

Jiná ověření:		Paré:	
Orientační schéma:		Razítko oprávněné osoby:	
		Podpis: Datum:	
Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
000	15.05.2024	Definitivní odevzdání dokumentace	Ing. Petr Kortýš
<div><div><div>Stavebník/Investor:</div><div>Adresa:</div><div>Zástupce investora:</div><div>Adresa:</div></div><div><div>Správa železnic, státní organizace</div><div>Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1</div><div>Stavební správa východ</div><div>Nerudova 773/1, 779 00 Olomouc</div></div><div><div></div><div><div>SPRÁVA</div><div>ŽELEZNIC</div></div></div></div>			
<div><div><div>Zhotovitel díla:</div><div>Adresa:</div><div>Kontakt:</div></div><div><div>SUDOP BRNO, spol. s r.o.</div><div>Kounicova 26, 611 36 Brno</div><div>T: +420 972 625 804</div><div>E: sudop@sudop-brno.cz</div></div><div><div></div><div><div>SUDOP BRNO</div></div></div></div>			
<div><div><div>Zhotovitel částí/objektu:</div><div>Adresa:</div><div>Kontakt:</div></div><div><div>SUDOP BRNO, spol. s r.o.</div><div>Kounicova 26, 611 36 Brno</div><div>T: +420 972 625 804</div><div>E: sudop@sudop-brno.cz</div></div><div><div></div><div><div>SUDOP BRNO</div></div></div></div>			
Hlavní projektant (HIP):		Ing. Radoslav Molák	Specialista: Ing. Jan Zářecký
<div><div><div>Název stavby/akce:</div><div>Název části:</div><div>Název objektu/díleč části:</div><div>Název přílohy:</div><div>Název díleč části přílohy:</div></div><div><div><div>Zvýšení dostupnosti výkonu TNS</div><div>Nedakonice v systému AC 25 kV</div><div>Silnoproudá technologie trakčních napájecích stanic</div><div>TNS Nedakonice, technologické zařízení</div><div>Specifikace měniče</div><div>Zpracovatel přílohy:</div><div>Ing. Vítězslav Šimáček</div><div>Katastrální území:</div><div>viz. příloha A.</div></div><div><div>Měřítko: -</div><div>Formáty: -</div><div>TUDU:</div><div>viz. příloha A.</div></div><div><div>Označení investora:</div><div>S622000551</div><div>Zakázka:</div><div>23070-01</div><div>Označení části:</div><div>D.1.3.3</div><div>Označení objektu/komplexu:</div><div>Objekty dle seznamu</div><div>PK 12-03-14</div><div>Číslo přílohy (typ/pořadí):</div><div>3. 001</div><div>Stupeň dokumentace:</div><div>DUSL</div><div>Smluvní datum zpracování:</div><div>15.05.2024</div></div></div></div>			
<div><div>Označení investora:</div><div>S622000551</div><div>Stupeň dokumentace: Část:</div><div>DUSLX</div><div>Objekt:</div><div>PK120314</div><div>Podobjekt:</div><div>X</div><div>Příloha:</div><div>3001</div><div>Revize:</div><div>000</div></div>			

Zvýšení disponibilít výkonu TNS Nedakonice v systému AC 25 kV

D.1.3. SILNOPROUDÁ TECHNOLOGIE VČETNĚ DŘT

D.1.3.3 – SILNOPROUDÁ TECHNOLOGIE TRAKČNÍCH NAPÁJECÍCH STANIC

PK 12-03-14 TNS NEDAKONICE, TECHNOLOGICKÉ ZAŘÍZENÍ

Dokumentace pro společné povolení dle liniového zákona (DUSL)

Technicko-obchodní specifikace SFC

Hlavní inženýr projektu:

Ing. Radoslav Molák

Zástupce hlavního inženýra projektu:

Ing. Jan Zářecký

Zpracoval:

Ing. Vítězslav Šimáček

Datum:

Květen 2024

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	6
NÁZVOSLOVÍ A DEFINICE.....	8
1 VŠEOBECNÁ ČÁST STAVBY PRO SFC.....	9
1.1 Popis stávajícího stavu	9
1.2 Popis nového stavu	10
2 TECHNICKÁ ČÁST STAVBY PRO SFC.....	13
2.1 Definování podmínek pro SFC.....	13
2.1.1 Doplnění k definování podmínek	14
2.2 Účel a cíl nasazení SFC.....	14
2.3 Principiální popis funkcí a řešení SFC	15
2.4 Lokalita a dispozice SFC.....	17
3 ROZSAH A ROZHRAŇÍ DODÁVKY SFC	19
3.1 Rozsah SFC.....	19
3.1.1 Rozsah dodávek Dodavatele	19
3.1.2 Rozsah dodávek Zákazníka	20
3.2 Rozhraní pro SFC	20
3.2.1 Rozhraní vůči rozvodně 3x110kV, 50Hz	21
3.2.2 Rozhraní vůči rozvodně 1x25kV, 50Hz	21
3.2.3 Rozhraní pro ovládání a řízení.....	21
3.2.4 Rozhraní pro pomocné napájení	21
3.2.5 Rozhraní pro diagnostiku a monitoring.....	21
3.2.6 Rozhraní pro sousední zařízení a části stavby	21
3.2.7 Rozhraní pro stavební práce.....	23
4 PROVOZNÍ PROSTŘEDÍ A CHARAKTERISTIKY PRO SFC	24
4.1 Charakteristika prostředí.....	24
4.2 Charakteristika vstupní soustavy 3x110kV, 50Hz.....	25
4.3 Charakteristika výstupní soustavy 1x25kV, 50Hz	26
4.3.1 Trakční vedení	27
4.3.2 Provozní konfigurace TV.....	27
4.3.3 Připojení SFC.....	28
4.4 Zabezpečovací zařízení.....	28
4.4.1 Staniční zabezpečovací zařízení.....	28
4.4.2 Traťová zabezpečovací zařízení	28
4.4.3 Přejezdová zabezpečovací zařízení.....	29
4.4.4 Vlaková zabezpečovací zařízení.....	29
4.4.5 Schéma napájení trakční sítě.....	29
4.4.6 Trakční kolejová vozidla	29
5 POŽADAVKY NA SFC Z HLEDISKA CHOVÁNÍ A CHARAKTERISTIK	30
5.1 Provozní stavy SFC.....	30
5.1.1 Funkce a parametry SFC.....	30

5.2	Provozní režimy SFC	32
5.3	Omezení zatížení SFC.....	33
5.4	Funkční testy SFC.....	33
5.5	Řídící režimy SFC.....	34
5.5.1	Řízení napětí	34
5.5.2	Řízení zátěžového úhlu.....	34
5.5.3	Paralelní provoz a rozdělení zátěže	34
5.6	Interoperabilita - komunikační protokol	34
5.7	Události v soustavě 3x110kV, 50Hz.....	35
5.7.1	Chování SFC při poruše.....	35
5.8	Události v soustavě 1x25kV, 50Hz.....	35
5.8.1	Chování SFC při poruše.....	35
5.8.2	Chování SFC při ztrátě zatížení	35
6	POŽADAVKY NA SFC Z HLEDISKA PROVOZU.....	36
6.1	Požadavky na druhy provozu SFC.....	36
6.1.1	Místní provoz.....	36
6.1.2	Dálkový provoz	36
6.1.3	Ústřední provoz	37
6.1.4	Vzdálený přístup	37
6.2	Požadavky na výkony.....	37
6.3	Požadavky na účinnost	37
6.4	Požadavky na akustický hluk	37
6.5	Požadavky na servisní cyklus	39
6.6	Požadavky na provozní dostupnost a spolehlivost.....	39
6.7	Požadavky ze strany 3x110kV, 50Hz.....	39
6.7.1	Požadavky na jalový výkon	39
6.7.2	Požadavky na harmonické	39
6.7.3	Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu	40
6.8	Požadavky ze strany 1x25kV, 50Hz.....	40
6.8.1	Požadavky na jalový výkon	40
6.8.2	Požadavky na harmonické	40
6.8.3	Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu	40
6.8.4	Požadavky ze strany zabezpečovacího zařízení.....	41
7	POŽADAVKY NA POMOCNÉ SYSTÉMY A ZAŘÍZENÍ PRO SFC.....	42
7.1	Požadavky na popisy a značení	42
7.2	Požadavky na výkonový 3f transformátor	42
7.3	Požadavky na výkonovou elektroniku	42
7.4	Požadavky na výkonový 1f transformátor	43
7.5	Požadavky na filtry harmonických.....	43
7.6	Požadavky na chladicí systém	43
7.7	Požadavky na systém ventilace a klimatizace	43
7.8	Požadavky na systém chránění a řízení	44

7.9	Požadavky na stavební práce	45
7.10	Požadavky na krytí.....	45
7.11	Požadavky na uzemnění	45
8	KONTROLY, TESTY, AKCEPTACE, UVEDENÍ DO PROVOZU SFC	46
8.1	Požadavky všeobecné.....	46
8.2	Požadavky na model.....	46
8.3	Požadavky na plán prohlídek a testů.....	47
8.4	Požadavky na testy v místě výroby.....	47
8.5	Požadavky na uvedení do provozu	48
9	DOKUMENTACE K SFC.....	50
9.1	Dokumentace pro nabídku	50
9.2	Dokumentace Dodavatele pro Zákazníka.....	50
10	ŠKOLENÍ A ZÁCVIK	52
11	OSTATNÍ POŽADAVKY	53
11.1	Záruční podmínky a servis v době záruky.....	53
11.2	Náhradní díly	53
11.3	Servisní smlouva	53
11.4	Referenční dokumenty	53
11.5	Další podmínky pro Dodavatele	53
12	SEZNAM DOKUMENTŮ, NOREM, PŘEDPISŮ A VYHLÁŠEK	54
13	SEZNAM OBRÁZKŮ	60
14	SEZNAM TABULEK	61

SEZNAM ZKRATEK

1f	jednofázový
3f	třífázový
AC	alternating current/střídavý proud
BAL	balancer/symetrizátor
BD	base design/základní projektová dokumentace
DC	direct current/stejnoseměrný proud
DŘT	dispečerská řídicí technika
DS	distribuční soustava
ED	elektro dispečink
EE	elektrická energie
EG.D.	provozovatel distribuční soustavy
EHV	elektrické hnací vozidlo
EJ	elektrická jednotka
EMC	elektromagnetická kompatibilita
FAT	factory acceptance test/výrobní testy před odesláním
FKZ	filtračně kompenzační zařízení
FTR	factory test report report/výrobní protokol s výsledky testu
HDO	hromadné dálkové ovládání
HS	hluková studie
HW	hardware
ITP	inspection and test plan/inspekční a zkušební plán
KO	kolejový obvod
MŘS	místní řídicí systém
PDS	provozovatel distribuční soustavy
PHS	protihluková stěna
PN	počítače náprav
PPT	plán prohlídek a testů
PZZ	přejezdové zabezpečovací zařízení
SAT	site acceptance testing/ soubor testů při uvádění do provozu
SFC	static frequency converter/statický frekvenční měnič
SKŘ	systém kontroly řízení
SpS	spínací stanice
SW	software
SZZ	staniční zabezpečovací zařízení
SŽ	Správa železnic, státní organizace
TNS	trakční napájecí stanice
TrS	trakční systém
TrT	trakční transformátor
TS	technická specifikace
TV	trakční vedení
TZZ	traťové 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 statického frekvenčního měniče (SFC)
Zhotovitel:	Dodavatel stavby

1 VŠEOBECNÁ ČÁST STAVBY PRO SFC

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

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

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

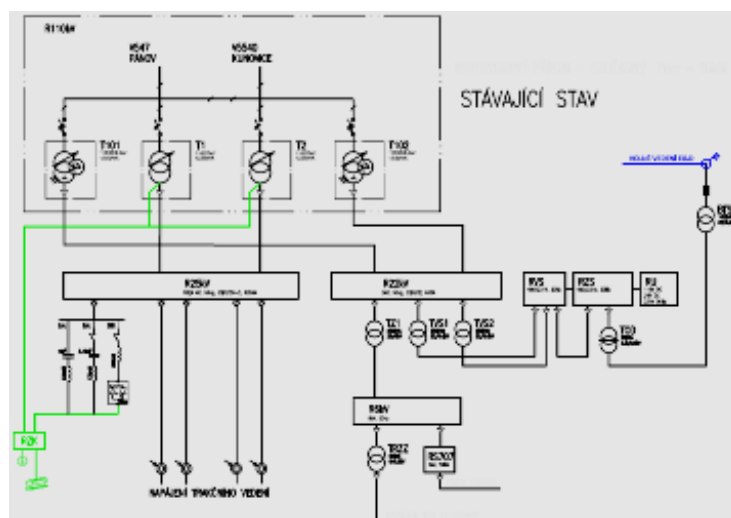
Pro výběr vhodné technologie napájení pro sledovanou trakční napájecí stanici (TNS) Nedakonice byly provedeny energetické výpočty [2] formou simulace s využitím SW OpenTrack a OpenPowerNet, který je využíván pro simulace napájecích systémů pro železniční infrastrukturu.

TNS Nedakonice je součástí stavby s názvem „Zvýšení dostupnosti výkonu TNS Nedakonice v systému AC 25kV“.

1.1 Popis stávajícího stavu

V současnosti TNS Nedakonice slouží pouze pro napájení trakčního systému 1x25kV, 50Hz. V předcházejících posledních letech byla v rámci stavby „Změna trakční soustavy na AC 25kV, 50Hz v úseku Nedakonice – Říkovice“ provedena demontáž napájecí části pro soustavu 3kV DC. V TNS Nedakonice je umístěna venkovní rozvodna 110kV, ze které jsou napájeny čtyři transformátory 110kV. Dva transformátory T101 a T102, 110/23kV o výkonu 12,5MVA slouží pro napájení vlastní spotřeby TNS a v budoucnosti budou využity pro napájení Lokální distribuční sítě železnice (LDSŽ) 22kV. Další dva transformátory T1 a T2, 110/27,5kV o výkonu 12,5MVA slouží pro napájení TrS 1x25kV, 50Hz. Oba tyto transformátory jsou napojeny na fáze L1, L3. Nicméně paralelní chod transformátorů nelze využívat, na straně 25kV jsou systémy napájení rozpojené. Případné paralelní napájení trakčního systému (TrS) 1x25kV, 50Hz oběma transformátory současně (směr TNS Otrokovice a směr TNS Břeclav) nelze využít pro příliš velkou nesymetrii odběru.

Vlastní schéma zapojení TNS Nedakonice ve stávajícím stavu reprezentuje Obrázek 1.



Obrázek 1: Schéma zapojení TNS Nedakonice – stávající stav [1]

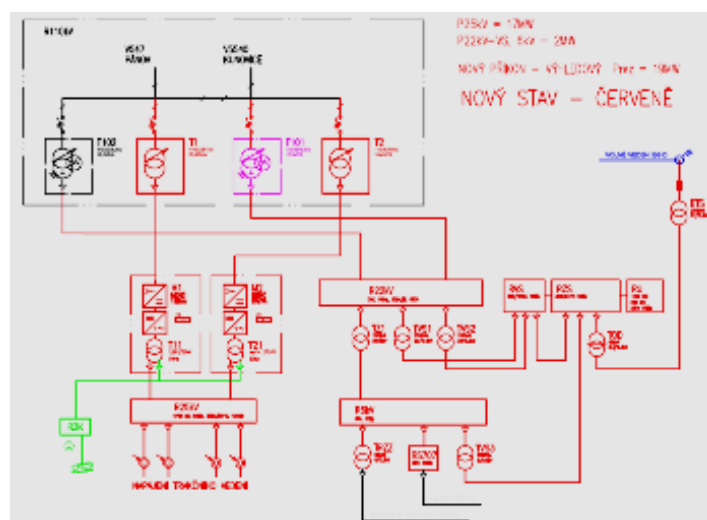
Rozvodna 25kV je ve venkovním provedení, vybavená dvěma přívodními poli, čtyřmi poli vývodovými, podélnou spojkou a filtračně kompenzačním zařízením (FKZ). Regulátor kompenzace u FKZ je umístěn v samostatném domku vedle rozvodny 110kV. Zařízení vlastní spotřeby, rozvaděče sdělovací, systém kontroly řízení (SKŘ) a dispečerská řídicí technika (DŘT) včetně technologického zázemí jsou umístěny ve stávající technologické budově, která bude v rámci této stavby odstraněna.

1.2 Popis nového stavu

Nový stav představuje úpravu a doplnění TNS Nedakonice tak, aby splňovala požadavky na napájení TrS 1x25kV, 50Hz podle zpracovaných Energetických výpočtů [2] a jejich výsledků při současném splnění podmínek odběru distributora, Studie připojitelnosti [3]. V rozvodně 110kV budou provedeny nezbytné úpravy a doplnění tak, aby mohly být v TNS Nedakonice instalovány dva SFC s výkonem 15MVA. Pro transformaci napětí na hladinu 23kV se využijí stávající transformátory. S ohledem na novou dispozici a použití SFC dojde k přesunu stávajících transformátorů 110/23kV do jiných stání. Stávající stání mají rozdílné rozchody kolejí a to 1900mm a 1435mm. U stávajícího transformátoru T101 bude provedena úprava rozchodu na 1435mm a bude přesunut na stanoviště T102. U stávajícího transformátoru T102 není úprava rozchodu na 1435mm možná. Transformátor T102 bude přesunut na stanoviště původního transformátoru T2. Jednotlivé etapy výstavby jsou uvedeny v dokumentaci [1], detailně v D.1.3.3, TNS Nedakonice, Technologické zařízení (PK 12-03-14) Etapy výstavby – blokové schéma.

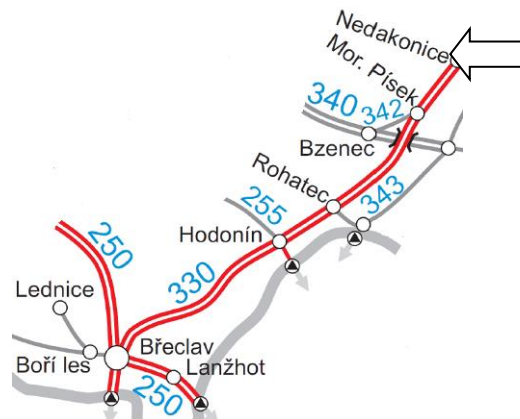
Jak již bylo uvedeno, TNS Nedakonice budou osazeny dvěma SFC s výkonem 15MVA. Vstupní 3f i výstupní 1f transformátory pro SFCs budou umístěny v krytých stáních. Vlastní SFCs včetně jejich řídicího systému jsou umístěny v kontejneru. SFCs budou zajišťovat dodávku požadovaného výkonu pro TrS 1x25kV, 50Hz pro hlavní trakční zátěže, které představují elektrická hnací vozidla (EHV) nebo elektrické jednotky (EJ), a to při udržení $\cos \varphi$ v požadovaných mezích na vstupní straně 3x110kV, 50Hz a na výstupní straně 1x25kV, 50Hz. Dále budou umožňovat rekuperaci s přenosem do DS 3x110kV, 50Hz (provozující společnost EG. D., a.s.), případně „podporu“ této DS formou jalového výkonu. Detailní požadavky na funkce SFC a jejich charakteristiky jsou uvedeny v kapitolách 5 a 6.

Vlastní schéma zapojení TNS Nedakonice pro nový stav stavu reprezentuje Obrázek 2.



Obrázek 2: Schéma zapojení TNS Nedakonice – nový stav [1]

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

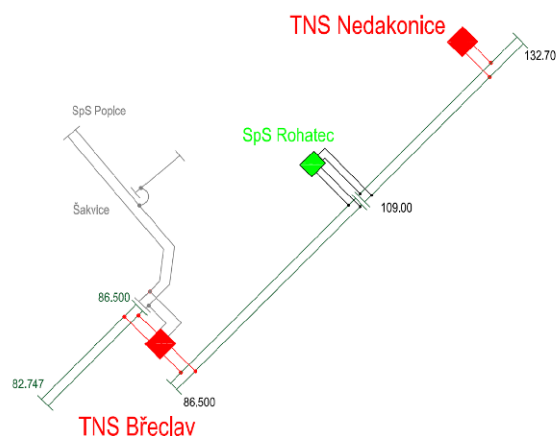


Obrázek 3: Umístění TNS Nedakonice v železniční síti Zákazníka

V rámci Energetických výpočtů [2] bylo řešeno dimenzování TNS Nedakonice s cílem posoudit napájení TrS 1x25kV, 50Hz v celém úseku, který představuje úsek Břeclav - Rohatec - Nedakonice, a to s ohledem na budoucí uvažovanou výhledovou dopravu a výlukové stavy TNS Břeclav předmětné tratě 330. Ve výpočtech bylo uvažováno s následujícími hlavními vstupy:

- EHV/EJ pro kategorie vlaku: EC, NEx, Os, R, Pn, s využitím Vectron ($P_{\max} = 6,4\text{MW}$), 640 RegioPanter ($P_{\max} = 2,04\text{MW}$) a 650 RegioPanter ($P_{\max} = 1,36\text{MW}$)
- jízdní řád
- TNS s SFCs s výkonem 2x 15 MVA s přetoky do DS 3x110kV, 50Hz
- Trakční vedení: nosné lano, troleje, kolejnice, napájecí vedení, zem, propojky
- TrS 1x25kV, 50Hz
- infrastruktura kolejí, výhybek, nástupišť a zabezpečovacího zařízení

Simulovaný model napájení dokladuje ve výpočtech [2] Obrázek 4.



Obrázek 4: Model napájení pro simulace [2]

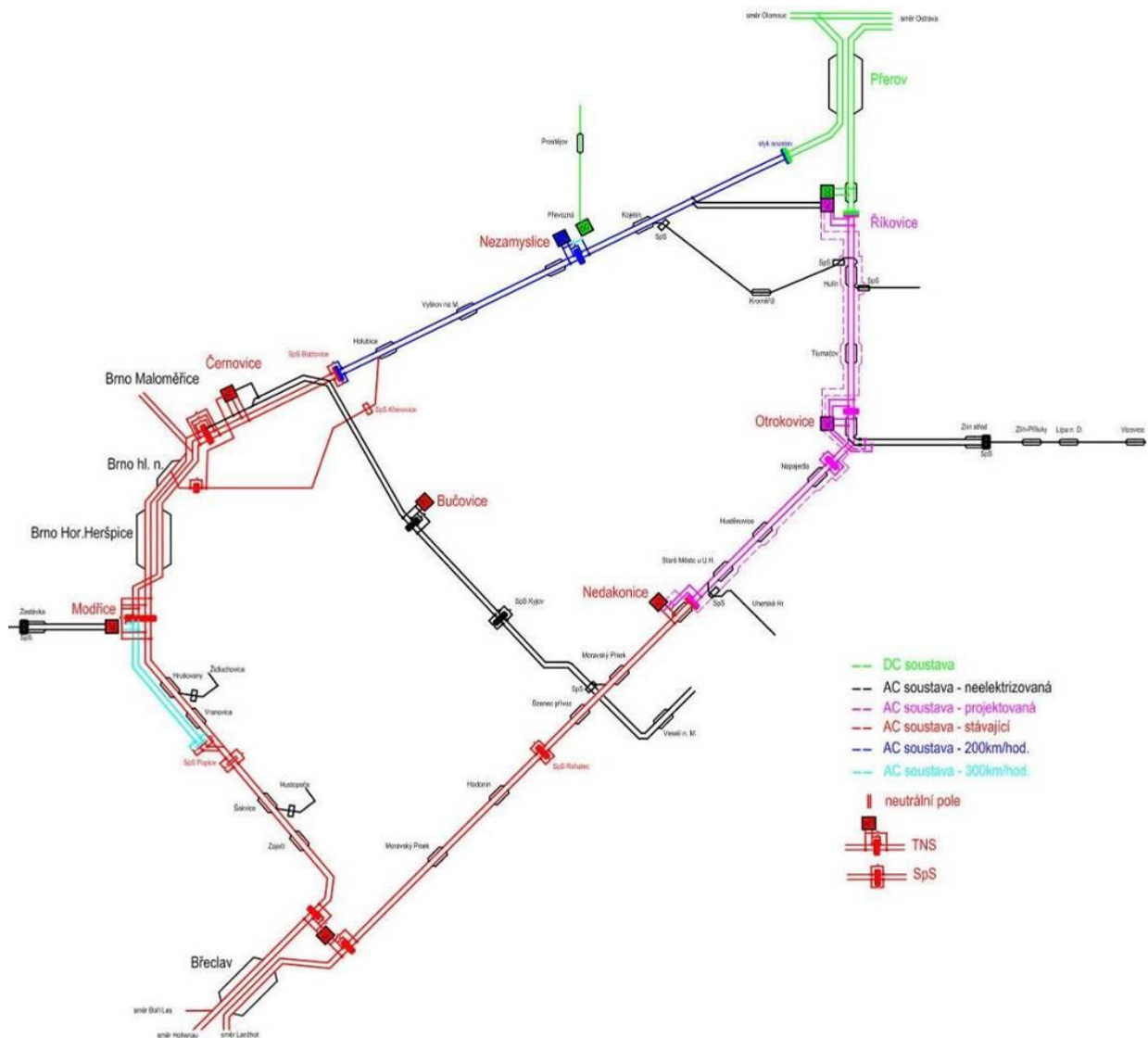
V základním provozním stavu je trať 330 napájena z TNS Nedakonice a TNS Břeclav. V rámci výpočtů bylo uvažováno s dvěma stavy ve výhledové dopravě:

- základní napájení TNS Nedakonice - SpS Rohatec (rozepnutá ve všech směrech) pro dvoukolejnou trať s délkou cca 23,7 km. SFCs jsou v paralelní zapojení.

- napájení při výluce TNS Břeclav tj. napájení TNS Nedakonice - SpS Rohatec (sepnutá ve všech směrech) – žst. Břeclav (TV - příčně propojeno) pro dvoukolejnou trať s délkou větší jak 46,2 km. V TNS Nedakonice je využit záložní zdroj.

Z uvedených stavů pro výhledovou dopravu bylo stanoveno dimenzování 2x SFC každý s výkonem 15 MVA. Stav po realizaci stavby - TNS Nedakonice napájí ve směru Břeclav a ve směru Otrokovice.

Pro výhledové stavy napájení a z tohoto vyplývajících vazeb musí být schopna TNS Nedakonice provozu 1x SFC nebo 2x SFC, a to bez spolupráce nebo se spoluprací s SFC (případně být schopno spolupráce i s TrT), Obrázek 5.



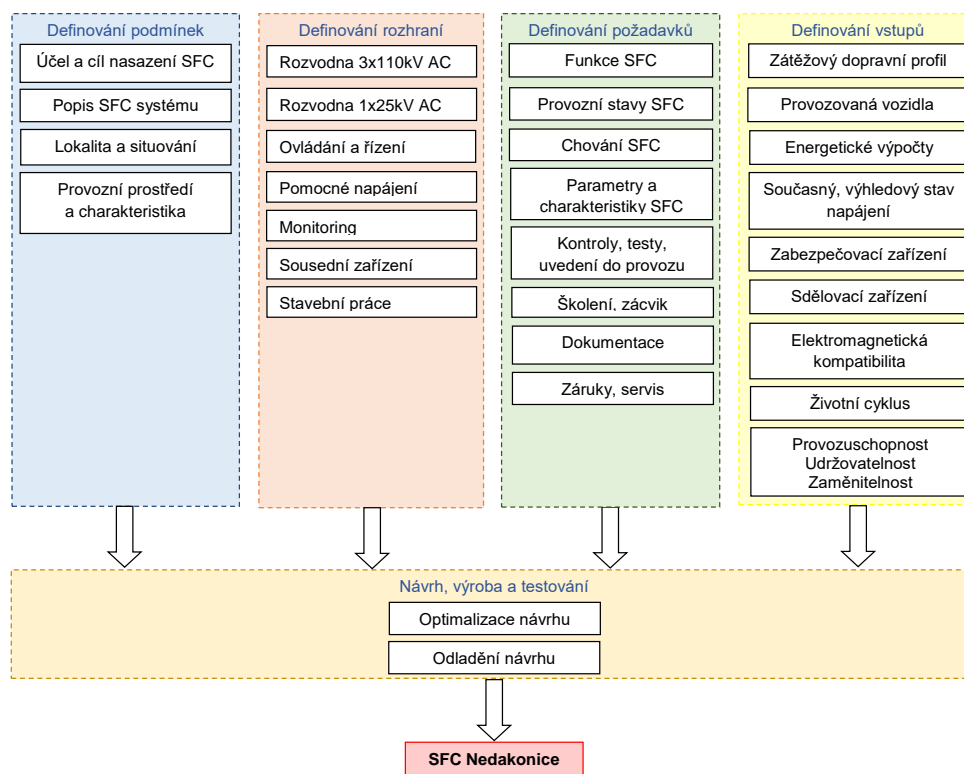
Obrázek 5: Schéma výhledového napájení pro TNS Nedakonice [1]

2 TECHNICKÁ ČÁST STAVBY PRO SFC

2.1 Definování podmínek pro SFC

Technická specifikace (TS) technologie SFC pro TNS Nedakonice vychází z podmínek pro lokalitu a prostředí, Energetických výpočtů [2], Studie připojitelnosti [3] a dále z dostupných pokladů a informací v době zpracování, které jsou uvedeny v seznamu dokumentů kapitola 12. Souhrn hlavních podmínek pro TS SFCs v TNS Nedakonice vychází ze zkušeností a stavu poznání z již realizovaných nebo probíhajících projektů trakčních systémů 1x25kV, 50Hz a to i na území ČR. Funkce, parametry a systémová řešení pro SFC technologii byly stanoveny ze zmíněných poznatků a uskutečněných jednáních tak, aby bylo vytvořeno optimalizované řešení technologie SFC pro určenou TNS Nedakonice.

Pro TS technologii SFC je nutné nejprve definovat základní podmínky, vymezení tzv. rozhraní, požadavky, vstupy, prostředí a testy včetně akceptačních procedur pro dosažení požadavků na řízení, funkcionality, zajištění vysoké kvality a spolehlivosti SFCs v TNS Nedakonice, Obrázek 6.



Obrázek 6: Principiální schéma pro TS technologii SFC v TNS Nedakonice

Definování částí je provedeno v hlavních kapitolách včetně podkapitol:

- Podmínky, kapitola 2 a 4
- Rozsah a rozhraní, kapitola 3
- Požadavky a vstupy, kapitola 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 a 11

Technická specifikace SFC je určena:

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

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

Technická specifikace SFC není určena:

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

2.1.1 Doplnění k definování podmínek

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

2.2 Účel a cíl nasazení SFC

TNS Nedakonice s technologií SFC představuje další řešený projekt s nasazením SFC u správce infrastruktury Správy železnic, státní organizace v ČR (Zákazník). První pilotní projekt „NEDARÍ“, který je v době zpracování této TS v procesu ověřovacího provozu, představuje konverzi systému z 3kV DC na 1x25kV, 50Hz s technologií SFC Hitachi Energy v TNS Otrokovice a TNS Říkovice. TNS Nedakonice s 2x SFC o výkonu 15 MVA bude výhledově sloužit i pro napájení dalších úseků tratí, a to s ohledem na realizaci souvisejících staveb, kapitola 1.2. Z tohoto důvodu je nutné, aby technologie SFC v TNS Nedakonice umožňovala všechny sledované provozní stavy definované v kapitole 5.1 a 5.1.1

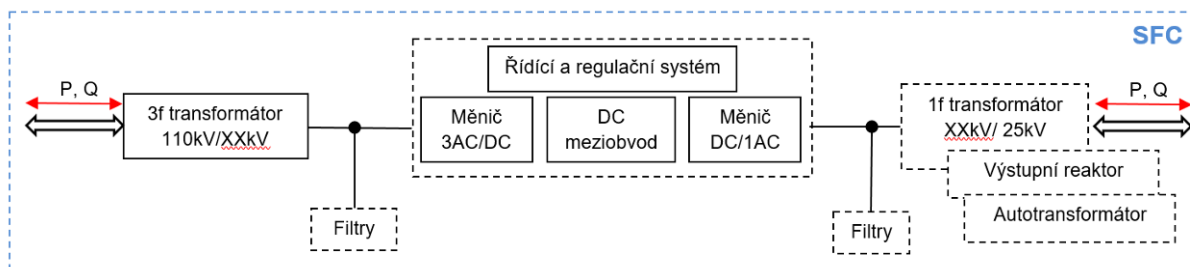
Obecně se jedná o možnost dvoustranného spojitého napájení tj. SFC ve spolupráci SFC nebo TrT v sousední TNS, a to i při paralelní spolupráci SFC v téže TNS. Další nutné podmínky, které musí SFC splňovat, jsou podmínky kvality odběru a dodávky elektrické energie (EE) včetně předávání přebytku rekuperované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

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

2.3 Principiální popis funkcí a řešení SFC

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

Z pohledu Zákazníka jsou v současnosti pro TNS Nedakonice vhodné a známé SFC struktury pro TrS 1x25kV, 50Hz jenž tvoří základní části, Obrázek 7.



Obrázek 7: Blokové schéma základních částí SFC z pohledu Zákazníka

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

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

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

- mezi 1f AC výstupem a 3f AC vstupem měničů je přenášén jen činný výkon
- výstupní měnič DC/1AC generuje na výstupu TNS 1f „sinusové“ napětí. Je možno jej zatěžovat sinusovým proudem ve fázi s napětím (ideální případ – nových koncepcí EHV/EJ se vstupním 4Q měničem), i nesinusovým proudem s obsahem vyšších harmonických složek proudu a to fázově posunutým (starší koncepce EHV/EJ s diodovými usměrňovači a s DC trakčními motory). Určité fázové posunutí proudu za napětím vytváří i indukčnost TV. S vyššími harmonickými složkami proudu spojený deformační výstupní výkon D , jakožto i s fázovým posunem proudu za napětím spojený jalový výstupní výkon měnič vytvoří a do 1f TV tento výkon dodá podle vztahu $P = \sqrt{(P_e^2 + P_j^2 + P_d^2)}$, avšak do vstupní měnič 3AC/DC se přes DC meziobvod přenáší jen jeho činná složka.
- Není-li požadováno jinak, odebírá vstupní měnič 3AC/DC z 3f soustavy jen činný příkon, tedy přibližně sinusový proud ve fázi s napětím a to rovnoměrně ze všech tří fází ($I_1 = I_2 = I_3$), tj. vytváří symetrickou zátěž z hlediska nadřazené DS.

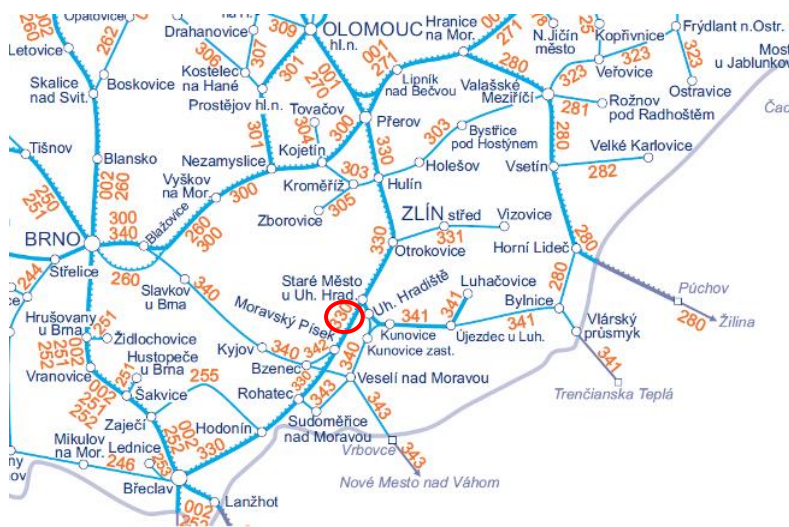
- Přenos činného výkonu přes „kaskádu“ měničů a jeho rovnoměrná symetrizace do všech fází 3f DS probíhá obousměrně. Tedy jak při odběru příkonu pro EHV/EJ z DS, tak při navrácení přebytku rekuperačního výkonu od EHV/EJ do DS.
- Vlivem propojení vstupní a výstupní strany měničů přes DC meziobvod se mohou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

- Řízení fázového úhlu: Nevýhodou změkčené charakteristiky je snížení úrovně napětí při větším zatížení, tedy přibližování se oblasti automatického poklesu výkonu vozidel podle TSI LOC&PAS, které nastává již při poklesu napětí pod 90% jmenovité hodnoty. Tuto nevýhodu lze odstranit tím, že záměrně vyvolaný solidární tok výkonu TV, směřující od méně zatížené TNS k více zatížené TNS, není iniciován rozdílem amplitud výstupního napětí TNS, ale rozdílem fázových úhlů výstupního napětí TNS. Silně zatížená TNS automaticky mírně zpozdí vektor svého výstupního napětí, a tím umožní sousedním TNS poslat do její oblasti část potřebného příkonu pro EHV/EJ. Na tomto principu lze příznivě ovlivnit, rovnoměrnost zatížení TNS (příznivě nízký poměr $P_{\max}/P_{\text{stř}}$), zabránit přílišnému poklesu napětí na výstupu TNS vlivem práce v režimu omezení proudu, či překročení 15 minutového sjednaného středního příkonu z DS. Obdobným způsobem lze ovlivnit, aby výkon generovaný rekuperačním brzděním prioritně směřoval k dalším EHV/EJ a aby byly minimalizovány zpětné dodávky přes TNS do DS. Je však nutné respektovat limity nejvyššího přípustného napětí na sběrači 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 nebo ledovky z vrchního vedení tj. zejména trolejového drátu.

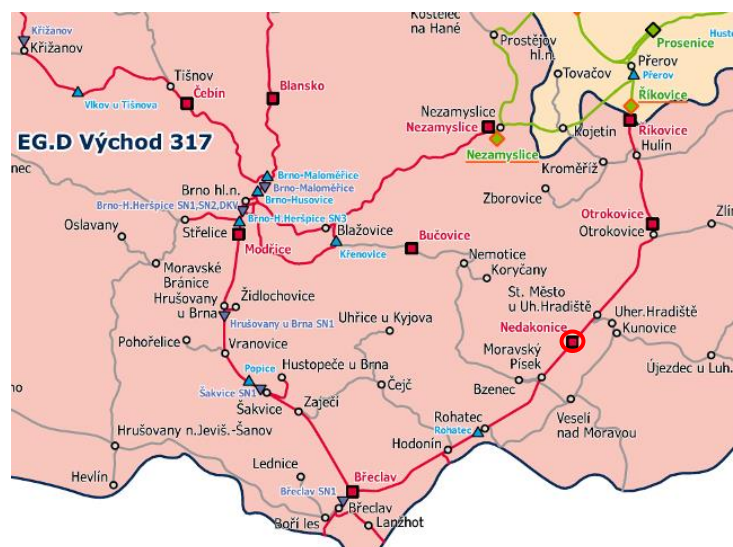
2.4 Lokalita a dispozice SFC

Lokalita pro technologii SFC je určena v TNS Nedakonice, Obrázek 8 a Obrázek 9. Dispozice SFCs v TNS Nedakonice a částí stavby ukazuje Obrázek 10. (Pozn.: zástavbová plocha cca 52m x 38m pro SFCs 2x 15MVA zahrnující vstupní a výstupní transformátory nebo výkonové reaktory nebo autotransformátor).

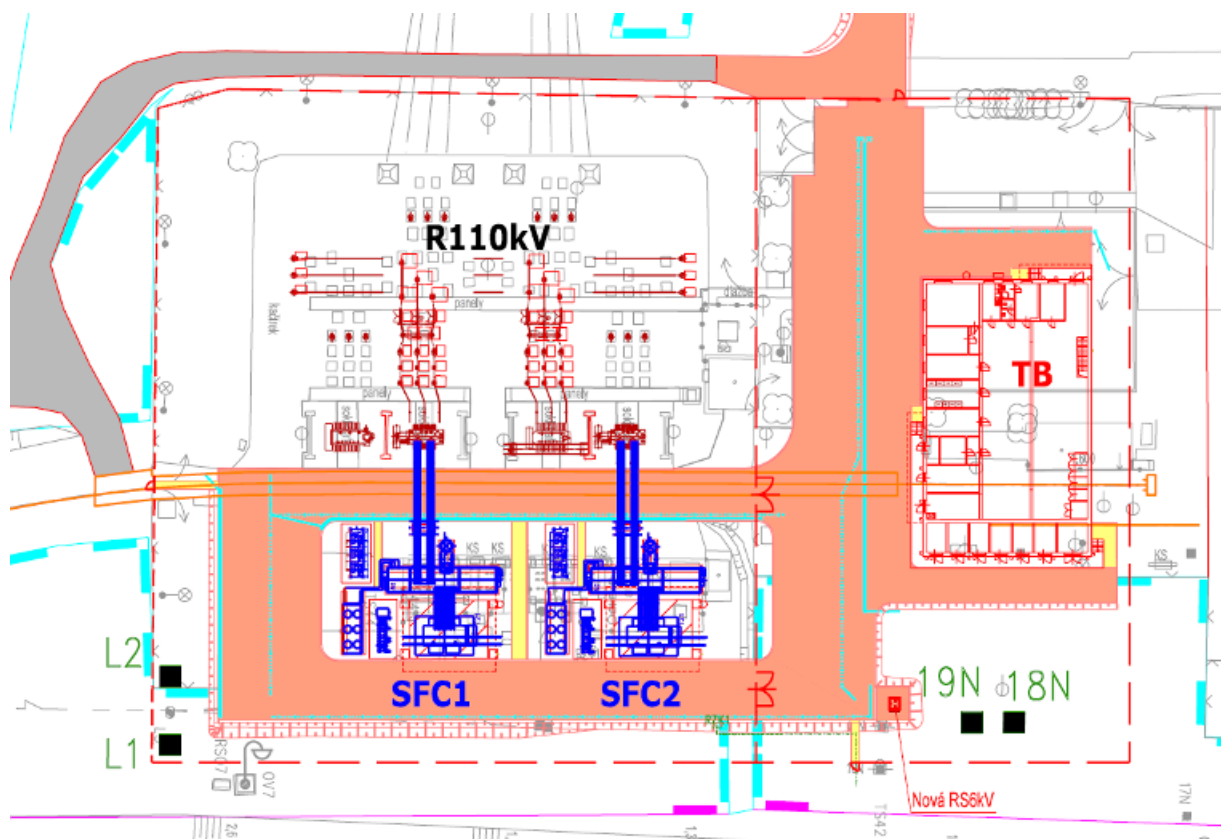
TNS s SFCs musí splňovat protihluková opatření v předmětné lokalitě, kapitola 6.4 „Požadavky na akustický hluk“. (Pozn.: Pro přesnější určení lokality lze využít GSP souřadnice: 49.032516N, 17.373632E).



Obrázek 8: Lokalita TNS Nedakonice - mapa trati



Obrázek 9: Lokalita TNS Nedakonice - mapa TNS



Obrázek 10: Dispozice technologie SFC V TNS Nedakonice [1]

3 ROZSAH A ROZHRANÍ DODÁVKY SFC

3.1 Rozsah SFC

Standardní části včetně jejich prvků a zařízení SFCs pro TNS Nedakonice musí být provedeny tak, aby splňovaly požadované parametry, charakteristiky, funkce a elektromagnetickou kompatibilitu (EMC) kladené na SFC jako celek (pozn.: SFC jako celek = od vstupních svorek 3x110kV, 50Hz až po výstupní svorky 1x25kV, 50Hz).

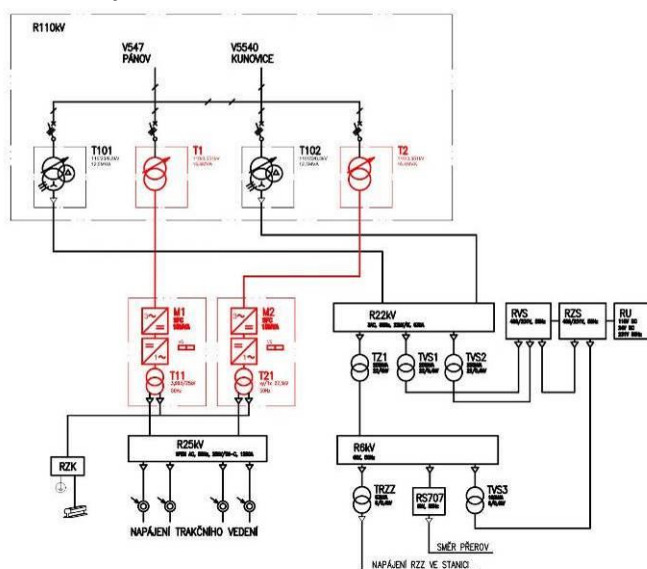
Dále musí být tyto jednotlivé části provedeny tak, aby splnily požadavky na definovaná rozhraní včetně diagnostiky a monitoringu.

3.1.1 Rozsah dodávek Dodavatele

Pro TNS Nedakonice jsou použity dva SFC se vstupním 3f transformátorem 110/XXkV pro frekvenci 50Hz a případně výstupním 1f transformátorem XXkV/25kV pro frekvenci 50Hz, Obrázek 11.

Poznámky k obrázku:

- hranice dodávky částí a zařízení SFC jsou označeny červenou barvou
- schéma neobsahuje případné bloky filtrů
- označení „XXkV“ představuje hodnotu, která bude určena dle konkrétního návrhu SFCs



Obrázek 11: Rozsah dodávky SFCs pro TNS Nedakonice [1]

Dodávka SFC jako celku může zahrnovat následující základní části:

- 3f vstupní výkonový snižovací transformátor s primárním napětím 110kV
- Výkonový blok SFC pro výkon 15 MVA obsahující:
 - vstupní měnič 3AC/DC
 - DC meziobvod
 - výstupní měnič DC/1AC
- 1f výstupní výkonový zvyšovací transformátor s výstupním napětím 27,5kV nebo výstupní výkonový reaktor nebo autotransformátor
- 3f vstupní a 1f výstupní filtry (harmonické, korekční, atd.), pokud je návrh SFC vyžaduje
- Chladičový systém SFC
- Systém řídicí a systém kontroly SFC

- Systém chránění SFC
- Silové rozvody v rámci SFC (kabely, elektrovedné trubky, rozvody chlazení, apod.)
- Pomocné ocelové konstrukce pro zařízení a rozvody zajišťující propojení vstupní transformátor – SFC – výstupní 1f transformátor / výkonový reaktor a případné další zařízení SFC
- Rozvody pomocného napájení v rámci SFC včetně UPS
- Komunikaci mezi TNS s SFCs a ED Přerov
- Komunikaci v rámci místní sítě TNS, příp. TNS může komunikovat se sousední TNS.

3.1.2 Rozsah dodávek Zákazníka

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

- Zastřešené stání vstupních 3f transformátorů a výstupních 1f transformátorů
- Základy pro umístění technologie SFC, chladicího systému, filtrů, reaktorů
- Kabelové kanály pro uložení kabelů silových, pomocných, ovládacích a měřicích
- Přívodní trubky 110kV pro napojení vstupního 3f transformátoru SFC
- Vývodové kabely 50kV z výstupního transformátoru SFC do rozvaděče 25kV
- Vývodové kabely 1kV z výstupního transformátoru SFC do rozvaděče zpětných kabelů
- Kabely nn pro napojení pomocného napětí SFC
- Optická vlákna pro propojení ochrany SFC bez záložní trasy.
- Rozhraní pro propojení s řídicím systémem stávajících TNS se zálohováním geograficky oddělenou trasou
- Uzemnění zařízení SFCs podle požadavků Dodavatele a jeho připojení na uzemnění TNS
- Oplocení SFCs

3.2 Rozhraní pro SFC

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

Základní rozhraní tvoří:

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

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

3.2.1 Rozhraní vůči rozvodně 3x110kV, 50Hz

Rozhraní vůči rozvodně na straně 3x110kV, 50Hz ukazuje Obrázek 11.

3.2.2 Rozhraní vůči rozvodně 1x25kV, 50Hz

Rozhraní vůči rozvodně na straně TrS 1x25kV, 50Hz ukazuje Obrázek 11.

3.2.3 Rozhraní pro ovládání a řízení

SFCs musí umožňovat ovládání a řízení, kapitola 6.1:

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

Podmínky pro ovládání a řízení:

- Všechny režimy musí být provedeny tak, aby plně pokrývaly požadavky na napájení TrS 1x25kV, 50Hz a rekuperaci do TV včetně přetoků EE do DS 3x110kV, 50Hz.
- Pro každý způsob řízení musí SFC disponovat provozními režimy minimálně v rozsahu, kapitola 5.2:
 - standardní (provozní stavy),
 - výlukový,
 - nouzový,
 - a údržbový, a to vše s ohledem na požadovanou strukturu a formáty komunikace.
- Výstupní/vstupní komunikační systémy SFC musí být schopny komunikace s navrženým a schváleným komunikačním systémem v TNS Nedakonice.
- Komunikační standardy jsou ČSN EN 61850 (IEC 61850) pouze pro vnitřní komunikaci a ČSN EN 60870-5-104 (IEC 60870-5-104) pro komunikaci se řídicím systémem.
- Vzdálený přístup (VPN) jako zvláštní režim pro Dodavatele z důvodu možnosti parametrizace SFCs, kapitola 6.1.4.

3.2.4 Rozhraní pro pomocné napájení

Pomocné napájení bude upřesněno v rámci projektu

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

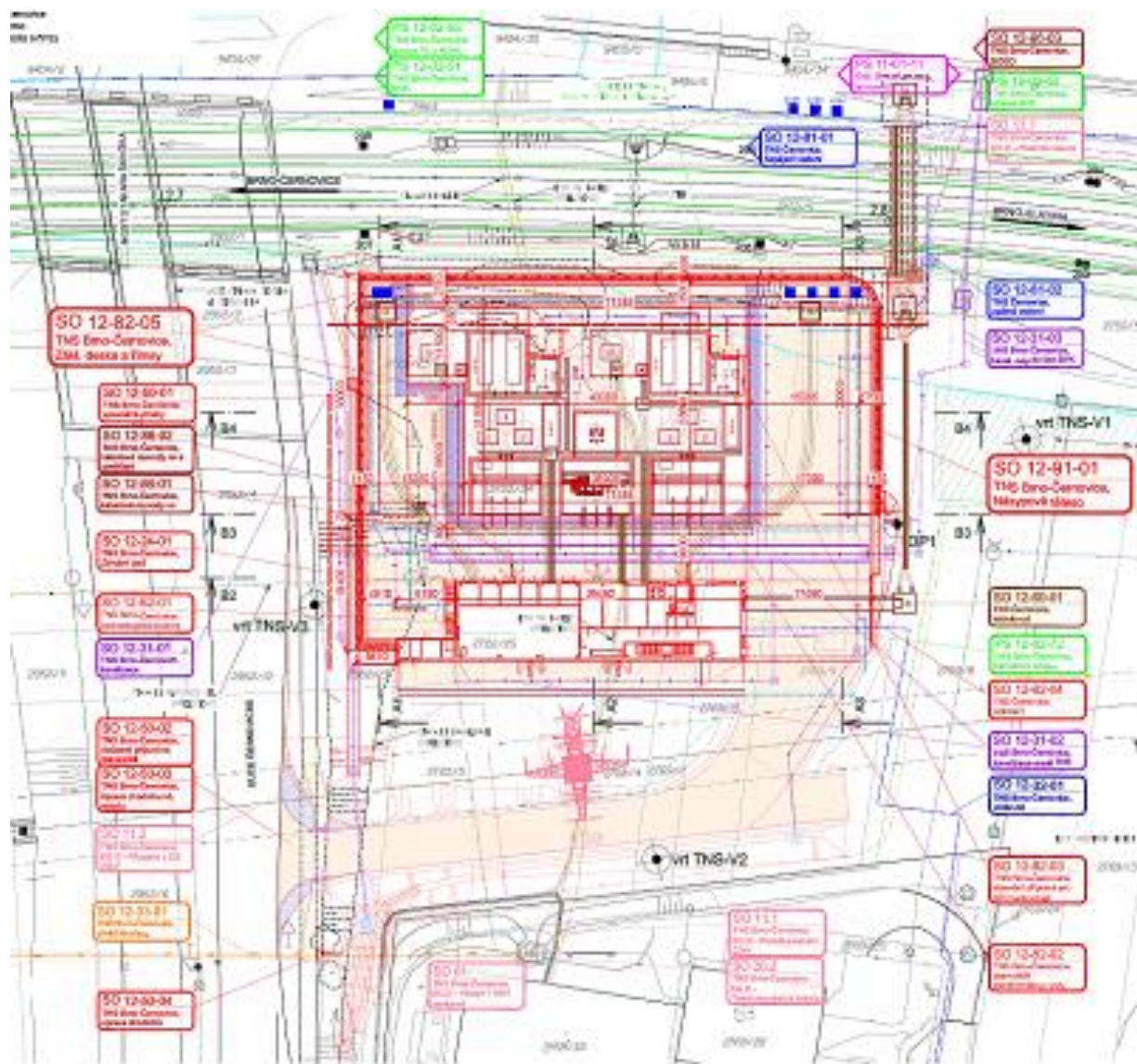
Dimenzování přívodů pro SFC bude provedeno na základě požadavku příkonů.

3.2.5 Rozhraní pro diagnostiku a monitoring

- výkonové podstatné části SFC musí být zintegrovány do kamerového systému CCTV TNS po optické lince ve formátu používaného u provozovatele TNS (OŘ Ostrava, SEE Olomouc).

3.2.6 Rozhraní pro sousední zařízení a části stavby

Rozhraní SFCs a sousední zařízení ukazuje Obrázek 11. Rozhraní pro ostatní vybrané části stavby, které souvisejí s instalací SFCs, jsou uvedeny na Obrázek 12 a následně v Tabulka 1, která představuje investiční akce ve sledované lokalitě.



Obrázek 12: Rozhraní pro vybrané části stavby TNS Nedakonice [1]

Tabulka 1: Související investiční akce ve sledované lokalitě TNS Nedakonice

PS 12-02-11	TNS Nedakonice, místní kabelizace
PS 12-02-71	TNS Nedakonice, sdělovací zařízení
PS 12-02-01	TNS Nedakonice, DDTS ŽDC
PS 12-03-11	TNS Nedakonice, zařízení DŘT, SKŘ a MŘS
PS 12-03-22	TNS Nedakonice, rozvodna 110kV SŽ, SKŘ
PS 12-03-23	TNS Nedakonice, transformátory 110/23kV
PS 12-03-24	TNS Nedakonice, transformátory VVN/VN pro trakční měniče
PS 12-03-31	TNS Nedakonice, technologie trakčních měničů
PS 12-03-32	TNS Nedakonice, rozvodna 25kV
PS 12-03-33	TNS Nedakonice, rozvodna 22kV
PS 12-03-34	TNS Nedakonice, rozvodna 6kV
PS 12-03-35	TNS Nedakonice, vlastní spotřeba
PS 12-03-36	TNS Nedakonice, měření spotřeby
PS 12-03-37	TNS Nedakonice, registrační měření
PS 12-03-38	TNS Nedakonice, ochrana napájecího systému EG.D.
PS 12-03-39	TNS Nedakonice, vazba měničů
PS 12-03-51	TNS Nedakonice, sloupová trafostanice 22/0,4kV
PS 12-03-91	TNS Nedakonice, dočasná rozvodna 25kV po dobu stavby
PS 12-03-92	TNS Nedakonice, dočasná TS 22/0,4kV po dobu stavby
PS 12-03-93	TNS Nedakonice, dočasná rozvodna 6kV po dobu stavby
SO 12-60-01	TNS Nedakonice, kabelovod
SO 12-81-01	TNS Nedakonice, napájecí vedení
SO 12-81-02	TNS Nedakonice, zpětné vedení
SO 12-82-01	TNS Nedakonice, technologická budova
SO 12-82-03	TNS Nedakonice, stavební příprava pro SFC technologii
SO 12-82-04	TNS Nedakonice, oplocení
SO 12-82-06	TNS Nedakonice, stavební příprava pro osazení dočasných kontejnerů
SO 12-86-01	TNS Nedakonice, kabelové rozvody vn
SO 12-86-02	TNS Nedakonice, kabelové rozvody nn a osvětlení
SO 12-86-03	TNS Nedakonice, přeložky a rozvody po dobu stavby
SO 12-88-01	TNS Nedakonice, uzemnění

3.2.7 Rozhraní pro stavební práce

Technologie SFC včetně souvisejícího zařízení a vybavení musí být zajištěny pevným oplocením podle specifikace Zákazníka. Toto je zakresleno v situaci TNS Nedakonice v projektové dokumentaci [1], SO 12-82-04 TNS Nedakonice, oplocení.

4 PROVOZNÍ PROSTŘEDÍ A CHARAKTERISTIKY PRO SFC

TNS Nedakonice je situována poblíž žst. Nedakonice, kapitola 2.4 - Lokalita a dispozice SFC.

4.1 Charakteristika prostředí

TNS Nedakonice se nachází v klimatickém území, které je zařazeno dle Quitt 1971 do území s teplou oblastí T2. Pro teplou oblast T2 je charakteristické dlouhé léto, teplé a suché, velmi krátké přechodné období s teplým až mírně teplým jarem i podzimem, krátkou, mírně teplou, suchou až velmi suchou zimou s velmi krátkým trváním sněhové pokrývky, Tabulka 2. Dále platí doplnění pro klimatické území TNS Nedakonice, Tabulka 3.

Tabulka 2: Klimatické charakteristiky oblasti T2

Klimatická oblast	T2
Průměrná teplota v lednu	-2° až -3°C
Průměrná teplota v červenci	18° až 19°C
Průměrná teplota v dubnu	8°C až 9°C
Průměrná teplota v říjnu	7°C – 9°C
Průměrný počet dnů se srážkami 1 mm a více	90 – 100
Počet letních dnů	50 – 60 za rok
Počet dnů s teplotou vyšší než 10°C	160 – 170 za rok
Počet dnů se sněhovou pokrývkou	40 – 50 za rok
Počet mrazových dnů	100 – 110 za rok
Počet ledových dnů	30 – 40 za rok
Úhrn srážek ve vegetačním období	350 – 400 mm
Úhrn srážek v zimním období	200 – 300 mm
Počet dnů zatažených	120 – 140
Počet dnů jasných	40 -50

Tabulka 3: Klimatické území TNS Nedakonice

Charakteristika	hodnota
Minimální a maximální teploty okolí	- 25°C, 40 °C
Minimální a maximální vlhkost	20 %, 100%
Nadmořská výška	210 m n. m
Stupeň znečištění Degree of pollution, míra zařazení místa stavby (vliv na okolí), prostředí (IEC 60815-1)	střední – silné (stupeň II - III)
Slané/kyselé spady (vyskytují/nevyskytují)	nevyskytují
Sluneční záření (průměrný roční úhrn)	3 900 – 4 000 MJ/m ²
Sluneční svit	1 600 – 1 700 h za rok
Zatížení větrem (průměrně, nárazově)	průměrně 3 – 4 m/s
Výška sněhu (průměr maxim výšky sněhové pokrývky)	20 – 30 cm
charakteristická hodnota zatížení sněhem	s _k = 0,75 kPa
Námrazy (průměrný počet dní s námrazou)	2 – 5 dní za rok
Seismické poměry (seismická oblast)	0,05·g

4.2 Charakteristika vstupní soustavy 3x110kV, 50Hz

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

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

Výhled (max. hodnoty) R 110kV Nedakonice:

- 3-fázový zkratový výkon : $S_{k3max} = 1\,143\text{MVA}$ ($I_{k3max} = 6,0\text{kA}$)
- 1-fázový zkratový výkon : $S_{k1max} = 1\,162\text{MVA}$ ($I_{k1max} = 6,1\text{kA}$)

Provozní (min. hodnoty zkratového výkonu při základním zapojení DS EG.D):

- 3-fázový zkratový výkon : $S_{k3max} = 783\text{MVA}$ ($I_{k3max} = 4,11\text{kA}$)
- 1-fázový zkratový výkon : $S_{k1max} = 846\text{MVA}$ ($I_{k1max} = 4,44\text{kA}$)

SFC v TNS Nedakonice budou napájeny z transformátorů 110/XXkV o výkonu 16,4MVA. Transformátory nebudou provozovány paralelně, tj. každý transformátor bude napájet svůj SFC, které mohou pracovat paralelně.

- Způsob uzemnění: SFC bude v TNS Nedakonice připojeno na nové uzemnění
- Poměry při zemním spojení: SFC v TNS Nedakonice bude připojeno na síť 3x110kV, 50Hz / TT – distributor EG.D.
- Vybavení nulového bodu: TNS Nedakonice 3x110kV, 50Hz / TT – uzemněný uzel transformátoru 110kV
- Minimální přeskoková vzdálenost ve vzduchu, ČSN EN 61936-1, tabulka 1
 - 110kV – 1100mm
 - 22kV – 270mm
 - 25kV – 320mm

Potřebné naplnění podmínek:

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

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

V rámci této studie pro TNS Nedakonice jenž je v oblasti působnosti distributora EG. D, distributor požaduje naplnění požadavků podle: „Pravidla provozování distribučních soustav - Příloha 3 - Kvalita napětí v distribuční soustavě, způsoby jejího zjišťování a hodnocení, listopad 2011. TNS - limity zpětných vlivů na DS 3x110kV, 50Hz - veškerá elektrická zařízení „Žadatele (Zákazníka)“ připojovaná na DS musí splňovat požadavky na maximální přípustnou úroveň zpětných vlivů na elektrizační soustavu. Limity pro úroveň zpětných vlivů způsobovaných jedním odběratelem z DS stanovuje PNE 333430 – 0:

- 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 podle PNE 333430 - 0.
- Kolísání napětí - změny napětí musí být omezeny na 2% U_n , max. přechodné změny na 3% U_n .
- Zpětné vlivy na HDO (meziharmonické) - rušivé napětí na frekvenci HDO, nebo v bezprostřední blízkosti nesmí překročit $0,1\% U_n$ na frekvenci $f_{HDO} \pm 100\text{Hz}$ hodnotu $0,3\% U_n$. Elektrická zařízení nesmí negativně působit na útlum signálu. V případě nadměrného útlumu signálu HDO je odběratel povinen provést nápravná technická opatření (změna technologie, instalace hradicích členů, atd.).
- Komutační poklesy - relativní hloubka komutačních poklesů musí být omezena na $d_{KOM} < 0,05$

Studie kompatibility trakční napájecí stanice (subsystém ENE), s drážními vozidly (subsystém RST) a s kolejovými obvody železničních zabezpečovacích zařízení (subsystém CCS) podle **ČSN EN 50238** jakožto nutná podmínka pro získání certifikátu **shody s TSI ENE**, potřebného pro vystavení stavebního povolení.

Studie kompatibility harmonických a dynamických jevů zpracovaná podle **ČSN EN 50 388-1**, jakož to další nutná podmínka pro získání certifikátu **shody s TSI ENE**. Pro uvedenou studii je nutné zpracovat „Plán kontroly pro kontrolu kompatibility“ podle ČSN EN 50388-1, Příloha 1.

Pozn.: TSI ENE z 8. 9. 2023, bod 6.2.4.4, dodatek E povinný bod normy 10.3., ČSN EN 50388-1, bod 3.1.4 nový prvek (SFC). V současnosti nejsou známa „obecná pravidla správné praxe“, připravovaná v EN 50 388-2.

4.3 Charakteristika výstupní soustavy 1x25kV, 50Hz

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

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

Sestava trakčního vedení (TV)

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

Kapacita TV 2 - kolejně 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 $(0,25 + j 0,40)\Omega/\text{km}$

Napájecí body - TNS

V rámci stavby bude realizována nová trakční napájecí stanice (TNS) Nedakonice. Výhledová oblast napájení odpovídá schématu napájení na Obrázek 5: Schéma výhledového napájení pro TNS Nedakonice [1]. TNS Břeclav s SFCs (pozn.: předpoklad) je plánována v další stavbě. Nová TNS Nedakonice s SFCs musí být dimenzována a navržena tak, aby byla připravena na uvedený výhledový stav napájení.

Spínací stanice - SpS

Součástí této stavby je rovněž úprava spínací stanice (SpS) Rohatec.

4.3.2 Provozní konfigurace TV

Předpokládané provozní konfigurace napájení TV vyplývají z provozních stavů napájení napájených úseků tratí,

Obrázek 5: Schéma výhledového napájení pro TNS Nedakonice [1]

TNS Nedakonice: normální provozní stav - v provozu sousední TNS Otrokovice a TNS Břeclav

V TNS Nedakonice - provoz 1x SFC (M1 nebo M2), který napájí TV k SpS Rohatec

- TNS Nedakonice – SpS Rohatec cca $l_{TV} = 23,7 \text{ km}$

TNS Nedakonice: výluka TNS Otrokovice

V TNS Nedakonice – provoz 2x SFC (M1 a M2):

SFC M1 napájí TV po SpS Rohatec

- TNS Nedakonice – SpS Rohatec cca $l_{TV} = 23,7 \text{ km}$

SFC M2 napájí TV po TNS Otrokovice

- TNS Nedakonice – TNS Otrokovice cca $l_{TV} = 23,4 \text{ km}$

TNS Nedakonice: výluka TNS Břeclav

V TNS Nedakonice – provoz 2x SFC (M1 a M2):

SFCs napájí do Břeclavi včetně navazujících tratí

SFC M1 napájí TV po státní hranice s Rakouskem (Břeclav státní hranice)

- TNS Nedakonice – st.hr. Rakousko cca $l_{TV} = 54 \text{ km}$

SFC M2 napájí TV po státní hranice se Slovenskem (Lanžhot státní hranice)

- TNS Nedakonice – st.hr. Slovensko cca $l_{TV} = 59,9 \text{ km}$

Pozn.: Hodnoty l_{TV} představují přibližné délky TV, tj. nejedná se o rozvinutou délku TV.

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

4.3.3 Připojení SFC

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

4.4 Zabezpečovací zařízení

Trať v úseku Nedakonice - Břeclav je ovládána dálkově z CDP Přerov. Na trati je v činnosti národní vlakový zabezpečovač LS a evropský vlakový zabezpečovač ETCS L2, který je ovládaný z pracoviště RBC na CDP Přerov.

4.4.1 Staniční zabezpečovací zařízení

Pro staniční zabezpečovací zařízení (SZZ) jsou použita elektronická zařízení ESA 11 ovládaná z jednotného obslužného pracoviště (JOP). Zařízení jsou dálkově ovládaná prostřednictvím systému dálkového řízení provozu (DOZ) z Centrálního dispečerského pracoviště (CDP) Přerov.

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

- ŽST Nedakonice - KO 275Hz (KOA) se vyhovují
- ŽST Moravský Písek, ŽST Bzenec přívoz, ŽST Rohatec, ŽST Hodonín, ŽST Lužice, ŽST Moravská Nová Ves, vyh. Hrušky - KO 275Hz (KO 4300 - pracovní kmitočty 266Hz až 276Hz) se nahradí novými KO vyhovujícího typu. V kolejišti stanice zůstanou stávající stykové transformátory i se stávajícími propojkami a přípojnými lany. Stykové transformátory se proměří. Pokud nebudou hodnoty vyhovovat, vymění se.
- ŽST Břeclav – budou vyměněny pouze řídicí desky ve zdroji UNZ tak, aby kolejové obvody KOA1 (KO 6401 – pracovní kmitočty 274Hz až 276Hz) vyhověly požadavku na kompatibilitu s SFCs. Další úpravy v žst. Břeclav řeší navazující stavba s názvem: „Zvýšení trakčního výkonu TNS Břeclav“.

4.4.2 Traťová zabezpečovací zařízení

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

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

- Nedakonice - Moravský Písek, Moravský Písek - Bzenec přívoz, Bzenec přívoz – Rohatec, Rohatec – Hodonín, Hodonín – Lužice, Lužice - Moravská Nová Ves, Moravská Nová Ves – Hrušky, Hrušky - Břeclav - KO 75 Hz (KO3103) se nahradí novými KO vyhovujícího typu. Na trati zůstanou stávající stykové transformátory i se stávajícími propojkami a přípojnými lany. Stykové transformátory se proměří, pokud nebudou hodnoty vyhovovat, vymění se.

4.4.3 Přejezdová zabezpečovací zařízení

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

4.4.4 Vlaková zabezpečovací zařízení

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

Napájení ZZ

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

4.4.5 Schéma napájení trakční sítě

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

4.4.6 Trakční kolejová vozidla

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

5 POŽADAVKY NA SFC Z HLEDISKA CHOVÁNÍ A CHARAKTERISTIK

5.1 Provozní stavy SFC

Provozní stavy vycházejí z variantnosti napájení napájených úseků tratí,

Obrázek 5: Schéma výhledového napájení pro TNS Nedakonice [1].

5.1.1 Funkce a parametry SFC

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

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

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

Pro předmětné tratě:

- SFCs (M1, M2) musí být schopny:
 - samostatného provozu (ostrovní provoz) – SFC (M1) a SFC (M2)
 - spolupráce (paralelní provoz) s okolními TNS s trakčním transformátorem (TrT)

- spolupráce (paralelní provoz) s okolními TNS s SFCs
 - vzájemné spolupráce v TNS Nedakonice tj. SFC (M1) s SFC (M2)
- SFCs musí umožňovat řízení:
 - místní, dálkové, ústřední
 - pro každý způsob řízení musí disponovat provozními módy minimálně v rozsahu – provozní (standardní), výlukový, nouzový, údržbový, a to vše s ohledem na požadovanou strukturu a formáty komunikace
- SFCs musí být dimenzovány na primární vstupní straně 3x110kV, 50Hz výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS trvalým minimálně výkonem 5MVA (pozn.: Tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení napájení systému 1x25kV, 50Hz není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování a optimalizace SFC včetně jeho SW, systému ochrany).
- SFCs musí být dimenzovány na sekundární výstupní straně 25kV výkonově tak, aby bylo akceptováno kapacitní zatížení způsobené TV v plném rozsahu (100%) pro provozní stavy po realizaci stavby,
- Obrázek 5.
- SFC jako celek musí mít účinnost minimálně 97 % při jmenovitém zatížení (jmenovité zatížení = špičkové zatížení SFC bez ohledu na přetížitelnost, to již od 45 % jmenovitého zatížení. Jmenovité zatížení bude definováno jako pracovní bod pomocí parametrů: napětí, účinníku, teploty, směr toku energie k 1f síti (SFC jako celek = od vstupních svorek 3x110kV až po výstupní svorky 1x25kV).
- SFC musí mít vysokou spolehlivost a minimální nároky na údržbu. SFC musí být schopno trvale trvalého provozu s maximální dobou odstavení dva dny (2x24hod) v roce (365dní). Doba odstavení SFC bude v době odstavení TNS z důvodu údržby a revize zařízení.
- Spolehlivost a minimální nároky na údržbu SFC musí být zachovány i v případě, že SFC nebude využíváno pro aktivní napájení. Dodavatel uvede případné podmínky (např. minimální dobu provozu za měsíc) pro zachování požadované spolehlivosti a minimálních nároků na údržbu SFC, které musí prokazatelně předat Zákazníkovi.
- SFC musí obsahovat moduly diagnostiky a monitoringu, které musí být schopny předávat informace do systému řízení (místní, dálkové, ústřední). Nově budované zařízení, elektrická instalace, provedení a umístění měřícího zařízení odběrného místa musí být v souladu s platnými ČSN, s „Pravidly provozování distribuční soustavy“, „Připojovacími podmínkami PDS“ a „Podmínkami distribuce elektřiny“. Tyto dokumenty jsou k dispozici na www.egd.cz.
- SFCs nesmí svými funkcemi a provozem ovlivňovat další zařízení na straně DS např. hromadné dálkové ovládání (HDO) a na straně TrS 1x25kV, 50Hz. Dodavatel provede a dodá „Plán kontroly kompatibility“ a „Studii kompatibility harmonických a dynamických jevů“ ve vztahu k napájení dráhy podle ČSN EN 50 388-1, která je podmínkou pro získání certifikátu shody s TSI ENE. K tomuto účelu poskytne Zákazník Dodavateli potřebnou součinnost.
- SFCs nesmí ovlivňovat zabezpečovací a sdělovací zařízení. Dodavatel dodá „Plán kontroly kompatibility“, provede kontrolu a vypracuje „Studii kompatibility“ podle ČSN EN 50 238-1 ed. 2, specifikace kapitola 6.8.4. Pro tento účel poskytne Zákazník potřebnou součinnost.
- SFCs musí být dimenzovány na primární vstupní straně 3x110kV výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS trvalým výkonem 5MVA (pozn.: tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení napájení TrS 1x25kV, 50Hz není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování SFCs). Dodavatel tuto funkci musí prověřit v lokalitě připojení SFC.

- Rozhraní SFCs musí být provedena tak, aby byly plně začlenitelné do stávajících nebo nově budovaných technologií a jejich zařízení. Podmínky stanoví projektová dokumentace [1].
- Návrh a provoz SFC musí vyhovovat charakteristikám systému TV a zatěžovacím cyklům.
- SFCs musí být optimalizovány na nejvyšší spolehlivost provozu a minimalizaci nežádoucích rušivých jevů v provozu TrS 1x25kV, 50Hz (např. zpětné složky, rušení harmonickými složkami, atd.) ve všech provozních podmínkách a stavech, kapitola 2.4 a 2.4.1.
- Systém redundance („záloha“) v TNS Nedakonice je proveden s využitím dvou SFC jednotek.
- Systém chránění a vazeb SFCs musí být proveden tak, aby byl v souladu s předpisy Zákazníka, provozními podmínkami včetně výlukových stavů a stavů v lokalitě.
- Veškeré vybavení a materiál, dodané podle smlouvy, musí být navrženo na provoz na svých jmenovitých parametrech podle specifikovaných provozních podmínek na provozní periodu nejméně 25 let.
- SFCs musí být dimenzovány pro napájení TV jako samostatný napájecí zdroj (ostrovní provoz), stejně jako zdroj pro spolupráci (paralelní provoz) s jiným novým SFC i jiného dodavatele SFC nebo s napájecím TrT v sousední TNS (pozn.: způsob napájení TV se může v průběhu provozu měnit). SFC musí být schopno umožňovat paralelní provoz i bez výměny signálů (přerušování komunikace) mezi TNS nebo mezi jednotlivými SFCs, tak aby pokrylo požadované provozní stavy. Paralelně spolupracujícím TNS je však společně jednotně zadáván taktovací signál pro určení referenčního fázového úhlu výstupního napětí.
- Připojení SFC odpovídá Obrázek 2. Na výstupní straně za 1f transformátorem nebo za měničem DC/1AC (pozn. měnič DC/1AC představuje architekturu s výkonovou reaktancí nebo autotransformátor) bude TrS 1x25kV, 50Hz.
- Případné výkonové filtry (harmonické, korekční, atd.) jak k straně DS 3x110kV, 50Hz tak na straně TrS 1x25kV, 50Hz budou součástí rozsahu dodávky SFC podle požadavků vycházejících 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.
- Místní zařízení pro řízení a chránění musí být dodáno pro každý SFC, a pokud je to možné, umístěno v odděleném prostoru.
- Řídicí místnost bude přístupná i během provozu a bude zahrnovat pracoviště obsluhy, které bude umístěno v příslušné provozní budově.
- Provedení ISO kontejneru SFC musí být opatřeno zařízením pro filtraci venkovního vzduchu. Provedení kontejneru musí splňovat požadavky na harmonizované normy Ekodesign v EU.

5.2 Provozní režimy SFC

Při běžném provozním režimu bude SFC akceptovat základní řídicí povely („start“ a „stop“) z místního, dálkového nebo ústředního ovládání rozhraní. Tyto povely budou iniciovat automatické sekvence najetí („start“) a odstavení („stop“), které budou plně řízené a kontrolované řídicím systémem SFC.

- Řídicí systém musí plně kontinuálně ovládat a kontrolovat provoz SFC. Řídicí systém bude součástí dalšího vybavení, řízení amplitud a fáze výstupního napětí SFC a omezí výstupní proud v případě přetížení nebo zkratu na straně TV.

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

K dispozici musí být následující provozní režimy:

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

5.3 Omezení zatížení SFC

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

5.4 Funkční testy SFC

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

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

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

5.5 Řídicí režimy SFC

5.5.1 Řízení napětí

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

5.5.2 Řízení zátěžového úhlu

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

5.5.3 Paralelní provoz a rozdělení zátěže

- SFC musí převzít odpovídající část činné a jalové zátěže. To musí být primárně ošetřeno napěťovou charakteristikou a charakteristikou zátěžového úhlu SFC.
- SFC musí být možno nastavit jako hlavní řídicí jednotku, tzn. SFC bude konfigurován na tuto funkci dynamickým nastavením parametrů napětí a fázového úhlu.
- 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 nebude dostupná jakákoliv komunikace na nadřazené řízení nebo sousední TNS nebo dojde k poruše jiného SFC.

5.6 Interoperabilita - komunikační protokol

- Nezávisle na výrobci a dodavateli SFC by měly SFCs nasazené v napájecím systému 1x25kV, 50Hz Zákazníka být schopny komunikovat prostřednictvím neproprietárního komunikačního protokolu. Pozn.: V současnosti se jako komunikační standard pro 50Hz železniční SFC široce

používá IEEE C37.118.2 s cílem zabránit nežádoucí cirkulaci energie mezi TNS prostřednictvím 3f DS.

5.7 Události v soustavě 3x110kV, 50Hz

5.7.1 Chování SFC při poruše

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

5.8 Události v soustavě 1x25kV, 50Hz

5.8.1 Chování SFC při poruše

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

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

5.8.2 Chování SFC při ztrátě zatížení

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

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

6 POŽADAVKY NA SFC Z HLEDISKA PROVOZU

6.1 Požadavky na druhy provozu SFC

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

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

6.1.1 Místní provoz

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

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

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

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

6.1.2 Dálkový provoz

- Síťové rozhraní pro místní řídicí systém (MŘS) 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.
- MŘS musí umožnit kvitování alarmů nebo vypnutí SFC, pokud je to bezpečné.
- Základní parametry nastavení charakteristik musí být nastavitelné.
- Musí být umožněno přenos sumárních poruch, hlášení a hlavního měření (U, I, P, Q, atd.). V dokumentaci musí být popsán způsob slučování jednotlivých informací.
- Dodavatel musí připojit MŘS k Zákazníkem dodanému komunikačnímu rozhraní nadřazeného systému (SCADA dálkový komunikační terminál apod.) v rámci objektu TNS (SFC). Ovládání TNS musí být začleněno do stávajícího řídicího systému elektrodispečera, tj. 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.

6.1.3 Ústřední provoz

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

6.1.4 Vzdálený přístup

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

6.2 Požadavky na výkony

- SFCs musí být dimenzovány na sekundární výstupní straně 25kV výkonově tak, aby bylo akceptováno kapacitní zatížení způsobené TV v plném rozsahu tj. 100 %.
- Jmenovité zatížení SFCs je totožné špičkovým zatížením SFC.
- SFCs musí být dimenzovány pro zpětný tok energie až do DS 3x110kV, 50Hz do jmenovitého zatížení SFC.
- SFCs musí být dimenzovány na primární vstupní straně 110kV výkonově tak, aby bylo možno kompenzovat DS trvalým výkonem 5 MVA (pozn.: tato funkce je považována jako doplňková funkce, která pro vlastní řešení napájení systému 1x25kV, 50Hz není nutná, avšak má dopad do návrhu dimenzování SFC).
- TNS Nedakonice musí splňovat podmínku s SFCs 15MVA ($2 \times 15\text{MVA} = 30\text{MVA}$) při udržení v rozmezí $\cos \varphi = 0,95 - 1,00$ induktivního charakteru na vstupní straně 3x110kV, 50Hz.
- Napětí u TrS 1x25kV, 50Hz musí být v souladu s ČSN EN 50163 ed. 2. a ČSN EN 50124, tj. nejnižší krátkodobé napětí 17,5 kV, nejnižší trvalé napětí 19,0kV, nejvyšší trvalé napětí 27,5kV, nejvyšší krátkodobé napětí 29,0kV.

6.3 Požadavky na účinnost

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

6.4 Požadavky na akustický hluk

V chráněném venkovním prostoru staveb je základní hygienický limit hluku stanoven na 50dB ve dne a 40dB v noci. V případě, že má hluk tónový charakter, je třeba přičíst další korekci – 5dB. Výsledný limit je 45dB pro den a 35dB pro noc s uvažováním tónových složek. Požadované výsledné limity platí pro celé spektrum provozu SFC jako celku. Místo pro ověření hodnoty je určeno vzdáleností obytné zástavby.

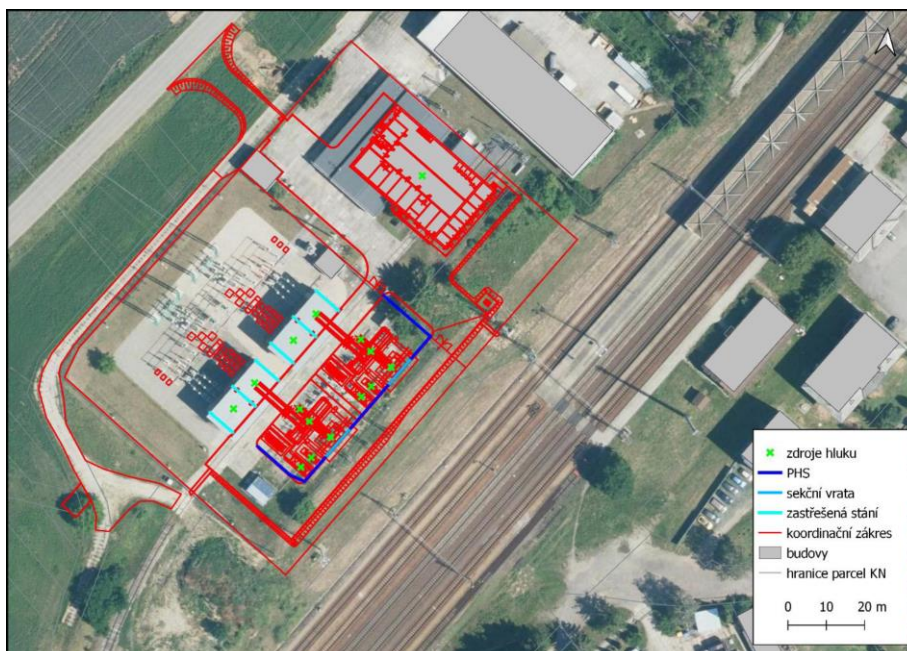
Pro posouzení vlivu hlučnosti nové technologie SFC na přilehlou obytnou zástavbu byla zpracována hluková studie (HS) [4]. V době zpracování HS nebyla známá přesná struktura a architektura SFCs, a proto byl v této HS modelován 100% výkon všech zařízení, jakož to bezpečnější stav.

V rámci HS byla posouzena technologie SFC s předpokládanými parametry jednotlivých zařízení, Tabulka 4 (pozn.: Tab. 5 v [4]). Při hodnocení bylo uvažováno i s tónovou složkou.

Tabulka 4: Vstupní parametry jednotlivých zařízení SFC v TNS Nedakonice [4]

označení	počet	Parametry platné pro nepřekročení hygienických limitů (platí společně s realizací PHS) L_{WA} (dB)
transformátor T101	1x	88,0
transformátor T1	1x	88,0
transformátor T2	1x	88,0
transformátor T102	1x	88,0
chladič	2x	67,0
filtr	2x	78,0
kontejner SFC	2x	80,0
výstupní transformátor	2x	88,0
tlumivka	2x	81,0
klimatizační jednotka	1x	72,0

Pro nepřekročení hygienického limitu byla navržena protihluková stěna (PHS) o výšce 7m nad okolním terénem. Délka PHS včetně sekčních vrat, které kryjí přístup do stání transformátorů, je cca 100m, Obrázek 13.



Obrázek 13: Zakreslení navrhované protihlukové stěny v TNS Nedakonice [4]

Vlastnosti PHS jsou s ohledem na minimalizaci odrazů vlastní TNS a blízké železniční tratě navrhovány s oboustranně pohltivou úpravou činitelem pohltivosti $D_{La, nrd} = 4\text{dB}$. Neprůzvučnost PHS byla modelována s činitelem vzduchové neprůzvučnosti $D_{Lr \min} 21\text{dB}$. U sekčních vrat lze předpokládat,

že nebude možné dodržet parametr pohltivosti, a proto je vhodné zvolit parametr neprůzvučnosti s hodnotou co nejbližší k hodnotě u PHS.

Dodavatel musí zohlednit výsledky hlukové studie v návrhu SFCs včetně parametrů zařízení pro splnění požadovaných hygienických limitů, Tabulka 4.

6.5 Požadavky na servisní cyklus

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

6.6 Požadavky na provozní dostupnost a spolehlivost

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

6.7 Požadavky ze strany 3x110kV, 50Hz

6.7.1 Požadavky na jalový výkon

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

6.7.2 Požadavky na harmonické

Limity pro úroveň zpětných vlivů způsobovaných jedním odběratelem z DS 3x110kV, 50Hz stanovuje, PNE 33 3430 - 0. Reálná skutečná velikost harmonických bude záviset na konkrétním návrhu řešení SFC. V případě překročení požadavků musí Dodavatel doplnit návrh řešení SFC o vhodnou úpravu pro splnění požadavků.

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

6.7.3 Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu

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

6.8 Požadavky ze strany 1x25kV, 50Hz

6.8.1 Požadavky na jalový výkon

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

6.8.2 Požadavky na harmonické

Maximální přípustné hodnoty harmonických jsou definovány v Tabulka 5.

Tabulka 5: Meze harmonických napětí způsobených harmonickými proudy emitované z TNS

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

Pro kontrolu činitele zkreslení napětí se uvažuje uvedené spektrum S_1 a pro proudové a napěťové dimenzování prvků filtrů se uvažuje dále uvedené spektrum S_2 proudu trakčního obvodu, Tabulka 6.

Tabulka 6: Procentní podíl harmonických ve spektrech S_1 a S_2

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

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

6.8.3 Požadavky na elektromagnetickou kompatibilitu

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

6.8.4 Požadavky ze strany zabezpečovacího zařízení

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

Kolejové obvody

Podmínky spolupráce a zajištění bezpečné funkce KO jsou stanoveny právními a technickými předpisy výhradně pro vozidla a zařízení napájená z TV (stacionární odběry). Pro tyto účely jsou stanoveny limity ohrožujících proudů a další podmínky, které musí být na straně vozidel a zařízení napájených z TV splněny. Základní technický předpis, který definuje uvedené podmínky, je ČSN 34 2613 ed. 3. Tento předpis rozděluje KO na „starší KO“ (ČSN 34 2613 ed. 3., příloha A) a „perspektivní KO“ (ČSN 34 2613 ed. 3., příloha B). Dále připouští připojení stacionárních zdrojů rušivého proudu (stacionárních odběrů) pouze do kolejového úseku s perspektivním KO podle článků B 3.5 a B 3.6. V souladu s popisem zabezpečovacího zařízení (kapitola 4.4) jsou KO-3400, KO-4300, KO 3103 považovány za „starší KO“ podle ČSN 34 2613 ed. 3 a KO-6301 a KO-6401 jsou považovány za „perspektivní KO“. Ochranná kmitočtová pásma pro „starší KO“ jsou (68 až 80)Hz a (262 až 280)Hz a pro „perspektivní KO“ jsou (73 až 77)Hz a (273 až 277)Hz. Současně je nutno respektovat ochranné pásmo pro činnost národního vlakového zabezpečovače LS v rozsahu (66 až 83)Hz. Ochranná pásma pro vysokofrekvenční KO na drahách celostátních, regionálních a vlečkách jsou (44 – 56)kHz.

Obecně nelze předpokládat, že by technologie SFC plnila požadavky na limit rušivého proudu pro zařízení typu stacionárních zdrojů rušivých proudů (zařízení stacionárních odběrů) podle ČSN 34 2613 ed. 3 článku B 3.5. Kompatibilita použité technologie SFC a KO, jako systému pro detekci vlaků, tedy bude muset být prokázána jiným způsobem. S ohledem na tuto skutečnost je nutno považovat nasazení technologie SFC za bezpečnostně významnou změnu železničního systému podle Prováděcího nařízení komise (EU) č. 402/2013 a navrhovatel (Pozn.: Vzhledem k vazbě na konkrétní použitou technologii SFC a znalostem jejího chování by se mělo jednat o dodavatele SFC nebo výrobce SFC.) uvedené změny, by na základě použité konkrétní technologie SFC měl realizovat postupy podle uvedeného prováděcího zařízení a podle ČSN EN 50126-1.

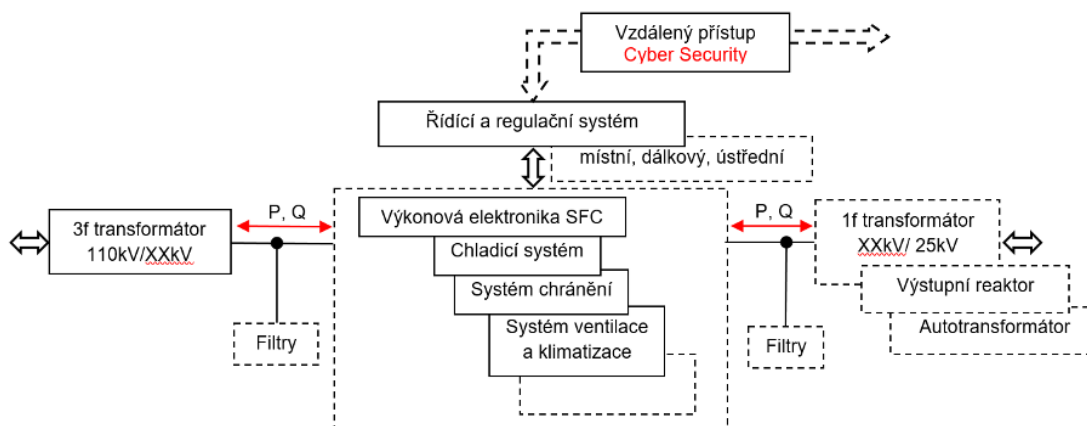
Inspirací pro posouzení kompatibility technologie SCF a KO mohou být normy ČSN 50238-1 a ČSN CLC/TS 50238-2 (Pozn: Uvedené normy řeší kompatibilitu vozidel a KO, ale mohou určitým způsobem sloužit jako vodítko pro stanovení postupu a principu pro posouzení kompatibility technologie SFC a KO.), přitom je však nutno vzít na vědomí, že teoreticky učiněné závěry (ve věci kompatibility SCF a KO) budou muset být také doloženy odpovídajícími měřeními při uvádění technologie SFC do provozu. Případně je také možno uvažovat o nasazení permanentních monitorovacích systémů ohrožujících signálů v rámci TNS s SFCs. Konkrétní provedení monitorovacího systému, úroveň integrity bezpečnosti a limity budou případně předmětem diskuzí Zákazníka s Dodavatelem.

Počítače náprav

Vzhledem k použitému principu u PN (použití magnetického pole dvou systémů, které je ovlivněno okolím projíždějícího kole železničního vozidla) se nepředpokládá, že by použití SFC mělo nějaký negativní vliv na tento systém pro detekci vlaků. Obecně jsou požadavky na vzájemnou kompatibilitu počítačů náprav a dalších subsystémů uvedeny v ČSN CLC/TS 50238-3 (jen vozidla) a TSI CCS, resp. v dokumentu ERA/ERTMS/033281 „Interfaces between CCS trackside and other subsystem“.

7 POŽADAVKY NA POMOCNÉ SYSTÉMY A ZAŘÍZENÍ PRO SFC

Popis a specifikace pomocných systémů a zařízení vychází z blokového schématu, Obrázek 14.



Obrázek 14: Blokové schéma SFC pro popis a specifikaci pomocných systémů a zařízení

7.1 Požadavky na popisy a značení

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

7.2 Požadavky na výkonový 3f transformátor

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

7.3 Požadavky na výkonovou elektroniku

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

7.4 Požadavky na výkonový 1f transformátor

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

Pro řešení SFC s 1f transformátorem platí:

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

7.5 Požadavky na filtry harmonických

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

7.6 Požadavky na chladicí systém

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

7.7 Požadavky na systém ventilace a klimatizace

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

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

7.8 Požadavky na systém chránění a řízení

- Systém řízení a chránění musí kontrolovat, chránit a řídit všechny oblasti systému SFC, včetně řízení a chránění samotného systému. Napájení musí být provedeno přes UPS - jednotné pro TNS a umožnit odstavení v řízeném režimu v případě ztráty napájení.
- Řídicí systém SFC musí být instalován v samotném SFC, v samostatné místnosti. Místnost musí být umístěna v klimatizovaném velínu a kdykoliv dostupná.
- Systém chránění a řízení musí kontrolovat a diagnostikovat všechny komponenty a musí zamezit poruše snížením zatížení, nebo pokud to není jinak možné, odstavit zařízení běžným postupem, případně i havarijním vypnutím. Při havarijním vypnutí musí zamezit opětovnému startu až do odstranění příčiny poruchy nebo přinejmenším do doby místní kontroly.
- Funkce chránění a funkce řízení musí být prováděny stejným integrovaným kompatibilním systémem, ale jinými 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 ovládání a řízení
 - Provoz ve všech provozních režimech
 - Automatický a postupný přechod mezi provozními režimy
- Bezpečnostní vazby / blokády
- Kontrolu a řízení všech pomocných systémů, nezbytných pro SFC
- Přístup k diagnostickým a servisním funkcím místně i ústředně, a to prostřednictvím neveřejné virtuální privátní sítě Zákazníka
- Umožnění nastavení základních parametrů (tj. P a Q charakteristiky) operátorem nebo dispečerem
- Všechny funkce chránění, nezbytné pro chránění SFC od 3f rozvodny po 1f trakční rozvodnu
- Chránění musí být navrženo pro bezpečný provoz SFC. Funkce chránění musí být aplikované pro všechny poruchové stavy, které se mohou vyskytnout. Všechny funkce chránění pro SFC musí být řízeny, zajištěny a zobrazovány rozhraním obsluhy SFC (místně všechny signály, dálkově a ústředně sumární signály).
- Vypínače SFC musí být monitorovány a ovládány přímo ze systému chránění a řízení SFC.
- Systém musí zahrnovat monitorování poruch a událostí. Poruchy, události a trendy musí k dispozici pro kontrolu nebo přehled prostřednictvím místního nebo dálkového dohledového

displeje nebo panelu. Komunikačním jazykem musí být český jazyk. Záznamy přihlášení musí být exportovatelné ve formátu „csv“.

- Sumární poruchová hlášení a hlášení událostí musí být dostupné pomocí ústředního rozhraní operátora.
- Systém musí zahrnovat záznamy poruchových stavů, s vysokým rozlišením a dostatečným časem záznamu před a po spuštění záznamu, pro umožnění diagnostiky vnějších i vnitřních poruch SFC nebo událostí. Záznam přechodových stavů musí být dostupný pro vyhodnocení pro možnou analýzu uživatelem.

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.

7.9 Požadavky na stavební práce

- Dodavatel zajistí dodání výkresů s návrhy dispozic jednotlivých částí a s jejich přesným rozměrovým uspořádáním a s požadavky, nutnými pro zajištění stavebních prací (pozn.: SO 12-82-03 TNS Nedakonice, stavební příprava pro SFC technologii)
- Systém SFC včetně souvisejícího vybavení, jako je venkovní rozvodna, transformátory, záblesková ochrana, stavební části atd., musí být zajištěny pevným oplocením podle specifikace Zákazníka (pozn.: SO 12-82-04 TNS Nedakonice, oplocení).
- Zákazník dodá tzv. přístupový zámkový systém Dodavateli pro zajištění kompatibility systému.

7.10 Požadavky na krytí

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

7.11 Požadavky na uzemnění

- Zemní nože / uzemňovače musí být blokovány vůči vypínačům a odpojovačům.
 - Kompletní sada uzemňovačů pro všechny zemní body v kontejneru musí být zahrnuta v rozsahu dodávky.
- Uzemnění musí být možné z prostorů pro pracovníky.

8 KONTROLY, TESTY, AKCEPTACE, UVEDENÍ DO PROVOZU SFC

8.1 Požadavky všeobecné

- Při testech musí být vždy přítomen zástupce Dodavatele, který má odpovídající specializaci v rámci zaměření kontroly/testu, pokud nebude dohodnuto se Zákazníkem jinak.
- Zákazník má právo určit svého zástupce pro danou specializaci mimo rámec dohodnutých profesí nebo zástupců.
- Prohlídky, kontroly a testy jsou plánovány pro ověření, že SFC vyhovuje požadavkům specifikovaným Zákazníkem. Hlavním 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 Nedakonice, „Celkový plán prohlídek, kontrol, zkoušek a testů“ nebo „Celkový inspekční a zkušební plán (ITP = inspection and testing plan)“ pro SFC, který obsahuje všechny plány prohlídek, kontrol, zkoušek a testů v minimálním rozsahu:
 - název prohlídky/kontroly/zkoušky/testu,
 - termín,
 - místo provedení,
 - podmínky provedení,
 - časová náročnost,
 - datum vystavení protokolu.
- ITP musí zahrnovat minimálně: pravidelné tovární a přijímací zkoušky, integrační tovární přijímací zkoušky, tovární přijímací zkoušky, zkoušky uvedení do provozu, zkoušky výkonu SFC, zkoušky EMC. ITP zahrnuje testy Factory Acceptance Testing (FAT), Site Acceptance Testing (SAT) a další.
- Celkový plán prohlídek, kontrol, zkoušek a testů musí zahrnovat i plán pro kontrolu kompatibility odsouhlasený Zákazníkem.
- Všechny hlavní testy musí být oznámeny v předstihu nejméně 8 týdnů před předpokládaným termínem testu. Zákazník si vyhrazuje právo účasti na testech a dále právo na doplnění požadavků na testy s ohledem na požadované funkce SFC.
- Dokumentace k testům bude dodána nejpozději 4 týdny před termínem testů. Dokumentace bude vždy obsahovat podrobné detailní schéma zapojení při testování.
- Každý test, jehož výstupem bude dokument/protokol, bude mít mimo jiné uvedenou SW a HW verzi konkrétní části SFC.
- Veškeré testovací příslušenství musí být kalibrováno a kalibrace musí být platné. Toto bude dokladováno v protokolu o provedení zkoušky nebo testu.

8.2 Požadavky na model

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

8.3 Požadavky na plán prohlídek a testů

- 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

8.4 Požadavky na testy v místě výroby

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

- Dodavatel musí provést standardní „tovární“ testy tj. před odesláním SFC na místo realizace následujících komponentů před jejich odesláním SFC z výroby na místo instalace, kde bude provedeno uvedení do provozu, a to minimálně v rozsahu:
 - SFC výkonová část
 - SFC řídicí skříň
 - SFC chladicí systém a externí výměníky tepla
 - SFC 3fázový vstupní transformátor pro 50Hz
 - SFC 1fázový výstupní transformátor pro 50Hz (pozn.: pokud je součástí řešení)
 - SFC filtry vstupní/ výstupní (pozn.: pokud jsou součástí SFC)
 - SFC řízení
 - Ostatní související části SFC od případných subdodavatelů
- Standardní testování musí být provedeno v souladu s odpovídajícím souborem norem a předpisů, případně dalších souvisejících norem a předpisů platných pro zařízení u Zákazníka.
- Zákazník má právo na změnu nebo doplnění FAT před jeho oznámením začátku, 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. Pro každý FAT bude proveden záznam s výsledky testu (FTR = Factory Test Report). V FTR bude uveden výsledek testu, případný komentář. Odsouhlasení testu bude provedeno v rámci dvou týdnů od dokončení testu.

Záznam s výsledky testu FTR 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

8.5 Požadavky na uvedení do provozu

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

Podmínky a minimální obsah SAT:

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

Po úspěšných SAT následuje období Zkušebního provozu.

Podmínky a minimální obsah Zkušebního provozu:

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

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

Podmínky a minimální obsah Ověřovací provozu:

- Období ověřovacího provozu musí probíhat minimálně po dobu 12 měsíců
- U Zákazníka a Dodavatele bude určena osoba, která bude odpovědná za zajištění a vyhodnocení ověřovacího provozu.
- Musí být provedena „Studie kompatibility harmonických a dynamických jevů“ podle ČSN EN 50 388-1 s vyhodnocením.
- Musí být provedena „Studie kompatibility trakční napájecí stanice“ (subsystém ENE), s drážními vozidly (subsystém RST) a s kolejovými obvody železničních zabezpečovacích zařízení (subsystém CCS) podle ČSN EN 50238 s vyhodnocením.

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

9 DOKUMENTACE K SFC

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

9.1 Dokumentace pro nabídku

Dokumentace pro nabídku musí zahrnovat:

- Technický popis a řešení SFCs obsahující blokové schéma SFCs jako celku včetně všech souvisejících zařízení, tak aby zřetelné o jakou strukturu SFCs se jedná
- Technický popis systému řízení a chránění
- Předběžný přehled zapojovacích jednopólových schémat
- Předběžný návrh dispozice SFCs a rozměrů
- Obsah dodávky (jasně definované součásti/celky), a to včetně dodávky zkratovacích souprav a potřebných ochranných pomůcek
- Obsah doporučené sady náhradních dílů v souladu s kapitolou 11.2
- Předpokládaný servisní plán prací včetně vzoru servisní smlouvy v souladu s kapitolou 11.3
- Předpokládaná doba dodání (počet měsíců)
- Doba instalace (počet měsíců)
- Předpokládaná doba testování v místě instalace (počet měsíců)
- Předpokládaná doba zkušebního provozu (počet měsíců)
- Záruční doba SFC (počet měsíců) v souladu s kapitolou 11.1
- Servisní cyklus (počet měsíců) a způsob jeho garance
- Garance o dostupnosti náhradních dílů po dobu min. 10 let
- Zákaznická podpora – údržba, servis, školení/zácvik (počet měsíců)
- Referenční projekt v souladu s kapitolou 11.4

9.2 Dokumentace Dodavatele pro Zákazníka

- Základní projektová dokumentace (Base design - BD)
 - Základní zprávy projektu v dostatečně vypovídajícím rozsahu
 - Přehledová jednopólová schémata
 - Přehledová schémata chránění
 - Soupis technických parametrů zařízení a příslušenství v minimálním rozsahu podle této technické specifikace
 - Výpočty ošetření harmonických složek
 - Dispoziční výkresy (předběžné)
 - Výkresy základů
 - Výkresy zemnicí soustavy
 - Dokumentaci s popisem návazností
- Podrobná projektová dokumentace (Detail design)
 - Podrobná zpráva projektu
 - Schémata zapojení každé části a systému SFC
 - Popis systému chránění
 - Popis systému řízení

- Seznam signálů
 - Simulační studie (pokud je použita)
- Zkoušky, testy
 - Plán prohlídek a zkoušek - ITP minimální obsah - kapitola 8
 - Zápisy zkoušek / testů s uvedením výsledku
 - Zápisy z FAT
 - Zápisy z SAT
 - Zápisy ze Zkušebního provozu
 - Zápisy z Ověřovacího provozu
- Práce na místě stavby:
 - Zápis k uvádění do provozu pro všechny požadované režimy SFC
 - Zápis k ověřovacím testům pro všechny požadované režimy SFC
- Dokumentace pro Zákazníka (konečného uživatele):
 - Návod pro obsluhu zařízení zahrnující detailní obrazové přílohy instalovaného SFC
 - Výkresy konečného provedení, dokumentace
 - Návod pro servis a údržbu včetně obrazových příloh instalovaného SFC
 - Návod pro řešení problémových stavů
- Z důvodu minimalizace dopadů na životní prostředí bude dokumentace dodána v elektronické formě a pouze jedna tištěná sada dokumentace pro konečného uživatele u Zákazníka, pokud to nebude stanoveno jinak. Dokumentace bude dodána na konci projektu včetně všech změn, které nastaly v rámci řešení projektu,
- Průběh procesu tvorby a předávání dokumentace musí zajistit zpětnou vazbu a odsouhlasení Dodavatelem předané dokumentace Zákazníkem do 15 pracovních dnů.

10 ŠKOLENÍ A ZÁCVIK

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

11 OSTATNÍ POŽADAVKY

11.1 Záruční podmínky a servis v době záruky

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

11.2 Náhradní díly

- V rámci nabídky musí být předloženy doporučené sady náhradních dílů pro SFC jako celek
- Dodavatel musí specifikovat doporučené náhradní díly včetně jejich počtu, a to ve dvou úrovních:
 - pro dobu záruky
 - pro dobu po záruce, a to s ohledem na dobu uvažované životnosti zařízení

11.3 Servisní smlouva

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

11.4 Referenční dokumenty

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

11.5 Další podmínky pro Dodavatele

- Kapitola 12, kde je uveden soubor dokumentů a předpisů, a to včetně právních a technických dokumentů představuje základní soubor. Tento soubor nijak nezavazuje ani neomezuje povinnost Dodavatele provést návrh a řešení SFC v souladu s právními předpisy a interními dokumenty a předpisy Zákazníka, a to i takovými, které v tomto seznamu uvedené nejsou.
- Při řešení realizace SFC musí být respektovány jako výchozí podklady zejména Obecně závazné předpisy (zákony a vyhlášky) České republiky, Obecně závazné evropské předpisy, Technické normy a interní dokumenty a předpisy vydané Zákazníkem.
- Právní předpisy vydané Zákazníkem v platném znění si Dodavatel zajistí na vlastní náklady.
- Zákazník umožňuje Dodavateli přístup ke všem svým interním dokumentům a předpisům na svých webových stránkách: www.spravazeleznice.cz v sekci „O nás / Vnitřní předpisy / odkaz Dokumenty a předpisy“ (<https://www.spravazeleznice.cz/o-nas/vnitri-predpisy-spravy-zeleznice/dokumenty-a-predpisy>).
- Před zahájením prací Dodavatel provede aktualizaci a doplnění všech výchozích podkladů souvisejících s technologií SFC.

12 SEZNAM DOKUMENTŮ, NOREM, PŘEDPISŮ a VYHLÁŠEK

[1]	Soubor dokumentace „Zvýšení disponibilít výkonu TNS Nedakonice v systému AC 25 kV“ SUDOP BRNO, spol. s r. o.
[2]	Energetické výpočty, N.2.1., „Zvýšení disponibilít výkonu TNS Nedakonice v systému AC 25 kV“, SUDOP BRNO, spol. s r. o., leden 2024
[3]	Studie připojitelnosti TNS Nedakonice do DS 110 kV EG.D., „Zvýšení disponibilít výkonu TNS Nedakonice v systému AC 25 kV“, EGÚ Brno a.s., prosinec 2023
[4]	Akustická studie, „Zvýšení disponibilít výkonu TNS Nedakonice v systému AC 25 kV“, Ecological Consulting a. s., Akustická laboratoř Brno, 2. vydání, květen 2024
58604/00 – O13	Metodický pokyn ČD - Protihlukové stěny a valy, č.j. 58 604/00 - O13
ČSN ISO 2631-1	Vibrace a rázy - Hodnocení expozice člověka celkovým vibracím – Část 1: Všeobecné požadavky
ČSN 33 0010 ed.2	Elektrická zařízení - Rozdělení a pojmy
ČSN 33 0165 ed. 2	Značení vodičů barvami a nebo číslicemi - Prováděcí ustanovení
ČSN 33 0360 ed. 2	Místa připojení ochranných vodičů na elektrických předmětech
ČSN 33 3015	Elektrotechnické předpisy. Elektrické stanice a elektrická zařízení. Zásady dimenzování podle elektrodynamické a tepelné odolnosti při zkratech
ČSN 33 3505 ed. 2	Drážní zařízení - Pevná trakční zařízení - Základní požadavky na elektrické napájecí a spínací stanice
ČSN 34 1500 ed.2	Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Předpisy pro elektrická trakční zařízení
ČSN 34 2613 ed. 3	Železniční zabezpečovací zařízení – Kolejové obvody a vnější podmínky pro jejich činnost
ČSN EN ISO 5349-1	Vibrace - Měření a hodnocení expozice vibracím přenášených na ruce – Část 1: Všeobecné požadavky
ČSN 73 0532	Hodnocení zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách, požadavky
ČSN 73 6301	Projektování železničních drah
ČSN EN 14253	Měření a výpočet expozice celkovým vibracím na pracovním místě s ohledem na zdraví
ČSN EN 15 461	Železniční aplikace – Emise hluku – Charakterizace dynamických vlastností úseků koleje pro měření hluku při průjezdech
ČSN EN 1794-1	Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Neakustické vlastnosti - Část 1: Mechanické vlastnosti a požadavky na stabilitu
ČSN EN 1794-2	Zařízení pro snížení hluku silničního provozu – Neakustické vlastnosti – část 2: Obecné požadavky na bezpečnost a životní prostředí
ČSN EN 20140-10	Akustika měření zvukové izolace stavebních konstrukcí a v budovách
ČSN EN 50 110-1 ed.3	Obsluha a práce na elektrických zařízeních

ČSN EN 50 110-2	Obsluha a práce na elektrických zařízeních (národní dodatky)
ČSN EN 50 121	Drážní zařízení – Elektromagnetická kompatibilita – (soubor)
ČSN EN 50 122-1 ed.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 U_m nad 1 kV
ČSN EN 50238-1 ed. 2	Drážní zařízení – Kompatibilita mezi drážním vozidlem a systémy pro detekování vlaků – Část 1: Obecně
ČSN EN 50329	Drážní zařízení – Pevná trakční zařízení – Trakční transformátory
ČSN EN 50388 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 vloženého 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
S 501/2010-OKS	Technické kvalitativní podmínky staveb Českých drah, kapitola 16 - Protihluková opatření, ČD divize dopravní cesty o.z.
SŽDC (ČSD) SR34(E)	Nastavování, provoz a údržba reléových ochran
SŽDC E3	Předpis pro trakční napájecí a spínací stanice
TNI IEC/TR 61200-52	Pokyny pro elektrické instalace – Část 52: Výběr a stavba elektrických zařízení – Výběr soustav a způsoby kladení vedení
TNŽ 73 6334	Oplocení a zábradlí na drahách celostátních a regionálních
Vyhláška č.499/2006 Sb.	O dokumentaci staveb
Vyhláška č.500/2006 Sb.	O územně analytických podkladech, územně plánovací dokumentaci a způsobu evidence územně plánovací činnosti
Vyhláška č.501/2006 Sb.	O obecných požadavcích na využívání území
Zákon č. 22/1997 Sb.	O technických požadavcích na výrobky
Zákon č.183/2006 Sb.	O územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
Zákon č.184/2006 Sb.	O odnětí nebo omezení vlastnického práva k pozemku nebo ke stavbě (zákon o vyvlastnění)
TKP	Soubor technických kvalitativních podmínek staveb státních drah
Zákon č. 458/2000 Sb.	Zákon o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon) v platném znění
Vyhláška č. 100/1995 Sb.	Vyhláška Ministerstva dopravy, kterou se stanoví podmínky pro provoz, konstrukci a výrobu určených technických zařízení a jejich konkretizace (Řád určených technických zařízení)
Pravidla provozování DS	EG.D. a.s., 2016 vč. doprovodných příloh č.1 – 7 (https://www.egd.cz)
Směrnice GŘ č. 11/2006	Dokumentace pro přípravu staveb na železničních drahách celostátních a regionálních, č.j.: 13 511/06-OP, s účinností od 30. 6. 2006, v platném

	znění včetně příslušných dodatků a dle platnosti uváděných souvisejících dokumentů a předpisů,
Směrnice 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 zněníPravidla provozování DS E.ON Distribuce a.s., 2016 vč. doprovodných příloh č.1 – 7. viz. https://www.eon-distribuce.cz/predpisy-smlouvy-pro-elektrinu - kapitola „Pravidla provozu distribučních soustav“. Pro místo připojení Otrokovice.
Směrnice SŽDC č. 20	Stanovení členění investičních nákladů staveb u státní organizace Správa železniční dopravní cesty, ve znění Změny č. 1, včetně závazných vzorů jednotlivých formulářů pro zpracování položkových a souhrnných rozpočtů, č.j.: 28169/2017-SŽDC-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, čj. 18752/2018-GR-O14, s účinností od 30. 4. 2018, v platném znění
Směrnice SŽDC č. 34	Směrnice SŽDC č. 34 – Směrnice pro uvádění do provozu výrobků, které jsou součástí sdělovacích a zabezpečovacích zařízení a zařízení elektrotechniky a energetiky, na železniční dopravní cestě ve vlastnictví státu státní organizace Správa železniční dopravní cesty, ve znění změny č. 1, ze dne: 26. 9. 2007, č.j.: 21 783/07-OP, s účinností od 15. 2. 2012, v platném znění včetně příslušných dodatků.
Směrnice SŽDC č. 35	Směrnice, kterou se stanovují technické specifikace vlakových rádiových zařízení a zásady pro jejich přípravu a realizaci na železniční dopravní cestě ve vlastnictví státu ve znění změny č. 1, s účinností od 15. 1. 2020, v platném znění
Směrnice SŽDC č. 105	Změny během výstavby, ve znění změny č. 1, č.j. 19782/2018- SŽDC-GR-O7 s účinností od 12. 10. 2018, v platném znění,
Směrnice SŽDC č. 117	Předávání digitální dokumentace z investiční výstavby SŽDC dle změny č. 1, č.j.: S11908/2017-SŽDC-GR-O7 s účinností od 24. 3. 2017, v platném znění
Pokyn GR č. 4/2016	Předávání digitální dokumentace a dat mezi SŽDC a externími subjekty, č.j.: S34781/2016-SŽDC-O22, ze dne 30. 8. 2016 s platností od 5. 9. 2016, platném znění
Pokyn SŽDC PO-21/2017-GR	Opatření a omezení pro dodávky technologických celků s dopadem na síťovou infrastrukturu SŽDC, č.j.: 48729/2017-SŽD-GR-O14, ze dne 15. 1. 2018, s účinností od 18. 1. 2018,

Pokyn SŽDC PO-07/2019-GŘ	Aplikace novel vyhlášek o dokumentacích staveb, č.j.25865/2019-SŽDC-GŘ-O6 ze dne 15. 5. 2019, s účinností od 16. 5. 2019,
Předpis SŽDC D1	Dopravní a návěštní předpis, č.j. 55738/2012-OZŘP s účinností od 1. 7. 2013, ve znění změn č. 1 až č. 4, v platném znění
Předpis SŽDC D7/2	Organizování výlukových činností, č.j.: S 47995/2013-O20 ze dne 11. 11. 2013, ve znění změny č. 2 s účinností od 1. 1. 2019, v platném znění
Předpis SŽDC (ČD) M12	Předpis pro jednotné označování tratí a kolejíšť v IS ČD, změny a doplňky dle 2. novely, č.j.: 59 792/99-O29, s účinností od 1. 11. 1999, v platném znění
Předpis SŽDC M21	Topologie sítě a staničení tratí železničních drah, č.j.: 31554/2019-SŽDCGŘ-O15, ze dne 20. 6.2019, s účinností od 25. 6. 2019, v platném znění

13 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Schéma zapojení TNS Nedakonice – stávající stav [1]	9
Obrázek 2: Schéma zapojení TNS Nedakonice – nový stav [1]	10
Obrázek 3: Umístění TNS Nedakonice v železniční síti Zákazníka	11
Obrázek 4: Model napájení pro simulace [2]	11
Obrázek 5: Schéma výhledového napájení pro TNS Nedakonice [1]	12
Obrázek 6: Principiální schéma pro TS technologii SFC v TNS Nedakonice	13
Obrázek 7: Blokové schéma základních částí SFC z pohledu Zákazníka	15
Obrázek 8: Lokalita TNS Nedakonice - mapa tratí	17
Obrázek 9: Lokalita TNS Nedakonice - mapa TNS	18
Obrázek 10: Dispozice technologie SFC V TNS Nedakonice [1]	18
Obrázek 11: Rozsah dodávky SFCs pro TNS Nedakonice [1]	19
Obrázek 12: Rozhraní pro vybrané části stavby TNS Nedakonice [1]	22
Obrázek 13: Zakreslení navrhované protihlukové stěny v TNS Nedakonice [4]	38
Obrázek 14: Blokové schéma SFC pro popis a specifikaci pomocných systémů a zařízení	42

14 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Související investiční akce ve sledované lokalitě TNS Nedakonice	23
Tabulka 2: Klimatické charakteristiky oblasti T2	24
Tabulka 3: Klimatické území TNS Nedakonice.....	24
Tabulka 4: Vstupní parametry jednotlivých zařízení SFC v TNS Nedakonice [4]	38
Tabulka 5: Meze harmonických napětí způsobených harmonickými proudy emitované z TNS.....	40
Tabulka 6: Procentní podíl harmonických ve spektrech S_1 a S_2	40