪ Frekvencia | 50 Hz |
| ▪ Izolačná hladina 28 kV ef, 50 Hz / 1min, resp. 75 kV max / 1,2/50 μs | |
| ▪ Menovitý krátkodobý prúd | 80 kA/1s |
| ▪ Dynamický prúd | 200 kA |
| ▪ Menovitý prúd | 4000 A |

7.1.2 Úpravy pre pripojenie TG3

V existujúcom vývode TG3 bude v priestore R25 doplnený odpájač Q12. Umiestnený bude v existujúcom vedení pásových vodičov v R25, v mieste za prechodom z miestnosti 0-TG3.

Požadované technické parametre Q12:

| | |
|---|----------|
| ▪ Menovité napätie | 12 kV |
| ▪ Prevádzkové napätie | 6,3 kV |
| ▪ Frekvencia | 50 Hz |
| ▪ Izolačná hladina 28 kV ef, 50 Hz / 1min, resp. 75 kV max / 1,2/50 μs | |
| ▪ Menovitý krátkodobý prúd | 80 kA/1s |
| ▪ Dynamický prúd | 200 kA |
| ▪ Menovitý prúd | 4000 A |

Pri vypnutom Q12, bude TG3 pripojený cez R25 do rozvodov vlastnej spotreby 6 kV Tp Martin a cez existujúce T127 (16 MVA) a T1(10MVA) a T3 (16MVA) aj do DS – SSE a.s.

7.1.3 Úpravy 6 kV prepojení v uzle pripojenia KGJ

V realizačnom projekte stavby budú upresnené skratové pomery v uzle 6 kV prepojení, t.j úseky:

- TG3 – Q4,
- Q4 – L3,
- Q4 – T125,

podľa zásad uvedených v bode 6.1 tejto správy.

Kedže prevádzkovateľ nemá dokumentáciu, ktorá by dokladovala skratovú odolnosť týchto úsekov vedení, budú v rámci realizačného projektu tieto konštrukcie zdokumentované a výpočtovo skontrolovaná ich skratová odolnosť. Ak výsledky kontrolných výpočtov ukážu, že je potrebné prípadné zvýšenie skratovej odolnosti týchto úsekov, budú navrhnuté a realizované úpravy pre zvýšenie skratovej odolnosti niektorých úsekov týchto vedení napr. doplnené podpory pásových vedení, zosilnenie nosnej konštrukcie vedení.

Podľa skratových výpočtov v DSP musí byť min. skratová odolnosť jednotlivých úsekov pásových prepojení pri prevádzke cez reaktor L3: $I_{th}=80\text{kA}$, $I_{dyn}=200\text{ kA}$.

Skratové pomery pre zariadenia inštalované v týchto úsekoch, pri prevádzke s reaktorom L3 ($u_k=14\%$) sú nasledovné :

- TG3 – Q4: $I_{k3} = 43,4\text{ kA}$, $i_p = 121,2\text{ kA}$
- Q4 – L3: $I_{k3} = 43,4\text{ kA}$, $i_p = 121,2\text{ kA}$
- L3 – T125: $I_{k3} = 41,5\text{ kA}$, $i_p = 107,9\text{ kA}$

V prípade prevádzky bez reaktora -Variant 2- skratové pomery na existujúcej časti nebudú prekročené, oproti pôvodnému stavu.

7.2 Napájanie zariadení VS nového KGJ zdroja a vyvedenie výkonu

Technológia rozvodne VN/NN bude osadená v priestore elektrorozvodne, v elektroobjekte SO 005, ktorý je súčasťou nového technologického komplexu KGJ.

Vlastná spotreba zariadení nového KGJ zdroja bude zabezpečená prostredníctvom transformátora vlastnej spotreby T24 6/0,4 kV, 630 kVA. T24 bude napájať hlavný NN rozvádzač ANG, umiestnený v priestore elektrorozvodne KGJ.

Z priestoru nn rozvádzača budú vedené káblové trasy v podlahe k jednotlivým technologickým celkom strojno-technologickej časti. V priestore strojno-technologickej časti budú káble vedené v káblových žlaboch, resp. v káblových chráničkách.

Rozvodňa VN slúži na vyvedenie výkonu KGJ s inštalovaným výkonom 28,19 MW do distribučnej sústavy SSE, prostredníctvom transformátora T125 (T127) v Martinskej Teplárenskej.

Pre tento účel bude vybudovaná nová vn 6kV prípojka s napojením sa na pásové vedenie s pripojením na T125. VN prípojka bude realizovaná izolovanými rúrovými vodičmi s $I_n = 4000\text{A}$.

Z priestoru nn rozvádzačov budú vedené káblové trasy v podlahe k jednotlivým technologickým celkom strojno-technologickej časti.

Technologicky je elektrorozvodňa zostavená z nasledovných častí:

- rozvádzač VN 6kV – R26
- transformátor vlastnej spotreby 6/0,4kV – T24
- hlavný rozvádzač NN – ANG
- Rozvádzač merania - AQG
- Systém DC 220V a DC 24V
- Podružné rozvádzače elektroinštalácie

7.2.1 Rozvádzač VN: - rozvádzač R26

Rozvodňa VN slúži na vyvedenie výkonu KGJ s inštalovaným výkonom 28,19 MW do distribučnej sústavy SSE, prostredníctvom transformátora T125 v Martinskej Teplárenskej.

Pre tento účel bude vybudovaná nová vn 6kV prípojka s napojením sa na pásové vedenie s pripojením na T125. VN prípojka bude realizovaná izolovanými rúrovými vodičmi s $I_n = 4000\text{A}$.

Rozvádzač je umiestnený v miestnosti elektrorozvodne Pod miestnosťou rozvodne je káblový priestor – zdvojená podlaha, svetlá výška 1m.

Rozvádzač VN je vyzbrojený meracími transformátormi pre meranie elektrickej energie na prahu zdroja. Elektromery sú v samostatnom rozvádzači v elektrorozvodni.

Rozvádzač VN je vyrobený z modulových skriní obsahujúce pevné a výsuvné kovové kryté spínacie prvky. Tieto rozvádzače spĺňajú požiadavky týkajúce sa ochrany osôb a majetku a tak isto požiadavky na ľahkú inštaláciu a prevádzku. Káblové privody a vývody na T24 pre VN rozvádzač sú vedené spodom rozvádzača, vývod pre vyvedenie výkonu bude usporiadený na pripojenie izolovaných rúrových vodičov.

Konštrukcie rozvádzačov - pripojené k vnútornej uzemňovacej sústave, sa pripoja k spoločnej uzemňovacej sústave dvomi zvodmi FeZn 60x5 mm (cez skúšobnú svorku). Uzemňovacia sústava je navrhovaná ako spoločná pre NN a VN časť.

○ Požadované technické parametre VN rozvádzača:

- Menovité napätie 12 kV
- Prevádzkové napätie 6,3 kV
- Frekvencia 50 Hz
- Izolačná hladina 28 kV ef, 50 Hz / 1min, resp. 75 kV max / 1,2/50 µs
- Menovitý krátkodobý prúd 50 kA/1s
- Dynamický prúd 125 kA
- Menovitý prúd 4000 A
- Krytie IP2XC
- Pracovná teplota od -5 do +40 °C

○ Zostava VN rozvádzača:

➤ pole vývodu na transformátor VS - pole vypínačom

V tomto poli sú osadené:

- vypínač $I_n=1250A$
- ochranný terminál
- meracie transformátory prúdu (MTP) pre:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe – vlastná spotreba
 - = pripojenie ochrany

Vývod káblový zdola. Prepaj z VN rozvádzača na transformátor T24 : 3x10-CXEKCE 1x400.

➤ pole merania – pole merania MTN a uzemňovača prípojnic

V tomto poli sú osadené:

- Uzemňovač prípojnic
- meracie transformátory napätia (MTN) dvojvinuťové, VN poistka 2A pre:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe
 - = pripojenie ochrany

➤ pole privodu č.1 - privodné pole KGJ1 s vypínačom.

- vypínač $I_n=1250A$
- ochranný terminál
- meracie transformátory prúdu (MTP) pre:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe – vlastná spotreba
 - = pripojenie ochrany
- meracie transformátory napätia (MTN) dvojvinuťové:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe
 - = pripojenie ochrany

Privod káblový zdola – 2 paralelné káble/fáza typu 2x(10-CXEKCE 3x(1x400)).

➤ pole prívodu č.2 – prívod - prívodné pole KGJ2 s vypínačom.

- vypínač $I_n=1250A$
- ochranný terminál
- meracie transformátory prúdu (MTP) pre:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe – vlastná spotreba
 - = pripojenie ochrany
- meracie transformátory napätia (MTN) dvojvinuťové:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe
 - = pripojenie ochrany

Prívod káblový zdola – 2 paralelné káble/fáza typu 2x(10-CXEKCE 3x(1x400)).

➤ pole prívodu č.3 - prívodné pole KGJ3 s vypínačom.

- vypínač $I_n=1250A$
- ochranný terminál
- meracie transformátory prúdu (MTP) pre:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe – vlastná spotreba
 - = pripojenie ochrany
- meracie transformátory napätia (MTN) dvojvinuťové:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe
 - = pripojenie ochrany

Prívod káblový zdola – 2 paralelné káble/fáza typu 2x(10-CXEKCE 3x(1x400)).

➤ vývodové pole KGJ s vypínačom.

- vypínač $I_n=4000A$
- ochranný terminál
- meracie transformátory prúdu (MTP) pre:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe – vlastná spotreba
 - = pripojenie ochrany
- meracie transformátory napätia (MTN) dvojvinuťové:
 - = meranie elektrickej práce na výstupe
 - = pripojenie ochrany

Vývod zhora – izolované rúrové vodiče $I_n=4000A$.

➤ Kontrola minimálneho prierezu vodičov na základe skratových pomerov

Skratové pomery pre VN časť

Počiatočný 3f skratový prúd - $I_k'' = 47,3kA$;

Vzhľadom na tepelné účinky skratového prúdu, resp. ekvivalentného otepľovacieho prúdu potom pre minimálny prierez vodiča VN podľa STN 38 1754 platí:

- pre vodič s medeným jadrom:

$$S = \frac{I_{ke} \times \sqrt{t}}{k} = \frac{47300 \times \sqrt{1}}{143} = 330,8 \text{ mm}^2$$

pričom

$k = 143$ – koeficient pre medené vodiče so sieťovaným polyetylénom a etylénpropylénovou pryžou (STN 33 2000-4-43:2010, tab. 43A)

Z uvedeného vyplýva, že kábel 2 x (3x10-CXEKCE 1x400) pre dané podmienky vyhovuje.

7.2.2 Transformátor T24:

Trojfázový suchý epoxidový distribučný transformátor 630 kVA, menovité napätie 6 $\pm 2 \times 2,5\%$ / 0,4 kV, zapojenie Dyn1, $u_k=6\%$, $P_o=1100$ W, $P_k= 7100$ W, krytie IP 00. Umiestnený bude v trafokomore.

Káblové prepoje z trafokomory budú do priestoru zdvojenej podlahy vedené v káblových chráničkách 6x D200.

- Istenie proti skratu T24 – vypínač so skratovou ochranou a ochranou proti preťaženiu.
- Prepoj z VN rozvádzača na transformátor T24 : 3x10-CXEKCE 1x400
- Pripojenie transformátora k NN rozvádzaču (T24 – ANG) sa zrealizuje káblovými prívodmi 2x(1-CYY 4x(1x300)) mm² s káblovými koncovkami. Káble sa uložia v káblvom priestore zdvojenej podlahy.

Približné rozmery transformátora cca:

Dĺžka (A1) 1445 mm

Šírka (B1) 900 mm

Výška (H1) 1 730 mm

Vzdialenosť medzi kolieskami 670 mm

Hmotnosť cca 2050 kg

Príslušenstvo:

Transportné kolieska 4 ks

Umiestnenie prim. / sek. svoriek Zdola/ zdola

Tepelná ochrana

Tepelné relé

➤ Ochrany transformátora T24

- Ochrana VN strany bude realizovaná skratovou ochranou.
- Ochrana na NN strane bude realizovaná nadprúdovou spúšťou prírodného ističa v rozvádzači ANG – QF1 - kompaktný 3-pólový vzduchový istič s nastavením nadprúdovej spúšte na výpočtovú hodnotu $I_r = 870$ A, s dodržaním úrovne vypínania skratovej spúšte $6 \times I_r$.
- Ochranné čidlá transformátorov budú pôsobiť na vypnutie ističa na NN aj VN strane.

➤ Vetrание miestnosti transformátora

Uvažované množstvo tepla v miestnosti transformátora je dané súčtom tepelných strát zariadení m miestnosti (transformátor) a slnečnou radiáciou.

Nakoľko transformátor je najväčším zdrojom tepla, návrh a výpočet vetrания je spracovaný v súlade s požiadavkami STN 33 3240 na stanovišťa transformátorov. Vetrание je navrhnuté s prirodzeným ťahom vzduchu, pre epoxidový transformátor s menovitým výkonom 1000 kVA. Potrebné množstvo vzduchu, ktoré odvádza teplo produkované zariadeniami v trafokomore sa privádza i odvádza otvormi v konštrukcii objektu chránenými žalúziami. Približne 40 % tepla zo strát sa odvedie sálaním cez steny do vonkajšieho prostredia.

Uvažované tepelné straty:

- ❖ Slnečná radiácia objektu: 1 kW
- ❖ Transformátor:

Podľa údajov výrobcu sú straty transformátora:

Straty naprázdno: $P_o = 1\,110$ W + 15% = 1 277 W;

Straty nakrátko: $P_{kn} = 7100 \text{ W} + 15\% = 8165 \text{ W}$

Pri výpočte uvažujeme s 50% zaťažením transformátora, potom $N = 0,5$

pritom $P_k = P_{kn} \times N^2$, kde

P_{kn} straty pri menovitom zaťažení

N hodnota vyjadrujúca zaťaženie transformátora podľa STN 33 3240.

$$P_k = P_{kn} \times 0,5 = 8,165 \times 0,25 = 2,1 \text{ kW}$$

Potom množstvo stratového tepla P_{ch} pre výpočet chladenia sa pri prevádzkovom zaťažení transformátora určí nasledovne:

$$P_{ch} = 0,6 \times (P_z + P_E), \text{ pričom } P_z = P_o + P_k$$

P_z - straty transformátora; P_o - straty naprázdno; P_k - straty nakrátko, P_E - iné uvažované tepelné straty

$$P_z = 3377 \text{ W}$$

$$P_E = 1000 \text{ W}$$

$$P_{ch} = 0,6 \times (P_z + P_E) = 0,6 \times 4377 \text{ W} = 2,6 \text{ kW}$$

Plocha privádzajúceho otvoru je daná:

$$S_p = k_p \times P_{ch} / \sqrt{h} = 0,1942 \times 2,6 / \sqrt{2} = \underline{\underline{0,36 \text{ m}^2}}$$

kde k_pje koeficient pre prírodný vetrací otvor podľa STN 33 3240,

hje osová vzdialenosť vetracích otvorov pre prívod / odvod vzduchu (2 m).

Plocha odvádzajúceho otvoru je daná:

$$S_o = k_o \times P_{ch} / \sqrt{h} = 0,2007 \times 2,6 / \sqrt{2} = \underline{\underline{0,37 \text{ m}^2}}$$

kde k_oje koeficient pre odvodný vetrací otvor podľa STN 33 3240,

hje osová vzdialenosť vetracích otvorov pre prívod / odvod vzduchu (2 m).

Vetrание transformátorového priestoru:

Nasávacie okná budú umiestnené na vstupných dverách v spodnej časti o rozmeroch 2 x 300x750 mm - nasávací otvor $S_p = 0,45 \text{ m}^2$.

Odvádzacie otvory:

Odvádzacie otvory pri prirodzenom (nenútenom) vetraní budú o rozmeroch min. 600x800 mm – odvádzajúci otvor $S_o = 0,48 \text{ m}^2$.

Vyviešť nad strechu alebo v prípade rekuperácie stratového tepla vyviešť do priestoru elektrorozvodne. V tom prípade budú odvádzacie otvory v hornej časti priečky smerom do elektrorozvodne.

Pri nútenom vetraní, prierez odvádzacieho otvoru bude daný prierezom zvoleného ventilátora. Min. cirkulácia vzduchu je 4m³/min. na 1 kW strát, tzn. min. prietok vzduchu 13m³/min. Prevádzka ventilátora bude riadená elektrickým termostatom nastaveným na teplotu +35°C, umiestneným v stredovom pásme komory transformátora.

Vstupné dvere - do elektrorozvodne budú s požiarou odolnosťou 30/D1 (v zmysle tab.1, pol. 11, STN 92 0201-2) odolávajúce pôsobeniu vnútorného oblúkového skratu, vybavené trojbodovým uzatváraním. Súčasť dverí sú vetracie otvory s protipožiarnymi žalúziami. Dvere sú otvárateľné smerom von. Rozmery dverí sú 2400 x (1200+1200) mm (výška x šírka).

Kompenzácia jalového výkonu:

Zrealizuje sa kompenzácia transformátora T24 pri chode naprázdno – na sekundárnej strane transformátora T24, kde sa osadí trojfázový kondenzátor, ekvivalentne výkonu transformátora v ekologickom vyhotovení, s istením poistkami priamo na vývod z transformátora. Kondenzátory sú umiestnené v poli prívodu v rozvádzači NN.

| Výkon transformátorov / kVA / | Výkon kompenzačného kondenzátora / kVAr / | Kapacitný prúd / A / |
|----------------------------------|--|-------------------------|
| 630 | 8 | 10 |

7.2.3 NN rozvádzač ANG :

Rozvádzač NN pre krytie vlastnej spotreby KGJ je umiestnený v miestnosti elektrorozvodne.

Hlavný istič je ovládaný ručne. Samotný rozvádzač svojím vyhotovením spĺňa krytie IP2x. Prívodné káble z transformátora sú do rozvádzača NN privedené spodom. Vývodové káble sú vedené spodom v priestore zdvojenej podlahy.

Technické parametre rozvádzača NN:

| | |
|--------------------------------------|----------|
| Menovitý prúd..... | 1000A |
| Menovité napätie..... | 242/420A |
| Menovitá frekvencia..... | 50Hz |
| Počiatkový rázový skratový prúd..... | 14,9kA |
| Nárazový skratový prúd..... | 33,4kA |
| Ekvivalentný skratový prúd..... | 19,7kA |
| Prípojnice..... | Cu 50x10 |

Rozvádzač ANG slúži pre napájanie podružných rozvádzačov a zariadení technológie. Pozostáva zo 4 polí. Jednopolová schéma ANG je súčasťou dokumentácie. Prívody káblov sú zdola.

Skriňový rozvádzač nn označený (ANG) bude zhotovený výrobcom v štandardnom vyhotovení v 4-polovom vyhotovení o rozmeroch (š x hl x v) – (600+800+800+600 x 600 x 2000 + 100 podstavec) mm.

Vývodové vodiče zo sekundárneho výstupu transformátora sa ukončia v NN rozvádzači transformovne, na hlavnom istíči QF1 – kompaktný 3-pólový vzduchový istič OEZ Letohrad Modeion BL1600SE305 s nastavením nadprúdovej spúšte SE-BL-1000-DTV3 na výpočtovú hodnotu $I_r = 870$ A, s dodržaním úrovne vypínania skratovej spúšte $4 \times I_r$. Tento istič bude ovládaný ručne. Prívodové pole bude osadené prístrojovými transformátormi prúdu. Štatistické meranie elektrických veličín sa vykoná vyhodnocovacím združeným meracím terminálom UMG 96.

Vlastná spotreba KGJ bude zabezpečená z poľa 2 a 3. Z tohto poľa hlavného rozvádzača NN vychádzajú vývody zariadenia technológie. Vývodové polia sa vyzbroja kompaktnými ističmi.

Vývody pre vlastnú spotrebu sú zrejmé z výkresovej časti – Jednopolová schéma rozvádzača NN.

Záložné napájanie:

Do poľa ANG4 je privedený prívod z rozvádzača RM111.2/8a (III.etapa), ako záložné napájanie v prípade výpadku, resp. revízie 6 kV vývodu, na krytie nevyhnutnej vlastnej spotreby. Prívod je dimenzovaný na $P_i=150$ kW.

Záložné napájanie bude realizované káblom 1-CYKY 4x150.

Ochrana vedenia na NN strane bude realizovaná nadprúdovou spúšťou prívodného ističa v rozvádzači RM111.2 - kompaktný 3-pólový vzduchový istič na výpočtovú hodnotu $I_r = 231$ A. Tento istič bude ovládaný ručne.

Na strane ANG bude kábel zaústený v poli č. 4. a ukončený na istíči s nadprúdovou spúšťou prívodného ističa na výpočtovú hodnotu $I_r = 231$ A. Tento istič bude ovládaný ručne a bude sa môcť zapnúť len v prípade vypnutého hlavného ističa QF1. S hlavným ističom budú vzájomne blokované. Podmienky zapnutia ističa záložného napájania budú upravovať miestne prevádzkové predpisy.

- Kontrola minimálneho prierezu vodičov na základe skratových pomerov

Skratové pomery pre NN časť – prepoj trafo T24 – NN rozvádzač

Počiatočný rázový skratový prúd - $I_k = 14,9 \text{ kA}$

Vzhľadom na tepelné účinky skratového prúdu, resp. ekvivalentného otepľovacieho prúdu potom pre minimálny prierez vodiča NN podľa STN 33 2000-4-43:2010 platí:

$$S = \frac{I_{ke} \times \sqrt{t}}{k} = \frac{14900 \times \sqrt{1}}{115} = 129,6 \text{ mm}^2$$

$k = 115$ – koeficient pre medené vodiče izolované PVC (STN 33 2000-4-43:2010, tab. 43A)

Z uvedeného vyplýva, že vodič 1-CYY 1x300mm² pre dané podmienky vyhovuje.

7.2.4 Ochranné pomôcky

Transformačná Stanica sa vyzbrojí pracovnými a ochrannými pomôckami v zmysle STN 38 1981 tab.č.2 skupina 4. Pracovné pomôcky sú umiestnené v priestore pre obsluhu.

7.2.5 Vnútna uzemňovacia sieť

V priestore elektrorozvodne sa vykoná *ochranné pospájanie* (vnútorná uzemňovacia sieť) ochranným uzemňovacím vodičom - žiarovo zinkovaný pások 2x FeZn 60 x 5 mm, na ktorú sa pripoja všetky kovové neživé časti výzbroje elektrických zariadení; ochranné svorky kovových rozvádzačových skriň vn a nn, oceľové konštrukcie pre technológiu vrátane konštrukcie oceľovej podlahy.

Takto zhotovené ochranné pospájanie (vnútorná uzemňovacia sieť) vn a nn bude cez skúšobné svorky – tvoria ich svorky pre spájanie pásových vodičov s nekorodujúcou povrchovou úpravou (mosadznými skrutkami), spojené na dvoch miestach s navrhovaným spoločným vonkajším ochranným uzemnením objektu. Vonkajšie uzemnenie bude pripojené na globálnu uzemňovaciu sieť v areáli Martinskej Teplárenskej a.s.

Na vnútornú uzemňovaciu sieť budú pripojené :

- uzemňovacia prípojnica vn rozvádzača
- prípojnica PEN a PE v ANG
- kostra vn/nn rozvádzača
- uzol transformátora
- tienenia káblov vn:
 - pre prívod pre TR
 - pre vonkajšie vn káble
- oceľové konštrukcie, armatúry budovy, a pod.
- ostatné neživé časti, ktoré nie sú spojené s uzemňovacou sieťou vodičom zodpovedajúceho prierezu

Tienenia káblov vývodov z rozvádzača 6kV (napájacie, ovládacie, signalizačné) budú pripojené na uzemňovaciu zbernicu vn rozvádzača.

Spoje Cu s FeZn zrealizovať vhodnou podložkou Cu / FeZn.

Spoje vnútornej uzemňovacej siete budú vytvorené skrutkovaním, pomocou svoriek alebo zvarením. Spoje musia byť mechanicky odolné, chránené proti korózii a musia spĺňať požiadavky na spoje vodičov. Všetky uzemňovacie vodiče budú označené ako ochranné a použijú sa vodiče zelenožltej farby. Holé vodiče budú natreté zelenou farbou so žltými pruhmi, podľa STN EN 60 446 (33 0165).

Kontrola prierezu uzemňovacieho vodiča a uzemňovačov

V zmysle STN EN 50522, príloha D, pre minimálny prierez uzemňovacieho vodiča a uzemňovača pri poruchových prúdoch, ktoré sú prerušené v čase kratšom ako 5s platí:

a) pre oceľ - časť VN:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}} = \frac{40965}{78} \sqrt{\frac{0,5}{\ln \frac{300 + 202}{20 + 202}}} = 41 \text{ mm}^2 - \text{uzemňovací vodič FeZn 2x60x5}$$

pričom: $I = I_{kEEe}'' = Ik2'' = 40965 \text{ A}$ - prúd vodiča pretekajúci vodičom pri poruche (efektívna hodnota) – uvažované s prúdom dvojpólového zemného spojenia.

$t = 0,5\text{s}$ - trvanie poruchového prúdu

b) pre oceľ - časť NN:

$$A = \frac{I}{K} \sqrt{\frac{t}{\ln \frac{\Theta_f + \beta}{\Theta_i + \beta}}} = \frac{14900}{78} \sqrt{\frac{0,5}{\ln \frac{300 + 202}{20 + 202}}} = 117 \text{ mm}^2 - \text{uzemňovací vodič FeZn 60x5}$$

pričom: $I = I_{kEEe}'' = 14900 \text{ A}$ - prúd vodiča pretekajúci vodičom pri poruche (efektívna hodnota)

$K = 78$ - konštanta pre materiál oceľ (STN EN 50522, Príloha D, tab. D.1)

$t = 0,5\text{s}$ - trvanie poruchového prúdu

$\beta = 202$ - prevrátená hodnota teplotného koeficientu odporu materiálu, ktorým preteká prúd pri 0°C (STN EN 50522, Príloha D, tab. D.1)

$\Theta_i = 20^\circ\text{C}$ - začiatková teplota

$\Theta_f = 300^\circ\text{C}$ - konečná teplota

Vnútna uzemňovacia sieť v elektrorozvodni bude tvorená pásikom FeZn 2x60x5 mm. Prepojenie na vonkajšiu uzemňovaciu sieť FeZn 60x5 na viacerých miestach.

7.3 Technické riešenie prepojenia 6 kV medzi R26 a sekundárom T125 – varianta 2

Z výsledkov skratových výpočtov uvedených v kapitole 7.1 vyplýva, že pre prevádzkový režim súčasnej (paralelnej) prevádzky TG3 a 3xKGJ, ktorý prevádzkovateľ požaduje, sú potrebné komplikované a ekonomicky náročné riešenia vedúce k dodržaniu skratových odolností elektrických zariadení novoinštalovaných a čiastočne aj existujúcich zariadení.

Základné technické riešenie je popísané v kapitole 7.1. Spočíva v aplikácii špeciálneho zariadenia na obmedzenie skratových prúdov, ktoré je na trhu dostupné. Jedná sa o zariadenie pre obmedzenie skratového prúdu - IS – Limiter.

Zariadenie je schopné obmedziť skratový prúd v extrémne rýchlom čase počas prvej polvny nárastu skratového prúdu v čase do 5 ms, pred dosiahnutím maximálnej možnej okamžitej hodnoty skratového prúdu ip.

Zariadenie sa používa na prepojenie dvoch systémov, alebo častí systémov, ktorých skratová odolnosť by nebola postačujúca za použitia konvenčného výkonového vypínača. Inštaláciou obmedzovača skratových prúdov v mieste ich prepojenia tak odpadá potreba nákladnej výmeny existujúcich rozvodných zariadení a káblových prepojení so zodpovedajúcou skratovou odolnosťou. V prípade vzniku poruchy na niektorom z prepojených systémov, obmedzovač pôsobí v extrémne rýchlom čase, pričom rozdelí prepojené systémy na dva samostatné celky. Po ich rozdelení tečie skratový prúd do miesta poruchy len cez systém, v ktorom porucha nastala. Ten je následne selektívne vypnutý príslušným výkonovým vypínačom. Po zapôsobení obmedzovača dôjde v zdravom systéme len k nepatrnému poklesu napätia v trvaní pár milisekúnd. Citlivé záťaže sú tak chránené pred nežiaducim poklesom napätia.

Hlavné časti obmedzovača

Obmedzovač skratových prúdov v princípe pozostáva z hlavnej prúdovej cesty, ktorou za normálnej prevádzky preteká vysoký menovitý prúd a paralelne pripojenej poistky. Pre dosiahnutie extrémne krátkeho času pôsobenia sa využíva uchovaná energia vo forme nálože umiestnenej v oslabenom mieste prúdového mostíka, ktorý je súčasťou hlavnej prúdovej cesty. Po aktivácii nálože a prerušení prúdového mostíka poruchový prúd preteká cez paralelne pripojenú poistku, kde je obmedzený v čase do 0,5 ms a následne prerušený pri prechode napätia nulou.

Pôsobenie obmedzovača

Obmedzovač pôsobí po prekročení nastaveného kritéria, t. j. okamžitej hodnoty prúdu a súčasne prúdového nárastu di/dt . Ak nie sú obidve podmienky splnené súčasne, obmedzovač nepôsobí. Príkladom, kedy nie je pôsobenie žiaduce, je krátkodobé preťaženie, čo je zabezpečené vhodným nastavením strmosti prúdového nárastu di/dt . V prípade potreby selektívneho pôsobenia obmedzovača je zohľadnený smer toku poruchového prúdu.

Pre túto stavbu by bol obmedzovač inštalovaný v rozvádzači R26, t.j do prepojenia 6 kV medzi R26 a sekundárom T125. Jeho účinky by boli nasledovné:

a) V prípade skratu na rozvádzači R26

Obmedzil by skratové prúdy od TG3 a od DS. To by umožnilo:

- inštalovať R26 so zníženou skratovou odolnosťou 50 kA/1s
- neinštalovať reaktor L3

b) V prípade skratu za obmedzovačom smerom do 6 kV uzla T125 a TG3

Obmedzil by skratový príspevok od KGJ (R26) do existujúcich rozvodov 6 kV. To by umožnilo:

- znížilo by skratové namáhanie VN zariadení v uzle TG3 a sekundári T125 na úroveň pôvodných skratových pomerov bez pripojenia KGJ.
- neinštalovať reaktor L3

Konkrétna aplikácia by mohla byť:

a) V prepojení 6kV bez reaktora

- priamo v rozvádzači R26 (viď „Jednopolová schéma R26- variant s obmedzovačom skratového prúdu)

V rozvádzači by sa inštalovalo pole skratového obmedzovača:

- skratový obmedzovač $I_n=4000A$
- Riadiaca jednotka obmedzovača
- meracie transformátory prúdu (MTP) pre:
= meranie pre riadiacu jednotku

- alebo vedľa R26.

b) V pripojení 6 kV s reaktorom

V tomto prípade by bol v 6kV prepojení medzi R26 a T125 inštalovaný aj reaktor $uk=14\%$ a paralelne k nemu Is – limiter.

Po zapôsobení Is – limitera by mohla prevádzka bez výmeny vložky Is – limitera pokračovať so zvýšenými stratami na reaktore.

Zníženie doby prerušenia prevádzky po zapôsobení Is – limitera aj vo verzii a) sa dá zabezpečiť, tým že prevádzkovateľ bude mať zakúpenú náhradnú patrónu.

7.3.1 Podmienky aplikácie variantného riešeniaa) Technický návrh

Pre dodávku obmedzovača skratových prúdov je potrebné najprv spracovať detailný výpočet a technický návrh na stupni realizačného projektu. Základom je stanovenie „vypínacej hodnoty“.

Vypínacia hodnota:

Pre prúd väčší, ako je vypínacie kritérium obmedzovača sa musí určiť kritická hraničná hodnota. Pri prekročení tejto hodnoty musí dôjsť k vypnutiu obmedzovača. Táto hodnota sa nazýva „vypínacia hodnota“.

Pre určenie vypínacej hodnoty sa musia upresniť prevádzkové podmienky a miesto poruchy tak, že prúd v mieste poruchy dosiahne prípustnú hodnotu systému.

V našom prípade $50 \text{ kA}_{\text{RMS}}$ - skratová odolnosť R26, alebo výpočet vypínacej hodnoty urobí dodávateľ obmedzovača podľa vlastnej metodiky. Pri výpočte sa musia zohľadniť:

- Reálne hodnoty skratových príspevkov od zdrojov TG3, KGJ s reálnymi parametrami, ktoré budú dodané
- Distribučná sieť
- Príspevky od motorov. Budú zohľadnené príspevky aj od existujúcich motorov z tej technológie Tp Martin, ktoré nebudú demontované.

Nastavené hodnoty:

Vypínacie hodnoty stanovené vyššie uvedeným postupom sú efektívne hodnoty prúdov. Aby sa rozhodlo okamžite po objavení sa skratu, či je vypnutie nutné alebo nie, spúšťa priebežne monitoruje okamžitú hodnotu prúdu ako aj strmosť nárastu prúdu pretekajúceho obmedzovačom.

Obmedzovač vypne vždy, ak hodnota nárastu prúdu dosiahne alebo presiahne preddefinovanú hodnotu a pokiaľ okamžitá hodnota prúdu pretekajúca obmedzovačom je medzi $i1$ a $i2$. Hraničné hodnoty nárastu prúdu a hraničné hodnoty $i1$ a $i2$ sa nazývajú nastavené hodnoty.

Hodnoty $i1$ a $i2$ sú závislé od podmienok umiestnenia (napr. prevádzkový prúd, maximálny možný nárast skratového prúdu, vypínacia hodnota) a typu obmedzovača. Obe hodnoty, pri ktorých je garantovaná správna funkcia obmedzovača, sú určené výrobcom.

Prevádzková bezpečnosť:

V záujme zaistenia správnej a dlhodobej prevádzky ako obmedzovača, tak chránenej elektrickej inštalácie musia byť vykonávané pravidelne testy a „OPaOS“ zariadenia.

Zároveň sa musia skontrolovať nastavené hodnoty a vypínacie hodnoty v prípade zmeny v systéme elektrickej inštalácie alebo v prípade, ak by došlo k zmene skratového prúdu.

b) Realizačný postup

Investor – obstarávateľ môže v podmienkach na dodávku zariadenia (výber zhotoviteľa) stanoviť pre dodávku variantného riešenia s obmedzovačom skratových prúdov nasledovné podmienky:

- Spracovanie výpočtov a presného technického návrhu systému. Potrebne budú detailné parametre od:
 - o Novoinštalovaných zariadení v rámci stavby KGJ
 - o existujúcich zariadení Tp Martin (najmä príspevky od motorov, ktoré nebudú demontované a parametre skratovej odolnosti niektorých existujúcich zariadení.
 - o prevádzkové podmienky
- Vyhodnotenie ekonomického prínosu variantných riešení :
 - o investičné náklady
 - o zníženie strát (bez inštalácie L3)
 - o prevádzkové náklady
 - o zhodnotenie vyhotovenia a) a b)

7.4 Zhodnotenie variantných riešení pripojenia KGJ

Na základe vykonaných skratových výpočtov je pre variantu 1 potrebné inštalovať reaktor L3 s min. $uk=14\%$, čo je neštandardné a prinesie to vysoké straty.

Ďalej je potrebné riešiť zvýšené skratové namáhanie existujúcich 6kV prepojení pásových vodičov existujúceho vývodu TG3 a odbočky na R25 na požadované hodnoty $I_{th} = 80kA$, $I_{dyn} = 200 kA$.

Taktiež je potrebné skontrolovať dimenzie odpojovačov Q4 a Q6.1 na nasledovné skratové pomery:

- Q4: $I_{k3} = 43,6 kA$, $i_p = 121,2 kA$
- Q6.1: $I_{k3} = 71,7 kA$, $i_p = 193,4 kA$

Z uvedeného dôvodu doporučujeme aplikovať variant 2 s Is–limiterom, pričom v realizačnom projekte sa upresní či vo vyhotovení a) – bez reaktora alebo vo vyhotovení b) s reaktorom.

Varianta 1 by mohla byť iba za predpokladu, že na realizačnom stupni by bolo rozhodnuté, že budú nové zdroje s takými parametrami, ktoré nezvýšia skratové príspevky nad hodnoty skratovej odolnosti existujúcich zariadení na 6 kV strane T125, TG6 a prívodu do R25.

7.5 Systém záložného napájania

V rozvodni bude inštalovaný 24V DC a 220V DC zdroj v rámci dodávok jednotiek KGJ, vrátane batérií.

Systém DC 24 bude pozostávať z nabíjacieho zariadenia s výkonom 9,3 kW a stacionárnou batériou s kapacitou 760Ah.

Systém DC 220 bude pozostávať z nabíjacieho zariadenia s výkonom 5 kW a stacionárnou batériou s kapacitou 125Ah.

7.6 Káblové trasy

7.6.1 Vonkajšie káblové trasy

Prípojné vedenie rúrové izolované medzi R26 a T125 bude uložené na vonkajšom oceľovom moste, ktorý je predmetom stavebnej časti.

7.6.2 Káblové trasy v priestoroch budovy KGJ

V priestore elektrorozvodne bude napájacia kabeláž uložená v zdvojenej podlahe. V priestore strojovne KGJ bude kabeláž uložená v zhora prístupných káblových kanálov.

7.7 Subsystem kontroly a riadenia a elektrických ochrán elektročasti KGJ zdroja

7.7.1 Subsystem elektrických ochrán zdrojovej časti KGJ

Elektrické ochrany budú inštalované v nadstavbových skriniach VN rozvádzača R26 v elektrorozvodni KGJ.

Jednotlivé polia VN rozvádzača budú osadené ochrannými terminálmi. Terminály budú zabezpečovať aj zber dát – stavových a poruchových hlásení daného poľa a meranie el. veličín. Komunikačne budú prepojené optickým káblom a pripojené do nadradeného riadiaceho systému RIS. Komunikačný protokol IEC 61850.

Ochranné funkcie terminálov:

- Pole vývodu na T24 – nadprúdová ochrana – skratová a pri preťažení, zemná ochrana,
- Pole prívodu KGJ1 – nadprúdová ochrana, zemná ochrana
- Pole prívodu KGJ2 – nadprúdová ochrana, zemná ochrana
- Pole prívodu KGJ3 – nadprúdová ochrana, zemná ochrana
- Pole vývodu 3x KGJ – nadprúdová ochrana, porovnávacia ochrana so spojovacou cestou, zemná ochrana, jeden bod 4-bodovej rozdielovej ochrany. Bližšie vid' bod 7.7.2.

Súčasťou dodávok ochranných terminálov bude aj:

- Projekt nastavenia ochrán, koordinácia s dodávateľom ochrán zdroja KGJ
- Parametrizácia terminálov
- Skúšky a uvedenie do prevádzky.

Ochrany zdrojovej časti KGJ sú predmetom dodávky zdroja, budú umiestnené v kontrolnej miestnosti KGJ a budú s min. ochrannými funkciami:

- Spätná wattová ochrana
- Ochrana pri strate budenia
- Ochrana pri asymetrii

- Tepelná ochrana
- Skratová ochrana
- Nadprúdová ochrana blokována podpäťm
- Napäťová ochrana
- Zemná smerová ochrana
- Frekvenčná ochrana
- Rozdielová ochrana generátora.

Aj pre ochrany, ktoré budú predmetom dodávok zdrojovej časti je požiadavka na komunikačné rozhranie podľa kap. 7.7.3, aby mohli byť zapojené do Riadiaceho a informačného systému – horná úroveň.

Minimálnou požiadavkou je však vyvedenie signálov o činnosti a pôsobení ochrán, tak aby mohli byť pripojené ako dvojhodnotové signály do jednotky RTU – RIS.

7.7.2 Subsystém elektrických ochrán 6kV prepojení

Jedná sa o ochrany 6kV vedení a zariadení a zariadení v uzle, ktorý bol pôvodne tvorený prepojením zariadení:

- TG3, T125 a L1 vrátane prívodu do R25.

Tento uzol je v súčasnom stave chránený trojbodovou diferenciálnou ochranou KF2 (typ RTCZ1/3) umiestnenom v elektro velíne v paneli „CO“.

Táto 3-bodová ochrana je v súčasnom stave pripojená na MTP:

- v priechodkách 110kV strany T125,
- v nule TG3 (TA15),
- v prívodnej skrini R25 (TA1) – za reaktorom L1.

Pripojením výstupného vedenia 6kV z nového rozvádzača R26 (6kV) sa tento vn 3-bod zmení na 4-bod, ktorý môže mať viac prevádzkových variantov. Tieto prevádzkové varianty sú popísané v kapitole 6.1.

1. Chránenie úplného 4-bodu

Pre chránenie tohto 4-bodu je navrhnutá nová 4-bodová digitálna ochrana (F30), ktorá nahradí existujúcu 3-bodovú ochranu. Tá bude demontovaná.

Nová ochrana bude pripojená na MTP:

- V poli vývodu – výstup v R26,
- v priechodkách 110kV strany T125,
- v nule TG3 (TA15),
- v prívodnej skrini R25 (TA1).

Súčasťou stavby je aj nová kabeláž od MTP a kabeláž pre vypínacie obvody pripojených vypínačov.

Nová ochrana musí byť prispôsobená na zmenu funkčnosti pri iných prevádzkových konfiguráciách ako je úplný 4-bod – vid'. kap. 6.1.

Preto musí mať ochrana (F30) aj nasledovné funkčnosti:

- možnosť prepínania parametrizačných sád a režimov chránenia t.j. zmena počtu bodov pripojenia,
- pre prepínanie režimov chránenia sád parametrov bude mať priradené vstupy od spínacích prvkov v bodoch pripojenia ochrany, na základe ktorých budú režimy a sady prepínané. Požadovaná je aj možnosť externého ručného prepínania režimov a sád.

- Ochrana bude komunikačne prepojená do RIS
- Ochrana bude umiestnená v elektrovelíne

2. Prevádzkový režim 1 podľa kap. 6.1 t.j. Q12 vypnutý – KGJ pripojená do T125 a TG3 pripojená cez R25 do T127

V tomto režime je 4 bod rozdelený na 2 samostatné úseky:

- Vývod KGJ chránený novou porovnávacou ochranou so spojovacou cestou s T125 v chránenej zóne. 1. porovnávacia ochrana (F261) umiestnená v nadstavbovej časti vývodového poľa R26, 2. porovnávacia ochrana umiestnená v elektrovelíne (F262) (zapojenie na PTP primárnej časti T125)
- Vývod TG3 do R25 chránený doplnenou rozdielovou 2-bodovou ochranou resp. porovnávacou ochranou – TG3 a L1 v chránenej zóne (zapojenie na TA15 – 0-TG3 a TA1 v 1R25)

Funkčnosť oboch porovnávacích ochrán bude aktivovaná iba v tomto prevádzkovom režime – automaticky.

Ochrany budú komunikačne pripojené do RIS.

3. TG3 vypnutý a výkon KGJ vyvedený do T125 s R25 (3bod) – Q4 vypnutý

Vývod KGJ chránený rozdielovou ochranou (F30) s parametrizačnou sadou pre 3 body pripojenia (zapojenie na PTP primárnej časti T125, vývodové pole R26 a prívodové pole R25).

4. TG3 a T125 vypnuté. Výkon KGJ je vyvedený do R25 (T127) so zníženým výkonom

Odpojovače Q11 a Q4 vypnuté.

- Vývod KGJ chránený rozdielovou ochranou (F30) s parametrizačnou sadou pre 2 body pripojenia (zapojenie na PTP vo vývodovom poli R26 a prívodovom poli R25).

5. Ostatné ochrany – existujúce

V existujúcich ochranách TG3, T125, prívod do R25 bude potrebná kvôli zmene konfigurácie zapojenia 6kV uzla a zmeny skratových pomerov, prehodnotiť nastavenia a nanovo naparametrizovať ochrany. Z tohto dôvodu je predmetom stavby aj:

- Výpočet a projekt nastavenia ochrán nových aj zostavujúcich pôvodných pre všetky zariadenia v predmetnom 4- bode 6kV t.j. T125, TG3, prívod R25, vývod R26.
- Parametrizácia všetkých ochrán podľa nového výpočtu.
- Skúšky všetkých ochrán po novom nastavení.

7.7.3 Subsystem kontrolы a riadenia elektročasti

Pre monitorovanie a riadenie zariadení elektročasti nového KGJ zdroja bude inštalovaný samostatný riadiaci a informačný systém (RIS) SCADA, ktorého centrálné zariadenie (FrontEnd, pracovná stanica) budú umiestnené v miestnosti elektrovelína Tp Martin.

Na pracovnej úrovni bude pripojený do elektrotechnológie R26. Pre pripojenie signálov z ostatných zariadení elektročasti budú pripojené paralelne dvojhodnotové a analógové signály do centrálnej jednotky RTU:

Pripojené budú signály z:

- Systému DC 24V,
- Systému DC 220V,
- Systému AC 400V (ANG),
- Prípadne ďalšie, napr. elektrické ochrany T125, TG3, R25.

Požiadavky na funkčnosť RIS:

Riadiaci a informačný systém bude decentralizovaný s dvojúrovňovou štruktúrou HW a SW prostriedkov tvorenou:

- Hornou staničnou úrovňou (centrálne jednotkou RIS, vizualizačná (pracovná) stanica, komunikačné prostriedky)
- Dolnou procesnou úrovňou – úrovňou polí – jednotky RIS s priamou väzbou na riadenú technológiu elektrickej stanice.

V rámci tejto stavby to budú riadiace a ochranné terminály R26 a centrálna RTU pre monitorovanie a riadenie zariadení vlastnej spotreby. Systém RIS musí byť dodaný tak, aby umožnil v budúcnosti rozšírenie a pripojenie:

- Riadiacich a ochranných terminálov ostatných (existujúcich) zariadení vlastnej spotreby vn a nn Tp Martin.
- Riadiacich jednotiek pre prípadné regulátory TR
- Monitorovanie spoločných zariadení objektov (EVS, EPS...)

Horná staničná úroveň RIS

Táto úroveň RIS je tvorená:

- Centrálnou jednotkou RIS
- Vizualizačnou (pracovnou) stanicou slúžiacou miestnej obsluhu pre ES

Komunikácie v systéme RIS

- Systém komunikácie zariadení na úrovni centrálna jednotka – pole (terminály, ochrany, regulátory) bude riešený optickou sieťou typu priemyselný Ethernet 100Mb/s (technologická LAN – TLAN), protokolom rady IEC 61850.
- Systém komunikácie zariadení na úrovni centrálna jednotka – pracovná stanica, bude riešený optickou sieťou typu priemyselný Ethernet 100Mb/s (technologická LAN-TLAN) a to na báze komunikačného protokolu IEC 61850, alebo IEC 60870-5-104.
- Systém komunikácie zariadení na úrovni centrálna jednotka – existujúce zariadenia (terminály, ochrany, regulátory) bude riešený protokolmi rady IEC 60870-5-101, IEC60870-5-103 a Spa-Bus.
- Systém komunikácie zariadení na úrovni centrálna jednotka – prípadné nadradené pracoviská bude riešený komunikačným protokolom IEC 60870-5-101 a IEC 60870-5-104.

Centrálna jednotka RIS autonómne zabezpečuje:

- Komunikačné úlohy:
 - medzi prostriedkami dolnej úrovne a centrálnou jednotkou,
 - medzi RIS (centrálna jednotka) a prípadným nadradeným pracoviskom.
- Čiastkové úlohy základného spracovania dát.
- Časovú synchronizáciu systému a podstaníc vrátane elektrických ochrán a prípadných poruchových zapisovačov.
- Centrálna funkcie riadenia stanice t.j. funkcie ktoré sú nad funkciami dolnej úrovne (systémové blokády, spínacie pochody apod.).

Jednotka RTU pre vlastnú potrebu a spoločné zariadenia (VS +SZ)

Jednotka pre VS+SZ slúži na monitorovanie a riadenie nasledovných zariadení:

- transformátory vlastnej spotreby
- rozvádzač silového napájania s možnosťou realizácie záskoku
- rozvádzač DC 220V
- rozvádzač DC 24V
- zdroj zaisteného napájania
- vstupy osôb do jednotlivých častí objektov
- čidlá pre detekciu požiaru
- signály o činnosti ochrán T125, TG3, predmet R25

Synchronizácia času GPS

Synchronizácia času je navrhnutá pomocou zariadenia príjmu zo systému GPOS. NTP server bude riadiť časovú synchronizáciu RIS, terminálov, ochrán, automatík a jednotiek polí RIS. Systém komunikácie zariadení na úrovni NTP server – ostatné zariadenia bude riešený optickou sieťou typu priemyselný Ethernet 100Mb/s (technologická LAN – TLAN).

Vizualizačná stanica

Riadiaci počítačový systém vyššej úrovne ES pozostáva z pracovnej vizualizačnej stanice slúžiacej k spracovaniu a prezentácii procesných záznamov z ochrán a terminálov. Ovládanie sa vykonáva pomocou myši na farebnej grafickej obrazovke, prostredníctvom interaktívneho dialógu v slovenskom jazyku.

Základ riadiaceho systému vyššej úrovne je postavený na programovom produkte SCADA. Programový produkt podporuje riadenie technologických procesov a energetických sietí vykazujúci nasledujúce hlavné charakteristiky:

- kladie dôraz na bezpečnosť, spoľahlivosť, otvorenosť a podporu štandardov.
- Beží pod multiprogramovým sieťovým operačným systémom s grafickou nadstavbou.
- Využíva relačný systém riadenia báze dát
- Ma planografické zobrazenie v rozlíšení minimálne 1280x1024 bodov
- Rýchle časové odozvy pre obsluhu
- Zahŕňa najnovšie rysy MHI (Human Machine Interface) ako je multiscreening, multiwindowing, zooming, panning a pod.
- Je modifikovateľný – on-line v dialógovom režime.
- Ovládanie systému je maximálne prehľadné a intuitívne
- Disponuje kontextovou nápovedou.

Prehľad funkcií:

- Spracovanie spontánnych udalostí a alarmov podľa priorít a podľa súbehov a časových závislostí.
- Upovedomovanie obsluhy o spontánnych udalostiach pomocou sumárnych alarmov a avíz ako vizuálnych tak akustických v rôznych úrovniach.
- Vydávanie povelov do riadiacej sústavy s kontrolou on-line zmeny hodnôt veličín modelu riadiacej sústavy.

- Automatické protokolovanie akýchkoľvek udalostí vzniknutých v riadenej sústave vrátane časových značiek, zásahov do riadiacej sústavy a modelu riadiacej sústavy.
- Podpora formulárovej – odovzdanie smeny, B- príkazy, bilancia.
- Štatistické spracovanie veličín – kontinuálne historické priebehy.
- Zmenová archivácia akýchkoľvek veličín, protokolov, formulárov a manipulácii v riadenej sústave a vybraných stavov riadiaceho počítačového systému vyššej úrovne.
- Statická i dynamická topológia prefarbovanie riadenej sústavy.
- Archivačné pracovisko poruchových záznamov z ochrán, ktoré sú prenášané po komunikácii IEC 61850 medzi centrálnou jednotkou RIS a terminálmi a ochranami jednotlivých polí
- Archivácia analógových hodnôt na základe aj iných ako časových kritérií (integrálne, matematické kritéria)

Riadiaci systém SCADA spĺňa tieto medzinárodne štandardy:

- TCP/IP, ISO/OSI
- Ethernet (IEEE)
- IEC – komunikačné protokoly
- SQL – jazyk relačnej

Dolná procesná úroveň

Táto úroveň je tvorená:

- Riadiace a ochranné jednotky vn polí (v tejto stavbe pre E26)
- Ochranné terminály 6kV 4-bodu (rozdielová, porovnávací)
- Požadovaná je možnosť pripojenia existujúcich ochranných a riadiacich terminálov
- Požadovaná je možnosť prípadného doplnenia iných automatík (regulácia napätia TR)
- Podružné RTU pre monitorovanie zariadení vlastnej spotreby a spoločných zariadení pripájaných na signálnej úrovni.

7.7.4 Subsystem merania elektrickej energie

Meranie elektrickej práce KGJ sa zrealizuje ako primárne (nepriame) trojfázové meranie na VN 6 kV strane s použitím MTP vo vývode – 1. meracie jadro a MTN v poli merania.

Štvorkvadrantové elektromery pre meranie elektrickej práce a skúšobné svorkovnice sa osadia v navrhovanom elektromerovom rozvádzači RE.

Elektromery budú vybavené komunikačným rozhraním RS 485 pre pripojenie do riadiacej jednotky DT 300.

Rozsah elektromerového merania elektrickej práce:

- Meranie vlastnej spotreby KGJ: – vývod na T24
 - 3x MTP – Merací Transformátor Prúdu dvojjadrový
 - Prevod 125//1/1 A
 - menovitý výkon 10VA/5VA
 - Trieda presnosti 0,5/5P10
 - Nadprúdové číslo Fs: 5/10
- Meranie prívodu od KGJ: - 3x pole prívodu
 - 3x MTP – Merací transformátor prúdu dvojjadrový,
 - 1200//1/1 A
 - menovitý výkon 20VA/10VA

- trieda presnosti 0,2/5P10
- nadprúdové číslo Fs: 10/10
- 3x MTN – Merací transformátor napätia – dvojvinuťový, pole merania
- prevod 6300/ 3 //100/ 3V/100 /3
- menovitý výkon 50VA/90VA
- trieda presnosti 0,5 / 3P

Prepojenie MTP a rozvádzača RE sa zrealizuje káblami CYKFY-J 5x4 - prúdový okruh, prepojenie MTN a rozvádzača RE sa zrealizuje káblom CYKFY-J 5x2,5 - napäťový okruh. NN vedenia sa zrealizujú bez prerušenia v celej dĺžke, v priestore elektrorozvodne v káblovom kanále.

V elektromerovom rozvádzači bude umiestnená riadiaca jednotka DT300 pre pripojenie do nadradeného systému merania. Komunikačne bude pripojená sériovou komunikáciou do systému Energ600, ktorého centrála je umiestnená na tepelnom velíne Martinskej teplárne. Úpravy v nadradenom systéme merania nie sú predmetom tejto dokumentácie.

7.7.5 Väzba na subsystém T-ASDR

Na Martinskej Teplárni je inštalovaný systém T-ASDR pre riadenie podporných služieb SEPS. Tento systém ako službu pre Tp Martin poskytuje externá firma Energodata spol. s r.o. Žilina.

Preto potrebné rozšírenie HW a SW tohto systému vykoná táto firma ako rozšírenie služby. V tejto dokumentácii sú definované požiadavky na:

- Signálové (dátové)) rozhrania riadiacich systémov jednotlivých KGJ.
- HW a SW rozšírenie existujúceho systému T-ASDR.

Požiadavky na signálové rozhranie KGJ

Minimálne signálové požiadavky pre pripojenie kogeneračných jednotiek do T-ASDR sú nasledovné: - pre **jednu** KG jednotku:

DI – Ponuka TGx
DI – Porucha TGx
DI – Pripravenosť TGx
DI – Prifázované TGx
DO – Ponuka TG1 (povel z T-ASDR)
DO – TGx –štart (povel z T-ASDR)
DO – TGx – stop (povel z T-ASDR)
AI – Skutočný výkon TGx – $4 \div 20$ mA
AO – P – žiadané - $4 \div 20$ mA

Uvedené signály majú byť pripravené na signálovom – svorkovom rozhraní v rámci dodávky riadiacich subsystémov jednotlivých jednotiek KGJ.

Dodávateľ jednotiek KGJ pri príprave dodávky má požadovanú funkčnosť rozhrania pre T-ASDR upresniť priamo s dodávateľom systému T-ASDR (Energodata Žilina).

Požiadavky na HW a SW rozšírenie T-ASDR

Existujúci systém T-ASDR bude rozšírený nasledovne:

- Na strane objektu KGJ bude inštalovaná podstanica T-ASDR pozostávajúca z častí:
 - komunikačné rozhranie – 2 ks manažovateľných switchov zapojených do existujúcej komunikácie T-ASDR – viď popis nižšie

- Vstupno /výstupné rozhranie pre pripojenie paralelných a analógových signálov z riadiaceho systému kogeneračných jednotiek
- Napájania 230V AC a 24V DC
- káblové pripojenie medzi signálnymi rozhraniami KGJ a podstanicou T-ASDR.

Komunikačné bude podstanica pripojená cez nové optické prepojenie na elektrovelín a odtiaľ do existujúceho rozvádzača komunikačných rozhraní T-ASDR RZP2 v káblovom priestore pod elektrovelínom.

- Súčasťou rozšírenia služby T-ASDR bude aj:
 - technická podpora pre dodávateľa KGJ pre prípravu signálnych rozhraní pre T-ASDR.
 - Realizačný projekt rozšírenia T-ASDR
 - Certifikácia nových zdrojov KGJ v zmysle predpisov SEPS a.s.

7.7.6 Komunikačné prepojenia

Pre zabezpečenie komunikačných prepojení medzi kogeneračnými jednotkami a ostatnými nadradenými systémami bude natiiahnutý nový optický, multimódový kábel. Kábel bude 16 vlákňový, multimódový 50/125, vonkajšieho vyhotovenia s pancierovou ochranou. Ukončený v obtoboxoch s SC koncovkami na elektrovelíne a priestore elektrorozvodne kogeneračných jednotiek. Obtoboxy budú umiestnené v nových skriňových rozvádzačoch (IT skrine) na oboch koncoch.

Týmto optickým prepojom bude vedená komunikácia pre:

- Subsystém merania elektrickej energie
- Pripojenie terminálov ochrán a RTU z objektu KGJ do centrály RIS-SCADA elektročasti
- Pripojenie podstanice T-ASDR do centrály T-ASDR

8 Zásady postupu výstavby

Realizácia výstavby nového KGJ Zdroja – časť elektro vyžaduje aj odstávky niektorých častí existujúcich zariadení systému elektro Tp Martin. Je to z dôvodu úprav VN prepojení a obvodov SKR v mieste pripojenia nového zdroja KGJ na vn (6kV) stranu T125.

Realizácia výstavby elektročasti zdroja KGJ bude v nasledovnej postupnosti:

1. Realizácia stavebnej časti pre umiestnenie technológie KGJ

V rámci tejto časti bude realizovaná aj výstavba mosta pre prípojné vedenie 6kV (rúrové izolované vodiče)

2. Dodávka a montáž technologickej časti zdroja KGJ a horúcovodnej kotolne.

Súčasťou dodávok bude aj príslušenstvo elektro v rozsahu:

- Rozvádzače výstupu a nuly generátorov KGJ s príslušenstvom
- Komponenty elektrických ochrán sústojenstiev KGJ a ich výstupných pripojovacích vedení
- Komponenty systému kontroly a riadenia v rozsahu:
 - Systém DC 24 , napájaný zo záložného zdroja tvoreného nabíjacím zariadením a stacionárnou batériou.
 - Systém DC 220V, napájaný zo záložného zdroja tvoreného nabíjacím zariadením a stacionárnou batériou.

3. Dodávky a montáž systému elektro

Súčasne s dodávkou a montážou technológie KGJ a horúcovodnej kotolne budú realizované dodávky a montáž ostatných častí systému elektro:

- Dodávka a montáž rozvodne 6kV – R26. Do rozvodne budú na mieste stavby namontované ochranné terminály, ktoré sú súčasťou dodávky KGJ
- Montáž rozvádzačov 0,4kV
- Montáž káblových napájacích rozvodov
- Dodávka a montáž systému RIS SCADA pre riadenie a monitorovanie elektročasti zdroja KGJ.
- Dodávka a montáž prípojného vedenia 6kV na most medzi R26 a T125 a pomocnú OK v priestore R25.
- Inštalácia reaktora L3 v trase VN izolovaného vedenia v prípade varianty 1
- Káblové pripojenia medzi objektom KGJ a rozvádzačom merania RE

4. Skúšky a oživenie

Po ukončení montáže strojnej technológie aj technológie elektro bude vykonané oživenie a predkomplexné skúšky zariadení. Pre časť elektro v rozsahu:

- Pomontážne a funkčné skúšky rozvodne R26 (6kV)
- Pomontážne a funkčné skúšky napájacích subsystémov (AC-400V, DC24V, DC220V) vrátane ich väzby na systém SCADA-RIS.
- Pomontážne a funkčné skúšky (napäťová skúška) prípojného vedenia 6kV na mieste.
- Skúšky signálnych rozhraní KGJ pre pripojenie T-ASDR

5. Uvedenie KGJ do činnosti

Po ukončení pomontážnych a funkčných (predkomplexných skúšok) sa vykoná uvedenie jednotiek KGJ do činnosti.

Táto skúška má preukázať, že novo postavený zdroj KGJ je funkčný a po pripojení elektrického výkonu do T125 bude schopný prevádzky. Do tohto stavu je zdroj TG3 pripojený doterajším spôsobom do rozvodov elektro TP Martin.

6. Odstávka TG3 a vykonanie úprav na 6kV strane T25

V tejto etape bude vykonané:

- Úpravy prestupu do rozvodne R25 pre izolované vodiče
- Úpravy pásového vedenia 6kV na T125 a pripojenie vedenia z izolovaných rúrových vodičov
- Inštalácia odpájača Q13 do prívodu od KGJ
- Doplnenie odpojovača Q12 do existujúceho pásového vývodu TG3 v R25
- Úpravy v obvodoch ochrán
- Pomontážne a predkomplexné skúšky a uvedenie zariadení do prevádzky.
Po tejto úprave bude možná prevádzka TG3 aj KGJ.
Pripojenie KGJ do T-ASDR

Predpokladané minimálne doby odstávky TG3 sú:

- Pre montáž zariadení: 3 týždne

Pre skúšky a uvedenie do prevádzky: 1 týždeň

9 Zoznam použitých predpisov a noriem

STN 33 2000-1 (04/2009), 33 2000-4-41 (10/2007), 332000-4-43 (12/2010), 33 2000-4-442 (01/2013), 332000-4-473 (02/1995), 33 2000-5-51 (04/2007), 33 2000-5-52 (04/2012), 33 2000-5-54 (08/2012), 33 0110 (09/2000), 33 2130 (05/1983), 34 1050 (09/1970), 34 1610 (02/1963), 73 6005 (01/1985), STN EN 50522 (08/2011), 50341-1 (12/2013), 60038 (09/2012), 61310-1 (09/2008), 61140 (08/2004), 61 936-1 (08/2011), PNE 33 2000-1 (03/2003).

10 Vyhodnotenie neodstrániteľného ohrozenia podľa zákona č.126 / 2006Z.z.

| P.č. | Faktor pracovného procesu a prostredia | Neodstrániteľné nebezpečenstvo (stav, veľkosť poškodenia zdravia) | Neodstrániteľné ohrozenie | Číslo opatrenia |
|------|--|---|---|-----------------|
| 1. | El. energia | Nebezpečné el. napätie a el. prúd pre zdravie a život | El. skrat – vznik požiaru | 1-8 |
| | | | Dotyk so živou časťou v normálnej prevádzke | 1.-6,8 |
| | | | Dotyk s neživou časťou | 1.-5,7-8 |

Definovanie pojmov:

Nebezpečenstvo je stav alebo vlastnosť faktora pracovného procesu a pracovného prostredia, ktoré môžu poškodiť zdravie.

Ohrozenie je situácia, v ktorej nemožno vylúčiť, že zdravie zamestnanca bude poškodené.

Riziko je pravdepodobnosť vzniku poškodenia zdravia zamestnanca pri práci a stupeň možných následkov na zdraví.

Neodstrániteľné nebezpečenstvo a neodstrániteľné ohrozenie je také nebezpečenstvo a ohrozenie, ktoré podľa súčasných vedeckých a technických poznatkov nemožno vylúčiť ani obmedziť.

Ochranné opatrenia:

1. Poučenie obsluhy o zásadách bezpečnosti práce a ochrany zdravia.
2. Zákaz vstupu nepovolaným osobám.
3. Poučenie o používaní ochranných a pracovných pomôcok podľa predpisov.
4. Všetky údržbárske práce vykonávať len s povolením na prácu a s pracovníkmi s predpísanou kvalifikáciou.
5. Práce s otvoreným ohňom – pracovať iba s povolením.
6. Ochrana pred zásahom elektrickým prúdom v zmysle STN 33 2000-4-41:
Ochranné opatrenie – samočinné odpojenie napájania čl. 411
Základná ochrana (ochrana pred priamym dotykom):
podľa prílohy A STN 33 2000-4-41:
 - A.1 Základná izolácia živých častí;
 - A.2 Zábrany alebo kryty;
 podľa prílohy B STN 33 2000-4-41:

- Prekážky a umiestnenie mimo dosahu.
7. Ochrana pri poruche (ochrana pred nepriamym dotykom):
 Ochranné uzemnenie a ochranné pospájanie čl. 411.3.1
 Samočinné odpojenie pri poruche čl. 411.3.2
 Doplnková ochrana čl. 415:
 Doplnková ochrana: prúdové chrániče (RCD) čl. 415.1
8. Pravidelnou revíziou a prehliadkami elektrického zariadenia, ktoré vykonajú pracovníci s predpísanou kvalifikáciou.
 Posúdenie rozsahu rizika

| P.č. | Neodstrániteľné nebezpečenstvo alebo neodstrániteľné ohrozenia | Pravdepodobnosť vzniku poškodenia zdravia pri práci v prípade | | Stupeň následkov na zdraví v prípade | |
|------|--|---|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| | | Najlepšom 1) | Najhoršom 2) | Najlepšom 3) | Najhoršom 4) |
| 1. | El. skrat – vznik požiaru | žiadna | vysoká | žiadna | vysoká |
| 2. | Dotyk so živou časťou v normálnej prevádzke | žiadna | vysoká | žiadna | vysoká |
| 3. | Dotyk s neživou časťou pri poruche | žiadna | vysoká | žiadna | vysoká |

1. Najlepší prípad z hľadiska pravdepodobnosti vzniku poškodenia zdravia je, ak sa dodržiava pracovná disciplína a sú dodržané pracovné a bezpečnostné predpisy.
2. Najhorší prípad z hľadiska pravdepodobnosti vzniku poškodenia zdravia je, ak sa nedodržiava pracovná disciplína alebo sú nedodržané pracovné a bezpečnostné predpisy a je súbeh viacerých nebezpečenstiev a ohrození.
3. Najlepší prípad z hľadiska možných následkov je, ak pri výskyte daného nebezpečenstva alebo ohrozenia je minimálny dopad na zdravie zamestnancov.
4. Najhorší prípad z hľadiska možných následkov na zdraví je, ak pri výskyte daného nebezpečia alebo ohrozenia sa predpokladá dosiahnutia najhoršieho možného dopadu na zdravie zamestnancov.

11 Všeobecne

Uloženie káblov zrealizovať v súlade s STN 33 2000-5-52 + A1 a STN 332130. Káble sú uložené podľa bodu 5.4. . Kábelové obvody s napäťovými pásmami I a II sú uložené v samostatných žľaboch, časť trasy je zrealizovaná v spoločnom žľabe - čl. 528.1.1 STN 33 2000-5-52/A1 - každý kábel je izolovaný na najvyššie prítomné napätie.

Pri montážnych prácach dodržať všetky bezpečnostné predpisy.

Pri križovaní a súbahu el. vedení s ostatnými PIS dodržať minimálne odstupové vzdialenosti v súlade s ustanoveniami STN EN 62305-1 a STN 736005.

Podľa vyhlášky 104/73 je investor povinný pred zahájením zemných prác vytýčiť všetky podzemné inžinierske siete, aby nedošlo k ich prípadnému poškodeniu !!!

Výkopové práce v mieste prípadného križovania kábelov s jestvujúcimi inžinierskymi sieťami realizovať ručne!!!

Pred spustením zariadenia do prevádzky je potrebné dohodnúť - upresniť vlastnícke vzťahy k zariadeniu medzi investorom a prevádzkovateľom, v návaznosti na ustanovenia Zákona 70/98 § 15 :

- od.5 - vlastníkom el. prípojky je ten, kto uhradil náklady na jej zriadenie
- od.6 - vlastník el. prípojky je povinný zabezpečiť jej prevádzku, údržbu a opravy tak, aby nespôsobila ohrozenie života a zdravia, alebo poškodenia majetku
- od. 7 - dodávateľ elektriny je povinný za úhradu elektrickú prípojku prevádzkovať, udržiavať a opravovať, ak o to jej vlastník požiada.

Pri realizácii stavebných prác je potrebné postupovať v súlade s nasledovnými predpismi:

- Nariadenie vlády SR č. 308/2004 Z.z. zo dňa 28.04.2004 o technických požiadavkách na výrobky a posudzovanie zhody a doplnenie niektorých zákonov a ustanovenia predpisov a noriem citovaných v tejto technickej dokumentácii,
- Vyhl. MV SR č. 79/2004 Z.z. Kontrola protipožiarnej bezpečnosti pri prevádzkovaní el. zariadení
- Vyhl. MV SR č. 94/2004 Z.z. Technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a užívaní stavieb
- Vyhl. MV SR č. 508/2009 Z.z. ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia,
- Vyhl. SÚBP 59/1982 Zb., ktorou sa určujú základné požiadavky na zaistenie bezpečnosti práce a technických zariadení
- VYHL. SÚBP 374/1990 Z.z. o bezpečnosti práce a technických zariadení pri stavebných prácach
- Nariadenie vlády SR č. 391/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pracovisko
- Nariadenie vlády SR č. 281/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na pri práci s bremenami
- Nariadenie vlády SR č. 396/2006 Z.z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách na stavenisko

V súlade s vyhláškou 508/2009, je prevádzkovateľ povinný dodržať nasledujúce ustanovenia.

Obsluhu elektrického zariadenia môžu vykonávať len osoby s príslušnou elektrotechnickou kvalifikáciou podľa § 20 - „Poučená osoba“, po preukázateľnom poučení v rozsahu vykonávanej činnosti na tomto zariadení a vycvičený v poskytovaní prvej pomoci pri úraze el. prúdom.

Údržbu, rekonštrukciu a montáž na zariadení môžu vykonávať len pracovníci s kvalifikáciou podľa § 21- „Elektrotechnik“, § 22 - „Samostatný elektrotechnik“, § 23 - „Elektrotechnik na riadenie činnosti alebo na riadenie prevádzky a § 24 - „Revízný technik vyhradeného technického zariadenia elektrického“.

Podľa § 4 a Prílohy č.1 III. časť - Rozdelenie technických zariadení elektrických, sú projektované elektrické zariadenia zaradené podľa ohrozenia do skupiny :

Elektrická inštalácia je zaradená podľa vyhlášky č. 508/2009 Z.z. , podľa Prílohy č.1 III. časť - Rozdelenie technických zariadení elektrických :

- **Technické zariadenie elektrické skupiny „A“ - s vysokou mierou ohrozenia c, - elektrická sieť striedavého napätia nad 1000V alebo jednosmerného napätia nad 1500V vrátane ochrany pred účinkami atmosférickej elektriny,**

Zabezpečiť podľa § 9 vykonávanie predpísaných prehliadok a skúšok el. zariadenia podľa bezpečnostnotechnických požiadaviek a sprievodnej technickej dokumentácie v predpísaných intervalov.

Podľa § 12, počas prevádzky je nutné vykonávať prehliadky a skúšky - podľa prílohy č.8 – prostredie - základné, - normálne - najneskôr každých 5 rokov po uvedení el. zariadenia do prevádzky, - prostredie - vonkajšie - najneskôr každé 4 roky po uvedení do prevádzky.

Pred spustením zariadenia do prevádzky, je nutné vykonať odbornú prehliadku, v súlade s STN 33 2000-6 a STN 33 1500.

Podľa STN 33 1500/Z1 : Tabuľka 1 – Lehoty pravidelných revízií elektrických inštalácií a zariadení na ochranu pred účinkami statickej elektriny podľa vonkajších vplyvov určených na základe STN 33 2000-5-51, počas prevádzky je nutné vykonávať (OPaOS - prehliadky a skúšky) – Vonkajší Vplyv :

- „AA4, AB4“ - najneskôr každých 5 rokov po uvedení do prevádzky
- „AD1“ - najneskôr každých 5 rokov po uvedení do prevádzky
- „AA3, AB3“ - najneskôr každé 3 roky po uvedení do prevádzky
- „AD3“ - najneskôr každé 4 roky po uvedení do prevádzky.

Technické zariadenia skupiny A sa podrobia overeniu, či zodpovedajú osvedčenej konštrukčnej dokumentácii a sú spôsobilé na bezpečnú a spoľahlivú prevádzku - prvá úradná skúška. Úradnú skúšku vykoná na základe požiadania organizácie autorizovaná osoba, ktorá určí podmienky jej vykonania. Výkon úradnej skúšky riadi a výsledky vyhodnocuje autorizovaná osoba. Po úspešnom vykonaní úradnej skúšky ju autorizovaná osoba vyhodnotí, vydá osvedčenie o skúške, výsledok potvrdí v konštrukčnej a sprievodnej dokumentácii a vyskúšané zariadenie označí.

V Košiciach, 02/2017

Vypracoval: Ing. Karabinoš

Ing. Kmec

Ing. Kanálik