

## Obsah

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>Všeobecné údaje stavby .....</b>                           | <b>2</b>  |
| 1.1      | Identifikace stavby .....                                     | 2         |
| 1.2      | Zadavatel projektové dokumentace .....                        | 2         |
| 1.2.1    | Objednatel (investor) .....                                   | 2         |
| 1.2.2    | Zhotovitel projektové dokumentace stavby .....                | 2         |
| <b>2</b> | <b>Stávající stav .....</b>                                   | <b>3</b>  |
| 2.1      | Přenosový systém SDH .....                                    | 3         |
| 2.2      | DWDM .....  | 3         |
| 2.3      | MPLS .....  | 3         |
| 2.4      | Synchronizace přenosové sítě SŽDC .....                       | 3         |
| <b>3</b> | <b>Základní charakteristika stavby a jejího užívání .....</b> | <b>4</b>  |
| <b>4</b> | <b>Obecně k synchronizaci přenosové sítě .....</b>            | <b>5</b>  |
| 4.1      | Využitelnost datové sítě a možnosti její optimalizace .....   | 5         |
| 4.1.1    | Systémy s šířením po fyzické vrstvě .....                     | 5         |
| 4.1.2    | Šíření paketovými toky .....                                  | 7         |
| 4.2      | Návrh a důvody síťové synchronizace .....                     | 8         |
| <b>5</b> | <b>Návrh technického řešení v přenosové síti SŽDC .....</b>   | <b>10</b> |
| 5.1      | Přenosový systém SDH .....                                    | 10        |
| 5.2      | DWDM .....  | 11        |
| 5.2.1    | Synchronní DWDM síť .....                                     | 11        |
| 5.2.2    | Asynchronní DWDM síť s podporou přenosu SyncE .....           | 12        |
| 5.2.2.1  | Postup úprav na DWDM .....                                    | 13        |
| 5.3      | Přenosový systém MPLS .....                                   | 13        |
| 5.3.1.1  | Postup úprav na MPLS .....                                    | 16        |
| 5.4      | Referenční zdroj taktu .....                                  | 16        |
| 5.4.1    | Umístění referenčních zdrojů taktu .....                      | 16        |
| 5.4.2    | Základní specifikace referenčního zdroje taktu .....          | 16        |
| 5.4.3    | Stávající referenční zdroje taktu .....                       | 17        |
| 5.5      | Synchronizace telefonní ústředny .....                        | 18        |
| 5.6      | Testování funkcionality před uvedením do provozu .....        | 18        |
| <b>6</b> | <b>Ochrana elektrických rozvodů .....</b>                     | <b>19</b> |
| 6.1      | Prostředí .....   | 19        |
| 6.2      | Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí .....           | 19        |
| 6.3      | Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí .....         | 19        |
| <b>7</b> | <b>Životní prostředí a likvidace odpadů .....</b>             | <b>20</b> |
| <b>8</b> | <b>Bezpečnost a ochrana zdraví při práci .....</b>            | <b>21</b> |
| <b>9</b> | <b>Pokyny pro montáž a demontáž .....</b>                     | <b>23</b> |
| 9.1      | Požadavky na zabezpečení provozu a realizace .....            | 23        |
| 9.2      | Péče o životní prostředí .....                                | 23        |

# 1 Všeobecné údaje stavby

## 1.1 Identifikace stavby

|                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| <b>Název stavby:</b>                | Konsolidace synchronizace telekomunikačních sítí SŽDC  |
| <b>Stupeň dokumentace:</b>          | Dokumentace pro územní řízení  |
| <b>Druh/Charakter stavby:</b>       | Rekonstrukce a doplnění přenosové sítě SŽDC  |
| <b>Kraj:</b>                        | Celá ČR  |
| <b>Vlastníci dotčených pozemků:</b> | Správa železniční dopravní cesty, s.o., České dráhy, a.s.,<br>(ostatní viz geodetická část PD) |
| <b>Místo stavby:</b>                | Celá síť SŽDC  |
| <b>Dodavatel:</b>                   | Bude určen na základě výběrového řízení  |
| <b>Hlavní inženýr projektu:</b>     | Ing. Martin Štrof<br>(martin.strof@sudop.cz, tel. 267 094 144, 605 229 014)                    |

## 1.2 Zadavatel projektové dokumentace

### 1.2.1 Objednatel (investor)

|                    |  |
|--------------------|--|
| <b>Investor:</b>   | <b>Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (SŽDC s.o.)</b><br><b>Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1</b><br>IČ: 70994234, DIČ: CZ70994234<br>Zapsaná v OR vedeném u Městského soudu v Praze, oddíl A, vložka 48384 |
| <b>Zastoupený:</b> | <b>Správa železniční dopravní cesty, státní organizace (SŽDC s.o.)</b><br><b>Stavební správa západ,</b><br>Sokolovská 278/1955, 190 00 Praha 9   |

### 1.2.2 Zhotovitel projektové dokumentace stavby

|                     |   |
|---------------------|---|
| <b>Zpracovatel:</b> | SUDOP PRAHA a.s.<br>208 Středisko elektrotechniky, trakce, sdělovací a zabezpečovací techniky<br>Olšanská 1a, 130 80 Praha 3<br>IČ: 257 93 349, DIČ: CZ 257 93 349<br>Zapsaný v OR u Městského soudu v Praze, oddíl B, č. vložky 6088 |
|---------------------|---|

## 2 Stávající stav

### 2.1 Přenosový systém SDH

Nejvyšší úrovní přenosové sítě SŽDC, s.o. byla donedávna realizována v technologii SDH (synchronní digitální hierarchie), jednotlivé uzly této přenosové sítě byly vystavěny s použitím technologie Cisco ONS 15305, resp. ONS 15454. Používané přenosové rychlosti v síti SDH jsou STM-1 (menší ŽST, BTS systému GSM-R, některé energetické objekty), STM-4 (většina ŽST) a STM-16 (převážně překryvná úroveň přenosové sítě). Firma Cisco ukončila dodávky uvedené technologie ONS 15305 do ČR, pokračuje se ještě s výstavbou větších přenosových uzlů ONS 15454 v rámci překryvné sítě. I tato technologie však u SŽDC s.o. bude končit, dodávky jsou zajištěny pouze pro stavbu dokončení překryvné sítě. I tato technologie však u SŽDC nebude dále nově realizována. V případě dodržení jednotného přenosového traktu se výjimečně nově dobudované SDH používají přenosové zařízení od společnosti Ericsson a to typy SPO 1410 používané jako náhrada ONS 15305 a SPO 1460 jako náhrada ONS 15454. Pro nově připravované stavby se již uvažuje s přenosovou technologií DWDM a MPLS.

### 2.2 DWDM

V rámci předcházení investičních akcí je přenosová síť SDH postupně nahrazována a na síti stávajících optických kabelů SŽDC a ČD-T je vybudován přenosový systém DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing) se současnými 11 lokalitami umístění uzlových stanic a dalšími lokalitami, ve kterých jsou instalovány nezbytné opakovače DWDM (celkem 10 lokalit) z důvodu nevyhovujícího útlumu přenosové cesty a z důvodu velké vzdálenosti. V identických lokalitách jsou rovněž vybudovány Core routery MPLS (Multiprotocol Label Switching), které zabezpečují přechod mezi oběma úrovněmi přenosů, tedy mezi úrovní DWDM a nižší agregační úrovní tvořenou technologií MPLS. Samotnou agregační vrstvu pak kromě Core routerů vytvoří síť dalších přenosových bodů MPLS, ve kterých bude prováděn sběr příspěvkových signálů z navazujících železničních tratí. Tyto přenosy budou realizovány zejména jako datové s rozhraním Ethernet.

### 2.3 MPLS

V rámci postupného přechodu na IP ethernetovou síť byly v nedávné době v síti SŽDC instalovány MPLS routery, které postupně vytvoří novou páteřní a agregační síť TDS. Celá síť má tři úrovně, kde 1. a 2. úroveň pracuje s rychlostí 10GbE a 3. úroveň 1GbE. V oblasti OŘ Praha je instalován jeden uzel MPLS ASR 903 (uzlový agregační bod MPLS) v objektu TB Pernerova a dále 6 agregačních routerů MPLS ASR 902 (ŽST. Nymburk hl. n., ŽST. Mladá Boleslav hl.n., ŽST. Praha-Smíchov, ŽST. Beroun, ŽST. Čerčany, ŽST. Kralupy n. Vltavou). V objektech CDP Praha a CDP Přerov jsou v každém z nich umístěny ASR 9912 a ASR 9006 ve funkci MPLS routeru a dva boxy firewall ASA5585.

### 2.4 Synchronizace přenosové sítě SŽDC

V současné době není zajištěna komplexní synchronizace telekomunikačních sítí SŽDC.

Stávající přenosový systém SDH je synchronizován a dojde pouze k redesignu na základě nově dodaných časových zdrojů. Stávající šíření taktu, které je primárně ze žst. Kolín (záložně pak ze žst. Havlíčkův Brod). S přenosovým systémem SDH na úrovni stávajících boxů Cisco ONS 15305 již nelze více provádět, protože boxy nemají potřebné vstupy ani BITS. Podpora od výrobce existuje pouze na páteřní SDH boxy (Cisco ONS 15454), na boxy Cisco ONS 15305 není a šíření synchronizace z nich na jakékoli další technologie je provozně vysoce riskantní. Na jejich synchronizaci z překryvné části na ONS 15454 je designem ponecháno 7 hopů, provozovatel/správce sítě musí prověřit dostatečnost takové rezervy na částech sítě, tvořených ONSD 15305.

Stávající telefonní ústředny jsou synchronizovány lokálně z nadřazené sítě ČD-T (synchronizační E1). Jedná se o jednosměrnou komunikaci, která je šířena z SDH (MSH) z časového zdroje CETIN.

### 3 Základní charakteristika stavby a jejího užívání

Cílem projektu je zajistit synchronizaci sítě ve schématu začleňujícím všechny dotčené technologie, jmenovitě SDH a PDH (dokud jsou využívány), PSN na bázi MPLS a včetně systémů GSM-R. Konsolidace zajistí potřebnou stabilitu a dostupnost (frekvenční složky) synchronizace na všech využívajících technologiích jako nutnou podmínku stability a dostupnosti přenosových (infokomunikačních) služeb. Segmentované řešení dovolí pro každou technologii a/nebo geografickou oblast spolehlivou (zálohovanou) referenci z nadřazených systémů a využití pro technologii optimálních funkcí a protokolů šíření, maximalizujících stabilitu a minimalizujících dobu zotavení po poruchách, zvyšujících říditelnost a dohledovatelnost synchronizačních mechanismů a zjednodušujících plánování při nutných změnách v síti.

**Synchronizaci přenosové sítě je nezbytné realizovat s nejvyšší prioritou, neboť od synchronizace celé přenosové sítě včetně systémů GSM-R se odvíjí další její rozvoj.**

## 4 Obecně k synchronizaci přenosové sítě

### 4.1 Využitelnost datové sítě a možnosti její optimalizace

Aktuálním přechodem přenosových sítí na paketové technologie Ethernet, IP, případně MPLS se vytrácí u dřívějších generací automaticky přítomná složka šíření referenční frekvence. Ačkoli nastupující přenosové technologie tuto složku pro svou funkci nevyžadují, zůstává důležitá pro zpětnou kompatibilitu některých, zvláště v technologických sítích nadále provozovaných komunikačních služeb, i pro podporu některých aplikací.

Pro přenos TDM služeb přes PSN (např. MPLS WAN síť) je nutnou podmínkou distribuce frekvenční a fázové složky synchronizace uzlům WAN sítě, a to i v případě, kdy pro podporu služeb stačí *Network-synchronous operation* model dle standardu G.8261/Y.1361, který předpokládá zcela synchronní síť včetně koncových zařízení. Ve složitějších případech:

- Může být potřebné šíření časové složky (TOD), a to především pro koncová zařízení, vyžadující přesnost vyšší, než poskytují samostatné obecné protokoly, např. NTP (dostačující pro management přenosu);
- Může být požadováno šíření dalších plesiochronních signálů (tj. s definovaným malým limitem odchylky přenosové rychlosti), např. pro aplikaci ostatních modelů dle standardu G.8261/Y.1361 pro vybraná koncová zařízení (KZ) nebo pro tunelování okruhů TDM cizích sítí.

Pro základní podporu TDM služeb musí systém šíření taktu plnit dobře známé požadavky, jako je jitter, wander a stabilita taktů (v mezích ITU-T G.823/G.824), tolerance ke ztrátovosti paketů (alespoň 5 %) a podpora mechanismů automatického přepnutí do autonomního (*hold-over*) režimu a následného vyhledání náhradní synchronizační reference. V případě přenosu plesiochronních signálů pak rozsah zachycení synchronizace (alespoň  $\pm 50$  ppm), apod.

Pro zmíněné aplikace musí systém šíření frekvenční a fázové složky splňovat minimálně tyto výsledné parametry:

- Jitter a wander obnoveného taktu a stability autonomních taktů splňují požadavky ITU-T G.823/G.824, v obecném případě i úrovně pro šíření synchronizace;
- Rozsah zachycení synchronizace je v případě plesiochronních TDM toků alespoň  $\pm 50$  ppm (při šíření synchronizace fyzickou vrstvou vyžadující model DCR – *Differential Clock Recovery*),
- Tolerance alespoň 5% ztrátovosti bez degradace kvality obnovy taktu;
- Podpora mechanismů automatického přepnutí do autonomního (*hold-over*) režimu a následného vyhledání náhradní synchronizační reference v případě ztráty normální provozní konektivity (spoje) v PSN.

Protože šíření potřebných složek je nutnou podmínkou funkčnosti příslušných služeb, je šíření synchronizace důležitým aspektem z hlediska bezpečnosti systémů a proto, v technologických sítích zejména, má být zajištěno vlastními síťovými prostředky, ne pomocí lokálního využití cizích synchronizačních systémů, jejichž funkčnost a provozuschopnost není provozovatel sítě schopen ovlivnit (příkladem je dnes často využívaný satelitní systém GPS, provozovaný US DOD).

Z hlediska plánování a návrhu je potřeba rozlišovat systémy (protokoly) šíření po fyzické vrstvě („klasické“) a systémy využívající paketové toky.

#### 4.1.1 Systémy s šířením po fyzické vrstvě

„Klasické“ techniky využívají rámcovanou strukturu synchronního linkového signálu, pomocí kterého je šířena hop-by-hop frekvenční složka synchronizace přímo fyzickou vrstvou sítě. Z topologického hlediska je schéma tvořeno „klasickými“ řetězy (polokruhy) synchronizovaných uzlů se standardy omezenou délkou kvůli omezení kumulace odchylek (viz obrázek 1), které se v rámci sítě skládají v

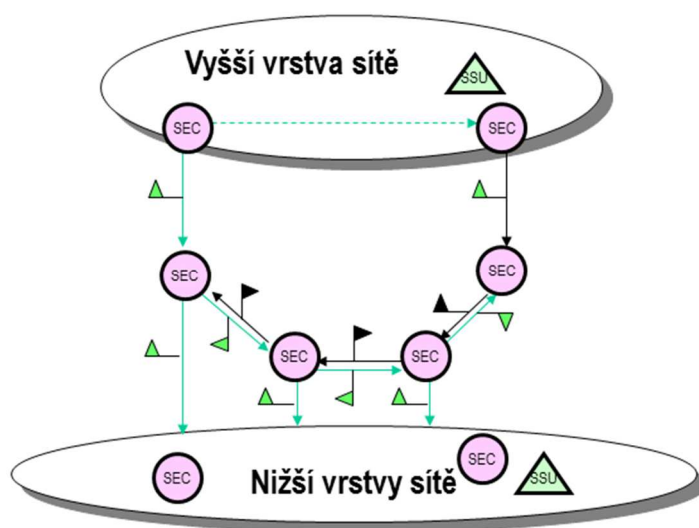
řídkou mesh-strukturou, zajišťující redundanci při poruše uzlu/linky. Redundance (výběr nové reference při poruše stávající) je řízena jednoduchým signalizačním protokolem, vyhovujícím právě jen pro tyto topologie.

Hlavním reprezentantem klasického schématu je šíření mezi uzly systémů SDH, které má následující charakteristiky:

- frekvenční složka synchronizace je šířena hop-by-hop přímo fyzickou vrstvou sítě, rámcovanou strukturou linkového signálu;
- z topologického hlediska je schéma tvořeno řetězy (polokruhy) synchronizovaných uzlů se standardy omezenou délkou kvůli omezení kumulace odchylek (viz obrázek);
- které se v rámci sítě skládají v řídkou mesh-strukturou, zajišťující redundanci při poruše uzlu/linky;
- Redundance řízena jednoduchým signalizačním protokolem, vázaným na shora popsané topologie.

Nástupcem popsaného schématu v PSN je SyncE (*Synchronous Ethernet*), převádějící jeho principy do prostředí Ethernet:

- Využívá fyzickou vrstvu Ethernetu (1GE a výše), jejíž rámce jsou vysílány v definovaném časovém rastru, kterou přenáší frekvenční složku synchronizace;
- Rovněž logické topologie synchronizace jsou odvozeny od SDH sítí, včetně shodné aplikační vrstvy signalizačního protokolu;
- SyncE musí podporovat všechna zařízení po cestě (stejná podmínka u SDH byla automaticky splněna, v technice Ethernet toto už neplatí, protože SyncE je dodatečným rozšířením protokolu).



Obr. 1– Začlenění polokruhu SEC (EEC) mezi vrstvy šíření synchronizace (praporky symbolizují zprávy řídicího protokolu QL/SSM)

V obou případech použitý signalizační protokol vede při nedodržení topologických podmínek na nestabilitu synchronizačních cest a nemá integrované prostředky ani pro ověření dalších funkčních podmínek. To vede na potřebu detailního návrhu síťové synchronizace, který je typicky nutné zajistit v projekční fázi na samostatných nástrojích (managementové nástroje typicky správu synchronizace v síťovém měřítku nepodporují). Návrh musí vycházet z následujících zásad:

- fyzická topologie sítě, obvykle předem daná, musí být rozdělena na polokruhové segmenty s možnou referencí z obou konců (z důsledného uplatnění této zásady vychází i požadavek na dva geograficky rozdílné synchronizační zdroje sítě),
- segmenty musí být rozčleněny do vrstev, např. analogicky členění provoznímu (páteří, regionální, lokální segmenty),
- pro signalizaci QL/SSM (u SyncE) musí být zvolen vhodný profil s ohledem na aplikaci a mezi vrstvami musí pro ni být zajištěn řízený prostup (případný průnik může způsobit vznik nestabilních zakázaných topologií).
- Nedílnou součástí návrhu je kontrola délky<sup>1</sup> synchronizačních cest v navrženém schématu proti limitům příslušných standardů, a to nejen v plně provozním stavu, ale minimálně i ve stavu jedné poruchy (ve vrstvě, segmentu).
- Výsledkem analýzy přípustných délek může být stanovení lokalit pro dodatečnou instalaci distribučních prvků s vyšší stabilitou generovaných signálů (SSU).
- Ve všech krocích návrhu je nutné zohlednit známá funkční omezení<sup>2</sup> provozovaných nebo plánovaných zařízení.

#### 4.1.2 Šíření paketovými toky

PSN dovolují, na rozdíl od techniky TDM, využívat při srovnatelné kvalitě šířené synchronizace i techniky nepřímé, kdy synchronizační informace je šířena s menšími nebo většími rozšířeními proti spolu s uživatelskými daty standardními forwardovacími / směrovacími mechanismy. Představiteli těchto technik jsou protokol IEEE 1588v2 (PTP, *Precision Time Protocol*) a techniky ACR (*Adaptive Clock Recovery*).

##### Protokol IEEE 1588v2 (PTP, *Precision Time Protocol*)

- je vybaven pro distribuci frekvenční složky i jednotného času (časová složka, TOD),
- při synchronizaci se využívá kontinuálního toku synchronizačních paketů nebo rámců,
- výkonnostní profily definují konkrétní komunikační média, protokoly, funkční podmnožiny a parametry pro jednotlivé aplikace, konkrétně např. transport UDP/IP nebo přímo Ethernet (specifický *Ethertype*), režim obsluhy QL/SSM značek, apod.
- dovoluje na jednom segmentu PSN provozovat několik domén PTP se vzájemným překryvem (rozlišení adresováním) pro záložní účely nebo pro distribuci cizího taktu (při tunelování plesiochronních signálů TDM cizích sítí),
- zařízení po cestě ale (při dodržení limitů, typicky pro transport UDP/IP) nemusí nutně protokol (funkce) PTP podporovat.

Pomocí tohoto protokolu je možné dosáhnout synchronizační chyby menší než 1  $\mu$ s a zároveň automaticky kompenzovat délku přenosové cesty.

**Techniky ACR** (*Adaptive Clock Recovery*) zatím nejsou plně standardizovány.

- Umožňují minimálně synchronizaci frekvenční (fázové) složky stejně jako klasické techniky,
- při synchronizaci se využívá pakety uživatelských nebo režijních relací CES,
- obvykle využívají transport UDP/IP s minimem specifických požadavků na využívanou L2/L3 službu,
- funkce ACR jsou implementovány zásadně jen na začátku a konci synchronizačního skoku, zařízení po cestě nemusí funkce ACR podporovat.

Obě jmenované techniky nepřímého šíření odvozují frekvenční složku filtračními technikami z četnosti doručení paketů / rámců a často započítávají specifickými postupy zjištěná transportní zpoždění,

<sup>1</sup>Analýza cest je úloha složitosti  $N^2$ , z toho plyne i zmíněná potřeba rozčlenění sítě do samostatně řízených vrstev a segmentů.

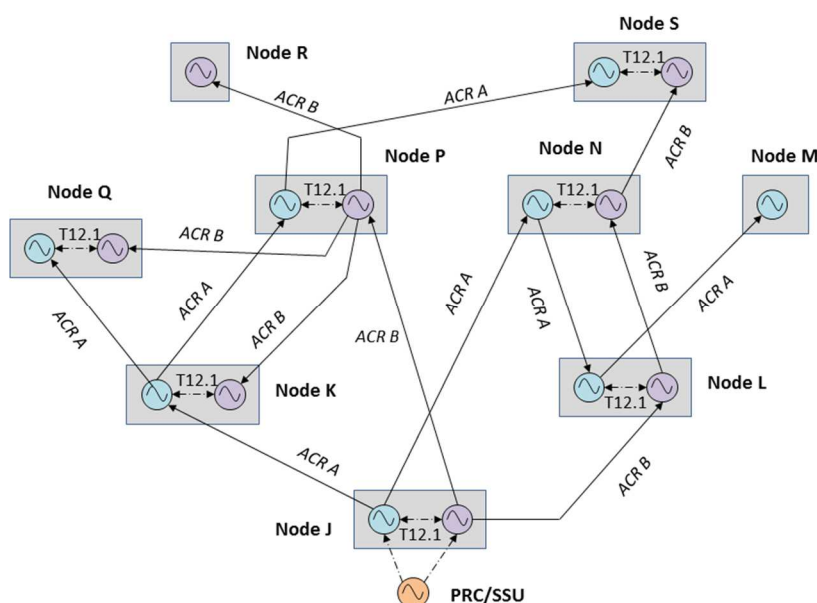
<sup>2</sup> Zařízení renomovaných výrobců vykazují různá omezení v podpoře QL na některých interface, vyhodnocení provozního stavu interface z hlediska synchronizace, problémy při zavěšování na záložní referenční vstup nebo omezení typů interface definovatelných jako záložní reference.



kvalita je proto silně ovlivněna PDV (Packet Delay Variation) a dynamickými změnami v síti (rerouting). Vyžadují specifická schémata šíření synchronizace v síti, výrazně odlišná od klasického schématu pro technologie SDH a SyncE. Zásadní rozdíly jsou následující:

- Uvnitř segmentu (domény) se synchronizace mezi uzly šíří end-to-end ve více hvězdicových nebo stromových logických topologiích, které jsou synchronizovány ze společného primárního zdroje taktu.
- Topologie se ve vybraných uzlech překrývají, a protože jejich fázové odchylky v normálním stavu splňují odpovídající požadavky, jsou si schopné v případě poruchy synchronizaci vzájemně předat bez fázových skoků, narušujících provoz.
- Záloha synchronizace, realizovaná těmito protokoly, je zásadně vratná – po obnově přenosu relace se postižený strom vrací do normálního provozního stavu.

Příklad takové logické topologie – dvojitého stromu ACR o hloubce 4, ukazuje obrázek (stromy A a B jsou barevně odlišené, lokální vazby označené T12.1 jsou specifikou použité přenosové technologie).



Obr. 2 – Příklad schématu ACR s překrývajícími se stromy

## 4.2 Návrh a důvody síťové synchronizace

Úspěšné uplatnění všech zmíněných metod vyžaduje detailní návrh síťové synchronizace. Stejně jako klasická schémata, i schémata nepřímého šíření vyžadují detailní návrh v rozsahu sítě. Zásady návrhu se od klasických v detailech liší:

- Fyzická topologie sítě musí být optimálně segmentována na (překryvné) domény šíření synchronizace end-to-end (páteřní, regionální, lokální, záložní, pro plesiochronní provoz, apod.),
- pro signalizaci QL/SSM musí být zvolen vhodný profil s ohledem na aplikaci a mezi segmenty musí pro ni být zajištěn řízený přístup.
- Optimalizace segmentace vychází z odpovídajících funkčních omezení provozovaných nebo plánovaných zařízení (adresování, potřebnou licenční výbavu zařízení, apod.)
- Součástí návrhu je opět kontrola délky synchronizačních cest v navrženém schématu proti limitům příslušných standardů v plně provozním stavu a vybraných poruchových stavech, včetně případně lokalizace prvků s vyšší stabilitou generovaných signálů (SSU).



### **Důvody nasazení**

- Synchronizace časového multiplexu (TDM)
- Eliminace paketového jitteru – stabilizace zpoždění přenosu
- Časová nebo kmitočtová koordinace různých zařízení
- Šíření přesné časové složky (TOD)

### **Požadavky**

- Jitter, wander a stabilita taktů v mezích ITU-T G.823/G.824,
- Tolerance ke ztrátovosti paketů alespoň 5%
- Podpora hold-over režimu a vyhledání náhradní reference
- Rozsah zachycení synchronizace alespoň  $\pm 10/50$  ppmv případě plesiochronního přenosu

## 5 Návrh technického řešení v přenosové síti SŽDC

### 5.1 Přenosový systém SDH

Stávající schéma šíření synchronizace v páteřní části SDH vykazuje následující nedostatky:

- V navrženém schématu přenosové sítě SDH je zanesena evidentní chyba – vzájemná primární synchronizace uzlů v lokalitách Plzeň-Triangl a Beroun (takto navržené schéma je trvale nefunkční, protože jeden z uzlů přepne trvale na sekundární referenci).
- Ve schématu některé (vícenásobné, ale úspěšně zazálohované) poruchové stavy vedou na cesty téměř dosahující limitu 20 NE podle v dop. ITU-T G.803. Zásadním příkladem je stav při současném přepnutí na zálohu v uzlech Praha-Libeň, Praha-Smíchov, Všetaty a České Budějovice, kdy je synchronizace šířena cestou Kolín-St.2 > Brno-Maloměřice > České Budějovice > Plzeň-Triangl > Ústí n/L > Všetaty > Praha-Libeň > Praha-Smíchov > Kralupy n/V, dlouhou 19 skoků.

Nové schéma se synchronizací z uzlů Praha-Balabenka (CDP) a CDP Přerov je navrženo jako nejbližší ke schématu stávajícímu, splňující požadavky ITU-T G.803.

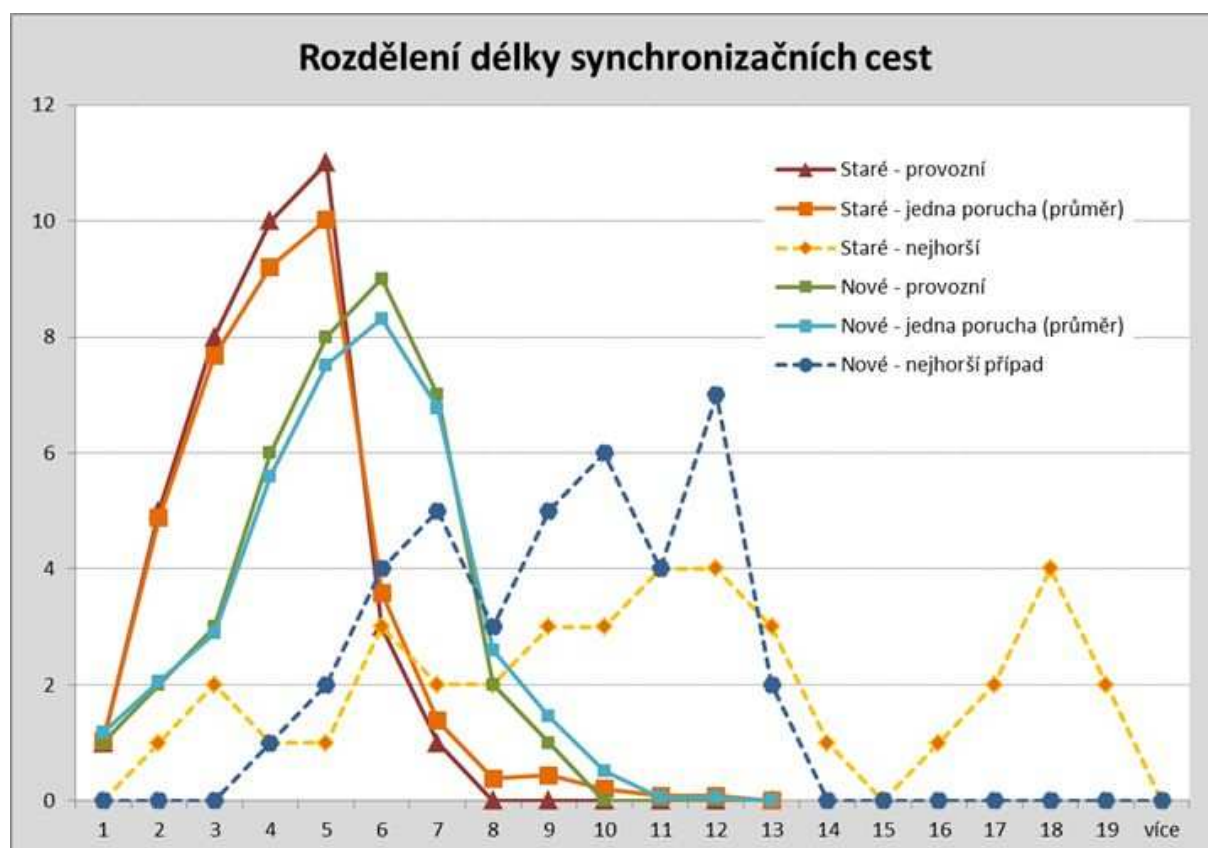
- Schéma vykazuje (viz Obr. 3) mírné zhoršení délky normálních provozních synchronizačních cest (nejčastěji 5–7 proti původním 3–5), způsobené posunem vstupů (normálů) synchronizace směrem k periférii sítě (bráno z hlediska jejího větvení). Prodloužení cest při jedné poruše (zvýšení četnosti o cca 1 v intervalu délek 8–10) je srovnatelné se starým schématem (tam v intervalu délek 6–9). V obou případech je zvýšení délek z hlediska limitů dop. G.803 nevýznamné a na kvalitu provozu nebude mít dopad.
- Nové schéma ale zároveň vykazuje zlepšení nejhorších možných schémat, ve kterých jsou po změně eliminovány cesty s délkou nad 13, ve starém schématu tvořící přes 25% případů. Nové schéma proto bude stabilnější, s menšími dopady na kvalitu synchronizace při rozsáhlejších poruchách.

Porovnání statistiky synchronizačních cest obou schémat shrnuje tabulka Tab. 1:

| Parametr                                      | Stávající | Po změně |
|---|-----------|----------|
| Průměrná délka provozní synchronizační cesty  | 3,97      | 5,28     |
| Maximální délka provozní synchronizační cesty | 7,0       | 9,0      |
| Průměrná délka cesty při jedné poruše         | 7,74      | 9,29     |
| Maximální délka cesty při jedné poruše        | 12,0      | 12,0     |
| Průměrná délka nejhorší záložní cesty         | 10,95     | 9,13     |
| Maximální délka nejhorší záložní cesty        | 19,0      | 13,0     |

Tab. 1 – Porovnání statistiky synchronizačních cest

Nové schéma vznikne konfiguračním zásahem celkem na 10 zařízeních SDH, z toho na 8 změnu / dodefinování nového referenčního vstupu synchronizace, u 2 pak jen změnu priorit stávajících uzlů. Při správném postupu rekonfigurace se nepředpokládají vlivy na kvalitu poskytovaných přenosových služeb.



Obr. 3 – Graf délky normálních provozních synchronizačních cest

Detailní tabulkové podklady k oběma synchronizačním schémátům (nastavení referenčních zdrojů provozního a záložního schématu a vyhodnocené délky cest) jsou v tabulce v příloze. Rozdělení vyhodnocených délek cest před a po změně je přehledně shrnuto v přiloženém grafu na Obr. 3.

Redesign synchronizace SDH se týká jen překryvné vrstvy ONS 15454, k ONS 15305 zpracovatel nedostal podklady a nebereme za ni žádnou odpovědnost. Na jejich synchronizaci z překryvné části na ONS 15454 je designem ponecháno 7 hopů, provozovatel/správce sítě musí prověřit dostatečnost takové rezervy na částech sítě, tvořených 15305. Zařízení ONS15305 mají kromě absence BITS a podpory výrobce i další nedostatky, šíření synchronizace z nich na jakékoli další technologie je provozně vysoce riskantní.

## 5.2 DWDM

Z analýzy stávajícího stavu přenosové sítě SŽDC (respektive ze získaných podkladů od správce), konkrétně ze schématu sítě, vyplývá, že hlavním nosným médiem pro páteřní 10G linky je systém DWDM Cisco řady NCS2000. Abychom signály přenesli s požadovanými parametry jitteru, wanderu a stability taktu (podle doporučení ITU-T G.823, G.824) je nutné řešit synchronní přenos již na této vrstvě. Pro dosažení výše uvedeného se nabízejí dvě varianty:

- Varianta 1 – Šířit synchronizaci odděleně od provozu.
- Varianta 2 – Šířit síť synchronní Ethernet spolu se značkou kvality zdrojových synchronizačních hodin.

Obě varianty mají své klady i zápory a bude nutné v obou případech zvolené varianty sítě dovybavit dalšími prostředky, které šíření synchronizace umožní.

### 5.2.1 Synchronní DWDM síť

V této variantě (varianta 1) by se řešilo šíření synchronizace na vlastní síti DWDM. Všechny prvky sítě (jejich řídicí karty), by byly synchronizovány z jednoho (nebo druhého záložního) synchronizačního

zdroje. Jako fyzické rozhraní by bylo možné použít porty BITS a byl by tak přístup k synchronnímu taktu ve všech lokalitách.

V této variantě by bylo nutné vyměnit v celé síti řídicí karty (CPU) 15454-M-TNCE-K9= za typ NCS2K-TNCS-K9= nebo typ NCS2K-TNCS-O-K9=. Kanál s přesným taktém se potom šíří v síti v rámci protokolu STM-1 dohledového kanálu (OSC). Druhá navržená centrální jednotka přidává kromě funkcí synchronizace i vestavěnou funkci OTDR.

Tab. – Výměna HW – výměna CPU

| PN               | Popis  | Počet |
|------------------|--|-------|
| NCS2K-TNCS-K9=   | Transport Node Controller for NCS2002, 2006 & 2015 chassis | 70    |
| NCS2K-TNCS-O-K9= | NCS 2000 Transport Node Controller w/2x OTDR/OSC           | 70    |

Rozpočet na podporu 1y – výměna CPU

| PN               | Popis   | Počet |
|------------------|---|-------|
| CON-SNT-NCS2KTN9 | SNTC-8X5XNBD Transport Node Controller for NCS2002, 2 | 70    |
| CON-SNT-NCS2KTNO | SNTC-8X5XNBD NCS 2000 Transport Node Controller w/2x  | 70    |

## 5.2.2 Asynchronní DWDM síť s podporou přenosu SyncE

První varianta nám sice umožní dostat přesný zdroj taktu k nižší vrstvě sítě, ale je poměrně nákladná. Ve druhé variantě se neřeší synchronizace samotné DWDM sítě, ale asynchronní přenos kanálu s přesným taktém pomocí protokolu SyncE.

Logická topologie přenášeného provozu nad DWDM je dvojitá hvězda 10GE se středu v lokalitách CDP Praha a CDP Přerov. V těchto lokalitách se také počítá s umístěním hlavního a záložního zdroje synchronizace. Na synchronizační zdroje se připojí centrální P routery, které budou, po některých linkách, šířit v síti takt protokolem SyncE.

Bohužel, podle informací výrobce, ne všechny kombinace karet, použitých pro přenos 10GE přes DWDM jsou vhodné. V síti jsou použity kombinace karet 15454-M-10X10G-LC=, 15454-OTU2-XP= a 15454-AR-MXP-LIC=. Kde karty 15454-M-10X10G-LC=, 15454-OTU2-XP= jsou vždy ve středech dvojité hvězdy a karty 15454-AR-MXP-LIC= na špičkách. Právě karty 15454-AR-MXP-LIC= používají k převodu klientského signálu do OTU-2e, kde dochází k přetaktování a tím ztráty přesných hodin vlastním oscilátorem.

Z tohoto důvodu, bude nutné linky, které jsou určeny k přenosu synchronizace, vybavit jinými kartami, které 15454-AR-MXP-LIC= nahradí. Z pohledu dalšího rozvoje sítě bude výhodnější náhradu provést kartou 15454-M-10X10G-LC=, která je deseti portová (5x transponder) s moduly SFP+.

Celý set – karta plus potřebná SFP+ jsou v následující tabulce

| PN                 | Popis  | Počet dotčených linek |
|--------------------|--|-----------------------|
| 15454-M-10X10G-LC= | 10x10G Multi rate Client Line Card                 | 5                     |
| ONS-SC+-10GEP55.7= | 10G MR, Edge Performance SFP+ 1555.75, 100 GHz, LC | 5                     |
| ONS-SC+-10G-SR=    | SFP+ SR - Commercial Temp                          | 5                     |

Rozpočet na podporu 1y – nových komponent

| PN               | Popis   | Počet dotčených linek |
|------------------|---|-----------------------|
| CON-SNT-15454M12 | SNTC-8X5XNBD 10x10G Multi rate Client Line Card         | 5                     |
| CON-SNT-ONSSC55P | SNTC-8X5XNBD 10G MR, Edge Perform SFP+ 1555.75, 100 GHz | 5                     |
| CON-SNT-ONS10GSR | SNTC-8X5XNBD SFP+ SR - Commercial Temp                  | 5                     |

| PN     | Popis                     | Počet dotčených linek |
|--------|---------------------------|-----------------------|
| P-TTCM | Výměna karet, konfigurace | 5                     |

Schéma synchronizace SyncE s minimalizovanou potřebou upgradovaných linek DWDM s kartami AR-MXP vychází s upgradem pouze 5 lamdb. Konkrétně by šlo o relace:

- Brno\_ATU – Praha\_Balabenska\_CDP
- Ostrava\_Svinov\_TB – Prerov\_CDP
- Pardubice\_VB - Prerov\_CDP
- Praha\_U2 – Praha\_Balabenska\_CDP
- Praha\_U2 – Prerov\_CDP

K tomu by se po DWDM šířilo SyncE i po relacích již dnes vhodně osazených:

- Praha\_Balabenska\_CDP – Prerov\_CDP (4x – křížové propoje na Praha P na Prerov P a PE1 a Prerov P na Praha PE1 a PE2)
- Olomouc\_US – Praha\_Balabenska\_CDP
- Olomouc\_US – Prerov\_CDP
- Plzen\_ATU – Prerov\_CDP
- Plzen\_ATU – Praha\_Balabenska\_CDP

Na linkách, které bude nutné předělat, tj. použitou AR-MXP kartu vyměnit za 15454-M-10X10G-LC= s patřičnými SFP+.

#### 5.2.2.1 Postup úprav na DWDM

Postup přesunu okruhu na novou kartu bude následující:

- Smazání současného 10G okruhu
- Smazání současného internal patchcord zakončeného na AR-MXP
- Výměna karty
- Vytvoření internal patchcord pro novou kartu
- Vytvoření nového 10G okruhu

Zásah na místě bude nutný v lokalitách Brno ATU, Ostrava Svinov TB, Pardubice VB, Praha U2. Výpadek lokality se počítá vždy jen do jednoho směru (CDP). Druhá linka zůstane v provozu. Předpokládá se, v případě potřeby výluka v maximální výši cca 15 min. na jednu lokalitu. Provádění zásahu do přenosové sítě DWDM se doporučuje provádět v nočních hodinách.

Vzhledem k finančním možnostem stavby se předpokládá realizace varinat č.2 to znamená Šířit síť synchronní Ethernet spolu se značkou kvality zdrojových synchronizačních hodin (Asynchronní DWDM síť s podporou přenosu SyncE).

### 5.3 Přenosový systém MPLS

Referenční schéma šíření synchronizace mezi prvky MPLS ("full DWDM") vychází z dosavadních pravidel výstavby MPLS sítě.

- Zdroji synchronizace budou přijímače satelitní synchronizace, instalované v CDP Praha-Balabenska (primární) a CDP Přerov (záložní), připojené vhodným rozhraním na lokální P-LSR router.
- Od těchto routerů bude linkami DWDM šířena synchronizace protokolem SyncE všemi přímými linkami DWDM mezi CDP navzájem a od obou CDP do všech PE-LSR osazených směrovači ASR 903 (páteřní vrstva sítě).

- Schéma pro realizaci vyžaduje masivní upgrade HW využívaného systému DWDM (viz kapitola 5.2.2), představovaný náhradou karet AR-MXP za 10x10G MLC na 14 relacích

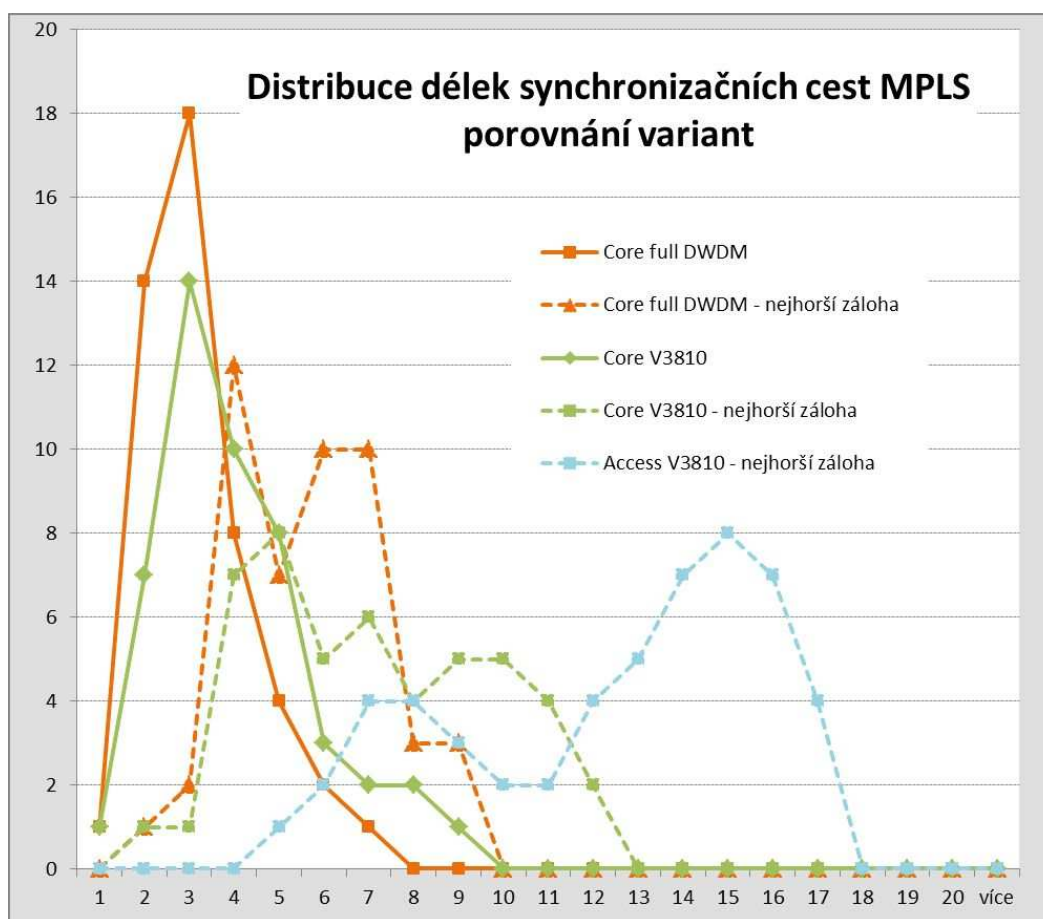
Optimalizované schéma "V3810" je navrženo pro minimální potřebu synchronizace linek po DWDM jejich náhradou přímými propoji vláknem, resp. transparentní lambda-slужbou systému DWDM se zahrnutím vybraných směrovačů ASR-902, stále však splňující požadavky ITU-T G.803.

- Schéma vykazuje (viz Obr. 4) mírné zhoršení délky normálních provozních synchronizačních cest (nejčastěji 3–4 proti původním 2–3) a
- zvýšení maximální délky cesty v Core v nejhorším uvažovaném stavu záložních přepnutí (z 9 na 12),
- oba ukazatele, ale i maximální délky cesty v Access v nejhorším uvažovaném stavu záložních přepnutí (17), jsou ale z hlediska limitů dop. G.803 akceptovatelné a na kvalitu provozu nebudou mít dopad.
- Rovněž zařazení prvků ASR-902 bez možnosti zálohy RSP nebude mít na kvalitu dopad, protože použitá protisměrná schémata zálohy pokrývají rovněž výpadky uzlů bez zhoršení ukazatelů délky cesty v sousedních uzlech.

Porovnání statistiky synchronizačních cest obou schémat shrnuje tabulka Tab. 2:

| Parametr   | Full DWDM | Optimalizovaná "V3810" |
|--|-----------|------------------------|
| Průměrná délka provozní synchronizační cesty Core  | 3,21      | 4,04                   |
| Maximální délka provozní synchronizační cesty Core | 7,0       | 9,0                    |
| Maximální délka provozní cesty Access              | 10,0      | 10,0                   |
| Průměrná délka nejhorší záložní cesty Core         | 5,67      | 7,08                   |
| Maximální délka nejhorší záložní cesty Core        | 9,0       | 12,0                   |
| Maximální délka nejhorší záložní cesty Access      | 17,0      | 17,0                   |

Tab. 2 – Porovnání statistiky synchronizačních cest



Obr. 4 – Graf distribuce délek synchronizačních cest MPLS – porovnání variant

V rámci této stavby a pro správnou funkčnost synchronizace přenosové sítě MPLS je nutné provést:

- Softwarový upgrade technologie MPLS
- Doplnění SW licencí pro protokol SyncE na zařízeních typů ASR 9006 a ASR 9912“
- Výměna stávajících 16-portových karet E1 (P/N XXXXXXXXX) za 8-portové s podporou ACR (P/N XXXXXXXXX)“

V níže uvedených tabulkách jsou vidět počty prvků, kterých se dotkne SW upgrade, doplnění licencí a případně výměna karet.

| Technologie MPLS | Počet prvků |
|------------------|-------------|
| ASR 902          | 29          |
| ASR 903          | 12          |
| ASR 920          | 22          |
| ASR 9006         | 4           |
| ASR 9912         | 2           |

Tab. 3 – Softwarový upgrade MPLS



|  |   |
|--|---|
| Licence na SyncE pro ASR 9006 a ASR 9912 | 6 |
|--|---|

Tab. 4 - Licence na SyncE

|  |          |
|--|----------|
| <b>Výměna E1 za 8p E1 s podporou ACR*</b>              | <b>8</b> |
| ASR 920 Krahulov, Třebíč, Střelice                     |          |
| ASR 902 Brno-Slatina, Brno-Blažovice a Brno-Maloměřice |          |

Tab. 5 - Výměna E1 za 8p E1 s podporou ACR

#### 5.3.1.1 Postup úprav na MPLS

Na přenosové síti MPLS se předpokládá následující postup úprav:

- Zastavení všech služeb v dané lokalitě a příslušném zařízení/boxu
- Výměna karty/SW/licencí
- Konfigurace zařízení a následně jeho restart

Předpokládá se výluka v maximální výši cca 25 min. na jednu lokalitu. Provádění zásahu do přenosové sítě MPLS se doporučuje provádět v nočních hodinách.

### 5.4 Referenční zdroj taktu

V rámci zpracování dokumentace pro územní řízení nebudou dodány referenční zdroje taktu. Tyto zdroje budou dodány samostatnou investicí SŽDC, s.o. (O22) včetně veškerého potřebného příslušenství pro jejich kompletní montáž a zprovoznění. Součástí samostatné investiční akce SŽDC je rovněž montáž referenčních zdrojů taktu s příslušenstvím, jejich plné zprovoznění včetně všech nákladů spojených s uvedenou činností, zaškolení obsluhy a poskytování záručního servisu.

Vzhledem k tomu, že přenosová síť SŽDC je považována za kritickou informační infrastrukturou, spadají referenční zdroje taktu mezi prvky kritické infrastruktury.

#### 5.4.1 Umístění referenčních zdrojů taktu

Referenční zdroje taktu (servery (s rubidiovou nebo cesiovou jednotkou pro uchování přesného času s dvěma nezávislými anténami pro příjem časového signálu) se navrhuje umístit do objektů CDP Praha a CDP Přerov do stávajících sdělovacích místností. Z umístění těchto zdrojů vychází i navržená architektura synchronizace přenosové sítě.

#### 5.4.2 Základní specifikace referenčního zdroje taktu

Stavba „Konsolidace synchronizace telekomunikačních sítí SŽDC“ jak již bylo uvedené výše referenční zdroje taktu nedodává, ale pro svoji správnou funkčnost je nutné splnit níže uvedenou specifikaci, která je považována za minimální možnou.

##### Typ skříně a napájení serveru

- Montáž do racku 19"
- Redundantní napájení 230 VAC

##### Podporované časové protokoly

- Precision Time Protocol (PTP) dle IEEE 1588-2008 (PTP version 2)
- Network Time Protocol (NTP) a Simple Network Time Protocol (SNTP) dle RFC1119, RFC1305, RFC1769, RFC2030, RFC5905, RFC5909 (NTP version 2, 3, 4)

##### NTP hierarchie

- Stratum-1

### Parametry NTP

- Základní čas v UTC
- Automatická podpora přestupných sekund
- Podporovaný počet NTP klientů 100 000

### Příjem časového signálu

- Dva nezávislé vstupy pro antény
- Dvě nezávislé antény pro příjem časového signálu
- Podpora minimálně GPS

### Interní jednotka pro uchování přesného času

- Rubidium nebo Cesium

### Rozhraní pro šíření časového signálu

- Současně použitelná 4 rozhraní
- 2x IEEE1588:2008 hardware PHY
- 2x 1GE LAN (RJ45 případně SFP)

### Podporované síťové protokoly

- Podpora SyncE dle ITU-T G.8261, G.8262 a G.8264
- Podpora 802.1q

### Bezpečnost

- Bezpečný a stabilní operační systém časového serveru s podporou výrobce
- Samostatný síťový stack pro každé rozhraní
- Podpora SSL, RSA

### Správa časového serveru

- Podporované protokoly: SSH, HTTPS, SNMP v2 V3, RADIUS
- Podpora SYSLOGu

### Licence

- Veškeré potřebné licence pro funkčnost zařízení musí být zahrnuty v ceně zařízení
- Neomezený počet klientských licencí musí být zahrnut v ceně zařízení

## 5.4.3 Stávající referenční zdroje taktu

V současné době se nacházejí v přenosové síti SŽDC dva referenční zdroje taktu, které jsou umístěny v žst. Kolín a Havlíčkův Brod. Vzhledem k staří stávajících zdrojů a jejich nevyhovující specifikaci pro synchronizaci výše uvedených technologií budou oba referenční zdroje taktu demontovány a předány správci TÚDC.

O případné fyzické likvidaci demontovaného zařízení rozhoduje správce ŽTM. Nicméně zhotovitel tohoto PS musí při přejímacím řízení doložit správci celkový seznam demontovaného zařízení s poznámkou, jak bylo se zařízením dále nakládáno. V případě fyzické likvidace musí správci doložit potvrzení o ekologické likvidaci. V případě, že správce ŽTM rozhodl o dalším využití demontovaného zařízení, musí zhotovitel při přejímacím řízení prokazatelně doložit, komu toto zařízení předal.

Demontáž sdělovacího zařízení bude provedena v souladu se směrnicí SŽDC č.42 „Hospodaření s vyzískaným materiálem“.

## 5.5 Synchronizace telefonní ústředn

Stávající telefonní ústředny jsou synchronizovány lokálně z nadřazené sítě ČD-T (synchronizační E1). Jedná se o jednosměrnou komunikaci, která je šířena z SDH (MSH) z časového zdroje CETIN.

Na základě uskutečněných výrobních porad a dohodě se správcem technologie bylo dohodnuto, že synchronizace telefonních ústředn nebude součástí tohoto projektu. Tato část technologie bude synchronizována v rámci navazujících investičních akcí SŽDC.

## 5.6 Testování funkcionality před uvedením do provozu

Součástí dokumentace pro územní řízení je i testování výše navrženého řešení a funkcionality a implementovaného schématu před uvedením do provozu.

## 6 Ochrana elektrických rozvodů

### 6.1 Prostředí

Vnitřní prvky sdělovacího zařízení jsou umístěny uvnitř budov v prostředí normálním dle ČSN 33 2000-3. Vnější kabely a prvky jsou konstruované pro vnější prostředí.

### 6.2 Ochrana před nebezpečným dotykem živých částí

U živých částí ve sdělovacích místnostech bude ochrana před nebezpečným dotykem živých částí provedena zábranou, neboť se jedná o umístění zařízení v prostorách přístupných pouze určeným pracovníkům s elektrotechnickou kvalifikací ve smyslu čl. 4212.3N3 ČSN 33 2000-4-41 a čl. 5.4 ČSN 34 2600. Dveře musí být uzamčeny a opatřeny bezpečnostními tabulkami podle ČSN 34 2600.

### 6.3 Ochrana před nebezpečným dotykem neživých částí

Pro ochranu před nebezpečným dotykem neživých částí platí příslušná ustanovení ČSN 34 2600 a ČSN 33 2000-4-41. Podle druhu jednotlivých napájecích soustav se užívá následujících způsobů ochrany:

- Ochrana samočinným odpojením od zdroje v síti TNC-S 3x400/230V, 50Hz (3x380/220V)
- Ochrana neživých částí obvodů FELV (napájení malým stejnosměrným napětím 24V, 48V, 60V).

U zařízení v prostorách normálních a nebezpečných stačí provést ochranu základní, u zařízení umístěného v prostorách zvláště nebezpečných se provede s ohledem na prostředí ochrana zvýšená tím, že se provede doplňkové pospojování neživých částí.

## 7 Životní prostředí a likvidace odpadů

Hospodaření s odpady během výstavby a při vlastním provozu se bude řídit ustanovením zákona č. 2185/2002 Sb. o odpadech a dalšími předpisy v odpadovém hospodářství.

Likvidace odpadů je prováděna podle programu odpadového hospodářství viz Vyhláška MŽP č. 383/2002 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady. Odpadový materiál bude uložen dle kategorizace odpadů nezávadným způsobem na řízenou skládku, kde musí dodavatel uzavřít smlouvu o uložení odpadového materiálu s osobou oprávněnou k nakládání s odpady.

## 8 Bezpečnost a ochrana zdraví při práci

Práce na sdělovacích zařízeních a vedeních podle této PD mohou řídit a provádět pouze pracovníci s předepsanou kvalifikací (vzdělání, odborná praxe, školení, přezkoušení atd.) a zdravotní způsobilostí.

Při práci je třeba dodržovat stanovené technologické postupy a platné technické i bezpečnostní předpisy. Týká se to především ohrožení vyplývajících z práce na elektrických zařízeních, práce v kolejišti a souběhu prací na různých PS a SO stavby.

Pracoviště musí být předepsaným způsobem vybaveno a zajištěno.

Kromě obecných kvalifikačních předpokladů (odborné vzdělání a praxe v přísl. profesní specializaci) je třeba respektovat předpisy:

- ZAM 1 – Předpis o odborné způsobilosti a znalosti osob při provozování dráhy a drážní dopravy (účinnost od 1.9.2014);
- Směrnice SŽDC č. 50 – Požadavky na odbornou způsobilost dodavatelů při činnostech na dráhách provozovaných státní organizací Správa železniční dopravní cesty;
- Bp 1 Směrnice o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci v žel. dopravě;
- T4 – provoz technických zařízení datové sítě;
- T10 – údržba a opravy televizních sítí;
- T31 – udržování sdělovacích a zabezpečovacích kabelů;
- T35 – údržba a opravy zařízení rozhlasových, hodinových, informačních a požární signalizace.

Příslušné normy TNŽ a elektrotechnické normy ČSN zejména pak:

- ČSN 33 2000-4-41 – Elektrotechnické předpisy ČSN. Všeobecné přepisy pro ochranu před nebezpečným dotykovým proudem;
- ČSN 33 2160 – Elektrotechnické předpisy. Předpisy pro ochranu sdělovacích vedení a zařízení před nebezpečnými vlivy trojfázových vedení VN, VVN, ZVN;
- ČSN 34 2040 – Elektrotechnické předpisy ČSN. Předpisy pro ochranu sdělovacích a zabezpečovacích vedení a zařízení před nebezpečnými a rušivými vlivy elektrické trakce 25 kV, 50 Hz;
- ČSN 34 2300 – Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích vedení.

Vyhláška číslo 324/90Sb. je závazná pro stavební firmy a subjekty, které provádějí stavební práce. Ve vyhlášce jsou stanoveny základní povinnosti, především se jedná:

- Proškolení pracovníků, kteří stavební práce provádějí a obsluhují stavební stroje;
- Vedení evidencí o školení;
- Opatřit pracovníky ochrannými pomůckami;
- Zajistit označení staveniště;
- Vypracovat technologický postup a seznámit s ním pracovníky;
- Provádět stavební práce osobami s odbornou způsobilostí;
- Před zahájením stavby nechat vytýčit správci průběh podzemních sítí;
- Dodržovat ochranná pásma těchto sítí;
- Provádět pravidelné kontroly strojů a zařízení;

Při práci je třeba dbát všech příslušných norem a ustanovení ČD, SŽDC, železničních předpisů, PTPŽ a zvláště předpisů o bezpečnosti práce.

Při stavební činnosti musí být technologie stavby volena s ohledem na minimalizaci veškerých prací, které by měly negativní dopad na okolní prostředí, zejména hluk, prašnost a vibrace.

Při montáži, provozu a údržbě sdělovacího zařízení musí být dodrženy všechny platné normy a směrnice týkající se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Vedoucí pracoviště je povinen dbát na to, aby pracoviště bylo řádně připraveno a odpovídalo platným bezpečnostním předpisům.

Před nastoupením montérů na montáž je vedoucí pracoviště povinen na pracovišti zajistit odborný dozor při práci. Pokud není na pracovišti mistr nebo vedoucí čety a pracují zde nejméně dva pracovníci, musí být jeden z nich pověřen řízením pracovního postupu s ohledem na bezpečnost práce.

Každodenně před zahájením práce musí mistr či vedoucí čety nebo jiný pracovník pověřený řízením pracovního postupu prověřit stav bezpečnostního zařízení, poučit zaměstnance o zásadách bezpečnosti práce s přihlédnutím na konkrétní poměry na pracovišti v době směny a zejména upozornit pracovníky na rizikové okolnosti.

Při práci v dopravní kanceláři musí všichni montéři dbát pokynů zodpovědných dopravních pracovníků.

Před uvedením zabezpečovacího zařízení do provozu musí být prověřena správnost uzemnění, jištění a dimenzování vodičů.

Všechna nebezpečná místa musí být řádně označena viditelnými bezpečnostními tabulkami. O výsledku příslušných zkoušek a komisionálních řízení pro uvádění zařízení do zkušebního provozu a trvalého provozu se provede protokolární záznam.



## 9 Pokyny pro montáž a demontáž

Veškeré práce spojené s montáží a demontáží sdělovacích zařízení a kabelů (optické, metalické) jsou obvyklé a nevyžadují zvláštního upozornění. Je třeba postupovat tak, aby demontovaná zařízení byla i nadále použitelná pro další možnou montáž do nových lokalit nebo popř. na náhradní díly.

Musí být provedena se úzká koordinovanost prací s pokládkou místní kabelizace, rozhlasové kabelizace, informačního systému, zabezpečovacího zařízení a venkovního osvětlení ve všech železničních stanicích.

### 9.1 Požadavky na zabezpečení provozu a realizace

Před započatím prací bude bezpodmínečně nutné pro pracovní postupy zkoordinovat návaznosti a styčné body tohoto PS s navazujícími PS a SO, a tím zajistit proveditelnost navrženého technického řešení.

Pro provedení tohoto PS bude nutná stavební připravenost zařízení, zajištění přístupnosti ze strany provozovatele, zajištění výluky a náhradního napájení, zajištění dopravy strojů a el. zař. Realizační firma měla oprávnění pro práci na zařízení SŽDC dle předpisu SŽDC Zam 1.

### 9.2 Péče o životní prostředí

Při navrhované výstavbě je třeba dodržovat z hlediska péče o životní prostředí především tato všeobecně platná opatření:

- Mechanismy používané při provádění zemních prací musí být správně seřizeny (exhalace!) a běh motorů musí být omezen na nezbytně nutnou dobu (zemní práce, chránička).
- Ekologicky nebezpečný odpad (např. zbytky barev, laků, rozpouštědel, ředidel, ropných produktů, elektrolytu, odřezky kabelů a jejich obalů atd.) musí být odborně likvidován podle ekologických a bezpečnostních zásad – nikdy nesmí být ponechán na místech prací.
- Po dokončení prací musí být staveniště řádně uklizeno. To platí zejména pro úseky kabelové rýhy prováděné v závěrečných fázích stavby (např. nástupiště), kde je nutné odklidit přebytečnou zeminu a uvést povrch do stavu umožňujícího finální úpravu povrchu
- Předpokládané nároky na likvidaci odpadových materiálů jsou u tohoto provozního souboru minimální, zejména proto, že nebudou prováděny žádné demoliční práce. Zbytky kabelů a vodičů, stavebních nátěrů, nátěrových hmot a ředidel jakož i komunální odpad budou likvidovány jednotlivými postupy v rámci stavby.