**TECHNICKÁ SPECIFIKACE – Konektivita školy**

**Dodavatel v technické specifikaci doplní žlutě podbarvená pole – viz níže.**

SVČ Blansko

Czech Republic

|  |  |
| --- | --- |
|  | **TECHNICKÁ SPECIFIKACE** |

### Základní požadavky na technické řešení

* + - 1. Cílem projektu je zvýšení bezpečnosti a související modernizace IT infrastruktury, aby implementací projektu byly naplněny Standardy konektivity škol [[1]](#footnote-1) - uvedené v příloze č.1 (dále jen Standard konektivity). Dílčí cíle dle jednotlivých komodit jsou specifikovány následovně:

| Označení | Komodita | Počet |
| --- | --- | --- |
| K1 | Virtualizační platforma | 1 |
| K2 | Zabezpečení LAN a Wifi | 1 |
| K3 | Centrální logování | 1 |

* + - 1. Je požadováno řešení zachovávající a rozvíjející současné softwarové platformy Microsoft pro zachování kompatibility se stávajícími systémy a aplikacemi. Přechod na jinou platformu by způsobil uživatelské a provozní potíže.
      2. Pokud dodavatel vyžaduje využití konkrétních softwarových produktů a jím zvolený přístup k realizaci zadání je na takových konkrétních řešeních závislý, musí jejich pořízení zahrnout ve své nabídce v potřebném rozsahu a v rámci nabídnuté ceny.
      3. Pokud dodavatelem nabízené řešení vyžaduje komponenty či služby neobsažené v požadavcích zadání, zahrne dodavatel do své ceny všechny náklady na jejich pořízení, instalaci, konfiguraci a další služby potřebné pro uvedení do provozu, přičemž nesmí překročit předpokládanou hodnotu zakázky.
      4. Veškeré produkty, které dodavatel dodává v rámci plnění zadavateli, musí splňovat následující podmínky:
         1. jsou nové, byly oprávněně uvedeny na trh v EU nebo pochází z autorizovaného prodejního kanálu výrobce,
         2. mají plnou záruku od výrobce,
         3. mohou být podporovány výrobcem a mohou být součástí servisního a podpůrného programu výrobce,
         4. obsahují všechny nezbytné licence na používání příslušného softwaru,
         5. jsou v databázi výrobce uvedeny jako prodaná kupujícímu,
         6. jsou určeny pro provoz v České republice.

Zadavatel si vyhrazuje právo na zjištění původu výrobků při jejich předávání, a to dle příslušných sériových čísel a právo podpisu akceptačního protokolu, osvědčujícího převzetí dodávky, až po ověření původu výrobku.

* + - 1. Veškerá dokumentace vytvořená v rámci realizace veřejné zakázky, musí být zhotovena výhradně v českém jazyce, bude dodána v elektronické formě ve standardních formátech (např. MS Office, Open Office, PDF) používaných zadavatelem. Struktura i forma dokumentace musí být před předáním předána ke kontrole a výslovně schválena zadavatelem.

|  |  |
| --- | --- |
| **1.** | **TECHNICKÁ SPECIFIKACE – Konektivita** |

### **Specifické požadavky na technické řešení**

* + - 1. **K1 - Virtualizační platforma**
         1. Pro provoz veškerých pořízených systémů a aplikací bude pořízen jeden server vybavený interním úložištěm s vysokou kapacitou. Hardware serveru bude virtualizován a na serveru bude možno provozovat **min 4** virtuálních serverů.
         2. Provozní zabezpečení bude tvořeno souborem non-IT technologií, které zajistí optimální podmínky pro spolehlivý chod technologií – především serveru:

Záložní zdroj napájení UPS zajistí chod serveru při výpadku napájení

* + - * 1. Pro zajištění bezpečnosti a možnosti řízení provozu v síti a zajištění prokazatelného monitoringu, logování a auditu interního i externího síťového provozu bude vybudována centrální databáze identit na bázi adresářové služby. Adresářová služby umožní ukládání a přehlednou správu identit (účtů včetně metadat) učitelů, žáků i externích subjektů, ale i technických prostředků – serverů, tiskáren, pracovních stanic apod. Adresářová služba bude poskytovat službu LDAP a umožní snadné napojení autentizačních mechanismů a protokolů – radius, agenta firewallu a dalších. Adresářová služba zajistí ověřování uživatelů pro účely jejich autorizace k přístupu k síťovým prostředkům (LAN, Internet atd.) i výpočetním zdrojům (pracovní stanice, tiskárny, sdílené složky atd.). Technické provedení bude založeno min. na 1 řadiči adresářové služby. Řadič bude provozován a bude pravidelně automaticky zálohovány. Součástí řadičů budou základní síťové služby – DNS, DHCP.
      1. **K2- Zabezpečení LAN a Wifi**
         1. Bude implementováno řízení přístupů k mediu (síti).
         2. Řízení provozu v LAN bude realizováno vytvořením VLAN (802.1Q), segmentací sítě. Pro řízení provozu na úrovni kvality služeb bude k dispozici technologie QoS (QualityofServices).
         3. Architektura WiFi bude založena na řešení s centrální správou prováděnou virtuálním kontrolerem (řadičem), který bude součástí firmwarů přístupových bodů.
         4. Ověřování přístupu do WiFi sítě bude realizováno na stejném principu jako LAN. Wifi bude nabízet více SSID (učitelé, žáci, Guest), které budou obsluhovány samostatnými VLAN a budou napojeny na raduis servery. Učitelé a žáci budou prostřednictvím radius serveru ověřováni v adresářové služby. Zabezpečení vnitřních sítí (BSSID) školy bude provedeno dle 802.1i, tedy - WPA2 s AES šifrováním a konfigurováno shodně pro obě frekvenční pásma. Výjimkou bude síť určená výhradně pro hosty (GuestWiFi).
      2. **K3 - Centrální logování**
         1. Bude implementováno řešení, které umožní příjem a vyhodnocení všech požadovaných informací - může jednat o jediné zařízení, softwarový nástroj či appliance. Řešení umožní správu z jedné grafické konzole, přístupné nativně skrze https bez nutnosti instalace klienta. Data bude ukládána do jedné databáze (nebo více integrovaných databází) tak, aby bylo možno realizovat multikriteriální vyhledávání napříč informacemi z různých zdrojů (např. přepínače/ netflow a firewall/syslog).
         2. Veškeré dále požadované informace si bude systém automaticky získávat, vyčítat z monitorovaných systémů a současně bude umožňovat příjem protokolů určených pro přenos logovacích, provozních informací, alertů a událostí. Systém bude přijímat informace standardními protokoly ze síťových a dalších aktivních zařízení a Windows server systémů.
         3. Mandatorní informace, která bude v systému vždy obsažena a uchována, je vazba IP-uživatel-čas. Tuto informaci bude systém čerpat ze securityevent-logu adresářové služby, dále z informací o probíhajících komunikacích prostřednictvím firewallu a dalších přístupových a autentifikačních systémů (např. radius logy). Dále budou získávány informace o překladu zdrojových, vnitřních IP adres na externím výstupním rozhraní firewallu, kde bude prováděn NAT. Bude se tedy jednat o informace obsažené v NAT tabulce. Spolu s tím musí být po stanovenou dobu možné zpětně dohledat i vnější provoz k vnitřnímu zařízení. Další funkcionalitou bude plnohodnotná práce se síťovými toky, jejich zpracování a archivace. Nástroje systému budou umožňovat i analytickou práci s přijímanými toky a to i zpětně.

### **Implementační služby**

* + - 1. V rámci implementace předmětu plnění dodavatel realizuje pro všechny nabízené komodity K1 až K3
         1. Dodávka a implementace předmětu plnění musí respektovat a využívat osvědčené praktiky (tzv. Best Practice) a doporučení výrobců nabízených technologií. Musí být v souladu s nabídkou uchazeče a se Standardem konektivity.
         2. Zajištění projektového vedení realizace předmětu plnění.
         3. Zpracování **provozní dokumentace** v rozsahu detailního popisu skutečného provedení popisu činností běžné údržby a činností pro spolehlivé zajištění provozu. Popis činností běžné údržby bude pokrývat minimálně následující oblasti:

ActiveDirectory – správa uživatelů a skupin

Hypervizor – ovládání virtuálních serverů, změna jejich konfigurace

Monitorovací a logovacího systém - vyhledávání činnosti uživatelů a systémů, běžná správa a kontrola funkce

LAN a Wifi - připojení zařízení uživatelských postupů pro Wifi.

Firewall – blokování stránek, dohledání činnosti uživatele, práce s kategoriemi stránek, zablokování přístupu pro uživatele skupinu

* + - * 1. Provedení akceptačních testů.
        2. Předání do plného provozu.
      1. Zadavatel dále požaduje provést minimálně následující implementační práce na dodaných komponentech a případně dalších zařízeních. Dodavatel je dále povinen zahrnout do nabídky veškeré další činnosti a prostředky, které jsou nezbytné pro provedení díla v rozsahu doporučeném výrobci a dle tzv. nejlepších praktik, i v případě pokud nejsou explicitně uvedeny, ale jsou pro realizaci předmětu plnění podstatné.

|  |
| --- |
| K1: Virtualizační platforma |
| * 1. Návrh a kompletní implementace serverové virtualizační platformy   2. Implementace pořízených technologií   3. Návrh vhodné struktury ActiveDirectory, její vybudování   4. Implementace automatické odstávky a najetí serveru v případě výpadku a obnovení dodávky elektrické energie   5. Návrh a provedení akceptačních testů |
| K2: Zabezpečení LAN a Wifi |
| * 1. Implementace pořízených technologií   2. Provedení segmentace LAN – VLAN, adresování, routování   3. Návrh a implementace pro kabelovou LAN i WiFi včetně uživatelské dokumentace pro konfigurace obvyklých zařízení a jejich systémů.   4. Návrh a implementace firewallu včetně vhodné konfigurace UTM (antivir, IPS, aplikační kontrola, URL filtrace dle kategorií) pro školu   5. Vybudování VPN pro vzdálený přístup uživatelů LAN   6. Respektování min. 3 různých skupinu uživatelů (učitelé, studenti, hosté) v návrzích a implementaci bezpečnostních a ostatních politik   7. Zajištění ostatních nezbytných činností pro naplnění Standardu konektivity |
| K3: Centrální logování |
| * 1. Návrh a implementace systému pro centrální logování pro naplnění požadavků Standardu konektivity, především, ale nejen:   + logování přístupu uživatelů do sítě umožňující dohledání vazeb IP adresa – čas – uživatel, a to včetně ošetření v případě sdílených učeben (pracovních stanic apod.)   1. Provedení souvisejících konfigurací monitorovaných systémů |

* + - 1. Akceptační testy musí pro všechny komodity vždy zahrnovat minimálně prokázání kompletnosti dodávky a požadované funkčnosti. Povinným akceptačním kritériem bude prokázání naplnění požadavků Standardu konektivity dle manuálu k postupu při prokazování a kontrole včetně úspěšného provedení a doložení testu na <https://www.standardkonektivity.cz/>. Prokázání naplnění požadavků poskytne dodavatel v písemné formě vhodné jako příloha k Závěrečné zprávě o realizaci projektu.

### Školení

* + - 1. Školení bude pokrývat všechna zařízení a systémy všech komodit, dodávané v rámci této veřejné zakázky, a to minimálně v rozsahu:
         1. běžných administrátorských činností pro implementované systémy
         2. standardní údržby systémů pro administrátory zadavatele
      2. Školení dále zajistí seznámení pracovníků zadavatele se všemi podstatnými částmi díla v rozsahu potřebném pro provoz, údržbu a identifikaci nestandardních stavů systému a jejich příčin.
      3. Minimální rozsah školení pro každou komoditu je 1 hodina, není-li uvedeno jinak. Školení bude probíhat v sídle zadavatele.

### **Popis povinných parametrů dodávaného řešení**

* + - 1. V dále uvedených tabulkách jsou uvedeny povinné parametry prvků nabízeného řešení. Dodavatel musí všechny parametry splnit, v případě nesplnění požadavku zadavatele bude nabídka dodavatele vyřazena a dodavatel bude následně vyloučen z účasti v zadávacím řízení.

**Povinné parametry pro Komoditu K1 - Virtualizační platforma:**

* Rack server, maximální velikost 1U
* TPM 2.0
* 1x CPU
  + Aktuální, nejnovější generace CPU
  + Z důvodů SW licencování je požadován CPU s maximálně 16 jádry
  + CPU min 15 000bodu v CPU MARK na https://www.cpubenchmark.net
* Paměť RAM
  + Osazení minimálně 64GB RAM
* osazení min. 2 x 480GB SSD v RAID1 + 2x 4TB SATA
* Redundantní hot-plug ventilátory
* Redundantní napájecí zdroje
* Konektivita
  + 2 x 1GbE
  + 2x 10/25GbE SFP28
* Plnohodnotný vzdálený management
* Ližiny pro instalaci do racku
* Záruka výrobce minimálně **36 měsíců** v režimu NBD on-site

|  |  |
| --- | --- |
| **Podpora OS a virtualizace** | Microsoft Windows Server 2016  Microsoft Windows Server 2019  Microsoft Windows Server 2022/2025  VMware ESX 6.7 až 8.0  RedHatEnterprise Linux 7  RedHatEnterprise Linux 8  RedHatEnterprise Linux 9  SUSE Linux ES 15  Ubuntu 20.04 LTS  Ubuntu Server 22.04 LTS |
| **Podpora a servis** | **Záruka na 3 roky** typu NBD, oprava v místě instalace serveru, servis je poskytován výrobcem serveru, možnost rozšíření záruky min. na 7 let. Podpora prostřednictvím internetu musí umožňovat stahování ovladačů a manuálů adresně pro konkrétní zadané sériové či produktové číslo každého serveru. Možnost provázání managementu serveru pro online spojení technickou podporou výrobce a automatickým otevíráním servisních požadavků včetně automatického odeslání HW a OS logů pro následný troubleshooting proces. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **SW licence operačních systémů**  **NELZE použít v nabídce druhotných licencí** | Serverové operační systémy | **2 ks** licencí 64-bitového serverového operačního systému v aktuální verzi. Licence musí umožnit provoz hypervizoru a min. 2 virtuálních serverů stejné verze v prostředí nabízené serverové virtualizace, dále provoz všech nabízených aplikací a management nástrojů. |
| Klientské licence | klientské licence pro nabízené operační systémy umožňující využívat těchto systémů uživatelům celkem na **50** zařízeních. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **UPS**  **1x** | Provedení | Provedení do racku, max. 2U, včetně montážního materiálu nebo TOWER s možností umístění ve vertikální i horizontální poloze |
| Elektrické provedení | Jmenovité́ napětí́ 230 V, jednofázová na vstupu i výstupu |
| Výkon (VA/W) | 1000 VA / 600 W |
| Technologie | Line- interaktivní |
| Vstup | Zásuvka IEC C14 |
| Výstupy | Min. 4 zásuvek IEC C13 |
| Komunikační porty | USB, RJ-45 |
| Záruka | **min. 24 měsíců** |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Síťové úložiště NAS 1 ks** | Provedení | RACK |
| Výkon | 1xCPU min 3000bodu v CPU MARK na https://www.cpubenchmark.net |
| Rozšiřitelnost | 1 x port USB 3.2 Gen 1  1 x Gen3 x8 slot (x4 link) |
| Kapacita | Osazeno 2x HDD 4TB 256MB, SATA 6 Gb/s, 7200ot/min, určených výrobcem pro NAS (nepřipouští se HDD určené jiným účelům (desktop, kamerové systémy apod.). |
| Konektivita | 2x RJ-45 1GbE LAN Port |
| RAM | min. 2G MB DDR4 SODIMM |
| Záruka | **min. 36 měsíců** |

|  |  |
| --- | --- |
| **RACK – datový rozvaděč**  **1x** | Datový rozvaděč (RACK) min. 22U/19“/ 800mm hloubka  včetně vybavení (napájecí panel min 6x zásuvka, potřebná kabeláž, police atp)  **Záruka 5LET** |

**Povinné parametry pro Komoditu K2 – Zabezpečení LAN a Wifi:**

**1x NEXT GENERATION FIREWALL (NGFW)**

Základní technické požadavky

* Požadujeme platformu postavenou na HW akcelerované architektuře (tj. zařízení vybavené kombinací CPU + specializované obvody FPGA/ASIC pro zpracování komunikace a vybraných výpočetně náročných funkcí (firewall, SSL dekrypce, porovnávání se signaturovou databází, …)
* Celá dodávka musí obsahovat všechny HW komponenty a licence na dobu **3let**. Žádné z nabízených řešení nesmí být v době podání nabídky v režimu end of sales/end of support. Všechny požadované funkce musí být v době podání nabídky součástí stabilní verze operačního systému/firmware, funkce zařazené na tzv. roadmapu nebudou akceptovány.
* Požadujeme dodání zařízení ve formátu HW appliance o velikosti desktop
* Možnost rozšíření platformy i další prvek typu NGFW jehož cílem bude zajišťování sdílení telemetrických informací, vizualizace stavu sítě, zařízení a klientů, přičemž cele řešení musí být podporováno výrobcem.
* Možnost o rozšíření platformy pro sběr logů a grafického reportingu včetně oboustranné komunikace (tím se rozumí minimálně odeslání a zpětné načítání logů pro účel vizualizace), přičemž zde musí existovat garantovaná podpora funkcionality.

*HW parametry:*

* Počet síťových rozhraní copper, RJ45 10/100/1000 - min 4x
* Dedikovaný port RJ45 pro DMZ
* Konzolový port pro management
* USB 3.0 port pro zálohu konfigurace
* 120 GB SSD interní HDD pro ukládání logů

*Výkonnostní parametry:*

* Průchodnost firewallu: min. 5 Gbps
* Průchodnost NGFW: min. 1 Gbps
* Průchodnost IPS: min. 1 Gbps
* Průchodnost VPN: min. 1.5 Gbps
* Počet naráz otevřených spojení – min 650 000
* Počet nových spojení za sekundu - min. 32 000
* Počet firewall pravidel až 5 000
* Podpora virtualizace (min 10 virtuálních kontextů)

**1x Centrální přepínač 24x1000Mbps + 8x 10G SFP+ LC SM Transceiver – záruka 3roky**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Požadavek na funkcionalitu** | **Minimální požadavky** | **Splňuje ANO/NE** |
| **Základní vlastnosti** |  |  |
| Třída zařízení: přepínač | ano | … |
| Formát zařízení do racku | ano | … |
| Velikost zařízení: 1U | ano | … |
| Počet 1Gbit/s metalických portů | 24x 10/100/1000Mbps RJ45 | … |
| Počet optických 10GE portů s volitelným fyzickým rozhraním (SFP+) | 4x | … |
| Interní AC zdroj | ano | … |
| Maximální spotřeba přepínače při plném zatížení | 66W | … |
| Celková přepínací propustnost přepínače | 128Gbit/s | … |
| Celkový paketový výkon přepínače | 95Mpps | … |
| Minimální paketový buffer: 8MB | ano | … |
| Maximální hloubka přepínače: 33 cm | ano | … |
| **Vlastnosti stohování** |  |  |
| Podporovaný počet přepínačů ve stohu: 8 | ano | … |
| Kapacita stohovacího propojení: 80 Gbps | ano | … |
| Stoh podporuje distribuované přepínaní paketů | ano | … |
| Stohování přes standartní uplink porty (možnost zapojení stohu na minimálně 100m) | ano | … |
| Redundance řídícího prvku v rámci stohu | ano | … |
| Podpora stohování různých typů přepínačů (PoE, Non-PoE, 24port, 48port) | ano | … |
| Jednotná konfigurace stohu (IP adresa, správa, konfigurační soubor) | ano | … |
| Seskupení portů IEEE 802.3ad mezi různými prvky stohu (Multichassis LAG) | ano | … |
| Stoh funguje jako jedno L3 zařízení (router, gateway, peer) včetně podpory dynamických směrovacích protokolů jako je OSPF | ano | … |
| Součástí každého přepínače je stohovací kabel minimálně 10GE s minimální délkou 1m | ano | … |
| **Základní funkce a protokoly** |  |  |
| Podpora "jumbo rámců" včetně velikosti 9198 Byte | ano | … |
| Podpora linkové agregace IEEE 802.1AX | ano | … |
| Konfigurovatelné rozkládání LACP zátěže podle L2, L3 | ano | … |
| Počet LACP skupin/linek ve skupině: 32/8 | ano | … |
| Minimální počet záznamů v tabulce MAC adres: 16 000 | ano | … |
| Minimální počet záznamů v tabulce ARP: 8 000 | ano | … |
| Protokol pro definici šířených VLAN: MVRP | ano | … |
| Podpora VLAN podle IEEE 802.1Q, minimálně 2000 aktivních VLAN | ano | … |
| Podpora zařazování do VLAN podle standardu 802.1v | ano | … |
| IEEE 802.1s - Multiple Spanning Tree | ano | … |
| STP instance per VLAN s 802.1Q tagováním BPDU (např. PVST+) | ano | … |
| Detekce protilehlého zařízení pomocí LLDP a rozšíření LLDP-MED | ano | … |
| Detekce jednosměrnosti optické linky (např. UDLD) | ano | … |
| Podpora NTPv3 | ano | … |
| Statické směrování IPv4 a IPv6 | ano | … |
| Minimální počet IPv4 záznamů ve směrovací tabulce: 2 000 | ano | … |
| Minimální počet IPv6 záznamů ve směrovací tabulce: 1 000 | ano | … |
| Dynamické směrování OSPFv2, OSPFv3, RIP, RIPng | ano | … |
| Podpora Layer-3 routed port | ano | … |
| IGMP v2 a v3 | ano | … |
| IGMP snooping | ano | … |
| MLD v1 a v2 | ano | … |
| MLD snooping | ano | … |
| Hardware podpora IPv4 a IPv6 ACL | ano | … |
| ACL definice na základě skupiny fyzických portů | ano | … |
| ACL aplikovatelný na interface, LAG, VLAN | ano | … |
| BPDU a Root guard | ano | … |
| DHCP snooping pro IPv4 a IPv6 | ano | … |
| IPv6 RA Guard | ano | … |
| HW ochrana proti zahlcení portu (broadcast/multicast/icmp) nastavitelná na kbps a pps | ano | … |
| 802.1X ověřování včetně více současných uživatelů na port, minimálně 32 uživatelů/port | ano | … |
| Konfigurovatelná kombinace pořadí postupného ověřování zařízení na portu (IEEE 802.1x, MAC adresou) | ano | … |
| Dynamické zařazování do VLAN a přidělení QoS podle RFC 4675 | ano | … |
| Podpora Critical VLAN | ano | … |
| Podpora uživatelských rolí definujících pro konkrétní uživatele více tagovaných či netagovaných VLAN, ACL, QoS politiky a SDN tunely. | ano | … |
| Podpora uživatelských rolí definovaných lokálně v přepínači, jejich aplikace na základě výsledku autorizace | ano | … |
| Podpora uživatelských rolí dynamicky stahovatelných z RADIUS serveru, jejich aplikace na základě výsledku autorizace | ano | … |
| Podpora Dynamic ARP protection | ano | … |
| Port security | ano | … |
| Konfigurovatelná ochrana control plane (CoPP) před DoS útoky na CPU | ano | … |
| Podpora IPv4 a IPv6 QoS | ano | … |
| IEEE 802.1p - minimální počet front: 8 | ano | … |
| **SDN funkce** |  |  |
| Podpora technologie VXLAN | ano | … |
| Podpora tunelování uživatelského provozu pomocí L2 GRE tunelů - schopnost izolovat více koncových zařízení na jednom portu do unikátních tunelů | ano | … |
| Přiřazení koncového zařízení do tunelu na základě výsledku autorizace | ano | … |
| **Analytické a automatizační nástroje** |  |  |
| Podpora REST API pro automatizaci nastavení sítě. | ano | … |
| Podpora skriptování v jazyce Python – lokální interpret jazyka v přepínači | ano | … |
| Integrovaný nástroj na odchyt paketů (např. WireShark nebo ekvivalentní) | ano | … |
| Interpretace uživatelských skriptů monitorujících definované parametry síťového provozu s možností automatické reakce na události | ano | … |
| Grafické rozhraní pro zobrazení výsledků monitorování a analytických skriptů. Možnost zobrazení stavu monitorovaných metrik do grafů atp. | ano | … |
| Root cause analysis v grafickém rozhraní – možnost vrácení se ke konkrétní funkční konfiguraci a stavu protokolů v čase. | ano | … |
| Interní uložiště dat pro sběr provozních dat a pokročilou diagnostiku zařízení | ano | … |
| Kapacita interního úložiště dat pro analytické účely minimálně 14 GB | ano | … |
| **Management** |  |  |
| USB-C konzolový port | ano | … |
| 1xRJ45 OoB management port s podporou ethernetu | ano | … |
| Konfigurace zařízení v člověku čitelné textové formě | ano | … |
| Podpora automatických i manuálních snapshotů konfigurace systému | ano | … |
| USB port pro diagnostiku, přenos konfigurace a firmware | ano | … |
| Přímé bezdrátové připojení ke konzoli zařízení skrze bluetooth | ano | … |
| Podpora managementu přes IPv4 i IPv6 | ano | … |
| SSHv2 a HTTPS pro IPv4 a IPv6 | ano | … |
| Podpora SNMPv2c a SNMPv3 | ano | … |
| RMON | ano | … |
| Možnost omezení přístupu k managementu (SSH, SNMP) pomocí ACL | ano | … |
| Lokálně vynucené RBAC na úrovni přepínače | ano | … |
| Dualní flash image | ano | … |
| Podpora UDP, TCP a TLS SYSLOG pro IPv4 a IPv6 s možností logováni do více syslog serverů | ano | … |
| Podpora RADIUS včetně RADIUS CoA (RFC3576) | ano | … |
| Podpora standardního Linux Shellu (BASH) pro debugging a skriptování | ano | … |
| Podpora TACACS+ | ano | … |
| Podpora Secure RADIUS (RadSec) | ano | … |
| Analýza síťového provozu sFlow podle RFC 3176 | ano | … |
| Ochrana proti nahrání modifikovaného SW do zařízení prostřednictvím image signing a funkce secure boot, která ověřuje autentičnost a integritu OS zařízení prostřednictvím TPM chipu | ano | … |
| Port mirroring, alespoň 4 různé obousměrné session: SPAN, ERSPAN | ano | … |
| Podpora IP SLA pro měření zpoždění provozu VoIP | ano | … |
| Podpora Zero Touch Provisioning (ZTP) | ano | … |
| 10G SFP+ LC SM Transceiver | ano | … |

**2x ACCESS přepínač 48x1G PoE + 4xSFP+– záruka 3roky**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Požadavek na funkcionalitu** | **Minimální požadavky** | **Splňuje ANO/NE** |
| **Základní vlastnosti** |  |  |
| Třída zařízení: L3 switch | ano | … |
| Formát zařízení do racku | ano | … |
| Velikost zařízení: 1U | ano | … |
| Počet 10/100/1000Mbit metalických portů | 48×RJ45 | … |
| Počet 10Gbit/s SFP+ nezávislých optických portů s volitelným fyzickým rozhraním | 4×SFP+ | … |
| 10GE interface zpětně kompatibilní s 1Gbit/s transceivery | ano | … |
| Všechny ethernet porty jsou dostupné zepředu | ano | … |
| Interní napájecí zdroj | ano | … |
| Podpora PoE+ dle standardu 802.3at | ano | … |
| Dostupný výkon pro PoE+ napájení | 370W | … |
| Podpora Energy Efficient Ethernet (802.3az) | ano | … |
| Celková propustnost přepínače | 176 Gb/s | … |
| Celkový paketový výkon přepínače | 98 mpps | … |
| Minimálně 12MB paketový buffer | ano | … |
| Maximální přípustná hloubka přepínače | max. 31cm | … |
| Bez ventilátoru | ne | … |
| **Základní funkce a protokoly** |  |  |
| Podpora "jumbo rámců" včetně velikosti 9100 Byte | ano | … |
| Podpora linkové agregace IEEE 802.3ad | ano | … |
| Konfigurovatelné rozkládání LACP zátěže podle L3 a L4 | ano | … |
| Minimální počet LACP skupin/linek ve skupině: 8/8 | ano | … |
| Protokol pro definici šířených VLAN: MVRP | ano | … |
| Podpora VLAN podle IEEE 802.1Q, minimálně 512 aktivních VLAN | ano | … |
| IEEE 802.1s - Multiple Spanning Tree | ano | … |
| STP instance per VLAN s 802.1Q tagováním BPDU (např. PVST+) | ano | … |
| Detekce protilehlého zařízení pomocí LLDP a rozšíření LLDP-MED | ano | … |
| Detekce jednosměrnosti optické linky (např. UDLD) | ano | … |
| NTP pro IPv4 a IPv6 včetně MD5 autentizace | ano | … |
| Statické směrování IPv4 a IPv6 | ano | … |
| IGMP v2 a v3 | ano | … |
| MLD v1 a v2 | ano | … |
| Hardware podpora IPv4 a IPv6 ACL | ano | … |
| ACL definice na základě skupiny fyzických portů | ano | … |
| ACL aplikovatelný na rozhraní IN včetně virtuálních VLAN | ano | … |
| BPDU guard a Root guard | ano | … |
| HW ochrana proti zahlcení (broadcast/multicast/unicast storm) nastavitelná na množství paketů za vteřinu | ano | … |
| ICMPv4 a ICMPv6 rate-limiting per port | ano | … |
| Ověřování 802.1X včetně více uživatelů na port, minimálně 32 uživatelů/port | ano | … |
| Konfiguovatelná kombinace pořadí postupného ověřování zařízení na portu (IEEE 802.1x, MAC adresou) | ano | … |
| 802.1X s podporou odlišných Preauth VLAN, Fail VLAN a Critical VLAN | ano | … |
| Dynamické zařazování do VLAN | ano | … |
| 802.1x volitelně bez omezování přístupu (pro monitoring a snadné nasazení) | ano | … |
| Port security - omezení počtu MAC adres na port, statické MAC | ano | … |
| Ochrana proti opakovaným výpadkům linek (flapování) s možností konfigurace citlivosti a akce při překročení | ano | … |
| Ochrana control plane (CPU) před útoky typu DoS | ano | … |
| Podpora IPv4 a IPv6 QoS | ano | … |
| Minimálně 8 front pro IEEE 802.1p | ano | … |
| **Management** |  |  |
| CLI formou 1x USB-C Console Port | ano | … |
| Konfigurace zařízení v člověku čitelné textové formě | ano | … |
| Podpora automatických i manuálních snapshotů konfigurace systému | ano | … |
| USB port pro diagnostiku, přenos konfigurace a firmware | ano | … |
| Podpora managementu přes IPv4 i IPv6 | ano | … |
| SSHv2 a a SFTP | ano | … |
| Podpora SNMPv2c a SNMPv3 | ano | … |
| RMON | ano | … |
| Možnost omezení přístupu k managementu (SSH, SNMP) pomocí ACL | ano | … |
| Lokálně vynucené RBAC na úrovni přepínače | ano | … |
| Dualní flash image | ano | … |
| TCP a UDP SYSLOG pro IPv4 a IPv6 s možností logováni do více syslog serverů | ano | … |
| Podpora Syslog over TLS | ano | … |
| Podpora RADIUS včetně RADIUS CoA (RFC3576) | ano | … |
| Podpora RADIUS IPSEC | ano | … |
| Aktivní monitoring dostupnosti RADIUS přednastaveným jménem a heslem | ano | … |
| Podpora TACACS+ | ano | … |
| Analýza síťového provozu sFlow podle RFC 3176 | ano | … |
| Port mirroring (SPAN), alespoň 4 různé obousměrné session | ano | … |
| Podpora Zero Touch Provisioning (ZTP) | ano | … |
| REST API pro automatizaci nastavení | ano | … |
| Automatická konfigurace portu podle připojeného zařízení | ano | … |
| Konfigurační šablony aplikovatelné na rozhraní, spravované samotným zařízením bez dodatečných externích nástrojů | ano | … |

**WiFi přístupové body (AP) INTERNI + montážní kit – záruka 3roky  
16KS**

|  |  |
| --- | --- |
| Specifikace požadavků. | **Splněno [ano/ne]** |
| Třída zařízení: indoor přístupový bod | … |
| Uzavřená konstrukce bez ventilátorů. | … |
| Podpora bezdrátových standardů: 802.11a/b/g/n, 802.11ac wave2, 802.11ax. | … |
| Plnohodnotná certifikace Wi-Fi Aliance: IEEE 802.11a/b/g/n/ac. | … |
| Plnohodnotná certifikace Wi-Fi Aliance: WPA3-CNSA, WPA3-SAE, WPA3-OWE. | … |
| Pracovní režim AP bez kontroléru (autonomní). | … |
| Pracovní režim AP řízené kontrolérem (lightweight). | … |
| Pracovní režim AP v roli kontroléru s možností správy až 120 AP. | … |
| Minimální počet portů ethernet LAN: 1x 100/1000 Mbit/s RJ45. | … |
| Podpora standardů IEEE 802.3af (PoE), IEEE 802.3at (PoE+). | … |
| Podpora standardního PoE IEEE 802.3af 15W bez nutnosti redukce výkonu libovolného rádia. | … |
| Podpora napájení z AC napájecího zdroje. | … |
| Vestavěná interní anténa MIMO, omni down-tilt. | … |
| Radiová část: dual band, současná podpora pásem 2,4GHz a 5GHz. | … |
| MIMO a počet nezávislých streamů na 2,4GHz rádio: 2x2:2. | … |
| MIMO a počet nezávislých streamů na 5GHz rádio: 2x2:2. | … |
| Podpora šířky kanálu 80 MHz. | … |
| HW podpora DL-OFDMA, UL-OFDMA a DL-MU-MIMO. | … |
| Automatické ladění kanálu a síly signálu v koordinaci s ostatními AP. | … |
| Možnost nastavení vysílacího výkonu s krokem 0.5 dBm. | … |
| Minimální komunikační rychlost na fyzické vrstvě (Max data rate) pro 5GHz: 1200 Mbps. | … |
| Minimální komunikační rychlost na fyzické vrstvě (Max data rate) pro 2.4GHz: 570 Mbps. | … |
| Integrovaný TPM pro bezpečné uložení certifikátů a klíčů. | … |
| Podpora 802.11ac explicitního beamformingu. | … |
| Podpora airtime fairness. | … |
| Prioritizace jednotlivých SSID na základě vysílacího času. | … |
| USB port s podporou 3G/4G USB modemu jako WAN uplink. | … |
| Vypínatelné indikační LED diody informující o stavu zařízení. | … |
| Band Steering či obdobné (prioritizace 5GHz pásma v případě je-li podporováno). | … |
| Detekce Rogue APOD. | … |
| Minimální počet inzerovaných SSID (BSSID) na radio: 16. | … |
| Nastavitelný DTIM interval pro jednotlivé SSID. | … |
| Mapování SSID do různých VLAN podle IEEE 802.1Q. | … |
| VLAN Pooling. | … |
| HW Podpora wireless MESH funkcionality s protokolem pro optimální výběr cesty v rámci MESH stromu. | … |
| Podpora Layer-2 izolace bezdrátových klientů. | … |
| HW Podpora spektrální analýzy v pásmech 2,4GHz a 5GHz. | … |
| Hardware filtry pro filtraci intermodulačního rušením pocházejícím z mobilních sítí. | … |
| Detekce a monitorování problémů WLAN odchytáváním provozu na AP ve formátu PCAP a jeho zasíláním do Ethernetového analyzátoru, schopnost zachytávat rámce včetně 802.11 hlaviček. | … |
| DHCP server, směrování a NAT pro bezdrátové klienty. | … |
| AP v režimu IPSec VPN klient s možností tvorby L2 či L3 VPN. | … |
| Automatická identifikace připojeného zařízení a jeho operačního systému. | … |
| Předávání konektivity mezi AP při pohybu bez výpadku spojení – roaming. | … |
| Dynamické vyvažování zátěže klientů mezi AP se zohledněním zátěže, počtu klientů, síly signálu v koordinaci s ostatními APOD. | … |
| Optimalizace provozu: multicast-to-unicast konverze. | … |
| Možnost řízení QoS (šířky pásma) na základě aplikací (Office 365, Dropbox, Facebook, P2P sdílení, VoIP, video aplikace). | … |
| Filtrování přístupu na web. | … |
| Podpora RadSec (RADIUS over TLS). | … |
| 802.11w ochrana management rámců. | … |
| Podpora Kensington lock (zadavatel umožňuje nabídnout rovnocenné řešení). | … |
| Podpora MAC ověřování a 802.1X ověřování s využitím lokální DB v AP. | … |
| Podpora 802.1X suplicant, AP se ověřuje před připojením do LAN. | … |
| Volitelně možnost spravovat AP cloud management nástrojem. | … |
| CLI formou serial konsole port a serial over Bluetooth. | … |
| SSHv2, SNMPv2c a SNMPv3. | … |
| AP podporuje zero touch provisioning pomocí externího management SW jehož IP adresu získá z cloud aktivační služby poskytované výrobcem. | … |
| Integrované Bluetooth 5.0 Low Energy (BLE) rádio. | … |
| Integrované Zigbee 802.15.4 rádio (zadavatel umožňuje nabídnout rovnocenné řešení). | … |
| Podpora režimu SLEEP s max. spotřebou energie do 4W. | … |
| Součástí AP je příslušenství pro montáž na zeď nebo strop. | … |
| Hardware musí být dodán zcela nový, plně funkční a kompletní (včetně příslušenství). | … |
| Dodávka musí obsahovat veškeré potřebné licence pro splnění požadovaných vlastností a parametrů. | … |
| Podpora hardware s výměnou NBD v délce 36 měsíců. Tato podpora musí být garantovaná výrobcem zařízení. | … |

**WiFi přístupové body (AP) OUTDOOR + montážní kit – záruka 3roky  
3KS**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Požadavek na funkcionalitu** | **Minimální požadavek** | **Splňuje ANO/NE** |
| **Základní vlastnosti** |  |  |
| Outdoor přístupový bod | ano | … |
| Stupeň krytí IP67, rozsah provozních teplot -40° až +65°C | ano | … |
| Podpora bezdrátových standardů: 802.11a/b/g/n, 802.11ac wave2, 802.11ax | ano | … |
| Certifikace Wi-Fi Aliance: Wi-Fi CERTIFIED 6™ a WPA3™-Enterprise | ano | … |
| Pracovní režim AP bez kontroléru (autonomní) | ano | … |
| Pracovní režim AP řízené kontrolérem (lightweight) | ano | … |
| Pracovní režim AP v roli kontroléru s možností správy až 120 AP | ano | … |
| Minimální počet portů ethernet LAN: 2x 100/1000 Mbit/s RJ45 | ano | … |
| Podpora muligigabit ethernet 2.5 Gbps IEEE 802.3bz | ano | … |
| Podpora standardů IEEE 802.3at (PoE+) a IEEE 802.3bt | ano | … |
| Podpora standardního PoE IEEE 802.3at 30W bez nutnosti redukce výkonu libovolného rádia | ano | … |
| Podpora linkové agregace LACP | ano | … |
| Podpora PoE na obou ethernet portech | ano | … |
| Antény: interní, MIMO, omni všesměrová | ano | … |
| Radiová část: dual band, současná podpora pásem 2,4GHz a 5GHz | ano | … |
| Minimální MIMO a počet spatial stream: 4x4:4 pro 5GHz | ano | … |
| Podpora TWT, BSS Coloring a až 160 MHz kanál pro 802.11ax | ano | … |
| HW podpora DL-OFDMA, UL-OFDMA a DL-MU-MIMO | ano | … |
| Automatické ladění kanálu a síly signálu v koordinaci s ostatními AP | ano | … |
| Možnost nastavení vysílacího výkonu s krokem 0.5 dBm | ano | … |
| Max data rate: 4800 Mbit/s pro 5GHz a 574 Mbit/s pro 2,4GHz | ano | … |
| Minimálně 16 inzerovaných BSSID na rádio | ano | … |
| Nastavitelný DTIM interval pro jednotlivé SSID | ano | … |
| Automatické ladění kanálu a síly signálu v koordinaci s ostatními AP | ano | … |
| Integrovaný TPM pro bezpečné uložení certifikátů | ano | … |
| Podpora WPA3-CNSA, WPA3-SAE, OWE | ano | … |
| Podpora 802.11ac explicitního beamformingu | ano | … |
| Podpora airtime fairness | ano | … |
| Prioritizace jednotlivých SSID na základě vysílacího času | ano | … |
| Vypínatelné indikační LED diody informující o stavu zařízení | ano | … |
| Prioritizace 5GHz pásma – Band Steering či obdobné | ano | … |
| Automatická detekce Rogue AP | ano | … |
| Mapování SSID do různých VLAN podle IEEE 802.1Q | ano | … |
| VLAN Pooling | ano | … |
| Podpora WiFi MESH s protokolem pro optimální výběr cesty v rámci MESH stromu | ano | … |
| Podpora Layer-2 izolace bezdrátových klientů | ano | … |
| Spektrální analýza v pásmech 2,4GHz a 5GHz (detekce zdroje rušivého signálu) | ano | … |
| HW filtry pro filtraci intermodulačního rušení pocházejícím z mobilních sítí (Advanced Cellular Coexistence nebo obdobné) | ano | … |
| Detekce a monitorování problémů WLAN odchytáváním provozu na AP ve formátu PCAP a jeho zasíláním do Ethernetového analyzátoru, schopnost zachytávat rámce včetně 802.11 hlaviček | ano | … |
| DHCP server, směrování a NAT pro bezdrátové klienty | ano | … |
| AP v režimu IPSec VPN klient s možností tvorby L2 či L3 VPN | ano | … |
| Automatická identifikace připojeného zařízení a jeho operačního systému | ano | … |
| Předávání konektivity mezi AP při pohybu bez výpadku spojení – roaming | ano | … |
| Dynamické vyvažování zátěže klientů mezi AP se zohledněním zátěže, počtu klientů, síly signálu v koordinaci s ostatními AP | ano | … |
| Optimalizace provozu: multicast-to-unicast konverze | ano | … |
| Možnost řízení QoS (šířky pásma) na základě aplikací (Office 365, Dropbox, Facebook, P2P sdílení, VoIP, video aplikace) | ano | … |
| Podpora filtrování přístupu na web | ano | … |
| Podpora RadSec (RADIUS over TLS) | ano | … |
| 802.11w ochrana management rámců | ano | … |
| Podpora MAC a 802.1X autentizace Wi-Fi klientů s využitím lokální databáze v AP | ano | … |
| AP se ověřuje před připojením do LAN pomocí 802.1X - podpora PEAP a EAP-TLS suplicant | ano | … |
| Volitelně možnost spravovat AP cloud management nástrojem | ano | … |
| CLI formou USB-C serial konsole port | ano | … |
| SSHv2, SNMPv2c a SNMPv3 | ano | … |
| ZTP pomocí externího management SW jehož IP adresu získá z cloud aktivační služby poskytované výrobcem | ano | … |
| Integrované Bluetooth 5.0 Low Energy (BLE) rádio | ano | … |
| Integrované Zigbee 802.15.4 rádio | ano | … |
| Podpora režimu SLEEP s max. spotřebou energie do 4W | ano | … |
| Součástí AP je příslušenství pro montáž na sloup a/nebo na stěnu | ano | … |

**Strukturovaná kabeláž – LAN/FO**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **WIFI - LAN pro AP - cat 6 UTP LSOH** | **Strukturovaná kabeláž pro WIFI**  Metalická LAN: uchazeč do rozpočtu uvede kompletní cenu za každé přípojné místo. Cena bude obsahovat nacenění trasy/kabeláže/konektorů/proměření přípojného místa/ukončení kabeláže do patch panelu v datového rozvaděče na jedné straně a ukončení kabelu konektorem RJ45 na starně WIFI. Všechen potřebný materiál bude součástí dodávky uchazeče. Kalkulaci uchazeč provede na jednotkové délky 95m pro každé přípojné místo - **5Y záruka** | **19** |
| **LAN - cat 6 - UTP LSOH** | Strukturovaná kabeláž:  **Metalická část LAN**: uchazeč do rozpočtu uvede kompletní cenu za každé přípojné místo. Cena bude obsahovat naceněnítrasy/kabeláže/zásuvky 2x RJ45 na omítku/proměření přípojného místa/ukončení kabeláže do patch panelu v datového rozvaděče na jedné straně a ukončení do zásuvek na druhé straně. Všechen potřebný materiál bude součástí dodávky uchazeče. Kalkulaci uchazeč provede na jednotkové délky 95m pro každé přípojné místo  Optická část FO: rozpočet bude obsahovat i optickou čás FO páteře 10GB SM min 8vl - uchazeč nacení délku včetně trasy na 500m - propoj mezi 2xDR (centrální DR x podružný) včetně veškerého potřebného vybavení (opt.vana/pigtaly/patch cordy LC/LC) - ukončovat se bude pouze pár vláken, ostatní zůstanou jako rezerva **- 5Y záruka**  Součástí kalkulace bude i 1KS podružný nástěnný rack jednodílný min**. 12U** (š)600x(h)495 | **42** |

**Povinné parametry pro Komoditu K3 – Centrální logování:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Monitorovací a logovací systém 1x** | Základní funkce | Systém pro sběr, ukládání a správu provozních a bezpečnostních informací a událostí ze sledovaných systémů |
| Protokoly sběru logů | syslog, TCP, UDP, HTTP, AMQP, JSON |
| Sběr síťových toků | netflow či kompatibilní dle nabízeného firewallu a centrálního přepínače |
| Zdroje logů | Min. REST API, textové soubory, Radius, ActiveDirectory, MS SQL databáze, Windows Event Log - včetně rozšířených "Applications and ServicesLogs", síťové prvky - syslog a netflow, ostatní aktivní prvky - syslog, SNMP trap |
| Parsování logů | Integrovaný nástroj pro parsování logů. Možnost nahrání části logu, online vytváření parseru a snadné testování výsledku. Podpora vytváření opakovaně použitelných vzorků - např. definice IP adresy regulárním dotazem apod. |
| Retence | Uchovávání logů min. 6 měsíců, automatická retence logů a indexů |
| Geolokace | Podpora automatické doplňování logů o informaci o lokalitě podle IP adresy |
| Normalizace logů | Sjednocení názvů shodných dat z různých zdrojů logů např. pro snadné vyhledávání napříč zdroji |
| Rozšíření logů | Podpora rozšíření logů o vlastní statické a dynamické (kalkulované) položky integrovaným nástrojem. |
| Rozšiřitelnost | Podpora snadného rozšíření funkčnosti pomocí plug-inů nebo modulů |
| Bezpečnost | Podpora šifrované komunikace se zdroji (SSL apod.), ověřování zdrojů (TLS apod.) |
| Výkon | Min. 500 EPS (event per second), 5000 FPM (flows per minute) |
| Dashboardy | Uživatelské vytváření dashboardů (pracovních desek) včetně možnosti využití grafických prvků (grafy, mapy, histogramy apod.) i strukturovaných dat (tabulek) |
| Export dat | Export dat do csv a/nebo xls - min. výsledky hledání |
| Kanály | Možnost vytváření kanálů - datových sad či toků - na základě pravidel (logických podmínek) a to i napříč různými zdroji. Podpora dalšího zpracování - tvorba alarmů, zobrazení na dashboardu, online odesílání do nadřazeného systému apod. |
| Alerty, notifikace | Podpora vytváření alertů - překročení okamžitých či kumulovaných hodnot, zasílaní upozornění |
| ActiveDirectory | integrace s ActiveDirectory pro ověřování uživatelů, nastavení oprávnění min. administrátor a operátor |
| Vyhledávání | Rychlé a intuitivní vyhledávání v záznamech napříč všemi zdroji i při velkých objemech dat (řády TB). Jednoduchý dotazovací jazyk. Rychlá vyhledávání či filtrování bez tvorby dotazů - např. výběrem v kontextovém menu vybraného pole uloženého záznamu. |
| Kompatibilita | Podpora provozu v prostředí nabízené serverové virtualizace |
| Ukládání dat | do databáze, případná databázová licence musí být součástí dodávky |
| Výstupy | Možnost výstupů do nadřazeného systému pro účely vzdáleného expertního dohledu. Zabezpečený přenos vhodným protokolem |
| Záruka | min. 24 měsíců |

**Příloha č.1**

1. **Konektivita školy k veřejnému internetu (WAN)** 
   1. **Obecný popis**

Pro základní způsobilost projektu naplňujícího opatření „vnitřní konektivita škol“ musí příslušná škola zajistit kvalitní připojení ke službám veřejného internetu, a to i v případě, že vybavení pro připojení k internetu není předmětem projektové žádosti.

Za toto připojení je považováno zajištění konektivity splňující následující parametry v době ukončení realizace a v průběhu udržitelnosti projektu.

* 1. **Povinné parametry projektu:**
     1. Šíře pásma (bandwidth) odpovídající 0,25 Mbps/žák či student[[2]](#footnote-2) nebo 0,5 Mbps/koncové uživatelské zařízení[[3]](#footnote-3)[[4]](#footnote-4) a zároveň taková šířka pásma, která neomezuje provoz zařízení a uživatelů[[5]](#footnote-5). Šíře pásma se vztahuje na počet žáků/studentů/koncových uživatelských zařízení v budově/areálu, kde se projekt realizuje.
     2. Vlastní nebo poskytovatelem přidělené veřejné IPv4 adresy.
     3. Zajištění monitoringu a logování NAT (RFC 2663) provozu za účelem dohledatelnosti veřejného provozu k vnitřnímu koncovému zařízení v minimální délce 3 měsíců.
     4. Síťové zařízení podporující rate limiting, antispoofing, access listy - zařízení musí obsahovat všechny potřebné komponenty a licence pro zajištění řádné funkcionality.
     5. Schopnost snadné/automatické rekonfigurace pravidel firewallu (access listů) na základě identifikovaných útoků.
     6. Zajištění šifrovaného přístupu (SSL/TLS) a podepsání DNSSEC domén pro služby školy dostupné online (např. emailové služby, webové servery, studijní a ekonomické agendy atp.).
     7. Validující DNSSEC resolver na straně školy, nebo poskytovatele konektivity, nebo otevřeným DNSSEC validujícím resolverem;
     8. Software a firmware je aktualizován po dobu udržitelnosti projektu, jsou-li aktualizace k dispozici.
     9. Poskytovatel konektivity je schopen zajistit kontaktní bod pro komunikaci, trvalý monitoring dostupnosti konektivity, realizovat blokování nežádoucí komunikace zahlcující nebo jinak omezující konektivitu a systémy školy na straně poskytovatele na základě požadavku školy.

* 1. **Doporučené parametry projektu:**

Nad rámec těchto povinných parametrů je dále doporučeno v projektu realizovat:

* + 1. Symetrické připojení (zajištění konektivity) bez agregace a omezení, doporučujeme postupně směřovat ke kapacitě konektivity 1Gbps.
    2. Plná podpora připojení do veřejného internetu přes protokol IPv4 i IPv6, včetně zajištění dostupnosti online služeb školy na IPv6 adresách.
    3. Poskytovatel konektivity je schopen zajistit funkci systému incident response, monitoring a aktivní notifikaci anomálií síťového provozu, zamezení podvržení zdrojových IP adres (anti-spoofing), funkci pro blokování nežádoucí komunikace zahlcující nebo jinak omezující konektivitu a systémy školy pro zamezení zahlcení linky (např. RTBH, FlowSpec, služby AntiDDoS řešení), detekci a zamezení amplifikačních útoků, zabezpečení směrování síťového provozu pomocí RPKI a konfigurace odmítnutí nevalidních prefixů.
    4. Antivirová kontrola internetového provozu.

1. **Vnitřní konektivita školy (LAN a WLAN)** 
   1. **Obecný popis**

Vnitřní síťové prostředí školy pořizované v rámci projektu může být řešeno pevnou sítí, bezdrátovou sítí, nebo kombinací těchto síťových technologií. Připojení je nutné zajistit v prostorách dotčených hlavním projektem, rovněž je možné pokrýt ostatní prostory školy, včetně chodeb, jídelen, internátu a dalších školských zařízení. Potřebnost a účelnost takového pokrytí musí být odůvodněna ve studii proveditelnosti.

* 1. **Povinné parametry projektu (bez ohledu typ síťového připojení):**
     1. Systém správy uživatelů (Identity Management), tj. centrální databáze identit (LDAP, AD apod.) a její využití pro autentizaci uživatelů (žáci i učitelé) za účelem bezpečného a auditovatelného přístupu k síti, resp. službám. Využívání jednoho účtu více uživateli není povoleno (využívání tzv. anonymních účtů).
     2. Logování přístupu uživatelů do sítě umožňující dohledání vazeb IP adresa – čas-počítačový systém[[6]](#footnote-6).
     3. Systémy zálohování a obnovy dat serverové infrastruktury.
     4. Systémy pro antivirovou ochranu počítačových systémů, antispamovou ochranu poštovních serverů.
  2. **Povinné parametry projektu v oblasti pevné LAN:**
     1. Minimální konektivita koncových uživatelských zařízení 1000 Mbps fullduplex.
     2. Minimální konektivita serverů, aktivních síťových prvků, bezpečnostních zařízení (např. IPS, IDS, Next Generation Firewall aj.), datových úložišť (NAS) 1000 Mbps fullduplex.
     3. Síťové prvky musí splňovat následující funkcionality: centrální směrovače a centrální přepínače (L2 i L3)[[7]](#footnote-7) s neblokující architekturou přepínacího subsystému (wire speed), management, podpora 802.1Q VLAN (možnost

tvorby virtuálních sítí - VLAN), základní bezpečnostní prvky proti zneužití přístupu k síti [např. MAC based omezení (port-sec), 802.1X autentizace aj.].

* + 1. Strukturovaná kabeláž pro připojení počítačových systémů a dalších zařízení (tiskárny, servery, AP aj.).
    2. Páteřní rozvody mezi budovami v areálu, kde probíhá výuka nebo příprava na ni, realizovány prostřednictvím optických vláken nebo metalických kabelů. Vztahuje se na budovu/areál, kde se projekt realizuje.
  1. **Minimální parametry projektu v případě řešení bezdrátových sítí (WLAN):**
     1. Návrh topologie Wi-Fi sítě a analýza pokrytí signálem počítající s konzistentní Wi-Fi službou v příslušných prostorách školy a s kapacitami pro provoz mobilních zařízení pedagogického sboru i studentů.
     2. Zabezpečení minimálně AES šifrováním a standardem WPA2-Enterprise nebo WPA3-Enterprise, multi SSID, ACL pro filtrování provozu.
     3. Zajištění vzájemně oddělených sítí pro zaměstnance školy, žáky/studenty školy a externí zařízení (hosty).
     4. Podpora mechanismu izolace uživatelů.
     5. Podpora standardu IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5) a případně novějších (Wi-Fi 6), současná funkce AP v pásmu 2,4 a 5 GHz a novějších protokolů a pásem.
  2. **Doporučené parametry projektu (bez ohledu typ síťového připojení):**

Nad rámec těchto povinných parametrů je dále doporučeno v projektu realizovat:

* + 1. Logování provozu za účelem dohledatelnosti na úroveň koncového uživatele.
    2. Řešení dočasných přístupů (hosté, brigádníci, praktikanti, zákonní zástupci, externí subjekty) a systému blokace Wi-Fi v určitém čase.
    3. Federované služby autentizace a autorizace (včetně aktivního zapojení do národních vzdělávacích federací (např. aktvní zapojení do federovaného systému [www.eduroam.cz)](http://www.eduroam.cz/).
    4. Centralizovaná architektura správy Wi-Fi sítě (centrální řadič, centrální management, tzv. thin access pointy, popř. alespoň centrální řešení distribuce konfigurací s podporou automatického rozložení zátěže klientů, roamingu mezi spravované access pointy a automatickým laděním kanálů a síly signálu včetně detekce a reakce na non-Wi-Fi rušení).
    5. Doporučená podpora pro ověřování uživatelů oproti databázi účtů [např.

pomocí protokolu IEEE 802.1X vůči centrální evidenci uživatelů (např. LDAP, MS AD) nebo pomocí Captive portalu].

* + 1. Propojení aktivních prvků a důležitých systémů (např. Servery, NAS, propojení budov) rychlostí 10 Gbps, včetně uplinku.

1. **Další doporučené bezpečnostní prvky projektu**

Nad rámec povinných parametrů uvedených v bodech 1 a 2 je dále doporučeno v projektu realizovat:

* + 1. Systémy nebo zařízení pro sledování infrastruktury sítě a sledování IP provozu sítě (umožňující funkce RFC 3917 - IPFIX nebo ekvivalent).
    2. Systémy schopné detekovat nelegitimní provoz nebo síťové anomálie.
    3. Systémy vyhodnocování a správy událostí a bezpečnostních incidentů (log management, incident management).
    4. Systémy pro monitorování funkčnosti síťové a serverové infrastruktury.
    5. Zařízení umožňující kontrolu http a https provozu, kategorizaci a selekci obsahu dostupného pro vybrané skupiny uživatel (učitel, žák), blokování nežádoucích kategorií obsahu.
    6. Systémy uživatelské podpory naplňující principy ITIL (HelpDesk, ServiceDesk aj.).
    7. Nástroje pro centrální správu a audit ICT prostředků.
    8. Podpora vzdáleného přístupu (VPN).
    9. Zavedení více-faktorové autentizace.

1. [↑](#footnote-ref-1)
2. Počet žáků/studentů je definovaný celkovým počtem žáků/studentů školy. [↑](#footnote-ref-2)
3. Koncové uživatelské zařízení je počítačový systém, který je aktivně využíván uživatelem (např. žákem, studentem nebo zaměstnancem školy) ke vzdělávacím či pracovním účelům (typicky počítač, notebook, tablet apod.). [↑](#footnote-ref-3)
4. Metrika vhodná typicky pro školy bez mobilních popř. BYOD zařízení [↑](#footnote-ref-4)
5. Definováno jako saturace šířky pásma připojení k veřejnému internetu, která ani ve špičkách nedosáhne, a to ani krátkodobě 100 %. [↑](#footnote-ref-5)
6. Počítačový systém je každý prvek informačních a komunikačních technologií využívající pro svoji činnost jak hardware, tak software. Pro účely standardů jsou rozlišována: 1. koncová uživatelská zařízení (např. osobní počítače, notebooky, tablety, mobily aj.) a 2. servery, síťové prvky, datová úložiště apod. [↑](#footnote-ref-6)
7. Požadavek se týká prvků, přes které je veden veškerý provoz, resp. jde o centrální prvky. Podružné přepínače (chodbové, učebnové) musí splňovat pouze požadavek na neblokující architekturou přepínacího subsystému. [↑](#footnote-ref-7)