

Příloha č. 1 zadávací dokumentace

Dodávka komponent do směrovačů páteřní komunikační síťové infrastruktury
(uzly Praha_1 a Praha_2)

Technická dokumentace - Popis páteřní sítě CESNET2 a požadavky na předmět plnění

Obsah

1.	Popis páteřní sítě CESNET2.....	2
1.1.	Optická přenosová vrstva DWDM ONS 15454 MSTP	3
1.2.	IP/MPLS vrstva sítě CESNET 2.....	5
1.3.	Popis rozšiřovaných směrovačů CRS-X.....	8
1.4.	Sestava směrovače CRS-X v uzlu Praha_1.	8
1.5.	Sestava směrovače CRS-X v uzlu Praha_2.	10
2.	Požadavky na předmět plnění.....	12
2.1.	Dodávky.....	12
2.2.	Služby.....	13

1. Popis páteřní sítě CESNET2

Základem páteřní sítě CESNET2 je infrastruktura pronajatých optických vláken odpovídajících standardu ITU-T G.652 osazených technologií DWDM (viz. Obrázek 1), která umožňuje jak budování dostatečně propustné a spolehlivé IP/MPLS vrstvy sítě pro standardní internetovou komunikaci, tak vytváření vyhrazených kanálů či sítí pro potřeby náročných datových přenosů a nových aplikací (například komunikace s experimentálním vědeckým zařízením v reálném čase).

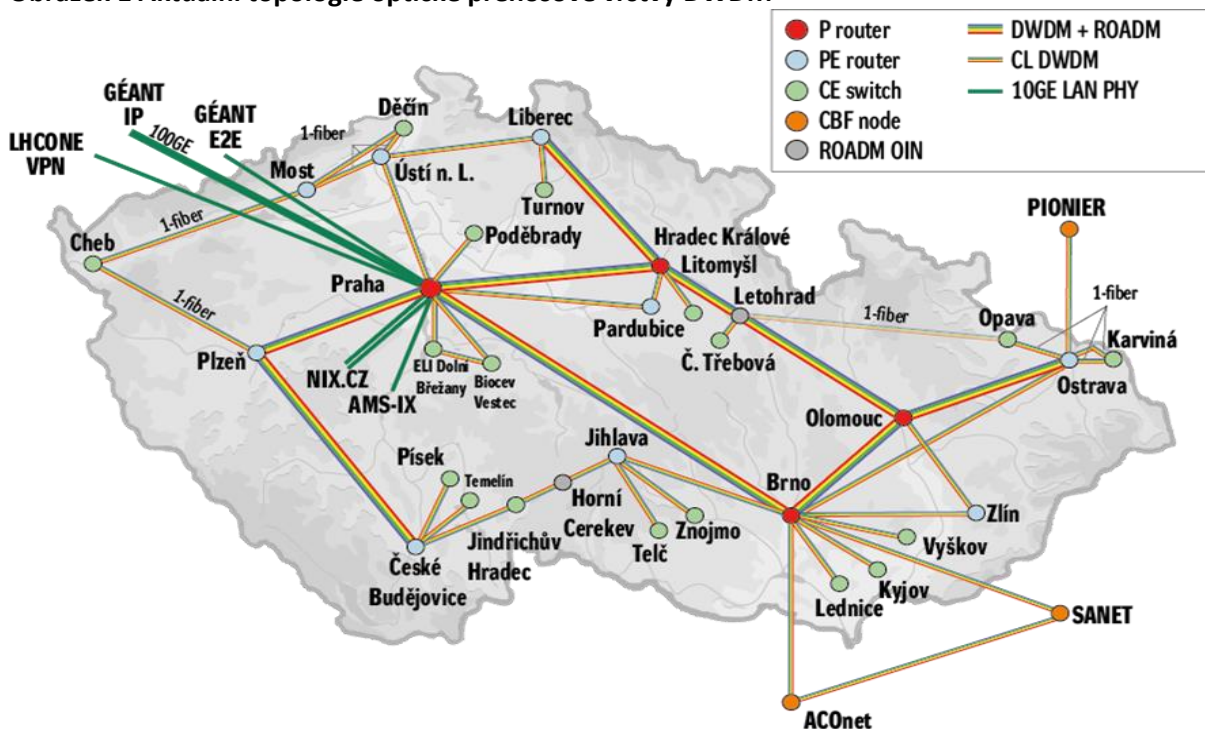
Optická přenosová vrstva DWDM využívá dva typy technologií s podporou optických přenosových kanálů o kapacitě 1-100 Gb/s a 1-40 Gb/s:

- Hlavní optický transportní systém DWDM Cisco ONS15454 MSTP na dvouvláknových trasách; podpora přenosových kanálů o kapacitě 1-100 Gb/s
- OpenDWDM systémy založené na programovatelných optických zesilovačích (Cesnet CzechLight family), který hlavní DWDM systém doplňuje. OpenDWDM systém využíváme na optických trasách, kde je potřeba malý počet optických přenosových kanálů a kde by velký DWDM systém byl neekonomický; podpora přenosových kanálů o kapacitě 1-10 Gb/s (některé úseky jsou navrženy až pro 40 Gb/s)

Připojení koncových zařízení (směrovače, přepínače) do optického přenosového systému OpenDWDM je realizováno „barevným“ DWDM rozhraním s využitím výměnné optiky DWDM s podporou DOM (DWDM Xenpak, DWDM GBIC, DWDM XFP, DWDM SFP se 100GHz rozestupem kanálů dle ITU-T), který je v těchto zařízeních přímo nainstalován.

Hlavní optický přenosový systém ONS 15454 MSTP využívá rozestup optických přenosových kanálů 50 GHz. Koncová zařízení musí podporovat výměnná optická rozhraní s 50 GHz rozestupem. Optické přenosové kanály jsou na směrovačích a přepínačích sítě CESNET2 typicky zakončeny na DWDM rozhraních (10 Gb/s, OC768 POS a 100 Gb/s) nebo výměnných 10 Gb/s DWDM rozhraních s rozestupem 50 GHz a podporou FEC/E-FEC. Pro připojení zařízení bez podpory DWDM využíváme transpondéry nebo muxpondéry přenosového systému.

Obrázek 1 Aktuální topologie optické přenosové vrstvy DWDM



1.1. Optická přenosová vrstva DWDM ONS 15454 MSTP

Hlavní jádro optické transportní sítě DWDM (viz. Obrázek 2) je vybudováno na technologii CISCO ONS 15454 MSTP a umožňuje flexibilní vytváření optických přenosových kanálů mezi jednotlivými ROADM uzly. Konceptně je hlavní jádro DWDM sítě postaveno jako ucelený optický transportní systém (optické přenosové kanály nevyžadují finančně náročnou OEO konverzi při průchodu systémem) s centrálním řídicím a dohledovým systémem. ROADM uzly, které zajišťují vkládání/odbočování/průchod optických kanálů, jsou umístěny v uzlech sítě CESNET2. Optická transportní síť DWDM podporuje přenosové kanály Point-to-Point na L0-L1 vrstvě, L2/DWDM Point-to-Point a „Multi-Point protected“ okruhy (rovněž i s podporou QinQ). Rovněž umožňuje přenos „cizích“ optických přenosových kanálů, které začínají či končí mimo tento DWDM systém („alien“ wavelength support), nicméně jen v případě rozestupu kanálů 50 GHz.

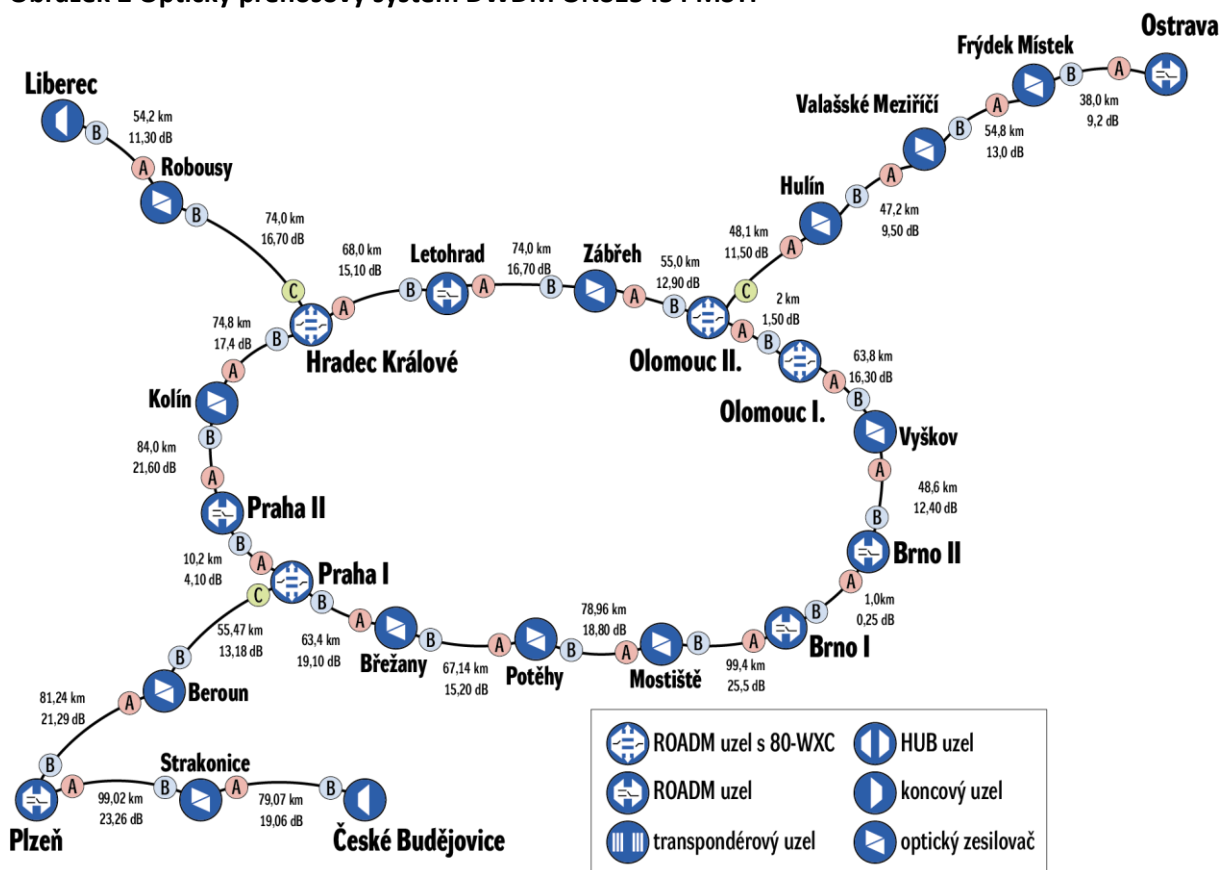
Vícecestnou ROADM funkcionalitu v uzlech Praha, Hradec Králové a Olomouc zajišťují speciální patch panely (15454-PP-MESH-8) a 15454-80-WXC-C (Wavelength Cross Connect) moduly, které umožňují propojení výhradně na optické úrovni (tj. bez nutnosti OEO konverze). V těchto uzlech je rovněž využíván multishelf management, kdy několik fyzických chassis je řízeno a dohledováno jako jediný logický celek.

DWDM síť má 24 uzlů (celkem 34 chassis M12 a 10 chassis M6):

- 4 x 8-směrné WXC uzly; tyto uzly jsou řešené jako 33% omnidirectional
- 1x 4-směrný WXC uzel; tento uzel je řešen jako omnidirectional
- 3 x terminálové uzly
- 4x 2-směrné ROADM uzly (two-way)
- 12 x OLA (zesilovací uzly)

Provozovaná verze SW je 10.5.21 s podporou WSON (Wavelength Switched Optical Network) GMPLS Control Plane, který podporuje dynamické vytváření a přesměrovávání optických přenosových kanálů. Management DWDM sítě ONS15454 MSTP a performance monitoring zajišťuje SW Cisco Prime Optical identické verze 10.5.0 s podporou WSON. Celý DWDM systém je zároveň monitorován SNMP měřícím systémem G3 (včetně optických parametrů), který je rozvíjen v rámci výzkumných aktivit zadavatele a je pro monitorování DWDM systému přizpůsoben.

Obrázek 2 Optický přenosový systém DWDM ONS15454 MSTP



Přenosový systém DWDM umožňuje flexibilní vytváření optických přenosových kanálů. V každém ROADM uzlu je možné vkládat/odbočovat až 80 kanálů o kapacitě 1-100 Gb/s. S ohledem na vysoký počet používaných přenosových kanálů o kapacitě 10 Gb/s bylo nutné zachovat analogovou kompenzaci chromatické disperze (DCU jednotky), které pro přenosové kapacity 100 Gb/s nejsou potřeba. Nové typy 100GE transpondérů, muxpondérů i IPoDWDM rozhraní směrovačů používají již digitální kompenzaci chromatické disperze s využitím výkonných DSP (Digital Signalling Processor) procesorů. Moderní typy modulací a oprav chyb FEC jsou schopné bezproblémově využívat kanály s BER (bitová chybovost kanálu) kolem 10^{-2} (u analogové kompenzace musí být BER cca. 10^{-12}).

Základní vlastnosti systému jsou:

- Vkládání/odbočování až 80-ti přenosových kanálů v každém ROADM uzlu
- Rozestup kanálů 50 GHz
- Přenosová kapacita kanálů 1-100 Gb/s; systém je připraven na kapacitu až 200 Gb/s
- Využití omnidirectional (směrově nezávislé topologie) v hlavních uzlech pro cca. 33% procent optických kanálů
- Podpora laditelných XFP a IPoDWDM technologie (návrh zohledňuje reálné parametry použitých typů technologie)
- Multishelf topologie hlavních DWDM uzlů, tj. management více fyzických chassis jako jeden logický uzel
- Podpora dynamických optických přenosových kanálů WSON na základě GMPLS technologie
- Centrální management a performance monitoring dohledovým systémem Cisco Prime Optical

Základní přestavba DWDM systému byla realizována koncem roku 2012 v realizaci projektů Rozšíření národní informační infrastruktury pro VaV v regionech (eIGER) (OP VaVpl, viz <https://www.cesnet.cz/projekty/eiger/>) a Velká infrastruktura CESNET (VI CESNET, viz

<https://www.cesnet.cz/projekty/velka-infrastruktura-cesnet/>). V roce 2013 proběhly již jen méně významné změny a úpravy systému. Teoretická přenosová kapacita DWDM byla z původní kapacity 0,32 Tb/s zvýšena až na 8 Tb/s. Rovněž zvýšení počtu vkládaných/odbočovaných přenosových kanálů v ROADM uzlech bylo zvýšeno z původních 32 s 100 GHz rozestupem až na 80 s 50 GHz rozestupem kanálů. Reálný počet současně používaných kanálů mezi dvěma ROADM uzly závisí na jejich délce (s délkou kanálu roste míra negativního ovlivnění jejich parametrů jako je odstup signál-šum, BER a další vlivem vlastností optických vláken a optických zesilovačů). Mezi sousedními ROADM uzly se využití počtu kanálů blíží maximálnímu počtu. S rostoucí délkou a požadovanou kapacitou kanálů však využitelný počet kanálů velmi rychle klesá, takže hlavní význam 80-ti kanálových ROADM je v počtu a flexibilitě vlnových délek, které uzlem procházejí nebo jsou v něm vkládány/odbočovány. Koncem roku 2014 byl celý systém povýšen na SW 10.5.0 s podporou WSON (Wavelength Switched Optical Network) GMPLS Control Plane.

Provozovaná chassis řady ONS15454 MSTP nepodporují novější typy rozhraní, zejména 100 Gb/s. S ohledem na nekompatibilitu 100GE DWDM rozhraní používaných technologií Cisco Systems a Alcatel-Lucent na úrovni korekce chyb FEC/E-FEC je jediné možné řešení použít ve směrovačích šedá 100GE rozhraní a pro přenos 100GE DWDM signálů využít 100GE DWDM transpondéry přímo v DWDM systému. Pro podporu 100GE DWDM transpondérů je ekonomicky výhodný upgrade na nové typy chassis řady NCS2k. Tento upgrade postupně probíhá a umožní využít všechny již pořízené komponenty ze stávajících chassis ONS15454 MSTP.

1.2. IP/MPLS vrstva sítě CESNET 2

IP/MPLS vrstva sítě CESNET2 je postavena nad optickou přenosovou topologií a využívá část optických přenosových kanálů (viz. Obrázek 3). Páteřní směrovače hlavního jádra IP/MPLS sítě (v MPLS vrstvě sítě zastávají funkci P směrovačů) jsou umístěny v hlavních DWDM uzlech kruhové topologie optické přenosové sítě Praha, Brno, Olomouc a Hradec Králové. Na těchto směrovačích jsou zakončeny páteřní 10 Gb/s, 40 Gb/s a 100 Gb/s okruhy (optické přenosové kanály DWDM).

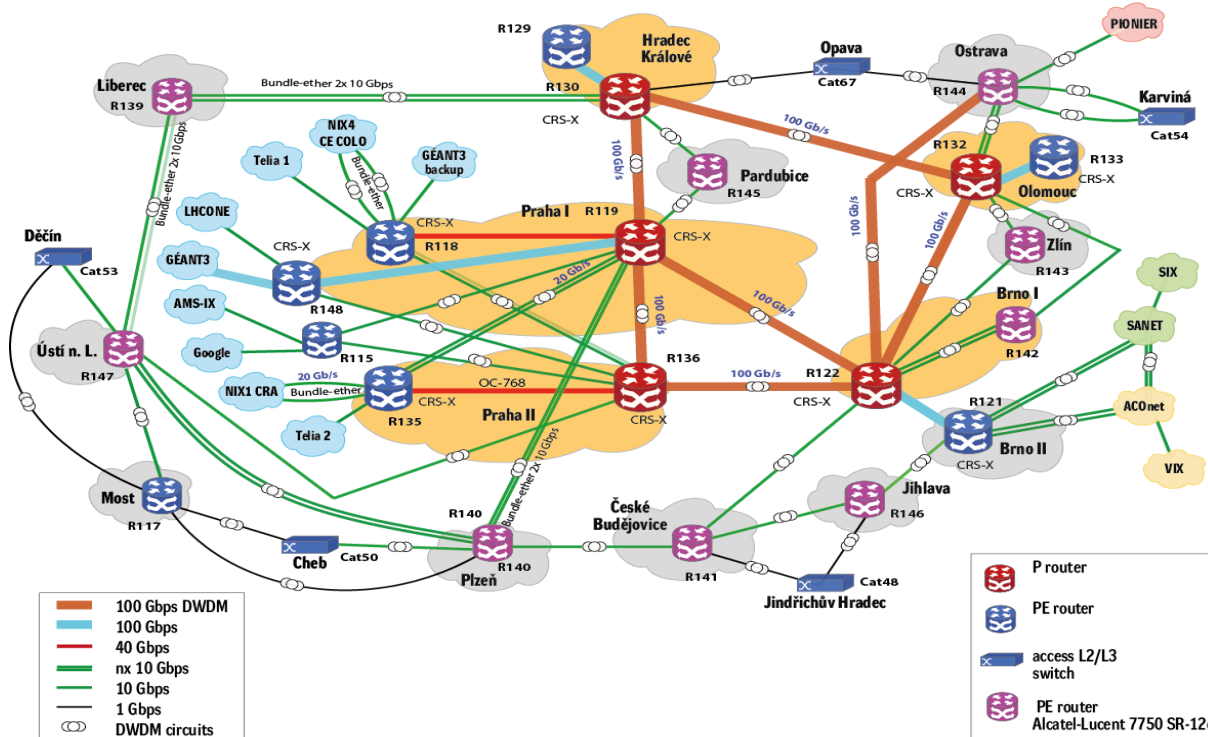
Hlavní jádro IP/MPLS vrstvy sítě je založeno na jednotné technologii Cisco CRS-X (uzly Praha_1, Praha_2, Brno_2, Hradec Králové a Olomouc_2). Technologie CRS-X (8-mi slotová chassis) podporuje až 400 Gb/s na slot.

Páteřní směrovače jsou z hlediska funkcionality rozděleny na P a PE směrovače:

- P směrovač jádra sítě (označen červeně), na kterém jsou zakončeny optické přenosové okruhy DWDM s využitím IPoDWDM technologie (plně laditelné přes 80 kanálů s 50 GHz rozestupem)
- PE přístupový směrovač (označen modře) slouží pro připojování účastníků sítě CESNET2 a zajišťují veškeré služby páteřní sítě (IPv4/IPv6 unicast/multicast, MPLS VPN, QoS, MPLS-TE a další)

Směrovač CRS-X nepodporuje L2 funkcionalitu (nelze používat 802.1Q trunky mezi porty směrovače) ani pomalejší rozhraní 10 a 100 Mb/s, které se využívají na stávajících OSR7609. Proto je každý uzel vybaven přístupovým L2/L3 přepínačem C4900M. Nedílnou součástí je rovněž unifikovaný OOB management (OOB přepínač C3560E a OOB access-server C2921).

Obrázek 3 Základní topologie IP/MPLS vrstvy sítě CESNET2



V ostatních uzlech sítě jsou umístěny přístupové směrovače řady Alcatel-Lucent 7750 SR-12E v uzlech Liberec, Plzeň, České Budějovice, Brno_1, Zlín, Ostrava, Pardubice, Jihlava a Ústí n. Labem (na Obrázku 3 zvýrazněny fialově) a OSR 7600 (v IP/MPLS vrstvě sítě zastávají funkci PE/6PE směrovačů) pro připojování koncových účastníků a zajišťují veškeré služby páteřní sítě (MPLS, EoMPLS, IPv4/IPv6 unicast a multicast směrování, NetFlow v9 statistiky).

Každý PE/6PE je duálně připojen pomocí 10GE šedého (s využitím transpondérů v DWDM systému ONS15454 MSTP) nebo DWDM rozhraní (výměnná optika v pásmu C, 100 GHz rozestup kanálů) na P směrovače jádra sítě. Pro zvýšení odolnosti PE/6PE uzlu proti poruše síťové karty ve směrovači jsou jednotlivé okruhy zakončeny na rozhraních různých síťových karet. Aktuální přípojné kapacity uzlů jsou 10 Gb/s a jsou postupně povyšovány na 2x 10 Gb/s.

V menších uzlech, které nejsou přímou součástí IP/MPLS páteřní části sítě a nepodporují IP/MPLS, jsou v provozu L2/L3 přístupové gigabitové přepínače Catalyst 3750 (zastávají funkci CE zařízení v MPLS vrstvě sítě). Mezi těmito přepínači a nadřazenými PE směrovači jsou používány VLAN se značkováním 802.1Q. Tyto VLAN jsou používány pro point-to-point propojení a rovněž i pro distribuci L2 Ethernet služeb koncovým účastníkům těchto malých uzlů (propojení páteřních EoMPLS tunelů do příslušných VLAN).

Jako interní směrovací protokol (IGP) v rámci IP/MPLS sítě zadavatel používá vyhrazený protokol OSPFv2, který je nakonfigurován na všech P a PE směrovačích. Vlastní směrování adresových bloků sítí účastníků zajišťuje interní BGP protokol (iBGP), který je aktivován mezi všemi přístupovými PE směrovači a využívá samostatné route-reflectory. Stejně route-reflectory využívá iMBGP (interní Multicast BGP) a rovněž i unicast IPv6 BGP protokol. Směrování IPv4 a IPv6 unicastu je zajišťováno přes MPLS (pakety obsahují MPLS značky) a směrovače jsou využívány v tzv. dual-stack režimu PE/6PE (současná podpora IPv4 a IPv6). Šíření IPv4/IPv6 multicastu (skupinově orientované vysílání) je zajišťováno bez MPLS značek.

V síti CESNET2 provozuje zadavatel architekturu QoS DiffServ domény typu "point-to-cloud" bez

rozlišení cíle (destination unaware). Technika E-LSP (Exp-based Label Switched Path) nad páteří IP/MPLS infrastrukturou v tzv. "short pipe" tunelovacím režimu IP/MPLS, v němž je při průchodu IP/MPLS páteří zachovávána původní hodnota DSCP transportovaných IP paketů (DSCP transparency). QoS DiffServ doména CESNET2 splňuje pro tranzitní provoz dohodnutý provozní profil QoS pro jednotlivé třídy služeb (tj. typicky využívá EF a AF PHB pro jednotlivé třídy tak, aby byly zajištěny základní kvantitativní a kvalitativní parametry jako minimální zaručená šířka pásma, zpoždění, rozptyl zpoždění, ztrátovost apod.). V případě nezahlcené páteřní sítě mohou některé QoS třídy navíc využívat zbývající pásmo nad rámec své minimální zaručené šířky pásma (proporcionálně v poměru svých vah). Samozřejmostí implementace QoS v síti CESNET2 je úplná kompatibilita s QoS službami Premium IP (PIP) a Less than Best Effort (LBE) podporovanými v síti GÉANT.

Konfigurace IP/MPLS je založena na protokolu LDP (RFC 3036, RFC 3037 a RFC 3815). V rámci sítě CESNET2 provozuje zadavatel L2 VPN, point-to-point typu EoMPLS Ethernet services (port mode nebo VLAN based mode; RFC 4906 a typu VPLS multipoint Ethernet services (RFC 4762). Vysokou dostupnost MPLS-TE tunelů zajišťujeme pomocí mechanismu Fast Reroute s automatickou tvorbou záložních TE tunelů (RFC 4090), který umožňuje rychlé přesměrování v řádech desítek milisekund. Pro zajištění superrychlé konvergence síťových protokolů v redundantní páteřní IP/MPLS síti je využíván protokol BFD (RFC 5881, který podporuje v současné implementaci směrovací protokoly OSPF a BGP.

Pro ochranu páteřních směrovačů používáme CoPP (Control Plane Policing). Snižuje možnost napadení, narušení funkčnosti a pomáhá bránit směrovač před DoS útoky. CoPP umožňuje nakonfigurovat QoS filtry pro kontrolu provozu. Omezením provozu, kterým se zabývá přímo procesor směrovače, chrání procesor před nadměrným zatížením. Na páteřních směrovačích je definováno celkem 5 základních tříd provozu:

- interní směrování (OSPF, iBGP, PIM, MSDP, IGMP, BFD);
- externí směrování (eBGP, PIM, IGMP, SAP);
- správa sítě (Telnet, SSH, SNMP, TFTP, NTP, TACACS+, DNS);
- testování dostupnosti (ICMP echo);
- nežádoucí provoz (zakazuje veškerý nežádoucí provoz).

V prvních třech třídách je vymezeno pásmo pro povolený provoz. Ve čtvrté třídě je provoz překračující povolenou šířku pásma zahozen a v páté třídě je zakázáno vše ostatní.

Pro zabezpečení přístupu na směrovače (Authentication, Authorization, Accounting) používáme TACACS+ protokol s autorizací a logováním příkazů.

Základní management páteřní sítě zajišťuje systém HP OV NNMi 9.x. Pro management směrovačů a přepínačů Cisco je využíván Prime LMS4.2 (zálohování a správa konfigurací, aj.). Pokročilejší síťový management pro komplexní správu Carrier Ethernet a MPLS VPN služeb jsme v této etapě nepořizovali s ohledem na dvě technologie, které jsou nyní v síti CESNET2 obsaženy. Pro management směrovačů Alcatel-Lucent používáme další management 5620-SAM.

Sledování provozu sítě je zajištěno systémy GTDMS (SNMP statistiky zařízení a okruhů) a FTAS (Flow-based Traffic Analysis System). Systém FTAS zpracovává NetFlow v9 statistiky z 6PE/PE směrovačů páteřní sítě a provádí detailní analýzu interního a externího provozu sítě včetně detekce anomálií síťového provozu.

Externí konektivitu zajišťují uzly Praha (duální uzel Praha_1 a Praha_2), Brno_2 a Ostrava, ve kterých jsou umístěny hlavní internet peering PE/6PE směrovače a P směrovače (v uzlu Ostrava není P-směrovač). Uzel Praha je koncipován jako duální a obsahuje dvojici vzájemně zálohovaných PE/6PE a P směrovačů (R118, R119, R135 a R136), mezi které jsou rozdělena veškerá hlavní a záložní připojení. PE/6PE směrovače R118 a R135 jsou zároveň internet peering směrovači s připojením na upstream poskytovatele připojení do Internetu TeliaSonera a mají plné internet tabulky (cca. 470 000 IPv4 a 15000 IPv6 prefixů). Rovněž jsou na nich zakončeny 2x 10GE přístupové okruhy do NIXu (peeringové centrum v CZ) a 100GE připojení na panevropskou výzkumnou síť GÉANT3. Síť GÉANT3 poskytuje propojení s evropskými NREN, výzkumnými sítěmi Internet2 a řadou dalších výzkumných sítí na

úrovni protokolů IPv4 a IPv6 unicast i multicast a rovněž i přístup do některých evropských peeringových center (VIX, D-GIX, AMS-IX) v rámci pilotního projektu sítě GÉANT3.

Současná IP/MPLS vrstva síťové komunikační infrastruktury má dostatek přenosových kapacit pro potřeby výzkumných projektů a uživatelů sítě. Ve všech povýšených uzlech umožňuje pokročilé služby:

- Vysokorychlostní IP konektivita - IPv4/IPv6 unicast/multicast s vysokými parametry (QoS), připojení do Internetu a přístup k panevropské síti GÉANT3
- Vysokorychlostní ethernet služby na bázi technologie Carrier Ethernet, zajištění kvalitativních parametrů služeb (L2 a L3 VPN nad sdílenou infrastrukturou)
- Podpora E2E služeb a virtuálních privátních sítí v rámci sítě CESNET2 a sítě GÉANT3
- Sledování a vyhodnocování provozu a detekce anomálií (poskytování NetFlow dat pro systém FTAS)

Nedílnou součástí poskytování služeb je zajištění vysoké dostupnosti síťové komunikační infrastruktury (vysoký stupeň redundance aktivních síťových prvků a síťové infrastruktury).

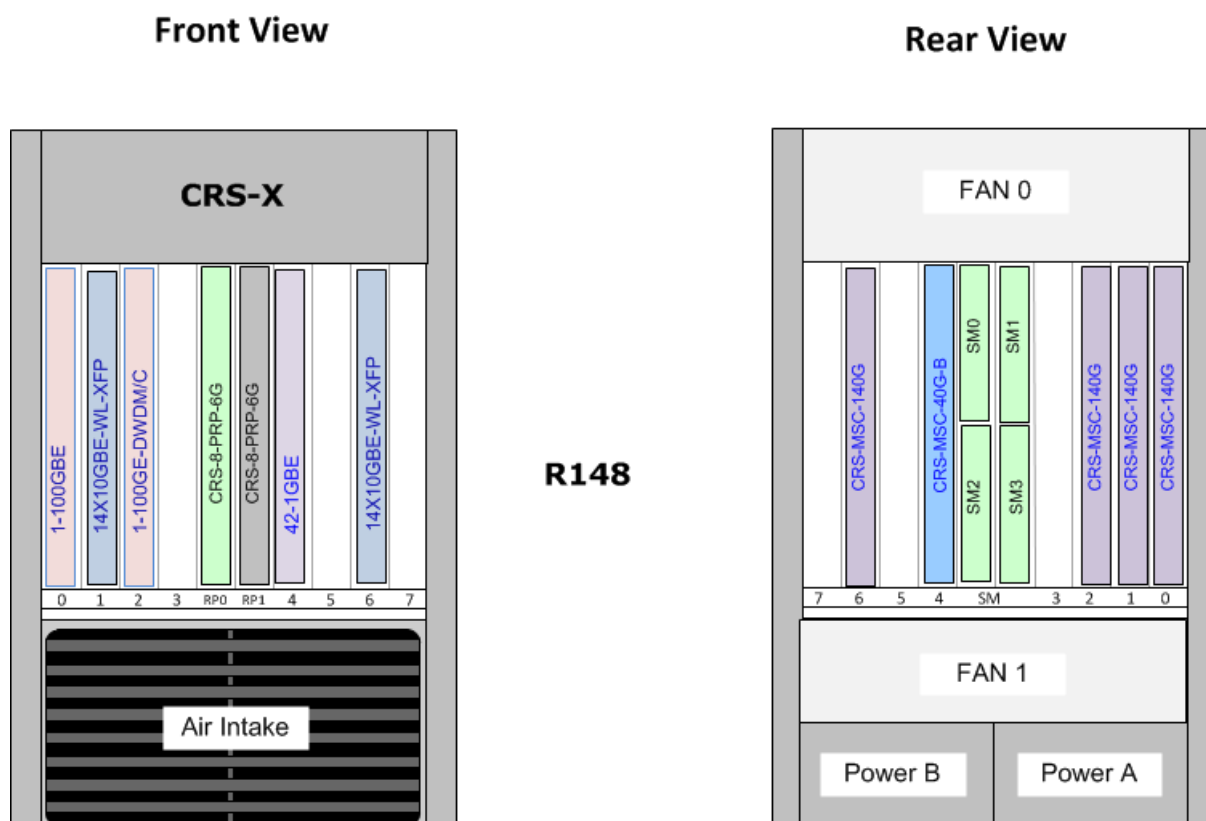
1.3. Popis rozšiřovaných směrovačů CRS-X

Směrovač Cisco CRS-X je plně distribuovaný směrovač obsahující redundantní přepínací matici CRS-8-FC400/S, redundantní řídicí karty CRS-8-PRP-6G, modulární napájecí zdroj CRS-8-ACKIT-M-B, redundantní ventilátory CRS-8-FANTRAY-B, a osm slotů pro sestavy karet síťového rozhraní. Ty se skládají z PLIM (Physical Layer Interface Module) a FP/MS (Forwarding Processor/ Modular Services Card) karet. Moduly PLIM se instalují do přední části chassis a moduly FP/MS proti nim do zadní části chassis. Směrovač CRS v 8-slotové variantě je hardwarově i softwarově distribuovaná platforma. Nad hardware funguje plně modulární operační systém IOS-XR (aktuální verze je 5.3.3), umožňující restartovatelnost procesů, opravu chyb bez výpadku přepínaných paketů a další. Směrovač podporuje technologii IPoDWDM, Netflow, MPLS, VPLS, Carrier-Grade IPv6 (CGv6), Netflow (s podporou IPv4, IPv6, MPLS) a další. CRS-X podporuje maximální propustnost na slot vstupní i výstupní 400 Gbit/s (Celkově 6,4 Tbit/s na systém s jedním chassis). Nedílnou součástí operačního systému IOS-XR jsou mikrokódy FPD (Field Programmable Device), kterými se programují veškeré HW obvody FPGA (Field Programmable Gate Array) a forwarding procesory. Na všech kartách (route procesory, karty rozhraní a další) jsou stovky těchto programovatelných HW obvodů. Jejich správné naprogramování operačním systémem IOS-XR je klíčové pro řádnou funkcionality celého směrovače. Z těchto důvodů musí být používané komponenty 100% kompatibilní po HW i SW stránce. Rovněž je nutná garance podpory řádné funkčnosti i při povyšování na nové verze IOS-XR i povyšování mikrokódů FPD. Vlastní operační systém IOS-XR nabízí především podporu hardwarové distribuované architektury směrovače, plnou modularitu včetně restartovatelnosti jednotlivých procesů a opravu SW chyb za běhu systému. IOS-XR je díky distribuované architektuře spuštěn nejen na řídicí kartě, ale i na jednotlivých kartách modulárního systému. Detailní popis směrovače a jeho SW vybavení lze nalézt na stránkách výrobce technologie ,viz. <http://www.cisco.com/c/en/us/support/routers/crs-x-8-slot-single-shelf-system/model.html>.

1.4. Sestava směrovače CRS-X v uzlu Praha_1.

Páteří směrovač CRS-X (R148) v uzlu Praha_1 slouží pro zajištění zahraniční konektivity, připojování projektů VI a ostatních účastníků sítě. Je osazen originálními komponentami výrobce technologie, neboť jen za této situace nám výrobce technologie může garantovat bezproblémovou funkčnost celého směrovacího systému, a to i v případě povyšování. Aktuální sestava a osazení již provozovaných síťových rozhraní směrovače R148 je uvedeno na Obrázku 4 a v Tabulce 1.

Obrázek 4 Sestava směrovače R148 v uzlu Praha_1



Tabulka 1 Přehled instalovaných a provozovaných síťových rozhraní ve směrovači R148

Označení výrobce	Popis	Slot	Počet ks
1x100GbE	Cisco CRS Series 1X100GbE Interface Module	0	1
CRS-MSC-140G	Cisco CRS-1 Series Modular Service Card 140G	0	1
14X10GbE-WL-XFP	Cisco CRS Series 14x10GbE LAN/WAN-PHY Interface Module	1	1
CRS-MSC-140G	Cisco CRS-1 Series Modular Service Card 140G	1	1
1x100GbE	Cisco CRS Series 1X100GbE Interface Module	2	1
CRS-MSC-140G	Cisco CRS-1 Series Modular Service Card 140G	2	1
42-1GE	Cisco CRS-1 Series 42X1GE Interface Module	4	1
CRS-MSC-40G-B	Cisco CRS-1 Series Modular Service Card revision B 40G	4	1
14X10GbE-WL-XFP	Cisco CRS Series 14x10GbE LAN/WAN-PHY Interface Module	6	1
CRS-MSC-140G	Cisco CRS-1 Series Modular Service Card 140G	6	1

V uzlu Praha_1 provozujeme celkem 3 směrovače řady CRS-X osazené kompatibilními síťovými

rozhraními R148, R118 a R119 (viz. Obrázek 3). Směrovače R118 a R148 jsou používány jako hraniční směrovače (globální IP konektivita, peering NIX.CZ a AMS-IX, připojení na síť GÉANT4) a jako přístupové PE směrovače pro připojování účastníků sítě CESNET2. Směrovač R119 zastává funkci P směrovače jádra sítě (zakončení páteřních přenosových okruhů) a je osazen zejména vysokorychlostními 100GE DWDM rozhraními.

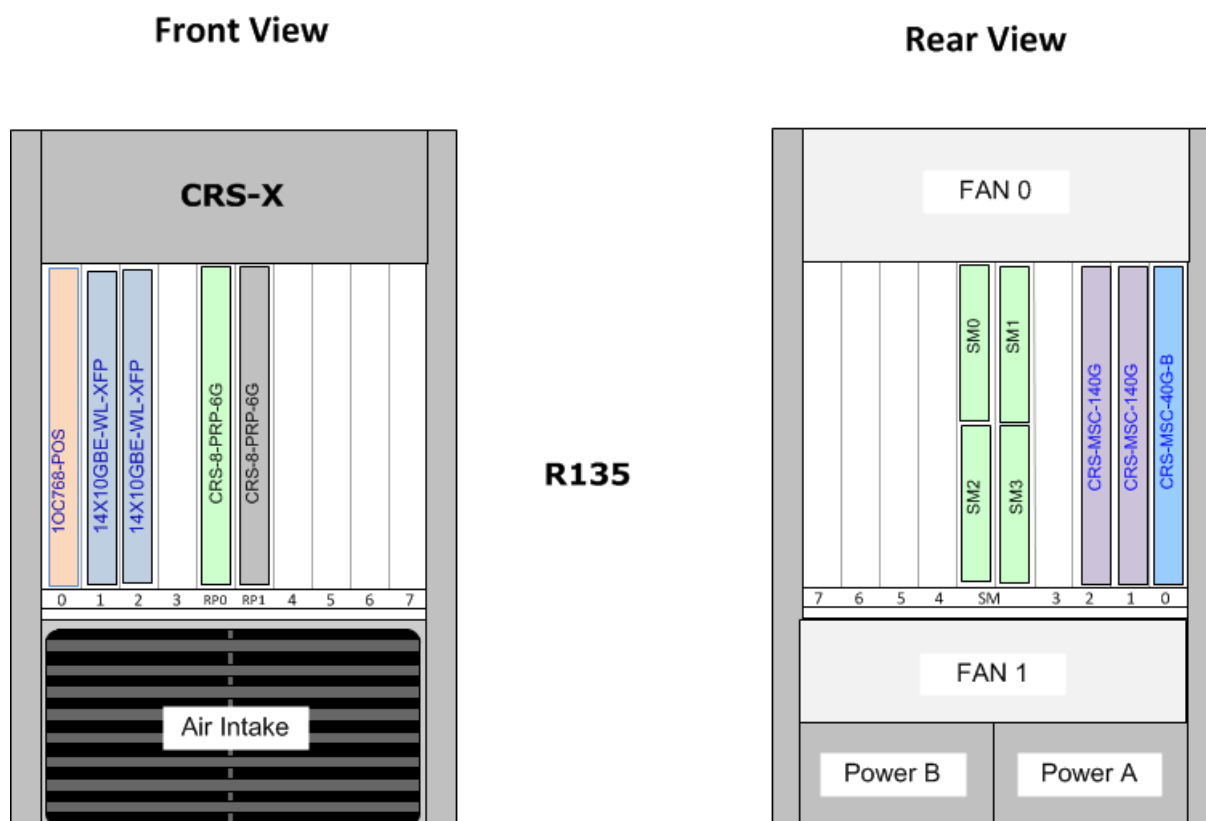
Chassis všech směrovačů byla v roce 2015 nahrazena výkonnými CRS-X chassis s podporou nových typů vysokorychlostních rozhraní (chassis CRS-X mají propustnost 400 Gb/s na slot) za podmínky využití všech již provozovaných typů rozhraní i v nových chassis. Aktuální hodnota rozšiřované konfigurace směrovače R148 činí cca. 32 mil. Kč a cena nových rozhraní, pořizovaných v této zakázce činí cca. 7,25 mil. Kč. S ohledem na očekávanou životnost směrovače cca. 7-10 let (s ohledem na přepokládanou délku servisní podpory výrobce) lze očekávat jeho životnost až do roku 2023.

Nedílnou součástí dodávky rozšiřujících rozhraní je i poskytování servisu a přímé podpory výrobce, a to ve stejném rozsahu jako jej máme na již provozované konfigurace systémů směrovače.

1.5. Sestava směrovače CRS-X v uzlu Praha_2.

Páteřní směrovač CRS-X (R135) v uzlu Praha_2 slouží pro zajištění zahraniční konektivity, připojování projektů VI a ostatních účastníků sítě. Je rovněž osazen originálními komponentami výrobce technologie, neboť jen za této situace nám výrobce technologie může garantovat bezproblémovou funkčnost celého směrovacího systému, a to i v případě povyšování na nejnovější verze IOS-XR. Aktuální sestava a osazení již provozovaných síťových rozhraní směrovače R135 je uvedeno na Obrázku 5 a v Tabulce 2.

Obrázek 5 Aktuální sestava směrovače R135 v uzlu Praha_2



Tabulka 2 Přehled instalovaných a provozovaných síťových rozhraní ve směrovači R135

Označení výrobce	Popis	Slot	Počet ks
10C768-POS	Cisco CRS-1 Series 1xOC768/STM256 POS	0	1

	Interface Module/SR		
CRS-MSC-40G-B	Cisco CRS-1 Series Modular Service Card revision B 40G	0	1
14X10GBE-WL-XFP	Cisco CRS Series 14x10GbE LAN/WAN-PHY Interface Module	1	1
CRS-MSC-140G	Cisco CRS-1 Series Modular Service Card 140G	1	1
14X10GBE-WL-XFP	Cisco CRS Series 14x10GbE LAN/WAN-PHY Interface Module	6	1
CRS-MSC-140G	Cisco CRS-1 Series Modular Service Card 140G	6	1

V uzlu Praha_2 provozujeme celkem 2 směrovače řady CRS-X osazené kompatibilními síťovými rozhraními R135 a R136 (viz. Obrázek 3). Směrovače R135 je využíván jako hraniční směrovač (záloha globální IP konektivity, peering NIX.CZ) a jako přístupový PE směrovač pro připojování účastníků sítě CESNET2. Směrovač R136 zastává funkci P směrovače jádra sítě (zakončení páteřních přenosových okruhů) a je osazen zejména vysokorychlostními 100GE DWDM rozhraními.

Chassis všech směrovačů byla v roce 2015 nahrazena výkonnými CRS-X chassis s podporou nových typů vysokorychlostních rozhraní (chassis CRS-X mají propustnost 400 Gb/s na slot) za podmínky využití všech již provozovaných typů rozhraní i v nových chassis. Aktuální hodnota rozšiřované konfigurace směrovače R135 činí cca. 22 mil. Kč a cena nových rozhraní, pořizovaných v této zakázce činí cca. 7,25 mil. Kč. S ohledem na očekávanou životnost směrovače cca. 7-10 let (s ohledem na přepokládanou délku servisní podpory výrobce) lze očekávat jeho životnost až do roku 2023. Nedílnou součástí dodávky rozšiřujících rozhraní je i poskytování servisu a přímé podpory výrobce, a to ve stejném rozsahu jako jej máme na již provozované konfiguraci systémů směrovače.

2. Požadavky na předmět plnění

Dodávka na základě tohoto zadávacího řízení je pořizována s cílem povýšení IP/MPLS vrstvy sítě CESNET2. Zadavatel má v úmyslu pořídit 2 ks sestav kombinovaných 100GE/40GE rozšiřujících rozhraní do směrovačů řady Cisco CRS-X v uzlech sítě CESNET2 Praha_1 a Praha_2. Pořízením popídaných kombinovaných rozhraní do přístupových a peeringových směrovačů dojde k posílení kapacity připojení těchto směrovačů do hlavního jádra sítě a tím i k posílení kapacity připojení dotčených regionů. Rozšíření směrovačů o tato rozhraní je adekvátní k narůstajícím požadavkům uživatelské komunity na připojení kapacitami 40 nebo 100 Gb/s (typicky mají účastníci v současnosti k dispozici připojení 10GE nebo 2x10GE a potřebují povýšení přístupových kapacit pro zajištění kvalitních služeb zejména pro projekty a velké infrastruktury). V rámci plánovaných rozšiřujících rozhraní v uzlech Praha_1 a Praha_2 (duální hlavní uzel Praha) jsou konkrétně 100GE porty určeny pro povýšení připojení směrovačů do jádra IP/MPLS sítě CESNET2, zatímco 40GE porty budou využity pro povýšení připojení účastníků v těchto uzlech. Povýšení na přípojně kapacity 40GE pro účastníky bylo zvoleno z důvodu finanční dostupnosti této technologie, kterou dotčení účastníci nasazují, zatímco 100GE technologie zůstávají stále finančně náročné.

V rámci dodávky požadovaných komponent pro doplnění sestav 100GE/40GE rozhraní do směrovačů Cisco CRS-X zadavatel požaduje dodání komponent, které jsou plně kompatibilní a interoperabilní s technologií výrobce v současnosti provozovaných zařízení (Cisco Systems), neboť z technických důvodů nelze provést rozšíření v minulosti pořízených sestav směrovačů, které jsou součástí robustního jádra IP/MPLS vrstvy sítě CESNET2, nekompatibilními a neinteroperabilními komponentami a díly. Základní sestavy směrovačů CRS-X byly v letech 2012 – 2016 postupně povyšovány a doplňovány o další 10GE/100GE rozhraní. Předpokládaná životnost směrovačů je cca. 7-10 let a jejich kompletní náhrada jinou technologií by byla finančně velmi náročná (zároveň by představovala zmaření původních dosud vynaložených investic v hodnotě cca. 54 mil. Kč). Nabízené komponenty musí být plně kompatibilní a interoperabilní s doplňovanými směrovači a nesmí žádným způsobem omezovat funkčnost celých sestav směrovačů, ani negativně ovlivňovat garanci výrobce na funkčnost těchto rozšířených sestav. Nabízené komponenty nesmí zároveň žádným způsobem omezovat funkce a vlastnosti používaného operačního systému IOS-XR.

Bližší podrobnosti o projektu E-infrastruktura CESNET, o síti CESNET2 a o zadavatelem pořízené a provozované či v současnosti pořizované technologii, jejíž doplnění a povýšení je předmětem této veřejné zakázky, jsou uvedeny v rámci této přílohy č. 1 zadávací dokumentace a taktéž jsou dostupné na internetové adrese <http://www.cesnet.cz>.

2.1. Dodávky

Zadavatel požaduje dodání, instalaci a zprovoznění (uvedení do řádného provozu) 2 ks sestav kombinovaných 100GE/40GE rozhraní do směrovačů Cisco CRS-X dle níže uvedené specifikace. Předmět plnění musí splňovat:

- Kompatibilita s provozovanou verzí IOS-XR verze 5.3.3 nebo novější.
- HW kompatibilita s provozovaným typem směrovače. Nabízené rozhraní nesmí nijak ovlivnit funkcionalitu směrovače a garanci výrobce Cisco Systems na řádnou a spolehlivou funkčnost zařízení jako celku.
- Podpora ve stávajících management systémech IP/MPLS vrstvy sítě CESNET2 HP OV NNM verze 9.23 (minimálně na úrovni základních MIB).
- Nabízené sestavy musí být nabídnuty v souladu s architekturou dotčeného směrovače, tj. musí se sestávat z těchto komponent:
 - Distribuovaná forwardovací karta s propustností 400 Gb/s
 - Zajištění základních směrovacích operací včetně L3 forwardingu
 - Podpora QoS (klasifikace, policing, shaping, bezpečnostní ACL)
 - Podpora L2/L3 VPN, load-balancing a exportu NetFlow statistik
 - NetFlow musí podporovat sampling na agresivnější než 1:1500; případné licence jsou nedílnou součástí nabídky

- Podpora minimálně 8-mi front na 1 fyzický port
- Modul PLIM, který zajišťuje aplikaci na konkrétní fyzickou a linkovou vrstvu
 - Musí kombinovat 100GE a 40GE rozhraní, minimálně 2x 100GE porty a 5x 40GE porty
 - Musí podporovat OTN transport (OTU-4); případné licence nejsou součástí této dodávky. Požadujeme však možnost jejich doplnění v případě potřeby
 - Propustnost 400 Gb/s

Pro specifikované uzly jsou požadované následující komponenty:

2.1.1. Uzel Praha_1

- 1 ks sestavy distribuované forwardovací karty a modulu PLIM
- 2 ks 40GBASE-LR4 OTN Transceiver LC 10 KM
- 1 ks 100G-LR4 Transceiver module 10km SMF

2.1.2. Uzel Praha_2

- 1 ks sestavy distribuované forwardovací karty a modulu PLIM
- 2 ks 40GBASE-LR4 OTN Transceiver LC 10 KM
- 1 ks 100G-LR4 Transceiver module 10km SMF

2.2. Služby

2.2.1. V rámci plnění této veřejné zakázky zadavatel požaduje k dodaným komponentám poskytnutí následujících služeb:

- a. **přímé podpory výrobce dodaných komponent**
- b. **rozšířené přímé podpory výrobce dodaných komponent a**
- c. **servisních služeb dodaných komponent**

2.2.2. V rámci přímé podpory výrobce dodaných komponent (bod 2.2.1. a.) zadavatel požaduje nejméně tyto služby:

- i. Poskytování nových verzí programového vybavení.
- ii. Trvalý přístup k dokumentaci provozovaného HW a SW.
- iii. Online přístup zadavatele k centru podpory výrobce provozovaného HW a SW.
- iv. Online přístup zadavatele k znalostní bázi, kterou výrobce HW a SW v rámci své podpory poskytuje.

2.2.3. V rámci rozšířené přímé podpory výrobce dodaných komponent (bod 2.2.1. b.) zadavatel požaduje nejméně tyto služby:

- i. Přímou komunikaci v českém jazyce s odborným pracovníkem a zaměstnancem výrobce zařízení s certifikací CCIE, který bude primárním kontaktem zadavatele. Tento pracovník musí mít možnost úzce spolupracovat s vývojáři software a hardware výrobce zařízení, nahlížet do unikátní znalostní báze a získávat neveřejné dokumentace výrobce, reporty a další informace, které nikdo jiný včetně certifikovaných partnerů výrobce nemá možnost získat, pro optimalizaci infrastruktury zadavatele.
- ii. Zajištění až čtyř (4) čtvrtletních jednání ročně (ne více než osm (8) dní v úhrnu) v místě sídla zadavatele za osobní účasti odborných pracovníků a zaměstnanců výrobce. Účelem jednání bude vyhodnocení poskytovaných služeb za uplynulé čtvrtletí a plán aktivit pro příští čtvrtletí;
- iii. Zajištění pravidelných konferenčních hovorů s odbornými pracovníky výrobce

(minimálně jednou za dva týdny v délce cca 1h). Účelem bude přezkoumání aktuálního stavu sítě a revize bezprostředně plánovaných aktivit;

- iv. Zajištění e-mailového aliasu pro přímou komunikaci s odbornými pracovníky výrobce;
- v. Zajištění vhodného nástroje pro shromažďování dat o síti, tak aby jej mohli využít pracovníci výrobce pro poskytování níže uvedených služeb.
- vi. U služeb spojených s podporou programového vybavení a operačních systémů podporovaných zařízení part number výrobce **CON-AS-BN Cisco Advanced Services Borderless Network Optimization Service – Software**.

Tato služba obsahuje:

- Průběžnou podporu softwarového vybavení (Ongoing Software Support OPT-RS NS OSS)
 - Standardní průběžnou softwarovou podporu od výrobce zařízení pro případné změny v síti a nasazení nových funkcí
- Proaktivní doporučení pro nasazení software (Proactive Software Recommendation Report OPT-RS NS PSRR)
 - Proaktivní doporučení výrobcem zařízení pro nasazení konkrétní verze software (v rozsahu až šest (6) doporučení ročně) dle záměru a očekávání Zadavatele;
 - Každé doporučení bude vztaženo k vybrané jedné verzi softwaru a platformě;
 - Každé doporučení bude obsahovat přehled známých chyb, které mohou mít dopad na síť odběratele. Pokud je to možné, tak bude zpráva obsahovat i doporučení pro minimalizaci souvisejících rizik;
 - Doporučení bude pravidelně aktualizované o případné změny a následná opatření. Aktualizace bude prováděna jednou za měsíc a po dobu až 120 dnů od data původního vydání
- vii. U služeb spojených s podporou používaného hardware part number výrobce **CON-AS-BN Cisco Advanced Services Borderless Network Optimization Service – Hardware**.

Tato služba obsahuje:

- Průběžnou podporu hardwarového vybavení (Ongoing Hardware Support OPT-RS NS OSS)
 - Standardní průběžná hardware podpora výrobce zařízení pro případné změny v síti a nasazení nových funkcí
- Průběžnou podporu pro návrh (Ongoing Design Support OPT-RS NS ODS)
 - Standardní průběžná podpora výrobce zařízení pro návrh architektonických změn v síti
- viii. U služeb spojených s bezpečnostními aspekty nasazení používaného řešení part number výrobce **CON-AS-SEC Cisco Advanced Services Network Device Security Assessment (OPT-RS-NOS-NDSA)**.

Tato služba obsahuje:

- Posouzení od výrobce zařízení bezpečnostních aspektů nasazení používaného řešení zadavatelem (v rozsahu nejvýše 350 zařízení/jednou ročně), které budou zahrnovat mimo jiné následující informace:
 - Posouzení požadavků a cílů zadavatele na zabezpečení zařízení;
 - Analýzu konfigurací zařízení se zaměřením na zlepšení bezpečnosti;
 - Analýzu pravidel firewallu pro běžné problémy s konfigurací
 - Srovnávací analýzu současných konfiguračních standardů zadavatele s aktuálním doporučením výrobce

- Seznam objevených zranitelností a nejkritičtějších nálezů seřazených dle vlivu na infrastrukturu;
- Prezence poznatků, analýzy a doporučení.

2.2.4. V rámci servisních služeb dodaných komponent (bod 2.2.1. c.) zadavatel požaduje nejméně tyto služby:

- i. Možnost nahlásit poruchu kdykoliv (v režimu 24x7x365);
- ii. Reakci na nahlášení poruchy nejpozději do 1 hodiny;
- iii. Opravu či výměnu vadných komponent se zaručenou dobou odstranění jakékoli poruchy nejvýše do 6 hodin od nahlášení poruchy v lokalitě umístění komponenty (bez ohledu na sobotu, neděli, státní svátek); náhradní komponenty pro rychlou výměnu zajistí zadavatel a budou v uvedené době pro odstranění poruchy dostupné v jeho sídle, popřípadě v jednotlivých lokalitách (s tím, že vybraný účastník následně tyto poskytnuté komponenty zadavateli bez zbytečného odkladu nahradí); v případě, že zadavatel náhradní komponenty nezajistí a tyto nebudou v uvedené době k dispozici, lhůta pro odstranění poruchy se prodlužuje do konce následujícího pracovního dne, do 18:00 hodin (tj. režim „Next Business Day“ výrobce);
- iv. Telefonickou a e-mailovou podporu při řešení incidentů s možností eskalace směrem k výrobcí.

2.2.5. Účastníci jsou v rámci nabídky oprávněni podmínky služeb (odst. 2.2.2. až 2.2.4.) doplnit pouze ve smyslu doplnění kontaktních údajů nebo podrobností o způsobu poskytování služeb, nesmí však žádným způsobem omezovat práva zadavatele, vyplývající z uvedených požadavků. Tyto podmínky se stanou součástí smlouvy uzavřené s vybraným dodavatelem.

2.2.6. Vybraný dodavatel je povinen nejpozději ke dni akceptace dodávek zařízení uzavřít dohodu/smlouvu o podpoře s výrobcem zařízení tak, aby v případě závady na dodaných zařízeních, kterou není dodavatel schopen sám odstranit, bylo možné bezodkladně zajistit odstranění závady prostřednictvím výrobce zařízení; tuto smlouvu/dohodu musí na požádání vybraný dodavatel zadavateli bezodkladně zpřístupnit (vyjma cenových částí).