



Název akce: **OPTICKÉ ROZVODY DATOVÉ SÍTĚ LAN**

Číslo projektu: 5415052693

Stupeň: Projektová dokumentace pro realizaci stavby

Druh stavby: Výstavba zařízení elektronických komunikací

Zadavatel: **Střední průmyslová škola Purkyňova, příspěvková organizace
Purkyňova 97, 612 00 Brno**

Zpracovatel PD: ELTIS Elektro s.r.o.
Maršov 190
646 71 Maršov

Datum: 7 / 2024

1	ÚVOD	3
<u>1.1</u>	PŘEDMĚT A ROZSAH	3
<u>1.2</u>	PŘEDPISY A NORMY	3
<u>1.3</u>	PODKLADY	3
<u>1.4</u>	KONCEPCE PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE	3
2	TECHNICKÁ ČÁST	4
<u>2.1</u>	PROSTŘEDÍ DLE ČSN	4
<u>2.2</u>	ROZVODNÁ SOUSTAVA	4
<u>2.3</u>	OCHRANA PŘED NDN	4
<u>2.4</u>	UZEMNĚNÍ	4
<u>2.5</u>	STÍNĚNÍ	4
<u>2.6</u>	PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ	5
<u>2.7</u>	VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ	5
<u>2.8</u>	BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI	5
<u>2.9</u>	TECHNICKÉ ŘEŠENÍ	5-6
<u>2.10</u>	POKYNY PRO MONTÁŽ	7
<u>2.11</u>	REVIZE	7
<u>2.12</u>	SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY	8
<u>2.13</u>	ZÁVĚR	8-9
<u>2.14</u>	SPECIFIKACE AKTIVNÍCH PRVKŮ	10-13
3	VÝKRESOVÁ ČÁST	
<u>3.1</u>	OPTICKÉ ROZVODY DATOVÉ SÍŤE LAN – 1.NP	01
<u>3.2</u>	OPTICKÉ ROZVODY DATOVÉ SÍŤE LAN – 1.NP B	02
<u>3.3</u>	OPTICKÉ ROZVODY DATOVÉ SÍŤE LAN – 2.NP	03
<u>3.4</u>	OPTICKÉ ROZVODY DATOVÉ SÍŤE LAN – 2.NP B	04
<u>3.5</u>	OPTICKÉ ROZVODY DATOVÉ SÍŤE LAN – 3.NP	05
<u>3.6</u>	OPTICKÉ ROZVODY DATOVÉ SÍŤE LAN – 4.NP	06
<u>3.7</u>	OPTICKÉ ROZVODY DATOVÉ SÍŤE LAN – 5.NP	07
<u>3.8</u>	BLOKOVÉ SCHÉMA DATOVÝ ROZVADĚČ, OPTICKÉ ROZVODY	08

1 ÚVOD

1.1 PŘEDMĚT A ROZSAH

Předmětem stavby je realizace optického propojení mezi hlavní serverovnou a koncovými datovými uzly v jednotlivých učebnách. S neustále se zvyšujícími se nároky na výpočetní výkon sítě je nutné přejít z metalického rozvodu na optický, který umožní násobně vyšší propustnost sítě. Součástí dodávky je i instalace aktivních prvků do jednotlivých segmentů rozvaděčů a jejich konfigurace dle požadavků správce sítě.

1.2 PŘEDPISY A NORMY

Dokumentace je zpracována dle platných norem ČSN – např. ČSN 34 2300, ČSN 33 2000-4-41 ed.2 a dalších souvisejících norem a předpisů: EN 50173, EN 50174....

1.3 PODKLADY

Tato část projektové dokumentace pro účel realizace stavby akce "SPŠ Purkyňova 97, Brno - optické rozvody datové sítě LAN" byl zpracován na základě těchto podkladů:

- konzultace a podklady zadavatele
- stavební výkresy 1:100
- platné normy, předpisy a katalogy

1.4 KONCEPCE PROJEKTOVÉ DOKUMENTACE

Tato projektová dokumentace je vypracovaná v souladu s vyhláškou č. 405/2017, 62/2013 Sb. a vyhlášky č. 499/2006 Sb. o dokumentaci staveb, ve stupni projektové dokumentace pro provedení stavby a této skutečnosti odpovídá její rozsah.

Jednotlivé přílohy projektové dokumentace (viz. seznam příloh) textové i výkresové části jsou koncepčně propojeny a vzájemně se doplňují. K jakékoli činnosti spojené s touto projektovou dokumentací je nezbytně nutné využít kompletní soubor příloh, samostatnou přílohu nelze použít jako zástupnou celé projektové dokumentace (např. pro ocenění dodávek a prací nelze využít pouze výkaz výměr). Projektová dokumentace ve svém návrhu využívá jednotlivé funkční celky slaboproudých rozvodů a technologií sestávajících z dodávek a prací. Činnosti prováděné dle této projektové dokumentace a veškeré úkony s ní spojené (včetně ocenění dodávek a prací dle této projektové dokumentace) je nezbytně nutné provádět tak, aby vždy vznikl funkční celek, nikoli pouze nefunkční část (není-li v technické zprávě uvedeno jinak). Nejsou-li ve výkresové části, případně v technické zprávě výslovně vyjmenovány stavební díly slaboproudých rozvodů a technologií, které dodá investor, uživatel, případně, že budou použity stávající, je nutné na stavbu dodat kompletní sestavy slaboproudých rozvodů a technologií tak, aby vznikl funkční celek.

V projektové dokumentaci byly kladeny mimo jiné požadavky na součinnost více systémů v jeden funkční celek. Návrh systému, výběr technologií od určitých výrobců a využití určitých typů zařízení je volen tak, aby výsledná funkčnost a využitelnost systému splnila všechny požadavky investora i uživatelů a byly eliminovány veškeré nežádoucí provozní a funkční stavy. Výběr jednotlivých komponent byl konzultován s výrobcí systémů a v některých případech ověřen funkčními zkouškami u výrobce. Záměna komponentů za podobné může ve svém výsledku vést k nežádoucí změně funkčnosti, nekompatibilitě vzájemně spolupracujících zařízení a nevyužitelnosti pro dané provozy. Z výše uvedených důvodů je nutné využít všechny komponenty tak, jak byly navrženy v projektové dokumentaci.

2 TECHNICKÁ ČÁST

2.1 PROSTŘEDÍ DLE ČSN

V závislosti na členění prostor z hlediska nebezpečí úrazu elektrickým proudem (dle ČSN 33 2000-4-41 ed.3) a z hlediska působení vnějších vlivů (dle ČSN 33 2000-1ed.2 a ČSN 33 2000-5-51ed.3) není u slaboproudých rozvodů a zařízení vyprojektovaného rozsahu nutná krytí (doplňkovými moduly či typovými prvky) nebo zapojení (dalších ochranných obvodů či zařízení) ani není nutné použít speciálních zařízení či technologií. Vnější vlivy dotčených prostor dle článku 512.2.4 ČSN 33 2000-5-51ed.3 - normální.

2.2 ROZVODNÁ SOUSTAVA

- Napěťová soustava: 1+PE+N AC 50Hz, 230V TN-C-S
- Ochrana před úrazem el. proudem dle ČSN 33 2000-4-41 ed.2: samočinným odpojením od zdroje
- Max. hodnota zemnicí soustavy pro el. zařízení: 5 ohmů.
- Min. krytí el. zařízení IP66

2.3 OCHRANA PŘED NDN

Základní ochrana před nebezpečným dotykovým napětím živých částí je provedena krytím a izolací, při poruše je provedena automatickým odpojením od zdroje v síti TN-C-S a malým napětím SELV/PELV, dle ČSN EN 61140 ed. 2, ČSN 33 2000-4-41 ed. 2.

Ochranná svorka musí mít odpor vodivého spojení se všemi kovovými částmi přístupnými dotyku maximálně 0,1 Ω , dle ČSN 33 0360 ed.2

2.4 UZEMNĚNÍ

Součástí projektu je instalace nového 19" rozvaděče do místnosti serverovny v 4.NP. Rozvaděč je součástí dodávky investora. Zhotovitel stavby provede pouze uzemnění tohoto rozvaděče a napojení na el. zdroj energie. Bude následně vypracována revizní zpráva.

Uzemnění bude řešeno od stávajícího 19" rozvaděče, napájení bude řešeno ze stávajícího okruhu NN v serverovně 16A/230V. Do rozvaděče bude dodán rozvodný panel 230V s předpětovou ochranou. Ostatní instalace se týkají již stávajících 19" rozvaděčů, které jsou připojeny do sítě NN.

2.5 STÍNĚNÍ

Montáž jednotlivých zařízení systému musí být provedena podle technických podmínek výrobců, které zaručují, že nebudou rušena další technologická zařízení. Rozvody pro přenos dat jsou provedeny optickými kabely, které vylučují jakékoliv problémy v rámci rušení.

2.6 PROTIPOŽÁRNÍ OPATŘENÍ

Optické signály přenášené kabely pro SLP rozvody nemohou dát popud k zahoření. Teplota kabelů bude dána teplotou okolí a nemůže tudíž dojít k jejich samovznícení. Typ a způsob uložení kabeláže odpovídá požadavkům příslušných ČSN. Z hlediska požární bezpečnosti musí všechna instalovaná zařízení vyhovovat současně platným předpisům ČR.

Kabeláž bude instalována s pláštěm LSZH dle požadavků veškerých předmětných ČSN.

2.7 VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Vlastní stavba má po dokončení minimální vliv na životní prostředí. V průběhu výstavby nelze ovšem zabránit určitému ovlivnění životního prostředí vlivem provádění montážních prací. Pokud při montáži vzniknou odpady je dodavatel stavby povinen zajistit jejich ekologickou likvidaci.

Veškeré plastové odpady, odstřižené zbytky kabelů, ostatní kusové odpady, papírové odpady, stavební suť a jiné produkty budou likvidovány dodavatelem na základě jeho vlastních předpisů o nakládání a likvidaci s uvedenými odpady.

2.8 BEZPEČNOST A OCHRANA ZDRAVÍ PŘI PRÁCI

V rámci výstavby je zhotovitel povinen dodržovat technologické postupy pro montážní práce určené ČSN, zákoník práce a příslušné bezpečnostní předpisy a související normy, směrnice, vyhlášky, výnosy, ustanovení, zákony a nařízení, která svým smyslem odpovídají charakteru prováděných prací podle tohoto projektu.

Dále je nutno dodržovat tato ustanovení:

- u pracovníků provést školení, seznámení a přezkoušení z bezpečnostních předpisů,
- všichni pracovníci musí být vybaveni bezpečnostními a ochrannými pomůckami a dbát, aby tyto pomůcky byly používány v provozuschopném stavu,
- pracovníci musí dodržovat provozní, bezpečnostní a hygienické předpisy. Zvláštní důraz je kladen na dodržování protipožárních předpisů.
- elektrická zařízení, jejich kontrola a údržba musí vyhovovat příslušným technickým normám.

Detailní bezpečnostní předpisy a pracovní postupy jsou věcí a zodpovědností dodavatele stavby.

2.9 TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

V současné době páteří datové rozvody mezi jednotlivými segmenty sítě využívají metalické propojení. Využívají se kabely v nestíněném provedení typ kroucený čtyřpárový UTP v kategorii 5E s pracovní frekvencí do 100Mhz.

To se v současné době ukazuje jako nedostačující s ohledem na kladené požadavky na přenosovou kapacitu sítě. Další omezení je i ve vzdálenosti mezi jednotlivými segmenty, kdy je nutné dodržet limitní vzdálenost na metalickém vedení dle ISO 11801 maximálně 90m. Se zvyšujícími se požadavky na přenosovou síť a s nárůstem uživatelů tato síť začíná vykazovat latenci, která zhoršuje její dostupnost běžným uživatelům.

Nově bude provedena instalace optických kabelů do páteřních datových rozvodů. Pro každý segment sítě bude alokováno šest vláken, které se zakončí na příslušných konektorech. Jako médium bude použit singlemódový kabel pro dvanáct vláken s průměrem jádra 9/125um ve vnitřním provedení. Centrum zakončení bude v hlavním datovém rozvaděči serverovny v 4. podlaží.

Optická vlákna se budou svařovat k pigtailům a ty následně zakončí na adaptéru SC/APC v optické kazetě popř. v 19" optické vaně. Jako optická kazeta bude použit optický box pro zakončení 8 vláken. S optickou kazetou se

počítá v případě instalace nedostatku místa pro instalaci optické 19" vany ve stávajícím rozvaděči. Jedná se o 16 datových rozvaděčů, které nemají prostorovou rezervu pro instalaci 1U jednotky. Dalších 15 rozvaděčů bude vybaveno 19" optickou vanou 1U. Celkem bude instalováno 31 optických segmentů. Upřesnění je dle výkresové dokumentace.

Nástěnný rozvaděč v 1.NP označení č.138 zajišťuje hlavní příchozí konektivitu z VÚT a dále rozvod LAN sítě. Tento přívod bude propojen přes novou optiku do serverovny v 4.NP a zároveň bude připojen i do optických rozvodů LAN sítě.

V centrálním segmentu serverovny bude instalován nový 19" datový rozvaděč (dodávka zadavatele) do kterého budou instalovány 19" optické panely proloženy 2U podpěrou kabelového vedení. Pro snazší propojení optických patch cordů budou instalovány boční úchytky na 19" rámu. Rozvaděč bude dovybaven rozvodným panelem 230V s připojením do stávajících rozvodů NN doplněné o záložní zdroj UPS. UPS bude v 19" provedení On-Line doplněné o kartu dohledu Ethernet.

Součástí výbavy budou aktivní prvky sítě pro moduly SFP do optických segmentů podružných rozvaděčů(31 ks).

Aktivní prvky a UPS

Pro jednotlivé segmenty v učebnách budou instalovány gigabitové přístupové switche L2 uvažuje se s architekturou 24x10/100/1000BaseT + 4x SFP 1000BaseX nebo 48 port ve stejné konfiguraci – umístění dle požadavku správce sítě.

Na straně serverovny budou instalovány dva vysoce výkonné multigigabitové přístupové switche Core s 100Gbe podporou. Jedná se o přístupové a agregační přepínače poskytují nízkou latenci doplněné o funkce vrstvy 2 a vrstvy 3. Umožňují překrytí VXLAN a odchozí připojení až 100GbE. Funkce L3 umožňuje přemostění mezi virtualizací serverů pro datové sítě, které vyžadují podporu síťových architektur overlay/underlay. Switche disponují porty 48x 10GbE doplněné o up-link 4x 40GbE a 4x 100GbE s vysokou hustotou.

Jelikož se jedná o páteřní aktivní prvky tak jsou navrženy v redundantním provedení v počtu dvou kusů tak, aby v případě výpadku jednoho bylo možné provozovat bez přerušení datovou síť a nedošlo k omezení poskytovaných služeb. Switche budou vybaveny příslušnými moduly SFP pro požadovanou konfiguraci 10GbE. Pro tyto páteřní prvky je vhodné zajistit HW podporu prodlouženou zárukou u dodavatele. U těchto prvků není vhodné řešit jenom základní záruční podmínky.

Přílohou TZ je požadovaná HW konfigurace aktivních prvků.

Optická část

Limity útlumu

na kabelech

Průměrný útlum sváru na kabelu je stanoven na 0,1 dB. Žádná hodnota sváru nesmí být větší než 0,2 dB. Hodnota každého sváru na 1550 nm může být pouze o 0,03dB vyšší než hodnota na 1310 nm.

na optických konektorech

Pro přímou metodu je stanoven limit 0,6 dB

měrný útlum kabelů

Výrobce uváděný měrný útlum optického kabelu v provedení

A-DF(ZN)2Y JE 0,32dB/km@1310 nm a 0,21dB/km@1550 nm.

Závěrečné měření

Po ukončení montáže na optických kabelech bude provedeno měření přímou metodou (PM) dle IEC 86C-A1 včetně vyhodnocení. Dále bude provedeno oboustranné měření OTDR včetně vyhodnocení měrného útlumu kabelu. Veškerá měření na optických kabelech musí být provedena na obou vlnových délkách 1330 nm a 1550 nm, včetně vyhodnocení obou vlnových délek. Měření bude provedeno na **všech vláknech páteřního optického kabelu**.

2.10 POKYNY PRO MONTÁŽ

Všechny práce budou provedeny v souladu s platnými ČSN. Při montáži musí být dodrženy předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. Dle ČSN 34 2300ed.2 a ČSN 33 2000-1ed.2 bude dodržen odstup kabelů od silnoprůdových rozvodů do 1 kV - 20 cm. Při souběhu kratším jak 5m lze snížit odstup až na 6 cm a při křížování až na 1 cm.

Kabelové rozvody budou řešeny v souladu s požárním zabezpečením, které definuje požadavky na kabeláž a její trasy dle požárních úseků.

Propojení jednotlivých komponentů je patrné z výkresové dokumentace. Kabelové trasy je možné přizpůsobit potřebám v rámci realizace zakázky. Tyto změny ale nesmějí v žádném případě ovlivnit funkci nebo provedení kabeláží. U veškerých kabeláží je nutné dodržet výrobcem předepsané poloměry ohybu jednotlivých kabelů.

Uvedené kabely je možné nahradit odpovídajícími ekvivalenty, zaručujícími shodné nebo lepší vlastnosti. Pro kabeláže je možné eventuálně využít společných tras, s ohledem na dodržení souběhů dle normy a předepsaného uložení jednotlivých kabeláží včetně kabelových tras. Podle EN 50 174-2ed.2 je nutno dodržet v tabulce uvedené vzdálenosti. Veškeré kabelové trasy, jejich provedení a umístění, budou před započítím prací konzultovány se zástupcem provozovatele a bude brán zřetel na jeho požadavky (pokud budou technicky proveditelné a nebudou narušovat funkčnost systému).

2.11 REVIZE

Výchozí revize bude provedena revizním technikem dle ČSN 33 2000-6-61ed.2, podle které musí být prováděny i následné periodické revize. Připojení, opravy a jakékoliv jiné zásahy do elektrického zařízení smí provádět jen osoby s předepsanou kvalifikací dle ČSN EN 50110-1ed.3 a vyhlášky 50/78 Sb. O provedené revizi bude vypracována revizní zpráva, která je součástí průvodní dokumentace.

Zhotovitel prokáže způsobilost k montáži navrhovaného zařízení. El.instalační práce musí být provedeny tak, aby odpovídaly platným elektrotechnickým předpisům a ČSN, a to ze řízení pracovníků s kvalifikací podle ČSN se zkouškou podle par.7 vyhl. 50/1978 Sb., která opravňuje k samostatné činnosti na elektrických zařízeních. Při montáži musí být dodrženy předpisy o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci.

Nutno respektovat vnější vlivy prostředí podle ČSN 33 2000-1ed.2 v jednotlivých prostorech.

Zajistit, aby do elektrického zařízení nezasahovaly nedovoleným způsobem osoby bez elektrotechnické kvalifikace a nekonaly v nich žádné práce ve smyslu ČSN EN 50110-1ed.2, ČSN 33 1310.

S dovolenou obsluhou a bezpečnostními předpisy prokazatelně seznámit, zejména s ČSN EN 50110-1ed.2, ČSN 33 1310ed.2, všechny osoby, které budou v prostorách revidovaného zařízení konat jakékoliv práce i obsluhu, tj. takové, které přímo nesouvisí s elektrickým zařízením, ale které mohou při nedostatečné informovanosti a možném nebezpečí poškodit elektrické zařízení a způsobit úraz el. proudem a nebo škody na majetku. Práce na el. zařízeních je nutné provádět po vypnutí a zajištění ve smyslu ČSN EN 50110-1ed.2.

Nastavení zařízení je součástí dodávky dodavatele. Dodavatel si sám stanová na základě svých zkušeností délku zkušebního provozu. Dodavatel bude respektovat požadavky investora při upřesnění rozmístění jednotlivých zařízení.

2.12 SOUVISEJÍCÍ NORMY A PŘEDPISY

Sítě a vedení

ČSN 33 2130 ed.3	Elektrické instalace nízkého napětí - Vnitřní elektrické rozvody
ČSN 34 2300 ed.2	Předpisy pro vnitřní rozvody sdělovacích vedení
ČSN EN 61537 ed. 2	Vedení kabelů - Systémy kabelových lávek a systémy kabelových roštů

Kabelážní systémy

ČSN EN 50173-1 ed. 3	Informační technologie - Univerzální kabelážní systémy - Část 1: Všeobecné požadavky
ČSN EN 50174-1 ed. 2	Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 1: Specifikace a zabezpečení kvality + Změna A1(12/2011)
ČSN EN 50174-2 ed. 2	Informační technologie - Instalace kabelových rozvodů - Část 2: Projektová příprava a výstavba v budovách + Změna A1(12/2011)

Ochrana před bleskem

ČSN EN 62305-1 ed.2	Ochrana před bleskem - Část 1: Obecné principy
ČSN EN 62305-2 ed.2	Ochrana před bleskem - Část 2: Řízení rizika
ČSN EN 62305-4 ed.2	Ochrana před bleskem - Část 4: Elektrické a elektronické systémy ve stavbách
TNI 34 1390	Ochrana před bleskem - Komentář k souboru norem ČSN EN 62305-1 až 4

Kybernetická bezpečnost

Dodávka aktivních prvků sítě bude řešena s ohledem na doporučení NÚKIB. Aktivní prvky sítě, jako jsou přepínače, routery a firewally, čelí různým hrozbám, které mohou ohrozit jejich bezpečnost a funkčnost.

Mezi hlavní hrozby patří:

Odposlouchávání: Útočníci mohou zachytávat a analyzovat síťový provoz, což může vést k úniku citlivých informací

Úmyslné rušení: Útočníci mohou narušovat síťový provoz, což může způsobit výpadky nebo zpomalení sítě

Malware: Škodlivý software může infikovat síťové zařízení a způsobit jeho nefunkčnost nebo zneužití

DDoS útoky: Útočníci mohou zahltnit síťové zařízení velkým množstvím dat, což může vést k jeho přetížení a výpadku

Neoprávněný přístup: Útočníci mohou získat přístup k síťovým zařízením a manipulovat s jejich nastavením nebo získat citlivé informace

Je důležité implementovat vhodná bezpečnostní opatření, jako jsou šifrování, pravidelné aktualizace softwaru, monitorování síťového provozu a použití silných autentizačních metod, aby se minimalizovalo riziko těchto hrozeb.

Je nutné se řídit zákonem č. 181/2014 Sb. o kybernetické bezpečnosti a o změně souvisejících zákonů (zákon o kybernetické bezpečnosti), dále splňovat při provozu sítě vyhlášku č.82/2018 Sb. Vyhláška o bezpečnostních opatřeních, kybernetických bezpečnostních incidentech, reaktivních opatřeních, náležitostech podání v oblasti kybernetické bezpečnosti a likvidaci dat (vyhláška o kybernetické bezpečnosti)

2.13 ZÁVĚR

Projekt je zpracován v souladu s platnými právními předpisy, normativními požadavky ČSN, EN, předpisy a průvodní dokumentací výrobce zařízení a zadáním investora.

Výrobky (zařízení), které jsou navrženy v projektové dokumentaci, vyhovují zákonné normě, ve znění pozdějších předpisů (Zákon o technických požadavcích na výrobky) a prováděcím předpisům (nařízením vlády) v platném znění.

Vypracoval: Bc. Vít Nebenfűhr

2.14 SPECIFIKACE AKTIVNÍCH PRVKŮ

Core switch

- Minimálně 48x SPF+ (1/10GE), min 4x QSFP28 (40/100GE)
- Možnost rozdělit 40GE porty na 4x10GE kanály
- Dedikovaný out-of-band management interface RJ45 nebo SFP, konzolový port (RJ45, USB nebo RS-232 9 pin)
- Maximální rozměr chassis prvku 1U, redundantní aktivní chlazení (vyměnitelné za běhu - dostupnost varianty s předozadním i zado-předním prouděním),
- Napájení 220V, možnost osazení dvěma zdroji (vyměnitelné za běhu),
- Neblokující architektura o plné rychlosti portů pro L2/L3 min. 1600 Gbps / 1300 Mpps,
- Možnost seskupit přepínače do jednoho virtuálního síťového elementu (dále jako VSE) v rámci dostupných typů dané série přepínačů,
- VSE se chová jako jeden virtuální přepínač pro přístup pro správu, konfiguraci L2/L3, seznam a práce s porty, apod.,
- Jednotlivé přepínače tvořící VSE propojitelné na velkou vzdálenost pomocí optických kabelů a zabudovaných portů – minimálně 2km,
- Do VSE možno seskupit minimálně 9 přepínačů,
- VSE umožňuje redundantní komponentu/pravidla pro data,
- VSE umožňuje redundantní komponentu/pravidla pro řízení,
- přepínače ve VSE jsou vyměnitelné bez dopadu na zbytek hardware VSE,
- Podpora fyzických rozhraní: 10/100/1000BaseT, 1000BASE-T, 1000BASE-SX, 1000BASE-LX, 1000BASE-LH (nebo ZX), 10GBASE-SR,
- 10GBASE-LR, 40/100 GE interface NNI, 40GBASE-SR4, 40GBASE-LR4, 40GBASE-IR4, 100GBASE-LR4, 100GBASE-SR4, 100GBASE-CWDM
- 250k MAC na systém, podpora paketů o délce 9k jako minimum,
- VLAN id rozsah 4k, konfigurovaných VLAN současně min. 4000,
- IEEE 802.1Q (trunk intf.), VLAN vztažená na port, Privátní VLAN,

- Možnost akceptovat non-tagged paket na trunk portu,
- podpora automatické správy VLAN (VTP, MVRP (IEEE 802.1ak) nebo jiné)
- LACP včetně LACP napříč stohem/VSE,
- xSTP (IEEE 802.1D/802.1s/802.1w), kompatibilní s PVSTP+,
- BPDU guard, Loop protection, LLDP (IEEE 802.1AB)
- Data Center Bridging (DCB) funkce - PFC (IEEE 802.1Qbb), ETS (IEEE 802.1Qaz), Data Center Bridging Capability Exchange (DCBX)
- ACL implementovány v hardware s ohledem na výkon,
- ACL definovatelné pro porty (vstup/výstup), VLAN, L3, podmínky pro shodu umožňují použít výrazy z L2-L4 OSI,
- ACL i pro IPv6, ACLka na provoz směrem k CPU, Policing / rate limit pro provoz směrem k CPU,
- L3 funkcionality podporováno v hardware s ohledem na výkon, L3 interface i pro VLAN,
- 45 000 ARP záznamů
- 100 000 IPv4 cest,
- 75 000 IPv6 cest,
- Možnost změnit rozdělení hardware zdrojů mezi L2 a L3 funkce na základě profilů
- Statické, dynamické směrování (OSPF, IS-IS, BGP/mpBGP),
- Virtuální směrování (VRF, směrovací instance),
- Podpora MPLS - funkce Label Switch Router (LSR), L3 VPN, LDP signalizované label cesty (LSP), label cesty (LSP) pomocí RSVP, statické label cesty (LSP), RSVP Traffic Engineering (RSVP-TE)
- DHCP server / relay,
- Multicast podporováno v hardware, IGMP snooping v 1/2/3,
- Podpora VRRP nebo ekvivalentní pro IPv6,
- Podpora OSPFv3, podpora IPv6 ACL,
- Podpora DHCPv6 snooping, podpora IPv6 ND inspection, podpora IPv6 MLD snooping, IPv6 RA Guard

- DHCP snooping, DHCP untrust porty, Dynamic ARP inspection,
- Statická MAC / MAC omezení na port, limit na stěhování MAC,
- Možnost automaticky blokovat infikovanou koncovou stanicí z prvku centrální správy,
- Klasifikace provozu podporováno v hardware,
- „Trust“ Klasifikace provozu na 802.1p, DSCP, IP prec,
- „Untrust“ Klasifikace provozu na L2-L4 polích hlavičky paketu,
- Tvarování egress portů, politika na ingress portech,
- Min. 8x Queues na port implementováno v hardware, časování mechanismu DWRR na každý port, min. 2 priority na časovací mechanismus, WRED
- Implementace striktní priority (LLQ), pravidla pro přepsání CoS bitů,
- Vysoká dostupnost, modularita, VRRP,
- Podpora Precision Time Protocol (PTP) transparent clock
- Interface pro správu dostupný lokálně, telnet, SSH,
- Autentifikace uživatelů (lokální, Radius, TACACS+),
- Automatická záloha konfigurace na remote SCP nebo FTP nebo TFTP,
- Možnost konfiguračních změn přes txt soubor, podpora syslog (lokální i vzdálený),
- Možnost scriptování (např. tcl, python nebo jinak),
- Podpora automatizace konfigurace a sběru dat pomocí frameworků Ansible nebo SaltStack,
- Podpora bezsásahové prvotní konfigurace (Zero Touch Provisioning)
- SNMP verze 1/2c/3, ping, traceroute, Flow technologie (sFlow nebo Netflow nebo IPfix),
- Zrcadlení provozu lokální i vzdálené,
- Vynucení potvrzení změn nastavení,
- Dostupný centrální management s GUI pro správu min. 100 přepínačů
- Všechny funkce přepínače konfigurovatelné plně bez výjimky jak prostřednictvím WWW rozhraní tak i telnet na ssh serveru, to vše běžící přímo na přepínači bez nutnosti dalšího prostředníka a nutnosti kombinovat uvedená rozhraní,

24 portový switch

Počet portů RJ45 - min. 24
Počet portů SFP+ - min. 4
Přepínací vrstva - min. L2+
Podporované rychlosti - min. 1000 Mb/s
Přepínací kapacita - min. 125 Gb/s
Propustnost dat - min. 95 Mb/s
MAC tabulka - min. 16000 adres
Síťové standardy: IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.1x, IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x
Provedení - RACK (1U)
Funkce - VLAN (min. 256 ks), OoS, Management, RADIUS protokol, Cloudové řízení, Výpis událostí systému, IGMP pozorování, podpora SSH, ochrana proti uzavřenému obvodu, zrcadlení portů, plně duplexní režim, Možnost naplánovat aktualizace v preferovaných časech, bezvětrákové provedení
Hmotnost max: 2,50 kg

48 portový switch

Počet portů RJ45 - min. 48
Počet portů SFP+ - min. 4
Přepínací vrstva - min. L2+
Podporované rychlosti - min. 1000 Mb/s
Přepínací kapacita - min. 175 Gb/s
Propustnost dat - min. 130 Mb/s
MAC tabulka - min. 16000 adres
Síťové standardy: IEEE 802.1Q, IEEE 802.1p, IEEE 802.1x, IEEE 802.3, IEEE 802.3ab, IEEE 802.3u, IEEE 802.3x, IEEE 802.3z
Provedení - RACK (1U)
Funkce - VLAN (min. 256 ks), OoS, Management, RADIUS protokol, Cloudové řízení, Výpis událostí systému, IGMP pozorování, podpora SSH, ochrana proti uzavřenému obvodu, zrcadlení portů, plně duplexní režim, Možnost naplánovat aktualizace v preferovaných časech, bezvětrákové provedení
Hmotnost max: 3,50 kg