







Jiná ověření:				Paré:																																																																																													
Orientační schéma:				Razítko oprávněné osoby:																																																																																													
				Podpis: Datum:																																																																																													
Revize:	Datum:	Popis:		Kontroloval:																																																																																													
000	30.09.2024	Definitivní odevzdání dokumentace		Ing. Petr Kortyš																																																																																													
<table><tr><td>Stavebník/Investor:</td><td><b>Správa železnic, státní organizace</b></td><td rowspan="4"></td><td rowspan="4"><b>SPRÁVA ŽELEZNIC</b></td></tr><tr><td>Adresa:</td><td><b>Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1</b></td></tr><tr><td>Zástupce investora:</td><td><b>Stavební správa východ</b></td></tr><tr><td>Adresa:</td><td><b>Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc</b></td></tr></table>								Stavebník/Investor:	<b>Správa železnic, státní organizace</b>		<b>SPRÁVA ŽELEZNIC</b>	Adresa:	<b>Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1</b>	Zástupce investora:	<b>Stavební správa východ</b>	Adresa:	<b>Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc</b>																																																																																
Stavebník/Investor:	<b>Správa železnic, státní organizace</b>		<b>SPRÁVA ŽELEZNIC</b>																																																																																														
Adresa:	<b>Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1</b>																																																																																																
Zástupce investora:	<b>Stavební správa východ</b>																																																																																																
Adresa:	<b>Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc</b>																																																																																																
<table><tr><td>Zhotovitel díla:</td><td colspan="3"><b>SUDOP BRNO, spol. s r.o.</b></td><td rowspan="3"></td></tr><tr><td>Adresa:</td><td colspan="3">Kounicova 26, 611 36 Brno</td></tr><tr><td>Kontakt:</td><td colspan="3">T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz</td></tr><tr><td>Zhotovitel částí/objektu:</td><td colspan="3"><b>SUDOP BRNO, spol. s r.o.</b></td><td rowspan="3"></td></tr><tr><td>Adresa:</td><td colspan="3">Kounicova 26, 611 36 Brno</td></tr><tr><td>Kontakt:</td><td colspan="3">T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz</td></tr><tr><td colspan="2">Hlavní projektant (HIP):</td><td><b>Ing. Jiří Pelc</b></td><td colspan="2">Specialista:</td><td colspan="3"><b>Ing. Jan Zářecký</b></td></tr></table>								Zhotovitel díla:	<b>SUDOP BRNO, spol. s r.o.</b>				Adresa:	Kounicova 26, 611 36 Brno			Kontakt:	T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz			Zhotovitel částí/objektu:	<b>SUDOP BRNO, spol. s r.o.</b>				Adresa:	Kounicova 26, 611 36 Brno			Kontakt:	T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz			Hlavní projektant (HIP):		<b>Ing. Jiří Pelc</b>	Specialista:		<b>Ing. Jan Zářecký</b>																																																										
Zhotovitel díla:	<b>SUDOP BRNO, spol. s r.o.</b>																																																																																																
Adresa:	Kounicova 26, 611 36 Brno																																																																																																
Kontakt:	T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz																																																																																																
Zhotovitel částí/objektu:	<b>SUDOP BRNO, spol. s r.o.</b>																																																																																																
Adresa:	Kounicova 26, 611 36 Brno																																																																																																
Kontakt:	T: +420 972 625 804 E: sudop@sudop-brno.cz																																																																																																
Hlavní projektant (HIP):		<b>Ing. Jiří Pelc</b>	Specialista:		<b>Ing. Jan Zářecký</b>																																																																																												
<table><tr><td>Název stavby/akce:</td><td colspan="3"><b>Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav</b></td><td colspan="3">Označení investora: <b>S622000531</b></td></tr><tr><td></td><td colspan="3"></td><td colspan="3">Zakázka: <b>23074-01</b></td></tr><tr><td>Název části:</td><td colspan="3">Silnoproudá technologie trakčních napájecích stanic</td><td colspan="3">Označení části: <b>D.1.3.3</b></td></tr><tr><td>Název objektu/díleč části:</td><td colspan="3">TNS Břeclav, technologické zařízení</td><td colspan="3">Označení objektu/komplexu: <b>Objekty dle seznamu PK 28-03-09</b></td></tr><tr><td>Název přílohy:</td><td colspan="3">Specifikace měniče</td><td colspan="3">Číslo přílohy (typ/pořadí): <b>3. 001</b></td></tr><tr><td>Název díleč části přílohy:</td><td colspan="3"></td><td colspan="3"></td></tr><tr><td>Odpovědný projektant:</td><td>Zpracovatel přílohy:</td><td>Měřítko:</td><td colspan="5">Stupeň dokumentace:</td></tr><tr><td>Ing. Vítězslav Šimáček</td><td>Ing. Vítězslav Šimáček</td><td>Formáty:</td><td colspan="5"><b>DUSL</b></td></tr><tr><td>Kraj:</td><td>Katastrální území:</td><td>TUDU:</td><td colspan="5">Smluvní datum zpracování:</td></tr><tr><td>Jihomoravský</td><td>viz. příloha A.</td><td>viz. příloha A.</td><td colspan="5"><b>30.09.2024</b></td></tr><tr><td colspan="8">Označení investora: Stupeň dokumentace: Část: Objekt: Podobjekt: Příloha: Revize:</td></tr><tr><td colspan="8">S 6 2 2 0 0 0 5 3 1 - D U S L - D 1 3 0 3 - P K 2 8 0 3 0 9 - X X - 3 - 0 0 1 - 0 0 0</td></tr></table>								Název stavby/akce:	<b>Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav</b>			Označení investora: <b>S622000531</b>							Zakázka: <b>23074-01</b>			Název části:	Silnoproudá technologie trakčních napájecích stanic			Označení části: <b>D.1.3.3</b>			Název objektu/díleč části:	TNS Břeclav, technologické zařízení			Označení objektu/komplexu: <b>Objekty dle seznamu PK 28-03-09</b>			Název přílohy:	Specifikace měniče			Číslo přílohy (typ/pořadí): <b>3. 001</b>			Název díleč části přílohy:							Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítko:	Stupeň dokumentace:					Ing. Vítězslav Šimáček	Ing. Vítězslav Šimáček	Formáty:	<b>DUSL</b>					Kraj:	Katastrální území:	TUDU:	Smluvní datum zpracování:					Jihomoravský	viz. příloha A.	viz. příloha A.	<b>30.09.2024</b>					Označení investora: Stupeň dokumentace: Část: Objekt: Podobjekt: Příloha: Revize:								S 6 2 2 0 0 0 5 3 1 - D U S L - D 1 3 0 3 - P K 2 8 0 3 0 9 - X X - 3 - 0 0 1 - 0 0 0							
Název stavby/akce:	<b>Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav</b>			Označení investora: <b>S622000531</b>																																																																																													
				Zakázka: <b>23074-01</b>																																																																																													
Název části:	Silnoproudá technologie trakčních napájecích stanic			Označení části: <b>D.1.3.3</b>																																																																																													
Název objektu/díleč části:	TNS Břeclav, technologické zařízení			Označení objektu/komplexu: <b>Objekty dle seznamu PK 28-03-09</b>																																																																																													
Název přílohy:	Specifikace měniče			Číslo přílohy (typ/pořadí): <b>3. 001</b>																																																																																													
Název díleč části přílohy:																																																																																																	
Odpovědný projektant:	Zpracovatel přílohy:	Měřítko:	Stupeň dokumentace:																																																																																														
Ing. Vítězslav Šimáček	Ing. Vítězslav Šimáček	Formáty:	<b>DUSL</b>																																																																																														
Kraj:	Katastrální území:	TUDU:	Smluvní datum zpracování:																																																																																														
Jihomoravský	viz. příloha A.	viz. příloha A.	<b>30.09.2024</b>																																																																																														
Označení investora: Stupeň dokumentace: Část: Objekt: Podobjekt: Příloha: Revize:																																																																																																	
S 6 2 2 0 0 0 5 3 1 - D U S L - D 1 3 0 3 - P K 2 8 0 3 0 9 - X X - 3 - 0 0 1 - 0 0 0																																																																																																	

# **Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav**

## **Technicko-obchodní specifikace SFC**

Hlavní inženýr projektu:

Ing. Jiří Pelc

Zástupce hlavního inženýra projektu:

Ing. Jan Zářecký

Zpracoval:

Ing. Vítězslav Šimáček

Datum:

Srpen 2024

## OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	5
NÁZVOSLOVÍ A DEFINICE.....	7
1 VŠEOBECNÁ ČÁST STAVBY PRO SFC.....	8
1.1 Popis stávajícího stavu .....	8
1.2 Popis nového stavu .....	9
2 TECHNICKÁ ČÁST STAVBY PRO SFC .....	14
2.1 Definování podmínek pro SFC .....	14
2.1.1 Doplnění k definování podmínek .....	15
2.2 Účel a cíl nasazení SFC.....	15
2.3 Principiální popis funkcí a řešení SFC .....	16
2.4 Lokalita a dispozice SFC.....	18
3 ROZSAH A ROZHRANÍ DODÁVKY SFC .....	21
3.1 Rozsah SFC.....	21
3.1.1 Rozsah dodávek Dodavatele .....	21
3.1.2 Rozsah dodávek Zákazníka .....	21
3.2 Rozhraní pro SFC .....	22
3.2.1 Rozhraní vůči rozvodně 3x110kV, 50Hz .....	22
3.2.2 Rozhraní vůči rozvodně 1x25kV, 50Hz .....	22
3.2.3 Rozhraní pro ovládání a řízení.....	22
3.2.4 Rozhraní pro pomocné napájení .....	23
3.2.5 Rozhraní pro diagnostiku a monitoring.....	23
3.2.6 Rozhraní pro sousední zařízení a části stavby .....	23
3.2.7 Rozhraní pro stavební práce.....	26
4 PROVOZNÍ PROSTŘEDÍ A CHARAKTERISTIKY PRO SFC .....	27
4.1 Charakteristika prostředí.....	27
4.2 Charakteristika vstupní soustavy 3x110kV, 50Hz.....	27
4.3 Charakteristika výstupní soustavy 1x25kV, 50Hz .....	30
4.3.1 Trakční vedení .....	30
4.3.2 Provozní konfigurace TV.....	31
4.3.3 Připojení SFC.....	31
4.4 Zabezpečovací zařízení.....	31
4.4.1 Staniční zabezpečovací zařízení.....	32
4.4.2 Traťová zabezpečovací zařízení .....	32
4.4.3 Přejezdová zabezpečovací zařízení.....	32
4.4.4 Vlaková zabezpečovací zařízení.....	33
4.4.5 Schéma napájení trakční sítě.....	33
4.4.6 Trakční kolejová vozidla .....	33
5 POŽADAVKY NA SFC Z HLEDISKA CHOVÁNÍ A CHARAKTERISTIK .....	34
5.1 Provozní stavy SFC.....	34
5.1.1 Funkce a parametry SFC.....	34

5.2	Provozní režimy SFC .....	36
5.3	Omezení zatížení SFC.....	37
5.4	Funkční testy SFC.....	37
5.5	Řídící režimy SFC.....	38
5.5.1	Řízení napětí .....	38
5.5.2	Řízení zátěžového úhlu.....	38
5.5.3	Paralelní provoz a rozdělení zátěže .....	38
5.6	Interoperabilita - komunikační protokol .....	38
5.7	Události v soustavě 3x110kV, 50Hz.....	39
5.7.1	Chování SFC při poruše.....	39
5.8	Události v soustavě 1x25kV, 50Hz.....	39
5.8.1	Chování SFC při ztrátě zatížení .....	39
6	POŽADAVKY NA SFC Z HLEDISKA PROVOZU.....	40
6.1	Požadavky na druhy provozu SFC.....	40
6.1.1	Místní provoz.....	40
6.1.2	Dálkový provoz .....	40
6.1.3	Ústřední provoz .....	41
6.1.4	Vzdálený přístup.....	41
6.2	Požadavky na výkony.....	41
6.3	Požadavky na účinnost .....	41
6.4	Požadavky na akustický hluk .....	41
6.5	Požadavky na servisní cyklus .....	42
6.6	Požadavky na provozní dostupnost a spolehlivost.....	42
6.7	Požadavky ze strany 3x110kV, 50Hz.....	42
6.7.1	Požadavky na jalový výkon .....	42
6.7.2	Požadavky na harmonické.....	42
6.7.3	Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu .....	43
6.8	Požadavky ze strany 1x25kV, 50Hz.....	43
6.8.1	Požadavky na jalový výkon .....	43
6.8.2	Požadavky na harmonické.....	43
6.8.3	Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu .....	44
6.8.4	Požadavky ze strany zabezpečovacího zařízení.....	44
7	POŽADAVKY NA POMOCNÉ SYSTÉMY A ZAŘÍZENÍ PRO SFC.....	46
7.1	Požadavky na popisy a značení .....	46
7.2	Požadavky na výkonový 3f transformátor.....	46
7.3	Požadavky na výkonovou elektroniku .....	46
7.4	Požadavky na výkonový 1f transformátor.....	47
7.5	Požadavky na filtry harmonických.....	47
7.6	Požadavky na chladicí systém .....	47
7.7	Požadavky na systém ventilace a klimatizace .....	47
7.8	Požadavky na systém chránění a řízení .....	48
7.9	Požadavky na stavební práce .....	49
7.10	Požadavky na krytí.....	49

7.11	Požadavky na uzemnění .....	50
8	KONTROLY, TESTY, AKCEPTACE, UVEDENÍ DO PROVOZU SFC .....	51
8.1	Požadavky všeobecné.....	51
8.2	Požadavky na plán prohlídek, kontrol, testů a zkoušek .....	51
8.3	Požadavky na model.....	52
8.4	Požadavky na testy v místě výroby.....	52
8.5	Požadavky na uvedení do provozu .....	52
9	DOKUMENTACE K SFC .....	55
9.1	Dokumentace pro nabídku .....	55
9.2	Dokumentace Dodavatele pro Zákazníka.....	55
10	ŠKOLENÍ A ZÁCVIK .....	57
11	OSTATNÍ POŽADAVKY .....	58
11.1	Záruční podmínky a servis v době záruky.....	58
11.2	Náhradní díly .....	58
11.3	Servisní smlouva .....	58
11.4	Referenční dokumenty .....	58
11.5	Další podmínky pro Dodavatele .....	58
12	SEZNAM DOKUMENTŮ, NOREM, PŘEDPISŮ A VYHLÁŠEK .....	59
13	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	65
14	SEZNAM TABULEK .....	66

**SEZNAM ZKRATEK**

1f	jednofázový
3f	třífázový
AC	střídavý proud/alternating current
BAL	symetrizátor/balancer
BD	základní projektová dokumentace/base design
CDP	centrální dispečerské pracoviště
ČR	Česká republika
DB	detailní projektová dokumentace/detail design
DC	stejnoseměrný proud/direct current
DDTS	dálková diagnostika technologických systémů
DOZ	dálkové řízení provozu
DŘT	dispečerská řídicí technika
DS	distribuční soustava
ED	elektro dispečink
EE	elektrická energie
EG.D.	provozovatel distribuční soustavy
EHV	elektrické hnací vozidlo
EJ	elektrická jednotka
EMC	elektromagnetická kompatibilita/electromagnetic compatibility
FAT	výrobní testy před odesláním/factory acceptance test
FTR	výrobní protokol s výsledky testu/factory test report
HDO	hromadné dálkové ovládání
HS	hluková studie
HW	hardware
ITP	inspekční a zkušební plán/ inspection and test plan
KO	kolejový obvod
LDSŽ	lokální distribuční soustava železnice
MŘS	místní řídicí systém
PDS	provozovatel distribuční soustavy
PN	počítače náprav
PPT	plán prohlídek a testů
PS	provozní soubor
PZZ	přejezdové zabezpečovací zařízení
SAT	soubor testů při uvádění do provozu/site acceptance testing
SFC	statický frekvenční měnič/ static frequency converter
SKŘ	systém kontroly řízení
SO	stavební objekt
SpS	spínací stanice
SW	software
SZZ	staniční zabezpečovací zařízení
SŽ	Správa železnic, státní organizace
t.ú.	traťový úsek
TNS	trakční napájecí stanice

---

TrS	trakční systém
TrT	trakční transformátor
TS	technická specifikace
TV	trakční vedení
TZZ	traťové zabezpečovací zařízení
VPN	virtuální privátní síť/ virtual private network
VZZ	vlakové zabezpečovací zařízení
ZZ	zabezpečovací zařízení
ŽST	železniční stanice

**Názvosloví a definice**

Zákazník:	Správa železnic, státní organizace, Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1 Stavební správa východ (organizační jednotka)
Dodavatel:	Dodavatel technologie statického frekvenčního měniče (SFC)
Zhotovitel:	Dodavatel stavby



## 1 VŠEOBECNÁ ČÁST STAVBY PRO SFC

Rekonstrukce, rozšiřování a přechody elektrizovaných tratí na systém 1x25kV, 50Hz v podmínkách ČR přináší i vývoj v nasazování nových trakčních technologií statických frekvenčních měničů (SFC). Technologie SFC pro trakční využití tj. napájení pro trakční napájecí systém (TrS) 1x25kV, 50Hz jsou standardně, nikoliv jedinečně, založeny na kaskádě dvojice měničů 3AC/DC a DC/1AC s DC meziobvodem. Výkonové spínací prvky uvedených měničů mohou být např. IGCT, IGBT s rozdílnou spínací frekvencí v oblasti kHz, z kterých plynou některé vlastnosti SFC jako celku.

Současné základní možnosti pro napájení TrS 1x25kV, 50Hz z distribuční soustavy (DS) jsou:

- trakční transformátor (TrT)
- trakční transformátor a balancér (BAL)
- SFC v „ostrovním“ (SFC napájí samostatně) nebo „paralelním“ (SFC spolupracuje s TrT nebo SFC nebo SFCs) režimu

Pro výběr vhodné technologie napájení pro sledovanou trakční napájecí stanici (TNS) Břeclav byly provedeny Energetické výpočty [2] formou simulace s využitím SW OpenTrack a OpenPowerNet, který je využíván standardně pro simulace napájecích systémů pro železniční infrastrukturu Zákazníka.

Pro výstupy z [2] byla dále zpracována Studie připojitelnosti [3], která posuzuje možnost připojení TNS Břeclav s SFC na DS 3x110kV (společnosti EG. D) s prověřením vlivu tohoto připojení.

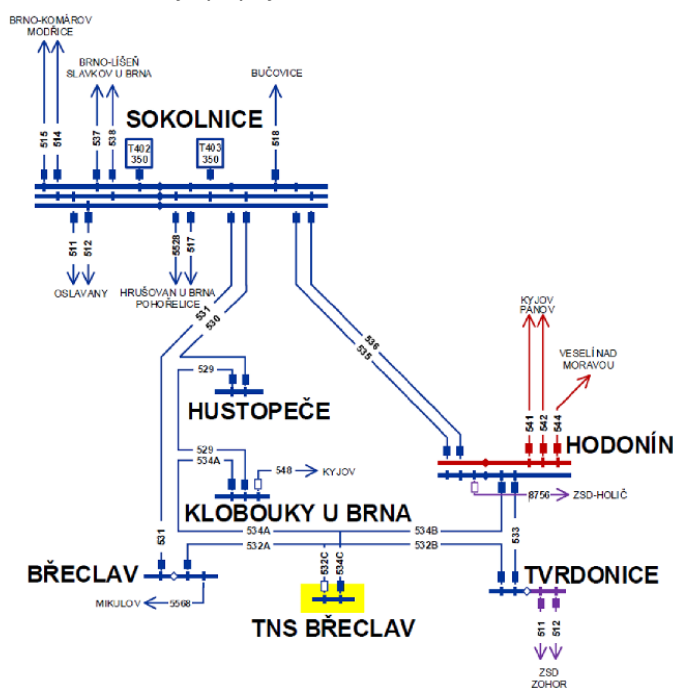
TNS Břeclav je součástí stavby s názvem „Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav“.

V době zpracování TS SFC byly základní předpoklady výstavby následující:

- Zahájení stavby: 06/2026
- Dokončení stavby: 06/2029

### 1.1 Popis stávajícího stavu

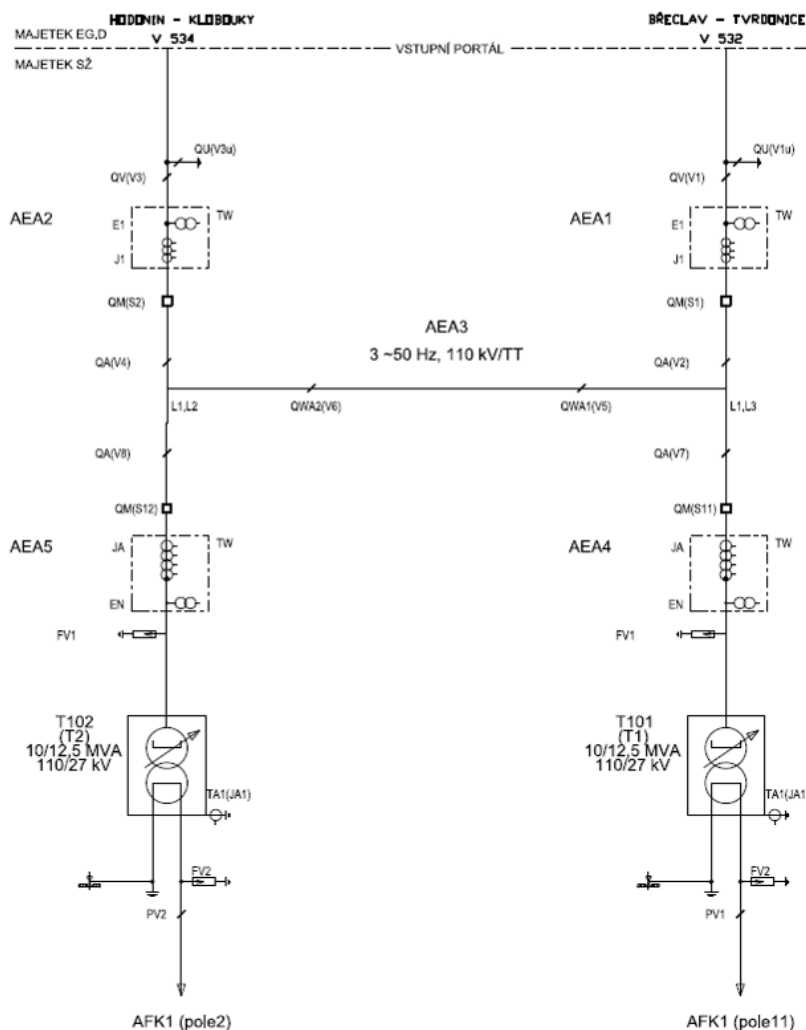
Připojení TNS Břeclav s TrT do DS 3x110kV společnosti EG.D je realizováno dvěma linkami délky 0,1km připojenými dvojitým T-odbočením z vedení: V532 Břeclav - Tvrdonice (T-odb.ve vzdálenosti 3,9km od R110kV Břeclav) a z vedení V534 Hodonín - Klobouky u Brna (T-odb. ve vzdálenosti 20,4km od R110kV Hodonín). Obrázek 1 ukazuje připojení TNS Břeclav do DS 3x110kV.



Obrázek 1: Schéma DS 3x110kV s připojením TNS Břeclav [3]

V základním provozním stavu je zapnuta pouze jedna linka z T-odbočky do TNS, druhá linka je provozně vypnuta vypínačem na straně 110kV TNS Břeclav a představuje zálohu. Předávacím místem mezi zařízením Zákazníka a zařízením Provozovatele DS jsou v současnosti svorky vývodu z přípojnice 110kV TNS Břeclav na TrT. Po rekonstrukci bude toto místo představovat transformátory před SFC.

Rozvodna 110kV je dispozičně řešena jako venkovní rozvodna s topologií tvaru H. Rozvodna má dvě pole přívodních linek, pole přípojnice, dvě vývodní pole na transformátory, Obrázek 2. Transformace napětí pro TrS 1x25kV, 50Hz je realizována prostřednictvím 2xTrT 110/25kV označených T101 (T1), T102 (T2). R110kV je majetkem Zákazníka. Systém řízení a ochran R110kV je umístěn v samostatném domku ochran umístěném v blízkosti prostoru R110kV.



Obrázek 2: Schéma zapojení TNS Břeclav – stávající stav [1]

## 1.2 Popis nového stavu

Nový stav představuje novou TNS Břeclav, která bude vybudována v prostoru stávající TNS Břeclav bez přerušení napájení TrS 1x25kV, 50Hz tzn. že bude neustále v provozu minimálně 1x transformátor 110/27kV, případně 1x SFC (po zprovoznění). Pozn.: Součástí stavby bude i úprava stávající spínací stanice trakčního vedení (SpS) Popice.

TNS Břeclav je umístěna v železniční síti Zákazníka, Obrázek 3.

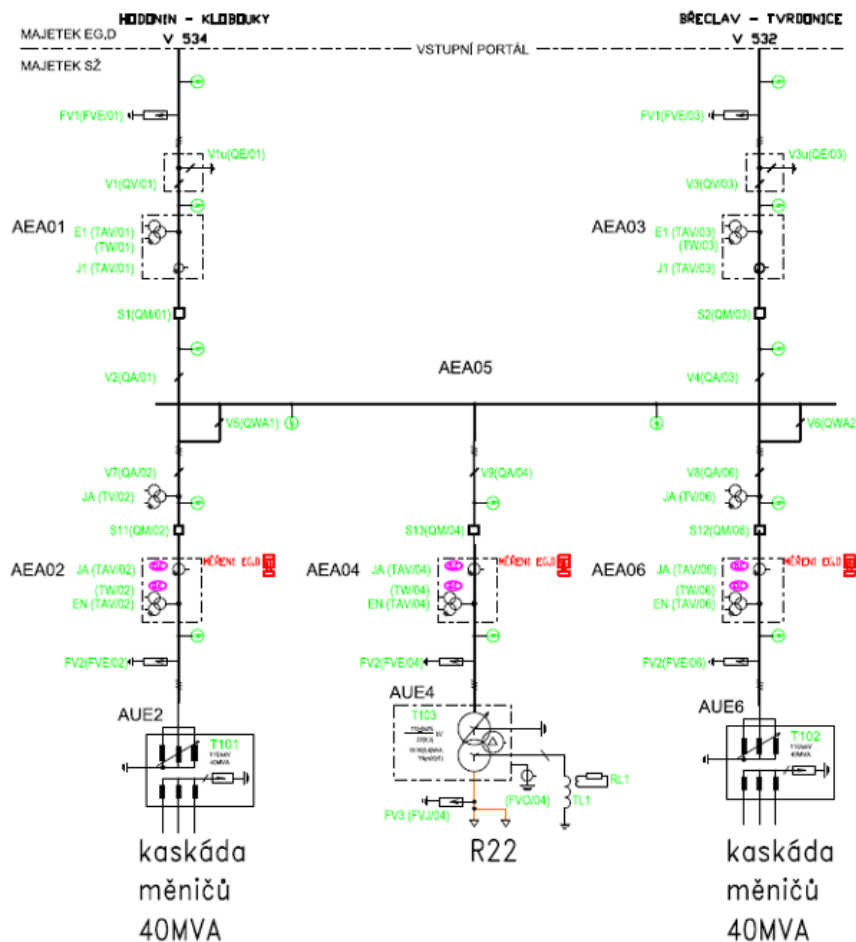


Obrázek 3: Umístění TNS Břeclav v železniční síti Zákazníka

Nová TNS zahrnuje i rekonstrukci stávající rozvodny 110kV, ostatních technologických a stavebních částí. Rekonstrukce R110kV je vyvolána potřebou budoucího zajištění zvýšených spotřeb elektrické energie (EE) z důvodu výhledového napájení. Studie připojitelnosti [3] prokázala nutnost použití SFC pro napájení TrS 1x25kV, 50Hz. SFCs vytvářejí symetrickou zátěž při napájení z DS 3x110kV. Současně vyvstává potřeba doplnění transformátoru pro Lokální Distribuční Soustavu železnice (LDSŽ) 110/22kV, a tím i rozšíření R110kV. Z tohoto důvodu nebude možno stávající technologii VVN R110kV použít. Důvodem je změna spínacích prvků v polích před transformátory z 2pólového provedení na 3pólové provedení, celková změna dispozice, řešení provizorních stavů při výstavbě se zachováním částečného napájení, ale i živostnost R110 kV. Součástí technologie VVN bude i nový systém chránění a řízení R110kV. Bude tedy vybudována celá nová R110kV včetně vstupních portálů. Venkovní R110kV je řešena klasickými venkovními přístroji umístěnými na ocelových stoličkách. Topologie rozvodny je v provedení rozšířeného H - dvě přírodní pole linek, tři vývodní pole na transformátory a pole spojky. Do nových zastřešených stání transformátorů s integrovanou havarijní a záchytnou jímkou se osadí 3x 3f transformátory T101, T102 110/XXkV (pozn.: hodnoty XX budou upřesněny na základě znalosti struktury SFC) pro SFC a transformátorem 110/23kV T103 pro LDSŽ. Pro R110kV a transformátory se vytvoří nový systém řízení a ochran. Veškeré stávající stavební objekty budou demolovány. Veškeré technologie budou umístěny do nových stavebních objektů. V rozvodně 110kV budou provedeny nezbytné úpravy a doplnění tak, aby mohly být v TNS Břeclav instalovány 2x SFC s výkonem 40MVA.

Vlastní SFCs včetně jejich řídicího systému budou umístěny ve zděných domcích nebo kontejnerech. Případné použité výkonové reaktory, filtry nevyžadují zastřešení. Další detaily jsou uvedeny v dokumentaci [1], D.1.3.3, TNS Břeclav, Technologické zařízení (PK 28-03-09), pro etapy výstavby je příloha 2. 001. „Etapy výstavby – blokové schéma“.

SFCs budou zajišťovat dodávku požadovaného výkonu pro TrS 1x25kV, 50Hz pro hlavní trakční zátěže, které představují elektrická hnací vozidla (EHV) nebo elektrické jednotky (EJ), a to při udržení  $\cos \varphi$  v požadovaných mezích na vstupní straně DS 3x110kV, 50Hz a na výstupní straně TrS 1x25kV, 50Hz. Dále budou umožňovat rekuperaci s přenosem do DS 3x110kV, 50Hz (provozující společnost EG. D., a.s.), případně „podporu“ této DS formou jalového výkonu. Detailní požadavky na funkce SFC a jejich charakteristiky jsou uvedeny v kapitolách 5 a 6. Vlastní schéma zapojení TNS Břeclav pro nový stav reprezentuje Obrázek 4.



Obrázek 4: Schéma zapojení TNS Břeclav – nový stav [1]

V rámci Energetických výpočtů [2] bylo řešeno dimenzování TNS Břeclav s cílem posoudit napájení TrS 1x25kV, 50Hz v celém úseku, který představují úseky tratí 330 (směr TNS Břeclav – SpS Rohatec), 246 (směr TNS Břeclav – SpS Hrušovany nad Jevišovkou) 250 (směr TNS Břeclav – stání hranice SK) a trať 250 (směr TNS Břeclav – TNS Modřice, TNS Břeclav – státní hranice A), a to s ohledem na budoucí uvažovanou výhledovou dopravu a výlukové stavy TNS Břeclav (pozn.: značení tratí odpovídá značení v jízdním řádu).

Ve výpočtech bylo uvažováno s následujícími hlavními vstupy:

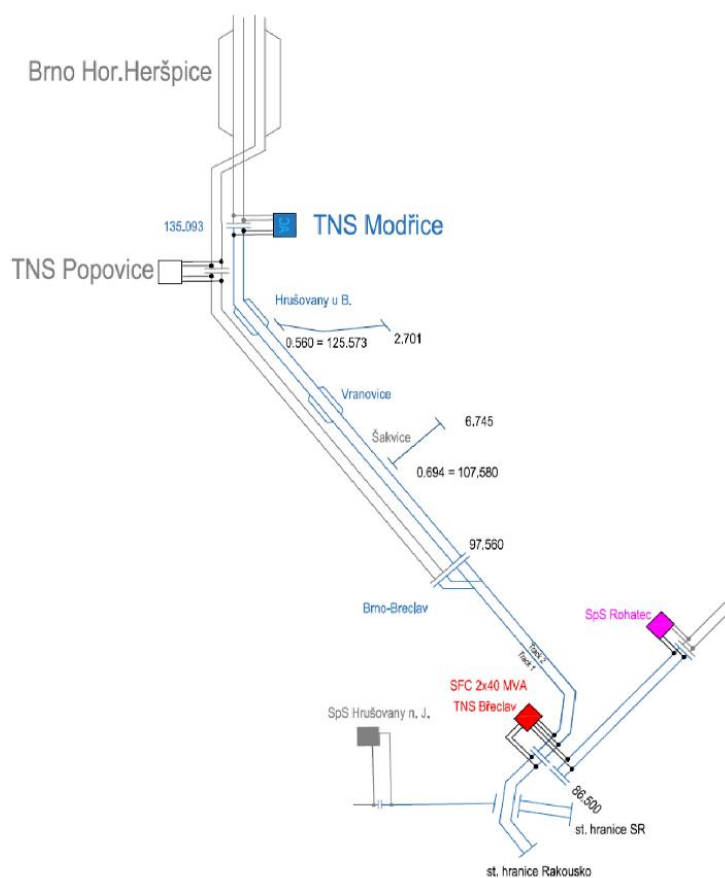
- EHV/EJ pro kategorie vlaku: EC, NEx, R, Pn, Rn, Vn s využitím EHV typu Vectron ( $P_{\max} = 6,4\text{MW}$ ) ICE 7 ( $P_{\max} = 4,95\text{MW}$ ) a EuroDual 9000 ( $P_{\max} = 9\text{MW}$ ), pro R, Os s EJ typu 640 RegioPanter ( $P_{\max} = 2,04\text{MW}$ ) a 650 RegioPanter ( $P_{\max} = 1,36\text{MW}$ ). Modely EHV/EJ uvažují s regulací výkonu a rekuperací v souladu s TSI ENE
- jízdní řád, který představuje 2hod. špičkový grafikon
- TNS s 2x SFC 40MVA s přetoky do DS 3x110kV, 50Hz
- Trakční vedení: nosné lano, troleje, kolejnice, napájecí vedení, zem, propojky
- TrS 1x25kV, 50Hz
- infrastruktura kolejí, výhybek, nástupišť a zabezpečovacího zařízení

Při výpočtu bylo pro TrS 1x25kV, 50Hz uvažováno TV 100Cu + 50Bz v úseku Břeclav - Brno Modřice, Břeclav - Rohatec a Břeclav - Hrušovany nad Jevišovkou. Trať Břeclav - Brno Modřice je uvažována jako dvoukolejná v plné délce s odbočnými jednokolejnými tratěmi.

V rámci výpočtů bylo uvažováno s dvěma stavy ve výhledové dopravě:

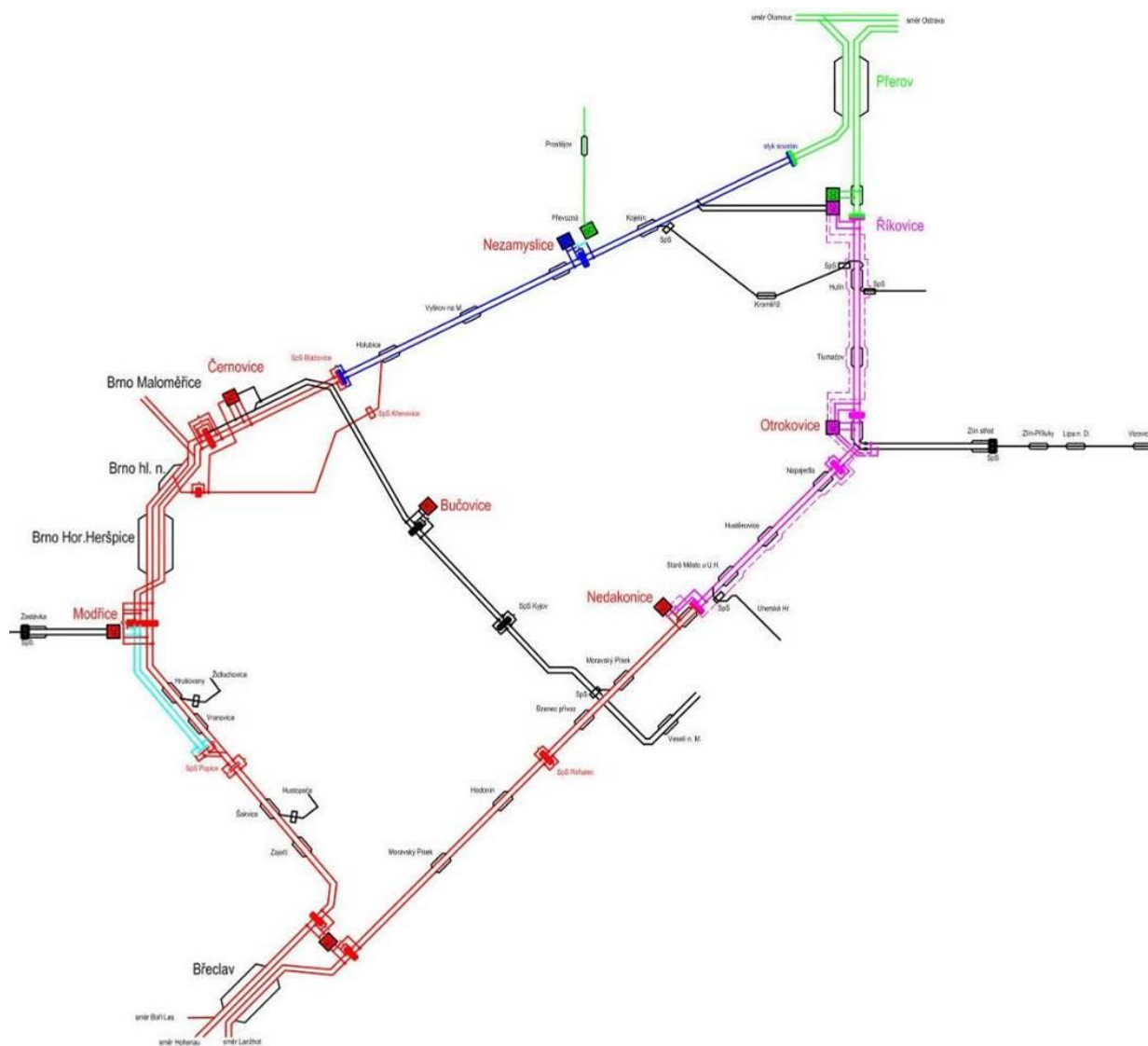
- základní napájení (soufázové) – „VARIANTA 1“ - úseku Břeclav - Brno Modřice. V TNS Modřice je uvažováno s TrT 12,5MVA. TNS Břeclav s SFC 40MVA (instalováno v TNS 2xSFC 40MVA). TNS Břeclav napájí jednostranně po SpS Rohatec (rozeprutá ve všech směrech), SpS Hrušovany n. J. a státní hranice Slovensko. V základním provozním stavu je trať 330 napájena z TNS Nedakonice a TNS Břeclav.
- napájení při výluce TNS Modřice „VARIANTA 2“. Všechny napájené úseky jsou jednostranně napájeny z TNS Břeclav s provozem 2xSFC (2x40MVA).

Model napájení pro simulace [2] ukazuje Obrázek 5. Pozn.: Trakční odběr je časově silně proměnlivý. Výkonové průběhy pro špičkovou 2hod s rozlišením 1s představují budoucí stav s ohledem na výhledovou dopravu, který je využit pro dimenzování TNS.



Obrázek 5: Model napájení pro simulace [2]

Z uvedených simulovaných stavů pro výhledovou dopravu bylo stanoveno dimenzování pro TNS. TNS Břeclav bude obsahovat 2x SFC 40MVA. Pro výhledové stavy napájení a z tohoto vyplývajících vazeb musí být schopna TNS Břeclav provozu 1x SFC nebo 2x SFC, a to bez spolupráce nebo se spoluprací s SFC nebo SFCs (případně musí být schopno spolupráce i s TrT), Obrázek 6.



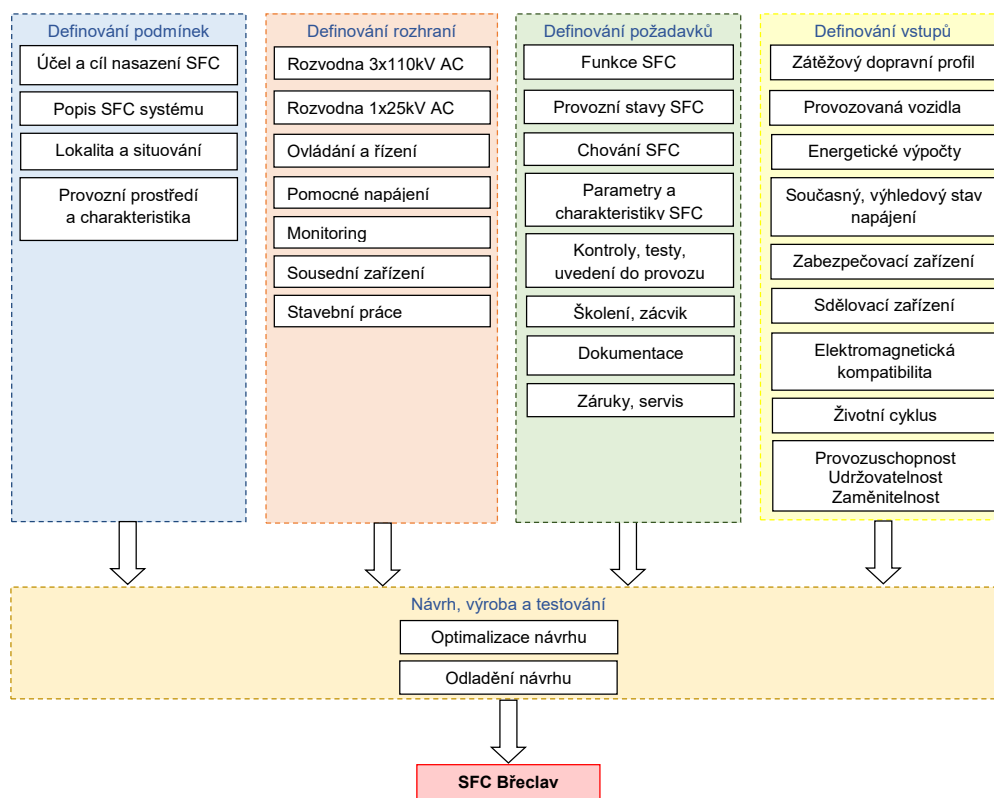
Obrázek 6: Schéma výhledového napájení pro TNS Břeclav v železniční síti Zákazníka [1]

## 2 TECHNICKÁ ČÁST STAVBY PRO SFC

### 2.1 Definování podmínek pro SFC

Technická specifikace (TS) technologie SFC pro TNS Břeclav vychází z podmínek pro lokalitu a prostředí, Energetických výpočtů [2], Studie připojitelnosti [3] a dále z dostupných pokladů a informací v době zpracování, které jsou uvedeny v seznamu dokumentů kapitola 9. Souhrn hlavních podmínek pro TS SFCs v TNS Břeclav dále vychází ze zkušeností a stavu poznání z již realizovaných nebo probíhajících projektů trakčních systémů 1x25kV, 50Hz včetně projektu s TNS s technologií SFC, a to i na území ČR. Vlastnosti, funkce a jejich charakteristiky, parametry a systémová řešení pro SFC technologii byly stanoveny ze zmíněných poznatků a uskutečněných jednáních tak, aby bylo vytvořeno optimalizované řešení technologie SFC pro určenou TNS Břeclav včetně návaznosti na TNS ve sledované oblasti.

Pro TS technologii SFC je nutné nejprve definovat základní podmínky, vymezení tzv. rozhraní, požadavky, vstupy, prostředí a testy včetně akceptačních procedur pro dosažení požadavků na řízení, funkcionality, zajištění vysoké kvality a spolehlivosti SFCs v TNS Břeclav, Obrázek 7.



Obrázek 7: Principiální schéma pro TS technologii SFC v TNS Břeclav

Definování částí je provedeno v hlavních kapitolách včetně podkapitol:

- Podmínky, kapitola 2 a 4
- Rozsah a rozhraní, kapitola 3
- Požadavky a vstupy, kapitola 4, 5, 6, 7, 8, 10 a 11

**Technická specifikace SFC je určena:**

- k vytvoření uceleného přehledu hlavních neopominutelných podmínek pro návrh SFCs pro TNS Břeclav.

- k definování technických požadavků spojených s návrhem, optimalizací, výrobou SFCs, dodávkou, instalací, testováním a zprovozněním SFCs v lokalitě včetně nutných dalších souvisejících zařízení nebo částí.
- jako podklad pro zpracování nabídky SFCs pro TNS Břeclav.

**Technická specifikace SFC není určena:**

- jako náhrada úplného tzv. „vyčerpávajícího“ výčtu všech detailních parametrů pro technologii SFC. Detaily (vlastnosti, funkce včetně jejich charakteristik a parametry SFC) nespecifikované v TS SFC z důvodu neznámého výsledného přesného technického řešení SFC, které bude instalováno v TNS Břeclav, budou případně upřesněny pro Dodavatele na základě detailní struktury SFC, pokud o toto průkazně požádá u Zhotovitele nebo Zákazníka. Zákazník z povahy stavby může, však poskytnou jen ty detaily, které jsou mu známy. Zákazník neprovádí další doplňující soubory měření. Z výše uvedeného vyplývá nutná včasná spolupráce Dodavatele, Zhotovitele a Zákazníka.

**2.1.1 Doplnění k definování podmínek**

- V případě, že Dodavatel zjistí zásadní rozpor, nejasnost v požadavcích na SFC uvedené v TS, dokumentaci [1], Energetických výpočtech [2], Studii připojitelnosti [3] nebo pro optimalizaci vlastního návrhu SFC potřebuje doplnění, má povinnost provést dotaz u Zákazníka, případně provést dotaz přes Zhotovitele, a to v závislosti a souladu se smluvním ujednáním mezi Zhotovitelem a Dodavatelem.
- Dodavatel předloží ve fázi návrhu SFC návrh detailní struktury a řešení SFC pro případné upřesnění Zákazníkovi.
- Dodavatel má právo provést vlastní energetické výpočty s ohledem na optimalizaci vlastního návrhu SFC.

**2.2 Účel a cíl nasazení SFC**

TNS Břeclav s technologií SFC představuje další řešený projekt s nasazením SFC u správce infrastruktury Správy železnic, státní organizace v ČR (Zákazník). První pilotní projekt „NEDAŘÍ“, který je v době zpracování této TS v procesu ověřovacího provozu, představuje konverzi systému z 3kV DC na 1x25kV, 50Hz s technologií SFC společnosti Hitachi Energy v TNS Otrokovice a TNS Říkovice. TNS Břeclav s dvěma SFC o výkonu 40MVA bude výhledově sloužit i pro napájení dalších úseků tratí, a to s ohledem na realizaci souvisejících staveb, kapitola 1.2. Z tohoto důvodu je nutné, aby technologie SFC v TNS Břeclav umožňovala všechny provozní stavy definované v kapitole 5.1 a 5.1.1

Obecně se jedná o možnost dvoustranného spojitého napájení tj. SFC ve spolupráci SFC/SFCs nebo TrT v sousední TNS, a to i při paralelní spolupráci SFC v téže TNS. Další nutné podmínky, které musí SFC splňovat, jsou podmínky kvality odběru a dodávky elektrické energie (EE) včetně předávání přebytku rekuperované EE od EHV/EJ do DS 3x110kV, 50Hz bez omezení, tj. plné řízení TNS s SFC/SFCs včetně možnosti zapojení do nadřazeného systému řízení, případně spolupráci s dalšími zařízeními Zákazníka.

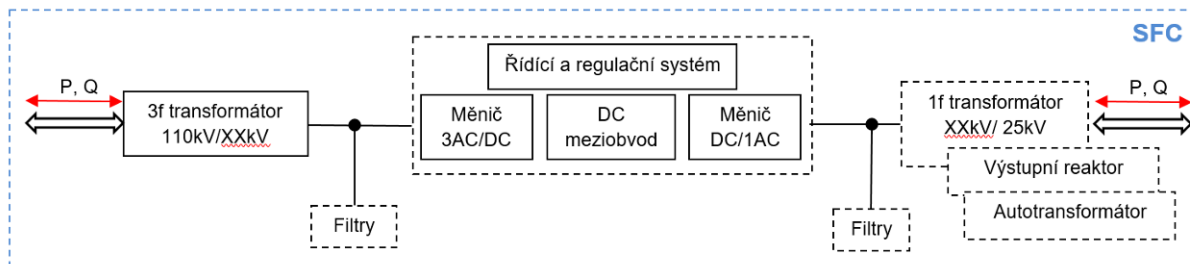
Cílem je zajistit odpovídající dodávku EE z TNS s SFCs pro TrS 1x25kV, 50Hz, jenž je dimenzován s ohledem na Energetické výpočty [2] vycházející z výhledových dopravních požadavků na předmětných tratích určené lokality, a to i s vazbou na další související stavby při současném splnění podmínek odběru z DS.



## 2.3 Principiální popis funkcí a řešení SFC

Pozn.: Popis konkrétního návrhu řešení SFC může mít některé odlišnosti, musí však splňovat požadované vlastnosti, funkce a jejich charakteristiky, parametry a další požadavky pro SFCs TNS Břeclav. V případě, že bude návrh řešení SFCs významně odlišný, musí Dodavatel poskytnout dostatečnou součinnost i pro Zákazníka při řešení úprav nebo změn nebo doplnění, a to včetně všech dopadů do souvisejících dokumentů.

Z pohledu Zákazníka jsou v současnosti pro TNS Břeclav vhodné a známé SFC struktury pro TrS 1x25kV, 50Hz jenž tvoří základní části, Obrázek 8.



Obrázek 8: Blokové schéma základních částí SFC z pohledu Zákazníka

- 3f vstupní výkonový snižovací transformátor s primárním napětím 110kV
- vstupní měnič 3AC/DC
- DC meziobvod
- výstupní měnič DC/1AC
- 1f výstupní výkonový zvyšovací transformátor s výstupním napětím 27,5kV nebo výstupní výkonový reaktor nebo autotransformátor

Poznámky:

- K těmto základním částem musí nebo nemusí být doplněny případné filtry (harmonické, korekční, atd.) nebo další části, pokud tyto části návrh řešení SFC vyžaduje pro splnění požadovaných vlastností, funkcí a parametrů.
- Vstupní měnič 3AC/DC, DC meziobvod a výstupní měnič DC/1AC mohou představovat dílčí blok v architektuře u víceúrovňového (multilevel) SFC.

Obecně přenos EE mezi vnějšími soustavami DS 3x110kV a TrS 1x25kV o stejných frekvencích 50Hz je u SFC řešen přenosem EE přes DC meziobvod, jehož využitím je dosahováno následujících výhod:

- mezi 1f AC výstupem a 3f AC vstupem měničů je přenášén jen činný výkon
- výstupní měnič DC/1AC generuje na výstupu TNS 1f „sinusové“ napětí. Je možno jej zatěžovat sinusovým proudem ve fázi s napětím (ideální případ – nových koncepcí EHV/EJ se vstupním 4Q měničem), i nesinusovým proudem s obsahem vyšších harmonických složek proudu a to fázově posunutým (starší koncepce EHV/EJ s diodovými usměrňovači a s DC trakčními motory). Určité fázové posunutí proudu za napětím vytváří i indukčnost TV. S vyššími harmonickými složkami proudu spojený deformační výstupní výkon  $D$ , jakožto i s fázovým posunem proudu za napětím spojený jalový výstupní výkon měnič vytvoří a do 1f TV tento výkon dodá podle vztahu  $P = \sqrt{(P_c^2 + P_j^2 + P_d^2)}$ , avšak do vstupní měnič 3AC/DC se přes DC meziobvod přenáší jen jeho činná složka.

- Není-li požadováno jinak, odebírá vstupní měnič 3AC/DC z 3f soustavy jen činný příkon, tedy přibližně sinusový proud ve fázi s napětím a to rovnoměrně ze všech tří fází ( $I_1 = I_2 = I_3$ ), tj. vytváří symetrickou zátěž z hlediska nadřazené DS.
- Přenos činného výkonu přes „kaskádu“ měničů a jeho rovnoměrná symetrizace do všech fází 3f DS probíhá obousměrně. Tedy jak při odběru příkonu pro EHV/EJ z DS, tak při navracení přebytku rekuperačního výkonu od EHV/EJ do DS.
- Vlivem propojení vstupní a výstupní strany měničů přes DC meziobvod se mohou výstupní a vstupní AC napětí TNS navzájem lišit nejen počtem fází a napětím, ale i kmitočtem a fázovým úhlem.
- U TNS napojené z DS 3x110kV, 50Hz a výstupní systémem pro TrS 1x25kV, 50Hz není důvod měnit kmitočet, ale s výhodou lze využít možnost generovat výstupní napětí 25kV AC s určitým fázovým posunem vůči vstupnímu napětí 110kV AC, tedy s jiným fázovým úhlem oproti časové ose. Tento princip umožňuje synchronizovat TNS tak, aby mohly paralelně spolupracovat, a to bez vzniku nežádoucích vyrovnávacích proudů, které by byly iniciovány rozdílnými fázovými úhly vstupního napětí 110kV.
- TNS s technologiemi SFC je možné využívat pro TrS 1x25kV, 50Hz s tzv. jednotnou fází. V důsledku toho lze využívat i u TrS 1x25kV, 50Hz spojitě napájení TV bez střídání fází (úseky TV mohou být v normálním provozním stavu podélně i příčně propojeny a to jak u TNS, tak i u SpS, situovaných přibližně uprostřed mezi sousedními TNS), není nutno ani vypínat proud, ani stahovat sběrač u EHV/EJ (tj. nepřerušovat dodávku EE pro EHV/EJ), pokud není vyžadováno z jiných provozních důvodů. Tento způsob napájení vytváří ideální podmínky jak pro jízdu vlaku díky nepřerušovanému výkonu, tak to má následně dopad pro nepřerušování rekuperačního brzdění, činnosti pomocných zařízení, vytápění, větrání a klimatizace, atd., čímž sekundárně dochází k energetické optimalizaci pro vlak. Dlouhé spojitě napájené úseky TV zároveň vytvářejí podmínky pro „uklidnění“ příkonu (nízký poměr  $P_{\max}/P_{\text{stř}}$ ), čímž je možné optimalizovat dimenzování a rezervaci příkonu včetně minimalizaci zpětných přetoků do DS.
- SFC nejsou nebo jsou jen omezeně výkonově přetížitelné (např. na 115% svého jmenovitého výkonu po omezenou krátkou dobu). Proto při poklesu zatěžovací impedance přes mezní hodnotu dochází k automatickému poklesu jejich výstupního napětí při udržování stálého (mezního) proudu.
- Výstupní charakteristiku TNS s SFC je možné upravovat SW, a to různými způsoby.
- Řízení na konstantní výstupní napětí  $U = \text{konst.}$  (např. 27,5kV) nezávisle na velikosti zatěžovacího proudu a nezávisle na napětí v DS, a to až do dosažení maximálního výkonu, limitovaného omezením výstupního proudu. Výhodou řízení na úrovni horní toleranční meze je možnost využít celý disponibilní úbytek napětí (který skalárně činí 20%  $U_n$  (trvalá horní mez: + 10 %, dolní mez nad zásahem automatického snižování výkonu EHV: - 10 %) pro podporu přenosové schopnosti TV (vnímáno vektorově  $\Delta U = Z \cdot I$ ). Tímto lze získat velký dosah vzdálenosti napájení EHV z TNS.
- Při tomto řízení dále SFC představuje tvrdý zdroj napětí, což je výhodné z hlediska docílení velké přenosové schopnosti TV. Avšak pokud je cílem co nejvíce rovnoměrné zatížení TNS (nízký poměr  $P_{\max}/P_{\text{stř}}$ ) je výhodnější měkčí tzv. kompaudovaná charakteristika simulující vnitřní impedanci  $U = U_0 - Z_i \cdot I$ . Měkčí charakteristika umožňuje, že do oblasti silně zatížené TNS pomáhají dodávat potřebný příkon i vzdálenější TNS. Silně zatížená TNS s kompaundní charakteristikou totiž automaticky snižuje své napětí, a tím vytváří na TV spád napětí, potřebný

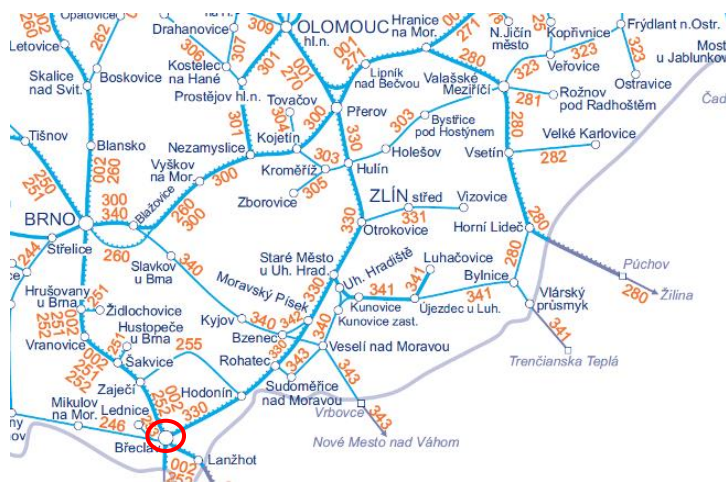
pro přenos proudu (resp. výkonu) TV. S ohledem na převážně induktivní impedanci TV je však mezi sousedními TNS a TV přenášen nejen činný P, ale i jalový výkon Q.

- Řízení fázového úhlu: Nevýhodou změkčené charakteristiky je snížení úrovně napětí při větším zatížení, tedy přibližování se oblasti automatického poklesu výkonu vozidel podle TSI LOC&PAS, které nastává již při poklesu napětí pod 90% jmenovité hodnoty. Tuto nevýhodu lze odstranit tím, že záměrně vyvolaný solidární tok výkonu TV, směřující od méně zatížené TNS k více zatížené TNS, není iniciován rozdílem amplitud výstupního napětí TNS, ale rozdílem fázových úhlů výstupního napětí TNS. Silně zatížená TNS automaticky mírně zpozdí vektor svého výstupního napětí, a tím umožní sousedním TNS poslat do její oblasti část potřebného příkonu pro EHV/EJ. Na tomto principu lze příznivě ovlivnit, rovnoměrnost zatížení TNS (příznivě nízký poměr  $P_{\max}/P_{\text{stř}}$ ), zabránit přílišnému poklesu napětí na výstupu TNS vlivem práce v režimu omezení proudu, či překročení 15 minutového sjednaného středního příkonu z DS. Obdobným způsobem lze ovlivnit, aby výkon generovaný rekuperačním brzděním prioritně směřoval k dalším EHV/EJ a aby byly minimalizovány zpětné dodávky přes TNS do DS. Je však nutné respektovat limity nejvyššího přípustného napětí na sběrači rekuperujícího EHV/EJ, ČSN EN 50 163.
- Vektorové řízení: představuje řízení amplitudy a fázového úhlu výstupního napětí TNS, čímž lze docílit požadovaných toků činného nebo jalového výkonu TV, a tím umožnit buď redistribuci činného příkonu odebíraného z DS jednotlivými TNS při minimálních ztrátách v TV (toto zatěžovat jen činnou složkou proudu) nebo naopak lze záměrně vyvolávat Jouleovy ztráty v TV ( $\Delta P = RI^2$ ) průtokem výhradně jalového vyrovnávacího proudu (generovaného výstupním měničem jedné TNS a přijímaného výstupním měničem druhé TNS při odstraňování námrazy nebo ledovky z vrchního vedení tj. zejména trolejového drátu.

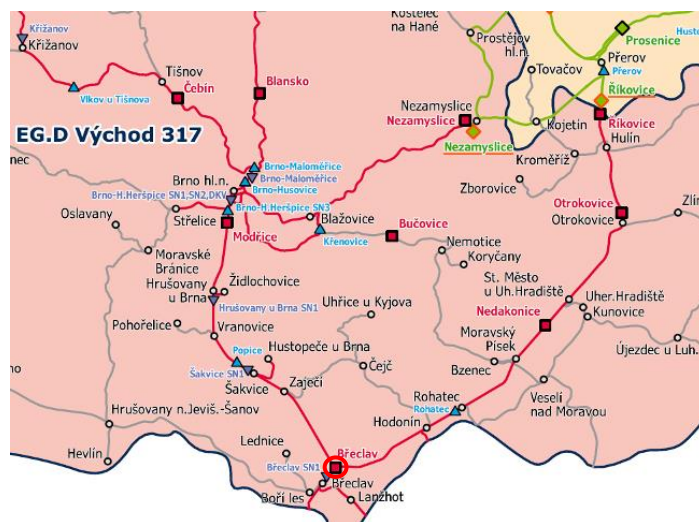
## 2.4 Lokalita a dispozice SFC

TNS Břeclav se nachází převážně v nezastavěném území, v areálu stávající TNS Břeclav, dále na pozemcích v okolí TNS a na drážních pozemcích trati Přerov - Břeclav a Břeclav - Brno.

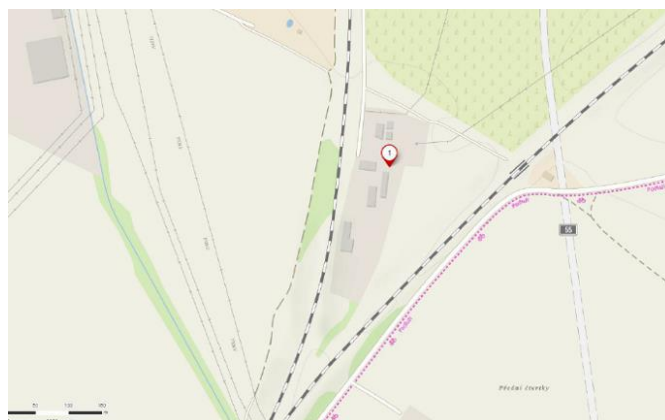
- Lokalita pro technologii SFC, která je určena pro TNS Břeclav ukazuje: Obrázek 9, Obrázek 10 a Obrázek 11 (pozn.: pro přesnější určení lokality lze využít GSP souřadnice: 48.7767575N, 16.9132850E).



Obrázek 9: Lokalita TNS Břeclav - mapa trati

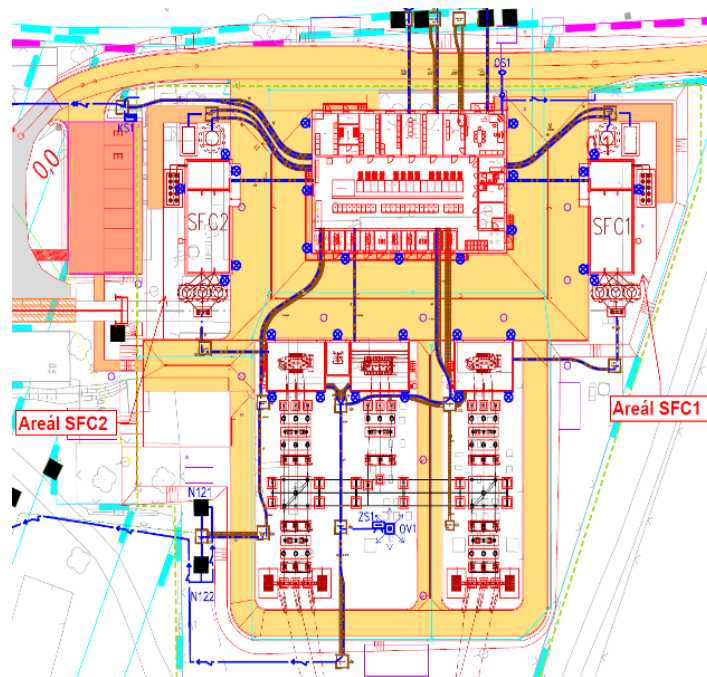


Obrázek 10: Lokalita TNS Břeclav - mapa TNS



Obrázek 11: Lokalita TNS Břeclav - detail

- Dispozice SFCs v TNS Břeclav a částí stavby ukazuje Obrázek 12. Pozn.: Dispozice SFCs představuje strukturu SFC s s výstupním reaktorem, toto bude případně upraveno dle skutečné struktury SFC příslušného Dodavatele.
- Zástavbová plocha pro 1x SFC 40MVA jako celek se předpokládá cca 40m x 11m zahrnující vstupní a výstupní transformátory nebo výkonové reaktory nebo autotransformátor včetně filtrů. Tato zástavbová plocha je určena pro provedení SFC technologie v objektu (domku) i v kontejneru. Zástavbová výška objektu/ů nebo kontejneru/ů je cca 6m.
- TNS s SFCs musí naplňovat protihluková opatření v předmětné lokalitě, kapitola 6.4 „Požadavky na akustický hluk“.
- V rámci stavby bude v areálu TNS Břeclav provedena výstavba především:
  - nové technologické budovy,
  - tří nových trafostání (T101,T102,T103)
  - a dvou stání pro SFC1 a SFC2 (objekty SFCs nebo kontejnery SFCs)
- Detaily výstavby a dílčích etapy jsou uvedeny v dokumentaci [1], D.1.3.3, TNS Břeclav, Technologické zařízení (PK 28-03-09), pro etapy výstavby je příloha 2. 001 „Etapy výstavby – blokové schéma“ nebo B8 - Zásady organizace výstavby, příloha 1.001.



Obrázek 12: Dispozice technologie SFC v TNS Břeclav [1]

### 3 ROZSAH A ROZHRANÍ DODÁVKY SFC

#### 3.1 Rozsah SFC

Části včetně jejich prvků a zařízení SFCs pro TNS Břeclav musí být provedeny tak, aby splňovaly následující požadavky na:

- vlastnosti,
- funkce a jejich charakteristiky,
- parametry
- a elektromagnetickou kompatibilitu (EMC) kladené na SFC jako celek (pozn.: SFC jako celek = od vstupních svorek 110kV až po výstupní svorky 25kV).

SFCs s jednotlivými částmi musí být provedeny tak, aby byly začlenitelné do definovaných rozhraní včetně řízení, diagnostiky a monitoringu.

##### 3.1.1 Rozsah dodávek Dodavatele

Pro TNS Břeclav jsou použity dva SFC se vstupním 3f transformátorem 110/XXkV pro frekvenci 50Hz a případně výstupním 1f transformátorem XXkV/25kV pro frekvenci 50Hz.

Dodávka SFC jako celku může zahrnovat následující základní části:

- 3f vstupní výkonový snižovací transformátor s primárním napětím 110kV
- Výkonový blok SFC pro výkon 40MVA obsahující:
  - vstupní měnič 3AC/DC
  - DC meziobvod
  - výstupní měnič DC/1AC
- 1f výstupní výkonový zvyšovací transformátor s výstupním napětím 27,5kV nebo výstupní výkonový reaktor nebo autotransformátor
- 3f vstupní a 1f výstupní filtry (harmonické, korekční, atd.), pokud je návrh SFC vyžaduje
- Chladicí systém SFC
- Systém řídicí a systém kontroly SFC
- Systém chránění SFC
- Silové rozvody v rámci SFC (kabely, elektrovedné trubky, rozvody chlazení, apod.)
- Pomocné ocelové konstrukce pro zařízení a rozvody zajišťující propojení vstupní transformátor – SFC – výstupní 1f transformátor / výkonový reaktor a případné další zařízení SFC
- Rozvody pomocného napájení v rámci SFC včetně UPS
- Komunikaci mezi TNS s SFCs a ED Brno
- Komunikaci v rámci místní sítě TNS, příp. TNS může komunikovat se sousední TNS.

##### 3.1.2 Rozsah dodávek Zákazníka

Dodávky ze strany Zákazníka pro SFC, provádí Zhotovitel pro Zákazníka:

- Zastřešené stání vstupních 3f transformátorů a výstupních 1f transformátorů
- Základy pro umístění technologie SFC, chladicího systému, filtrů, reaktorů
- Kabelové kanály pro uložení kabelů silových, pomocných, ovládacích a měřicích
- Přívodní trubky 110kV pro napojení vstupního 3f transformátoru SFC
- Vývodové kabely 50kV z výstupního transformátoru SFC do rozvaděče 25kV
- Vývodové kabely 1kV z výstupního transformátoru SFC do rozvaděče zpětných kabelů

- Kabele nn pro napojení pomocného napětí SFC
- Optická vlákna pro propojení ochrany SFC bez záložní trasy.
- Rozhraní pro propojení s řídicím systémem stávajících TNS se zálohováním geograficky oddělenou trasou
- Uzemnění zařízení SFCs podle požadavků Dodavatele a jeho připojení na uzemnění TNS
- Oplocení SFCs

### 3.2 Rozhraní pro SFC

TS pro technologii SFC v TNS Břeclav je sestavena nezávisle na konkrétním Dodavateli, ale vychází z aktuálního stavu poznání, zkušeností a dostupných informací pro Zákazníka. Dodavatel musí garantovat vzájemnou spolupráci a komunikaci dodávaných SFCs i v případě, kdy SFC technologie v okolních TNS je od jiných výrobců tj. SFCs mohou představovat jiné struktury. Z tohoto důvodu jsou definovány i dílčí rozhraní. SFCs představují jediné „přímé“ spojení TrS s DS a umožňují přenos EE oběma směry.

Základní rozhraní tvoří:

- Rozhraní vůči rozvodně na straně 3f soustavy (DS 3x110kV, 50Hz)
- Rozhraní vůči rozvodně na straně 1f trakčnímu systému (TrS 1x25kV, 50Hz)
- Rozhraní pro ovládání a řízení (místní, dálkové, ústřední)
- Rozhraní pro pomocné napájení
- Rozhraní pro sousední zařízení
- Rozhraní pro ostatní části projektu

Vymezená rozhraní musí Dodavatel ve spolupráci se Zhotovitelem a Zákazníkem před zahájením plnění předmětu veřejné zakázky odsouhlasit, tak aby nedošlo k odchýlení v detailních částech aktuálního stavu a současně nebyly ovlivněny další návazné procesy, technická řešení, vlastní práce a jejich obsah, průběhy testů, uvedení do provozu, atd.

#### 3.2.1 Rozhraní vůči rozvodně 3x110kV, 50Hz

Rozhraní vůči rozvodně na straně 3x110kV, 50Hz ukazuje Obrázek 13 a Obrázek 14.

#### 3.2.2 Rozhraní vůči rozvodně 1x25kV, 50Hz

Rozhraní vůči rozvodně na straně TrS 1x25kV, 50Hz ukazuje Obrázek 13 a Obrázek 14.

#### 3.2.3 Rozhraní pro ovládání a řízení

SFCs musí umožňovat ovládání a řízení, kapitola 6.1:

- místní - řešeno v rámci SFC
- dálkové - řešeno v rámci místního řídicího systému (MŘS) TNS Břeclav (tj. vazba řídicí místnost TNS a SFCs).
- ústřední - řešeno přes ED Brno (vazba TNS a ED)

Podmínky pro ovládání a řízení:

- Všechny režimy musí být provedeny tak, aby plně pokrývaly požadavky na napájení TrS 1x25kV, 50Hz a rekuperaci do TV včetně přetoků EE do DS 3x110kV, 50Hz.
- Pro každý způsob řízení musí SFC disponovat provozními režimy minimálně v rozsahu:
  - standardní (provozní stavy),

- výlukový,
  - nouzový,
  - a údržbový, a to vše s ohledem na požadovanou strukturu a formáty komunikace.
- Výstupní/vstupní komunikační systémy SFC musí být schopny komunikace s navrženým a schváleným komunikačním systémem v TNS Břeclav.
- Komunikační standardy jsou ČSN EN 61850 (IEC 61850) pouze pro vnitřní komunikaci a ČSN EN 60870-5-104 (IEC 60870-5-104) pro komunikaci s řídicím systémem.
- Vzdálený přístup (VPN) jako zvláštní režim pro Dodavatele z důvodu možnosti parametrizace SFCs, kapitola 6.1.4.

### 3.2.4 Rozhraní pro pomocné napájení

Pomocné napájení bude upřesněno v rámci projektu

- zálohovaná síť 230V/3x400V s frekvencí 50Hz s omezeným výkonem

Dimenzování přívodů pro SFC bude provedeno na základě požadavku příkonů.

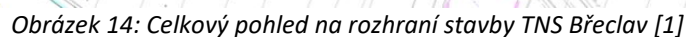
### 3.2.5 Rozhraní pro diagnostiku a monitoring

- SFCs budou obsahovat moduly diagnostiky a monitoringu, které musí být schopny předávat informace do systému řízení. Jedná se zejména o výkonové části SFCs, které musí být zintegrovány do kamerového systému TNS po optické lince ve formátu používaného u provozovatele TNS (OŘ Brno, SEE Brno). Pozn.: Kamerový systém pro areál TNS je uveden v PS 28-02-71.
- Kamerový systém SEE bude v IP provedení s možností dálkového dohledu a oddělené od sebe min od L2 OSI modelu. Kamery budou s IR přísvitem a s možností přísvícení při špatných světelných podmínkách. Vnější rozvod bude realizován optickým kabelem 4 nebo 12 vláken, zapojeným mezi ODF v místnosti DŘT v nové technologické budově a příslušným ODF v technologické skříňce pro kamery. Technologické skřínky budou opatřeny magnetickým kontaktem připojený k DDTS.
- Kamerový systém SEE bude také monitorovat neutrální pole směrem na Brno a neutrální pole směrem na Hodonín, venkovní technologií 110kV a vnitřní rozvaděče v místnosti rozvodny VN. Kamery ve zprávě SEE budou přístupné pouze dispečerovi SEE v místnosti velín a na ED Brno.
- Data z kamer budou ukládána lokálně na datová úložiště v místnosti DŘT. Video signál z kamerového systému SEE bude přenášén na ED Brno a na klientské pracoviště v místnosti velín v TNS Břeclav.

### 3.2.6 Rozhraní pro sousední zařízení a části stavby

Rozhraní SFCs pro sousední zařízení a ostatní vybrané části stavby, které souvisejí s instalací SFCs, jsou uvedeny na Obrázek 13 a následně v Tabulka 1, která představuje investiční akce ve sledované lokalitě.





Tabulka 1: Související investiční akce ve sledované lokalitě TNS Břeclav

D.1.2.1 MÍSTNÍ KABELIZACE	
PS 28-02-10	TNS Břeclav, MK
D.1.2.7 JINÉ SDĚLOVACÍ ZAŘÍZENÍ	
PS 28-02-70	TNS Břeclav, sdělovací zařízení
PS 28-02-71	TNS Břeclav, kamerový systém
D.1.2.8 PŘENOSOVÝ SYSTÉM	
PS 50-02-80	Břeclav - Nedakonice, úprava přenosového systému
PS 51-02-80	Břeclav - Brno, úprava přenosového systému
D.1.2.10 DOZ A DALŠÍ NADSTAVBOVÉ SYSTÉMY (DDTS ŽDC, ...)	
PS 28-02-01	TNS Břeclav, DDTS ŽDC
D.1.3.1 DISPEČERSKÁ ŘÍDÍCÍ TECHNIKA	
PS 28-03-11	TNS Břeclav, zařízení DŘT, SKŘ a MŘS
PS 90-03-11	ED Brno, doplnění DŘT a řídicího systému
D.1.3.2 TECHNOLOGIE ROZVODEN VVN A VN 28-03-21	
PS 28-03-21	TNS Břeclav, rozvodna 110 kV SŽ, technologie
PS 28-03-22	TNS Břeclav, rozvodna 110 kV SŽ, SKŘ
PS 28-03-23	TNS Břeclav, transformátor 110/23kV
PS 28-03-24	TNS Břeclav, transformátor VVN/VN pro trakční měniče
PS 28-03-25	TNS Břeclav, rozvodna 110kV, vstupní portály linek VVN
D.1.3.3 SILNOPROUDÁ TECHNOLOGIE TRAKČNÍCH NAPÁJECÍCH STANIC	
PS 28-03-31	TNS Břeclav, technologie trakčních měničů
PS 28-03-32	TNS Břeclav, rozvodna 25kV
PS 28-03-33	TNS Břeclav, rozvodna 22kV
PS 28-03-34	TNS Břeclav, vlastní spotřeba
PS 28-03-35	TNS Břeclav, měření spotřeby
PS 28-03-36	TNS Břeclav, registrační měření
PS 28-03-37	TNS Břeclav, ochrana napájecího systému EG.D
PS 28-03-38	TNS Břeclav, vazba ochrany měničů
PS 28-03-39	TNS Břeclav, úprava stávající R25kV po dobu stavby
PS 44-03-31	TNS Modřice, úprava a doplnění technologie
D.2.1.9 KABELOVODY, KOLEKTORY	
SO 28-60-01	TNS Břeclav, kabelovod
D.2.3.2 NAPÁJECÍ STANICE - STAVEBNÍ ČÁST	
SO 28-82-01	TNS Břeclav, technologická budova
SO 28-82-02	TNS Břeclav, stanoviště transformátorů VVN
SO 28-82-03	TNS Břeclav, stavební příprava pro SFC technologii
SO 28-82-04	TNS Břeclav, oplocení
SO 28-82-05	TNS Břeclav, R 110 kV - stavební část
SO 28-82-06	TNS Břeclav, provozní domky
D.2.3.6 ROZVODY VN, NN, OSVĚTLENÍ A DÁLKOVÉ OVLÁDÁNÍ ODPOJOVAČŮ	
SO 28-86-01	TNS Břeclav, kabelové rozvody vn
SO 28-86-02	TNS Břeclav, kabelové rozvody nn a osvětlení
SO 28-86-03	TNS Břeclav, přeložky a rozvody po dobu stavby
D.2.3.8 VNĚJŠÍ UZEMNĚNÍ	
SO 28-88-01	TNS Břeclav, uzemnění

### 3.2.7 Rozhraní pro stavební práce

Stavební příprava pro SFCs v TNS Břeclav je uvedena v SO 28-82-03. V tomto stupni projektové dokumentace jsou navrhovány nové dva objekty pro SFC1 a SFC2 (pozn. v případě kontejnerového provedení bude upravena stavební příprava). Objekty budou tvořené prefabrikovanými dílci s půdorysnými rozměry 17,48m x 7,68m, výška budov v místě atiky pultové střechy bude 6,60m. Objekty pro SFCs jsou navrženy jako uzavřené stavby se vstupními otvory v přední části objektu 2m x 2,1m x 2,5m. Další detaily budou doplněny v dalším stupni projektové dokumentace po upřesnění struktury SFC.

Technologie SFC včetně souvisejícího zařízení a vybavení musí být zajištěny pevným oplocením podle specifikace Zákazníka. Toto je zakresleno v situaci TNS Břeclav v projektové dokumentaci [1], SO 28-82-04 TNS Břeclav, oplocení. Perimetr oplocení vychází z polohy stávajícího oplocení, požadavků na údržbu a změny úrovně terénu a přístupových bodů. Jednotná výška bran, branek a oplocení je 2,5m + vrcholová ochrana a podhrabové desky. V rámci SO je řešeno jak oplocení areálu, tak také vnitroareálové části oplocení. Vjezd do areálu je řešen dvěma vjezdovými bránami. Ty jsou průjezdné šířky 5m. Oplocení pro SFC technologii a oplocení mezi stáními transformátorů VVN k R110kV je stejného designu jako vnější oplocení, výšky 1,8m, bez vrcholové ochrany s otevíranými, dvoukřídlými branami, a brankami. Vjezdová brána do areálu OTV bude také samonosná pojezdová, křídlo brány se bude zasouvat na pravou stranu za stání pro automobily. V místech u této nové brány, bude brána napojena na stávající oplocení, to bude demontováno a nahrazeno komponenty z kompozitního materiálu.

## 4 PROVOZNÍ PROSTŘEDÍ A CHARAKTERISTIKY PRO SFC

TNS Břeclav je situována na drážních pozemcích v rozvětvení tratí Břeclav - Brno a Břeclav - Přerov, kapitola 2.4 - Lokalita a dispozice SFC.

### 4.1 Charakteristika prostředí

TNS Břeclav se nachází v klimatickém území, které je zařazeno dle Quitt 1971 do území s teplou oblastí T4, Tabulka 2. Jaro je velmi krátké a teplé, léto je velmi dlouhé, velmi suché a velmi teplé, podzim je velmi krátký a teplý, zima je velmi krátká, teplá, suchá až velmi suchá, Dlouhodobé průměrné roční teploty vzduchu činí 9,1 - 10°C. Průměrný roční úhrn atmosférických srážek se pohybuje v intervalu 501 - 600mm.

Tabulka 2: Klimatické charakteristiky oblasti T4

Klimatická oblast	T4
Průměrná teplota v lednu	-2° až -3°C
Průměrná teplota v červenci	19° až 20°C
Průměrná teplota v dubnu	9°C až 10°C
Průměrná teplota v říjnu	9°C - 10°C
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	80 - 90
Počet letních dnů	60 - 70 za rok
Počet dnů s teplotou vyšší než 10°C	170 - 180 za rok
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 - 50 za rok
Počet mrazových dnů	100 - 110 za rok
Počet ledových dnů	30 - 40 za rok
Úhrn srážek ve vegetačním období	350 - 400 mm
Úhrn srážek v zimním období	200 - 300 mm
Počet dnů zatažených	120 - 140
Počet dnů jasných	50 - 60

### 4.2 Charakteristika vstupní soustavy 3x110kV, 50Hz

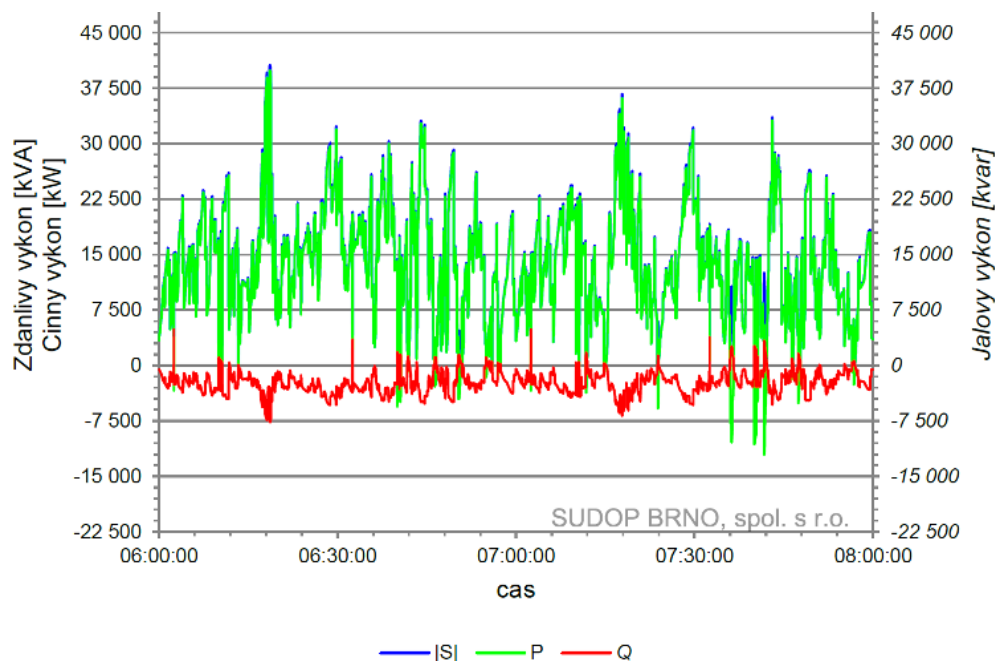
Jedná se o distribuční „nadřazenou“ soustavu (DS):

- Jmenovitá frekvence 50Hz + 4%/– 6% (tj. 47Hz...52Hz) během 100 % času
- Jmenovité napětí 3x110kV ± 10% (provozovatel EG. D.)
- Jmenovité napětí odběru SFC 3x110kV
- Základní izolační úroveň (BIL) a odolnost sítě proti špičkám přepětí - PNE 33 3430-5 4. vydání

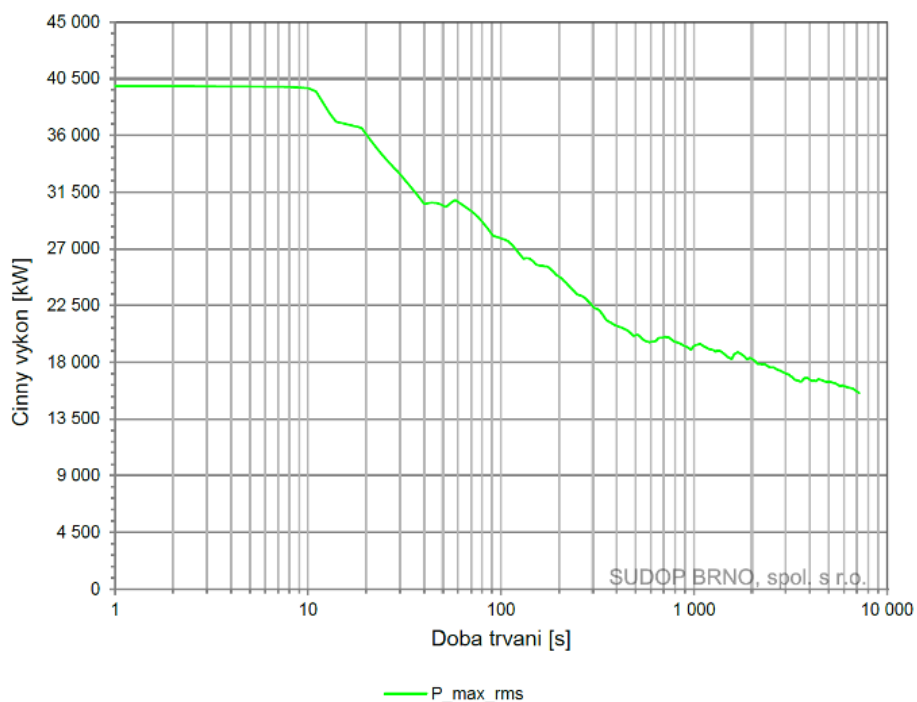
Ve Studii připojitelnosti [3], bylo uvažováno s následujícími hodnotami minimálních zkratových proudů a výkonů v TNS Břeclav 110kV (leden 2024) při zpracování jednotlivých zpětných vlivů vznikajících při odběru výkonu TNS Břeclav z DS 3x110kV:

- 3f zkratový výkon:  $S_{k3min} = 1208 \text{ MVA}$  ( $I_{k3min} = 6,4 \text{ kA}$ )
- 1f zkratový výkon:  $S_{k1min} = 977 \text{ MVA}$  ( $I_{k1min} = 5,1 \text{ kA}$ )

Při zpracování jednotlivých zpětných vlivů vznikajících při odběru výkonu TNS Břeclav z DS 3x110kV bylo v [3] uvažováno se zatížením TNS Břeclav pro špičkovou 2hod v 1s členění, Obrázek 15 a Obrázek 16, který představuje křivku doby trvání zatížení a hodnoty očekávaného příkonu trakce v TNS Břeclav.



Obrázek 15: Průběh výhledové trakční zátěže za 2hod špičku v 1s členění [2]



Obrázek 16: Křivka doby trvání zatížení a hodnoty očekávaného příkonu trakce v TNS Břeclav [2]

- SFC1 a SFC2 v TNS Břeclav budou napájeny z transformátorů T101 a T102, které nebudou provozovány paralelně, tj. každý transformátor bude napájet svůj SFC, které mohou pracovat paralelně.
- Způsob uzemnění (SO 28-88-01):

- SFCs bude v TNS Břeclav připojeno na novou uzemňovací soustavu s požadovanou hodnotou do  $1\Omega$  dle ČSN 34 1500 ed.2. Nově zřizovaná uzemňovací soustava bude sloužit pro správnou funkci všech napěťových soustav i pro připojení ochrany před bleskem. Nová zemnicí soustava bude instalována v celém areálu TNS a bude sestávat s příslušného počtu zemnicích pásků  $2 \times \text{FeZn } 30\text{mm} \times 4\text{mm}$  uložených do rostlého terénu. Na uzemnění budou připojeny veškeré neživé části v areálu TNS včetně R110kV. Vně oplocení TNS bude ve vzdálenosti 1m realizován ekvipotenciální práh, který bude tvořen zemnicím páskem  $\text{FeZn } 30\text{mm} \times 4\text{mm}$ . V zemnicí soustavě budou instalovány zemnicí jímky pro možnost kontrol a měření zemnicí soustavy.
- Poměry při zemním spojení: SFC v TNS Břeclav bude připojeno na DS 3x110kV, 50Hz / TT – distributor EG.D.
- Vybavení nulového bodu: TNS Břeclav 3x110kV, 50Hz/ TT – uzemněný uzel transformátoru 110kV
- Minimální přeskoková vzdálenost ve vzduchu, ČSN EN 61 936-1, tabulka 1
  - 110kV – 1100mm
  - 22kV – 270mm
  - 25kV – 320mm

**Potřebné naplnění podmínek:**

**Studie připojitelnosti** pro ověření souladu s **Vyhláškou č. 16/2016 Sb.**, že připojované zařízení (SFC) vyhovuje požadavkům **PNE 33 3430**, což je následně validováno kontrolním měřením kvality podle požadavků PNE 33 3430-0. Studie musí minimálně zahrnovat:

- odběr činného příkonu (1/4hod. maximum, nepřekročitelné maximum) kdykoliv až do výše odpovídající jmenovitému výkonu instalovaných zařízení,
- dodávku činného příkonu (1/4hod. maximum, nepřekročitelné maximum) kdykoliv až do výše odpovídající jmenovitému výkonu instalovaných zařízení,
- odběr jalového příkonu (1/4hod. maximum, nepřekročitelné maximum) podle operativních dispozic distribuční společnosti až do výše odpovídající jmenovitému výkonu instalovaných zařízení,
- dodávku jalového příkonu (1/4hod. maximum, nepřekročitelné maximum) podle operativních dispozic distribuční společnosti až do výše odpovídající jmenovitému výkonu instalovaných zařízení.

V rámci této studie pro TNS Břeclav jenž je v oblasti působnosti společnosti EG. D, distributor požaduje naplnění požadavků podle: „Pravidla provozování distribučních soustav - Příloha 3 - Kvalita napětí v distribuční soustavě, způsoby jejího zjišťování a hodnocení, listopad 2011. TNS - limity zpětných vlivů na DS 3x110kV, 50Hz - veškerá elektrická zařízení „Žadatele (Zákazníka)“ připojovaná na DS musí splňovat požadavky na maximální přípustnou úroveň zpětných vlivů na elektrizační soustavu. Limity pro úroveň zpětných vlivů způsobovaných jedním odběratelem z DS stanovuje PNE 33 3430-0:

- Flikr - limity pro jednoho odběratele jsou:
  - $P_{\text{It}} = 0,25$  dlouhodobá míra vjemu flikru
  - $P_{\text{st}} = 0,35$  krátkodobá míra vjemu flikru
- Nesymetrie napětí - způsobená jedním odběratelským zařízením (jedním odběrným místem) -  $u(2)$  příp.  $< 0,7 \%$ .

- Vyšší harmonické - přípustné úrovně jednotlivých harmonických napětí musí být podle PNE 33 3430-0.
- Kolísání napětí - změny napětí musí být omezeny na 2 %  $U_n$ , max. přechodné změny na 3 %  $U_n$ .
- Zpětné vlivy na HDO (meziharmonické) - rušivé napětí na frekvenci HDO, nebo v bezprostřední blízkosti nesmí překročit 0,1%  $U_n$ , na frekvenci  $f_{HDO} \pm 100\text{Hz}$  hodnotu 0,3%  $U_n$ . Elektrická zařízení nesmí negativně působit na útlum signálu. V případě nadměrného útlumu signálu HDO je odběratel povinen provést nápravná technická opatření (změna technologie, instalace hradicích členů, atd.).
- Komutační poklesy - relativní hloubka komutačních poklesů musí být omezena na  $d_{KOM} < 0,05$

**Studie kompatibility trakční napájecí stanice** (subsystém ENE), s drážními vozidly (subsystém RST) a s kolejovými obvody železničních zabezpečovacích zařízení (subsystém CCS) podle **ČSN EN 50 238** jakožto nutná podmínka pro získání certifikátu **shody s TSI ENE**, potřebného pro vystavení stavebního povolení.

**Studie kompatibility harmonických a dynamických jevů** zpracovaná podle **ČSN EN 50 388-1**, jakož to další nutná podmínka pro získání certifikátu **shody s TSI ENE**. Pro uvedenou studii je nutné zpracovat „Plán kontroly pro kontrolu kompatibility“ podle ČSN EN 50 388-1, Příloha 1.

Pozn.: TSI ENE z 8. 9. 2023, bod 6.2.4.4, dodatek E povinný bod normy 10.3., ČSN EN 50 388-1, bod 3.1.4 nový prvek (SFC). V současnosti nejsou známa „obecná pravidla správné praxe“, připravovaná v EN 50 388-2.

#### 4.3 Charakteristika výstupní soustavy 1x25kV, 50Hz

Jedná se o trakční napájecí soustavu (TrS), podmínky pro 1x25kV , 50Hz dle ČSN EN 50163 ed. 2:

- Jmenovitá frekvence 50Hz + 4%/- 6% (tj. 47Hz...52Hz) během 100% času
- Jmenovité napětí systému 1x25kV
- Rozmezí změn napětí běžné, přechodné ČSN EN 50163, ČSN EN 50124
- Nejnižší krátkodobé napětí: 17,5kV
- Nejnižší trvalé napětí: 19,0kV
- Nejvyšší trvalé napětí: 27,5kV
- Nejvyšší krátkodobé napětí: 29,0kV
- Délky trvání a další požadavky jsou vypsány v bodě 4.1 normy ČSN EN 50 163 ed.2.

Výstupní parametry napájení technologie SFC musí splňovat výše uvedené podmínky.

##### 4.3.1 Trakční vedení

Sestava trakčního vedení (TV)

- Tr100 Cu + NL50 Bz bez ZV
- Dle vzorové sestavy „S“ pro 1x25kV, 50Hz

Kapacita TV 2 - kolejné trati

- $C_{1TV} = 15\text{nF/km}$

Impedance TV (bez TNS)

- Dvoukolejná trať, druhá stopa bez proudu (0,25 + j 0,40)Ω/km
- Jednokolejná trať (0,25 + j 0,40)Ω/km

### Napájecí body - TNS

V rámci stavby bude realizována nová TNS Břeclav ve stávajícím areálu TNS. Výhledová oblast napájení odpovídá schématu napájení na Obrázek 6: Schéma výhledového napájení pro TNS Břeclav v železniční síti Zákazníka [1]. TNS Břeclav s SFCs musí být dimenzována a navržena tak, aby byla připravena na uvedený výhledový stav napájení.

### 4.3.2 Provozní konfigurace TV

Předpokládané provozní konfigurace napájení TV vyplývají z provozních stavů napájení napájených úseků tratí, Obrázek 5: Model napájení pro simulace [2] a Obrázek 6: Schéma výhledového napájení pro TNS Břeclav v železniční síti Zákazníka [1].

#### TNS Břeclav: normální provozní stav (základní napájení)

V TNS Břeclav - provoz 1x SFC (SFC1 nebo SFC2)

- |  |                        |
|--|------------------------|
| • TNS Břeclav - SpS Rohatec (jednostranné napájení)              | cca $l_{TV} = 19,5$ km |
| • TNS Břeclav - SpS Hrušovany n. J. (jednostranné napájení)      | cca $l_{TV} = 44,0$ km |
| • TNS Břeclav - státní hranice Slovensko (jednostranné napájení) | cca $l_{TV} = 16,6$ km |
| • TNS Břeclav – SpS Popice - spolupracuje s TNS Modřice s TrT    | cca $l_{TV} = 24,9$ km |
| • TNS Břeclav – státní hranice Rakousko                          | cca $l_{TV} = 10,5$ km |

#### TNS Břeclav: výluka TNS Modřice

V TNS Břeclav – provoz 2x SFC (SFC1 a SFC2):

- |  |                        |
|--|------------------------|
| • TNS Břeclav - SpS Rohatec (jednostranné napájení)              | cca $l_{TV} = 19,5$ km |
| • TNS Břeclav - SpS Hrušovany n. J. (jednostranné napájení)      | cca $l_{TV} = 44,0$ km |
| • TNS Břeclav - státní hranice Slovensko (jednostranné napájení) | cca $l_{TV} = 16,6$ km |
| • TNS Břeclav – SpS Popice až k TNS Modřice                      | cca $l_{TV} = 48,5$ km |
| • TNS Břeclav – státní hranice Rakousko                          | cca $l_{TV} = 10,5$ km |

Pozn.: Hodnoty  $l_{TV}$  slouží pouze pro základní informaci, představují přibližné délky TV bez respektování jednokolejnosti nebo dvoukolejnosti tratě, tj. nejedná se o rozvinutou délku TV.

Výhledový stav napájení je závislý na průběhu navazujících staveb. TNS Břeclav musí být schopna provozu 1x SFC (SFC 1 nebo SFC2) nebo 2x SFC (SFC1 a SFC2 současně), a to bez spolupráce (ostrovní provoz) nebo se spoluprací (paralelní provoz) s SFC nebo TrT. Bližší detaily požadovaných výkonů, případných vazeb při sledovaných dopravních zátěžích jsou uvedeny v [2].

### 4.3.3 Připojení SFC

Vstupní 3f transformátory SFCs se vstupním napětím 110kV jsou připojeny z vývodového pole rozvodny 110kV. Propojení vstupní transformátor – SFC – výstupní transformátor je součástí dodávky SFC. Výstupní 1f transformátor s výstupním napětím 25kV v zastřešeném stání (pozn.: případně dle odsouhlaseného řešení Dodavatele Zákazníkem) je připojen kabely 50kV do přívodního pole rozvaděče 25kV umístěného v technologické budově.

### 4.4 Zabezpečovací zařízení

Předmětná stavba řeší celkovou rekonstrukci technologií TNS Břeclav pro zajištění současných výkonových potřeb a dále výhledových potřeb plynoucích z budoucích přepravních potřeb.



Při rekonstrukci TNS budou nově použity pro napájení trakčního vedení SFC, proto zabezpečovací zařízení řeší zamezení negativních vlivů na stávající kolejové obvody (KO) od SFC.

Nepřepokládají se žádné další úpravy ve stanicích a na trati na venkovních prvcích SZZ a TZZ (mimo níže uvedených) i za předpokladu nezrealizování případné stavby „Úpravy železniční infrastruktury pro zavedení rychlosti 200 km/h v úseku Šakvice - Břeclav“.

Trať v úseku Nedakonice – Břeclav a Břeclav - Modřice je ovládána dálkově z Centrálního dispečerského pracoviště (CDP) Přerov (PS 90-01-51). Na trati je v činnosti národní vlakový zabezpečovač LS a evropský vlakový zabezpečovač ETCS L2, který je ovládaný z pracoviště RBC na CDP Přerov.

#### 4.4.1 Staniční zabezpečovací zařízení

Pro staniční zabezpečovací zařízení (SZZ) jsou použita elektronická zařízení ESA nebo ETB ovládaná z jednotného obslužného pracoviště (JOP). Zařízení jsou dálkově ovládána prostřednictvím systému dálkového řízení provozu (DOZ) z CDP Přerov.

Na území stavby jsou již v provozu vyhovující KO, a to ve stanicích KOA-1 typ KO 6401(275 Hz) nebo použité počítače náprav (PN) Frauscher FAdC.

Ve vybraných stanicích budou provedeny jen potřebné úpravy stávajících napájecích zdrojů UNZ pro SZZ. V ŽST Hrušovany u Brna a Šakvice nejsou úpravy potřebné, neboť zde jsou již použity novější technologie napájecích zdrojů.

V provozních souborech (PS) dokumentace [1] pro SZZ platí úpravy:

- ŽST Lanžhot (PS 29-01 -11), ŽST Podivín (PS 32-01-11), ŽST Zaječí (PS 34-01 -11), ŽST Vranovice (PS 39-01 -11), ŽST Modřice (ŽST Modřice), ŽST Břeclav (PS 28-01 -11 ) - KOA1 typ KO 6401 (pracovní kmitočty 274Hz až 276Hz ) výměna pouze řídicí desky ve zdroji UNZ
- ŽST Břeclav-přednádraží v obvodu spádoviště St. 7 (PS 28-01-41 ŽST Břeclav, úprava SPADOVISTNI ZABEZPEČOVACÍ ZAŘÍZENÍ (SPZZ) Břeclav) bude nutné vyměnit stávající 418K, 420AK1, 420aK2, 420bK, V427, 420cK1, 420cK2 typu KO36 pod trakci za nové dostupné KO se značkováním. V rámci výměny KO: 418K, 420aK1, 420aK2, 420bK, V427, 420cK1, 420cK2 na PSt. 7 budou ve stávající kabelové trase vyměněny stávající kabely za nové typu TCEKPFLEZE (nad délku 500m) a TCEKPFLEY (do celkové délky 500m). Vlastní spádovištní zařízení na stavědle PSt. 7 typu KOMPAS bude ponecháno. Pro napájení KO bude nutné vybudovat na spádovištním stavědle nové potřebné napájení pro zamezení negativních vlivů na stávající KO od SFC.

#### 4.4.2 Traťová zabezpečovací zařízení

Pro traťová zabezpečovací zařízení (TZZ) jsou použity elektronické autobloky ABE-1 s centralizovanou výstrojí ve stavědlových ústřednách v ŽST.

Na přilehlých mezistaničních úsecích uvedené stavby jsou v provozu KOA-1 typ KO 6301 (75Hz). Tyto KO vyhovují s výjimkou části KO36 v ŽST Břeclav v obvodu spádoviště St.7.

V provozních souborech dokumentace [1] pro TZZ platí úpravy:

- Hrušky - Břeclav - KO 75Hz (KO3103) se nahradí novými KO vyhovujícího typu. Na trati zůstanou stávající stykové transformátory i se stávajícími propojkami a přípojnými lany. Stykové transformátory se proměří, pokud nebudou hodnoty vyhovovat, vymění se.

#### 4.4.3 Přejezdová zabezpečovací zařízení

Pro přejezdová zabezpečovací zařízení (PZZ) jsou použita zařízení typu PZZ-EA.

#### 4.4.4 Vlaková zabezpečovací zařízení

Celý traťový úsek Břeclav – Přerov, Břeclav - Brno je vybaven národním vlakovým zabezpečovacím zařízením LS, jedná se o vlakové zabezpečovací zařízení třídy B podle TSI CCS. Národní vlakové zabezpečovací zařízení LS pracuje na principu 100% amplitudové modulace nosného kmitočtu 75Hz, resp. 50Hz. Na uvedených tratích je instalován systém ERTMS/ETCS úrovně 2.

#### Napájení ZZ

Přípojka pro napájení zdrojů ZZ musí dodržovat normové charakteristiky EE podle ČSN EN 50 160 ed. 3 (napájení z veřejné DS nebo LDSž anebo z náhradního zdroje a podle ČSN EN 50 163 ed. 2).

#### 4.4.5 Schéma napájení trakční sítě

Schéma napájení trakční sítě je zřejmé ze „Schématu napájení a dělení trakčního vedení“, které je součástí v projektu TV, SR 34 - Nastavování, provoz a údržba reléových ochran trakčního napájecího obvodu.

#### 4.4.6 Trakční kolejová vozidla

SFCs musí být schopny pracovat s hodnotami  $\cos \varphi = 0,80 - 1,00$  induktivního charakteru a s vyšším obsahem harmonických zejména řádu 3. a 5. Na železniční síti Zákazníka jsou provozovány i starší koncepce elektrických hnacích vozidel a elektrických jednotek (EHV/EJ), která mohou způsobovat uvedené harmonické a nižší hodnotu účinníku, a to i v závislosti na provozovaném výkonovém stupni regulace trakční pohony.

## 5 POŽADAVKY NA SFC Z HLEDISKA CHOVÁNÍ A CHARAKTERISTIK

### 5.1 Provozní stavy SFC

Provozní stavy vycházejí z variantnosti napájení napájených úseků tratí, Obrázek 6: Schéma výhledového napájení pro TNS Břeclav v železniční síti Zákazníka [1].

#### 5.1.1 Funkce a parametry SFC

- SFC musí zajistit požadovanou dodávku EE k EHV/EJ a požadovaný odběr EE od EHV/EJ až do úrovně svého jmenovitého činného výkonu při udržení požadovaného  $\cos \varphi$  a symetrie fázových proudů v požadovaných mezích na straně DS 3x110kV, 50Hz. Na straně TrS 1x25kV, 50Hz kromě dodávání nebo odběru činného výkonu musí dodávat i jalový výkon, a to až do úrovně odpovídající  $\cos \varphi = 0,8$ .
- SFC musí umožňovat předávat přebytek rekuperovaného výkonu do DS 3x110kV, 50Hz v plném rozsahu svého výkonu.
- Schopnost vyhovět požadavkům provozovatele DS pro odběr výkonu z DS i pro navrácení výkonu do DS 3x110kV, 50Hz a to až do jmenovité hodnoty výkonu TNS Břeclav. Pokud vzniknou nové požadavky ze strany provozovatele DS, musí je Dodavatel splnit bez výhrady.
- Dodavatel musí garantovat vzájemnou spolupráci a komunikaci SFCs s SFCs v okolních TNS i v případě, kdy SFCs je od různých výrobců. Z tohoto důvodu jsou definovány i dílčí rozhraní.
- SFCs musí umožňovat rozmrazování trakčního vedení (ledovka, námraza) vyrovnávacími jalovými proudy mezi sousedními TNS v dané oblasti.

Pozn.: Ledovka je průvodním jevem mrznoucího deště nebo mrznoucího mrholení. Vzniká v případech, kdy ve výšce je teplý vzduch a z něj prší a déšť padá na vedení s teplotou pod 0°C. Vodní kapky se po dopadu na vedení rozlijí a okamžitě mrznou a vytvářejí ledovku tj. průhlednou vrstvu ledu s hladkým povrchem.

Námraza vzniká zmrznutím drobných kapek mrznoucí mlhy nebo oblaků při jejich styku s povrchy vedení o teplotě pod bodem mrazu. Námraza se však může tvořit i sublimací, tj. srážením vzdušné vlhkosti na dostatečně prochlazeném vedení, tj. bez přítomnosti mlhy nebo oblačnosti. Při teplotách vedení v rozmezí mezi 0 až -3 °C vzniká tzv. průsvitná námraza, vytvářející hladkou, kompaktní, zpravidla průsvitnou usazeninu ledu s drsným povrchem. Vytváří se poměrně pomalým zmrznutím kapek mlhy nebo oblaku, které před zmrznutím stačí vyplnit veškeré mezery na povrchu vedení. Je velmi přilnavá, odolává i silnému větru a od povrchu vedení, na kterém přilnula, může být oddělena pouze mechanickým rozbitím nebo táním. Při teplotách podloží cca -2 až -10 °C vzniká z důvodů rychlého zmrznutí, zpravidla přechlazených vodních kapek mlhy nebo oblaku při styku s vedením tzv. zrnitá námraza. Námraza narůstá rychleji na hranách vedení obrácených proti směru větru a to tím intenzivněji, čím vyšší je rychlost větru. Při teplotách vedení pod -4 °C a s dalším poklesem teploty vzduchu významně klesá možnost vzniku námrazy nebo je pomalejší její nárůst. Při teplotách pod -12 °C námraza nevzniká nebo je zpravidla velice slabá.

Pro předmětné tratě:

- SFCs (SFC1, SFC2) musí být schopny:
  - samostatného provozu (ostrovní provoz) – SFC (SFC1) nebo SFC (SFC2)
  - samostatného provozu (ostrovní provoz) – SFC (SFC1) a SFC (SFC2)

- spolupráce (paralelní provoz) s okolními TNS s trakčním transformátorem (TrT)
  - spolupráce (paralelní provoz) s okolními TNS s SFCs
- SFCs musí být schopné spolupráce i s SFC jiného výrobce SFC. Způsob napájení TV se může v průběhu provozu měnit podle provozních podmínek. SFC musí být schopno umožňovat paralelní provoz i bez výměny signálů (tj. přerušení komunikace) mezi TNS nebo mezi jednotlivými SFCs, tak aby pokrylo požadované provozní stavy. Paralelně spolupracujícím TNS je však společně jednotně zadáván taktovací signál pro určení referenčního fázového úhlu výstupního napětí.
- SFCs musí umožňovat řízení:
  - místní, dálkové, ústřední
  - pro každý způsob řízení musí disponovat provozními módy minimálně v rozsahu – provozní (standardní), výlukový, nouzový, údržbový, a to vše s ohledem na požadovanou strukturu a formáty komunikace
- SFC musí být vybaveno požadovaným komunikačním rozhraním pro přenos informací a možnost dálkového řízení z řídicího centra SCADA Zákazníka při běžném provozu, stejně jako detailnější místní provozní řídicí panel pro údržbu a servisní provoz.
- Místní zařízení pro řízení a chránění musí být dodáno pro každý SFC, a pokud je to možné, umístěno v odděleném prostoru.
- Řídicí místnost bude přístupná i během provozu a bude zahrnovat pracoviště obsluhy, které bude umístěno v příslušné provozní budově.
- SFCs musí být dimenzovány na primární vstupní straně 3x110kV, 50Hz výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS trvalým minimálně výkonem 5Mvar (pozn.: Tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení TrS 1x25kV, 50Hz není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování a optimalizace SFC včetně jeho SW, systému ochran). Dodavatel tuto funkci musí prověřit v lokalitě připojení SFC.
- SFCs musí být dimenzovány na sekundární výstupní straně 25kV výkonově tak, aby bylo akceptováno kapacitní zatížení způsobené TV v plném rozsahu (100%) pro provozní stavy po realizaci stavby, Obrázek 6.
- SFC jako celek musí mít účinnost minimálně 97% při jmenovitém zatížení (jmenovité zatížení = špičkové zatížení SFC bez ohledu na přetížitelnost, to již od 45% jmenovitého zatížení. Jmenovité zatížení bude definováno jako pracovní bod pomocí parametrů: napětí, účinníku, teploty, směr toku energie k 1f síti (SFC jako celek = od vstupních svorek 110kV až po výstupní svorky 25kV).
- SFC musí mít vysokou spolehlivost a minimální časové a materiální nároky na údržbu.
- SFC musí být schopno trvale trvalého provozu s maximální dobou odstavení dva dny (2x24hod) v roce (365dní). Doba odstavení SFC bude v době odstavení TNS z důvodu údržby a revize zařízení.
- Spolehlivost a minimální nároky na údržbu SFC musí být zachovány i v případě, že SFC nebude využíváno pro aktivní napájení. Dodavatel uvede podmínky (např. minimální dobu provozu za měsíc) pro zachování požadované spolehlivosti a minimálních nároků na údržbu SFC, které musí prokazatelně předat Zákazníkovi. Pokud tyto podmínky nebudou Zákazníkovi předány a došlo by k poruše SFC následkem neplnění podmínek při neaktivním napájení, platí záruční podmínky pro SFC v plném rozsahu.
- SFC musí obsahovat moduly diagnostiky a monitoringu, které musí být schopny předávat informace do systému řízení (místní, dálkové, ústřední). Nově budované zařízení, elektrická

instalace, provedení a umístění měřícího zařízení odběrného místa musí být v souladu s platnými ČSN, s „Pravidly provozování distribuční soustavy“, „Připojovacími podmínkami PDS“ a „Podmínkami distribuce elektřiny“. Tyto dokumenty jsou k dispozici na [www.egd.cz](http://www.egd.cz).

- SFCs nesmí svými funkcemi a provozem ovlivňovat další zařízení na straně DS 3x110kV (např. hromadné dálkové ovládání (HDO)) a na straně TrS 1x25kV, 50Hz. Dodavatel provede a dodá „Plán kontroly kompatibility“ a „Studii kompatibility harmonických a dynamických jevů“ ve vztahu k napájení dráhy podle ČSN EN 50 388-1, která je podmínkou pro získání certifikátu shody s TSI ENE. K tomuto účelu poskytne Zákazník Dodavateli potřebnou součinnost.
- SFCs nesmí ovlivňovat zabezpečovací a sdělovací zařízení. Dodavatel dodá „Plán kontroly kompatibility“, provede kontrolu a vypracuje „Studii kompatibility“ podle ČSN EN 50 238-1 ed. 2, specifikace kapitola 6.8.4. Pro tento účel poskytne Zákazník potřebnou součinnost.
- Rozhraní SFCs musí být provedena tak, aby byly plně začlenitelné do stávajících nebo nově budovaných technologií a jejich zařízení. Podmínky stanoví projektová dokumentace [1].
- Návrh a provoz SFC musí vyhovovat charakteristikám systému TV a zatěžovacím cyklům.
- SFCs musí být optimalizovány na nejvyšší spolehlivost provozu a minimalizaci nežádoucích rušivých jevů v provozu TrS 1x25kV, 50Hz (např. zpětné složky, rušení harmonickými složkami, atd.) ve všech provozních podmínkách a stavech, kapitola 5 a 6.
- Systém redundance v TNS Břeclav je proveden s využitím dvou SFC stejných jednotek.
- Systém chránění a vazeb SFCs musí být proveden tak, aby byl v souladu s předpisy Zákazníka, provozními podmínkami včetně výlukových stavů a stavů v lokalitě.
- Veškeré vybavení a materiál, dodané podle smlouvy, musí být navrženo na provoz na svých jmenovitých parametrech podle specifikovaných provozních podmínek na provozní periodu nejméně 25let.
- Uvedená minimální provozní perioda 25let nepředstavuje ukončení životního cyklu pro SFC. SFC musí být schopno provozu i po této periodě s vyžitím retrofitů pro řídicí část.
- Připojení SFC odpovídá Obrázek 4.
- Na výstupní straně za 1f transformátorem nebo za měničem DC/1AC (pozn. měnič DC/1AC představuje architekturu s výkonovou reaktancí nebo autotransformátor) bude TrS 1x25kV, 50Hz.
- Případné výkonové filtry (harmonické, korekční, atd.) jak k straně DS 3x110kV, 50Hz tak na straně TrS 1x25kV, 50Hz budou součástí rozsahu dodávky SFC podle požadavků vycházející z návrhu SFC tak, aby vyhověly stanoveným požadavkům na provoz zařízení, tj. budou zahrnuty v návrhu, dodávce a instalaci.
- Případné provedení ISO kontejneru SFC musí být opatřeno zařízením pro filtraci venkovního vzduchu. Toto kontejnerové provedení musí splňovat požadavky na harmonizované normy Ekodesign v EU.

## 5.2 Provozní režimy SFC

Při běžném provozním režimu bude SFC akceptovat základní řídicí povely („start“ a „stop“) z místního, dálkového nebo ústředního ovládání rozhraní (pozn.: TNS Břeclav bude provozována bez trvalé obsluhy, ovládání bude zejména provozováno ústředně ze stanoviště ED Brno). V případě potřeby lze ovládat zařízení TNS místně nebo dálkově pomocí systému kontroly řízení (SKŘ). Tyto povely budou iniciovat automatické sekvence najetí („start“) a odstavení („stop“), které budou plně řízené a kontrolované řídicím systémem SFC.

- Řídicí systém musí plně kontinuálně ovládat a kontrolovat provoz SFC. Řídicí systém bude součástí dalšího vybavení, řízení amplitud a fáze výstupního napětí SFC a omezí výstupní proud v případě přetížení nebo zkratu na straně TV.
- SFC musí najet při napájení ze strany DS 3x110kV, 50Hz. Automaticky se nafázuje na referenční taktovací kmitočet, zapne vypínač a dodává činný a jalový výkon podle nastavené charakteristiky TrS 1x25kV, 50Hz.
- SFC musí být schopen nezávislého „ostrovního“ nebo „paralelního provozu“ s jiným místním nebo vzdáleným novým SFC nebo SFCs v systému „jednotné fáze“ stejně jako s místním nebo vzdáleným stávajícím napájecím 1f TrT nebo TrTs.
- SFC musí být schopen nezávislé podpory DS 3x110kV, 50Hz dle definovaného jalového výkonu v závislosti na napětí v DS. Tato funkce nesouvisí přímo s napájením TrS 1x25kV, 50Hz.
- SFC musí být schopen najet „ze tmy“ systém 50Hz. SFC musí být schopen se nafázovat na referenční taktovací kmitočet a napájet, dále spolupracovat na zátěži s ostatními TNS.
- Proces najetí SFC musí trvat maximálně do řádu jednotek minut v závislosti na druhu řízení.
- Musí být možné připojit a odpojit jiné SFC od SFC bez signalizace do systému řízení SFC. Rozdělení nebo převzetí zátěže musí být provedeno automaticky podle nastavených charakteristik pro činný a jalový výkon. Řídicí systém SFC musí rozlišovat mezi „ostrovní“ sítí a „propojenou“ sítí:
  - SFC v „ostrovní“ síti udržuje optimálně konstantní napětí a fázi.
  - SFC v „propojené“ síti je optimálně vhodná kompaudace tj. pokles napětí, respektive změna fázového úhlu při zatížení proudem.

K dispozici musí být následující provozní režimy:

- SFC vypnut (Off) - Ve stavu SFC “Vypnuto - OFF” je SFC mimo provoz, tj. hlavní vypínače vypnuté na obou stranách a jsou zablokovány sekvence pulzů.
- var kompenzace - Režim “var kompenzace” umožní regulaci U/Q charakteristiky na straně trakce. Hlavní 1f vypínač je sepnut a SFC generuje pulzy na 1f straně. Chladicí okruh je v provozu a hlavní vypínač na 3f straně je stále vypnutý.
- SFC v provozu (On) - Při stavu SFC “Provoz - On” jsou připojeny sítě na obou stranách a bude umožněn oboustranný přenos výkonu SFC. Regulace bude nezávisle nastavena parametry z přednastavených charakteristik. Charakteristiky budou vycházet z požadovaných funkcí a parametrů. V tomto režimu jsou oba hlavní vypínače sepnuty, pulzy na obou stranách SFC jsou generovány a chladicí systém je v provozu.

### 5.3 Omezení zatížení SFC

Tato funkce slouží k eliminaci krátkodobých i dlouhodobých přetížení bez vypnutí SFC. Cílové proměnné mohou být: měření proudů, měření teploty, teplotní výhledy/trendy nebo jiné proměnné, které jsou považované jako kritické parametry pro provozní podmínky SFC. Se standardním nastavením jsou limitace aktivní pouze v provozních stavech SFC, které jsou mimo specifikovaný provozní rámec a zátěžové cykly.

### 5.4 Funkční testy SFC

Pokud je SFC bezpečně odpojen od sítě, musí místní ovládací panel umožnit:

- testy chlazení, větrání, vypínačů, SFC a případně další zařízení.
- ruční zapnutí a vypnutí chladících čerpadel, ventilátorů a vypínačů.

- testy iniciačních pulzů výkonových polovodičových prvků SFC. Index modulace musí být nastavitelný a musí umožnit ověření funkčnosti jednotlivých výkonových prvků.

## 5.5 Řídící režimy SFC

### 5.5.1 Řízení napětí

- Řízení napětí musí být nastavené podle charakteristiky závislosti napětí na jalovém výkonu  $U = f(Q)$ .
- Řízení frekvence musí být nastavitelné také podle charakteristiky závislosti frekvence na činném výkonu  $f = f(P)$ .
- Charakteristiky musí být nastavitelné. Charakteristika musí být podobná charakteristice napájení standardním výkonovým transformátorem.
- SFC musí také umožňovat nastavit napětí v závislosti na výkonu okolních spolupracujících TNS.
- Sklon (ve vztahu k impedanci) a jmenovité napětí (odpovídající převodovému poměru) musí být nastavitelné.
- Parametry musí být nastavitelné v libovolném čase i během provozu. Všechny parametry musí být nastavitelné z místního panelu, důležité parametry také dálkově.

### 5.5.2 Řízení zátěžového úhlu

- Řízení zátěžového úhlu musí být provedeno podle charakteristiky závislosti fázového úhlu na činném výkonu  $\varphi = f(P)$ .
- Charakteristika závislosti fázového úhlu na činném výkonu musí být nastavitelná. SFC musí také umožňovat nastavit fázový úhel v závislosti na výkonu okolních spolupracujících TNS.
- Sklon (vzhledem k impedanci) musí být nastavitelný.
- Hodnota zátěžového úhlu musí být nastavitelná na  $0^\circ$  (ve vztahu k fázovému posunu napájení sítě).
- Parametry musí být nastavitelné v libovolném čase i během provozu. Všechny parametry musí být nastavitelné z místního panelu, zásadní parametry také dálkově.

### 5.5.3 Paralelní provoz a rozdělení zátěže

- SFC musí převzít odpovídající část činné a jalové zátěže. To musí být primárně ošetřeno napěťovou charakteristikou a charakteristikou zátěžového úhlu SFC.
- SFC musí být možno nastavit jako hlavní řídicí jednotku, tzn. SFC bude konfigurován na tuto funkci dynamickým nastavením parametrů napětí a fázového úhlu.
- Řídící režim nesmí vyžadovat pilotní nebo jakýkoliv jiný signál z nadřazeného řídicího systému prostřednictvím rychlé komunikace pro umožnění stabilního paralelního provozu (s výjimkou jednotné taktovací frekvence). SFC musí pokračovat s podílením se na zátěži, i když nebude dostupná jakákoliv komunikace na nadřazené řízení nebo sousední TNS nebo dojde k poruše jiného SFC.

## 5.6 Interoperabilita - komunikační protokol

- Nezávisle na výrobci a dodavateli SFC by měly SFCs nasazené v napájecím systému 1x25kV, 50Hz Zákazníka být schopny komunikovat prostřednictvím neproprietárního komunikačního protokolu. Pozn.: V současnosti se jako komunikační standard pro 50Hz železniční SFC široce používá IEEE C37.118.2 s cílem zabránit nežádoucí cirkulaci energie mezi TNS a DS.

## 5.7 Události v soustavě 3x110kV, 50Hz

### 5.7.1 Chování SFC při poruše

- SFC musí udržet napětí a frekvenci v rámci mezí, popsanych normou EN 50328 kapitola 2.3.2.1 bez vypnutí.
- SFC musí být chráněn proti přepětí podle popisu v normě EN 61393-1 tabulka 1. Zde zadané podmínky nesmí znamenat poškození SFC.
- SFC musí být chráněn proti nebezpečí poškození vlivem změn frekvence v DS mimo definovaný rámec.
- SFC musí být vhodně chráněn i z hlediska ovlivnění tj. dostatečná úroveň odolnosti z hlediska EMC.

## 5.8 Události v soustavě 1x25kV, 50Hz

Z důvodu zajištění vypnutí od externího ochranného zařízení v případě zkratu na TV, musí SFC napájet zkratovým proudem.

- Zkratový proud z SFC musí být svým tvarem (nikoliv amplitudou) co nejvíce podobný zkratovému proudu ze standardního transformátoru. Proto se zkratový proud z SFC může jevit jako napájení ze stabilního sinusového zdroje za měřenou impedancí. SFC může omezit zkratový proud z důvodu ochrany výkonových polovodičových prvků. SFC musí udržovat primárně sinusový průběh zkratového proudu, toho by mělo být dosaženo pomocí zmenšení amplitudy (zdánlivého) napěťového zdroje.
- Napěťový zdroj (zdánlivý) musí držet stejnou fázi a frekvenci jako v okamžiku těsně před poruchou. Zkratový proud si je schopen udržet (v závislosti na impedanci poruchy) svou fázi, stejně jako frekvenci.
- SFC musí napájet zkratovým proudem až 3s bez přerušení. Zkratový proud pak bude v 1,3 násobku jmenovitého proudového zatížení SFC.
- SFC musí zkratovým proudem napájet ihned po vzniku zkratu (v závislosti na aktuálním zatížení a poruše, nejpozději však do 15ms), není dovoleno přerušení nebo časové zpoždění. Systém chránění musí tyto hodnoty vhodně respektovat.

### 5.8.1 Chování SFC při ztrátě zatížení

Vlivem rozepnutí nebo sepnutí vypínače a změn v trakční síti a uspořádání rozdělení zatížení, může dojít k velké skokové změně zatížení SFC z vysokého zatížení na minimální zatížení nebo k plnému odlehčení SFC nebo naopak.

SFC musí být schopen projet skokové změny při všech kombinacích poměru činného a jalového výkonu až do  $\pm 85\%$  jeho jmenovitého výkonu bez vypnutí nebo zablokování sekvence pulzů. Tento stav musí být možný bez závislosti na aktuální konfiguraci trakční sítě („ostrovní“ nebo „paralelní“ provoz) před i po skokové změně.



## 6 POŽADAVKY NA SFC Z HLEDISKA PROVOZU

### 6.1 Požadavky na druhy provozu SFC

- Místní provoz
- Dálkový provoz
- Ústřední provoz
- Zvláštním režimem je vzdálený přístup (VPN) – Cyber security

V rámci všech výše uvedených druhů provozu (úrovně řízení) je nutné definovat přenášená data v kontrolních seznamech (tzv. checklistech).

#### 6.1.1 Místní provoz

SFC musí být říditelné místně, režim místního nebo dálkového provozu bude volitelný přes přepínač na pracovišti MŘS ve velíně s tím, že bude provedena vhodná blokace ústředního ovládání.

Místní HMI tj. rozhraní pro obsluhu musí zahrnovat jednopólová schémata zapojení (SLD), přehled trendů, monitorování událostí, přihlášení, podporu údržby a podporu řešení problémových situací.

- Přehled o SFC s indikací provozního stavu, pozice vypínačů a měření.
- Interaktivní schémata pro start a odstavení SFC, případně pro krokové a automatické sekvence, indikaci aktuálního kroku sekvence.
- Možnost nastavení všech parametrů řízení SFC.
- Detailní seznam událostí s možností filtrování.
- Samostatný seznam alarmů se všemi aktivními a přetrvávajícími neaktivními alarmy.
- Volitelné možnosti trendů a měření.
- Funkce pro testování pomocného vybavení, jako jsou vypínače, chladicí systém, ventilátory, výměníky tepla, atd.

Všechny funkce musí být blokovány tak, aby se předešlo možnosti provozu mimo bezpečnou oblast.

#### 6.1.2 Dálkový provoz

SFC musí být říditelné dálkově, režim dálkového nebo místního provozu bude volitelný přes přepínač na pracovišti MŘS ve velíně s tím, že bude provedena vhodná blokace ústředního ovládání.

- Síťové rozhraní pro místní řídicí systém (MŘS) Zákazníka musí být na optické síti s protokolem ČSN EN 61 850.
- Pomocí tohoto rozhraní musí být možné najet a odstavit SFC v režimu plně automatické sekvence.
- MŘS musí umožnit kvitování alarmů nebo vypnutí SFC, pokud je to bezpečné.
- Základní parametry nastavení charakteristik musí být nastavitelné.
- Musí být umožněno přenos sumárních poruch, hlášení a hlavního měření (U, I, P, Q, atd.). V dokumentaci musí být popsán způsob slučování jednotlivých informací.
- Dodavatel musí připojit MŘS k Zákazníkem dodanému komunikačnímu rozhraní nadřazeného systému (SCADA dálkový komunikační terminál apod.) v rámci objektu TNS s SFCs. Ovládání TNS musí být začleněno do stávajícího řídicího systému elektrodispečera, tj. ED Brno. Musí proběhnout funkční zkoušky ovládaného objektu TNS.

Všechny alarmy a události musí být komunikovány do nadřazeného ústředního systému společně s časovými značkami ochrany a řídicího systému SFC. Časy všech komponent SFC včetně řídicích systémů musí být synchronizované.

### 6.1.3 Ústřední provoz

- Ústřední (centrální) ovládání a řízení musí být řešeno komunikačním protokolem podle ČSN EN 60870-5-104 přes ED Brno.

Další detaily jsou uvedeny v (PS 28-03-11) TNS Břeclav, zařízení DŘT, SKŘ a MŘS.

### 6.1.4 Vzdálený přístup

- MSŘ SFC musí být vybaven servisním rozhraním.
- MSŘ SFC musí mít samostatné síťové připojení pro vzdálený přístup (VPN) servisní podpory.
- Soubory, exportované řídicím systémem SFC, jako je seznam událostí, grafy a soubory s hodnotami měření, musí být možno stáhnout prostřednictvím tohoto servisního rozhraní.
- Zákazník zajistí přístup k tomuto servisnímu rozhraní pro vzdálený přístup (VPN) pro SFC. Přístup podléhá zabezpečení podle kybernetické bezpečnosti dle standardu a předpisů ISO/IEC 27001, IEC 62 443 a IEC 62 351 (Cyber security). Detailní informace k tomuto přístupu včetně architektury obdrží Dodavatel na základě žádosti od Zákazníka.

## 6.2 Požadavky na výkony

- SFCs musí být dimenzovány na sekundární výstupní straně 25kV výkonově tak, aby bylo akceptováno kapacitní zatížení způsobené TV v plném rozsahu tj. 100%.
- Jmenovité zatížení SFCs je totožné špičkovým zatížením SFC.
- SFCs musí být dimenzovány pro zpětný tok energie až do DS 3x110kV, 50Hz do jmenovitého zatížení SFC.
- SFCs musí být dimenzovány na primární vstupní straně 110kV výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS trvalým výkonem 5Mvar (pozn.: tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení napájení TrS 1x25kV, 50Hz není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování SFC).
- TNS Břeclav musí splňovat podmínku s SFC 40MVA i s SFCs 2x 40MVA při udržení v rozmezí  $\cos \varphi = 0,95 - 1,00$  induktivního charakteru na vstupní straně 3x110kV, 50Hz.
- Napětí u TrS 1x25kV, 50Hz musí být v souladu s ČSN EN 50 163 ed. 2. a ČSN EN 50 124, tj. nejnižší krátkodobé napětí 17,5kV, nejnižší trvalé napětí 19,0kV, nejvyšší trvalé napětí 27,5kV, nejvyšší krátkodobé napětí 29,0kV.

## 6.3 Požadavky na účinnost

- Každé SFC musí mít celkovou účinnost minimálně 97% při jmenovitém zatížení. Tuto hodnotu musí dosahovat již od 40% jmenovitého zatížení SFC.

## 6.4 Požadavky na akustický hluk

V chráněném venkovním prostoru staveb je základní hygienický limit hluku stanoven na 50dB ve dne a 40dB v noci. V případě, že má hluk tónový charakter, je třeba přičíst další korekci – 5dB. Výsledný limit je 45dB pro den a 35dB pro noc s uvažováním tónových složek. Požadované výsledné

limity platí pro celé spektrum provozu SFC jako celku. Místo pro ověření hodnoty je určeno vzdáleností obytné zástavby.

V dosahu vlivu hluku z TNS Břeclav se nenachází žádný objekt chráněný z hlediska hluku. V okolí TNS se nachází zahrádkářská kolonie s chatkami, zemědělské a průmyslové objekty. Nejbližší obytný dům je vzdálen cca 800m. Na základě uvedených faktů nejsou navrhována žádná protihluková opatření.

Zákazníkovi v době zpracování TS SFC nebyla známá přesná struktura a architektura SFCs, a proto musí Dodavatel zohlednit ve svém návrhu SFC splnění požadovaných hygienických limitů vzhledem k lokalitě a dispozici SFCs.

## 6.5 Požadavky na servisní cyklus

- Veškeré vybavení a materiál, dodané podle smlouvy, musí být navrženo na provoz SFCs při jmenovitých parametrech podle specifikovaných provozních podmínek na servisní cyklus nejméně 25let.

## 6.6 Požadavky na provozní dostupnost a spolehlivost

- SFCs musí mít vysokou spolehlivost a minimální nároky na údržbu. SFCs bude trvale v provozu s maximální dobou odstavení dva dny (2x 24hod) v roce (365dní). Doba odstavení SFC bude v době odstavení TNS z důvodu údržby a revize zařízení.
- Spolehlivost a minimální nároky na údržbu SFCs musí být zachovány i v případě, že SFC nebude využíváno pro aktivní napájení. Dodavatel uvede případné podmínky (např. minimální dobu provozu za měsíc) pro zachování požadované spolehlivosti a minimálních nároků na údržbu SFC, které musí prokazatelně předat Zákazníkovi.
- Provozní dostupnosti pro SFC jako celku je požadována 99,5% pro vynucené (neplánované) odstávky.
- Provozní dostupnosti pro SFC jako celku je 99% v případě plánované a neplánované údržby. V případě dvou SFC je povolena hodnota 98%.
- Dodavatel dodá výpočet spolehlivosti SFC jako celku. Hodnoty spolehlivosti jsou garantovanou hodnotou po dobu servisního cyklu.

## 6.7 Požadavky ze strany 3x110kV, 50Hz

### 6.7.1 Požadavky na jalový výkon

- Jalový výkon se mění podle požadavků DS ( $\cos \varphi = 0,95 - 1,0$ ). Pozn.: Tento požadavek neplatí v případě tzv. podpory DS, kdy SFC není jen prvkem (místem) odběru, ale prvkem (výroby) podpory DS.
- SFC musí být dimenzováno na primární vstupní straně 3x110kV, 50Hz výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS 3x110kV, 50Hz trvalým výkonem 5Mvar (pozn.: tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení napájení TrS 1x25kV, 50Hz není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování SFC).

### 6.7.2 Požadavky na harmonické

Limity pro úroveň zpětných vlivů způsobovaných jedním odběratelem z DS 3x110kV, 50Hz stanovuje, PNE 33 3430-0. Reálná skutečná velikost harmonických bude záviset na konkrétním návrhu řešení SFC. Dodavatel je povinen před uvedením SFC do provozu ověřit skutečnou velikost

harmonických měření. V případě překročení požadavků musí Dodavatel doplnit návrh řešení SFC o vhodnou úpravu (např. filtry) pro splnění požadavků.

Zatížení harmonickými složkami DS je součástí zpracování studie [3], kterou zpracovala společnost EGU Brno.

Tabulka 3: Příпустné limity a úrovně harmonických proudů TNS Břeclav pro  $S_k''$  1208MVA [3]

Řád harmonické	Limit PPDS A/GVA	Celkový přípustný proud A	Řád harmonické	Limit PPDS A/GVA	Celkový přípustný proud A
2	2,625	3,171	21	0,239	0,288
3	1,313	1,586	22	0,239	0,288
4	1,313	1,586	23	0,460	0,556
5	2,600	3,141	24	0,219	0,264
6	0,875	1,057	25	0,320	0,387
7	3,750	4,530	26	0,202	0,244
8	0,656	0,793	27	0,188	0,227
9	0,525	0,634	28	0,188	0,227
10	0,525	0,634	29	0,181	0,219
11	2,400	2,899	30	0,175	0,211
12	0,438	0,529	31	0,169	0,205
13	1,600	1,933	32	0,164	0,198
14	0,375	0,453	33	0,154	0,187
15	0,328	0,396	34	0,154	0,187
16	0,328	0,396	35	0,150	0,181
17	0,920	1,111	36	0,146	0,176
18	0,292	0,352	37	0,142	0,171
19	0,700	0,846	38	0,138	0,167
20	0,263	0,317	39	0,131	0,159
21	0,239	0,288	40	0,131	0,159

### 6.7.3 Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu

- SFC musí vyhovět požadavkům definovaných ČSN EN 50121 pro lokalitu.
- Návrh SFC musí respektovat požadavky vycházející s kmitočtu pro HDO 216,6Hz. Signál HDO nesmí být rušen v oblasti blízké kmitočtu HDO.

## 6.8 Požadavky ze strany 1x25kV, 50Hz

### 6.8.1 Požadavky na jalový výkon

- SFC musí být schopen pracovat s hodnotami  $\cos \varphi = 0,80 - 1,00$  induktivního charakteru, které generují některé starší koncepce EHV/EJ provozované na železniční síti u Zákazníka. Dále SFC musí být schopen kompenzovat vliv TV pro všechny běžné provozní stavy včetně výhledového napájení v oblasti.

### 6.8.2 Požadavky na harmonické

Maximální přípustné hodnoty harmonických jsou definovány v Tabulka 4.

Tabulka 4: Meze harmonických napětí způsobených harmonickými proudy emitované z TNS

Řád harmonické	Maximální přípustná hodnota $u_h$ pro rezervovaný příkon $S_i$ (%)
3	0,490
5	0,732
7	0,732
9	0,366
11	0,742
13	0,742

Pro kontrolu činitele zkreslení napětí se uvažuje uvedené spektrum  $S_1$  a pro proudové a napěťové dimenzování prvků filtrů se uvažuje dále uvedené spektrum  $S_2$  proudu trakčního obvodu, Tabulka 5.

Tabulka 5: Procentní podíl harmonických ve spektrech  $S_1$  a  $S_2$ 

Harmonická složka	Spektrum „optimistické“ $S_1$	Spektrum „pesimistické“ $S_2$
$I_3$ [%]	25	35
$I_5$ [%]	10	25
$I_7$ [%]	5	15
$I_9$ [%]	3	12
$I_{11}$ [%]	2	10
$I_{13}$ [%]	1	9

Pro Dodavatele platí:

- Dodržení požadavků na harmonické zatížení TrS musí být Dodavatelem zahrnuto do návrhu SFC a jeho komponentů.
- Limity emisí definované Zákazníkem musí být provedeno prokazatelným způsobem tj. formou protokolu z měření nebo simulace a dodány Dodavatelem.

### 6.8.3 Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu

- SFCs musí vyhovět požadavkům definovaných ČSN EN 50 121 pro lokalitu.

### 6.8.4 Požadavky ze strany zabezpečovacího zařízení

Použití technologie SFC pro napájení trakčního vedení může ovlivnit zabezpečovací zařízení, zejména systémů pro detekci vlaků tj. kolejové obvody (KO) nebo počítače náprav (PN) pokud jsou nasazeny. Z tohoto důvodu musí být možnost ovlivnění systémů pro detekci vlaků SFC posouzena.

#### Kolejové obvody

Podmínky spolupráce a zajištění bezpečné funkce KO jsou stanoveny právními a technickými předpisy výhradně pro vozidla a zařízení napájená z TV (stacionární odběry). Pro tyto účely jsou stanoveny limity ohrožujících proudů a další podmínky, které musí být na straně vozidel a zařízení napájených z TV splněny. Základní technický předpis, který definuje uvedené podmínky, je ČSN 34 2613 ed. 3. Tento předpis rozděluje KO na „starší KO“ (ČSN 34 2613 ed. 3., příloha A) a „perspektivní KO“ (ČSN 34 2613 ed. 3., příloha B). Dále připouští připojení stacionárních zdrojů rušivého proudu (stacionárních odběrů) pouze do kolejového úseku s perspektivním KO podle článků B 3.5 a B 3.6. V souladu s popisem zabezpečovacího zařízení (kapitola 4.4) jsou KO-3400, KO-4300, KO 3103 považovány za „starší KO“ podle ČSN 34 2613 ed. 3 a KO-6301 a KO-6401 jsou považovány za „perspektivní KO“. Ochranná kmitočtová pásma pro „starší KO“ jsou (68 až 80)Hz a (262 až 280)Hz a

pro „perspektivní KO“ jsou (73 až 77)Hz a (273 až 277)Hz. Současně je nutno respektovat ochranné pásmo pro činnost národního vlakového zabezpečovače LS v rozsahu (66 až 83)Hz. Ochranná pásma pro vysokofrekvenční KO na drahách celostátních, regionálních a vlečkách jsou (44 – 56)kHz.

Obecně nelze předpokládat, že by technologie SFC plnila požadavky na limit rušivého proudu pro zařízení typu stacionárních zdrojů rušivých proudů (zařízení stacionárních odběrů) podle ČSN 34 2613 ed. 3 článku B 3.5. Kompatibilita použité technologie SFC a KO, jako systému pro detekci vlaků, tedy bude muset být prokázána jiným způsobem. S ohledem na tuto skutečnost je nutno považovat nasazení technologie SFC za bezpečnostně významnou změnu železničního systému podle Prováděcího nařízení komise (EU) č. 402/2013 a navrhovatel (Pozn.: Vzhledem k vazbě na konkrétní použitou technologii SFC a znalostem jejího chování by se mělo jednat o dodavatele SFC nebo výrobce SFC.) uvedené změny, by na základě použité konkrétní technologie SFC měl realizovat postupy podle uvedeného prováděcího zařízení a podle ČSN EN 50 126-1.

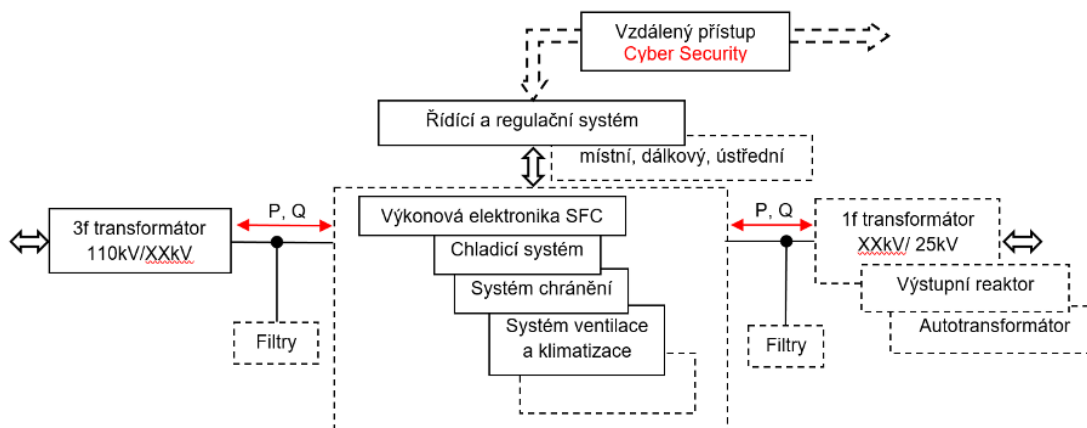
Inspirací pro posouzení kompatibility technologie SCF a KO mohou být normy ČSN 50 238-1 a ČSN CLC/TS 50 238-2 (Pozn: Uvedené normy řeší kompatibilitu vozidel a KO, ale mohou určitým způsobem sloužit jako vodítko pro stanovení postupu a principu pro posouzení kompatibility technologie SFC a KO.), přitom je však nutno vzít na vědomí, že teoreticky učiněné závěry (ve věci kompatibility SCF a KO) budou muset být také doloženy odpovídajícími měřeními při uvádění technologie SFC do provozu. Případně je také možno uvažovat o nasazení permanentních monitorovacích systémů ohrožujících signálů v rámci TNS s SFCs. Konkrétní provedení monitorovacího systému, úroveň integrity bezpečnosti a limity budou případně předmětem diskuzí Zákazníka s Dodavatelem.

#### **Počítače náprav**

Vzhledem k použitému principu u PN (použití magnetického pole dvou systémů, které je ovlivněno okolkem projíždějícího kole železničního vozidla) se nepředpokládá, že by použití SFC mělo nějaký negativní vliv na tento systém pro detekci vlaků. Obecně jsou požadavky na vzájemnou kompatibilitu PN a dalších subsystémů uvedeny v ČSN CLC/TS 50 238-3 (jen vozidla) a TSI CCS, resp. v dokumentu ERA/ERTMS/033281 „Interfaces between CCS trackside and other subsystem“.

## 7 POŽADAVKY NA POMOCNÉ SYSTÉMY A ZAŘÍZENÍ PRO SFC

Popis a specifikace pomocných systémů a zařízení vychází z blokového schématu, Obrázek 17.



Obrázek 17: Blokové schéma SFC pro popis a specifikaci pomocných systémů a zařízení

### 7.1 Požadavky na popisy a značení

- Všechny popisy, tabulky, grafy, schémata, značky (pozn.: včetně schématických značek) a značení částí SFC včetně pomocných systémů a zařízení musí odpovídat provozním zvyklostem u Zákazníka.
- Barevné provedení popisů, tabulek, grafů, schémat, značek (pozn.: včetně schématických značek) a značení částí SFC musí odpovídat provozním zvyklostem u Zákazníka.
- Jazykem pro popisy musí být čeština. Jiný jazyk např. anglický může být použit pouze se souhlasem Zákazníka.
- Změny značení, navěštění a popisů mimo provozní zvyklosti musí být vždy projednány se Zákazníkem.

### 7.2 Požadavky na výkonový 3f transformátor

- Návrh transformátoru SFC musí uvažovat s podmínkami okolí, jak je definováno v kapitole 4 a dále bude upřesněno projektem.
- Transformátor pro SFC musí být navržen podle požadavků systému SFC, které jsou definovány výrobcem SFC (minimální požadavky).
- Transformátor SFC může být dimenzován odlišně (např. optimalizace ztrát) od SFC, je však nutno vzít v úvahu zátěžové cykly SFC.
- Minimální požadavky na příslušenství a ochranné vybavení musí specifikovat Dodavatel.

### 7.3 Požadavky na výkonovou elektroniku

- SFC musí být navržen na jmenovitý činný výkon, jak je definováno v kapitole 6.2.
- Strukturu, dimenzování a výběr komponentů SFC musí provést Dodavatel SFC tak, aby zajistil splnění požadavků definovaných v kapitole 5 a 6, vše s ohledem na kapitolu 4.
- Dodavatel provede vhodnou redundanci SFC dle požadavků a parametrů v kapitole 5 a 6.
- SFCs musí být vybaveny odpovídajícím systémem chránění pro vlastní ochranu a ochranu systému proti potenciálním nebezpečným provozním režimům.

#### 7.4 Požadavky na výkonový 1f transformátor

Zákazník nepožaduje nasazení 1f transformátoru SFC pokud Dodavatel má řešení SFC bez 1f transformátoru a je schopen dodržet specifikované požadavky na SFC (pozn.: 1f transformátor SFC mezi SFC a TV je považován za vhodnější řešení vzhledem k tomu, že galvanicky odděluje SFC od TrS a díky impedanci transformátoru brání průniku případných DC proudů do TrS 1x25kV, 50Hz).

Pro řešení SFC s 1f transformátorem platí:

- Návrh transformátoru SFC musí uvažovat s podmínkami okolí, kapitola 4.
- Transformátor pro SFC musí být navržen podle požadavků systému SFC, které jsou definovány výrobcem SFC (minimální požadavky).
- Transformátor může být dimenzován odlišně od SFC, je však nutno vzít v úvahu zátěžové cykly.
- Minimální požadavky na příslušenství a ochranné vybavení musí specifikovat Dodavatel.

#### 7.5 Požadavky na filtry harmonických

- Návrh komponent pro harmonické filtry musí uvážit podmínky okolí, kapitola 4.
- Komponenty pro harmonické filtry musí být navrženy pro plánovanou nebo kompatibilní úroveň napětí podle lokálních připojovacích podmínek nebo norem.

#### 7.6 Požadavky na chladicí systém

- Čerpadla musí být umístěna v prostoru s možností provozní kontroly a údržby čerpadel. Musí být mimo rizikové prostory rozvodny a mimo prostor místnosti řídicího systému.
- Chladicí systém musí obsahovat dvě čerpadla pro zálohu a možnost kontroly a údržby po dobu provozu. Výměna čerpadla musí být možná během provozu.
- Řízení systému chladicího média musí být zajištěno řídicím systémem SFC. Řídicí systém na bázi programovatelného automatu (PLC) není přípustný. V místnosti čerpadel musí být možno najet chladicí systém ručně (čerpadla a ventilátory) pro umožnění provádění servisu a údržby.
- Na obou stranách každého čerpadla musí být ručně ovládané ventily, každý filtr a každé čidlo musí být možno jednoduše vyměnit beze ztráty / úniku většího množství chladicího média z chladicího systému.
- Chladicí médium musí být řešeno tak, aby odpovídalo celoročnímu provozu SFC v dané lokalitě s ohledem na vlhkost a teplotu okolí. Chladicí médium musí být běžně dostupné pro Zákazníka.
- Tepelné výměníky musí být umístěny venku a musí být lehce přístupné ze všech stran pro možnost čištění tepelného výměníku, např. tlakovou vodou.
- Bezpečnostní vypínače přívodu energie pro tepelné výměníky musí být dány a umístěny pro každý výměník samostatně.
- Pro systém chlazení musí být využity ventilátory s odpovídajícím nízkým hlukem, kapitola 6.4. Ventilátory musí být rozděleny do minimálně dvou skupin, které budou řízeny samostatným regulátorem otáček. Pro ventilátory je požadována redundance (n-1).
- Řídicí systém SFC musí přenášet informace o stavech a poruchách chladicího systému, případně povely pro ovládání chladicího systému na nebo z ED Brno.

#### 7.7 Požadavky na systém ventilace a klimatizace

- Systémy musí být provedeny podle požadavků pro provoz SFC na plném výkonu při všech specifikovaných podmínkách prostředí a provozních stavech.



- Porucha těchto systémů nesmí mít negativní dopad na funkcionalitu a možnosti řízení SFC pro tento druh poruchy.

## 7.8 Požadavky na systém chránění a řízení

Systém chránění a vazeb SFC musí být proveden, aby byl v souladu s předpisy a provozními podmínkami provozovatele. Pozn.: Při napájení SFCs vstupuje do nastavení ochrany zásadní odlišnost od v současnosti provozovaných soustav 25kV, 50Hz - radiální s jedním zdrojem vs. nově navrhovaná mřížová soustava s více zdroji. Je nutno důsledně používat distanční ochrany se zajištěnou komunikační logikou (POTT) a důsledně využívat synchrochecky. Další detaily jsou uvedeny v (PS 28-03-38) TNS Břeclav, vazba měničů.

- Systém řízení a chránění musí kontrolovat, chránit a řídit všechny oblasti systému SFC, včetně řízení a chránění samotného systému. Napájení musí být provedeno přes UPS - jednotné pro TNS a umožnit odstavení v řízeném režimu v případě ztráty napájení.
- Řídicí systém SFC musí být instalován v samotném SFC, v samostatné místnosti. Místnost musí být umístěna v klimatizovaném velínu a kdykoliv dostupná.
- Systém chránění a řízení musí kontrolovat a diagnostikovat všechny komponenty a musí zamezit poruše snížením zatížení, nebo pokud to není jinak možné, odstavit zařízení běžným postupem, případně i havarijním vypnutím. Při havarijním vypnutí musí zamezit opětovnému startu až do odstranění příčiny poruchy nebo přinejmenším do doby místní kontroly.
- Funkce chránění a funkce řízení musí být prováděny stejným integrovaným kompatibilním systémem, ale jinými kontroléry, umožňujícími vzájemnou výměnu signálů a uniformitu údržbových nástrojů (např. záznam přechodových jevů, SW změna parametrů, atd.) a snížený počet náhradních dílů. Nejdůležitější ochranné funkce musí být řešeny redundantně.

Systém chránění a řízení musí mít následující funkce:

- Kontrolu uzavřených regulačních smyček SFC a jeho příslušenství
- Kontrolu otevřených smyček SFC a jejich příslušenství
- Kontrolu a ochranu SFC a jeho příslušenství
- Zajištění rozhraní pro místní i dálkový režim provozu
- Zajištění diagnostiky a funkce servisu

Dále systém chránění musí zajistit:

- Bezpečný provoz při všech provozních podmínkách
  - Provoz ve všech režimech ovládání a řízení
  - Provoz ve všech provozních režimech
  - Automatický a postupný přechod mezi provozními režimy
- Bezpečnostní vazby / blokády
- Kontrolu a řízení všech pomocných systémů, nezbytných pro SFC
- Přístup k diagnostickým a servisním funkcím místně i ústředně, a to prostřednictvím neveřejné virtuální privátní sítě Zákazníka
- Umožnění nastavení základních parametrů (tj. P a Q charakteristiky) operátorem nebo dispečerem
- Všechny funkce chránění, nezbytné pro chránění SFC od 3f rozvodny po 1f trakční rozvodnu

- Chránění musí být navrženo pro bezpečný provoz SFC. Funkce chránění musí být aplikované pro všechny poruchové stavy, které se mohou vyskytnout. Všechny funkce chránění pro SFC musí být řízeny, zajištěny a zobrazovány rozhraním obsluhy SFC (místně všechny signály, dálkově a ústředně sumární signály).
- Vypínače SFC musí být monitorovány a ovládány přímo ze systému chránění a řízení SFC.
- Systém musí zahrnovat monitorování poruch a událostí. Poruchy, události a trendy musí k dispozici pro kontrolu nebo přehled prostřednictvím místního nebo dálkového dohledového displeje nebo panelu. Komunikačním jazykem musí být český jazyk. Záznamy přihlášení musí být exportovatelné ve formátu „csv“.
- Sumární poruchová hlášení a hlášení událostí musí být dostupné pomocí ústředního rozhraní operátora.
- Systém musí zahrnovat záznamy poruchových stavů, s vysokým rozlišením a dostatečným časem záznamu před a po spuštění záznamu, pro umožnění diagnostiky vnějších i vnitřních poruch SFC nebo událostí. Záznam přechodových stavů musí být dostupný pro vyhodnocení pro možnou analýzu uživatelem.

### 7.9 Požadavky na stavební práce

- Dodavatel zajistí dodání výkresů s návrhy dispozic jednotlivých částí a s jejich přesným rozměrovým uspořádáním a s požadavky, nutnými pro zajištění stavebních prací.
- Systém SFC včetně souvisejícího vybavení, jako je venkovní rozvodna, transformátory, záblesková ochrana, stavební části atd., musí být zajištěny pevným oplocením podle specifikace Zákazníka.
- Zákazník dodá tzv. přístupový zámkový systém Dodavateli pro zajištění kompatibility systému.

Případné další detaily jsou uvedeny v provozních souborech (PS) a stavebních objektech (SO), Tabulka 1.

### 7.10 Požadavky na krytí

- SFC musí být umístěn odpovídajícím způsobem v krytých prostorech.
- Krytí ve venkovním prostředí umístěných zařízení musí být minimálně IP 54.
- Všechny části musí mít odpovídající nátěry vnitřní i vnější, v barvách odsouhlasených Zákazníkem, pro podmínky daného prostředí, bez nutnosti údržby po dobu minimálně 15let.
- Umístění a velikost loga na dodaném zařízení, včetně jeho provedení, musí být odsouhlaseny Zákazníkem. Dodavatel má právo před odevzdáním stavby změnit své logo včetně barevného provedení v případě, že je oprávněn používat jiné „nové“ logo.
- Místnost/prostor rozvodny musí obsahovat rychle působící prvky pro tlakové odlehčení jako ventily/klapky/tlumiče, namontovaných výše pro ochranu proti poškození nebo zborcení konstrukce při případné poruše s průvodním vnitřním elektrickým obloukem.
- Ventilace a klimatizace musí být provedeny podle požadavků pro provoz SFC na plném výkonu při všech specifikovaných podmínkách prostředí.
- Velín pro řízení musí být proveden podle požadavků pro provoz SFC na plném výkonu při všech specifikovaných podmínkách prostředí.

**7.11 Požadavky na uzemnění**

- Zemní nože / uzemňovače musí být blokovány vůči vypínačům a odpojovačům.
- Kompletní sada uzemňovačů pro všechny zemnicí body v kontejneru musí být zahrnuta v rozsahu dodávky.
- Uzemnění musí být možné z prostorů pro pracovníky.
- Další detaily jsou uvedeny v dokumentaci [1], SO 28-88-01 TNS Břeclav, uzemnění

## 8 KONTROLY, TESTY, AKCEPTACE, UVEDENÍ DO PROVOZU SFC

### 8.1 Požadavky všeobecné

- Při testech musí být vždy přítomen zástupce Dodavatele, který má odpovídající specializaci v rámci zaměření kontroly/testu, pokud nebude dohodnuto se Zákazníkem jinak.
- Zákazník má právo určit svého zástupce pro danou specializaci mimo rámec dohodnutých profesí nebo zástupců.
- Prohlídky, kontroly, testy a zkoušky jsou plánovány pro ověření, že SFC vyhovuje požadavkům specifikovaným Zákazníkem. Hlavním cílem bude, zda bylo dosaženo zamýšlené funkčnosti a parametrů, ale i EMC.

### 8.2 Požadavky na plán prohlídek, kontrol, testů a zkoušek

- Dodavatel musí v etapě, kdy je již odsouhlaseno finální řešení SFC v TNS Břeclav, předat Zákazníkovi „Plán prohlídek, kontrol, zkoušek a testů“ nebo obdobný „Inspekční a zkušební plán (ITP = inspection and testing plan)“ pro SFC, který obsahuje všechny plány prohlídek, kontrol, zkoušek a testů. ITP musí tedy identifikovat všechny ověřované a dokladované body prohlídky v průběhu výroby, testování a uvádění do provozu tj. zahrnuje testy v místě výroby (FAT), testy pro uvedení do provozu (SAT) i plán pro kontrolu kompatibility odsouhlasený Zákazníkem.
- ITP musí z hlediska dat být minimálně v rozsahu:
  - název prohlídky/kontroly/zkoušky/testu,
  - termín,
  - místo provedení,
  - podmínky provedení,
  - časová náročnost
  - a datum vystavení protokolu.
- ITP musí z hlediska zkoušek minimálně obsahovat:
  - pravidelné tovární a přejímací zkoušky,
  - integrační tovární přejímací zkoušky,
  - tovární přejímací zkoušky,
  - zkoušky uvedení do provozu,
  - zkoušky výkonu SFC
  - a zkoušky EMC.
- Všechny hlavní testy musí být oznámeny v předstihu nejméně 8 týdnů před předpokládaným termínem testu. Zákazník si vyhrazuje právo účasti na testech a dále právo na doplnění požadavků na testy s ohledem na požadované funkce SFC.
- Dokumentace k testům bude dodána nejpozději 4 týdny před termínem testů. Dokumentace bude vždy obsahovat podrobné detailní schéma zapojení při testování.
- Každý test, jehož výstupem bude dokument/protokol, bude mít mimo jiné uvedenou SW a HW verzi konkrétní části SFC.
- Veškeré testovací příslušenství musí být kalibrováno a kalibrace musí být platné. Toto bude dokladováno v protokolu o provedení zkoušky nebo testu.

### 8.3 Požadavky na model

- Zákazník požaduje pro SW ladění model SFC, který bude možné uchovat pro další využití. Zákazník bude mít tento model k dispozici v odpovídající kvalitě a SW formátu a bude součástí dokumentace v dohodnutém režimu.
- Zákazník požaduje pro SW ladění model TV, který bude možné uchovat pro další využití například při návrhu systému ochran. Zákazník bude mít tento model k dispozici v odpovídající kvalitě a SW formátu a bude součástí dokumentace v dohodnutém režimu.

### 8.4 Požadavky na testy v místě výroby

Factory Acceptance Test (FAT) nebo obdobné testy = výrobní testy před výstupem SFC jako celku od Dodavatele je považován za zádržný a zároveň kontrolní bod pro splnění všech ověřovaných a dokladovaných testů. Zákazník má však právo změny nebo doplnění, a to bez nároku Dodavatele na finanční požadavky.

#### Podmínky a minimální obsah FAT:

- Dodavatel musí provést FAT tj. před odesláním SFC na místo realizace následujících komponentů před jejich odesláním SFC z výroby na místo instalace, kde bude provedeno uvedení do provozu, a to minimálně v rozsahu:
  - SFC výkonová část
  - SFC řídicí skříň
  - SFC chladicí systém a externí výměníky tepla
  - SFC 3f vstupní transformátor pro 50Hz
  - SFC 1f výstupní transformátor pro 50Hz (pozn.: pokud je součástí řešení)
  - SFC filtry vstupní/ výstupní (pozn.: pokud jsou součástí SFC)
  - SFC řízení
  - Ostatní související části SFC od případných subdodavatelů
- Testování musí být provedeno v souladu s odpovídajícím platným souborem norem a předpisů, případně dalších souvisejících norem a předpisů platných pro zařízení u Zákazníka.
- Zákazník má právo na změnu nebo doplnění FAT před jeho oznámením začátku.
- Zákazník si vyhrazuje právo účasti svých zástupců v jakékoliv fázi simulací a testech SFC.
- Pro každý FAT bude proveden záznam s výsledky testu (FTR = Factory Test Report).

FTR musí minimálně obsahovat:

- předpokládaný průběh testu/zkoušky,
- záznam z průběhu zkoušky - oscilogramy, grafy, tisky výsledků, komentář, atd.,
- výsledky všech testů/zkoušek s jasným vyjádřením splnění/nesplnění,
- certifikáty standartních testů/zkoušek
- a seznam vad z výroby

Odsouhlasení testu bude provedeno v rámci 2 týdnů od dokončení testu.

### 8.5 Požadavky na uvedení do provozu

Site Acceptance Testing (SAT) nebo obdobné testy = soubor testů pro uvedení do provozu.

**Podmínky a minimální obsah SAT:**

- Uvedení do provozu je definováno jako období následující po dokončení instalace a ukončení prací na místě stavby. Tomuto předchází testy dodaného vybavení a hranic dodávky pro potvrzení správné instalace zařízení na místě stavby.
- Uvedení do provozu je rozděleno na tzv. „studené testy“ (Cold tests) a „testy pod napětím“ (Hot Tests).
- Před uváděním do provozu (8 týdnů předem) musí Dodavatel zajistit detailní program zkoušek a jejich časový rozvrh, detailně specifikovat práce, které budou provedeny jako součást uvádění do provozu. Časový plán zkoušek pro uvedení do provozu musí být odsouhlasen Zákazníkem. Zákazník má právo na doplnění nebo úpravu testů.
- Testy ověření funkčnosti blokovacích systémů
- Testy pro ověření úspěšné integrace zařízení do systému stávajícího zařízení
- Testy všech druhů řízení a ovládání
- Testy výkonové P a Q křivky
- Testy zátěžové
- Testy všech druhů provozu SFCs
- Testy k ověření napěťových poměrů TrS 1x25kV, 50Hz
- Testy na spektra harmonických na vstupní a výstupní straně SFCs
- Testy měření zpětných trakčních proudů v ochranných kmitočtových pásmech „perspektivních KO“ (73 až 77)Hz, (273 až 277)Hz, pro „vysokofrekvenční KO“ (44 až 56)kHz a pro národní vlakový zabezpečovač LS v pásmu (66 až 83)Hz, případně pro „starší KO“ (68 až 80)Hz, (262 až 280)Hz podle ČSN 34 2613 ed. 3
- Testy ověření limitu hluku ve dne a v noci, a to včetně zahrnutí charakteru (tónové složky)

Po úspěšných SAT následuje období Zkušebního provozu.

**Podmínky a minimální obsah Zkušebního provozu:**

- Období zkušebního provozu standardně u Zákazníka trvá 12 měsíců (minimálně 8 týdnů)
- Období zkušebního provozu není obdobím tzv. ověřovacího provozu
- Ověření funkčnosti blokovacích systémů
- Ověření úspěšné integrace SFCs do systému a stávajícího zařízení

Po úspěšném Zkušebním provozu následuje Ověřovací provoz ve smyslu Směrnice SŽDC č. 34.

**Podmínky a minimální obsah Ověřovací provozu:**

- Období ověřovacího provozu musí probíhat minimálně po dobu 12 měsíců
- U Zákazníka a Dodavatele bude určena osoba, která bude odpovědná za zajištění a vyhodnocení ověřovacího provozu.
- Musí být provedena „Studie kompatibility harmonických a dynamických jevů“ podle ČSN EN 50 388-1 s vyhodnocením.
- Musí být provedena „Studie kompatibility trakční napájecí stanice“ (subsystém ENE), s drážními vozidly (subsystém RST) a s kolejovými obvody železničních zabezpečovacích zařízení (subsystém CCS) podle ČSN EN 50 238 s vyhodnocením.
- Vyhodnocení z hlediska provozuschopnosti a spolehlivosti:
  - Provozní stavy SFC:

- Řízení a ovládání místní, dálkové, ústřední
  - Servisní náročnost a spolehlivost prvků SFCs
  - Zemní cesta - změny
- Vyhodnocení z hlediska energetiky
  - Vytížení SFC
  - Vlastní spotřeby SFC
  - Ztráty SFC
- Po ukončení ověřovacího provozu vypracuje OŘ Brno, SEE Brno „Protokol o závěrečném vyhodnocení ověřovacího provozu“ v souladu s přílohou č. 3 Směrnice SŽDC č. 34.

## 9 DOKUMENTACE K SFC

Dokumentace musí zahrnovat v jednotlivých etapách následující části, tak jak je uvedeno níže. Dokumentace musí být provedena v českém jazyce na dostatečné odborné jazykové úrovni. Popisy nesmí obsahovat nejednoznačnosti. Všechny požadované dokumenty musí být v souladu s instalovaným SFCs v TNS Břeclav.

### 9.1 Dokumentace pro nabídku

Dokumentace pro nabídku musí zahrnovat:

- Technický popis a řešení SFCs obsahující blokové schéma SFCs jako celku včetně všech souvisejících zařízení, tak aby bylo zřetelné o jakou strukturu SFCs se jedná
- Technický popis parametrů SFC a jejich charakteristik
- Technický popis provozních a řídicích režimů SFC
- Technický popis a schémata systému řízení včetně komunikačních protokolů
- Technický popis a schémata systému chránění včetně komunikačních protokolů
- Předběžný přehled zapojovacích jednopólových schémat
- Předběžný návrh dispozice SFCs a rozměrů
- Obsah dodávky (jasně definované součásti/celky), a to včetně dodávky zkratovacích souprav a potřebných ochranných pomůcek
- Obsah doporučené sady náhradních dílů v souladu s kapitolou 11.2
- Předpokládaný servisní plán prací včetně vzoru servisní smlouvy v souladu s kapitolou 11.3
- Předpokládaná doba dodání (počet měsíců)
- Doba instalace (počet měsíců)
- Předpokládaný ITP v souladu s kapitolou 8.2
- Předpokládaná doba testování v místě instalace (počet měsíců)
- Předpokládaná doba zkušebního provozu (počet měsíců)
- Záruční doba SFC (počet měsíců) – minimálně 60 měsíců v souladu s kapitolou 11.1
- Servisní cyklus (počet měsíců) a způsob jeho garance
- Garance o dostupnosti náhradních dílů po dobu minimálně 15let
- Zákaznická podpora – údržba, servis, školení/zácvik (počet měsíců)
- Referenční projekt v souladu s kapitolou 11.4

### 9.2 Dokumentace Dodavatele pro Zákazníka

- Základní projektová dokumentace (Base design - BD)
  - Základní zprávy projektu v dostatečně vypovídajícím rozsahu
  - Přehledová jednopólová schémata odpovídající místu instalace SFC
  - Přehledová schémata chránění
  - Soupis technických parametrů zařízení a příslušenství v minimálním rozsahu podle této technické specifikace
  - Výpočty/simulace ošetření harmonických složek
  - Dispoziční výkresy (předběžné)
  - Výkresy základů
  - Výkresy zemnicí soustavy
  - Dokumentaci s popisem všech návazností
- Podrobná projektová dokumentace (Detail design - DB)



- Podrobná zpráva projektu
  - Schémata zapojení každé části a systému SFC
  - Popis systému chránění včetně vazeb
  - Popis systému řízení včetně vazeb
  - Seznam signálů
  - Simulační studie (pozn.: pokud je použita)
- Dokumentace z prohlídek, testů a zkoušek
  - Plán prohlídek a zkoušek (ITP) - minimální obsah, kapitola 8.2
  - Zápisy zkoušek / testů s uvedením výsledku
  - Zápisy z FAT
  - Zápisy z SAT
  - Zápisy ze Zkušebního provozu
  - Zápisy z Ověřovacího provozu
- Dokumentace k pracím v místě stavby:
  - Zápis k uvádění do provozu pro všechny požadované režimy SFC
  - Zápis k ověřovacím testům pro všechny požadované režimy SFC
- Dokumentace pro Zákazníka jako konečného uživatele:
  - Návod pro obsluhu zařízení zahrnující detailní obrazové přílohy instalovaného SFC
  - Výkresy konečného provedení, dokumentace podle instalovaného SFC
  - Návod pro servis a údržbu včetně obrazových příloh instalovaného SFC
  - Návod pro řešení problémových stavů
- Z důvodu minimalizace dopadů na životní prostředí bude dokumentace dodána v elektronické formě a pouze jedna tištěná sada dokumentace pro konečného uživatele u Zákazníka, pokud to nebude stanoveno jinak. Dokumentace bude dodána na konci projektu včetně všech změn, které nastaly v rámci řešení projektu.
- Dodavatel po předání dokumentace Zákazníkovi obdrží zpětnou vazbu do 30 dnů od Zákazníka s jasným stanoviskem.

## 10 ŠKOLENÍ A ZÁCVIK

- Zákazník po dohodě s Dodavatelem musí specifikovat požadavky a rozsah na školení a zácvik včetně počtu osob.
- Zákazník požaduje, aby zácvik obsluhy (určených osob) probíhal již v rámci zkušebního provozu SFC po dohodě s Dodavatelem a Zhotovitelem. Zákazník předá Dodavateli seznam určených osob před začátkem zkušebního provozu.
- Na místě stavby musí být proveden zácvik v délce 5 dnů, který bude zahrnovat minimálně následující body (pozn.: časový harmonogram bude upřesněn a zpracován na základě dohody mezi Zákazníkem a Dodavatelem):
  - Technické informace o SFC
  - Provoz a řízení SFC včetně všech úkonů před uvedením do provozu
  - Odstraňování problémových situací včetně systematičnosti a návaznosti úkonů/činností
  - Standardní údržbu SFC až do úrovně zvolené Zákazníkem podle náročnosti
  - Praktické školení s ukázkami konkrétního řešení/manipulace/činností
  - Praktické detailní školení na řízení SFC a jeho ovládání, a to včetně nastavování tzv. P, Q křivek SFC
- Rozsah školení a zácviku obsluhy musí mít Zákazník možnost dále upravit na základě případných změn v rámci napájené sítě z TNS Břeclav.

## 11 OSTATNÍ POŽADAVKY

### 11.1 Záruční podmínky a servis v době záruky

- V rámci nabídky musí být garantovaná doba záruky včetně prováděného servisu a údržby, jenž jsou předepsány Dodavatelem. Zákazník po dobu záruky nehradí náklady spojené se servisní nebo údržbovou činností.

### 11.2 Náhradní díly

- V rámci nabídky musí být předloženy doporučené sady náhradních dílů pro SFC jako celek
- Dodavatel musí specifikovat doporučené náhradní díly včetně jejich počtu, a to ve dvou úrovních:
  - pro dobu záruky – minimálně 60 měsíců
  - pro dobu po záruce, a to s ohledem na dobu uvažované minimální provozní periody 25let, která však nepředstavuje ukončení životního cyklu pro SFCs. SFCs musí být schopno provozu i po této periodě.

### 11.3 Servisní smlouva

- V rámci nabídky Dodavatel předloží vzor servisní smlouvy pro SFC, která bude členěna podle:
  - kategorií náročností činností (servis/údržba)
  - časového harmonogramu

### 11.4 Referenční dokumenty

- Dodavatel předloží v rámci nabídky minimálně 1x referenční projekt pro aplikaci technologie SFC pro TrS 1x25kV, 50Hz, která je již v reálném provozu. Tento projekt není omezen vzhledem k místu a lokalitě nasazení SFC. Pozn.: Reálný provoz nemůže být chápán jako provoz (režim) testovací.

### 11.5 Další podmínky pro Dodavatele

- Soubor dokumentů a předpisů (kapitola 9), a to včetně právních a technických dokumentů, představuje základní soubor. Tento soubor nijak nezbavuje ani neomezuje povinnost Dodavatele provést návrh a řešení SFC v souladu s platnými právními předpisy a interními dokumenty a předpisy Zákazníka, a to i takovými, které v tomto seznamu uvedené nejsou.
- Při řešení realizace SFC musí být respektovány jako výchozí podklady zejména Obecně závazné předpisy (zákony a vyhlášky) České republiky, Obecně závazné evropské předpisy, technické normy a interní dokumenty a předpisy vydané Zákazníkem.
- Právní předpisy vydané Zákazníkem v platném znění si Dodavatel zajistí na vlastní náklady.
- Zákazník umožňuje Dodavateli přístup ke všem svým interním dokumentům a předpisům na svých webových stránkách: [www.spravazeleznice.cz](http://www.spravazeleznice.cz) v sekci „O nás / Vnitřní předpisy / odkaz Dokumenty a předpisy“ (<https://www.spravazeleznice.cz/o-nas/vnitri-predpisy-spravy-zeleznice/dokumenty-a-predpisy>).
- Před zahájením prací Dodavatel provede aktualizaci a doplnění všech výchozích podkladů souvisejících s technologií SFC.

## 12 SEZNAM DOKUMENTŮ, NOREM, PŘEDPISŮ a VYHLÁŠEK

[1]	Soubor dokumentace „Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav“ SUDOP BRNO, spol. s r. o.
[2]	Energetické výpočty, N.2.1, „Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav“, SUDOP BRNO, spol. s r. o., květen 2024
[3]	Studie připojitelnosti TNS Břeclav, N.2.2, „Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav“, EGÚ Brno a.s., leden 2024
58604/00 – O13	Metodický pokyn ČD - Protihlukové stěny a valy, č.j. 58 604/00 - O13
ČSN ISO 2631-1	Vibrace a rázy - Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 1: Všeobecné požadavky
ČSN 33 0010 ed.2	Elektrická zařízení - Rozdělení a pojmy
ČSN 33 0165 ed. 2	Značení vodičů barvami a nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení
ČSN 33 0360 ed. 2	Místa připojení ochranných vodičů na elektrických předmětech
ČSN 33 3015	Elektrotechnické předpisy. Elektrické stanice a elektrická zařízení. Zásady dimenzování podle elektrodynamické a tepelné odolnosti při zkratech
ČSN 33 3505 ed. 2	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Základní požadavky na elektrické napájecí a spínací stanice
ČSN 34 1500 ed.2	Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Předpisy pro elektrická trakční zařízení
ČSN 34 2613 ed. 3	Železniční zabezpečovací zařízení – Kolejové obvody a vnější podmínky pro jejich činnost
ČSN EN ISO 5349-1	Vibrace - Měření a hodnocení expozice vibracím přenášených na ruce – Část 1:Všeobecné požadavky
ČSN 73 0532	Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách, požadavky
ČSN 73 6301	Projektování železničních drah
ČSN EN 14253	Měření a výpočet expozice celkovým vibracím na pracovním místě s ohledem na zdraví
ČSN EN 15 461	Železniční aplikace – Emise hluku – Charakterizace dynamických vlastností úseků koleje pro měření hluku při průjezdech
ČSN EN 1794-1	Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Neakustické vlastnosti - Část 1: Mechanické vlastnosti a požadavky na stabilitu
ČSN EN 1794-2	Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Neakustické vlastnosti – část 2: Obecné požadavky na bezpečnost a životní prostředí
ČSN EN 20140-10	Akustika měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách
ČSN EN 50 110-1 ed.3	Obsluha a práce na elektrických zařízeních
ČSN EN 50 110-2	Obsluha a práce na elektrických zařízeních (národní dodatky)
ČSN EN 50 121	Drážní zařízení – Elektromagnetická kompatibilita – (soubor)

ČSN EN 50 122-1 ed.3	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Elektrická bezpečnost, uzemňování a zpětný obvod - Část 1: Ochranná opatření proti úrazu elektrickým proudem
ČSN EN 50 124-1	Drážní zařízení - Koordinace izolace - Část 1: Základní požadavky -Vzdušné vzdálenosti a povrchové cesty pro všechna elektrická a elektronická zařízení
ČSN EN 50 124-2	Drážní zařízení - Koordinace izolace - Část 2: Přepětí a ochrana před přepětím
ČSN EN 50 160 ed.3	Charakteristiky napětí elektrické energie dodávané z veřejných distribučních sítí
ČSN EN 50 163 ed.2	Drážní zařízení – Napájecí napětí trakčních soustav
ČSN EN 50 522	Uzemňování elektrických instalací AC nad 1 kV
ČSN EN 50152-1	Drážní zařízení - Pevné instalace - Zvláštní požadavky na spínací zařízení AC - Část 1: Jednofázové vypínače s Um nad 1 kV
ČSN EN 50238-1 ed. 2	Drážní zařízení – Kompatibilita mezi drážním vozidlem a systémy pro detekování vlaků – Část 1: Obecně
ČSN EN 50329	Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Trakční transformátory
ČSN EN 50388-1	Drážní zařízení – Napájení a drážní vozidla – Technická kritéria pro koordinaci mezi napájením (napájecí stanicí) a drážními vozidly pro dosažení interoperability
ČSN EN 60 865-1 ed.2	Zkratové proudy - Výpočet účinků - Část 1: Definice a výpočetní metody.
ČSN EN 60 909-0	Zkratové proudy v trojfázových soustavách – Část 0: Výpočet proudů
ČSN EN 60071-1 ed.2	Koordinace izolace - Část 1: Definice, principy a pravidla
ČSN EN 60071-2	Elektrotechnické předpisy - Koordinace izolace - Část 2: Pravidla pro použití
ČSN EN 61 140 ed. 2	Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení
ČSN EN 61 378-1	Transformátory pro měniče – Část 1: Transformátory pro průmyslové použití
ČSN EN 61 850-10 ed. 2	Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech - Část 10: Zkoušky shody
ČSN EN 61 850-3	Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích - Část 3: Všeobecné požadavky
ČSN EN 61 850-4	Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích - Část 4: Systémové a projektové řízení
ČSN EN 61 850-5	Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích - Část 5: Požadavky na komunikaci pro funkce a modely zařízení
ČSN EN 61 850-7-1 ed. 2	Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech - Část 7-1: Základní komunikační struktura - Zásady a modely
ČSN EN 61 936-1	Elektrické instalace nad AC 1 kV – Část 1: Všeobecná pravidla

ČSN EN 62 271-1	Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Část 1: Společná ustanovení
ČSN EN ISO 3095	Železniční aplikace – Akustika – měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly
ČSN ISO 10847	Akustika – Určení vložného útlumu venkovních protihlukových clon všech typů
ČSN ISO 1999	Stanovení expozice hluku na pracovišti a posouzení zhoršení sluchu vlivem hluku
ČSN ISO 9612	Akustika - Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí metodika Metodické pokyny pro výpočet hladin hluku z dopravy
DIN / VDE 40008	Electrical engineering; safety signs; survey
DIN 31000 / VDE 1000	General guide for designing of technical equipment to satisfy safety requirements
EN 50121 (2016)	Railway applications – Electromagnetic compatibility
EN 50124	Railway applications – Insulation co-ordination
EN 50178	Electronic equipment for use in power installations
EN 50327	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Harmonizace jmenovitých hodnot pro skupiny SFC a zkoušky na skupinách SFC
EN 50329	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Trakční transformátory
EN 50388-1	Railway Applications – Power supply and rolling stock – Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability
EN 60204	Safety of machinery - Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements
ICNIRP	Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). 2010. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IEC / EN 60664	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems
IEC 60071	Insulation co-ordination
IEC 60076	Power transformers
IEC 60146-2/EN 60146	Semiconductor converters – Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters
IEC 60364-6-61	Electrical installations of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial verification
IEC 60439	Low voltage switchgear and control gear assemblies
IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
IEC 60694	Common specifications for high-voltage switchgear and control gear standards
IEC 60721 / EN 60721	Classification of environmental conditions
IEC 60871	Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1000 V

IEC 67071	Capacitors for power electronics
PNE 33 3430-0	Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav
PNE 33 3430-1 3.vydání	Parametry kvality elektrické energie – část 1: harmonické a mezipharmonické, 2. vydání, účinnost od: 2004-01-01.
PNE 33 3430-6 3.vydání	Parametry kvality elektrické energie – část 6: Omezení zpětných vlivů na hromadné dálkové ovládání
SŽ PPD-03/2021	Pokyn provozovatele dráhy k zajištění plynulé a bezpečné drážní dopravy. Podmínky provozu rekuperace EHV/EJ na trakčních soustavách
S 501/2010-OKS	Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah, kapitola 16 - Protihluková opatření, ČD divize dopravní cesty o.z.
SŽDC (ČSD) SR34(E)	Nastavování, provoz a údržba reléových ochran
SŽDC E3	Předpis pro trakční napájecí a spínací stanice
TNI IEC/TR 61200-52	Pokyny pro elektrické instalace – Část 52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Výběr soustav a způsoby kladení vedení
TNŽ 73 6334	Oplocení a zábradlí na drahách celostátních a regionálních
Vyhláška č.499/2006 Sb.	O dokumentaci staveb
Vyhláška č.500/2006 Sb.	O územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti
Vyhláška č.501/2006 Sb.	O obecných požadavcích na využívání území
Zákon č. 22/1997 Sb.	O technických požadavcích na výrobky
Zákon č.183/2006 Sb.	O územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
Zákon č.184/2006 Sb.	O odnětí nebo omezení vlastnického práva k pozemku nebo ke stavbě (zákon o vyvlastnění)
TKP	Soubor technických kvalitativních podmínek staveb státních drah
Zákon č. 458/2000 Sb.	Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) v platném znění
Vyhláška č. 100/1995 Sb.	Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení)
Pravidla provozování DS	EG.D. a.s., 2016 vč. doprovodných příloh č.1 – 7 ( <a href="https://www.egd.cz">https://www.egd.cz</a> )
Směrnice GŘ č. 11/2006	Dokumentace pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních, č.j.: 13 511/06-OP, s účinností od 30. 6. 2006, v platném znění včetně příslušných dodatků a dle platnosti uváděných souvisejících dokumentů a předpisů,
Směrnice GŘ č. 16/2005	Zásady modernizace a optimalizace vybrané železniční sítě České republiky, č.j.: 3790/05-OP, s účinností od 17. 1. 2006, v platném zněníPravidla provozování DS E.ON Distribuce a.s., 2016 vč. doprovodných příloh č.1 – 7. viz. <a href="https://www.eon-distribuce.cz/predpisy-">https://www.eon-distribuce.cz/predpisy-</a>

	smlouvy-pro-elektřinu - kapitola „Pravidla provozu distribučních soustav“. Pro místo připojení Otrokovice.
Směrnice SŽDC č. 20	Stanovení členění investičních nákladů staveb u státní organizace Správa železniční dopravní cesty, ve znění Změny č. 1, včetně závazných vzorů jednotlivých formulářů pro zpracování položkových a souhrnných rozpočtů, č.j.: 28169/2017-SŽDC-GŘ- NM, s účinností od 1. 8. 2017, v platném znění
Směrnice SŽDC č. 30	Zásady rekonstrukce celostátních drah České republiky nezařazených do evropského železničního systému, č.j.: 35372/07-OP, s účinností od 1. 5. 2008, v platném znění.
Směrnice SŽDC č. 32	Zásady rekonstrukce regionálních drah, č.j.: 14936/07-OP, s účinností od 1. 1. 2008, v platném znění včetně příslušných dodatků
Směrnice SŽDC č. 33	Správa koordinačních schémat ukolejnění a trakčního propojení, ze dne 18. 4. 2018, č.j. 18752/2018-GŘ-O14, s účinností od 30. 4. 2018, v platném znění
Směrnice SŽDC č. 34	Směrnice SŽDC č. 34 – Směrnice pro uvádění do provozu výrobků, které jsou součástí sdělovacích a zabezpečovacích zařízení a zařízení elektrotechniky a energetiky, na železniční dopravní cestě ve vlastnictví státu státní organizace Správa železniční dopravní cesty, ve znění změny č. 1, ze dne: 26. 9. 2007, č.j.: 21 783/07-OP, s účinností od 15. 2. 2012, v platném znění včetně příslušných dodatků.
Směrnice SŽDC č. 35	Směrnice, kterou se stanovují technické specifikace vlakových rádiových zařízení a zásady pro jejich přípravu a realizaci na železniční dopravní cestě ve vlastnictví státu ve znění změny č. 1, s účinností od 15. 1. 2020, v platném znění
Směrnice SŽDC č. 105	Změny během výstavby, ve znění změny č. 1, č.j. 19782/2018- SŽDC-GŘ-O7 s účinností od 12. 10. 2018, v platném znění,
Směrnice SŽDC č. 117	Předávání digitální dokumentace z investiční výstavby SŽDC dle změny č. 1, č.j.: S11908/2017-SŽDC-GŘ-O7 s účinností od 24. 3. 2017, v platném znění
Pokyn GŘ č. 4/2016	Předávání digitální dokumentace a dat mezi SŽDC a externími subjekty, č.j.: S34781/2016-SŽDC-O22, ze dne 30. 8. 2016 s platností od 5. 9. 2016, platném znění
Pokyn SŽDC PO-21/2017-GŘ	Opatření a omezení pro dodávky technologických celků s dopadem na síťovou infrastrukturu SŽDC, č.j.: 48729/2017-SŽD-GŘ-O14, ze dne 15. 1. 2018, s účinností od 18. 1. 2018,
Pokyn SŽDC PO-07/2019-GŘ	Aplikace novel vyhlášek o dokumentacích staveb, č.j.25865/2019-SŽDC-GŘ-O6 ze dne 15. 5. 2019, s účinností od 16. 5. 2019,
Předpis SŽDC D1	Dopravní a návěstní předpis, č.j. 55738/2012-OZŘP s účinností od 1. 7. 2013, ve znění změn č. 1 až č. 4, v platném znění
Předpis SŽDC D7/2	Organizování výlukových činností, č.j.: S 47995/2013-O20 ze dne 11. 11. 2013, ve znění změny č. 2 s účinností od 1. 1. 2019, v platném znění



---

Předpis SŽDC (ČD) M12	Předpis pro jednotné označování tratí a kolejíšť v IS ČD, změny a doplňky dle 2. novely, č.j.: 59 792/99-O29, s účinností od 1. 11. 1999, v platném znění
Předpis SŽDC M21	Topologie sítě a staničení tratí železničních drah, č.j.: 31554/2019-SŽDCGŘ-O15, ze dne 20. 6.2019, s účinností od 25. 6. 2019, v platném znění

### 13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma DS 3x110kV s připojením TNS Břeclav [3]	8
Obrázek 2: Schéma zapojení TNS Břeclav – stávající stav [1]	9
Obrázek 3: Umístění TNS Břeclav v železniční síti Zákazníka	10
Obrázek 4: Schéma zapojení TNS Břeclav – nový stav [1]	11
Obrázek 5: Model napájení pro simulace [2]	12
Obrázek 6: Schéma výhledového napájení pro TNS Břeclav v železniční síti Zákazníka [1]	13
Obrázek 7: Principiální schéma pro TS technologii SFC v TNS Břeclav	14
Obrázek 8: Blokové schéma základních částí SFC z pohledu Zákazníka	16
Obrázek 9: Lokalita TNS Břeclav - mapa tratí	18
Obrázek 10: Lokalita TNS Břeclav - mapa TNS	19
Obrázek 11: Lokalita TNS Břeclav - detail	19
Obrázek 12: Dispozice technologie SFC v TNS Břeclav [1]	20
Obrázek 13: Rozhraní pro vybrané části stavby TNS Břeclav [1]	24
Obrázek 14: Celkový pohled na rozhraní stavby TNS Břeclav [1]	24
Obrázek 15: Průběh výhledové trakční zátěže za 2hod špičku v 1s členění [2]	28
Obrázek 16: Křivka doby trvání zatížení a hodnoty očekávaného příkonu trakce v TNS Břeclav [2]	28
Obrázek 17: Blokové schéma SFC pro popis a specifikaci pomocných systémů a zařízení	46

## 14 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Související investiční akce ve sledované lokalitě TNS Břeclav .....	25
Tabulka 2: Klimatické charakteristiky oblasti T4 .....	27
Tabulka 3: Přípustné limity a úrovně harmonických proudů TNS Břeclav pro $S_K''$ 1208MVA [3].....	43
Tabulka 4: Meze harmonických napětí způsobených harmonickými proudy emitované z TNS.....	44
Tabulka 5: Procentní podíl harmonických ve spektrech $S_1$ a $S_2$ .....	44