

## Technická specifikace statického frekvenčního měniče pro trakční napájecí stanici Bučovice

**Projekt: Výstavba TNS Bučovice**

**Číslo projektu: 562 352 0061**

**místo realizace (kraj): Jihomoravský**

Zpracoval: Ing. Radovan Doleček, Ph.D. (O24), Milan Karban (O14)  
Správa železnic, státní organizace, GŘ, O24 a O14

17. DUBEN 2024



**OBSAH:**

1	VŠEOBECNÁ ČÁST STAVBY .....	7
1.1	Popis stávajícího stavu .....	7
1.2	Popis nového stavu .....	7
1.3	Rozsah stavby .....	7
2	TECHNICKÁ ČÁST STAVBY .....	11
2.1	Definování podmínek pro SFC.....	11
2.1.1	Doplnění k definování podmínek.....	12
2.2	Účel a cíl nasazení SFC .....	12
2.3	Návaznost na zpracované projekty .....	12
2.4	Principiální popis řešení SFC.....	13
2.5	Provozní stavy SFC .....	15
2.5.1	Hlavní funkce a parametry SFC .....	18
2.6	Lokalita místa připojení TNS s SFC .....	21
2.7	Charakteristika místa připojení TNS s SFC.....	22
3	ROZSAH A ROZHRAŇÍ DODÁVKY TECHNOLOGIE SFC .....	24
3.1	Rozsah SFC .....	24
3.2	Rozhraní pro SFC.....	24
3.3	Rozsah dodávek Dodavatele SFC .....	24
3.4	Rozsah dodávek Zákazníka pro SFC .....	26
3.5	Rozhraní dodávek .....	26
3.5.1	Rozhraní vůči rozvodně na straně DS 3x110 kV AC .....	26
3.5.2	Rozhraní vůči rozvodně na straně TrS 1x25 kV AC .....	27
3.5.3	Rozhraní pro ovládání a řízení.....	27
3.5.4	Rozhraní pro pomocné napájení.....	27
3.5.5	Rozhraní pro sousední zařízení .....	27
3.5.6	Rozhraní pro ostatní části projektu .....	27
3.5.7	Rozhraní pro stavební práce.....	29
4	PROVOZNÍ PROSTŘEDÍ A DATA PRO TECHNOLOGII SFC .....	30
4.1	Charakteristika prostředí lokality .....	30
4.2	Charakteristika distribuční soustavy - DS 3x 110 kV AC .....	31
4.3	Charakteristika trakční soustavy - TrS 1x25 kV AC.....	32
4.3.1	Trakční vedení - TV .....	32
4.3.2	Napájecí body - TNS .....	33
4.3.3	Spínací stanice - SpS .....	33
4.3.4	Provozní konfigurace TV .....	33
4.3.5	Připojení SFC .....	34
4.4	Charakteristika zabezpečovacího zařízení trati - ZZ .....	35
4.4.1	Staniční zabezpečovací zařízení - SZZ.....	35
4.4.2	Traťová zabezpečovací zařízení - TZZ .....	35
4.4.3	Přejezdová zabezpečovací zařízení - PZZ.....	35
4.4.4	Vlaková zabezpečovací zařízení - VZZ.....	36
4.4.5	Systém pro detekci vlaků.....	36
4.4.6	Napájení zabezpečovacího zařízení .....	36
4.4.7	Schéma napájení trakční sítě .....	36
4.4.8	Trakční kolejová vozidla .....	36
5	POŽADAVKY NA TECHNOLOGII SFC .....	37
5.1	Provozní režimy SFC.....	37
5.2	Omezení zatížení SFC .....	37
5.3	Funkční testy SFC .....	38



5.4	Řídicí režimy SFC .....	38
5.4.1	Řízení napětí .....	38
5.4.2	Řízení zátěžového úhlu .....	38
5.4.3	Paralelní provoz a rozdělení zátěže .....	38
5.5	Události v DS 3x110kV AC .....	39
5.5.1	Chování SFC při poruše .....	39
5.6	Události v TrS 1x25 kV AC .....	39
5.6.1	Chování SFC při poruše .....	39
5.6.2	Chování SFC při ztrátě zatížení .....	39
6	PROVOZNÍ POŽADAVKY NA TECHNOLOGII SFC.....	40
6.1	Požadavky na popisy a značení SFC .....	40
6.2	Požadavky na výkony SFC .....	40
6.3	Požadavky na účinnost SFC .....	40
6.4	Požadavky na servisní cyklus SFC .....	40
6.5	Požadavky na provozní dostupnost a spolehlivost SFC .....	41
6.6	Požadavky na akustický hluk SFC .....	41
6.7	Požadavky na straně DS 3x110 kV AC .....	41
6.7.1	Požadavky na jalový výkon .....	41
6.7.2	Požadavky na harmonické .....	41
6.7.3	Požadavky na EMC u DS .....	42
6.8	Požadavky na straně TrS 1x25 kV AC .....	42
6.8.1	Požadavky na jalový výkon .....	42
6.8.2	Požadavky na harmonické .....	42
6.8.3	Požadavky na EMC .....	43
6.8.4	Požadavky ze strany zabezpečovacího zařízení .....	43
7	POMOCNÉ SYSTÉMY A SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ PRO TECHNOLOGII SFC ...	46
7.1	Výkonový 3f transformátor SFC .....	46
7.2	Výkonová elektronika SFC .....	46
7.3	Výkonový 1f transformátor SFC .....	46
7.4	Filtry harmonických SFC .....	46
7.5	Chladicí systém SFC .....	47
7.6	Systém chránění a řízení SFC .....	47
7.7	Druhy provozu SFC .....	49
7.7.1	Místní provoz .....	49
7.7.2	Dálkový provoz .....	49
7.7.3	Ústřední provoz .....	50
7.7.4	Vzdálený přístup - VPN .....	50
7.8	Stavební práce .....	50
7.9	Krytí SFC .....	50
7.10	Uzemnění .....	51
8	KONTROLY, TESTY, AKCEPTACE, UVEDENÍ DO PROVOZU TECHNOLOGIE SFC .....	52
8.1	Požadavky všeobecné .....	52
8.2	Požadavky na plán prohlídek, kontrol, testů a zkoušek .....	52
8.3	Požadavky na model .....	53
8.4	Požadavky na testy v místě výroby - FAT .....	53
8.5	Požadavky na uvedení do provozu - SAT .....	54
8.5.1	Požadavky na zkušební provoz .....	54
8.5.2	Požadavky na ověřovací provoz .....	54
9	DOKUMENTACE K TECHNOLOGII SFC .....	56
9.1	Dokumentace pro nabídku .....	56
9.2	Dokumentace Dodavatele pro Zákazníka .....	56

10	ŠKOLENÍ A ZÁCVIK K TECHNOLOGII SFC.....	58
11	OSTATNÍ POŽADAVKY .....	59
11.1	Záruční podmínky a servis v době záruky.....	59
11.2	Náhradní díly .....	59
11.3	Servisní smlouva .....	59
11.4	Referenční dokumenty.....	59
12	SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY, NORMY, PŘEDPISY a VYHLÁŠKY .....	60
13	SEZNAM ZÁKLADNÍCH SOUVISEJÍCÍCH DOKUMENTŮ, NOREM, PŘEDPISŮ a VYHLÁŠEK .....	61
14	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	67
15	SEZNAM TABULEK .....	68

**SEZNAM ZKRATEK**

1f	jednofázový
3f	třífázový
AC	alternating current/střídavý proud
BD	base design/základní projektová dokumentace
ČR	Česká republika
DC	direct current/stejnoseměrný proud
DS	distribuční soustava
EG.D	distributor elektrické energie (dříve E.ON)
ED	elektro dispečink
EE	elektrická energie
EHV	elektrické hnací vozidlo
EJ	elektrická jednotka
EMC	elektromagnetická kompatibilita
FAT	factory acceptance test/výrobní testy před odesláním
FTR	factory test report report/výrobní protokol s výsledky testu
HDO	hromadné dálkové ovládání
HW	hardware
ITP	inspection and test plan/inspekční a zkušební plán
MŘS	místní řídicí systém
PDS	provozovatel distribuční soustavy
PČN	počítače náprav
PNE	podniková norma energetiky
PPDS	Pravidel provozování distribučních soustav
PPT	plán prohlídek a testů
PS	přenosová soustava
RU	rozvaděč měniče
RVS	rozvaděč vlastní spotřeby
SAT	site acceptance testing/ soubor testů při uvádění do provozu
SFC	static frequency converter/statický frekvenční měnič
SpS	spínací stanice
SW	software
SZZ	staniční zabezpečovací zařízení
SŽ	Správa železnic, státní organizace
TNS	trakční napájecí stanice
TrS	trakční systém
TrT	trakční transformátor
TS	technická specifikace
TV	trakční vedení
TZZ	trátové zabezpečovací zařízení
VPN	virtual private network/ virtuální privátní síť
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 SFC (pozn.: v této etapě není znám)

## **1 VŠEOBECNÁ ČÁST STAVBY**

Rekonstrukce, rozšiřování a přechody elektrifikovaných tratí na systém 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz v podmínkách ČR přináší i vývoj v nasazování nových trakčních technologií statických frekvenčních měničů (SFC). Technologie SFC pro trakční využití tj. napájení pro systém 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz jsou standardně založeny na kaskádě dvojice měničů 3AC/DC a DC/1AC s DC meziobvodem. Výkonové prvky měničů mohou být např. IGCT, IGBT s rozdílnou spínací frekvencí v oblasti kHz, z kterých plynou některé vlastnosti SFC jako celku. Současné základní možnosti napájení uvedeného systému jsou: trakční transformátor, trakční transformátor a balancér (BAL) nebo SFC, a to buď v „ostrovním“ nebo „paralelním“ režimu. Pro výběr vhodné technologie pro trakční napájecí stanici (TNS) Bučovice byly provedeny energetické výpočty formou simulace s využitím SW OpenTrack a OpenPowerNet, který je standardně využíván pro tyto simulace pro manažera infrastruktury (SŽ, s.o.), pro předmětnou oblast trati Blažovice – Bučovice – Veselí nad Moravou [2].

Současná trať Blažovice – Veselí nad Moravou je dráha celostátní, nezařazená do sítě TEN-T, nezařazená do sítě Evropských nákladních koridorů. Trať je dvoukolejná, neelektrizovaná, traťová třída zatížení C3. Podle Prohlášení o dráze celostátní a regionální účinné od 1. 12. 2016 má trať číslo 805 00. Trať je zařazena dle nařízení Komise (EU) č. 1299/2014 ze dne 18. listopadu 2014 o technických specifikacích (TS) pro interoperabilitu subsystému infrastruktura železničního systému v EU do cílových kategorií P5/F3.

### **1.1 Popis stávajícího stavu**

Jedná se o novostavbu TNS Bučovice pro dvoukolejnou nově elektrizovanou celostátní trať Veselí nad Moravou – Blažovice s traťovým číslem 805 00.

### **1.2 Popis nového stavu**

Nová TNS Bučovice bude sloužit zejména pro napájení dvoukolejné elektrizované celostátní tratě Veselí nad Moravou – Blažovice s traťovým č. 805 00. Novostavba TNS Bučovice (původně s názvem Kyjov) je navržena v extravilánu mezi obcemi Bučovice a Marefy, v katastrálním území Bučovice a Marefy. TNS Bučovice je situována u zpevněné komunikace, která vede z ulice Sokolovská v Bučovicích ve směru na Marefy. Dále pak jižně od trati a západně od linky 110 kV, ze které bude vedena přípojka 110 kV. Přípojka 110 kV bude vedena z trafostanice společnosti EG.D.

Plánovaný termín realizace stavby je v období 06/2026 – 05/2028.

### **1.3 Rozsah stavby**

Stavba s názvem „Výstavba TNS Bučovice“ je projektována v km 33,094 s traťovým č. 805 Veselí nad Moravou – Blažovice. Vlastní stavba TNS Bučovice zahrnuje zbudování areálu TNS včetně příjezdových komunikací z Bučovic a Marefy, přípojek VVN a VN z trafostanice EG.D. V rámci stavby proběhnou terénní úpravy, zřízení komunikací a zpevněných ploch, pozemních stavebních objektů určených k umístění technologie a zázemí, odvodnění a oplocení areálu. TNS Bučovice, jejíž poloha vyplynula z energetických výpočtů zpracovaných v rámci DUR, byla původně uvažována v Kyjově.



Předmětem stavby je zřízení areálu pro umístění technologie TNS Bučovice. Součástí stavby je také vybudování nutné infrastruktury včetně pozemních komunikací, pozemních objektů, kanalizace, kabelovodu, přípojek, atd.

Provedené simulační energetické výpočty zohledňují budoucí železniční dopravu [2]. Oblast umístění TNS Bučovice je na Obrázek 1.



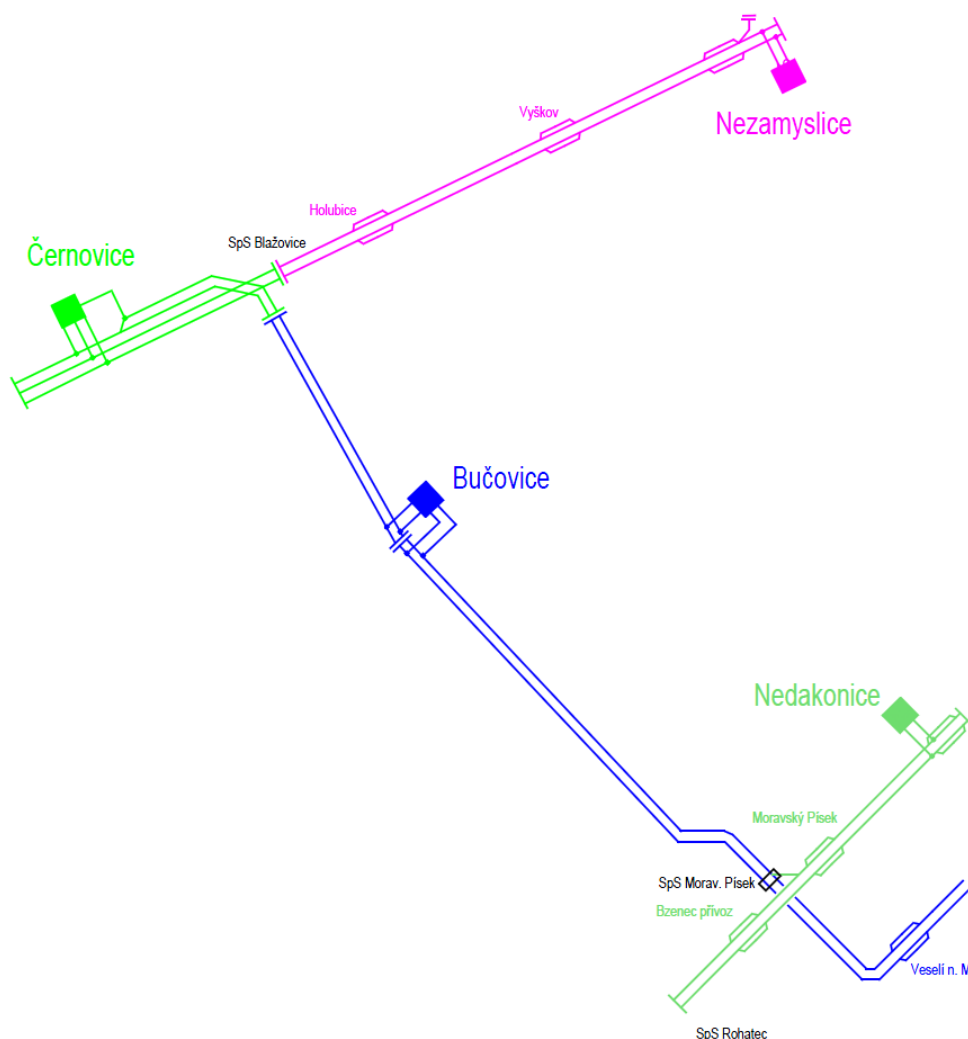
Obrázek 1: Situace umístění TNS Bučovice v oblasti

TNS Bučovice bude využívána zejména pro napájení dvoukolejné celostátní tratě Veselí nad Moravou – Blažovice. Dále se předpokládá, že bude zajištěna návaznost na soubor staveb Brno – Přerov včetně napájení.

V energetických simulacích bylo uvažováno s následujícími hlavními vstupy:

- hnací vozidla (EHV/EJ) pro kategorie vlaku: kategorie EC a R - EHV Vectron +R400t, kategorie Nex - EHV Vectron +S2000t, Vectron +1800t, kategorie Os - EJ RegioPanter 640 a RegioPanter 650, kategorie Pn - EHV Vectron T4 2500t, kategorie Rn - EHV Vectron T4 2400t, kategorie Sp - EJ InterPanter, kategorie Vn - EHV Vectron U4 660t.
- jízdní řád: modelový dvouhodinový špičkový grafikon
- trolejové vedení: 120 Cu + 50 Bz
- systém 1x25kV AC s frekvencí 50 Hz tratě Blažovice – Veselí nad Moravou splňuje požadavky subsystému dle TSI ENE

Předmětná trať má zejména vazby na TNS Nezamyslice, TNS Černovice, TNS Bučovice a TNS Nedakonice a je v souladu s výhledovými schématy napájení a dělení v době simulací. Celková situace je na Obrázek 2.



Obrázek 2: Schéma trakční sítě v lokalitě Bučovice při energetických simulacích [2]

Modely pro simulace energetických výpočtů vycházely z modelů napájení:

- Nezamyslice – Černovice                      11,835 km - 61,901 km
- Blažovice – Veselí n. M.                      16,900 km - 86,222 km
- Nedakonice – Rohatec                      108,814 km -131,174 km

Z uvedeného jsou zřejmé základní možné vazby, které mohou vznikat při napájení v dané oblasti z TNS Bučovice. Z energetických simulací vyplývají dva hlavní stavy tj. vazby při napájení oblasti:

- provoz tratě Blažovice – Veselí n. M. s napájením TV pouze z TNS Bučovice tj. „ostrovní“ provoz
- provoz tratě Blažovice – Veselí n. M. s napájením TV z TNS Nezamyslice a TNS Černovice, úsek km 16,900 (Blažovice) – km 33,094 (Bučovice). Dále dojde k propojení tratě Blažovice – Veselí n. M. s tratí Nedakonice – Břeclav přes SpS Bzenec a zajištění napájení z TNS Nedakonice, úsek km 33,094 (Bučovice) – km 86,222 (Veselí n. M.).

TNS Bučovice z hlediska odebíraného výkonu má charakter časově proměnlivý s požadovanou hodnotou rezervovaného příkonu 10 MW. Připojení do distribuční soustavy (DS) 3x 110 kV bude realizováno dvěma kabely z rozvodny 110 kV Bučovice. Provozovatel

DS EG.D. (dříve E.ON) vyžadoval pro rozhodnutí o připojení zpracování „Studie připojitelnosti“ [1].

Tato studie posuzuje, zda je možné připojení TNS Bučovice (odběrového místa) z hlediska vlivu na stávající síť, aniž by byly překročeny meze dovolené zatížitelnost prvků sítě, ovlivnění napětí v místě připojení k DS (velikost a změna napětí vyvolaná připojením odběru). Současně studie hodnotí velikost zpětných vlivů vyvolaných připojením daného zařízení na síť (vliv na útlum signálu HDO, na flikr a na vyšší harmonické) a jejich porovnání s povolenými mezemi. Posouzení připojitelnosti bylo provedeno podle Pravidel provozování DS (PPDS) a zejména dle PNE 33 3430-0 Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů DS.

Hlavní závěry ze studie:

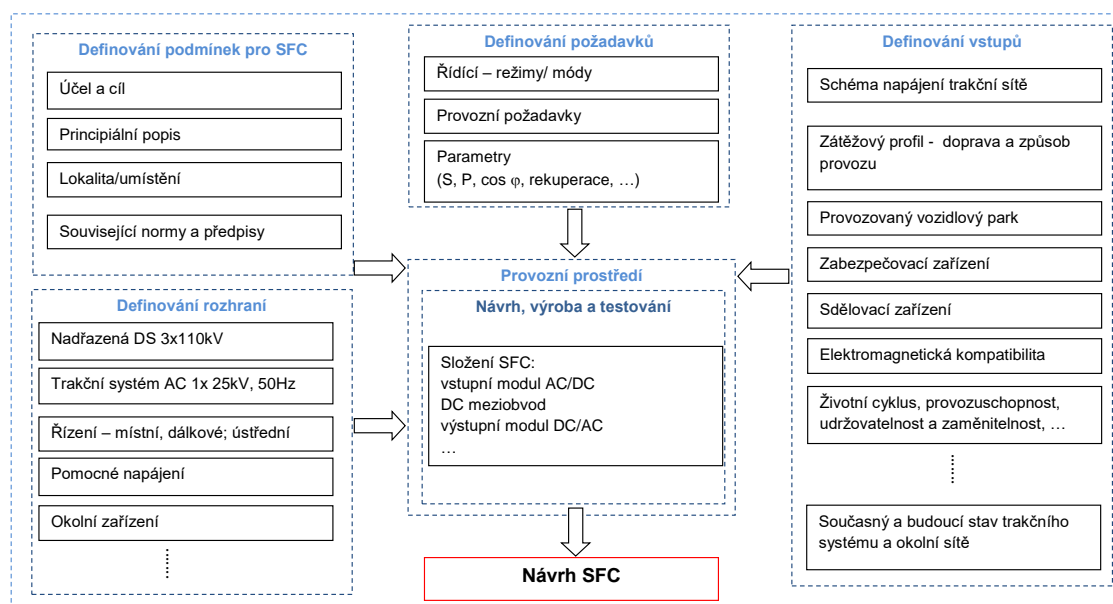
- Zatížení DS 3x 110kV: Odběr TNS Bučovice neovlivňuje negativně napájecí smyčku 110 kV. V případě rekonstrukce a zdvojení vedení 110 kV vykazuje zatěžování takto vzniklé smyčky velkou rezervu vůči kapacitě vedení, díky níž lze napájet odběr R Prostějov z UO Sokolnice společně s odběrem TNS Bučovice. Při kontrole kritériem (N-1) je odběr TNS Bučovice zajištěn. V případě napájení rozvodny Prostějov společně s napájením TNS Bučovice není (N-1) po několik desítek hodin v roce splněno, pro tyto případy by musela být smyčka výrazně dispečersky odlehčena přesunem části odběru rozvodny Prostějov na napájení z jiných UO 110 kV.
- Napětí: Odběr či dodávka činného výkonu TNS Bučovice včetně špiček způsobuje v síti 110 kV nízké kolísání napětí v rozmezí od -0,8 % do +0,6 %  $U_n$ , což nemůže způsobovat problém v DS 3x 110kV.
- Nesymetrie napětí: Standardní nesymetrický odběr v požadované velikosti by byl z hlediska kvality nevyhovující, z tohoto důvodu je nutné nasazení SFC.
- Flikr: Změny napětí vyvolané kolísáním trakčního odběru jsou poměrně malé. Flikr není omezující pro připojení zařízení.
- Vyšší harmonické: Návrh podoby a řízení SFC v TNS výrobcem je vázán na místní podmínky. Skutečná velikost emise harmonických bude záviset na konkrétním výrobcí a řešení. V případě překročení limitů harmonických bude muset výrobce zvolit řešení pro eliminaci tohoto stavu.
- HDO: Dle podkladů od dodavatelů SFC neprodukují rušivá napětí na frekvenci blízké frekvenci HDO. Zařízení samo o sobě aktivně signál HDO neodsává. Byla stanovena minimální impedance na kmotočtu HDO, kterou musí SFC splnit.

## 2 TECHNICKÁ ČÁST STAVBY

### 2.1 Definování podmínek pro SFC

Technická specifikace (TS) technologie SFC pro TNS Bučovice vychází z dostupných pokladů a informací v době zpracování, které jsou uvedeny v seznamu dokumentů str. 61. Souhrn hlavních podmínek pro TS SFC Bučovice vychází ze zkušeností a stavu poznání z již realizovaných nebo probíhajících projektů trakčních systémů 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz a to i na území ČR. Funkce, parametry a systémová řešení pro SFC technologii, byly stanoveny ze zmíněných poznatků a probíhajícího procesu diskuzí tak, aby bylo vytvořeno optimalizované řešení technologie SFC pro určenou lokalitu, tj. TNS Bučovice.

Pro TS SFC je nutné nejprve definovat základní podmínky, vymezení tzv. rozhraní, požadavků, vstupů, prostředí a testů včetně akceptačních procedur pro dosažení pokrytí hlavních požadavků na řízení funkcionality, zajištění vysoké kvality a spolehlivosti SFC v TNS Bučovice, Obrázek 3.



Obrázek 3: Principiální schéma pro návrh TS SFC

**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 Bučovice.

**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 Bučovice, 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 poskytnout 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, Studii připojitelnosti [1], Energetických výpočtech [2], dokumentaci [5] 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 na 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 Bučovice s technologií SFC představuje další projekt nasazení SFC u Zákazníka v ČR. První pilotní projekt „NEDARÍ“, který je v procesu realizace, představuje konverzi systému z 3 kV DC na 1x25 kV AC s technologií SFC v TNS Otrokovice a Říkovice. TNS Bučovice je novým napájecím bodem pro nově elektrizovanou dvoukolejnou trať Blažovice – Veselí nad Moravou s tratovým číslem 805 00.

Pro umožnění dvoustranného spojitého napájení, je též na tratích nově elektrizovaných systémem 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz jednou z podmínek paralelní provoz TNS. SFC v TNS tuto podmínku musí splňovat i při napájení ve spojení s trakčním transformátorem (TrT). Další nutné podmínky, které musí SFC splňovat, jsou podmínky kvality odběru a dodávky elektrické energie (EE) včetně předávání přebytku rekuperace do nadřazené DS 3x 110 kV AC, kapitola 3.3, bez omezení, tj. plné řízení TNS s SFC včetně možnosti zapojení do nadřazeného systému řízení, případně spolupráci s dalšími zařízeními Zákazníka. Cílem je zajistit odpovídající dodávku EE z TNS Bučovice s SFC pro trakční napájecí systém 1x25 kV AC, který je dimenzován na základě energetických výpočtů vycházející z dopravních požadavků na předmětných tratích určené lokality, a to i s výhledem na další související stavby [2].

## **2.3 Návaznost na zpracované projekty**

Uvedená návaznost platí k datu zpracování projektu „Výstavba TNS Bučovice“ číslo projektu: 562 352 0061 včetně předpokládaných termínů.

- Rekonstrukce traťového úseku Blažovice (mimo) – Nesovice (včetně), ZP a DUR probíhá souběžně se zadanou ZP a DUR (03/2026-09/2027)
- Rekonstrukce traťového úseku Nesovice (mimo) – Kyjov (mimo), ZP a DUR probíhá souběžně se zadanou ZP a DUR (09/2027-06/2029)
- Rekonstrukce ŽST Slavkov u Brna, ZP a DUR probíhá souběžně se zadanou ZP a DUR (03/2026- 09/2027)

- Rekonstrukce traťového úseku Kyjov (mimo) – Veselí n. M. (mimo), ZP a DUR probíhá souběžně se zadanou ZP a DUR (06/2029-12/2031)
- Rekonstrukce ŽST Kyjov, ZP a DUR probíhá souběžně se zadanou ZP a DUR (09/2027- 06/2029)
- Modernizace trati Brno – Přerov, 1. stavba Brno – Blažovice, stavba přímo souvisí s Železničním uzlem Brno (5/2028-11/2030)
- Modernizace trati Brno – Přerov, 2. stavba Blažovice – Vyškov, stavba je ve fázi zpracování ZP+DUR (03/2026-11/2031)
- Zvýšení traťové rychlosti v úseku Brno-Slatina – Blažovice, ukončeno 10/2019
- Železniční uzel Brno, není naplánováno
- Rekonstrukce SZZ Veselí nad Moravou, stavba vyřazena z plánu Výstavba uzlové trakční napájecí stanice Brno-Černovice, stavba je ve fázi přípravy ZP+DUR (08/2025-08/2028)
- Změna trakční soustavy na AC 25 kV, 50 Hz v úseku Nedakonice-Říkovice, stavba je ve fázi přípravy ZP+DUR ukončeno 12/2023
- Studie proveditelnosti tratí Staré Město u Uherského Hradiště-Luhačovice/Bylnice/Veselí nad Moravou, stavba je ve fázi neschválené SP, není naplánováno
- Silniční stavba I/50 Bučovice – obchvat, není naplánováno

## 2.4 Principiální popis řešení SFC

Pozn.: Popis konkrétního návrhu řešení SFC může mít některé odlišnosti, musí však splňovat požadované vlastnosti, funkce a parametry pro SFC TNS Bučovice.

V současnosti známá standardní technologie SFC pro trakční napájecí systémy z pohledu Zákazníka tvoří tyto základní části:

- vstupní 3f transformátor s primárním napětím 110 kV
- vstupní měnič 3AC/DC
- DC meziobvod
- výstupní měnič DC/1AC
- výstupní 1f transformátor se sekundárním napětím 25 kV, příp. výkonová reaktance, autotransformátor (pozn.: tato část je závislá na konkrétně technologii SFC)

Pozn.: K těmto základním částem musí nebo nemusí být doplněny případné harmonické a korekční výkonové filtry, pokud tyto části návrh řešení SFC vyžaduje pro splnění požadovaných podmínek.

Přenos EE mezi vnějšími soustavami DS 3x110 kV AC a 1x25 kV AC 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 přenášen jen činný výkon
- výstupní měnič DC/1AC generuje na výstupu TNS jednofázové „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 jednofázového TV tento výkon dodá podle vztahu  $P = \sqrt{(P_e^2 + P_j^2 + P_d^2)}$ , avšak do vstupního měniče 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 DS.
- Přenos činného výkonu přes kaskádu měničů a jeho rovnoměrná symetrizace do všech tří fází DS probíhá obousměrně. Tedy jak při odběru příkonu pro EHV z DS, tak při navrácení přebytku rekuperačního výkonu od EHV do DS
- Vlivem propojení vstupní a výstupní strany měničů přes DC meziobvod se mohou výstupní a vstupní střídavá napětí TNS navzájem lišit nejen počtem fází a napětím, ale i kmitočtem a fázovým úhlem
- U TNS 3 x 110 kV AC s frekvencí 50 Hz / 1 x 25 kV AC s frekvencí 50 Hz není důvod měnit kmitočet, ale s výhodou lze využít možnost generovat výstupní napětí 25 kV AC s určitým fázovým posunem vůči vstupnímu napětí 110 kV 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 110 kV.
- TNS s kaskádou měničů je možné využívat systém 25 kV AC s tzv. jednotnou fází. V důsledku toho lze využívat i u systému 1x25 kV AC 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, pokud není vyžadováno z jiných provozních důvodů. Tento způsob napájení přináší ideální podmínky jak pro jízdu vlaku díky nepřerušovanému výkonu. To má následně dopad pro nepřerušování rekuperačního brzdění, činnosti pomocných zařízení, vytápění, větrání a klimatizace, atd. 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.
- Výstupní charakteristiku TNS s SFC je možné SW nastavit různými způsoby. Jedna z možností je konstantní výstupní napětí (např. 27,5 kV) nezávisle na velikosti zatěžovacího proudu a nezávisle na napětí v DS, a to až do dosažení maximálního výkonu, limitovaného omezením výstupního proudu.
- 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.
- Výhodou řízení na konstantní napětí 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  $\Delta U = Z \cdot I$ ). Tím lze získat velký dosah vzdálenosti napájení EHV z TNS.
- Řízení na konstantní napětí:  $U = \text{konst.}$  (a to na horní toleranční mezi), tedy tvrdý zdroj napětí, 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 rekuperačního 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 ( $\Delta P = R I^2$ ) průtokem výhradně jalového vyrovnávacího proudu (generovaného výstupním měničem jedné TNS a přijímaného výstupním měničem druhé TNS při odstraňování námrazy či ledovky z vrchního vedení tj. zejména trolejového drátu).

## 2.5 Provozní stavy SFC

Pro získání komplexnější pohledu na možné návaznosti TNS Bučovice z hlediska napájení je sestaven přehled plánovaných realizací staveb ve sledované oblasti k době zpracování TS SFC, Tabulka 1. Pokud dojde k zásadní úpravě napájení v oblasti, je nutné tuto variantu promítnout i do dalších staveb týkajících se systému napájení.

Obecně musí SFC být schopno následujících provozních stavů:

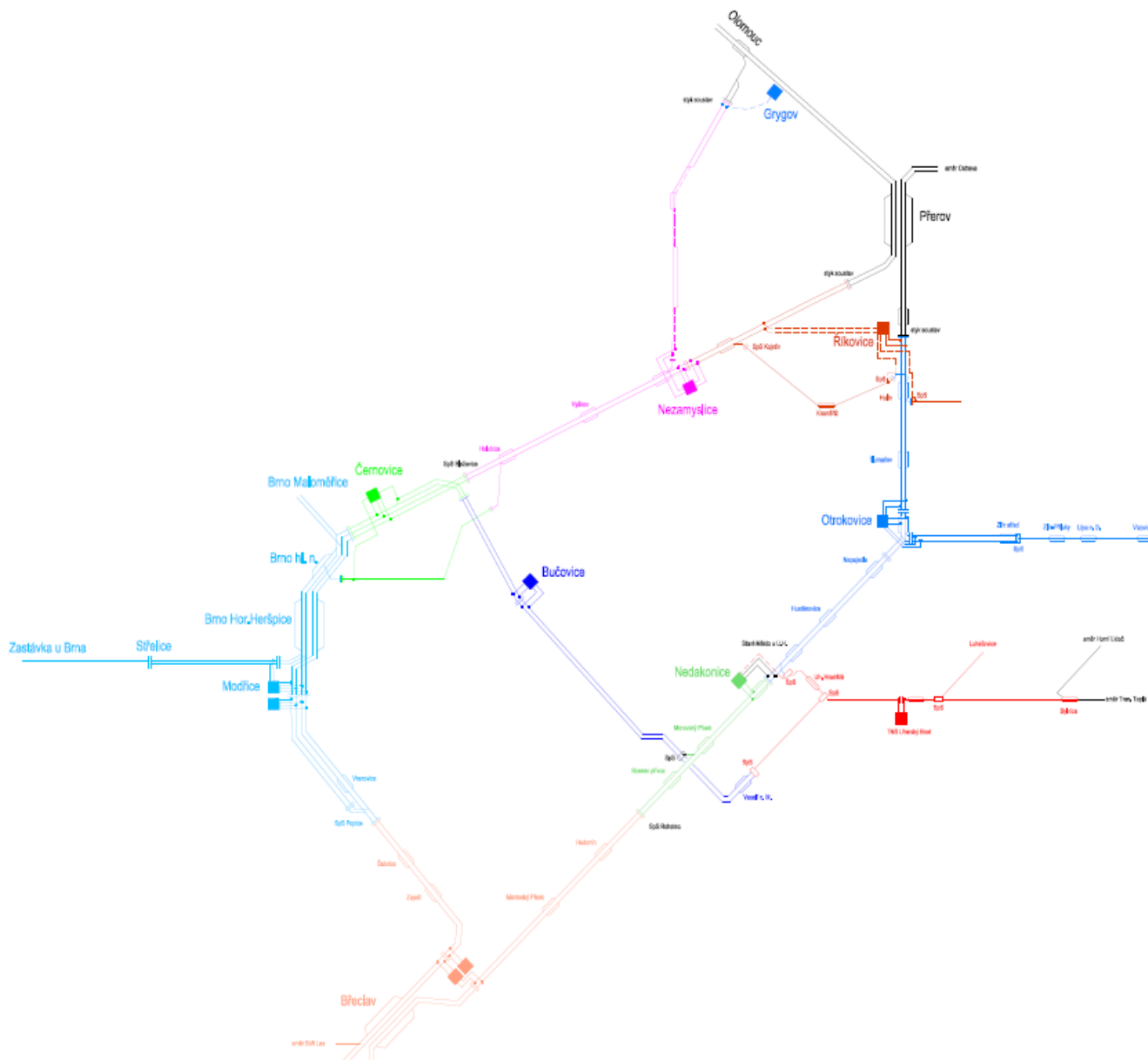
- SFC napájí samostatně - „ostrovní provoz“
- SFC spolupracuje s transformátorem 110/27kV – „síťový provoz“
- SFC spolupracuje s SFC - „síťový provoz“ s okolní TNS
- SFC spolupracuje s SFC - „paralelní provoz“ ve stejné TNS
- SFC spolupracuje s SFC ve stejné TNS a s okolní TNS s SFC - kombinace „paralelního a síťového provozu“



*Tabulka 1: Přehled plánovaných realizací staveb v oblasti*

Název stavby	Začátek realizace	Konec realizace
Modernizace trati Brno-Přerov, 1. stavba Brno – Blažovice	04/2026	09/2030
Modernizace trati Brno-Přerov, 2. stavba Blažovice - Vyškov	02/2025	08/2031
Modernizace trati Brno-Přerov, 3. stavba Vyškov - Nezamyslice	02/2025	08/2031
Modernizace trati Brno-Přerov, 4. stavba Nezamyslice - Kojetín	04/2024	12/2027
Modernizace trati Brno-Přerov, 5. stavba Kojetín - Přerov	08/2024	10/2027
Rekonstrukce TV v žst. Přerov přednádraží, II. etapa		10/2021
Rekonstrukce žst. Přerov, 2. stavba	04/2019	12/2022
Rekonstrukce žst. Přerov, 3. stavba	04/2023	08/2025
Modernizace trati Prostějov – Nezamyslice		
Rekonstrukce traťového úseku Blažovice (mimo) – Nesovice (včetně)	03/2024	08/2027
Rekonstrukce traťového úseku Nesovice (mimo) – Kyjov (mimo)	01/2024	09/2025
Rekonstrukce traťového úseku Kyjov (mimo) – Veselí n. M. (mimo)	05/2025	12/2027
Rekonstrukce ŽST Kyjov, 1. etapa	06/2022	06/2024
Rekonstrukce ŽST Kyjov, 2. etapa	03/2024	05/2025
Výstavba uzlové trakční napájecí stanice Brno-Černovice	02/2024	03/2026
Brno-Maloměřice St.6 – Adamov, BC	10/2021	01/2023
Železniční uzel Brno		
Elektrizace trati vč. PEÚ Brno - Zastávka u Brna, 1. etapa	03/2022	12/2023
Elektrizace trati vč. PEÚ Brno - Zastávka u Brna, 2. etapa	07/2020	04/2022
Úpravy železniční infrastruktury pro zavedení rychlosti 200 km/h v úseku	05/2026	12/2028
Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav	08/2025	02/2027
Zvýšení disponibility výkonu TNS Nedakonice v systému AC 25 kV	03/2025	09/2026
Změna trakční soustavy na AC 25kV, 50Hz v úseku Nedakonice – Říkovice	09/2019	05/2023
Modernizace a elektrizace trati Otrokovice – Vizovice I. etapa	01/2023	03/2027
Modernizace a elektrizace trati Otrokovice – Vizovice II. etapa	01/2023	03/2027
Modernizace a elektrizace trati Kojetín (mimo) – Hulín	09/2026	06/2029

Provozní stavy vycházejí z variantnosti napájení napájených tratí, Obrázek 4.



Obrázek 4: Výhledový stav napájení tratí v oblasti [5]

### TNS Bučovice – 2x SFC:

Základní provozní stav TNS Bučovice, který je realizován při běžném provozu

- TNS Bučovice (úsek km 33,094) s SFC napájí TV samostatně („ostrovní provoz“), který je ohraničen SpS. Bzenec (úsek km 77,700) z jedné strany a z druhé strany SpS Blažovice (úsek km 16,900). Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Bučovice. Délky napájených úseků jsou:
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - SpS Bzenec (úsek km 77,700)  
tj. cca 44,6 km
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - SpS Blažovice (úsek km 16,900)  
tj. cca 16,2 km

Další provozní stavy TNS Bučovice, které mohou nastat z hlediska napájení

- SFC napájí TV samostatně („ostrovní provoz“) po dělení za TNS Černovice z jedné strany a po SpS Veselí nad Moravou (bude teprve realizována) z druhé strany. Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Bučovice. TNS Černovice je ve výluce.
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - za TNS Černovice (úsek km 61,901) tj. cca 29,5 km
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - SpS Veselí nad Moravou (úsek km 87,800) tj. cca 54,7 km
- SFC napájí TV („síťový provoz“) k TNS Nezamyslice (TNS Nezamyslice je ve stavu, kdy napájí s SFC) jedné strany a po SpS Veselí nad Moravou z druhé strany. Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Bučovice. TNS Nezamyslice (předpoklad SFC 2x 30 MVA).
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - TNS Nezamyslice (úsek km 11,835) tj. cca 21,3 km
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - SpS Veselí nad Moravou (úsek km 87,800) tj. cca 54,7 km
- SFC napájí TV („síťový provoz“) k TNS Nezamyslice a za TNS Černovice (TNS Nezamyslice je ve stavu, kdy napájí s SFC; TNS Černovice je ve výluce) z jedné strany a po SpS Veselí nad Moravou z druhé strany. Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Bučovice. TNS Nezamyslice (předpoklad SFC 2x 30 MVA), TNS Černovice (předpoklad SFC 2x 30 MVA).
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - TNS Nezamyslice (úsek km 11,835) a současně TNS Černovice (úsek km 61,901) tj. cca 66 km (=16,2,+5,1+45,0)
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - SpS Veselí nad Moravou (úsek km 87,800) tj. cca 54,7 km
- SFCs spolupracují („síťový provoz“) s transformátory 110/27kV v TNS Uherský Brod. Jedná se o variantu, která může nastat v kombinaci s ostatními variantami 2 až 4. TNS Uherský Brod (předpoklad trakční transformátor 2x 12,5 MVA).
  - TNS Bučovice (úsek km 33,094) - TNS Uherský Brod (úsek km 91,7) tj. cca 58,6 km

Pozn.: TS SFC pro TNS Bučovice je sestavena nezávisle na konkrétním Dodavateli technologie SFC. Dodavatel SFC musí garantovat vzájemnou spolupráci a komunikaci SFC i v případě, kdy SFC technologie je od jiných výrobců. Z tohoto důvodu jsou definovány i dílčí rozhraní.

## 2.5.1 Hlavní funkce a parametry SFC

- SFC musí zajistit požadovanou dodávku elektrické energie (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. Na straně trakčního napájecího systému musí EHV/EJ kromě

dodávání/odběru činného výkonu dodávat i jalový výkon a to až do úrovně odpovídající  $\cos \varphi = 0,8$ .

- SFC musí umožňovat předávat přebytek rekuperovaného výkonu do nadřazené sítě DS v plném rozsahu svého výkonu.
- Schopnost vyhovět požadavkům provozovatele DS pro odběr výkonu z DS i pro navrácení výkonu do DS a to až do jmenovité hodnoty výkonu TNS je prokázána ve "Studii připojitelnosti" zpracována v květnu 2019 zahrnuje zpracování vybraných částí záměrů projektů a přípravných dokumentací staveb „Rekonstrukce traťového úseku Kyjov (mimo) – Veselí n.M. (mimo)“ a „Rekonstrukce ŽST Kyjov“. Tato studie byla přílohou k žádosti o připojení LDS (TNS Bučovice) k distribuční soustavě 110 kV E.ON Distribuce (nyní EG.D.) podané v 11/2018 (č. 12460582). Pokud vzniknou nové požadavky ze strany distributora, musí je Dodavatel splnit bez výhrady.
- SFC musí umožňovat rozmrazování trakčního vedení (TV) řízenými vyvážovacími jalovými proudy mezi sousedními TNS.

Pro předmětnou trať:

- SFC musí být schopny:
  - samostatného provozu („ostrovní provoz“) – jen SFC v TNS
  - spolupráce („síťový provoz“) s okolními TNS s TrT nebo SFC
  - vzájemné spolupráce („paralelní provoz“) – v TNS s SFC/SFCs v kombinaci se „síťovým provozem“)
- SFC musí umožňovat řízení:
  - místní, dálkové, ústřední
  - pro každý způsob řízení musí disponovat provozními módy minimálně v rozsahu – standardní (provozní), nouzový, údržbový vše s ohledem na požadovanou strukturu a formáty komunikace
- SFC musí být dimenzováno na primární vstupní straně 3x 110 kV výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS trvalým min. výkonem 5 MVA (pozn.: tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení napájení systému 1x25 kV AC není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování SFC).
- Musí disponovat ve svém dimenzování i s kompenzací kapacity kabelů 110 kV v rozsahu cca 972 kvar, bude upřesněno dle skutečné délky kabelů.
- SFC musí být dimenzován na sekundární výstupní straně 25 kV výkonově tak, aby bylo akceptováno kapacitní zatížení způsobené TV v plném rozsahu (100 %)
- SFC jako celek musí mít účinnost minimálně 97 % při jmenovitém zatížení (pozn.: jmenovité zatížení = špičkové zatížení SFC). Jmenovité zatížení bude definováno jako pracovní bod pomocí parametrů: napětí, účinníku, teploty, směr toku energie k 1f síti (pozn.: SFC jako celek = od vstupních svorek 3x 110 kV AC až po výstupní svorky 1x 25 kV AC).
- SFC musí mít vysokou spolehlivost a minimální nároky na údržbu. SFC bude trvale v provozu s maximální dobou odstavení dva dny (2x 24 hod) v roce (365 dní). Doba odstavení SFC bude v době odstavení TNS z důvodu údržby a revize zařízení.
- SFC musí obsahovat moduly diagnostiky a monitoringu, které musí být schopny předávat informace do systému řízení (místní, dálkové, ústřední), tak jak je definováno v kapitole 3.5.3. Nově budované zařízení, elektrická instalace, provedení a umístění měřicího 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). Vývodová pole R110 kV pro transformátory 110/xx kV budou vybavena monitoringem kvality parametrů EE.

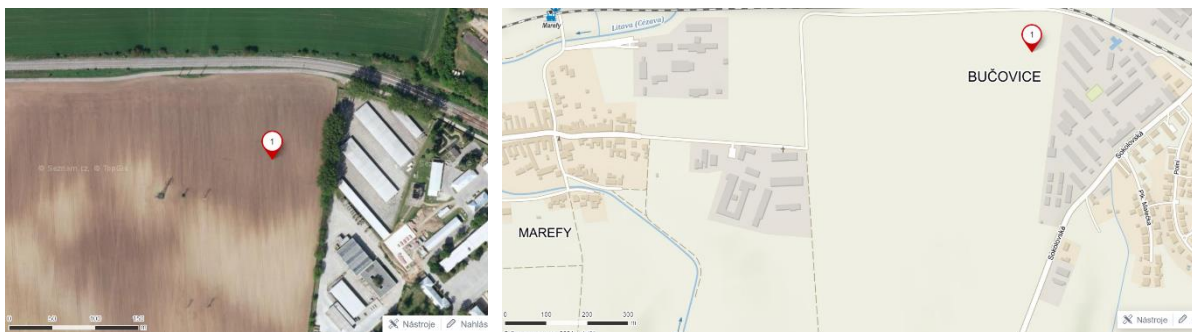
- SFC bude provedením kontejnerového typu v souladu s kapitolou 2.6.
- SFC nesmí svými funkcemi a provozem ovlivňovat další zařízení na straně DS a přenosové soustavy (PS) např. hromadné dálkové ovládání (HDO) a na straně trakčního systému 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz. Dodavatel provede a dodá „Plán kontroly kompatibility“ a „Studii kompatibility harmonických a dynamických jevů“ ve vztahu k napájení dráhy podle ČSN EN 50 388 ed. 2, která je podmínkou pro získání certifikátu shody s TSI ENE. K tomuto účelu poskytne Zákazník Dodavateli potřebnou součinnost.
- SFC nesmí ovlivňovat zabezpečovací a sdělovací zařízení, Dodavatel provede a dodá „Plán kontroly kompatibility“ a „Studii kompatibility“ podle ČSN EN 50 238-1 ed. 2, specifikace kapitola 6.8.4. K tomuto účelu poskytne Zákazník Dodavateli potřebnou součinnost.
- Jednotlivá rozhraní SFC musí být provedena tak, aby byly plně začlenitelná do stávajících či nově budovaných technologií a jejich zařízení. Konkrétní podmínky stanoví projektová dokumentace.
- Návrh a provoz SFC musí vyhovovat charakteristikám systému TV a zatěžovacích cyklů. Stanovení a výpočet pracovních cyklů nejsou předmětem dodávky a budou upřesněny v rámci další technické dokumentace. V režimu nabídky jsou platné data uvedená v této TS SFC.
- SFC musí být optimalizováno na nejvyšší spolehlivost provozu a minimalizaci nežádoucích rušivých jevů v provozu napájecí soustavy 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz (např. zpětné složky, rušení harmonickými složkami, atd.) ve všech definovaných provozních podmínkách a stavech, kapitola 2.5 a 2.5.1.
- Systém redundance („záloha“) SFC musí být proveden s využitím dvou SFC jednotek tj. TNS Bučovice - 2x 20 MVA.
- Systém chránění a vazeb SFC musí být proveden tak, aby byl v souladu s předpisy provozovatele infrastruktury SŽ, s.o., provozními podmínkami včetně výlukových stavů a stavů v určené 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 25 let.
- SFC musí být dimenzován pro napájení TV jako samostatný napájecí zdroj, stejně jako zdroj pro „paralelní provoz“ s jiným novým SFC i jiného dodavatele nebo s napájecím trakčním transformátorem (pozn.: způsob napájení TV se může v průběhu provozu měnit). SFC musí být schopno umožňovat paralelní provoz i bez výměny signálů (přerušení komunikace) mezi TNS nebo mezi jednotlivými SFC, tak aby pokrylo požadované provozní stavy, kapitola 2.5. Paralelně spolupracujícím TNS je však společně jednotně zadáván taktovací signál pro určení referenčního fázového úhlu výstupního napětí. Tento signál je v případě zapojení TNS s 1f transformátorem do paralelně spolupracující skupiny TNS s SFC veden výstupním napětím transformátoru 110/27kV.

- Připojení SFC k DS 3x 110 kV AC bude provedeno přes kabelovou přípojku pomocí 3f transformátoru a na straně trakční soustavy 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz 1f transformátorem (pozn. pokud řešení SFC tento transformátor obsahuje) nebo výstupem, který představuje výstupní měnič DC/1AC s výkonovou reaktancí nebo autotransformátorem, kapitola 3.3.
- Případné harmonické a korekční výkonové filtry jak na straně DS tak na straně trakčního systému 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz 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.
- 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, kapitola 3.5.3.
- Místní zařízení pro řízení a chránění musí být dodáno pro každý SFC, a pokud je to možné, umístěno v odděleném prostoru, kapitola 3.5.3.
- Řídicí místnost bude přístupná i během provozu a bude zahrnovat pracoviště obsluhy, které bude umístěno v příslušné provozní budově.

## 2.6 Lokalita místa připojení TNS s SFC

Jedná se o novostavbu TNS Bučovice pro dvoukolejnou nově elektrizovanou celostátní trať Veselí nad Moravou – Blažovice s traťovým číslem 805 00. Stavba je vedena pod názvem „Rekonstrukce ŽST Kyjov, 1. etapa“, kde je uvedena s názvem TNS Bučovice.

Lokalita pro umístění SFC představuje prostory nové TNS v Bučovicích, Obrázek 5 (49.1484472N, 16.9893278E). Z obrázku vyplývá umístění TNS Bučovice v extravilánu mezi obcemi Bučovice a Marefy, v katastrálním území Bučovice a Marefy. TNS je situována u zpevněné komunikace, která vede z ulice Sokolovská v Bučovicích ve směru na Marefy na zemědělské ploše v blízkosti vojenského areálu Armády ČR. V TNS Bučovice bude vytvořena zástavbová plocha podle SO 41-15-11 TNS Bučovice, stanoviště transformátorů a měniče) minimálně cca 22 x 22 m pro 2x SFC včetně případných vstupních a výstupních transformátorů a filtrů. TNS Bučovice s technologií SFC musí splňovat protihluková opatření v předmětné lokalitě, Obrázek 8. Pro TNS Bučovice podle posouzení výsledků z [4] nejsou navrhována pro vlastní provoz protihluková opatření, kapitola 6.6.

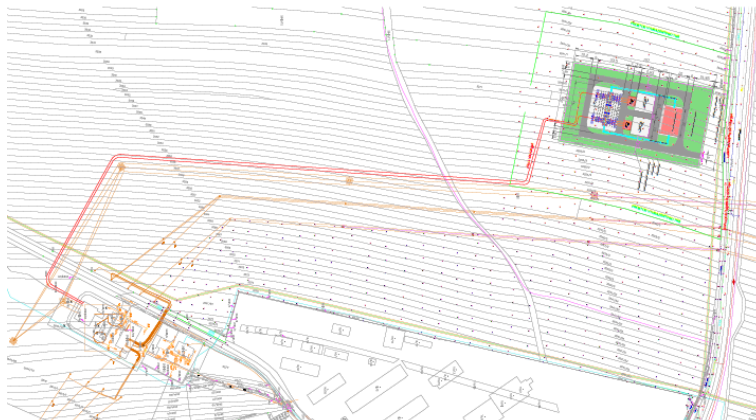


Obrázek 5: Lokalita umístění TNS Bučovice



## 2.7 Charakteristika místa připojení TNS s SFC

TNS Bučovice bude připojen 2x kabely 110 kV o délce cca 850 m, Obrázek 6, ke stávající DS 3x 110 kV rozvodně Bučovice, která je napájena z uzlové oblasti 110 kV Sokolnice, Obrázek 7. Vzhledem ke způsobu připojení je nutné počítat s požadavkem na kompenzaci kapacity kabelů tj. indukční kompenzační výkon dle výpočtu cca 486 kvar/1x přípojka (cca 972 kvar/2x přípojka). Finální hodnoty budou stanoveny dle konečné délky kabelů [3].

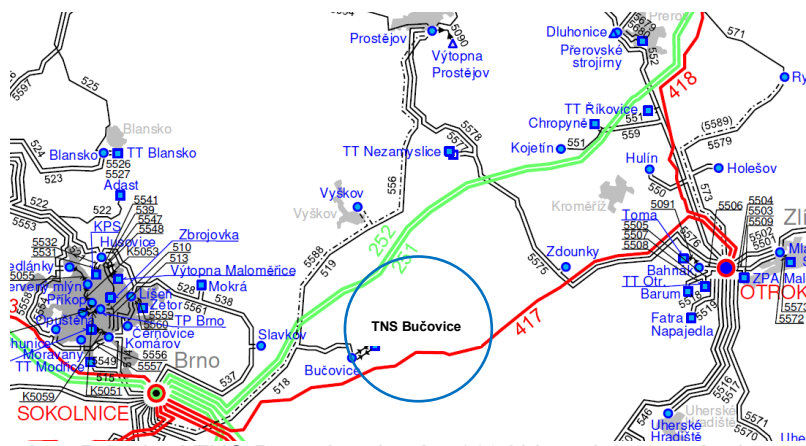


Obrázek 6: Připojení TNS Bučovice s využitím kabelů [3]

Pro připojení kabelů 110 kV budou v rozvodně 110 kV Bučovice vybudována 2 vývodová pole 110 kV. V současné době je rozvodna 110 kV Bučovice připojena smyčkou do radiálně provozovaného vedení 110 kV v trase Sokolnice – Prostějov, ze kterého jsou napájeny odběry R 110 kV Bučovice a Vyškov. V základním zapojení je toto vedení napájeno z TR Sokolnice, odběr v R 110 kV Prostějov je napájen z UO Otrokovice.

V současné době probíhá po jednotlivých úsecích rekonstrukce vedení 110 kV v trase Sokolnice – Prostějov zahrnující vybudování druhého potahu a navýšení průřezu vodičů na AlFe 240 mm<sup>2</sup>. Dokončení rekonstrukce a zdvojení vedení v celé trase se předpokládá do roku 2026. Tímto dojde k vybudování smyčky 110 kV, zvýšení spolehlivosti napájení a možnosti zásobovat odběry v R Prostějov z UO Sokolnice.

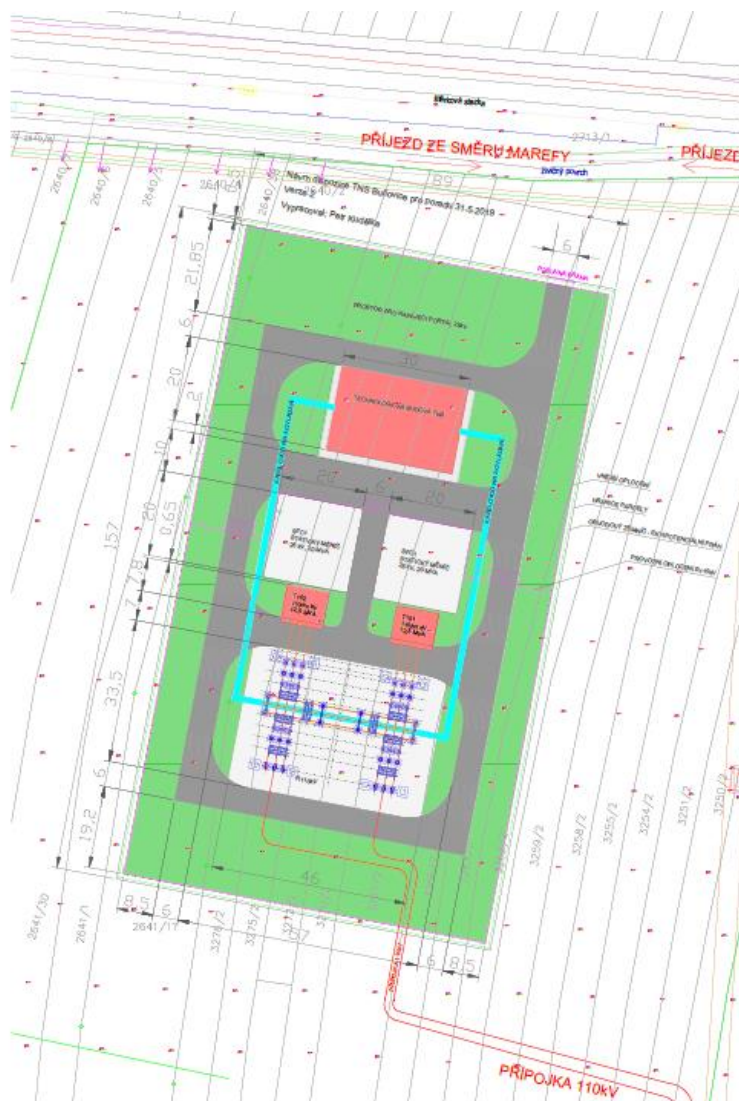
Variantně byly výpočty provedeny pro připojení TNS Bučovice do sítě 110 kV při současném stavu sítě 110 kV v oblasti, dále po dokončení výše popsané rekonstrukci sítě 110 kV v oblasti a při náhradním napájení odběrů v R Prostějov.



Obrázek 7: Připojení TNS Bučovice do sítě 110 kV po dokončení rekonstrukce [5]

Trakční odběr nezpůsobuje z pohledu zatěžování vedení v síti 110 kV problémy, a to ani při 20 MW pásmovém odběru TNS Bučovice (špičkový odběr TNS). Při kontrole podle kritéria (N-1) je zásobování odběru TNS Bučovice zajištěno jak při současném stavu DS 110 kV v oblasti, tak po rekonstrukci napájecího vedení 110 kV. V případě napájení rozvodny Prostějov společně s napájením TNS Bučovice není kritérium (N-1) po několik desítek hodin v roce splněno, pro tyto případy by musela být smyčka výrazně dispečersky na straně dispečera EG.D. odlehčena přesunem části odběru rozvodny Prostějov na napájení z jiných UO 110 kV.

Dle stanoviska E.ON Distribuce a.s. (nyní EG.D.) musí být obchodní měření na začátku přípojek v doplňovaných vývodových polích rozvodny R110kV E.ON Distribuce. Z hlediska měření elektrické energie se bude jednat o připojení do jednoho místa připojení (R 110kV Bučovice), s jednou rezervací příkonu, byť přes dvě vývodová pole 110kV, tj. oba elektroměry se budou součtovat.



Obrázek 8: Situace TNS Bučovice koncept [5]



### **3 ROZSAH A ROZHRANÍ DODÁVKY TECHNOLOGIE SFC**

#### **3.1 Rozsah SFC**

Standardní části a prvky včetně jejich složení pro SFC pro TNS Bučovice musí být provedeny tak, aby splňovaly požadované vlastnosti, parametry, funkce a EMC kladené na SFC jako celek (pozn.: SFC jako celek = od vstupních svorek 3x 110 kV AC až po výstupní svorky 1x 25 kV AC), kapitola 2.5.1. Dále musí být tyto jednotlivé části provedeny tak, aby splnily požadavky na definovaná rozhraní včetně diagnostiky a monitoringu. Zákazník má právo v rámci již výběrového řízení odsouhlasit základní technický návrh řešení SFC technologie s ohledem na kapitolu 2 - TECHNICKÁ ČÁST STAVBY

Definování podmínek pro SFC.

#### **3.2 Rozhraní pro SFC**

SFC představují jediné „přímé“ spojení trakčního systému s nadřazenou DS a umožňují přenos EE oběma směry.

Základní rozhraní tvoří:

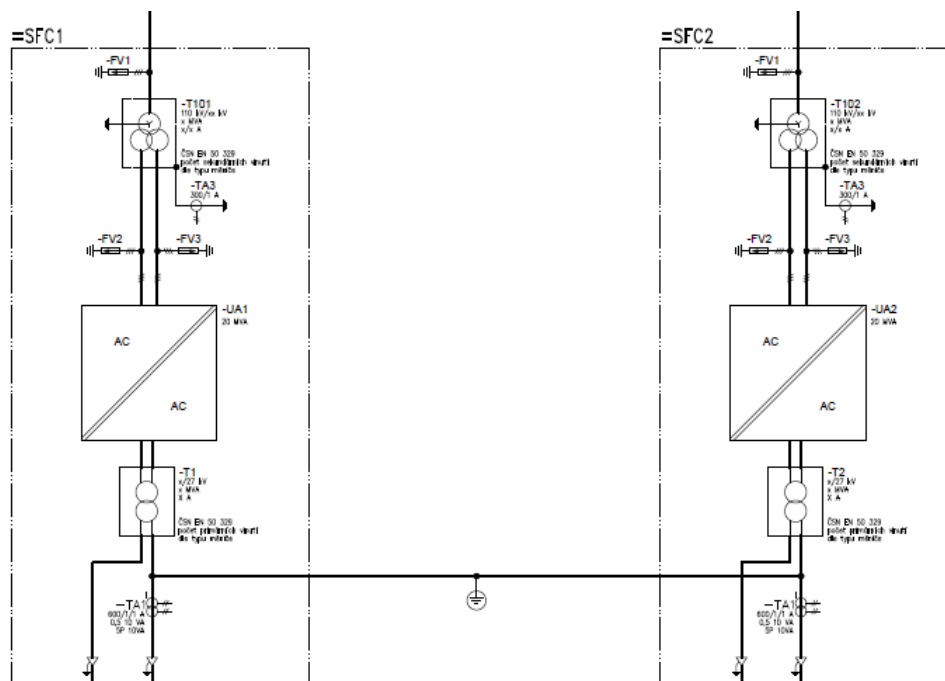
- Rozhraní vůči rozvodně na straně 3 f nadřazené soustavy (DS 3x110 kV AC)
- Rozhraní vůči rozvodně na straně 1 f trakčního systému (1x 25 kV AC s frekvencí 50Hz)
- Rozhraní pro ovládání (místní, dálkové, ústřední)
- Rozhraní pro pomocné napájení
- Rozhraní pro sousední zařízení
- Rozhraní pro ostatní části projektu / investiční akce ve stejné lokalitě (ostatní).
- Rozhraní pro stavební práce

Vymezená rozhraní musí Dodavatel SFC se 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 obsah a průběhy testů.

#### **3.3 Rozsah dodávek Dodavatele SFC**

Pro TNS Bučovice jsou použity dva SFCs se vstupním 3f transformátorem 110 kV/XX kV s výstupem pro RVS, RU, GS pro frekvenci 50 Hz a případně výstupním 1f transformátorem XX kV/25 kV pro frekvenci 50 Hz (pozn.: XX kV – hodnota bude určena dle konkrétního návrhu řešení SFC), Obrázek 9.

Pozn.: SFC jsou navrženy jako modulární zařízení pro venkovní instalaci - kontejnerového provedení. Vzhledem k tomu, že v dokumentaci pro územní rozhodnutí není možné stanovit výrobce SFC, jsou označeny jako „black box“. S ohledem na konkrétní typ SFC se vlastní uspořádání částí a principy funkcí mohou lišit.



Obrázek 9: Rozsah dodávky návrhu řešení SFC pro TNS Bučovice [5]

Celý SFC jako celek může zahrnovat následující základní části:

- 3f transformátor se vstupním napětím 3x 110 kV
- Blok SFC pro výkon 20 MVA
- 1f transformátor s výstupním napětím 1x 25 kV AC, příp. výkonová reaktance, autotransformátor (pozn.: pokud ho návrh SFC vyžaduje)
- Harmonické a korekční výkonové filtry 3f a 1f (pokud je návrh SFC vyžaduje)
- Chladicí systém SFC
- Řídicí systém a 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, příp. výkonová reaktance, autotransformátor
- Rozvody pomocného napájení v rámci SFC včetně UPS
- Komunikace mezi TNS s SFC a ED Brno bude probíhat po datově izolovaném Ethernetovém kanále v technologické datové síti (WLAN DŘT) podle komunikačního protokolu ČSN EN 60870-5-104.
- Komunikace v rámci místní sítě TNS bude komunikovat podle energetického protokolu ČSN EN 61850, příp. TNS s SFC může komunikovat se sousední TNS. Pozn.: V současnosti je vyhrazeno v plánu 6 optických vláken pro TNS.

Další podklady nutné pro uvedení zařízení do provozu na železniční infrastruktuře Zákazníka:

- „Plán kompatibility“ a „Studie 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.
- „Studie kompatibility“ podle ČSN EN 50 238.

### 3.4 Rozsah dodávek Zákazníka pro SFC

Pozn.: SFC = 2x SFC pro TNS Bučovice

Dodávky ze strany Zákazníka (pro Zákazníka provádí Dodavatel stavby):

- Zastřešené stání a opláštěná vstupních 3f transformátorů - dvě stanoviště transformátorů 110 kV/XX kV. Každé stanoviště bude samostatné a bude navazovat na příslušné transformátorové pole rozvodny AEA R110 kV. Stanoviště transformátorů budou mít označení T101 a T102. Mezi stanovišti těchto transformátorů bude ponechán volný prostor pro případné budoucí připojení transformátoru T103 pro napájení magistrálního rozvodu. Technické provedení stanovišť transformátorů bude odpovídat ČEN EN 61936-1. Každé stanoviště transformátorů bude obsahovat havarijní a záchytnou jímku se zhášecími rošty. Objem této jímky bude dimenzován na 100 % objemu oleje transformátoru s dostatečnou rezervou. Jímky budou bezodtokové. Součástí jímky budou nosné překlady s kolejnicemi pro zasunování a vysunování transformátoru a jeho usazení. Z přední strany budou stanoviště otevřená s přesahem střechy jako ochranou před deštěm. Jmenovitý výkon transformátorů T101 a T102 bude odpovídat výkonu SFC 20 MVA. Připojení primární strany transformátorů bude pomocí přípojníc tvořených lany ALFE z rozvodny 110 kV přes stěnové průchodky 110 kV. Připojení sekundární strany transformátorů bude pomocí přípojníc přes otvor v zadní stěně stanoviště každého transformátoru přímo k SFC.
- Stání výstupních 1f transformátorů (pokud budou součástí návrh řešení SFC)
- Napájení pomocných obvodů trakčních SFC z vlastní spotřeby TNS Bučovice ze sítě 400/230 V AC 50 Hz a ze sítě 110 V DC.
- Základy pro umístění technologie SFC, chladiče a tlumivek
- Kabelové kanály pro uložení kabelů silových, pomocných, ovládacích a měřicích
- Přívodní kabely 110 kV pro napojení vstupního 3f transformátoru SFC
- Vývodové kabely 50 kV z výstupního transformátoru SFC do rozvaděče 25 kV
- Vývodové kabely 1 kV z výstupního transformátoru SFC do rozvaděče zpětných kabelů
- Kabely nn pro napojení pomocného napětí SFC
- Optická vlákna 4x (4 vlákna = 2x pro systém ochran + 2x pro systém řízení a vazeb SFC) pro propojení ochran SFC bez záložní trasy.
- Rozhraní s protokolem podle ČSN EN 60870-5-104 pro propojení s řídicím systémem stávajících TNS je se zálohováním.
- Uzemnění zařízení SFC podle požadavků Dodavatele SFC a jeho připojení na uzemnění TNS
- Obsluha SFC, doprava částí SFC a transformátorů bude umožněna z přilehlých vnitřních pozemních komunikací
- Terén v prostoru SFC bude mít povrchovou úpravu řešenou jako štěrkovou pochozí plochu. Terén v prostoru statických SFC bude v rovině v příčném i podélném směru.
- Prostor TNS Bučovice bude oplocen. Bude se jednat o drátěné síť mezi ocelovými sloupky a 3 řad ostnatého drátu celkové výšky 2 m nad terénem.

### 3.5 Rozhraní dodávek

#### 3.5.1 Rozhraní vůči rozvodně na straně DS 3x110 kV AC

Rozhraní vůči rozvodně na straně DS 3x110 kV AC vychází z Obrázek 8 a Obrázek 9.

### 3.5.2 Rozhraní vůči rozvodně na straně TrS 1x25 kV AC

Rozhraní vůči rozvodně na straně trakčního systému 1x25 kV AC vychází z Obrázek 8 a Obrázek 9.

### 3.5.3 Rozhraní pro ovládání a řízení

SFC musí umožňovat ovládání a řízení:

- místní – řešeno v rámci SFC
- dálkové – řešeno v rámci místního řídicího systému (MŘS) konkrétní TNS (vazba řídicí místnost TNS a SFC)
- ústřední - bude řešeno přes elektrodispečink (ED) – Brno (vazba TNS a ED)

Podmínky ovládání a řízení:

- Všechny režimy musí být provedeny tak, aby plně pokrývaly požadavky na napájení TV a rekuperaci do DS, kapitola 2.5 – „Požadované základní provozní stavy SFC“ a kapitola 2.5.1 „Hlavní funkce a parametry SFC“.
- Výstupní/vstupní komunikační systémy SFC musí být schopny komunikace s navrženým a schváleným komunikačním systémem v konkrétní TNS.
- Komunikační standardy jsou ČSN EN 61850 pouze pro vnitřní komunikaci a ČSN EN 60870-5-104 pro komunikaci se řídicím systémem.

### 3.5.4 Rozhraní pro pomocné napájení

- zálohované napětí 110V DC a 24V DC s omezeným výkonem – bude upřesněno v rámci projektu
- bezvýpadková síť 1x230V s frekvencí 50Hz s omezeným výkonem, bude upřesněno v rámci projektu
- zálohovaná síť 230V/3x400 V z rozvodu 6kV s omezeným výkonem, bude upřesněno v rámci projektu

Pozn.: Pro vlastní SFC se předpokládá síť 3x400V a ze sítě 110 V DC. Dimenzování přívodů pro SFC bude provedeno na základě požadavku příkonů.

### 3.5.5 Rozhraní pro sousední zařízení

Rozhraní pro sousední zařízení je patrné ze situace TNS Bučovice, Obrázek 8.

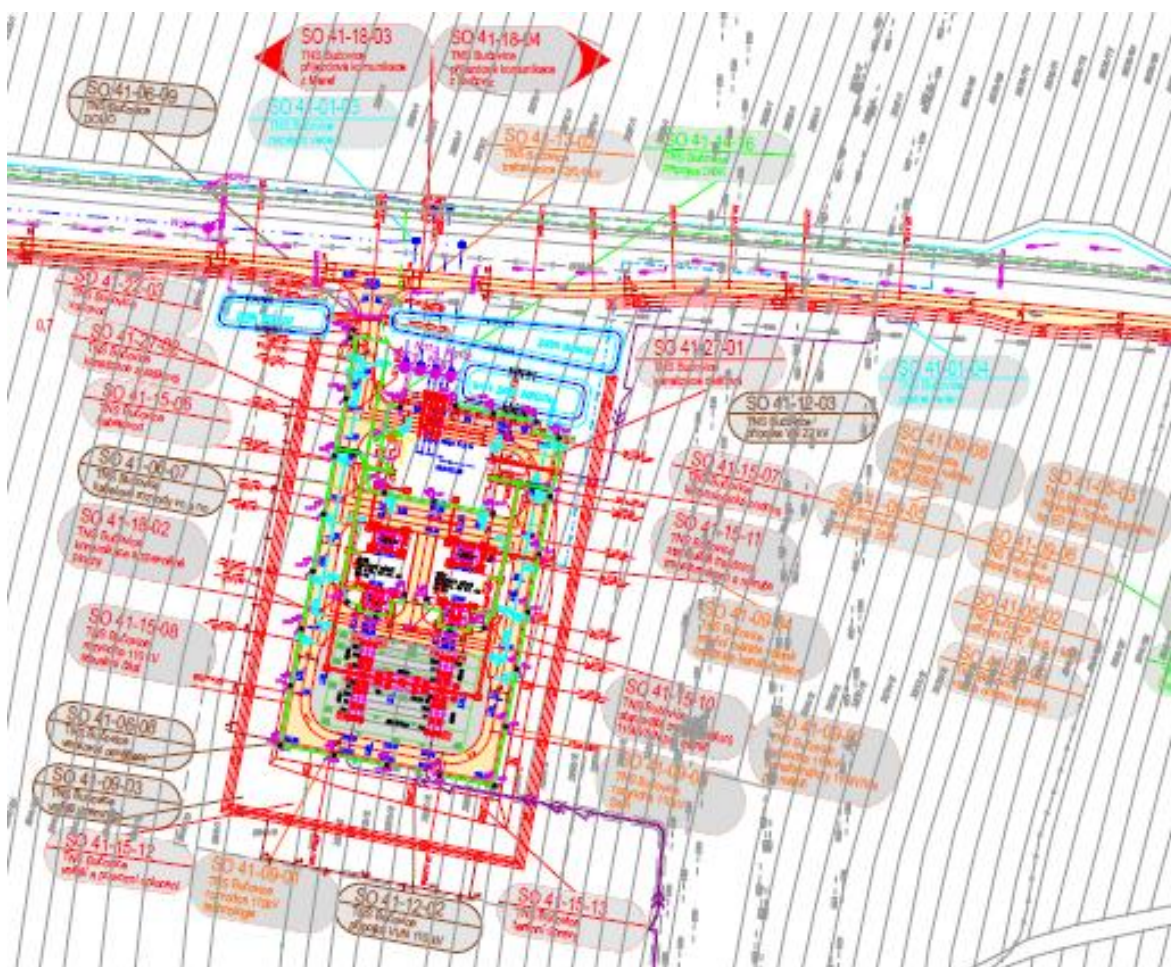
### 3.5.6 Rozhraní pro ostatní části projektu

Rozhraní pro ostatní části projektu, které souvisejí s instalací SFC technologie, Tabulka 2, Obrázek 10.



Tabulka 2: Související části projektu s instalací technologie SFC

Akce	Název
PS 41-14-14	TNS Bučovice, Datová síť LAN
PS 41-05-02	TNS Bučovice, zařízení DŘT, SKŘ a MŘS
PS 41-09-01	TNS Bučovice, rozvodna 110kV, technologie
PS 41-09-02	TNS Bučovice, rozvodna 110kV, transformátory 110kV/VN pro měnič
PS 41-09-03	TNS Bučovice, rozvodna 110kV, SKŘ
PS 41-09-04	TNS Bučovice, trakční měniče včetně trakčních transformátorů
PS 41-09-05	TNS Bučovice, rozvodna 25kV
PS 41-09-06	TNS Bučovice, vlastní spotřeba
PS 41-09-07	TNS Bučovice, měření spotřeby
PS 41-09-08	TNS Bučovice, registrační měření – BLACKBOX
PS 41-09-09	TNS Bučovice, vazba ochran měničů
PS 41-13-02	TNS Bučovice, trafostanice 22/0,4 kV
SO 41-15-06	TNS Bučovice, kabelovod
SO 41-01-03	TNS Bučovice, napájecí vedení
SO 41-01-04	TNS Bučovice, zpětné vedení
SO 41-15-07	TNS Bučovice, technologická budova
SO 41-15-08	TNS Bučovice, rozvodna 110 kV, stavební část
SO 41-15-10	TNS Bučovice, stanoviště transformátorů 110kV/VN pro měnič
SO 41-15-11	TNS Bučovice, stanoviště trakčních transformátorů a měniče
SO 41-15-12	TNS Bučovice, vnější a provozní oplocení
SO 41-09-03	TNS Bučovice, vnější uzemnění



Obrázek 10: Rozhraní pro vybrané části stavby TNS Bučovice [5]

### **3.5.7 Rozhraní pro stavební práce**

SFC a všechno související vybavení musí být zajištěny pevným oplocením podle specifikace Zákazníka. Specifikace vyplývá ze situací TNS Bučovice v projektu „Rekonstrukce ŽST Kyjov, 1. etapa“, akce: SO 41-15-12: TNS Bučovice, vnější a provozní oplocení. Jedná se o vnější oplocení kolem celého areálu TNS. Je navrženo z drátěné sítě mezi ocelovými sloupky a 3 řad ostnatého drátu celkové výšky 2 m nad terénem. Vjezd bude umožněn posuvnou bránou a vstup brankou vedle této brány. Ve vnějším oplocení bude integrován zděný pilíř umožňující umístění sdělovacího zařízení a rozvaděče.

## 4 PROVOZNÍ PROSTŘEDÍ A DATA PRO TECHNOLOGII SFC

TNS Bučovice je situována poblíž zpevněné komunikace, která vede z ulice Sokolovská v Bučovicích ve směru na Marefy. TNS je situována jižně od trati Veselí nad Moravou – Blažovice a západně od linky 110 kV. Přípojka 110 kV bude vedena z trafostanice EG.D., která leží na jihovýchodním okraji Bučovic. Lokalita pro umístění SFC představuje prostory nové TNS v Bučovicích, Obrázek 7.

### 4.1 Charakteristika prostředí lokality

Území Bučovice spadá do klimatické oblasti T2, která je charakterizována velmi dlouhým, teplým a suchým létem, přechodné období je velmi krátké, s teplým jarem a podzimem, zima je krátká, mírně teplá a suchá až velmi suchá s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky. Jedná se na území ČR o jednu z nejteplejších a zároveň i velmi suchou oblast. K této oblasti se váží klimatické charakteristiky, Tabulka 3.

Tabulka 3: Klimatické charakteristiky oblasti T2

Klimatická charakteristika	Hodnota T2
Počet letních dnů	50-60
Počet dnů s průměrnou teplotu 10°C a více	160-170
Počet mrazových dnů	100-110
Počet ledových dnů	30-40
Průměrná teplota vzduchu v lednu	-2 až -3°C
Průměrná teplota vzduchu v dubnu	8 až 9°C
Průměrná teplota vzduchu v červenci	18 až 19°C
Průměrná teplota vzduchu v říjnu	7 až 9°C
Počet dnů se srážkami vyššími než 1 mm	90-100
Srážkový úhrn ve vegetačním období	350 až 400 mm
Srážkový úhrn v zimním období	200 až 300 mm
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40-50

Území Bučovice:

- Minimální a maximální teploty okolí jsou - 25°C a 40 °C
- Minimální a maximální vlhkost jsou 20 % a 100%
- Nadmořská výška je 186 m n. m.
- Prostředí podle IEC 60815-1 je střední – silné (stupeň II - III)
- Slané / kyselé spady se v dané lokalitě nevyskytují
- Průměrný roční úhrn slunečního záření 3 900 – 4 000 MJ/m<sup>2</sup>, sluneční svit: 1 600 – 1 700 h/rok
- Průměrné zatížení větrem je 3 – 4 m/s
- Charakteristická hodnota zatížení sněhem  $s_k = 0,75$  kPa, průměr maxim výšky sněhové pokrývky je 20 – 30 cm
- Průměrný počet dní s námrazou je 2 – 5 dní za rok
- Průměrný úhrn srážek je 550 – 600 mm/rok
- Seismická oblast je 0,05 g

## 4.2 Charakteristika distribuční soustavy - DS 3x 110 kV AC

- Jmenovitá frekvence - 50 Hz +4 %/-6 % (tj. 47 Hz...52 Hz) během 100 % času
- Jmenovité napětí Bučovice - 3x110 kV AC  $\pm 10$  %
- Jmenovité napětí odběru SFC - 3x110 kV AC  $\pm 10$  %)
- Základní izolační úroveň (BIL) a odolnost sítě proti špičkám přepětí - PNE 33 3430-5, 4. vydání

Současné hodnoty zkratových příspěvků z DS na hladině 110 kV:

- Minimální  $S_{ks}^3 = 650$  MVA, čemuž odpovídá  $I_{ks}^3 = 3,42$  kA - pro napájení smyčky 110 kV realizováno pouze z jednoho transformátoru 220/110 kV Sokolnice a při zapojení s jedním vedením Sokolnice – Bučovice [1].

SFC v TNS Bučovice napájeny z transformátorů 110/XX kV s jmenovitým výkonem 20 MVA. Transformátory nebudou provozovány paralelně – každý transformátor bude napájet svůj SFC.

Způsob uzemnění:

- Vnější zemnicí soustava bude mřížová v kombinaci se zemnicími tyčemi. Vzhledem ke zkratovým proudům budou použity zemnicí pásy s vyšším průřezem - páskových vodičů 2x FeZn 40 x 5 mm a 3x FeZn 40 x 5 mm. Uzemňovací soustava bude společná pro vnější a vnitřní uzemnění pro zařízení vvn, vn a nn. K uzemňovací soustavě budou připojeny všechny neživé části elektrického a technologického zařízení, ocelové konstrukce, vnější oplocení a brána a další neživé části v souladu s technickými normami. Kromě vnějšího uzemnění před oplocením, bude celá uzemňovací soustava v prostoru uzavřené elektrické provozovny TNS Bučovice v oploceném areálu této TNS. Zemnicí soustava bude vybavena zemnicími tyčemi a kontrolními zemnicími jímkami. Pro vnitřní část uzemňovací soustavy v budovách a stanovištích transformátorů budou použity ocelové uzemňovací pásy FeZn žárově zinkované. Svody hromosvodů budou připojeny ke společné uzemňovací soustavě v zemi. Vně technologické budovy bude proveden dvojitý ekvipotenciální práh pro řízení potenciálu dle ČSN EN 50522 a ČSN EN 50 122-1 pomocí vodorovných zemniců (pásek FeZn 30x4) spojených s uzemňovací soustavou. Vzdálenost prvního obvodového zemniče od hrany budovy bude 1 m, hloubka uložení 0,4 m, vzdálenost druhého obvodového zemniče od hrany budovy bude 2 m, hloubka uložení 0,7 m. U vnějšího oplocení bude provedeno opatření pro zajištění dovolených dotykových napětí vně a uvnitř oplocení dle ČSN EN 50522 Přílohy E dle uznávaných zvláštních opatření M, konkrétně opatření M 2.2: Vně oplocení (cca 1 m vně oplocení a v max. hloubce 0,5 m) bude položen zemnicí pásek pro zajištění dovoleného dotykového napětí po obvodu celé elektrické stanice. Uzemnění bude uloženo ve vnitřní části pozemku (mezi oplocením a hranicí pozemku). (Pozn.: SO 41-09-03 TNS Bučovice - vybudování nového vnějšího a vnitřního uzemňovací soustavy TNS Bučovice).
- Poměry při zemním spojení:
  - SFC v TNS Bučovice bude připojeno kabelovou přípojkou na síť 3x110kV, 50Hz / TT – distributor EG.D.
- Vybavení nulového bodu:
  - TNS Bučovice síť 3x110kV, 50Hz / TT – uzemněný uzel transformátoru 110 kV
- Minimální přeskoková vzdálenost ve vzduchu – ČSN EN 61936-1 – tabulka 1



- 110 kV – 1100 mm
- 25 kV – 320 mm

Dále je předpoklad:

TNS Bučovice - distributor EG.D: Limity zpětných vlivů na DS 110 kV - „Veškerá elektrická zařízení Žadatele připojovaná na DS musí splňovat požadavky na maximální přípustnou úroveň zpětných vlivů na elektrizační soustavu“. Limity pro úroveň zpětných vlivů způsobovaných jedním odběratelem z distribuční soustavy stanovuje PNE 333430-0. Pozornost je potřeba věnovat především následujícím vlivům:

- Flikr - limity pro jednoho odběratele jsou:  
 $P_{lt} = 0,25$  dlouhodobá míra vjemu flikru  
 $P_{st} = 0,35$  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 dle PNE 333430-0.
- Kolísání napětí - změny napětí musí být omezeny na  $2 \%$   $U_n$ , maximální 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  $f_{HDO} \pm 100$  Hz hodnotu  $0,3 \%$   $U_n$ . Elektrická zařízení nesmí negativně působit na útlum signálu HDO – 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  $d_{KOM} < 0,05$

### 4.3 Charakteristika trakční soustavy - TrS 1x25 kV AC

Podmínky pro 1x 25 kV AC s frekvencí 50 Hz dle ČSN EN 50163 ed. 2:

- Jmenovitá frekvence - 50 Hz  $+4 \%$ / $-6 \%$  (tj. 47 Hz...52 Hz) během 100 % času
- Jmenovité napětí systému 1x 25 kV AC
- Rozmezí změn napětí běžné, přechodné ČSN EN 50163, ČSN EN 50124
- Nejnižší krátkodobé napětí: 17,5 kV
- Nejnižší trvalé napětí: 19,0 kV
- Nejvyšší trvalé napětí: 27,5 kV
- Nejvyšší krátkodobé napětí: 29,0 kV
- Délky trvání a další požadavky jsou vypsány v bodě 4.1 normy ČSN EN 50163 ed.2.

Výstupní parametry napájení technologie SFC musí splňovat výše uvedené podmínky.

#### 4.3.1 Trakční vedení - TV

Sestava trakčního vedení

- Tr 150 Cu + NL 70 Bz bez ZV
- Dle vzorové sestavy „S“ pro 1x 25 kV AC s frekvencí 50 Hz

Kapacita TV 1-kolejné trati

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

Impedance TV (bez TNS)

- Dvukolejná trať, druhá stopa bez proudu  $(0,25 + j 0,40)\Omega/\text{km}$
- Jednokolejná trať  $(0,25 + j 0,40)\Omega/\text{km}$

#### 4.3.2 Napájecí body - TNS

V rámci stavby bude realizována nová TNS Bučovice. Výhledová oblast napájení odpovídá schématu napájení na Obrázek 4.

#### 4.3.3 Spínací stanice - SpS

V dalších stavebách se plánuje úprava/rekonstrukce/výstavba tří spínacích stanic (SpS):

- SpS Blažovice,
- SpS Bzenec
- SpS Veselí nad Moravou

Nová TNS musí být připravena na uvedený výhledový stav napájení, kapitola 2.5.

#### 4.3.4 Provozní konfigurace TV

Předpokládané provozní konfigurace TV vyplývají z variantnosti provozních stavů (pozn.: Nejedná se o rozvinutou délku TV nýbrž o přibližné vzdušné vzdálenosti):

V TNS Bučovice - provoz 1x SFC, který napájí TV po SpS Bzenec a SpS Blažovice

- TNS Bučovice (km 33,094) - SpS Bzenec (km 77,700)  $l_{TV} = 44,6 \text{ km}$
- TNS Bučovice (km 33,094) - SpS Blažovice (km 16,900)  $l_{TV} = 16,2 \text{ km}$
- Celková délka napájeného TV  $l_{TV} = 60,8 \text{ km}$

V TNS Bučovice – provoz 1x SFC nebo 2x SFC, které napájí TV samostatně po dělení za TNS Černovice a po SpS Veselí nad Moravou (bude teprve realizována) TNS Černovice je ve výluce.

- TNS Bučovice (km 33,094) – za TNS Černovice (km 61,901)  $l_{TV} = 29,5 \text{ km}$
- TNS Bučovice (km 33,094) - SpS Veselí n. M. (km 87,800)  $l_{TV} = 54,7 \text{ km}$
- Celková délka napájeného TV  $l_{TV} = 84,2 \text{ km}$

V TNS Bučovice - provoz 1x SFC nebo 2x SFC, které napájí TV k TNS Nezamyslice (TNS Nezamyslice je ve stavu, kdy napájí s SFC) a po SpS Veselí nad Moravou.

- TNS Bučovice (km 33,094) - TNS Nezamyslice (km 11,835)  $l_{TV} = 21,3 \text{ km}$
- TNS Bučovice (km 33,094) - SpS Veselí n. M. (km 87,800)  $l_{TV} = 54,7 \text{ km}$
- Celková délka napájeného TV  $l_{TV} = 76,0 \text{ km}$

V TNS Bučovice - provoz 1x SFC nebo 2x SFC, které napájí TV k TNS Nezamyslice a za TNS Černovice (TNS Nezamyslice je ve stavu, kdy napájí s SFC; TNS Černovice je ve výluce) a po SpS Veselí nad Moravou.

- TNS Bučovice (km 33,094) - TNS Nezamyslice (km 11,835) a současně za TNS Černovice (km 61,901) tj. cca 66 km  $(=16,2+5,1+45,0)$   $l_{TV} = 66,0 \text{ km}$

- TNS Bučovice (km 33,094) - SpS Veselí n. M. (km 87,800)  $l_{TV} = 54,7 \text{ km}$
- Celková délka napájeného TV  $l_{TV} = 120,7 \text{ km}$

V TNS Bučovice - provoz 1x SFC nebo 2x SFC, které napájí TV k TNS Uherský Brod (TNS Nezamyslice je ve stavu, kdy napájí s TrT) a po - kombinace s ostatními variantami 2 až 4.u.

- TNS Bučovice (km 33,094) - TNS Uherský Brod (km 91,7)  $l_{TV} = 58,6 \text{ km}$
- Nejdelší délka z uvažovaných variant  $l_{TV} = 124,6 \text{ km}$

#### **4.3.5 Připojení SFC**

- TNS Bučovice – vstupní 3f transformátor SFC se vstupním napětím 110 kV je připojen přes kabelovou přípojku, kterou tvoří 2 kabely 110 kV o délce cca 850 m, ke stávající DS 3x 110 kV rozvodně Bučovice. Tato rozvodna je napájena z uzlové oblasti 110 kV Sokolnice. Vzhledem ke způsobu připojení je nutné počítat s požadavkem na kompenzaci kapacity kabelů tj. indukční kompenzační výkon cca 486 kvar/1x přípojka (cca 972 kvar/2x přípojka. Finální hodnoty budou stanoveny dle konečné délky kabelů [3].
- Harmonické zatížení je předpokládáno v rozsahu, které je specifikováno v kapitole 6.7.2.
- Další požadavky k DS jsou uvedeny v kapitole 6.7, případně v [1].

## **4.4 Charakteristika zabezpečovacího zařízení trati - ZZ**

### **4.4.1 Staniční zabezpečovací zařízení - SZZ**

Na trati číslo 340 mezi ŽST Blažovice a ŽST Bzenec (plánovaná realizace provozního stavu - varianta 1) jsou stanice Slavkov, Bučovice, Nesovice, Nemotice, Kyjov, Vlkůš.

ŽST Bzenec a ŽST Vlkůš je vybavena elektromechanickým zabezpečovacím zařízením. ŽST Kyjov je vybavena na vlkošském zhlaví mechnickým zařízením a ostatní staniční zařízení je typu TEST 24 využívající pro detekci vlaku kolejové obvody.

V ŽST Nemotice je staniční elektromechanické zabezpečovací zařízení s mechanickými návěstidly. V ŽST Nesovice je aktivováno staniční zabezpečovací zařízení ESA11 (dále jen SZZ) s jednotným obslužným pracovištěm (dále JOP).

ŽST Bučovice je vybavena elektromechanickým staničním zabezpečovacím zařízením, které tvoří řídicí přístroj RANK a dvě závislá stavědla St.1 a St.2 se stavědlovými přístroji vzor 5007.

### **4.4.2 Traťová zabezpečovací zařízení - TZZ**

Jako traťová zabezpečovací zařízení je ve směru od Bzence použit hradlový poloautomatický blok HPB. Na úseku Kyjov - Vlkůš jsou jízdy zabezpečeny telefonickým dorozumíváním. V mezistaničním úseku Kyjov – Nemotice je traťové zabezpečovací zařízení 2. kategorie podle TNŽ 34 2620 pro jednosměrný provoz – reléový poloautomatický blok pro zabezpečení jízdy vlaků po správné koleji. Jízdy vlaků po nesprávné koleji nejsou zabezpečeny činností RPB. Jízdy vlaků se zabezpečují telefonickým dorozumíváním. V mezistaničním úseku Nemotice – Nesovice je traťové zabezpečovací zařízení hradlový poloautomatický blok (dále jen HPB). V mezistaničním úseku Nemotice – Kyjov je traťové zabezpečovací zařízení 2. kategorie – reléový poloautomatický blok (dále jen RPB).

V mezistaničním úseku Nesovice - Bučovice je TZZ automatické hradlo.

Mezi stanicemi Bučovice – Nesovice je automatické hradlo AHP ESA 07 s panely EIP.

### **4.4.3 Přejezdová zabezpečovací zařízení - PZZ**

Přejezdy P7938-P7940 od ŽST Bzenec po ŽST Vlkůš jsou typu AŽD 71 s indikací na desce ve St. 2 ŽST Bzenec a u výpravčího ŽST Vlkůš, Přejezdy P7928-P7933 od ŽST Kyjov po ŽST Netolice jsou typu AŽD 71 s indikací na desce v DK .

V ŽST Nemotice je km v 47,475 přejezd vybavený přejezdovým zabezpečovacím zařízením typu PZZ-RE kategorie PZS 3 ZNI s polovičními závory.

Přejezd „A3“ v km 40,188 na nemotickém zhlaví v ŽST Nesovice je zabezpečen PZS 3. kategorie typu PZZ- AC. Přejchod „B1“ v km 39,088 na bučovickém zhlaví v ŽST Nesovice je zabezpečen PZS typu PZZ- AC. Přejezd „A1“ v km 40,955“ a „A2“ v km 40,615 v mezi staničním oddílu Nesovice – Nemotice je zabezpečen PZS 3. kategorie typu AŽD 71.

Přejezd „B2“ v km 37,061 a „B3“ v km 34,768 v mezistaničním oddílu Nesovice – Bučovice je zabezpečen PZS typu AŽD 71.

PZS v km 26,345, 26,910, 27,442, 28,419, 28,703, 30,675, 31,289 jsou ovládána automaticky jízdou železničních kolejových vozidel a mají vytvořenu závislost na TZZ ve směru Bučovice – Slavkov u Brna. PZS v km 32,915 a PZS v km 33,521 má vytvořenu závislost na staničním zabezpečovacím zařízení. PZS v km 34,768, 37,061 jsou ovládána automaticky jízdou železničních kolejových vozidel a mají vytvořenu závislost na TZZ Bučovice – Nesovice PZS v km 26,345, 26,910, 27,442, 28,419, 28,703, 30,675, 31,289 jsou ovládána automaticky jízdou železničních kolejových vozidel a mají vytvořenu závislost na TZZ ve směru Bučovice

– Slavkov u Brna. PZS v km 32,915 a PZS v km 33,521 má vytvořenu závislost na staničním zabezpečovacím zařízení. PZS v km 34,768, 37,061 jsou ovládána automaticky jízdou železničních kolejových vozidel a mají vytvořenu závislost na TZZ Bučovice – Nesovice.

#### **4.4.4 Vlaková zabezpečovací zařízení - VZZ**

Traťový úsek Blažovice - Bzenec není vybaven národním vlakovým zabezpečovacím zařízením LS.

#### **4.4.5 Systém pro detekci vlaků**

V ŽST Nesovice a na mezistaničním úseku směrem do ŽST Bučovice jsou od roku 2010 v provozu počítače náprav (PČN) AZF. Na ostatních mezistaničních úsecích není kontrolována volnost trati prostředky pro detekci vlaku. Od km 41,456 do 40,585 je indikována volnost nebo obsazení přibližovacího úseku 1LT1 a 2LT1 PN. Volnost mezi Nesovicemi a Bučovicemi je volnost mezistaničního oddílu kontrolována PČN typu AzF. V ostatních železničních stanicích jsou v provozu starší typy kolejový obvodů podle ČSN 34 2613 ed.3.

Pro potřeby přejezdových zabezpečovacích zařízení jsou použity také kolejové obvody ASE4a ASE5, které mají pracovní kmitočet v pásmu 50 kHz.

V budoucnu lze také předpokládat použití PČN na uvedené trati jako systémů pro detekci vlaků. Mezi typické reprezentanty aktuálně používaných interoperabilních PČN patří systém FAdC a ACS2000 od společnosti Frauscher Sensortechnik GmbH.

#### **4.4.6 Napájení zabezpečovacího zařízení**

Přípojka pro napájení zdrojů zabezpečovacího zařízení musí dodržovat normové charakteristiky EE podle ČSN EN 50160 ed. 3 (napájení z veřejné DS nebo lokální distribuční sítě anebo z náhradního zdroje a podle ČSN EN 50163 ed. 2 (napájení z AC trakce).)

#### **4.4.7 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.

#### **4.4.8 Trakční kolejová vozidla**

SFC musí být schopen pracovat s hodnotami  $\cos \varphi = 0,80 - 1,00$  induktivního charakteru a s vyšším obsahem harmonických zejména řádu 3. a 5., kapitola 6.7.2, které generují starší koncepce elektrických hnacích vozidel (EHV) nebo elektrických jednotek (EJ) provozované na železniční síti ČR.

## 5 POŽADAVKY NA TECHNOLOGII SFC

### 5.1 Provozní režimy SFC

Při běžném provozním režimu bude SFC akceptovat základní řídicí povely („start“ a „stop“) z místního, dálkového nebo ústředního ovládání rozhraní. 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 či zkratu na straně TV.
- SFC musí najet při napájení ze strany 3f sítě DS. Automaticky se nafázuje na referenční taktovací kmitočet, zapne vypínač a dodává činný a jalový výkon podle nastavené charakteristiky 1f TrS.
- 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 trakčním transformátorem nebo transformátory.
- SFC musí být schopen najet „ze tmy“ systém 50 Hz. SFC musí být schopen se nafázovat na referenční taktovací kmitočet a napájet síť 50 Hz a spolupracovat na zátěži s ostatními TNS.
- 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 straně TrS 1x25 kV AC. Chladicí okruh je v provozu a hlavní vypínač na straně 3f sítě 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 ze přednastavených charakteristik. Charakteristiky budou vycházet z požadovaných funkcí a parametrů, kapitola 2.5 a 2.5.1. V tomto režimu jsou oba hlavní vypínače sepnuty, pulzy na obou stranách SFC jsou generovány a chladicí jednotka je v provozu.

### 5.2 Omezení zatížení SFC

Funkce omezení 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.

### 5.3 Funkční testy SFC

Pokud je SFC bezpečně odpojen od sítě, musí místní ovládací panel umožnit testy chlazení, větrání, vypínačů, SFC a případně další zařízení. Musí umožnit ruční zapnutí a vypnutí chladících čerpadel, ventilátorů a vypínačů. Musí umožnit testy iniciačních pulzů výkonových polovodičových prvků SFC. Index modulace musí být nastavitelný a musí umožnit ověření funkčnosti jednotlivých výkonových polovodičových prvků.

### 5.4 Řídící režimy SFC

#### 5.4.1 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.

#### 5.4.2 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, důležité parametry také dálkově.

#### 5.4.3 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 selže jakákoliv komunikace na nadřazené řízení nebo sousední TNS nebo dojde k poruše jiného SFC.

## **5.5 Události v DS 3x110kV AC**

### **5.5.1 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 síti mimo definovaný rámec.
- SFC musí být vhodně chráněn i z hlediska ovlivnění tj. dostatečná úroveň odolnosti z hlediska EMC

## **5.6 Události v TrS 1x25 kV AC**

### **5.6.1 Chování SFC při poruše**

Z důvodu zajištění vypnutí od externího ochranného zařízení v případě zkratu v síti TV, musí SFC napájet zkratový 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 impedanci. 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 fází, stejně jako frekvenci.
- SFC musí napájet zkratovým proudem až 3 s 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 15 ms), není dovoleno přerušení nebo časové zpoždění. Systém chránění musí tyto hodnoty vhodně respektovat.

### **5.6.2 Chování SFC při ztrátě zatížení**

Vlivem rozepnutí nebo sepnutí vypínače a změn v 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 +/-85 % jeho jmenovitého výkonu bez vypnutí nebo zablokování sekvence pulzů. Tento stav musí být možný bez závislosti na aktuální konfiguraci sítě („ostrovní“ nebo „paralelní“ provoz) před i po skokové změně.



## **6 PROVOZNÍ POŽADAVKY NA TECHNOLOGII SFC**

- Provozní požadavky vychází z kapitoly 2.5.1

### **6.1 Požadavky na popisy a značení SFC**

- 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 projednány se Zákazníkem.

### **6.2 Požadavky na výkony SFC**

- SFC musí být dimenzovány na sekundární výstupní straně 25 kV výkonově tak, aby bylo akceptováno kapacitní zatížení způsobené TV v plném rozsahu tj. 100 %
- Jmenovité zatížení SFC = špičkové zatížení SFC.
- SFC musí být dimenzován pro zpětný tok energie do DS 3x110 kV AC do jmenovitého zatížení SFC.
- SFC musí být dimenzováno na primární vstupní straně 110 kV výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS trvalým výkonem 5 MVA (pozn.: tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení napájení systému 1x25 kV AC není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování SFC).
- TNS Bučovice budou osazeny dvěma SFC s výkonem 20MVA.
- Na vstupní straně SFC od DS 3x110 kV AC musí být naplňován požadavek na  $\cos \varphi = 0,95 - 1,00$  induktivního charakteru.
- Napětí u trakčního systému 1x 25 kV AC s frekvencí 50 Hz (nejnižší krátkodobé napětí 17,5 kV, nejnižší trvalé napětí 19,0 kV, nejvyšší trvalé napětí 27,5 kV, nejvyšší krátkodobé napětí 29,0 kV), ČSN EN 50163 ed. 2. a ČSN EN 50124.

### **6.3 Požadavky na účinnost SFC**

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

### **6.4 Požadavky na servisní cyklus SFC**

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

## **6.5 Požadavky na provozní dostupnost a spolehlivost SFC**

- SFC musí mít vysokou spolehlivost a minimální nároky na údržbu. SFC bude trvale v provozu s maximální dobou odstavení dva dny (2x 24 hod) v roce. Doba odstavení SFC bude v době odstavení TNS z důvodu údržby a revize zařízení.
- 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.

## **6.6 Požadavky na akustický hluk SFC**

V chráněném venkovním prostoru staveb je základní hygienický limit hluku stanoven na 50 dB ve dne a 40 dB v noci. V případě, že má hluk tónový charakter, je třeba přičíst další korekci – 5 dB. Výsledný limit je tedy 45 dB pro den a 35 dB pro noc s uvažováním tónových složek. Místo pro ověření hodnoty je určeno vzdáleností obytné zástavby. Nejbližší obytná zástavba Sokolovská 651, Bučovice je ve vzdálenosti cca 500 m. Hlukové úrovně při provozu TNS Bučovice s SFCs jsou hluboko pod hygienickými limity viz Hluková studie [4].

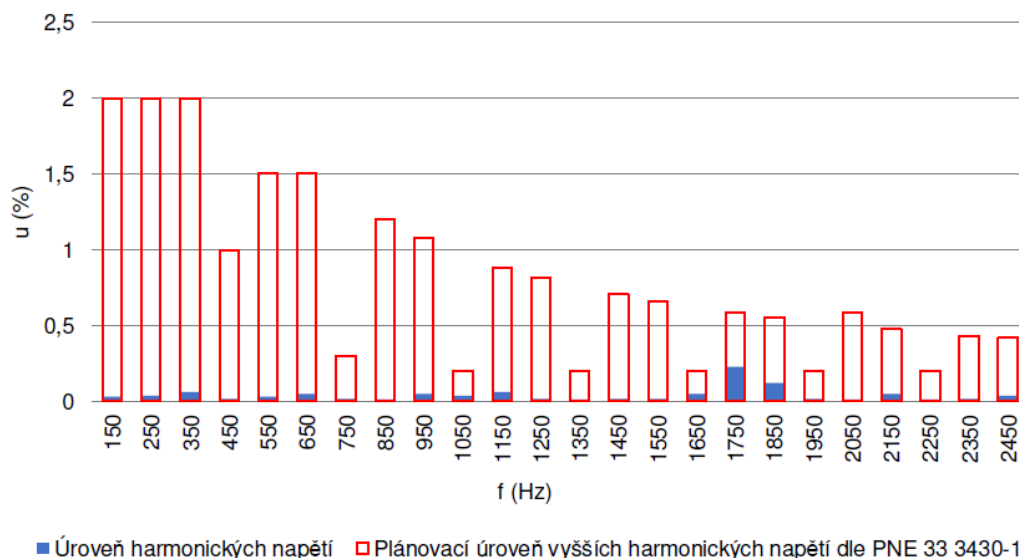
## **6.7 Požadavky na straně DS 3x110 kV AC**

### **6.7.1 Požadavky na jalový výkon**

- Jalový výkon se mění podle požadavků sítě (standardně  $\cos \varphi = 0,95 - 1,0$ )
- SFC musí být dimenzováno na primární vstupní straně 3x 110 kV AC výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS trvalým výkonem 5 MVA (pozn.: tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení napájení systému 1x25 kV AC není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování SFC).

### **6.7.2 Požadavky na harmonické**

Zatížení harmonickými složkami DS 3x 110 kV AC je upřesněno v [1] v rámci zpracování projektu. Tato byla zpracována společností EGU pozn. TNS Bučovice – distributor EG. D. (dříve E.ON) - limity pro úroveň zpětných vlivů způsobovaných jedním odběratelem z DS stanovuje PNE 33 3430 - 0. Výsledek simulací dokladuje Obrázek 11. Reálná skutečná velikost harmonických bude záviset na konkrétním návrhu řešení SFC. V případě překročení požadavků musí Dodavatel SFC doplnit návrh řešení SFC o vhodnou úpravu pro splnění požadavků.



Obrázek 11: Úroveň harmonických SFC 20 MVA [1]

### 6.7.3 Požadavky na EMC u DS

- SFC musí vyhovět požadavkům definovaných ČSN EN 50121 pro lokalitu.
- Návrh SFC musí respektovat požadavky vycházející s kmitočtu pro HDO 216,6 Hz. Signál HDO nesmí být rušen v oblasti blízké kmitočtu HDO. Při uvažování součinitele  $\alpha = 1$  by Dodavatel SFC měl dodržet impedanci na kmitočtu HDO ve velikosti  $Z_{HDO} = 1210 \Omega$ .
- Detailní informace jsou uvedeny v [1].

## 6.8 Požadavky na straně TrS 1x25 kV AC

### 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

- 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 EMC

- SFC musí vyhovět požadavkům definovaných ČSN EN 50121 pro lokalitu.

### 6.8.4 Požadavky ze strany zabezpečovacího zařízení

Napájecí stanice při použití technologie SFC pro napájení TV může generovat rušivé frekvence v oblasti pracovních kmitočtů systémů pro detekci vlaků a tak by mohlo dojít k ovlivnění zabezpečovacího zařízení. Z tohoto důvodu musí být možnost ovlivnění systémů pro detekci vlaků technologií SFC posouzena podle ČSN EN 50238-1 ed.2.

### Kolejové obvody

Podmínky spolupráce a zajištění bezpečné funkce kolejových obvodů (KO) jsou dnes stanoveny právními a technickými předpisy výhradně pro vozidla a zařízení napájená z trakčního vedení (stacionární odběry). Pro tyto účely jsou stanoveny limity ohrožujících proudů a další podmínky, které musí být na straně vozidel a zařízení napájených z trakčního vedení splněny. Základní technický předpis, který definuje uvedené podmínky, je ČSN 34 2613 ed. 3. Tento předpis rozděluje KO na „starší kolejové obvody“ (příloha A uvedené normy) a „perspektivní kolejové obvody“ (příloha B uvedené normy). Norma dále připouští připojení stacionárních zdrojů rušivého proudu (stacionárních odběrů) pouze do kolejového úseku s perspektivním kolejovým obvodem podle článků B 3.5 a B 3.6.

Provozované kolejové obvody KO-2491, KO-2796, KO-3600, KO-3700, KO-3710 a KO-4300 považovány za „starší kolejové obvody“ podle ČSN 34 2613 ed. 3 a kolejové obvody KO-6301 a KO-6401 (pouze v ŽST Blažovice) jsou považovány za perspektivní kolejové obvody.

Na tratích napájených technologií SFC se nepředpokládá provoz jiných KO než typu KOA1 s aktivovanou funkcí značkování podle 3. vydání TP AŽD 487 ve znění změny č. 2.<sup>1</sup>

Ochranná kmitočtová pásma pro starší kolejové obvody jsou (68 až 80) Hz a (262 až 280) Hz a pro perspektivní kolejové obvody 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 kolejové obvody 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, musí být prokázána jiným způsobem. S ohledem na tuto skutečnost je nutno považovat nasazení technologie SFC za bezpečnostně významnou změnu železničního systému podle Provděcího 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 nebo výrobce této technologie.) uvedené změny, by na základě použité konkrétní technologie SFC musí realizovat postupy podle uvedeného prováděcího zařízení a podle ČSN EN 50126-1. Pro posouzení kompatibility technologie SFC a KO platí normy ČSN 50238-1 ed.2 a ČSN CLC/TS 50238-2 (pozn: uvedené normy řeší kompatibilitu vozidel a kolejových obvodů, a zahrnují i vliv trakční napájecí soustavy na vznik a přenos rušení), přitom je však nutno vzít na vědomí, že teoreticky učiněné závěry (ve věci kompatibility SFC 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 technologií SFC. Konkrétní provedení monitorovacího systému, úroveň integrity bezpečnosti a limity budou případně předmětem diskuse s Dodavatelem technologie SFC.

Před aktivací TNS Bučovice by měly být ukončeny všechny stavby, jejichž účelem je nahradit provozované zabezpečovací zařízení. Jedná se stavby:

Rekonstrukce TÚ Blažovice – Nesovice (2026-2027),

Rekonstrukce TÚ Nesovice – Kyjov (2027 – 2029)

Rekonstrukce TÚ Kyjov – Veselí nad Moravou (2029-2031)

Rekonstrukce ŽST Kyjov (2027 – 2029)

Rekonstrukce ŽST Slavkov (2026 – 2027).

V Rámci stavby TÚ Kyjov – Veselí nad Moravou musí být prověřena vzhledem k výstavbě trakce AC 25 kV, 50 Hz, i odbočující trať ze ŽST Bzenec směrem na Moravský Písek, kde jsou v provozu starší typy kolejových obvodů.

### **Počítače náprav**

Vzhledem k použitému principu u počítačů náprav (PČN) (použití magnetického pole dvou systémů, které je ovlivněno okolím projíždějícího kole železničního vozidla) se

---

<sup>1</sup> Systém kolejových obvodů KOA1 má schváleny TP AŽD 487, 3. vydání, změna č. 2 s povinnou funkcí značkování kolejového a místního napájecího napětí pro úseky napájení TNS se statickými frekvenčními měniči.

nepředpokládá, že by použití technologie SFC mělo nějaký negativní vliv na tento systém pro detekci vlaků. Obecně jsou požadavky na vzájemnou kompatibilitu PČN a dalších subsystémů uvedeny v ČSN CLC/TS 50238-3 (jen vozidla) a TSI CCS, resp. v dokumentu ERA/ERTMS/033281, verze 5.0 „Interfaces between CCS trackside and other subsystem“.



## **7 POMOCNÉ SYSTÉMY A SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ PRO TECHNOLOGII SFC**

### **7.1 Výkonový 3f transformátor SFC**

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

### **7.2 Výkonová elektronika SFC**

- SFC musí být navržen na jmenovitý činný výkon, jak je definováno v kapitole 6.2.
- Technologie, dimenzování a výběr komponentů SFC musí provést Dodavatel tak, aby zajistil splnění požadavků definovaných zejména v kapitole 2.5.1, 5, 6.2, 7, a 8, a to vše s ohledem na kapitolu 4.
- Dodavatel provede redundanci SFC dle požadavků v kapitole 2.5.1.
- SFC musí být vybaven odpovídajícím systémem chránění pro vlastní ochranu a ochranu systému proti potenciálním nebezpečným provozním režimům.

### **7.3 Výkonový 1f transformátor SFC**

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 trakčního systému a díky impedanci transformátoru brání průniku případných DC proudů do TrS 1x25 kV AC.

Pro řešení SFC s 1f transformátorem platí:

- Návrh transformátoru SFC musí uvažovat s podmínkami okolí, jak je definováno v kapitole 4.
- Transformátor pro SFC musí být navržen podle požadavků systému SFC, které jsou definovány výrobcem SFC (minimální požadavky).
- Transformátor SFC může být dimenzován odlišně od SFC, je však nutno vzít v úvahu zátěžové cykly SFC.
- Transformátor SFC mezi SFC a TV je považován za vhodnější vzhledem k tomu, že galvanicky odděluje SFC od trakčního systému a díky impedanci transformátoru brání průniku případných DC proudů do AC trakčního systému.
- Minimální požadavky na příslušenství a ochranné vybavení musí specifikovat Dodavatel.

### **7.4 Filtry harmonických SFC**

- Návrh komponent pro harmonické filtry musí uvážit podmínky okolí, jak je definováno v kapitole 4.

- Komponenty pro harmonické filtry musí být navrženy pro plánovanou nebo kompatibilní úroveň napětí podle lokálních přípojevacích podmínek nebo norem.
- Návrh komponent harmonických filtrů musí být navrženy pro data sítě.

## **7.5 Chladicí systém SFC**

- 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. Samostatný 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.
- 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. 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/z elektrodyspečinku (ED).

## **7.6 Systém chránění a řízení SFC**

- 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 (AC nebo DC) 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 nebo i případně 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 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/dispečerem/ED
- 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/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 či přehled prostřednictvím místního nebo dálkového dohledového displeje či panelu. Komunikačním jazykem musí být Čeština. 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 měřených veličin 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 nebo analýzu uživatelem.

V rámci nabídky musí Dodavatel poskytnout detaily jím navrženého systému řízení a chránění. A to včetně rozhraní obsluhy, schémat chránění provozních a řídicích režimů, parametrů a charakteristik nastavení, záznamu poruchových stavů, HW, SW, síťové topologie, použitých komunikačních protokolů, atd.). Vše musí být přesně zdokumentováno.

## 7.7 Druhy provozu SFC

- Místní provoz
- Dálkový provoz
- Ústřední provoz

Pozn.: Zvláštním režimem je vzdálený přístup (VPN).

### 7.7.1 Místní provoz

- SFC musí být řiditelné místně, režim místního nebo dálkového provozu bude volitelný přes přepínač na pracovišti místního řídicího systému ve velině s tím, že bude provedena vhodná blokáce ústředního ovládání.

Místní HMI (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.

### 7.7.2 Dálkový provoz

- Sítové rozhraní pro místní řídicí systém Zákazníka musí být na optické síti s protokolem ČSN EN 61850.
- Pomocí tohoto rozhraní musí být možné najet a odstavit SFC v režimu plně automatické sekvence.
- Místní řídicí systém 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 místní řídicí systém k Zákazníkem dodanému komunikačnímu rozhraní nadřazeného systému (SCADA dálkový komunikační terminál apod.) v rámci objektu TNS (SFC). Ovládání TNS musí být začleněno do stávajícího řídicího systému elektrodispečera, 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.

### **7.7.3 Ústřední provoz**

- Ústřední ovládání a řízení musí být řešeno komunikačním protokolem podle ČSN EN 60870-5-104 na ED Brno.

### **7.7.4 Vzdálený přístup - VPN**

- Místní řídicí systém SFC musí být vybaven servisním rozhraním.
- Místní řídicí systém SFC musí mít samostatné síťové připojení pro vzdálený přístup 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.

## **7.8 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 a všechno související vybavení, jako je venkovní rozvodna, transformátory, záblesková ochrana, stavební části atd., musí být zajištěny pevným oplocením podle specifikace Zákazníka. Oplocení kolem SFC provede Dodavatel stavby.
- Zákazník dodá přístupový zámkový systém Dodavateli pro zajištění kompatibility systému.

## **7.9 Krytí SFC**

- 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 15 let.
- Umístění a velikost loga na dodaném zařízení, včetně jeho provedení, musí být odsouhlaseny Zákazníkem.
- 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.

### **7.10 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.



## **8 KONTROLY, TESTY, AKCEPTACE, UVEDENÍ DO PROVOZU TECHNOLOGIE 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 Bučovice, 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 být minimálně v rozsahu:
  - název prohlídky/kontroly/zkoušky/testu,
  - termín,
  - místo provedení,
  - podmínky provedení,
  - časová náročnost,
  - 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,
  - 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 platná. 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 - FAT

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 3fázový vstupní transformátor pro 50 Hz
- SFC 1fázový výstupní transformátor pro 50 Hz (pozn.: pokud je součástí řešení)
- SFC filtry (vstupní/ výstupní pokud jsou součástí SFC)
- SFC řízení
- Ostatní související části SFC od různých subdodavatelů

Standartní testování musí být provedeno v souladu s odpovídajícím seznamem norem a případně dalších souvisejících norem platných pro zařízení u Zákazníka.

Zákazník má právo na změnu či doplnění FAT před jeho oznámením začátku, tj. zaslání harmonogramu FAT.

Zákazník si vyhrazuje právo účasti svých zástupců v jakékoliv fázi simulací a testech SFC.

Pro každý FAT musí být předem zaslán předpokládaný průběh testu a po provedení testu report/ výsledek testu pro přehled, případný komentář a odsouhlasení testu v rámci dvou týdnů od dokončení testu.

Záznam s výsledky testu (FTR = Factory Test Report) musí minimálně obsahovat:

- Výsledky všech zkoušek s jasným vyjádřením splnění/nesplnění
- Záznam z průběhu zkoušky - oscilogramy, grafy, tisky výsledků, atd.
- Certifikáty standartních testů
- Seznam vad z výroby

## 8.5 Požadavky na uvedení do provozu - SAT

- Uvedení do provozu je definováno jako období následující po dokončení instalace a ukončení prací na místě stavby. Uvedení do provozu je rozděleno na tzv. „studené testy“ a „testy pod napětím“.
- 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 či úpravu testů.

Uvedení do provozu je označováno také jako soubor testů při uvádění do provozu (SAT = Site Acceptance Testing)

Uvedení do provozu musí minimálně zahrnovat:

- Testy dodaného vybavení a hranic dodávky pro potvrzení správné instalace zařízení na místě stavby a potvrdit, že nedošlo k poškození při dopravě na místo.
- Ověření funkčnosti blokovacích systémů.
- Ověření úspěšné integrace zařízení do systému stávajícího zařízení, jako je výkonová a napájecí síť, SCADA, atd.
- Ověřovací provoz SFC pro napájení trakčního systému.

### 8.5.1 Požadavky na zkušební provoz

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

### 8.5.2 Požadavky na ověřovací provoz

Po úspěšném Zkušebním provozu následuje Ověřovací provoz podle 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 50238 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 TECHNOLOGII 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 Bučovice.

### 9.1 Dokumentace pro nabídku

Dokumentace pro nabídku musí zahrnovat:

- Technický popis a řešení SFC včetně všech souvisejících zařízení
- Technický popis systému řízení a chránění včetně komunikačních protokolů
- Technický popis parametrů SFC a jejich charakteristik
- Předběžný přehled zapojovacích jednopólových schémat
- Předběžný návrh dispozice SFC a rozměrů
- Obsah dodávky (jasně definované součásti/celky), a to včetně dodávky zkratovacích souprav a potřebných ochranných pomůcek
- Obsah doporučené sady náhradních dílů
- Předpokládaný servisní plán prací včetně vzoru servisní smlouvy
- Předpokládaná doba dodání (počet měsíců)
- Doba instalace (počet měsíců)
- Předpokládaný Inspekční a zkušební plán (ITP)
- Předpokládaná doba testování v místě instalace (počet měsíců)
- Předpokládaná doba zkušebního provozu (počet měsíců)
- Záruční doba SFC (počet měsíců)
- Servisní cyklus (počet měsíců) a způsob jeho garance
- Garance o dostupnosti náhradních dílů po dobu min. 15 let
- Zákaznická podpora – údržba, servis, školení/zácvik (počet měsíců)
- Referenční projekt

### 9.2 Dokumentace Dodavatele pro Zákazníka

- Základní projektová dokumentace (Base design)
  - Základní zprávy projektu v dostatečném rozsahu
  - Přehledová jednopólová schémata
  - Přehledová schémata chránění
  - Soupis technických parametrů zařízení a příslušenství v minimálním rozsahu dle této technické specifikace
  - Výpočty ošetření harmonických složek
  - Dispoziční výkresy (předběžné)
  - Výkresy základů
  - Výkresy zemnicí sítě
  - Dokumentaci s popisem návazností (tzn. pro rozvodnu)
- Podrobná projektová dokumentace (Detail design)
  - Podrobná zpráva projektu
  - Schémata zapojení každé části SFC
  - Popis systému chránění

- Popis systému řízení
  - Seznam signálů
  - Simulační studie (pokud je použita)
- Zkoušky, testy
  - Plán prohlídek a zkoušek
  - Zápisy zkoušek / testů
  - Zápisy z FAT
  - Zápisy z SAT
  - Zápisy ze Zkušebního provozu
- Práce na místě stavby
  - Zápis k uvádění do provozu
  - Zápis k ověřovacím testům
- Dokumentace pro konečného uživatele
  - Návod pro obsluhu zařízení
  - Výkresy konečného provedení, dokumentace
  - Návod pro servis a údržbu
  - Návod pro řešení problémových stavů
- Z důvodu minimalizace dopadů na životní prostředí bude dokumentace dodána v elektronické formě a pouze jedna 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,
- Průběh procesu tvorby a předávání dokumentace musí zajistit zpětnou vazbu a odsouhlasení Dodavatelem předané dokumentace Zákazníkem do 15 pracovních dnů.



## 10 ŠKOLENÍ A ZÁCVIK K TECHNOLOGII SFC

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 Bučovice.

## **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
  - pro dobu po záruce, a to s ohledem na dobu uvažované životnosti zařízení

### **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 trakční napájecí systém 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.

## **12 SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY, NORMY, PŘEDPISY a VYHLÁŠKY**

- Výčet dokumentů a předpisů, právních předpisů a technických dokumentů v kapitole 13 je základní a jeho uvedení nijak nezbavuje ani neomezuje povinnost Dodavatele SFC provést řešení realizace SFC v souladu s právními předpisy a interními dokumenty a předpisy, a to i takovými, které v tomto seznamu uvedené nejsou.
- Před zahájením prací Dodavatel provede aktualizaci a doplnění všech výchozích podkladů.
- 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 SFC 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>).

### 13 SEZNAM ZÁKLADNÍCH SOUVISEJÍCÍCH DOKUMENTŮ, NOREM, PŘEDPISŮ a VYHLÁŠEK

[1]	Studie připojitelnosti TNS Bučovice do DS 110 kV, EGÚ Brno, a. s., sekce Provoz a rozvoj elektrizační soustavy, květen 2019
[2]	Rekonstrukce traťového úseku Kyjov (mimo) – Veselí n. M. (mimo) – Energetické výpočty srpen 2019, zak. č. MCO 18-001-233-UR
[3]	Zápis z výrobní profesní porady energetických zařízení a silnoproudých technologií ke zpracování Záměru projektu a Dokumentace pro územní rozhodnutí stavby „Výstavba TNS Bučovice“, 31.5.2019, SŽ –SSV - Olomouc.
[4]	Hluková studie „Rekonstrukce ŽST Kyjov, 1.etapa” Ecological Consulting a. s., Olomouc, prosinec 2019, v dokumentaci část B10.4.
[5]	Soubor dokumentace „Rekonstrukce ŽST Kyjov, 1.etapa” Moravia Consult Olomouc a.s., srpen 2019
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 zásady
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.2	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 50328	Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Elektronické výkonové měniče pro napájecí stanice
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 ed. 2	Drážní zařízení – Napájení a drážní vozidla – Technická kritéria pro koordinaci mezi napájením (napájecí stanice) 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	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
Pokyn generálního ředitele č. 14/2008 od 1.11.2008	zkušební provoz rekuperace elektrických hnacích vozidel ve vybraných úsecích soustavy 25kV 50Hz
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	E.ON Distribuce a.s., 2016 vč. doprovodných příloh č.1 – 7. <a href="https://www.eon-distribuce.cz/predpisy-smlouvy-pro-elektřinu">https://www.eon-distribuce.cz/predpisy-smlouvy-pro-elektřinu</a> - kapitola „Pravidla provozu distribučních soustav“. Pro místo připojení Otrokovice.

Pravidla provoz. PPDS	ČEZ Distribuce a.s., 2018, <a href="https://www.cezdistribuce.cz/cs/energeticka-legislativa/pravidla-provozovani-ds/ppds-2018.html">https://www.cezdistribuce.cz/cs/energeticka-legislativa/pravidla-provozovani-ds/ppds-2018.html</a> . Pro místo připojení Říkovice.
Směrnice GR 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 GR 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 znění
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-GR- 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-GR-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-GR-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-GR-O7 s účinností od 24. 3. 2017, v platném znění
Pokyn GR 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-GR	Opatření a omezení pro dodávky technologických celků s dopadem na síťovou infrastrukturu SŽDC, č.j.: 48729/2017-SŽD-GR-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

## **14 SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Situace umístění TNS Bučovice v oblasti	8
Obrázek 2: Schéma trakční sítě v lokalitě Bučovice při energetických simulacích [2]	9
Obrázek 3: Principiální schéma pro návrh TS SFC	11
Obrázek 4: Výhledový stav napájení tratí v oblasti [5]	17
Obrázek 5: Lokalita umístění TNS Bučovice	21
Obrázek 6: Připojení TNS Bučovice s využitím kabelů [3]	22
Obrázek 7: Připojení TNS Bučovice do sítě 110 kV po dokončení rekonstrukce [5]	22
Obrázek 8: Situace TNS Bučovice koncept [5]	23
Obrázek 9: Rozsah dodávky návrhu řešení SFC pro TNS Bučovice [5]	25
Obrázek 10: Rozhraní pro vybrané části stavby TNS Bučovice [5]	28
Obrázek 11: Úroveň harmonických SFC 20 MVA [1]	42

## **15 SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Přehled plánovaných realizací staveb v oblasti	16
Tabulka 2: Související části projektu s instalací technologie SFC	28
Tabulka 3: Klimatické charakteristiky oblasti T2	30
Tabulka 4: Meze harmonických napětí způsobených harmonickými proudy emitované z TNS	42
Tabulka 5: Procentní podíl harmonických ve spektrech $S_1$ a $S_2$	43