

Technická specifikace statického frekvenčního měniče pro trakční napájecí stanici Střelná

(TS SFC pro TNS Střelná)

**Název stavby: Státní hranice Slovenská republika
(Střelná) – Vsetín (mimo) – konverze**

Místo realizace: Zlínský kraj

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

OBSAH:

1	VŠEOBECNÁ ČÁST STAVBY	7
1.1	Popis stávajícího stavu	7
1.2	Popis přechodného stavu	7
1.3	Popis nového stavu	7
1.4	Rozsah stavby	8
2	TECHNICKÁ ČÁST STAVBY	10
2.1	Definování podmínek pro SFC	10
2.2	Účel a cíl nasazení SFC	11
2.3	Principiální popis funkcí a řešení SFC	11
2.4	Provozní stavy SFC	14
2.4.1	Hlavní funkce a parametry SFC	15
3	ROZSAH A ROZHRANÍ DODÁVKY TECHNOLOGIE SFC	19
3.1	Rozsah SFC	19
3.2	Rozhraní pro SFC	19
3.3	Rozsah dodávek Dodavatele SFC	20
3.4	Rozhraní dodávek	21
3.4.1	Rozhraní vůči rozvodně na straně 3x22 kV AC	21
3.4.2	Rozhraní vůči rozvodně na straně 1x25 kV AC	21
3.4.3	Rozhraní pro ovládání a řízení	21
3.4.4	Rozhraní pro pomocné napájení	21
3.4.5	Rozhraní pro sousední zařízení a části stavby	22
3.4.6	Rozhraní pro stavební práce	23
4	PROVOZNÍ PROSTŘEDÍ A DATA PRO TECHNOLOGII SFC	25
4.1	Charakteristika prostředí lokality	25
4.2	Charakteristika napájecí nadřazené soustavy – DS 3x 110 kV AC	25
4.3	Charakteristika trakčního systému - TrS 1x25 kV AC	26
4.3.1	Trakční vedení - TV	26
4.3.2	Provozní konfigurace TV	26
4.3.3	Napájecí bod - TNS	27
4.4	Charakteristika zabezpečovacího zařízení trati - ZZ	27
4.4.1	Staniční zabezpečovací zařízení – SZZ	27
4.4.2	Traťová zabezpečovací zařízení - TZZ	27
4.4.3	Přejezdová zabezpečovací zařízení - PZZ	28
4.4.4	Vlaková zabezpečovací zařízení - VZZ	28
4.4.5	Systém pro detekci vlaků	28
4.4.6	Napájení zabezpečovacího zařízení	28
4.4.7	Schéma napájení trakční sítě	28
4.4.8	Trakční kolejová vozidla - EHV/EJ	29
5	POŽADAVKY NA TECHNOLOGII SFC	30
5.1	Provozní režimy SFC	30
5.2	Omezení zatížení SFC	30
5.3	Funkční testy SFC	31
5.4	Řídící režimy SFC	31
5.4.1	Řízení napětí	31
5.4.2	Řízení zátěžového úhlu	31
5.4.3	Paralelní provoz a rozdělení zátěže	31
5.5	Události v nadřazené DS 3x110kV AC	32
5.5.1	Chování SFC při poruše	32

5.6	Události v trakčním systému TrS 1x25 kV AC.....	32
5.6.1	Chování SFC při poruše	32
5.6.2	Chování SFC při ztrátě zatížení	32
5.7	Doplnění k systému ochran SFC	33
6	PROVOZNÍ POŽADAVKY NA TECHNOLOGII SFC	34
6.1	Požadavky na popisy a značení.....	34
6.2	Požadavky na výkony	34
6.3	Požadavky na účinnost.....	34
6.4	Požadavky na servisní cyklus	34
6.5	Požadavky na provozní dostupnost a spolehlivost	34
6.6	Požadavky na akustický hluk	35
6.7	Požadavky na straně napájecí 22 kV (včetně DS 3x110 kV).....	35
6.7.1	Požadavky na jalový výkon.....	35
6.7.2	Požadavky na harmonické.....	35
6.7.3	Požadavky na EMC	35
6.8	Požadavky na straně 1x25 kV AC.....	36
6.8.1	Požadavky na jalový výkon.....	36
6.8.2	Požadavky na harmonické.....	36
6.8.3	Požadavky na EMC	36
6.8.4	Požadavky ze strany zabezpečovacího zařízení.....	36
7	POMOCNÉ SYSTÉMY A SPECIFIKACE ZAŘÍZENÍ PRO TECHNOLOGII SFC....	39
7.1	Výkonová elektronika SFC.....	39
7.2	Výkonový 3f transformátor SFC	39
7.3	Výkonový 1f transformátor SFC	39
7.4	Filtry harmonických SFC.....	40
7.5	Chladicí systém SFC	40
7.6	Systém chránění a řízení SFC.....	40
7.7	Druhy provozu SFC	42
7.7.1	Místní provoz	42
7.7.2	Dálkový provoz	42
7.7.3	Ústřední provoz	43
7.7.4	Vzdálený přístup - VPN	43
7.8	Stavební práce	43
7.9	Krytí SFC.....	43
7.10	Uzemnění	44
8	KONTROLY, TESTY, AKCEPTACE, UVEDENÍ DO PROVOZU TECHNOLOGIE SFC	45
8.1	Požadavky všeobecné na SFC	45
8.2	Požadavky na model SFC	45
8.3	Požadavky na plán prohlídek a testů SFC	45
8.3.1	Požadavky na testy standartní a Factory Acceptance Testing - FAT	46
8.4	Požadavky na uvedení do provozu - SAT	46
9	DOKUMENTACE K TECHNOLOGII SFC	48
9.1	Dokumentace pro nabídku.....	48
9.2	Dokumentace Dodavatele pro Zákazníka	48
10	ŠKOLENÍ A ZÁCVIK K TECHNOLOGII SFC	50
11	DLOUHODOBÁ SERVISNÍ SMLOUVA PRO TECHNOLOGII SFC.....	51
11.1	Náhradní díly	51
11.2	Referenční dokumenty.....	51
12	SOUVISEJÍCÍ DOKUMENTY, NORMY, PŘEDPISY a VYHLÁŠKY	52
13	SEZNAM ZÁKLADNÍCH SOUVISEJÍCÍCH DOKUMENTŮ, NOREM, PŘEDPISŮ a VYHLÁŠEK.....	53

14	SEZNAM OBRÁZKŮ	57
15	SEZNAM TABULEK	57

SEZNAM ZKRATEK

1f	jednofázový
3f	třífázový
AC	alternating current/střídavý proud
BD	base design/základní projektová dokumentace
ČEZd	provozovatel distribuční soustavy
DC	direct current/stejnoseměrný proud
DS	distribuční soustava
ED	elektro dispečink
EE	elektrická energie
EG.D	provozovatel distribuční soustavy
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
KO	kolejový obvod
MŘS	místní řídicí systém
PDS	provozovatel distribuční soustavy
PN	počítače náprav
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
SR	Slovenská Republika
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 elektrizovaných 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 (nikoliv jedinečně) 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 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz jsou:

- trakční transformátor
- trakční transformátor a balancér (BAL)
- SFC a to buď v „ostrovním“ nebo „paralelním“ režimu.

Pro výběr vhodné technologie napájení pro sledovanou TNS Střelná byly provedeny energetické výpočty formou simulace s využitím SW OpenTrack a OpenPowerNet, který je standardně využívám pro tyto simulace pro manažera infrastruktury (SŽ).

TNS Střelná je součástí stavby „Státní hranice Slovenská republika (Střelná) – Vsetín (mimo) – konverze“ jejíž charakter je rekonstrukce. Místo stavby představuje železniční trať 308 (Lúky pod Makytou) – Horní Lideč státní hranice – Vsetín (mimo). Stavba začíná v km 21,110 na státní hranici a končí cca v km 34,100 (zast. Ústí u Vsetína) tratě Horní Lideč státní hranice – Hranice na Moravě. Celková délka řešeného úseku (ve stavbě) je cca 21,6 km. Stavba se nachází na území Zlínského kraje, okres Vsetín.

1.1 Popis stávajícího stavu

TNS Střelná jako trakční měnírna (TM) je jedním z napájecích bodů tratě 308 (Lúky pod Makytou) – Horní Lideč státní hranice – Vsetín (mimo). Druhým napájecím bodem je TM Ústí u Vsetína. Oba tyto napájecí body představují TM pro systém 3 kV DC. Celá stavba jejíž součástí je rekonstrukce TNS Střelná znamená změnu trakční soustavy v úseku Horní Lideč státní hranice – Vsetín (mimo) na systém 25 kV AC, 50 Hz včetně veškerých nezbytných vyvolaných úprav infrastruktury. TNS Střelná reprezentuje tedy rekonstrukci TM na TNS s technologií frekvenčních měničů (SFC) pro systém 25 kV AC, 50 Hz.

1.2 Popis přechodného stavu

Po dobu, než bude provedena konverze napájení trati Púchov – Střelná – Ústí u Vsetína ze systému 3 kV DC na systém 25 kV AC, bude v areálu TNS Střelná umístěna převozná napájecí stanice (TM) o jmenovitém výkonu 5,3 MVA pro systém 3 kV DC. Převozná TM bude připojena na napětovou hladinu 22 kV z rozvaděče 22 kV umístěného v technologické budově, který je napájen z transformátoru T101 a T102, 110/23kV.

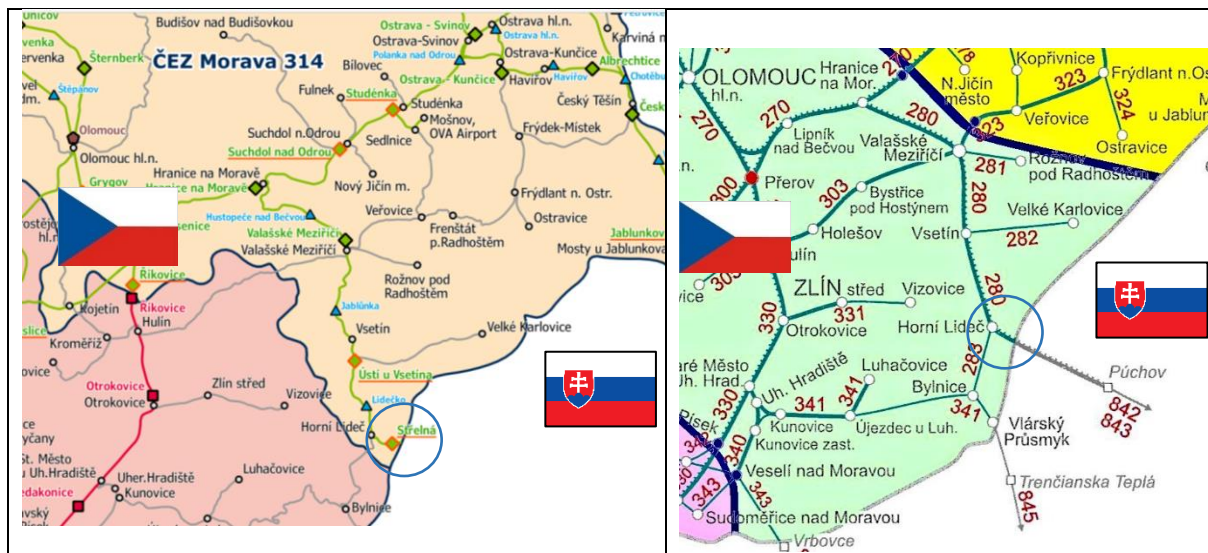
1.3 Popis nového stavu

Stávající TM Střelná 3 kV DC bude rekonstruována na TNS systému 25 kV AC ve stejné lokalitě. Pro napájení trakčního vedení (TV) budou v TNS Střelná instalovány dva SFC, každý o výkonu 20 MVA. Pro možnost instalace SFC budou vyměněny transformátory 110/22 kV za nové o výkonu 30 MVA (pozn.: transformátory zajišťují i napájení rozvodu 22 kV EG.D a ČEZd). SFC budou napájeny z rozvaděče 22 kV, který bude upraven pro zvýšené proudové namáhání.

1.4 Rozsah stavby

Stavba TNS Střelná je součástí stavby s názvem „Státní hranice Slovenská republika (Střelná) – Vsetín (mimo) – konverze. Situace lokality je na Obrázek 1. Zrekonstruovaná TNS Střelná bude sloužit pro napájení trakčního vedení 25 kV, 50 Hz s využitím technologie SFC 2x 20 MVA. SFC budou umístěny na volné ploše v areálu TNS, který bude rozšířen do volné travnaté plochy vedle TNS. Pro možnost instalace SFC budou vyměněny transformátory 110/22 kV za nové o výkonu 30 MVA včetně souvisejících rozvodů, technologie a stavební části. Vzhledem k výměně transformátorů 110/22 kV budou provedeny úpravy rozvaděče 22 kV na vyšší proudovou zatížitelnost, včetně výměny souvisejících rozvodů a stavebních úprav. Budou instalovány rozvaděče nové vlastní spotřeby, včetně dvou baterií 110 V DC, 200 Ah. Kabelové rozvody místního řídicího systému a DŘT budou upraveny. U stanoviště nových SFC budou vybudovány nové komunikace a inženýrské sítě. Nepotřebná technologie 3 kV DC bude demontována a bude nainstalován nový rozvaděč 25 kV AC do prostor stávající provozní budovy. Napájecí stanice 6 kV zůstane stávající beze změny. Po dobu realizace stavby bude nasazena převozná TM 3 kV DC pro napájení DC. TNS Ústí u Vsetína nebude upravována a po ukončení realizace bude sloužit pro napájení trakčního vedení 3 kV DC směr Valašské Meziříčí. V případě výpadku obou SFC v TNS Střelná nebo jakéhokoliv výpadku celé TNS Střelná, bude předmětný úsek výhledově napájen z TNS Púchov. V případě výpadku TNS Púchov bude celý úsek napájen z TNS Střelná. Na státní hranici ČR/SR bude na trakčním vedení zřízeno měření spotřeby elektrické energie.

V rámci stavby se posune styk soustav ze státních hranic k TM Ústí u Vsetína. U TNS Střelná se vybuduje neutrální pole s asymetrickým umístěním.



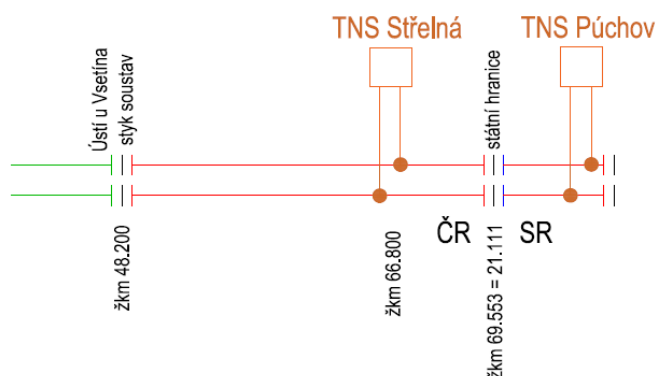
Obrázek 1: Situace umístění TNS Střelná (TM stávající/ TNS s SFC) v oblasti

TNS Střelná bude využívána standardně v první etapě pro napájení dvoukolejného úseku státní hranice CZ/SK – styk soustav AC/DC Ústí u Vsetína.

V energetických simulacích bylo uvažováno s následujícími hlavními vstupy [2]:

- hnací vozidla (EHV/EJ) pro kategorie vlaku: kategorie EC - EHV Vectron +R500t, kategorie Nex - EHV Vectron +S1800t, kategorie Os - EJ RegioPanter 640 a RegioPanter 650, kategorie Pn - EHV Vectron T4 2400t/3200t.
- jízdní řád: modelový dvouhodinový špičkový grafikon
- trolejové vedení: 100 Cu+ 50 Bz
- systém 1x25kV AC, 50 Hz tratě splňuje požadavky subsystému dle TSI ENE

Předmětná napájená trať má vazby na TNS Púchov (AC), TNS Střelná (AC) a výhledově na TNS Valašské Meziříčí (AC). V době provádění simulací byly z pohledu TNS Střelná řešeny následující schémata napájení a dělení, Obrázek 2.



Obrázek 2: Schéma napájení v lokalitě TNS Střelná při energetických simulacích [2]

Modely pro simulace energetických výpočtů vycházely z modelů napájení i pro výhledové napájení:

Napájení TNS Střelná (1xSFC) - nový stav

- Ústí u Vsetína – Státní hranice ČR/SR

Napájení TNS Střelná (2xSFC) - nový stav

- Ústí u Vsetína – Státní hranice ČR/SR

Napájení TNS Střelná (2xSFC) ve spolupráci s TNS Púchov (1x TrT) – výhledový stav

- Ústí u Vsetína – Púchov

Z uvedeného jsou zřejmé základní možné vazby, které mohou vznikat při napájení v dané oblasti z TNS Střelná:

- napájení TV úseku Ústí u Vsetína – Státní hranice ČR/SR, TNS Střelná bez spolupráce s další TNS tj. „ostrovni“ provoz
- napájení TV úseku Ústí u Vsetína – Púchov TNS Střelná ve spolupráci s TNS Púchov („paralelní provoz“)

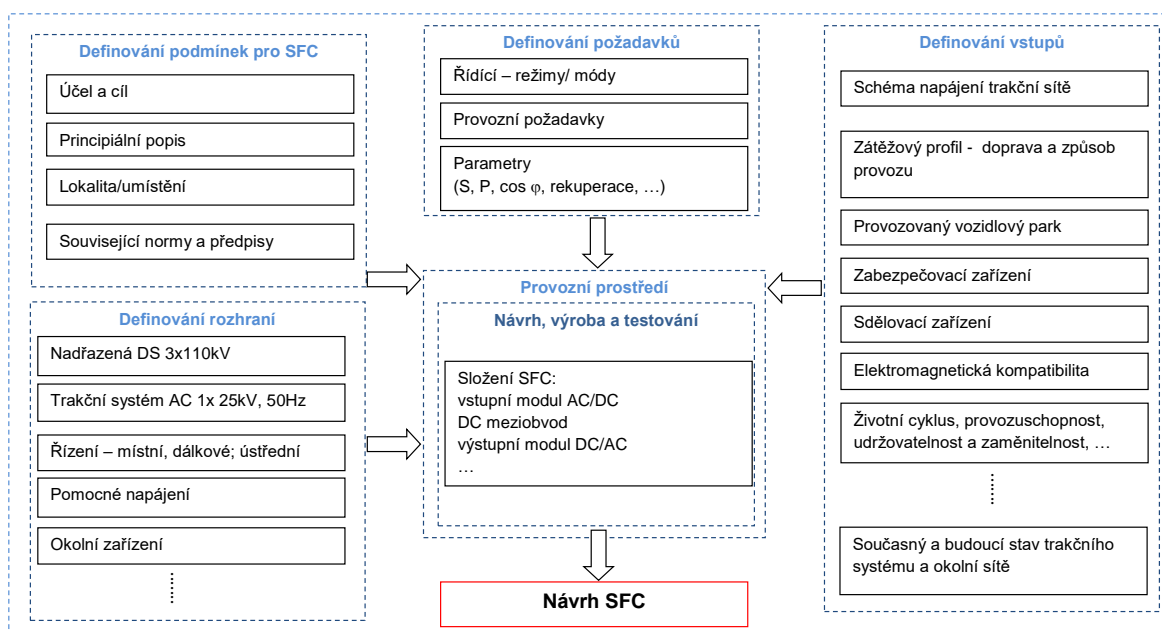
V rámci uvedených vazeb musí být schopna TNS Střelná provozu 1x SFC nebo 2x SFC ve spolupráci s TrT nebo bez spolupráce s TrT. Bližší detaily průběhu požadovaných výkonů při sledovaných dopravních zátěžích jsou uvedeny v [2].

2 TECHNICKÁ ČÁST STAVBY

2.1 Definování podmínek pro SFC

Technická specifikace (TS) technologie SFC pro TNS Střelná vychází z dostupných pokladů a informací v době zpracování, které jsou uvedeny v seznamu dokumentů kapitola 13. Souhrn hlavních podmínek pro TS SFC Střelná 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 Střelná.

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 Střelná, Obrázek 3.



Obrázek 3: Principiální schéma pro návrh TS SFC pro TNS Střelná

- TS SFC uvedená v tomto dokumentu dále slouží k definování technických požadavků, spojených s návrhem, výrobou, zpracováním požadavků zakázky, dodávkou, instalací, testováním a zprovozněním SFC včetně nutného dalšího souvisejícího zařízení.
- Podmínky uvedené v tomto dokumentu nenahrazují plný tzv. „vyčerpávající“ výčet všech detailních parametrů, ale vytváří ucelený přehled hlavních neopominutelných podmínek pro návrh SFC pro určenou lokalitu tj. TNS Střelná.
- V případě, že Dodavatel zjistí zásadní rozpor, nejasnost v požadavcích na SFC uvedené v TS SFC nebo dokumentaci [1], má povinnost provést dotaz u Zákazníka, případně u Zhotovitele, pokud je to v jeho kompetenci.

Pozn.: V rámci TS SFC není možné uvést všechny technické parametry, jelikož jsou závislé na konkrétním návrhu řešení SFC. Z tohoto důvodu budou zbývající parametry upřesněny a

řešeny v rámci realizace. Z tohoto důvodu je nutná spolupráce Dodavatele SFC, Zhotovitele a Zákazníka (SŽ).

- Detaily zde nespecifikované pro technologii SFC z důvodu neznámého výsledného přesného technického řešení, které bude instalováno, budou upřesněny pro Dodavatele SFC jako celku na základě detailní struktury SFC.
- Dodavatel předloží ve fázi návrhu SFC návrh detailní struktury a řešení SFC pro upřesnění zadavateli.

2.2 Účel a cíl nasazení SFC

TNS Střelná s technologií SFC představuje další projekt nasazení SFC u správce infrastruktury v ČR. První pilotní projekt „NEDAŘÍ“, který je v době zpracování této TS v procesu ověřovacího provozu, představuje konverzi systému z 3 kV DC na 1x25 kV AC s technologií SFC v TNS Otrokovice a Říkovice.

TNS Střelná s technologií SFC bude sloužit výhledově i pro napájení trati směr Púchov, a to s ohledem na realizaci souvisejících staveb. Proto je nutné, aby technologie SFC v TNS Střelná umožňovala všechny sledované provozní stavy definované v kapitole 2.4, příp. 2.4.1. Obecně se jedná o možnost dvoustranného spojitého napájení tj. SFC ve spolupráci SFC nebo trakčním transformátorem (TrT) v sousední TNS, a to i při spolupráci několika SFC v téže TNS. Další nutné podmínky, které musí SFC splňovat, jsou podmínky kvality odběru a dodávky elektrické energie (EE) včetně předávání přebytku rekuperace do nadřazené DS bez omezení, tj. plné řízení TNS s SFC včetně možnosti zapojení do nadřazeného systému řízení, případně spolupráci s dalšími zařízeními provozovatele dopravní infrastruktury SŽ. Cílem je zajistit odpovídající dodávku EE z TNS s SFC pro trakční napájecí systém 25 kV AC, 50 Hz, který je dimenzován na základě energetických výpočtů vycházející z dopravních požadavků na předemných tratích určené lokality, a to, jak již bylo uvedeno, i s výhledem na další související stavby.

Uvedená návaznost a koordinace platí k datu zpracování TS SFC TNS Střelná pro stavbu „Státní hranice Slovenská republika (Střelná) – Vsetín (mimo) – konverze.

- Stavba „GSM-R+ETCS Hranice na Moravě – Horní Lideč - Střelná“ (investor Správa železnic, záměr projektu)
- Stavba „Rekonstrukce ŽST Vsetín“ (investor Správa železnic, v realizaci)
- Stavba „Sanace nestabilního úseku Valašská Polanka – Horní Lideč v km 20,019 – 21,248“ (investor Správa železnic, záměr projektu)
- Stavba „Luky pod Makytou – št.hr. ČR KR trakčně vedenie (investor ŽSR, v realizaci)
- Stavba „Sanace nestabilního úseku včetně redukce kolejiště v žst. Valašská Polanka“ (investor Správa železnic)

2.3 Principiální popis funkcí a řešení SFC

Pozn.: Popis konkrétního návrhu řešení SFC může mít některé odlišnosti, musí však splňovat požadované vlastnosti, funkce a parametry pro SFC TNS Střelná. V případě, že bude návrh řešení SFC významně odlišný, musí Dodavatel poskytnout dostatečnou součinnost i pro Zadavatele při řešení úprav/změn/doplnění, a to včetně všech dopadů do patřičných dokumentů.

V současnosti známá standardní technologie SFC pro TrS tvoří tyto základní části:

- vstupní 3f snižovací transformátor s primárním napětím 110 kV nebo 22 kV
- vstupní měnič 3AC/DC
- DC meziobvod
- výstupní měnič DC/1AC
- ...

Pozn.: K těmto základním částem musí nebo nemusí být doplněny případné harmonické a výkonové filtry nebo výstupní 1f transformátor se sekundárním napětím 27,5 kV, 50 Hz pokud tyto části návrh řešení SFC vyžaduje pro splnění požadovaných podmínek.

Obecně 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 přenášén 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 nadřazené 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 navracení 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_{str}), 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_{str}) 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_{str}), 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 ($\Delta P = RI^2$) 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.

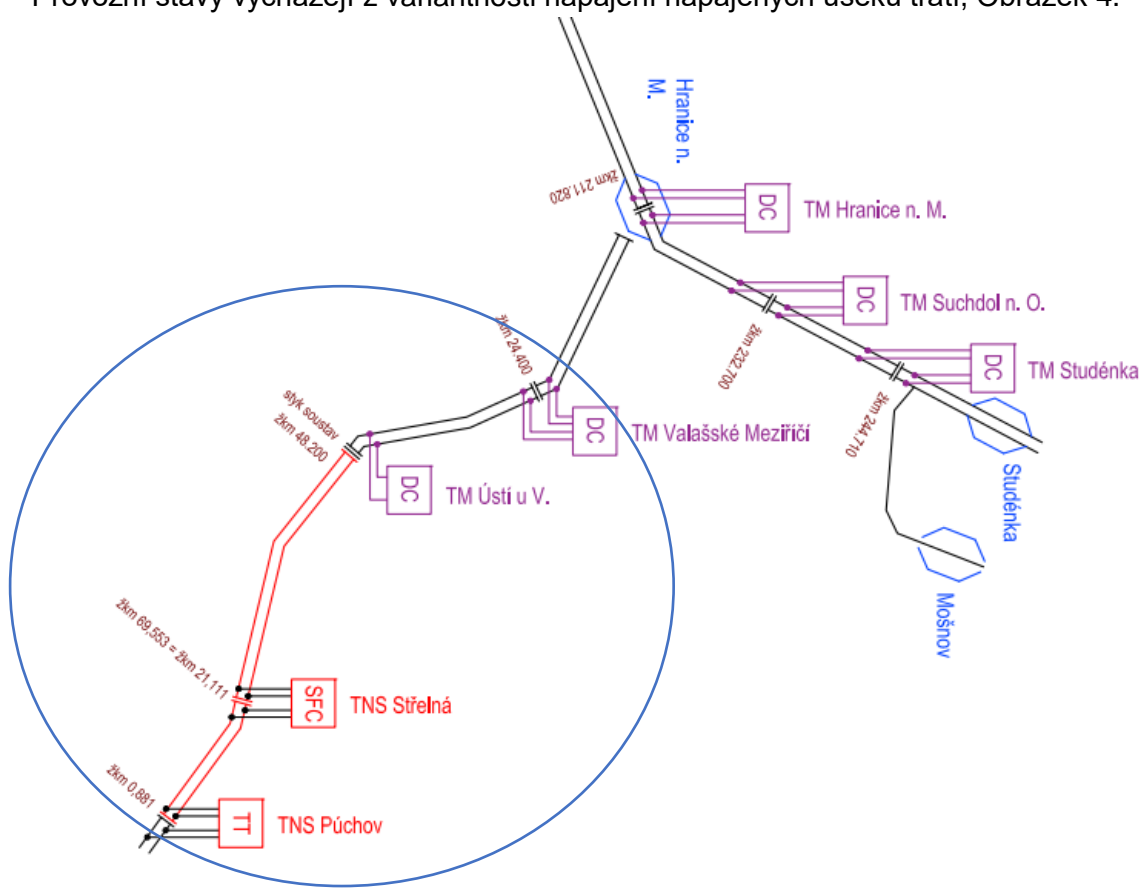
2.4 Provozní stavy SFC

Pro získání komplexnějšího pohledu na možné návaznosti TNS Střelná zadavatel uvádí některé vazby staveb ve sledovaném traťovém úseku platné v době zpracování TS SFC. Jedná se zejména o koordinaci staveb, Tabulka 1.

Tabulka 1: Přehled věcných a časových vazeb staveb v oblasti

Název stavby	Začátek realizace	Konec realizace
Sanace nestabilního úseku včetně redukce kolejiště v žst. Valašská Polanka		
Rekonstrukce Žst. Vsetín	09/2022	probíhá
Sanace nestabilního úseku Valašská Polanka – Horní Lideč v km 20,019 – 21,248	stavba bude prováděna v souběhu se stavbou konverze a dle etap	
GSM-R + ETCS hranice na Moravě – Horní Lideč – Střelná	stavba bude prováděna v souběhu se stavbou konverze a dle etap	
Lúky pod Makytou – št. Hr. ČR, KR trakčního vedení	09/2022	probíhá
Revitalizace traťového úseku Vsetín (mimo) – Valašské Meziříčí (včetně)	06/2023 probíhá ZP	
Konverze na 25 kV, 50 Hz v úseku Hranice na Moravě - Vsetín	06/2023 probíhá ZP	

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



Obrázek 4: Napájení úseků tratí ve sledované oblasti

TNS Střelná – provozní stavy

Základní provozní stav TNS Střelná představuje provoz jednoho SFC jako hlavního a druhého SFC jako záložního, který bude v provozu v případě výpadku hlavního SFC.

Varianta 1:

- TNS Střelná (žkm 66,880) se 1x SFC napájí TV samostatně tj. „ostrovní provoz“, který je ohraničen státní hranice ČR/SR (žkm 69,553) z jedné strany a z druhé strany styk soustav Ústí u Vsetína (žkm 48,200). Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Střelná. Délky napájených úseků jsou:
 - TNS Střelná - styk soustav Ústí u Vsetína cca 18,600 km
 - TNS Střelná - státní hranice ČR/SR cca 2,673 km

Další provozní stavy TNS Střelná, které mohou nastat z hlediska napájení:

Varianta 2: – nový stav v závislosti na připravenosti na straně SR:

- TNS Střelná (žkm 66,880) s 1x SFC napájí TV ve spolupráci s TNS Púchov s TrT tj. „paralelní provoz“ (žkm 21,111 – 0,811, tj. vzdálenost = 20,300 km, pozn.: jiné značení km) z jedné strany a z druhé strany styk soustav Ústí u Vsetína (žkm 48,200). Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Střelná. Délky napájených úseků jsou:
 - TNS Střelná - styk soustav Ústí u Vsetína cca 18,600 km
 - TNS Střelná – TNS Púchov cca 22,973 km

Varianta 3: – výhledový stav v závislosti na průběhu navazujících staveb:

- TNS Střelná (žkm 66,880) s 1x SFC napájí TV ve spolupráci s TNS Púchov tj. „paralelní provoz“ (žkm 21,111 – 0,811, tj. vzdálenost = 20,300 km, pozn.: jiné značení km) z jedné strany a z druhé strany TNS Valašské Meziříčí (žkm 24,400). Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Střelná. Délky napájených úseků jsou:
 - TNS Střelná – TNS Valašské Meziříčí cca 42,400 km
 - TNS Střelná – TNS Púchov cca 22,973 km

Pozn.: TS SFC pro TNS Střelná 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.

2.4.1 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 TrS 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. Pokud

vzniknou nové požadavky ze strany provozovatele distribuční soustavy, musí je Dodavatel SFC splnit bez výhrady.

- SFC musí umožňovat rozmrazování trakčního vedení (TV) řízenými vyrovnávacími jalovými proudy mezi sousedními TNS.

Pro předmětnou trať:

- SFC musí být schopny:
 - samostatného provozu (ostrovní provoz)
 - spolupráce (paralelní) s okolními TNS s trakčním transformátorem (TrT)
 - vzájemné spolupráce (paralelní) (TNS s SFC/SFCs)
- 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 22 kV výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS 3x 110 kV AC 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 případnou kompenzací kapacity kabelů 22 kV dle skutečné, 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 22 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. Doba odstavení SFC bude v době odstavení TNS z důvodu údržby a revize zařízení, kapitola 6.5.
- 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 3.4.3. Nově budované zařízení, elektrická instalace, provedení a umístění měřícího zařízení odběrného místa musí být v souladu s platnými ČSN, s „Pravidly provozování distribuční soustavy“, „Připojovacími podmínkami PDS“ a „Podmínkami distribuce elektřiny“. Tyto dokumenty jsou k dispozici na www.egddistribuce.cz..
- SFC nesmí svými funkcemi a provozem ovlivňovat další zařízení na straně distribuční 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 SŽ, s.o. Dodavateli potřebnou součinnost.
- SFC nesmí ovlivňovat zabezpečovací a sdělovací zařízení, Dodavatel dodá „Plán kontroly kompatibility“, provede kontrolu a vypracuje „Studii kompatibility“ podle ČSN

EN 50 288, specifikace kapitola 6.8.4. K tomuto účelu poskytne SŽ Dodavateli potřebnou součinnost.

- Jednotlivá rozhraní SFC musí být provedena tak, aby byly plně začlenitelné 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 2.4 a 2.4.1.
- Systém redundance („záloha“) SFC musí být proveden s využitím dvou SFC jednotek tj. TNS Střelná - 2x 20 MW min při $\cos \varphi = 0,95$ (induktivní).
- Systém chránění a vazeb SFC musí být proveden tak, aby byl v souladu s předpisy provozovatele infrastruktury SŽ, provozními podmínkami včetně výlukových stavů a stavů v určené lokalitě, kapitola 4.3.
- 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 2.4 a 2.4.1. Paralelně spolupracujícím TNS je však společně jednotně zadáván taktovací signál pro určení referenčního fázového úhlu výstupního napětí.
- Připojení SFC bude provedeno na straně vstupní z rozvaděče 22kV, který bude upraven pro zvýšené proudové namáhání. Vstupní transformátory SFC označené T11, T21, 22/xxkV budou umístěny ve stávající technologické budově. Na straně výstupní tj. TrS 1x25 kV AC s frekvencí 50 Hz 1f transformátorem (pozn. pokud řešení SFC tento transformátor obsahuje) nebo výstupem, který představuje výstupní měnič DC/1AC. Připojovací systémy obou transformátorů nebo transformátoru a měniče DC/1AC pro připojení k vnějším soustavám budou rozhraním dodávky pro externí zařízení.
- Případné harmonické a korekční výkonové filtry jak k straně DS tak na straně TrS 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 3.4.3.

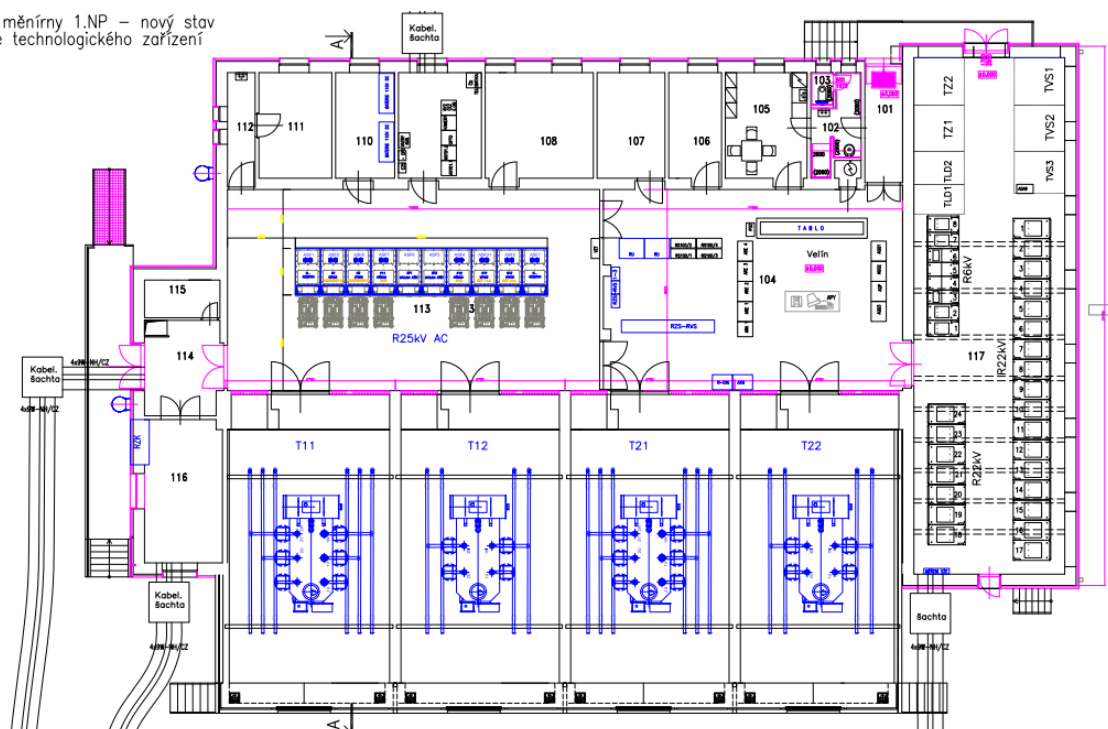
- Místní zařízení pro řízení a chránění musí být dodáno pro každý SFC, a pokud je to možné, umístěno v odděleném prostoru, kapitola 3.4.3.
- Řídící místnost bude přístupná i během provozu a bude zahrnovat pracoviště obsluhy, které bude umístěno v příslušné provozní budově.

3 ROZSAH A ROZHRANÍ DODÁVKY TECHNOLOGIE SFC

3.1 Rozsah SFC

Standardní části a prvky včetně jejich složení pro SFC pro TNS Střelná 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 22 kV AC až po výstupní svorky 1x 25 kV AC), kapitola 2.4 a 2.4.1. 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, příp. kapitolu 3.

Půdorys měřírny 1.NP – nový stav
Dispozice technologického zařízení



Obrázek 5: Dispozice technologických zařízení (půdorys) [1]

3.2 Rozhraní pro SFC

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

Základní rozhraní tvoří:

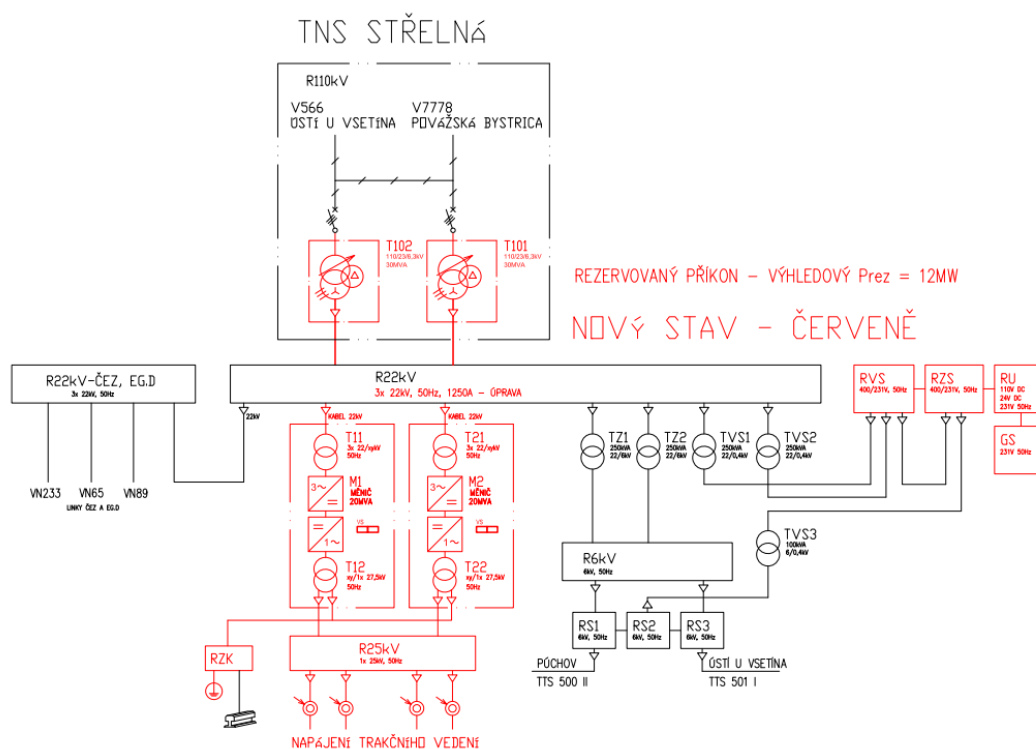
- Rozhraní vůči rozvodně na straně 3 f soustavy (3x 22 kV AC)
- Rozhraní vůči rozvodně na straně 1 f trakční systému (1x 25 kV AC, 50Hz)
- Rozhraní pro ovládání (místní, dálkové, ústřední)
- Rozhraní pro pomocné napájení
- Rozhraní pro sousední zařízení
- Rozhraní pro ostatní části projektu / investiční 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 Střelná jsou použity dva SFCs se vstupním 3f transformátorem 22 kV/XX kV 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 6.



Obrázek 6: TNS Střelná blokové schéma úprav [1]

Pozn.: SFC jsou navrženy jako modulární zařízení. S ohledem na konkrétní typ SFC se vlastní uspořádání částí a principy funkcí mohou lišit.

Celý SFC jako celek může zahrnovat následující základní části:

- 3f SFC transformátor vstupní napětí 3x 22 kV
- SFC pro výkon 20 MW při $\cos \varphi = 0,95$ (induktivní)
- 1f SFC transformátor – výstupní napětí 1x 25 kV AC (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, elektrovodné trubky, rozvody chlazení, apod.)
- Pomocné ocelové konstrukce pro zařízení a rozvody zajišťující propojení vstupní transformátor – SFC – výstupní 1f transformátor, tlumivku a případné další zařízení SFC

- Rozvody pomocného napájení v rámci SFC včetně UPS
- Komunikaci mezi TNS s SFC a ED Přerov
- Komunikaci v rámci místní sítě TNS, příp. TNS může komunikovat se sousední TNS.

Další podklady nutné pro uvedení zařízení do provozu na železničních drahách manažera infrastruktury v ČR:

- „Plán kompatibility“ a „Studie kompatibility harmonických a dynamických jevů“ ve vztahu k napájení dráhy podle ČSN EN 50 388, která je podmínkou pro získání certifikátu shody s TSI ENE.
- „Studie kompatibility“ podle ČSN EN 50 238.

3.4 Rozhraní dodávek

3.4.1 Rozhraní vůči rozvodně na straně 3x22 kV AC

Rozhraní vůči rozvodně na straně 3x 22 kV AC vychází z Obrázek 6.

3.4.2 Rozhraní vůči rozvodně na straně 1x25 kV AC

Rozhraní vůči rozvodně na straně TrS 1x25 kV AC vychází z Obrázek 6.

3.4.3 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) – Přerov (vazba TNS a ED)

Podmínky ovládání a řízení:

- Všechny režimy musí být provedeny tak, aby plně pokrývaly požadavky na napájení TV a rekuperaci až do nadřazené distribuční soustavy DS 3x 110 kV AC, kapitola 2.4 „Provozní stavy SFC“ a kapitola 2.4.1 „Hlavní funkce a parametry SFC“.
- Pro každý způsob řízení musí SFC disponovat provozními módy minimálně v rozsahu – standardní (provozní), nouzový, údržbový vše s ohledem na požadovanou strukturu a formáty komunikace.
- Výstupní/vstupní komunikační systémy SFC musí být schopny komunikace s navrženým a schváleným komunikačním systémem v konkrétní TNS.
- Komunikační standardy jsou ČSN EN 61850 pouze pro vnitřní komunikaci a ČSN EN 60870-5-104 pro komunikaci se řídicím systémem.

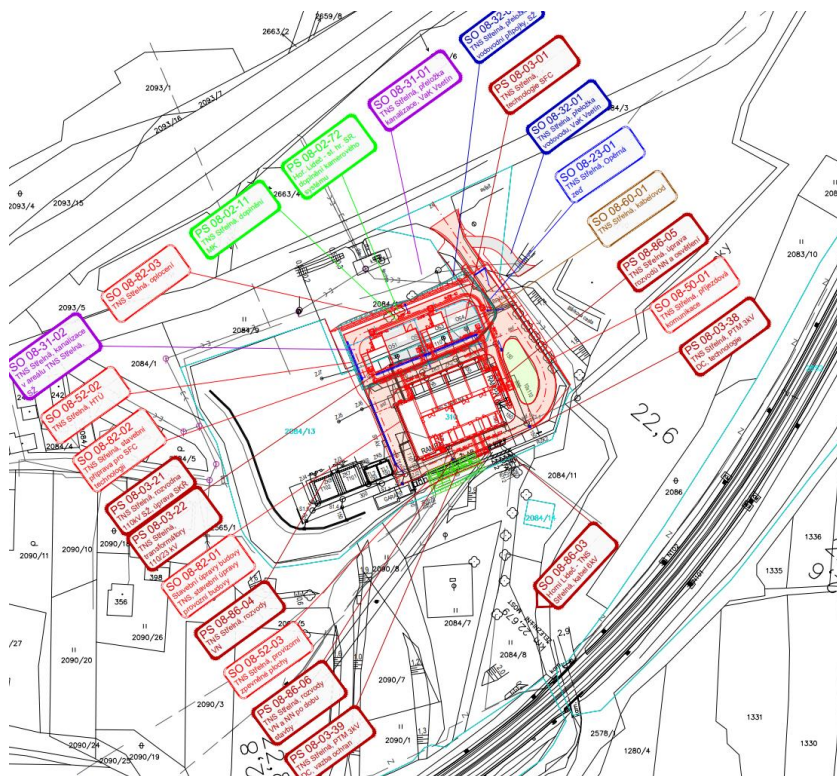
3.4.4 Rozhraní pro pomocné napájení

- zálohované napětí 110V DC a 24V DC s omezeným výkonem
- bezvýpadková síť 1x230V s frekvencí 50Hz s omezeným výkonem
- zálohovaná síť 230V/3x400 V z rozvodu 6kV s omezeným výkonem

Pozn.: Napětí 110VDC, 24VDC a 230VAC potřebné pro napájení vlastní spotřeby SFC bude přivedeno z rozvaděče vlastní spotřeby.

3.4.5 Rozhraní pro sousední zařízení a části stavby

Rozhraní pro sousední zařízení je patrné ze situace TNS Střelná Obrázek 6: TNS Střelná blokové schéma úprav. Rozhraní pro ostatní části stavby, které souvisejí s instalací SFC technologie, jsou uvedeny na Obrázek 7 a Tabulka 2.



Obrázek 7: TNS Střelná, stavební příprava pro SFC technologii [1]

Tabulka 2: Vybrané související části projektu s instalací technologie SFC

Akce	Název
PS 00-02-81	Vsetín - st. hr. SR, doplnění přenosového zařízení
PS 07-03-12	Žst. Horní Lideč, DDTS ŽDC
PS 09-03-13	CDP Přerov, doplnění DDTS ŽDC
PS 08-02-11	PS 08-02-11 TNS Střelná, doplnění MK
PS 08-03-11	TNS Střelná, úprava zařízení DŘT, SKŘ a MŘS
PS 08-03-12	Hor. Lideč – st.hr.SR, zařízení DŘT
PS 00-03-13	ED Přerov, doplnění DŘT a řídicího systému
PS 08-03-21	TNS Střelná, rozvodna 110 kV SŽ, úprava SKŘ
PS 08-03-22	TNS Střelná, transformátory 110/23kV
PS 08-03-30	TNS Střelná, technologie SFC
PS 08-03-31	TNS Střelná, rozvodna 25kV
PS 08-03-32	TNS Střelná, rozvodna 22kV
PS 08-03-33	TNS Střelná, úprava vlastní spotřeby
PS 08-03-34	TNS Střelná, úprava měření spotřeby
PS 08-03-35	TNS Střelná, registrační měření
PS 08-03-36	TNS Střelná, vazba ochrany měničů
PS 08-03-37	TNS Střelná, ochrana napájecího systému ČEZ
PS 08-03-38	TNS Střelná, PTM 3kV DC, technologie

<i>PS 08-03-39</i>	<i>TNS Střelná, PTM 3kV DC, vazba ochran</i>
<i>PS 08-03-41</i>	<i>St.hr.SR, měření spotřeby trakční energie</i>
<i>PS 08-03-42</i>	<i>TNS Střelná, technologie spínaných neutrálů</i>
<i>SO 08-31-01</i>	<i>TNS Střelná, přeložka kanalizace, VaK Vsetín</i>
<i>SO 08-50-01</i>	<i>TNS Střelná, příjezdová komunikace</i>
<i>SO 08-52-01</i>	<i>TNS Střelná, zpevněné plochy</i>
<i>SO 08-52-02</i>	<i>TNS Střelná, HTÚ</i>
<i>SO 08-52-03</i>	<i>TNS Střelná, provizorní zpevněné plochy</i>
<i>SO 08-60-01</i>	<i>TNS Střelná, kabelovod</i>
<i>SO 08-82-01</i>	<i>TNS Střelná, stavební úpravy provozní budovy</i>
<i>SO 08-82-02</i>	<i>TNS Střelná, stavební příprava pro SFC technologii</i>
<i>SO 08-82-03</i>	<i>TNS Střelná, oplocení</i>
<i>SO 08-86-04</i>	<i>TNS Střelná, rozvody VN</i>
<i>SO 08-86-05</i>	<i>TNS Střelná, úprava rozvodů NN a osvětlení</i>
<i>SO 08-86-06</i>	<i>TNS Střelná, rozvody VN a NN po dobu stavby</i>
<i>SO 08-86-07</i>	<i>TNS Střelná, DOÚO a NSS</i>

3.4.6 Rozhraní pro stavební práce

Specifikace vyplývá ze SO 08-82-02 „TNS Střelná, stavební příprava pro SFC technologii“. Architektonicky je budova navržena dle požadavků technologií umístěných uvnitř objektu – jedná se jednopodlažní objekt. Největší půdorysné rozměry objektu jsou 12,88 x 9 m. Zastřešení objektu je tvořeno plochou střechou. Celková výška objektu je 3,44 m nad okolním přilehlým terénem. Materiálově a konstrukčně je objekt navržen jako konstrukce zděná z pórobetonových tvárnic, přičemž kabelový prostor, který se nachází pod úrovní přilehlého terénu je tvořen monolitickou ŽB vanou. Založení objektu je uvažováno na železobetonovou monolitickou vanou na podkladním betonu. U objektu pro SFC technologii jsou pak přistavěny betonové základové desky pro technologie. Prostor pod úrovní přilehlého terénu je použit především jako kabelový prostor, prostory nad touto úrovní pak slouží pro umístění technologií silnoproudého zařízení. Přístup do prostoru je umožněn dveřmi na severovýchodní straně (pozn.: zastavěná plocha je 101 m², obestavěný prostor je 485 m³).

Ze SO 08-82-03 „TNS Střelná, oplocení“ vyplývá řešení oplocení. Oplocení je navrženo z průmyslových panelů s 3D prolisem. Nosnou konstrukci tohoto oplocení tvoří ocelové sloupky ukotvené v terénu do betonových patek. Zabetonované sloupky výšky 2,5 m musí být přesně zarovnané a jejich osová vzdálenost od sebe musí být přesně 2 m.

Na severní straně areálu je navržen vjezd řešený pomocí ocelové brány, která je provedena na šířku pozemní komunikace, vedle brány je pak navržena branka pro pěší. Oplocení navazuje na stávající oplocení.



4 PROVOZNÍ PROSTŘEDÍ A DATA PRO TECHNOLOGII SFC

4.1 Charakteristika prostředí lokality

TNS Střelná se nachází v klimatickém území, které je území zařazeno dle Quitta do klimatických regionů dle Tabulka 3.

Tabulka 3: Klimatické údaje zájmového území [1]

km stavby	kód	název	průměrná teplota °C	suma srážek
počátek úprav – 24,5	MT2	Mírně teplá oblast	6-7	700-800
24,5 – po konec úprav	MT5	Mírně teplá oblast	6-7	600-750

4.2 Charakteristika napájecí nadřazené soustavy – DS 3x 110 kV AC

- Jmenovitá frekvence - 50 Hz +4 %/-6 % (tj. 47 Hz...52 Hz) během 100 % času
- Jmenovité napětí ze strany DS 3x110 kV AC ± 10 % (provozovatel distribuční soustavy EG.D.)
- Jmenovité napětí odběru SFC 3x 22 kV AC
- Základní izolační úroveň (BIL) a odolnost sítě proti špičkám přepětí - PNE 33 3430-5 4. vydání

TNS Střelná - limity zpětných vlivů na DS 110 kV - veškerá elektrická zařízení Žadatele připojovaná na distribuční soustavu 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 trakčního systému - 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
- Nejnížší krátkodobé napětí: 17,5 kV
- Nejnížší 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 100 Cu + NL50 Bz bez ZV
- Dle vzorové sestavy „S“ pro 1x 25 kV AC s frekvencí 50 Hz

Kapacita TV 2 -kolejné trati

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

Impedance TV (bez TNS)

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

4.3.2 Provozní konfigurace TV

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

Varianta 1: - standardní provozní stav

- TNS Střelná (žkm 66,880) se 1x SFC napájí TV samostatně tj. „ostrovní provoz“, který je ohraničen státní hranice ČR/SR (žkm 69,553) z jedné strany a z druhé strany styk soustav Ústí u Vsetína (žkm 48,200). Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Střelná. Délky napájených úseků jsou:
 - TNS Střelná - styk soustav Ústí u Vsetína $l_{TV} = 18,600 \text{ km}$
 - TNS Střelná - státní hranice ČR/SR $l_{TV} = 2,673 \text{ km}$
 - Celková délka napájeného TV $l_{TV} = 21,273 \text{ km}$

Varianta 2: - nový stav v závislosti na připravenosti na straně SR:

- TNS Střelná (žkm 66,880) s 1x SFC napájí TV ve spolupráci s TNS Púchov s TrT tj. „paralelní provoz“ (žkm 21,111 – 0,811, tj. vzdálenost = 20,300 km, pozn.: jiné značení km) z jedné strany a z druhé strany styk soustav Ústí u Vsetína (žkm 48,200). Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Střelná. Délky napájených úseků jsou:
 - TNS Střelná - styk soustav Ústí u Vsetína $l_{TV} = 18,600 \text{ km}$
 - TNS Střelná – TNS Púchov $l_{TV} = 22,973 \text{ km}$
 - Celková délka napájeného TV $l_{TV} = 41,573 \text{ km}$

Varianta 3: - výhledový stav v závislosti na průběhu navazujících staveb:

- TNS Střelná (žkm 66,880) s 1x SFC napájí TV ve spolupráci s TNS Púchov tj. „paralelní provoz“ (žkm 21,111 – 0,811, tj. vzdálenost = 20,300 km, pozn.: jiné značení km) z jedné strany a z druhé strany TNS Valašské Meziříčí (žkm 24,400). Jedná se o stav, kdy je v provozu 1x SFC nebo 2x SFC v TNS Střelná. Délky napájených úseků jsou:
 - TNS Střelná – TNS Valašské Meziříčí $l_{TV} = 42,400$ km
 - TNS Střelná – TNS Púchov $l_{TV} = 22,973$ km
 - Celková délka napájeného TV $l_{TV} = 65,373$ km

4.3.3 Napájecí bod - TNS

V rámci stavby bude rekonstruována TNS Střelná. Výhledová oblast napájení odpovídá schématu napájení na Obrázek 4. TNS Střelná musí být připravena i na výhledový stav napájení.

Připojení TNS Střelná s technologií SFC:

- TNS Střelná je připojena do DS 3x 110 kV AC. SFC jsou připojeny do rozvodny 22 kV.
- Další požadavky k DS jsou uvedeny v kapitole 6.7.

4.4 Charakteristika zabezpečovacího zařízení trati - ZZ

4.4.1 Staniční zabezpečovací zařízení – SZZ

Varianta 1 provozní konfigurace TV zahrnuje na trati číslo 280 železniční stanice Střelná a Horní Lideč. Součástí stavby „St. hr. SR (Střelná) – Vsetín (mimo) – konverze“ budou modernizace SZZ v ŽST Horní Lideč a ŽST Valašská Polanka. V obou stanicích bude vybudováno nové SZZ 3. kategorie dle TNŽ 34 2620 typu elektronické stavědlo a nový systém pro detekci vlaků.

Varianta 3 provozní konfigurace TV dále zahrnuje ŽST Vsetín, ŽST Jablunka, dopravnu Bystřička nz. a ŽST Valašské Meziříčí. V době zpracování TS SFC je realizací stavba „Rekonstrukce ŽST Vsetín“, jejíž součástí je realizace nového SZZ 3. kategorie dle TNŽ 34 2620 a kolejové obvody KOA1 s kódováním a také počítače náprav. Další stanice Jablunka a Valašské Meziříčí jsou řešeny až stavbou „GSM-R + ETCS hranice na Moravě – Horní Lideč – Střelná“.

4.4.2 Traťová zabezpečovací zařízení - TZZ

V traťovém úseku st. hr. ČR/SR – ŽST Střelná (mimo) budou pro detekci vlaku použity kolejové obvody KOA1, u kterých je třeba zajistit kompatibilitu s technologií SFC v TNS Střelná. Podle změny č. 2 TP AŽD 487, 3. vydání, je nutné provozovat KOA1 s funkcí značkování kolejového a místního napájecího napětí. Realizace tohoto úseku souvisí se stavbou na straně ŽSR.

Varianta 2 provozní konfigurace TV s napájením soustavou AC 25 kV, 50 Hz, mezi TNS Střelná – TNS Púchov může být použita až po realizaci stavby ŽSR „Luky pod Makytou – št. hr. ČR KR trakční vedení“ (předpoklad zahájení v roce 2025), kdy budou na traťovém úseku od st. hr. ČR/SR do Púchova v provozu prostředky pro detekci vlaku kompatibilní se střídavou trakční soustavou napájenou měniči SFC v TNS Střelná.

Stavba „St. hr. SR (Střelná) – Vsetín (mimo) – konverze“ bude zahrnovat traťová zabezpečovací zařízení v úsecích Horní Lideč – Valašská Polanka a Valašská Polanka – Vsetín a úvazku nového TZZ do ŽST Vsetín. Nové TZZ bude používat pro kontrolu volnosti

počítače náprav. Na trati bude souběžně probíhat stavba „GSM-R+ETCS Hranice na Moravě – Horní Lideč – Střelná“. Nová kabelizace bude splňovat podmínky podle ČSN 34 2040 ed.2. Pro Variantu 3 provozní konfigurace TV (tedy výhledové použití 1x25 kV AC od TNS Púchov až po TNS Valašské Meziříčí, musí být ukončeny realizace dotčených staveb na úseku od ŽST Vsetín až po ŽST Valašské Meziříčí (zejména ve stavbě „GSM-R + ETCS Hranice na Moravě – Horní Lideč – Střelná“).

4.4.3 Přejezdová zabezpečovací zařízení - PZZ

V úseku dotčeném variantou 1 a 2 provozní konfigurace TV se ve směru na Vsetín nenachází úrovněová křižení dráhy s pozemními komunikacemi.

V úseku dle varianty 3 provozní konfigurace TV, tedy při napájení TV 1x25 kV AC až po TNS Valašské Meziříčí umístěné v km 24,95, je situováno 7 přejezdů. Mezi Vsetínem a zastávkou Jablůnka je staniční přejezd P8060 v km 38,264 a přechod pro pěší P8059 v km 43,415 s kontrolou v ŽST Vsetín. Dále ve směru k zastávce Bystřička nz jsou přejezdy P8058 v km 37,312, P8057 v km 36,255, P8056 v km 34,312 s kontrolou v DK Jablůnka a P8055 v km 33,243 s kontrolou v DK Valašské Meziříčí. V traťovém úseku mezi Bystřička nz – Valašské Meziříčí jsou přejezdy P8054 v km 32,272 a P8053 v km 27,704 s kontrolou v DK Valašské Meziříčí. Na přejezdech P8053, P8054, P8055, P8059, P8060 jsou zabezpečovací zařízení typu AŽD 71 s KO3400 popř. typu PZZ-RE, které nevyhovují podmínkám pro napájení technologií SFC a musí být součástí staveb modernizace traťových úseků.

4.4.4 Vlaková zabezpečovací zařízení - VZZ

Traťový úsek st. hr. SR – ŽST Střelná (mimo) bude vybaven národním vlakovým zabezpečovacím zařízením LS v rámci stavby ŽSR „Luky pod Makytou – št. hr. ČR KR trakčné vedenie“. Také v ŽST Vsetín budou instalované kolejové obvody využity pro přenos kódu národního vlakového zabezpečovacího zařízení LS.

4.4.5 Systém pro detekci vlaků

Z hlediska kompatibility mezi technologií SFC a systémy pro detekci vlaků podle norem řady ČSN EN 50238 budou použity počítače náprav s certifikáty o interoperabilitě. V železniční stanici Vsetín a na pohraničním úseku mezi st. hr. SR – ŽST Střelná bude detekci vlaku zajišťovat Systém kolejových obvodů KOA1, který je v souladu s ČSN EN 50238-2.

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 ochranných trakčního napájecího obvodu.

4.4.8 Trakční kolejová vozidla - EHV/EJ

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 6.8.2, které generují starší koncepce EHV/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 trakčního systému.
- 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 1f trakce. 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 2.4 a 2.4.1. 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.
- ruční zapnutí a vypnutí chladících čerpadel, ventilátorů a vypínačů.
- testy iniciačních pulzů výkonových polovodičových prvků SFC. Index modulace musí být nastavitelný a musí umožnit ověření funkčnosti jednotlivých výkonových 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° (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.

- Řídicí 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 nadřazené 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 trakčním systému 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 zkratovým proudem.

- Zkratový proud z SFC musí být svým tvarem (nikoliv amplitudou) co nejvíce podobný zkratovému proudu ze standardního transformátoru. Proto se zkratový proud z SFC může jevit jako napájení ze stabilního sinusového zdroje za měřenou 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) napětového zdroje.
- Napětový 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.

5.7 Doplnění k systému ochran SFC

V PS 08-03-36 „TNS Střelná, vazba ochran měničů“ a PS 12-03-37 TNS Střelná, ochrana napájecího systému ČEZ jsou uvedeny další detailní informace k systému ochran.

6 PROVOZNÍ POŽADAVKY NA TECHNOLOGII SFC

- Provozní požadavky vychází z kapitoly 2.4 a 2.4.1.

6.1 Požadavky na popisy a značení

- Všechny popisy, tabulky, grafy, schémata, značky (pozn.: včetně schématických značek) a značení částí SFC včetně pomocných systémů a zařízení musí odpovídat provozním zvyklostem u Zákazníka tj. SŽ.
- 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 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 je totožné špičkovým zatížením SFC.
- SFC musí být dimenzován pro zpětný tok energie až do DS 3x110 kV AC do jmenovitého zatížení SFC.
- SFC musí být dimenzováno na primární vstupní straně 22 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 Střelná musí splňovat podmínku s SFC 2x 20 MW při udržení $\cos \varphi = 0,95 - 1,00$ induktivního charakteru na vstupní straně 22 kV AC.
- Napětí u trakčního systému 1x 25 kV AC s frekvencí 50 Hz musí být v souladu s ČSN EN 50163 ed. 2. a ČSN EN 50124, tj. nejnižší krátkodobé napětí 17,5 kV, nejnižší trvalé napětí 19,0 kV, nejvyšší trvalé napětí 27,5 kV, nejvyšší krátkodobé napětí 29,0 kV.

6.3 Požadavky na účinnost

- 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

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

6.5 Požadavky na provozní dostupnost a spolehlivost

- 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

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.

V rámci řešení TNS byla provedena hluková studie [3] hodnotící vliv záměru výstavby TNS Střelná na nejbližší obytnou zástavbu. Stavební záměr prezentuje úpravu stávající a výstavbu nových technologických budov a venkovních stání s novými technologiemi SFC.

TNS bude obsahovat čtyři velké transformátory, které budou umístěny na zastřešených stanovištích v místě stávající budovy. Významnými zdroji budou také další technologie filtrů, výměníků tepla a reaktorů umístěné severně od stání transformátorů. Součástí technologií jsou také klimatizační jednotky (dvě vždy na střeše menší z budov = celkem čtyři jednotky).

Na základě výpočtového modelu nebylo predikováno překročení hygienického limitu. Tónová složka je přímo u jednotlivých zdrojů očekávána a vzhledem k blízkosti výpočtových bodů je očekávána také ve výpočtových bodech. Proto je použit snížený hygienický limit. I přesto nedošlo k překročení limitu, a to s rezervou min. 6 dB během noční a 16 dB během denní doby. Na základě výsledků nebyla navrhována žádná protihluková opatření.

6.7 Požadavky na straně napájecí 22 kV (včetně DS 3x110 kV)

6.7.1 Požadavky na jalový výkon

- Jalový výkon se mění podle požadavků sítě ($\cos \varphi = 0,95 - 1,0$)
- SFC musí být dimenzováno na primární vstupní straně 3x 22 kV AC výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS 3x110 kV 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

Limity pro úroveň zpětných vlivů způsobovaných jedním odběratelem z DS 3x 110 kV stanovuje, PNE 33 3430 - 0. 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.

6.7.3 Požadavky na EMC

- 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 $Z_{HDO} = 1210 \Omega$.

6.8 Požadavky na straně 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 provozované na železniční síti ČR. Dále SFC musí být schopno kompenzovat vliv TV pro všechny běžné provozní stavy včetně výhledového napájení v oblasti.

6.8.2 Požadavky na harmonické

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 4.

Tabulka 4: 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 trakční sítě musí být Dodavatelem zahrnuto do návrhu SFC a jeho komponentů.
- Limity emisí definované Zákazníkem musí být prokazatelným způsobem – formou protokolu z měření nebo simulace dodány Dodavatelem.

6.8.3 Požadavky na EMC

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

6.8.4 Požadavky ze strany zabezpečovacího zařízení

Použitím technologie SFC pro napájení TV může dojít k ovlivnění zabezpečovacího zařízení, zejména systémů pro detekci vlaků. Z tohoto důvodu musí být možnost ovlivnění systémů pro detekci vlaků technologií SFC posouzena.

Kolejové obvody - KO

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 s reléovým přijímačem, např. typu KO-3400, KO-3401, KO-3600 a KO-4300, jsou považovány za „starší kolejové obvody“ podle ČSN 34 2613 ed. 3 a kolejové obvody s elektronickým přijímačem EFCP nebo KOA1 typu, např. KO-6301 a KO-6401, jsou považovány za perspektivní kolejové obvody. Je předpoklad, že s technologií SFC mohou být kompatibilní pouze kolejové obvody KOA1 s aktivovanou funkcí značkování podle 3. vydání TP AŽD 487 ve znění změny č. 2.

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 až 56) kHz, které jsou používány u přejezdového zabezpečovacího zařízení.

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 Prováděcího nařízení komise (EU) č. 402/2013 a navrhovatel (pozn.: Vzhledem k vazbě na konkrétní použitou technologii SFC a znalostem jejího chování by se mělo jednat o Dodavatele nebo výrobce této technologie) uvedené změny, by na základě použité konkrétní technologie SFC musly realizovat postupy podle uvedeného prováděcího zařízení a podle ČSN EN 50126-1. Pro posouzení kompatibility technologie SFC a KO platí normy ČSN 50238-1 a ČSN CLC/TS 50238-2 (pozn: Uvedené normy řeší kompatibilitu vozidel a kolejových obvodů, a mohou být určitým způsobem vodítkem pro stanovení postupu a principu pro posouzení kompatibility technologie SFC a kolejových obvodů.), 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 diskuze s Dodavatelem technologie SFC.

Počítače náprav - PN

Vzhledem k použitému principu u počítačů náprav (PN) (použití magnetického pole dvou systémů, které je ovlivněno okolím projíždějícího kole železničního vozidla) se nepředpokládá, že by použití technologie SFC mělo nějaký negativní vliv na tento systém pro detekci vlaků. Obecně jsou požadavky na vzájemnou kompatibilitu PN a dalších

subsystémů uvedeny v ČSN CLC/TS 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 Výkonová elektronika SFC

- SFC musí být navržen na jmenovitý činný výkon, jak je definováno kapitole 6.2.
- Technologie, dimenzování a výběr komponentů SFC musí provést Dodavatel tak, aby zajistil splnění požadavků definovaných zejména v kapitole 2.4, 2.4.1, 5, 6, 7 a 8, a to vše s ohledem na kapitolu 4.
- Dodavatel provede redundanci SFC dle požadavků v kapitole 2.4.1.
- SFC musí být vybaven odpovídajícím systémem chránění pro vlastní ochranu a ochranu systému proti potenciálním nebezpečným provozním režimům.

7.2 Výkonový 3f transformátor SFC

- Návrh transformátoru SFC musí uvažovat s podmínkami okolí, jak je definováno v kapitole 4. Další upřesnění je uvedeno v projektové dokumentaci.
- 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.

7.3 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 TrS a díky impedanci transformátoru brání průniku případných DC proudů do AC trakčního systému.

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 TrS 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 připojovacích podmínek nebo norem.
- Návrh komponent harmonických filtrů musí být navrženy pro data sítě, jak je definováno v kapitolách 4.

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, kapitola 6.6. 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 elektrodispečinku (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 opětnému 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 kontrolery, 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 a dostatečným časem záznamu před a po spuštění záznamu, pro umožnění diagnostiky vnějších i vnitřních poruch SFC nebo událostí. Záznam přechodových stavů musí být dostupný pro vyhodnocení pro možnou analýzu uživatelem.

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 říditelné 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

- Síťové 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, v tomto případě ED Přerov. 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 elektrodispečink (ED) – Přerov.

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 s využitím VPN pro počítač vybraného SFC, tento přístup bude mít provedeno zabezpečení ve vztahu ke kybernetické bezpečnosti.

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 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 zemní body v případném 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 na SFC

- Při testech musí být vždy přítomen zástupce Dodavatele SFC, 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/zástupců.
- Prohlídky, kontroly a testy jsou plánovány pro ověření, že SFC vyhovuje požadavkům specifikovaným Zákazníkem. Hlavní cílem bude, zda bylo dosaženo zamýšlené funkčnosti a parametrů, ale i EMC.
- Zákazník obdrží v etapě, kdy již je odsouhlaseno finální řešení SFC v TNS Střelná, „Celkový plán prohlídek, kontrol, zkoušek a testů nebo Celkový inspekční a zkušební plán (ITP) pro SFC“ – obsahuje všechny plány prohlídek, kontrol, zkoušek a testů v minimálním rozsahu: název zkoušky/testu, termín, místo provedení, podmínky provedení, časová náročnost, datum vystavení protokolu.
- ITP musí zahrnovat minimálně: pravidelné tovární a přejímací zkoušky, integrační tovární přejímací zkoušky, tovární přejímací zkoušky, zkoušky uvedení do provozu, zkoušky výkonu SFC, zkoušky EMC. ITP zahrnuje testy FAT, SAT a další.
- Celkový plán prohlídek, kontrol, zkoušek a testů musí zahrnovat i plán pro kontrolu kompatibility odsouhlasený od Zákazníka.
- Všechny hlavní testy musí být oznámeny v předstihu nejméně 8 týdnů před předpokládaným termínem testu. Zákazník si vyhrazuje právo účasti na testech a dále má 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.

8.2 Požadavky na model SFC

- 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.
- Zákazník požaduje pro SW ladění model trakčního vedení, který bude možné uchovat pro další využití při návrh systému ochrany. Zákazník bude mít tento model k dispozici v odpovídající kvalitě a SW formátu.

8.3 Požadavky na plán prohlídek a testů SFC

- Dodavatel musí dodat Zákazníkovi Plán prohlídek a testů (PPT) pro schválení. PPT musí identifikovat všechny ověřované a dokladované body prohlídky v průběhu výroby, testování a uvádění do provozu.

PPT musí minimálně obsahovat zahrnovat:

- Seznam prováděných testů
- Odpovídající ověřované a dokladované body
- Předpokládaný termín provedení testů

Test 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.

8.3.1 Požadavky na testy standardní a Factory Acceptance Testing - FAT

- Dodavatel musí provést standardní „tovární“ testy 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
- Standardní 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 standardních testů
- Seznam vad z výroby

8.4 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.

Po ověřovacích testech musí následovat vlastní uvádění do provozu.

Ověřovací testy musí minimálně zahrnovat:

- Testy pod zatížením (provoz vlaků na straně TrS)
- Měření zpětných trakčních proudů v ochranných kmitočtových pásmech perspektivních KO (73 až 77) Hz, (273 až 277) Hz, pro vysokofrekvenční KO (44 až 56) kHz a pro národní vlakový zabezpečovač LS v pásmu (66 až 83) Hz podle ČSN 34 2613 ed. 3
- Provedení měření podle požadavků Zákazníka (tj. harmonické, účinnost, atd.)
- Zkušební provoz
- Období zkušebního provozu musí trvat minimálně 8 týdnů.

9 DOKUMENTACE K TECHNOLOGII SFC

Dokumentace musí zahrnovat v jednotlivých etapách následující části, viz níže. Dokumentace musí být provedena v českém jazyce na dostatečné odborné jazykové úrovni.

9.1 Dokumentace pro nabídku

- S nabídkou
 - Technický popis a řešení SFC včetně všech souvisejících zařízení
 - Technický popis systému řízení a chránění
 - Předběžný přehled zapojovacích jednopólových schémat
 - Předběžný návrh dispozice SFC a rozměrů
- Dále v rámci nabídky bude dokumentace zahrnovat:
 - Předpokládaný servisní plán prací
 - Obsah dodávky (součásti)
 - Předpokládaná doba dodání (počet měsíců)
 - Doba instalace (počet měsíců)
 - Předpokládaná doba testování v místě instalace (počet měsíců)
 - Předpokládaná doba zkušebního provozu (počet měsíců)
 - Záruční doba SFC (počet měsíců)
 - Servisní cyklus (počet měsíců)
 - Zákaznická podpora – údržba, servis, školení (počet měsíců)

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
 - Záписы zkoušek / testů
 - Záписы z FAT

- 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

- Zákazník po dohodě s Dodavatelem musí specifikovat požadavky a rozsah na školení včetně počtu osob.
- Na místě stavby musí být proveden zácvik v délce 5 dnů, který bude zahrnovat minimálně následující body (časový harmonogram bude upřesněn a zpracován na základě dohody mezi Zákazníkem a Dodavatelem):
 - Technické informace o SFC
 - Provoz a řízení SFC
 - Odstraňování problémových situací
 - Údržba SFC
 - Praktické školení s ukázkami konkrétního řešení/manipulace
 - Praktické detailní školení na řízení SFC a jeho ovládání včetně nastavování P,Q křivek
 -
- Rozsah zácviku obsluhy musí mít Zákazník možnost dále upravit na základě případných změn v rámci sítě.
- Pro Zákazníka je důležité, aby obsluhy absolvovaly toto školení, které bude již při zkušebním provozu SFC.

11 DLOUHODOBÁ SERVISNÍ SMLOUVA PRO TECHNOLOGII SFC

11.1 Náhradní díly

- V rámci nabídky musí být předložená nabídka doporučené sady náhradních dílů
- Dodavatel musí specifikovat doporučené náhradní díly včetně jejich počtu

11.2 Referenční dokumenty

- Dodavatel předloží v rámci nabídky minimálně 1x referenční projekt pro aplikaci SFC pro trakční napájecí systém 1x 25 kV, 50 Hz, která je již v provozu.

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 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]	Soubor dokumentace „Státní hranice Slovenská republika (Střelná) – Vsetín (mimo) – konverze“
[2]	Státní hranice Slovenská republika (Střelná) – Vsetín (mimo) – konverze“– B.10 Energetické výpočty
[3]	Akustická studie - „Státní hranice Slovenská republika (Střelná) – Vsetín (mimo) - konverze, SUDOP BRNO, spol. s r. o., říjen 2022
58604/00 – O13	Metodický pokyn ČD - Protihlukové stěny a valy, č.j. 58 604/00 - O13
ČSN 2631-1	Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím
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 5349-1	Měření a hodnocení expozice vibracím přenášených na ruce
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 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 stanicí) a drážními vozidly pro dosažení interoperability
ČSN EN 60 865-1 ed.2	Zkratové proudy - Výpočet účinků - Část 1: Definice a výpočetní metody.
ČSN EN 60 909-0	Zkratové proudy v trojfázových soustavách – Část 0: Výpočet proudů
ČSN EN 60071-1 ed.2	Koordinace izolace - Část 1: Definice, principy a pravidla
ČSN EN 60071-2	Elektrotechnické předpisy - Koordinace izolace - Část 2: Pravidla pro použití
ČSN EN 61 140 ed. 2	Ochrana před úrazem elektrickým proudem - Společná hlediska pro instalaci a zařízení
ČSN EN 61 378-1	Transformátory pro měniče – Část 1: Transformátory pro průmyslové použití
ČSN EN 61 850-10 ed. 2	Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech - Část 10: Zkoušky shody
ČSN EN 61 850-3	Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích - Část 3: Všeobecné požadavky
ČSN EN 61 850-4	Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích - Část 4: Systémové a projektové řízení
ČSN EN 61 850-5	Komunikační sítě a systémy v podřízených stanicích - Část 5: Požadavky na komunikaci pro funkce a modely zařízení
ČSN EN 61 850-7-1 ed. 2	Komunikační sítě a systémy pro automatizaci v energetických společnostech - Část 7-1: Základní komunikační struktura - Zásady a modely
ČSN EN 61 936-1	Elektrické instalace nad AC 1 kV – Část 1: Všeobecná pravidla
ČSN EN 62 271-1	Vysokonapěťová spínací a řídicí zařízení – Část 1: Společná ustanovení
ČSN EN ISO 3095	Železniční aplikace – Akustika – měření hluku vyzařovaného kolejovými vozidly
ČSN ISO 10847	Akustika – Určení vložného útlumu venkovních protihlukových clon všech typů
ČSN ISO 1999	Stanovení expozice hluku na pracovišti a posouzení zhoršení sluchu vlivem hluku
ČSN ISO 9612	Akustika - Směrnice pro měření a posuzování expozice hluku v pracovním prostředí metodika Metodické pokyny pro výpočet hladin hluku z dopravy
DIN / VDE 40008	Electrical engineering; safety signs; survey
DIN 31000 / VDE 1000	General guide for designing of technical equipment to satisfy safety requirements
EN 50121 (2016)	Railway applications – Electromagnetic compatibility
EN 50124	Railway applications – Insulation co-ordination
EN 50178	Electronic equipment for use in power installations
EN 50327	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Harmonizace jmenovitých hodnot pro skupiny SFC a zkoušky na skupinách SFC
EN 50329	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Trakční transformátory
EN 50388	Railway Applications – Power supply and rolling stock – Technical criteria for the coordination between power supply (substation) and rolling stock to achieve interoperability
EN 60204	Safety of machinery - Electrical equipment of machines – Part 1: General requirements
ICNIRP	Guidelines for Limiting Exposure to Time-Varying Electric, Magnetic, and Electromagnetic Fields (up to 300 GHz). 2010. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection
IEC / EN 60664	Insulation coordination for equipment within low-voltage systems
IEC 60071	Insulation co-ordination
IEC 60076	Power transformers

IEC 60146-2/EN 60146	Semiconductor converters – Part 2: Self-commutated semiconductor converters including direct d.c. converters
IEC 60364-6-61	Electrical installations of buildings – Part 6: Verification – Chapter 61: Initial verification
IEC 60439	Low voltage switchgear and control gear assemblies
IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
IEC 60694	Common specifications for high-voltage switchgear and control gear standards
IEC 60721 / EN 60721	Classification of environmental conditions
IEC 60871	Shunt capacitors for a.c. power systems having a rated voltage above 1000 V
IEC 67071	Capacitors for power electronics
PNE 33 3430-0	Výpočetní hodnocení zpětných vlivů odběratelů a zdrojů distribučních soustav
PNE 33 3430-1 3.vydání	Parametry kvality elektrické energie – část 1: harmonické a mezipharmonické, 2. vydání, účinnost od: 2004-01-01.
PNE 33 3430-6 3.vydání	Parametry kvality elektrické energie – část 6: Omezení zpětných vlivů na hromadné dálkové ovládání
SŽ PPD-03/2021	Pokyn provozovatele dráhy k zajištění plynulé a bezpečné drážní dopravy. Podmínky provozu rekuperace EHV/EJ na trakčních soustavách AC 25 kV 50 Hz a 3 kV DC
S 501/2010-OKS	Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah, kapitola 16 - Protihluková opatření, ČD divize dopravní cesty o.z.
SŽDC (ČSD) SR34(E)	Nastavování, provoz a údržba reléových ochran
SŽDC E3	Předpis pro trakční napájecí a spínací stanice
TNI IEC/TR 61200-52	Pokyny pro elektrické instalace – Část 52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Výběr soustav a způsoby kladení vedení
TNŽ 73 6334	Oplocení a zábradlí na drahách celostátních a regionálních
Vyhláška č.499/2006 Sb.	O dokumentaci staveb
Vyhláška č.500/2006 Sb.	O územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti
Vyhláška č.501/2006 Sb.	O obecných požadavcích na využívání území
Zákon č. 22/1997 Sb.	O technických požadavcích na výrobky
Zákon č.183/2006 Sb.	O územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
Zákon č.184/2006 Sb.	O odnětí nebo omezení vlastnického práva k pozemku nebo ke stavbě (zákon o vyvlastnění)
TKP	Soubor technických kvalitativních podmínek staveb státních drah
Zákon č. 458/2000 Sb.	Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) v platném znění
Vyhláška č. 100/1995 Sb.	Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení)
Pravidla provozování DS	EG.D. Distribuce a.s., 2016 vč. doprovodných příloh č.1 – 7. https://www.eon-distribuce.cz/predpisy-smlouvy-pro-elektřinu - kapitola „Pravidla provozu distribučních soustav“.
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-GR	Aplikace novel vyhlášek o dokumentacích staveb, č.j.25865/2019-SŽDC-GR-O6 ze dne 15. 5. 2019, s účinností od 16. 5. 2019,
Předpis SŽDC D1	Dopravní a návěsní předpis, č.j. 55738/2012-OZRP 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-SŽDCGR-O15, ze dne 20. 6.2019, s účinností od 25. 6. 2019, v platném znění

14 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Situace umístění TNS Střelná (TM stávající/ TNS s SFC) v oblasti	8
Obrázek 2: Schéma napájení v lokalitě TNS Střelná při energetických simulacích [2]	9
Obrázek 3: Principiální schéma pro návrh TS SFC pro TNS Střelná	10
Obrázek 4: Napájení úseků tratí ve sledované oblasti	14
Obrázek 5: Dispozice technologických zařízení (půdorys) [1]	19
Obrázek 6: TNS Střelná blokové schéma úprav [1]	20
Obrázek 7: TNS Střelná, stavební příprava pro SFC technologii [1]	22
Obrázek 8: TNS Střelná, situace [1]	24

15 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Přehled věcných a časových vazeb staveb v oblasti	14
Tabulka 2: Vybrané související části projektu s instalací technologie SFC	22
Tabulka 3: Klimatické údaje zájmového území [1]	25
Tabulka 4: Procentní podíl harmonických ve spektrech S_1 a S_2	36